

Л. В. ПОМЕРАНЦЕВ

СВОИМИ РУКАМИ



**ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ САМОДЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

**ГОРЬКОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1953**

Редактор *А. П. Зарубин.*
Обложка *Н. В. Головина.*
Технический редактор *Л. И. Немченко.*
Корректоры: *Р. Г. Бруликовская,*
В. М. Плотникова.

1953 год. Изд. № 2385. Бумага
 $6\frac{1}{2} \times 92\frac{1}{16} = 8,5$ бумажных, 17 печатных,
15,467 уч.-изд. листов. Тираж 7000
экз. Подписано к печати 21/IX 1953 г.
МЦ 05249. Заказ 4048.
Цена 4 р. 65 к.

11-я тип. треста Росполиграфпром,
г. Горький, ул. Фигиер, 32.

ОТ АВТОРА

Великий русский ученый-естествоиспытатель И. В. Мичурин говорил: „Мы не можем ждать милостей у природы; взять их у нее — наша задача“. Но для того, чтобы взять все полезное, что может дать нам природа, надо прежде всего уметь находить полезное, для чего необходимы знания и богатый опыт. Только при этом условии возможно использовать природные богатства на пользу человека, на благо социалистического общества.

Подтверждением этому являются известные работы русских ученых — Мичурина, Павлова, Лысенко и других, научные открытия которых советский народ с успехом использует для дальнейшего расцвета нашей великой социалистической Родины. Наконец, воздвигаемые трудом советского народа грандиозные гидростанции, создание морей и каналов, которые коренным образом изменят природу засушливых районов нашей страны, доказывают всю широту и глубину научной мысли советских ученых, их стремление преодолеть все трудности и заставить природу служить человеку.

Каждый ученый, исследователь, изобретатель не сразу стал им. Он много учился, прежде чем смог сам создать что-то новое в науке и технике. Поэтому, тот кто хочет много знать, должен много учиться и уметь наблюдать явления природы, делать правильные выводы из наблюдений и с пользой применять их в жизни.

Начинать же эти наблюдения природы и учиться правильно использовать их в практических делах на пользу обществу надо со школьной скамьи, когда уже приобретены первые знания законов природы. В этом большую пользу окажет самостоятельное изготовление различных приборов и приспособлений, необходимых для наблюдений и исследований природных явлений. Кроме того, некоторые приборы

могут быть практически применены в повседневной жизни, чем будет оказана большая помощь детским коллективам.

В первой книге „Сделай сам“, выпущенной Горьковским книжным издательством в 1951 году, рассказывалось о способах изготовления самых простых физических приборов, которые могут быть использованы как в школьной практике, так и в быту.

В настоящей, второй книге рассказывается, как сделать самому уже более сложные приборы и механизмы. Книга начинается с описания наиболее легких в изготовлении приборов и заканчивается описанием весьма сложного механизма— проекционно-съёмочного киноаппарата, который может явиться незаменимым помощником во всех лабораторных работах.

При изготовлении описываемых здесь приборов желательно соблюдать приведенные в книге расчеты и технические наставления. Однако это не значит, что пытливый и догадливый школьник не должен применять своей выдумки и инициативы. Наоборот, если ему придет мысль сделать прибор несколько измененной конструкции, по его мнению более удобной, чем описанная здесь,—тем лучше. Вдумчивое, серьезное отношение и творческое дерзание необходимы в любом деле.

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО—ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Великий Ленин говорил: „Коммунизм—это есть советская власть плюс электрификация всей страны“.

Наш век—век электричества. Вся промышленность нашей великой Родины работает на электроэнергии, и мускульная сила человека и животных играет теперь лишь подсобную роль. Поэтому Коммунистическая партия, Советское правительство и вожди нашего государства В. И. Ленин и И. В. Сталин придавали такое огромное значение электрификации нашей страны. Составленный в 1920 году под руководством Владимира Ильича Ленина план электрификации (ГОЭЛРО), названный им „второй программой партии“, предусматривал строительство в течение 10—15 лет электростанций общей мощностью в 1750 тыс. квт. В действительности же, к 1935 году план был перевыполнен почти в три раза. К концу первой послевоенной пятилетки электростанции Советского Союза давали стране более 82 миллиардов киловатт-часов электроэнергии в год. Эта энергия совершает такую работу, которую могло бы произвести всё взрослое население нашей страны, если бы оно работало ежедневно по десяти часов в течение тридцати лет!

Строящиеся ныне крупнейшие в мире гидроэлектростанции—Куйбышевская и Сталинградская на Волге, Каховская на Днепре и другие гидроэлектростанции—дадут дополнительно до 22 миллиардов киловатт-часов электроэнергии в год. Только эти новые ГЭС будут вырабатывать электроэнергии в 11 раз больше, чем все электростанции дореволюционной России.

В нашей стране электрификация народного хозяйства принимает все более широкие масштабы. Как и во всех областях мировой науки и техники, русские ученые внесли и продолжают вносить большой вклад в электротехнику, совер-

шенствуя ее на благо народов, для победы мира во всем мире. Имена А. С. Попова, В. В. Петрова, П. Н. Яблочкова, А. Н. Ладыгина, М. О. Доливо-Добровольского, Б. С. Якоби, Э. Х. Ленца и многих других русских ученых известны всему миру.

Но что же такое электричество?

Первое электрическое явление (зафиксированное в истории) было получено искусственно еще в древней Греции более 2500 лет тому назад. Это явление вызывалось путем натирания янтаря суконкой, после чего янтарь, словно магнит, притягивал к себе легкие предметы.

Это явление было названо электричеством от греческого слова **электрон**, что и означает янтарь.

Наличие электрического заряда можно вызвать и натиранием сургучной палочки суконкой или натиранием стеклянной палочки кожей и даже натиранием пластмассовой линейки любой тканью. И, наконец, все вы хорошо знаете, что после причесывания гуттаперчевой гребенкой последняя становится наэлектризованной и также притягивает к себе легкие частицы бумаги.

Это объясняется тем, что при трении друг о друга различных тел атомы, находящиеся у поверхности тела, отдают часть своих электронов и становятся положительно заряженными. А коль это так, они будут притягивать к себе отрицательно заряженные тела.

Если два тела, заряженные различными зарядами, соединить проволокой, то по ней пойдет электрический ток, так как электрический ток представляет собой не что иное, как поток электронов. Что же происходит в таком случае?

Дело в том, что металлы обладают свободными электронами. То есть у атомов металла, главным образом во внешних их оболочках, сила притяжения ядра настолько слаба, что электроны, не испытывая на себе большой силы притяжения к центру, вырываются из „оболочки“ атома и странствуют по всему телу. Когда же проволока подвергается воздействию электрического заряда, все свободные электроны начинают двигаться вдоль проводника от отрицательно заряженного к положительно заряженному полюсу. Вот это-то упорядоченное движение электронов в металлах и называется электрическим током. Если этот ток будет течь постоянно в одном направлении, его называют постоянным током. Ток же, который меняет свое направление по несколько десятков раз в секунду, называется переменным током.

В науке известно три основных вида источников электрического тока — электростатические, электромагнитные и химические. К первым относятся различные электрофоры и электрические машины, ко вторым — динамомашины — генераторы постоянного тока и альтернаторы переменного тока.

К химическим источникам электрического тока относятся различные гальванические элементы.

Для того чтобы ознакомиться с производством электрического тока и получить практические навыки в электротехнике, мы рекомендуем школьникам — посетителям технических станций изготовить некоторые модели источников электрического тока.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА

Электрическая машина служит для получения статического электричества. Оно дает возможность на целом ряде опытов в лаборатории разгадать сложные явления природы.

Всем школьникам известно, что статическое электричество получается от натирания янтаря, сургуча или стекла различными тканями или кожей. Значительно большие заряды, которые можно уже наблюдать в виде голубоватых искр в темной комнате, можно получить таким образом.

Возьмите новую газету, приложите ее к нагретой печи и натрите одежной щеткой. Выключив свет в комнате, попробуйте отнять газету от печи. Вы почувствуете большое сопротивление. Газета как бы приклеилась к печи. Если вы ее будете быстро отдирать, то между газетой и печью, в тех местах, где они еще соединены между собой, будут видны голубоватые огненные полосы. Если, затем, к отнятой от печи газете, держа ее на весу за верхний конец, вы приложите другую руку, между ними с легким треском проскочат голубые искры. Поднеся близко к газете расставленные концы ножниц, вы изумитесь тому, что, еще не прикоснувшись ими к газете, вы обнаружите кисти из голубых и красноватых искр. Морякам в бурную погоду также часто приходится видеть подобные светящиеся кисти на вершинах мачт, — только те значительно больших размеров. Называются они Эльмовыми огнями.

Если вы поднесете к этой же натертой газете спичку, то увидите на головке спички вспышки тех же голубоватых огоньков, хотя сера на спичке не загорится.

При включенном свете вы сможете сделать еще несколько интересных опытов с натертой газетой. Только для каждого опыта газету надо натирать снова. Например, если вы уравновесите на мяче линейку и затем поднесете к линейке газету, линейка послушно повернется в сторону газеты. Осторожно отводя газету, можно заставить линейку поворачиваться на своей оси. Занесите натертую снова газету над головой товарища, и вы увидите, что его волосы моментально встанут „дыбом“, как иголки на еже.

Все эти опыты доказывают, что, натирая газетный лист щеткой, мы тем самым наэлектризовываем его довольно

сильно, а прикасаясь к нему различными проводящими ток предметами,—разряжаем его, и при этом электрическом разряде возникает искра. Если бы удалось видеть такую искру в сильно увеличивающий зрительный прибор, то мы заметили бы, что она имеет форму молнии, то-есть такая же стремительная и изломанная. Разница только в том, что наша искра измеряется долями миллиметра, в лучшем случае несколькими миллиметрами, а молния имеет в длину иногда несколько десятков километров.

Волосы встают „дыбом“ и словно стремятся оттолкнуться друг от друга потому, что они получают от наэлектризованной газеты часть положительного заряда и становятся сами положительно заряженными телами. А вы уже знаете, что одноименные заряды отталкиваются друг от друга.

Электричество, получаемое с помощью газетного листа, не имеет практического применения. Но способность производить электричество с помощью двухслойной фанеры, которую открыл лауреат Сталинской премии, член-корреспондент Академии наук СССР профессор Алексей Васильевич Шубников, имеет большое практическое значение.

Оказывается, если двухслойную фанеру покрыть с обеих сторон раствором графита в спирту или чем-либо другим, придающим поверхности дерева токопроводящие способности,—то „генератор“ электрического тока готов. Присоединив к слоям графита катодный (особо высокочувствительный) вольтметр и начав быстро изгибать фанеру то в одну, то в другую сторону, мы заметим резкое колебание стрелки катодного вольтметра, говорящее о присутствии в цепи электрического тока, который, в такт изгибам фанеры, течет то в одном, то в другом направлении.

Это открытие, сделанное профессором А. В. Шубниковым, имеет огромное значение для создания всевозможной автоматической аппаратуры. „Электрический контролер“, сделанный из фанеры—материала чрезвычайно выносливого, сравнительно дешевого,—может с успехом выполнять роль реле в любом автоматическом приборе.

Производя опыты с „фанерным генератором“ электрического тока, профессор А. В. Шубников использовал лист двухслойной фанеры размером 80×80 мм. Он пропитывал фанеру парафином, воском и другими веществами, но особенный эффект получился при обработке фанеры сегнетовой солью, из кристаллов которой изготавливаются теперь пьезоэлектрические репродукторы и которая с успехом заменяет дорогостоящий и дефицитный кварц и турмалин во многих приборах с пьезоэлектриками.

Профессор А. В. Шубников установил, что если чистая фанера при изгибах возбуждает электрический ток напряжением всего в 0,05 вольта, то, пропитанная сегнетовой солью,

она дает уже от 0,5 до 1 вольта. Впоследствии профессор А. В. Шубников достиг того, что так называемые неармированные текстуры*, полученные им, давали до 50—60 вольт.

Еще большее количество электричества, чем от натертого газетного листа или текстуры профессора А. В. Шубникова, можно получить с помощью электрической машины.

Сделать электрическую машину и провести опыты с ней интересно еще потому, что теперь при помощи электрических машин-гигантов производятся опыты по искусственному расщеплению атомного ядра. Эти электрические машины называются электростатическими генераторами. Сейчас уже есть электростатические генераторы, дающие до 5 миллионов вольт напряжения. Диаметр кондуктора, то-есть шара, на котором скапливается напряжение, у таких машин достигает до 4,5 метров.

Для изготовления нашей электрической машины потребуются стеклянный диск диаметром 300 мм с просверленным в центре отверстием для оси. Лучше, конечно, если удастся приобрести такой диск из небьющегося стекла — плексигласа, его легче обрабатывать. А это важно для начала. Диск должен быть не тоньше 5 миллиметров.

В диске из плексигласа отверстие легко просверливается обыкновенным сверлом по металлу при помощи дрели. В диске из обыкновенного стекла отверстие можно просверлить трехгранным напильником (см. приложение). Напильник ставят на стекло острием грани и, осторожно нажимая на стекло, поворачивают напильник в разные стороны. От этого стекло будет мелко выкрашиваться. При этом не следует спешить сделать отверстие скорее, так как сильный нажим может расколоть стекло. Не просверливайте отверстие сразу. От этого с обратной стороны также может отколоться большой кусок стекла, и работа будет выполнена не аккуратно. Поэтому, когда вы просверлите стекло приблизительно до половины его толщины, переверните его и начинайте сверлить с другой стороны. При сверловке центрального отверстия диска центр его должен быть определен точно. В противном случае сильно понизится качество работы нашей машины.

Когда будет готов диск, можно приступить к изготовлению станины электрической машины. Для этого из сухой доски толщиной в 20 мм вырезаются по две стойки по рис. 1а и 1б и одна стойка по рис. 1в.

По рис. 1г выпиливается основание из доски, толщиной в 30 мм. Все размеры даны на рисунках. У одной из стоек а и б надо сделать съемные верхушки. Для этого, когда стойка выпилена и в ней просверлено отверстие для оси, верхний конец стойки отпиливается поперек через центр

* Неармированные — подвижные, не имеющие твердой арматуры.

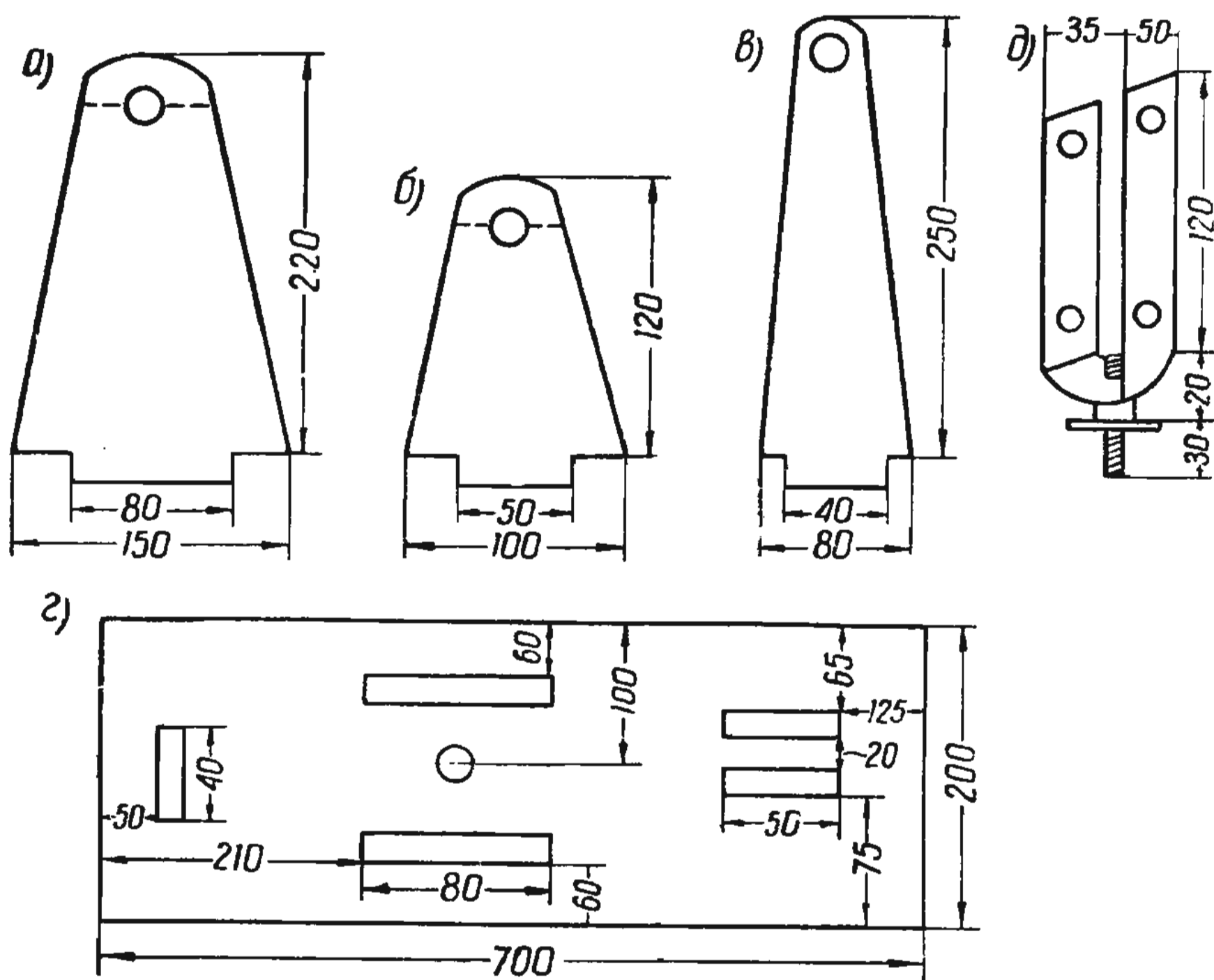


Рис. 1. Детали электрической машины.

а, б и в—стойки станины электрической машины, г—основание электрической машины, д—стойка-щеткодержатель.

отверстия, как показано на рисунке пунктиром. Затем эти съемные головки будут привинчиваться к стойке шурупами. Это делается для того, чтобы при сборке машины легче было вставлять ось на место.

Стойка-щеткодержатель (рис. 1 д) делается из латунной полоски длиной в 250 мм, шириной 50 мм и толщиной 3 мм. К основанию этой стойки прикрепляется гайками (или припаивается) стержень с нарезкой под гайки длиной в 50 мм, затем на него надевается медная трубка длиной в 20 мм и кольцо диаметром 30 мм.

Оси и шкивы изготавливаются по рис. 2. Оси желательно изготовить из проволоки сечением в 10 мм; можно взять проволоку несколько меньшего диаметра, но не тоньше 6 мм. Малый шкив (рис. 2 в) можно изготовить из сухого деревянного колесика. Для этого по центру борта его прорезается конусная канавка, чтобы не соскакивал шнур. Можно шкив сделать и составной—из трех кружков толстой фанеры. Большой шкив (рис. 2 г) следует изготовить из толстой фанеры. Для этого вырезаются три диска—два диаметром 170 мм и один диаметром 150 мм. Эти диски следует точно

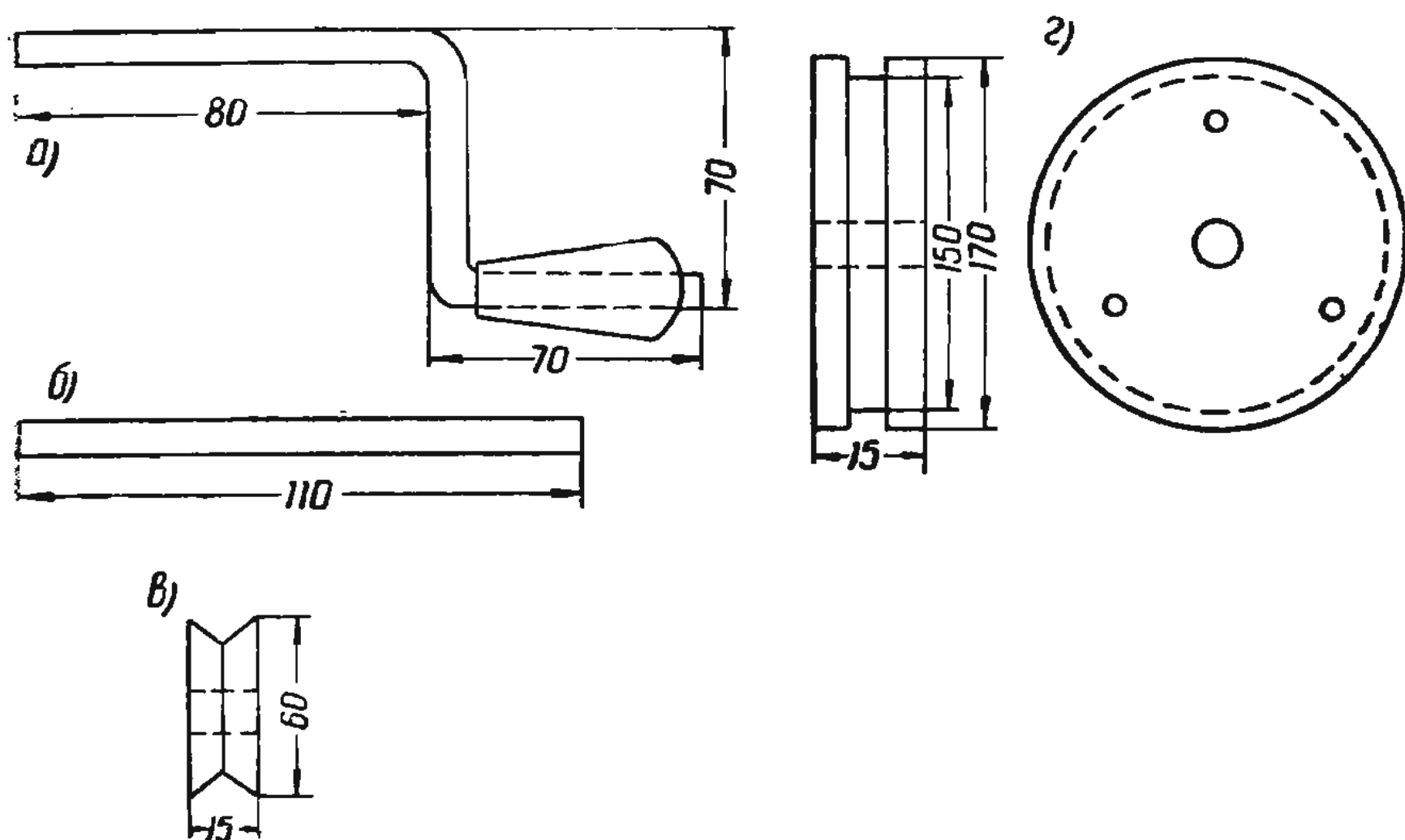


Рис. 2. Детали электрической машины.

а и *б*—оси электрической машины, *в*—малый шкив электрической машины, *г*—большой шкив электрической машины.

сложить по центрам и затем сколотить гвоздями или скрепить шурупами. Такой шкив будет очень прочен. При изготовлении шкивов обратите серьезное внимание на то, чтобы у них был точно определен центр для оси.

Теперь остается сделать щетки и кондуктор для съема электрического заряда.

Для основания щеток надо выпилить из фанеры две дощечки размером 100×100 мм, к которым впоследствии прочно прикрепляются лоскуты хорошо выделанного меха, желательно кошачьего. (См. рис. 3 *а*.) Затем такие щетки прикрепляются мелкими шурупами к стойке *д* (рис. 1). После этого между щетками надо вставить стеклянный диск машины. Он должен входить с легким трением.

Кондуктор, как мы уже указали выше, служит для съема электрического заряда с наэлектризованного диска машины. Название его происходит от латинского слова „кондукто“, что означает „собираю“. Кондуктор представляет собой двухрогую вилку из медной проволоки. (См. рис. 3 *б*.) В каждом ответвлении вилки просверливается по 6—8 отверстий, в которые продеваются пучки тонкой медной проволоки с таким расчетом, чтобы стеклянный диск машины, вставленный в центр развилка, слегка касался с обеих сторон проволочных пучков. В таком положении проволока припаивается к вилке. Можно вместо проволоки применить настриженную полосками фольгу.

Вилка кондуктора укрепляется в стойке *в* (рис. 1). Укреп-

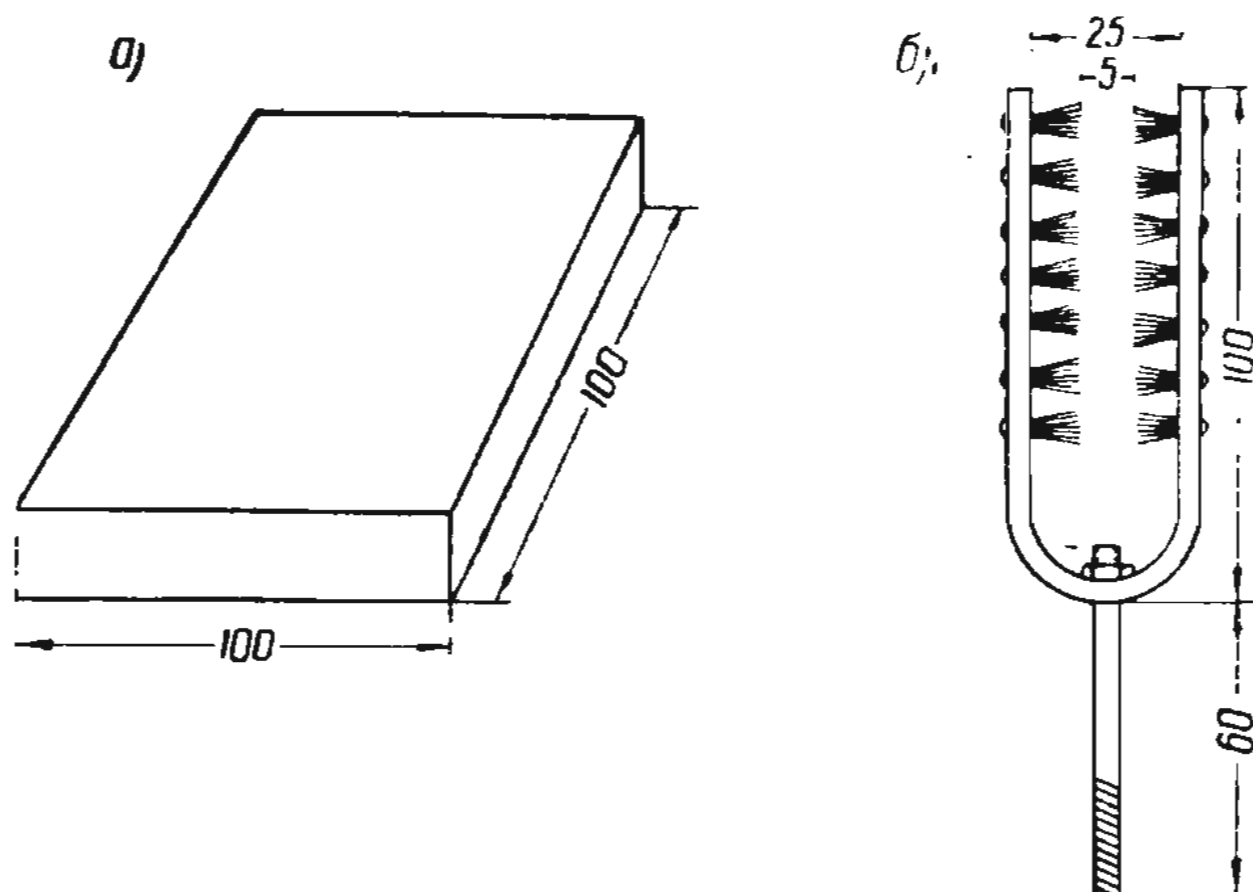


Рис. 3. Детали электрической машины.
а—основание для щеток, б—кондуктор машины

лять кондуктор следует прочно и в то же время осторожно. Для того чтобы кондуктор хорошо изолировать от стойки, необходимо на стержень вилки предварительно надеть отрезок толстой стеклянной трубки длиной в 80 мм так, чтобы при закреплении всей системы трубка выдавалась с обеих сторон стойки по 30 мм. К свободному концу стержня надо припаять медный шарик.

После изготовления всех деталей машины приступают к ее сборке. Схема электрической машины показана на рис. 4.

Стойки, изготовленные по рис. 1 а и б, вставляются своими выступами в пазы основания, причем так, чтобы стойки со съемными головками приходились с правой стороны, и закрепляются столярным клеем или путем расклинивания с обратной стороны основания. Стойка-щеткодержатель вместе со щетками вставляется на свое место между большими стойками и прикрепляется к основанию гайкой с обратной стороны.

На центре оси (рис. 2 б) укрепляют стеклянный диск и

малый шкив, а на оси с ручкой — большой шкив. Затем ось с диском вставляют между большими стойками так, чтобы диск мог свободно вращаться, но не качался бы из стороны в сторону. Для этого в стойках укрепляют подшипники из медных трубок так, чтобы, выступая с внутренней сто-

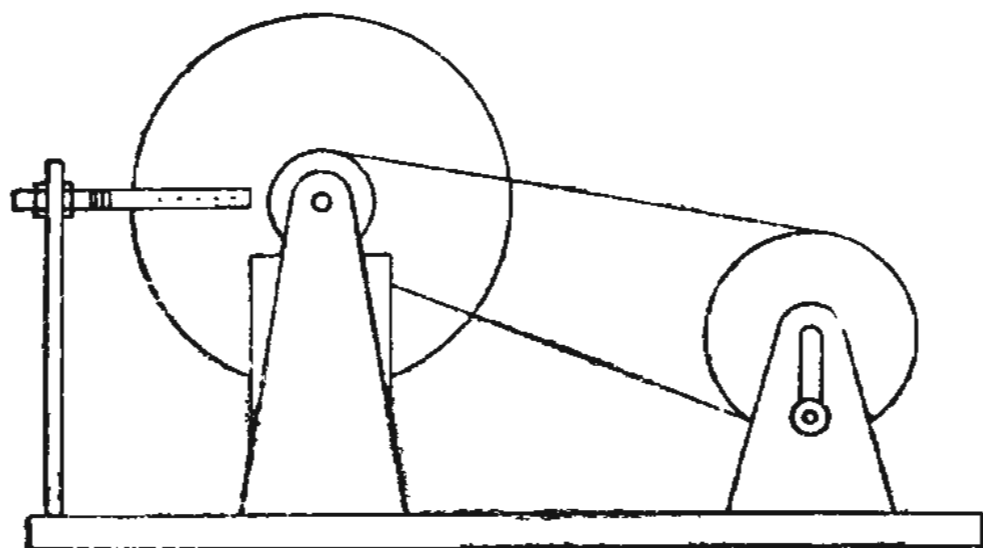


Рис. 4. Схема электрической машины.

роны стоек, они не давали бы возможности диску ползать между стойками по оси. После этого головку правой стойки прочно привинчивают и тем самым окончательно закрепляют диск.

Таким же образом закрепляется и ось с большим шкивом, но так, чтобы шкивы были расположены точно друг против друга. Через них перекидывают шнур или круглый ремень. Тут же надо попробовать, как будет вращаться диск от привода. Если все будет хорошо, то стойку с кондуктором вставляют в ее гнездо у левого торца основания—и электрическая машина готова.

Если теперь мы начнем быстро вращать при помощи привода стеклянный диск машины, то он, наэлектризовавшись от щеток, передаст заряд кондуктору. Если после этого прикоснуться к шарiku кондуктора, из него с треском вылетит электрическая искра, слегка уколует руку.

Но такой заряд еще не достаточно силен, чтобы с ним можно было провести особенно эффектные опыты. Поэтому надо собрать несколько таких зарядов и сконцентрировать их в один более мощный заряд. Для этого существует конденсатор. Самым простым конденсатором является известная вам лейденская банка, называемая так потому, что она впервые была построена в голландском городе Лейдене.

Лейденскую банку изготовить нетрудно. Нам их потребуется четыре, чтобы составить батарею из лейденских банок и тем самым создать необходимые условия для накопления большого количества электричества.

ЛЕЙДЕНСКАЯ БАНКА

Для изготовления лейденских банок могут быть взяты любые стеклянные банки из-под консервированных фруктов, широкогорлые бутылки или просто чайные стаканы. Емкость конденсатора—лейденской банки зависит от ее объема. Поэтому для того, чтобы накопить больше электричества, надо делать больше и лейденскую банку. Самыми подходящими для этого будут стеклянные банки из-под консервов емкостью в 0,5 или 1 литр. Нам нужно взять четыре одинаковых банки.

Все банки на $\frac{3}{4}$ их высоты необходимо оклеить станиолом—оловянной фольгой, употребляемой для обертки чая, шоколада и других продуктов. Также оклеиваются банки и изнутри. Необходимо заклеить станиолом с обеих сторон дно банки. При этом надо следить, чтобы на станиоле не получалось складок и разрывов. Если же где-нибудь будут небольшие дырочки, их заклеивают кружочками станиоля. Приклеивать станиоль можно канторским клеем. Можно обойтись и без внутренней обклейки банки, а просто насыпать немного в банку мелко настриженной фольги и спустить в нее приемник из проволоки.

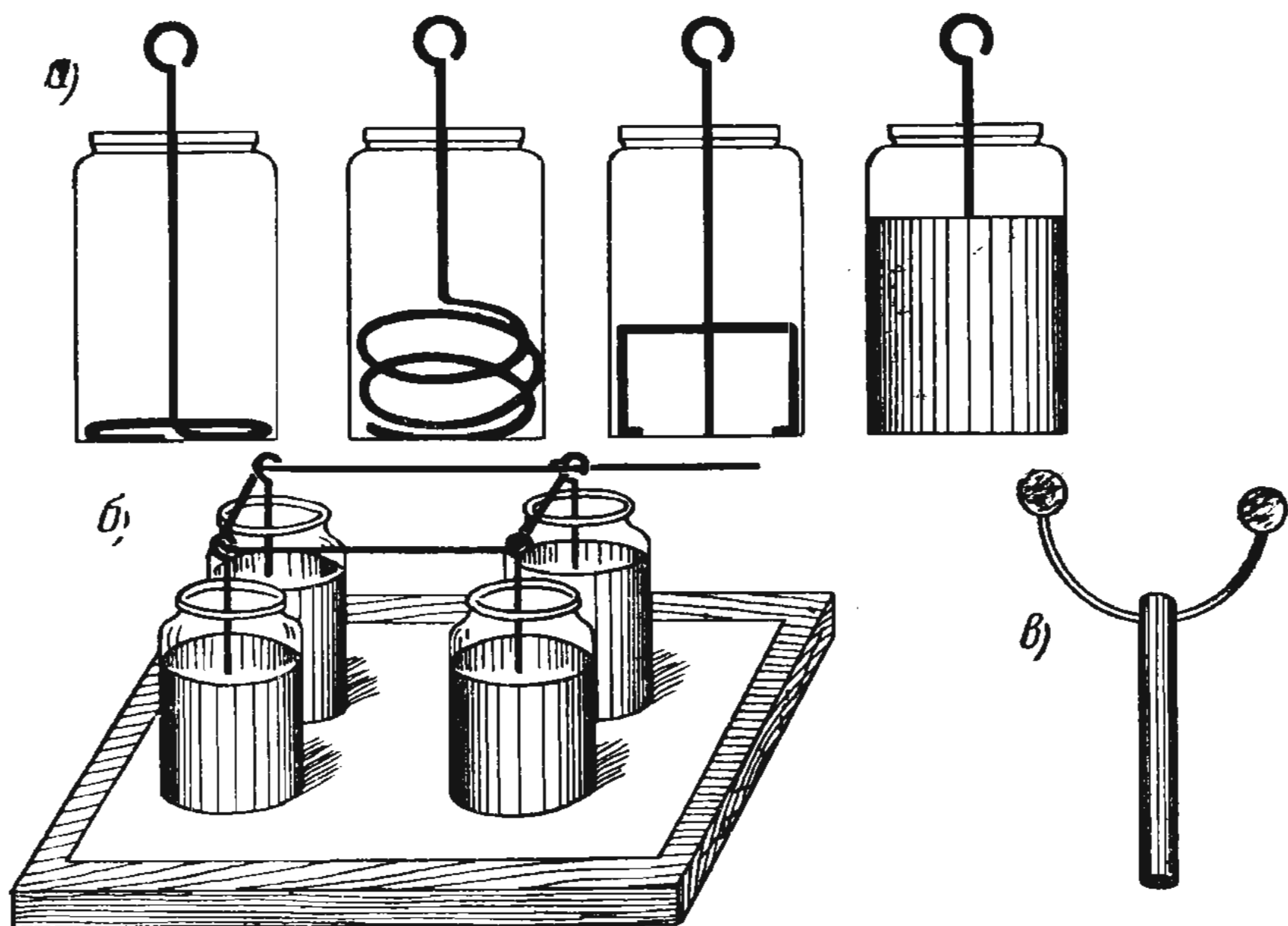


Рис. 5. Лейденские банки и их соединение в батарее.
 а—лейденские банки, б—батарея из лейденских банок, в—разрядник.

Приемник для лейденской банки можно изготовить различными способами. Приемник — это металлический стержень с шариком или петлей на конце, служащий для соединения внутренней обкладки банки с кондуктором электрической машины. Укрепить его в банке можно путем широкого кольца, сделанного на противоположном конце стержня. Кольцо это должно плотно входить в банку до самого дна. Можно также свить спираль по внутреннему диаметру банки. Если для банки будет использована бутылка с широким горлом, то стержень укрепляется в пробке, которой закрывается бутылка. Стержень должен доходить до дна банки и плотно прижиматься к станиолю. Чтобы не поцарапать и не прорвать внутреннюю обкладку банки, на конце стержня также надо сделать маленькое колечко, могущее пройти через горло бутылки. Если горло бутылки не позволит вам оклеить ее внутренность, то внутреннюю обкладку банки заменит налитая в нее вода с небольшим добавлением соли. Уровень воды должен соответствовать уровню внешней обкладки. Можно в бутылку насыпать дроби до такого же уровня.

Батарея из лейденских банок изготавливается просто. Все приемники банок соединяются между собой голым медным проводом, а банки устанавливаются на доску, оклеенную станиолем. Такая батарея будет накапливать электричества в

четыре раза больше, чем одна банка. Изготовление лейденских банок и батарей из них показано на рис. 5 а и б.

РАЗРЯДНИК

Для разрядки лейденских банок и для производства различных опытов с ними применяется разрядник. Он изготовляется из медной проволоки, согнутой в виде дуги, к концам которой припаивается по медному шарiku. Разрядник должен быть укреплен в стеклянной ручке, сделанной из толстой стеклянной трубки. Укрепить его можно при помощи сургуча или вара. Готовый разрядник показан на рис. 5 в.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ИЗ БУТЫЛКИ

Если трудно будет достать готовые или сделать стеклянные круги для электрической машины, можно сделать электрическую машину из обыкновенной бутылки. Такая машина будет обладать меньшей мощностью, но зато изготовить ее не составляет особенного труда.

Для такой машины вам потребуется бутылка из-под вина, лучше емкостью в литр. В среднем такие бутылки имеют длину 300 мм и диаметр 90 мм. Форма дна у бутылок встречается различная, а это важно для нас. Хорошо, если вы найдете бутылку с углублением на донышке. У таких бутылок дно бывает втянуто конусом на 30—40 мм. Бутылка с таким дном удобнее тем, что ее легче укреплять в станке, о чем будет рассказано ниже.

Когда подобрана подходящая бутылка, надо сделать основание машины и укрепить на ней бутылку. Для основания берется доска толщиной в 30—40 мм и размером 200 × 300 мм (см. рис. 6 а); из такой же доски (или несколько тоньше) изготавливаются стойки по рис. 6 б, в, г. Стойки устанавливаются в отверстиях основания и закрепляются столярным клеем или клиньями. Пока клей будет сохнуть, мы займемся изготовлением оси для бутылки.

Ось делается из ровной палки такого диаметра, чтобы она туго входила в горло бутылки. Длина оси берется несколько больше длины бутылки. У нас она будет равна 340 мм. Выходящий из бутылки конец оси надо сделать квадратным. На этот конец насаживается планка с квадратным отверстием, а к другому концу этой планки длинным болтиком с гайкой прикрепляется ручка. Планку лучше сделать из фанеры толщиной 10 мм или из двух фанерок толщиной по 5 мм каждая. Это устройство для вращения бутылки с последовательным соединением деталей показано на рис. 7.

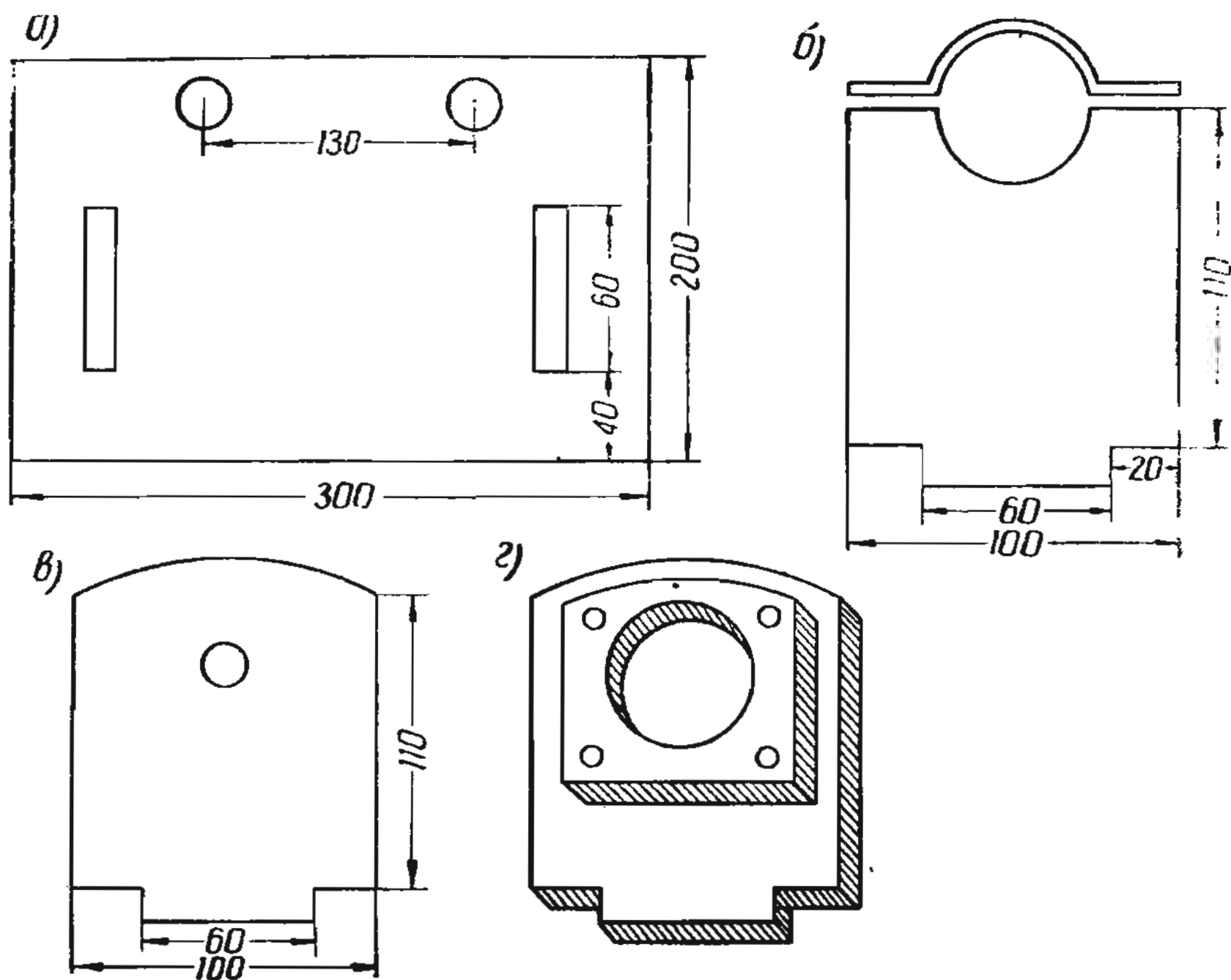


Рис. 6. Электрическая машина из бутылки.

а—основание электрической машины из бутылки, *б*, *в* и *г*—стойки для электрической машины из бутылки.

Но, прежде чем укреплять ось в бутылке, в ее дне надо сделать отверстие, которое высверливается трехгранным напильником. Для этого предварительно находят центр окружности способами (их несколько), хорошо известными школь-

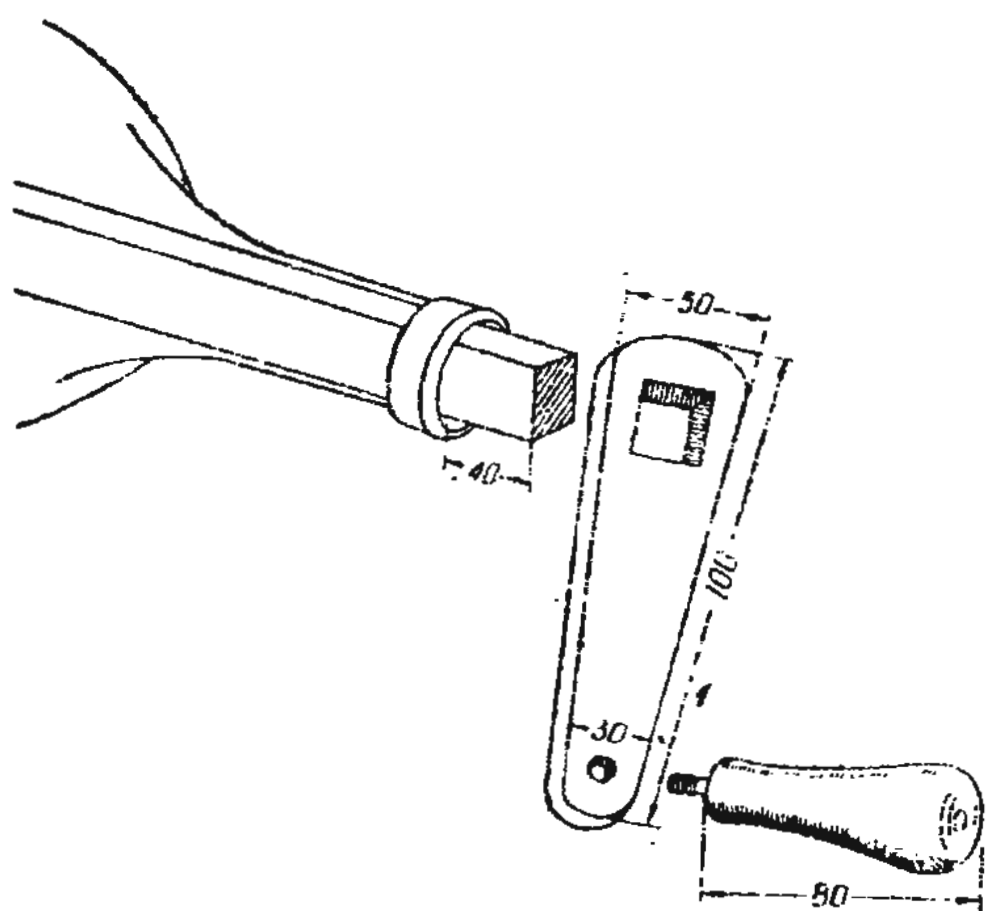


Рис. 7. Устройство для вращения бутылки.

никам из геометрии. Затем трехгранный напильник устанавливают на центр одним из углов грани и, поворачивая его с легким нажимом, делают углубление в стекле. Когда таким образом будет сделана небольшая воронка в стекле, в нее наливается капля скипидара, и сверление продолжается. Со скипидаром стекло сверлится мягче и быстрее. Минут через 10—15 эта работа будет закончена. Отверстие рассверливается до диа-

метра шурупа с полукруглой головкой.

Если у вас будет бутылка со втянутым конусным дном, то для укрепления ее в стойке делается конус из дерева по рис. 8.

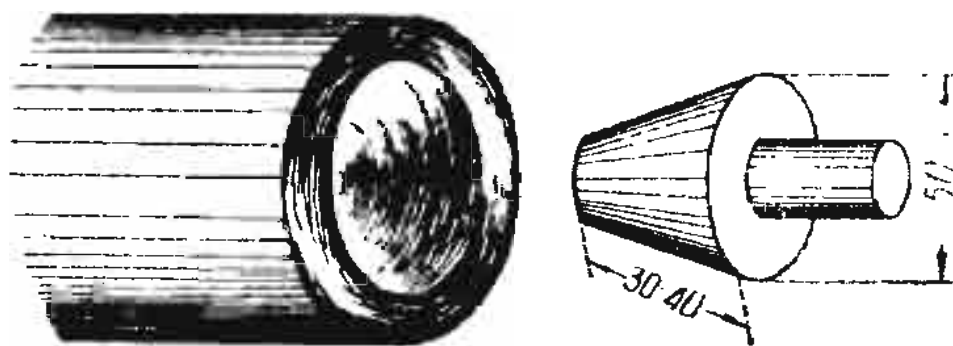


Рис. 8. Конус, укрепляющий дно бутылки.

Щетку и кондуктор для собирания электрического заряда можно изготовить так же, как было указано выше. Щетку можно сделать уже—шириной в 60 мм, но обязательно длинней, в 150 мм, по длине основного корпуса бутылки. Кондуктор делается не вилкообразный, а прямой и также длиной 150 мм.

Если сможете достать несколько капель ртути, то лучше для этой машины вместо щетки сделать кожаную подушку, натертую цинковой амальгамой. Амальгама готовится так: в ртуть насыпают цинковые опилки, можно и свинцовые, и дают этой смеси постоять некоторое время. Цинк растворится в ртути и осядет на дно сосуда блестящим осадком. Это и будет цинковая амальгама*. Но пока образуется амальгама, займемся изготовлением подушки.

Для подушки необходим кусок прочной кожи, немного ваты и основание. Для основания подойдет толстая сухая доска размером 80×150 мм. На доску кладется немного ваты, на нее накладывается кожа и пришивается гвоздями по бортам основания (см. рис. 9 а).

Для кондуктора берется медная планка длиной 150 мм; в ней укрепляется при помощи пайки несколько кисточек из тонкой медной проволоки (см. рис. 9 б).

Теперь остается сделать стойки для кондуктора. Для них берутся стеклянные толстостенные трубки или пробирки длиной 100 мм. Кронштейн для прикрепления кондуктора сгибается из проволоки толщиной в 5 мм по рис. 9 в.

Электрическая машина собирается в такой последовательности.

Стойки в основании у нас уже закреплены. Теперь надо вставить ось с ручкой в горло бутылки до самого дна и закрепить ее с помощью деревянных клинышков и сургуча. При этом надо быть осторожным, чтобы не разбить горло бутылки. Затем бутылка кладется горлом в углубление

* Ртуть — блестящий, серебристый, жидкий при обыкновенной температуре металл. Температура плавления ртути $+39^\circ$, температура кипения 357° , температура замерзания $-13,59^\circ$. Ртуть очень ядовита, особенно ее пары. При поступлении ртути и ее соединений в организм через кожу, пищеварительные и дыхательные органы развивается ртутное отравление с очень тяжелыми последствиями. Будьте осторожнее в обращении со ртутью!

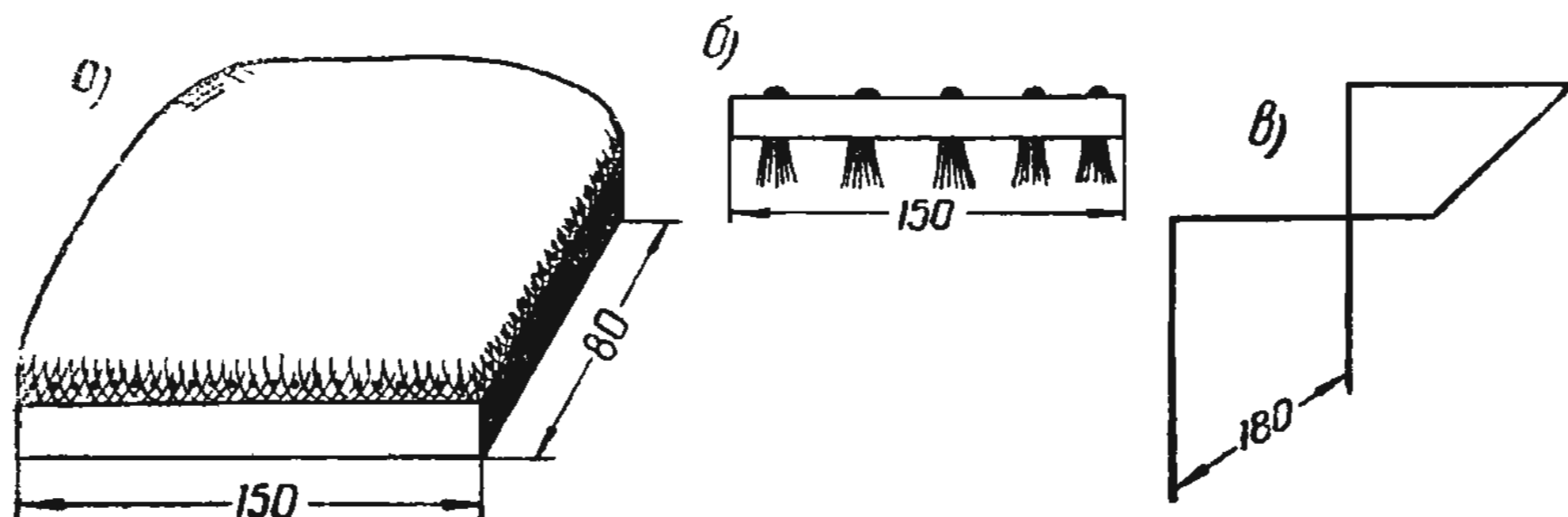


Рис. 9. Детали электрической машины из бутылки.
а—подушка, *б*—кондуктор, *в*—кροιштейн кондуктора.

стойки *б* (рис. 6) и через стойку *в* и отверстие в дне бутылки при помощи шурупа скрепляется с этой стойкой. При этом предварительно на шуруп надевается медная трубочка—длиной равной толщине стойки *в*, отверстие в которой для этого делается равное внешнему диаметру трубочки. Трубочка таким образом будет служить подшипником. Ввертывать шуруп в торец оси надо осторожно, чтобы не расколоть ее.

После этого надо попробовать вращать бутылку за ручку. Если она будет вращаться без вихляний, то ее можно окончательно закрепить металлической накладкой, показанной на рис. 6 *б*.

Теперь под бутылку подсовывается подушка. Она должна

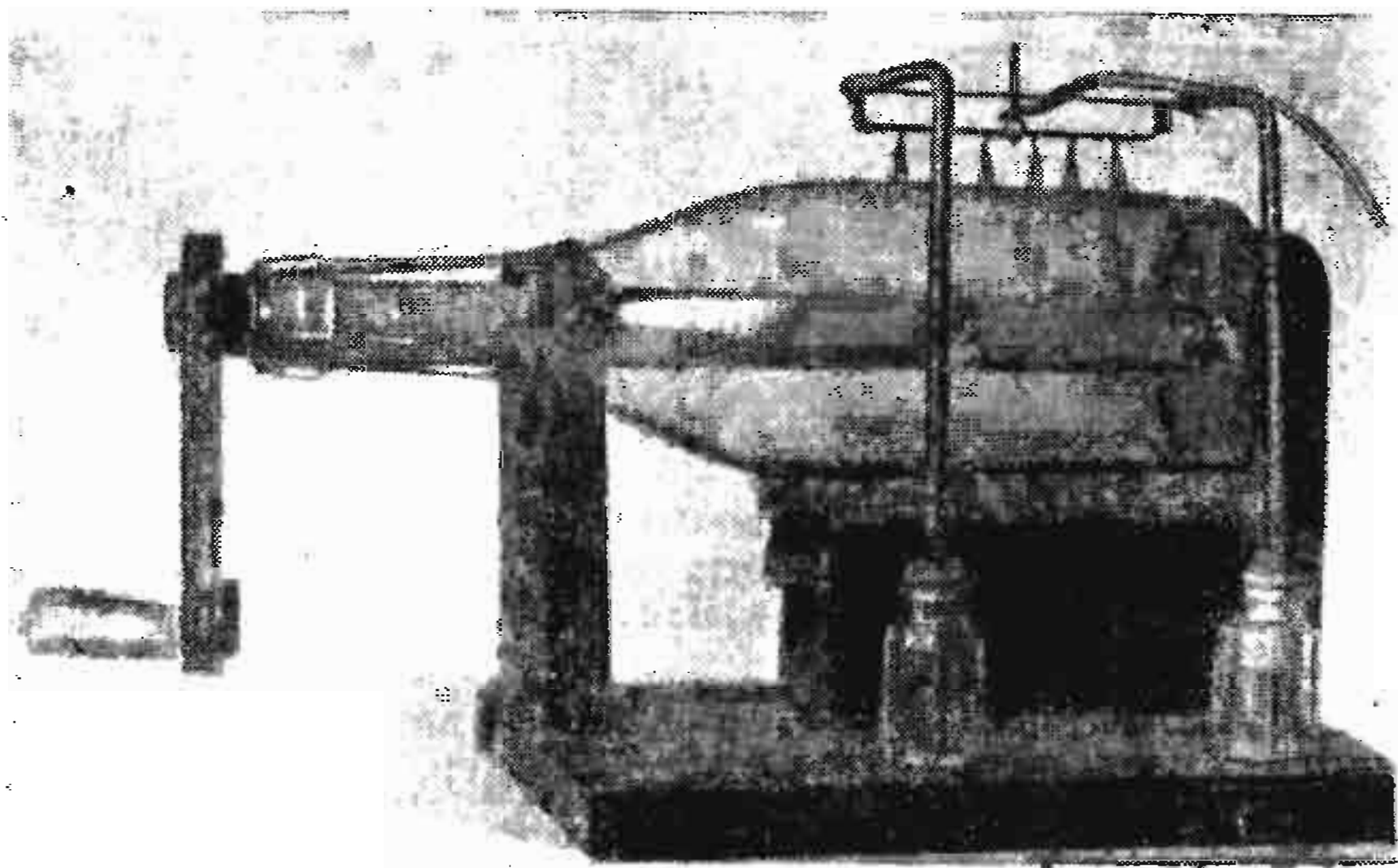


Рис. 10. Готовая электрическая машина из бутылки.

плотно прижиматься к бутылке. Если же она не плотно прилегает к бутылке, надо под ее основание подложить планку тонкой фанеры. Когда таким образом подушка будет отрегулирована, ее натирают цинковой амальгамой и, поставив на место, прикрепляют шурупами с обратной стороны основания машины.

Стойки для кондуктора вставляются в круглые отверстия в основании и закрепляются в них. В верхние торцы трубок вставляются пробки с воткнутыми в них концами кронштейна. Предварительно к горизонтальной части кронштейна прикрепляется кондуктор кистями вниз. Кондуктор можно припаять, а можно прикрепить и проволочными скрутками.

Готовая электрическая машина из бутылки показана на рис. 10.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

(Опыты с электрической машиной)

Теперь, когда у нас имеется электрическая машина и лейденские банки, можно проделать интересные опыты, которые объяснят многие электрические явления природы. Для устройства опытов придется сделать еще несколько простейших приборов.

Для первого ознакомления с действием электричества нам потребуется электроскоп. Обычно электроскоп состоит из бутылки с широким горлом, заткнутым пробкой, через которую пропущен металлический стержень с приклеенными к нему двумя полосками бумаги. Но можно сделать и наоборот, то-есть прикрепить бумажные полоски не внутри бутылки, а на конце стержня, который находится наружи, согнув его в виде полукруглого кронштейна с крючком на конце. Можно вместо бумажек повесить на крючок маленький пробковый шарик на шелковой ниточке (см. рис. 11 а, б, в).

Такой простейший прибор объяснит вам, что существует два рода электрических зарядов и что одноименные электрические заряды всегда отталкиваются друг от друга, а разноименные, наоборот, всегда стараются соединиться друг с другом.

Зарядите лейденскую банку, для чего внутреннюю обкладку ее надо соединить медным проводником с кондуктором машины и несколько раз быстро повернуть бутылку. Поднесите приемник банки к электроскопу и прикоснитесь петлей к проволочному стержню. Мгновенно зарядившись от лейденской банки, листочки разойдутся в разные стороны (см. рис. 11 г).

Отчего это происходит? Когда вы вращали машину, то наэлектризованная бутылка, в результате трения о кожу,

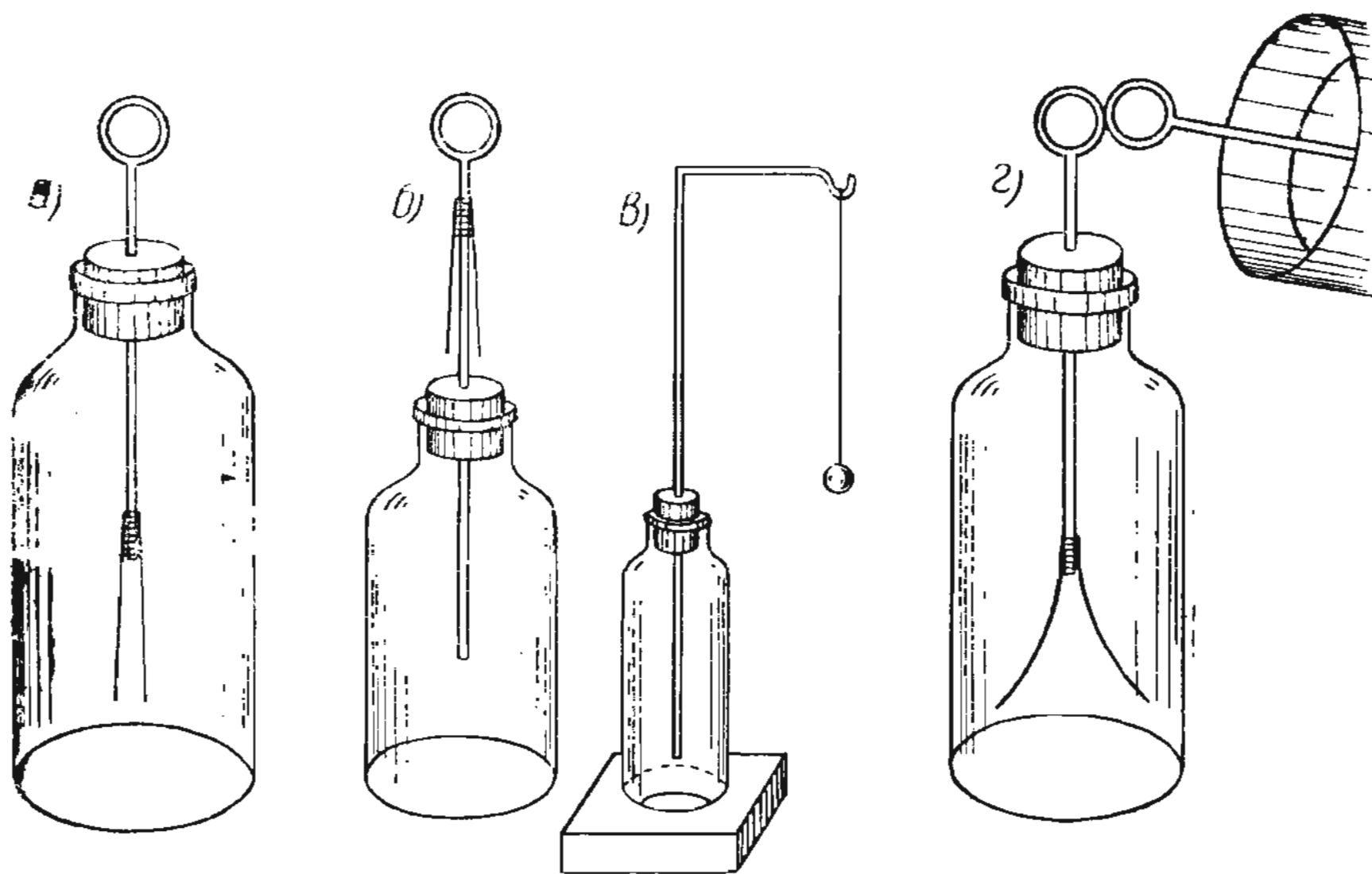


Рис. 11. Электроскоп и его действие.

а, б и в—различные конструкции электроскопа, г—действие электроскопа при заряде.

через кондуктор передала свой электрический заряд на внутреннюю обкладку лейденской банки, которая зарядилась положительным электричеством. Когда же вы прикоснулись стержнем лейденской банки к стержню электроскопа, то листочки его, получив положительный заряд, оттолкнулись друг от друга. Значит, частицы, заряженные одноименным электричеством, отталкиваются друг от друга.

Теперь возьмите два электроскопа с пробковыми шариками и поставьте их на разных концах стола. Затем, зарядив лейденскую банку, зарядите один электроскоп положительным электричеством, прикоснувшись к нему стержнем банки, а второй—отрицательным электричеством, прикоснувшись к его стержню внешней обкладкой заряженной банки. Если теперь вы будете осторожно сдвигать электроскопы, то уже на расстоянии в полметра шарики на электроскопах наклонятся друг к другу и по мере их приближения все сильнее будут тянуться друг к другу. Этот простой опыт подтверждает, что разноименные заряды всегда стремятся соединиться друг с другом.

Вы, конечно, знаете, что есть такое интересное растение—стыдливая мимоза. Называется оно так потому, что при малейшем прикосновении мелкие листочки растения складываются друг с другом. Можно сделать интересное подобие этого растения, принцип действия которого будет основан на известном уже нам свойстве электрических зарядов. Для этого на верхней части стержня электроскопа надо

прикрепить бумажный султан. Султан изготавливается из мелко нарезанных бумажных ленточек, перевязанных посредине и прикрепленных к стержню. Желательно ленточки покрасить в разные цвета.

Приготовленный таким образом „цветок“ будет выглядеть завядшим, так как все лепестки его будут безжизненно свисать. Для оживления такого „цветка“ достаточно прикоснуться к стержню заряженной лейденской банкой. При этом лепестки сразу все разойдутся в разные стороны, и мы увидим большой шар с разноцветными вытянутыми лепестками, напоминающий цветок гвоздики. Стоит только прикоснуться к одному из этих упруго натянутых лепестков, как все они мгновенно опадут и „безжизненно“ повиснут. Это произойдет потому, что вначале заряженные одноименным положительным электричеством, лепестки, отталкиваясь друг от друга, разошлись в разные стороны, образовав красивый шар вроде цветка гвоздики. Когда же вы прикоснулись к лепестку, весь заряд „цветка“ перешел в ваше тело и разряженные листочки опали под действием собственной тяжести (см. рис. 12 *а*, *б* и *в*).

При помощи батареи лейденских банок можно продемонстрировать небольшую искусственную молнию. Для этого батарея хорошо заряжается электрической машиной. Приложив один шарик разрядника к внешней обкладке одной из банок и приближая второй шарик к стержню банки на рас-

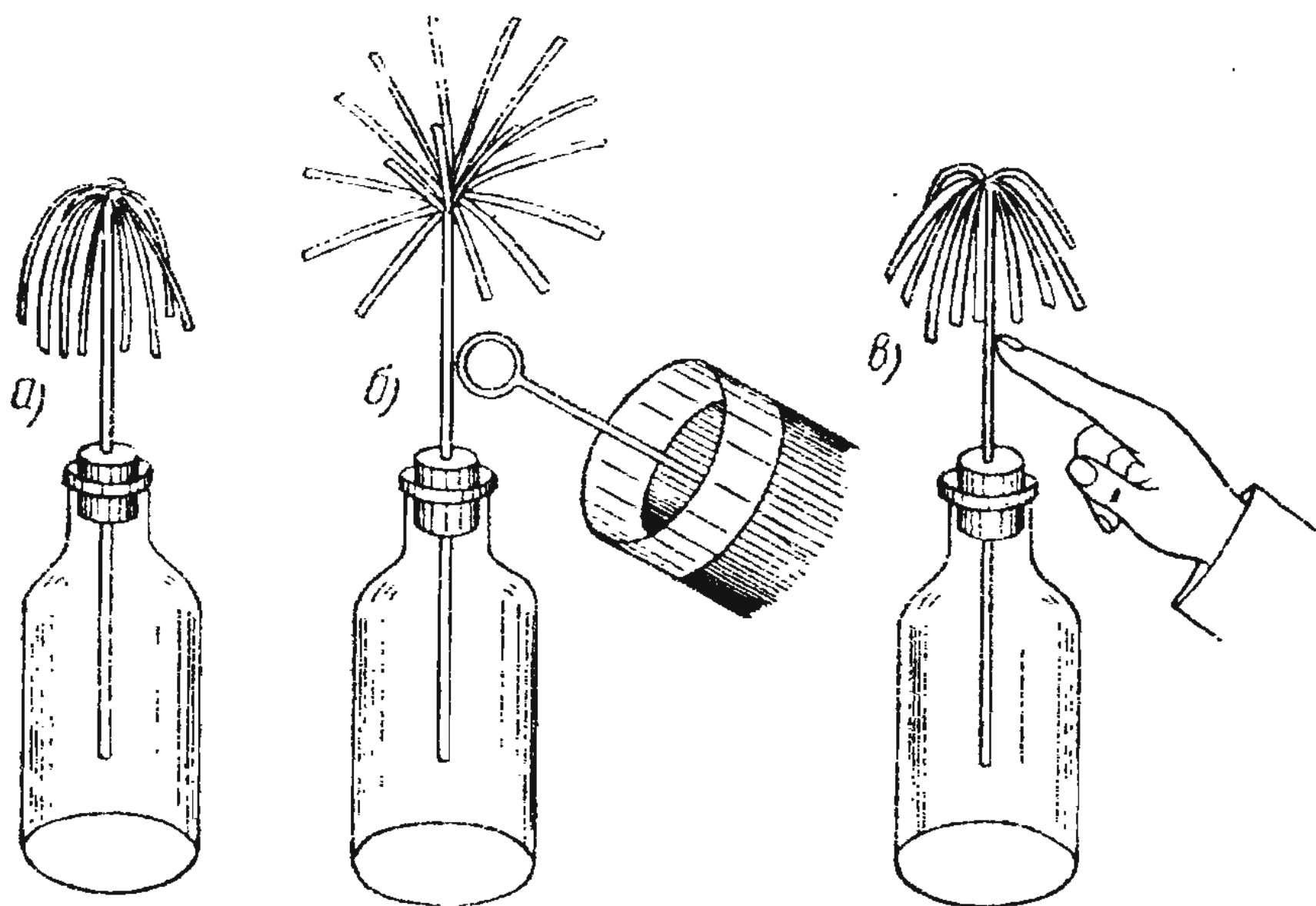


Рис. 12. Действие электрического заряда на электроскоп.

а—электроскоп разряжен, *б*—электроскоп заряжен лейденской банкой, *в*—заряд ушел в руку.

стоянии 4—5 см, мы увидим, как между разрядником и стержнем с треском проскочит искра. Если затем установить в таком положении разрядник и начать вращать машину, то мы увидим, по мере заряжения батареи, проскакивающие электрические искры. Отодвигая затем разрядник и увеличивая расстояние между стержнем разрядника и лейденской банкой, мы заметим, что искра будет становиться всё тоньше и, главное, она не будет уже такой прямой, как короткая. По мере удлинения, искра будет все изломаннее и во всем напомним нам молнию во время грозы.

Электрическая искра, получаемая нашей машиной, обладает относительно большой силой. Если на пути такой искры поставить листок толстой бумаги или тонкого картона, он будет пробит искрой. Посмотрев в увеличительное стекло на то место, где через бумагу проскочила искра, мы заметим очень маленькую дырочку. Легко воспламеняющиеся материалы и жидкости могут загореться от искры. Для этого достаточно на конец разрядника насадить кусочек ваты, смоченной в бензине или спирте, а затем поднести к заряженной батарее. Проскочившая между ними искра зажжет вату.

Интересное явление электрического ветра можно наблюдать, если между разрядником и стержнем лейденской банки поставить зажженную свечу. При этом к стержню лейденской банки надо прикрепить кусочек заостренной проволоки, направленной в сторону разрядника.

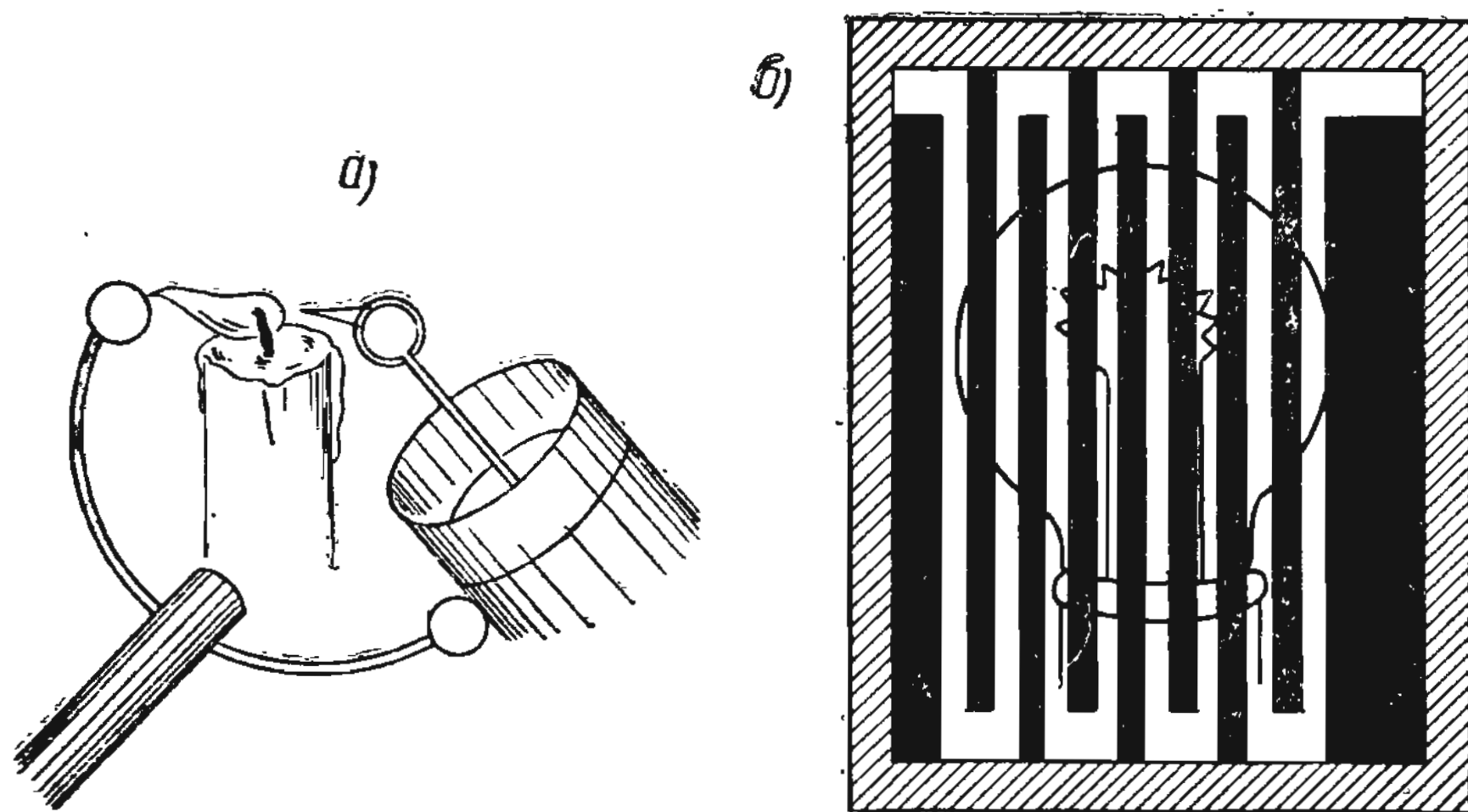


Рис. 13. Опыты с электричеством.

а—невидимый поток электронов отклоняет пламя свечи, б—станиолевая решетка для электроиллюминации.

Заставьте теперь товарища вращать машину, а сами постепенно приближайте конец разрядника к металлической игле на лейденской банке. Еще между ними не будет проскакивать искра, а с иглы уже потекут с громадной скоростью электроны и, создавая невидимый поток, отклонят пламя свечи в сторону разрядника.

Получится впечатление, словно на свечу дует ветер из иглы лейденской банки (см. рис. 13 а).

Наконец, с помощью электрической машины можно устроить интересные опыты по электроиллюминации. Для этого на стекле надо наклеить решетку из станиоля, как указано на рис. 13 б. Решетка должна представлять собой непрерывную зигзагообразную полосу. Когда клей хорошо подсохнет, на станиоле лезвием перочинного ножа можно вырезать контуры любого предмета или надпись. Если теперь вы соедините станиоль с работающей электрической машиной, то рисунок на станиоле будет сиять голубым свечением. Этот опыт следует проделывать в темноте.

Электрическая машина—незаменимый прибор при изучении явлений электричества. Под руководством учителя физики вы сможете проделать с ней еще много интересных опытов, которые помогут вам лучше разобраться в явлениях природы и законах электричества.

ДИНАМОМАШИНА

Динамомашина, или, как ее называют, генератор, есть такая машина, которая превращает механическую энергию, то-есть энергию вращения генератора,—в электрическую.

Динамомашина вырабатывает постоянный ток. Он не имеет, в силу своих качеств, особенно распространенного применения в народном хозяйстве. Вместо динамомашин сейчас всюду широко применяется генератор переменного тока, или альтернатор. Наши мощные электростанции, дающие миллионы киловатт электроэнергии для нужд народного хозяйства страны, оборудованы гигантскими альтернаторами.

Однако, вместе с этим, динамомашина еще не вышла из употребления. В электротехнике есть еще много областей, где именно динамомашина и нужна,—например в гальванотехнике, при зарядке аккумуляторов и т. д.

Поэтому построить самому динамомашину есть смысл, тем более, что она сослужит большую службу в школе или пионеротряде при проведении различных опытов по физике.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДИНАМОМАШИНЫ

В 1831 году английский физик Михаил Фарадей открыл очень интересное явление и вывел из него закон электромагнитной индукции. Сущность электромагнитной индукции заключается в том, что в медном проводе, если его вращать в неоднородном магнитном поле, то-есть между полюсами магнита или электромагнита, возникает электромагнитное поле. Электромагнитное поле возбуждает движение электронов, и по проводнику начинает течь электрический ток.

Но откуда же появилось электромагнитное поле и электрический ток, спросите вы, если у нас находится только обыкновенная медная проволока, намотанная на металлический стержень?

Дело в том, что металлический стержень обладает магнитным свойством. Но пока стержень этот—немагнитный, потому что магнитные частицы расположены в нем неупорядоченно, как попало. Если эти магнитные частицы привести в порядок, то-есть расположить согласно магнитным полюсам, то стержень приобретает свойство магнита и будет притягивать к себе металлические предметы. Такое упорядочение магнитных сил можно произвести путем намагничивания стержня постоянным магнитом или электрическим током с помощью катушки. Можно это сделать и с помощью сильного вращения одного электромагнита вокруг другого.

В стержне электромагнита всегда имеются слабые следы магнетизма, которые возбуждают в обмотках слабый электрический ток. А когда начинают вращать один электромагнит вокруг другого, электромагнит намагничивается еще сильнее, а усиление магнитных сил увеличивает ток в обмотках и т. д. Таким образом при наибольшей скорости вращения электромагнита ток в обмотке достигает полной силы. Собранный при помощи специального устройства, называемого коллектором, электрический ток направляется во внешнюю электрическую цепь. Следовательно напряжение, даваемое таким устройством, зависит от магнитной способности сердечника, скорости вращения и длины обмотки электромагнита. Но практическое применение этого закона сначала пошло не по линии создания производителя электроэнергии, а по линии ее потребителя—электромотора.

Вскоре после открытия Фарадеем закона электромагнитной индукции, в том же 1831 году, был построен первый прибор, преобразующий электрическую энергию в механическую. Следует заметить, что Фарадей, открыв явление электромагнитной индукции, еще не создал электродвигателя.

Первые изобретатели электродвигателей придерживались при их конструировании принципов работы паровых машин.

Так, один из первых конструкторов электродвигателя—Бурбуз сделал точную копию паровой машины, заменив цилиндры электромагнитами, а поршни—металлическими якорями. Переключатель напряжения—современный коллектор—также был выполнен в виде золотниковой коробки паровой машины. Такой двигатель представлял собой две пары электромагнитов, между которыми была установлена стойка с коромыслом. На коромысле помещались якоря, и в то же время коромысло было соединено системой рычагов с маховиком. От кулачка маховика шел шток к переключателю в виде золотниковой коробки. При включении тока одна пара электромагнитов притягивала к себе якорь, приводя в движение рычаги и поворачивая маховик. При притяжении якоря к первой паре электромагнитов, шток переключателя переводил ползун и, разрывая действующую цепь, включал тут же цепь второго электромагнита. Второй якорь притягивался ко второй паре электромагнитов, рычаги перемещались и вращали маховик дальше.

Первые электродвигатели, действовавшие по принципу так называемого возвратно-поступательного движения, были очень слабы и не могли быть практически применены. Но уже в 1834 году русский академик Борис Семенович Якоби, который открыл гальванопластику, построил первый электродвигатель без возвратно-поступательного движения. В его двигателе рабочая часть, то-есть якорь, совершала вращательное движение, как и в современном электромоторе.

Первый электромотор Якоби был очень прост по устройству: над электромагнитами устанавливалась горизонтальная ось с насаженными на нее деревянными кругами, в которые по окружности были вставлены металлические стержни. На конце оси была прикреплена металлическая звездочка с количеством зубцов, равным количеству металлических стержней якоря. К звездочке приставлялась пружина, которая при вращении якоря поочередно касалась зубцов звездочки и тем самым периодически включала напряжение в обмотку электромагнита, а последний, поочередно притягивая стержни якоря, вращал его на оси.

Позднее, в 1838 году, Якоби сконструировал электродвигатель, который сам же практически применил на первой в мире электромоторной лодке. Этот двигатель состоял из 4 электромагнитов статора и 4 электромагнитов ротора. Ввиду того, что Якоби в этом двигателе на роторе-якоре применил тоже электромагниты, мотор обладал уже практической мощностью.

Занимаясь дальнейшими исследованиями и усовершенствованиями своего электродвигателя, Якоби заметил, что если, прилагая механическую силу, вращать якорь его электродвигателя, то в обмотках возникает электрический ток и таким

образом электродвигатель из потребителя электроэнергии превращается в ее производителя. Это было новое открытие русского ученого, которое послужило началом создания генератора электрической энергии—динамомашин. Таким образом были намечены пути прямого применения закона электромагнитной индукции, открытого Фарадеем, о чем уже говорилось в начале этого раздела.

Совместно с известным ученым Ленцем, Якоби определил основные законы электрического тока и принципы, на которых действуют электродвигатели.

Эти новые открытия в области применения электричества Фридрих Энгельс определил так: „...Это колоссальная революция. Паровая машина научила нас превращать тепло в механическое движение, но использование электричества открывает нам путь к тому, чтобы превращать все виды энергии—теплоту, механическое движение, электричество, магнетизм, свет—одну в другую и обратно и применять их в промышленности (Маркс и Энгельс, соч., т. XXVII, стр. 289;.

Благодаря усовершенствованию электродвигателей мы уже имеем возможность преобразовывать любые виды энергии одна в другую и с успехом использовать все виды энергии для развития социалистического народного хозяйства.

Исключительно много сделали в области усовершенствования электродвигателей и генераторов, а также в области магнитологии русские и, в частности, советские ученые.

С момента зарождения электротехники очень много внимания уделялось исследованию магнитных свойств железа, так как оно являлось основным строительным материалом электродвигателей и от его магнитных свойств зависел успех работы нового двигателя. Замечательные исследования русского ученого Александра Григорьевича Столетова, произведенные в 1872 году, явились основополагающими в этой области. Он установил, что магнитная проницаемость железа—величина непостоянная. Она изменяется в зависимости от структуры железа и степени его намагничивания. Выведенные из этого научные расчеты Столетовым и по настоящее время применяются учеными и инженерами при конструировании электродвигателей.

Русский электротехник Павел Николаевич Яблочков (1847—1894), изобретатель первой дуговой электрической лампы, первый построил якорь электромотора барабанного типа, который является самой совершенной конструкцией. П. Н. Яблочков первым в мире построил и альтернатор—генератор переменного тока, который применяется теперь на всех электростанциях.

Революцию в области получения электроэнергии произвел своим изобретением генератора трехфазного тока в 1890 году русский ученый М. О. Доливо-Добровольский.

Большой вклад в развитие магнитологии—науки о магнитах и магнитных явлениях—внес советский ученый-магнитолог, действительный член Академии наук СССР, лауреат Сталинской премии Николай Сергеевич Акулов. Он открыл важный закон, известный как закон Акулова. Пользуясь этим законом, можно заранее определить, как при намагничивании отдельных металлов изменяется их электропроводность, теплопроводность и другие качества.

ПОСТРОЙКА ДИНАМОМАШИНЫ

КОРПУС

Корпус нашей динамомашины мы сделаем из консервной банки диаметром в 100 мм. Корпус можно сделать различными способами. Мы опишем только некоторые из них.

Прежде всего у банки вырезается дно. Затем надо или снаружи или внутри банки навернуть железную полосу ряда в 3—4, а можно и больше, шириной равной ширине банки. Это необходимо для того, чтобы увеличить массу корпуса. Полосу надо наворачивать как можно плотнее слой к слою, а затем или склепать, или спаять ее с корпусом.

Можно употребить для корпуса и отрезок толстой железной трубы соответствующих размеров.

Сердечники для электромагнитов и башмаки к ним можно также сделать из жести от консервной банки или цельно-металлические из толстого листового железа. Сборные сердечники вместе с башмаками показаны на рис. 14 а. Полоски жести шириной равной ширине корпуса изгибаются, как показано на рисунке, путем наложения одной на другую, и затем плотно скрепляются проволочными зажимами. Скреплять надо железной проволокой. Можно их спаять по бортам, а можно и склепать.

В корпусе просверливается два отверстия одно против другого или, лучше, по два отверстия, к которым и прикрепляются сердечники. Цельнометаллические сердечники можно прикреплять при помощи винтов или клепки, а сборные—припаиванием, предварительно разогнув в разные стороны высунувшиеся наружу отростки пластин. Можно сделать наборным и корпус и сердечники с башмаками одновременно, как указано на рис. 14 б. Скреплять такую конструкцию можно также различными способами, указанными выше.

Корпус следует привернуть шурупами к деревянной колодке или припаять к металлической колодке, сделанной по рисунку. Собранный корпус указан на рис. 14 в.

Для закрепления якоря в корпусе надо сделать две подшипниковых полосы и стойку. Полоски вырезаются из жести размером 110×20 мм каждая и спаиваются крестом, а стойка—размером 80×20 мм. После этого в центре спайки

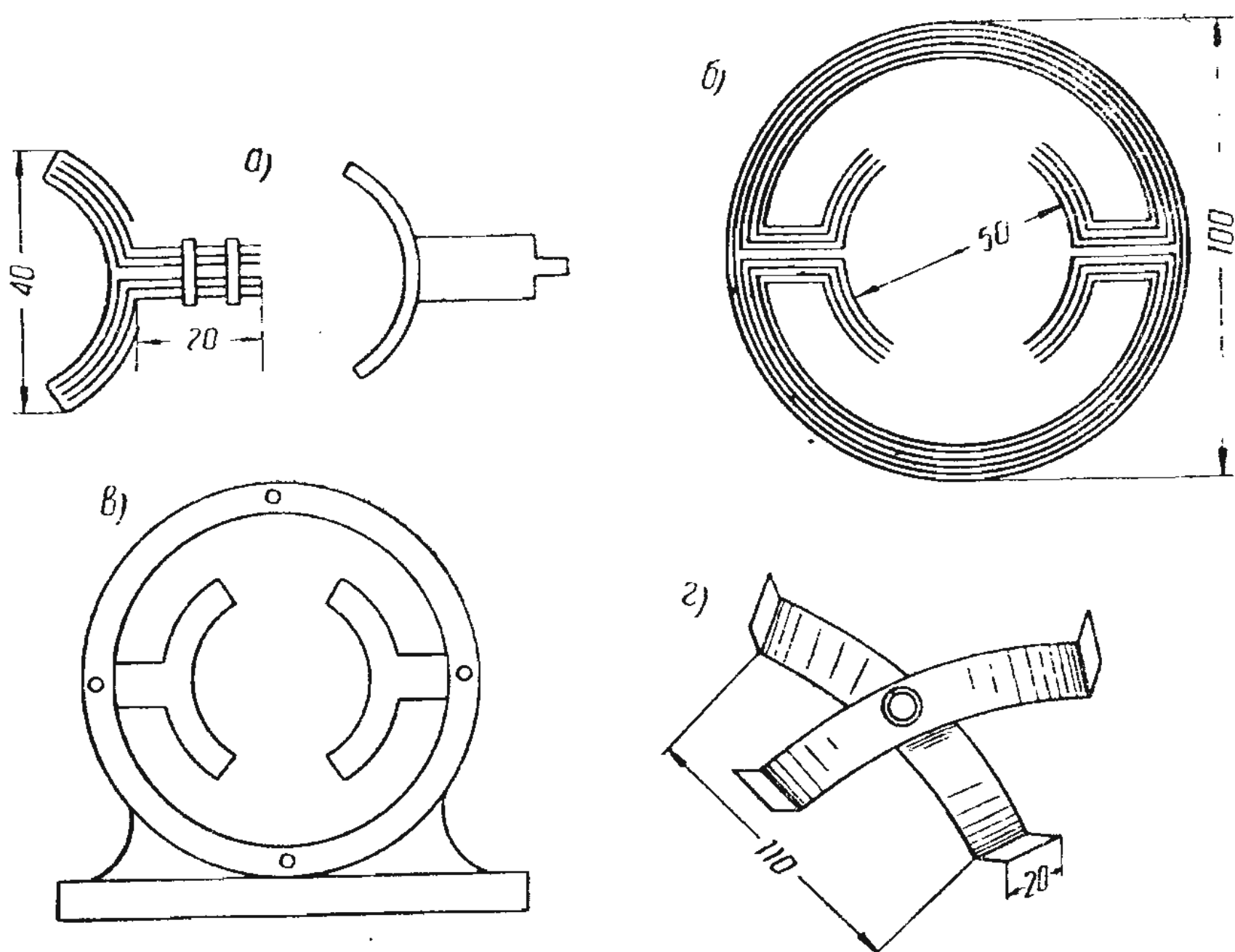


Рис. 14. Детали динамомашины.

а—сердечники электромагнитов динамомашины вместе с башмаками, *б*—наборный корпус динамомашины вместе с башмаками, *в*—корпус динамомашины в собранном виде, *г*—подшипник для закрепления якоря.

и в стойке на расстоянии 10 мм от одного конца надо просверлить отверстия по диаметру оси. Для подшипниковых полос и стойки берется толстая жечь или латунь. Первый подшипник можно сразу же припаять к корпусу. Подшипник надо припаивать к корпусу концами полос, отчего вся система несколько выгнется наружу. Подшипник показан на рис. 14 г. Желательно в отверстие подшипников впаять медные трубочки длиной 10—15 мм и внутренним диаметром, равным диаметру оси якоря,—8 мм.

ЯКОРЬ

Якорь является вращающейся и самой ответственной частью динамомашин. Поэтому к изготовлению якоря надо отнестись с особым вниманием и тщательно делать каждую его деталь.

Якорь динамо собирается из отдельных пластинок, вырезанных из жести по рис. 15 а. Количество пластин якоря зависит от толщины железа. Их надо сделать столько, чтобы, собранные вместе и скрепленные, они составляли толщину, равную ширине корпуса динамомашин,—50 мм.

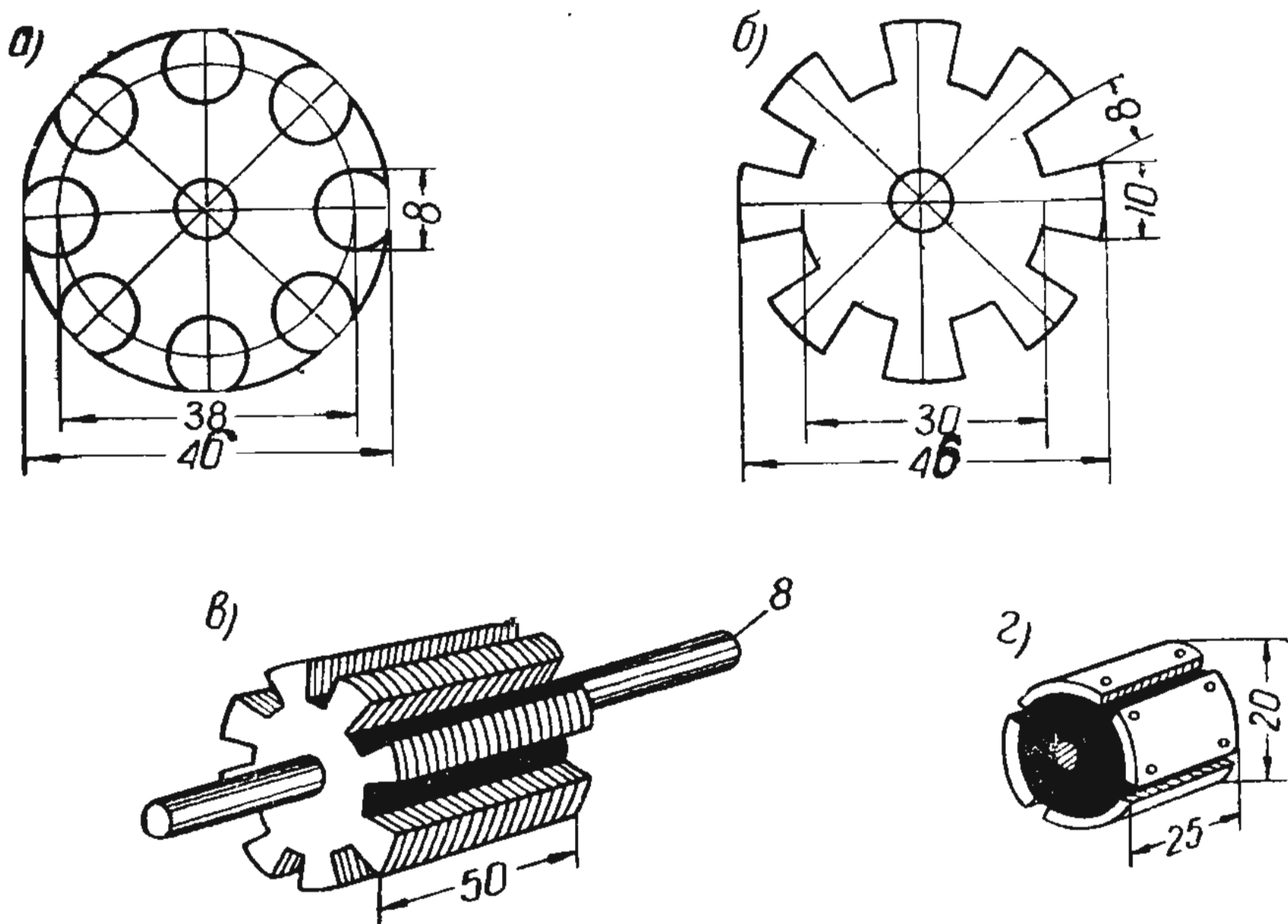


Рис. 15. Детали динамомашины.

а—пластинка якоря с высверленными пазами, *б*—пластинка якоря с вырезанными пазами.
в—якорь динамомашины в собранном виде, *г*—готовый коллектор.

Пластины для якоря заготавливаются в следующей последовательности: сначала вычерчивают на железе кружки диаметром 46 мм, затем все эти кружки вырезают в количестве, приблизительно, 120 штук. После этого через центр кружка надо провести четыре пересекающиеся линии—сначала две перпендикулярно одна к другой, затем еще две перпендикулярно одна к другой, но так, чтобы две последние лежали по отношению к первым под углом в 45° . Короче говоря, кружок надо разделить на восемь равных секторов. Можно это сделать и так: расставив ножки циркуля на 18 мм, пройти им по окружности, и она будет разделена на восемь равных частей. После останется только соединить эти точки между собой через центр круга.

После того как все кружки будут предварительно размечены на секторы, на кружках из центра проводится еще одна окружность диаметром 38 мм. Затем из пересечения малой окружности с линией сектора надо провести кружки диаметром по 8 мм и один такой кружок в центре окружности. Здесь будет проходить ось якоря.

Когда все пластины будут размечены, можно приступить к их обработке. Каждую пластинку надо просверлить сверлом соответствующего диаметра в восьми местах, где наме-

чены окружности по краю круга. Таким же образом обрабатываются и остальные пластинки.

Напоминаем, что при обработке якорных пластин надо особенно внимательно отнестись к этой работе, так как малейшая неточность может испортить пластинку и труд пропадет бесполезно.

Надетые на ось и плотно скрепленные гайками пластинки должны составить единое целое — якорь с круглыми продольными пазами. Острые углы, получившиеся от внешних разорванных сверлом сторон пазов, и высунувшиеся из общей массы, неточно обработанные пластинки надо закруглить напильником.

Если не найдется сверла диаметром в 8 мм, можно просверлить пластинки сверлом и несколько меньшего диаметра и потом расширить их напильником. Но если вообще нет возможности просверлить пластинки сверлом, то их можно вырезать ножницами по рис. 15 б. Разметка такой пластинки производится тем же способом, что и первой. Только вторую окружность на пластинке надо начертить диаметром не 38, а 30 мм. Затем по наружной окружности делаются засечки на расстоянии 5 мм от каждой линии и через центр точки пересечения соединяются с внутренней окружностью. Пластинку, размеченную таким образом, можно легко вырезать ножницами или осторожно вырубить зубилом.

Якорь в собранном виде показан на рис. 15 в.

КОЛЛЕКТОР

Коллектор — не менее важная часть, чем якорь, и потому тоже должен быть изготовлен аккуратно. Его можно сделать из медной или латунной трубки диаметром 20—25 мм или собрать из отдельных пластин.

Если вы достанете медную трубку указанного диаметра, то от нее надо отрезать кусок длиной 25—30 мм и распилить вдоль на четыре равные части. Затем в каждой пластине по краям просверлить по два отверстия диаметром в 2 мм. Если трубки не найдется, надо заготовить четыре латунных или медных пластинки толщиной в 1—2 мм и размером 15 на 25 мм. Из сухого дерева или, лучше, эбонита или фибры вырезается цилиндр диаметром в 20—25 мм и длиной в 25 мм. В центре цилиндра просверливается сквозное отверстие такого диаметра, чтобы цилиндр с большим трением входил на ось якоря.

К цилиндру прикрепляются мелкими шурупами пластинки. Прикреплять их надо так, чтобы между всеми четырьмя пластинками оставался одинаковый воздушный зазор шириной в 1—2 мм.

Надо при этом также следить, чтобы шурупы, которыми

будут прикрепляться пластины к цилиндру, не доходили до оси и тем самым не замыкали бы с ней пластины коллектора.

Можно прикрепить пластины к цилиндру и проволочными скрутками по бортам, предварительно симметрично разложив пластины и подложив под скрутки полоски изоляционной ленты, слюды или целлулоида, но скрепление шурупами будет значительно прочнее и точнее и при долгой работе машины пластины не сдвинутся и не замкнутся, что может случиться при втором варианте.

Желательно заполнить воздушные зазоры между пластинками каким-нибудь тугоплавким изолирующим веществом — канифолью, например. Это предохранит пластины от случайных замыканий металлической пылью.

Готовый коллектор показан на рис. 15 г.

ЩЕТКОДЕРЖАТЕЛЬ И ЩЕТКИ

Щеткодержатель — это приспособление, на котором укрепляются щетки для съема напряжения, поступающего с обмоток якоря на коллектор. Щеткодержатель должен быть устроен так, чтобы можно было по мере надобности выдвигать щетки и тем самым регулировать силу их нажима на коллектор, а также можно было бы поворачивать щетки вокруг оси якоря и этим регулировать их положение для лучшего съема напряжения. Таким требованиям и будет отвечать предлагаемый нами щеткодержатель.

Основание для щеткодержателя делается из эбонита, фибры или плотного дерева, желательно пропарафиненного, толщиной в 10 мм, по рис. 16 а. В нем просверливается три отверстия. Два крайних диаметром, равным диаметру болтиков, подобранных для закрепления щеток. Болтики должны быть медными, длиной по 35 мм. В крайнем случае, в качестве их могут быть применены радиоконтакты. Центральное отверстие делается диаметром, равным внешнему диаметру медной трубочки, отрезок которой мы применяли для первого подшипника в корпусе динамо. Затем в торце колодки, против центрального отверстия, просверливается сквозное отверстие до центрального отверстия и делается нарезка под крепящий винт. На рисунке показано пунктиром.

Крепящий винт должен быть или с прорезью на головке для закрепления отвертки, или же с граненой головкой, чтобы его можно было поворачивать ключом или плоскогубцами. Если не найдется подходящего метчика для нарезки резьбы под крепящий винт, ее можно нарезать, пользуясь самим винтом. В этих случаях винт лучше иметь с крупным шагом резьбы. Отверстие под винт сверлится диаметром чуть меньшим, чем диаметр винта. Затем винт постепенно ввертывается в отверстие. Ввертывать винт надо так: сделав оборота

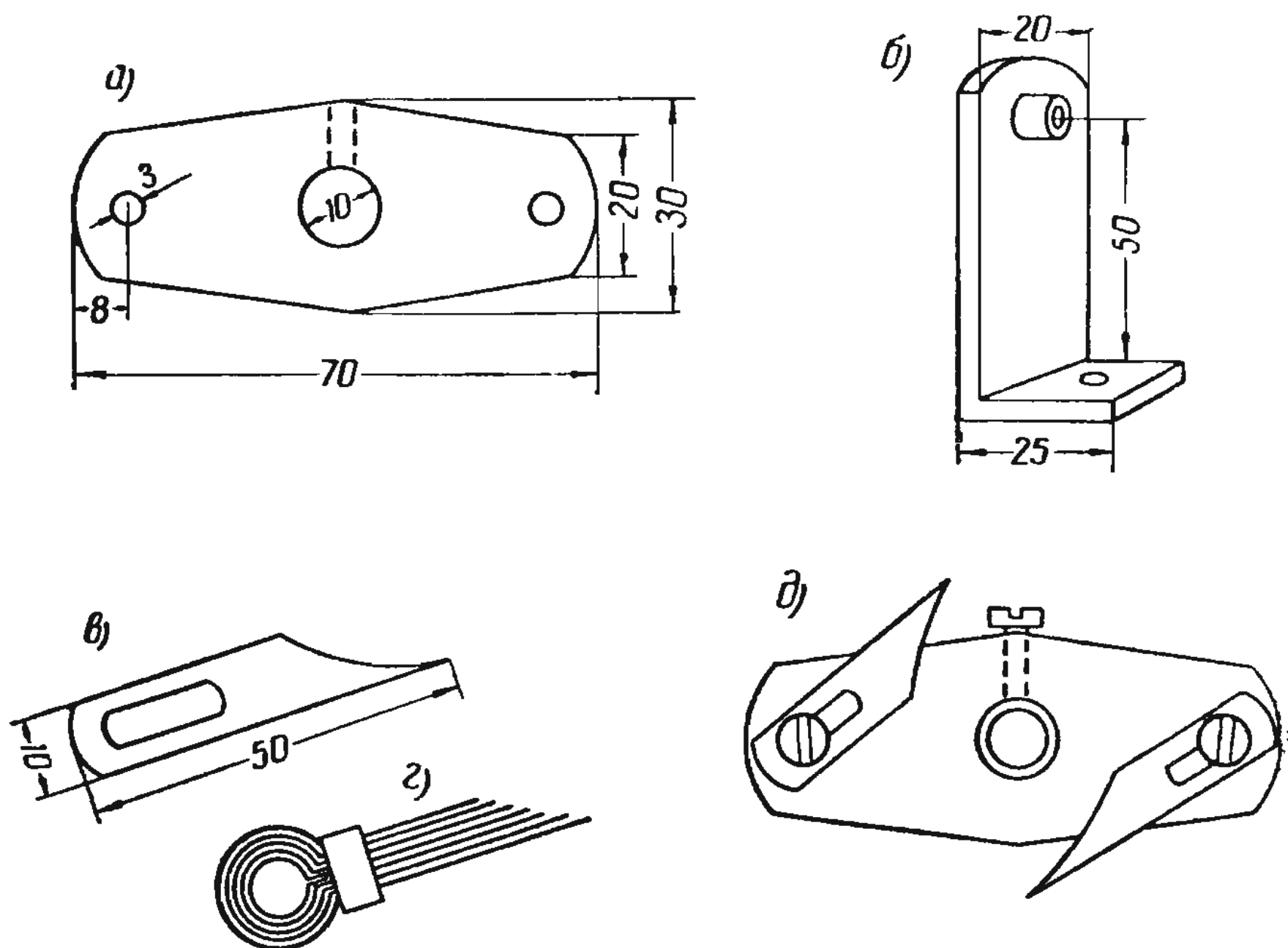


Рис. 16. Детали динамомашины.

а—основание для щеткодержателя, *б*—подшипниковая стойка для щеткодержателя, *в*—угольная щетка, *г*—щетка, собранная из медных пластин, *д*—готовый щеткодержатель.

два-три, следует вывинтить винт и снова ввернуть, и так повторять несколько раз, пока винт не будет свободно входить на эти три оборота. Затем таким же порядком делается следующий проход на два-три оборота. Если основание будет сделано из дерева, то крепящий винт может быть с успехом заменен шурупом.

Болтики для крепления щеток должны иметь на свободных концах по две гайки каждый для зажима щеток.

Подшипниковая стойка для щеткодержателя делается по рис. 16 б. В верхнем конце ее просверливается отверстие, в которое вставляется отрезок медной трубки и припаивается к стойке.

Щетки делаются многими способами и из различных материалов. Самыми удобными и наиболее практичными являются угольные щетки. Их можно приготовить в виде пластин размером: сечением в 10 или 15 мм и длиной в 40—50 мм. На одном конце щетки просверливается сквозное продолговатое отверстие шириной, равной толщине крепящих болтиков, и длиной 20 мм. Это необходимо для того, чтобы в нужный момент изменить нажим щеток на коллектор путем их приближения к коллектору (рис. 16 в).

Можно сделать щетки и наборные из латунных или мед-

ных пластин, как указано на рис. 16 г. Загнутые вокруг болтика пластинки схватываются металлическими хомутиком или скруткой около болта и закрепляются на нем гайками. Желательно для прикрепления щеток, как первых, так и вторых, пользоваться шайбами, которые должны прокладываться между щетками и гайками. От этого при завинчивании гаек не будет осыпаться угольная щетка и сминаться пластиночная металлическая щетка и само крепление будет значительно прочнее.

Хорошие получаются щетки и из пучка тонкой медной проволоки. Для этого куски проволоки собирают в пучок диаметром в 10 мм и один конец его спаивается и закрепляется в металлическом зажиме, который затем прикрепляется с болтиками щеткодержателя.

Щетки должны быть всегда чистыми и плотно прикасаться к коллектору всей площадью своего сечения. С этой целью концы щеток затачиваются наискось, как указано на рис. 16 в и г.

Готовый щеткодержатель со щетками показан на рис. 16 д.

ОБМОТКА ДИНАМО

Для обмотки нашей динамомашины потребуется полкилограмма медной, изолированной бумажной изоляцией, проволоки сечением 0,5, 0,6 или 0,8 мм. Причем, чем толще будет взята для обмотки проволока, тем меньше напряжения будет давать динамомашина, но тем больше будет сила тока. Так, если при обмотке проволокой 0,5 мм наша динамомашина будет вырабатывать около 25 вольт силой около 1 ампера, то при обмотке проводом 0,8 она даст лишь около 8 вольт, но зато ток будет силой в 3 ампера.

При покупке проволоку лучше сразу разделить на две весовые части. Если будет провод 0,5, то его надо взять немного больше полкилограмма: для обмотки электромагнита — 450 граммов, для обмотки якоря — 60 граммов. А если будет провод 0,8, то для обмотки электромагнита динамо достаточно иметь 430 граммов, а для обмотки якоря — около 70 граммов.

Когда будет приобретена проволока, можно приступить к обмотке динамомашин.

Проволока, предназначенная для обмотки электромагнита, делится на две равные части. Все места сердечника электромагнита, с которыми будет соприкасаться проволока, необходимо тщательно обвернуть несколькими слоями пропарафиненной бумаги или чертежной кальки. Затем, оставив свободным конец проволоки длиной в 150 мм, приступают к самой намотке. Наматывать проволоку надо аккуратно, укладывая виток к витку как можно плотнее и ведя намотку по

часовой стрелке. Когда будет намотан первый ряд, обмотку обвертывают одним слоем бумаги и продолжают наматывать второй ряд так же тщательно. Если у вас найдется шеллак, то вместо бумажных прокладок между рядами намотки надо смазывать каждый ряд намотки шеллаком. Это даже лучше.

Когда будет намотана половина проволоки, она прочно закрепляется с помощью суровой нитки, затем готовую катушку обматывают изоляционной лентой или обвертывают куском клеенки, дерматина и склеивают их или обвязывают ниткой. Оставив свободным конец проволоки длиной 10—15 мм, можно продолжать намотку второй катушки электромагнита. Вторая катушка электромагнита наматывается тем же порядком, но в обратную сторону, то-есть против часовой стрелки.

Прежде чем приступить к обмотке якоря, на его ось следует надеть коллектор и закрепить на ней с таким расчетом, чтобы расстояние от якоря до коллектора было равно 25—30 мм. Когда это сделано, можно приступить к намотке.

Перед намоткой проволоку, предназначенную для якоря, делят на четыре равные части и разрезают ее.

Паза якоря, в которых будет уложена проволока, также должны быть хорошо изолированы, то-есть обмотаны бумагой. Особенно за этим надо следить на закраинах, где чаще всего на изгибе проволока оголяется: это может привести к короткому замыканию обмотки через корпус якоря и вывести тем самым из строя наш генератор.

Обмотка якоря ведется в таком порядке.

Конец проволоки припаивается к одной из пластин коллектора или зажимается под головку шурупа, которым привернута пластина к барабану коллектора. Затем отрезок проволоки аккуратно наматывается вдоль якоря и конец припаивается ко второй пластинке коллектора, то-есть к соседней справа, если смотреть со стороны коллектора. Начало второго отрезка проволоки припаивается к этой же—второй—пластинке коллектора, и обмотка ведется в том же направлении, но уже через один паз якоря. Эта обмотка должна укладываться перпендикулярно первой обмотке. Конец второй обмотки припаивается к следующей—третьей—пластинке коллектора. Начало следующего отрезка проволоки припаивается к этой же пластинке и наматывается перпендикулярно второй обмотке, а конец ее припаивается к четвертой—последней—пластинке коллектора. К этой же пластинке припаивается начало последней обмотки и конец ее—к первой пластинке коллектора, к которой было припаяно начало первой обмотки.

После обмотки, для прочности, секции якоря надо по-

крыть шеллаком, а место, где подходят концы обмоток к коллектору, обмотать несколько раз суровой ниткой и завязать. Это предохранит концы обмоток от раздувания во время работы динамо и от их обрыва.

Схема обмотки якоря показана на рис. 17.

При обмотке якоря надо следить за тем, чтобы витки обмотки не выступали из пазов якоря наружу. Иначе они будут задевать за башмаки электромагнитов и порвутся.

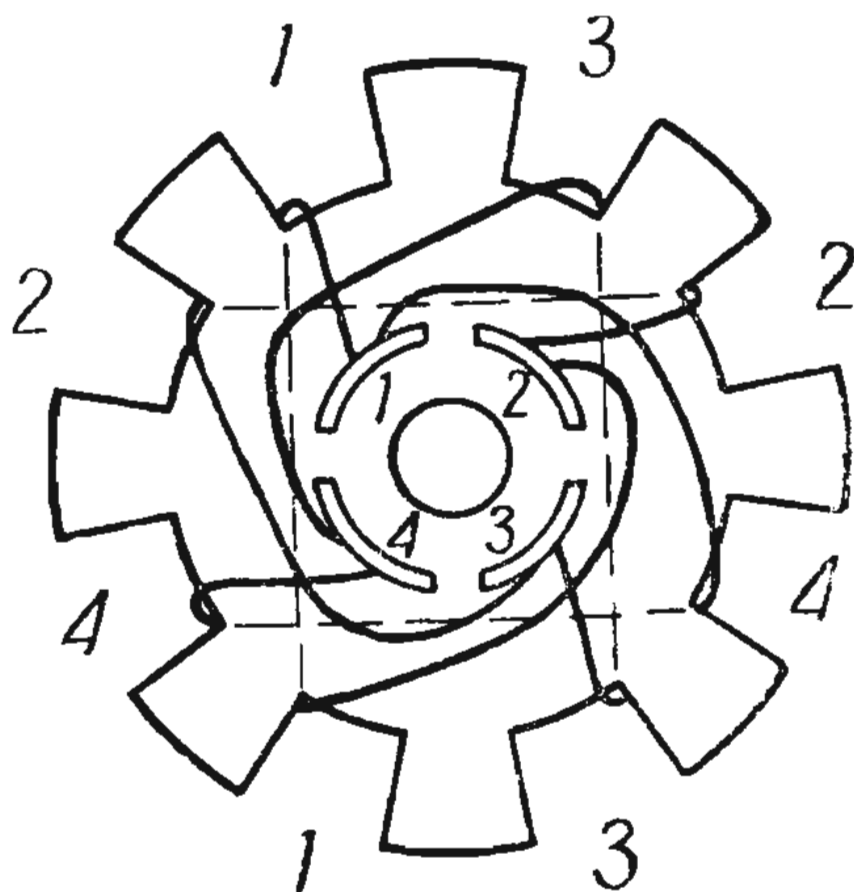


Рис. 17. Схема обмотки якоря.

СБОРКА ДИНАМОМАШИНЫ

Сборку динамомашины следует начать с того, что корпус ее прикрепляется к основанию — доске толщиной в 30 мм и размером 150 × 200 мм.

Корпус можно прикрепить двумя шурупами, предварительно просверлив для этого два отверстия с краев кольца электромагнитов. Корпус устанавливается так, чтобы электромагниты находились на горизонтальной линии один против другого. Когда корпус будет привернут к основанию, с боков его подкладываются небольшие деревянные бруски и тоже привинчиваются к основанию. Таким образом корпус будет прочно сидеть на своем месте и при работе динамо не будет качаться из стороны в сторону, что очень важно для нормальной работы генератора.

После этого через подшипник, прикрепленный к корпусу, пропускается свободный конец оси якоря и якорь вставляется на свое место между электромагнитами.

На подшипниковую стойку (на ее подшипник), с внутренней стороны надевают щеткодержатель со щетками и затем вставляют второй конец оси якоря, на котором закреплен коллектор, предварительно надев на него толстую металлическую шайбу или проволочное кольцо, как и на первом конце оси.

Подшипниковая стойка прикрепляется к основанию двумя шурупами. Но, прежде чем прикреплять ее, надо установить точно якорь, чтобы он, вращаясь между электромагнитами, не задевал за них и был на одинаковом расстоянии от обоих электромагнитов.

После этого щеткодержатель устанавливается так, чтобы

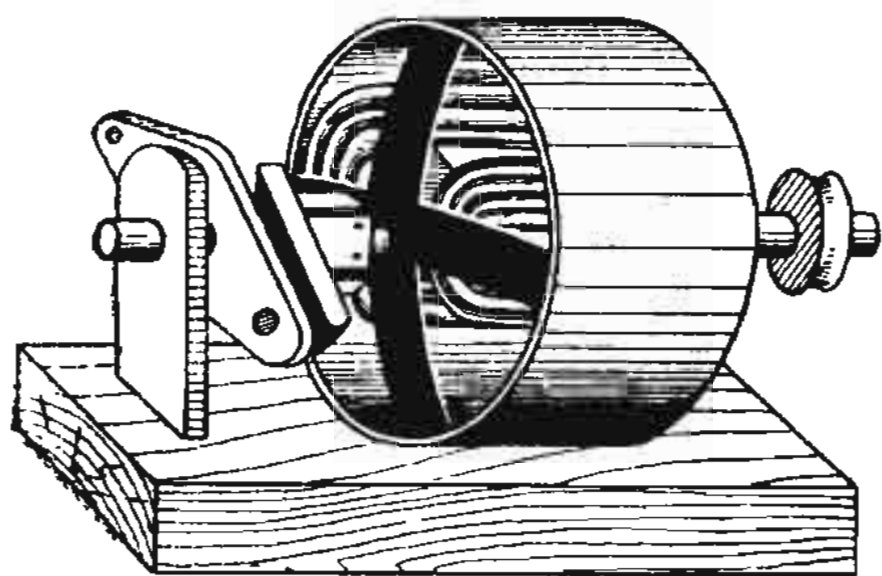


Рис. 18. Готовая динамомашина.

щетки приходились поперек башмаков электромагнитов, и закрепляется на подшипнике.

На свободном конце оси прикрепляется небольшой металлический или деревянный шкивок.

Когда механический монтаж динамомашины будет закончен, надо сделать последние соединения токоне-

сущих проводов — то-есть электромонтаж.

У нас остались несоединенными концы обмоток электромагнитов и щетки. Оставшиеся концы от обмоток электромагнитов соединяются со щетками и к щеткам же присоединяются отрезки гибкого провода для соединения динамо с внешней цепью.

Готовая динамомашина показана на рис. 18.

РЕГУЛИРОВКА ДИНАМОМАШИНЫ

Прежде всего закрепляются щетки так, чтобы они слегка прижимались к коллектору и не тормозили сильно его вращение. Затем, для проверки правильности всех соединений и отсутствия обрывов и коротких замыканий в проводах, надо приключить к динамомашине батарею напряжением в 15—20 вольт. При этом динамо заработает как мотор и якорь станет быстро вращаться. Это будет доказательством, что сборка и электромонтаж генератора произведены правильно.

После проверки динамо соединяется с каким-нибудь приводом. Например, с приводом от ножной швейной машины. Теперь к щеткам динамомашины надо присоединить напряжение от батареи вольт в 10. При этом электромагниты намагнитятся. Через минуту батарея отключается, но в электромагнитах остается остаточный магнетизм, необходимый для возбуждения электрического тока в обмотках.

Сразу же после отключения батареи надо начать быстро вращать якорь динамо при помощи привода, а к проводам, идущим от щеток, приключить вольтметр или электрическую лампочку в 12 вольт. Если все сделано правильно, то лампочка накалится и вольтметр покажет наличие напряжения в цепи. При этом, равномерно вращая якорь, следует немного повернуть щеткодержатель на оси в сторону вращения якоря. Это смещение щеткодержателя делается для того, чтобы щетки как можно меньше искрили и тем самым не растрачивали напрасно энергии, а лучше снимали ее с большим напряжением.

Установка щеток регулируется опытным путем.

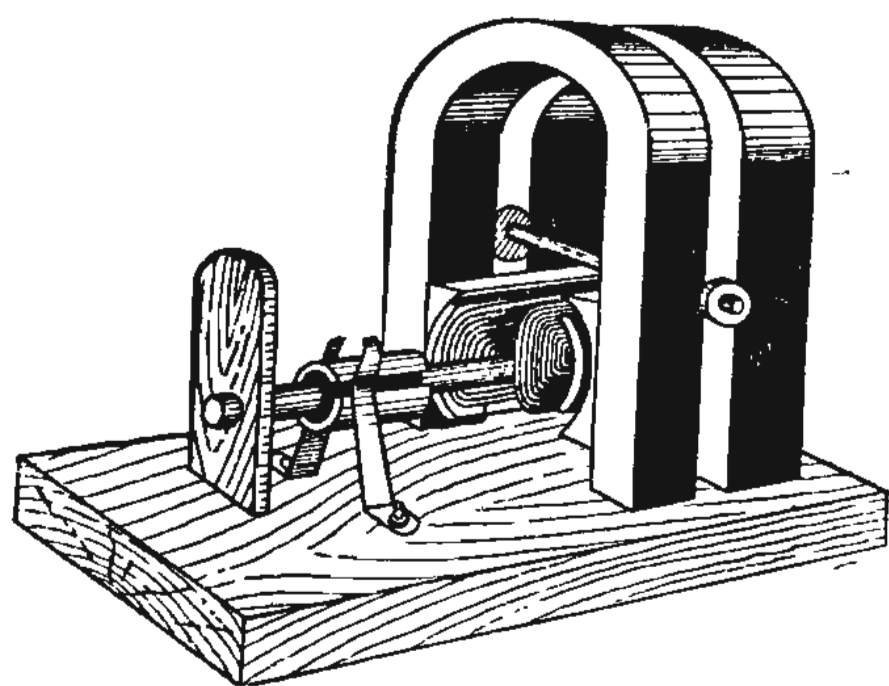
Может случиться и так, что модель не сможет вырабатывать ток. Как мотор она будет работать, а как генератор — не будет. Это может получиться от того, что вы начнете вращать ее не в ту сторону. Значит, надо изменить направление вращения. Если и это не поможет, надо сместить щеткодержатель в обратную сторону. Но если ваш генератор при присоединении к нему батареи не будет работать как мотор, то причину этого следует искать в неправильном направлении обмоток электромагнита или в обрыве проводов. Обрыв в проводе можно установить путем включения обмотки в короткозамкнутую цепь, состоящую из батареи, вольтметра или электрического звонка и обмотки. Если при замыкании цепи на обмотку не зазвонит звонок или вольтметр не покажет наличия в цепи напряжения, — значит, в обмотке есть обрыв и ее следует перемотать. Присоединяя таким же образом вольтметр и батарею через один конец обмотки и железо якоря или корпуса динамо, можно установить, нет ли короткого замыкания обмотки. При наличии короткого замыкания звонок зазвонит. При этом также следует перемотать и тщательно изолировать провода от железа.

И последнее, с чем вы можете столкнуться при опробовании динамо, когда при всей правильности соединений динамо все же не работает как генератор, это может случиться от того, что вы взяли для электромагнитов пережженное железо. В нем не будет оставаться остаточного магнетизма при соединении батареи, и потому ток в обмотках динамо не будет возбуждаться. Поэтому электромагниты нужно делать только из доброкачественного железа.

Для получения полной мощности от изготовленного вами генератора требуется, чтобы якорь его вращался со скоростью 3000 оборотов в минуту.

В соединении с ветродвигателем или гидродвигателем, которые мы описываем здесь же, ваш генератор может сослужить большую службу в пионерском лагере, в колхозе и дома.

Как уже было сказано выше, при максимальной скорости вращения якоря — 3000 оборотов в минуту, ваш генератор сможет давать электроэнергию напряжением до 20 вольт и силой тока в один ампер, если обмотка будет намотана проводом 0,5. Таким током можно заряжать аккумуляторы или освещать помещение автомобильными электролампочками. Если у вас будут двенадцативольтовые лампочки, то их надо соединять группами по две последовательно. Если же найдутся шестивольтовые, то их следует соединить в группы по три также последовательно. Одновременно накаливать более четырех двенадцативольтовых или более шести шестивольтовых ламп не рекомендуем. От этого может получиться перегрузка динамо и оно может испортиться.



ДИНАМОМАШИНА ИЗ МАГНЕТО

У кого найдется старое магнето от автомашины или телефонный индуктор, их можно легко переделать в динамомашину. Для этого нужно будет только сменить обмотку на якоре и сделать коллектор со щетками.

С якоря снимается старая обмотка и взамен ее наматывается в том же порядке новая обмотка из более толстого провода. Так, например, для того чтобы ваша динамомашина давала напряжение 5—8 вольт, на якорь следует намотать провод диаметром 0,7. Если же вы наматаете якорь проводом 0,4 или 0,5, то динамомашина будет давать напряжение 8—12 вольт, но ток будет значительно меньшей силы.

Коллектор для такой динамомашины делается двухполюсный и насаживается на предварительно удлиненную ось якоря. Для того чтобы удлинить ось якоря, на нее надо надеть отрезок тонкой медной трубки и спаять ее с осью.

Динамомашина монтируется на деревянной подставке, концы обмотки якоря припаиваются к пластинам коллектора, щетки устанавливаются одна против другой и укрепляются на основании. Готовая динамомашина показана на рис. 19.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Помимо электромагнитных и электростатических возбудителей электрического тока, имеются и широко распространены химические его источники. К ним относятся всевозможные гальванические элементы.

Устроить гальванический элемент очень просто. Надо взять две небольшие пластинки — цинковую и медную — и опустить их в стакан с десятипроцентным раствором серной кислоты или нашатыря, или обыкновенной поваренной соли, затем замкнуть эти пластинки между собой медным проводником — и элемент готов. При этом в проводнике возникнет электрический ток.

Откуда же берется электрический ток и что происходит в этот момент в гальваническом элементе?

Когда мы опускаем цинковую и медную пластинки в раствор, или, как его называют, электролит, то между пластинками и электролитом возникает взаимодействие, при котором атомы металла переходят в раствор. Причем медная пластинка, служащая положительным электродом элемента, выделяет незначительное количество атомов, а цинковая, служащая отрицательным электродом, наоборот выделяет очень большое количество атомов. Эта сложная химическая реакция, в результате которой возникает электрический ток, в „Курсе физики“ для 10 класса объясняется так:

„...при переходе в раствор (электролит) атом цинка оставляет на пластинке два электрона и становится положительным ионом цинка. Цинковая пластинка, обогащаясь свободными электронами, получает отрицательный заряд.

Металл заряжается отрицательно, жидкость — положительно. Стремление ионов перейти в раствор обнаруживается в так называемой упругости растворения.

Переход совершается до тех пор, пока между металлом

и раствором не возникнет разность потенциалов, достаточная для того, чтобы воспрепятствовать дальнейшему растворению металла, то-есть уравновесить упругость растворения... Эта разность потенциалов зависит от рода металлов и рода раствора."

Подобное же действие различные кислоты и соли оказывают и на другие металлы. Но для того, чтобы при помощи химического способа электризации получить электрический ток, надо в раствор кислоты, соли или щелочи опустить обязательно две разнородные металлические пластинки. Одну пластинку для положительного электрода можно заменить угольной.

Теперь, если мы соединим между собой цинковую и медную пластинки проводником, то получим замкнутую электрическую цепь. При этом избыток электронов, выделяемых цинковой пластинкой элемента, устремится к медной пластинке для пополнения недостающего в ней количества электронов. Медная пластинка „насытившись“ электронами, начнет отдавать их обратно цинковой пластинке, но уже не через электролит, где этому воспрепятствует встречный поток электронов, а через внешнюю замкнутую цепь—через проволоку. А так как электрический ток есть не что иное, как движение электронов в замкнутой цепи, то и в нашем случае в замкнутой цепи возникает электрический ток. Этот электрический ток будет находиться в цепи благодаря непрерывной химической реакции элемента до тех пор, пока не израсходуется вся цинковая пластинка или электролит. Электрический ток, полученный от элемента, можно применить для практических целей.

Разность потенциалов на полюсах не замкнутого проводником гальванического элемента, то-есть разность величин электрического поля, возникающего на различных полюсах элемента, измеряет его электродвижущую силу, или, сокращенно, ЭДС. Единицей измерения ЭДС служат вольты. Следует заметить, что ЭДС химического источника тока не зависит от размеров элемента, а зависит только от тех веществ, из которых состоит элемент. Простейший элемент, описанный нами, может давать электрический ток напряжением до 1,5 вольт.

Существенным недостатком описанного нами элемента является его быстрая склонность к поляризации. Явление поляризации заключается в том, что при замыкании элемента на внешнюю цепь медная пластинка очень быстро покрывается пузырьками выделяющегося из электролита водорода. Водородные пузырьки повышают так называемое внутреннее сопротивление элемента и сильно препятствуют движению электронов между пластинами, отчего напряжение во внешней цепи резко падает.

Есть много способов для борьбы с поляризацией. Все они

сводятся в основном к тому, что в электролит или к положительному электроду добавляют различные вещества, так называемые деполяризаторы, содержащие большой запас кислорода, которые и регулируют нормальную работу элемента. Подробно об этом мы расскажем ниже.

ЭЛЕМЕНТ ВОЛЬТА

Простейший гальванический элемент, изобретенный итальянским физиком Александром Вольта и носящий его название, мы уже описали выше.

Следует только посоветовать юным техникам для большей предосторожности не употреблять для устройства гальванических элементов серную кислоту. Ее с успехом можно заменить двадцатипроцентным раствором нашатыря. Работает элемент с этим электролитом не хуже, чем с кислотой.

В качестве деполяризатора в таком элементе используется сахар. На стакан кладут две чайных ложки сахарного песка.

Практически элемент изготавливается так.

В чайный стакан или в бутылку с отрезанным горлышком опускают две пластины размером 80×30 мм—одну цинковую, другую медную, с припаянными к ним гибкими изолированными проводниками. Проводники можно присоединить к пластинам и при помощи контактов. Верхние концы пластин сгибаются так, чтобы надета на край стакана пластина не доставала до дна своим нижним концом сантиметра на 2—3. Можно электроды прикрепить и к деревянному или фибровому брусочку, но так, чтобы они между собой не соединя-

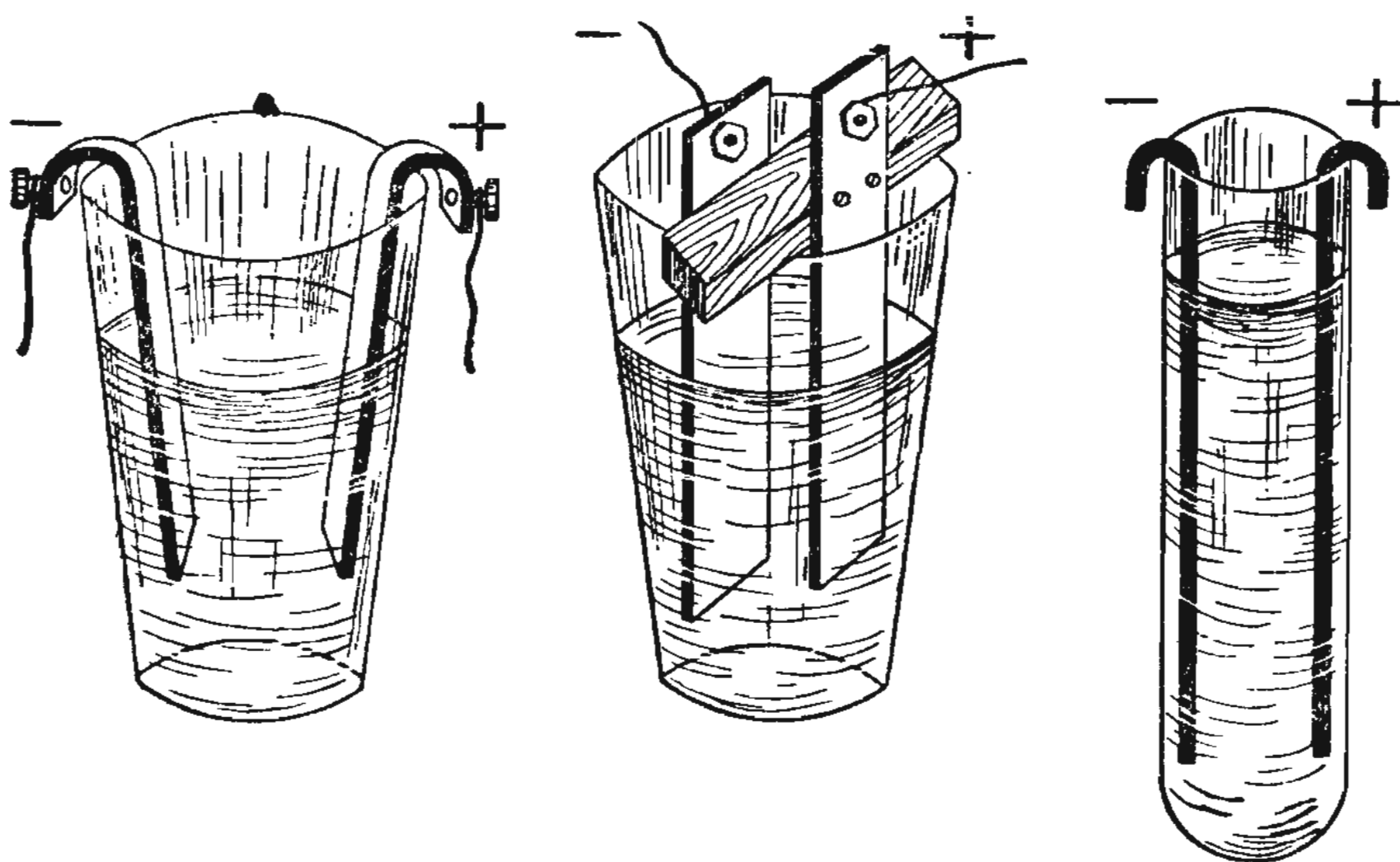


Рис. 20. Гальванические элементы Вольта.

лись, и положить брусок на края стакана. Элементы Вольта показаны на рис. 20.

Такой элемент не сможет выдержать большой нагрузки даже при наличии в нем деполяризатора, а потому его не рекомендуем употреблять для освещения или питания накала радиоламп и, тем более, для питания электромоторов. Но составленная из таких элементов батарея для питания анода радиоприемников работает вполне устойчиво и продолжительное время. Правда, для батареи анода не нужно делать элементы из чайных стаканов. Такая батарея получится очень громоздкой и емкость* ее все равно будет намного больше, чем потребуется. Поэтому элементы для батареи анода можно вполне сделать из пробирок диаметром в 2 см и длиной в 8—10 см. Электроды в таком случае надо брать шириной в 1 см. О составлении батареи из элементов мы расскажем в конце этой статьи.

ЭЛЕМЕНТЫ С МЕДНЫМ КУПОРОСОМ

Имеется много конструкций медно-цинковых элементов. Все они носят имена своих конструкторов. Есть элементы типа Мейдингера, Калло, Локвуда, Томсона и др. Но все эти элементы схожи по внешнему оформлению и почти одинаковы по принципу своего действия.

Из этих конструкций наиболее прост в изготовлении элемент типа Калло. Вместе с этим медно-цинковый элемент типа Калло вполне может быть применен для питания ламп накала радиоприемника для питания электромотора и производства всевозможных опытов в лаборатории.

Для постройки такого элемента требуется сосуд. Желательно, чтобы он был значительно больше чайного стакана. Для этого сосуд можно отрезать от литровой бутылки. Как это делается, рассказано в „Практических советах“ этой книги. Можно применить для постройки нашего элемента и поллитровую стеклянную банку из-под консервов или соуса. Затем потребуется кусок толстого медного одножильного изолированного провода — гуппера сантиметров 30 длиной, цинковая пластинка, медный купорос.

Из медной проволоки длиной 30 см надо свернуть спираль. Предварительно с проволоки счищается изоляция, но не вся — она оставляется на проводе длиной в 15 см. Из очищенного проводника и свертывается спираль с таким расчетом, чтобы она могла поместиться в наш сосуд. Оставшийся изолированный конец провода сгибается под прямым

* Емкость — способность элемента накапливать и отдавать во внешнюю цепь определенное количество электричества. Емкость измеряется ампер-часами.

углом по отношению к спирали — это будет отвод от положительного полюса элемента. Можно его сделать также и из медной полосы шириной в 1 см.

Цинковая пластинка вырезается в виде круга или прямоугольная, но вместе с отводом и лапкой, то-есть с узкой полоской в 1 см шириной и 6—8 см длиной — это будет отвод от отрицательного полюса элемента, и с другой полоской такой же ширины и в 5—6 см длины — лапкой для подвешивания. Можно для этого применить и цинковый цилиндр высотой 2—3 см. По диаметру сосуда выпиливают из фанеры или из тонкой дощечки крышки. Желательно деревянную крышку элемента пропарафинить или покрыть с обеих сторон шеллаком. Это предохранит дерево от быстрой порчи, и такая крышка дольше будет служить нам. С двух противоположных бортов крышки прорезаются небольшие отверстия для вывода электродов.

Теперь остается собрать элемент и зарядить его. На дно стакана кладется медная спираль и засыпается медным купоросом, слоем в 1 см. Затем в сосуд наливается кипяченая остуженная вода приблизительно на две трети сосуда. Воду надо наливать очень осторожно, чтобы не тревожить кристаллы медного купороса.

Когда вода налита, в нее погружают цинковую пластинку так, чтобы она была покрыта слоем воды в 1—1,5 см. Лапки с отводом загибаются за борт стакана, и на него надевается крышка. См. рис. 21а.

Затем производится зарядка. Для этого элемент замыкают накоротко, то-есть соединяют проводником положительный полюс с отрицательными и оставляют в таком положении приблизительно на сутки. После этого элемент размыкают — и он готов к действию. Такой элемент будет давать напряжение около 1 вольта.

Что же происходит при коротком замыкании элемента?

Как уже было сказано в вводной части статьи, при коротком замыкании элемента потечет электрический ток, возникающий в результате химической реакции между электродами и электролитом. При этой реакции медный купорос будет разлагаться, выделяя серную кислоту. А так как серная кислота значительно легче воды, она будет подниматься кверху. Вступая в реакцию с цинком, серная кислота образует раствор цинкового купороса, который плотным слоем окутает цинковую пластинку. Этот раствор не будет опускаться и будет всегда держаться наверху в силу того, что он легче раствора медного купороса и воды. Все это создает необходимые условия для устойчивой работы элемента.

Преимущества такого элемента заключаются в том, что в нем исключается возможность коротких замыканий и он не выходит от этого из строя. Недостатком его является то,

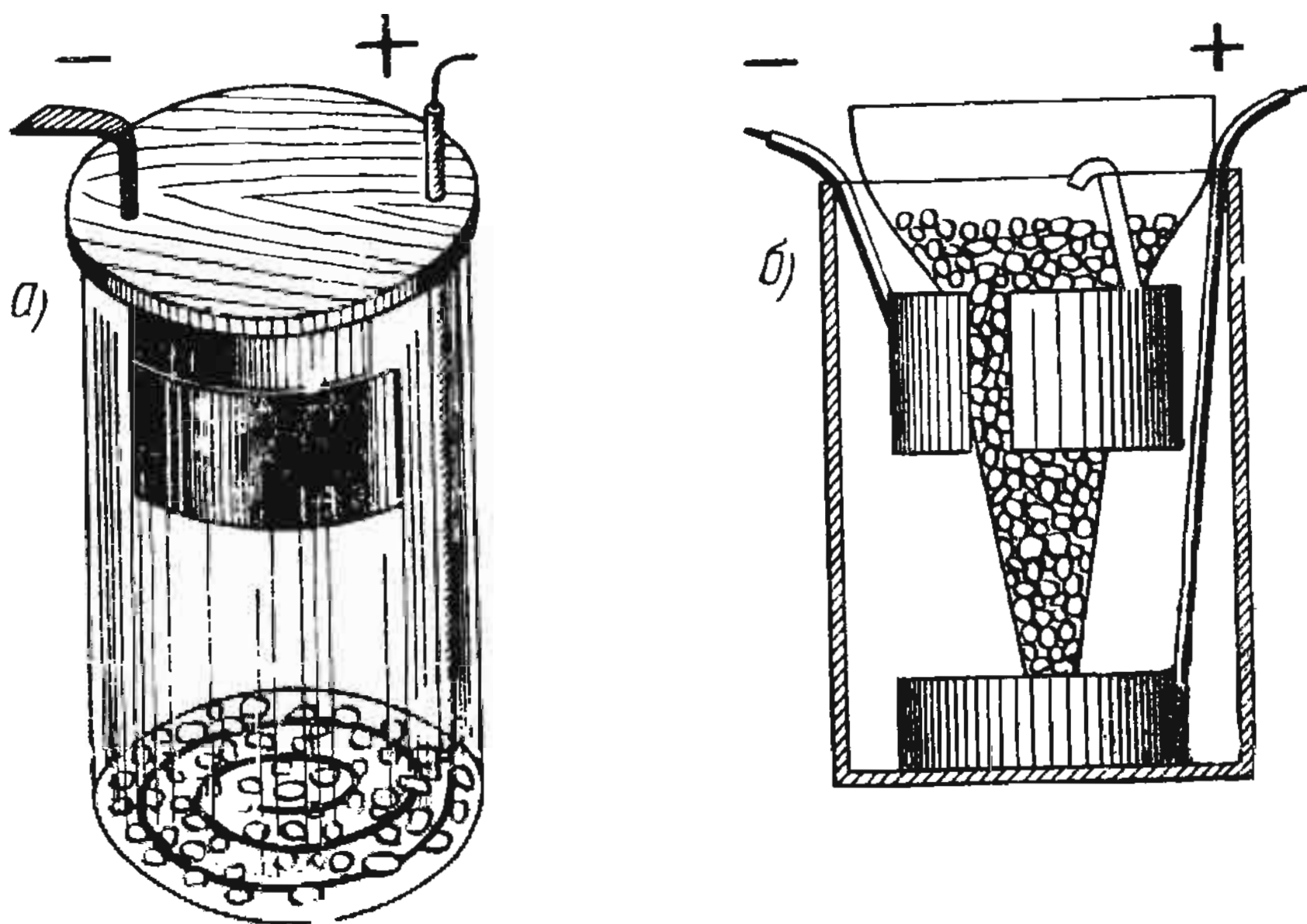


Рис. 21. Устройство гальванических элементов Калло и Мейдингера.
а—элемент типа Калло, б—элемент типа Мейдингера.

что элемент ни в коем случае не следует сотрясать, иначе в нем могут перемешаться растворы цинкового и медного купороса и элемент выйдет из строя. Некоторые неудобства составляет добавление в элемент медного купороса по мере его расходования. Уровень раствора медного купороса не должен подниматься выше половины электролита. Добавлять медный купорос в элемент надо очень осторожно, по кристаллику, чтобы не возмутить растворы и не перемешать их. И третьим недостатком элемента Калло является его малая электродвижущая сила и большое внутреннее сопротивление. Поэтому для надежной работы батареи в 4 вольта придется соединять последовательно 5 элементов Калло.

Элемент Мейдингера отличается от элемента Калло тем, что для постоянного обеспечения элемента медным купоросом употребляется стеклянная воронка или перевернутое горлышко от бутылки (см. рис. 21 б). Устройство элементов Калло и Мейдингера показано на рис. 21.

ЭЛЕМЕНТЫ ЛЕКЛАНШЕ

Элементы Лекланше — самые распространенные химические источники электрического тока. Они изготавливаются как водоналивными, так и сухими. Преимуществами элементов Лекланше являются их устойчивость в работе, — они

не боятся сотрясений, даже водоналивные, и значительная электродвижущая сила — до 1,5 вольта.

Для стационарного использования лучше сделать водоналивные элементы, а для передвижек незаменимыми являются сухие элементы Лекланше. Единственным их недостатком является постоянный саморазряд и высыхание, а следовательно и сокращение срока службы.

ВОДОНАЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Для элемента типа Лекланше нам потребуется уголь, употребляемый для дуговой лампы киноаппарата, плоский или круглый — все равно, перекись марганца в порошке, цинковая пластинка, стеклянные или фарфоровые трубочки диаметром 5 мм и кусок ситца, холста или какой-либо другой ткани.

Все размеры деталей элемента будут зависеть от размера сосуда, в котором мы будем собирать элемент.

Для наших опытов потребуется батарея, которая сможет давать большой ток. Поэтому элементы для батареи надо изготовить по возможности большего размера. Удобнее всего для этого подойдут литровые или пол-литровые стеклянные банки из-под консервов или компотов. Но можно собрать элементы и в обрезанных бутылках.

Когда приобретены сосуды и другие материалы, можно приступать к изготовлению элемента.

Прежде всего надо сделать цинковый цилиндр. Делается он из листового цинка высотой в $\frac{3}{4}$ высоты сосуда. Сгибать цилиндр удобнее на бутылке. Диаметр его также должен быть несколько меньше внутреннего диаметра сосуда — сантиметра на два. К согнутому цилиндру припаивают кусок медного провода такой длины, чтобы конец его сантиметра на 4—5 выходил из сосуда, когда цилиндр будет опущен на дно сосуда.

Из ткани сшивается мешочек. Размер его должен быть таким, чтобы, будучи заполненным массой, он оказался диаметром также сантиметра на 1,5—2 меньше внутреннего диаметра цинкового цилиндра. Длина мешочка берется равной длине цинкового цилиндра.

Смесь для заполнения мешочка готовится из толченого угля от дугового фонаря и перекиси марганца. Уголь следует растолочь мелко и просеять через сито. Смесь делается из трех весовых частей перекиси марганца и одной весовой части угольного порошка. Когда смесь готова, угольная палочка вставляется в мешочек, и последний плотно заполняется смесью доверху, но так, чтобы мешочек можно было завязать вокруг угольной палочки. Мешочек необходимо еще обвить суровыми нитками, чтобы при впитывании

смесью влаги не очень сильно его раздувало. К верхнему концу угольной палочки плотно прикручивается медная проволока или надевается медный наконечник с клеммой — зажимом.

Приготовленный таким образом анод элемента, или, как его называют, агломерат, мы вставляем в банку внутрь цинкового цилиндра. Для того чтобы мешочек не прикасался к цинковому цилиндру и не производил короткого замыкания элемента, между ними вставляются три стеклянных или фарфоровых трубочки диаметром в 1 см. В качестве таких прокладок вполне могут быть применены пробирки или стеклянные трубки из-под фотохимикатов. В крайнем случае, если не найдется трубок или пробирок, можно их заменить стеклянными полосками, нарезанными из оконного, — желательно толстого — стекла шириной в 2—3 см. Прокладки надо устанавливать так, чтобы они тесно входили между мешочком и цилиндром. Для этого, если потребуется, цилиндр можно несколько сузить.

Сосуд заполняется насыщенным раствором нашатыря так, чтобы он покрыл и цинковый цилиндр и мешочек. Сразу же с заполнением сосуда раствором элемент готов к действию.

Для меньшего испарения раствора сосуд надо закрыть крышкой из фанеры или дерева, сделав в ней, помимо отверстий для вывода электродов, еще небольшое отверстие для выхода газов. См. рис. 22.

Батарея, составленная из трех таких элементов, даст нам 4—5 вольт — напряжение достаточное для питания электромотора или накала ламп многолампового приемника.

СУХОЙ ЭЛЕМЕНТ

В принципе сухой элемент ничем не отличается от водоналивного. Он изготавливается из тех же деталей и тем же способом. Собирается элемент так же. Разница только в том, что, вместо жидкого электролита, пустоты между мешочками и цинком заполняются сметанообразной массой, приготовленной из насыщенного раствора нашатыря и крахмала. Желательно при изготовлении этой смеси добавить в нее несколько капель глицерина.

Чтобы влага массы испарялась как можно меньше, крышка такого элемента заливается каким-нибудь смолистым веществом — варом, смолой и т. д. Но в крышке оставляется небольшое отверстие для выхода газов.

Обычно сухие элементы изготавливаются непосредственно в круглых или квадратных цинковых коробках, которые одновременно служат и отрицательным электродом и сосудом. Это значительно сокращает вес и габариты элемента. Но в таких случаях цилиндр или коробка из цинка спаивается

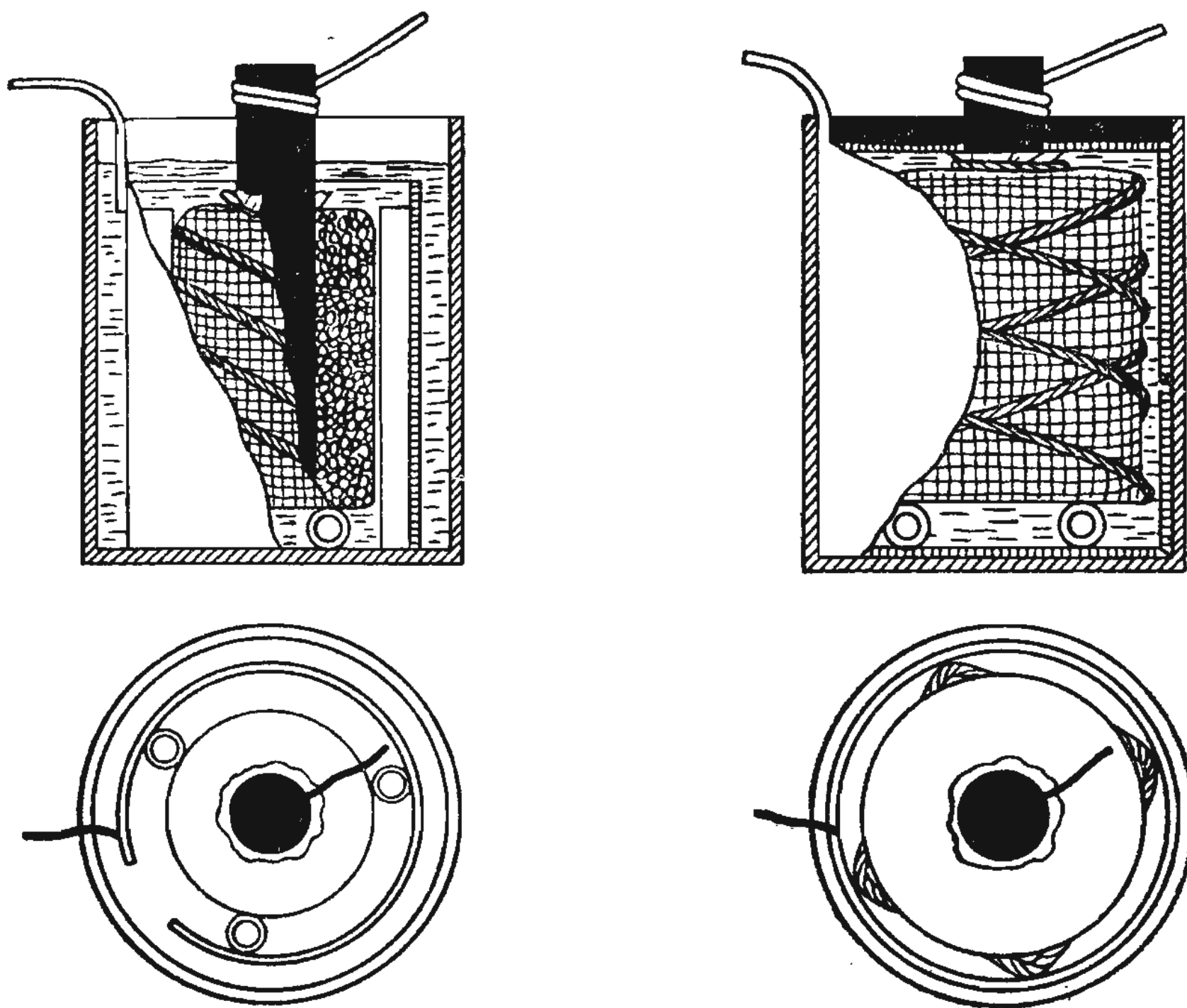


Рис. 22. Водоналивной и сухой элементы Лекланше и их устройство.

по шву и к ним припаивается цинковое дно. При вставлении агломерата в такую коробку, на дно ее также кладется стеклянная прокладка, чтобы агломерат не касался цинка. В остальном всё делается так же, как и в предыдущем случае. Готовый элемент оклеивается снаружи плотной бумагой или картоном и заливается варом. Элементы Лекланше показаны на рис. 22.

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ

В предыдущей статье мы описали устройство элементов вполне надежных в работе, но несколько устаревшей конструкции, хотя элементы типа Лекланше все еще продолжают успешно служить нашей радиотехнике. Однако имеются более совершенные конструкции химических источников электрического тока, которые работают более продолжительное время и позволяют снимать с них значительно больший ток. Особый интерес из этих конструкций представляет элемент с воздушной деполяризацией. О нем мы вкратце и расскажем.

Мы уже говорили, что, при продолжительной работе элемента, у положительного полюса выделяется водород.

Скапливаясь в виде маленьких пузырьков вокруг положительного электрода, водород как бы изолирует его от электролита; от этого повышается внутреннее сопротивление элемента и понижается сила разрядного тока. Чтобы устранить это вредное явление, употребляют деполяризаторы—вещества, имеющие в себе большой запас кислорода. В элементах типа Лекланше, например, мы в качестве деполяризатора применяли перекись марганца. Но такой элемент будет нормально работать лишь до тех пор, пока в деполяризаторе будет иметься запас кислорода. Поэтому элемент с таким деполяризатором иногда прекращает свою работу несмотря на то, что его электроды еще не израсходовались.

Этот недостаток устраняется в элементах с воздушной деполяризацией, так как в воздухе постоянно имеется кислород. Особенность конструкции этих элементов заключается в том, что в них применяются в качестве положительного электрода угли в виде трубочек или открытых стаканчиков. Это и дает возможность атмосферному воздуху легко и постоянно пополнять положительный электрод кислородом.

Преимущества таких элементов заключаются и в том, что для их изготовления не требуется сложных химических деполяризующих смесей и емкость элементов может быть увеличена, подобно аккумуляторам, за счет увеличения числа

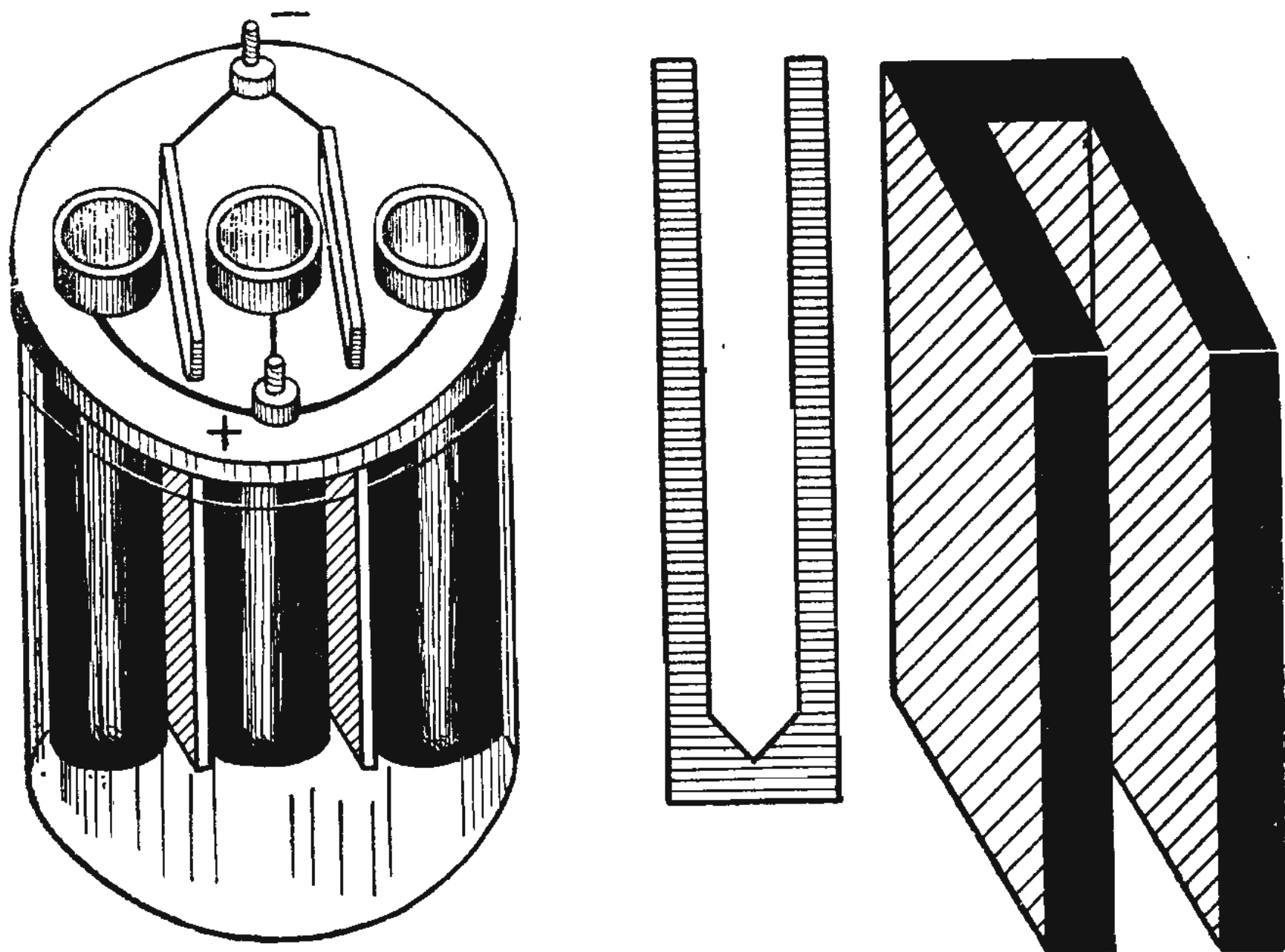


Рис. 23. Элемент с воздушной деполяризацией.

положительных и отрицательных электродов в элементе, то-есть за счет увеличения площади рабочей поверхности электродов; причем отрицательных электродов всегда берут на один меньше.

В качестве электролита в элементах воздушной деполяризации применяется 10-процентный раствор в воде нашатыря, едкого калия или едкого натра. Такой элемент обладает электродвижущей силой в 1,4 вольта.

Для питания электролампочки от карманного фонаря надо сделать три таких элемента, соединенных последовательно.

Элемент с воздушной деполяризацией показан на рис. 23.

Если в процессе работы батарея „сядет“, то-есть резко сократится ее напряжение и она не будет накаливать полным накалом лампочку, батарею надо проверить. Обычно в таких случаях оказывается, что уголь покрыт белым налетом выкристаллизовавшейся соли, которая входит в состав электролита. Оседая на стенках положительного электрода, она значительно повышает внутреннее сопротивление элемента. А мы уже знаем, что с повышением внутреннего сопротивления напряжение элемента резко падает. Для устранения этого надо хорошо промыть в чистой воде электроды и сменить электролит. Желательно в раствор нашатыря на 500 куб. см добавить две столовые ложки сахара или глицерина. Это резко снижает образование кристаллов на положительных электродах.

СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕИ

Мы рассказали, как изготовить самому различные типы элементов. Но в практике почти всегда оказывается, что электродвижущая сила одного элемента слишком мала для того, чтобы ее можно было употребить с пользой для дела. Поэтому элементы обычно соединяются в батареи. В зависимости от способа соединения элементов мы будем иметь батарею с повышенным напряжением или с повышенной емкостью. Существует три способа соединения батарей: последовательное, параллельное и смешанное.

Последовательным соединением называется такое соединение, при котором минус первого элемента соединен с плюсом второго элемента, а минус второго элемента соединен с плюсом третьего элемента и так далее. В результате такого соединения всегда остается свободным плюс первого элемента и минус последнего элемента.

Последовательное соединение элементов применяется для того, чтобы увеличить электродвижущую силу, напряжение батареи. При последовательном соединении электродвижущая сила или напряжение батареи всегда будут равны сумме напряжений всех элементов, входящих в состав батареи.

Параллельным соединением называется такое соединение, при котором отрицательные полюсы всех элементов, входящих в состав батареи, соединяются вместе и так же вместе соединяются все положительные полюсы элементов. При таком соединении, наоборот, электродвижущая сила, напряжение батареи будет равно электродвижущей силе одного элемента, но зато емкость батареи будет равна сумме емкостей всех входящих в нее элементов, что дает возможность снимать с батареи большую силу тока. Здесь получается так, как будто мы сделали один элемент очень больших размеров.

Смешанным соединением называется такое соединение, при котором отдельные батареи, при параллельном соединении в них элементов, соединяются последовательно между собой или, наоборот, последовательно соединенные батареи соединяются в группу параллельным соединением. При таком соединении элементов батарея будет иметь повышенные напряжение и емкость.

Способы соединения элементов показаны на рис. 24: *а* — последовательное, *б* — параллельное и *в* — смешанное соединение.

Помните всегда, что не следует соединять параллельно неодинаковые по емкости элементы. При последовательном соединении элементов еще можно допустить такое положение, когда в батарею будут соединены элементы с различным напряжением. Важно при этом, чтобы элементы эти обладали приблизительно равной емкостью. При соединении

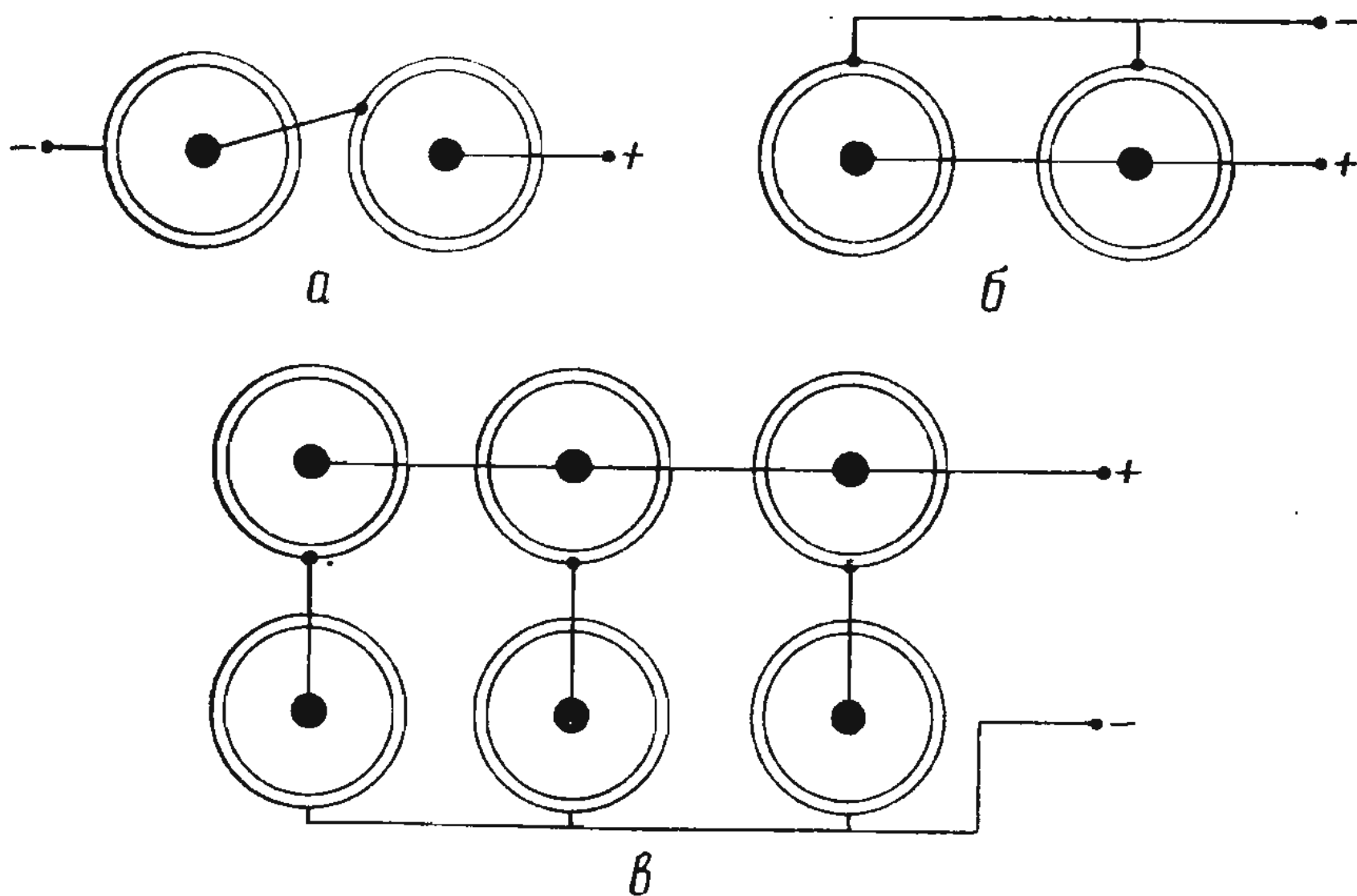


Рис. 24. Соединение элементов в батарее.

а—последовательное соединение, *б*—параллельное соединение, *в*—смешанное соединение.

же элементов с различной емкостью, особенно при параллельном их соединении, элемент с меньшей емкостью израсходуется значительно быстрее других, присутствие его в батарее создаст повышенное ее внутреннее сопротивление и тем самым только ухудшит работу такой батареи.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СУХИХ БАТАРЕЙ

Водоналивные элементы прекращают свою работу только тогда (не считая механических повреждений), когда полностью израсходуется цинк или сильно понизится концентрация электролита. В таких случаях заменяют отрицательный электрод новым цинком или добавляют в электролит соответствующие соединения солей.

Сухие элементы чаще всего перестают работать потому, что в них высыхает тестообразная масса, выполняющая роль электролита. Такие батареи тоже можно легко восстановить, и они вновь будут давать необходимое напряжение.

Для этого надо горячим шилом сделать отверстие в верхнем защитном слое смолы у каждого элемента и влить в эти отверстия при помощи пипетки по 1—2 кубических сантиметра 10-процентного раствора нашатыря. После этого отверстия снова заливаются смолой.

Восстановленные таким образом батареи работают два срока. Быстрое и полное падение напряжения в батарее означает, что произошло какое-нибудь механическое повреждение — обрыв или окисление контактов. В таких случаях батарею следует разобрать и исправить повреждение. Разбирать батарею надо исключительно осторожно, — особенно при съемке смолы надо следить за тем, чтобы по неосторожности не обломить верхний конец угля.

У очищенной от смолы батареи сразу же обнаружится или окисление контактов, особенно колпачка на угле, или обрыв соединительного провода.

После очистки окисла и прочного восстановления всех контактов батарея снова будет работать. Восстановленную батарею необходимо снова залить смолой, чтобы предохранить ее массу от быстрого высыхания.

АККУМУЛЯТОРЫ

В предыдущих статьях мы рассказали о химических источниках электрического тока. Аккумулятор же не является сам источником тока. Он вообще не производит ток. Аккумулятор — это прибор, который при пропускании через него постоянного тока преобразует полученную электрическую энергию в энергию химическую, а затем, при включении его

в рабочую цепь, отдает накопленную химическую энергию в виде электрического тока. Таким образом, аккумулятор является как бы складом для электроэнергии, и поэтому, когда весь запас электроэнергии в аккумуляторе израсходуется, его приходится снова заряжать.

Аккумулятор — самый совершенный вид прибора для питания электроламп и особенно для питания радиоустановок. Аккумуляторы бывают двух типов: кислотные — со свинцовыми пластинами и раствором серной кислоты в качестве электролита, и щелочные — с железо-никелевыми пластинами и электролитом из раствора едкого калия.

Так как щелочные аккумуляторы сложны в изготовлении, то мы расскажем, как самому изготовить кислотный аккумулятор.

Простейший элемент кислотного аккумулятора состоит из двух свинцовых пластин, опущенных в раствор химически чистой серной кислоты в дистиллированной воде. Если к такому элементу приключить постоянный ток, то через несколько часов он накопит достаточно энергии, чтобы отдавать ее для работы. В практике же такие простые аккумуляторы употребляются только для анодного питания радиоприемников, так как они обладают очень незначительной емкостью. Для питания накала радиоламп или для освещения употребляются аккумуляторы с большей емкостью. Это достигается так же, как и в элементах с воздушной деполяризацией, путем увеличения рабочей поверхности пластин. Поэтому аккумуляторы накала обычно состоят из нескольких пар пластин.

Емкость аккумулятора исчисляется в ампер-часах. Это значит, что если мы имеем аккумулятор емкостью в 20 ампер-часов, то мы, после полной его зарядки, сможем расходовать накопленную им электроэнергию по 2 ампера в течение 10 часов или по 0,5 ампера в течение 40 часов.

Для изготовления аккумулятора нам потребуется две стеклянные или эбонитовые банки, желательно прямоугольные, но можно и круглые, емкостью в 1 литр, — например, банки из-под варенья или консервов. Нам потребуется также листовой свинец и серная кислота плотностью 22—24° по ареометру Бомэ*.

Из листового свинца надо вырезать 10 пластин размером 70 × 100 мм с отводами для соединения. Пластины эти надо соединить в группы: две группы по три пластины и две группы по две пластины. Затем пластины вставляются в стеклянную банку, на дно которой предварительно опускаются две стеклянные трубочки или пробирки диаметром в 20 мм. На эти трубки устанавливаются две группы в 3 и 2 пластины

* Ареометр — прибор для определения плотности жидкостей.

так, чтобы пластины малой группы вошли в промежутки между пластинами большей группы. Между всеми пластинами, во избежание короткого замыкания, необходимо проложить узкие стеклянные полоски или тоненькие стеклянные трубочки.

После того как будут приняты все предосторожности против короткого замыкания пластин, которое губительно отражается на работе аккумулятора, элементы заливают серной кислотой и ставят на формовку. Для этого через выпрямитель положительный полюс соединяют с группой из двух пластин, а отрицательный — с группой из трех пластин и включают ток.

Через несколько часов, в результате протекающего через аккумулятор постоянного тока и происходящих электрических процессов в электролите, на пластинах, соединенных с положительным полюсом выпрямителя, образуется тонкий слой перекиси свинца, который с каждой последующей зарядкой становится все толще и покрывает положительные пластины темнокоричневым налетом. На отрицательных пластинах при этом образуется окись свинца, и они приобретают серую окраску.

Только что сформованный аккумулятор не сможет отдать всё количество полученной энергии с той силой, которую он сможет отдавать впоследствии, но после нескольких перезарядок он будет обладать полной емкостью, в зависимости от площади положительных пластин. Напряжение одного элемента кислотного аккумулятора, независимо от его размера, всегда равно двум вольтам.

В фабричных аккумуляторах увеличение площади пластин достигается тем, что они отливаются готовыми в виде решетки, отверстия которой заполняются специальной тестообразной массой, состоящей из перекиси и окиси свинца (свинцового сурика и глета). Такой аккумулятор будет обладать значительной емкостью. В нашем простом аккумуляторе несколько увеличить площадь пластин можно нанесением на них, в виде сетки, глубоких царапин ножом или другим острым металлическим предметом. Это нужно делать до того, как пластины будут спаиваться в группы.

Кислотный аккумулятор требует бережного и осторожного с собой обращения. Прежде всего, серная кислота очень ядовита. Ядовиты и пары, выделяемые ею при зарядке аккумулятора. Поэтому зарядку надо проводить в хорошо проветриваемом помещении. При этом надо быть особенно осторожным с открытым огнем — зажженной спичкой, лампой, папиросой, так как газы, выходящие из аккумулятора, могут воспламениться и взорваться.

Большую осторожность надо соблюдать также при разведении кислоты и заливке аккумулятора. При разведении

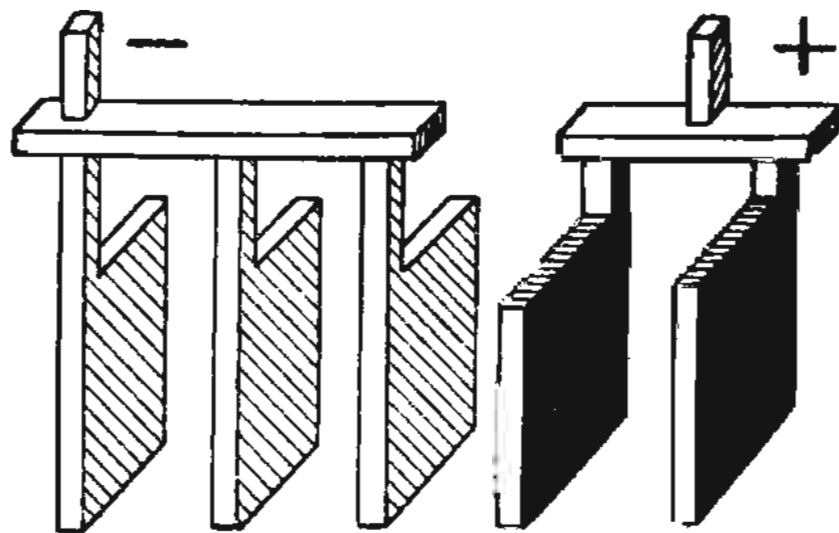
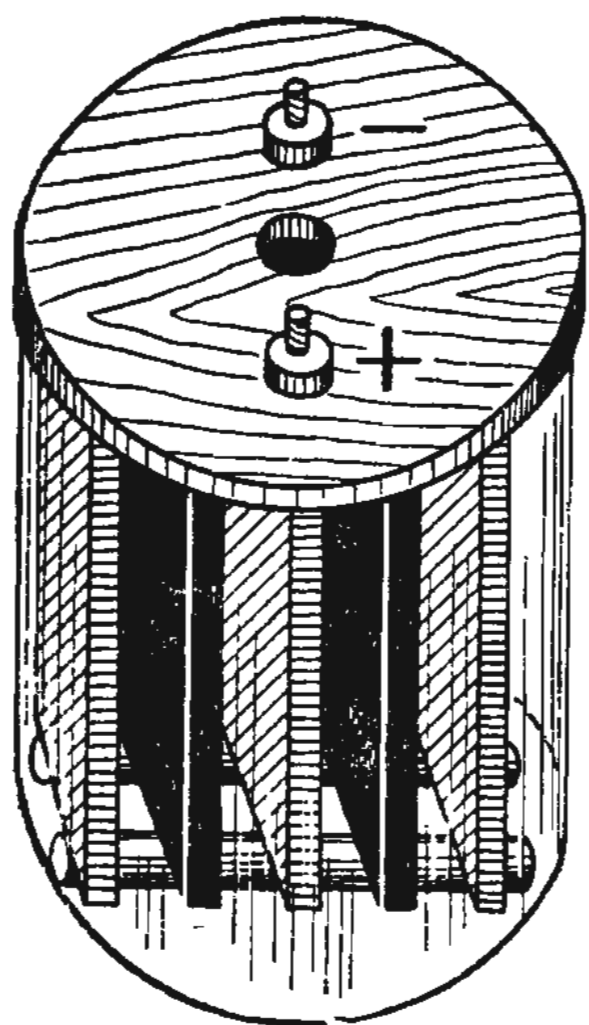


Рис. 25. Кислотный аккумулятор и его пластины.

крепкой серной кислоты обязательно вливайте кислоту в воду и ни в каком случае не наоборот. Если вы будете вливать воду в кислоту, кислота начинает бурно кипеть и разбрызгиваться в разные стороны. При этом она так нагревается, что стеклянная банка может не выдержать высокой температуры и лопнет. Серная кислота, употребляемая для заливки аккумуляторов, имеет достаточно большую концентрацию и потому, на что бы она ни попала, всё сжигает. Поэтому не меньшую осторожность надо соблюдать и при заливке аккумулятора. Заливку производят через стеклянную воронку или набирая кислоту резиновой спринцовкой и постепенно заполняя ею аккумулятор. Наливать кислоту следует так, чтобы она на 1—1,5 см покрыла верхние края пластин.

В целях безопасности работы с кислотными аккумуляторами их следует закрывать плотными крышками с отверстием для выхода газов при зарядке. Изготовление кислотных аккумуляторов показано на рис. 25.

Аккумуляторы могут ухудшить свою работу из-за сульфации пластин. Это основной бич аккумуляторов. Причиной этого является или продолжительность нахождения аккумулятора без зарядки, или систематическая зарядка его ниже нормы, или это явление происходит от слишком крепкого раствора серной кислоты.

Устранить слабую сульфацию, которая покрывает пластины белым налетом и тем самым повышает внутреннее сопротивление аккумулятора, можно путем наполнения аккумулятора дистиллированной водой и последующей зарядкой током в 3—4 раза меньшим, чем нормальный зарядный ток. Заря-

жать такой аккумулятор надо в течение 4—6 дней, с перерывами, до тех пор, пока пластины не примут нормальный цвет. После этого аккумулятор можно наполнить кислотой нормальной крепости и зарядить.

Помните! Аккумулятор не терпит коротких замыканий. От этого он быстро портится. Включайте аккумулятор при зарядке правильно. Перепутывание полюсов окажется губительным для аккумулятора. Не держите клапаны закрытыми при зарядке: газы могут настолько скопиться, что разорвут сосуды.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

ВЫПРЯМИТЕЛЬ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ

Теперь, когда у нас имеется аккумулятор, надо его как-то зарядить.

Для зарядки аккумуляторов от сети переменного тока необходимо сделать выпрямитель. Мы опишем самую простую конструкцию такого выпрямителя.

Для выпрямителя нужен стакан или пол-литровая стеклянная банка, алюминиевая и свинцовая пластины размером 40×100 мм и резиновая трубка диаметром в 2 см.

От резиновой трубки отрезается кольцо длиной в 2 см, которое натягивается на алюминиевую пластину, на то место, где будет проходить уровень электролита. Дело в том, что при работе выпрямителя электролит особенно сильно разъедает алюминий у самой поверхности раствора. Резина же предохранит алюминий от разъедания, и наш выпрямитель сможет проработать значительно дольше.

В качестве электролита в электролитических выпрямителях применяются различные растворы. Все они имеют свои преимущества и недостатки. Но электролитический выпрямитель для зарядки аккумуляторов, как показал многолетний опыт, вполне удовлетворительно работает на растворе двууглекислого натра, то-есть обыкновенной пищевой соды. Для этого соду берут (примерно) в пропорции: на 100 граммов воды 5—7 граммов соды.

В таком выпрямителе (см. рис. 26 а) положительным полюсом будет служить алюминий, а отрицательным—свинец. Если мы включим такой элемент свинцовой пластиной в сеть переменного городского тока, то через выпрямитель пойдет ток только в одном направлении, а именно на алюминиевой пластине всегда будет положительный полюс напряжения. Если же, наоборот, в сеть будет включена алюминиевая пластина, то на свинцовой пластине всегда будет отрицательный

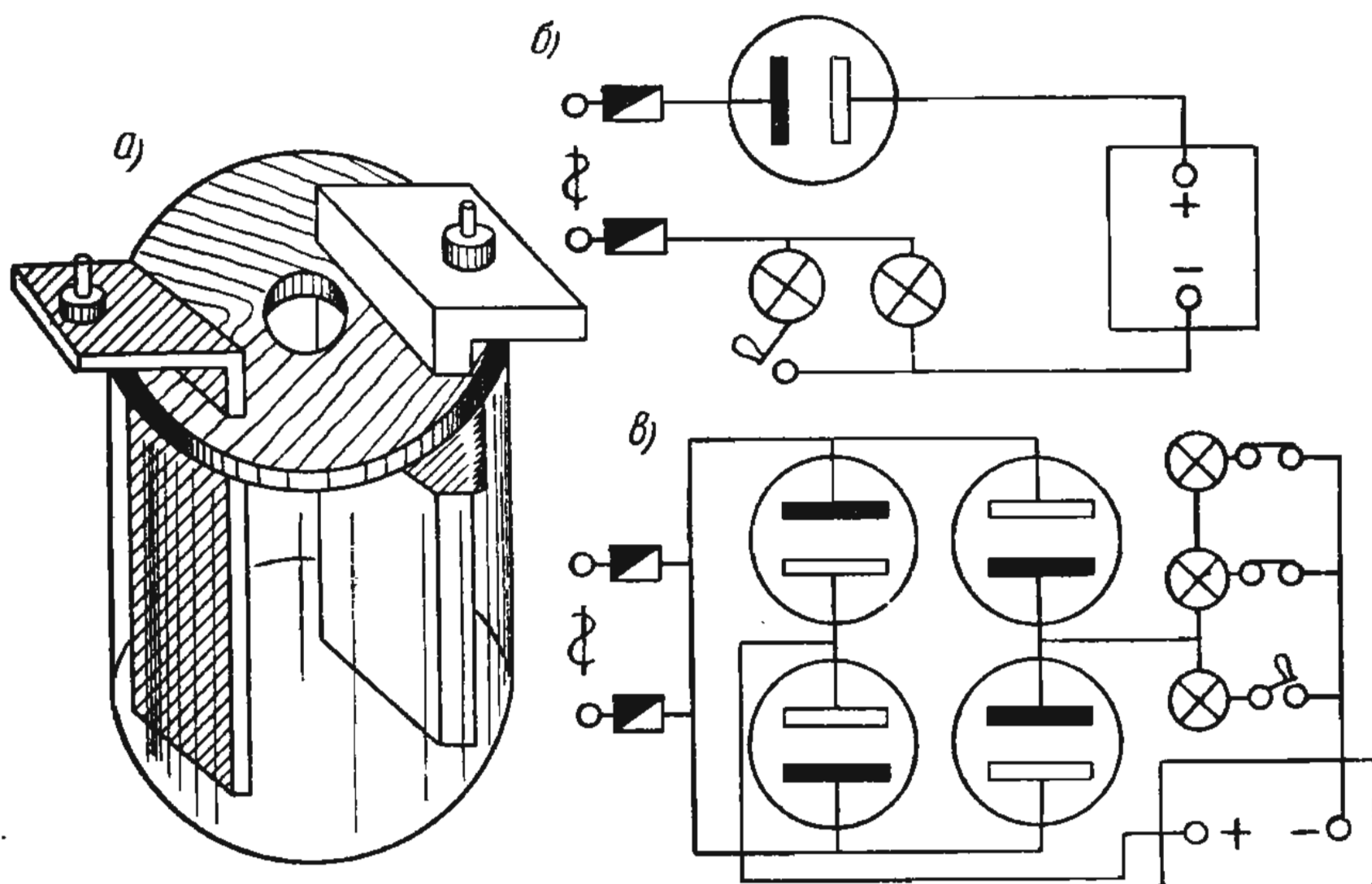


Рис. 26. Электрический выпрямитель и его выключение для зарядки аккумуляторов.

а—однополупериодный электролитический выпрямитель. *б*—включение однополупериодного выпрямителя, *в*—включение двухполупериодного электролитического выпрямителя.

полюс напряжения. Это будет однополупериодный выпрямитель, так как через него будет проходить электрический ток только одного полупериода. Например, в первом случае через выпрямитель будет проходить ток только положительного направления (см. рис. 26 б).

Чтобы полнее использовать напряжение, для зарядки применяются двухполупериодные выпрямители. Они состояются из двух или четырех элементов — в зависимости от того, какой силы ток требуется для зарядки, и включаются в обе фазы электросети (см. рис. 26 в). Для зарядки аккумуляторов накала лучше применять выпрямитель из 4 элементов. Дело в том, что сила зарядного тока аккумуляторов должна составлять 0,1 его емкости. Если мы будем иметь аккумулятор емкостью в 20 ампер-часов, то в данном случае для зарядки аккумулятора потребуется сила тока в 2 ампера. Чтобы можно было снять силу тока в один ампер, требуется выпрямитель, имеющий площадь алюминиевой пластины в 100 кв. сантиметров. Поэтому, при наличии у нашей пластины площади в 40 кв. см, нам надо сделать выпрямитель из четырех элементов и применять его как двухполупериодный.

При включении выпрямителя в сеть обязательно пользуйтесь предохранителями. Для регулировки напряжения, подаваемого на зарядку, сделайте ламповый реостат, при помощи которого вы будете иметь возможность „гасить“ излишнее

напряжение в цепи и тем самым создавать нормальные условия для зарядки аккумулятора.

Способы включения выпрямителей показаны на рис. 26 б и в.

ТРАНСФОРМАТОР

Практически электроэнергией пользуются через посредство различных трансформаторов, повышающих или понижающих напряжение в зависимости от того, какого напряжения и какой силы нужна электроэнергия. Трансформируется же она вначале для того, чтобы с меньшими потерями — утечками — полученную на электростанции электроэнергию можно было передать на большие расстояния. Известно, что при высоком напряжении электроэнергии, передаваемой по проводам, имеющим большое сопротивление, теряется меньше. Поэтому от электростанции на подстанцию электроэнергия подается обычно напряжением в 480 вольт, а в городе трансформаторы преобразуют ее в 120 вольт и уже посылают для нужд населения.

Нам же для наших опытов напряжение в 120 вольт велико. Для моделей, которые мы будем с вами строить, потребуется напряжение в 4, 8 и 12 вольт. Работать с таким напряжением, во-первых, не опасно, а во-вторых, и сами модели могут быть сделаны значительно проще, обойдутся они намного дешевле и не будут так громоздки по своим размерам. Поэтому и целесообразно сделать такой интересный и полезный прибор, каким является трансформатор (см. рис. 27).

Трансформатор — не новый прибор. Он появился еще в 1831 году, когда английский физик Фарадей впервые сконструировал прибор для индукционного преобразования электромагнитных сил. Но первый трансформатор электрического тока, без которого не могла бы существовать вся современная электротехника, изобрел и сконструировал замечательный русский изобретатель Усагин Иван Филиппович (1855—1919), будучи ассистентом выдающегося русского физика А. Г. Столетова в Московском университете. Внешне первый трансформатор мало напоминал собой современные трансформаторы, но в принципе теперешние трансформаторы ничем не отличаются от первого трансформатора Усагина.

Трансформатор представляет собой железный сердечник, обмотанный тонкой изолированной проволокой или в виде двух отдельных катушек, намотанных одна на другую или расположенных одна против другой и находящихся на общем сердечнике. В зависимости от того, на сколько витков во вторичной обмотке трансформатора меньше, чем в первичной, к которой присоединяется напряжение электросети, во столько приблизительно раз и будет понижено напряжение. Если,

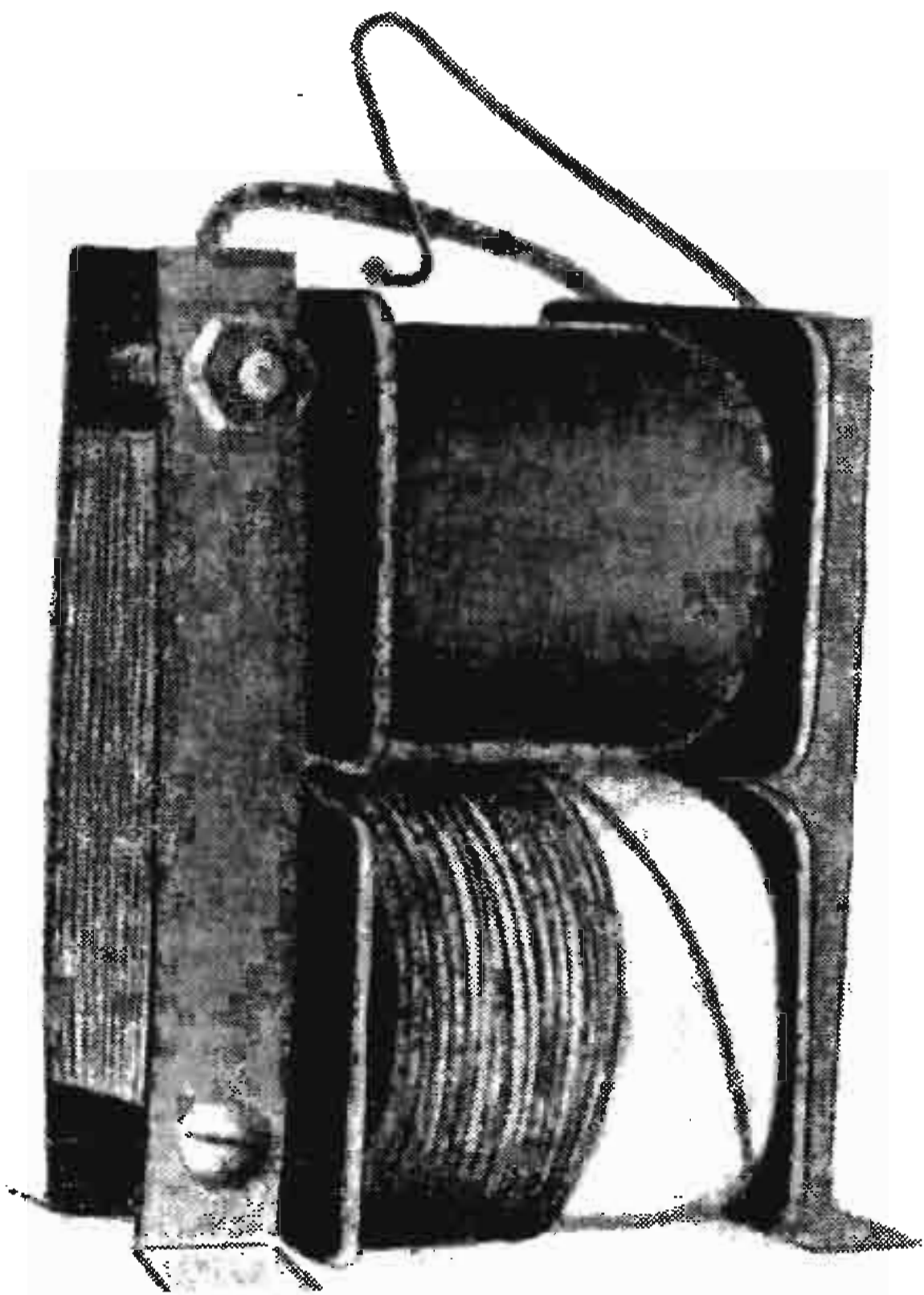


Рис. 27. Трансформатор в готовом виде.

например, мы присоединим 120 вольт к первичной обмотке трансформатора, у которого вторичная обмотка в четыре раза меньше первичной, то со вторичной обмотки мы сможем снять напряжение в 30 вольт. В таком случае коэффициент трансформации будет $= 4 : 1$ (коэффициентом трансформации называется отношение между числом витков первичной и вторичной обмоток трансформатора). Но этот подсчет приблизителен, он сделан без учета различных потерь тока на сопротивление проводника, на нагрев трансформатора и т. д. Для более точного подсчета трансформации электроэнергии существуют специальные формулы.

Что же происходит с током при его прохождении через трансформатор? Происходит обыкновенная индукция, законы которой открыл Фарадей. При включении переменный ток возбуждает в первичной катушке трансформатора перемен-

ный магнитный поток, а он, в свою очередь, создает переменный ток той же частоты во вторичной катушке. (Частотой называется количество периодов в секунду, то-есть количество изменения направления тока. Наш городской ток имеет 50 периодов в секунду.) И если во вторичной катушке меньше витков проволоки, значит и электрического тока в ней будет возбуждено меньше — и наоборот.

Происходит этот процесс вследствие того, что в каждый период обмотка вторичной катушки пересекается различным числом линий переменного магнитного поля, создаваемого первичной обмоткой трансформатора. Поэтому запомните, что трансформатор может повышать или понижать напряжение только переменного тока, так как только переменный ток может создавать вокруг первичной обмотки трансформатора переменное магнитное поле.

Какой же нам делать трансформатор?

В начале статьи мы уже говорили, что для наших приборов потребуется напряжение в 4, 8 и 12 вольт. Каким же образом рассчитать трансформатор на такое напряжение?

Если наша городская электросеть имеет напряжение в 120 вольт, то для того чтобы наш трансформатор мог работать длительное время без сильного нагревания, надо сделать его с некоторым запасом сопротивления обмоток и площади сердечника. Возьмем для нашего трансформатора поперечную площадь сечения сердечника в 6 кв. см. Этого будет вполне достаточно. Теперь приступим к самому расчету трансформатора.

Как уже указывалось выше, для расчета трансформаторов существуют сложные формулы, по которым можно точно определить все величины трансформатора. Но мы с вами возьмем упрощенную формулу.

Постоянная величина 60 (эта величина берется для среднего трансформаторного железа*) делится на площадь поперечного сечения сердечника, то-есть на 6 в данном случае. Получается 10. Это значит, что на каждый вольт напряжения мы должны будем намотать 10 витков. Теперь полученное число надо умножить на количество вольт, то-есть на 120. Мы получим 1200 — это количество витков для первичной обмотки трансформатора.

Количество витков вторичной обмотки высчитывается точно так же: 10 умножить на 4 вольта — получим 40 витков.

Для восьмивольтовой обмотки надо в два раза больше, то-есть 80 витков и для 12-вольтовой — 120 витков. Мотать

* Число 60 получается от умножения числа, выражающего сечение сердечника в квадратных сантиметрах, на количество витков, приходящихся на один вольт напряжения. Следовательно, число 60, деленное на сечение сердечника, показывает, сколько витков должно быть в каждой их обмотке на один вольт напряжения.

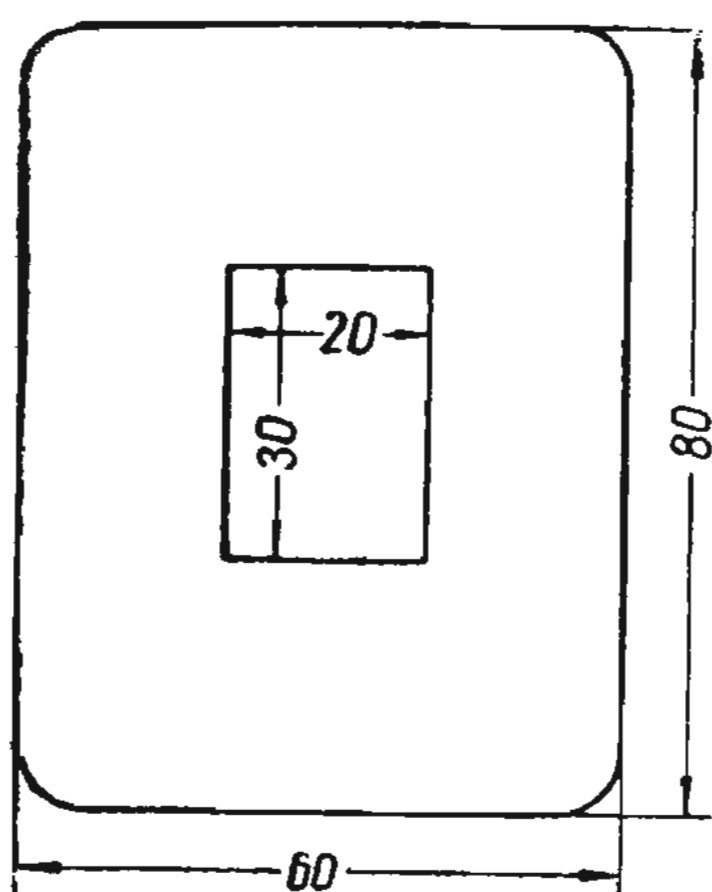


Рис. 28. Щечки каркаса для катушки трансформатора.

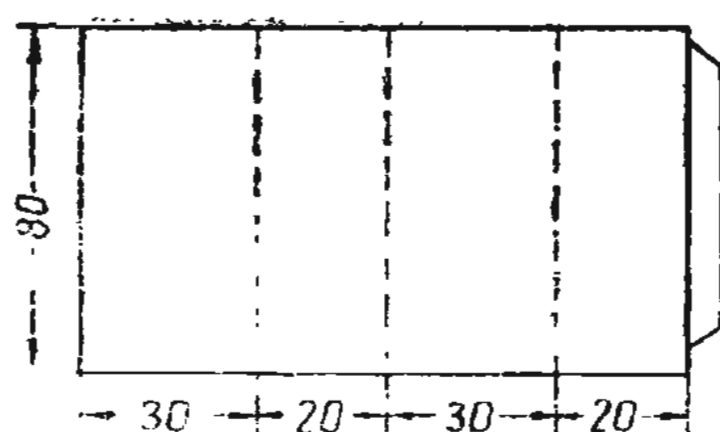


Рис. 29. Разметка ствола каркаса.

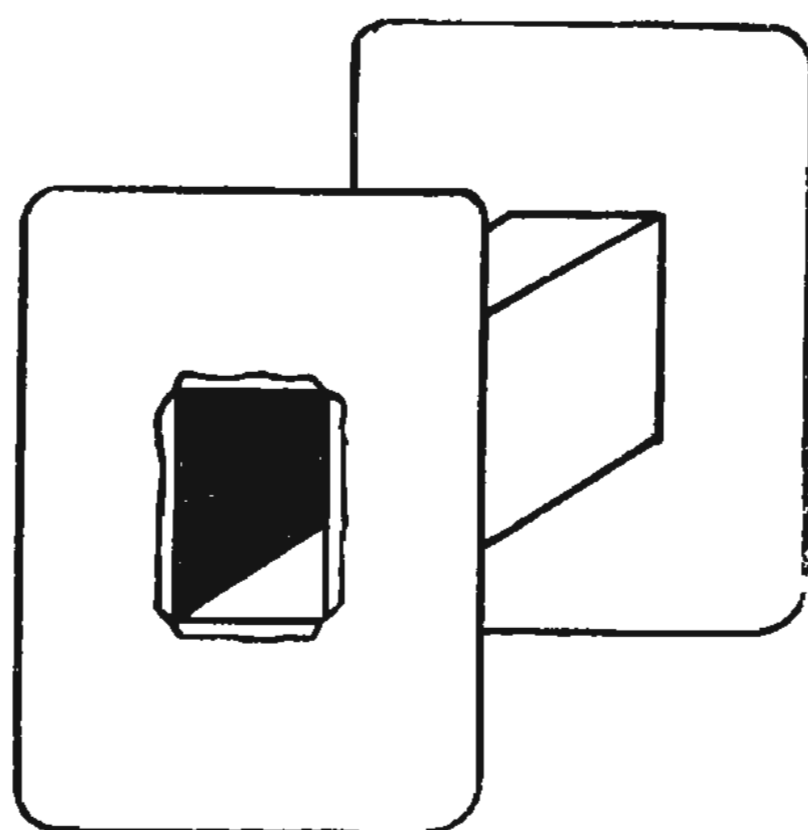


Рис. 30. Готовый каркас для катушки

три отдельные обмотки вовсе не обязательно. Лучше сделать одну обмотку на 12 вольт с отводами от 40-го и 80-го витков.

Теперь встает вопрос: а какой провод взять для трансформатора? Так как нам не потребуется снимать большого тока, то для первичной обмотки трансформатора вполне можно применить изолированный провод в двойной бумажной или шелковой изоляции, сече-

нием 0,2—0,3 мм. Для вторичных обмоток лучше взять провод толще: 0,8 мм или же в 1 мм.

Когда все расчеты будут закончены, можно приступить к изготовлению трансформатора.

Прежде всего нам надо заготовить жести на сердечник. Для этого лучшим материалом будут консервные банки. Из них нарезаются полосы шириной в 2 см и длиной 27 см, как раз по длине разрезанной консервной банки. Таких полосок потребуется около 80 штук. Когда полосы нарезаны, их отжигают в печи и дают медленно остыть в золе. После этого окалина с железа счищается и полосы покрываются лаком (или лучше шеллаком) или оклеиваются с одной стороны тонкой папиросной бумагой. Пока лак будет сохнуть, мы изготовим каркас для катушки. Он делается из толстого картона. Сначала вырезаются щечки каркаса, как указано на рис. 28. Затем делается ствол. Он склеивается из картона в два ряда по отверстию щечек (рис. 29). Второй слой делается несколько короче, с таким расчетом, чтобы надетые

на ствол щечки тесно садились на него и не продвигались дальше. Щечки прочно приклеиваются столярным клеем, и каркасу дают хорошо высохнуть. Готовый каркас показан на рис. 30.

Прежде чем начинать намотку сетевой обмотки, на каркас надо намотать слоя три-четыре пропарафиненной бумаги или чертежной кальки и затем уже приступить к намотке проволоки. Намотку производите как можно аккуратнее, укладывая виток к витку. После двух-трех рядов намотки обязательно прокладываете слоя два пропарафиненной бумаги или кальки по всей ширине катушки. Когда будет закончена первичная обмотка, концы ее прочно закрепляются в щечке каркаса и поверх обмотки наматывается слоев пять пропарафиненной бумаги. Затем наматываются вторичные обмотки, между рядов которых также прокладывается бумага.

Наматывать вторичные обмотки надо в том же направлении, что и первичную. Не забудьте сделать отводы от 40-го и 80-го витков в виде петель длиной сантиметров в 10. Все отводы вторичных обмоток надо делать на второй щечке каркаса. Готовую катушку следует обмотать пропарафиненной бумагой в несколько слоев и затем оклеить клеенкой или картоном.

В готовую катушку вставляются железные полоски на половину их длины. Внутреннее отверстие катушки должно быть как можно туже набито пластинами сердечника. При этом пластины, особенно последние, надо вставлять с большой осторожностью, чтобы не прорезать каркас, не повредить изоляцию на проводе и тем самым не замкнуть первичную обмотку. После того как сердечник вставлен, он огибается вокруг каркаса в одну сторону и соединяется внизу

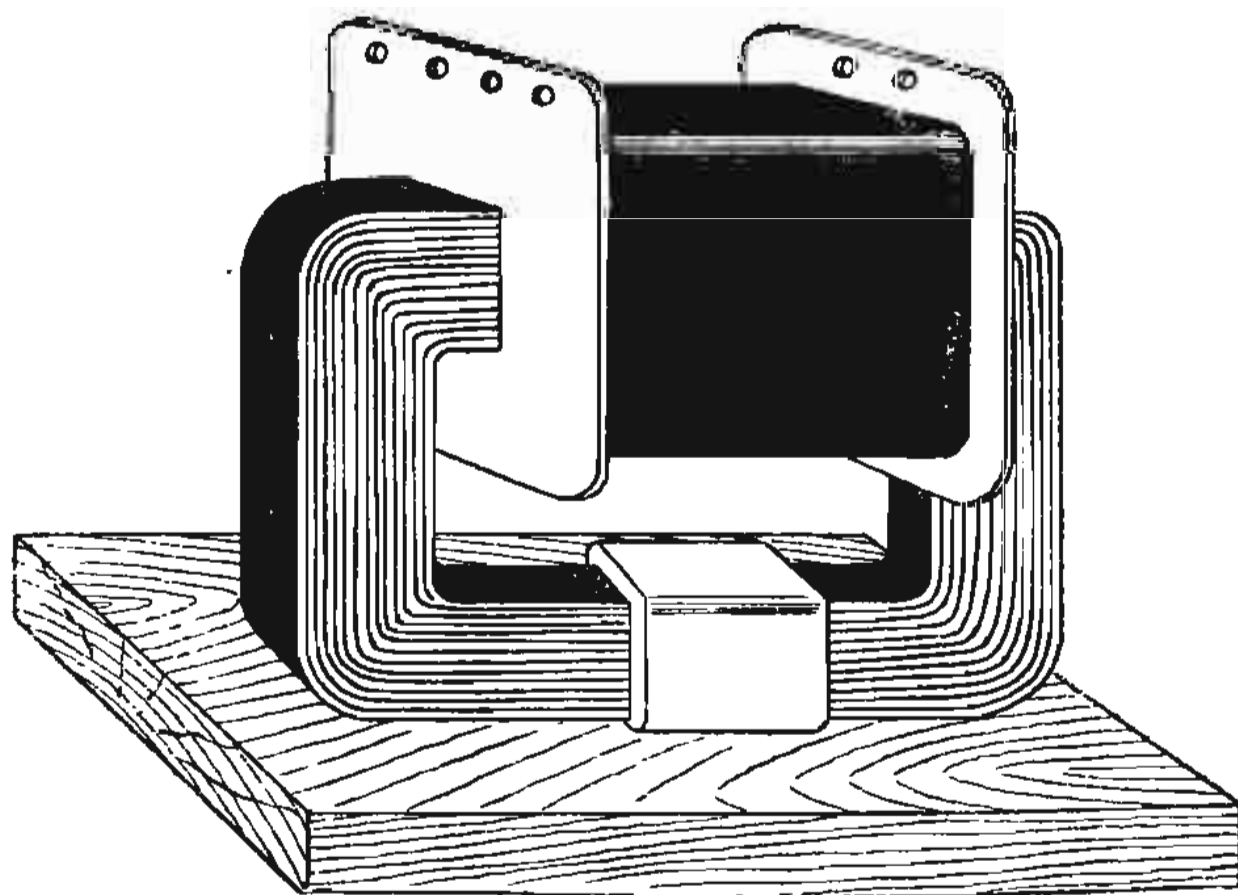


Рис. 31. Готовый трансформатор.

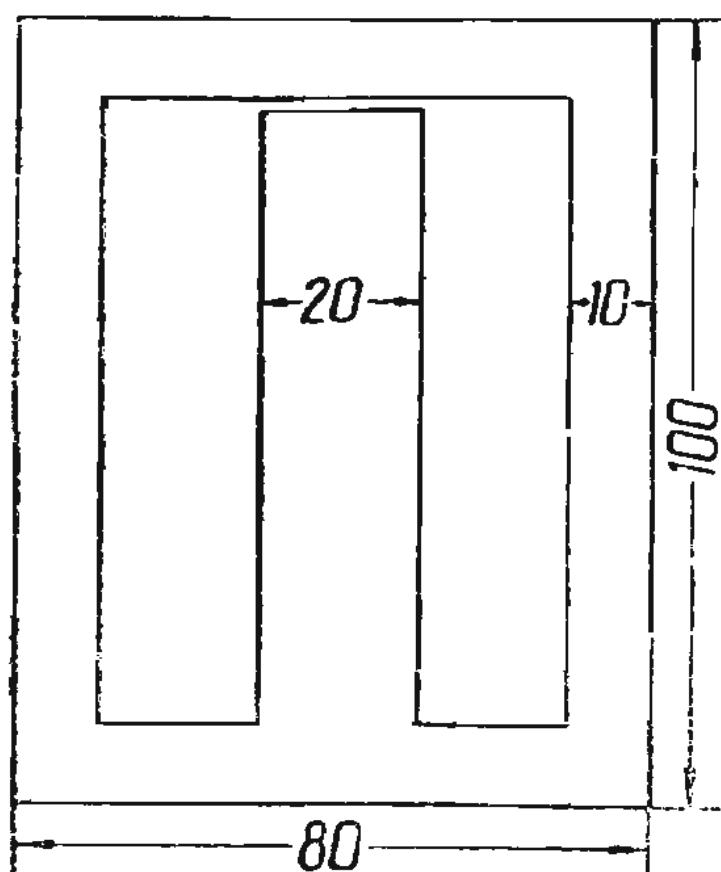


Рис. 32. Пластика для Ш-образного сердечника трансформатора.

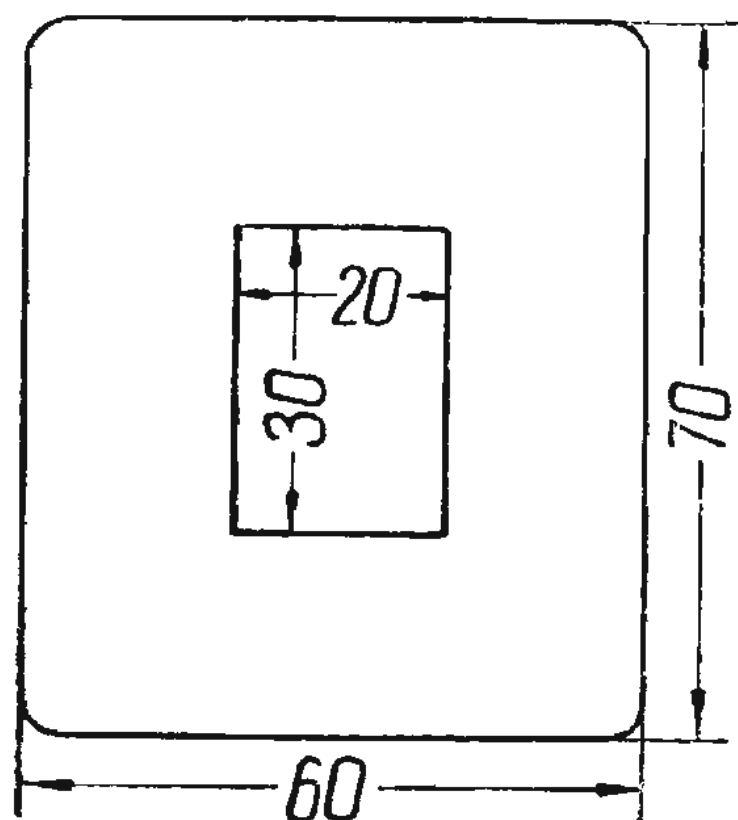


Рис. 33. Щечка каркаса для катушек трансформатора.

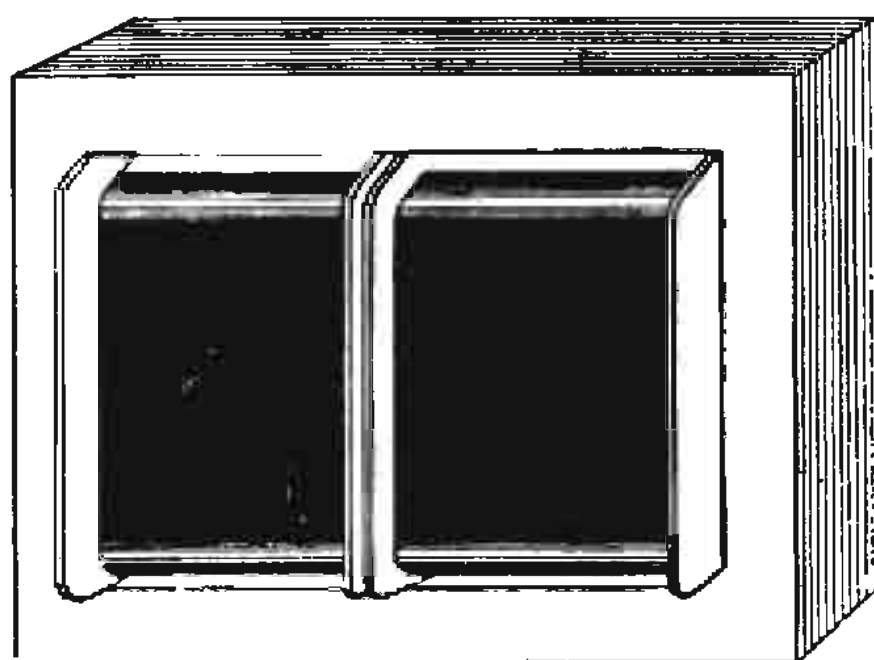


Рис. 34. Готовый трансформатор с Ш-образным сердечником.

в переплет. Соединяя сердечник, оставьте между ним и каркасом воздушный зазор сантиметра в два. На шов, где переплетаются пластины сердечника, наложите прочный металлический хомут. Сердечник надо сжимать как можно крепче, иначе он будет гудеть.

Концы обмоток лучше всего прикрепить к контактам, ввернутым в щечки катушки. Так будет надежнее — они не перетрутсЯ и не оборвутся.

Чтобы закончить с трансформатором, надо сделать для него основание из доски размером 10×12 см, толщиной сантиметра в 2—3, и прочно прикрепить к нему трансформатор при помощи металлических скобок, огибающих нижнюю часть сердечника.

Готовый трансформатор показан на рис. 31.

Можно сделать трансформатор и по-другому. Он будет еще компактнее. Для этого лучше применить Ш-образный сердечник и намотать на нем первичную и вторичные обмотки не на один каркас, а на два.

Для сердечника такого трансформатора надо нарезать 70 Ш-образных пластин (по рис. 32) и обработать их уже указанным способом, то-есть отжечь и покрасить или оклеить папиросной бумагой. Каркасы для катушек делаются по рис. 33. Каждый из них будет иметь длину в 3,5 см.

Намотка производится уже известным нам способом и также в одном направлении.

Сборка трансформатора производится так: катушки кладутся на стол близко друг к другу. При этом не забудьте проверить, в одном ли направлении идут их обмотки. Затем центральная полоска пластинки сердечника отгибается и вставляется в середину катушек. Вторую пластинку надо вставлять уже с другого конца. Так чередуя пластинки, мы делаем сплетение пластин сердечника, как и в первом случае, когда мы замыкали кольцо сердечника. Таким образом мы замкнем накоротко и этот сердечник, что нам и требуется.

Готовый трансформатор такого типа показан на рис. 34.

Для предохранения трансформатора от порчи хорошо для него сделать коробку из жести или из фанеры. Вверните в крышку коробки клеммы и присоедините к ним отводы от вторичных обмоток. Если коробка железная, то клеммы надо смонтировать на фанерной или фибровой планке и, вырубив соответствующее окно в крышке коробки так, чтобы клеммы не касались железа, прикрепить планку на место. Для приключения трансформатора к сети первичную обмотку соединяют с осветительным шнуром и последний также выводится через крышку коробки. В отверстие для шнура вставьте эбонитовую или фарфоровую трубочку.

Чтобы трансформатор не сильно гудел, его надо установить на резиновые ножки, для которых вполне подойдут школьные ластики.

Можно, наконец, сделать сердечник для трансформатора и так, как указано на рис. 35. Делать их легче, чем в предыдущей модели. Собираются планки для такого сердечника также в переплет.

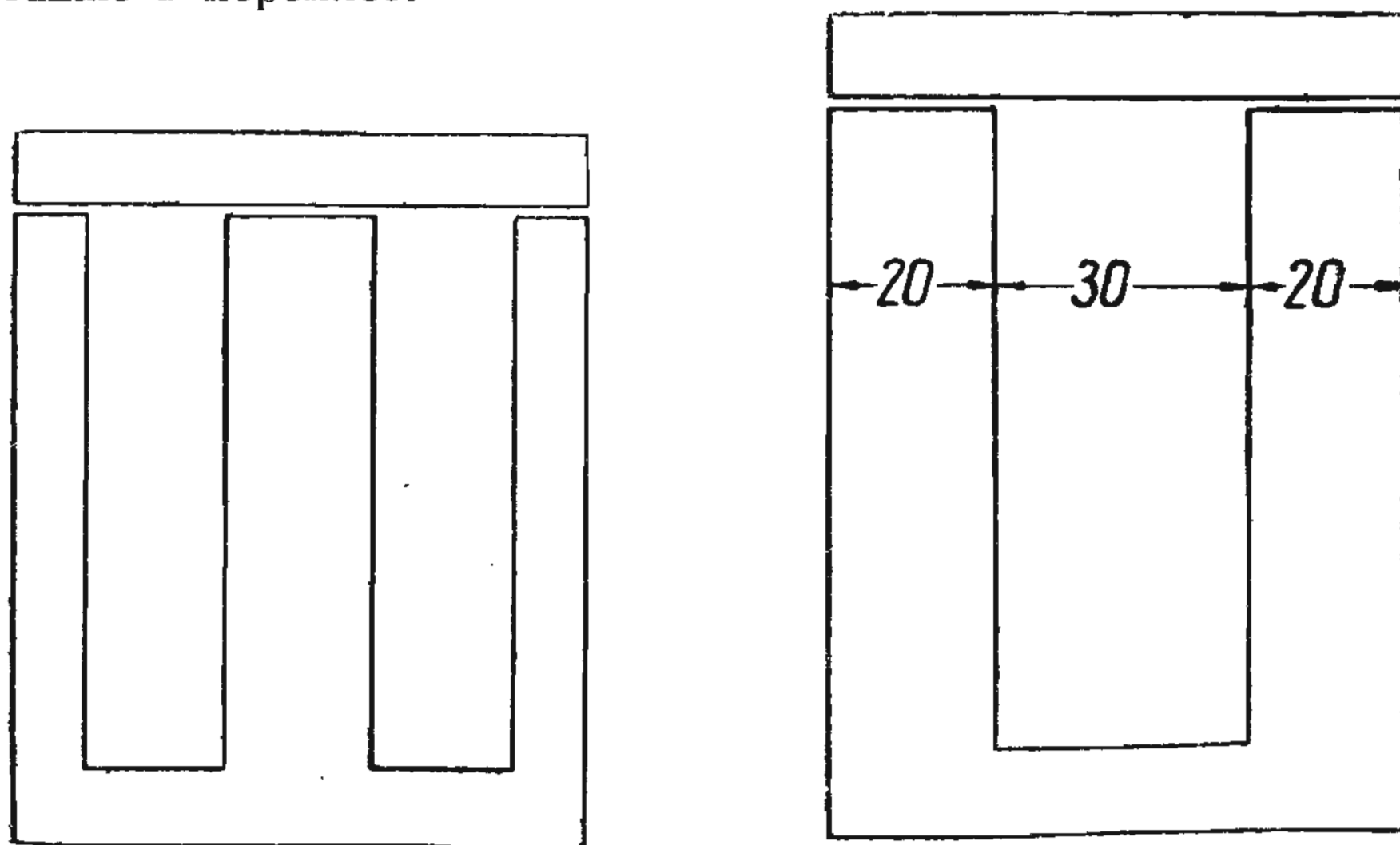


Рис. 35. Системы сердечников трансформатора:
Ш-образного и П-образного.

Обмотка для такого трансформатора наматывается точно так же, как и для предыдущего и с тем же количеством витков.

Когда будет собран трансформатор, сердечник его прочно скрепляется планками из толстого железа и болтами, как указано на общем рисунке. Планки делаются из толстого кровельного железа размером 2×12 см. Но можно сердечник скрепить и деревянными планками при помощи шурупов. В таком случае планки лучше делать квадратного сечения из сухой березы.

КАТУШКА РУМКОРФА

Для проведения опытов с электричеством и для постройки некоторых приборов, предлагаемых в этой книге, юным техникам будет необходим, кроме понижающего, и мощный повышающий трансформатор, каким является катушка Румкорфа—индукционная катушка.

Желательно построить катушку, которая давала бы искру длиной в 10—15 сантиметров. Это в значительной степени облегчило бы постройку таких приборов, как, например, рентгеновский аппарат. Но особенно увлекаться большой мощностью индукционной катушки не следует, так как изоляция провода может не выдержать слишком высокого напряжения и катушка сгорит. При наличии же материалов, имеющих в продаже, вполне возможно построить индукционную катушку с искрой в 8—10 сантиметров. А этого на первый раз для нас будет вполне достаточно.

Принцип действия индукционной катушки в точности такой же, как и трансформатора, о чем было рассказано в предыдущей статье, поэтому мы не будем останавливаться на этом вопросе.

Катушку Румкорфа для нас вполне может заменить бобина от автомашины. Но если такой не окажется в нашем распоряжении, то индукционную катушку придется изготовить самим.

СЕРДЕЧНИК

Сердечник катушки делается из железной проволоки, которая употребляется для упаковки ящиков, или жести от консервных банок. Проволоку или жечь, предназначенную для сердечника, необходимо отжечь, то-есть накаливать в печи до темнокрасного накала и затем медленно остудить в горячей золе. После этого с проволоки надо тщательно счистить окалину и покрыть проволоку спиртовым лаком, или, лучше, шеллаком. После того как проволока просохнет, ее склады-

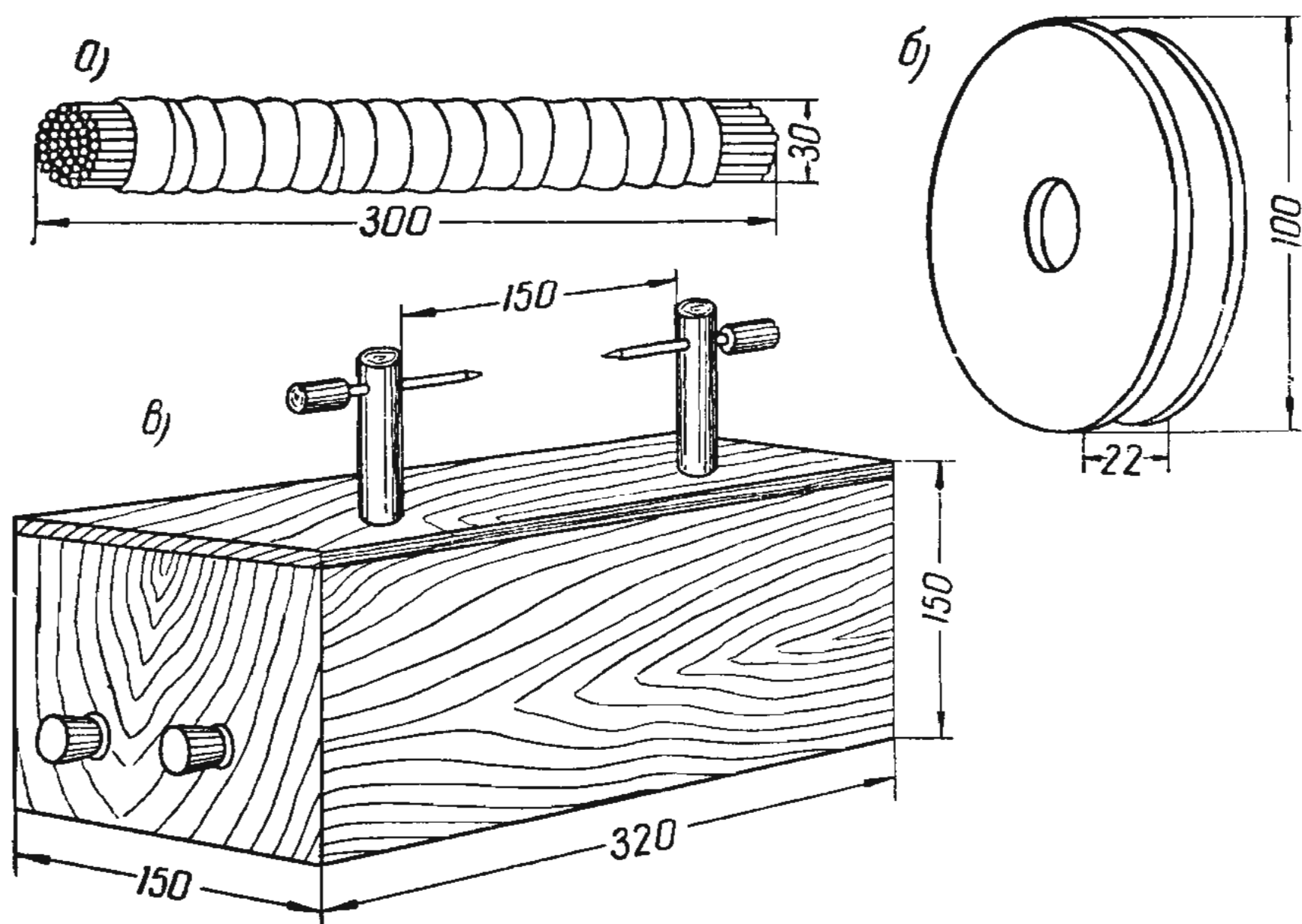


Рис. 36. Детали катушки Румкорфа.
а—сердечник для катушки Румкорфа, *б*—секции для вторичной обмотки, *в*—футляр для катушки Румкорфа с разрядником.

вают в пучок и крепко обматывают изоляционной лентой. Поверх изоляционной ленты на сердечник следует намотать еще слоя четыре пропарафиненной бумаги. После этого можно приступить к изготовлению обмоток. Готовый сердечник и его размеры показаны на рис. 36 *а*.

ОБМОТКА

Обмотка сердечника производится в той же последовательности, как и у всякого трансформатора, то-есть сначала наматывается первичная обмотка и на нее—вторичная, повышающая обмотка.

Так как большинство аккумуляторов и батарей накала имеет в среднем напряжение 4 вольта, то и нам лучше сделать индукционную катушку, которая работала бы от 4 вольт. Для этого на первичную обмотку нам потребуется медный изолированный провод, желательно с двойной шелковой изоляцией, диаметром 1,5 мм. Такой проволоки нам потребуется 25 метров.

Закрепив конец провода ниткой на расстоянии 40 мм от торца сердечника и оставив конец провода длиной в 100 мм, намотку производят по часовой стрелке, с плотной укладкой

витка к витку. Когда таким образом сердечник будет обмотан одним слоем провода по длине 220 мм, делается петля длиной в 100 мм, провод снова закрепляется ниткой и ведется второй слой намотки в том же направлении. Намотав второй слой, конец обмотки нужно прочно закрепить с помощью суровой нитки и всю обмотку залить горячим парафином.

Средний отвод от первичной обмотки позволит нам применять в работе напряжение в 2 вольта, а следовательно, вдвое повысить коэффициент трансформации и в конечном итоге увеличить длину искры. И использованием же одновременно обеих секций, параллельно включенных, мы сможем подать на первичную обмотку повышенный ток и тем самым еще несколько увеличить мощность искры.

Вторичную обмотку катушки необходимо сделать многосекционной. Многосекционная обмотка облегчит ее исправление в случае повреждения. Ведь перемотать одну поврежденную секцию значительно легче, чем перематывать всю обмотку, состоящую из многих тысяч витков тончайшего провода.

Для вторичной обмотки нам придется изготовить 10 катушек по рис. 36 б. Катушки изготавливаются из картона толщиной в 1 мм, предварительно проваренного в парафине. Это необходимо для повышения изоляционных качеств картона. Лучше, конечно, если вы сделаете катушки из тонкой фибры.

Внутреннее отверстие катушек должно быть таким, чтобы они с трением надевались на сердечник с первичной обмоткой, поверх которой предварительно будет намотано еще два слоя пропарафиненной бумаги. Когда все катушки будут готовы, можно приступить к изготовлению вторичной обмотки.

Для вторичной обмотки нам потребуется изолированный провод ПЭ или ПШО, диаметром 0,1 мм. Будьте осторожны, особенно при намотке проводом ПШО, так как под шелковой изоляцией трудно заметить обрыв такого тонкого проводника. А если будет обрыв, то вся работа пойдет впустую.

Секции вторичной обмотки также надо наматывать аккуратно, виток к витку, и обязательно все секции должны быть намотаны в одном направлении. Следует также, намотав несколько слоев, проложить слой пропарафиненной бумаги и продолжать намотку.

Если во время намотки будет обнаружен обрыв провода, то концы его надо тщательно зачистить, скрутить между собой и обязательно спаять, а затем тщательно изолировать пропарафиненной бумагой.

Намотку каждой секции следует закончить, не доходя 5 мм до верхнего борта катушки. На этом расстоянии делается тонкий прокол в щечке катушки; провод прочно закреп-

ляют в ней и оставляют свободный конец в 5—7 см. Обмотку катушки сверху покрывают несколькими слоями пропарафиненной бумаги и изоляционной лентой.

Когда будут намотаны все 10 секций, первичная обмотка покрывается 2—3 слоями пропарафиненной бумаги и на нее надеваются секции второй обмотки. При этом надо следить, чтобы все катушки были надеты в последовательном порядке, то-есть их обмотки составляли бы продолжение одна другой. В таком же последовательном порядке их и соединяют между собой: конец обмотки первой секции соединяется с началом обмотки второй секции, а конец второй секции — с началом третьей секции и т. д.

К началу и концу вторичной обмотки припаивается по куску толстого гибкого провода длиной по 15 см каждый; после этого вся катушка заливается парафином так, чтобы она представляла сплошную парафиновую массу. При этом надо следить, чтобы не оставалось пустот между секциями, не залитых парафином. Следовательно, катушку надо заливать постепенно. Для удобства заливки надо склеить из картона цилиндр диаметром 115 мм и длиной 240 мм. Катушку устанавливают в цилиндре так, чтобы между ней и стенками цилиндра было одинаковое расстояние. После этого в цилиндр осторожно, не спеша, наливают расплавленный парафин. После остывания парафина цилиндр с катушки снимать не надо — он будет служить футляром. Его нужно только закрыть с торцев картонными дисками.

Для лучшего предохранения катушки от всяких случайных повреждений надо сделать деревянный футляр. Размеры его показаны на рис. 36 в.

РАЗРЯДНИК

Разрядник устроен очень просто. Он состоит из двух стоек с контактами, к которым присоединяются концы вторичной обмотки катушки. На вершинах стоек укреплены два стержня, направленных друг к другу. Если стержни будут сдвинуты на такое расстояние, которое может покрыть искра, вырабатываемая нашей катушкой, то между стержнями образуется сплошная ниточка из электрических искр.

Стойки устанавливаются на крышке деревянного футляра катушки на расстоянии 150 мм. Их можно изготовить из сухого дерева или изоляционных материалов — фибры, эбонита, карболита. Стойки делаются длиной 150 мм и диаметром 20 мм. На расстоянии 30 мм от одного торца в стойках просверливаются сквозные отверстия для стержней, а с торцев просверливаются отверстия по центру до пересечения стержневых отверстий. В них будут ввертываться крепящие винты. Если стойки будут сделаны из дерева, то в торцы

можно просто ввернуть шурупы. Рядом со стойками ввертываются две клеммы, к которым снизу крышки присоединяются начало и конец вторичной обмотки, если катушка будет работать от переменного тока. Если же она будет работать от аккумулятора, то нужно будет изготовить еще и прерыватель. Тогда соединение будет иным.

На внешние концы стержней следует надеть деревянные или фибровые наконечники; можно надеть и отрезки резиновой трубочки. Это необходимо для безопасности работы. Готовый и установленный разрядник показан на рис. 36 в.

ПРЕРЫВАТЕЛЬ

Механический прерыватель для катушки можно сделать таким же, как и у электрического звонка. Поэтому, если у кого найдется старый электрический звонок, то им вполне можно воспользоваться. Прерыватель необходим для того, чтобы из постоянного тока, который поступает от аккумулятора, получалось переменное напряжение, иначе трансформатор-катушка не будет трансформировать ток.

Для механического прерывателя надо изготовить детали, указанные на рис. 37. Якорь *а* вырезается из упругого железа. Лучше, конечно, сделать его из тонкой стальной пластинки, потому что он должен хорошо пружинить. Контактную пластину *б* можно сделать из латуни толщиной в 2 мм или из жести. Как в якорь, так и в контактную пластину для лучшего соединения между ними при работе необходимо вклепать серебряные контакты. Их можно сделать из старинной серебряной монеты.

Прерыватель собирается на внутренних стенках футляра катушки. На нижней стенке прикрепляется якорь, так, чтобы

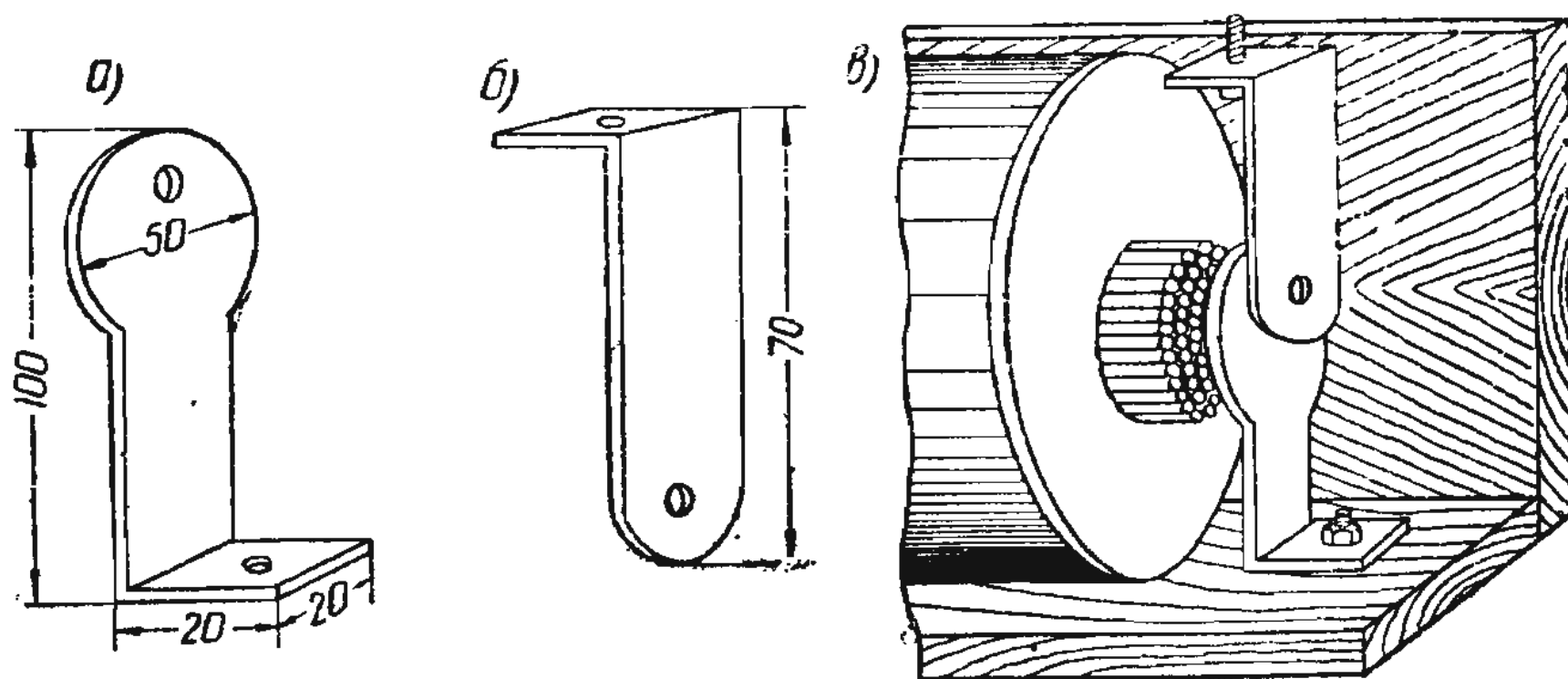


Рис. 37. Детали прерывателя катушки Румкорфа.
а—якорь прерывателя катушки Румкорфа, *б*—контактная пластина к якорю,
в—собранный прерыватель.

он был на расстоянии 2—3 мм от сердечника катушки. К противоположной стенке прикрепляется контактная пластина так, чтобы она своим серебряным контактом хорошо прижималась к серебряному контакту якоря (см. рис. 37 в).

Конец первичной обмотки катушки присоединяется к якорю, а от контактной пластины делается отвод, к которому мы будем присоединять второй полюс аккумулятора.

Прерыватель действует так: когда мы включаем напряжение, то ток через контактную пластину, соединенную с якорем, проходит по первичной обмотке катушки. В это время сердечник намагничивается и притягивает якорь. Якорь, притянувшись к сердечнику, размыкает цепь. С отсутствием электрического тока магнитные силы исчезают из сердечника, якорь вновь возвращается в прежнее положение, то-есть замыкает цепь, ток вновь поступает в катушку, сердечник опять притягивает якорь и т. д. Таким образом в первичной обмотке нашей катушки создается переменное напряжение, которое трансформируется вторичной обмоткой и повышается в несколько сот раз.

Из сказанного выше нетрудно понять, что если у кого-нибудь найдется повышающий трансформатор, то его легко можно переделать в катушку Румкорфа. Для этого придется только сменить сердечник—сделать его прямым, не замыкающимся, как у обычных трансформаторов, и устроить прерыватель. Искра такой катушки будет зависеть от соотношения витков первичной и вторичной обмоток.

У кого найдется понижающий трансформатор с напряжением в 4—6 вольт, тот может использовать катушку Румкорфа как повышающий трансформатор, включив в нее переменный ток в 4—6 вольт, и снять то же напряжение с повышающей обмотки, как и от аккумуляторов. Только в этом случае включать напряжение надо прямо в первичную обмотку катушки, минуя прерыватель.

ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

ГАЛЬВАНОМЕТР

При проведении опытов с электричеством всегда важно знать, куда течет электрический ток и как изменяются в различных условиях его сила и напряжение. Для получения таких сведений незаменимым прибором является гальванометр.

Принцип гальванометра очень прост: внутри катушки из проволоки помещается на горизонтальной подвижной оси якорь, к которому прикреплена стрелка-указатель. Если пропустить по катушке электрический ток, в ней создастся электрическое поле, которое, воздействуя на якорь, наклонит его, например, вправо. Если изменить направление тока, то якорь наклонится, наоборот, влево. При увеличении напряжения, подаваемого на катушку гальванометра, стрелка его отклонится соответственно больше.

Есть много систем и конструкций гальванометров. Мы же опишем, как сделать гальванометр самой простой конструкции и в то же время вполне надежный в работе.

В качестве катушки для прибора можно употребить катушку от любого междудампового радиотрансформатора, используя ее первичную обмотку. Если же не окажется такой, то катушку надо сделать самому. Об изготовлении каркасов для катушек мы рассказывали в статье „Трансформатор“, поэтому не будем останавливаться на этом вопросе. Наша катушка должна иметь размер окна 50×30 мм и высоту 40 мм. Внешний размер щечек будет равен: 90×70 мм. На этот каркас наматывается медная изолированная проволока диаметром 0,1 или 0,2 мм. Можно применить и несколько толще проволоку.

Каркас катушки показан на рис. 38 а.

Стойка для якоря изготавливается из латуни толщиной в 1 мм по рис. 38 б. Прежде чем сгибать стойку, на

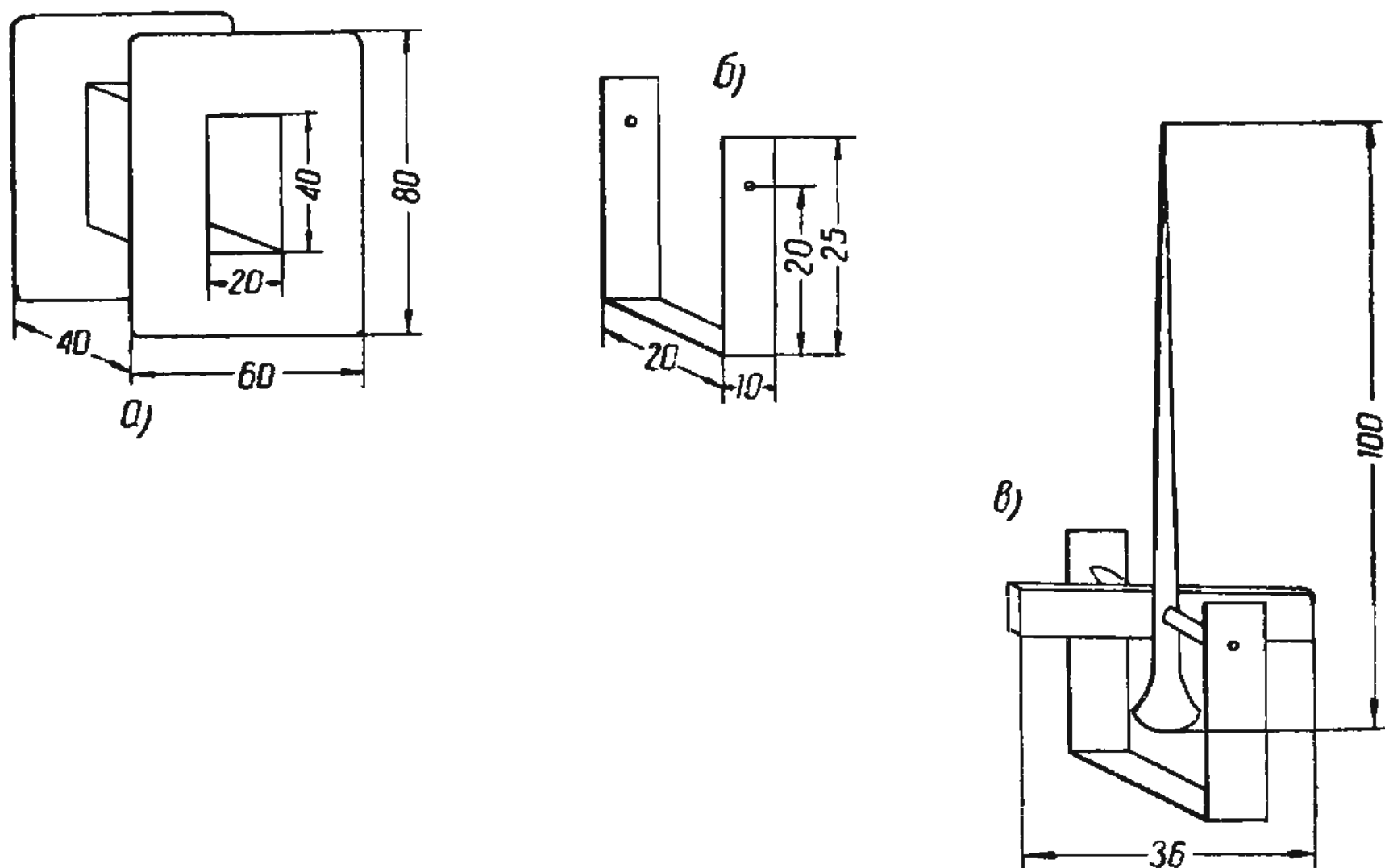


Рис. 38. Детали гальванометра.

a—каркас катушки для гальванометра, *б*—стойка для якоря гальванометра, *в*—подвижная система гальванометра в собранном виде.

пластинке с обеих сторон, отступя по 5 мм, делаются углубления острием гвоздя. Для этого полоска кладется на доску, наставляется гвоздь и по нему слегка ударяют молотком, но так, чтобы гвоздь только вмял латунь, не пробивая ее насквозь. В этих углублениях будет помещаться ось якоря. Ось лучше изготовить из стальной проволоки толщиной 2 мм и длиной 18 мм. Концы оси затачиваются.

Для якоря гальванометра необходимо раздобыть кусок стальной пружины от патефона или кусочек пружинной стали. Длина якоря должна быть 36 мм. Точно в центре якоря просверливается отверстие диаметром 2 мм. Якорь надевается на ось с большим трением и закрепляется на середине оси.

Стрелка-указатель изготавливается из легкого металла — алюминия. Можно, в крайнем случае, сделать ее и латунной. На расстоянии 18 мм от широкого конца стрелки просверливается отверстие диаметром 2 мм, и стрелка насаживается на ось. На нижний конец стрелки напаивается маленький кусочек олова — противовес. Ось должна располагаться перпендикулярно к якорю. После этого якорь необходимо намагнитить. Намагничивать якорь можно постоянным магнитом. Для этого, прижимая якорь одним полюсом магнита, несколько раз проводят им от оси к концу. Затем вторым полюсом магнита также проводят несколько раз по противоположному концу якоря. Таким образом эта операция производится раз 10—15, после чего якорь будет представлять собой хороший постоянный магнит.

Подвижная система прибора в собранном виде показана на рис. 38 в.

Шкала изготавливается из тонкой латуни или алюминия размером 70×110 мм. На одной из сторон на расстоянии 40 мм от торца делаются надрезы по 15 мм с каждой стороны. Лапки загибаются под прямым углом и затем на расстоянии 10 мм от изгиба отрезаются. Эти лапки нужны для устойчивости шкалы. Деления на шкалу наносятся так: из плотной белой бумаги вырезается полоса, такая же по форме, как шкала. Затем ножки циркуля расставляют на 75 мм и, установив циркуль посередине нижнего конца шкалы на высоте 20 мм, на широком конце наносят отрезок дуги. С центра восстанавливают перпендикуляр и на дуге делают отметку, а над ней ставят „0“. Затем от этой центральной точки по обе стороны дуги наносят равные деления через каждые 5 мм и на них ставят порядковые числа, начиная с 1.

Теперь остается собрать гальванометр. Гальванометр собирается на доске размером 80×110 мм и толщиной в 15—20 мм. На расстоянии 10 мм от переднего края и на расстоянии 30 мм от торцевых сторон делаются отверстия для клемм. Клеммы должны закрепляться с нижней стороны основания так, чтобы они не выдавались из него. В центре основания на таком же расстоянии друг от друга просверливаются шилом два отверстия для выводов катушки, и с нижней стороны основания эти отверстия соединяются канавками с отверстиями для клемм. В малые отверстия пропускают концы катушки прибора, и последнюю приклеивают к основанию столярным клеем. Борт катушки должен не доходить на 5 мм

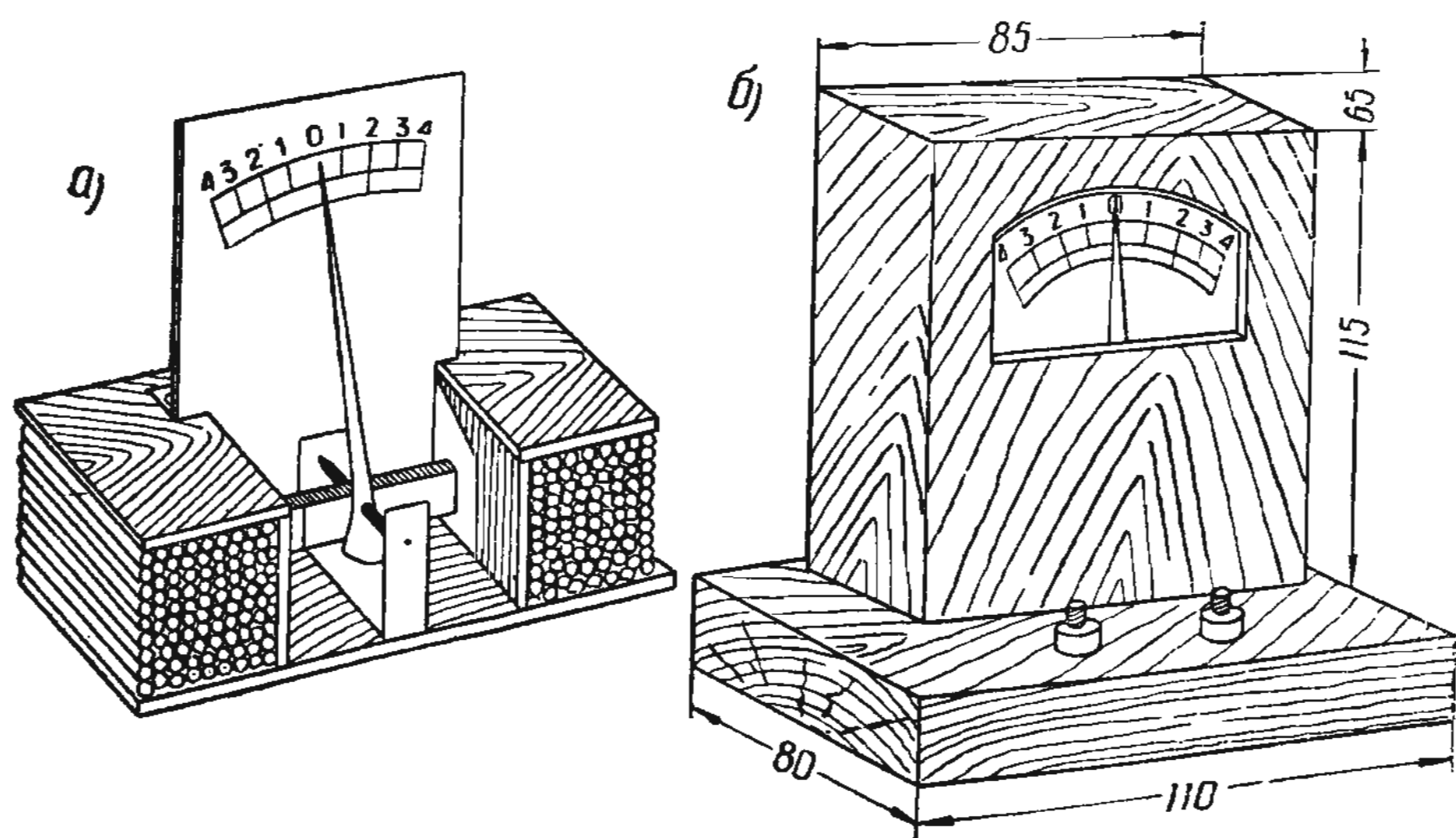


Рис. 39. Гальванометр.

а—монтаж гальванометра, б—футляр гальванометра.

до заднего края основания. Концы катушки соединяются с ввинченными клеммами.

Бумажную шкалу также наклеивают на металлическое основание и затем, смазав клеем с обратной стороны узкую часть шкалы, вставляют последнюю в катушку и приклеивают к задней стороне окна.

Ось с якорем и стрелкой вставляются в углубления в стойке и весь этот механизм устанавливается в окне катушки. Установив ось в центре, надо слегка качнуть стрелку. Если она, качнувшись несколько раз, остановится на нуле, можно всю эту систему закрепить в таком положении. Для этого ее вынимают, стойку с внешней стороны намазывают клеем и вставляют на прежнее место. Монтаж гальванометра со срезанной передней стенкой катушки показан на рис. 39 а.

Наш гальванометр может выдержать напряжение до 60 вольт. Больше напряжение не советуем включать—прибор может перегореть. Если же даже при малом напряжении—8—12 вольт—стрелка прибора будет отклоняться до предела, то нужно увеличить противорес, напаяв еще кусочек олова.

Такой гальванометр можно с успехом использовать в качестве вольтметра, если его отрегулировать, как вольтметр, а также и в качестве амперметра.

Для того чтобы предохранить прибор от всяких случайных повреждений, его надо закрыть футляром. Футляр изготавливается из фанеры или толстого картона. Размеры его

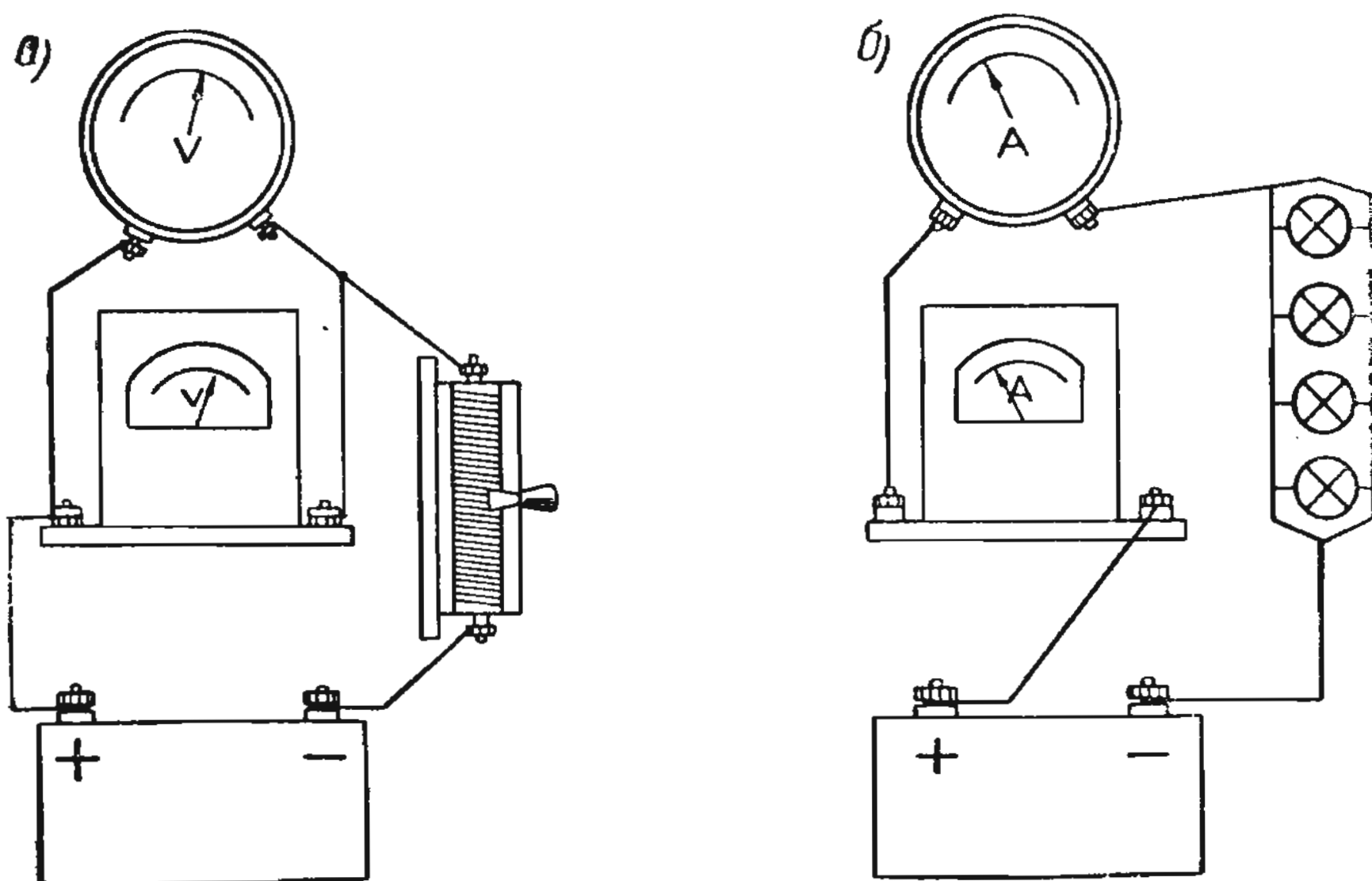


Рис. 40. Градуировка гальванометра.

а—схема включения гальванометра для градуировки под вольтметр, б—схема включения гальванометра для градуировки под амперметр.

указаны на рис. 39 б. В окно футляра желательно вклеить слюду или тонкое стекло.

Градуировка прибора производится так:

Если мы хотим использовать наш измерительный прибор — гальванометр в качестве вольтметра, то его надо включить параллельно с фабричным вольтметром и через реостат присоединить к батарее или аккумулятору. Двигая ползун реостата, мы тем самым будем менять в цепи напряжение, стрелки приборов будут отклоняться и, согласно показаниям фабричного вольтметра, на шкале нашего прибора надо делать соответствующие отметки. Включение гальванометра для градуировки под вольтметр показано на рис. 40 а.

Амперметр градуируется таким же способом, только включать в цепь его надо последовательно и через какую-нибудь нагрузку, — например, группу электролампочек от карманного фонаря. Лампочки должны быть соединены между собой параллельно. Включая различное количество электролампочек в цепь, мы тем самым будем менять силу потребляемого тока, на что нам будет указывать амперметр. Эти показания надо перенести на шкалу самодельного амперметра (см. рис. 40 б).

Вольтметр и амперметр, описанные здесь, могут быть использованы только при измерении постоянного тока.

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОЛЬТМЕТР

В предыдущей статье мы рассказали об устройстве гальванометра — электроизмерительного прибора с подвижной магнитной системой. Но можно сделать электроизмерительный прибор и с неподвижным магнитом. Большие такие приборы работают с помощью сильного подковообразного магнита. Но если у кого найдется старый наушник от радиотелефона, то из него легко можно сделать магнитоэлектрический вольтметр. Он будет компактный и вполне надежный в работе. Для этого подойдет только карболитовый наушник.

Наушник следует разобрать по деталям. В амбушуре — крышке наушника — отверстие расширяется до диаметра 50 мм. В самой коробке в отверстия для провода и для наголовника ввертываются две клеммы. Они будут служить для соединения прибора.

По размеру мембраны надо вырезать такой же кружок из латуни или меди толщиной в 1 мм и диаметром 55 мм. На расстоянии 15 мм от борта просверливается отверстие диаметром 10 мм, и к пластине, которая будет служить основанием для шкалы, двумя шурупами прикрепляется магнит от наушника. Магнит должен прикрепляться так, чтобы полюсы его были на равном расстоянии от отверстия (см. рис. 41 а).

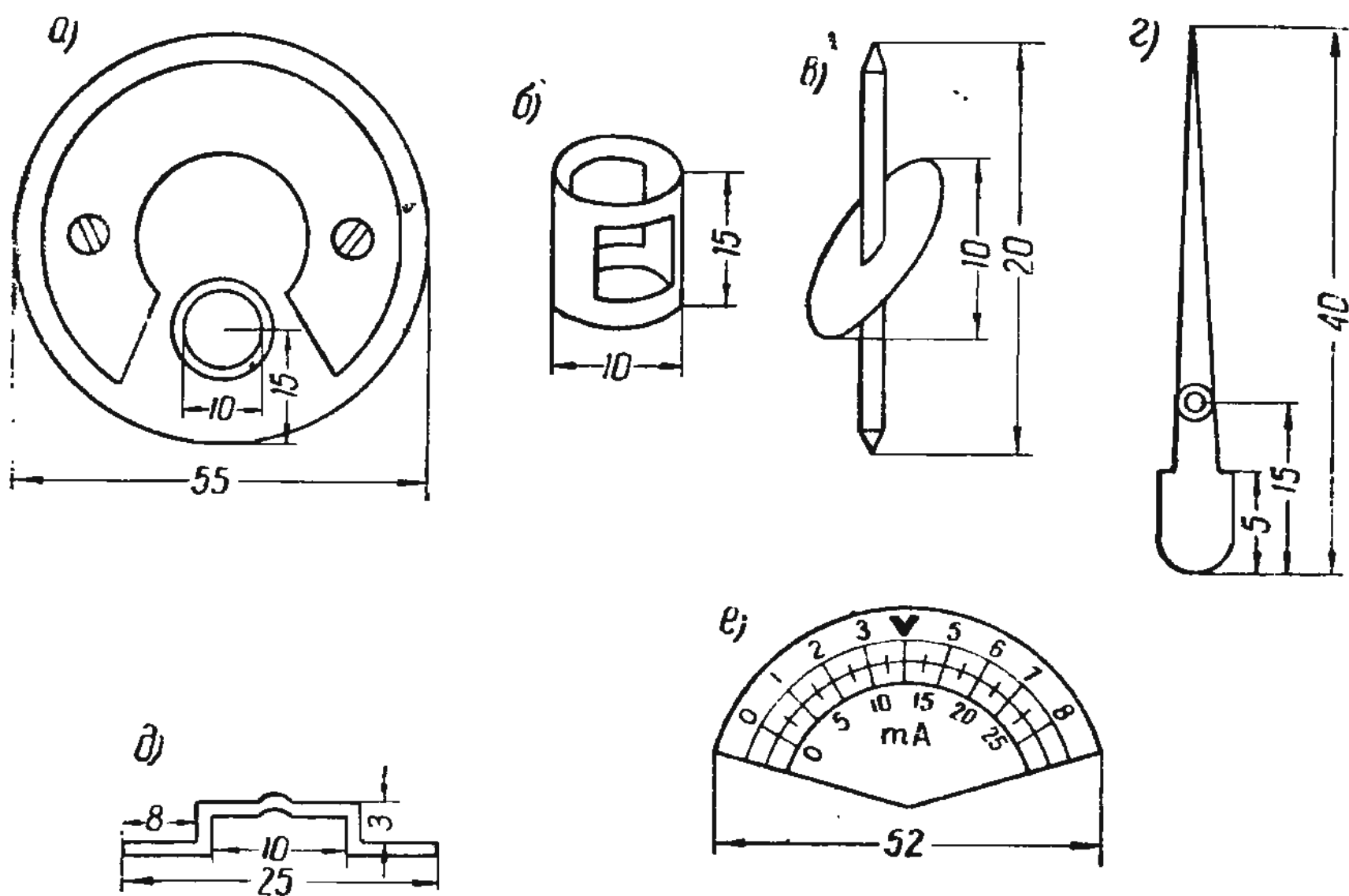


Рис. 41. Детали магнитоэлектрического вольтметра.

а—прикрепление магнита в магнитоэлектрическом вольтметре, *б*—медная трубка для якоря вольтметра, *в*—закрепление якоря вольтметра на оси, *г*—стрелка вольтметра, *д*—скоба для закрепления оси с якорем вольтметра, *е*—шкала вольтметра.

В отрезке медной трубки диаметром 10 мм и длиной 15 мм надо выпилить плоским напильником два окна, шириной 10 мм, одно против другого, с таким расчетом, чтобы между окнами оставались промежутки в 5 мм (см. рис. 41 б). Трубка эта припаивается к основанию шкалы со стороны магнита так, чтобы она закрывала собой отверстие в основании, находилась бы на равном расстоянии от полюсов магнита и была обращена своими окнами к полюсам.

Якорь прибора представляет собой кружочек из тонкой жести, диаметром в 10 мм. В качестве оси можно использовать старую иглу или, в крайнем случае, канцелярскую булавку. Якорь насаживается на центр оси так, чтобы он был склонен к ней под углом в 45° , и припаивается (см. рис. 41 в).

Стрелка вырезается из очень тонкого алюминия по форме, указанной на рис. 41 г. На расстоянии 15 мм от нижнего конца делается отверстие для оси, и над ним припаивается небольшая медная шайбочка.

По рис. 41 д из латуни толщиной в 1,5 мм и шириной 5 мм выгибается скоба. В центре ее с внутренней стороны делается углубление для оси.

Из латуни толщиной в миллиметр вырезается кружок диаметром в 15 мм и в центре также делается углубление для оси. Кружок этот припаивается на торец медной трубки, находящийся между полюсами магнита, углублением внутрь.

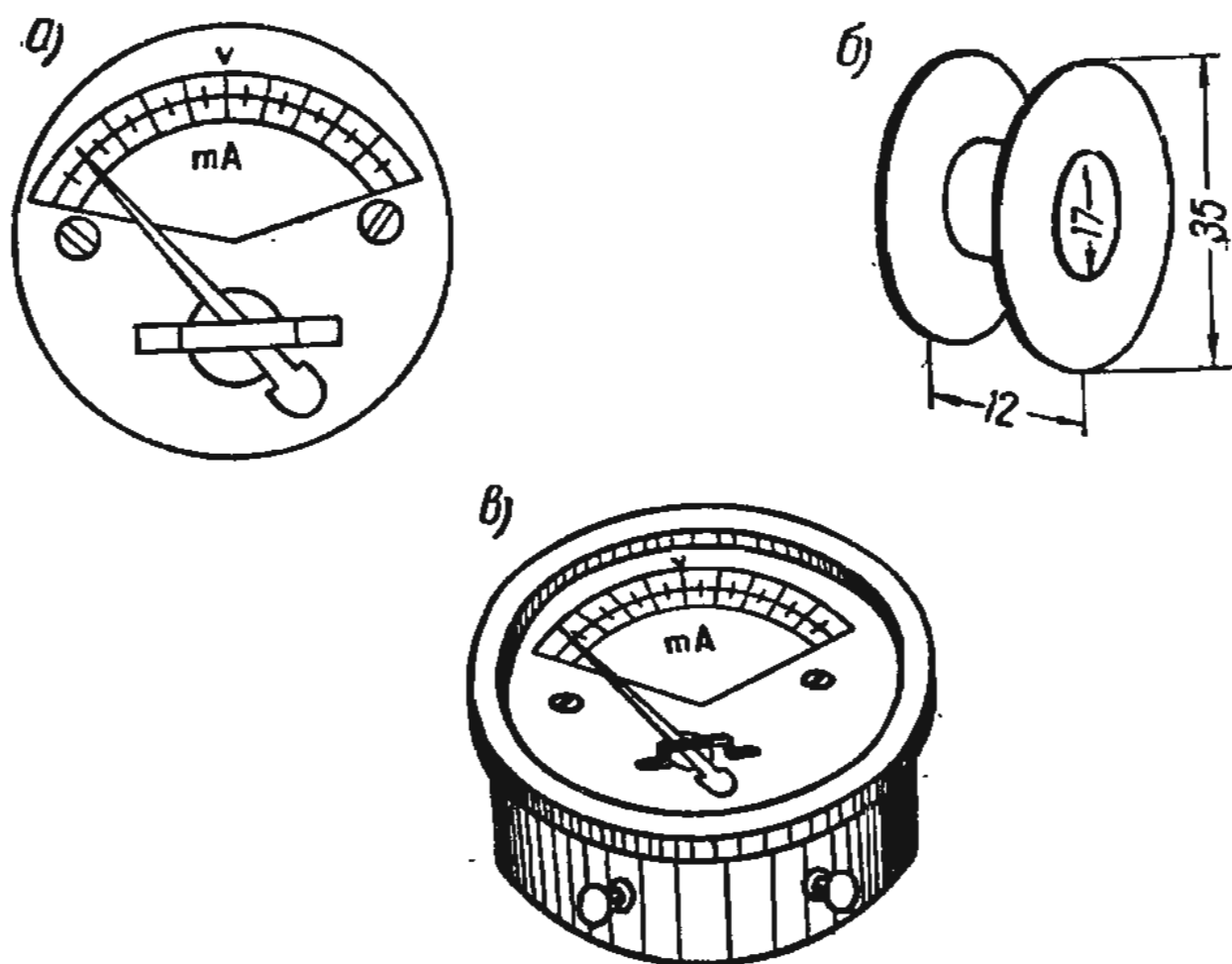


Рис. 42. Детали магнитоэлектрического вольтметра.
 а—закрепление стрелки и шкалы вольтметра, б—каркас для катушки вольтметра,
 в—готовый магнитоэлектрический вольтметр.

После этого стрелка надевается на ось с якорем, и якорь вставляется через отверстие в основании шкалы в трубочку. Конец оси устанавливается в подшипничке крышки трубочки. Стрелка сдвигается на оси так, чтобы она была на расстоянии 1—1,5 мм от основания шкалы, и на ось накладывается подшипниковая скобочка, сделанная по рис. 41 д. Придерживая пальцем скобочку, надо попробовать, как вращается ось. Она должна свободно вращаться в своих подшипничках.

Якорь вольтметра одновременно служит в этом приборе противовесом. Поэтому стрелку надо установить на оси так, чтобы при любом положении прибора она всегда находилась в своем крайнем левом положении—у головки левого винтика, которым прикреплен магнит к основанию шкалы. Когда это достигнуто, стрелку необходимо припаять к оси. Подшипниковая скобочка также припаивается к основанию.

Шкала вычерчивается на тонкой глянцевой бумаге. Размеры ее показаны на рис. 41 е. Расстояния между делениями делаются в 5 мм и затем еще делятся пополам короткой черточкой. Надписывать цифры пока не следует. Шкала приклеивается к основанию так, чтобы конец стрелки несколько заходил за дуговую линию шкалы (см. рис. 42 а).

Теперь остается изготовить катушку для прибора—и вольтметр готов. Для катушки изготавливается каркас по рис. 42 б. На него наматывается 70 витков изолированной проволоки диаметром 0,1 мм. Концы обмотки закрепляются в каркасе, и обмотка закрывается бумажной полоской.

Концы катушки соединяются с клеммами на футляре

наушника, и катушка кладется на его дно отверстием вверх. В отверстие катушки вставляется трубочка с якорем так, чтобы основание шкалы легло на борта футляра. Из картона или плотной бумаги вырезают несколько колец диаметром 55 мм и шириной 2 мм. Они накладываются на основание шкалы так, чтобы толщина их составляла 4 мм. На кольца кладется круглое стекло диаметром 55 мм, и амбушур наушника крепко заворачивается. Вот и готов вольтметр и миллиамперметр. Остается его только градуировать. Способы градуировки вольтметра и амперметра указаны в предыдущей статье.

Таким прибором можно измерять напряжение постоянного тока до 8 вольт и силу тока до 30 миллиампер.

Готовый прибор показан на рис. 42 в.

ТЕПЛОВОЙ АМПЕРМЕТР

Все описанные ранее электроизмерительные приборы действуют на принципе электромагнитной индукции и пригодны для измерения постоянного и переменного тока с частотой порядка 50 периодов в секунду. При увеличении частоты, самоиндукция обмотки прибора и находящиеся внутри катушки металлические части начинают сильно сказываться на точности показаний таких приборов. Влияют на точность показаний таких приборов и большие потери энергии, которые быстро возрастают с увеличением частоты тока.

Кроме электромагнитных измерительных приборов, существуют так называемые тепловые измерительные приборы. Вы знаете, что если по проводнику, имеющему некоторое сопротивление, пропустить электрический ток, то проводник, в зависимости от силы тока, нагреется. Нагревшись же, проводник несколько удлинится. Удлинение проводника, в зависимости от силы пропускаемого через него тока, будет меняться и тем самым показывать, какой силы ток пропущен через него. На этом принципе и основана работа тепловых электроизмерительных приборов.

Особая ценность тепловых электроизмерительных приборов, помимо простоты их изготовления, состоит в том, что они пригодны для измерения токов высокой частоты, то-есть для измерения радиотоков.

К недостаткам таких приборов относятся: неравномерность шкалы, так как при увеличении силы тока проводник нагревается сильнее и удлиняется. Поэтому в начале шкала такого прибора имеет мелкие деления, а в конце—более крупные. Тепловые приборы чувствительны к перегрузке: если через прибор пропустить ток больший, чем тот, на который рассчитан прибор, то нить перегорит. Самым существ-

венным недостатком тепловых приборов является влияние на них температуры окружающей среды. С изменением температуры стрелки тепловых приборов сходят с нуля. Но если учесть, что неравномерность шкалы абсолютно не отражается на качестве работы прибора и, тем более, на точности измерений, что всякий прибор при перегрузке может испортиться, а последний недостаток — влияние внешней температуры, можно устранить специальным устройством, регулирующим показание нуля, то при простоте изготовления и дешевизне прибора есть смысл сделать его для своей лаборатории.

Для корпуса амперметра нам потребуется консервная банка из-под килек или шпротов, имеющая высоту 30 мм и диаметр 100 мм. В дне банки, вблизи у борта сделайте отверстие наподобие перевернутой замочной скважины, то есть на расстоянии 20—30 мм от борта просверлите сначала круглое отверстие диаметром 5—7 мм и затем от него по направлению к борту банки вырежьте продолговатое отверстие длиной 10—15 мм и шириной 3—4 мм. Это отверстие позволит нам вешать прибор на гвоздь, на котором он будет прочно держаться.

Из толстой фанеры, а лучше из фибры вырезают круг диаметром 95 мм. На нем будет устанавливаться вся система амперметра. На круг наносится окружность диаметром 75 мм и делится на три равные части, — каждая точка, таким образом, будет отстоять от другой по прямой линии на 65 мм. В этих точках просверливаются отверстия, в которые ввинчиваются контакты — болтики с гаечками. На них будут закрепляться рабочая и вспомогательная нити прибора.

Между двумя любыми контактами проводится прямая линия и на ее середине делается отверстие диаметром 10 мм. В это отверстие будет выходить ось со стрелкой прибора. Центр отверстия будет отстоять от борта круга на 29 мм (см. рис. 43 а).

Из латуни или жести толщиной в 2 мм делают две скобки (шириной 10 мм) для укрепления стрелки по рис. 43 б. В центре скоб необходимо с внутренних сторон сделать углубления для оси, а в лапках — отверстия для крепящих болтиков или шурупов.

Ось с роликом показана на рис. 43 в. В качестве оси можно применить гвоздик толщиной в 2 мм или такой же толщины отрезок проволоки, заточенный на конус с обоих концов. На оси закрепляется ролик, размеры которого указаны на том же рисунке. Ролик должен отстоять от одного конца оси на 3 мм и от другого на 17 мм. Ролик можно сделать деревянный, металлический, резиновый или из пробки. Важно, чтобы он был ровный и отверстие в нем находилось бы точно в центре.

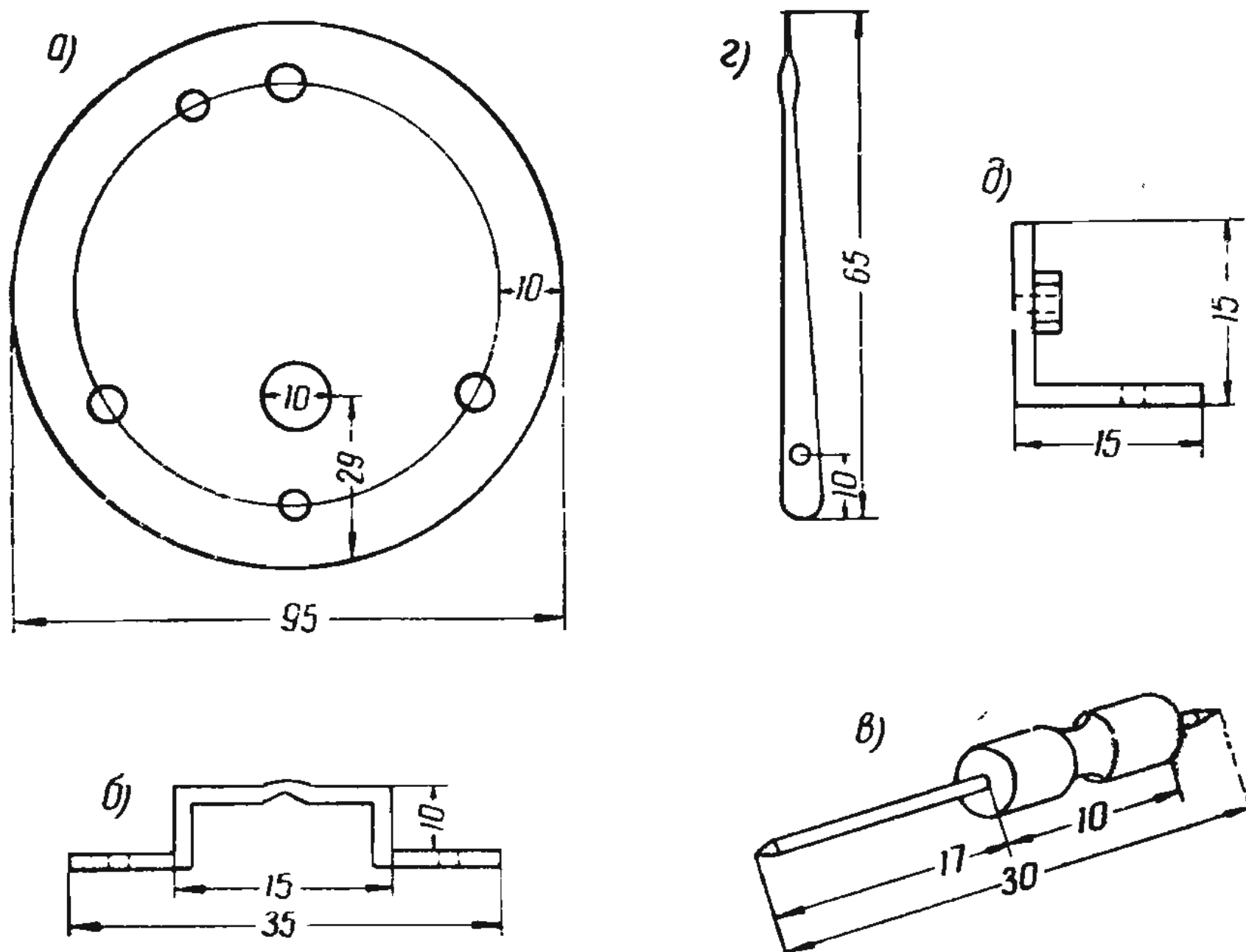


Рис. 43. Детали теплового амперметра.

а—основание для теплового амперметра, б—скобка для закрепления стрелки амперметра, в—ось амперметра с роликом, г—стрелка амперметра, д—стойка для регулировочного болтика амперметра.

Стрелка амперметра делается из тонкой жести или алюминия по рис. 43 г.

Теперь нужно изготовить из тонкой балалаечной струны пружинку и изготовить рабочую нить, а затем можно приступать к сборке прибора. Для нити можно взять любую проволоку, кроме железной. Хорошо, если найдется отрезок серебряной проволоки, но можно использовать и обыкновенную медную диаметром в 0,1 мм. При такой нити прибором можно будет измерять силу тока до 3 ампер. Проволока должна быть длиной 8—10 см.

Регулирующее устройство для установки стрелки на нуль делается очень просто. Оно состоит из стоечки с болтиком. Стойку можно сделать из толстой жести, согнутой углом. В стойке просверливаются два отверстия—одно для шурупа, другое для болтика. К отверстию, предназначенному для болтика, необходимо припаять гаечку от болтика. Стойка регулировочного болтика показана на рис. 43 д. Установка нуля осуществляется путем натяжения или ослабления пружинки болтиком.

Сборка амперметра производится в следующем порядке (см. рис. 44 а).

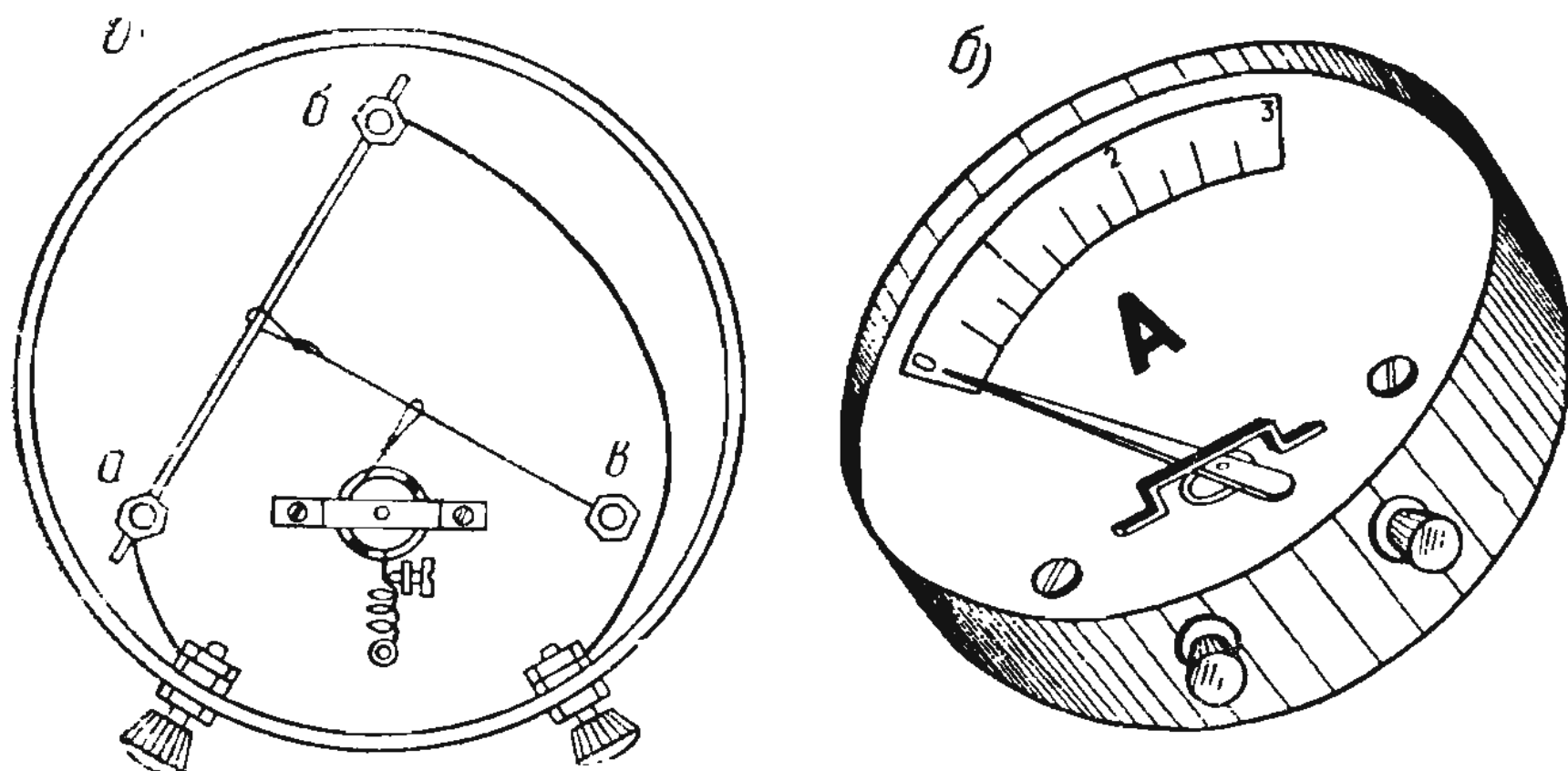


Рис. 44. Тепловой амперметр.
а—монтаж амперметра, *б*—готовый тепловой амперметр.

Все контакты и регулировочный болтик устанавливаются на своих местах. Прежде чем устанавливать на место стрелку, вокруг ролика (рис. 43 *в*) обертывают раза два-три суровую нитку. Затем стрелка закрепляется на панели скобками, изготовленными по рис. 43 *б*, но так, чтобы стрелка приходилась на противоположной стороне по отношению к монтажу.

Между клеммами *а* и *б* (рис. 44 *а*) натягивается медная проволока диаметром в 0,1 мм—основная нить. Прежде чем ее закрепить в контактах, на нить надевается петелькой другая проволочка, несколько тоньше по сечению, чем основная нить. Свободный конец этой вспомогательной проволочки закрепляется в натянутом положении контактом *в*. К этой проволочке привязывают нитку от ролика стрелки, второй конец нитки связывают с пружинкой, и пружинка закрепляется на панели. Нитка и пружинка должны быть настолько натянутыми, чтобы стрелка, если смотреть на прибор с лицевой стороны, находилась в своем крайнем левом положении.

При этом регулировочный болтик должен плотно соприкасаться с пружинкой.

На дно коробки корпуса ставятся три деревянные стоечки высотой в 15 мм и скрепляются с корпусом шурупами. На стойки кладется панель прибора и намечаются места для клемм и регулировочного винта. После этого панель вынимают из корпуса и в борту корпуса делают отверстия для клемм и винта. Клеммы необходимо хорошо изолировать от корпуса резиновыми трубочками. Затем клеммы соединяются гибким проводом с контактами *а* и *б* панели, и панель устанавливается на стойки и прикрепляется к ним шурупами.

Шкала наклеивается на панель, и прибор градуируется тем же способом, как и амперметры другой системы, то-есть включается в электрическую цепь последовательно с фаб-

ричным амперметром, и, согласно показаниям последнего, делаются соответствующие пометки на шкале самодельного прибора.

После того как прибор будет отградуирован, на панель накладывается кольцо из толстой латуни шириной в 7 мм, на котором будет держаться стекло. Для того чтобы стекло не выпадало, края корпуса—банки надо немного зафальцевать, то-есть, проводя острием ножа под углом в 45° по борту, загнуть его внутрь.

Если от изменения температуры воздуха стрелка прибора несколько отойдет в сторону от нуля, надо осторожно повернуть регулировочный винт и натянуть рабочую нить настолько, чтобы стрелка встала на нуль. Готовый амперметр показан на рис. 44 б.

ГАЛЬВАНОСКОП ИЗ КОМПАСА

Гальваноскоп не является электроизмерительным прибором в прямом смысле. Однако при помощи гальваноскопа можно, например, легко обнаружить присутствие слабых электрических токов. Поэтому, когда не нужно измерять с точностью напряжение электрического тока, а необходимо лишь убедиться в том, что в цепи имеется электрический ток, удобно пользоваться гальваноскопом. Гальваноскоп—незаменимый прибор для контроля цельности тонких проводов при намотке вторичных обмоток повышающих трансформаторов. В этих случаях создается электрическая цепь, замкнутая на намотываемую катушку, в которую включается гальваноскоп. При обрыве провода стрелка прибора сразу же дает знать об этом.

Самый простой и удобный в обращении гальваноскоп можно сделать из коробки от пудры или ленты для пишущих

машин, в которой укрепляется обыкновенный компас. Затем на коробку надо намотать две соединенных последовательно катушки тонкого изолированного провода и сделать от них отводы—и гальваноскоп готов (см. рис. 45).

Если такой гальваноскоп мы замкнем на электрическую цепь, то стрелка компаса мгновенно встанет поперек обмоток. Как только цепь разомкнется, стрелка примет свое обычное положение, показывая синим концом оси на север.

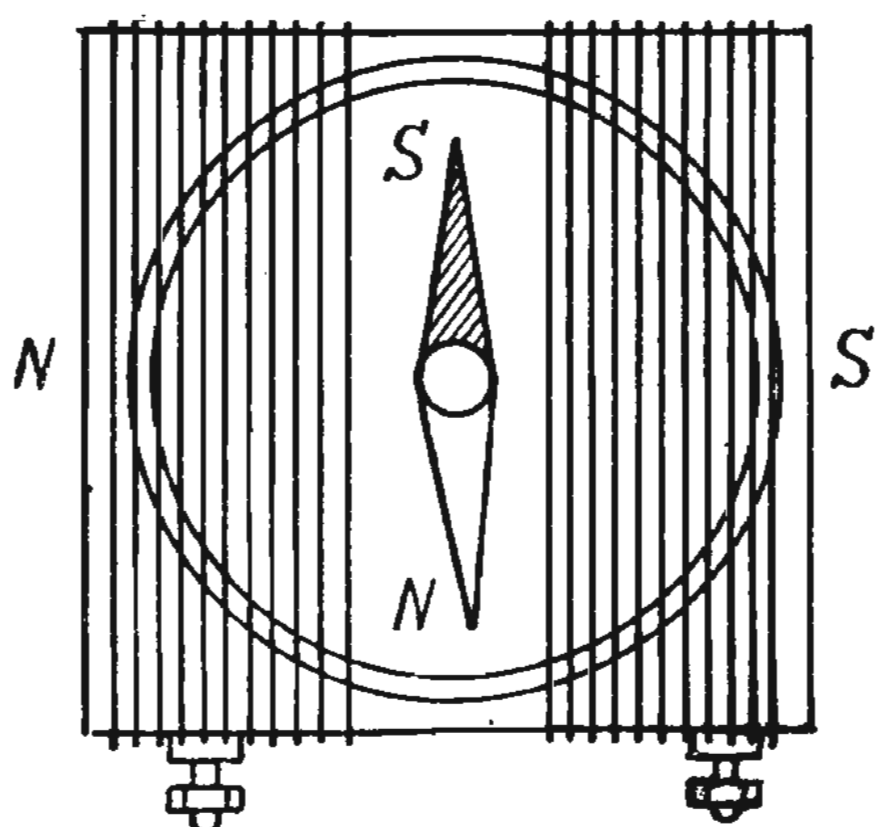


Рис. 45. Гальваноскоп из компаса.

ДВИГАТЕЛИ

ВЕТРОДВИГАТЕЛИ

ГОЛУБОЙ УГОЛЬ

Энергия ветра очень дешевая, но в то же время и очень значительна по мощности. Человек с давних пор старался использовать эту даровую энергию. Энергии ветра дали красивое название — голубой уголь.

По подсчетам ученых, энергия голубого угля на земле в два с половиной раза превышает энергию, получаемую от сгорания всех видов ископаемого топлива. Вместе с этим энергия ветра неистожима, ибо она будет существовать вечно, пока светит и греет солнце. Важнейшим преимуществом голубого угля является и то, что его не нужно добывать и тратить на это колоссальные средства. Ветер сам приходит к нам готовый совершать работу.

Но прошло много времени, пока люди научились управлять ветром и использовать его даровую энергию для своих нужд, пока люди узнали природу ветра и уяснили себе законы движения ветров. Теперь мы можем высчитать заранее направление ветра, его силу и продолжительность. Всеми этими знаниями мы обязаны науке, называемой метеорологией.

Первое использование ветра как энергии начинается еще с применения человеком паруса для движения судна. Затем человек соорудил первый ветряной двигатель—это была ветряная мельница. История ветряной мельницы также уходит далеко в глубины веков. Точных известий об изготовлении первой ветряной мельницы история не сохранила. Но известно, что в Китае пользуются ветряками уже несколько тысячелетий. В основном ветряные мельницы состоят из четырех или шести крыльев—лопастей, которые под действием ветра вращаются на своей оси и производят определенную работу посредством различных механизмов.

Усовершенствуя ветряной двигатель, человек сделал много различных его конструкций. Однако все их можно разбить на четыре основные группы—крыльчатые, карусельные, барабанные и роторные.

Крыльчатый ветродвигатель—самый древний и в то же время наилучший тип двигателя, к которому относится и ветряная мельница. В настоящее время изобретатели и конструкторы работают над усовершенствованием главным образом этого типа двигателя. Особенно много в этой области сделано ЦАГИ—Центральным аэрогидродинамическим институтом Москвы. Еще в 1935 году в ЦАГИ был сконструирован ветродвигатель мощностью в тысячу киловатт.

За последние годы советскими учеными—заслуженным деятелем науки и техники Г. Х. Сабиным, профессорами Н. В. Красовским и Е. М. Фатеевым и другими разработаны ветросиловые установки, рассчитанные на различные мощности и различные ветровые условия. В их ветряках возможно уже использовать до 40 процентов энергии ветра, то-есть коэффициент полезного действия их не уступает коэффициенту полезного действия лучших тепловых двигателей.

В качестве сверхмощной ветросиловой установки будущего, ученик Н. Е. Жуковского—профессор В. П. Ветчинкин, совместно с изобретателем А. Г. Уфимцевым, заглядывая вперед, предложили использовать многоветряковые рамные ветроэлектростанции. По их проекту рамная сверхмощная ветроэлектростанция на 100 тысяч киловатт должна состоять из 224 ветряков, диаметром по 20 метров каждый. Все ветряки монтируются на общей вертикальной раме, высотой 350 метров и имеющей форму гигантского ромба шириной в 500 метров. Вес такой конструкции составляет около 10 тысяч тонн.

Весьма оригинальным является однолопастный ветродвигатель инженера И. А. Бабинцева. Ветроколесо этого сверхбыстроходного двигателя состоит только из одной лопасти и уравновешивающего ее груза, составляющих общую длину 24 метра.

Однолопастный ветродвигатель И. А. Бабинцева оказался более быстроходным, чем трехлопастный двигатель „ВИМЭ ГУСМП Д-18“: ветроколесо И. А. Бабинцева делает 76 оборотов в минуту против 42 оборотов „Д-18“. В то же время мощность двигателя возрастает с 39 л. с. до 78 л. с., а стоимость 1 киловатт-часа энергии снижается с 38 копеек до 21 копейки.

Системы остальных трех групп двигателей являются тихоходными и могут использовать энергию голубого угля лишь до 20 процентов. Но и они еще широко распространены в некоторых местах.

Карусельный двигатель представляет собой собранные несколько лопастей—щитов, укрепленных на вертикальной

оси. Со стороны ветра двигатель загораживается защитным щитом—ширмой так, чтобы ветер из-за щита ударял в одну видимую лопасть. Когда силой ветра лопасть поворачивается, из-за щита выплывает следующая, подставляя свою рабочую поверхность ветру. И таким образом происходит вращение всей системы.

Барабанный двигатель по устройству напоминает карусельный с той лишь разницей, что ось его расположена не вертикально, а горизонтально. Преимущество такого двигателя в том, что он может быть применен в качестве водяного двигателя. Для этого его следует лишь поставить в проток воды—и он будет работать как водяная турбина.

Интересны по своему устройству роторные двигатели. И хотя они являются тихоходными, но имеют свое преимущество; они работают при любой силе ветра и при любом его направлении и, раз отрегулированные, не требуют больше ни наблюдений за собой, ни регулирования, до полного износа или случайной поломки.

Роторный двигатель также является универсальным и может быть использован в качестве водяной турбины. Преимущество его, главным образом, заключается в простоте изготовления и установки. По размерам он также может быть сделан значительно меньше остальных двигателей и не займет столько места, сколько нужно крыльчатым двигателям. Но при соответствующих условиях он работает вполне удовлетворительно.

РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ—ВИНДРОТОР

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.

Теперь, когда у нас имеется своя динамомашина, чем-то ее надо приводить в движение, чтобы получить от нее электрический ток. У городских жителей этот вопрос решается просто. В городскую осветительную сеть включается мотор, который соединяется с динамомашиной муфтой или ременной передачей—и всё. А вот юным техникам, живущим в сельской местности и в особенности там, где нет электроэнергии, решить этот вопрос можно только путем приспособления для вращения динамомашины какого-нибудь двигателя, работающего на другом виде энергии. Какой же двигатель для этого применить?

Есть такой очень простой по устройству и в то же время универсальный двигатель,—называется он виндротор. Название это происходит от составления английского слова „винд“—ветер и латинского слова „ротаре“, что означает—вращать. Виндротор есть разновидность ветряного двигателя.

Но виндотор не только ветряной двигатель. Он является универсальным двигателем, так как может быть использован и в качестве своеобразной водяной турбины. Кроме того, виндотор очень экономичный двигатель. Учитывая простоту и дешевизну изготовления, мы и советуем юным техникам, живущим в сельской местности, сделать себе виндотор.

ДЕТАЛИ И СБОРКА ВИНДТОРОРА

Для постройки виндотора нам потребуется один лист кровельного железа. Несколько деревянных стоек, гвозди, или лучше шурупы, железная ось диаметром в 4—5 см и длиной в 80—100 см, сухое березовое круглое полено. Вот и всё.

Как видно из рис. 46 а, виндотор состоит из двух полуцилиндрических крыльев, которые являются основными деталями двигателя. Эти крылья мы сделаем из листа кровельного железа. Для этого лист железа разрезается поперек на две равные части, которые сгибаются полукругом.

Когда крылья заготовлены, из толстой фанеры вырезают два круга диаметром 40 см и четыре—диаметром 30 см. Вторые круги разрезаются по диаметру и сколачиваются, как указано на рис. 46 б. Можно эти полукруги сделать и из толстой доски или отпилить от толстого полена, но фанера в данном случае будет много прочнее. Затем полукруги наколачиваются на круги таким образом, чтобы центр одного полукруга совпадал с краем другого, а средняя точка смещения полукругов приходилась бы против центра круга (см. рис. 46 б).

В полученные таким образом основания для крыльев вставляется ось, и круги на ней прочно закрепляются на расстоянии друг от друга, равном высоте крыльев. Крылья вставляются между основаниями и привинчиваются шурупами или прибиваются гвоздями к полукругам. На эту работу следует обратить особое внимание. Крылья должны быть надежно прикреплены к основанию, чтобы порыв сильного ветра не оторвал их.

Теперь, когда основная часть виндотора готова, надо сделать основание для двигателя. Оно представляет собой обыкновенную раму, связанную из деревянных квадратных брусьев, как указано на рис. 46 а. В поперечные брусья в центре обязательно надо вставить подшипники из металлических, желательно медных, трубок внутренним диаметром, равным внешнему диаметру оси. В верхнем бруссе подшипник делается сквозным, а в нижнем он закрепляется в деревянной колодке, а между нею и брусом кладется пластина толстого железа, желательно в 1 см толщиной. На ней будет держаться и вращаться ось виндотора. Конец оси следует

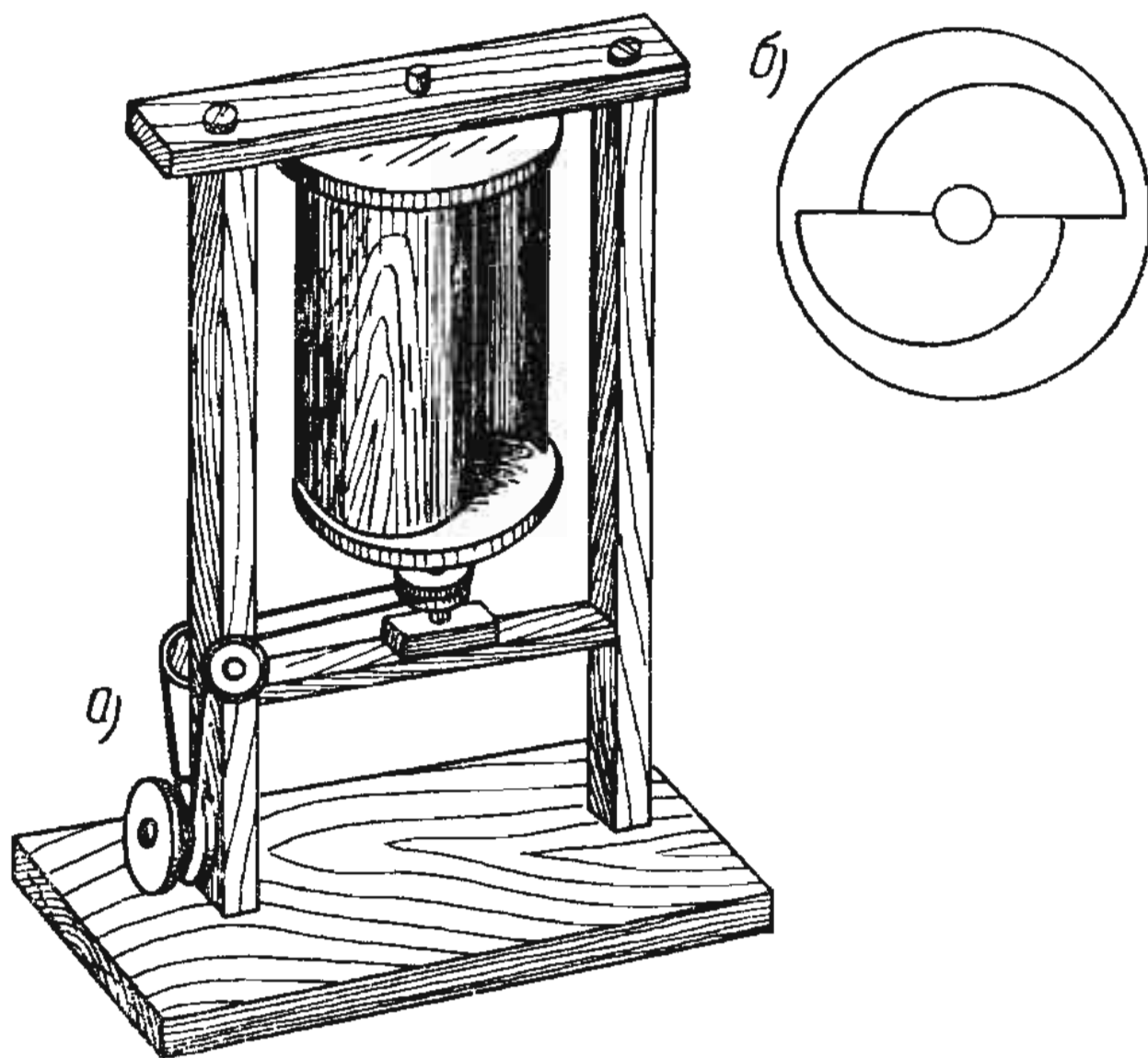


Рис. 46. Виндротор.

а—общий вид виндротора, *б*—устройство основания для лопастей двигателя.

закруглить. Прежде чем вставить ось в подшипники, на нижний конец ее надевается и закрепляется шкив. Шкив может быть деревянный, устроенный, как описано в статье „Электрическая машина“, а может быть и металлический.

Если вас удовлетворяет горизонтальное положение шкива, остается только вставить ротор на место, надеть верхнюю планку, закрепить ее, и виндротор готов. Но если вам необходимо для вращения динамомашин или какого-либо другого приспособления вертикальное вращение шкива, то придется сделать еще дополнительный двойной шкив и ролики для перекидки ремня. Все шкивы можно делать диаметром в 10 см или несколько большего диаметра.

Приспособление для вертикального вращении шкива хорошо видно из рисунка 46 *а*.

Если у кого не найдется необходимого листа кровельного железа, то крылья виндротора можно с успехом сделать и из фанеры и даже из толстого картона. Размеры крыльев также можно значительно уменьшить. От этого будет зависеть только мощность нашего двигателя.

УСТАНОВКА ВИНДРОТОРА

Готовый виндротор устанавливается на открытом, доступном для прямого ветра, месте, на крыше здания или же на специально устроенной башне. В зависимости от применения

виндротора делается система шкивов и передаточных механизмов.

Виндротор должен устанавливаться очень прочно и тем прочнее, чем больше его размеры. Ветер, от которого будет работать наш двигатель, очень непостоянен в своей силе. И если виндротор будет укреплен недостаточно прочно, сильным порывом ветра он может быть поврежден—и вся наша работа будет испорчена.

Удобнее всего виндротор устанавливать на небольшой площадке, сооруженной на трех столбах, но можно и на одном толстом столбе. В качестве предосторожности от сильных порывов ветра желательно столб укрепить тремя проволоочными оттяжками.

Если у кого найдется два шариковых или роликовых подшипника, будет очень хорошо, если ось виндротора будет установлена в этих подшипниках. От этого значительно сократится трение оси и заметно увеличится скорость вращения двигателя, а от скорости зависит и мощность производимой им работы.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИНДРОТОРА

Основное преимущество виндротора перед всеми другими ветряными двигателями заключается в том, что он самостоятельно работает при любом направлении ветра и при незначительной его силе. Последнее, разумеется, зависит еще и от нагрузки, которая дается виндротору.

Как ветряной двигатель, виндротор может быть применен не только для вращения динамомашины (для чего мы его и сделали), но также и для вращения небольшого токарного станка, насоса, сепаратора и других механизмов в хозяйстве, колхозе и дома.

Виндротор может быть с успехом использован и вместо паруса на небольшой лодке. В данном случае лодка будет более похожа на моторную, но только с ветряным двигателем. Делается это так.

На корме лодки, желательно повыше, устанавливается виндротор и путем ременной передачи или конических шестерен соединяется с осью гребного винта. При работе виндротор будет вращать гребной винт, и наша своеобразная лодка-моторка будет двигаться без затраты мускульной силы и совершенно бесшумно. А это также имеет свои преимущества.

Можно применить виндротор и в качестве водяной турбины. В этом у него тоже имеются свои неоспоримые преимущества, особенно при мелководии реки и небольшом падении воды в ней. На такой реке не построишь плотину. Но энергию и таких рек можно успешно использовать для службы народному хозяйству при помощи виндротора.

Для этого надо с берегов несколько запрудить реку, чтобы создать повышенную скорость течения воды, и установить в этом месте под водой в горизонтальном положении виндатор. Соответственно от него должна быть сделана передача к механизму, для вращения которого он установлен. Эта передача может быть осуществлена уже рассказанными нами способами.

МНОГОЛОПАСТНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

Многолопастный ветродвигатель относится к системе тихоходных ветродвигателей с использованием энергии ветра до 20 процентов. По устройству этот двигатель сложнее виндатора, но зато много проще крыльчатого ветродвигателя. Работает же он вполне надежно. Многолопастный ветродвигатель хорошо трогается с места с приключенной к нему нагрузкой при незначительной силе ветра—3 метра в секунду.

Главной частью описываемого двигателя является ветровое колесо, состоящее из 18 или 24 простейших металлических лопастей. Сзади ветрового колеса на головке двигателя крепится руль—прямоугольная или трехугольная лопасть. При помощи этого руля ветровое колесо автоматически постоянно устанавливается против ветра. Сбоку у ветрового колеса монтируется еще один руль, но меньшего размера. Этот руль является как бы автоматическим выключателем ветродвигателя при очень сильном ветре. Практически это происходит так.

Когда дует слабый или средней силы ветер, то большой руль, имея значительное сопротивление, встает по ветру и поворачивает ветровое колесо двигателя против ветра. Если ветер значительно усиливается, то маленький руль под действием усилившегося ветра поворачивает ветровое колесо под некоторым углом к ветру и тем самым сокращает скорость вращения ветрового колеса. Когда же начинается буря, ее сила складывает оба руля вместе, они ставят ветровое колесо ребром к ветру и тем самым останавливают его, так как в таком положении оно вращаться не может.

Вращение ветроколеса через механизм головки, состоящий из двух конических шестерен, передается вертикальной трансмиссии, состоящей из металлической штанги, и затем уже у основания башни, на которой установлено ветроколесо, это движение также при помощи конических шестерен передается на вертикальный вал со шкивами или непосредственно соединяется с агрегатом.

Описываемый здесь ветродвигатель рассчитан на мощность в 0,5 л. с. и будет при средней силе ветра вращаться со скоростью 100 оборотов в минуту. Такой двигатель может

обеспечить нормальное вращение якоря динамомашины мощностью в 250 ватт при скорости ветра 8 метров в секунду.

Устройство ветродвигателя хотя и не представляет собой трудности, но всё же дело довольно трудоемкое. Здесь придется орудовать более крупными деталями и узлами, поэтому лучше его сооружать коллективно, группой юных техников и конструкторов при школе, кружке или станции юных техников, и пользоваться советами более опытного человека, сведущего в подобных установках.

ВЕТРОВОЕ КОЛЕСО

Постройку ветродвигателя следует начать с изготовления ветрового колеса—основной детали ветродвигателя. Для этого нам необходимо два листа толстого кровельного железа, желательно нового, лучше оцинкованного. Сложив листы вместе и временно скрепив их бортами между собой, на них следует вычертить четыре окружности диаметрами 300, 800, 1400 и 2000 мм. Затем большую окружность нужно разделить на 16 равных частей и соединить точки на окружности с центром ее. Практически это делается так: через центр круга у нас уже проведен один диаметр—это линия соединения двух листов железа. Перпендикулярно к нему проводится еще один диаметр. Таким образом мы получили круг, разделенный на четыре равных сектора. Если мы проведем еще два перпендикулярно пересекающиеся диаметра так, чтобы их линии делили секторы пополам, то получим еще восемь одинаковых секторов. Разделив их еще пополам, получим желаемые 16 секторов. Иными словами, каждый сектор, то-есть будущая лопасть нашего ветрового колеса, должен иметь $22,5^\circ$.

Когда сделана такая разметка, каждый сектор надо разделить еще надвое между первой и второй окружностями, а по третьей окружности в центре каждой лопасти сделать пометку для отверстий.

Разметив таким образом ветровое колесо, обе его половины вырезают по четвертой окружности и затем разрезают на секторы до первой окружности. Работу эту производят ножницами по металлу или зубилом. Когда разрезка будет окончена, у каждой лопасти вырубается зубилом по половине площади между первой и второй окружностями. Полученные таким образом отверстия дадут возможность ветру, дующему на центр колеса, свободно проходить в них и тем самым не оказывать сильного давления на центр ветрового колеса, что является большим тормозом при работе ветродвигателя.

По сделанным отметкам на третьей окружности делаются сквозные отверстия в каждой лопасти диаметром в 5—6 мм. В них будет продеваться кольцо из толстой железной про-

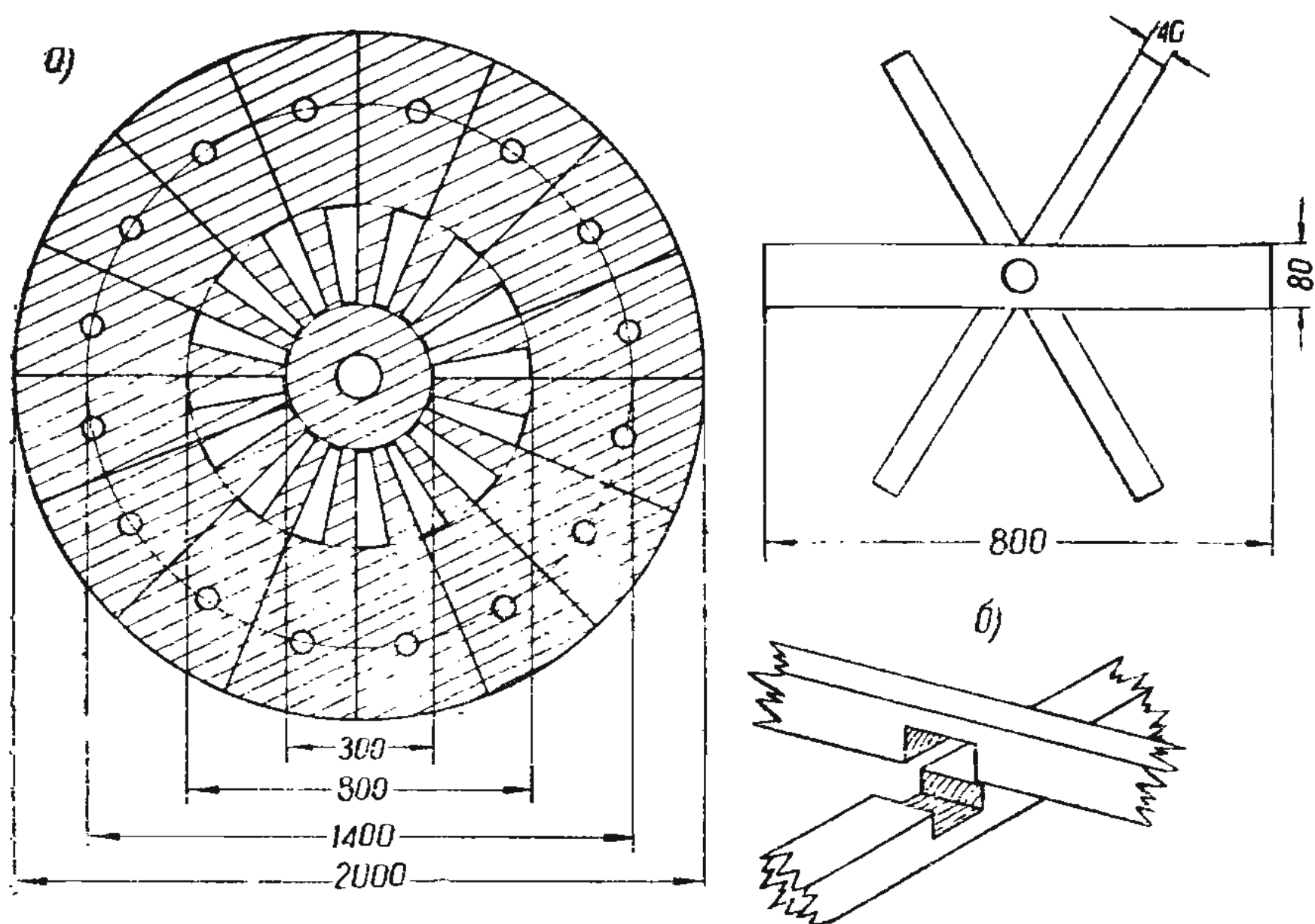


Рис. 47. Детали многолопастного ветрового двигателя.

а—разметка ветроколеса многолопастного ветродвигателя, *б*—крестовина ветроколеса и сцепление ее планок.

волокни, служащее для упрочения конструкции ветроколеса. Разметка ветроколеса показана на рис. 47 *а*.

Для крепления ветроколеса связывается деревянная крестовина. Для крестовины необходимо взять доску (не тоньше 40 мм) и вырезать из нее три бруска длиной по 800 мм каждый и шириной один—80 мм и два—по 40 мм. Затем эти бруски связываются в крестовину, на которую крепится ветроколесо так, чтобы полудиски его сходились на широком бруске. Ветроколесо лучше прикрепить к крестовине не гвоздями, а шурупами. Лопасти ветроколеса поворачиваются слева направо приблизительно под углом в 25° . Крестовина показана на рис. 47 *б*.

Для укрепления конструкции берется отрезок железной проволоки толщиной в 5—6 мм, употребляемой для стяжек, и длиной 4500 мм и свивается кольцо диаметром в 1400 мм. Это кольцо осторожно продевается через все отверстия в лопастях, сделанных по третьей окружности, и затем кольцо прочно скрепляется проволоочными скрутками. Теперь ветровое колесо будет достаточно прочно и устойчиво.

Затем ветровое колесо надо насадить на главный вал. В качестве этого вала может быть применена металлическая трубка диаметром 40—45 мм и длиной 1000 мм или же цельнометаллический стержень таких же размеров.

Ветроколесо прочно насаживается на вал так, чтобы оно не смогло вращаться на нем. Для этого желательно в широком бруске крестовины в борту его против отверстия для вала просверлить сквозное отверстие для болта диаметром 10—15 мм. Такое же отверстие следует просверлить и на конце вала, отступя от его торца на 40 мм. При насаживании ветроколеса на вал эти отверстия должны совпасть. Через них пропускается болт и закрепляется гайкой. Такое крепление ветроколеса на валу обеспечит необходимую прочность их соединения.

Когда таким образом будет собрано ветроколесо, нужно произвести его балансировку, то-есть уравновешение его на валу. Для этого главный вал ветроколеса следует положить концами на два горизонтально расположенных бруса, например положенных на концах стола. Вал должен свободно вращаться вместе с ветроколесом на этих брусках. Если при повороте ветроколеса оно будет сохранять любое приданное ему положение, можно считать, что оно сбалансировано. Но если при поворотах ветроколеса будет всегда возвращаться в одно и то же положение, то-есть какая-то лопасть его всегда будет стремиться занять нижнее положение, то это значит, что эта половина ветроколеса перевешивает другую половину. Для уравновешивания ветроколеса к брусу крестовины, который находится в верхнем положении, прикрепляется полоска железа, и продолжают проверку ветроколеса. Если после этого, наоборот, станет перевешивать часть колеса, к которой прикреплена железная полоса, ее надо подрезать. Таким образом, уменьшая или увеличивая дополнительный груз одной части ветроколеса, производят его балансировку и достигают полной равномерности его вращения.

После балансировки ветроколесо покрывают масляной краской на натуральной олифе. Это необходимо для защиты его от ржавчины. Если же ветроколесо будет изготовлено из оцинкованного железа, то красить его не нужно.

ХВОСТОВОЕ ОПЕРЕНИЕ

Для автоматической установки ветроколеса против ветра, служит хвостовое оперение.

Перо хвоста может быть изготовлено также из листового железа или из толстой фанеры. Оно имеет форму трапеции, длина параллельных сторон которой составляет 400 и 800 мм, а высота трапеции—1000 мм. Перо хвоста укрепляется шурупами на раме, сделанной из деревянных брусков. Для большей устойчивости хвостового оперения к широкому концу его прикрепляется реечный откос, который впоследствии будет прикрепляться к станине ветродвига-

теля. Основной брус рамы и откос должны иметь сечение 40×40 мм.

Устройство хвостового оперения и соотношение его деталей ясно видны на рис. 48.

СТАНИНА ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Станина ветродвигателя, на которой крепятся все его детали, состоит из деревянной рамы и доски-основания.

Для основания берется сухая, лучше березовая или дубовая доска размером 200×1200 мм и толщиной не меньше 50 мм. Рама изготавливается из брусьев в виде табуретки без сидения. Для основных стоек-ножек берется деревянный брус сечением 50×50 мм. От него отпиливают четыре бруска длиной по 1000 мм и 4 бруска длиной по 700 мм. Четыре последних бруса распиливаются вдоль на две равные части каждый. Затем из всех этих брусьев собирают раму станины, как указано на рис. 49 а. Скрепляется рама сквозными болтами диаметром 10—15 мм.

Прежде чем прикреплять основание к раме, в центре его укрепляют опорный стержень. В качестве его можно применить отрезок трубы, от которой мы брали отрезок для вала ветроколеса, длиной 1500 мм. Один конец трубы распиливают вдоль на 6 равных частей на глубину 80 мм, затем полученные

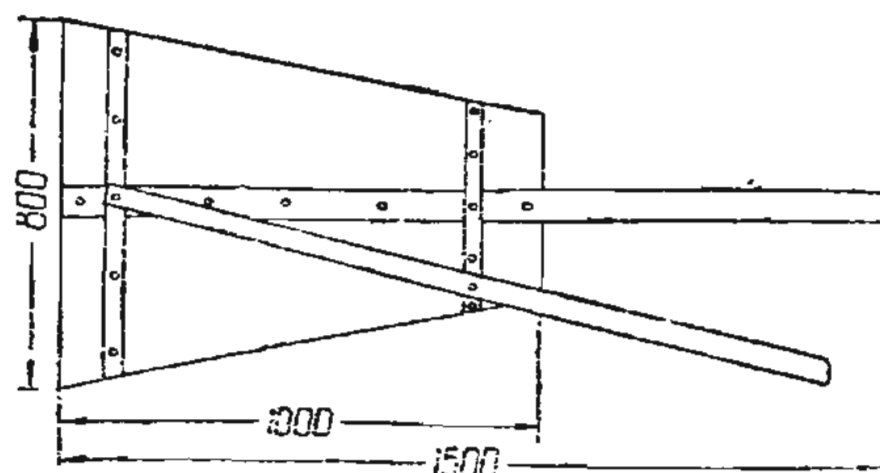


Рис. 48. Устройство хвостового оперения двигателя.

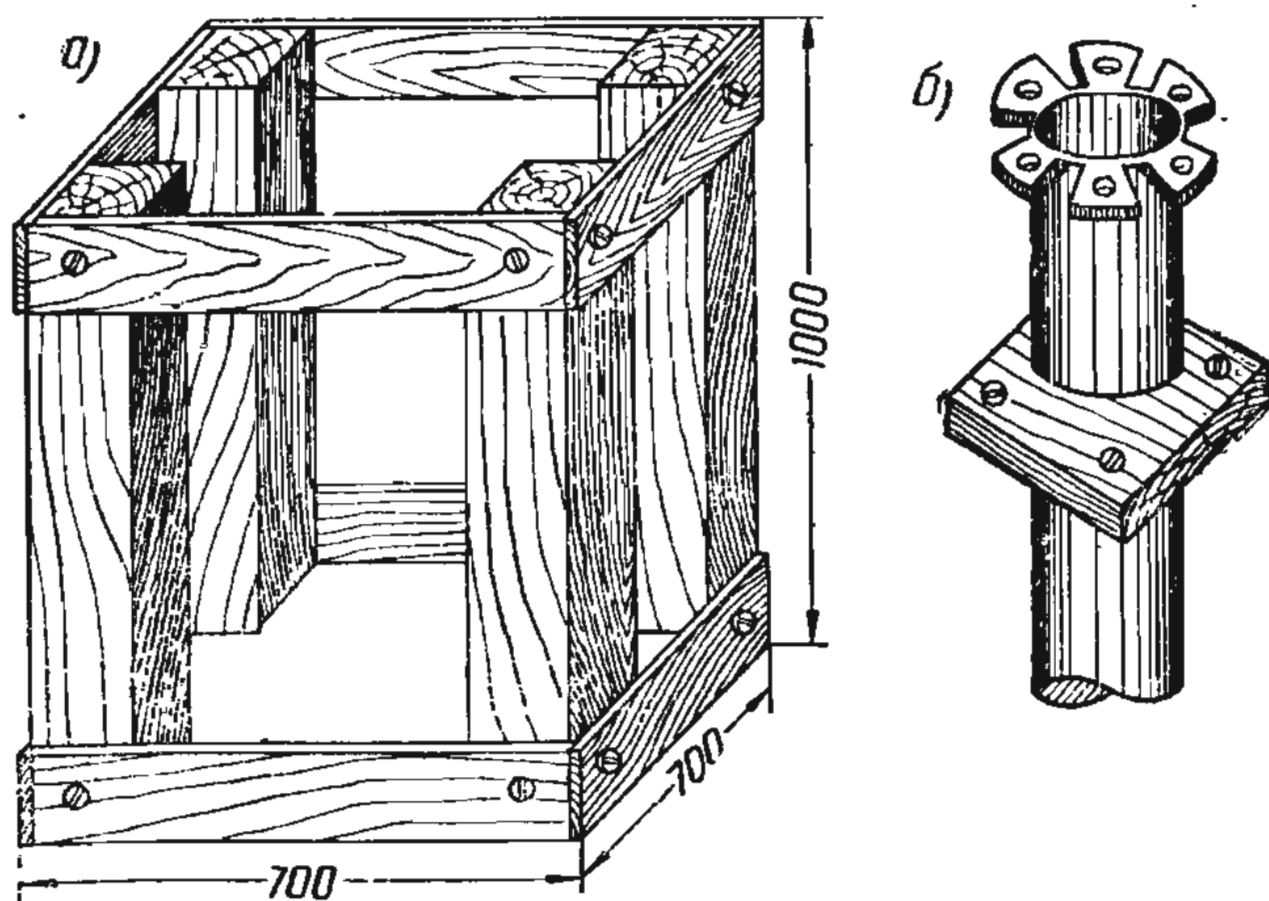


Рис. 49. Детали многолопастного ветрового двигателя.
а—рама станины ветродвигателя, б—прикрепление опорного стержня к основанию.

лапки отгибают от трубы под прямым углом. В лапках просверливаются отверстия, через которые опорный стержень прикрепляется шурупами или болтиками к центру доски основания. Для большей прочности крепления желательно на трубу—опорный стержень—надеть кусок доски, предварительно прорезав в ней отверстие по диаметру трубы, и затем четырьмя болтами скрепить его с основанием, сжав между собой лапки опорного стержня. Конец опорного стержня, прикрепляемый к основанию, показан на рис. 49 б.

Доска — основание вместе с опорным стержнем накладывается на раму станины и прочно скрепляется с ней болтами.

ПЕРЕДАТОЧНО-ВРАЩАТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

Передать вращение ветроколеса на рабочий агрегат можно различными способами—цепным, ременным, трансмиссионным и другими.

В первом случае для передачи можно использовать цепь и зубчатые колеса от велосипеда или мотоцикла. Во втором случае нужны два шкива и ремень. Оба эти способа могут быть использованы в тех случаях, когда, например, динамо-машина устанавливается непосредственно на раме станины ветродвигателя, в нижней ее части, и потому не требуется особенно длинная цепь или ремень. В том же случае, когда необходимо передать вращение ветродвигателя к его основанию, применяется трансмиссия. Мы опишем два последних способа.

Для ременной передачи нам потребуется изготовить один шкив. Хорошо, если удастся подобрать готовый металлический шкив диаметром 200—250 мм. Если же такого не найдется, шкив делают из куска твердого дерева—дуба или бука. Шкив лучше сделать составной—из трех дисков, выпиленных из дубовых досок и скрепленных между собой так, чтобы слои волокон были расположены вперекрест. По центру окружности шкива протачивается канавка для ремня. Она необходима для того, чтобы ремень не соскакивал со шкива. Для крепления шкива на валу ветрового колеса берется круглый отрезок диаметром 100 мм и толщиной 50 мм. В центре его просверливается отверстие по диаметру вала, а в борту—отверстие для болта. Этот отрезок прочно скрепляется со шкивом.

Шкив надевается на вал ветроколеса и прикрепляется к нему вблизи ветроколеса с помощью болта через отверстие шкива.

Можно шкив прикрепить и несколькими шурупами непосредственно к раме ветроколеса.

Шкив показан на рис. 50 а. Размеры шкива ветродвигателя лучше определить из расчета количества оборотов,

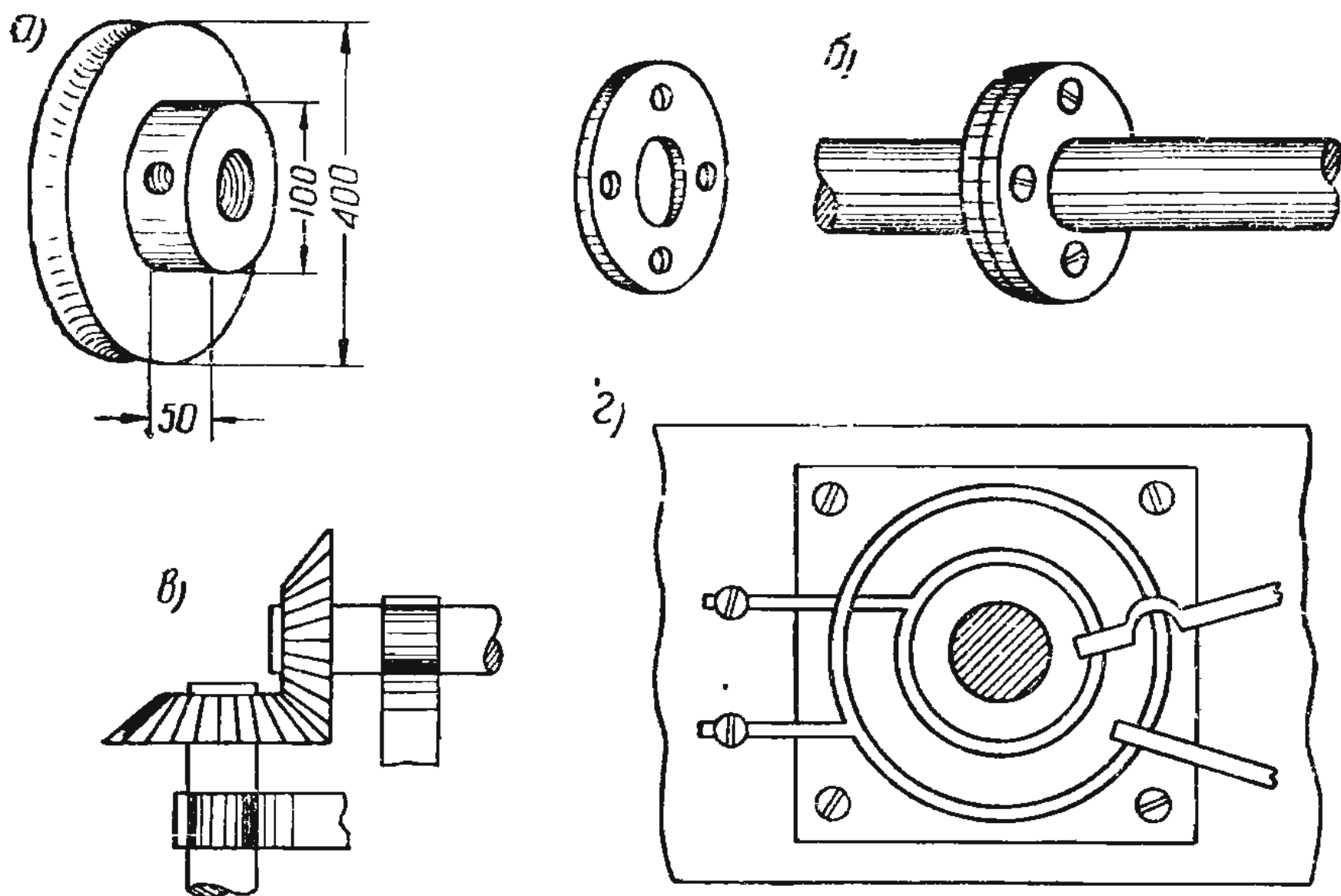


Рис. 50. Детали многолопастного ветрового двигателя.

а—шкив ветродвигателя, *б*—конец трубы с фланцем, *в*—конические шестерни вертикальной трансмиссии, *г*—расположение колец и щеток коллектора электрической цепи двигателя.

которое необходимо для нормальной работы агрегата — в нашем случае динамомашины.

Если учесть, что для нормальной работы малой динамомашины требуется скорость вращения якоря 2000—2500 оборотов в минуту, а наш ветродвигатель при средней силе ветра вращается со скоростью 100 с небольшим оборотов в минуту, то окажется что шкив ветродвигателя должен быть в 20 раз больше шкива динамомашины. Или же должна быть система шкивов, обеспечивающая такое же соотношение.

Для трансмиссионной передачи потребуются две пары конических шестерен, металлические трубы с соединительными фланцами на концах. Составленный из этих труб трансмиссионный вал должен иметь длину достаточную для того, чтобы верхний конец его с насаженной конической шестерней упирался в коническую шестерню, насаженную на вал ветроколеса, а нижний конец доходил до основания, на котором у земли будет установлена динамомашина. Фланец и его положение на трубе показаны на рис. 50 б, а положение конических шестерен при вертикальной трансмиссии — на рис. 50 в. Фланцы скрепляются между собой болтами или заклепками.

Для устройства трансмиссии каждая составная часть ее должна вращаться в подшипниковых хомутках, прочно

укрепленных на столбе, на котором будет устанавливаться ветродвигатель.

Сцепление трансмиссии с динамомашиной можно осуществить также при помощи ременной передачи. Для этого большой шкив, изготовленный по рис. 50 а, устанавливается не на валу ветроколеса, а на горизонтальном нижнем валу трансмиссии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ УСТАНОВКИ

Большое значение для нормальной работы нашей ветро-электрической станции будет иметь то обстоятельство, насколько прочно и правильно будет сделана ее электрическая цепь. Дело в том, что решение этого вопроса сопряжено со многими трудностями и не так просто осуществимо, как кажется на первый взгляд. Эта сложность устройства электроцепи очень осложняет конструкцию ветродвигателя с применением трансмиссии. Ведь если применить трансмиссию, то вал ее должен проходить по центру, на котором вращается станина двигателя. Следовательно, он должен помещаться внутри опорной трубы, прикрепленной к основанию станины ветродвигателя. Опорная труба в таком случае должна иметь на себе два кольцевых выступа, с помощью которых она будет удерживаться на подшипниковых хомутиках.

Всё это сложно и под силу только уже более опытным юным конструкторам и техникам. Но зато применение трансмиссии облегчает устройство электроцепи установки, так как при этом динамомашина стоит внизу и рабочая электросеть присоединяется непосредственно к ней.

Во втором случае, наоборот, цепное или ременное сцепление ветроколеса с динамомашиной значительно упрощает конструкцию ветродвигателя, но зато осложняет конструкцию электроцепи.

Так как во втором случае динамомашина устанавливается на станине ветродвигателя, то для того чтобы соединить ее с внешней электросетью, необходимо специальное устройство, напоминающее собой кольцевой коллектор электрогенератора переменного тока.

Для такого „коллектора“ нам потребуется два медных кольца шириной по 20 мм и внешним диаметром одно 100 мм и другое 180 мм. Кольца эти привинчиваются к доске, которой прижимаются лапки опорной трубы к основанию станины. Кольца не должны касаться одно другого и соприкасаться с какими-либо металлическими частями двигателя. Поэтому их следует привертывать мелкими шурупами, не проходящими сквозь доски.

К кольцам присоединяются отводы от динамомашины, установленной на нижней перекладине станины, и на них

накладываются контактные пружины-щеточки, прочно укрепленные на вершине столба—основания ветродвигателя.

Провода от щеток спускаются вдоль столба—основания на распределительный щиток. Расположение колец и щеток на внутренней стороне доски—основания показано на рис. 50 г.

СБОРКА ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Приступая к сборке ветродвигателя, мы уже имеем собранными отдельные его узлы: ветроколесо с главным валом, станину с основанием, хвост.

Теперь, прежде всего, нам необходимо установить ветроколесо на основании станины. Для этого нам потребуется два шариковых подшипника, один из которых должен быть торцевым. Если же не окажется таких подшипников, то придется изготовить из толстой дубовой доски две стойки высотой по 200 мм и шириной по 150 мм. В них просверливаются отверстия и вставляются отрезки медной трубы, внутренним диаметром равной внешнему диаметру вала ветроколеса. Это и будут подшипники. Один из этих подшипников закрывается с торца металлической плитой—это будет торцевой подшипник. На другой подшипник прикрепляется плита с отверстием.

Когда подшипники готовы, сквозной из них надевается на вал до самого шкива металлической планкой наружу. Отступя 40 мм от подшипника, на вал надевается отрезок медной трубы, которая была применена для подшипников, или такого же диаметра железной трубы, и прочно скрепляется с валом болтами или же приваривается.

Подшипник этот привинчивается снизу основания крупными шурупами, сквозными болтами или прикрепляется металлическими скобами на расстоянии 30 мм от торца доски—основания. Второй подшипник надевается на конец вала и тоже прикрепляется к основанию. При этом надо проверить, чтобы вал свободно вращался в подшипниках.

Такое крепление ветроколеса вполне обеспечит ему необходимую прочность, и вал не будет ползать по подшипникам.

Основной брус хвостового оперения своим свободным концом кладется на доску—основание против вала ветроколеса так, чтобы его торец соприкасался с торцевым подшипником, и крепится к основанию двумя-тремя сквозными болтами. К ножкам станины в том месте, где проходит подкос хвоста, привинчивается поперечный брус и к нему прикрепляется подкос.

Динамомашина устанавливается на доске, прикрепленной к нижним перекладинам станины так, чтобы ее шкив находился точно против шкива ветроколеса. Динамо необходимо

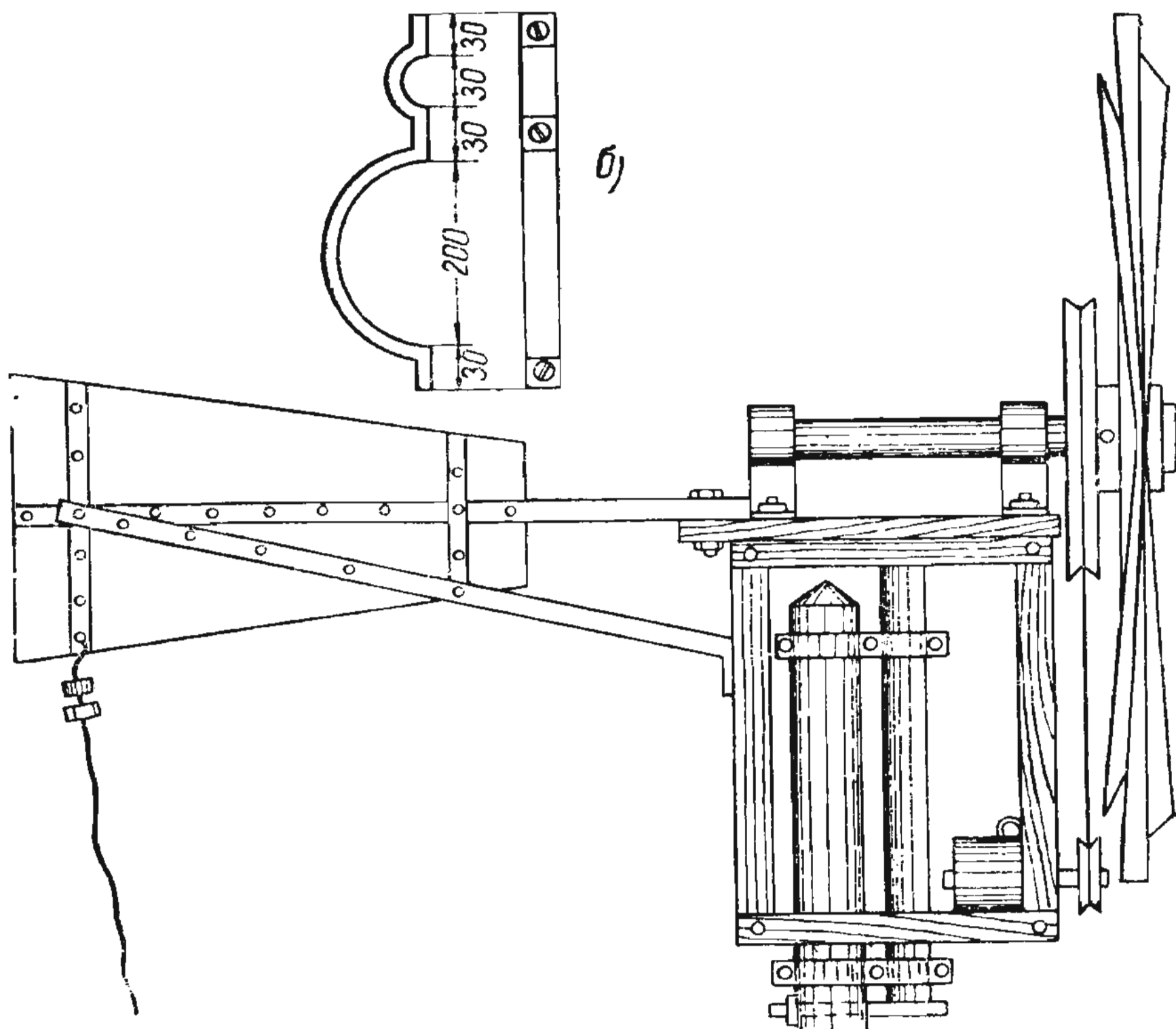


Рис. 51. Многолопастный ветровой двигатель.
а—собранный многолопастный ветродвигатель, *б*—подшипниковые хомутики.

прикрыть деревянным или металлическим кожухом от разрушительного действия дождя и снега. Контакты ее соединяются гибким проводом с коллекторными кольцами. На шкивы надевается ремень. Вот и собран ветродвигатель. Теперь остается его установить.

Собранный ветродвигатель показан на рис. 51 *а*.

УСТАНОВКА ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Наш ветродвигатель может быть смонтирован на мачте, установленной на крыше здания, на столбе или на специальной ферме наподобие нефтяной вышки. Специальную ферму можно применить в тех случаях, когда двигатель приходится поднимать на значительную высоту, например в лесу. Но если двигатель устанавливается на открытой местности, то для этого вполне может быть использован толстый телеграфный столб высотой 7—8 метров. Но как столб, так и мачту необходимо укрепить прочными проволоочными растяж-

ками. Столб должен быть врыт в землю не менее чем на 1,5 метра.

Ветродвигатель крепится на столбе с помощью опорной трубы и подшипниковых хомутиков. Подшипниковые хомутики изготавливаются из полосового 10—15-миллиметрового железа по рис. 51 б. Таких деталей надо сделать четыре и иметь для их соединения шесть болтов. Малым кольцом своим хомутики надеваются на опорную трубу, а большими кольцами—на вершину столба и скрепляются болтами. Чтобы опорная труба вместе со станиной не сползали вниз и не садились на вершину столба, в столб, под торец опорной трубы, вколачивается железный стержень с широкой головкой, на которой сможет уместиться торец опорной трубы. Расположение хомутиков и стержня ясно видно из рис. 51 а.

Для того чтобы ветродвигатель по желанию можно было останавливать, к поперечной хвостовой рейке прикрепляется металлическое кольцо и к нему привязывается веревка. С помощью этой веревки по желанию ветроколесо можно будет устанавливать ребром к ветру и таким образом прекращать работу ветродвигателя.

Здесь же следует прикрепить и противовес—длинный болт с надетыми на него металлическими грузами. Этот противовес необходим для того, чтобы опорная труба находилась на центре тяжести всей системы. Поэтому, когда будет установлен ветродвигатель на столбе, его проверяют: правильно ли он уравновешен и не перетягивает ли ветроколесо всей системы. Если двигатель не уравновешен, он будет вращаться значительно медленнее и быстрее сработаются трущиеся детали.

Путем добавления груза на конец хвоста или уменьшения груза и уравновешивается ветродвигатель.

В столб до его установки вбиваются костыли для того, чтобы по ним можно было взбираться к ветроколесу в случае необходимости—для мелкого ремонта или смазки подшипников.

Таково устройство ветродвигателя.

ЭЛЕКТРОМОТОР

Электродвигатели еще долго будут служить человеку. Теперь мы не имеем такой области в промышленности, где бы не применялись электродвигатели. Поэтому юным техникам обязательно надо познакомиться с принципами работы этих двигателей и даже сделать их своими руками. Электромотор всегда может пригодиться в практической работе со всевозможными приборами.

Для нашего первого электромотора надо изготовить два электромагнита. Для этого на двух дощечках толщиной в сантиметр и размером 25×60 мм ввинчиваются по два шурупа на расстоянии 40 мм один от другого, как показано на рис. 52 *а*. Предварительно из фанеры надо сделать четыре шайбочки диаметром 25 мм с внутренним отверстием, равным толщине шурупов. Прежде чем ввернуть шурупы в дощатые колодочки, шайбы надевают на шурупы.

Когда таким образом будут готовы сердечники электромагнитов, на них наматывают проволоку в бумажной или шелковой изоляции диаметром 0,3 мм. Можно проволоку взять несколько меньшего или большего диаметра. От этого будет зависеть только расход тока на работу мотора.

Обмотка производится так: на шурупы наматывается в несколько слоев тонкая папиросная бумага или, лучше, калька. Затем на один из шурупов наматывается четыре ряда проволоки. Наматывать проволоку надо плотно, укладывая виток к витку и всё время в одном направлении. Не забудьте при намотке оставить свободный конец провода сантиметров 10 длины. Когда на первый шуруп будет намотано четыре ряда проволоки, ее переводят на другой шуруп и

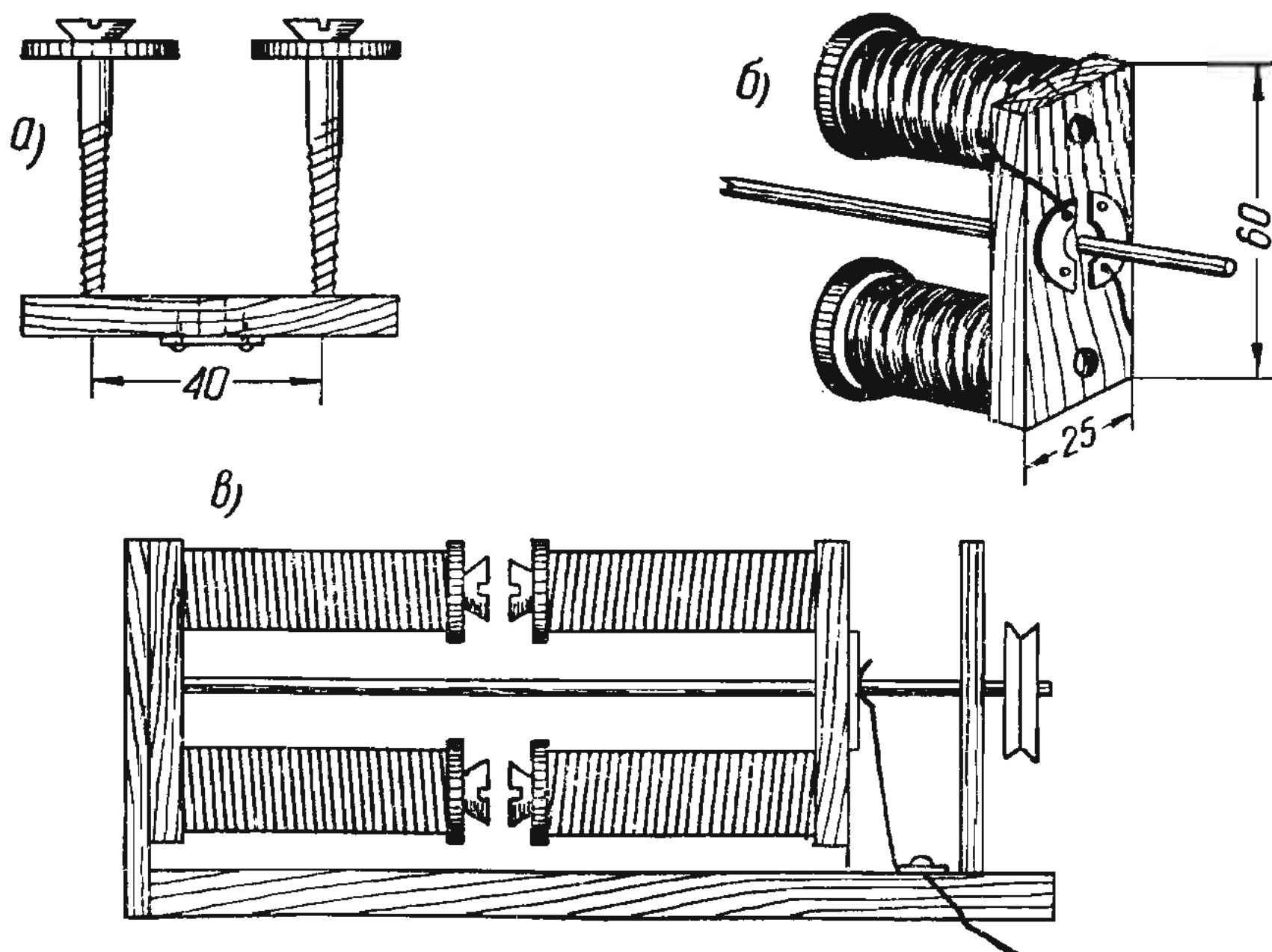


Рис. 52. Детали электромотора.

а—изготовление электромагнитов электромотора, *б*—прикрепление коллекторных пластин к ротору, *в*—готовый электромотор.

ведут намотку уже в противоположном направлении и наматывают также четыре ряда. Затем оставляют конец в 10 см и закрепляют его ниткой. Таким же образом обматывают и другой электромагнит.

После обмотки электромагнитов один из них следует укрепить на оси. Для оси можно взять длинный гвоздь или отрезок проволоки диаметром в 3 мм и длиной сантиметров 10. Когда ось будет заготовлена, в центре колодочек электромагнитов просверливают отверстия по диаметру оси. В одной из колодочек ось прочно закрепляется, а в другой отверстие с обратной стороны электромагнитов закрывается железной планкой. Желательно, чтобы отверстие во втором электромагните было несколько большего диаметра, чем ось, чтобы в него можно было вставить металлическую втулочку в качестве подшипника и тем самым значительно сократить трение оси в отверстии.

На колодке электромагнита с осью, который будет теперь называться ротором мотора, прикрепляется и коллектор. Коллектор вырезается из тонкой латуни в виде кружка диаметром в 20 мм и затем разрезается на две равные части. Коллекторные пластины прибиваются к деревянной колодке электромагнитов маленькими гвоздиками так, чтобы пластины не замыкались осью ротора и своим прорезом приходились против электромагнитов. Когда будете прибивать пластины, надо сразу же к ним присоединить и концы от обмотки электромагнита. Для этого концы очищают от изоляции, проволоку зачищают до блеска и, обмотав вокруг гвоздика, вколачивают его (см. рис. 52 б).

Для того чтобы собрать мотор, необходимо еще сделать для него основание и две стойки. Для основания берется доска размером 60×120 мм. Стойки вырезаются из толстой фанеры высотой 80 мм и шириною 20 мм. Сразу, что необходимо, сделать и щетки — две латунных пластинки размером 5×60 мм.

К одной из стоек прикрепляется шурупами или гвоздиками статор — электромагнит, который у нас не насажен на ось, а стойка затем прикрепляется к основанию. После этого ось ротора вставляется в подшипник статора и к ее свободному концу приставляется вторая стойка. Находится правильное горизонтальное положение ротора, и во второй стойке просверливается отверстие для второго конца оси. Противоположный конец оси подрезается так, чтобы между полюсами ротора и статора оставался по возможности меньший воздушный зазор, желательно не более 2 мм. Чем меньше будет этот зазор, тем лучше будет работать электромотор и мощность его будет значительно больше. Когда всё это отрегулировано, на второй конец оси надевается отрезок трубочки, затем вторая стойка, шкив, и стойка прикрепляется

к основанию. Желательно и в этой стойке сделать металлический подшипник.

Концы щеток, которые будут соприкасаться с коллектором, выгибаются полукругом, а противоположные концы сгибаются под прямым углом, и щетки прикрепляются к основанию по разным сторонам оси. При прикреплении щеток к основанию надо сделать и соединение цепи. Для этого к одной из щеток присоединяется один конец от электромагнита статора. К другому концу статорного электромагнита и ко второй щетке мы будем присоединять питание. Не забудьте коллектор и концы щеток хорошо почистить, чтобы между ними был надежный контакт. Готовый мотор системы Якоби в собранном виде показан на рис. 52 в.

Теперь, если мы присоединим к мотору батарейку от карманного фонаря или другой источник постоянного тока, то наш мотор заработает. Такой мотор, конечно, не может иметь практического применения, так как он имеет слишком незначительную мощность, но сделать его необходимо для практического ознакомления с принципами работы электромоторов, а также для навыка.

Когда вы на простейшей модели мотора Якоби проследите и изучите все особенности работы электродвигателя, приступайте к изготовлению электромотора, который можно будет применять и в практических делах.

Какой же теперь нам электромотор сделать? Ведь существует много систем электродвигателей и у каждого из них есть свои преимущества. Нам нужно сделать такой электромотор, который был бы прост в изготовлении, имел сравнительно плавный ход и на постройку которого не требовалось бы дефицитного материала и сложного инструмента. Предлагаемая ниже модель и будет отвечать всем этим требованиям.

Статор мотора можно изготовить двумя путями—составить его из отдельных железных пластин, вырезанных из консервных банок, или же согнуть из толстого четырехмиллиметрового железа. Мы расскажем, как изготовить и тот и другой статор.

Для составного статора нужно нарезать пластины из консервных банок или из другого листового железа по рис. 53 а. Пластин потребуется столько, чтобы, сложенные вместе, они составили стопу в 25 мм толщиной. Две крайние пластины делаются с несколько удлиненными ножками, которые загнутся в разные стороны. При помощи их статор будет прикрепляться к стойке основания мотора. Когда все пластины нарезаны, их скрепляют четырьмя сквозными болтиками, продетыми в отверстия, указанные на рисунке. Можно скреплять статор и заклепками. Для этого в отверстия продевается проволока сечением в 3 мм и отрезается с таким рас-

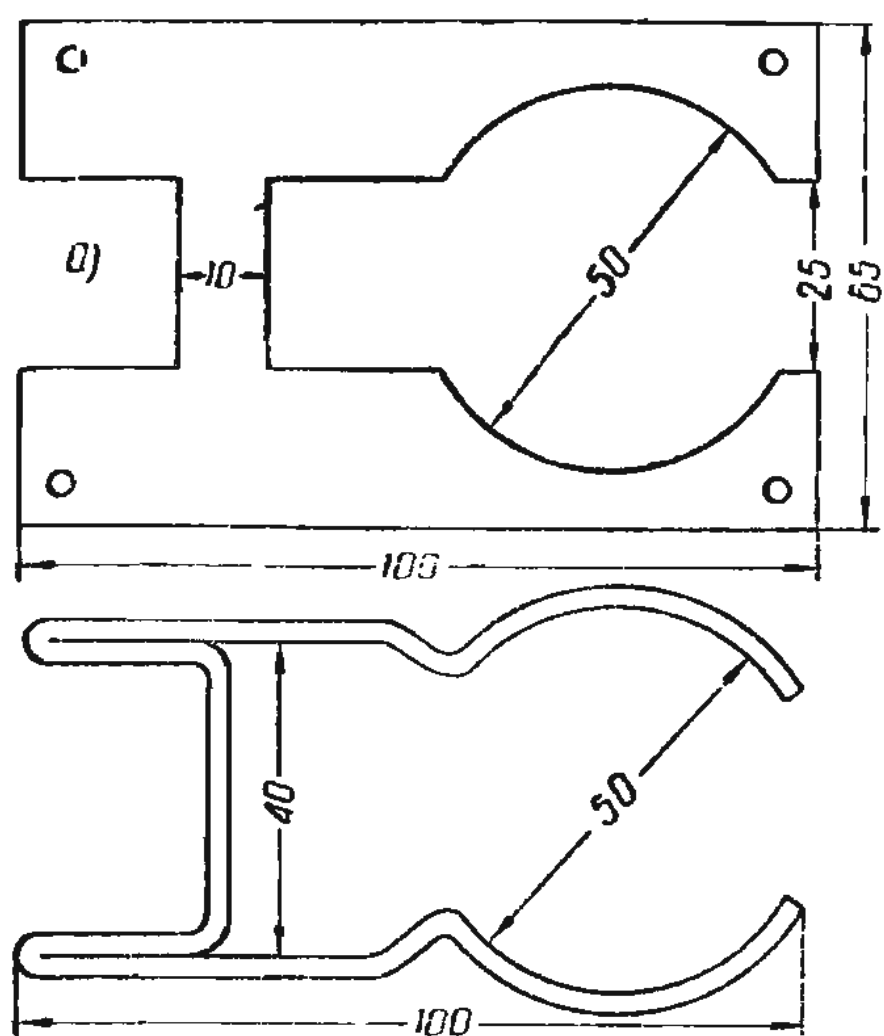


Рис. 53. Детали электромотора.
а—шаблон для пластин составного статора электромотора, б—статор мотора из цельной металлической полоски.

четом, чтобы оставались концы длиной в 3—5 мм. Затем эти концы осторожно расклепываются молотком. Такое крепление вполне обеспечит необходимую прочность. В заключение башмаки — полукруглые выемы в статоре, в которых будет вращаться ротор—якорь мотора, аккуратно зачищаются полукруглым напильником. Стачиваются также и острые иглы на поперечнике статора, куда будет наматываться обмотка. Это надо для того, чтобы не повредить изоляцию обмотки.

Для статора другого типа надо иметь металлическую полоску толщиной в 4 мм, шириной 25 мм и длиной 280 мм. Из нее сгибается деталь, как указано на рис. 53 б. По-

перечник полученного статора желательно запилить с каждой стороны на 5 мм. Это дает возможность более аккуратно уложить обмотку. Но можно и не делать этого запила. От этого качество работы мотора не ухудшится, только выглядеть он будет несколько неуклюжим. А вы должны стараться всякую работу выполнить не только правильно, но и аккуратно.

Когда тот или другой статор готов, он обматывается проволокой. Для этого место, где будет наматываться проволока, то-есть поперечник статора, обматывают сначала пропарафиненной бумагой или калькой в несколько слоев или лучше изоляционной лентой. Затем наматывают обмотку статора. Ее надо мотать, аккуратно укладывая виток к витку, всё время в одном направлении. Для обмотки берется проволока 0,3 мм в бумажной или шелковой изоляции. Намотать на статор надо 4—5 рядов проволоки, оставив концы сантиметров по 10 длиной.

Теперь надо сделать ротор. Его можно сделать двухполюсным и многополюсным. Лучше потрудиться сразу и сделать трехполюсный ротор. Его преимущества перед двухполюсным состоят в том, что при трехполюсном роторе, в каком бы положении он ни остановился, мотор при включении тока всегда сам начинает работать. А при двухполюсном роторе бывает и так, что включишь ток, а мотор не работает, „требуется“, чтобы его подтолкнули, то-есть дали бы ему начальную скорость.

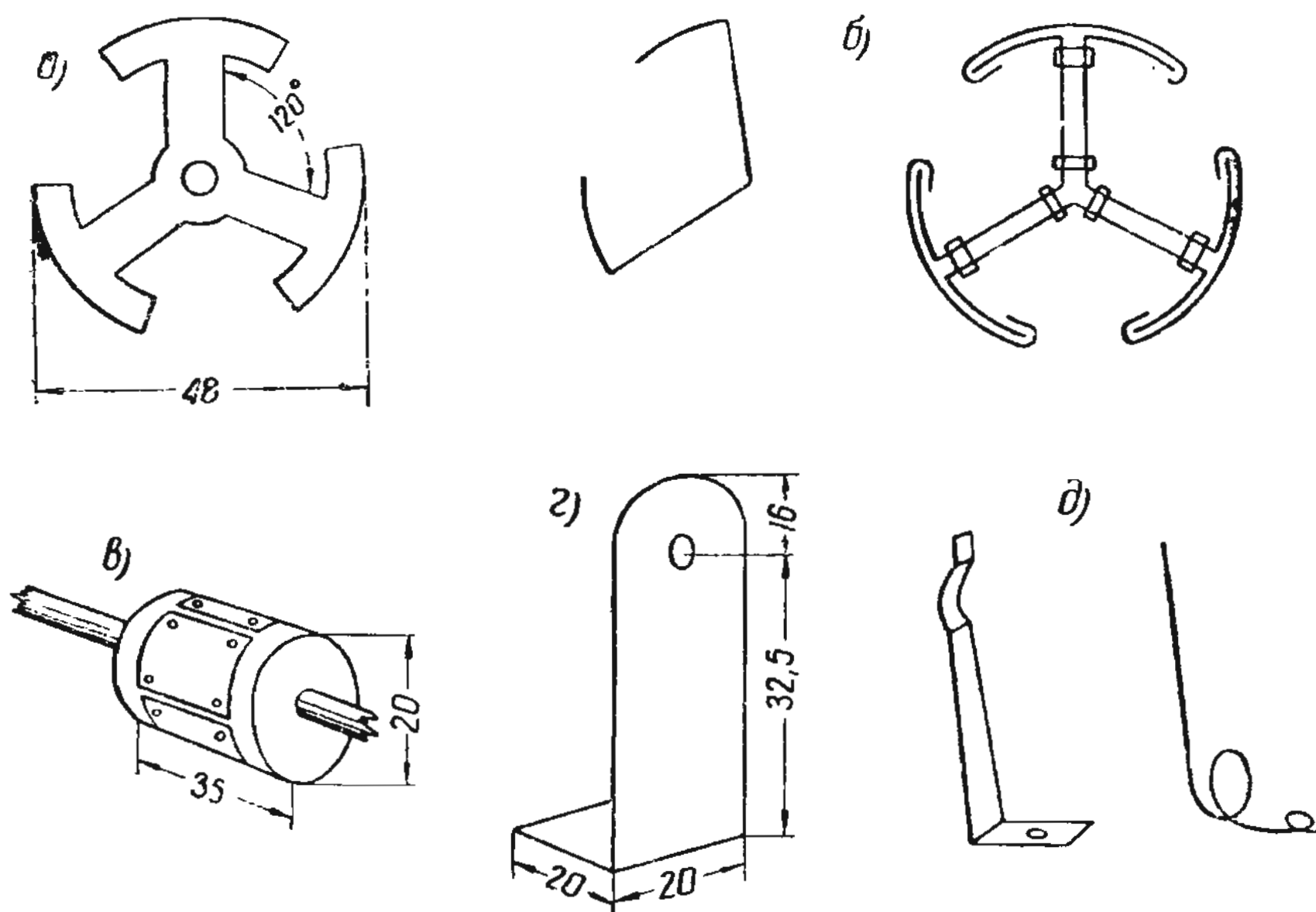


Рис. 54. Детали электромотора.

а—шаблон для пластин трехлопастного ротора, *б*—изготовление трехлопастного ротора из отдельных пластин, *в*—готовый коллектор электромотора, *г*—стойки электромотора, *д*—пластинчатая и проволочная щетки.

Для трехполюсного ротора можно также нарезать железных пластин по рис. 54 *а* и собрать ротор так же, как статор. А можно изготовить ротор и из цельных толстых кусков железа. Для этого надо вырезать из железа три пластины одинакового размера и согнуть их, как указано на рис. 54 *б*. Затем эти пластины укладываются вокруг оси и связываются нитками или тонкой проволокой или же скрепляются железными поперечными хомутиками. Желательно также и на полюсы ротора надеть железные хомутики. Но учтите, что при этом детали ротора надо сгибать несколько меньшего размера. Собранный ротор вставляют в статор и проверяют, свободно ли в нем вращается ротор. Между башмаками статора и полюсами ротора должен быть воздушный зазор не менее 1 мм, однако и увеличивать его особенно сильно не следует. От этого понижается мощность мотора.

Когда ротор проверен, его также предварительно обматывают пропарафиненной бумагой или изоляционной лентой и затем на него наматывается изолированная проволока. Обматывать ротор можно той же проволокой 0,3 мм. Но при этом надо строго следить за тем, чтобы число витков на каждом полюсе ротора было одинаково и намотка производилась бы в одном направлении. При переходе обмотки с

одного полюса на другой не забудьте оставлять петлю сантиметров пять длиной,—это необходимо для соединения обмотки с коллектором.

После изготовления ротора делается коллектор. Для этого вырезается из латуни или меди три пластинки размером 20×30 мм. Пластинки укладываются на деревянный барабанчик диаметром 20—22 мм и длиной 35 мм, предварительно насаженный на ось ротора, и прикрепляются к нему мелкими шурупчиками или гвоздиками, но так, чтобы гвозди или шурупы не доходили до оси и тем самым не соединяли бы пластины коллектора с осью ротора. Можно прикрепить коллекторные пластины к барабану и эбонитовыми или фибровыми кольцами, если такие найдутся. Прикреплять пластины следует прочно, чтобы при вращении они не сдвигались. Расстояние между пластинами надо оставлять в 1—1,5 мм.

Затем к пластинкам прикрепляются отводы обмотки якоря.

Готовый коллектор показан на рис. 54 в.

Необходимо сделать еще стойки и щетки. Стойки вырезаются из толстой листовой жести по рис. 54 г. Щетки можно сделать из листовой латуни или толстой медной проволоки. Латунные щетки будут сами по себе пружинить и тем самым давать хороший контакт, а у проволочных щеток делаются пружинки (см. рис. 54 д).

Теперь все детали электромотора сделаны, и нам остается только собрать его.

Для основания мотора берется дощечка 100×100 мм и толщиной в 20—30 мм. На середине дощечки устанавливается статор мотора и прикрепляется к деревянной стойке основания четырьмя шурупами (если статор сделан по первому образцу). Затем ротор вставляется в статор и, согласно положению оси, к бортам основания крепятся стойки. Сразу же после прикрепления стоек проверяют, свободно ли вращается ротор. Он должен совершенно свободно вращаться в статоре, не задевая полюсами за башмаки. Если статор сделан по второму образцу, его можно прикрепить шурупами, для которых делаются отверстия в нижней плоскости статора.

Щетки привинчиваются к основанию рядом с коллектором с таким расчетом, чтобы они своими верхними концами плотно прижимались к пластинам коллектора. Затем один конец обмотки статора соединяется с одной из щеток, а ко второму концу статорной обмотки и ко второй щетке вы будете приключать источник питания. Вот и готов электромотор. Смотрите рис. 55.

Мотор, описанный нами, работает от батареи напряжением в 4—6 вольт, а также от понижающего трансформатора с таким же напряжением. Он удовлетворительно работает и от батарейки для карманного фонаря, но недолго, так как батарейка имеет малую емкость и быстро расходуется.

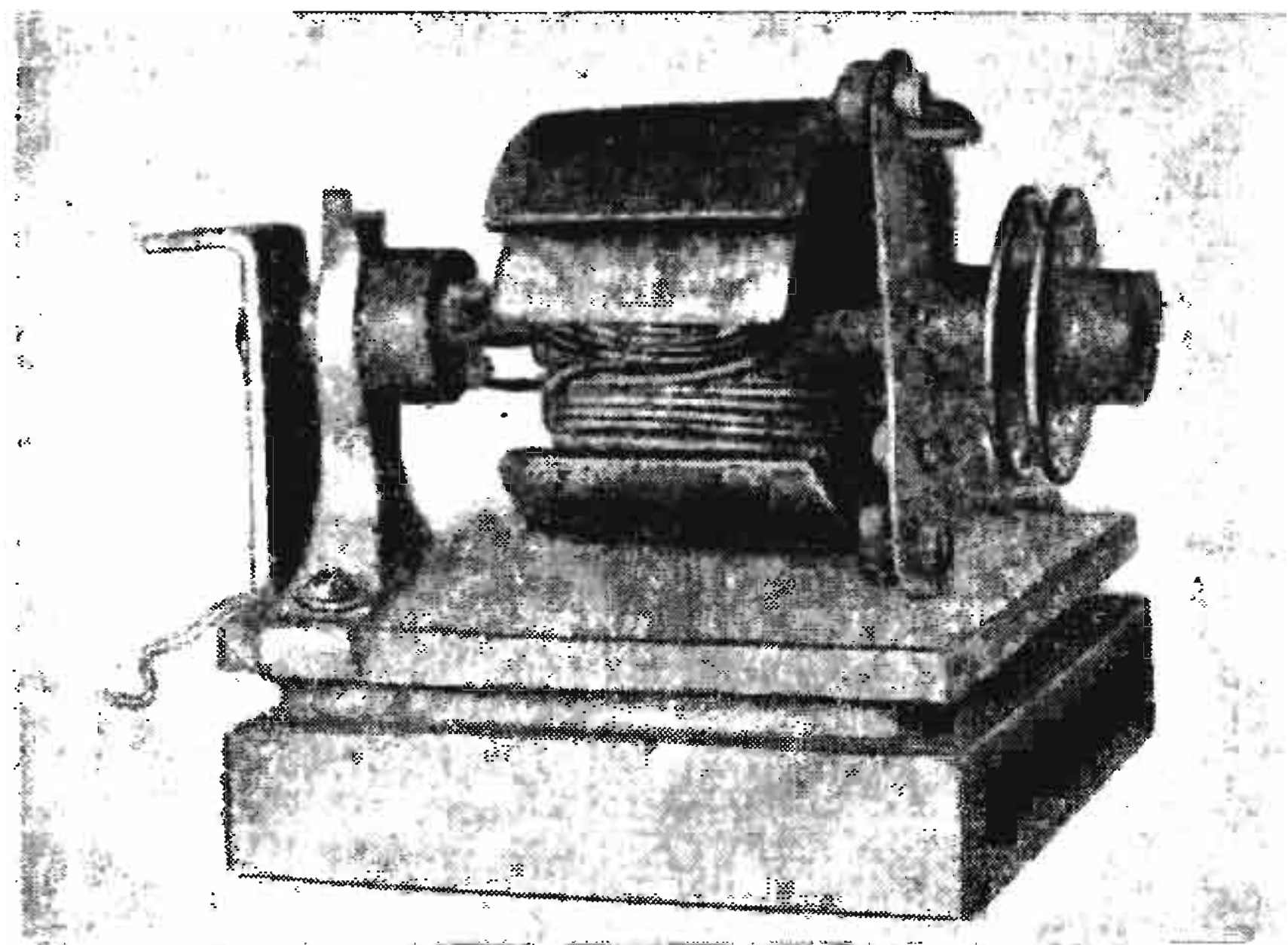


Рис. 55. Готовый электромотор.

Электромотор можно поставить на модель электровоза, катера или использовать как вентилятор, насадив на ось крылья. Словом, этот электромотор можно использовать везде, где необходимо применить небольшую силу для работы какой-нибудь модели.

Увеличение размеров модели вдвое значительно повысит и ее мощность, но с этим увеличится и расход электрического тока на работу электромотора.

ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА

ФОТОРЕЛЕ

ГЕНИАЛЬНОЕ ОТКРЫТИЕ ПРОФЕССОРА А. Г. СТОЛЕТОВА

Уже вскоре после изобретения машин, человек задался целью автоматизировать эти машины, чтобы высвободить себя для другого более полезного творческого труда, чем наблюдение за машиной непосредственно. Упорным долготрудом и исканиями человек достиг осуществления своей заветной мечты.

Теперь в большинстве случаев на любом производстве можно встретить самые различные виды автоматических и полуавтоматических машин и приборов. Особое место в этом отводится фотоэлектронной автоматике, которая за последнее время стала широко использоваться во всех отраслях социалистической промышленности.

Созданием фотоэлектронной автоматики мы обязаны великому русскому физическому профессору А. Г. Столетову (1839—1896).

В 1888 году профессор физики Московского университета Александр Григорьевич Столетов сделал интересный опыт: он соединил цинковую пластинку с электроскопом и зарядил ее отрицательным электричеством. При этом листочки электроскопа оттолкнулись друг от друга. Тогда Александр Григорьевич направил на цинковую пластинку яркий пучок света от вольтовой дуги. Мгновенно, как только цинковая пластинка подверглась действию света, листочки в электроскопе опали. Затем этот опыт Столетов повторил, зарядив цинковую пластинку уже положительным электричеством. Но на этот раз, при освещении ее, листочки в электроскопе не опали, а разошлись еще больше. Тогда профессор взял незаряженную цинковую пластинку. Под действием света она зарядилась положительно (см. рис. 56).

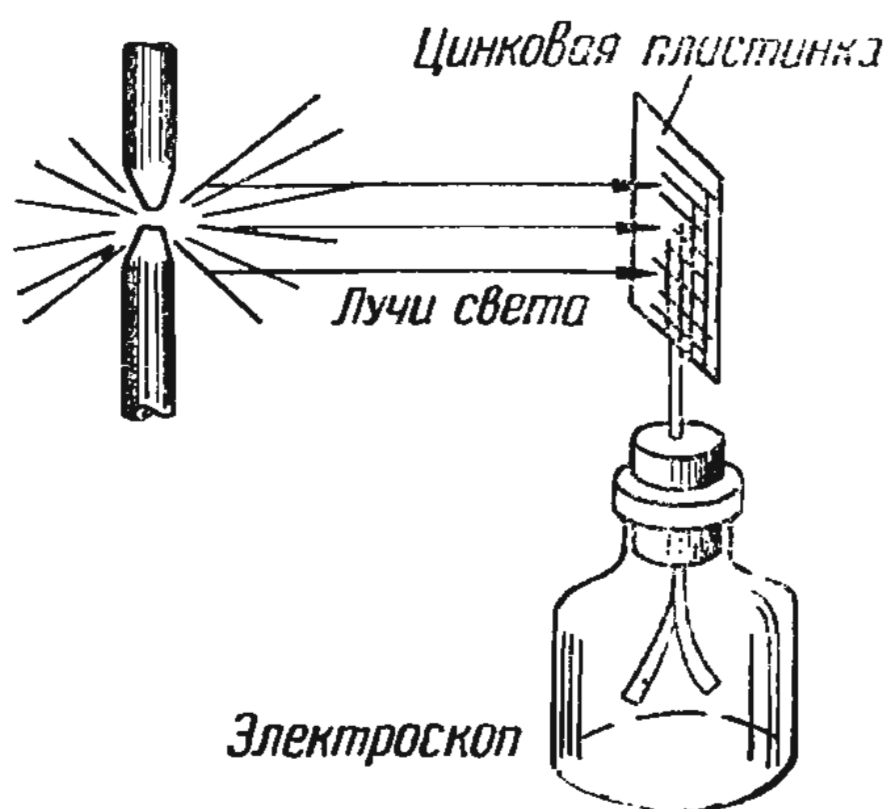


Рис. 56. Опыт Столетова с электроскопом. Заряженные одноименными зарядами лепестки электроскопа разошлись.

Трудно было сразу объяснить причины такого явления. Ясно было одно, что под действием сильного луча света в цинке возникает положительный заряд и что, следовательно, свет может вызвать электродвижущую силу в цинке.

Впоследствии Столетов между цинком и вольтовой дугой поставил металлическую сетку. Цинковую пластинку он соединил через гальванометр с отрицательным полюсом электрической батареи, а к положительному полюсу батареи присоединил сетку. Таким образом цепь была разомкнута и

гальванометр находился в спокойном состоянии. Когда же профессор включил вольтовую дугу и луч света, пройдя через сетку, осветил цинковую пластинку, стрелка гальванометра отклонилась (см. рис. 57). Следовательно, невидимая электрическая сеть под действием света замкнулась и по ней с огромной скоростью понесся поток электронов. Этот электронный поток, образовавшийся в результате воздействия света, был назван фотоэлектрическим током, или просто фототоком.

Теперь, когда стало известно строение атома, нам стали понятнее причины фототока в опытах Столетова. Свет, на-

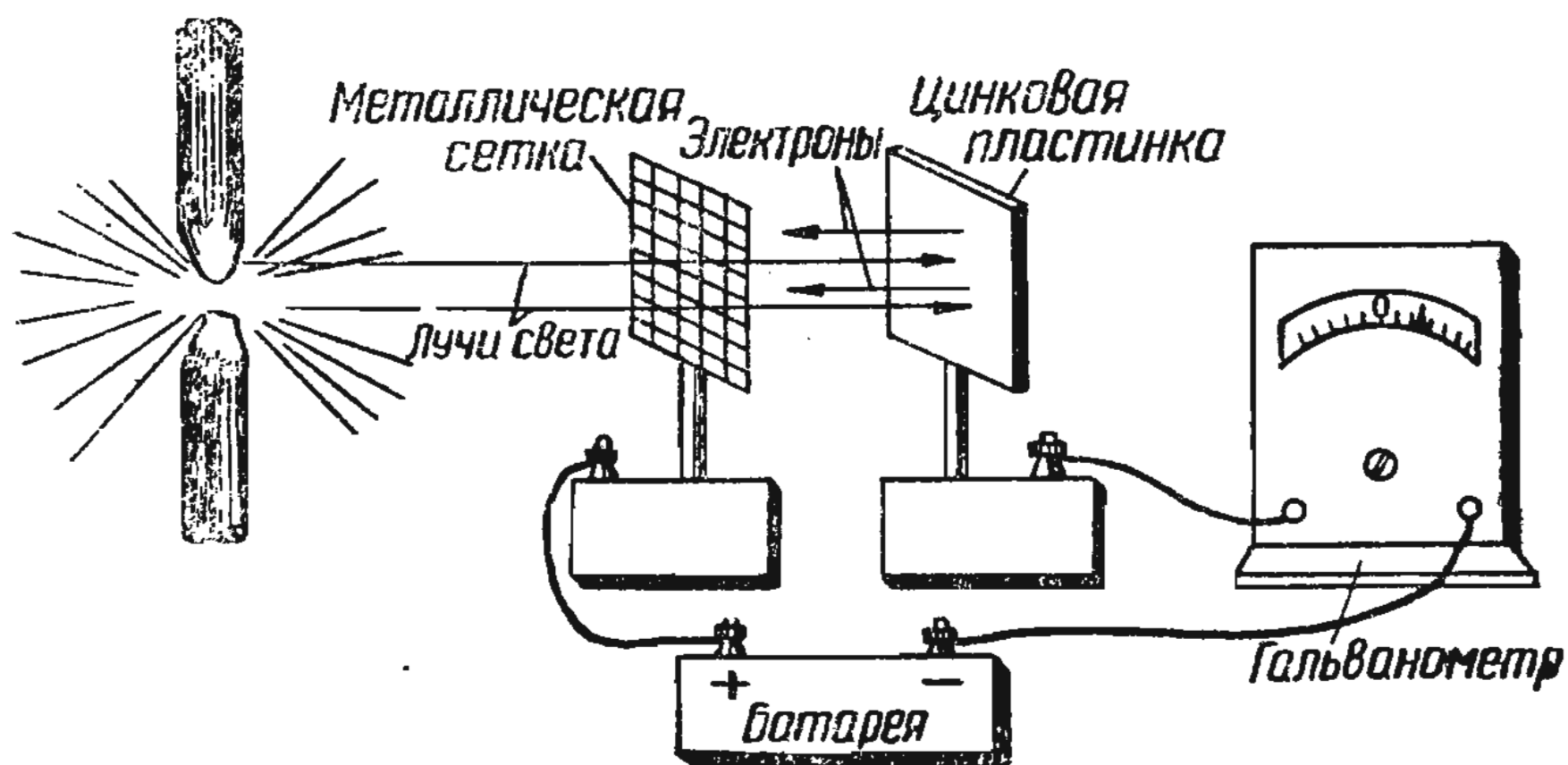


Рис. 57. Опыт Столетова. Луч света, пройдя через сетку, осветил цинковую пластинку и таким образом замкнул цепь между ними. Стрелка гальванометра отклонилась.

правленный на цинковую пластинку, выбивал из нее электроны. Часть их перелетала к положительно заряженной сетке и таким образом своим потоком замыкала разорванную цепь между цинковой пластинкой и сеткой, на что указывал гальванометр.

Итак, Столетов, благодаря своим замечательным опытам, создал в своей основе первый в мире фотоэлемент—прибор, который действием света лучистую энергию превращает в электрический ток.

Впоследствии простейший прибор Столетова был усовершенствован, и теперь в нашей стране имеются очень чувствительные высококачественные фотоэлементы, которые применяются во многих областях науки и техники.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ФОТОЭЛЕМЕНТА

Практическое значение фотоэлемента очень велико. Достаточно сказать, что именно благодаря ему „великий немой“, как еще не так давно называли кино,—заговорил.

Фотоэлемент является чудесным глазом, который видит в темноте. Он воспринимает и невидимые инфракрасные лучи. Вообще везде, где нужно применить автоматику, теперь в большинстве ставят на службу ей фотоэлемент.

С помощью фотоэлемента работают автоматические счетчики, автоматические пожарники, организуется охрана помещений, устроены самооткрывающиеся двери, автоматические умывальники, контролеры и т. д. Автоматически под действием дневного света зажигаются и гасятся бакены, маяки, уличные фонари. Самое разнообразное применение находит фотоэлемент во всех отраслях промышленности. Об этом подробнее мы поговорим в конце статьи, а теперь расскажем, как сделать самому простую модель фотореле.

САМОДЕЛЬНОЕ ФОТОРЕЛЕ

Подробное описание многих моделей самодельных фотореле и их практического применения дано в книгах С. Клементьева „Самодельное фотореле“—Детгиз, 1948 и „Зоркий помощник“—в серии „Научно-популярной библиотечки“ за 1950 год. Мы же расскажем здесь, как самому сделать простейшую модель фотореле, которая с полным успехом может быть применена в автоматике.

Постройку своего фотореле мы будем производить по упрощенной схеме, питаемой от сети переменного тока (см. рис. 58).

В целях сокращения габаритов прибора нами применен фотоэлемент ЦГ-3, а в качестве трансформатора-усилителя—звонковой трансформатор „Гном“, усилительная лампа 6Ф6,

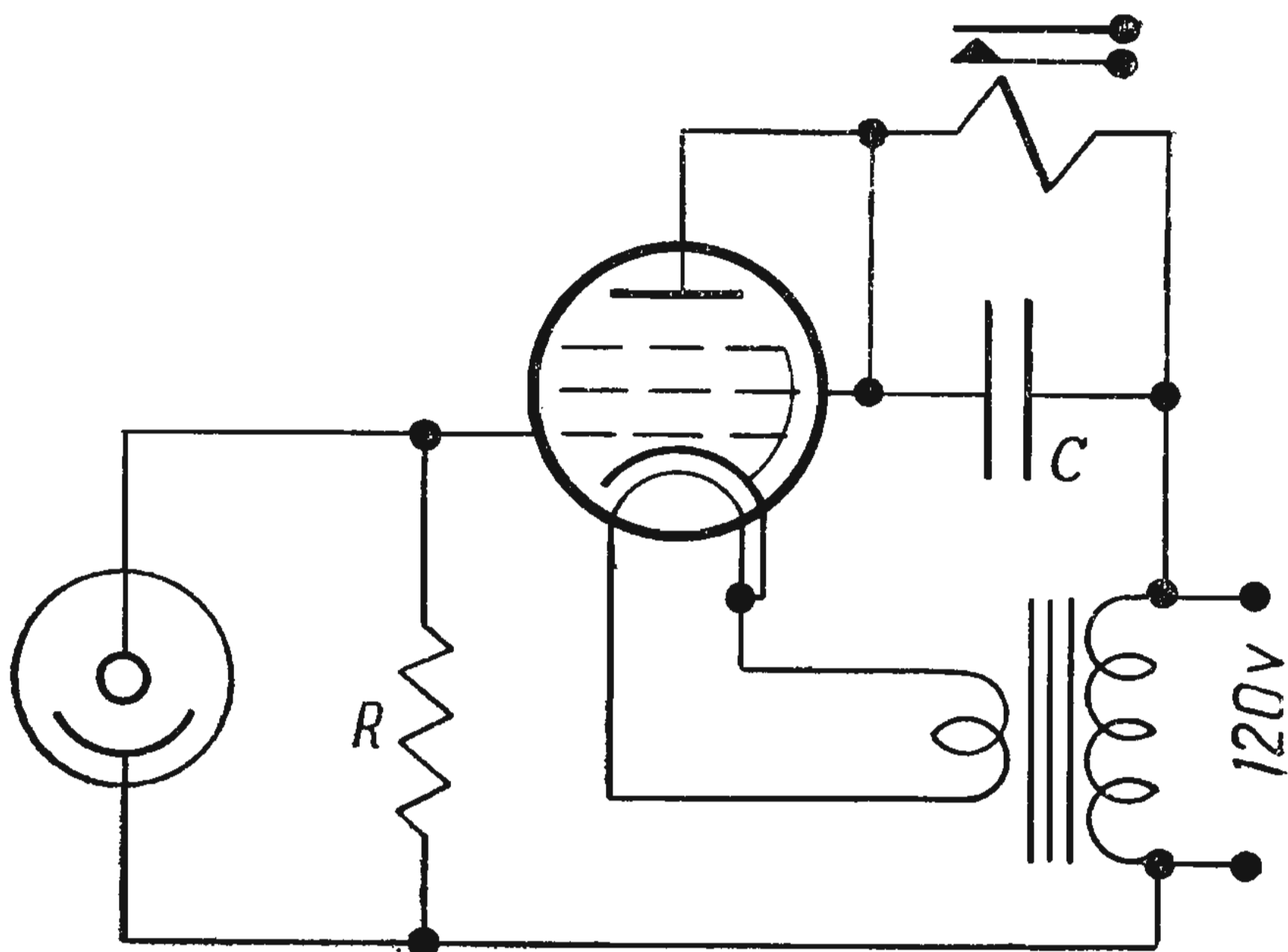


Рис. 58. Принципиальная схема фотореле.

телефонное реле, конденсатор постоянной емкости в 2 мкф, сопротивление Каминского 1,5 тыс. ом. Для монтажа фотореле потребуется еще метра три осветительного шнура, метра полтора монтажного изолированного провода диаметром 1 мм, ламповая панелька, две штепсельных вилки и немного мелких гвоздиков и шурупов. Для осветителя потребуется электрическая лампочка в 75 ватт, патрон со шнуром и штепсельной вилкой и очковое стекло плюс 10 диоптрий. Вот и всё.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Из принципиальной схемы, приведенной на рис. 58, мы видим, что пучок света, действуя на фотоэлемент, замыкает электрическую цепь, в которую включено реле, и оно „срабатывает“, то-есть замыкает контакты и тем самым замыкает внешнюю исполнительную цепь, к которой приключены всевозможные приборы: мотор, звонок, электролампа и т. д.

Конденсатор постоянной емкости, включенный параллельно реле, необходим для сглаживания пульсации тока. При нем реле не вибрирует, а плотно замыкает контактные пластины и дает надежное соединение во внешней исполнительной цепи. Сопротивление Каминского подает смещенное напряжение на управляющую сетку лампы и тем самым регулирует

ет режим ее работы. Поэтому сопротивление лучше всего подобрать опытным путем, так как каждая лампа несколько отличается своим режимом работы от другой лампы. Величина этого сопротивления может колебаться в пределах от 1,5 до 40—50 мегом.

В рабочий момент в фотореле происходит следующее:

Пока фотоэлемент освещен, радиолампа, как говорят, „заперта“, то-есть сильный пучок света от осветителя, падая на светочувствительный слой фотоэлемента—катод, вызывает излучение электронов из этого слоя, и они под действием высокого напряжения осветительной сети, летя на анод фотоэлемента, создают своим потоком замкнутую цепь в фотоэлементе. Фотоэлемент замыкает ранее разомкнутую цепь схемы и тем самым увеличивает отрицательный потенциал на управляющей сетке лампы,—другими словами сетка лампы не пропускает потока электронов с катода лампы на ее анод. При этом на аноде лампы остается постоянное незначительное напряжение, не действующее на обмотку реле.

Но как только действие света на фотоэлемент прекращается, замкнутая электронная цепь в нем прерывается, сетка лампы освобождается от излишнего отрицательного потенциала, поток электронов с раскаленного катода лампы мгновенно направляется на анод лампы и тем самым увеличивает анодный ток в цепи. А так как в анодную цепь включено электромагнитное реле, то от увеличения анодного тока, проходящего через обмотки, электромагнит притягивает якорек и реле замыкает исполнительную цепь схемы.

ПОДБОР ДЕТАЛЕЙ

Нормальная работоспособность нашего фотореле во многом будет зависеть от правильного подбора деталей. Главное внимание при этом надо обращать на качество деталей.

Основной и самой ценной деталью нашего аппарата является фотоэлемент. Для нашей модели подойдет газонаполненный фотоэлемент типа ЦГ-3 или ЦГ-4 (см. рис. 59). Эти фотоэлементы выпускаются нашей промышленностью в достаточном количестве и их можно всегда приобрести в магазинах. Применяются они главным образом для звуковых кинопередвижек.

Приобретенный фотоэлемент всегда храните только в темном месте. От яркого электрического или солнечного света цезие-

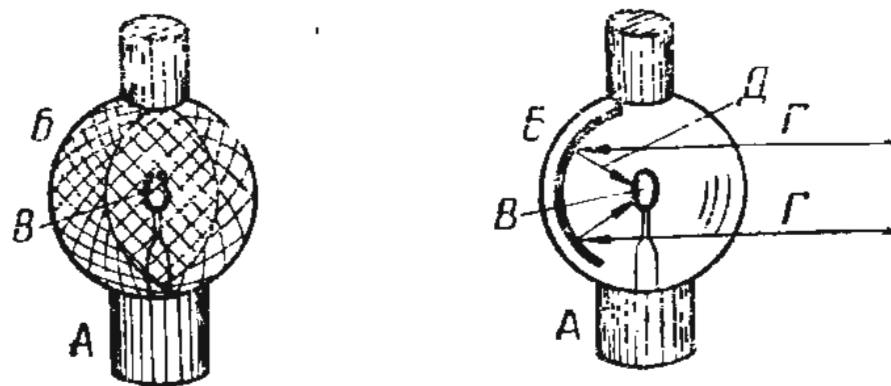


Рис. 59. Фотоэлементы типа ЦГ-3 и ЦГ-4.



Рис. 60. Низкочастотный пентод типа 6Ф6.

вый—светочувствительный слой фотоэлемента излучает электроны и таким образом истощает фотоэлемент. Не храните фотоэлемент в слишком теплом месте—у печи, калориферов или электронагревательных приборов. Температура выше 50° губительна для фотоэлемента. Поэтому и при монтаже фотореле не следует фотоэлемент располагать близко к трансформатору или радиолампе.

Подходящей радиолампой для нашего фотореле будет низкочастотный пентод типа 6Ф6 (см. рис. 60). Эта лампа применяется в радиоприемниках для усиления низкой частоты и обычно ставится на выходе. Мощность ее достаточна для нашего фотореле. Кроме того, имея металлический баллон и твердое крепление электродов, эта лампа не боится сотрясений, что важно в нашей работе. Сразу же к лампе надо купить и ламповую панельку. Для нашей модели подойдет панелька любого типа.

Трансформатор нам нужен такой, чтобы он мог понижать напряжение осветительной сети до 5,5—6 вольт, которое требуется для накала радиолампы. Так как мы будем изготовлять фотореле по упрощенной схеме, в которой для высокого напряжения на анод радиолампы используется напряжение электросети, то нам не нужна повышающая обмотка на трансформаторе. При таких условиях для нашей модели вполне может подойти обыкновенный трансформатор „Гном“, употребляемый для звонковой сигнализации в квартирах. Но так как понижающая обмотка этого трансформатора рассчитана только на 3 и 5 вольт, эту обмотку придется частично увеличить с таким расчетом, чтобы она давала достаточно напряжения для питания радиолампы.

Для этого трансформатор вынимается из кожуха, с обмотки снимается защитный слой бумаги или изоляционной ленты. Затем к концу понижающей обмотки припаивается небольшой отрезок изолированной проволоки такого же диаметра, и обмотка доматывается. Длина дополнительного проводника должна быть равна приблизительно одному метру. Но лучше всего после домотки измерить напряжение на понижающей обмотке и отрегулировать его соответственно требованию радиолампы.

Электромагнитное реле может быть применено любого

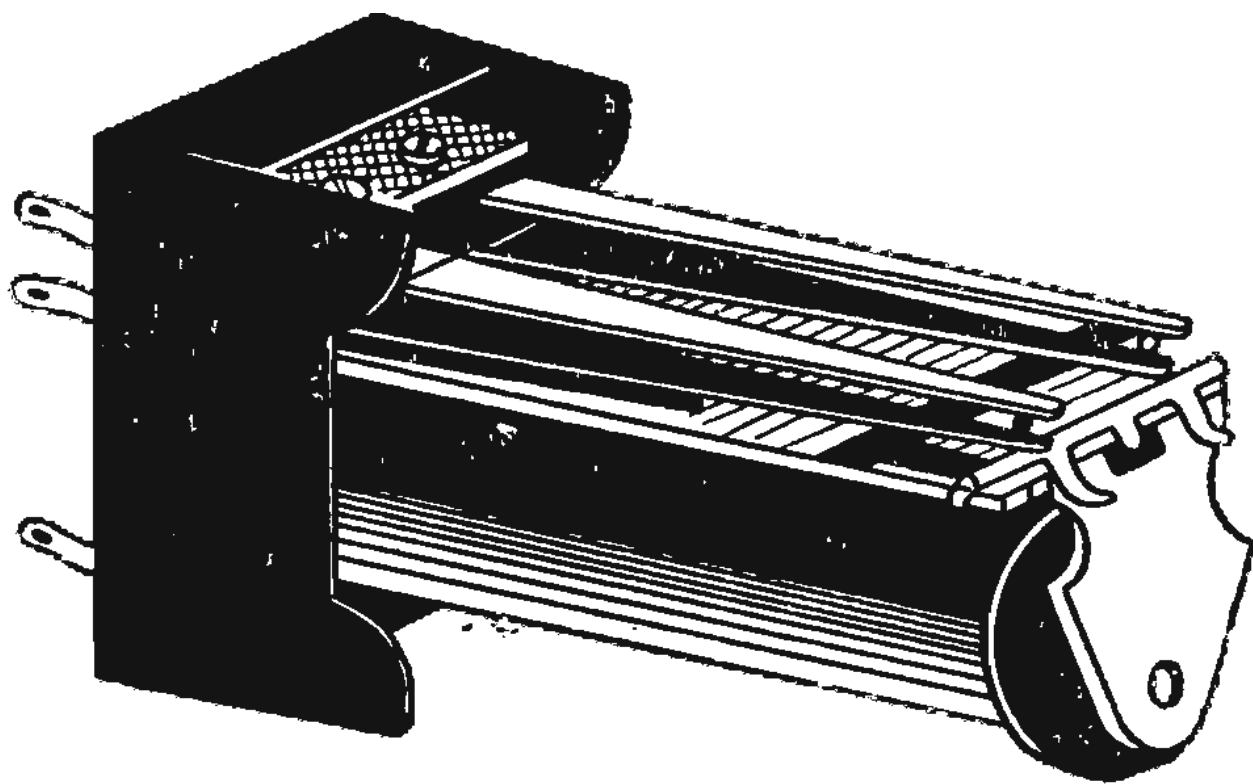


Рис. 61. Электромагнитное реле телефонного типа.

типа, лишь бы оно было высокоомным, то-есть, чтобы сопротивление его обмотки было порядка 4000—6000 омов. В этом отношении самым подходящим является электромагнитное реле телефонного типа (см. рис. 61). Если вам удастся достать реле с меньшим сопротивлением обмотки, то его обмотку придется перемотать более тонким проводом и таким образом увеличить ее сопротивление. Для этого самой подходящей проволокой будет медная проволока диаметром 0,05 мм с эмалированной изоляцией.

При выборе реле особое внимание надо обратить на его контакты. Они должны быть чистыми и сделаны из неокисляемого металла. Якорек должен притягиваться к электромагниту с некоторой упругостью. Это обеспечит надежный

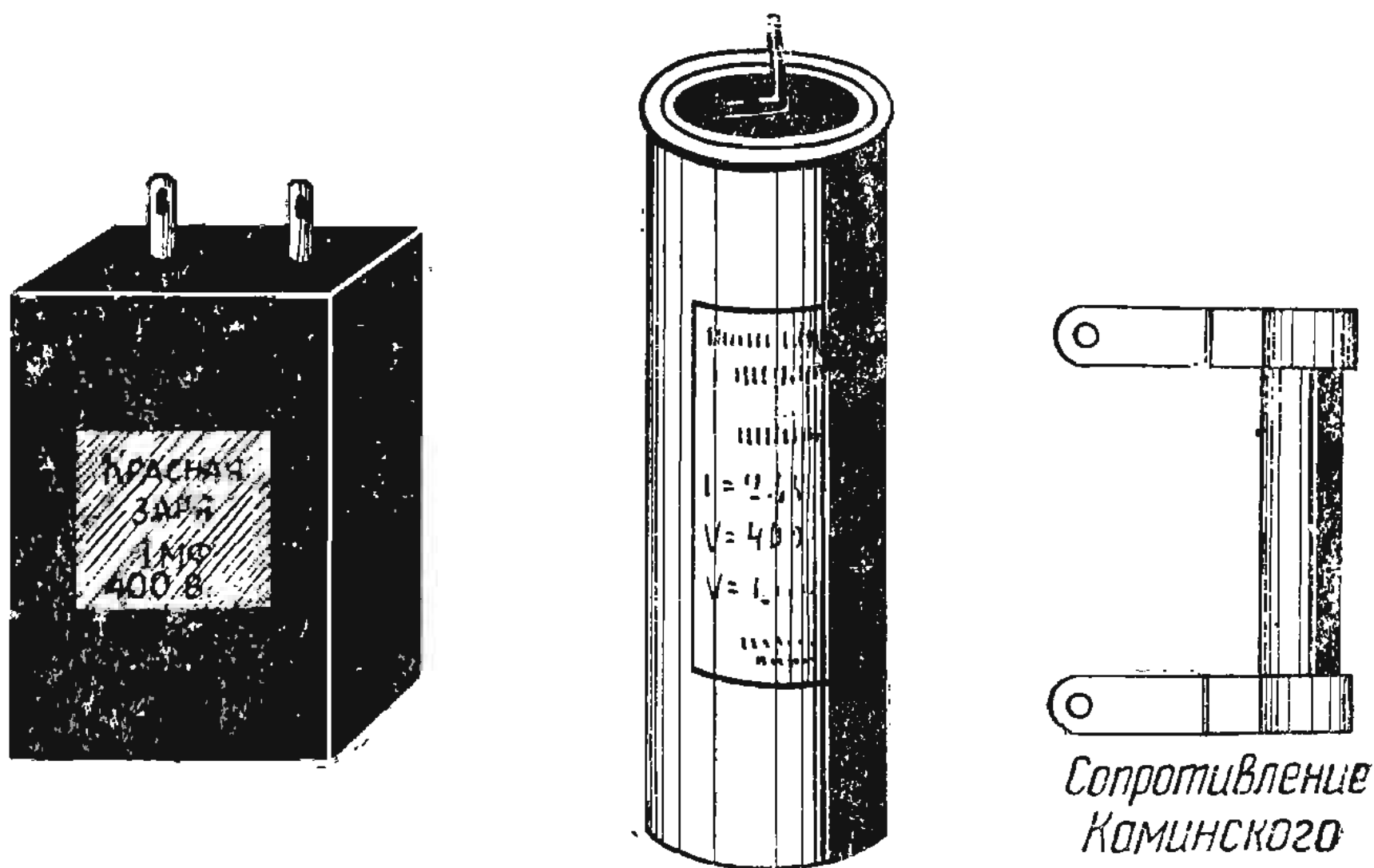


Рис. 62. Конденсаторы постоянной емкости и сопротивление.

контакт пластин при замыкании. Регулируется такое реле очень просто—выгибанием пружин контактных пластинок.

Конденсатор для блокировки реле может быть применен любой—бумажный или электролитический. Важно, чтобы он был высоковольтным и имел бы емкость не менее 2 мкф (см. рис. 62).

Сопротивление для смещения на сетку может быть применено либо типа Каминского, старого образца (см. рис. 62), либо типа „Лилипут“. Сопротивление это должно быть высокоомным, порядка 40—60 мегом. Но так как в продаже таких высокоомных сопротивлений нет, то придется применить сопротивление меньшей величины и для этого соскоблить часть его токопроводящего слоя с поверхности фарфоровой трубочки от зажима до зажима и таким образом увеличить сопротивление токопроводящего слоя. Если, например, удастся достать сопротивление в 10 мегом, то, чтобы получить из него сопротивление в 40 мегом, надо соскоблить $\frac{3}{4}$ токопроводящего слоя.

Для осветителя необходимо иметь электрическую лампочку в 75 ватт и электрический патрон для нее, со шнуром и штепсельной вилкой. Если в распоряжении будет иметься понижающий трансформатор на 6 или 12 вольт, то для осветителя с успехом может быть использована автомобильная электролампа соответствующего напряжения.

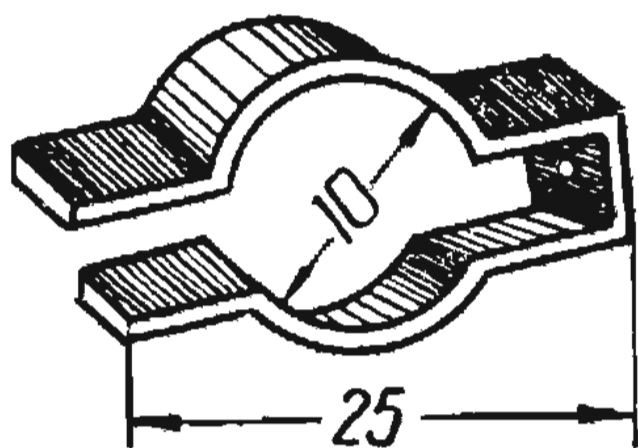
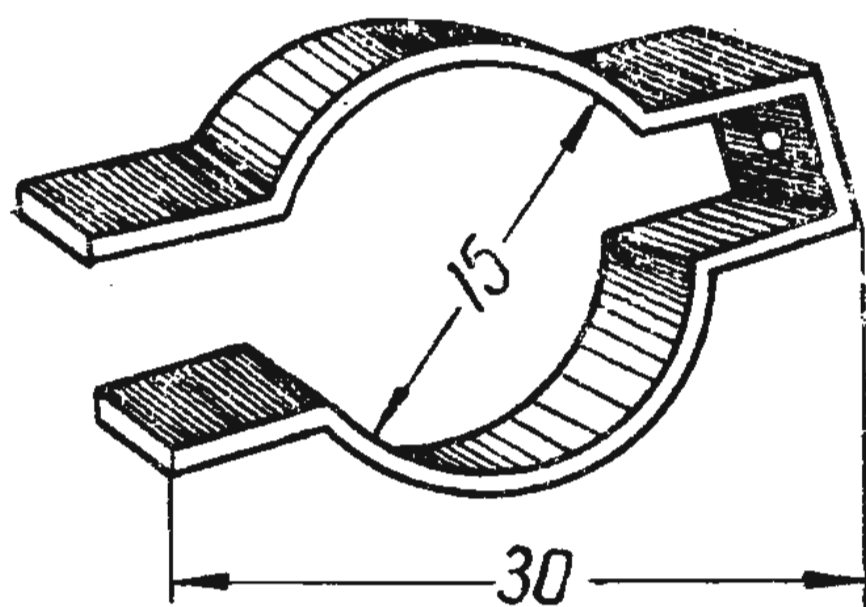


Рис. 63. Зажимы для фотоэлемента.

СБОРКА ФОТОРЕЛЕ

Когда приобретены все детали, можно приступить к сборке фотореле. Для сборки фотореле надо изготовить ящичек из фанеры размером $10 \times 10 \times 16$ см и дощечку 9×9 см для крепления ламповой панельки и сопротивления. Ящичек делается без верхней и задней стенок для того, чтобы легче было производить монтаж. Когда такой ящичек сколочен, в передней стенке, в середине, на расстоянии от верхнего ее края на 2,5 см аккуратно вырезается круглое отверстие диаметром в 5 мм. Затем с внутренней стороны стенки прикрепляются болтиками два контакта—зажима для фотоэлемента, изготовленных по рис. 63.

У дощечки для крепления ламповой панели и сопротивления вырезаются углы соответственно со стойками ящичка, просверливается у одного края отверстие для ламповой панели и у другого края привинчиваются зажимы для сопротивления (см. рис. 64).

Трансформатор „Гном“ прикрепляется внутри ящичка к передней стенке его, рядом с ним справа (если смотреть сзади) прикрепляется к боковой стенке конденсатор постоянной емкости в две микрофарды. К левой стенке прикрепляется реле. Затем к боковым стенкам изнутри на высоте 9 см привинчиваются два брусочка, на которых будет при-

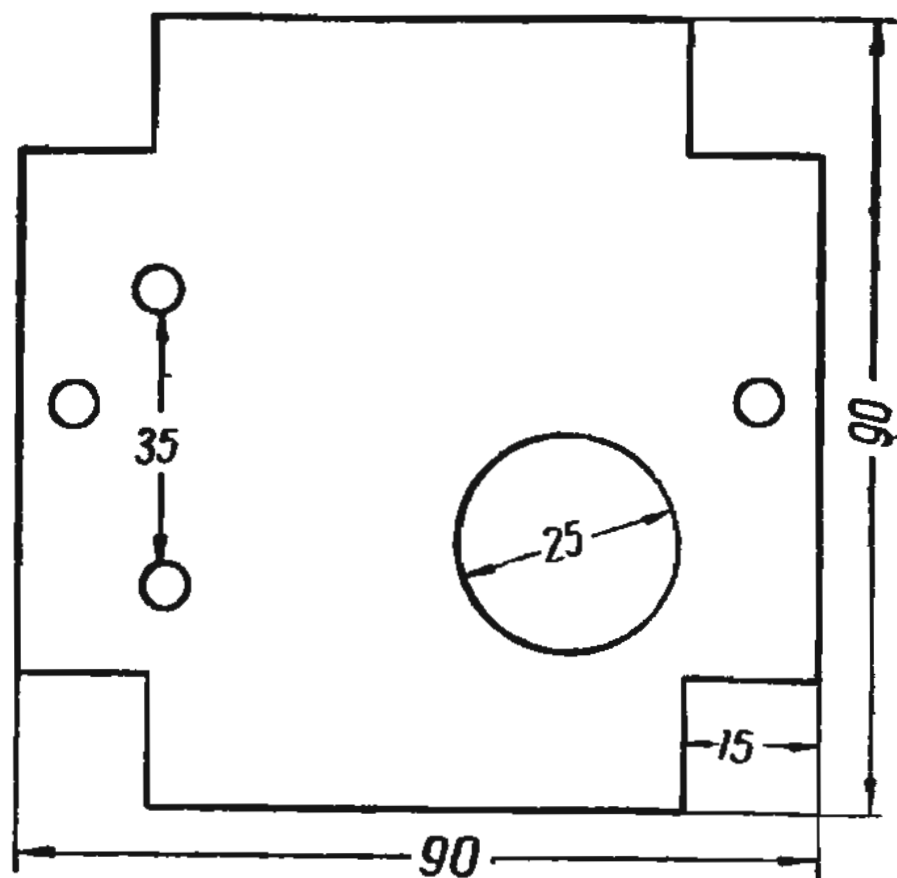


Рис. 64. Деревянная панель для монтажа лампы и сопротивления.

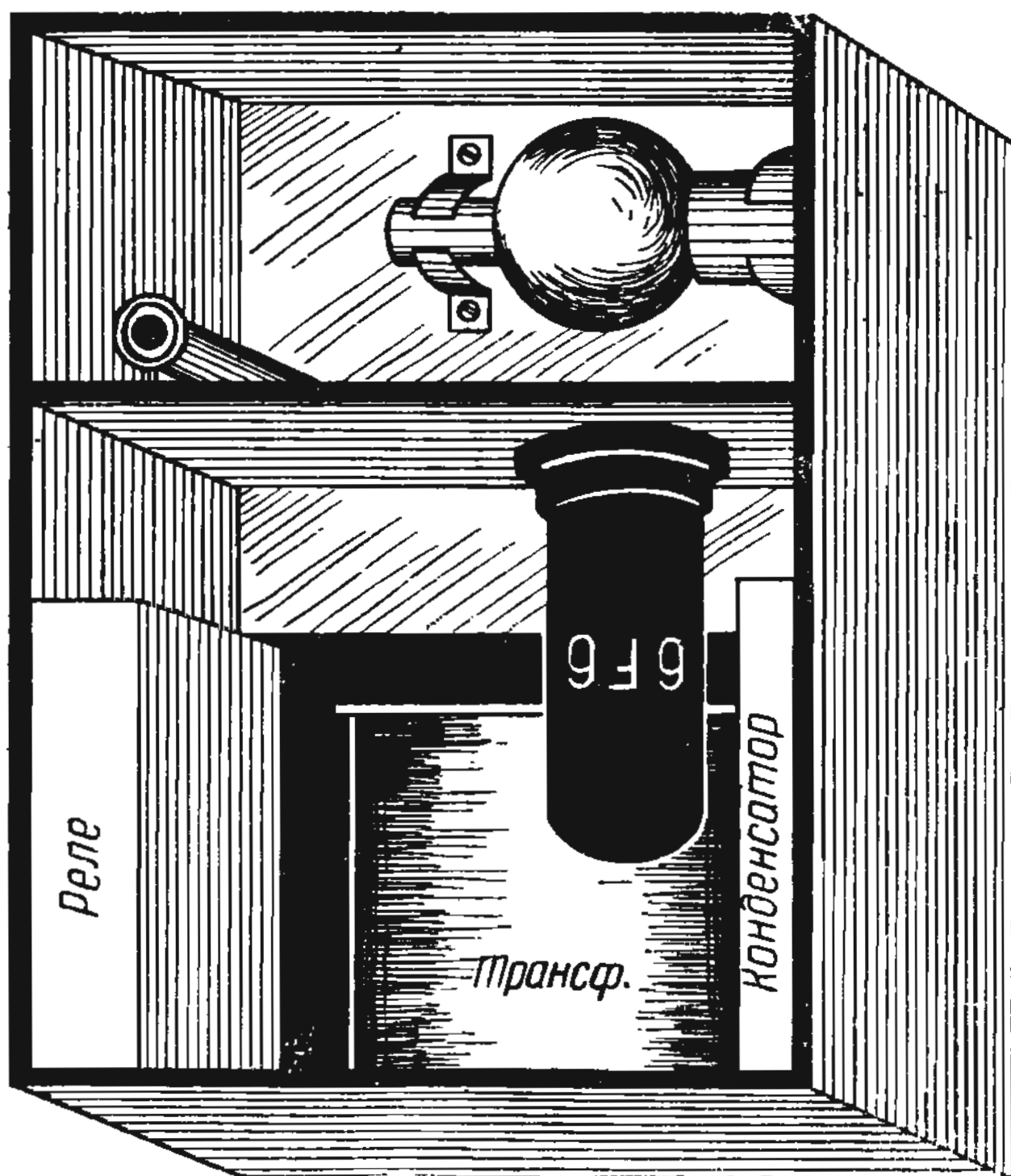


Рис. 65. Механический монтаж фотореле.

креплена дощечка с ламповой панелькой. Механический монтаж фотореле показан на рис. 65.

Но прежде чем прикреплять детали фотореле на своих местах, необходимо к ним присоединить провода для монтажа. Провода лучше припаивать к контактам—это надежнее. Одновременно с механическим монтажом фотореле надо по возможности производить электромонтаж. Он ведется в такой последовательности.

ЭЛЕКТРОМОНТАЖ ФОТОРЕЛЕ

Прежде чем прикреплять на свое место „Гном“ к контактам его первичной обмотки, надо присоединить кусок осветительного шнура со штепсельной вилкой. К контактам понижающей обмотки прикрепляются куски монтажного провода, которые потом, когда будет положена на место доска с ламповой панелькой, присоединяются к гнездам накала панельки. (Цоколевка лампы 6Ф6 показана на рис. 66). К контактам первичной обмотки трансформатора надо также присоединить куски монтажного провода, которые впоследствии будут приключены один к реле, другой—к зажиму катода фотоэлемента.

К контактам рабочих пластин реле припаивается кусок осветительного шнура в метр длиной, а к контактам электромагнита—куски монтажного провода. В левой боковой стенке ящика делается отверстие, в него пропускается шнур от реле, реле вставляется на свое место и прикрепляется металлической скобкой.

К конденсатору постоянной емкости в две микрофарады припаиваются два проводника, конденсатор ставится на свое место к правой стенке ящика, и его провода присоединяются к контактам электромагнита реле.

Когда все детали установлены, надо соединить их между собой, согласно схеме, токонесущими проводами.

Конец от первичной обмотки трансформатора соединяется с одним из концов электромагнита реле. Другой конец электромагнита реле соединяется с анодом лампы, и анод лампы соединяется с экранирующей сеткой. Последнее соединение делается непосредственно на ламповой панели.

Второй конец от первичной обмотки трансформатора соединяется с зажимом для катода фотоэлемента, то-есть с

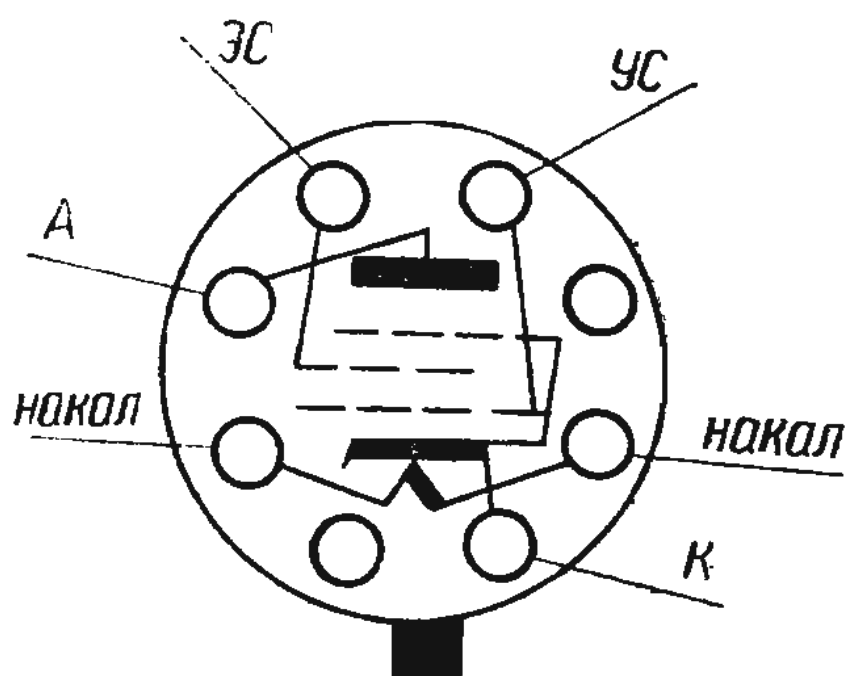


Рис. 66. Цоколевка лампы 6Ф6.

меньшим зажимом. К этому же зажиму присоединяется и провод от одного зажима сопротивления Каминского. Большой зажим фотоэлемента—анодный—соединяется с управляющей сеткой лампы. К ней же присоединяется и второй конец от сопротивления.

Накальная обмотка трансформатора присоединяется к гнездам накала на ламповой панели, и одно из гнезд накала соединяется с гнездом подогрева.

Весь электромонтаж должен производиться тщательно и прочно. Особое внимание надо обратить на прочность контактов в местах спайки.

ОСВЕТИТЕЛЬ

Футляр для осветителя можно сделать из фанеры или из жести от консервных банок.

Для футляра осветителя надо вырезать четыре дощечки размером 100×150 мм и две дощечки 100×100 мм. Из первых четырех дощечек сколачивается четырехугольная коробка. В одной из дощечек, размером 100×100 мм, в центре вырезается отверстие по диаметру электрического патрона. Это будет крышка коробки. В одной из стенок коробки в центре также вырезается отверстие диаметром в 45 мм для тубуса.

Тубус изготавливается из жести в виде трубки диаметром по увеличительному стеклу 45 мм и длиной в 50 мм или сколачивается из фанеры в виде четырехугольной коробки. Для того чтобы увеличительное стекло в тубусе держалось прочно, выпиливаются две дощечки по внутреннему диаметру тубуса и с отверстиями в 30 мм. В каждой дощечке с одной стороны выбирается по одному слою фанеры под косым углом. Таким образом, сложив этими сторонами дощечки, мы получим пустотное гнездо, в которое и вложим увеличительное стекло. Дощечки эти можно скрепить между собой маленькими гвоздиками.

Сразу же, как только будет готов держатель для увеличительного стекла и стекло будет вставлено на место, можно этот держатель вставить в один из торцов тубуса и прикрепить к нему мелкими шурупами.

Электрический патрон, вставленный в крышку футляра, заряжается шнуром для включения его в осветительную сеть, в патрон ввинчивается электролампочка, и крышка прикрепляется шурупами к коробке. Для того чтобы электролампочка не сильно нагревалась, в футляре делается вентиляция. Для этого заранее в крышке и дне футляра просверливается по отверстию. К противоположной от тубуса стенке желательно прикрепить небольшое зеркальце. Лучше всего для этого взять вогнутое зеркало.

Особое внимание при сборке осветителя надо обратить

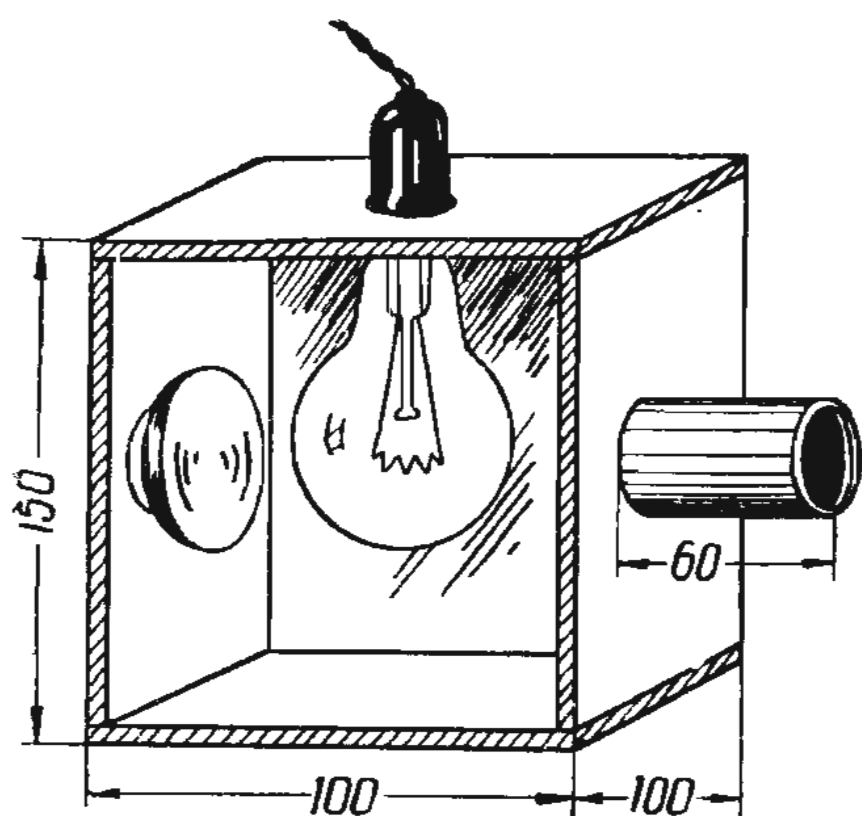


Рис. 67. Готовый осветитель.

на то, чтобы расстояние от увеличительного стекла до нити лампы, когда они будут поставлены на место, было равно 80 мм. Это при стекле $+10$ диоптрий. При других стеклах расстояние будет другим — в зависимости от силы стекла. Его надо установить практически. Делается это так.

Изображение горячей нити электролампочки проектируется увеличительным стеклом на какой-нибудь отдаленный предмет, например на стену. При этом, когда изображение нити будет самым ярким и

контрастным, расстояние от нити до стекла измеряется линейкой. Это расстояние и будет тем расстоянием, которое необходимо соблюсти при установке линзы и лампочки в осветителе.

Готовый осветитель и детали к нему показаны на рис. 67.

РЕГУЛИРОВКА ФОТОРЕЛЕ

Когда смонтировано фотореле, его необходимо отрегулировать.

Регулировку фотореле следует начинать с правильности включения фаз осветительной сети. Для этого фотоэлемент нужно вынуть из хомутиков и включить фотореле в осветительную сеть. Минуты через две, когда нить радиолампы накалится, надо замкнуть хомутики фотоэлемента накоротко, куском проволоки. При этом замыкании реле не должно срабатывать, то-есть его якорь не должен притягиваться электромагнитом, потому что при коротком замыкании цепи фотоэлемента на сетку лампы подается большое отрицательное напряжение, и оно, препятствуя прохождению электронов с нити лампы на анод, не повышает анодного тока, который необходим для срабатывания реле.

Если же при замыкании хомутиков фотоэлемента реле срабатывает, значит мы включили неправильно фазы осветительной сети и их надо переключить. Для этого меняются концы включения сетевой обмотки трансформатора, то-есть переключаются концы, идущие от реле и катода фотоэлемента к осветительной сети.

После этого фотоэлемент вставляется на место. Если теперь мы закроем свет, падающий на фотоэлемент, куском непрозрачной ткани, то реле немедленно срабатывает, а при удалении ткани выключится.

Затем фотореле надо установить на одном столе, а осветитель на другом так, чтобы проектируемый осветителем волосок электрической лампочки точно приходился по центру тубуса фотореле и прямо падал на фотоэлемент. Осветитель можно установить от фотореле на расстоянии 3—4 метров. Теперь наше фотореле готово к работе.

Если мы включим через реле батарейку от карманного фонаря и лампочку или электрический звонок и пересечем чем-нибудь луч света осветителя, то фотоэлемент, вследствие затемнения, резко снизит отрицательный потенциал на сетке, электроны с нити накала лампы устремятся на ее анод, анодный ток в цепи усилится—и реле сработает, то есть замкнет рабочие контакты, а от этого загорится электрическая лампочка и зазвонит звонок. Эти сигналы дают нам знать, что обычное положение приборов нарушило что-то постороннее и заставят нас обратить на это внимание.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОРЕЛЕ

Наше фотореле можно с успехом использовать для автосигнализации, автоматической фотосъемки, для устройства автоматического счетчика, контролера и т. д. Эта техника использования фотореле для автоматизации называется фотоэлектроникой.

При помощи фотореле может автоматически работать счетчик, установленный, например, на конвейере. Делается это очень просто: по обеим сторонам конвейера устанавливается фотореле и осветитель. Луч осветителя должен проходить над лентой конвейера на такой высоте, чтобы проходящая по конвейеру деталь могла пересекать его. К исполнительным контактам реле подключается электромагнит автосчетчика. При каждом пересечении луча света проходящей по конвейеру деталью реле будет замыкать исполнительную цепь, а электромагнит, притягивая якорь, повернет на один зубец колесико счетчика—и последний будет отсчитывать детали.

Фотореле может быть контролером уличного освещения, сигнализации водного и железнодорожного транспорта. С наступлением темноты фотореле сработает—автоматически включит рубильники на щите электроподстанции, и уличные фонари осветят город, зажгутся бакены, загорятся сигнальные огни на транспорте. С рассветом, когда дневной свет будет достаточно ярок, чтобы воздействовать на фотоэлемент и „запереть“ сетку радиолампы фотореле, реле разомкнет контакты, и уличное освещение и сигнализация автоматически выключатся.

Таким же образом могут быть оборудованы автоматически открывающиеся двери. В метре от дверей устанавливается

фотореле и осветитель и соединяются с электромотором, приспособленным для открывания двери. Когда вы подойдете к двери и пересечете собой луч света, направленный на фотоэлемент, реле сработает—замкнет контакты исполнительной цепи. А так как они соединены с источником энергии, питающим электромотор, последний заработает, и двери сами перед вами отворятся, а когда вы их пройдете,—так же сами затворятся.

Большую службу фотореле может сослужить в автоматизации лабораторных процессов.

На том же принципе фотореле может контролировать температуру нагрева жидкости, уровень ее в сосудах, температуру помещения и т. д.

Для контроля и регулирования температуры в помещении термометр устанавливается так, чтобы на определенном делении градусника ртуть или подкрашенный спирт пересек луч света, падающий на фотоэлемент. При этом реле сработает: или выключит электронагревательный прибор, или включит вентилятор—и в комнате температура отрегулируется до нужного предела. А как только ртуть в термометре опустится и откроет доступ света на фотоэлемент, реле снова включит электронагревательный прибор и выключит вентилятор.

Точно таким же способом фотореле будет контролировать температуру жидкости и ее уровень в сосудах.

Вообще фотореле может быть использовано в любой отрасли промышленности.

Можно фотореле использовать и в школе и в пионерском лагере. Например, устроить в школе автоматическую сигнализацию для извещения о переменах. Для этого необходимо будет в циферблате часов проделать два отверстия против тех цифр, где должен включаться звонок, извещающий о начале и конце урока. Минутная стрелка, дойдя до отверстия, закроет его и тем самым прервет луч света, падающий на фотоэлемент, контакты замкнутся, и звонок известит о конце урока. Пройдет десять минут—стрелка закроет второе отверстие, и звонок созовет учащихся на урок.

Можно устроить в школе или в пионерском лагере автоматический питьевой фонтанчик. Для этого на шланге, подводящем воду из бака к фонтанчику, следует установить электромагнитный зажим и соединить его с реле. Пока свет действует на фотоэлемент, реле не работает и электромагнитный зажим, перехватив шланг, не допускает воду в фонтанчик. Как только вы нагнетесь к фонтанчику и пересечете луч света осветителя, реле замкнет контакты, электромагнитный зажим отпустит шланг—и вода устремится из фонтанчика. Напившись, вы поднимете голову, луч света вновь попадет на фотоэлемент, при этом на управляющую сетку

радиолампы поступит отрицательное напряжение, которое не пропускает через себя электроны на анод,— реле разомкнется, и электромагнитный зажим прекратит доступ воды в фонтанчик.

Пионеры могут организовать в колхозах при помощи фотореле надежную охрану помещения и огородов от блуждающего скота или от хищных зверей. Для этого надо только разместить систему отражательных зеркал так, чтобы луч света осветителя, обойдя кругом охраняемый объект, попал в тубус фотореле. Отражательные зеркала надо устанавливать с учетом, чтобы их не было сразу видно и чтобы случайные предметы при покачивании от ветра не заслонили луч и не вызвали ложной тревоги. Вместе с этим луч света, исходящий от осветителя, не должен быть замечен. Для этого используются инфракрасные лучи, которые также действуют на фотоэлемент, как и обыкновенные белые.

Получить инфракрасные лучи от нашего осветителя очень просто. Для этого надо перед осветителем поставить тонкую эбонитовую пластинку. Пластинка эта совершенно не пропустит белого луча, но зато через нее беспрепятственно пройдут инфракрасные лучи.

Устанавливать и регулировать отражаемость зеркал надо, разумеется, при наличии белого луча.

Установка фотореле осветителя и отражательных зеркал для охраны помещений и огородов может быть произведена приблизительно по схеме, указанной на рис. 68.

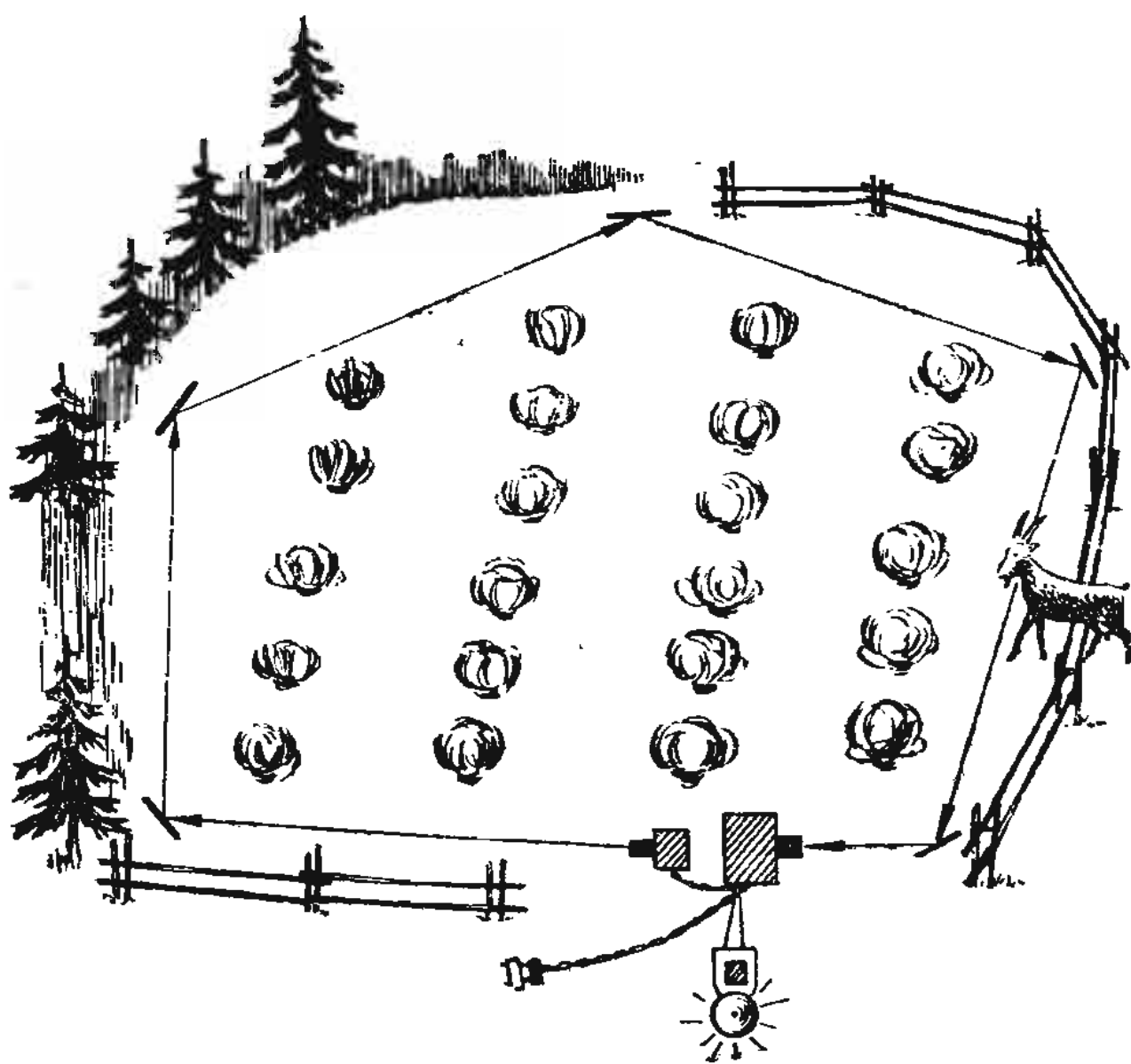


Рис. 68. Установка фотореле, осветителя и отражательных зеркал для охраны помещений и огородов.

Мы рассказали здесь лишь о немногих примерах применения фотореле — верного помощника человека. И нет такой области промышленности или народного хозяйства, где бы фотореле не могло сослужить верную службу человеку. Фотоэлектроника уже сейчас начинает широко применяться в промышленности, на транспорте, в лабораториях. И недалек тот день, когда человек совсем освободится от излишней работы, непроизводительной траты времени на наблюдения, контроль, подсчеты.

САМОДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ РЕЛЕ

При постройке фотореле может встретиться трудность в приобретении готового электромагнитного реле. Но не огорчайтесь этим: электромагнитное реле с успехом можно изготовить самому.

Для самодельного реле потребуется: тонкая медная проволока диаметром 0,03—0,05 в эмалированной изоляции, небольшая пластинка меди толщиной в 2—3 мм, медные или латунные пластинки толщиной 0,5—1 мм, гвоздь толщиной в 5—6 мм, пластинка тонкого эбонита или фибры и несколько болтиков с гаечками диаметром в 3—4 мм.

Изготовление реле надо начать с основания, на котором впоследствии будут укрепляться все детали. Для основания из листовой латуни или меди толщиной в 2—3 мм вырезается полоска размером 20×70 мм и сгибается под прямым углом со сторонами в 20 и 50 мм. В центре малой стороны просверливается отверстие диаметром равным диаметру гвоздя, то-есть в 5—6 мм, а на другой стороне угольника, на расстоянии от сгиба в 10 мм, просверливается в центре второе отверстие в 4—5 мм (см. рис. 69 а).

Из жести толщиной в 1—1,5 мм вырезается якорь и сгибается под прямым углом, как указано на рис. 69 б. В нижнее отверстие вклепывается кусочек медной проволоки, чтобы якорь не прилипал к сердечнику.

Контактные пластинки вырезаются из тонкой латуни или меди по рис. 69 в (2 штуки) и плоские пружины к ним из той же латуни по рис. 69 г (2 штуки). В контактных пластинках на концах необходимо сделать серебряные контакты. Можно изготовить их и из специального контактного неокисляющегося металла. Контакты делаются так: в отверстия для них вставляются маленькие кусочки серебра от старой серебряной монеты и расклепываются, чтобы лучше держались в отверстиях и не выпадали. Затем верхние концы серебряных бугорков можно зачистить напильником, а концы, которые будут обращены внутрь, только закруглить. На расстоянии 7—8 мм от серебряного контакта в одной из пластинок просверливается еще отверстие диаметром в 3 мм. В него надо

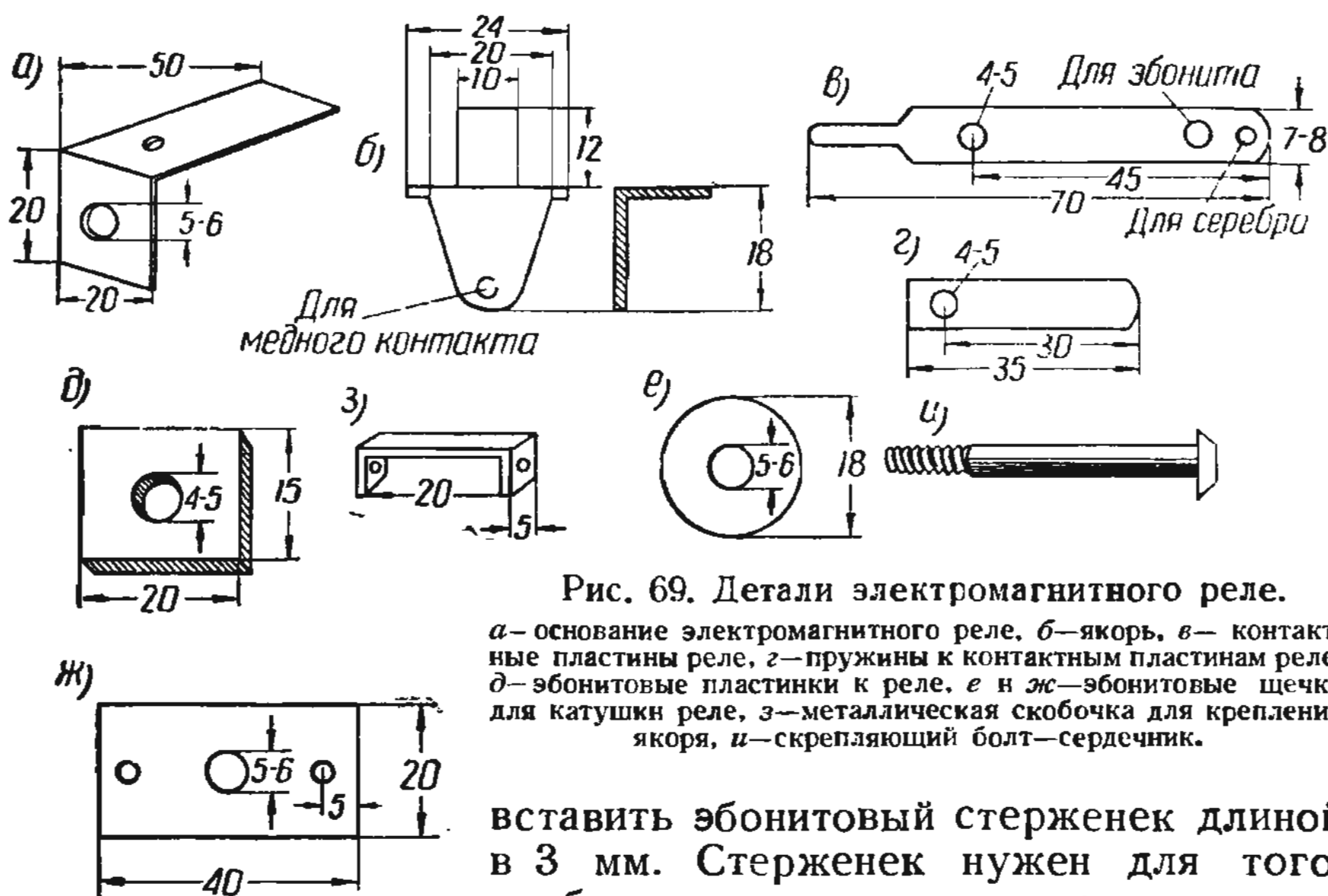


Рис. 69. Детали электромагнитного реле.

а — основание электромагнитного реле, б — якорь, в — контактные пластины реле, г — пружины к контактным пластинам реле, д — эбонитовые пластинки к реле, е и ж — эбонитовые щечки для катушки реле, з — металлическая скобочка для крепления якоря, и — скрепляющий болт — сердечник.

пластины, а лишь прикасался к эбонитовому стерженьку.

Для крепления контактных пластин и пружин, а также для обеспечения надежной изоляции между контактными пластинами надо вырезать из эбонита толщиной в 3 мм три пластинки по рис. 69 д.

Теперь остается сделать катушку для сердечника и намотать на нее проволоку. Для катушки вырезаются щечки из эбонита по рис. 69 е и ж. Когда щечки вырезаны, шляпка гвоздя запиливается так, чтобы на ней не было бороздок. Затем гвоздь обрезается, чтобы его длина вместе со шляпкой была равна 55 мм. Это в тех случаях, когда мы не имеем возможности сделать нарезку этого конца под крепящую гайку. Если же такая возможность есть, то гвоздь можно оставить длиной в 70 мм и нарезать под гайку конец длиной в 20 мм (см. рис. 69 и).

На приготовленный таким образом гвоздь для сердечника надевают вторую щечку и устанавливают ее на таком расстоянии, чтобы вставленный в основание реле сердечник своей шляпкой пришелся на уровне торца длинной стороны угольника. Щечки должны надеваться с большим трением. Между щечками на сердечник наматывается в один слой изоляционная лента или пропарафиненная бумага, или чертежная калька в несколько слоев, и на полученную таким образом катушку наматывается изолированная проволока с таким расчетом, чтобы оставались бортики у передней щечки в 1 мм. Мотать проволоку надо осторожно и

аккуратно, последовательно слоями по всей длине катушки. Перед намоткой к началу катушки надо припаять гибкий проводничок длиной 40—50 мм, обмотать его раза два-три вокруг сердечника и оставить свободный конец, который впоследствии присоединится к контактной клемме на щечке. Конец катушки делается так же и присоединяется ко второй контактной клемме на второй щечке сердечника. После намотки катушку покрывают изоляционной лентой или несколькими слоями кальки.

Сборку реле надо начинать со сборки контактных пластин. Для того чтобы болт, прикрепляющий контактные пластины к основанию, не замыкал пластины между собой и с основанием, его надо обвернуть двумя слоями кино- или фото- пленки или надеть на него тонкую резиновую или эбонитовую трубочку. Затем болт вставляется в отверстие с внутренней стороны основания, на него надевается эбонитовая планка, затем контактная пружина, контактная пластина и опять эбонитовая планка и снова, в той же последовательности—пружина и пластина. Учтите, что первой надо надевать контактную пластинку, на которой имеется эбонитовый шпенечек. Эта пластинка надевается шпенечком вниз и серебряным контактом вверх. Вторая пластинка надевается, наоборот, выступом серебряного контакта вниз. Сверху второй пластинки надевается третья эбонитовая планка и все это прочно скрепляется гайкой. При скреплении пластин надо обратить внимание на положение контактов. Контакты должны находиться строго друг против друга и не соприкасаться. Если они соприкасаются, надо немного отогнуть в противоположные стороны контактные пружины.

Когда контактные пластинки закреплены, катушка с сердечником вставляется в другое отверстие основания, также с внутренней стороны угольника, и скрепляется гайкой. Если же сердечник будет без нарезки, то его высунувшийся за пределы стороны угольника конец следует расклепать. Расклепывать конец нужно очень осторожно, чтобы не повредить намотку катушки.

Последним ставится на место якорь. Для его крепления надо сделать металлическую скобочку по рис. 69 з. В отверстия скобочки вставляются закругленные выступы якоря, и скобочка припаивается к концу основания. Перед этим надо проверить, правильно ли установлен якорь. Якорь должен находиться строго против сердечника, другим концом подходить под эбонитовый выступ контактной пластинки, причем он не должен нажимать на нее и соединять ее с другой пластинкой. При прижатии якоря к сердечнику противоположный конец его должен подниматься и соединять контактные пластины. Когда это достигнуто, можно припаять скобочку.

Собрав реле, сразу же его проверьте. Для этого контакты катушки соединяют с батареей от карманного фонаря. Если реле собрано правильно, то якорек притянется к сердечнику и замкнет контактные пластинки. Присоединенный к ним через батарейку электрический звонок зазвонит. На этом изготовление реле и предварительную его регулировку можно считать законченными. Готовое реле показано на рис. 70.

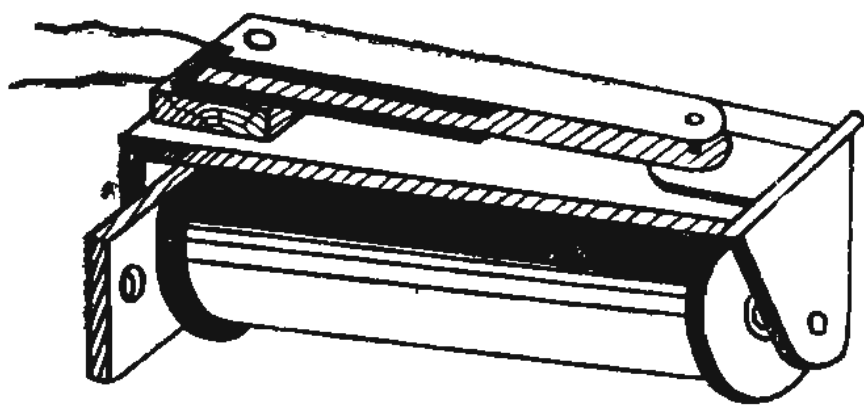


Рис. 70. Готовое электромагнитное реле.

САМОДЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Изготовление трансформатора лучше всего начать с сердечника. Для сердечника надо нарезать из жести от консервных банок сорок пластин по рис. 71 а. Из этих пластин мы и соберем Ш-образный сердечник. Как видно из рисунка, средняя полоска пластинки несколько врезается в поперечную полоску. Пластинки вырубаются зубилом и после тщательно зачищаются напильником. Когда все пластинки нарезаны, их надо отжечь. Для этого пластинки кладут на горячие угли, потом в золу только что истопившейся печи и оставляют их там на несколько часов. После этого с пластин счищается окалина, и с одной стороны они покрываются лаком. Если не найдется зубила, то пластинки можно вырезать ножницами по рис. 71 б.

Пока пластинки сохнут, мы займемся изготовлением катушки трансформатора. Катушка склеивается из тонкого картона по рис. 71 в. На сердечник катушки наматывается несколько слоев кальки и затем производится намотка проволоки.

Для первичной обмотки трансформатора на 120 вольт надо намотать 2500 витков изолированной эмалью проволоки диаметром 0,13 мм. Прежде чем начинать намотку, к проволоке припаивается гибкий проводник сантиметров 15 длины, затем, обмотав его несколько раз вокруг сердечника, оставляют свободный конец в 6—7 см, и намотка катушки ведется ровным слоем по всей длине сердечника. К концу первичной обмотки также припаивается гибкий проводничек и закрепляется на щечке катушки.

Покрыв первичную обмотку катушки несколькими слоями кальки, наматывают на нее в том же направлении вторичную обмотку. Для вторичной обмотки трансформатора надо намотать 120 витков изолированного эмалью провода диаметром 0,45 мм. При этой обмотке мы сможем получать напряжение в 6 вольт, что вполне достаточно для питания лампы 6Ф6.

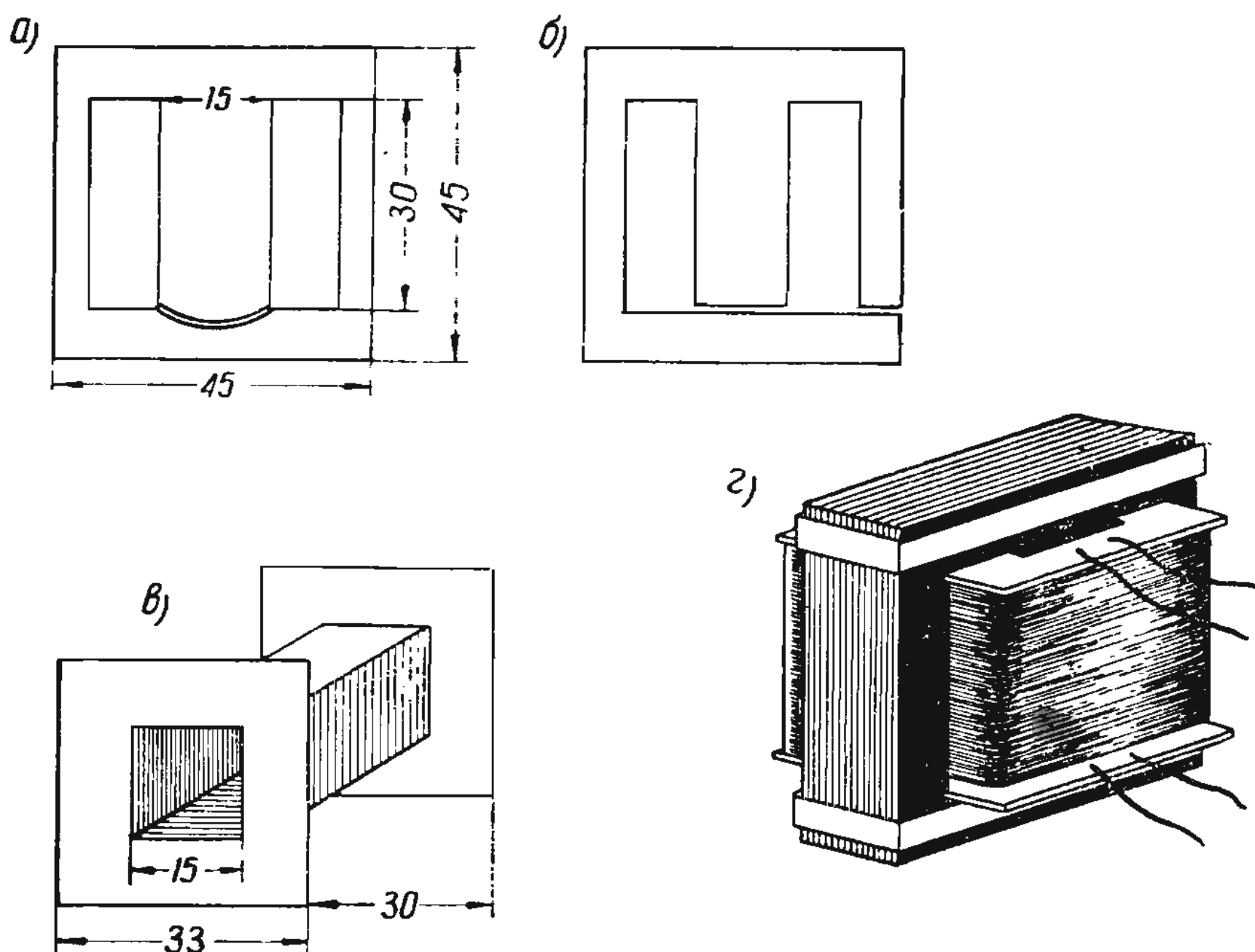


Рис. 71. Детали трансформатора.

а—шаблон пластин для сердечника трансформатора. *б*—можно вырезать пластины и так, *в*—каркас катушки трансформатора, *г*—готовый трансформатор „Гном“.

Закончив вторичную обмотку, катушку покрывают изоляционной лентой или же дерматином. Можно покрыть катушку и несколькими слоями кальки, а затем плотной бумагой. Всё это необходимо для предохранения обмотки от случайных повреждений.

Сборка трансформатора производится так: катушка кладется на стол, затем берется пластинка, средняя полоска несколько отгибается и вставляется в катушку. Вторую полоску вставляют в катушку с другой стороны, третью—так же, как и первую, и т. д. При сборке пластин следует обращать внимание на то, чтобы покрытая лаком сторона одной пластинки всегда ложилась на непокрытую лаком сторону другой. В катушку надо вставить как можно больше пластин, чтобы сердечник был плотнее. Вставляя последние пластины будьте осторожны, чтобы не прорезать картон катушки и не повредить обмотку.

Собранный сердечник стягивается деревянными или металлическими планками на болтиках или же металлическими скобами. Готовый трансформатор „Гном“ показан на рис. 71г.

АППАРАТ РЕНТГЕНА

2

4

ОТКРЫТИЕ И РАЗВИТИЕ РЕНТГЕНОЛОГИИ

В январе 1896 года миру стало известно о том, что профессор физики Рентген открыл лучи, обладающие исключительными свойствами. Эти лучи просвечивали светонепроницаемые предметы и на специальном экране, покрытом тонким слоем платино-цианистого бария, давали теневые изображения и внутреннюю структуру предметов, подвергавшихся облучению. Позднее было установлено, что эти лучи представляют собой не что иное, как разновидность электромагнитных колебаний, с очень малой длиной волны, измеряемой стомиллионными долями сантиметра.

Возникая в особой крутковой трубке под действием высокого напряжения, рентгеновы лучи распространяются в пространстве со скоростью, свойственной электромагнитным колебаниям—300 тысяч километров в секунду. Рентгеновы лучи имеют свойство придавать воздуху способность проводить электрический ток. Сами по себе они невидимы, но, попадая на специальный экран с платино-цианистым барием, заставляют светиться это химическое соединение желто-зеленым светом. Это свечение называется флюоресценцией. Проходя через предмет, поставленный на пути, лучи дают его теневое изображение на экране. Различные вещества по-разному пропускают рентгеновы лучи. Металлы, например, сильно задерживают рентгеновы лучи, а газы, наоборот, хорошо их пропускают. Но вообще установлено, что чем больше атомный вес вещества, тем хуже оно пропускает через себя рентгеновы лучи.

Россия явилась одной из первых стран, горячо подхвативших открытие рентгеновых лучей. Уже 27 января в Москве, а 31 января 1896 года в Петербурге было выпущено из печати на русском языке сообщение Рентгена „О новом роде лучей“. 16 января 1896 года профессор Военно-медицинской

академии Н. Г. Егоров произвел первый рентгеновский снимок руки.

Одним из наиболее активных основателей рентгенологии в России явился изобретатель радио А. С. Попов. Являясь отличным стеклодувом, А. С. Попов сам изготовил первую рентгеновскую трубку и соорудил первый русский рентгеновский аппарат, который был широко использован для медицинских исследований в военно-морском флоте.

Важное усовершенствование в рентгенологию внес один из русских пионеров рентгенологии — московский врач Н. Н. Черкасов. Он изготовил усиливающие экраны, которые значительно облегчили рентгенофотографию.

Но царское правительство мало интересовалось достижениями науки и не только не создавало благоприятных условий для ее развития, а зачастую препятствовало этому. Поэтому русским ученым приходилось работать в одиночку, часто приобретая необходимый материал на свои средства.

Лишь после Великой Октябрьской социалистической революции рентгенология у нас стала широко применяться для научной медицины и здравоохранения. В 1918 году, несмотря на разгар гражданской войны, в Петрограде был создан первый Государственный научно-исследовательский рентгенологический и радиологический институт. Затем вскоре были открыты такие же учреждения в Москве, Киеве, Харькове, Ростове-на-Дону, Свердловске, Воронеже и в других городах.

В годы первой пятилетки в стране создается отечественная рентгеновская аппаратура. Если до революции в России насчитывалось только 142 рентгеновских установки, находившихся у частнопрактикующих врачей, причем все они были ввезены из-за границы, то в настоящее время в СССР их насчитывается много тысяч.

Применение рентгеновских лучей в науке, технике, медицине и в различных областях народного хозяйства имеет исключительно важное значение. Чтобы яснее представить себе, какими исключительными свойствами обладают эти лучи, необходимо кратко познакомиться с их действием. Для этого лучше всего самому изготовить простейший рентгеновский аппарат. К тому же, он сослужит большую службу для проведения интереснейших исследований в кружке юннатов.

РЕНТГЕНОВСКИЙ АППАРАТ ИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛАМПОЧКИ

Рентгеновский аппарат очень прост по своему устройству и не представит больших трудностей при изготовлении.

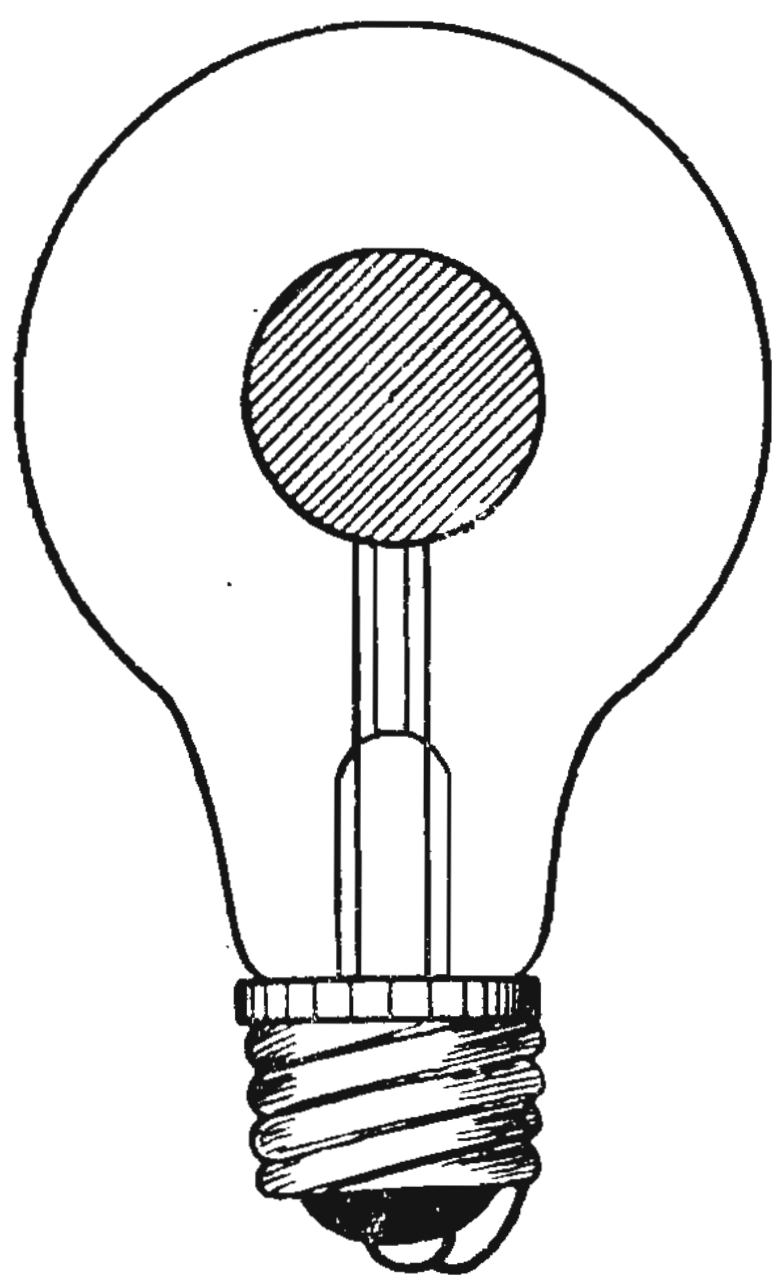
Основными деталями, из которых состоит всякий рентгеновский аппарат, являются: рентгеновская трубка, высоко-

вольтный трансформатор, конденсаторы постоянной емкости, реостат, флюоресцирующий экран.

Высоковольтный трансформатор у нас уже есть. Его вполне заменит нам катушка Румкорфа. Только помните, что для рентгеновского аппарата нужна катушка, дающая искру длиной не менее 8—10 см. Конденсаторы большой емкости можно купить готовыми, рассчитанными на высокое напряжение, или же заменить их лейденскими банками, изготовление которых описано в статье „Электростатическая машина“. Реостат можно тоже приобрести готовый, желательно, употребляемый для накала кенотронов в мощных усилителях радиоузлов. Остается нам сделать только рентгеновскую трубку. Правда, и они теперь имеются в продаже. Но, во-первых, стоят они еще сравнительно дорого, а во-вторых, требуют для своей работы очень большого напряжения, гораздо большего, чем может дать наш трансформатор. Сделать же самому рентгеновскую трубку не так уж сложно.

Мы сделаем ее из обыкновенной электрической лампочки.

Для этого берется лучше новая пустотная электрическая лампочка в 25 ватт. На самую широкую часть груши баллона надо наклеить станиолевый кружочек диаметром в 2 см, а цоколь закоротить (см. рис. 72 а). Станиоль следует приклеивать очень осторожно, чтобы не было складок, царапин и пустот между ней и баллоном. Клею надо употреблять как можно меньше. Но лучше всего приклеивать станиоль яичным



а) б)

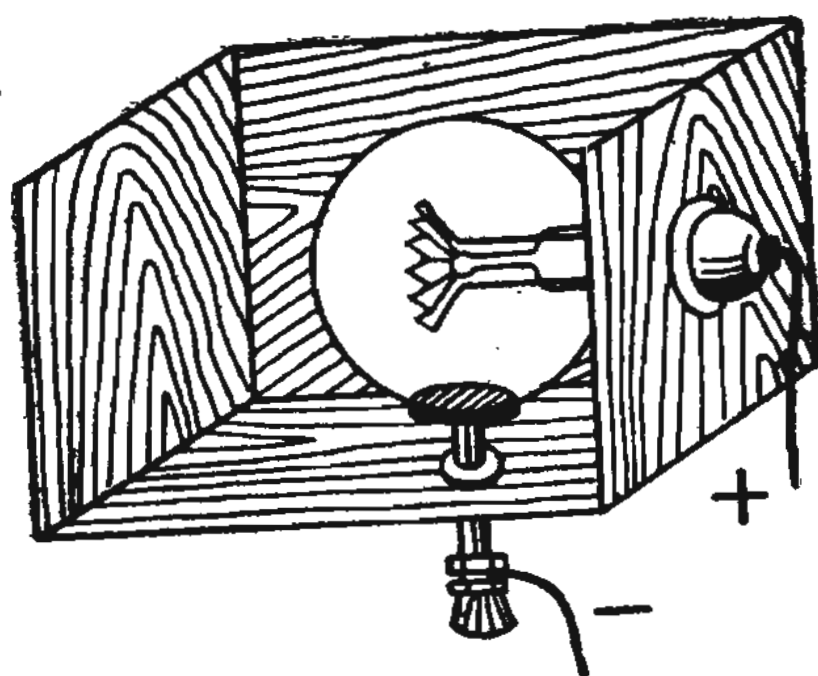


Рис. 72. Детали рентгеновского аппарата.

а—изготовление рентгеновской трубки из электрической лампочки, б—ящик для рентгеновской трубки.

белком. Пока кружочек присыхает, мы займемся устройством штатива для будущей трубки.

Штатив делается из четырех досочек размером: две по

100 × 100 мм и две по 100 × 200 мм. В одной из досечек размером 100 × 100 мм в центре прорезается отверстие по диаметру электрического патрона. Из досечек сколачивается ящичек, как указано на рис. 72 б. Когда ящик готов, в него ввертывают электрический патрон, предварительно заряженный шнуром; в патрон ввинчивается наша круксова трубка, изготовленная из электрической лампочки. Когда лампочка туго ввернута в патрон, станиолевый кружок на ней должен приходиться против какой-нибудь боковой стенки. Если этого не получилось сразу, то патрон следует несколько повернуть в гнезде. Против станиолевого кружочка на стенке делают отметку, и лампочку вывертывают. Затем на месте отметки просверливают небольшое отверстие для контакта с лампой.

Контакт можно сделать из толстой медной проволоки сечением 5 мм и длиной 50—60 мм. На одном из концов проволоки припаивается медный кружочек диаметром в 10 мм. Желательно предварительно этот кружочек осторожно выгнуть на груше нашей лампочки для того, чтобы при соприкосновении его со станиолевым кружочком контакт был плотнее.

Проволока вставляется изнутри штатива в приготовленное отверстие, причем то место контакта, которое будет соприкасаться с доской, надо предварительно изолировать, желательно эбонитовой или фарфоровой трубочкой, но так, чтобы стержень двигался в ней с большим трением. Можно употребить для изоляции фарфоровый ролик, применяемый для электропроводки. Но в этих случаях по отверстию ролика надо будет сначала подобрать диаметр проволоки и затем уже приступить к изготовлению контакта. Когда контакт вставлен на место, к его внешнему концу припаивается кусок электрического шнура длиной в метр.

В ящик ввертывают лампочку, контакт осторожно, но как можно туже придвигают к станиолевому кружочку, при-

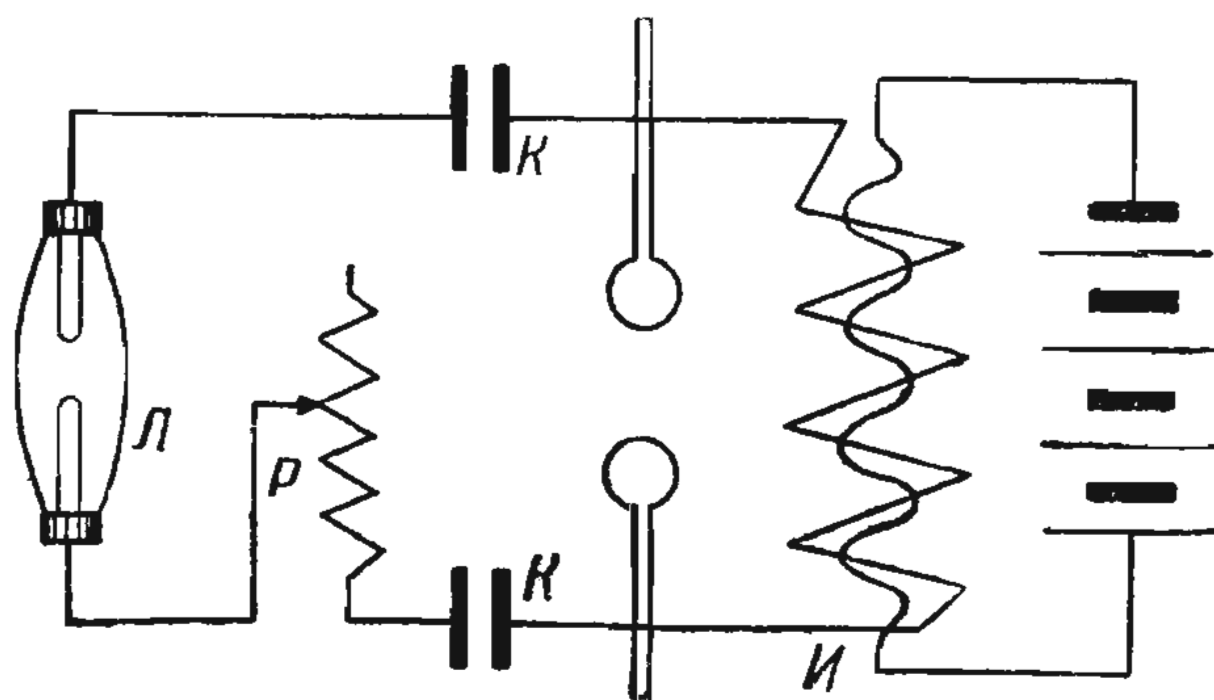


Рис. 73. Соединение рентгеновской трубки с катушкой Румкорфа.

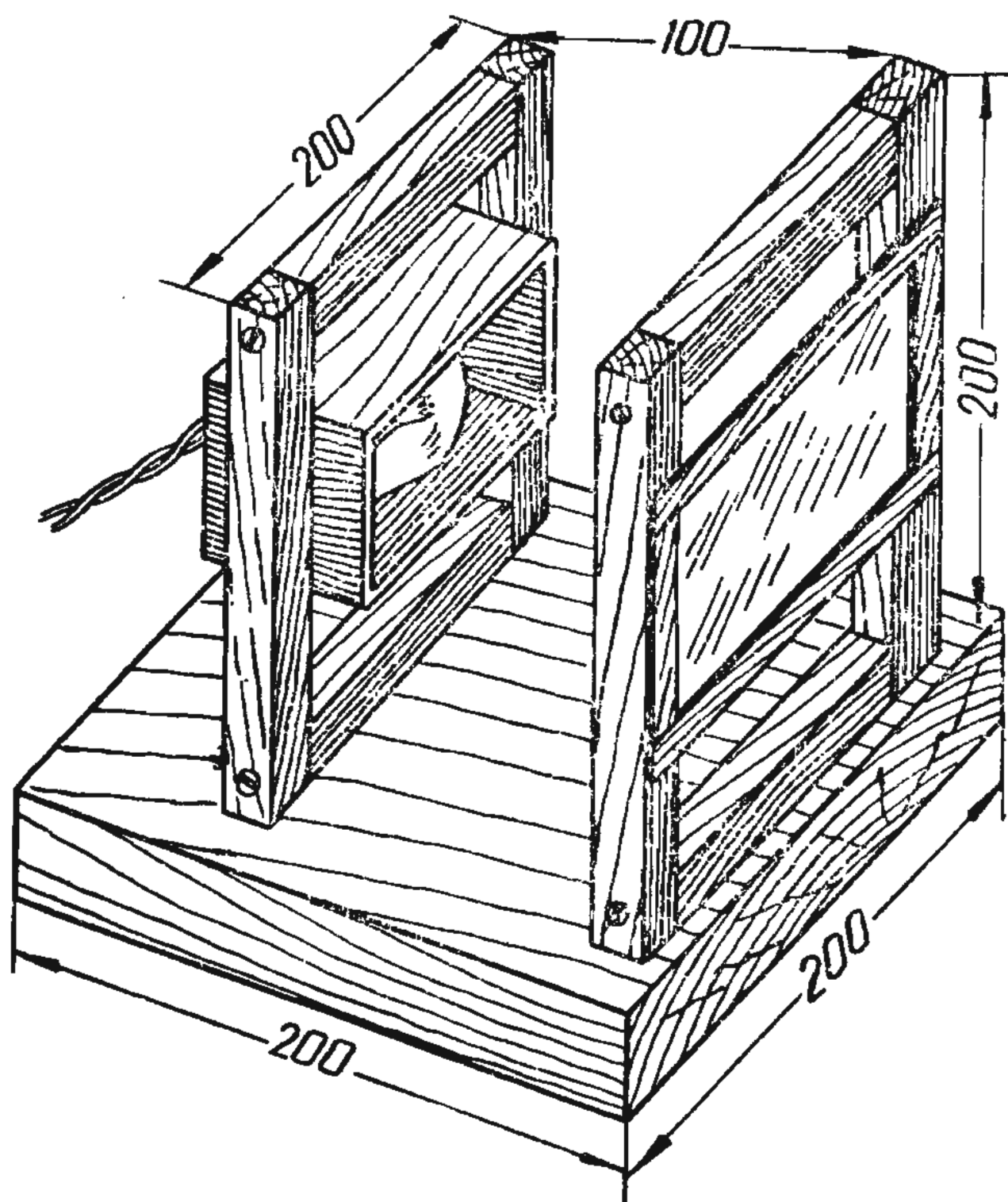


Рис. 74. Штатив рентгеновского аппарата.

винчивают к боковой стенке, и наша рентгеновская трубка готова к работе. Помните, что от аккуратности изготовления контакта и станиолевого кружочка и от плотности их соприкосновения зависит успех работы нашего рентгеновского аппарата. Если на станиоловом кружочке будет хоть самая незначительная складка или царапина, или контакт будет плохо прижат к кружочку, то при включении высокого напряжения баллон лампы может быть пробит электрической искрой — и вся работа будет испорчена.

Для удобства обращения с рентгеновским аппаратом его следует собрать на общем устойчивом штативе. Штатив изготавливается из деревянных брусков по рис. 74. Из брусков сечением 30×30 мм связываются две рамы размером 200×200 мм и устанавливаются одна от другой на расстоянии 100 мм на доске размером 220×220 мм. Для основания надо взять толстую доску. На одной из рам в центре прикрепляется ящик с рентгеновской трубкой. Другая рама будет служить для установки флюоресцирующего экрана. Очень удобно использовать для рентгеновской установки небольшую закрытую тумбочку. В таком случае в нижнем отделении ее распо-

лагаются батареи, в верхнем — катушка, и на тумбочке устанавливается лампа с экраном.

Флюоресцирующий экран для нашего аппарата нужен небольшой. Экран размером больше 150×150 мм делать не следует, так как он всё равно будет бесполезен: наш аппарат имеет незначительную мощность и не сможет осветить весь экран.

Для экрана по его размеру изготавливается деревянная рамка, последняя прикрепляется ко второй рамке на основании, против лампы.

Теперь остается только соединить рентгеновскую трубку с источником высокого напряжения, включить ток — и рентгеновский аппарат готов к действию. Рентгеновская трубка соединяется с катушкой Румкорфа по схеме, указанной на рис. 73. При соединении следите, чтобы провода, идущие от полюсов катушки, не проходили на близком друг от друга расстоянии, во всяком случае не ближе 15—20 см, иначе между ними могут проскакивать искры, которые не только нарушат нормальную работу аппарата, но и могут оказаться опасными для жизни. Не следует также близко ставить катушку к лампе, не ближе одного метра.

Соединять лампу с катушкой надо так: к аноду, то-есть положительному полюсу катушки, присоединяется провод, идущий от нити накала лампы, а к катоду — отрицательному полюсу — присоединяется провод, идущий от контакта, прикрепленного к станиолевому кружочку на баллоне лампы; причем, как то, так и другое соединение делается не непосредственно с контактом катушки, а через лейденские банки, как указано на схеме.

Для определения полюсности контактов катушки, разрядники ее раздвигаются настолько, чтобы между ними не могла проскакивать искра. Включают ток. При этом на положительном полюсе появляется светящаяся кисть, обращенная к другому электроду. А на отрицательном может быть кисть, только меньших размеров, или просто светящаяся точка. Заметить это можно только в темноте.

Когда наша рентгеновская трубка правильно соединена с катушкой, катод, посылая так называемые катодные лучи, будет вызывать на стекле лампочки яркую желто-зеленую флюоресценцию. При этом же испускаются в пространство и невидимые рентгеновские лучи. Если же этого флюоресцирующего свечения не получится, а лампочка наполнится только фиолетовым свечением, то это значит, что она неправильно соединена или сила индукции нашей катушки недостаточна для такой лампочки. Тогда следует взять лампочку с меньшей грушей.

Можно использовать для постройки рентгеновского аппарата вместо катушки Румкорфа обыкновенный силовой транс-

форматор с большим коэффициентом трансформации и даже боббину от автомашины.

Можно также, в крайнем случае, обойтись и без лейденских банок, если нет возможности изготовить их или приобрести. Рентгеновская лампа при этом будет работать несколько слабее.

Экран для рентгеновского аппарата можно приобрести в аптеке, в отделе медоборудования.

ИСПЫТАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО АППАРАТА И РАБОТА С НИМ

Проверив еще раз правильность соединений рентгеновского аппарата и убедившись в том, что всё сделано правильно, а главное — обеспечена безопасность для работы, оператор садится к аппарату, вставляет раскрытую ладонь левой руки между рентгеновской трубкой и экраном, и в комнате выключается свет.

Включив катушку Румкорфа, вы на экране сразу же увидите мутное очертание своей руки. Регулируя расстояние руки между экраном и рентгеновской трубкой, а также напряжение, подаваемое на катушку Румкорфа, вы быстро добьетесь такого положения, когда на бледнозеленоватом фоне экрана ясно выделятся костяные суставы пальцев руки и чуть заметные очертания контуров пальцев.

Теперь, когда аппарат испытан и вы убедились в том, что он хорошо работает, можно приступать к интересным опытам с ним.

Нашим рентгеновским аппаратом можно просматривать не только кисти рук, но и мелких животных: скелет, например, кошки, щенка.

Для учищихся, которые уже изучают анатомию животных, это особенно интересно и полезно.

Много интересного доставит рассматривание внутреннего строения птиц, пресмыкающихся и насекомых.

Такое просвечивание называется рентгеноскопией.

РЕНТГЕНОФОТОГРАФИЯ

Всё, что мы увидим при помощи рентгеновского аппарата, можно легко запечатлеть на фотографической пластинке, то-есть сфотографировать. Но для этого не нужно фотоаппарата. Для этого придется лишь сделать деревянную кассету для пластинки.

Рентгеновский снимок производится очень просто. Кассету со вложенной в нее фотографической пластинкой, надо поста-

вить между экраном и предметом, который мы хотим фотографировать, и включить аппарат на 1—2 минуты. После этого аппарат выключается, и пластинка обрабатывается обычным способом, то-есть проявляется, фиксируется и сушится. Затем с нее делается отпечаток—фотокарточка.

Помните всегда! С рентгеновским аппаратом надо обращаться исключительно осторожно. Желательно иметь для работы с ним защитные резиновые перчатки. Никогда не включайте аппарат, не проверив предварительно правильность всех соединений и безопасность токонесущих проводов.

Не работайте долго с включенным аппаратом. Всё хорошо в меру! Частое и длительное облучение организма рентгеновскими лучами вредно сказывается на нем. Поэтому не следует злоупотреблять временем работы с рентгеновским аппаратом.

ПРОЕКЦИОННО-СЪЕМОЧНЫЙ КИНОАППАРАТ

ВАЖНЕЙШЕЕ СРЕДСТВО АГИТАЦИИ

Ежедневно миллионы советских людей смотрят в кинотеатрах страны кинофильмы, ярко и убедительно рассказывающие о жизни нашего народа, о его последовательной борьбе за мир и счастье всего человечества, о созидательном творчестве строителей коммунизма, о становлении социализма в странах народной демократии, фильмы, призывающие к неусыпной бдительности и ненависти к поджигателям войны.

Кино в наше время стало средством самой массовой и доходчивой агитации. В. И. Ленин придавал развитию кино особо важное значение. Он говорил: „Из всех искусств для нас самым важным является кино“. И. В. Сталин, выступая с докладом на XIII съезде партии, в мае 1924 года, еще раз подчеркнул важность кино в развитии знаний, культуры и искусства нашего народа.

И. В. Сталин определил: „Кино есть величайшее средство массовой агитации“.

Советский народ под руководством Коммунистической партии уделяет исключительное внимание развитию кино.

За 35 лет советской власти кинематография в нашей стране выросла в крупную отрасль народного хозяйства. В стране работает теперь множество первоклассных киностудий, которые ежегодно выпускают новые фильмы. У нас поставлено массовое производство документальных, научно-популярных и учебных фильмов. Сеть киноустановок с каждым годом все гуще покрывает карту нашей страны. Только в Горьковской области число киноустановок выросло за период с 1945 по 1952 год с 133 до 634, не считая 100 профсоюзных. Увеличилось за последнее время количество узкоплёночных звуковых кинопередвижек для демонстрирования специальных технических и научных фильмов.

ИСТОРИЯ И ТЕОРИЯ ФОТОГРАФИИ

Кинематография не могла возникнуть без фотографии. Поэтому, прежде чем говорить о рождении кинематографии, необходимо хотя бы коротко познакомиться с историей и теорией фотографии.

Замечательные свойства увеличительного стекла—лупы, с помощью которого можно было получать увеличенные изображения окружающих нас предметов, стали известны людям еще в XVI веке. Благодаря этим познаниям в 1570 году была изобретена так называемая камера-обскура*. Эта камера представляла собой большой светонепроницаемый ящик или несколько ящиков,двигаемых друг в друга для получения более резкого изображения предметов. С одного конца ящика вставлялось увеличительное стекло с большим фокусным расстоянием, а на противоположном конце — матовое стекло, на котором и отображалось в перевернутом виде изображение предмета, попавшего в поле зрения объектива—увеличительного стекла.

Вскоре пытливый человеческий ум уже не был удовлетворен камерой-обскурой, приспособленной для наблюдений и снятий копий с предметов ручным способом. Явилась мысль, как бы зафиксировать на бумаге изображение предмета, не пользуясь карандашом и красками? Словом, люди задумались над тем, как бы при помощи этой камеры получить снимок.

Как и во многих важнейших открытиях приоритет в области фотографии принадлежит русским людям. Еще в 1818 году русский химик Гротгус доказал, что свет химически изменяет вещество только в том случае, если свет сам поглощается этим веществом. Этот закон, подтверждающий гениальное открытие М. В. Ломоносова о сохранении вещества, произвел революцию в области фотографии. Химические процессы фотографии, разработанные в то время, уже дали возможность производить хорошие фотоснимки. Первые настоящие фотоснимки произвел в Петербурге в 1839 году первый русский фотограф С. Л. Левицкий. Впоследствии за изготовление художественных снимков видов Кавказа, представленных на Парижскую выставку 1851 года, С. Л. Левицкому была вручена первая медаль, присужденная за фотографические работы.

С каждым годом русские ученые и изобретатели совершенствовали фотографию. Механик-самоучка, московский фотограф Д. П. Езучевский в 1875 году построил первый в мире фотоаппарат для стереоскопической съемки и сконструировал портативную дорожную фотокамеру, которая была

* Обскура — (лат.) — темная.

намного удобнее существовавших тогда громоздких фотоаппаратов.

Большое внимание фотографии уделял великий русский ученый Д. И. Менделеев. Он писал в одной из своих работ, что „химические процессы фотографии имеют большой интерес не только практического, но и теоретического свойства“. В 1877 году Д. И. Менделеев организовал „Фотографическое общество“ и продолжал активно участвовать в работе фотографического отдела Русского технического общества.

Первый щелевой затвор для моментальной съемки был изобретен в 1883 году также русским (витебским) фотографом С. А. Юрковским. Изобретение фотопленки принадлежит московскому фотографу И. В. Болдыреву; он демонстрировал ее на Всероссийской промышленной выставке в Москве в 1882 году, а в 1889 году русский изобретатель Козловский получил патент на фотоаппарат для цветного фотографирования. Метод цветного фотографирования, открытый фотографом Е. Ф. Буринским в 1896 году, служит основой для всех современных методов цветной фотографии.

За годы советской власти фотография в нашей стране приобрела исключительно широкое распространение. У нас нет такой области науки и производства, где бы не применялась фотография. Она применяется для изучения сложнейших жизненных процессов. Поэтому неслучайно, что вопросами совершенствования фотографии у нас занимаются крупнейшие ученые страны. Труды по оптике С. И. Вавилова пользуются всемирной известностью. Большие труды по теории фотографического проявления и фотографической чувствительности создали члены-корреспонденты Академии наук СССР А. И. Рабинович и К. В. Чибисов.

Советские ученые, используя передовую отечественную технику, создали самые лучшие в мире образцы фотографических аппаратов, фотоматериалов и фотохимикатов.

В чем же заключается процесс фотографирования?

Как уже было сказано выше, всякий современный фотоаппарат состоит, прежде всего, из камеры-обскура, то-есть из светонепроницаемого ящика или коробки-камеры с врезанным в одной из стенок камеры объективом — увеличительным стеклом. Объектив современных фотоаппаратов сделан из нескольких различных стекол, склеенных между собой и распределенных так, что они дают наименьшее разложение световых лучей и искажение предметов. На противоположной от объектива стенке укрепляется матовое стекло, а затем фотографическая светочувствительная пластинка или пленка.

Когда объектив аппарата открыт и направлен на какой-нибудь предмет, то лучи, исходящие от предмета, преломляются в объективе аппарата и, падая на матовое стекло, создают на нем перевернутое и уменьшенное изображение

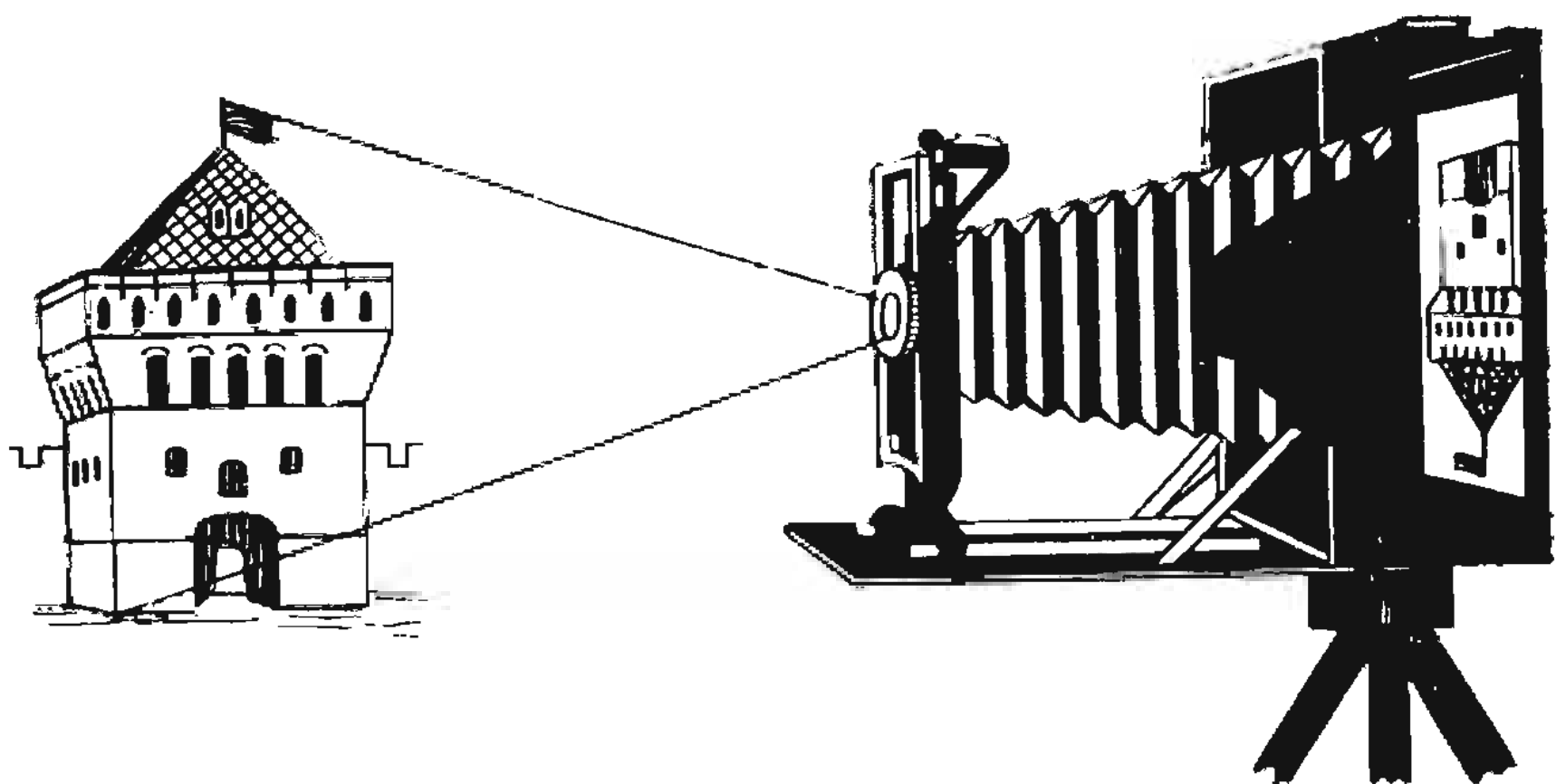


Рис. 75. Изображение предмета в камере фотоаппарата.

этого предмета. Расстояние от матового стекла до объектива влияет на резкость изображенного на стекле предмета. Поэтому в аппаратах применяются специальные устройства и приспособления для наводки на фокус для точного подбора расстояния объектива от матового стекла, при котором изображение получается наиболее резким, контрастным (см. рис. 75).

После этого объектив закрывается и на место матового стекла вставляется пластинка. Объектив открывается на некоторое время, и за этот период свет, воздействуя на бромосеребро светочувствительной пластинки, производит в нем химические преобразования. Путем проявления, то-есть промывания пластинки в особом растворе — проявителе, это действие света усиливается, и на эмульсии пластинки в результате потемнения бромосеребра в том месте, где на него упал свет, получается негативное (обратное в световом отношении) изображение сфотографированного предмета. Белые места предмета поэтому получаются черными, а темные — светлыми. Пересняв копию с негатива, мы получим позитив — обыкновенную фотокарточку.

Для моментального фотографирования движущихся предметов в современных аппаратах применяются сложно устроенные затворы, позволяющие производить съемки с выдержкой до $\frac{1}{1000}$ доли секунды. Имеются в фотоаппарате также диафрагмы — приспособления для уменьшения светосилы объектива путем уменьшения его рабочей поверхности. Диафрагмы имеют также очень сложное устройство. Современный фотоаппарат наделен и целым рядом других сложных приспособлений для удобства работы с ним.

Желающие подробно ознакомиться с устройством сложнейших механизмов фотоаппарата могут найти их описания в специальной литературе.

ИСТОРИЯ РОЖДЕНИЯ КИНО

Теперь, когда мы коротко познакомились с историей и теорией фотографии, которая является основной составной частью кинематографии, можно перейти непосредственно и к разбору истории и теории кино.

Человеческий глаз обладает важнейшей способностью „запоминать изображение“. Чтобы убедиться в этом, посмотрите на какой-нибудь ярко освещенный предмет, например на снежный пейзаж или просто на окно, и закройте глаза. Вы заметите, что после того как закроете глаза, еще некоторое время будете как бы видеть изображение пейзажа или окна. Установлено, что, при любом коротком световом воздействии на сетчатку глаза, на ней всегда сохраняется изображение виденного предмета в продолжение не менее одной десятой доли секунды.

Теперь, если вы посмотрите на движущийся предмет,— например, прыгающую со скакалкой девочку,—и будете часто мигать глазами, то вы не заметите никакого перерыва в движениях девочки. За малую долю секунды, на которую закрываются ваши глаза, вследствие способности глаза „запоминать“, изображение предметов не успевает потухнуть—рассеяться, и потому создается впечатление непрерывного движения девочки, словно вы смотрите на нее, совершенно не закрывая глаз.

На этом свойстве наших глаз и основана кинематография.

Киносъемочный аппарат представляет собой фотоаппарат, специально приспособленный для моментальной съемки не менее 16—20 снимков в секунду на скачкамидвигающейся пленке. При такой скорости съемки и последовательного движения пленки, снимаемыйдвигающийся предмет разлагается на 16—20 снимков в последовательном порядке. Так, на первом снимке девочка стоит в спокойном положении, на втором—она уже чуть приподняла руки, в которых держит скакалку, и немного присела, на третьем—руки подняты уже до уровня плеч, и так далее, до полного завершения скачка и всех при этом движениях девочки. Если теперь мы продемонстрируем кинопроекционным аппаратом этот кусок пленки с 16—20 кадрами (кадром называется отдельный снимок), то увидим на экране прыгающую со скакалкой девочку.

Кинопроекционный аппарат устроен почти так же, как и киносъемочный. Механизм его способен менять перед проекционным объективом по 16—20, иногда и более, кадров в секунду. А так как особое свойство нашего глаза заключается в способности „запоминать“ изображение предмета, то при такой быстрой смене отдельных фотографий с различными элементами разложенного на 16—20 кадров движения девочки, мы не заметим передвижения кадров, и в наших

глазах создастся впечатление непрерывного движения предмета: мы увидим прыгающую девочку.

Когда люди пришли к мысли о создании такого аппарата, при помощи которого можно было бы разлагать изображение движения на составные элементы и затем снова складывать изображение движущегося предмета, и был сконструирован так называемый стробоскоп. Название „стробоскоп“ происходит из сочетания двух греческих слов: „стробос“ — вихрь и „скопео“ — смотри. Стробоскоп — это оптический прибор, дающий прерывистое периодическое освещение, благодаря чему можно сделать изображение тела, совершающего периодическое движение, неподвижным или движущимся медленно.

Первый простейший стробоскоп состоял из двух картонных кругов, насаженных на общую ось на некотором расстоянии друг от друга. На одном из кругов было нарисовано несколько картинок, изображающих последовательное движение предмета. На втором круге были вырезаны по количеству картинок длинные узкие щели так, чтобы каждая щель приходилась против картинки. Если мы по очереди посмотрим в каждую щель, то мы увидим лишь один момент в движении предмета, а если мы быстро повернем круги, то перед нашими глазами, быстро пробегая одна за другой, картинки сольются в одно изображение движущегося предмета (см. рис. 76). Этому изобретению насчитывается более ста лет. Позднее стробоскоп был усовершенствован: картонные круги заменились металлическим или тоже картонным цилиндром с узкими параллельными щелями по окружности. В этот цилиндр вкладывались бумажные полоски с изображением движущегося предмета. И когда цилиндр начинали вращать, то сквозь щели было видно движение предмета (см. рис. 77).

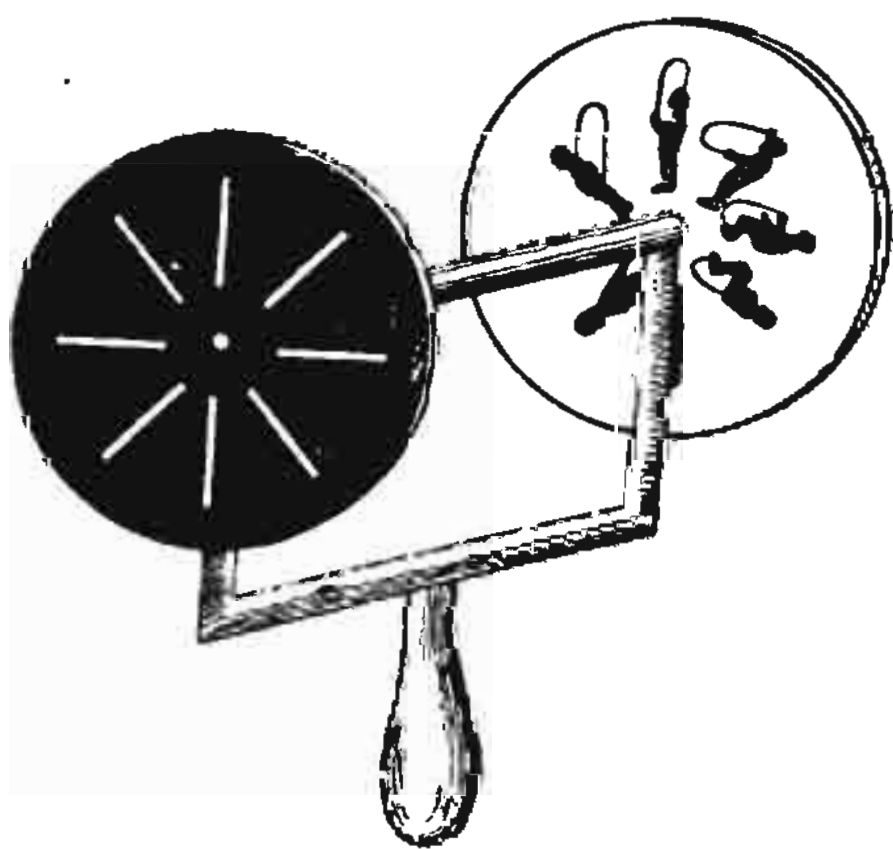


Рис. 76. Первый простейший дисковый стробоскоп.

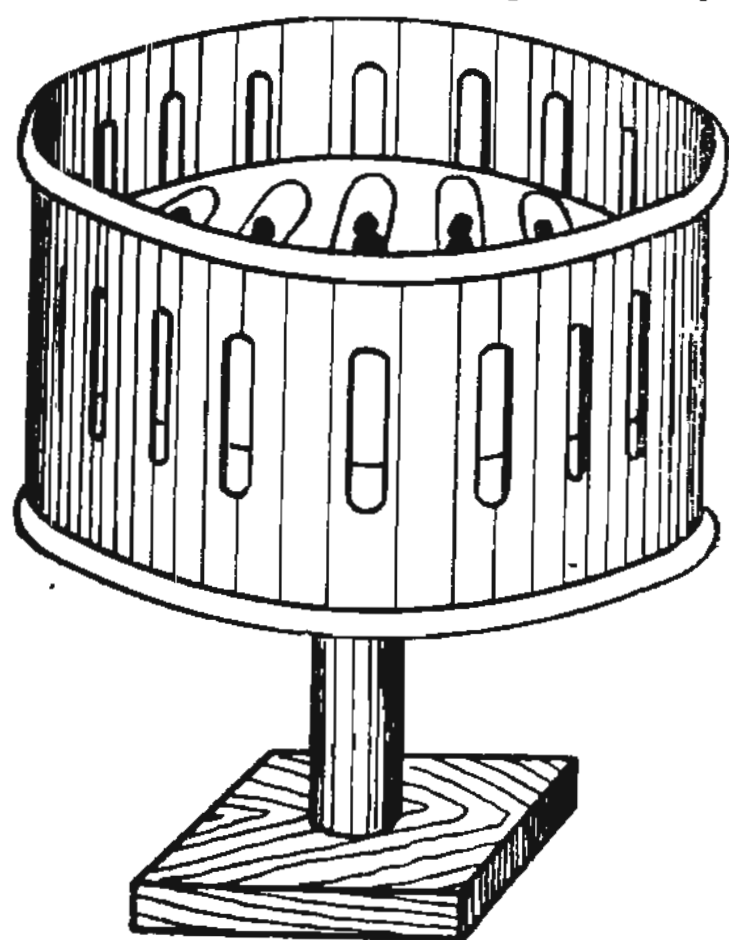


Рис. 77. Цилиндрический стробоскоп.

На особенности нашего зрения основана и такая всем известная забавная игрушка, как „птичка в клетке“. Если вы на куске картона нарисуете с одной стороны клетку, а с другой—птичку и затем начнете быстро вращать кусок картона, приспособив его, скажем, на ось волчка, то вы увидите, что птичка сидит в клетке.

Можно, наконец, воспроизвести движение и таким образом: на каждом листке тетради, желательной сделанной из толстой бумаги, рисуют один из моментов движения предмета. Затем тетрадь немного перегибают и листы ее быстро отпускают. Поочередно перелистываясь, они показывают нам движение нарисованного предмета.

Но человеческие дерзания не знают предела. Вскоре человек захотел, чтобы движения предмета можно было заснимать и потом демонстрировать на экране одновременно многим зрителям. К этому времени уже был изобретен проекционный фонарь, далеко вперед шагнула техника фотографии. Соединением этих двух аппаратов и принципов их работы и был изобретен кинематограф, название которого произошло от сочетания двух греческих слов: „кинематос“ — движение и „графо“ — пишу.

Кинематография начала развиваться в конце XIX столетия. Приоритет в этом принадлежит также русским ученым и изобретателям. Первый показ кинематографических картин был осуществлен 9 января 1894 года русскими изобретателями Н. А. Любимовым и И. А. Тимченко, за год с лишним раньше, чем во Франции, которой незаслуженно приписывалось первенство в этом деле.

Рассмотрим теперь подробнее устройство киносъемочного аппарата.

Схема киносъемочного аппарата показана на рис. 78. Вы видите, что в киносъемочном аппарате имеются все основные детали, которые имеет обыкновенный фотоаппарат. Здесь есть и объектив, и затвор, и кадровый ограничитель, и приспособление для передвижения пленки. Имеется также целый ряд и других, не видных на схематическом рисунке деталей, например диафрагмы, видоискателей и т. д.

Как же осуществляется самый процесс кинематографической съемки?

Световые лучи, исходящие от предмета, проходя через объектив (1), преломляются и, попадая в кадровую рамку (2), в которой находится кинопленка, запечатляют на ней положение снимаемого предмета в ту долю секунды, при которой предмет занимает, скажем, начальное положение в своем движении.

Проходит шестнадцатая или двадцатая доля секунды и обтюратор (3) — затвор киносъемочного аппарата, представляющий собой металлический диск с открытым сектором,

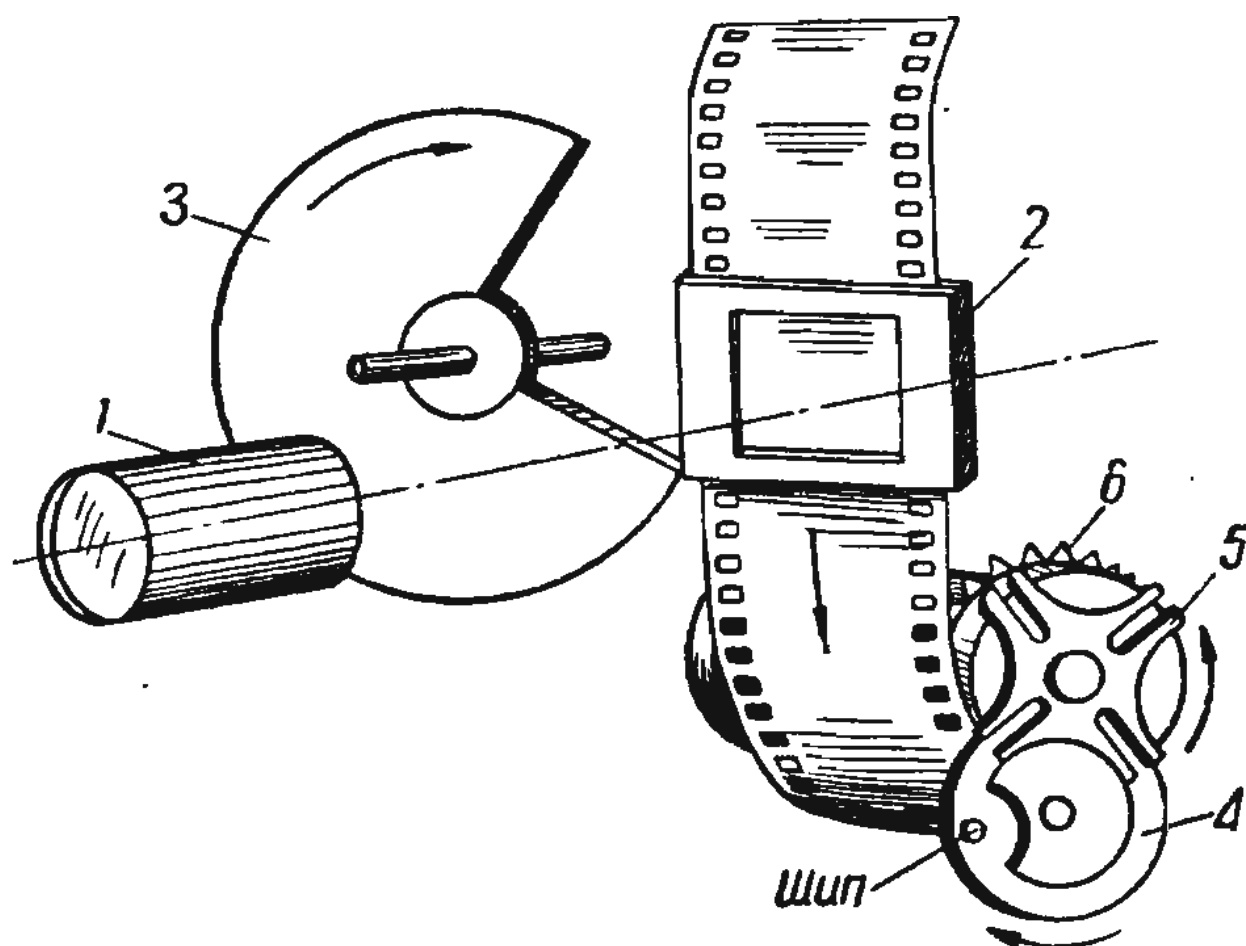


Рис. 78. Схема киносъемочного аппарата.

поворачиваясь на оси, соединенной с помощью шестерен с вращающейся ручкой киносъемочного аппарата, постепенно закрывает доступ световых лучей к киноплёнке. Когда обтюратор совершенно закроет собой кадр, эксцентрик-кривошип (4) своим шипом входит в прорезь „мальтийского креста“ (5) и, поворачивая его на четверть оборота, поворачивает и зубчатый барабан (6), скрепленный на одной оси с „мальтийским крестом“. Поворачиваясь на четверть оборота, барабан с помощью зубцов тянет за перфорацию — отверстия киноплёнку. Киноплёнка устанавливается в кадровой рамке новым, незаснятым местом. В это время шип выходит из мальтийского креста, значит плёнка останавливается неподвижно, обтюратор снова открывает доступ световых лучей на нее, происходит фотосъемка нового кадра, и затем повторяется всё сначала.

Так при помощи этого несложного механизма, устройство которого было известно задолго до изобретения киносъемочного аппарата, производится моментальная съемка движущегося предмета, в результате которой движение получается разложенным на элементы. Это мы можем хорошо заметить после того, как киноплёнка будет проявлена и зафиксирована, то-есть получен нормальный фотографический негатив, с которого впоследствии на такой же плёнке делают путем копирования диапозитив—кинокартину.

Кинопленка делается из очень эластичного материала—целлулоида и покрывается светочувствительным слоем, как фотопластинка. Кинопленка представляет собой длинную узкую, в 35 мм шириной, полоску целлулоида с прямоугольными поперечными отверстиями по обоим бортам. Отверстия эти называются перфорацией от латинского „перфораре“—

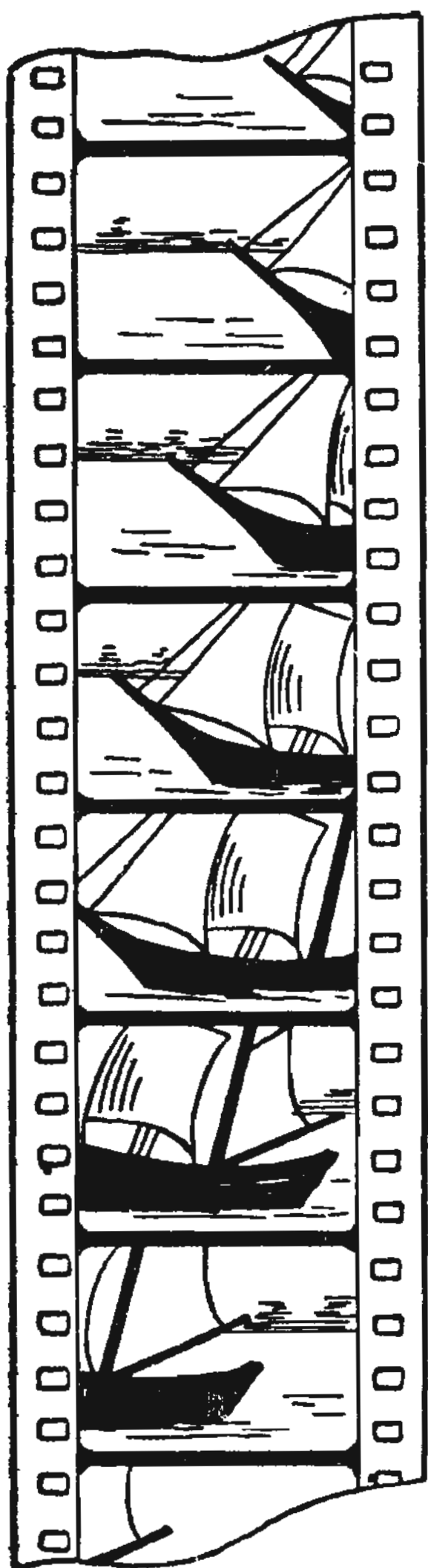


Рис. 79. Отрезок кино-
пленки.

пробуравливать, пробивать отверстия в определенном порядке. Они расположены в строго определенном порядке, с таким расчетом, чтобы на каждый кадр приходилось по четыре отверстия с каждой стороны (см. рис. 79).

Кассеты современных киносъемочных аппаратов вмещают в себя до 300 метров пленки, что обеспечивает непрерывную съемку движущихся предметов в течение 10—15 минут. А так как наш глаз способен сохранять зрительное впечатление в течение примерно 0,1 доли секунды, то обычно киносъемка для установок немого кино производится со скоростью 16—20 кадров в секунду и с такой же скоростью демонстрируется, а для звукового кино съемку ведут со скоростью 24 кадров в секунду.

Современные киносъемочные и проекционные аппараты устроены значительно сложнее, чем тот, действие которого описано выше. Современные киносъемочные аппараты имеют несколько сменяющихся объективов, позволяющих оператору, не сходя с места, снимать значительно отдаленные предметы с применением так называемого телеобъектива, производить микросъемки. Когда „великий немой“ заговорил, то-есть кино стало звуковым, устройство его механизмов еще более усложнилось. Теперь уже начинает внедряться стереокино* — объемное кино, уже не с плоским, а с объемным изображением, а такое кино при демонстрации цветных фильмов создаст полное впечатление действительности.

Высокая светочувствительность современной фотографической эмульсии открыла совершенно новые перспективы перед кинематографией. Теперь получена такая светочувствительность пленки, которая позволяет производить съемки с выдержкой в миллионные доли секунды. Есть уже киносъемочные аппараты, которые делают более 10000 снимков в секунду. При таких скоростях стало возможным заснимать полет пули, удар молнии, разрыв снаряда, самый быстрый полет насекомых и

* Стереоскоп — греческое „стереос“ — пространственный.

другие мгновенные явления. При нормальной скорости проекции такого фильма имеется возможность видеть подробно все мельчайшие движения, например крыльев при полете насекомого, завихривание воздуха при вращении пропеллера самолета, разрыв снаряда и т. д. Поэтому быструю киносъемку называют „лупой времени“.

Широко в науке применяется теперь и обратный процесс — замедленная киносъемка. Например, у горшка с высаженными в него семенами устанавливается киносъемочный аппарат, который при помощи автоматического устройства будет производить съемку одного кадра в течение 6—8 часов. Через несколько недель на киноплёнке будет заснят таким образом процесс роста растения. Просмотрев такой фильм, мы в течение нескольких минут сможем увидеть в ускоренном виде все процессы развития растения. Это имеет огромное познавательное значение для науки.

Мы познакомились вкратце с историей рождения и развития кинематографии и теперь ясно представляем его огромное значение. Ведь ничто, кроме кино, не может так точно сохранить на десятилетия те жизненные процессы, которые мы пожелаем оставить для истории. А разве не интересно, например, сохранить и потом демонстрировать кинофильмы, заснятые в походах и на экскурсиях, на физкультурных соревнованиях по плаванию, по бегу, по прыжкам и т. д.? И всё это можно сделать, имея киносъемочный и кинопроекторный аппараты. Но где же их взять, — спросите вы? Ведь киносъемочный аппарат стоит очень, очень дорого, да и промышленность наша выпускает такие аппараты пока еще не для широкого круга любителей.

Если присмотреться внимательнее и подробнее изучить устройство киноаппарата, то оказывается, что он не так уж сложен, как кажется на первый взгляд. Настоячивому школьнику, умеющему владеть инструментом и обладающему навыками слесарной обработки металла, не составит особых трудностей самому сделать киносъемочный и проекционный аппараты. Ниже мы предлагаем описание универсального киноаппарата, с помощью которого можно производить съемку и показ фильмов.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОЕКЦИОННО-СЪЕМОЧНОГО КИНОАППАРАТА

ОБЪЕКТИВ

Устройство нашего аппарата начнем с объектива, самой существенной его части. Объектив — это оптический прибор, целью которого является уменьшение или увеличение изобра-

жения в зависимости от того, для чего он используется. У нас объектив будет использоваться в двух целях: во-первых, в киносъемочном аппарате, как и в фотографическом, он будет проектировать на светочувствительную пленку уменьшенное изображение снимаемых предметов и, во-вторых, в кинопроекционном аппарате объектив будет осуществлять обратное, то-есть маленькое изображение, полученное на кинопленке, он будет проектировать на экран в значительно увеличенных размерах.

Качество изображения, получаемого как в первом, так и во втором случае, в значительной мере зависит от того, как устроен сам объектив, насколько совершенна его система, позволяющая получать совершенно неискаженные изображения. Но прежде чем перейти к описанию самого объектива, необходимо вкратце познакомиться с принципом действия увеличительного стекла — линзы.

Всем известно, что увеличительные стекла — линзы, имеющие форму чечевицы, обладают собирательной способностью, то-есть могут собирать лучи, исходящие от предмета, и затем на определенном расстоянии отображать их в меньших пропорциях, создавая уменьшенное изображение этого предмета. Это происходит в результате способности двояковыпуклой линзы преломлять лучи света, так же как они преломляются в хрусталике нашего глаза. Действие линзы и хрусталика глаза совершенно тождественны.

Собирательное действие линзы вы можете свободно проверить на опыте. Возьмите линзу и придержите ее рукой на некотором расстоянии от белой стены, находящейся против окна. На определенном расстоянии линзы от стены на последней получится четкое уменьшенное изображение оконных переплетов, штор и отдаленных предметов улицы, ярко освещенных солнцем. Если вы всмотритесь внимательнее в изображение окна на стене, то, конечно, заметите, что оно имеет несколько раздутую бочкообразную форму. Это искажение прямых линий окна происходит в силу кривизны линзы. Следовательно, чем выпуклость линзы больше, тем большие искажения она внесет в отображенный предмет. Но этот недостаток частично легко исправить. Возьмите лист черной оберточной фотографической бумаги или картона и прорежьте в нем небольшие круглые отверстия: одно диаметром в 10 мм и другое — в 5 мм. Теперь, если вы поставите перед линзой лист отверстием в 10 мм, то изображение окна на стене значительно выиграет в резкости очертаний, заметно выпрямятся линии переплетов, но зато рама окна будет видна уже не так ярко, как в первом случае. Если же мы поставим перед линзой отверстие в 5 мм, то изображение предмета будет еще контрастнее, то-есть четче, и линии еще больше выпрямятся, но рама окна будет видна еще слабее.

Второе, что вы заметите,—перевернутость изображения. Окно на стене будет в перевернутом положении — „вверх ногами“. Происходит это опять-таки в силу преломления лучей линзой. Линия луча света, идущего от крайней нижней точки окна, преломляясь линзой, идет вверх, а верхняя, наоборот,—вниз. Поэтому все предметы, отображенные с помощью линзы, всегда бывают в перевернутом положении. Но это обстоятельство не имеет абсолютно никакого влияния на качество изображения и работу оптических приборов.

Есть другие, очень важные обстоятельства и недостатки линзы, которые в значительной мере отрицательно влияют на качество оптических систем. Когда вы рассматривали изображение окна на стене при полностью открытой линзе, вы, наверное, также обратили внимание на то, что изображение было ясным только в центре, а по краям оно приобретало расплывчатые, неясные очертания и даже с радужными оттенками. Эти искажения изображений, вносимые простыми линзами, называются аберрациями, от латинского слова „абerrare“, что означает заблуждаться, отклоняться от чего-либо.

Различают две аберрации: сферическую и хроматическую.

Известно, что сферическое стекло собирает узкий пучок лучей только в одной точке, расположенной вдоль его оптической оси, но чем дальше падает луч от оптической оси, тем ближе к стеклу он ее пересекает. Такое неравномерное пересечение лучей света накладывает на основное изображение предмета дополнительные изображения и делает его конечные точки неясными, расплывчатыми. Это явление и называется сферической аберрацией, от составления двух слов: „сфера“—шар и „абerrация“—уклонение. (См. рис. 80.)

Как видите, сферическая аберрация является очень большим недостатком собирательных стекол — линз. Оптики нашли способы, позволяющие значительно уменьшать сферическую аберрацию оптических систем. Для этого объективы делаются не из одного стекла, а составленными из нескольких линз, изготовленных из различных сортов стекла и имеющих различную степень преломления. Линзы подбирают, например,

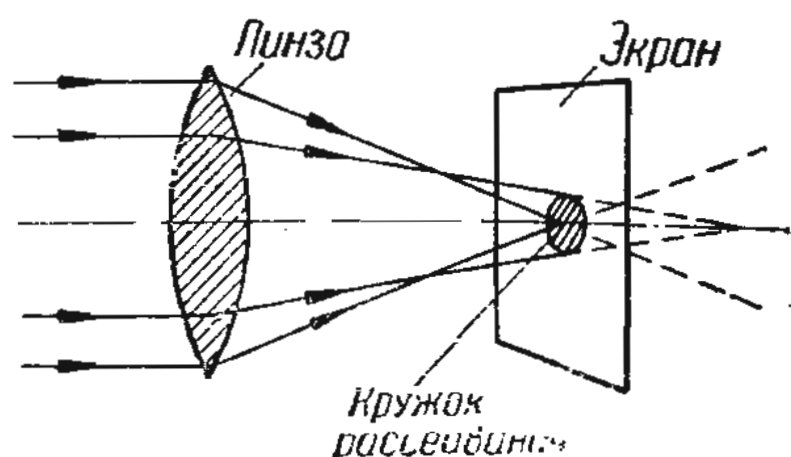


Рис. 80. Явления сферической аберрации.

так: берут две плосковыпуклые линзы и, повернув их выпуклыми сторонами друг к другу, соединяют общей оправой. Такой простой способ позволяет достигнуть того, что составленная линза собирает лучи, проходящие через ее края, в одной точке с центральным лучом, на главной оптической оси. Это происходит потому, что ошибки

обоих стекол, действуя в противоположном направлении одна к другой, взаимно исправляют друг друга.

Происхождение цветной каймы, получаемой вокруг конечных точек отображаемого предмета, которая еще больше ухудшает изображение, имеет другие причины.

Мы знаем, что белый свет состоит из семи цветов спектра. Лучи каждого из этих цветов распространяются в пространстве, подобно волнам, и каждый из этих лучей имеет свою длину волны. (Длиной волны называется расстояние между двумя соседними гребнями колебаний.) Длина волн спектра лежит в пределах от 0,7 до 0,4 микрона, то-есть от 0,0007 до 0,0004 доли миллиметра. Наибольшую длину волны имеют красные лучи—она равна 0,65 микрона, затем идут оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синие и, наконец, фиолетовые лучи, имеющие самую короткую длину волны, равную 0,41 микрона.

От такого различия длины волн и зависит степень их преломления в линзе. Сильнее всех преломляются в линзе фиолетовые лучи спектра, слабее—красные. И когда лучи света проходят через линзу, особенно близко к ее краям, точка пересечения фиолетовых лучей, как наиболее сильно преломляющихся, находится ближе, а точка пересечения красных лучей, как наиболее длинноволновых и потому слабее преломляющихся, находится дальше от линзы. От этого различного преломления светового пучка и происходит разложение света, как в трехгранной призме, на составные его цвета—спектр. Разложенный на составные цвета белый луч света создает радужную окраску крайних точек изображения. Это явление и называется хроматической aberrацией от греческого слова „хрома“—цвет. (См. рис. 81.)

Как видите, и этот недостаток линзы значительно ухудшает качество изображения предмета как на фотографической пленке, так и при ее проекции на экран. Но и с этим недостатком оптики успешно справляются. Для уничтожения хроматической aberrации объектив составляют из собирающей и рассеивающей линз, изготовленных из различных сортов стекла.

В современной оптической технике совершенно не применяются объективы из одной линзы. Теперь наша промышленность выпускает высококачественные объективы, не имеющие указанных выше недостатков. Такие объективы бывают составлены из шести и даже восьми различных линз.

Кроме усовершенствования самого объектива, со-

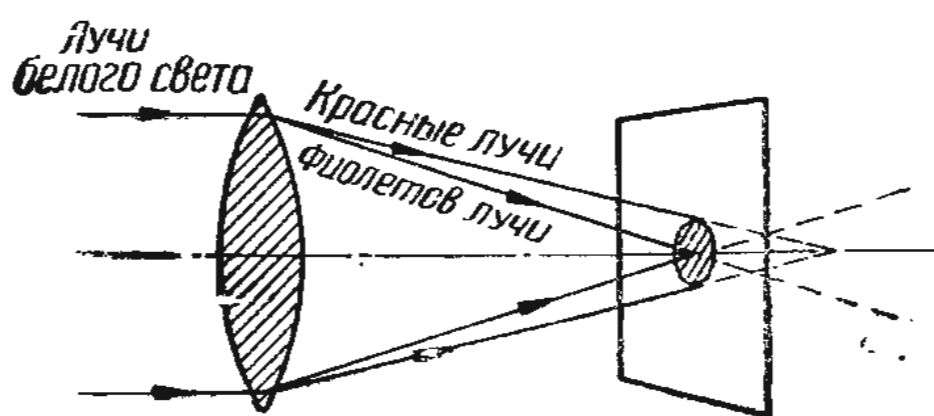


Рис. 81. Явления хроматической aberrации.

временные киносъемочные аппараты имеют несколько объективов, укрепленных на вращающемся дисковом основании, что позволяет при необходимости быстро менять их. Есть в числе объективов и телеобъектив, который, сильно увеличивая и приближая предмет, позволяет, не двигая аппарата с места, снимать очень отдаленные предметы. Телеобъектив—сложное слово, происходит от двух слов: греческого „теле“ — вдалеке, далеко и „объектив“ от латинского „объектум“ — предмет.

Объектив характеризуется двумя основными показателями: фокусным расстоянием и светосилой. Первое зависит от степени выпуклости линзы, а следовательно, от силы преломления лучей, а второе — от фокусного расстояния и площади рабочей поверхности объектива.

У всякого оптического стекла имеется в центре его такая точка, проходя через которую луч света не меняет своего направления, не отклоняется. Через эту точку и проходит главная оптическая ось стекла — линзы. Теперь, когда мы направим пучок света через линзу, параллельные линии света, падая на ее поверхность в различных местах, испытывают различное преломление и после на некотором расстоянии снова сходятся в одну точку на главной оптической оси. Эта точка называется главным фокусом линзы, а расстояние от центра оптического стекла до главного фокуса называется главным фокусным расстоянием линзы. Само собой разумеется, что чем больше кривизна поверхностей выпуклого стекла и чем, следовательно, больше степень преломления, тем короче фокусное расстояние линзы — и наоборот.

Если мы поместим матовое стекло или фотографическую пластинку в главном фокусе линзы, то получим на них самые четкие изображения отдаленных от объектива предметов. Очень близкое расстояние предметов от объектива требует для резкого их изображения увеличения фокусного расстояния объектива. Это достигается путем удаления объектива от матового стекла и приближения его к объекту. Но этому есть предел, далее которого объектив удалять от матового стекла нельзя, иначе изображение расплывется. Установление правильного положения объектива между объектом и матовым стеклом или пластинкой называется „фокусированием изображения“, „наводкой на фокус“.

Светосила объектива составляется, как мы указали выше, из фокусного расстояния и площади рабочей поверхности объектива, то-есть от отношения главного фокусного расстояния в сантиметрах к диаметру объектива. Следовательно, меняя диаметр — рабочую поверхность объектива, — мы сможем менять и его светосилу, а это даст нам возможность постоянно поддерживать одну и ту же экспозицию — выдержку при съемке, независимо от степени освещенности снимае-

мых предметов. Подробнее об этом будет рассказано в главе „Диафрагма“.

Отношение диаметра объектива к его фокусному расстоянию называется относительным отверстием объектива. И чем больше относительное отверстие объектива, тем больше его светосила. Современные наиболее светосильные объективы имеют величину большую единицы, то-есть относительное отверстие объектива — его рабочая поверхность — имеет больший диаметр, чем фокусное расстояние самого объектива.

Следует заметить, что увеличение диаметра относительного отверстия объектива, скажем, в два раза, увеличивает площадь его поверхности, на которую падают лучи, вчетверо. Следовательно, при этом через объектив пройдет в четыре раза больше света и соответственно этому увеличится яркость изображения предмета, рисуемого объективом на матовом стекле или на фотографической пластинке. Увеличение же относительного отверстия объектива в четыре раза — увеличит яркость изображения уже в шестнадцать раз и т. д.

Для определения светосилы объектива нужно фокусное расстояние его разделить на его относительное отверстие. Например, наш объектив имеет главное фокусное расстояние 10 см, относительное отверстие его, при котором производится съемка, равно 2 см, в результате мы получаем $10:2 = 5$. Значит, светосила нашего объектива в этом случае будет, как принято технически изображать ее, 1:5.

Для съемки при слабом освещении с короткой экспозицией ($\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{20}$ секунды), с которыми нам постоянно придется работать, желательно иметь объектив с большей светосилой. В современных объективах достигнута светосила 1:1 и даже 1:0,85. Объектив же со светосилой большей, чем 1:0,5, который давал бы четкое и неискаженное изображение, построить пока не удастся.

Хорошо, конечно, если вы для киносъемочного аппарата сможете достать объектив от старого фотоаппарата со светосилой хотя бы 1:3, которые имеются у „лейки“. Но если такой возможности нет, то на первых порах можно будет обойтись и обыкновенным увеличительным стеклом — двояковыпуклой линзой.

Несмотря на все недостатки, обыкновенная линза также сможет сослужить нам большую службу, если умело ее применить. Пейзажные натурные снимки и с простой линзой получаются великолепными, и искажения, которые линза внесет при этом, не заметит даже опытный глаз фотографа. Что же касается съемки зданий и людей, то в таких случаях наш объектив-линзу придется больше диафрагмировать, то-есть сокращать до минимума его относительное отверстие за счет увеличения освещения объектов съемки и не брать их крупным планом, то-есть очень близко. Например, не

следует снимать лицо человека в размер всего кадра. Оно будет искажено даже при самой маленькой диафрагме — относительном отверстии объектива.

Для нашего киносъемочного аппарата самым подходящим объективом будет очковое двояковыпуклое стекло силой в $+17,5$ диоптрий, что соответствует главному фокусному расстоянию в 6 см. Такое стекло имеет диаметр 4,5 см. Для кинокадра размером $2,4 \times 1,8$ см наш объектив, достаточно задиафрагмированный, вполне обеспечит успешную работу аппарата.

Когда двояковыпуклое стекло указанной величины будет приобретено, надо изготовить для него оправу и приспособление для изменения фокусного расстояния.

Оправа изготавливается из толстой жести или латуни. Нам необходимо сделать две трубки: одну диаметром 45 мм и длиной 30 мм и другую диаметром 40 мм и длиной 30 мм. Для этого первоначально придется вырезать из листового металла две полосы шириной в 30 мм и длиной для большей трубки 150 мм и для второй трубки длиной 130 мм с расчетом, что на швы при спаивании этих трубок уйдет по 5 мм.

Когда полосы вырезаны, их сворачивают в трубки на круглой палке соответствующего диаметра и хорошо спаивают.

Для плавного наведения на фокус, что имеет очень важное значение при киносъемке, необходимо вмонтировать в наши объективные трубки спирали или так называемую червячную передачу. Для изготовления такой передачи лучше всего подойдет медная проволока диаметром в 2,5 мм, так как между стенками большой и малой трубок останется воздушный зазор в 2,5 мм. Хорошо, если вы для этого найдете проволоку прямоугольного или квадратного сечения, но за неимением ее можно использовать и проволоку круглого сечения.

Для изготовления червячной передачи надо взять два отрезка указанной проволоки, в полметра длиной каждый, предварительно отжечь их, чтобы проволока не пружинила, и, сложив их вместе, намотать две спирали, тесно прилегающие одна к другой, на той болванке, на которой свертывали малую объективную трубку. Если вы теперь начнете вращать одну из таких спиралей, то она, следуя по другой спирали, будет плавно выходить из нее. Спирали эти в том положении, как они были навернуты вместе, надо впаять: одну внутри большой трубки, а другую снаружи малой объективной трубки. При этом не следует класть много олова в месте спайки и менять расстояние между витками.

После того как спирали будут припаяны, их надо хорошо зачистить наждачной шкуркой, особенно тщательно следует прочистить углубления, образовавшиеся между витками,

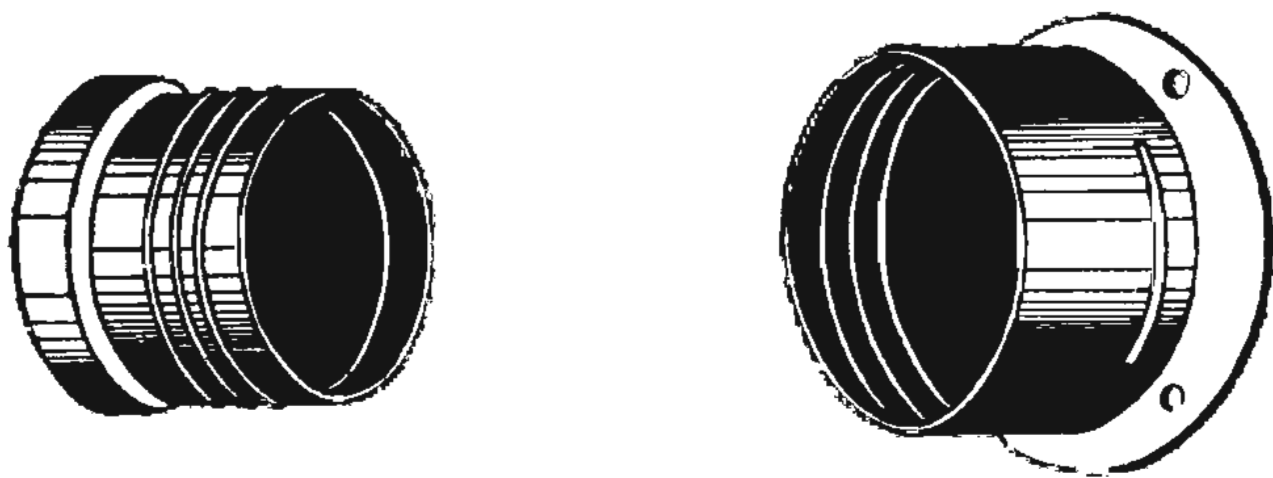


Рис. 82. Готовые объективные трубки киносъемочного аппарата.

заточив концы спиралей так, чтобы они сошли на нет, и попробовать их в работе. Если малая трубка будет плавно и беспрепятственно ввинчиваться в большую трубку, работу можно считать законченной.

К большой трубке, к противоположному от спирали концу припаивается металлическое кольцо внутренним диаметром по наружному диаметру трубки, то-есть 47 мм, и внешним диаметром в 65 мм. Кольцо это должно быть припаяно вровень с трубкой. Оно будет служить для прикрепления объектива к передней стенке камеры. Поэтому в кольце надо просверлить три отверстия диаметром в 2,5 мм—по диаметру крепящих болтиков. Рядом с кольцом на объективной трубке на четверть ее окружности пропиливается ножовкой по металлу щелевое отверстие. Впоследствии в него будет входить рукоятка-указатель диафрагмы.

С передней стороны малой трубки надо напаять кольцо шириной в 10 мм. Это обеспечит ей большую прочность. Внутри трубки с противоположной стороны также надо впаять кольцо из проволоки для опоры объектива. Проволочное кольцо припаивается на расстоянии 5 мм от заднего конца трубки. Готовые объективные трубки показаны на рис. 82.

ДИАФРАГМА

Диафрагма — приспособление, которое позволяет изменять светосилу объектива. Это необходимо для точности экспозиции—выдержки при съемке, а также для резкости изображения особенно ярко освещенных предметов. Ярко освещенные предметы при полностью открытом объективе, при какой бы большой скорости они ни были засняты, получаются или расплывчатыми, или вокруг них образуется ореол—светлый расплывчатый отблеск от предмета, что значительно снижает качество снимка. При малой же диафрагме резкость изображения предметов значительно повышается и совершенно исчезают ореолы. Диафрагма особенно важна для нас

еще и потому, что наш объектив — обыкновенное очковое стекло — очень несовершенен, он будет сам по себе вносить значительные искажения и его необходимо диафрагмировать. Кроме того, диафрагма при наших возможностях делать не менее 16 и не более 24 снимков в секунду является незаменимым регулятором светосилы объектива, необходимой для правильной экспозиции в различных условиях съемки.

Диафрагма увеличивает также и глубину резкости, то-есть дает возможность получения на снимке одинаково резко изображенных предметов, расположенных как близко, так и вдалеке от аппарата.

Существует несколько систем диафрагм, но для нас подойдет только самая сложная из них — ирисовая диафрагма. Свое название она получила от греческого слова „ирис“, что значит „радужный“, потому что она по своему действию очень сходна с радужной оболочкой нашего глаза. Ирисовая диафрагма, так же как и радужная оболочка глаза, может исключительно плавно расширяться и сокращаться и тем самым увеличивать или уменьшать светосилу объектива.

Ирисовая диафрагма состоит из нескольких (8, 12, 16) тонких стальных дугообразных пластинок с припаянными к ним стерженьками, основания — круглой низкостенной металлической коробки и подвижного металлического кольца с рукояткой-указателем. На рис. 83 показана ирисовая диафрагма лишь с несколькими пластинками. Все пластинки одними стерженьками входят в отверстия, расположенные по кругу металлической коробки, а другими, укрепленными на противоположных концах пластинок, — в прорези подвижного кольца. Таким образом они оказываются все сцепленными одной прочной и легко подвижной системой. Если при этом мы поведем рукоятку-указатель в одну сторону, то все пластинки начнут одновременно сходиться к центру и уменьшать отвер-

стие; поведем в другую сторону — пластинки разойдутся, и диафрагма, увеличив отверстие, полностью откроет объектив, увеличив тем самым его светосилу.

Несмотря на сложность устройства ирисовой диафрагмы, ее можно сделать самому. Для успеха в работе необходимо исключительно аккуратно и точно изготовлять каждую деталь диафрагмы.

Диафрагму мы будем делать соответственно разме-

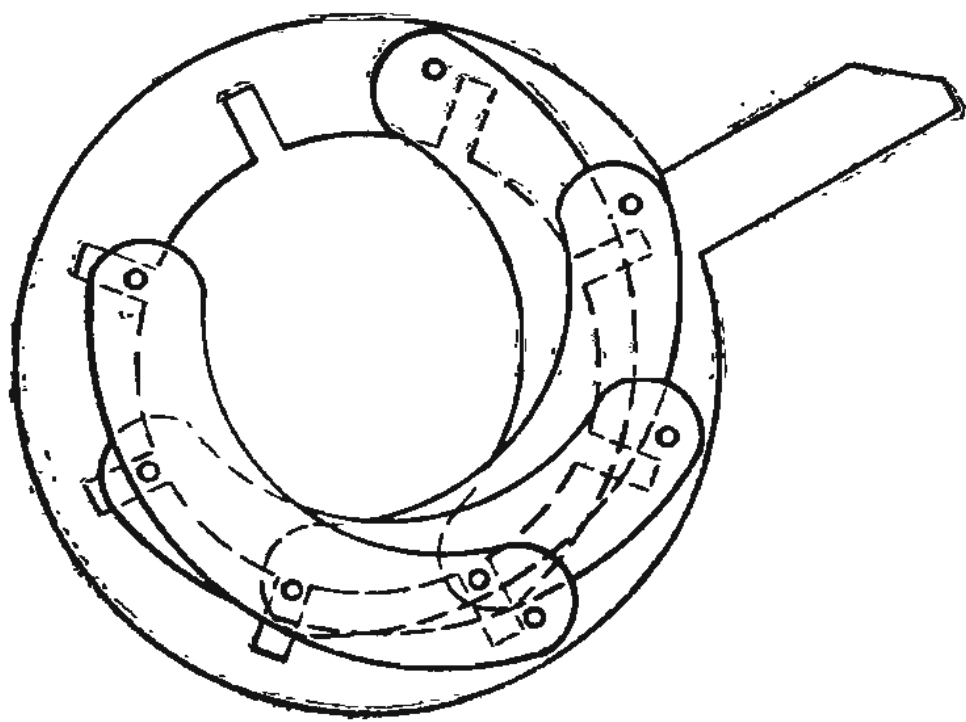


Рис. 83. Ирисовая диафрагма и ее устройство.

рам тубуса объектива большой объективной трубки. Для основания диафрагмы нам потребуется металлическая круглая коробочка с не очень высокими бортиками. Коробочка должна иметь в диаметре 45 мм и высоту бортика 5 мм. Как раз такие размеры имеет крышка от жестяной баночки из-под вазелина. Если такая найдется, это облегчит нам работу. Если же готовой коробочки нет, то ее надо сделать так:

На расправленном листке жести от консервной банки чертится циркулем круг диаметром 45 мм и затем из того же центра вычерчивается второй круг диаметром 38 мм и третий — диаметром в 30 мм.

После этого окружности делятся на равные секторы четырьмя диаметрально пересекающимися линиями. Практически делается это так: проводится диаметр через центр, перпендикулярно, то-есть под углом в 90° , к нему проводится вторая диаметрально линия, затем циркулем или линейкой определяется середина расстояния между двумя перпендикулярами на окружности диаметром в 38 мм, и из этой точки через центр проводится третья диаметрально линия и перпендикулярно к ней — четвертая линия. Таким образом наш круг будет разделен на восемь равных секторов по 45° в каждом. Подобным способом можно разделить окружность и на 16 равных частей, но мы для простоты описания остановимся на восьми. При наличии транспортира эта разметка производится совершенно легко. После того как разметка закончена, на окружности в 38 мм в местах пересечения ее с диаметрально линиями делаются отверстия диаметром в 1 мм. Их можно сделать проколом толстой иглы или ножки циркуля. Теперь кусок жести с разметкой кладут на ровную металлическую плиту или на отрезок рельса и осторожно зубилом вырубает внутренний круг

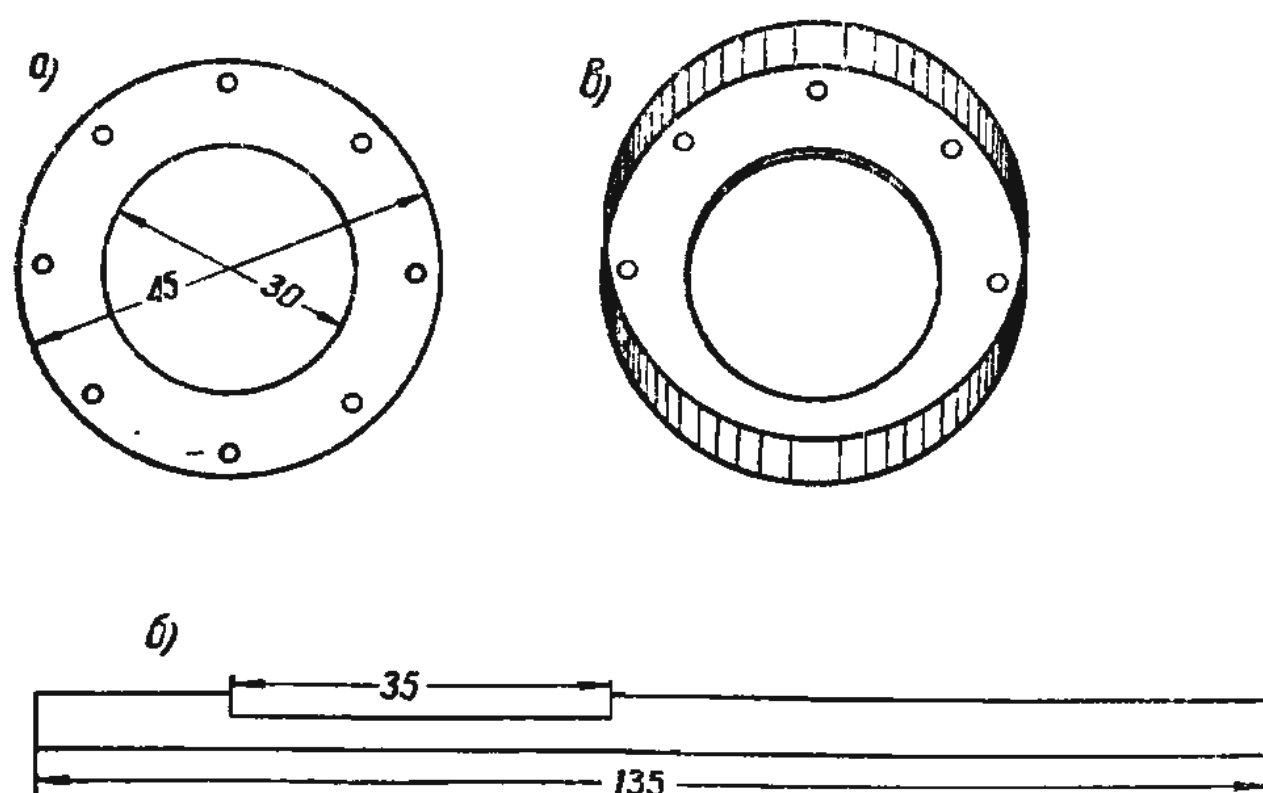


Рис. 84. Изготовление основания диафрагмы.
а—основание, б—полоска для борта, в—готовый корпус диафрагмы.

в 30 мм диаметром. Делать это надо как можно осторожнее, чтобы не вырубить площадь за границей круга. Затем отверстие зачищается полукруглым напильником так, чтобы оно имело форму ровного круга и на бортах не было бы заусенцев.

Когда эта работа сделана, пластинка вырезается по внешнему кругу. Таким образом мы получим основание коробочки (см. рис. 84а). После этого из той же жести надо вырезать полоску длиной в 135 мм и шириной в 5 мм (см. рис. 84б). Полоска б свертывается в кольцо таким образом, чтобы один край ее зашел за другой на 5 мм. При этом основание коробочки плотно войдет в кольцо. Убедившись в этом, кольцо спаивают и после, вложив в него основание так, чтобы оно было вровень с одним из бортов кольца, припаивают к нему по всей окружности. Готовая коробочка показана на рис. 84в.

В тех случаях, когда имеется готовая коробочка, в ней нужно отыскать центр. Затем из этого центра циркулем намечаются две окружности диаметрами 30 мм и 38 мм; проводятся, как и в первом случае, четыре диаметральные линии через центр. В местах пересечения линий с большей окружностью делаются отверстия диаметром в 1 мм и вырезается дно по малой окружности 30 мм.

В борту коробочки на четверть ее окружности делается сквозной пропил, в который впоследствии будет вставляться рукоятка-указатель подвижного кольца.

Второй, не менее точной и важной деталью диафрагмы является вращающееся кольцо, при помощи которого приводятся в движение пластины диафрагмы. Делается оно из толстой листовой латуни, меди или жести толщиной в 1,5—2 мм, по рис. 85. Разметка кольца производится тем же способом, что и разметка основания. После разметки сначала вырубается зубилом внутреннее отверстие кольца диаметром 30 мм, затем вырубается само кольцо с рукояткой. Всё это надо делать аккуратно, с последующей зачисткой напильником и наждачной шкуркой.

Прорези в кольце делают следующим образом: ножовочное полотно продевают внутрь круга и закрепляют в станке, кольцо зажимают

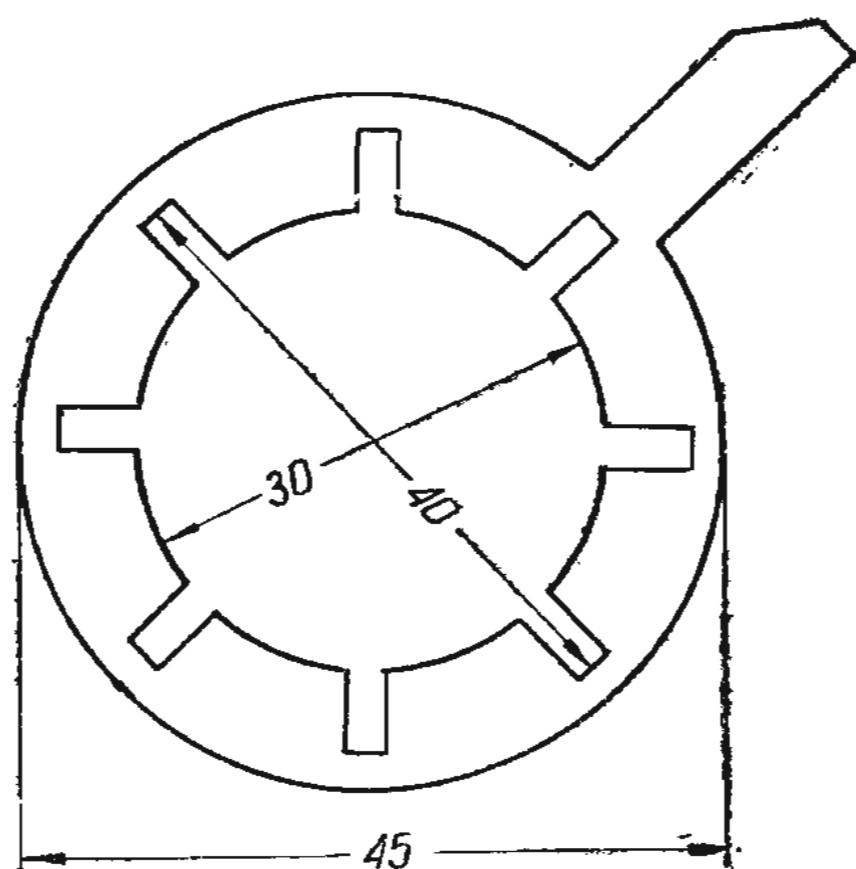


Рис. 85. Подвижное кольцо диафрагмы.

в тиски и осторожно по на-
меченным линиям делают
ровные пропилы до пунк-
тирной окружности. По-
сле того как все пропилы
будут готовы, их необхо-
димо тщательно зачистить
мелким напильником или на-
ждачной шкуркой так, что-
бы они не имели заусенцев
или неровностей в прорезях.

Самой трудной частью
ирисовой диафрагмы явля-
ются пластинки. Нам надо
иметь их 8, но лучше сде-
лать диафрагму в 12 или
16 пластин. Однако для
начала мы ограничимся во-
семью пластинами.

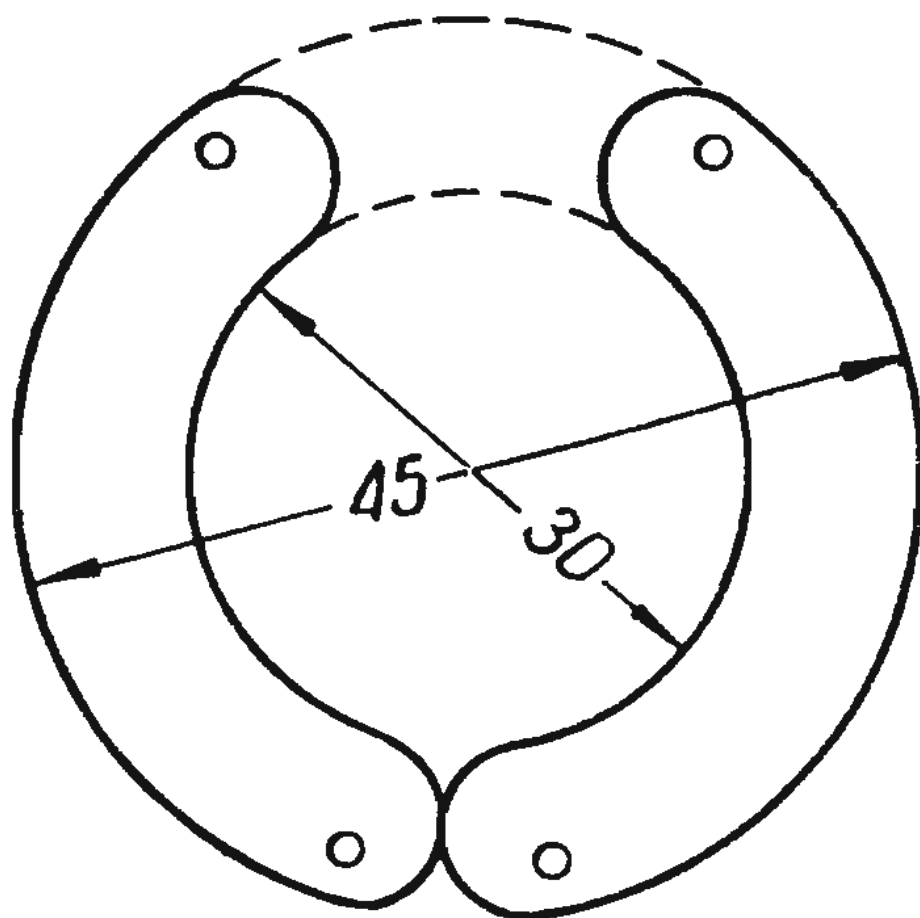


Рис. 86. Изготовление пластин
диафрагмы.

Пластинки диафрагмы вырезаются из очень тонкой жести,
латуни или лучше всего из стальной ленты. Когда имеется
соответствующий материал для пластин — тонкий листовой
материал, на нем чертят циркулем четыре больших окруж-
ности диаметром 45 мм и в них вписывают 4 малых окруж-
ности диаметром 30 мм. Затем по линиям окружностей выре-
зают две дугообразные пластины (см. рис. 86). Таким же
образом вырезают и остальные пластины.

Когда пластины все вырезаны и хорошо защищены от
заусенцев, одна из них кладется в коробочку-основание и
через отверстие в основании на пластинке делают пометки
на обоих концах. В местах пометок сверлят отверстия диа-
метром в 1 мм, и по первой пластинке размечаются все
остальные пластины.

После того как пластинки размечены и отверстия в них
просверлены, в пластинки впаиваются шпечечки высотой в 2 мм.
Для шпечечков подойдут булавки или мелкие гвоздики нуж-
ного сечения. Впаивать шпечечки надо так:

Гвоздик или булавка продевается в отверстие до шляпки
и припаивается к пластинке тонким слоем олова. Затем на
расстоянии 2 мм от пластины гвоздик или булавка откусы-
вается кусачками или отпиливается напильником. Отрезок
булавки вставляется в противоположное отверстие на пла-
стинке, но так, чтобы шпечек выходил уже с другой стороны
пластины, и припаивается.

Так же припаиваются шпечечки и к остальным пластинам.
Обратные стороны шпечечков — шляпки гвоздиков тщатель-
но зачищаются напильником вровень с плоскостью пластин-
ки (см. рис. 87).

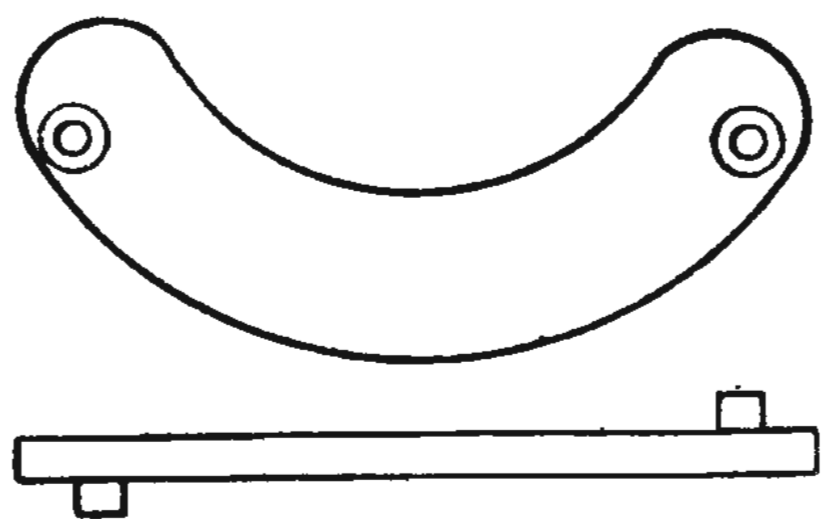


Рис. 87. Крепление шпеньков к пластинам диафрагмы.

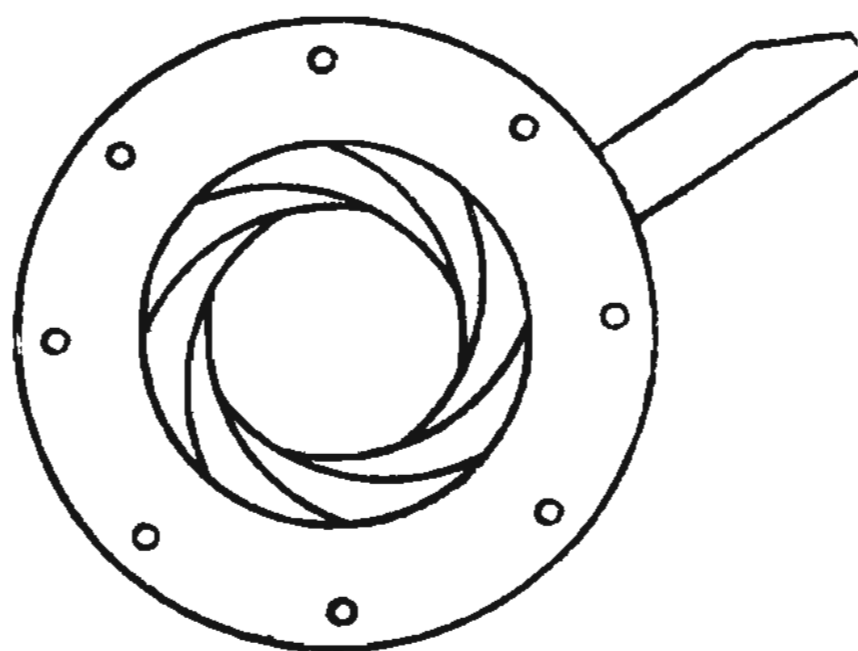


Рис. 88. Готовая диафрагма.

Сборка ирисовой диафрагмы производится просто: на стол кладется коробочка-основание, в ее отверстие по очереди, против часовой стрелки, вставляют шпенечки пластинок, а сами пластинки укладывают одна на другую по борту коробочки. Последние три пластинки придется укладывать, подсовывая их под уже уложенные ранее пластины. Это потому, что своей длиной каждая пластинка закрывает, кроме своего, в которое вставлен ее шпенек, еще три отверстия. После того как все пластинки будут уложены, в прорезь в борту основания вставляется рукоятка-указатель подвижного кольца, а в его вырезы вставляют оставшиеся сверху вторые шпеньки пластин. Теперь, если мы будем поворачивать кольцо за рукоятку-указатель, оно поведет за собой шпеньки, и пластинки, то сходясь, то расходясь, будут менять диаметр отверстия.

После того как работа диафрагмы проверена и кольцо вращается плавно, без задержек, из проволоки диаметром в 2 мм делают кольцо по внутреннему диаметру коробки. Оно вкладывается в коробку так, чтобы плотно прилегало к подвижному кольцу диафрагмы, и припаивается к коробке. Теперь наша диафрагма полностью готова и не рассыплется при сотрясениях. Готовая диафрагма показана на рис. 88.

МОНТАЖ ДИАФРАГМЫ С ОБЪЕКТИВОМ

Объектив и диафрагма составляют в современных аппаратах одну прочно соединенную систему. Обычно в сложных объективах диафрагма находится в середине объектива между линзами. Но так как у нас объектив состоит только из одной линзы, то мы поместим диафрагму сзади объектива, то-есть в том месте большой объективной трубки, где у нас припаяно кольцо для крепления объектива к аппарату.

Соединение диафрагмы с объективом производится так: рукоятка-указатель диафрагмы просовывается в щелевой прорез в большой объективной трубке — тубусе до основания, и

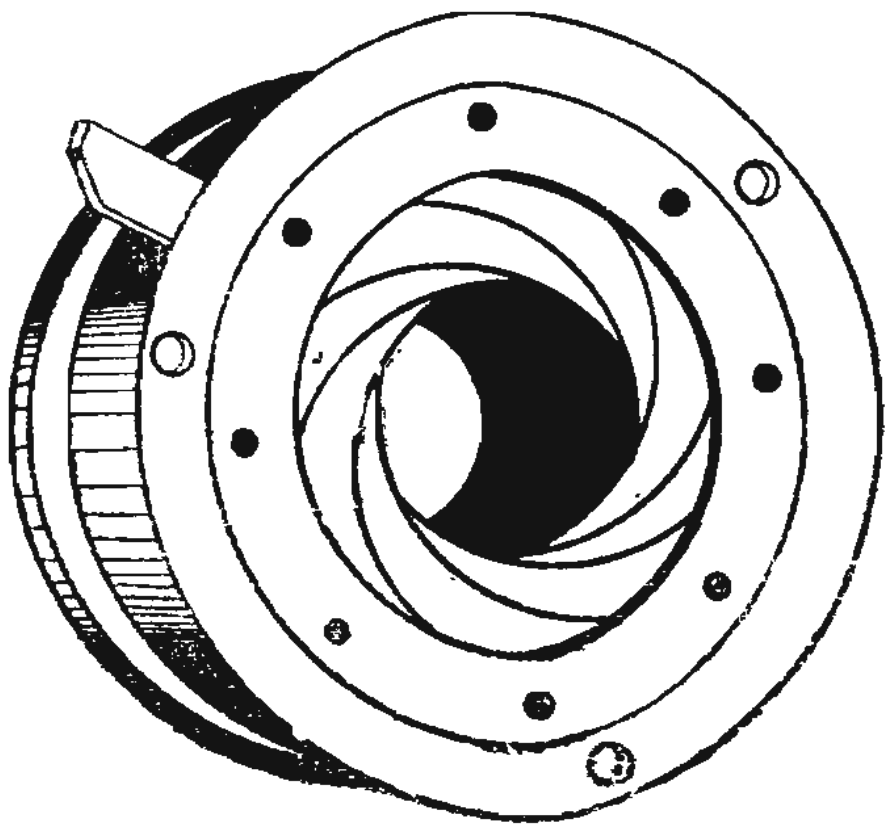


Рис. 89. Объектив с диафрагмой.

диафрагма свободно входит в объективную трубку. Затем она припаивается к трубке по борту. После припаивания не забудьте зачистить все шероховатости, чтобы конец трубки и коробки диафрагмы были на одном уровне с кольцом-держателем.

Правильно припаянная диафрагма будет работать свободно. Объектив с диафрагмой показан на рис. 89.

БАРАБАН

Роль зубчатого барабана, служащего для передвижения фильма в работе киноаппарата, показана в главе „История рождения кино“.

Если представится возможным приобрести готовый зубчатый барабан, то его надо подбирать вместе с мальтийским крестом. Дело в том, что кинокадр имеет по четыре перфорационных отверстия на каждой стороне. Следовательно, для передвижения фильма на один кадр потребуется по четыре зубца барабана на каждой стороне. А так как движение пленки производится скачками в периоды прекращения доступа света на пленку и это скачкообразное движение обеспечивает мальтийская система, то, естественно, соотношение между количеством зубцов барабана и мальтийской системой должно быть таким, чтобы в их работе была полная согласованность.

Зубчатые барабаны бывают с различным числом зубцов — с 16 и 20 — по одной стороне. Следовательно, если мы будем иметь барабан с 16 зубцами, то нам потребуется мальтийский крест с четырьмя лопастями, который и произведет полный поворот барабана за четыре периода. Если же барабан насчитывает 20 зубцов, то для него надо пятилопастный мальтийский крест.

В тех случаях, когда нет готовых деталей для аппарата и их придется делать самому, лучше делать барабан с 16 зубцами на стороне. Это облегчит и изготовление мальтийской системы, так как сделать четырехлопастный мальтийский крест значительно легче, чем пятилопастный.

Для изготовления зубчатого барабана лучше всего взять цилиндрический отрезок мягкого металла — латуни, алюминия — диаметром 28 мм и длиной 40 мм. Первоначально в этом куске металла надо точно по центру просверлить сквозное отверстие диаметром 6—7 мм для оси и после этого приступить к разметке барабана (см. рис. 90 а).

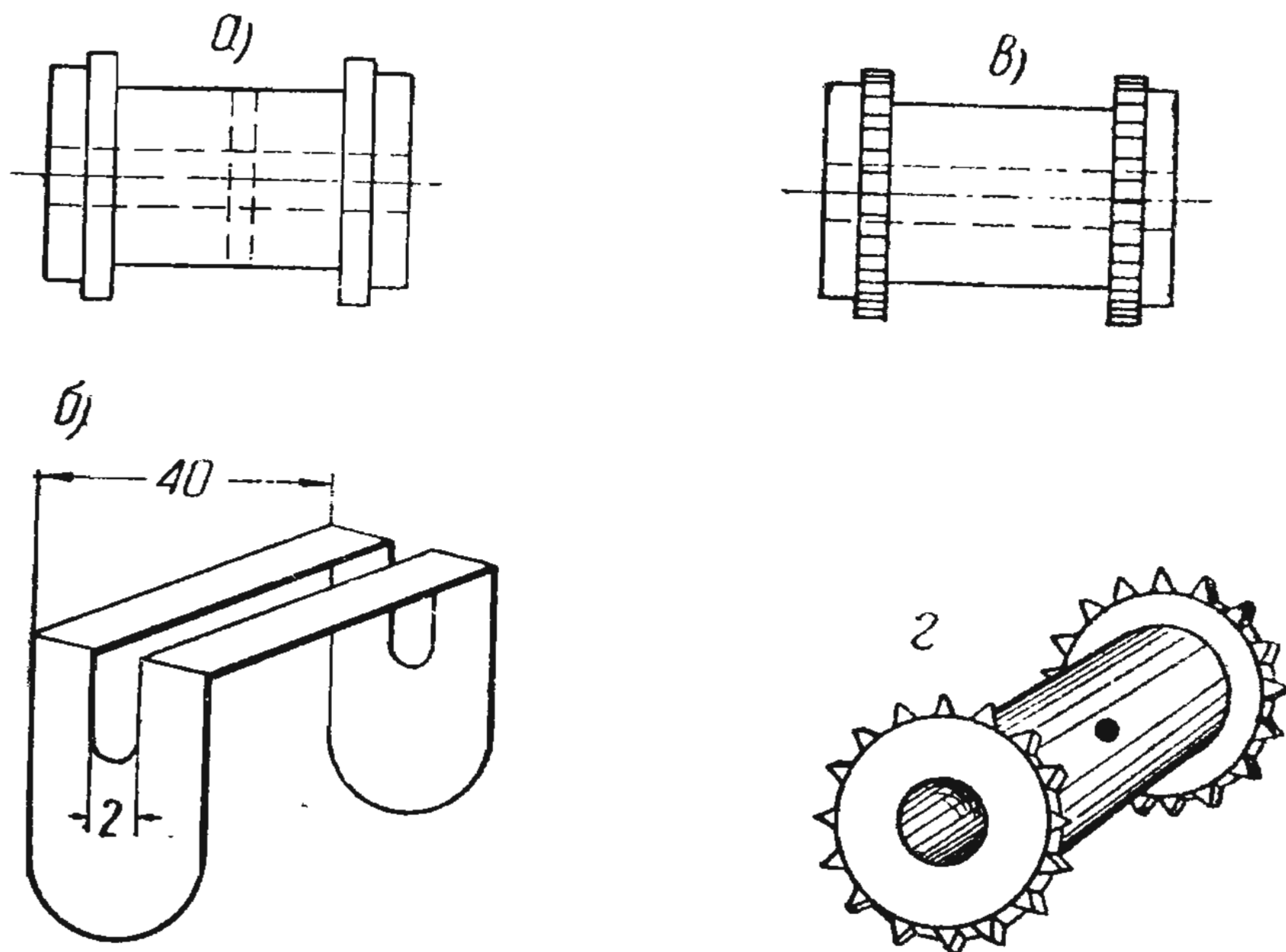


Рис. 90. Стадии последовательного изготовления барабана.
а—болванка для барабана, *б*—кронштейн для пропиловки зубцов барабана, *в*—размеченная болванка, *г*—готовый зубчатый барабан.

Разметку можно вести различными способами: путем раз-
 вертки и нанесением вычисленных величин на барабан. Но,
 чтобы облегчить эту работу и быть уверенным в точности
 размеченной поверхности барабана, надо взять отрезок кино-
 ленты и, обернув им болванку один раз, крепко привязать
 ее посередине. После этого острым шилом или толстой
 иглой надо нанести на болванке все очертания пленки, ее
 борта, перфорационные отверстия (см. рис. 90 *в*).

Когда разметка будет закончена, можно приступить к не-
 посредственному изготовлению самого барабана. Отнестись
 к этой работе надо со всей тщательностью и аккуратностью.
 Малейшая погрешность, неточность в расположении зубцов
 испортит всё дело, барабаном будет рвать перфорацию, и
 фильм не пойдет через аппарат. Необходимо также тщатель-
 но следить и за высотой и углом скоса зубцов. Если зубцы
 будут особенно высоки, они тоже будут рвать перфорацию
 пленки. Неправильные малые или большие скосы зубцов так-
 же нарушают нормальную работу аппарата.

Прежде всего болванку надо опилить по окружности с
 обеих сторон, где прошла граница наложенного фильма.
 Опиловку надо сделать глубиной миллиметров на 5. После
 этого, отступя по три миллиметра от границы зубцов внутрь
 болванки, также нужно сделать опиловку ее на глубину 10 мм

по всей окружности. Затем в центре барабана просверливается сквозное отверстие, через которое барабан будет прикрепляться на оси. Следующая опиловка производится точно по границе пометок, сделанных через перфорацию фильма. Эта опиловка производится с двух сторон перфорационных пометок на глубину 2 мм. Такую опиловку лучше производить мелким плоским напильником. Таким образом мы получим цилиндр с двумя венцами для зубцов.

Чтобы при начале опиловки, особенно последних венцов, по неосторожности не захватить напильником край венца, желательно намотать предварительно на болванку на место венца по его ширине в несколько слоев бумажную полоску. Еще лучше, если вы сможете подобрать соответствующего диаметра ровно отрезанную металлическую трубку, плотно надевающуюся на болванку. В таком случае вы сможете смело работать, не опасаясь спилить венчик.

После опиловки надо выпилить зубцы барабана. Для этого лучше применять спаренные ножовочные полотна. Это даст возможность сразу делать пропилы необходимой ширины и таким образом избавиться от лишней работы и всяких неприятных случайностей. Пропилы между зубцами надо делать исключительно осторожно, не спеша, желательно также с применением простейшего приспособления. Например, для пропиловки можно сделать кронштейн из куска жести по рис. 90 б. Надев его прочно на барабан, вы обеспечите точность пропила. Так, передвигая это приспособление на очередные отметки, вы с успехом сделаете все пропилы между зубцами.

Убедившись в точном исполнении предварительных работ, можно приступать к окончательной обработке зубцов. Обработка их будет заключаться в приглаживании их поверхности и придании зубцам формы усеченного конуса. Эта работа требует еще большей аккуратности. Ее надо производить маленьким трехгранным или плоским напильником, а лучше всего надфелечком.

Когда все зубцы будут обработаны, барабан необходимо проверить. Для этого берется кусок киноплетки в метр—полтора длины, барабан кладется на пленку зубцами в перфорацию и движением пленки барабан катается по ней. Если барабан при этом не будет выскакивать из перфорации или не будет застревать в ней, то его изготовление можно считать законченным. Стадии последовательного изготовления барабана показаны на рис. 90.

Кто имеет мало опыта в обработке металла, может сделать зубчатый барабан из дерева. Для этого надо взять твердое сухое дерево, например дуб, пальму, можно и березу, лучше отрезок от ветви подходящего диаметра, то-есть 28 мм с учетом снятия коры и очистки верхнего слоя древесины приблизительно на миллиметр.

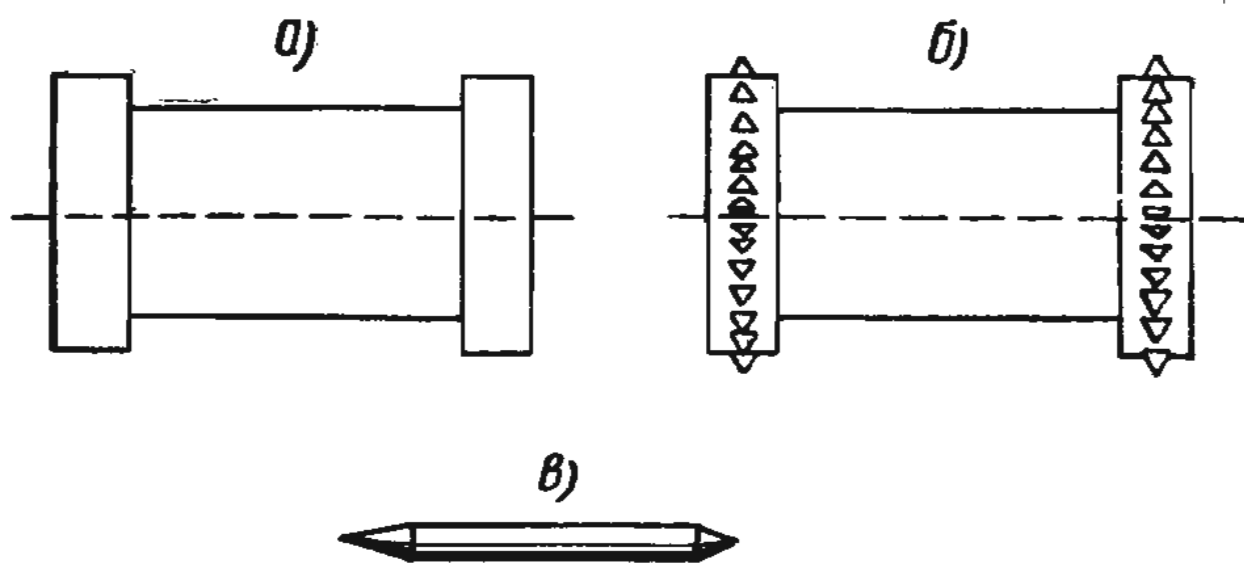


Рис. 91. Деревянный барабан и его изготовление.
а—болванка барабана, выточенная из дерева, *б*—готовый барабан, *в*—зуб барабана.

Деревянная болванка пропиливается только посередине для крепящего винта, и также при помощи отрезка пленки намечаются места расположения зубцов.

Зубцы для такого барабана можно изготовить из гвоздей диаметром 2 мм и длиной 15 мм. Сначала надо каждый гвоздь заточить на конус с расчетом на то, что при вколачивании его в барабан верх конуса несколько сомнется и его придется зачищать. Затем гвозди вбиваются в намеченные для них места, зубцы зачищаются, и барабан проверяется уже известным нам способом.

Деревянный барабан и его изготовление показано на рис. 91.

МАЛЬТИЙСКИЙ КРЕСТ

Как мы уже указывали, мальтийский крест служит для обеспечения прерывистости движения кинопленки, необходимого для создания впечатления его равномерности. Мы указывали также, что число лопастей мальтийского креста должно сочетаться с числом зубцов барабана, как 1:4. Поскольку мы сделали барабан с 16 зубцами по стороне, для него надо сделать четырехлопастный мальтийский крест.

Для изготовления мальтийского креста нам потребуется железный или медный диск диаметром 35 мм и толщиной не менее 5 мм. Когда имеется такой диск, на нем надо отыскать центр и провести через этот центр две перпендикулярно диаметральных линии, то-есть два диаметра, проходящих один к другому под углом 90°.

После этого по обе стороны диаметральных линий проводится еще по параллельной линии на расстоянии 2 мм от основной линии. В центре очерчивается кружок диаметром в 10 мм. Затем полным радиусом нашего диска, то-есть 17,5 мм, вычерчиваются на диске четыре вогнутые выемки между соседними крайними линиями, проходящими через диск, с таким расчетом, чтобы край выемки проходил.

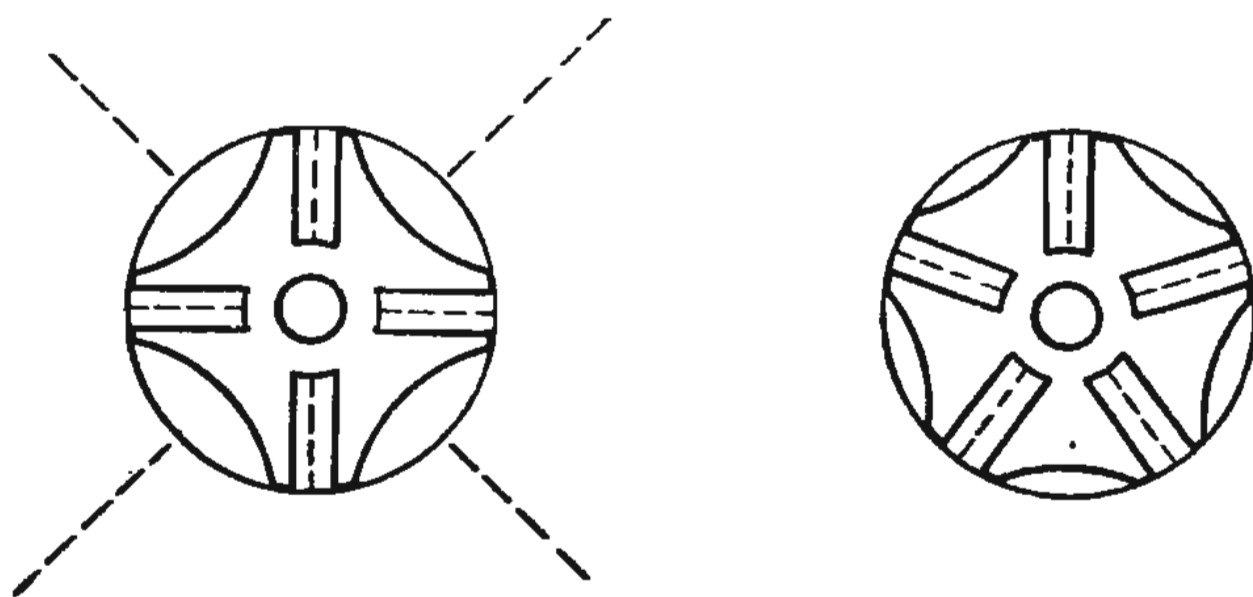


Рис. 92. Мальтийские кресты четырех- и пятилопастный.

на расстоянии 2 мм от каждой линии. Практически это делается так: металлический диск кладется на кусок картона с начерченным на нем крестом так, чтобы линии на картоне проходили через центр диска посередине между крайними его линиями, то-есть линия на картоне образовывала бы теперь два дополнительных угла на диске в 45° каждый. Когда это достигнуто, диск крепко прижимается к картону, одна ножка установленного на 17,5 мм циркуля ставится на линию на картоне на расстоянии 30 мм от центра диска, и второй ножкой наносятся на конце диска очертания вогнутой выемки. Так же производится разметка и остальных трех лопастей мальтийского креста.

После разметки надо сделать сначала пропилы в диске, в которые будет входить палец эксцентрика. Пропилы следует производить очень осторожно, чтобы они были прямолинейными и точными. Лучше пропилы сделать за один прием. Для этого надо пропиливать щели сразу двумя ножовочными полотнами, как мы это делали при выпиливании зубцов барабана.

Когда будут пропилены все щели, их хорошо зачищают наждачной шкуркой или тонким плоским напильничком. При этом не следует расширять щелей и не заваливать их края.

Выемки в лопастях креста выпиливаются полукруглым напильником. При этом также должна быть проявлена исключительная аккуратность, так как от точности выполнения этой операции будет зависеть качество работы механизма нашего аппарата.

Разумеется, при всех этих операциях диск необходимо крепко зажимать в параллельные тиски и так, чтобы он при обработке не вибрировал.

Когда крест готов, в центре его просверливается отверстие для оси диаметром в 6—7 мм, такое же, какое имеется в барабане, так как мальтийский крест будет закреплен на общей оси с барабаном.

Разметка пятилопастного мальтийского креста произво-

дится тем же способом, с соблюдением тех же правил и последовательности его обработки, как и при изготовлении четырехлопастного креста.

Чертежи мальтийских крестов даны на рис. 92.

ЭКСЦЕНТРИК

Эксцентрик—неотъемлемая часть мальтийской системы. Поэтому без него, при наличии одного мальтийского креста, не получится нужного результата. Эксцентрик также обеспечивает своей работой прерывистое движение киноплёнки.

Для изготовления эксцентрика потребуется два металлических диска толщиной в 5 мм каждый и диаметром один 35 мм, другой 50 мм. Еще нам нужно будет для пальца эксцентрика гвоздь или небольшой кусок железной проволоки диаметром 4 мм.

После определения центров на дисках, в них сразу же просверливаются отверстия для оси диаметром в 6—7 мм и на расстоянии 10 мм от них по обе стороны еще по отверстию диаметром 3—4 мм—для заклепок.

В малом диске выпиливается вогнутая выемка, как у лопасти мальтийского креста. Центр этой выемки, то-есть самая нижняя его часть, должна находиться как раз на границе четвертой части диаметра диска. Вычерчивать выемку надо тем же способом, что и у мальтийского креста, по тому же радиусу, который имеет сам диск, то-есть 17,5 мм.

Когда после зачистки наждачной шкуркой, малый диск, теперь уже имеющий форму полумесяца, будет готов, он накладывается на большой диск и оба скрепляются заклепками через малые отверстия.

Против центра выемки малого диска, на расстоянии 2 мм от места, где должен был бы проходить борт окружности малого диска, делается пометка и просверливается отверстие диаметром 4 мм для „пальца“.

Палец изготавливается, как уже было сказано, из гвоздя или куска железной проволоки длиной 10 мм и диаметром 4 мм. Палец должен тесно входить в отверстие в эксцентрике. После установки на месте палец желательно с обратной стороны припаять к большому диску.

Изготовление эксцентрика показано на рис. 93.

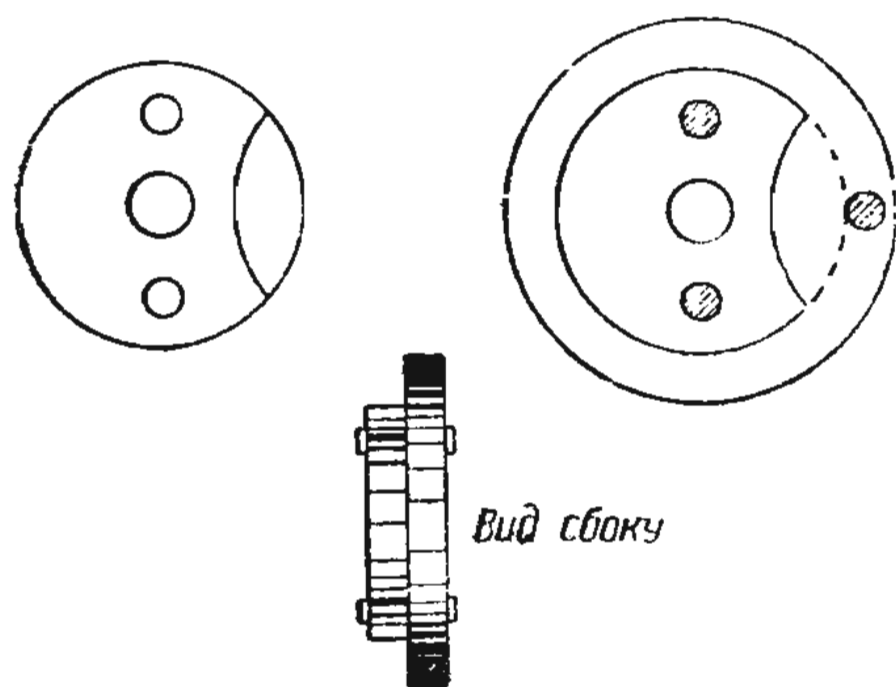


Рис. 93. Изготовление эксцентрика.

После того как эксцентрик будет полностью готов, его необходимо сразу же сверить с мальтийским крестом. Для этого мальтийский крест кладут одной из лопастей на эксцентрик так, чтобы выем лопасти плотно прилегал к борту малого диска эксцентрика, и, прижав его, ведут по эксцентрику. Подойдя к выему в малом диске эксцентрика, мальтийский крест должен своим прорезом надвинуться на палец эксцентрика и при дальнейшем движении повернуться на четверть оборота. После этого мальтийский крест ляжет на борт малого диска эксцентрика уже другой своей лопастью и будет продолжать двигаться по нему. Если при всех четырех поворотах мальтийского креста не обнаружится никакой задержки во взаимном вращении эксцентрика и мальтийского креста, то предварительную сверку на этом можно закончить. Окончательную регулировку мальтийской системы мы произведем, когда будет полностью собран рабочий механизм аппарата.

ПРИЖИМНЫЕ РОЛИКИ

Прижимные ролики служат в аппарате для плотного прижатия киноплёнки к кадровой рамке и к барабану, с тем, чтобы она не качалась, не отходила от кадрового окошка, не соскакивала с зубцов барабана.

Нам потребуется три прижимных ролика.

Материалом для изготовления прижимных роликов может служить любой металл круглого сечения диаметром 10 мм. Лучше, конечно, взять мягкий металл—медь, алюминий. Его легче будет обрабатывать.

Отрезок металла, предназначенный для роликов, должен быть совершенно прямым. Из него необходимо вырезать три куска длиной равной ширине киноплёнки, то-есть 35 мм. Болванки нужно просверлить для оси насквозь с торца по центру. Отверстие должно быть диаметром 3 мм. Эту работу нельзя выполнять ручной дрелью, так как просверлить точное отверстие длиной в 35 мм очень трудно. Если нет возможности выполнить сверловку на сверловочном станке, тогда болванки для роликов надо отпилить длиной по 40 мм с тем, чтобы после, с каждого конца обточив по 2,5 мм по окружности, иметь с обеих сторон по выступу, заменяющему ось для ролика.

Отступя от каждого борта по 2 мм по окружности всего ролика, выпиливают канавки шириной по 2 мм и глубиной по 2 мм. В этих прорезах будут двигаться зубцы барабана (см. рис. 94 а и б).

Пропилы в роликах нужно делать ножовкой по металлу сразу двумя полотнами. Когда будут сделаны канавки-пропилы, отступив от внутреннего борта их по 2 мм ролик

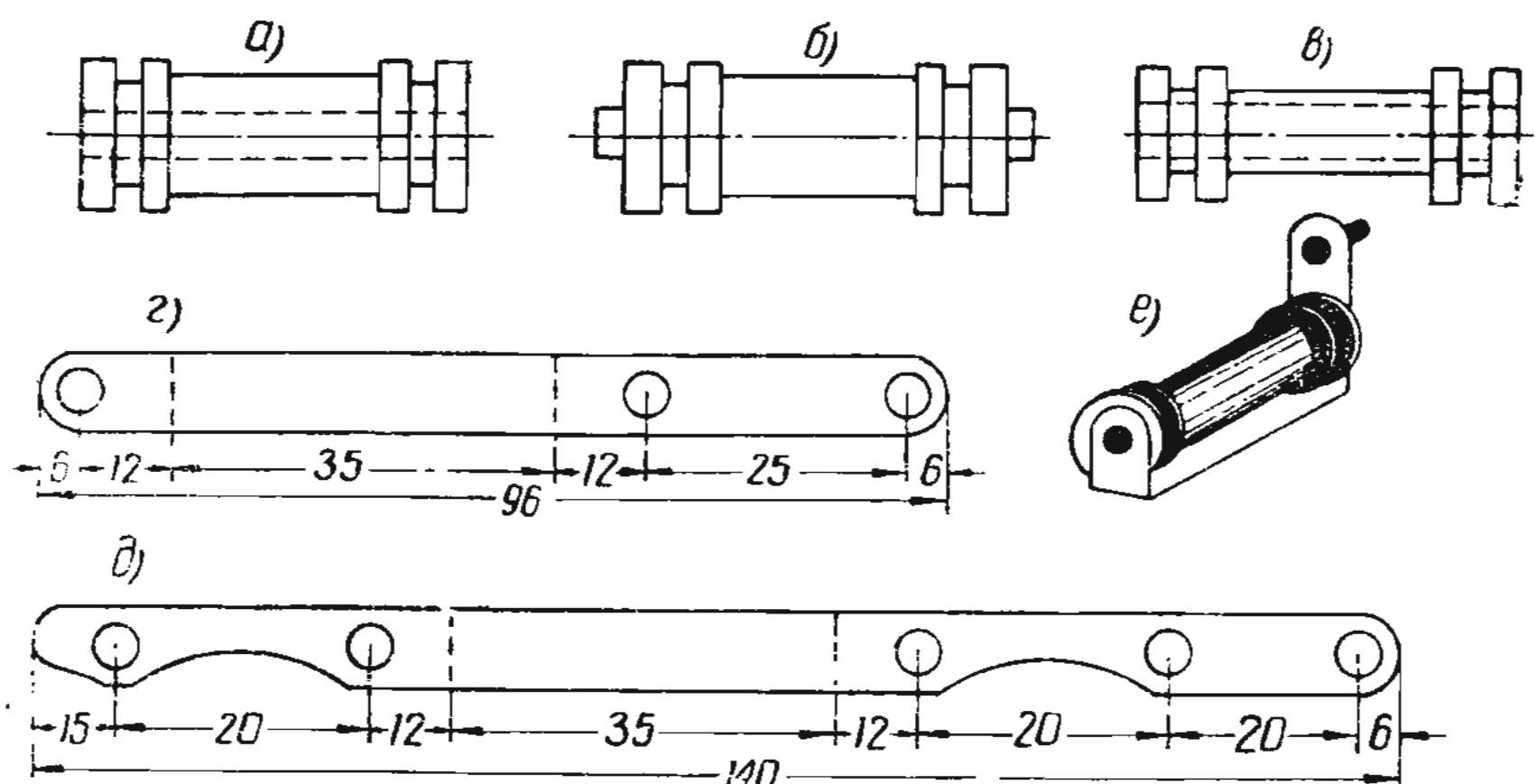
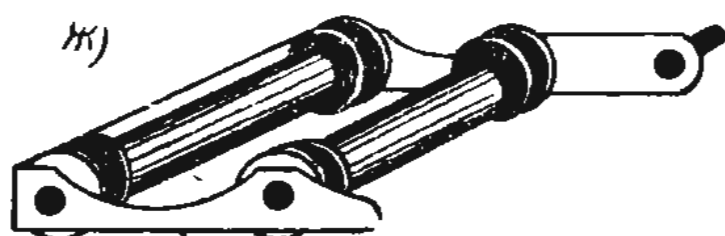


Рис. 94. Детали киноаппарата.

а, б, в, —прижимные ролики, г— держатель для направляющего ролика, д—держатель для прижимных роликов, е, ж—готовый держатель с роликами.



запиливают по окружности на глубину 1 мм. Запиловку эту надо производить плоским или трехгранным напильником. Это делается для того, чтобы при движении киноплёнки ролик своим телом не царапал киноплёнку там, где помещается на ней изображение.

Можно изготовить прижимные ролики и из металлических трубок соответствующего диаметра. Для этого потребуются трубки диаметром: одна—внешним 6 мм и вторая—внутренним диаметром 6 мм и внешним 10 мм. Из тонкой трубки делают три отрезка по 35 мм каждый для основы роликов, а из толстой трубки нарезают 12 колец шириной по 2 мм каждое. Затем кольца надеваются на основание ролика с соблюдением тех же размеров, что и при изготовлении ролика из целой болванки, то-есть так, чтобы крайние кольца были вровень с торцами малой трубки, а вторые кольца отступали бы от этих торцевых колец на 2 мм вглубь ролика. После того как такое распределение колец будет закончено, их надо припаять к основанию по внешним сторонам. Такие ролики несколько не уступят в работе выточенным из целого куска металла (см. рис. 94 в).

Для роликов надо сделать два откидывающихся держателя, посредством которых они будут прижиматься к кадровой рамке и барабану, а при перезарядке аппарата откидываться от них, чтобы дать возможность свободно вложить киноплёнку в кадровую рамку.

Держатели для роликов изготавливаются из листовой латуни или жести толщиной не менее 1 мм. Для верхнего при-

жимного ролика, который одновременно будет выполнять и функцию направляющего ролика, так как он будет вмонтирован в самом начале соприкосновения киноплёнки с кадровой рамкой, вырезается пластинка по рис. 94 г с отверстиями для оси ролика и оси самого держателя и затем сгибается по пунктирным линиям.

Прижимные ролики, которые будут прижимать киноплёнку к барабану, монтируются на держателе, сделанном по рис. 94 д. Когда держатели будут готовы, в них вставляются на свои места прижимные ролики, продеваются оси длиной не более 40 мм и припаиваются к держателям. Оси должны быть подобраны такого диаметра, чтобы ролики на них вращались совершенно свободно, но не выхляли из стороны в сторону. Борта держателей устанавливаются также вплотную к торцам роликов, но так, чтобы ролики могли, не болтаясь по оси, свободно вращаться.

Для осей держателей берутся отрезки проволоки диаметром 3—4 мм и длиной 20 мм и впаиваются в отверстия, устроенные для них в держателях.

Готовые держатели с роликами показаны на рис. 94 е и ж.

ПРИЖИМНАЯ КОЛОДКА

Прижимные ролики обеспечат достаточно плотное прилегание киноплёнки к кадровой рамке только во время проекции, так как незначительное отставание киноплёнки от кадровой рамки при проекции не скажется заметно на качестве проекции на экран. При киносъёмке этого допускать нельзя. В киносъёмочном аппарате киноплёнка должна абсолютно плотно прилегать к кадровой рамке и не отходить от нее во время съёмки даже на 0,1 миллиметра, так как это нарушит контрастность изображения и снимки получатся неясными или не вполне ясными.

Кроме этой основной роли, прижимная колодка будет выполнять и другую функцию. Она явится преградой для доступа постороннего света в заднюю часть камеры аппарата, где помещаются кассеты. Доступ же постороннего, даже незначительного, кратковременного света может испортить всё дело. Правда, светочувствительная киноплёнка, находясь в кассетах, хорошо защищена от постороннего света, но ведь во время работы киносъёмочного аппарата через камеру будет проходить ничем не защищенная (кроме камеры) плёнка длиной около 15 см. Поэтому попадающий во время съёмки через кадровое окно свет осветит также плёнку, которая проходит через камеру, и снимка у нас не получится.

Прижимная колодка должна быть изготовлена очень точно, ее рабочая поверхность зачищена аккуратно, чтобы колодка не царапала плёнки.

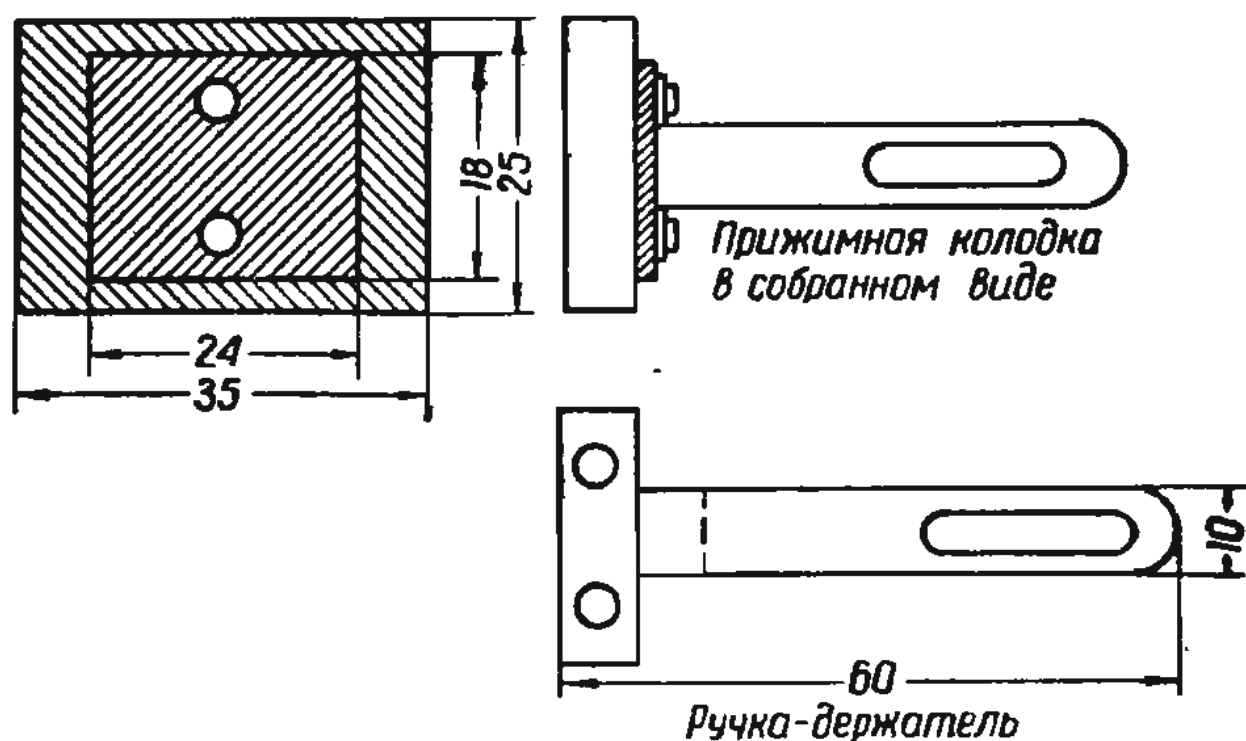


Рис. 95. Прижимная колодка.

Материалом для прижимной колодки может быть взят любой металл.

Размеры прижимной колодки указаны на рис. 95.

Верхний и нижний борта колодки, которыми она будет прилегать к кадровой рамке, надо немного закруглить мелким напильником или наждачной шкурке. После этого колодку со стороны, прилегающей к рамке, необходимо отшлифовать.

Предварительно в колодке вырубается зубилом углубление на 1—1,5 мм по размеру кинокадра—18×24 мм.

Шлифовку поверхности производят постепенно. Сначала стираются самые крупные шероховатости. Это делается на мелкой наждачной шкурке.

Практически работа по шлифовке выполняется так: на стол, на кусок фанеры или ровную доску кладется наждачная шкурка, колодка берется тремя пальцами правой руки и круговыми движениями, сначала с сильным нажимом, а потом все слабее, водится по шкурке. После наждачной шкурки, если она была очень мелкая и достаточно затертая, старая, желательно шлифуемую поверхность также потереть на суконке или на фетре.

При шлифовке не забудьте зашлифовать и скошенные верхнюю и нижнюю грани колодки.

Для прикрепления колодки изготавливается из толстого листового металла ручка-держатель. Ее форма и размеры даны на рис. 95. Ручка-держатель сгибается по пунктирной линии и прикрепляется к колодке так, чтобы рукоятка с прорезом была на одном уровне с левым торцом рамки, если на нее смотреть спереди.

Прорез в рукоятке делается шириной 3—4 мм. На нем будет двигаться и закрепляться колодка в нужном положении.

КАДРОВАЯ РАМКА

Как говорит само название этой рамки, она служит для ограничения кадра как при съемке, так и при проекции. Поэтому кадровая рамка должна иметь строго точные размеры кинокадра, а именно 18×24 мм.

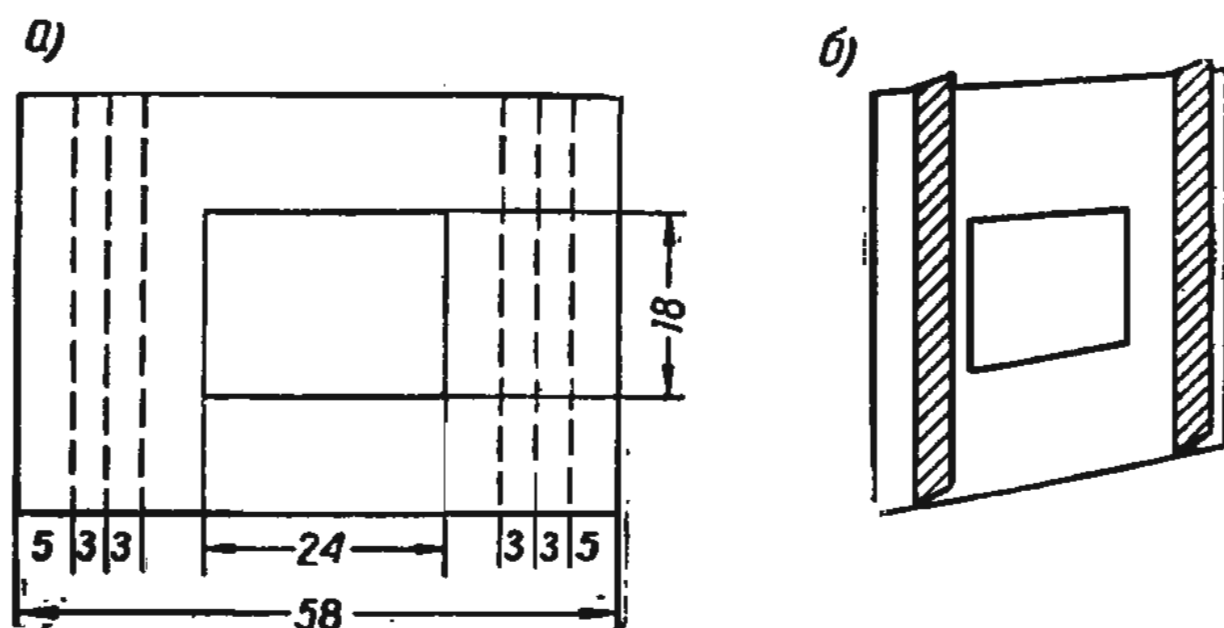


Рис. 96. Детали киноаппарата.
а—разметка кадровой рамки, б—готовая кадровая рамка.

Кадровая рамка изготавливается из тонкой жести от консервной банки или латуни по рис. 96. Она сначала размечается на листе металла в развернутом положении по рис. 96 а, затем аккуратно вырубается зубилом квадратное отверстие по величине кинокадра и хорошо зачищается мелким напильником. Вырубать отверстие надо на полмиллиметра меньше, чем оно должно быть, чтобы при окончательной его обработке—зачистке оно имело точные размеры кинокадра: 18×24 мм.

После этого кадровая рамка выгибается по пунктирным линиям так, чтобы у нее получились две продольные стоящие ребром полоски вдоль всей рамки на расстоянии 35 мм одна от другой. Этот размер надо соблюсти с исключительной точностью, так как от правильности расположения ограничительных щечек кадровой рамки будет зависеть точность и плавность движения киноленты в аппарате, а от этого, в свою очередь, зависит четкость съемки и проекции.

Готовая кадровая рамка показана на рис. 96 б.

КАДРОВОЕ ОКОШКО

Кадровое окошко служит коридором для прохождения света от объектива до киноплёнки. Оно препятствует рассеиванию света по сторонам и предохраняет светочувствительную киноплёнку от засвечивания посторонними лучами света.

Сначала надо сделать основание для кадрового окошка. Оно вырезается из толстой жести или латуни по рис. 97 а. Продольные прорезы, в которых будет вращаться барабан, надо выпилить как можно точнее. Чем аккуратнее они будут сделаны, тем меньше возможности будет для проникновения света в камеру аппарата.

Затем по рис. 97 б нужно вырезать из жести от консервной банки корпус кадрового окошка и, согнув его по

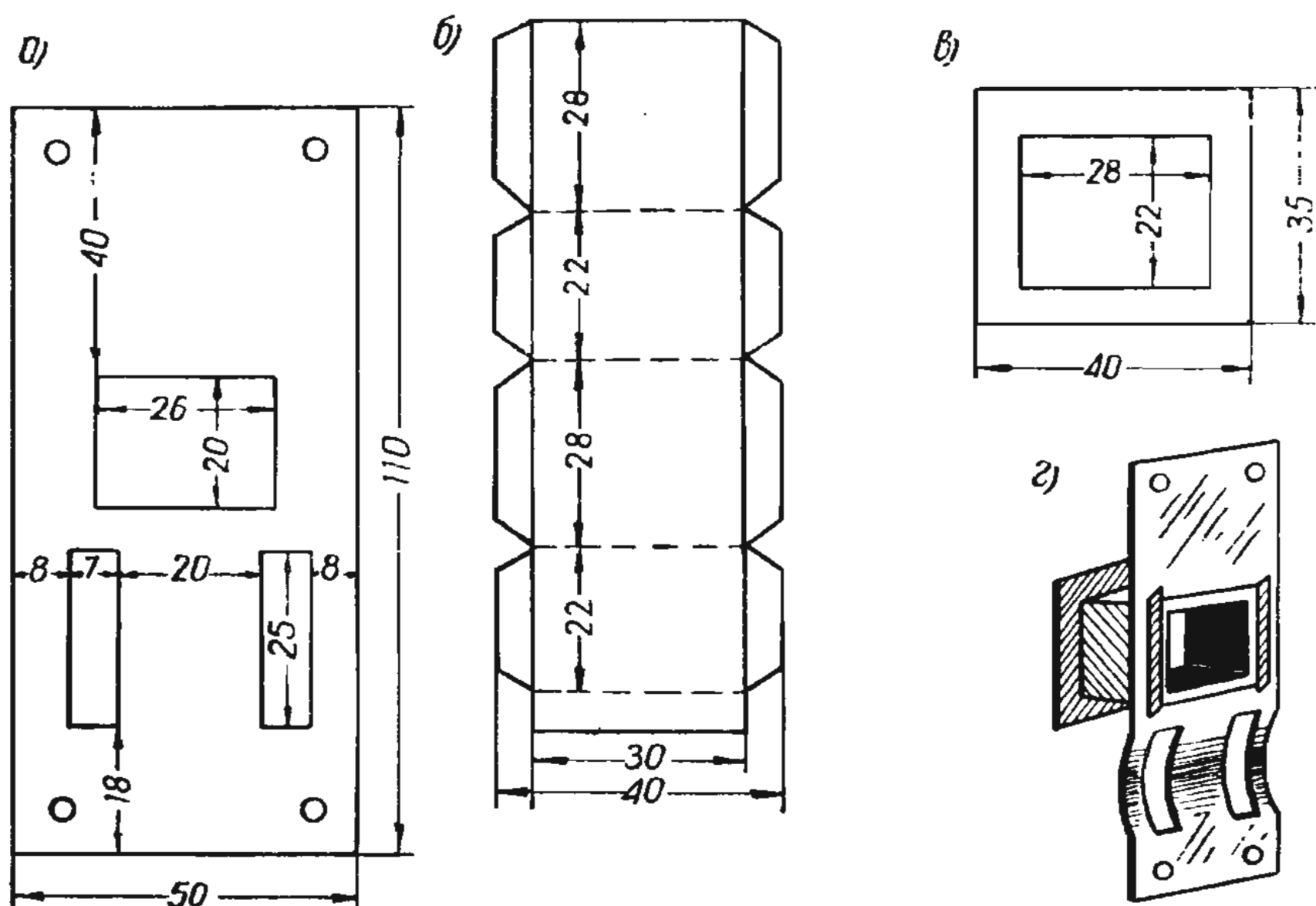


Рис. 97. Детали киноаппарата.

а—основание для кадрового окошка, *б*—корпус кадрового окошка, *в*—накладная планка на кадровое окошко, *г*—готовое кадровое окошко с кадровой рамкой.

пунктирам, спаять. Оставшиеся в виде усеченной пирамиды бортики с каждой стороны корпуса загибают наружу под прямым углом.

Следующей деталью изготавливается накладная планка на кадровое окошко. Она вырезается также из жести от консервной банки по рис. 97 *в*.

Когда все детали изготовлены, кадровое окошко собирают и соединяют с кадровой рамкой.

Сначала корпус окошка припаивается к основанию так, чтобы оно точно совпадало с вырубленным квадратным отверстием в основании. После этого на корпус напаяется накладная планка — точно также при полном совпадении внутренних линий окна с вырезом планки.

Кадровая рамка соединяется с кадровым окошком путем припаивания. Она припаивается с обратной стороны основания кадрового окошка ограничительными ребрами наружу.

Нижняя часть основания, где находятся прорезы для барабана, несколько выгибается дугой в сторону кадрового окошка. Сразу же надо примерить и барабан. Положенный со стороны корпуса кадрового окошка, он должен входить в прорезы в основании так, чтобы его венчики с зубцами значительно выдавались за пределы плоскости кадровой рамки. Барабан должен свободно вращаться в прорезах. Готовое кадровое окошко с кадровой рамкой показано на рис. 97 *г*.

ОБТЮРАТОР

Назначение и действие обтюра-тора были описаны на страницах 159—160. Поэтому мы не будем останавливаться на этом во-просе.

Обтюратор изготавливается из тонкой железной или латунной, а лучше если из стальной пластин-ки по рис. 98. На центральное отверстие обтюра-тора, предназна-ченное для его оси, напаяется медная трубочка длиной 10 мм, диаметром равным диаметру оси обтюра-тора. Трубочка эта будет служить для прочного скрепления обтюра-тора с осью а также для его устойчивости при работе.

Сектор обтюра-тора составляет 140° окружности.

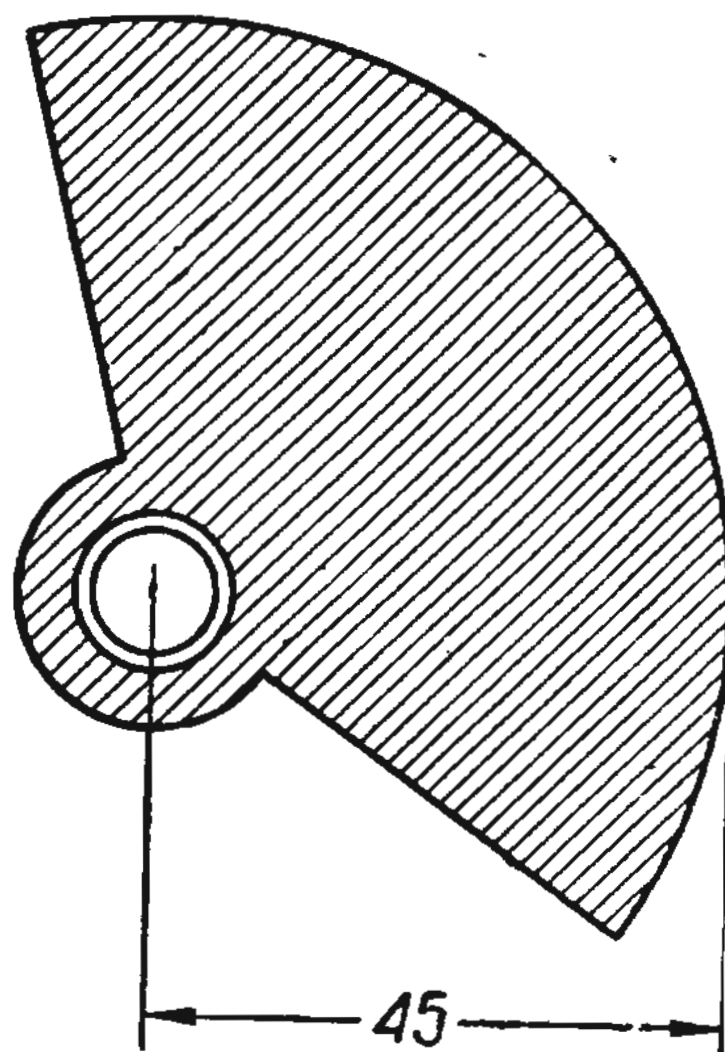


Рис. 98. Обтюратор.

ПЕРЕДАТОЧНЫЙ МЕХАНИЗМ

Хорошо, если удастся приобрести готовые шестерни и шкивы, необходимые для передаточного механизма киноаппа-рата. Шестерни могут быть использованы от старого теле-фонного аппарата, от магнето или от других механизмов. Для главной передачи их потребуется три: большая шестерня не должна превышать диаметр 70 мм, две остальных могут быть любого возможного диаметра, но значительно меньше, с соотношением зубцов $1:8—1:10$ к большой шестерне. Кроме этого, для работы обтюра-тора потребуются две кони-ческие шестерни с одинаковым количеством зубцов. Эти шестерни могут быть любого диаметра в пределах до 20 мм. Еще потребуются два шкива одинакового диаметра в 20—30 мм. Шкивы могут быть как металлические, так и дере-вянные или из другого какого-нибудь прочного материала, — это не имеет значения.

Для самостоятельного изготовления шестерен лучше все-го взять листовую медь или латунь толщиной 3—4 мм. Из нее мы вырежем один кружок диаметром 60 мм, второй—30 мм и третий—15 мм. На всех этих кружках нам предстоит сделать зубцы. Эта работа требует большой точности и ак-куратности, тем более, что зубцы будут очень мелкими. Сна-чала надо очертить границу пропила между зубцами. Это делается циркулем из центра, радиусом 28 мм. Таким обра-зом, зубцы шестерни должны иметь длину 2 мм. Так же

следует разметить и остальные диски. После этого размечаются зубцы на дисках. Практически легче и удобнее это сделать так: надо закрепить на центре диска булавкой кусочек тонкой проволоки и затем, натянув ее, сделать отметку вдоль проволоки на том месте диска, где будут выпиливаться зубцы, потом, отступив на 2 мм, сделать опять отметку. Отметки следует наносить острым шилом или толстой иглой так, чтобы они были хорошо заметны. Таким образом, нанеся все отметки, мы разделим окружность диска на 96 равных частей. Вторым диск получится разделенным на 48 частей и третий — на 92 части.

Конечно, это примитивный способ расчета и разметки шестерен. Существуют специальные формулы для таких расчетов, и шестерни не выпиливаются, а нарезаются на зуборезных, фрезерных станках. Однако, если аккуратно выполнять всю работу, то можно изготовить неплохие шестерни предлагаемым нами способом.

Когда вся разметка будет закончена, в дисках просверливают отверстия диаметром 5—6 мм для осей и можно приступать к выпиливанию зубцов шестерен. Для этого диск зажимается в параллельные тиски так, чтобы верхний край его выходил из тисков не более чем на 4—5 мм, затем осторожно ножовкой по металлу со спаренными полотнами делают пропил на глубину 2 мм до отмеченной границы. Пропустив 2 мм, делают второй пропил. Так по очереди производятся все пропилы на диске. При этом надо следить, чтобы пропил шел строго по границам намеченных линий. Для этого необходимо чаще поворачивать диск, чтобы подлежащее очередному пропилю место находилось перпендикулярно по отношению к столу.

После того как все зубцы будут выпилены, верхние края их немного запиливают трехгранным напильником так, чтобы верх каждого зуба имел форму усеченного конуса. Это необходимо для мягкости сцепления шестерен. Разметка шестерен показана на рис. 99.

В крайнем случае, если будет трудно изготовить самим шестерни, их можно заменить шкивами и сделать у аппарата не зубчатое, а фрикционное сцепление. Но фрикционное сцепление менее надежно, чем зубчатое. Оно может быть использовано с полным успехом только для кинопроекторного аппарата. Недостатком фрикционного сцепления является то, что в случае большого торможения пленки, шкивы будут буксовать. От этого резко сократится скорость и планомер-

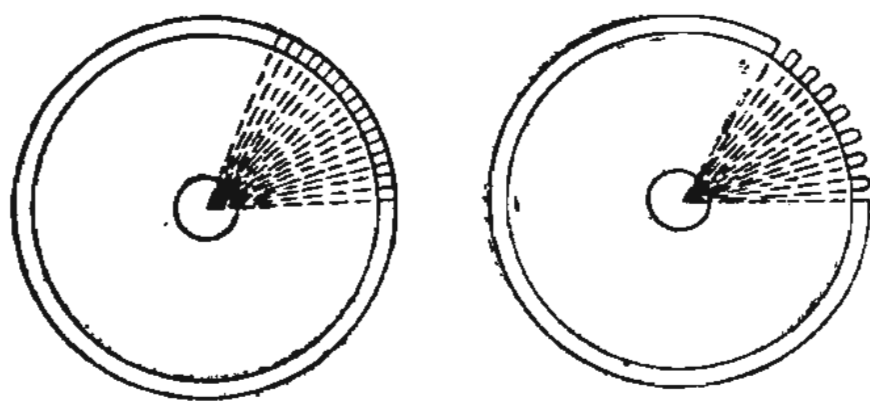


Рис. 99. Разметка и обработка шестерен.

лечение менее надежно, чем зубчатое. Оно может быть использовано с полным успехом только для кинопроекторного аппарата. Недостатком фрикционного сцепления является то, что в случае большого торможения пленки, шкивы будут буксовать. От этого резко сократится скорость и планомер-

ность движения светочувствительной пленки, а этого допускать ни в каком случае нельзя. Фрикционное сцепление можно применить только в том случае, если все детали аппарата будут сделаны настолько точно, что будут работать плавно и легко.

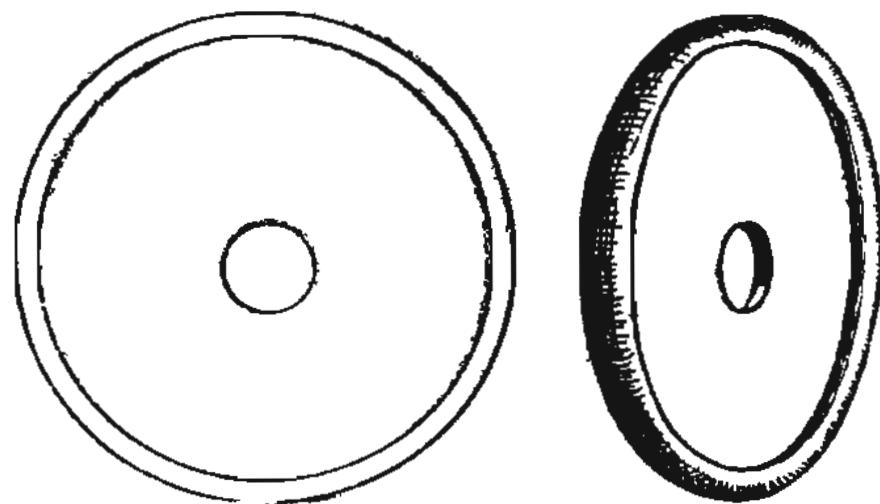


Рис. 100. Шкивы для фрикционной передачи.

Шкивы для фрикционной передачи можно изготовить тех же размеров из металла или из дерева. После на них натягиваются кольцевые отрезки резиновых трубок несколько меньшего диаметра, чем шкивы. Это необходимо для того, чтобы резиновые кольца плотно облегали окружность шкива и прочно держались на нем. При тесном соприкосновении таких шкивов резина одного из них будет цепляться за резину другого и тянуть при повороте. Второй шкив будет поворачиваться в обратную сторону, как и при зубчатом сцеплении. Поэтому и для фрикционной передачи потребуется три шкива. Шкивы показаны на рис. 100.

Конические шестерни для обтюратора не могут быть заменены ничем. Они обеспечивают точность вращения перпендикулярно установленным осям эксцентрика и обтюратора. Малейшее нарушение в тождестве этого вращения нарушит всю гармонию работы аппарата. Поэтому придется потрудиться их сделать.

Конические шестерни изготовлять значительно труднее, чем прямые. Они имеют скос зубцов на 45° : этим и обеспечивается перпендикулярная установка осей рабочего механизма. Шестерни эти должны иметь одинаковое число зубцов.

Для изготовления конических шестерен берется уже более толстый материал, примерно 5—7 мм. Из такого материала выпиливаются два диска диаметром 25 мм каждый. С одной стороны кромка каждого диска осторожно затачивается по всей окружности приблизительно на четверть толщины диска, а другие кромки стачиваются под углом в 45° так, чтобы ребро диска получилось заостренное (см. рис. 101 а). После этого делается разметка диска уже известным нам способом на равные секторы по 2 мм шириной по окружности.

Разметив шестерни, в них просверливают отверстия для осей и сразу же припаивают оси диаметром 5—6 мм. К одному диску надо припаять ось длиной 30 мм, к другому — длиной 45 мм. Оси припаиваются так, чтобы они выходили со стороны малых скосов дисков, а на обратной стороне были бы вровень с диском. Оси припаиваются сразу для того, чтобы удобнее было закреплять диски в тисках для выпиливания шестерен.

Выпиливаются зубья конусных шестерен таким же способом,

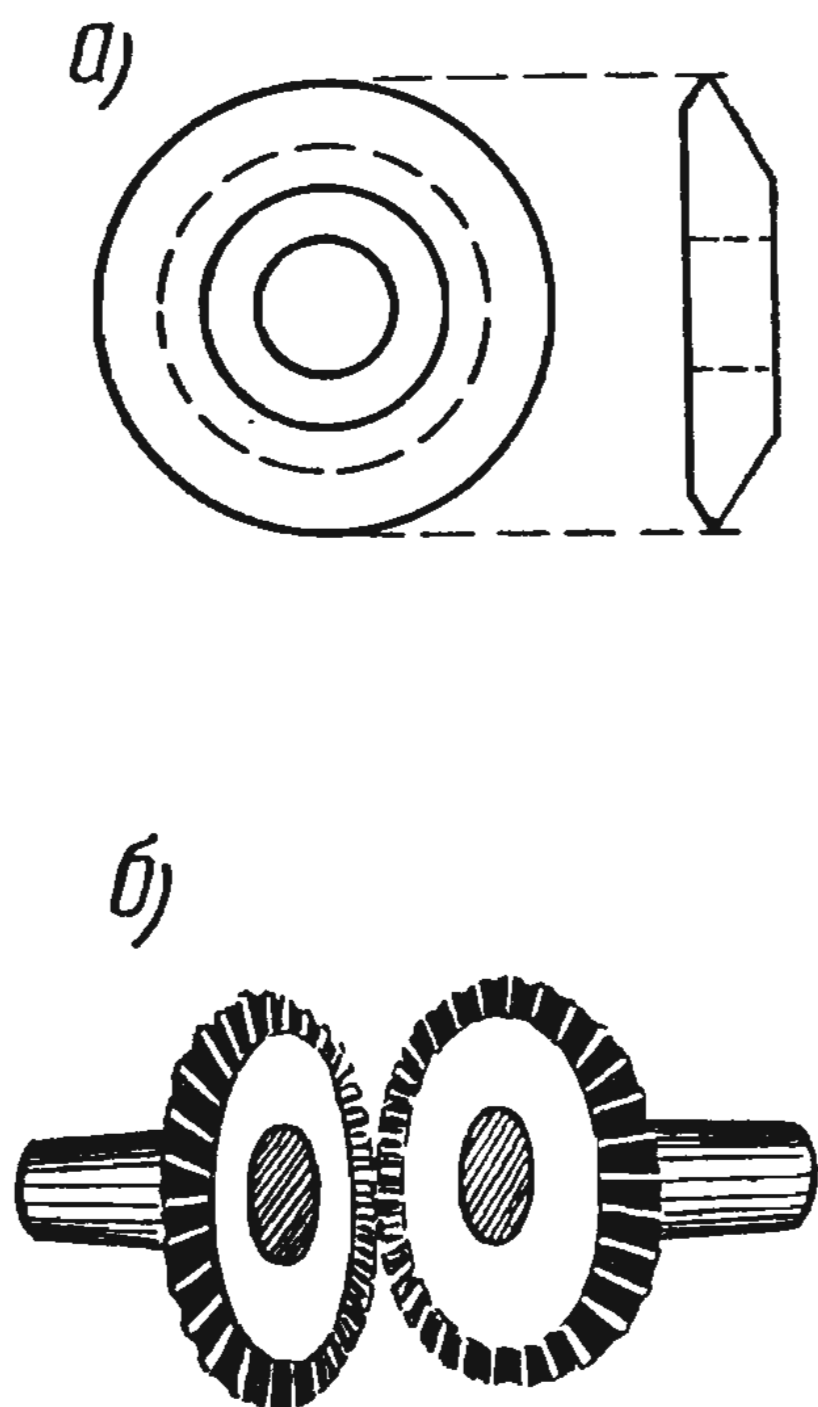


Рис. 101. Детали киноаппарата.

a—заготовка конических шестерен,
б—готовые конические шестерни.

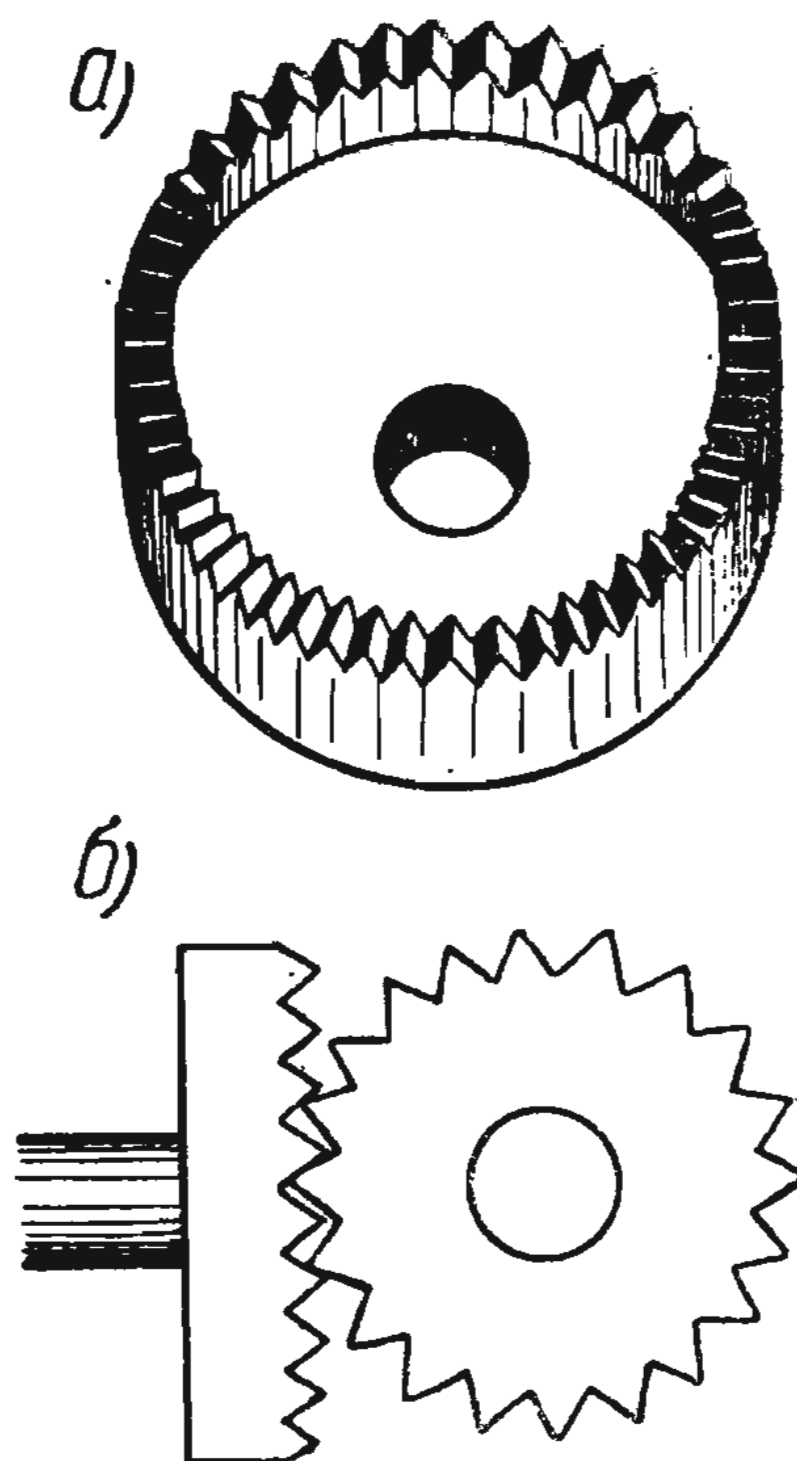


Рис. 102. Детали киноаппарата.

a и *б*—второй вариант сцепления оси об-
тюратора с центральной осью с помощью
зубчатки.

как и у прямых. Только здесь придется выпилку де-
лать одним полотном, так как зубья конических шестерен
имеют конусную форму. Пропилив на два миллиметра про-
рез строго по наметке, рядом делают второй пропи-
л по соседней черте. При этом полотно ножовки пойдет несколь-
ко вкось — дальше от первого пропила у края диска и
ближе к первому пропилу к середине диска. Словом, вся рас-
пилка зубцов будет производиться при положении нохо-
вочного полотна на центр диска.

Когда будут выпилены все зубцы, их также надо зато-
чить на усеченный конус и хорошо зачистить заусенцы наж-
дачной шкуркой.

Готовые конические шестерни показаны на рис. 101 б.

Можно обеспечить сцепление обтюратора с осью эксцент-
рика и другим способом. Для этого надо изготовить одну
обыкновенную шестерню, желательно толщиной в 10 мм,
а для второй шестерни-зубчатки взять толстостенную коробоч-
ку такого же диаметра, или изготовить ее, спаяв из диска с
толстым ободом (см. рис. 102 а). На ободке коробочки выпи-

ливаются зубцы, как на обыкновенной шестерне. Составленные вместе, эти две шестерни обеспечат нужное нам сцепление осей под прямым углом одна к другой (см. рис. 102 б).

Нам потребуется еще два обыкновенных шкива диаметром один 20, другой 30 мм. Их можно изготовить из металла или дерева по рис. 103.

Шкивы эти будут нужны для того, чтобы нижняя бобина в кассете вращалась со скоростью, обеспечивающей прием заснятой киноплёнки в кассету.

Для полного комплекта деталей рабочего механизма нужно сделать еще 3 оси и ручку. Оси делаются из толстой железной проволоки диаметром 5—6 мм следующей длины: одна 90 мм, другая 40 мм и третья 70 мм. Третья ось с одного конца на 15 мм нарезается под гайки.

Ручка показана на рис. 104.

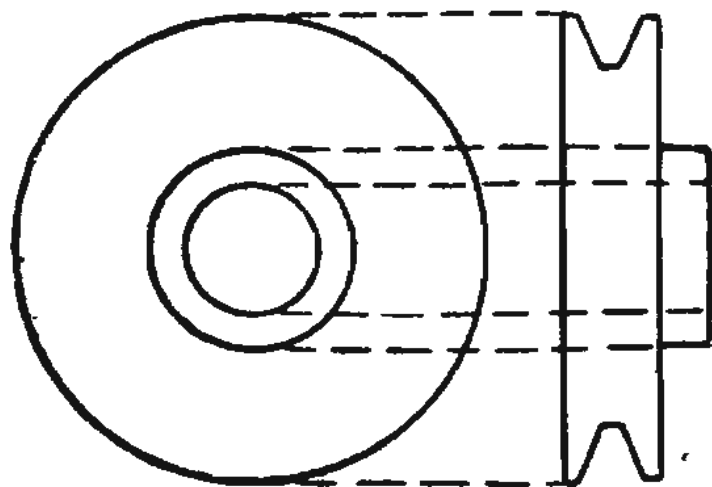


Рис. 103. Шкивы для бобин.

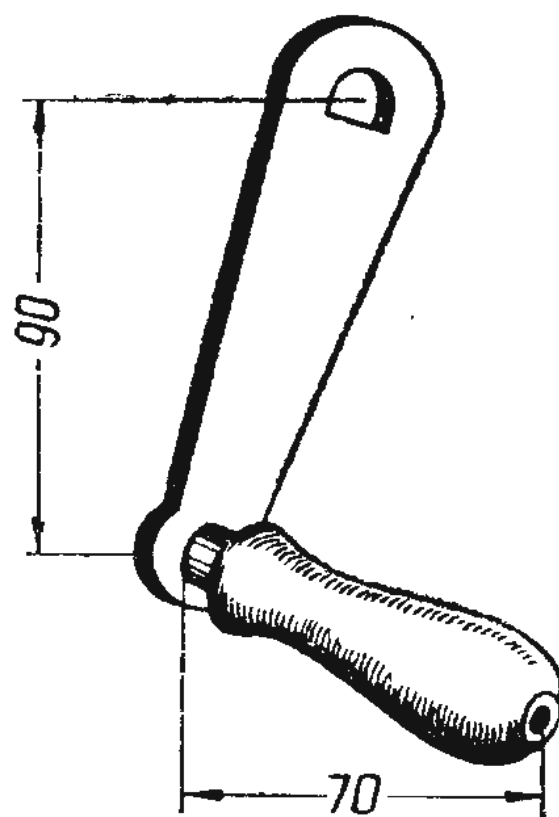


Рис. 104. Ручка.

СБОРКА РАБОЧЕГО МЕХАНИЗМА

Для сборки рабочего механизма киноаппарата сначала изготавливается коробка из жести толщиной 1—1,5 мм по рис. 105. При разметке необходимо точно соблюдать указанные на чертеже размеры. Особенно точно должны быть просверлены отверстия для осей. Сгибать коробку по пунктирам тоже надо аккуратно. От точности выполнения этой работы будет зависеть четкость работы аппарата. Коробка выгибается так, чтобы начерченная сторона была внешней стороной коробки.

По рис. 106 вырезается из той же жести крепящая планка для осей механизма. Размеры ее также должны быть точно соблюдены.

Если вам удастся приобрести готовые шестерни не тех размеров, что описаны здесь, тогда, естественно, отверстия для осей будут иметь другое расположение. Их вы определите опытным путем.

Когда коробка рабочего механизма и крепящая планка для осей будут полностью готовы по чертежам, можно приступать непосредственно к сборке самого механизма.

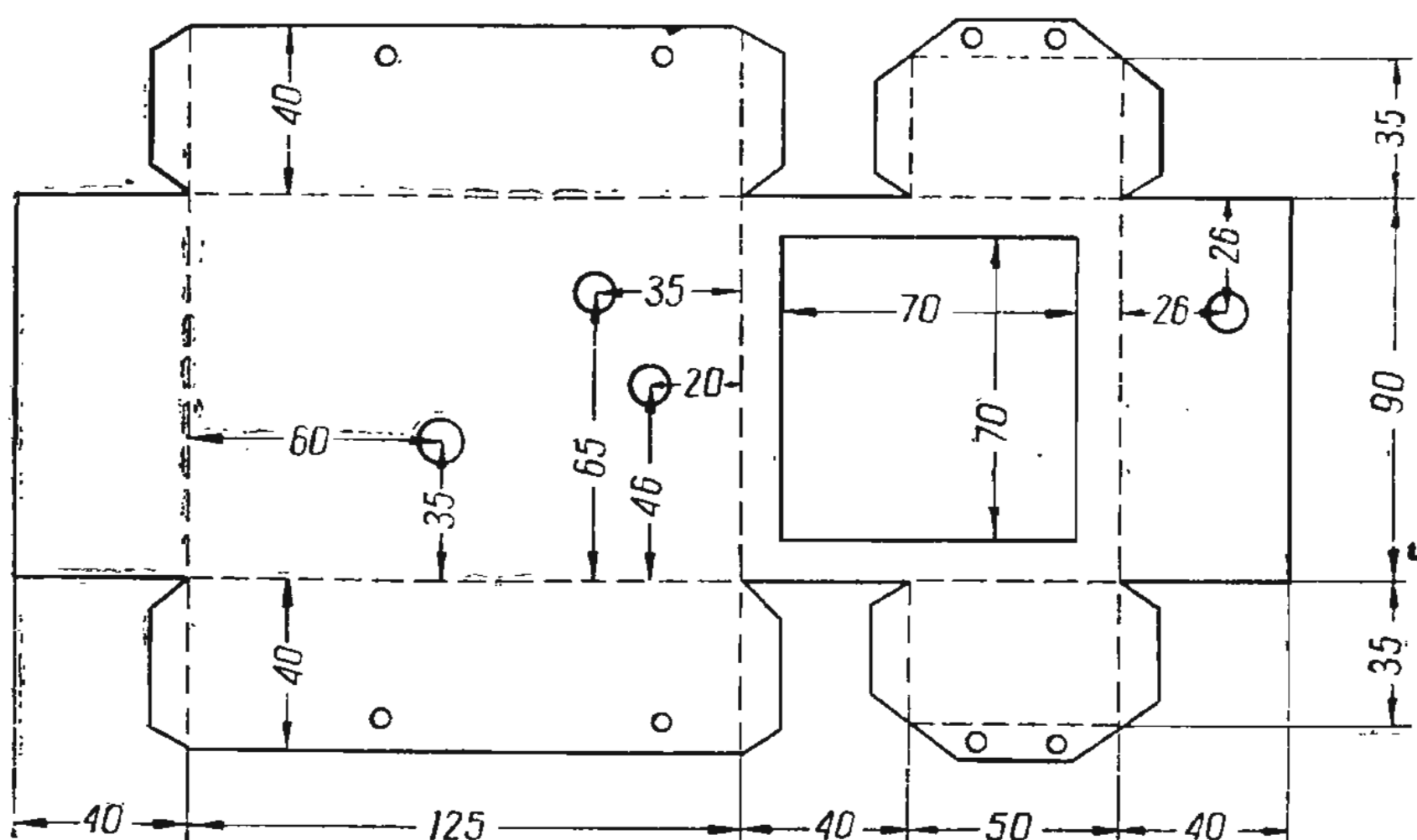


Рис. 105. Разметка коробки для рабочего механизма.

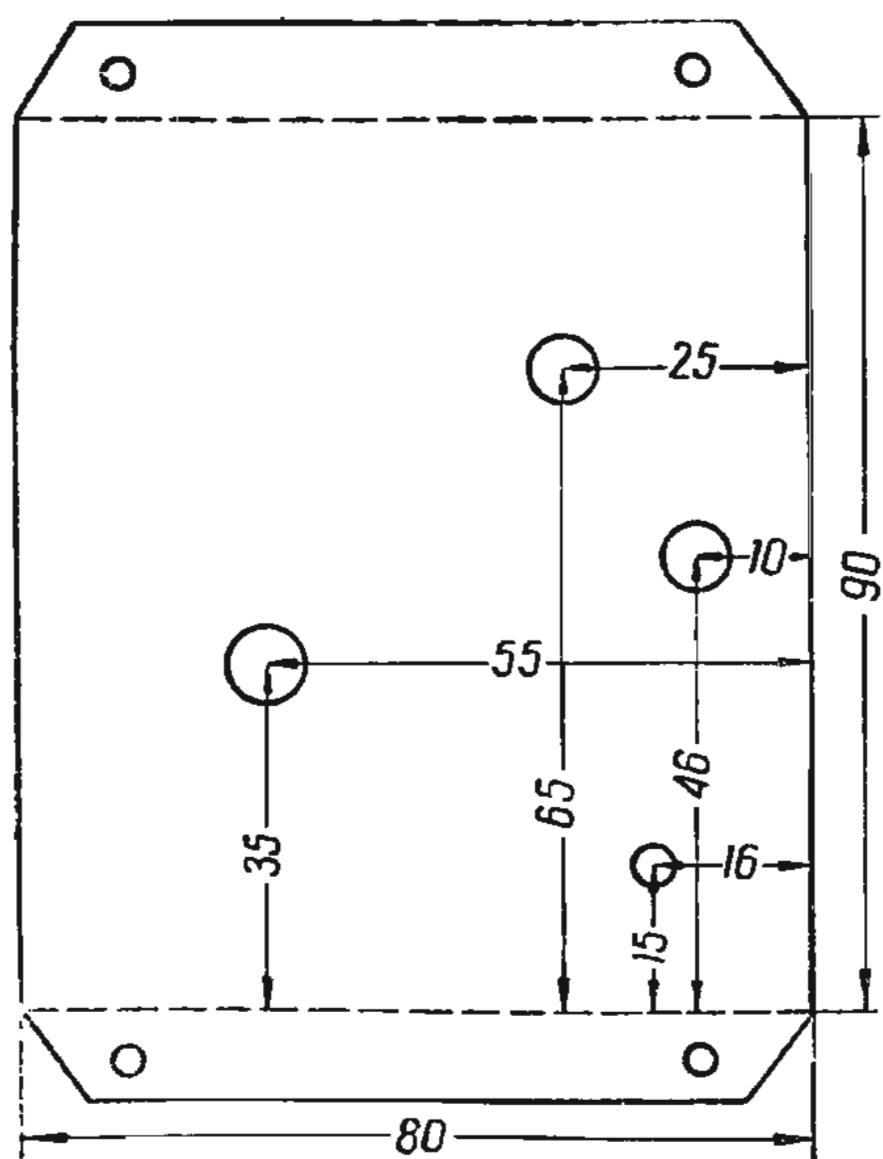


Рис. 106. Планка для крепления осей механизма.

В целях дальнейшего успеха работы механизма, сборку его надо проводить последовательно и обдуманно. Поэтому сборку лучше начать с монтажа — скрепления между собой отдельных деталей. При сборке необходимо иметь медную или латунную трубку внутренним диаметром равным диаметру осей механизма, то есть 5—6 мм. Из этой трубки мы будем изготовлять подшипники для осей.

Коническая шестерня с осью длиной 45 мм устанавливается на крепящей планке так, чтобы сама шестерня находилась вверху, если смотреть на планку, как она дана на чертеже. На вышедшую с другой стороны ось шестерни наде-

вается медная втулка длиной 5 мм, отпиленная от трубки для подшипников. Затем втулка вставляется в отверстие планки, которое должно быть сделано точно по внешнему диаметру втулки так, чтобы втулка со стороны шестерни поднималась от плоскости планки на 1 мм, и в таком положении крепко припаивается к планке. После этого на ось надевается экс-

эксцентрик вплоть до втулки, которая с этой стороны планки должна выдаваться на 2,5—3 мм. Эксцентрик надевается к планке той стороной, на которой у него укреплен малый диск с пальцем. Теперь попробуйте вращать ось за шестерню. Если ось вертится свободно и не ползает вдоль втулки, то эксцентрик можно припаивать к оси. Припаивать эксцентрик к оси надо со стороны его большого диска и как можно прочнее. На расстоянии 5 мм от эксцентрика на ось надевается малая шестерня и также прочно припаивается к ней.

Теперь надо соединить мальтийский крест с барабаном. Обе эти детали будут укрепляться на оси длиной 90 мм. Для этой оси из трубки вырезаются две втулки: одна длиной в 10 мм и другая—15 мм. Большая втулка впаивается в верхнее отверстие крепящей планки так, чтобы она одним концом выходила на сторону, где укреплен эксцентрик на 2,5—3 мм. После этого к эксцентрику приставляется мальтийский крест и в него продевается ось, пропущенная через втулку с обратной стороны. Попробовав вращать механизм за шестерню, с которой соединен эксцентрик, вы убеждаетесь в том, что он правильно ходит в выемах лопастей мальтийского креста и палец, беспрепятственно войдя в прорез, поворачивает на четверть оборота крест. Если же заметите где-нибудь излишнее трение или сильное торможение, то подтачиванием соответствующих мест креста или эксцентрика добейтесь устранения этих помех. Это необходимо сделать именно теперь, позднее устранить неточности мальтийской системы будет значительно сложнее. Когда работа мальтийского креста и эксцентрика будет отрегулирована, мальтийский крест крепко припаивается к торцу оси с внешней стороны. На выходящий за крепящую планку конец оси можно надеть барабан и временно закрепить его крепящим винтом.

В нижнее отверстие крепящей планки вставляется втулка длиной в 30 мм. Она должна выдаваться со стороны эксцентрика настолько, чтобы надетая на ось и вставленная в эту втулку средняя шестерня была на одном уровне с малой шестерней и надежно с ней сцеплялась. Оставив конец оси длиной 8—10 мм с противоположной от втулки стороны, среднюю шестерню припаивают к оси.

В последнее, четвертое отверстие в крепящей планке вставляется втулка длиной в 10 мм и припаивается. Затем на ось с резьбой надевается третья—большая шестерня, припаивается к ней ближе к резьбе и вставляется в подшипник-втулку настолько, чтобы большая шестерня была на одном уровне со средней шестерней и хорошо с ней соединялась, то-есть чтобы зубцы этих шестерен сцеплялись между собой на всю глубину. При этом измеряется расстояние от шестерни до втулки-подшипника, впаянного в крепящую

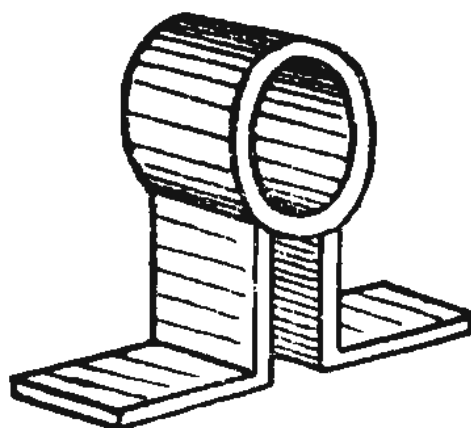


Рис. 107. Подшипниковая стойка для оси обтюратора.

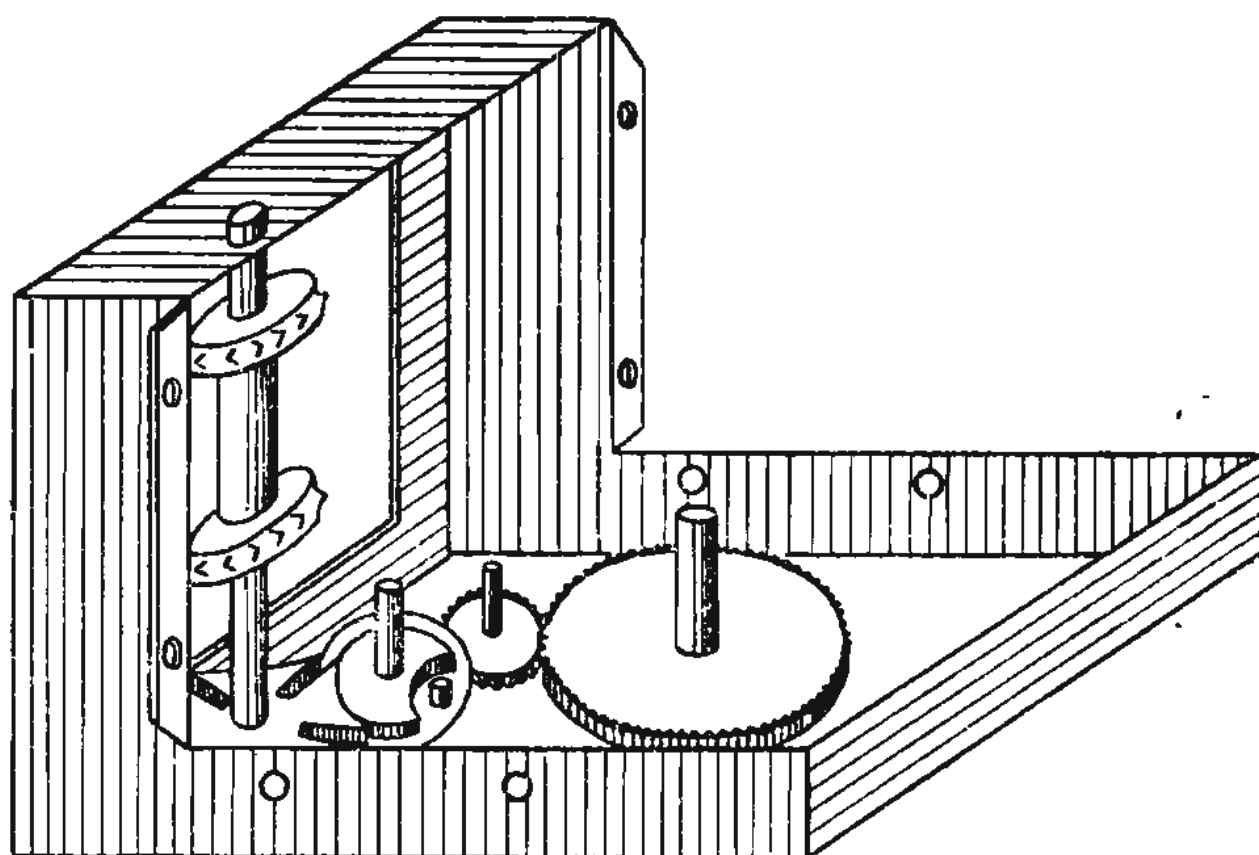


Рис. 108. Начало сборки передаточного механизма.

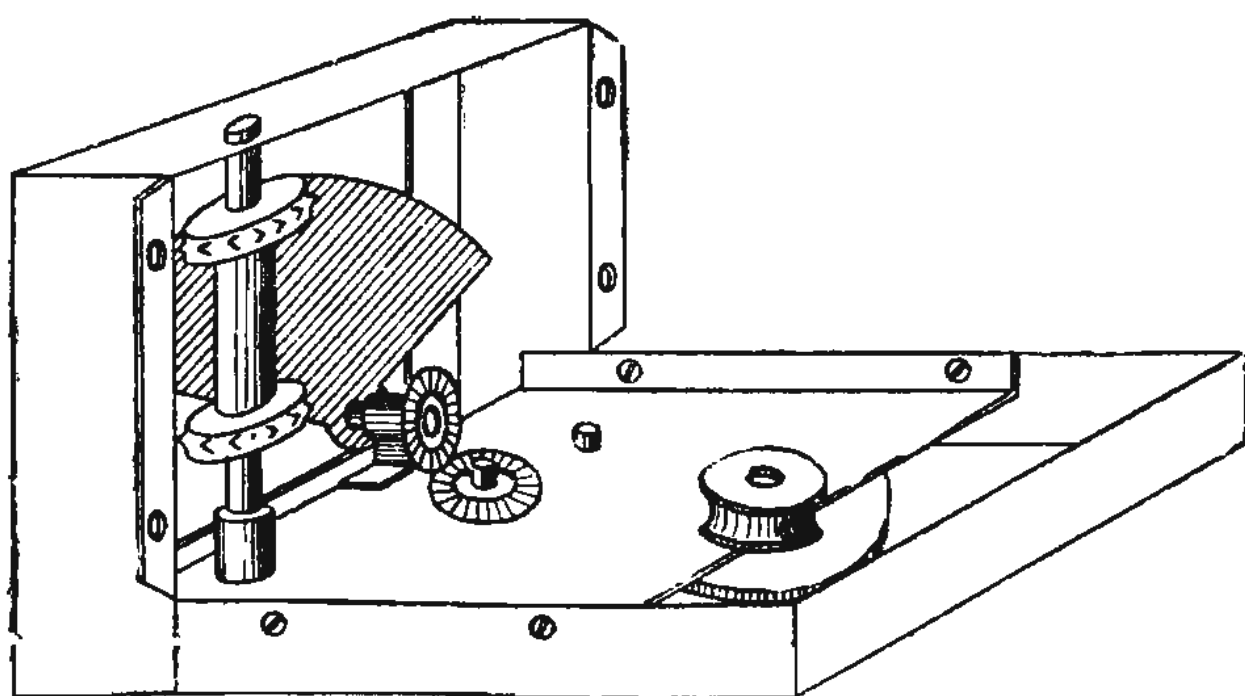


Рис. 109. Собранный механизм киноаппарата.

планку, и по этой мерке отрезается еще одна втулка: она должна быть длиной около 20 мм.

Надев втулку на ось с противоположного от резьбы конца, ось вставляют в подшипник крепящей планки и с обратной ее стороны, то-есть со стороны, где находится коническая шестерня, на ось надевают и припаивают малый шкив диаметром 20 мм. При этом следите, чтобы ось свободно вращалась в подшипнике.

Когда все эти работы выполнены, устанавливается вто-

рая коническая шестерня для обтюратора. Ее устанавливают под прямым углом к другой конической шестерне. Ось ее должна выходить вправо, если смотреть на крепящую планку, как она дана на чертеже. Для крепления второй конической шестерни делается подшипник длиной 10 мм. Затем из полоски латуни толщиной 1,5—2 мм по рис. 107 выгибается стойка. Она спаивается вместе со втулкой; затем, вставив в подшипник ось со второй конической шестерней, втулку припаивают к крепящей планке так, чтобы конические шестерни имели надежное сцепление и ось второй шестерни совершенно не ползала бы по подшипнику. Это очень важно. От точной установки этой оси будет зависеть правильность работы обтюратора.

Обтюратор надевается на ось второй конической шестерни, и крепящая планка вставляется в коробку механизма. Планка временно скрепляется с коробкой болтиками через отверстия, сделанные в бортах коробки и планки. Теперь во все отверстия в коробке, в которые вышли концы осей, надо вставить медные втулочки длиной по 10 мм каждая, так, чтобы они своим внутренним концом касались шестерен и тем самым еще раз ограничивали положение осей и обеспечивали точность работы механизма. На ось с большой шестерней надевается ручка, и механизм проверяется в работе. Если он работает легко, то в таком положении втулки-подшипники припаиваются к коробке.

После сборки все рабочие части механизма (кроме барабана), особенно оси и шестерни, надо хорошо смазать машинным маслом. Собранный механизм показан на рис. 108 и 109.

Для укрепления объектива на коробке рабочего механизма передняя стенка коробки делается из толстой жести,

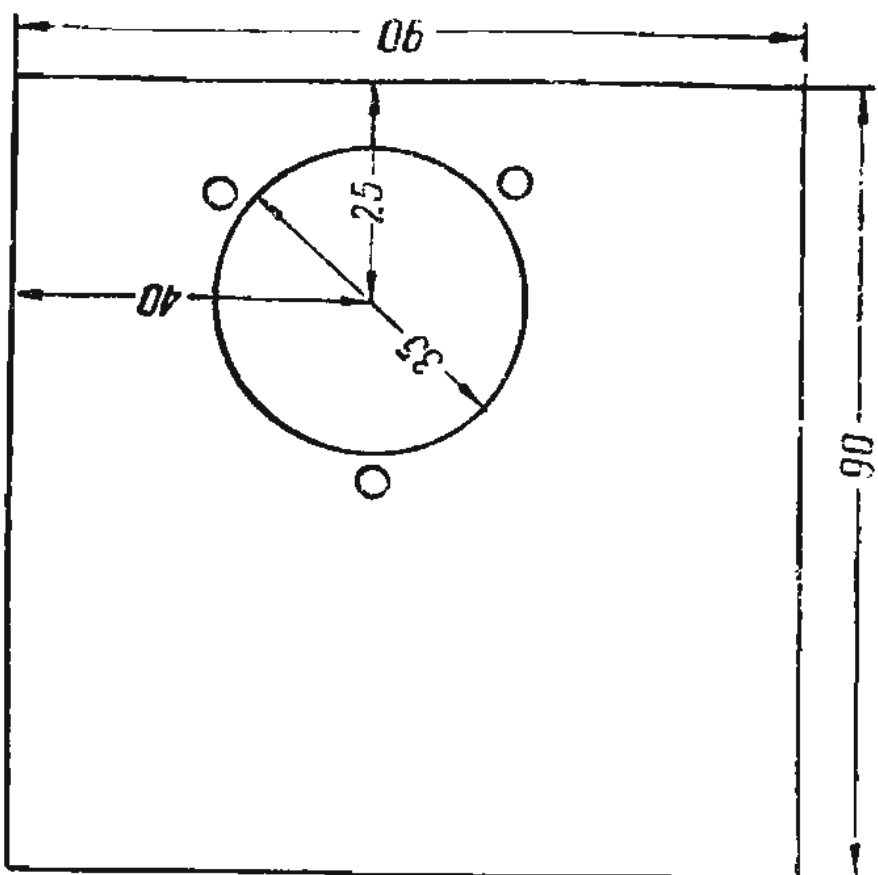


Рис. 110. Передняя стенка коробки, на которой укрепляется объектив.

а лучше из фибры толщиной в 4—5 мм, по рис. 110. Объектив соединяется с этой стенкой болтиками через три отверстия, указанные на чертеже. При этом не забудьте положить между стенкой и объективом кольцо из тонкой замши или другой кожи. Это необходимо, чтобы в камеру в местах соединения объектива со стенкой рабочего механизма не проникал свет.

КОРПУС КИНОАППАРАТА

Для изготовления корпуса нам потребуются три консервных банки. Две из них должны быть диаметром по 100 мм и высотой 50 мм, а третья—большого объема. У двух банок вырезаются борта: у одной—шириной 20 мм, у другой—40 мм. Третья банка разрезается, и из нее выкраивается деталь корпуса по рис. 111. Затем из фанеры толщиной 3 мм надо сделать планку по рис. 112. Она нужна для прочности задней стенки корпуса, к которой будет присоединяться фонарь с конденсатором.

Деталь, сделанная по рис. 111, сгибается по пунктирам так, чтобы боковая стенка с полукруглыми вырезами приходилась справа, если смотреть на эту деталь со стороны круглого отверстия. Этой деталью соединяются две остальные банки, в которых будут помещаться кассеты и боббины аппарата.

Практически корпус собирают так: боковая стенка, сделанная по рис. 111, кладется на стол боковой стороной и к ней с обеих сторон в полукруглые выемы приставляются банки. Боковые вырезы банок должны одним своим краем быть на уровне левого борта боковой стенки. В таком состоянии банки в нескольких местах скрепляются припаями. Затем корпус переворачивают, предварительно с внутренней стороны вставляют фанерную планку, и корпус весь пропаявается по местам соединения банок с боковой стенкой.

Передняя открытая стенка корпуса закрывается кадровым окошком с кадровой рамкой, изготовленной по рис. 97 г, и прочно пропаявается в местах соединений с корпусом.

Для устойчивости корпуса надо сделать подставку. Подставка выпиливается из доски толщиной 25 мм по рис. 113. Углубление в подставке-основании делается полукруглой формы по окружности нижней части корпуса. Корпус с основанием соединяется двумя шурупами по дереву. Внизу основания врезается гайка для прикрепления аппарата к штативу. Под гайку выдалбливается шестигранное гнездо глубиной, равной толщине гайки. Гайка загоняется в гнездо и сверху прикрывается металлической или фанерной планкой с отверстием чуть шире отверстия гайки. Металлическая планка привертывается четырьмя шурупами к основанию.

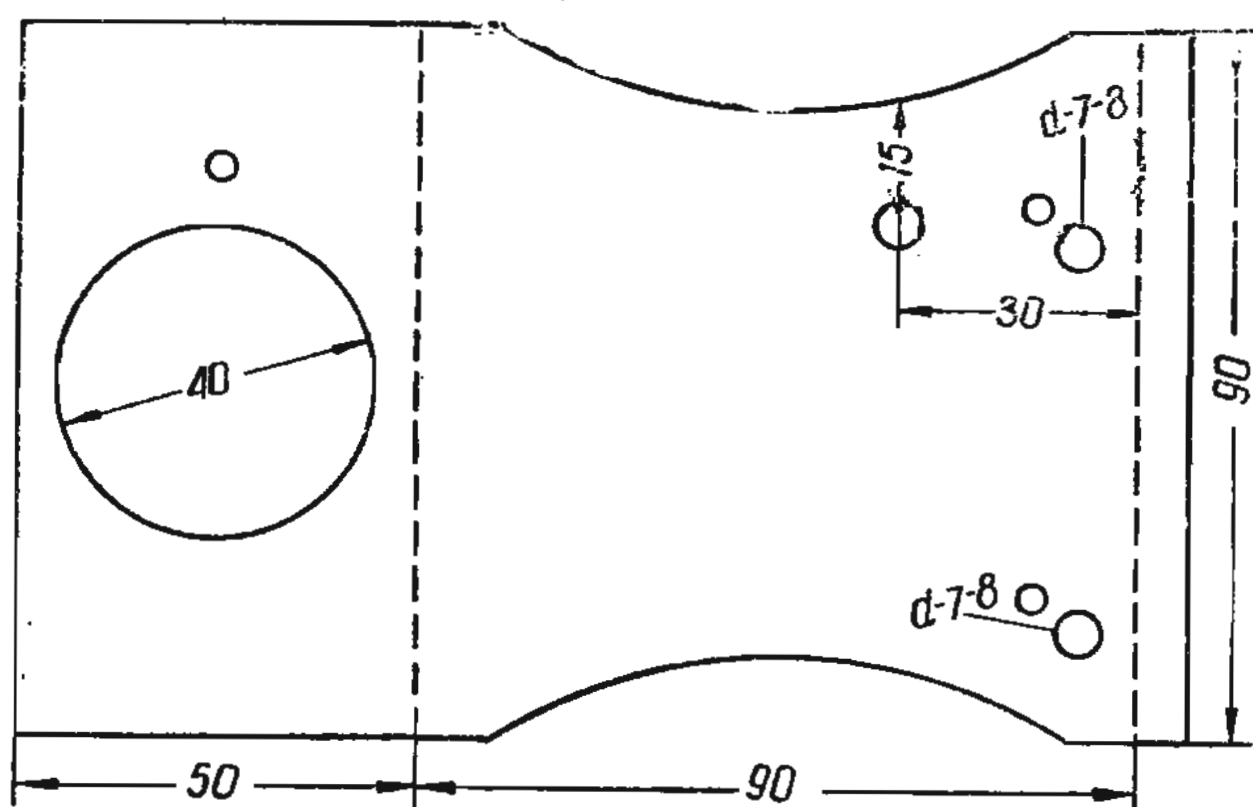


Рис. 111. Боковина корпуса киноаппарата.

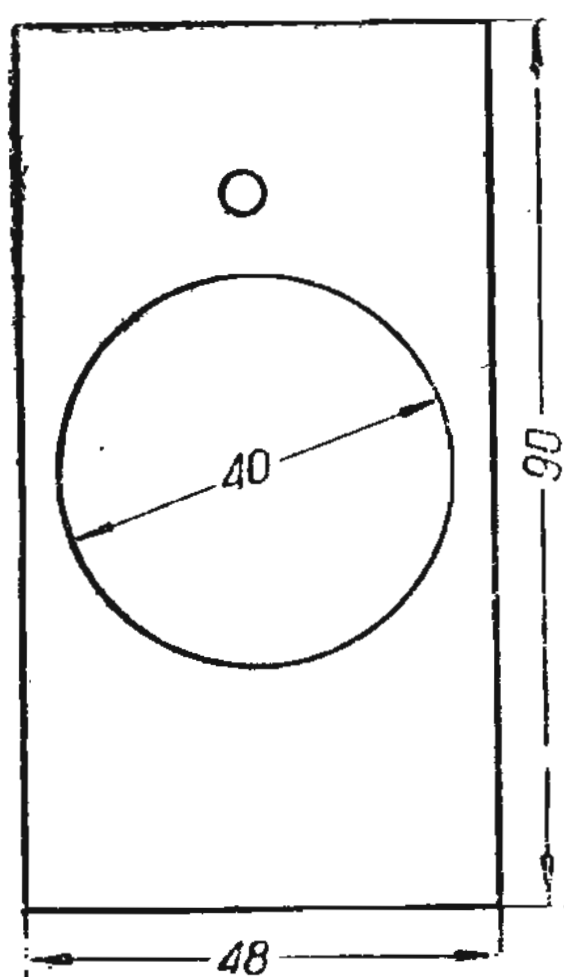


Рис. 112. Фанерная планка для задней стенки корпуса.

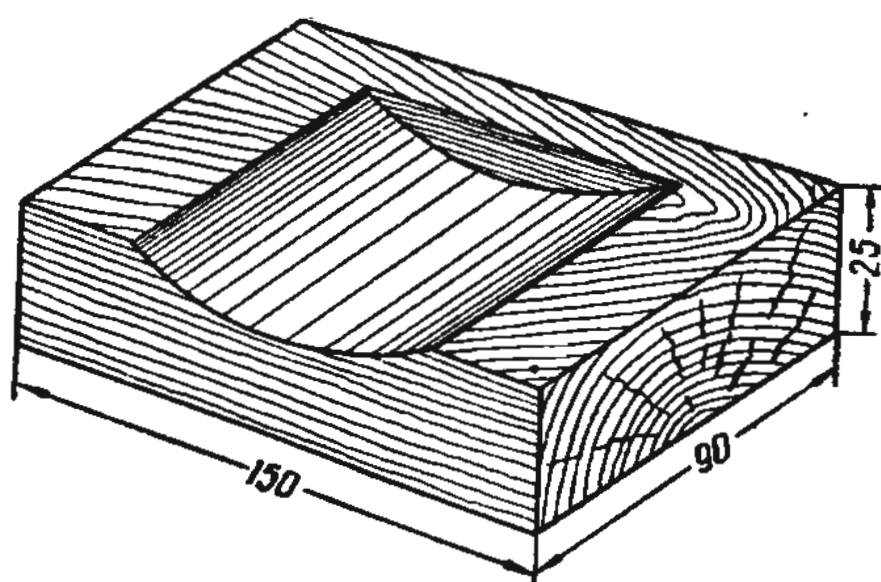


Рис. 113. Подставка для корпуса киноаппарата.

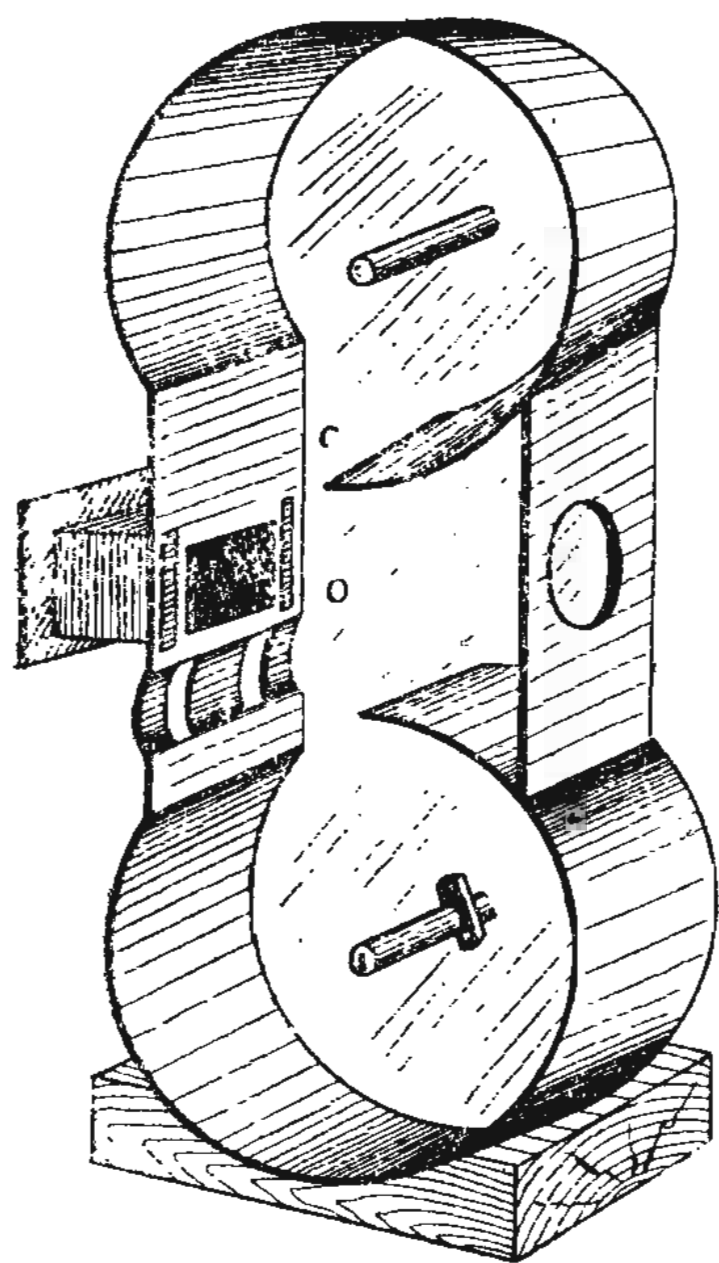


Рис. 114. Готовый корпус киноаппарата.

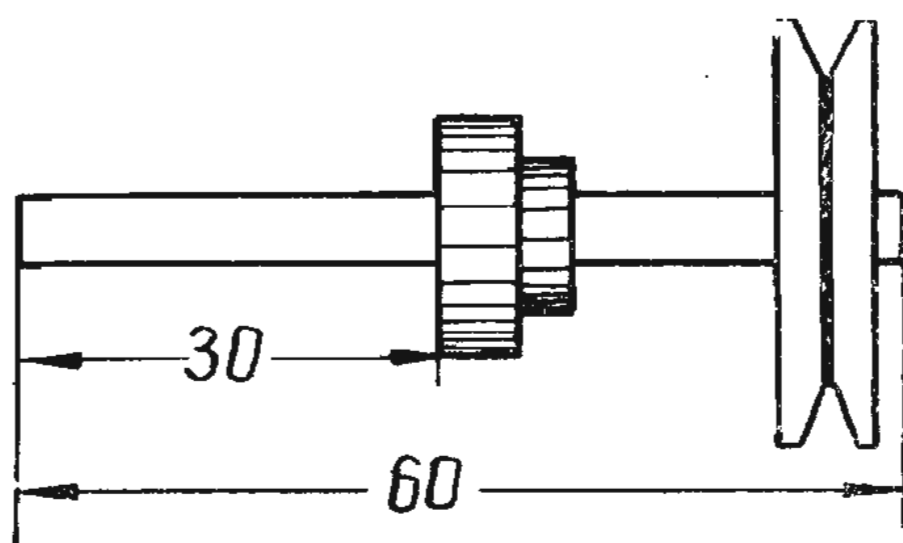


Рис. 115. Ось со шкивом и приспособлением для вращения фильмовой катушки.

Корпус аппарата показан на рис. 114.

Для того чтобы полностью закончить сборку этой части аппарата, надо сделать еще две оси для кассет и бобин, закрепить прижимные и направляющий ролики и сделать заднюю заслонку и крышку корпуса.

Для верхней оси берется отрезок проволоки диаметром 4 мм и длиной 65 мм. С обоих концов

стержня нарезается резьба для гаек. Ось вставляется в отверстие, сделанное посередине верхней банки (в дальнейшем мы их будем называть фильмовыми камерами) и прикрепляется к ней гайкой.

Вторая ось будет значительно сложнее этой. Она должна быть вращающейся и, кроме того, иметь устройство для вращения фильмовой катушки нижней кассеты и бобины. Ось эта делается из той же проволоки, что и первая, только длиной 60 мм. На расстоянии 30 мм от одного конца на ось напаяются пластинки длиной 10 мм и шириной 6—7 мм. Пластинки припаиваются к оси с двух ее боковых сторон, а концы пластинок спаиваются вместе. Ось вставляется в отверстие, сделанное посередине нижней фильмовой камеры, и с наружной стороны камеры на ось надевается втулка-подшипник длиной 10 мм и затем второй шкив, сделанный по рис. 103. Шкив прочно припаивается к оси. Ось со шкивом и приспособлением для вращения фильмовой катушки показана на рис. 115.

Направляющий ролик своей осью вставляется в верхнее отверстие близ кадровой рамки, а в нижнее отверстие вставляется ось прижимных роликов. На оси надеваются трубочки-подшипники длиной по 10 мм. Прижимные и направляю-

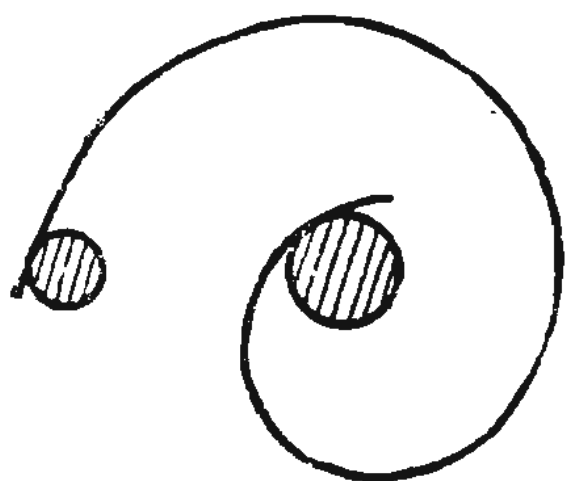


Рис. 116. Спирали на осях роликов.

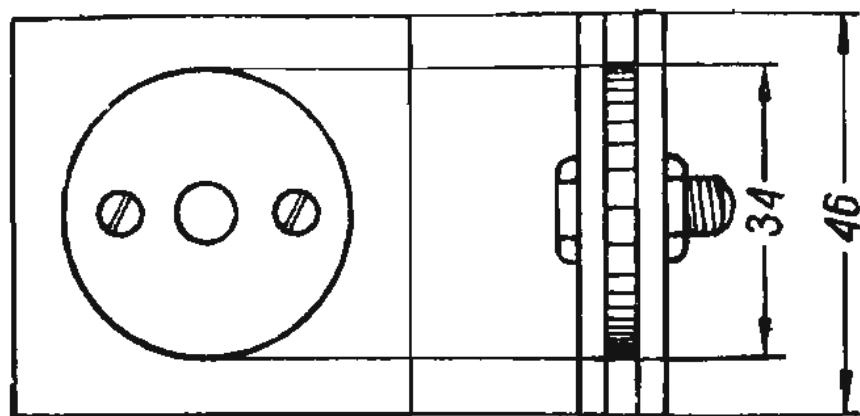


Рис. 117. Задняя заслонка.

щий ролики устанавливаются так, чтобы они находились точно на грани щечек фильмовой рамки. Втулки-подшипники спускаются до планок, на которых укреплены ролики, и припаиваются в таком положении к корпусу аппарата. В соседние отверстия с осями роликов впаиваются стержни диаметром 5 мм и длиной по 10 мм. Затем берутся два отрезка от старой часовой пружины, свиваются в спираль и припаиваются к осям роликов и к стержням, как указано на рис. 116.

Задняя заслонка делается из фанеры или из фибры по рис. 117. Круг заслонки надо скрепить заклепками с одной из квадратных пластин. Вторая пластина будет отъемной и должна накладываться с наружной стороны корпуса.

Крышка корпуса изготавливается по рис. 118. Она должна обязательно иметь двойные борта, так, чтобы в промежуток между ними входил борт корпуса. Вверху крышки делается отверстие для оси верхней фильмокамеры, а внизу с внутренней стороны припаивается шпенок длиной 10 мм и диаметром 4 мм. Этим шпенем будет закрепляться со стороны крышки фильмовая катушка нижней кассеты.

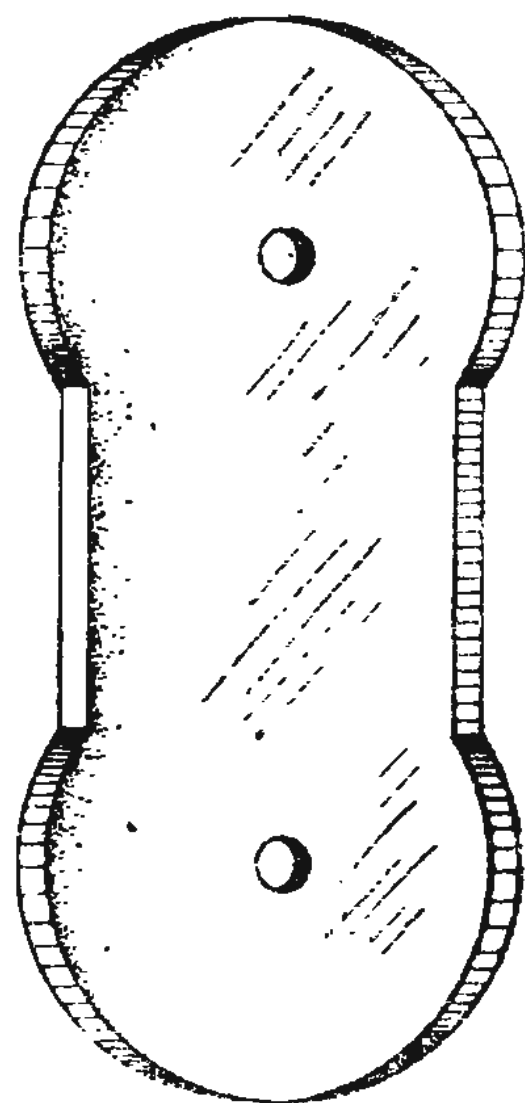


Рис. 118. Крышка корпуса киноаппарата.

Крышка будет прикрепляться вверху при помощи гайки, на верхней оси, а внизу, в выеме на колодке, надо привернуть угольник из толстой жести или меди так, чтобы крышка плотно входила между этим угольником и бортом корпуса. С внутренней стороны крышку по всему борту следует оклеить черной бархатной лентой шириной в 10—15 мм. Бархат хорошо приклеивается к металлу шеллаком. Это необходимо для обеспечения полной светонепроницаемости камеры.

После этого коробку с рабочим механизмом привертывают болтиками к корпусу аппарата. При этом не забудьте

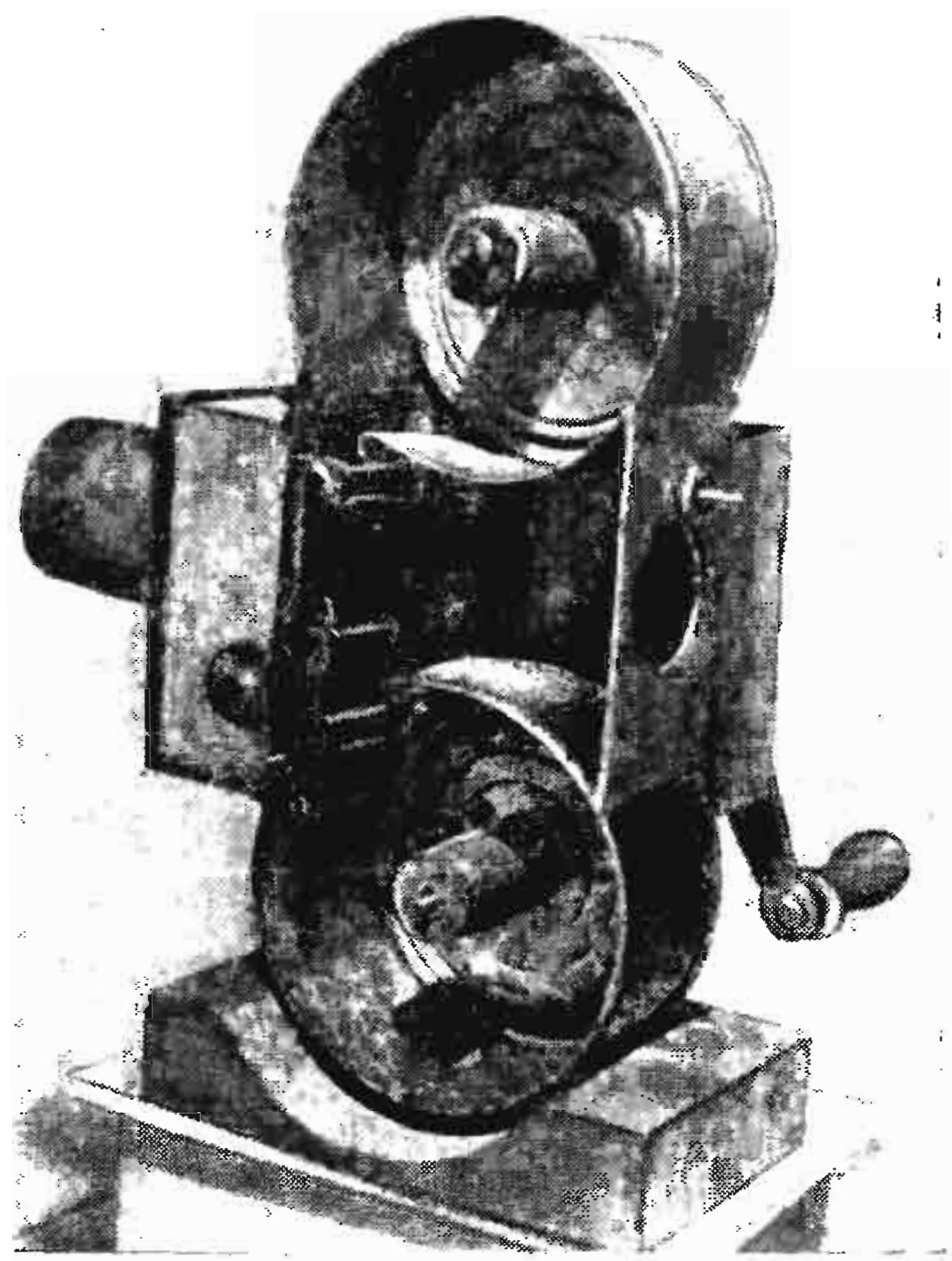


Рис. 119. Фото готового проекционно-съемочного киноаппарата.

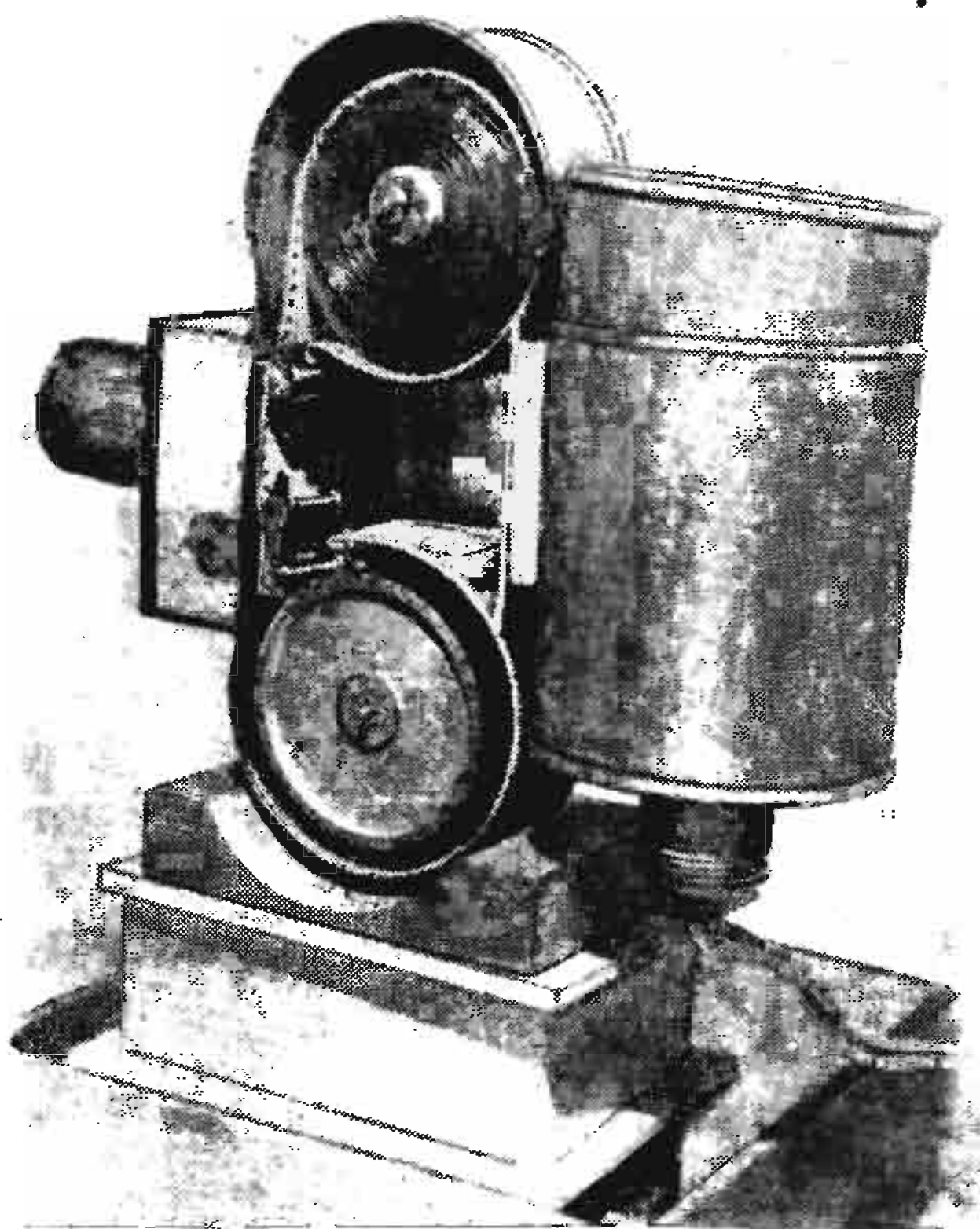


Рис. 120. Аппарат, заряженный киноплёнкой для проектирования.

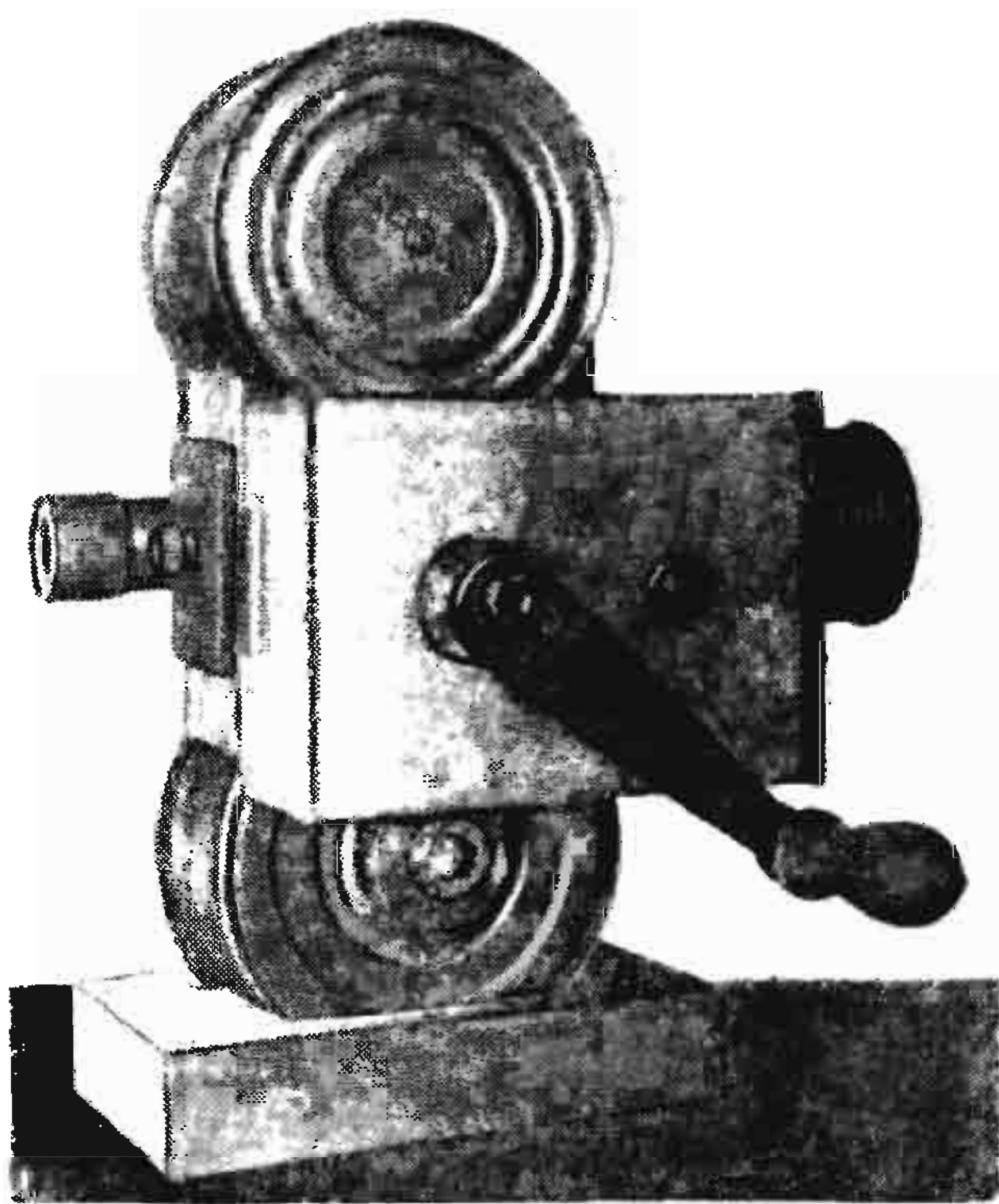


Рис. 121. Аппарат, приготовленный для киносъемки.

натянуть шнур на шкивы. Его можно сделать из прочной кожи или толстой круглого сечения резины. Шнур должен быть сильно натянутым.

Когда коробка с рабочим механизмом будет прочно прикреплена к корпусу, устанавливают obtюратор. Это делается так: ручка медленно вращается, а вы следите за тем, как сочетается работа obtюратора с работой мальтийской системы. При правильном их сочетании должно быть так: когда палец эксцентрика будет находиться против своей оси (если смотреть спереди), obtюратор должен начать закрывать снизу фильмовое окошко, а когда палец уже начнет входить в прорез мальтийского креста, фильмовое окошко должно быть полностью закрыто obtюратором. Obtюратор должен открыть окошко только тогда, когда палец эксцентрика, сделав оборот креста, станет выходить из его прореза. При таком сочетании действий будут обеспечены необходимые условия для киносъемки, то-есть светочувствительная пленка только тогда будет доступна для съемки, когда она будет неподвижно стоять в рамке, а во время своего движения будет закрыта от действия света. Здесь obtюратор будет выполнять роль затвора, работающего со скоростью приблизительно $\frac{1}{35}$ секунды.

Теперь мы можем повернуть к аппарату и переднюю стенку с объективом. Остается изготовить кассеты и бобины и еще некоторые приспособления, необходимые для работы аппарата—и он будет полностью готов к действию. См. фото на рис. 119, 120 и 121.

КАССЕТЫ

Название „кассета“ происходит от французского слова „кассетте“, что значит ящичек. Кассета и есть, в действительности, светонепроницаемый ящичек, с выдвижной крышкой, специально приспособленный для зарядки фотоаппарата светочувствительной пластинкой. Впоследствии, когда были сконструированы пленочные фотоаппараты, системы кассет значительно видоизменились.

Кассеты для нашего киносъемочного аппарата мы сделаем по типу кассет от фотоаппарата „лейка“, только размеры их будут значительно увеличены с тем, чтобы каждая кассета могла вмещать в себя не полтора метра, а примерно метров 20 светочувствительной киноплёнки.

Для изготовления кассет нам потребуются жестяные консервные банки диаметром 75 мм. Такие банки обычно имеют высоту 95 мм, что позволит нам из одной банки сделать две кассеты. Для этого банки аккуратно разрезают пополам. Делать это лучше трехгранным напильником. Сначала из толстой бумаги или картона отрезают полосу шириной 46 мм

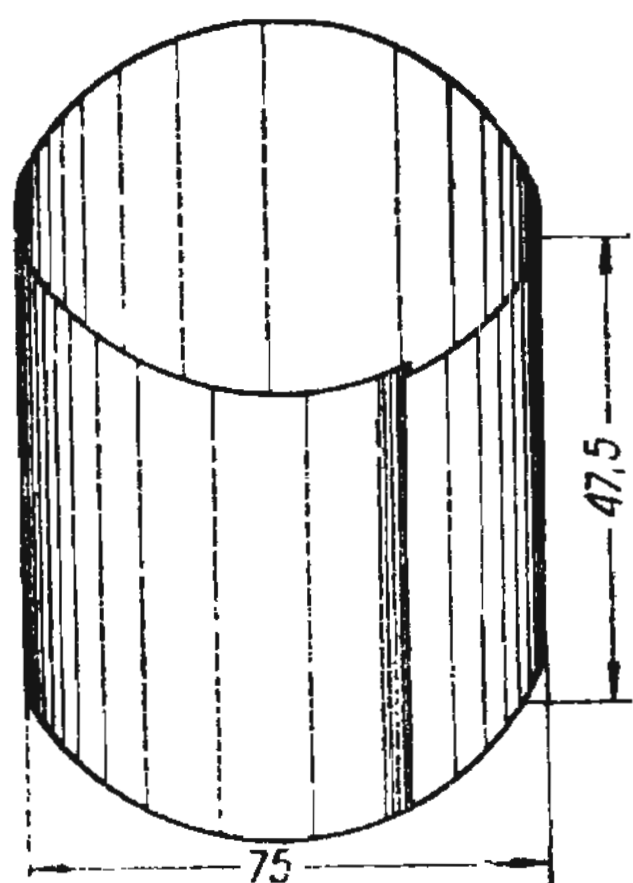


Рис. 122. Корпус кассеты из консервной банки.

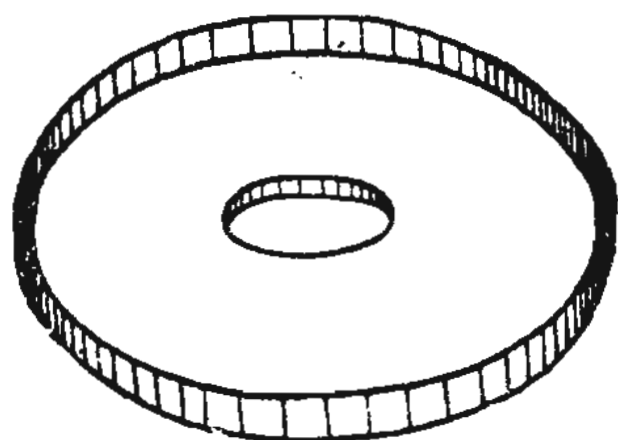


Рис. 123. Крышка кассеты.

и такой длины, чтобы она могла раза два-три обернуться вокруг банки. После этого по борту этой полоски осторожно делают пропил банки по всей окружности. Место распила после тщательно зачищается напильником и к образовавшемуся второму цилиндру сразу же припаивается дно.

Точно в центре дна обеих коробок просверливаются отверстия диаметром 11 мм. Каждая коробка разрезается по борту до дна. Одна из сторон разреза отгибается наружу на 7—8 мм. К другому же борту следует напаять такой же ширины полоску жести. Таким образом мы получим коробки с боковыми узкими щелями, через которые впоследствии и будет выходить пленка. Щель должна быть не шире 4 мм. По всей длине ее с каждой внутренней стороны приклеивают две полоски черного бархата ворсом, обращенным друг к другу. Это предохранит пленку, находящуюся в кассете, от постороннего света. Коробка с щелью показана на рис. 122.

Крышки к кассетам делаются из такой же жести от консервной банки. Крышки должны быть неглубокие, но такие, чтобы они плотно и точно закрывали кассеты. В центре крышек также просверливаются отверстия диаметром 11 мм. Обод крышки делается не сплошной, как обычно, а разрезанный и заходящий одним концом за другой так, чтобы при закрывании кассеты этот вырез приходился против щели коробки и плотно облегал ее. Крышка кассеты показана на рис. 123.

Остается сделать катушки для пленки. При их изготовлении можно с успехом использовать старые катушки из-под пленки фотоаппаратов „Любитель“ или „Комсомолец“. Имеющиеся на катушке щечки надо сдвинуть для этого по стержню так, чтобы расстояние между ними осталось равным 35 мм, то-есть равным ширине пленки, и в то же время концы стержня должны выдаваться за щечки на 5 мм. При этом конец стержня катушки, имеющий поперечный вырез под шпенек для вращения катушки, должен быть сохранен. Поэтому сначала надо сдвинуть на 5 мм щечку у этого конца стержня, а затем уже придвигать и вторую щечку. Лишнюю часть второго конца стержня следует аккуратно отпилить.

Для более надежного предохранения пленки от постороннего света, с внешней стороны щечек припаивается по кружку жести диаметром 65—70 мм.

Если не окажется под руками старых катушек от фотоаппарата, то катушки для кассет легко изготовить заново. Для этого требуется сухая деревянная палочка диаметром 15 мм и длиной 44 мм для каждой катушки. С одного конца этого стержня следует сделать пропил на глубину 5 мм по центру так, чтобы ширина пропила была равна 2 мм. Затем на стержень насаживаются щечки из жестяных дисков диаметром 65—70 мм. Для прочности скрепления дисков со стержнем желательно к дискам припаять предварительно по металлической втулочке высотой в 10 мм и внутренним диаметром 15 мм и затем уже насаживать диски на стержень внутрь втулками. Стержень должен иметь сквозное отверстие диаметром 4 мм.

В центре стержня прикрепляется мелкими шурупами металлическая пластинка для закрепления конца пленки. В готовых катушках от фотоаппарата для закрепления пленки имеются продольные сквозные щели. Готовая катушка показана на рис. 124.

Когда кассеты будут готовы, на катушку наматывается пленка, катушка вставляется в коробку, конец пленки продевается через выходную щель и коробка закрывается крышкой. После этого надо попробовать потянуть за конец пленки. Она должна выходить из кассеты свободно, но с заметным трением.

Когда кассета проверена и всё в ней в порядке, внутри необходимо окрасить ее черной тушью или оклеить черной фотографической бумагой.

Для нормальной работы нам потребуется, по меньшей мере, три кассеты, но желательно иметь их и больше, так как они облегчат нам работу, когда мы отправимся куда-нибудь за город на натурные съемки.

БОБИНЫ

Бобины — это катушки для намотки кинопленки. Они потребуются нам для проекционного аппарата. Можно, конечно, с успехом воспользоваться для этого и кассетами, но бобины удобнее и изготовление их не составит большого труда.

Бобины изготавливаются так же, как и катушки для кассеты. Для бобин щечки можно взять несколько большего

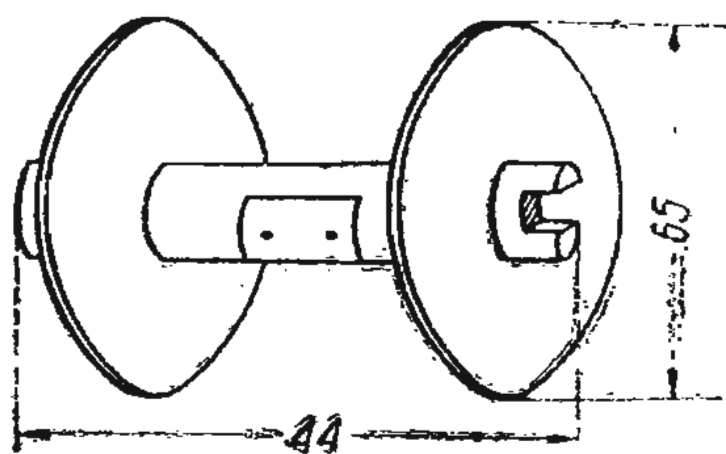


Рис. 124. Готовая фильмовая катушка для кассеты.

диаметра, чем у катушек, так как они будут вставляться непосредственно в корпус аппарата, но необходимо вторую щечку, которая будет надеваться с левой стороны стержня, то-есть не с прорезанной, сделать съёмной. Это необходимо для того, чтобы с бобины можно было снимать пленку и надевать на нее, не вынимая бобины из аппарата. Для того чтобы щечка свободно снималась и надевалась, ее не просто следует прикреплять к стержню, а сделать так, чтобы она надевалась на стержень с некоторым трением.

Для работы нашего проекционного аппарата потребуются две бобины.

ВИЗИР-ВИДОИСКАТЕЛЬ

Визир-видоискатель необходим нам в киносъемочном аппарате для того, чтобы можно было с точностью определять при съемке, какая часть видимого пространства попадает на кинокадр, так как непосредственно наблюдать за тем, какая часть снимаемого объекта или каким планом попал снимаемый объект на кинокадр, мы не сможем. Правда, киносъемочные аппараты старой конструкции имели такое приспособление. Оператор мог при съемке непосредственно наблюдать за всем, что происходило на кинокадре. Для этого у киносъемочного аппарата в задней стенке имелось отверстие с небольшой трубкой, через которую, прислоняясь глазом, и наблюдал оператор. В современных же, особенно малогабаритных, киносъемочных камерах применяются визиры-видоискатели. Устройство их очень простое.

Для изготовления визира-видоискателя потребуется одно уменьшительное стекло силой —7 или —8 диоптрий и хорошо, если найдется отрезок готовой металлической железной или медной трубки диаметром 30 мм и длиной 120 мм. Еще нам потребуется круглое простое, желательно толстое, стеклышко диаметром равным внутреннему диаметру трубки. Вот и всё. Если не найдется готовой трубки подходящих размеров, можно такую трубку сделать из жести от консервной банки.

Когда всё приобретено для визира-видоискателя, уменьшительное стекло подтачивается до размеров внутреннего диаметра трубки. Подтачивать это стекло надо очень осторожно и не спеша. Для этого стекло берут двумя пальцами за центр и, постепенно поворачивая, трут его ребром об наждачную шкурку до нужного диаметра.

Простое стекло надо аккуратно и осторожно надрезать алмазом двумя линиями, пересекающимися под прямым углом через центр. Это нужно для того, чтобы при наблюдении в визир-видоискатель можно было всегда ясно видеть, где находится центр кадра, и в соответствии с этим располагать объект на кадре. Можно стекло и не надрезать алмазом,

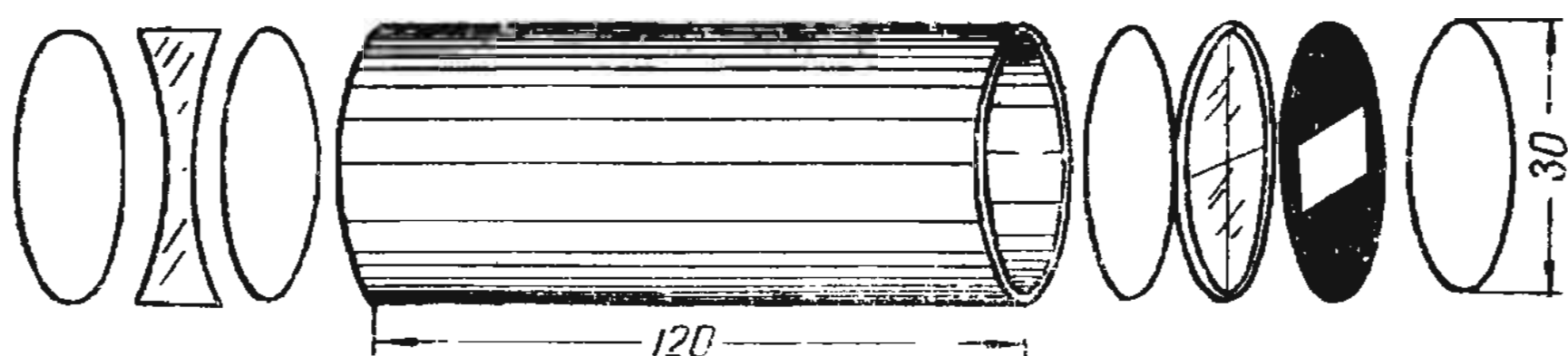


Рис. 125. Детали визира-видоискателя и порядок их расположения.

а начертить линии тушью или наклеить черные ниточки и затем вставлять стекло этой стороной внутрь трубки.

Когда будут произведены эти работы, трубка визира-видоискателя припаивается к крышке корпуса аппарата, которая показана на рис. 118. Трубку припаивать надо с внешней стороны строго горизонтально и посередине крышки так, чтобы она была на уровне объектива аппарата. После этого в передний конец трубки, то-есть в конец, который обращен в сторону объектива, вставляют уменьшительное стекло между двумя проволоочными кольцами, а в противоположный конец, в который будет наблюдать оператор, вставляют простое стекло и также закрепляют проволоочными кольцами.

Теперь надо зарядить аппарат незаснятой пленкой, установить его прочно на столе и навести на какой-нибудь объект с ясно очерченными границами, наблюдая через задний люк аппарата. При этом надо сравнить, насколько объект убирается в визире-видоискателе, и согласно границе кадра ограничить простое стекло рамкой из черной фотобумаги. После этого нам легко будет, не заглядывая на кадр, точно знать, в каком масштабе мы снимаем объект.

Детали и порядок их расположения в визире-видоискателе показаны на рис. 125.

ФОНАРЬ С КОНДЕНСАТОРОМ

Это приспособление необходимо только для кинопроекторного аппарата.

Для изготовления осветительного фонаря берется консервная банка диаметром 110 мм и высотой 120 мм. В дне банки делается отверстие, в которое ввертывается электрический патрон, заряженный шнуром длиной метра в полтора-два. Кроме этого, в дне делаются еще четыре отверстия диаметром в 10 мм для циркуляции воздуха. Стенка банки сбоку немного приминается так, чтобы образовалась небольшая плоскость шириной в 50 мм и на высоте 60 мм вырезается окно размером 35 × 35 мм (см. рис. 126 а).

По рис. 126 б из фанеры делается рамка для стекла и прикрепляется к банке двумя болтами так, чтобы их окна совпадали.

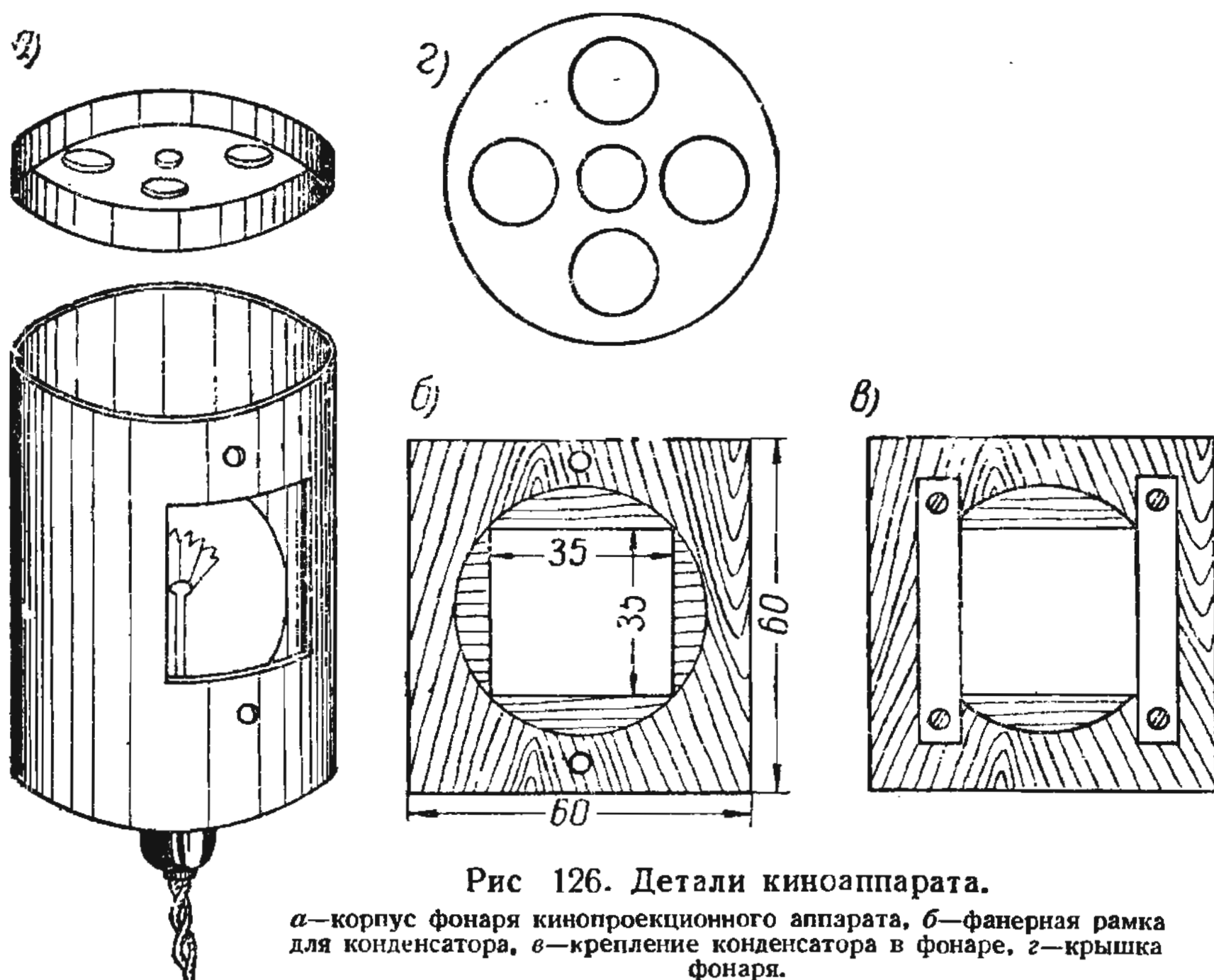


Рис 126. Детали киноаппарата.
а—корпус фонаря кинопроекторного аппарата, *б*—фанерная рамка для конденсатора, *в*—крепление конденсатора в фонаре, *г*—крышка фонаря.

Крышка фонаря делается из консервной банки такого же размера, как и сам фонарь. В крышке также просверливаются четыре или больше отверстий диаметром в 10 мм. А чтобы через них свет не выходил и не мешал зрителям при сеансе, надо взять кружок жести и, просверлив на нем такие же отверстия, вставить в крышку на расстоянии от дна на 10—15 мм и прикрепить в центре одним болтиком, но так, чтобы отверстия крышки и кружка не совпадали (см. рис. 126 г). При этом воздух будет достаточно хорошо циркулировать, а свет не будет проходить наружу. Вот и готов фонарь.

Конденсатор — слово латинское. Конденсировать — значит сгущать. В оптике конденсатором, или конденсором, называется линза или система линз, употребляемая для сгущения (конденсации) световых лучей. Вот и в нашем проекционном аппарате для того, чтобы от маломощной электрической лампочки получить более мощный пучок света, необходимо применить конденсатор. Практика показала, что для этого достаточно одного плосковыпуклого стекла диаметром 45 мм. Стекло кладется на деревянную рамку фонаря выпуклой стороной внутрь и прикрепляется при помощи маленьких шурупчиков двумя металлическими полосками (см. рис. 126 в).

В верхней части фонаря делается небольшое отверстие

для крепящего болтика. Отверстие надо делать с таким расчетом, чтобы фонарь, прикрепленный при помощи болтика к задней стенке корпуса аппарата, своим конденсором совпадал с отверстием в стенке аппарата.

ШТАТИВ

Для нормальной работы аппарата, особенно при киносъемке, необходим штатив. Можно для этой цели использовать и готовый штатив. Но штатив, который употребляется для фотоаппаратов, для нас непригоден — очень легкий. Как при съемке, так и при проекции такой штатив будет подрагивать, а это совершенно недопустимо. Поэтому из готовых штативов мы сможем применить только тяжелые штативы, употребляемые землемерами.

Если нет готового штатива, придется его сделать самому.

Прежде всего надо изготовить головку для штатива. Она выпиливается из толстой березовой доски по рис. 127 а. Доску лучше взять толщиной 5—7 см. А еще лучше, если головку сделать сборной из фанерных деталей. Такая головка будет очень прочной. Кружок головки (рис. 127 б) выпиливается из толстой фанеры.

В центре выступов головки просверливаются сквозные отверстия диаметром 8—10 мм, а в центре головки снизу прикрепляется штативный винт „в“ при помощи планки „г“ (см. рис. 127).

Ножки штатива должны быть устойчивыми, и потому их надо делать также из толстых сухих березовых досок по рис. 127 д. В верхних концах ножек, где сделаны пропилы для выступов головки штатива, также надо просверлить

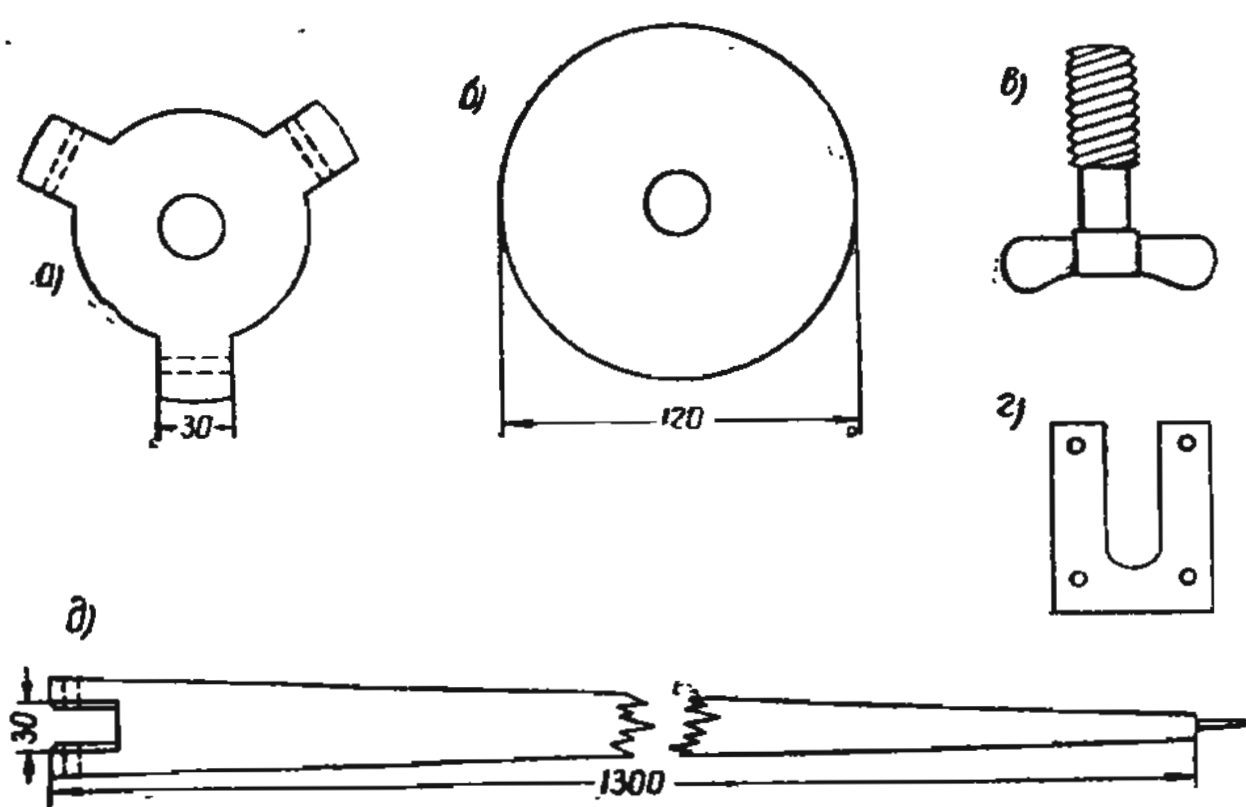


Рис. 127. Детали штатива.

а—головка штатива, б—кружок головки штатива, в—штативный винт, г—крепящая планка для винта, д—ножка штатива.

сквозные отверстия диаметром 8—10 мм, а в нижние концы вбить гвозди и скусить их наискось, чтобы штатив прочнее упирался в пол или грунт.

Когда все детали для штатива готовы, ножки надеваются на выступы головки и всё это плотно скрепляется болтами диаметром 8—10 мм. Готовый штатив не должен иметь ни малейшей качки.

Соответственно штативному винту, в основание аппарата надо врезать гайку, о чем упоминалось выше. Для этого в основании выдалбливается гнездо по форме гайки так, чтобы гайка прочно и полностью зашла в это гнездо, и затем сверху закрывается фанерной дощечкой с отверстием для штативного винта.

ИСПЫТАНИЕ АППАРАТА

Теперь, когда наш универсальный киноаппарат готов, его надо испытать. Главное, на что надо обратить внимание при испытании аппарата, это четкость работы механизма. От этого зависит успех работы как съемочного, так и проекционного аппарата. Для того чтобы убедиться в четкости работы механизма, аппарат следует испытать сначала как проекционный.

Для этого необходимо иметь несколько метров какой-нибудь старой кинокартины. Кинопленка наворачивается на верхнюю бобину, и бобина вставляется на место. Далее конец пленки продевается под первый прижимной ролик, пропускается по кадровой рамке, прижимается вторым и третьим прижимными роликами к барабану, и свободный конец закрепляется на нижней бобине. При этом надо следить за двумя моментами: во-первых, чтобы зубцы барабана вошли в перфорацию пленки и, во-вторых, при установке кадра в кадровой рамке обтюратор должен давать свободный доступ света через объектив. Не забывайте при зарядке, что киноаппарат перевертывает изображения, поэтому пленку надо вставлять „вверх ногами“ и эмульсией, обращенной к фонарю. Только при таком положении проекция будет вестись правильно.

Когда аппарат заряжен, в фонарь ввертывается электрическая лампочка в 75—100 ватт, фонарь закрывается и включается в сеть. Отброшенное на экран изображение кинокадра, наводится на резкость при помощи вращения объективной трубки и затем диафрагмой регулируется светосила. Диафрагма устанавливается так, чтобы на экране была наибольшая резкость изображения. При полной диафрагме наш несовершенный объектив дает расплывчатое изображение. Уменьшение диафрагмы несколько снижает яркость проекции, зато увеличивает резкость. А это очень важно при проекции.

Но вот вся предварительная подготовка проведена, вы беретесь за ручку киноаппарата и быстро, в темпе двух оборотов в секунду, начинаете ее вращать. В мгновение застывшее на экране изображение оживает: животные, люди начинают двигаться, жестикулировать. Вам надо несколько раз подряд пропустить киноплёнку, чтобы присмотреться, не дрожит ли аппарат, не „пляшет“ ли плёнка в аппарате, что будет заметно, если кадр будет частично выпрыгивать из рамки. Обратите серьезное внимание и на то, как нижняя бобина наматывает плёнку. Это очень важно при киносъёмке.

Если плёнка „пляшет“, значит прижимные ролики, особенно верхний, не достаточно плотно прижимают плёнку к кадровой рамке. Если же после исправления этого дефекта плёнка будет продолжать прыгать в рамке, то, значит, дело в неточности мальтийской системы, значит мальтийский крест имеет возможность качаться на эксцентрикe, а покачивание на 0,1 мм уже заметно скажется на точности работы аппарата.

Если нижняя бобина будет быстро наматывать плёнку и затем начнет ее с силой тянуть из-под барабана, это тоже никуда не годится. Значит мал шкив нижней бобины и его надо увеличить. Если, наоборот, нижняя бобина не будет успевать наматывать плёнку, надо уменьшить шкив.

Может случиться и так, что кадр плёнки не будет точно устанавливаться в кадровом окошке. Это может получиться от неправильного расчета при соединении кадрового окна с корпусом аппарата. Выход из этого положения один—надо перемонтировать кадровое окошко: или немного спустить, или немного приподнять его на корпусе.

После того как все дефекты будут устранены и аппарат, как проектор, будет работать с предельной точностью и легкостью (на что также следует обратить серьезное внимание, так как при съёмке нагрузка на рабочий механизм будет значительно больше, в силу дополнительных трений плёнки в кассетах и под прижимной колодкой), можно приступить и к самому серьезному и ответственному испытанию нашего аппарата—к киносъёмке.

ПРОЦЕСС КИНОСЪЁМКИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Прежде чем приступить непосредственно к киносъёмке, необходимо удостовериться в том, что наша камера совершенно светонепроницаема, то-есть в камеру, кроме объектива, нигде не попадает ни одного луча света. Постороннее отверстие в камере, даже в 0,1 мм, может испортить всю плёнку.

Для испытания светонепроницаемости камеру заряжают

небольшим куском светочувствительной киноплёнки так, чтобы она прошла через всю камеру свой обычный путь и по несколько сантиметров ещё осталось бы в каждой кассете. Всего для этого нам потребуется 30 см плёнки.

После того как камера будет заряжена, obtюратор ставится между объективом и кадровой рамкой с киноплёнкой, плотно закрывается отверстие в задней стенке камеры, боковая крышка, и аппарат выносится на яркий свет—днем на солнце, вечером в ярко освещенную комнату. Камера несколько минут поворачивается всеми сторонами к источнику света и после плёнка проявляется. Если на плёнке не проявятся темных пятен, что является признаком попадания на плёнку постороннего света, то мы можем быть вполне уверены в светонепроницаемости нашей камеры.

Второй, не менее важной подготовительной работой является регулировка фокусного расстояния объектива. Дело в том, что во время съёмки нам придется менять расстояние киносъёмочного аппарата от объекта съёмки. Изменение же этого расстояния при постоянном положении объектива может отразиться на резкости снимков. А навести аппарат на фокус во время съёмки мы не сможем, так как камера будет герметически закрыта со всех сторон. Для того чтобы мы могли при этих обстоятельствах, хотя бы приблизительно, с изменением расстояния между аппаратом и объектом менять и расстояние объектива от плёнки и тем самым наводить изображение на резкость, необходимо отрегулировать фокусное расстояние объектива и сделать для этого соответствующую шкалу, которой впоследствии и пользоваться для регулировки фокуса.

Камеру, как обычно, заряжают чистой, незаснятой, плёнкой, аппарат устанавливают на штативе и, наблюдая через отверстие в задней стенке камеры изображение отдаленных (метров на 20) предметов, наводят на резкость. Положение объектива при этом отмечается—на верхней части обеих объективных трубок проводится ровная черта и на неподвижной объективной трубке против этой черты ставится значок бесконечности ∞ .

Всегда, когда в дальнейшем нам придется делать съёмку отдаленных предметов на 20 и более метров, мы должны ставить объектив в такое положение, и безошибочно на плёнке будет получаться резкое изображение снимаемого предмета.

Затем аппарат придвигается к предмету на расстояние 10 метров и опять наводится на резкость. Новое положение объектива также отмечается, то-есть против черты, нанесенной на подвижной объективной трубке, ставится черта на неподвижной трубке и пишется цифра 10. Таким же образом надо сделать отметки фокусного расстояния на 6, 4, 3, 2 и 1,5 метра.

Когда эта предварительная работа будет закончена, отметки и цифры на неподвижной трубке надписываются—четко наносятся острым закаленным шилом и покрываются тушью или белилами, в зависимости от того, какого цвета будет трубка. Словом, надо сделать так, чтобы деления шкалы и цифры были хорошо заметны и ярко выделялись на общем фоне.

На подвижную объективную трубку необходимо припаять небольшую металлическую стрелку, конец которой должен соответственно приходиться против нанесенной на трубке черты. Таким образом, сопоставляя указатель с делением шкалы в соответствии с расстоянием объектива аппарата от объекта съемки, мы будем, не наблюдая за пленкой, точно устанавливать аппарат на фокус.

Миллиметрах в пяти от первого и последнего делений шкалы на трубке объектива напаиваются небольшие стерженьки так, чтобы, дойдя до них, стрелка препятствовала дальнейшему вращению объектива. Это ограничение будет поддерживать трубки объектива в постоянном соотношении между собой.

ЗАРЯДКА КАМЕРЫ

Светочувствительная кинопленка наматывается на катушку кассеты, катушка вставляется в футляр кассеты, через щель пропускается конец пленки, и закрытая кассета вставляется в верхнюю коробку аппарата.

Конец пленки пропускается под верхний прижимной ролик так, чтобы в дальнейшем пленка двигалась по кадровой рамке между ее боковыми выступами, затем пленка накладывается на зубчатый барабан и прижимается нижними роликами. Поворачивая за ручку аппарата, пленку пропускают в нижнюю коробку настолько, чтобы ее конец можно было зарядить в нижнюю кассету. После этого на пленку, против кадрового окошка, накладывается прижимная колодка и закрепляется так, чтобы при движении пленки она не оказывала ей большого сопротивления, но и не позволяла отставать от кадрового окошка. Пленка должна быть обращена светочувствительным слоем к объективу.

Когда зарядка произведена, камера закрывается боковой крышкой и плотно прижимается винтами, на объектив надевается предохранительный колпачок, и камеру можно вынести на свет.

Зарядка камеры должна производиться в совершенно темной комнате, куда, как и в камеру, не должен проникать ни малейший луч света. В зависимости от того, какой пленкой и какой чувствительности она будет заряжаться, зарядка ведется или при темнокрасном, или при темнозеленом фонаре.

Так, например, пленку „ортохром“ чувствительностью до 1200 можно заряжать при темнокрасном свете, а пленку „изохром“ — при темнозеленом свете.

Желательно для начала работы взять „ортохром“ чувствительностью не более 1200. Это позволит нам правильно зарядить камеру и в дальнейшем следить за процессом проявления и фиксирования, что очень важно для начинающего кинооператора. Пленки высшей чувствительности, независимо от их ортохроматичности, обрабатываются в полной темноте.

При покупке кинопленки необходимо подбирать пленку не только одинаковой чувствительности, но и с одинаковым номером эмульсии. Это обеспечит больший успех в работе как при экспозиции, так и при последующих обработках пленки.

ЭКСПОЗИЦИЯ

Экспозицией называется время, в течение которого светочувствительная пленка подвергается воздействию света, падающего через объектив и рисующего на пленке изображение снимаемого предмета.

При фотографировании фотоаппаратом, имеющим несколько скоростей затвора, работать значительно легче, чем при киносъемке, так как киносъемочный аппарат должен работать с определенной скоростью — 16—20 кадров съемки в секунду (теперь съемка звуковых кинофильмов производится с постоянной скоростью — 24 кадра в секунду), а следовательно, учитывая работу обтюратора, съемка должна вестись с определенной выдержкой-экспозицией $\frac{1}{30}$ или $\frac{1}{35}$ секунды, независимо от чувствительности пленки и от степени освещения снимаемого объекта. Поэтому главную роль в правильности экспозиции при киносъемке будет играть диафрагма. Только при помощи нее мы будем подбирать правильную экспозицию. Как это делается практически?

Предположим, что мы в начале июня производим натурные съемки на берегу заросшей кустарником речки. Нам надо будет заснять на пленку движение воды у какой-нибудь коряги, свесившейся с берега из-под нависшего тальника. Съемка производится в солнечный полдень с совершенно чистым небом. Снимать мы будем на пленке чувствительностью 1000. В таком случае ставится самая малая диафрагма и съемка ведется со скоростью не менее 20 кадров в секунду. Предположим далее, что на переднем плане появляется наш пионерский отряд, идущий на экскурсию или на рыбалку. Если пионеры будут находиться от аппарата дальше чем на 20 метров, то объектив мы оставляем в прежнем положении, но зато несколько увеличиваем его светосилу, то-есть расширяем отверстие диафрагмы. Или, не меняя положения

диафрагмы, сокращаем скорость съемки до 16 кадров в секунду. Вдруг совсем близко, метрах в 10 от аппарата, проходит вожатый отряда. Чтобы хорошо заснять его, мы быстро ставим указатель объектива на деление 10 и, не переставая вращать ручку аппарата, увеличиваем диафрагму, то-есть ставим рычажок ее на деление 30.

Но вот закончены натурные съемки. Вы возвращаетесь в лагерь раньше своего отряда, наставляете объектив на дорогу, уходящую вглубь леса и ждете появления на ней отряда. Время уже около пяти часов после полудня. Небо такое же чистое. Далеко на дороге появляется отряд. Вы делаете секунды три съемку далекодвигающегося отряда. Для скорости 16 кадров в секунду диафрагма остается в первоначальном положении, то-есть с самым маленьким отверстием. Вторичную съемку приближающегося отряда вы сделаете уже, когда он пойдет совсем близко и будет от аппарата метрах в 20. При этом, быстро задиафрагмировав объектив до 20, снимаете с той же скоростью 16 кадров в секунду. Отряд совсем близко проходит от аппарата, сначала он движется как бы на аппарат, затем проходит в пяти метрах от него, удаляется и входит в ворота лагеря. В таком случае надо действовать так.

Диафрагму вы можете оставить в прежнем положении, и при съемке, по мере того как отряд будет приближаться к аппарату, в соответствии с сокращением расстояния между ними, вы будете постоянно увеличивать фокусное расстояние объектива, то-есть двигать стрелку объектива от значка бесконечности к делению 5. Когда же отряд начнет двигаться мимо аппарата, вы объектив оставляете в покое, увеличиваете диафрагму до 15 и постепенно поворачиваете аппарат на штативе, держа на кадре несколько человек. Повернув аппарат в сторону лагеря, вы заснимете опять удаляющийся отряд, входящий в ворота лагеря. При этом необходимо соответственно регулировать фокусное расстояние объектива и диафрагму опять поставить на 20.

Далее предположим, что вы решили заснять, как возвращавшиеся с экскурсии пионеры вашего отряда обрабатывают собранные материалы и составляют гербарий растительности района. Съемка производится в ленинской комнате. Солнце уже на закате и совсем скрылось за лесом. Сиреневое небо постепенно темнеет, и, пока вы приготовитесь к съемке, наступают сумерки. Вам придется производить съемку уже при искусственном освещении.

Предположим, что в ленинской комнате включено три лампы по 200 ватт каждая, значит общей мощностью 600 ватт. Расположены лампы так, что они со всех сторон освещают пионеров за работой. Снимать вы будете с расстояния в 5 метров. При таких условиях съемку со скоростью 16 кадров

в секунду вы должны делать при диафрагме 25. Если при съемке будете использовать белые экраны, отражающие свет на объект, то при той же скорости съемку уже надо вести с диафрагмой 30.

В подборе правильной экспозиции, быстром изменении светосилы объектива и его фокусного расстояния в соответствии с условиями съемки, а также в выборе главного из происходящих событий для запечатления их на кинопленку и заключается вся сложность работы кинооператора. Зато как интересно будет, когда обработанную пленку вы продемонстрируете вашим аппаратом перед всеми учителями и учениками школы и на экране все увидят, как ваш отряд отдыхал и трудился в пионерском лагере!

ПРОЯВЛЕНИЕ

Кристаллы бромистого серебра светочувствительного слоя кинопленки, на которую падал свет с изображением снимаемых объектов, под действием света приобретают способность, при дальнейшей химической обработке особым составом, называемым проявителем, превращаться в металлическое серебро, которое выделяется на пленке черным пятном. А так как бромистое серебро, приготовленное из азотнокислого серебра и бромистого калия, обладает исключительно высокой чувствительностью к свету, то достаточно малейшей доли секунды, в течение которой световой луч отраженным светом нарисует изображение на пленке, чтобы видоизменить кристаллы бромистого серебра. При этом внешне на пленке никаких изменений заметить невозможно, но достаточно пленку опустить в проявитель, как на ней постепенно начнут выявляться сначала отдельные яркоосвещенные детали снимаемого объекта, а затем и вся картина. Те места, на которые упало больше света во время экспозиции, при проявлении больше выделяют металлического серебра и приобретут угольно-черный цвет, те же участки, которые были менее освещены, останутся светлыми. Таким образом мы получим негатив, т. е. обратное изображение объекта. То, что при съемке было белым, на пленке будет черным — и наоборот. Желаящие подробно ознакомиться с процессом химического преобразования атомов бромистого серебра под действием света и проявителя могут обратиться к специальной литературе по этому вопросу. Подробно об этом рассказано также в книге Д. З. Бунимович „Фотография“ из серии „Научно-популярная библиотека“, выпущенной Государственным издательством технико-теоретической литературы.

Для проявления пленки можно приобрести готовый метол-гидрохиноновый проявитель, но можно его составить и самому по следующим рецептам:

I. Воды	1 литр,
Метола	2 грамма,
Гидрохинона	6 граммов,
Сульфита натрия безводного	100 „
Буры	2 грамма.

II. Воды	1 литр,
Метола	8 граммов
Сульфита кристаллического	250 „
Соды углекислой безводной	5 „
Бромистого калия	2,5 грамма.

Первый проявитель будет проявлять пленку быстрее, чем второй, но зато второй проявитель более подходит для мелкозернистой пленки. Проявление нормально экспонированной пленки первым проявителем займет минут 6, тогда как вторым—не менее 15—20 минут, но зато негатив, проявленный вторым проявителем, будет более ровный, чем в первом случае.

Для проявления кинопленки нужны, кроме проявителя, ванны или бачки. Для начала можно воспользоваться имеющимися в продаже бачками для проявления фотопленки. В такой бачке можно одновременно проявлять только полтора метра пленки. Для этого придется нам снова разъединить составленные куски пленки и проявлять их по отдельности. Впоследствии надо потрудиться и сделать самому бачок или ванну, которая вмещала бы в себя сразу 20—25 метров пленки. Для этого могут быть использованы большие стеклянные банки, пластмассовые чаши или коробки. В обыкновенной бачке для того, чтобы свернутая в кольцо пленка не соприкасалась со стенками, ее сматывают вместе с коррексом — целлулоидной пленкой, имеющей много выступов по бортам. В бачках новой конструкции нижняя стенка бобины сделана ребристой, и потому здесь не требуется коррекса. Такой бачок показан на рис. 128. По типу такого бачка можно сделать самому бачок большего размера.

Нам потребуется, по меньшей мере, три таких бачка: один для проявителя, второй для воды и третий для фиксажа.

Для нормальной работы проявитель должен иметь температуру от 16 до 18° Цельсия, но не больше.

Точное время для проявления тем или иным проявителем устанавливается практически. Так как мы первое время будем работать не на особо светочувствительной пленке, а на такой, которую можно проявлять при красном свете, то время от времени мы должны просматривать негатив на красный свет и следить за процессом проявления. Нормально проявленным негатив считается тогда, когда белые места на нем начнут чуть сереть. После этого пленка переносится в бачок с чистой водой и промывается в нем в течение 20—30 минут.

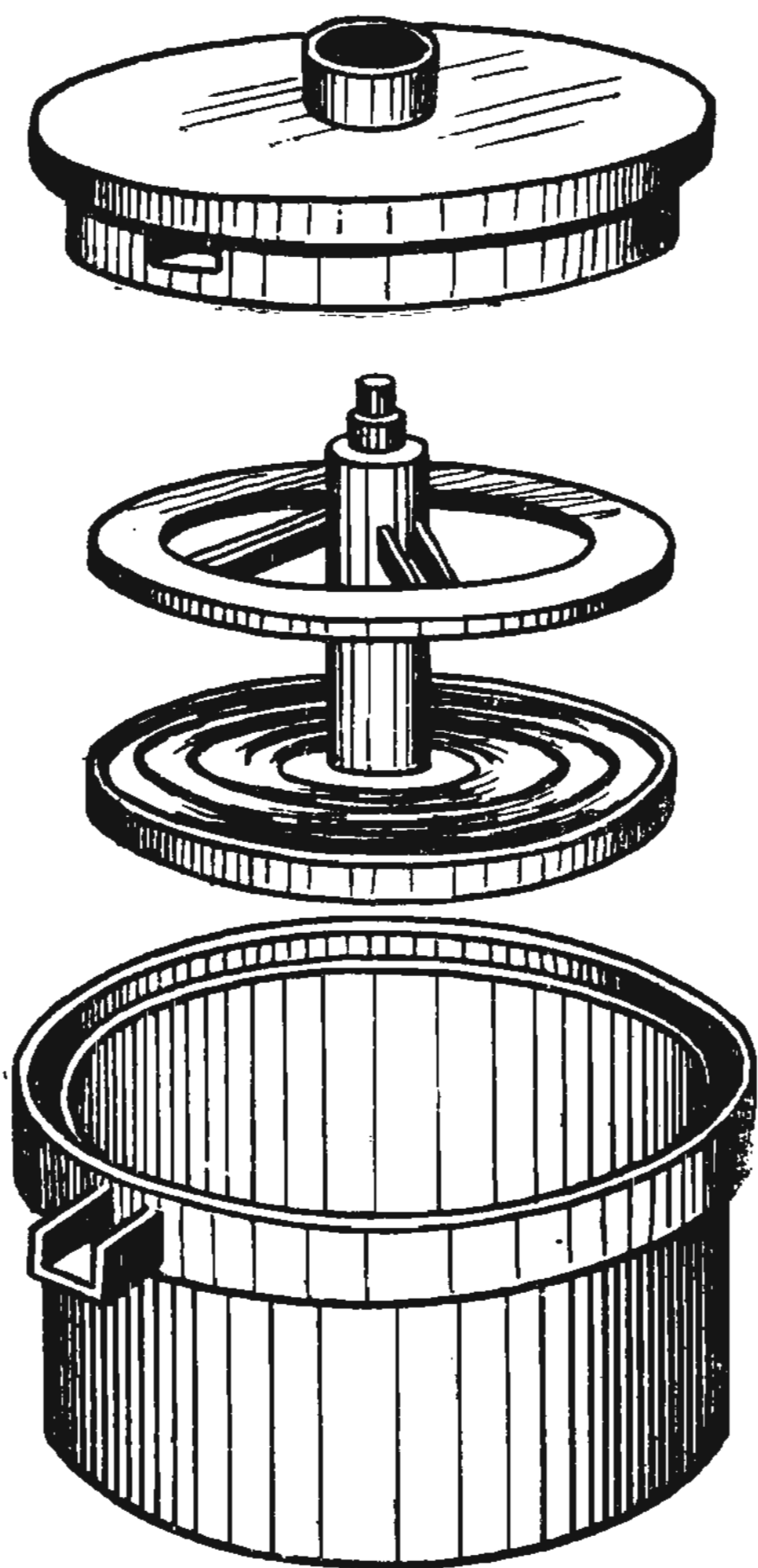


Рис. 128. Бачок для проявления киноплёнки.

Необходимо за это время несколько раз сменить воду.

Проявленный таким способом негатив еще боится света, потому что в его эмульсии осталось неразложившееся светом бромосеребро. И как только вы покажете негатив на свет, оставшееся бромосеребро быстро разложится на свои составные части, выделившееся металлическое серебро закроет остальную часть пленки, негатив покроется сплошным черным слоем, и его ничем уже нельзя будет восстановить. Для того чтобы этого не случилось, негатив необходимо зафиксировать, то-есть специальным раствором удалить из эмульсии остатки бромосеребра, и таким образом на пленке останется изображение, которое не боится света.

Для общих сведений следует знать, почему красный свет не действует на светочувствительную пленку. Собственно говоря, он также разлагает бромосеребро, но настолько медленно, что в течение того времени, пока идет обработка пленки, красный свет не успевает произвести в ней сколько-

нибудь значительных изменений. Бромосеребро особенно чувствительно к сине-фиолетовым лучам, мало чувствительно к желтым и почти не чувствительно к красным. Поэтому обыкновенная пленка не совсем верно передает цвета. Синие предметы, кажущиеся нам темными, на снимках выходят наиболее яркими, а желтые и красные, как самые яркие цвета, наоборот, выходят на снимке тусклыми. Для устранения этих недостатков теперь в фото- и кинопромышленности применяют так называемые сенсibilизированные эмульсии, которые одинаково чувствительны ко всем лучам спектра. Пленка с такой эмульсией проявляется в абсолютной темноте, в течение времени, которое зависит от состава и температуры проявителя.

ФИКСИРОВАНИЕ

После того как проявленный негатив хорошо промыт, его переносят в бачок с 20% раствором гипосульфита. Эта соль не входит в соединение с металлическим серебром, зато очень быстро соединяется с бромосеребром, и новое химическое соединение быстро растворяется в воде. Благодаря этому, те места на пленке, где осталось после проявления бромистое серебро, становятся совершенно прозрачными, с обратной стороны пленки сходит молочный налет, который обычно имеется после проявления. Когда совершенно белый налет с обратной стороны сойдет, фиксирование пленки считается законченным.

После фиксирования пленку необходимо промывать в проточной чистой воде не менее двух часов, чтобы окончательно удалить из желатинового слоя остатки химических реактивов и тем самым обеспечить негативу длительную сохранность. Хорошо промытые негативы могут храниться десятки лет.

СУШКА КИНОПЛЕНКИ

Тщательно промытый негатив надо хорошо высушить. Если обработка пленки велась отдельными небольшими отрезками в 1,5 метра, то такие пленки можно сушить, прищипывая их к веревке обыкновенными бельевыми прищипками. При этом к свободному концу пленки также прикрепляется прищипка или вешается за перфорационное отверстие небольшой грузик для того, чтобы по высыхании пленка не сворачивалась. Более длинную пленку можно сушить также на веревке, набросив пленку на нее в виде большой спирали эмульсией наружу. Сушка пленки должна производиться в теплом, сухом и совершенно чистом помещении. Незначительное присутствие пыли может осесть на сырую пленку и затем испортить на ней изображение. Поэтому лучше всего для сушки пленки сделать специальный сушильный шкаф.

Сушильный шкаф можно сделать из большого деревянного ящика с высотой стенок сантиметров 10—15. Недалеко от обеих торцевых стенок ящика привинчиваются деревянные ролики с выдающимися

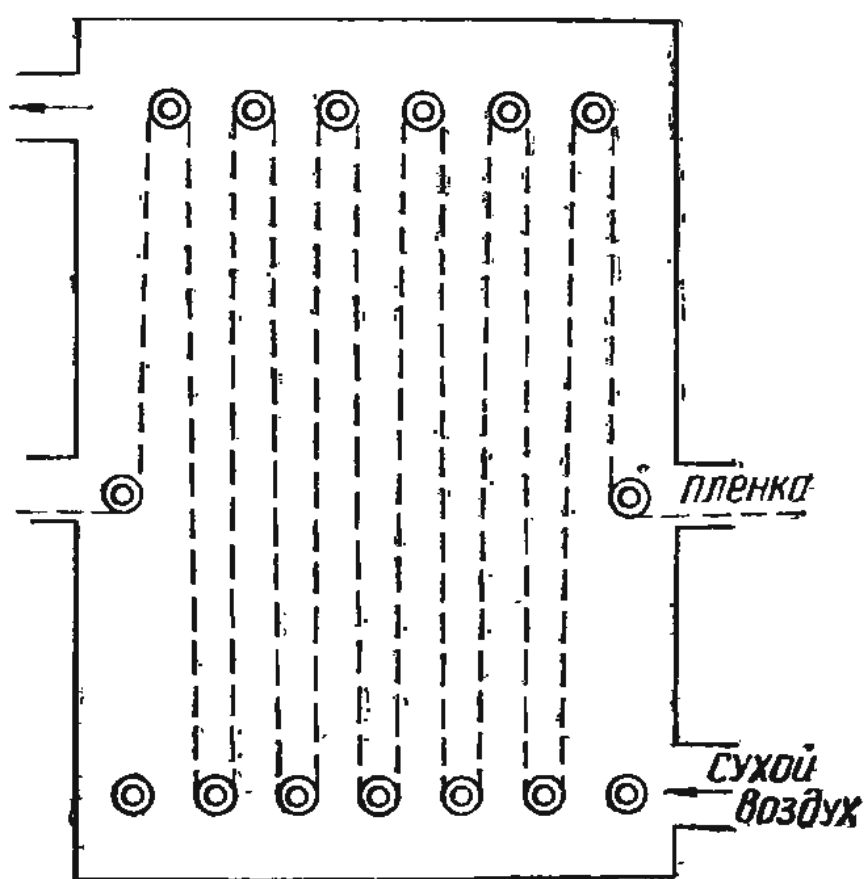


Рис. 129. Шкаф для сушки кинопленки.

бортами наподобие прижимных роликов аппарата. На эти ролики будет надеваться пленка в зигзагообразном порядке (см. рис. 129).

Для ускорения сушки негатива желательно через шкаф пропускать сухой чистый воздух. Температура при этом не должна быть выше 20—25°.

КОПИРОВАНИЕ ДИАПОЗИТИВА

Кинофильм — это и есть диапозитив, скопированный с негатива. Для того чтобы изготовлять, то-есть копировать диапозитивы, необходимо сделать специальный копировальный станочек или камеру.

Копировальная камера представляет собой светонепроницаемую коробку с двумя кассетами, в которых помещаются бобины. Одна из осей бобины — вращающаяся, с ручкой. Это необходимо для того, чтобы перематывать пленку.

Для прохода пленки из кассеты в кассету делается коридорчик, открытый с одной стороны в размер по высоте немного больше кинокадра, то-есть 24×24 мм. Коридорчик должен быть таким, чтобы в нем могли двигаться плотно прижатые друг к другу негатив и светочувствительная пленка. А чтобы свет, попадающий в окошко, не мог осветить пленку больше той площади, которая проходит через окошко, коридорчик надо оклеить черным бархатом.

Когда такой станочек, как показано на рис. 130, будет готов, можно приступать к копированию диапозитива, то-есть кинокартины.

Копировальная камера заряжается в темной комнате-лаборатории сразу негативом и светочувствительной пленкой. Для этого надо намотать на бобину сразу обе пленки, сложив их эмульсия к эмульсии. Затем бобину вставляют в верхнюю кассету и, пропустив через коридорчик концы

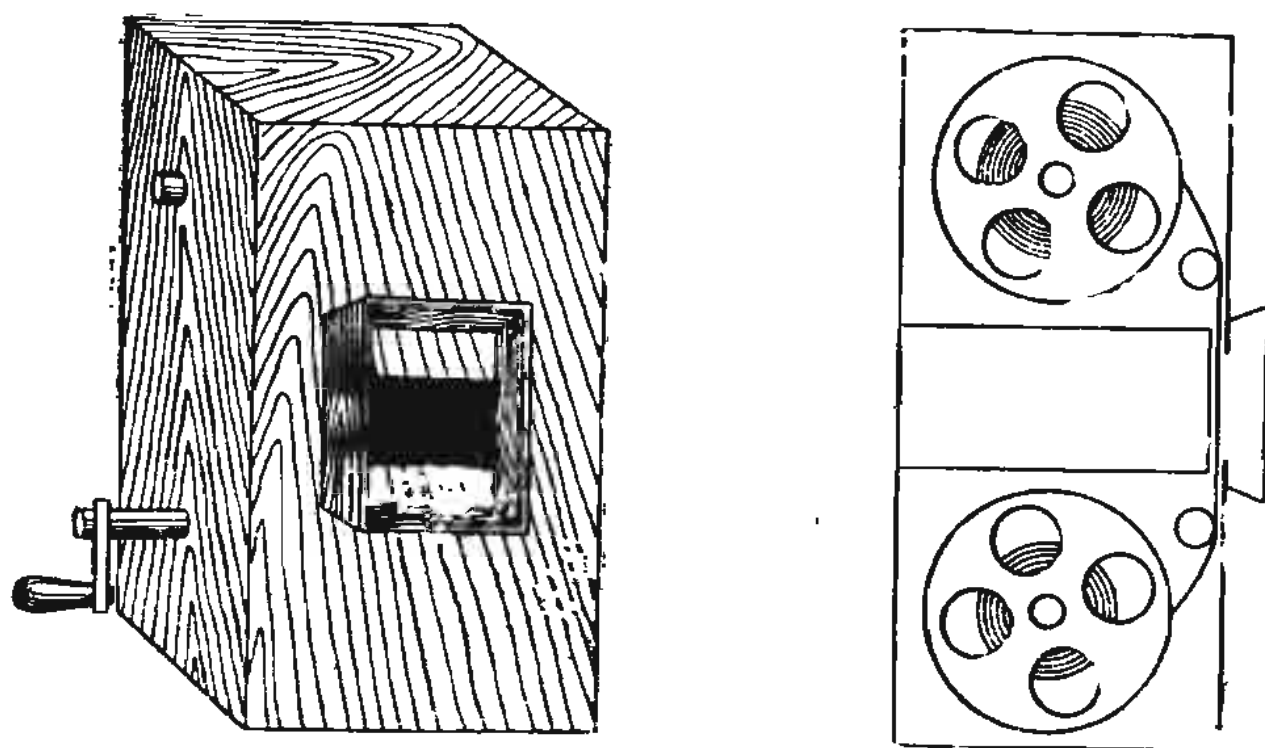


Рис. 130. Станочек для копирования.

пленок, закрепляют на бобине с ручкой. Камера закрывается боковой стенкой и выносится на свет. Пропускать через коридор пленку надо так, чтобы негатив приходился у окошка камеры.

При вращении бобины за ручку с определенной скоростью через окошко камеры будут вместе проходить негативная пленка и светочувствительная, на какую-то долю секунды освещаемые ярким светом. При этом произойдет тот же процесс с бромосеребром, что и при съемке, и после проявления и фиксирования на второй пленке мы получим диапозитив — готовую кинопленку.

Выдержка при копировании должна быть определена практически. Она зависит от степени освещаемости пленки, от ее чувствительности. Лучше для диапозитивов употреблять пленку с малой чувствительностью, а еще лучше, если вы достанете специальную диапозитивную пленку.

Если, например, вы будете копировать негатив на пленке чувствительностью 500 в июньский безоблачный полдень, то копирование должно проходить при той же скорости, что и съемка, то-есть 16—20 кадров в секунду. Если же вам придется копировать диапозитив на пленке той же чувствительности, что и при съемке, то-есть 1000, то копирование должно происходить при скорости около 40 кадров в секунду.

Небольшими кусками, метров по 10, копирование негатива можно произвести и при помощи нашего аппарата. Для этого только придется вывернуть объектив и пропустить через аппарат так же сразу две пленки — негативную и светочувствительную, сложенные эмульсиями вместе. Негативная пленка должна находиться со стороны трубки объектива. Диафрагма при этом должна быть полностью открыта.

ХРАНЕНИЕ КИНОПЛЕНКИ

Целлулоидная кинопленка — быстро воспламеняющийся материал. Поэтому в работе с ней и в особенности при ее хранении надо быть исключительно осторожным.

По правилам противопожарной охраны кинопленка должна храниться обязательно в плотно закрывающихся металлических коробках и в специальном, с двойными стенками металлическом ящике в прохладном и сухом месте, вдали от нагревательных приборов.

При работе с кинопленкой не разрешайте никому быть близко с открытым огнем, не разрешайте курить вблизи вас и зажигать спичек.

Пленка горит мгновенно, а при большом ее количестве и стесненном положении (как она находится в аппарате) воспламенившаяся пленка может дать взрыв большой силы.

Будьте осторожны и бдительны в обращении с кинопленкой!

СТАНОК ДЛЯ ПЕРЕМОТКИ ПЛЕНКИ

Перематывать пленку руками неудобно да и долго. Обычно для этого применяются специальные перемоточные станки. Станки эти состоят из двух стоек, расположенных одна от другой на расстоянии 40—50 см и высотой в 30 см. На одной из стоек—на правой, имеется зубчатая передача с ручкой для вращения ее. На другой стойке имеется только горизонтальная ось, на которую надевается бобина с пленкой.

Вторая пустая бобина надевается на ось с передачей и закрепляется на ней неподвижно так, чтобы бобина вращалась не на оси, а вместе с осью.

При перемотке пленка закрепляется в пустой бобине и вращением ручки приводится в быстрое движение. Такое приспособление позволяет скоро и хорошо перематывать пленки.

При перемотке надо следить, чтобы пленка не особенно сильно натягивалась, но и не особенно ослабевала, так как при этом ее можно легко порвать. Поэтому обычно при перемотке пленку слегка придерживают левой рукой. Но при этом надо также быть очень осторожным, чтобы не порезать руку довольно острым бортом пленки.

Передачу на перемоточном станке можно сделать и не из шестерен, а из шкивов с ремнем.

СЪЕМКА С ТЕЛЕОБЪЕКТИВОМ

Когда вы несколько освоитесь с работой киносъемочного аппарата, заснимете на кинопленку пионерский сбор у костра, пионерский лагерь или занятие в школе, вам, конечно, захочется сделать еще более интересные, натурные съемки, то-есть заснять на кинопленку пейзажи, особенно характерные природные ландшафты и безусловно, чтобы на фоне этих пейзажей в естественном виде показалась какая-нибудь зверушка или птичка. Но как сделать такую съемку? Ведь самый безобидный зверь или самая беспечная птица не подпустит вас на необходимое для съемки расстояние, а если вы будете снимать кинокамерой пейзаж на расстоянии, скажем, ружейного выстрела и на переднем плане будет сидеть, предположим, дятел, то на самом большом экране при демонстрации такой пленки вы дятла не увидите. Так как же сделать, чтобы был виден и красивый пейзаж и дятел, долбящий по коре дерева? Оказывается, это сделать вполне возможно. Надо только для такой съемки применить телеобъектив.

Телеобъектив — это такой объектив, который дает возможность сильно приближать оптически отдаленные предметы, как это делается при помощи бинокля или подзорной трубы.

И устроен телеобъектив по такому же принципу, как бинокль или подзорная труба.

Для телеобъектива к нашему аппарату надо приобрести два оптических стекла силой $+20$ диоптрий и -30 диоптрий.

Трубка для телеобъектива изготавливается из меди или жести длиной 100 мм и диаметром равным диаметру малой объективной трубки, то-есть 40 мм. На одном конце трубки припаивается проволочная спираль, как и на малой объективной трубке (см. раздел „Объектив“ и рис. 82).

Телеобъектив надо отрегулировать на постоянный фокус, сделать пометку на трубке, чтобы всегда знать после, как надо его устанавливать.

Когда вам потребуется, не приближая аппарата, снять объект так, как будто вы находитесь вблизи от него, вы вывинчиваете малую объективную трубку и ввинчиваете на ее место телеобъектив. Экспозиция при съемке с телеобъективом будет несколько иная при тех же условиях. Обычно при съемке с телеобъективом требуется увеличенная экспозиция.

Можно в качестве телеобъектива использовать бинокль, сделав для этого специальное приспособление, чтобы можно было бинокль прочно соединять с объективом киноаппарата.

СКОРОСТНАЯ КИНОСЪЕМКА

Скоростная киносъемка нужна в тех случаях, когда требуется проследить по элементам процесс быстрого движения. Делается это очень просто. Киносъемка производится с большей частотой, а фильм демонстрируется с той же скоростью—16—20 кадров в секунду. Например, если мы заснимем скачущую лошадь со скоростью 160—200 кадров в секунду, а потом будем демонстрировать этот фильм с обычной скоростью, то на экране мы увидим все элементы галопа лошади, замедленные в 10 раз, и таким образом сможем легко проследить за последовательностью всех ее движений при галопе.

Современные киноаппараты, приспособленные для скоростных съемок, могут производить съемки уже со скоростью нескольких тысяч кадров в секунду. Трудно представить себе скорость движения киноплёнки в аппарате при таких съемках. Даже при съемке со скоростью 1500 кадров в секунду пленка мчится в киноаппарате со скоростью более 100 километров в час, что равно скорости курьерского поезда. Такие аппараты называются рапидоаппаратами, или лупой времени.

Авторы книги „Как кино служит человеку“, выпущенной Гостехиздатом, — А. Федоров и Г. Григорьев рассказывают о скоростной киносъемке:

„Скоростная киносъемка широко применяется для научного

исследования сверхбыстрых процессов и явлений. Так, еще совсем недавно полет пули был недоступен нашему глазу. Мы могли наблюдать только разрушительные последствия действия пули. Вот рассыпается стекло, пробитое этим маленьким кусочком свинца, но летящая пуля так и осталась неуловимой для человеческого глаза.

Полет пули был заснят с помощью киноаппарата, могущего снимать со скоростью 3,5 тысячи кадров в секунду. А затем пленка демонстрировалась с обычной скоростью. Таким образом полет пули оказался замедленным на экране более чем в 150 раз. И глаз человека увидел совсем неожиданное. Вот, слегка вращаясь вокруг своей оси, пуля медленно проплывает по экрану, окруженная пороховыми газами. Вот она приближается к стеклу. Но что это? Пуля еще не коснулась гладкой поверхности стекла, как оно уже начинает выгибаться. Вслед за этим в стекле образовывается круглое отверстие, маленький стеклянный кружок отлетает далеко в сторону. В это отверстие плавно и спокойно проходит пуля. И когда она уже удалилась от стекла, последнее рассыпается на мелкие куски.

Что же произошло? Почему в стекле появилось отверстие и отчего стекло рассыпалось, когда пуля его совсем еще не касалась? Скоростная съемка дает точные ответы на все эти вопросы. Оказывается, отверстие в стекле проделала волна воздуха, сжатого быстро движущейся пулей, а окончательно разрушили стекло завихрения воздуха, образовавшиеся позади пули. Таким образом не пуля, а воздух разбил стекло!

Из приведенного примера ясно, как много нового сулит применение скоростной киносъемки. Ее можно использовать во множестве других областей науки и техники.

СЪЕМКА МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫХ ФИЛЬМОВ

Мультипликация — слово латинское и обозначает „умножение“. Метод мультипликации является самым старым методом кинематографии. Вспомните стробоскоп, приведенный на рис. 76 и 77. Размещенные на диске и в цилиндре рисунки, изображающие прыгающего человека, разложенные на элементы, при вращении диска и цилиндра кажутся зрителюдвигающимися. На этой же основе и построена современная мультипликация.

Мультипликационный фильм — это рисованный фильм. В нем „играют артисты“, нарисованные художниками. Тем не менее, мультипликационные фильмы смотрятся с большим интересом, так как своеобразие мультипликации создает особый колорит. Как же практически это делается?

Для того чтобы на экране ожили нарисованные художни-

ком персонажи пьесы, художник рисует для каждого персонажа несколько десятков, а иногда и сотен его изображений в различных положениях. Все движения персонажа разлагаются художником на их элементы, как это делается в стробоскопе. Затем все эти изображения персонажа в последовательном порядке снимаются на киноплёнке. Отличительной, характерной особенностью мультипликационных фильмов является еще и то, что все герои его двигаются не плавно, как в обыкновенных фильмах, а скачкообразно.

Чтобы заставить, например, нарисованную кошку двигаться на экране в течение 30 секунд, необходимо нарисовать более 700 отдельных рисунков кошки, изображающих различные фазы ее движений, так как на экране каждую секунду проходят 24 кадра — отдельных рисунков, изображающих последовательное изображение кошки. (Теперь, как вы помните, съемка ведется со скоростью 24 кадров в секунду.)

В действительности эта работа значительно облегчается тем, что художнику не нужно рисовать повторяющиеся положения кошки. Ведь если кошка охотится за мышкой, она при каждом прыжке совершает одинаковые движения, и, разложенные художником на элементы, их можно повторять бесчисленное количество раз, меняя лишь пейзаж, на фоне которого прыгает или крадется кошка.

Кроме этого, художник-мультипликатор облегчает свою работу путем копирования рисунков. Ведь у прыгающей кошки, устремленной за мышью, меняется лишь положение ног и туловища, голова же остается в одном положении. При этом художник копирует рисунок, изменяя в нем лишь положение ног и туловища. Для копировки мультипликационных рисунков применяется прозрачная бумага — калька.

Чтобы еще более упростить изготовление мультипликационного фильма, рисунки состоят из нескольких слоев прозрачных целлулоидных листов. На первом листе, например, рисуется фон, на втором листе — отдельные предметы, которые должны значительное время оставаться неподвижными, и, наконец, на третьем целлулоидном листе изображаются очередные движения персонажа фильма. Прозрачность целлулоида дает возможность смещать все три рисунка в один общий. При съемке в таком случае приходится менять только третий лист с изображением очередных элементов движения персонажа.

Можно еще больше упростить работу. Если персонажи должны совершать не очень сложные движения, например, прыжки, ходьбу и т. д., то можно сделать из картона фигуру с подвижными руками и ногами и при съемке только менять положение их. Менять костюмы таких фигурок тоже можно путем одевания их в различные бумажные платья. Особенно

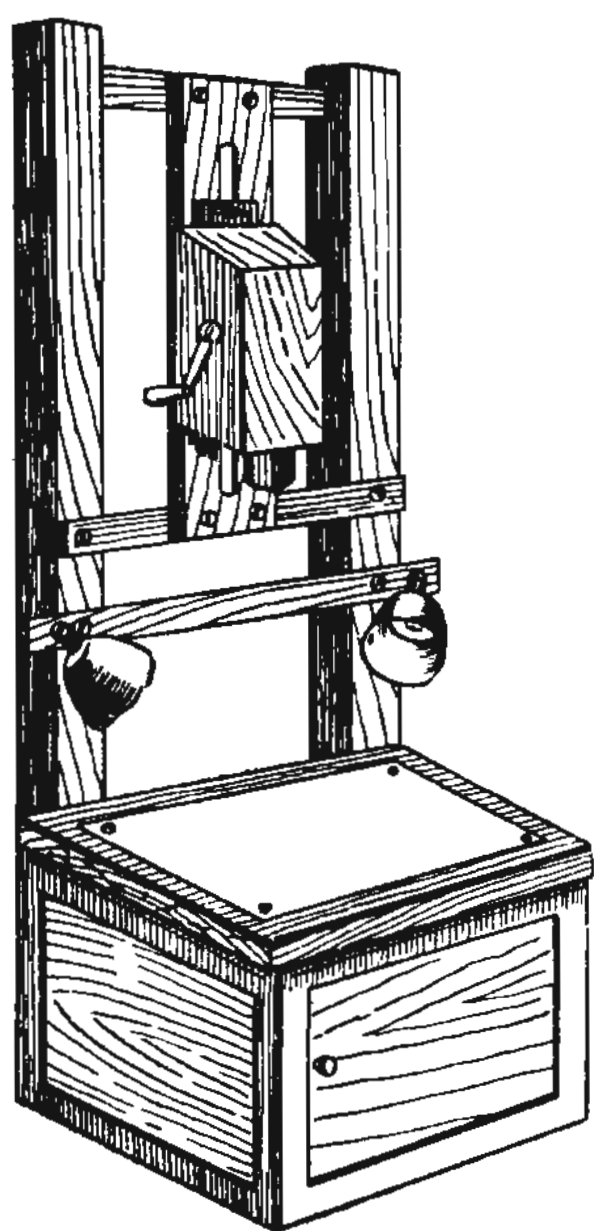


Рис. 131. Станок для съемки мультипликационных фильмов.

для начала работы это значительно облегчит создание первого мультипликационного фильма.

Подобным же образом изготавливаются и мультипликационные научно-технические и научно-популярные фильмы.

Но какие бы ни были введены усовершенствования в изготовление мультипликационных фильмов, все-таки это очень трудоемкая и кропотливая работа. Достаточно сказать, что для создания мультипликационного фильма „Ночь перед Рождеством“, по Н. В. Гоголю, выпущенного киностудией „Союзмультфильм“ в 1951 году, потребовалось в процессе съемки сделать около 80 тысяч рисунков. Над созданием этого фильма работало триста художников.

Для съемки мультипликаций необходимо сделать специальный станок по рис. 131.

Когда станок будет готов и на нем установлена киносъемочная камера, а также изготовлены рисунки для съемки, можно приступить непосредственно к съемке фильма. Делается это так.

На стол кладутся все три целлулоидные пластинки с изображением пейзажа и персонажей будущего фильма. Если персонажи будут двигаться только на фоне без видимости других предметов, находящихся как бы ближе общего фона, например забора двора, за которым виднеются деревья сада, то можно обойтись только двумя листами. На столе должна быть сделана рамка, строго ограничивающая положение целлулоидных листов.

Когда рисунки будут положены для съемки, кинокамера наводится на фокус и снимаются первые три кадра. Затем положение персонажа меняется на одну шестую часть полного комплекса его движения, и снова делается съемка на три кадра и так далее. При этом персонаж каждый раз должен смещаться на фоне в сторону движения. Если вам необходимо сделать так, чтобы движущийся персонаж фильма всегда находился в центре поля зрения, то, изменяя фазы его движения, вы должны его оставлять на том же месте, а пейзаж — задний фон — соответственно перемещать в противоположную сторону движения. Так кадр за кадром делается мультипликационная съемка.

Для того чтобы ускорить движение персонажей в фильме, съемку надо производить не на три кадра одной фазы дви-

жения, а на два или даже на один кадр. Таким образом, мы получим движение, разложенное не на 18 кадров, а на 12 или даже на 6 кадров. При демонстрации такого фильма с обычной скоростью в секунду будет проходить не один комплекс движения, а два или три. От этого получится впечатление ускоренного движения.

Наоборот, если нам потребуется показать замедленное движение персонажа, то мы должны каждую фазу его движения снимать не на 3, а на 6 или 9 кадров. Вообще для создания хорошего, хотя бы короткометражного мультипликационного фильма нужна значительная практика и исключительное трудолюбие. Но зато как интересно будет посмотреть на экране школьного кинозала на „ожившие“ рисунки!

После того как будет произведена киносъемка мультипликационного фильма, пленку обрабатывают тем же порядком, как и обычно, то-есть ее проявляют, фиксируют и копируют с негатива диапозитив.

КИНОПРОЕКЦИОННЫЙ АППАРАТ ИЗ ФИЛЬМОСКОПА

Кому трудно будет сразу сделать киносъемочный аппарат из-за сложности изготовления, главным образом точного рабочего механизма, obtюратора (затвора), так как там нужны конические шестерни, диафрагма и спиральная кремальера для наводки на фокус, тот может остановиться на изготовлении только проекционного киноаппарата. Здесь можно обойтись без ирисовой диафрагмы, специальной кремальеры, заменив ее обыкновенным вдвиганием одной объективной трубки в другую, или сделать ее упрощенную конструкцию, описанную в моей книге „Сделай сам“ на стр. 10 в статье „Фильмоскоп“. Не обязателен в кинопроекционном аппарате и obtюратор, так как со скоростью движения пленки в 16—20 кадров в секунду для глаза зрителя будет незаметна смена кадров на экране. И, наконец, в кинопроекционном аппарате не нужна светонепро-

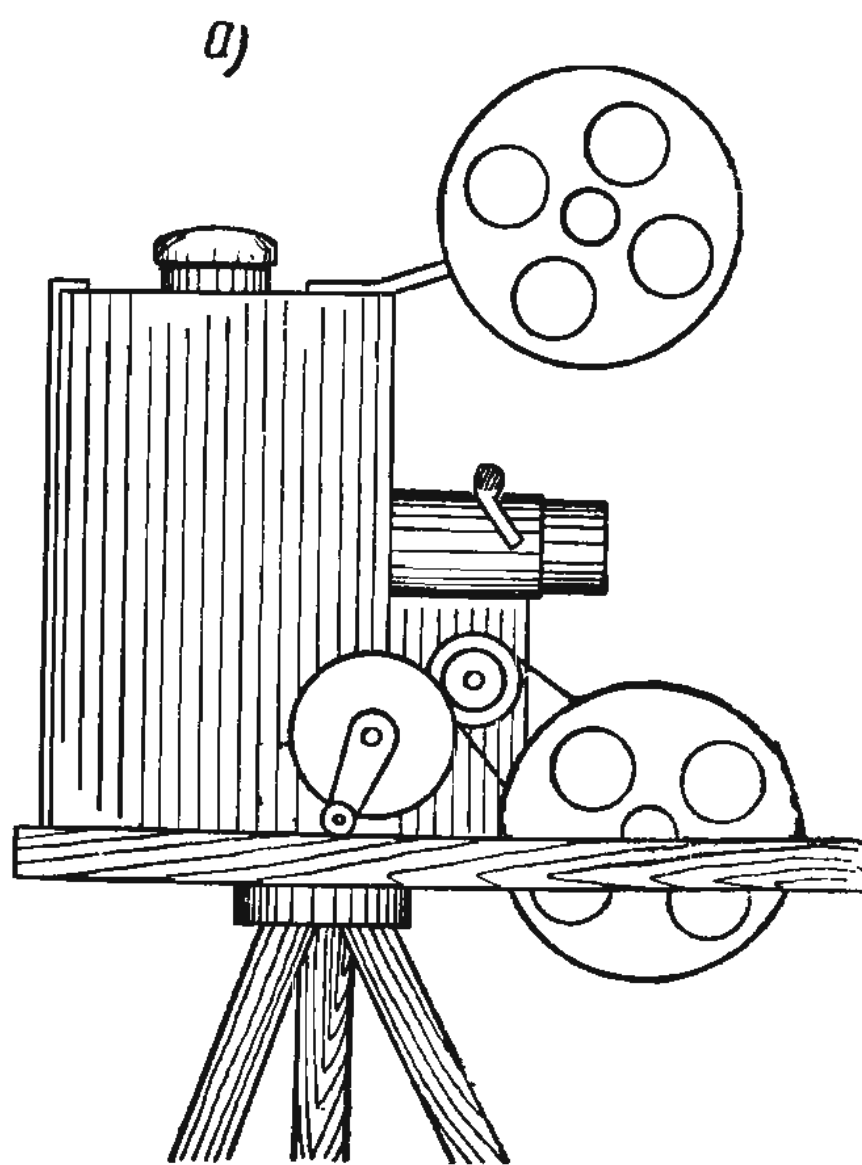


Рис. 132. Кинопроекционный аппарат, сделанный из фильмоскопа.

нищаемая камера, а следовательно все точности и сложности ее изготовления.

Таким образом у вас получится открытый вид киноаппарата (см. рис. 132). Для него придется только сделать закрытые металлические коробки для бобин и футляр для рабочих шестерен, чтобы обеспечить полную безопасность при работе.

Если у вас есть готовый фильмоскоп, фабричного изготовления или самостоятельно изготовленный по приведенной в моей книге модели, то его легко переделать в кинопроекционный аппарат. Для этого придется только сделать бобины и передаточный механизм, то-есть поставить барабан с мальтийским крестом и эксцентриком и зубчатую передачу к ним. Но таким аппаратом можно демонстрировать только готовые фильмы. Однако, имея кинопроекционный аппарат и фотоаппарат, можно без особого труда, если не считать работы художника, изготовить самому мультипликационные фильмы.

СЪЕМКА МУЛЬТИПЛИКАЦИИ ФОТОАППАРАТОМ

Для съемки мультипликационного фильма можно приспособить любой фотоаппарат, работающий на пленке, — „лейку“, „Любитель“, „Комсомолец“ и аппарат, описанный в моей книге „Сделай сам“ на стр. 17—37.

В этих аппаратах придется сделать только ограничительную кадровую рамку и указатель для того, чтобы передвигать пленку точно на один кинокадр. В фотоаппарате „лейка“ это сделать совсем нетрудно, так как кадр „лейки“ по размерам является равным точно двум кинокадрам.

Для использования широкоплечных фотоаппаратов в целях съемки мультипликационных фильмов необходимо

сделать кадровый ограничитель и приспособление для установки кадра.

Кадровый ограничитель вырезается из жести или из плотного картона прессшпана по рис. 133. Лучше всего для этого взять тонкую фибру или эбонит. После этого необходимо сделать ограничительные щечки на пленочных катушках. Они делаются из того же материала, что и кадровый ограничитель, но можно сделать и из тонкой сухой фанеры. Расположение щечек на катушке показано пунктиром на рис. 133.

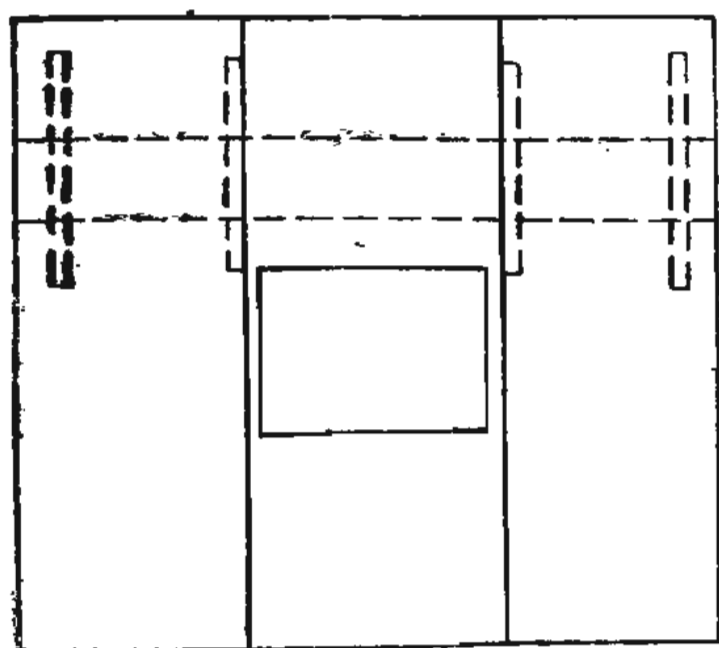


Рис. 133. Кадровый ограничитель для съемки мультипликационного фильма.

Ограничительные щетки устанавливаются по две штуки на каждой катушке с таким расчетом, чтобы намотанная между ними киноплёнка приходилась точно против объектива фотоаппарата.

Все эти приспособления должны быть окрашены черной тушью или краской. Кадровый ограничитель устанавливается с таким расчетом, чтобы его задняя сторона приходилась точно на уровне с кадровой рамкой фотоаппарата.

Приспособление для установки кадра делается очень просто. Для этого можно употребить защитную бумагу от использованной фотоплёнки. На ней с обратной стороны наносятся тушью поперечные линии на расстоянии 18 мм друг от друга. Из этой бумаги вырезается полоска по ширине киноплёнки и затем наматывается на верхнюю катушку вместе с киноплёнкой. В смотровом окошке в задней откидной стенке фотоаппарата по центру проводится горизонтальная линия. Ее можно начертить тушью на внутренней стороне слюды или прикрепить с той же стороны тонкую проволочку. Вот и всё!

При фотографировании на размер кинокадра вы в смотровое окошко будете наблюдать за тем, чтобы поперечные линии на слюде окошка и на защитной бумаге точно совпадали одна с другой. Это обеспечит точную установку плёнки на новый кадр для съёмки. Желательно линии на защитной бумаге пронумеровать по порядку. Это поможет вам знать, сколько кадров вы уже сфотографировали.

Съёмка мультипликационного фильма при помощи специально приспособленного фотоаппарата ничем не отличается от обычной мультипликационной киносъёмки.

МИКРОКИНОСЪЁМКА

Имея киносъёмочный аппарат и микроскоп, вы сможете отправить своих зрителей в необычайное путешествие в невидимый микромир. Ведь увидеть, что происходит в капле воды, рассмотреть в ней жизнь микроскопических существ можно только при помощи микроскопа. Однако в микроскоп одновременно может наблюдать только один человек. А как бы сделать так, чтобы эту жизнь могла одновременно наблюдать большая аудитория зрителей?

Для этого и придет к нам на помощь микрокиносъёмка.

Нужно прочно установить микроскоп на столике, приспособленном для мультипликационной съёмки. Микроскоп наводят на резкость рассматриваемого предмета, например капли воды, и закрепляют в таком положении. Затем объектив киносъёмочного аппарата устанавливается на постоянный фокус, то-есть рычажок установки фокусного расстояния объектива ставят на значок бесконечности ∞ , и объектив

киносъемочного аппарата вплотную придвигается к окуляру микроскопа. Место соединения объектива киносъемочного аппарата с окуляром микроскопа закрывают черной плотной материей, чтобы в объектив киносъемочного аппарата не смог проникнуть посторонний свет. Киносъемка производится обычным порядком.

При микрокиносъемке нужно соблюдать исключительную осторожность. Приборы не должны хотя бы в малейшей степени содрогаться,—иначе получатся большие искажения. Поэтому установку микроскопа и съемочной камеры надо делать очень прочно и устойчиво, а во время съемки вблизи аппаратов не должно быть никаких резких движений и особенно толчков. Вообще эту работу следует производить при абсолютном покое в помещении.

Микрокиносъемка требует также усиленного освещения снимаемого предмета. Поэтому обыкновенного отражательного зеркала микроскопа и дневного света для этого недостаточно. Необходимо на предмет направлять дополнительные яркие пучки света от высоковаттных электроламп.

ЦВЕТНОЙ КИНОФИЛЬМ

Для съемки цветных кинофильмов теперь применяется специальная трехслойная пленка с эмульсиями. Каждый слой такой пленки обладает избирательной чувствительностью по отношению к различным цветам спектра.

Верхний слой эмульсии чувствителен к синему цвету. Второй, промежуточный слой, состоящий из окрашенной в желтый цвет желатины и служащий светофильтром, наоборот, задерживает синие лучи и свободно пропускает через себя все остальные цвета спектра. Третий слой эмульсии чувствителен только к зеленым лучам, и последний, четвертый—к красным лучам спектра.

Своеобразие пленки для цветных съемок заключается еще и в том, что каждый слой эмульсии, помимо бромистого серебра, содержит еще бесцветные химические соединения, которые только после специального проявления превращаются в соответственно окрашенные вещества. Причем цвета этих веществ являются дополнительными к основным цветам—красному, синему и зеленому. В верхнем слое, чувствительном к синим лучам, содержатся вещества, которые при проявлении дают желтый краситель, во втором слое, чувствительном к зеленым лучам, при проявлении образуется пурпурный краситель, и в последнем слое, чувствительном к красным лучам, образуется голубой краситель.

При проявлении специальным проявителем красители выделяются только там, где появилось черное фотографическое изображение. После дальнейшей сложной химической обра-

ботки пленки на ней получается цветное изображение. Однако это изображение не соответствует действительной раскраске снимаемого объекта. Голубое небо, например, на негативе получится окрашенным, в буро-желтый цвет, зелень будет выглядеть пурпурной, а красный цвет, наоборот, зеленым.

Скопированное обычным способом с такого негатива на многослойной пленке изображение даст нам диапозитив, где снимаемый объект получится в натуральных цветах. В практике цветной кинематографии при копировании диапозитивов обычно применяются еще и светофильтры, которые значительно смягчают цвета.

Есть еще и другой способ получения цветной кинопленки — гидротипный. Но он еще сложнее в производстве. Желающие подробнее ознакомиться с производством цветных кинофильмов могут обратиться к специальной литературе по этому вопросу.

Нам, конечно, пока недоступно производство цветных кинофильмов таким способом: для этого надо иметь большую практику да и значительные средства. Но и в домашних условиях свои кинофильмы мы можем сделать цветными, только для этого потребуются применить много труда. Дело в том, что кинофильм можно раскрасить ручным способом.

Для раскраски диапозитива ручным способом надо иметь несколько тонких мягких кисточек, набор анилиновых красок и специальный станочек для работы. Станочек будет представлять собой небольшую доску с подставкой, как настольное зеркало. В доске прорезается отверстие в размер кинокадра и прибиваются ограничительные линейки для пленки. Для работы надо иметь также сильную лупу, так как без нее будет трудно работать, ибо мелкие детали на кадре можно по неосторожности закрасить другой краской, а от этого ухудшится зрительное впечатление.

Краски, прежде чем их употреблять в дело, должны быть проверены на испорченной кинопленке, так как не все они годятся для этой работы. Употреблять следует только те краски, которые после не смываются водой.

Кроме анилиновых красок, яркожелтый цвет дает акрихин, яркокоричневый тон сепии дает красный стрептоцид.

Практически раскраска диапозитива производится так: кинопленка в месте раскраски слегка смачивается водой, чтобы эмульсия немного пропиталась влагой. В таком случае краска лучше впитается в эмульсию, что придает большую прочность окраске. Практически приходится сразу смачивать 2—3 кадра. Затем на кончик кисточки берется растворенная на стеклышке краска и осторожно наносится на ту деталь снимка, которую мы желаем окрасить в данный цвет.

После того как кадр будет так раскрашен, его осторожно

обмывают водой при помощи ватного тампона. Если желательно, чтобы отдельные детали кадра были гуще окрашены, то на них вторично наносится краска и затем также излишний ее налет вытирается мокрым тампоном. За окраской следует наблюдать через увеличительное стекло и стараться не захватывать кисточкой посторонних деталей кадра. Особенная осторожность необходима во время раскрашивания лиц персонажей. При этом не следует спешить. Густоты окраски надо добиваться постепенным наложением краски на эмульсию. Если вы сразу наложите много краски, то окраска может получиться полосатой, и тогда ее очень трудно будет исправить, так как краска глубоко въедается в эмульсию пленки.

Так зарисовывая кадр за кадром, мы постепенно, правда, много потрудившись, сможем сделать себе цветной фильм.

ПРИКЛАДНЫЕ ИСКУССТВА

МОЗАИКА

ИСКУССТВО ДРЕВНИХ ВРЕМЕН

Мозаикой называется художественное произведение, узор, составленный из разноцветных камешков, стекла, кусков мрамора, окрашенных деревянных кубиков и т. д. Вышивка по канве или аппликацией также относится к мозаике. Разноцветные камешки или деревянные кубики группируются, подгоняются по рисунку и затем скрепляются связывающим веществом, например цементом, глиной, клеем—в зависимости от материала, из которого делается мозаика. Вблизи мозаичная картина часто кажется бессистемным набором разноцветных квадратов, прямоугольников и многоугольников. Но стоит только отойти от картины на некоторое расстояние, как пейзаж или портрет оживает: грани между отдельными элементами мозаики скрадываются, и вы видите точное воспроизведение рисунка.

Этому способствует своеобразная и исключительная особенность нашего глаза.

Наукой установлено, что в каждом глазу имеется примерно 126 миллионов палочек чувствительных клеток, из которых около 120 миллионов палочек и около 6 миллионов колбочек. Но в зрительном нерве всего около 1 миллиона волокон, так что в среднем каждое волокно связано со 130 клетками. Только в центральной ямке сетчатки глаза большинство колбочек обслуживается каждая отдельным волокном.

Диаметры колбочек в центральных местах сетчатки равны примерно 2,5 микрона (в среднем от 2 до 3 микронов, что равно 0,002—0,003 миллиметра). В центре ямки диаметр колбочек иногда уменьшается до 1 микрона, а ближе к краю сетчатки колбочки становятся толще и диаметр их доходит до 4—6 микрон.

Благодаря таким микроскопически малым чувствительным точкам сетчатки и их большой плотности, любая мозаичная картина с известного расстояния будет казаться нам сплошной, целостной. Только вблизи мы будем видеть, что она составлена из отдельных элементов.

Особого расцвета мозаика достигла в византийском искусстве VI—XIV веков, когда она употреблялась для украшения жилищ и храмов — их стен, полов.

Образцами мозаичного искусства являются украшения внутри таких древних архитектурных памятников, как Софийский собор в Киеве, Айя-София и Кихрие Джамии в Стамбуле и храмы в Равенне (северная Италия), в Палермо (Сицилия).

Прекрасным мозаистом был гениальный русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов.

В 1757 году он сделал великолепный мозаичный портрет Петра Первого. Но наиболее замечательным памятником искусства, созданным Ломоносовым, является единственная в мире по своим размерам мозаичная картина „Полтавская баталия“, которая стоит теперь в главном здании Академии наук в Ленинграде. Площадь „Полтавской баталии“ равна 30 квадратным метрам. Художественное исполнение и техническое совершенство этой картины уникальны.

Для того чтобы создать эту картину, Ломоносов проделал колоссальную технологическую работу по подбору цветов и по составлению разноцветных стекол, которые бы не боялись губительного действия времени.

„Чрез множество веков себе подобны зрятся
И ветхой древности грызенья не боятся“.

Для достижения этого Ломоносов произвел 2184 опыта, но достиг своего. Однако это совершенное произведение русского искусства долгое время оставалось непризнанным царскими вельможами. Картина „Полтавская баталия“, после смерти ее создателя, 17 лет стояла во дворе под навесом. Затем ее переместили на задний двор в Академию художеств, и только в 1900 году „Общество поощрения художников“ распилило картину на 9 частей, чтобы занести ее в здание. Но лишь советские реставраторы полностью восстановили эту картину грандиозного сражения, выполненную гениальным русским ученым, и отвели ей достойное и подобающее ей место.

Оформлена мозаичными картинами из цветного стекла построенная по проекту лауреата Сталинской премии архитектора А. Душкина одна из красивейших станций московского метрополитена — „Новослободская“. Станция состоит из трех расположенных рядом просторных туннелей. Особую красоту этому подземному вокзалу придают тридцать две картины из цветного стекла. Они рассказывают о

мирном созидательном труде советского народа. Каждая картина состоит более чем из двух тысяч кусочков цветного стекла.

Эти картины были изготовлены на рижском художественном комбинате „Максла“ по эскизам заслуженного деятеля искусств РСФСР П. Кори́на. Устанавливала их на станции „Новослободская“ группа латышских художников.

Мозаика—это своеобразное искусство, интересное и увлекательное. Этому искусству нетрудно обучиться. Для этого потребуется только интерес к нему и упорный труд.

Изготовление мозаичной картины—очень кропотливая и трудоемкая работа, но вместе с тем не такая уж сложная, как кажется на первый взгляд. Ее может выполнить каждый пионер и школьник, даже не умеющий хорошо рисовать. Повторяем, что для этого потребуется только упорство и любовь к делу. Наши пионеры и школьники не боятся трудностей и упорны в труде. Значит, они с успехом освоят и эту очень интересную область искусства.

С ЧЕГО НАЧАТЬ

С чего следует начать работу над мозаикой? Этот вопрос первым встанет перед вами, как только вы решите заняться изготовлением мозаичных картин. Постараемся на него сейчас и ответить.

Прежде чем приступить к изготовлению мозаичного рисунка по любому оригиналу—фотографии, литографии или просто карандашному наброску, надо определить, из каких элементов состоит наша мозаика. Следовательно, ее необходимо разложить на составные части. Для этого рисунок нужно разграфить остро отточенным карандашом на квадратики в 2 мм, иначе говоря, нанести на рисунок сетку из двухмиллиметровых квадратов (см. рис. 134).

Теперь присмотритесь внимательнее к этой фотографии, и вы без труда заметите, что некоторые квадратики на рисунке затушеваны в различные тона, а некоторые остаются совершенно белыми. Из этих-то различных по цвету квадратов-элементов и состоит изображение. Следовательно, если мы на разграфленном листе бумаги затушуем те квадратики, которые остаются черными на рисунке, и не тронем те, которые на рисунке остались белыми, то на листе графленной бумаги получится изображение оригинала. Рисунок 135 сделан только что описанным методом разложения на элементы.

Когда будет выполнена эта предварительная обработка рисунка, который желают воспроизвести в мозаике, следует приступить к заготовке материала. Неплохо будет, если вы разложение рисунка и воспроизведение его на графленной бумаге повторите несколько раз. Это даст вам определенную



Рис. 134. На портрет Л. Н. Толстого
нанесена сетка из двухмиллиметровых
квадратиков.

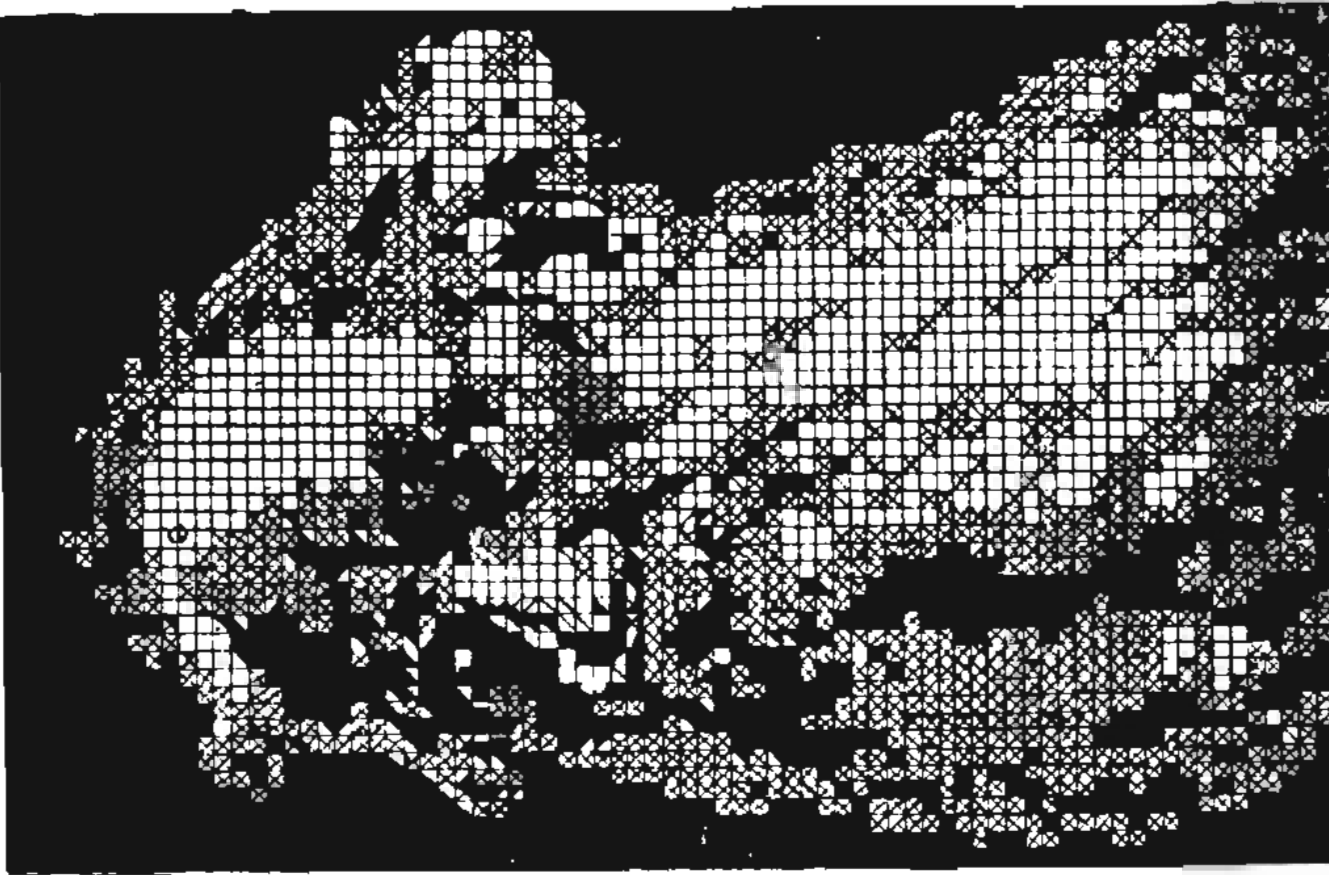


Рис. 135. Рисунок, сделанный методом
разложения на элементы-квадратики.

практику в этом важном процессе. Причем не забудьте, что увеличение клетки на бумаге вдвое по сравнению с клеткой рисунка увеличит вдвое и воспроизведенное изображение.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ МОЗАИКИ

Материал для мозаики можно использовать любой. Для этого подойдут гипсовые, меловые, цементные, глиняные кирпичики, деревянные шашки, осколки разноцветного стекла и даже конфетти. Кирпичики для мозаики можно сделать специально в заранее приготовленных формах, а можно выточить и из обломков силикатного и обожженного кирпича. Только последняя работа будет значительно сложнее и займет намного больше времени, чем приготовление кирпичиков в форме.

Вообще мозаика составляется из элементов различной формы и величины. Они подбираются друг к другу в соответствии с рисунком. Но для начала это очень сложно, и потому мы предлагаем первую мозаичную картину или портрет составить из одинаковых элементов, то-есть из кирпичиков одинаковой формы и величины.

Для приготовления кирпичиков необходимо сделать форму из жести или из фанеры с несколькими секциями так, чтобы можно было одновременно формовать по нескольку кирпичиков. Это значительно ускорит нашу работу. Размерыготавливаемых кирпичиков зависят от размеров мозаики, которую мы решили изготовить. Например, для изготовления мозаичного портрета Льва Николаевича Толстого, размером 75×125 см, потребуются кирпичики площадью в полтора квадратных сантиметра и три сантиметра высотой. Форма, в которой изготавливаются кирпичики, показаны на рис. 136.

Как видно из рисунка, форма изготавливается очень просто. Для нее берутся полоски жести или фанеры длиной в 20 см и высотой в 3 см. Затем они размечаются поперечными линиями на расстоянии 1,5 см одна от другой. Когда разметка окончена, надо прорезать ножницами, если это жечь, каждую линию до середины полоски, или пропилить, если это фанера. Такие полоски вставляются прорезами одна в другую по очереди, и таким образом получается плетеная коробка

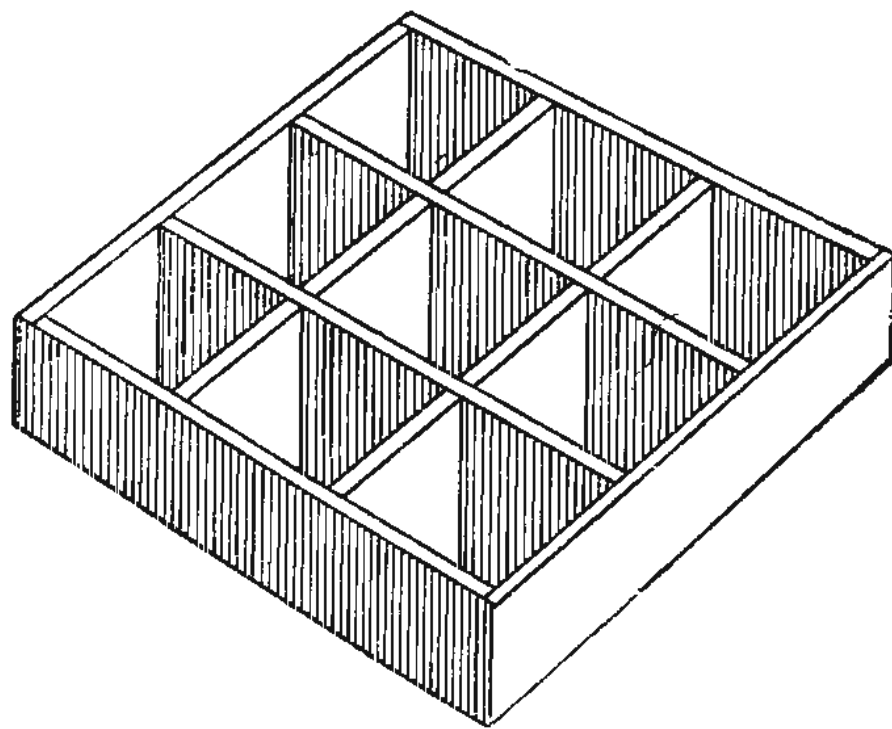


Рис. 136. Форма для изготовления кирпичиков.

со многими секциями в 1,5 кв. см каждая. Вот и готова форма.

Материал для формовки кирпичиков лучше сразу же покрасить в необходимый нам цвет. На первый раз нам потребуется только три цвета: черный, серый и белый. Когда будет накоплен достаточный опыт, можно будет составить и многоцветную мозаику. Но можно кирпичики подкрасить и после того, как они будут сформованы. Только при этом краска не так прочно будет держаться в материале, и если мозаика будет попадать под действие дождя, краска быстро смывается и испортит впечатление.

Гипс, мел, алебастр, глину можно подкрашивать сухой краской, анилиновой например, той что употребляется для окраски тканей. Деревянные шашки лучше покрасить масляной краской. Конфетти можно наштамповать из разноцветной бумаги дыроколом или же окрасить предварительно белую бумагу акварельными красками.

Когда материал для формовки приготовлен, можно приступить к изготовлению кирпичиков. Для этого сухой гипс (мел, алебастр) или глина размешивается с водой до тестообразного состояния и накладывается в формы. Сверху заполненная массой форма приглаживается ровной палочкой и чуть опрыскивается водой, чтобы лицевая поверхность кирпичика была гладкой. Когда кирпичики высохнут, они вынимаются из формы. При этом надо слегка постучать по форме, чтобы кирпичики отстали от стенок. Для облегчения съема кирпичиков необходимо перед их формовкой смачивать стенки формы водой. Таким образом надо наформовать нужное нам количество кирпичиков.

СОСТАВЛЕНИЕ МОЗАИКИ

Составление мозаики теперь, когда у нас имеется разложенный на элементы портрет, нетрудно, но это самый ответственный момент во всей работе. Он требует исключительного внимания. Достаточно только один кирпичик положить неправильно — и вся работа может быть испорчена. Спешить здесь не следует. Проверяйте себя на каждом шагу, — правильно ли вы сделали, — прежде чем продолжать работу.

Кирпичики надо укладывать аккуратно и плотно друг к другу, предварительно смачивая их в каком-нибудь склеивающем растворе — в клейстере или в гуммиарабике, а лучше всего в жидком однородном с кирпичиками растворе. Когда будет выложена первая линия кирпичиков, необходимо проверить по рисунку правильность их расположения и только тогда продолжать работу.

МОЗАИКА ИЗ КОНФЕТТИ

Оригинальные портреты получаются из конфетти. Такие портреты изготовить еще легче. Для этого не нужно формировать кирпичики, а требуется только наштамповать обыкновенным конторским дыроколом конфетти из разноцветной бумаги, например черной и желтой,—и материал готов.

Теперь надо взять лист белой бумаги, желательно плотной, провести на ней ровную черту по линейке и наклеить ровно и аккуратно один к другому столько кружочков конфетти, сколько клеточек имеется на рисунке. Вторая строчка кружочков наклеивается вплотную к первой, но так, чтобы кружочки точно приходились один против другого независимо от их цвета. Белые клеточки на рисунке можно не заклеивать на бумаге — они будут служить основным фоном.

На рисунках 137 и 138 вы видите разложенный на элементы и воспроизведенный из конфетти портрет Маяковского.

Таковыми мозаичными портретами можно с успехом украсить стены класса или пионерской комнаты. В этом есть своеобразная прелесть.



Рис. 137. Разложенный на элементы портрет Маяковского.

МОЗАИКА В ЦВЕТНИКЕ

Весной мозаичные портреты можно высадить из декоративной травы и цветов. Процесс изготовления такой мозаики тот же. Здесь надо приготовленную грядку так же разделить на секции и засаживать их различной по оттенкам травой так же аккуратно, чтобы не засадить ненужный квадрат.

Когда трава примется и подрастет, мы получим оригинальный портрет.

Можно выложить мозаику в цветнике и из разноцветного песка.



Рис. 138. Воспроизведенный из конфетти
портрет Маяковского.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КАРАНДАШ

Оригинальные наброски, то-есть зарисовки с натуры, можно сделать свинцовым или тушевальным карандашом, если обладать хотя бы элементарно искусством живописи. Мы знаем, что великие русские художники всегда пользовались карандашными набросками с натуры в процессе творческой работы над своими гениальными полотнами. И классики и современные художники уделяют большое внимание карандашным рисункам. Рисунок, выполненный карандашом, отличается своеобразным оттенком и по-своему хорош, хотя он далек от художественной выразительности и того богатого колорита, которым отличаются картины, выполненные акварелью и, тем более, масляными красками.

С давних пор художники осваивали художественную резьбу по дереву, а также и выжигание как по дереву, так по коже и кости. Особенно оригинальные рисунки получаются путем выжигания их накалившимся прутом на серой замше. Лет 50 тому назад, например, такое выжигание применяли для украшения дамских сумочек — ридикюлей. Это была трудоемкая и кропотливая работа. Художник накаливал металлический пруток с заостренным концом на раскаленных углях или над спиртовкой и затем по карандашному наброску выжигал на дереве или замше кончиком прутка соответствующие контуры. Такой рисунок не стирается и по-своему прелестен. Позднее были сконструированы специальные выжигательные иглы, работающие от спиртовой или бензиновой горелки.

Теперь, когда в наш быт все прочнее входит электричество, стало возможным использовать его для выжигания рисунков на дереве. Об устройстве электрического карандаша и его использовании мы сейчас и расскажем.

Сначала мы расскажем, как самому сделать электрический карандаш, питаемый током от понижающего трансформатора, уже описанного в этой книге выше, а потом и о других возможных моделях.

Для нашей цели можно применять любой понижающий трансформатор с понижением напряжения до 2—4 вольт, но с достаточной силой тока, чтобы он не перегревался при замыкании его на сопротивление электрического карандаша.

Трансформатор системы „Гном“, употребляемый для питания электрических звонков, не годится: сила тока на его понижающих обмотках слишком мала для нашей цели, и потому трансформатор, быстро перегревшись, может сгореть.

Для электрического карандаша нам потребуется штепсельная вилка со шнуром длиной в метр и деревянная палочка для ручки.

Шнур надо зарядить в вилку не через торцевое отверстие,

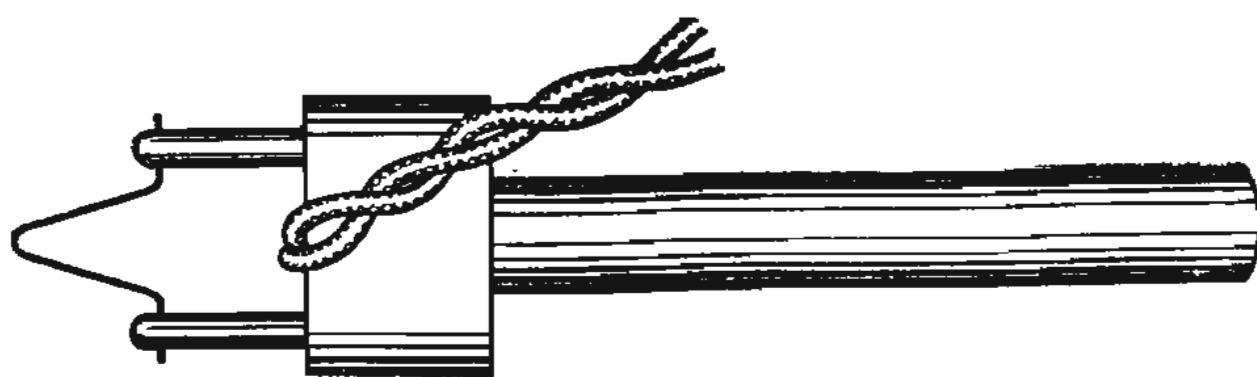


Рис. 139. Электрический карандаш из штепсельной вилки.



Рис. 140. Электрический карандаш из эбонитовой трубки.

а сбоку. Для этого в щеке штепсельной вилки со стороны штепселя выпиливается трехгранным напильником выем глубиной 6—8 мм.

Когда шнур заряжен, в торцевое отверстие вилки вставляется ручка длиной в 10 см. Ручку надо вставлять плотно, чтобы она не качалась в вилке.

В штепсельную вилку вставляется отрезок спирали от электроплитки длиной в 3 см, изогнутый под острым углом. Вот и готов карандаш (см. рис. 139).

Карандаш этот питается напряжением в 2 вольта. Если у нашего трансформатора нет такого понижения напряжения, то можно воспользоваться и напряжением в 4 вольта. Только в этих случаях проволоку надо брать длиной в 5—6 см.

При включении нашего карандаша в трансформатор проволока сразу же накаливается до светлокрасного каления, и карандаш готов к работе. Если проволока будет накаливаться до белого каления, то надо ее удлинить, так как она может скоро перегореть и, к тому же, сильный накал проволоки затруднит работу — дерево то и дело будет вспыхивать огнем, что отражается на качестве рисунка.

Значительно компактнее и удобнее электрокарандаш, сделанный по второй модели (см. рис. 140).

Для такого карандаша потребуется эбонитовая трубка с наружным диаметром в 15—18 мм и внутренним диаметром 10—12 мм. В отрезок такой трубки длиной в 150 мм вставляют осветительный шнур в один или полтора метра длиной. К выходящему из трубки концу шнура присоединяют однополюсные штепсели. Места соединений тщательно обвертывают изоляционной лентой. После этого штепсели до поло-

вины их длины вставляют в трубку концами, соединенными со шнуром. Между штепселями необходимо проложить толстую пластинку слюды или асбеста с таким расчетом, чтобы не произошло замыкания. При этом также следует учесть, что штепсели должны прочно держаться в трубке. Поэтому их надо плотно вставлять в трубку.

Когда карандаш готов, вилка штепселя, как и в первом случае, соединяется куском нихромовой проволоки от электронагревательной спирали.

При выжигании по дереву электрическим карандашом, главное, — не следует спешить. Линии надо вести медленно, не прерывая до конца, если это должна быть прямая и ровная линия. Если же требуется сделать короткие черточки, то их делают мгновенным прикосновением острия карандаша. Не следует при работе глубоко прожигать дерево. От этого рисунок будет получаться неровный — пятнистый и потеряет свою прелесть.

Для начала рисунок надо нанести на дерево обыкновенным карандашом или, если кто не умеет рисовать, скопировать через копировальную бумагу. А когда будет приобретен достаточный навык в выжигании, можно будет начинать работу сразу с выжигания. Умеющие рисовать быстро могут освоить это своеобразное и интересное искусство художественного выжигания.

Есть интересный способ, при помощи которого можно хорошо рисовать, не будучи художником. Заключается он в несколько необычном копировании без копировальной бумаги. Недостаток такого копирования заключается в том, что предмет получается повернутым в другую сторону. Способ этот заключается вот в чем:

Надо взять чистое стекло и установить его на рабочем столе строго перпендикулярно к плоскости стола, то-есть под прямым углом. Это легко проверить, имея при себе угольник с прямым углом. Теперь, если с левой стороны стекла мы положим на стол какой-нибудь рисунок, а с правой стороны стекла — лист чистой бумаги и посмотрим через стекло со стороны рисунка на чистый лист, то увидим на нем точную копию рисунка, только в обратном направлении, то-есть, если на рисунке портрет обращен вправо, то на листке бумаги он будет обращен влево. Нам остается только точно обвести контуры рисунка — и копия готова. Для наиболее яркого изображения рисунка нужно лист бумаги загорудить со стороны окна, чтобы на него падало как можно меньше света. Тогда рисунок виден отчетливей. Для этого стекло надо соединить с листом фанеры или картона под прямым углом. Фанера или картон будут являться экраном, затемняющим свет (см. рис. 141). Садиться при таком рисовании надо против света и стекло ставить ребром к свету.

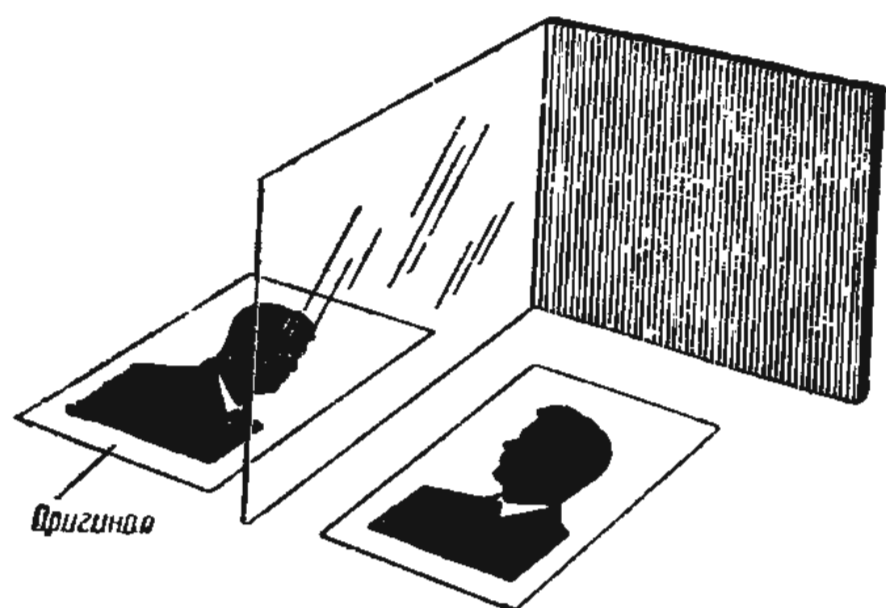


Рис. 141. Приспособление для копирования рисунков.

Можно копировать рисунки и даже зарисовывать оригиналы путем простейшего станочка, действующего по принципу камеры-обскура. Таким приспособлением пользовались прежде, когда еще не существовало фотографии. Это приспособление может сослужить нам большую службу теперь, когда нам надо точно скопировать для выжигания портрет или даже рисунок с оригинала.

Для станочка потребуются две фанерных коробки,двигающиеся одна в другую, плоское зеркало и увеличительное стекло—линза. Если не будет возможности подобрать подходящие коробки, их надо сделать самому из фанеры или тонких досок. Малая коробка изготавливается без задней стенки, а в передней в центре просверливается отверстие для линзы. Вторая коробка изготавливается, наоборот, без передней стенки, а в верхней части коробки делается прямоугольный вырез так, чтобы в ней оставалась рамка с бортами шириной в 20 мм.

Когда коробки будут готовы, в малой из них прикрепляют против отверстия линзу, а в большой у задней стенки устанавливают плоское зеркало под углом в 45° к верхней части коробки, в рамку которой врезается толстое оконное стекло. Коробку с линзой вставляют в другую коробку, и прибор готов (см. рис. 142).

Если теперь мы положим на стекло прибора пергаментную бумагу и наведем объектив—линзу нашего прибора на какой-нибудь предмет, то на пергаментной бумаге мы увидим его уменьшенное изображение. Регулировкой расстояния линзы от зеркала путем вдвигания или выдвигания малой коробки мы добьемся наибольшей резкости изображения. Теперь остается только обвести карандашом контуры изображения, и копия рисунка или предмета готова. Затем ее можно будет переснять через копировальную бумагу на фанеру и выжечь электрокарандашом.

Художественные выжигания, сделанные самодельным электрокарандашом, показаны на рис. 143, 144, 145, 146. Для того чтобы выжженный рисунок дольше сохранился, фанеру после выжигания на ней рисунка надо натереть раствором воска на скипидаре и затем отполировать суконкой.

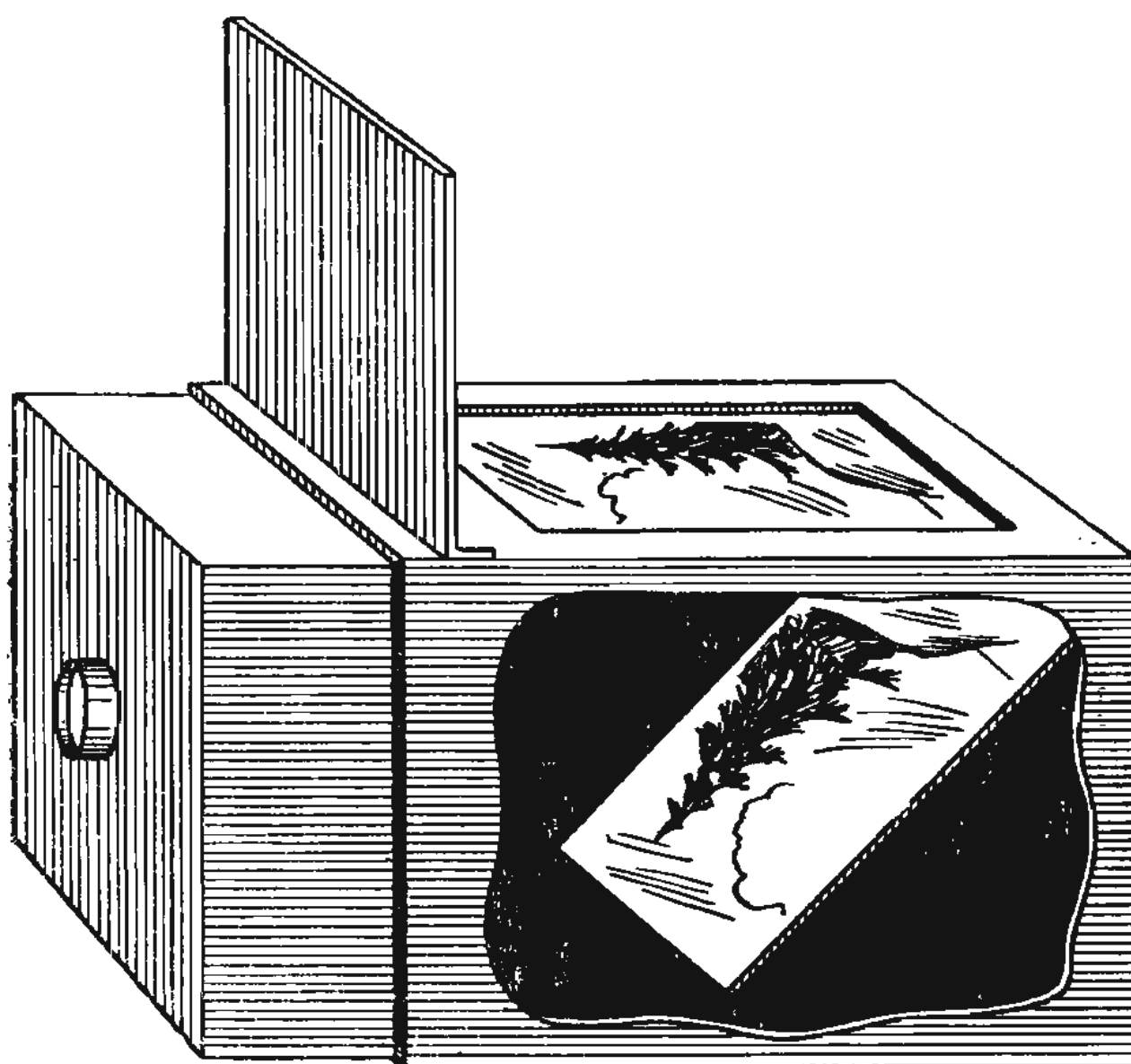


Рис. 142. Применение камеры-обскуры для копирования.



Рис. 143. По картине Шишкина „Утро в лесу“
(выжжено электрическим карандашом).



Рис. 144. На берегу реки (выжжено электрическим карандашом).

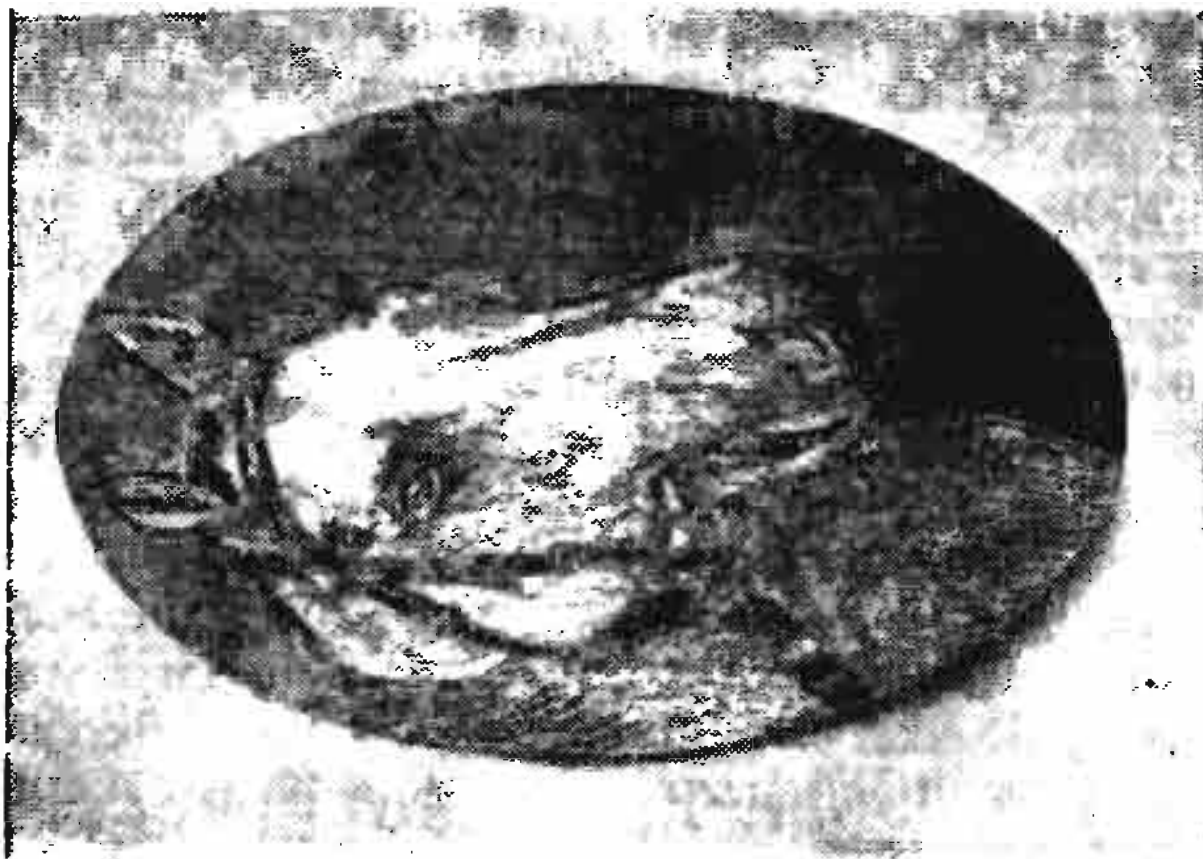


Рис. 145. Голова лошади (выжжено
электрическим карандашом).



Рис. 146. Голова собаки (выжжено
электрическим карандашом).

ЭЛЕКТРОГРАВИРОВАНИЕ

Гравирование — слово французское, что означает вырезать — наносить рельефный или углубленный рисунок на металл, дерево, линолеум или камень с помощью особых резцов и химических средств. В частности, гравирование производится для полиграфического воспроизведения рисунков.

Гравюра может быть двух видов: выпуклая, к которой относится главным образом гравюра на дереве, и углубленная, к которой относится гравюра на металле и на камне.

До XVIII века материалом для гравирования на дереве служило вишневое, грушевое или кленовое дерево, а инструментом для гравирования — нож. Начиная с XVIII века, для гравирования стали пользоваться специальным инструментом, называемым грабштихелем, и стали употреблять в качестве материала главным образом пальм, как очень твердое, мелкослойное и удобное для обработки дерево.

Еще раньше, в XV веке, возникла гравюра на меди, которую производили не резцом, а путем травления кислотой. Особенно больших успехов в гравировании этим способом достиг в первой половине XVI века гениальный представитель голландской реалистической живописи — Рембрандт. В конце XIX века фотомеханические методы гравирования почти полностью оттеснили гравюру на дереве.

Гравюра на металле обладает своеобразной красотой. Выгравированный пейзаж или портрет имеет свои характерные оттенки в зависимости от металла, на котором он сделан.

Есть очень простой способ сделать гравюру на металле — электролитический. Он заключается в том, что под действием постоянного тока незначительного напряжения металл разъедается электролитом, и таким образом на него наносятся глубокие, нестираемые следы рисунка.

Для электрогравирования потребуется источник постоянного тока — выпрямитель или аккумулятор напряжением в 4 вольта, который позволил бы снимать с него ток силой до одного ампера.

Само электрогравирование сводится к следующему:

Металлическая пластинка, на которой желаем выгравировать рисунок или надпись, хорошо очищается мелкой наждачной шкуркой. Затем пластинка нагревается до такой степени, чтобы на ней могли плавиться парафин, стеарин, воск или простое свиное сало. Пластинку в горячем состоянии натирают каким-нибудь (из указанных выше) жиром так, чтобы он покрыл место, где будет рисунок, ровным тонким слоем, и дают пластинке остыть. Когда жировой слой застынет, на него наносится рисунок иглой или тонким шилом так, чтобы жир был процарапан до металла. Затем осторожно удаляют стружки жира с поверхности. К пластинке приключают поло-

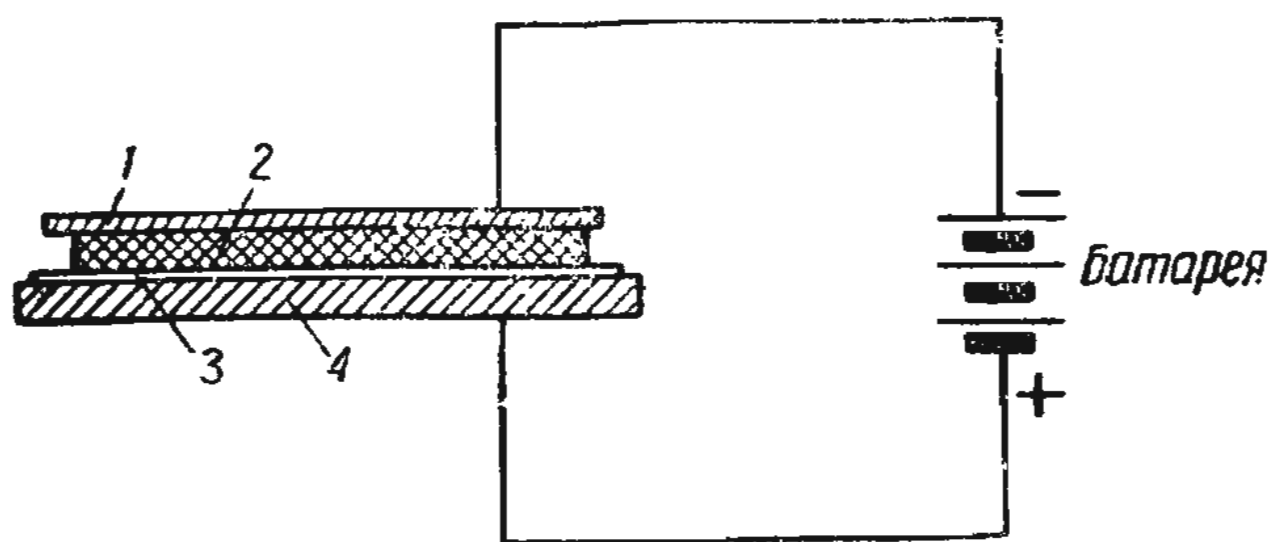


Рис. 147. Схема включения пластинки для электрогравирования.

жительный полюс батареи, затем на рисунок кладется ровный слой ваты или кусок ситца, сложенный втрое, смоченные в 30-процентном растворе поваренной соли, так, чтобы вата или ситец плотно прилегали к пластинке. На вату или ситец кладется другая металлическая пластинка, соединенная с отрицательным полюсом батареи. Еще раз проверяется, чтобы между пластинами не было прямого соприкосновения, то есть короткого замыкания, и включается ток.

Через 10—15 минут, в зависимости от силы подаваемого тока, на металлической пластинке вытравится нарисованный вами на жировой поверхности рисунок или надпись. Если желательно протравить рисунок очень глубоко, надо дольше его держать под током. Схема включения пластинки под электрогравирование показана на рис. 147.

Когда будет закончен процесс травления, пластинку тщательно промывают водой, немного подогревают, снимают с нее слой жира и тщательно протирают тряпкой.

Выгравированный таким способом рисунок на алюминии получается нарисованным бархатисто-черными штрихами. На желтой латуни рисунок получается коричневатый.

Чем тверже металл, тем больше времени потребуется для его протравливания. Если на алюминии протравливание можно производить за 10—15 минут, то на латуни потребуется 40—45 минут.

Рисунок, сделанный электрогравированием на алюминии, показан на фото 148.

За неимением источника постоянного тока можно произвести электрогравирование и переменным током низкого напряжения и не особенно большой силы. Только процесс гравирования будет проходить значительно медленнее. Это происходит, во-первых, потому, что переменный ток 50 раз в секунду меняет свое направление и разлагающее действие его производится сразу на обе пластины; во-вторых потому, что от переменного тока пластины быстро нагреваются, ток приходится часто выключать, чтобы жировой слой не



Рис. 148. Рисунок, сделанный на металле путем электрогравирования.

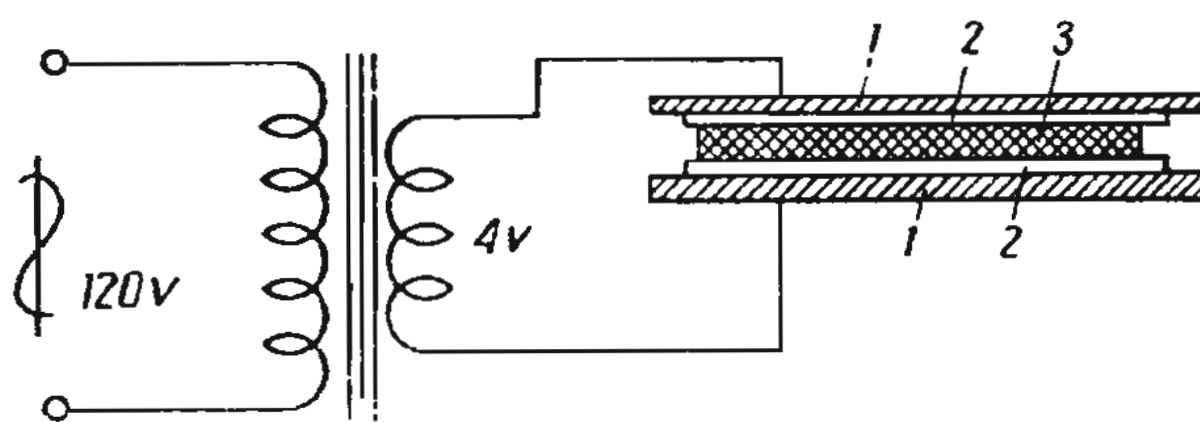


Рис. 149. Схема включения для электрогравирования переменным током.

растаял и не залил рисунка. Если это случится, придется всё начинать сначала.

Электрогравирование переменным током можно несколько ускорить, если под напряжение одновременно класть две пластинки с рисунками, то-есть вместо свободной пластины также включать пластину с рисунком. Электрогравирование переменным током лучше производить при напряжении 2 вольта и никак не более 4 вольт. Держать под током пластины надо не более 5—7 минут, затем делать перерыв минут на 5 и снова включать. Раствор соли следует брать 15%. Он будет медленнее вскипать.

Схема включения для электрогравирования переменным током дана на рис. 149.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ И РЕЦЕПТЫ

КАК ПЕРЕПЛЕСТИ КНИГУ

У каждого школьника дома всегда найдется книга, которая требует, чтобы ее привели в порядок. А книга, будь то учебник, сборник рассказов или техническая, должна быть всегда в порядке, аккуратно сшитой и переплетенной. Такой ее и держать в руках приятнее и сохранится она дольше.

Мы расскажем здесь о простом способе переплета книги в домашних условиях без особых приспособлений и инструмента. Но при некотором терпении и желании эти переплетные работы с успехом может выполнить каждый школьник.

Для производства переплетных работ в домашних условиях потребуется следующий инструмент: ножницы, острый нож, молоток, игла и клеевая кисть.

Из материалов понадобятся: картон, цветная бумага, коленкор или тонкий дерматин, нитки толстые № 10, столярный клей или декстрин.

ПОДГОТОВКА КНИГИ К ПЕРЕПЛЕТУ

Когда имеется в наличии весь материал и инструмент, можно приступать к подготовке книги к переплету.

Прежде всего заготавливается блок книги.

Блоком называют подобранные и сшитые тетради книги, подготовленные для вставки в крышки или обложки.

Если книга новая, то с нее осторожно снимается обложка вместе с корешком и, не нарушая старой сшивки, блок снова прошивают толстой ниткой. Если же книга была сшита проволочными скрепками, то их необходимо вынуть, а блок сшить нитками, так как поржавевшая от времени проволока впоследствии разрушит бумагу и испортит книгу.

Блок сшивается так:

Если блок разобран, то последняя тетрадь кладется

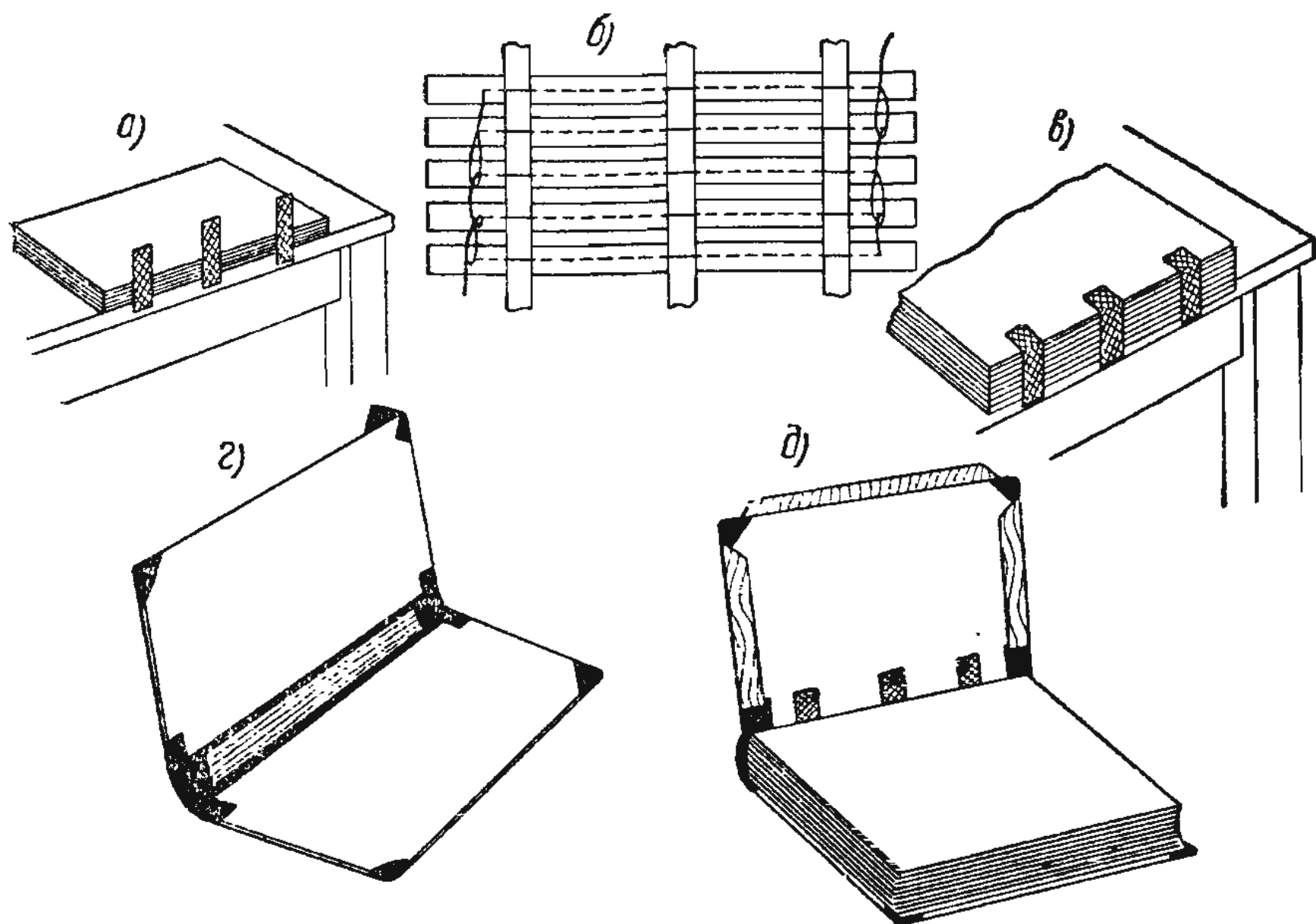


Рис. 150. Порядок переплета книги.

а—положение тетради для сшивания, *б*—закрепление нитки при сшивании блока, *в*—закрепление ленточек на форзаце, *г*—заделывание уголков переплета, *д*—облицовка крышек переплета

корешком на край стола, как показано на рис. 150 *а*. Берется игла с длинной ниткой. Тетрадь раскрывается на середине и, отступя на 3—4 см от правого ее края, делается прокол иглой снаружи точно в сгибе тетради, и нитка продевается почти до конца, затем, отступив на 2 см влево, игла с ниткой так же точно в сгибе тетради выводится наружу. Теперь надо взять ленточку, отрезанную от материи—коленкора, дерматина, бязи и т. п.,—шириной в 2 см и такой длины, чтобы, обогнув корешок блока, она выходила своими концами на 3 см с обеих сторон. Ленточка прикладывается к корешку тетради рядом с выведенной ниткой, и игла снова вводится внутрь тетради по другую сторону ленточки. Затем иглой прокалывается тетрадь изнутри в том месте, где должна быть вторая ленточка,—посередине тетради. Вторая ленточка также обхватывается ниткой, и последняя выводится наружу для обхватывания третьей ленточки в другом конце тетради.

Когда таким образом прошита первая тетрадь блока, нитка слегка натягивается, и на прошитую тетрадь кладут следующую. Следующая тетрадь прошивается уже известным вам порядком. Когда в правой стороне другой тетради нитка выведена наружу, она связывается с оставшимся концом нитки, и сшивка блока продолжается. При дальнейшем шитье

в каждом конце выведенную наружу нитку захлестывайте за сшивку предыдущей тетради, и таким образом все тетради будут прочно скрепляться между собой (см. рис. 150 б).

Окончив шитье блока, закрепите попрочнее нитку и обрежьте конец. Ленточки натяните. Если они длинные, то подрежьте их так, чтобы они выступали за пределы корешка на 2—3 см. После этого корешок блока следует проклеить.

Прежде всего к блоку надо приклеить форзацы. Форзацы — это листы обычно цветной плотной бумаги. Они служат для соединения блока книги с крышками переплета.

После приклейки форзаца книга кладется на край стола и весь корешок тщательно промазывается клеем. Ленточки загибаются на форзацы и тоже приклеиваются к ним. При этом не забудьте натянуть ленточки в обе стороны (см. рис. 150 в).

Проклеенный таким образом блок кладут под пресс и дают клею засохнуть. Прессом может служить любой тяжелый предмет. Книгу под пресс надо класть между двух досок, предварительно обложив блок листами чистой бумаги.

КОРЕШОК И КРЫШКИ

Крышки делаются из картона с таким расчетом, чтобы после обрезки блока они были равны ширине книги, а длина их была бы на 1 см длиннее книги. Резать картон надо не ножницами, а острым ножом по линейке. Так срез получается аккуратнее.

Для корешка берется коленкор или дерматин. Из него вырезается лента сантиметров на 6 длиннее крышек и на столько же шире толщины книги. Затем из плотной бумаги вырезается отстав — полоска, равная высоте крышек и шириной по толщине книги, и наклеивается на середину корешка. Наклеивать отстав надо так: корешок кладется на лист бумаги и намазывается клеем. На него вдоль кладется отстав и приглаживается. Затем к корешку приклеиваются крышки на расстоянии 0,5 см от отстава. После этого концы корешка загибаются на внутреннюю сторону крышек.

Тут же надо сделать и уголки. Они придают красивый вид переплету и дольше сохраняют книгу от порчи. Для уголков вырезаются четыре полоски из того же материала, из которого мы делали корешок. Полоски должны быть 2 × 4 см. Уголки намазываются клеем и наклеиваются с внешней стороны крышек так, чтобы материал на 3 мм выступал за угол крышки. Оставшиеся концы загибаются, а острый угол, образовавшийся от загиба материала, заправляется иглой внутрь крышки и пристукивается молотком (см. рис. 150 г).

После этого надо облицевать крышки. Облицовку можно делать материалом или специальной цветной бумагой. Делается

это так: из облицовочного материала вырезаются два листа размером по ширине крышек и сантиметров на 6 длиннее их.

Затем два угла у каждого из этих листов срезаются с таким расчетом, чтобы, когда их положат на крышки, сквозь срезанные места выглядывали бы уголки, оклеенные материалом, приблизительно на 1—1,5 см. Листы намазываются клеем и наклеиваются на крышки, как указано на рис. 150 д. Оставшиеся концы подгибаются и приклеиваются к внутренним сторонам крышек.

При наклейке облицовочных листов, когда они положены на крышки, по ним надо несколько раз провести сухой, чистой скомканной тряпкой, чтобы разгладить все морщинки.

Если желательно сохранить старую обложку книги, то ее аккуратно обрезают по значительно меньшему формату и наклеивают на переднюю крышку.

СБОРКА КНИГИ

Пока мы занимались изготовлением корешка и крышек, блок книги значительно подсох. Если он еще сырой, то лучше подождать, когда клей высохнет. Особенно это необходимо при переплете толстых книг, когда приходится делать закругленные корешки.

Закругление корешка делается так: книгу кладут на стол корешком от себя и прижимают левой рукой. В правую руку берут молоток, и, начиная от середины корешка, по его ребру наносят удары средней силы. У концов книги удары надо ослабить. Отколотив таким образом одну сторону, книгу переворачивают и повторяют то же с другой стороной. После этого корешок делается закругленным.

Но прежде чем делать закругление, блок книги надо обрезать. Как бы аккуратно мы ни сшивали его, всё же тетради немного сдвигались, и края книги получились неровными.

Обрезать блок книги надо хорошо отточенным ножом под прессом или зажав ее в струбцинку. Если ни того, ни другого нет, то берут две ровные доски. На одну из них кладется блок книги, а другая будет служить в качестве прессы и линейки. Вторая доска накладывается на книгу так, чтобы из-под нее выступила та часть края, которую нам надо обрезать. Доску сильно прижимают левой рукой к книге, а правой осторожно, стараясь не задеть бумагу, обрезают край книги. Нож надо держать несколько наклонно к себе.

Книга вкладывается в крышки. Еще раз тщательно просматриваем, всё ли нами сделано аккуратно, ровные ли остаются выступы крышек. После проверки книга кладется на стол, и крышка открывается. Затем между первым и вторым

листом форзаца кладется лист бумаги значительно большего размера, чтобы не запачкать книгу при намазывании клеем, и форзац смазывается ровным слоем жидкого клея. Книгу перевертывают и делают то же со второй крышкой.

После того как оба форзаца приклеены к крышкам, каждую из них поочередно осторожно открывают и просматривают, аккуратно ли приклеился форзац. Если есть морщинки, их разглаживают тряпкой.

После такой проверки книга кладется под тяжелый пресс и сушится.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПАЯЛЬНИК

Электрический паяльник—самый необходимый инструмент в техническом кружке. Без паяльника невозможно обойтись при изготовлении даже самого простого прибора и, тем более, электро- или радиоаппарата. И в хозяйстве паяльник всегда может сослужить службу.

Электрический паяльник теперь не редкость. Его можно всегда купить в магазине, но стоит он еще сравнительно дорого, особенно для школьника. Однако электрический паяльник можно легко изготовить самому, тем более, что мы уже имеем понижающий трансформатор. И такой паяльник не обойдется нам ни копейки. А главное, мы получим навык не только в умении паять, но и в изготовлении самого паяльника и, в случае необходимости, всегда сами сможем без труда отремонтировать любой электрический паяльник.

Для нашего электрического паяльника потребуется отрезок медной проволоки диаметром в 5—6 мм и длиной в 50—60 мм, кусочек проволоки с большим сопротивлением—никелина, константана, нихрома или других, употребляемых для реостатов и электронагревательных приборов. Нами был использован кусок старой спирали от электроплитки. Длина отрезка проволоки должна равняться 300 мм, если проволока диаметром в 0,4 мм, и 350 мм, если толщина проволоки составляет 0,5 мм. Затем нам потребуется жесть от консервной банки размером 50×50 мм, два маленьких болтика с гайками, что употребляются для закрепления контактов в электрических розетках или выключателях, или можно взять обыкновенные радиоконтакты, асбест листовой, электрический шнур длиной в метр—полтора и катушка из-под ниток.

Когда имеется всё необходимое для изготовления нашего электрического паяльника, к одному концу электрического шнура прикрепляется один конец проволоки, предназначенной для спирали, то-есть никелина, константана, нихрома и т. д. Прикрепление это производится путем скручивания хорошо зачищенных концов проводов между собой. Оставшийся кончик шнура после скручивания надо загнуть в

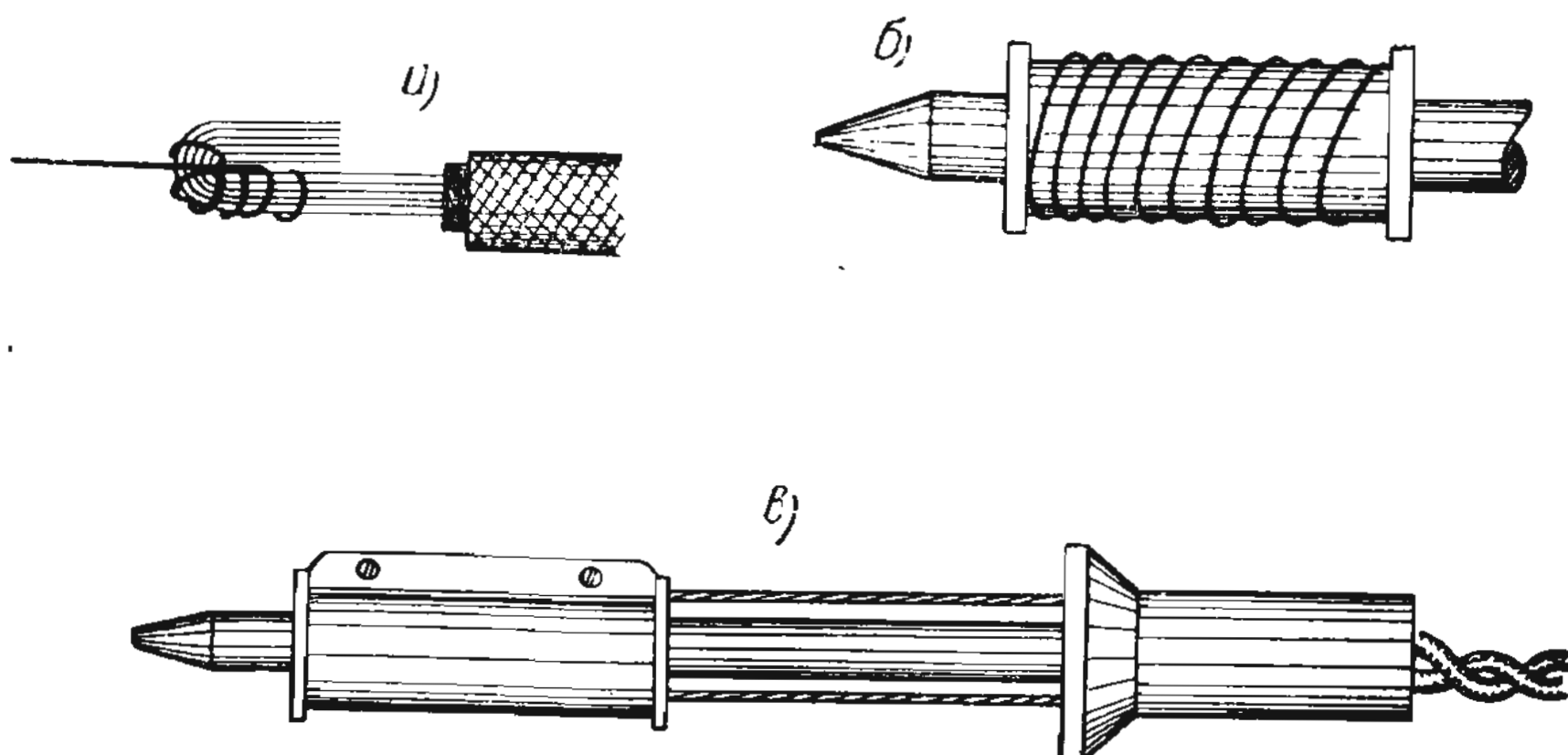


Рис. 151. Изготовление электрического паяльника.
а—соединения шнура со спиралью, *б*—паяльник с открытой обмоткой, *в*—готовый электрический паяльник.

обратную сторону на скрутку и всё это сильно сдавить плоскогубцами. Это обеспечит надежный контакт между шнуром и спиралью (см. рис. 151 *а*).

Теперь на отрезок медной проволоки, предварительно заточенной с одного конца, как затачивают зубила или отвертки, наворачивают несколько рядов тонкого листа асбеста и, начиная от тупого конца, на асбест наматывают проволоку. Витки проволоки надо наворачивать туго, укладывая их друг от друга на 2—3 мм. Не доходя до конца асбестовой обертки на 6—8 мм, на произведенную намотку накладывают еще слоя 2—3 асбеста, и обмотка ведется в том же направлении, вокруг стержня, но в обратном в отношении его длины, то-есть она продвигается уже к обратному концу сердечника. Когда обмотка закончена, к ее оставшемуся концу присоединяют уже известным нам способом второй конец электрического шнура, и всё это снова обвертывается несколькими слоями асбеста. Паяльник с открытой обмоткой показан на рис. 151 *б*.

Рукоятка паяльника делается из катушки из-под ниток. С катушки надо сколоть борт, и таким образом получается круглый стержень длиной в 40 мм с отверстием внутри. В это отверстие продевается электрический шнур от паяльника.

Теперь остается сделать только кожух и скрепить все детали между собой. Кожух паяльника делается из жести от консервной банки. Отрезок жести размером 50×50 мм обвертывается вокруг рукоятки и сжимается плоскогубцами за оставшиеся края. Затем кожух снимается с рукоятки, и в загнутых бортах его просверливается по два отверстия с каждой стороны в 10 мм от краев. Когда всё это сделано, кожух надевается на паяльник так, чтобы с одного конца из него

высовывался заточенный конец сердечника на 10—15 мм, а с другой стороны он обжимал бы рукоятку паяльника тоже на 10—15 мм, и всё это скрепляется болтиками. Таким образом у нас получится достаточно прочная конструкция.

Для удобства и аккуратности со стороны острия паяльника вставляется кружочек из жести, прикрывающий открытый конец кожуха, а с противоположной стороны в отверстие рукоятки вставляется отрезок палочки. Это необходимо для удлинения рукоятки, чтобы удобнее было держать паяльник во время работы. Готовый электрический паяльник показан на рис. 151 в.

Паяльник наш включается через трансформатор. Включать его непосредственно в осветительную сеть нельзя: сгорит паяльник и перегорят пробки в квартире.

Если включенный паяльник на напряжение в 10 вольт быстро и сильно нагревается, его надо включить на напряжение в 8 вольт. Перегретый паяльник плохо паяет и, к тому же, может быстро перегореть.

Как паять, было подробно рассказано в книге „Сделай сам“, выпущенной Горьковским областным издательством в 1951 году. Процесс этот несложен. Нагретый паяльник проводят по канифоли и затем по куску олова. Взятую на паяльник каплю олова переносят на место спайки и проводят по нему несколько раз паяльником. Если пайка производится с кислотой, то место спайки предварительно смазывается травленой соляной кислотой. При этом паяльник кислотой не смачивается.

КАК СВЕРЛИТЬ СТЕКЛО

Небьющееся стекло—плексиглас всё прочнее входит в быт. Легкость обработки этого стекла дает возможность применять его повсюду. Но может случиться, что вы не достанете нужного вам размера листа, а захотите что-нибудь оформить под стекло, например, сделать подставку под чернильный прибор, или табличку на классной двери. Правда, в последних случаях по бортам таблички делают обыкновенные щечки из жести и в них закрепляют табличку из стекла. Но это не достаточно прочно. Надежнее будет, если стеклянную табличку привернуть к двери шурупами. Но ведь для этого надо, чтобы в стекле были отверстия?—спросите вы.—А как это сделать?

Отверстия в обыкновенном стекле просверлить не так уж трудно, как кажется на первый взгляд. Для этого нужен очень несложный инструмент и незначительный навык. Главное, здесь потребуется большое терпение и осторожность.

Стекло для такой обработки надо брать не тоньше 4 мм

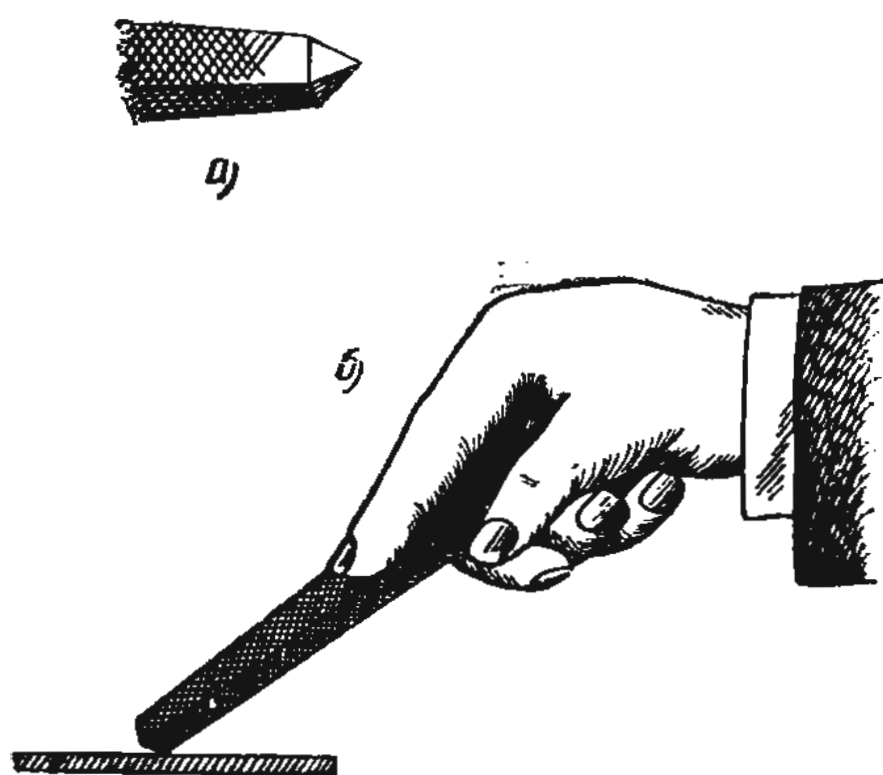


Рис. 152. Как сверлить стекло.

a—конец напильника затачивается под углом 50°; *b*—положение напильника при сверлении.

изготовить из трехгранного напильника, который затачивается на наждаке, приблизительно под угол в 50°, как указано на рис. 152 *a*. Но можно найти и готовый напильник с таким острым концом, особенно из старых выпусков. После того как будет приобретен некоторый навык в сверлении стекла, можно будет с успехом применить для этой работы и четырехгранный напильник. Его затачивать не нужно, а обработку стекла можно вести прямо любым углом конца. Для сверления нам будет необходимо еще скипидар.

Само сверление производится так:

Стекло кладется на ровную твердую поверхность, например на ровный стол без скатерти и клеенки и на месте, где должно быть отверстие, делается маленькая царапина концом напильника. Это нужно для того, чтобы при начале сверления напильник не соскользнул с намеченного места. Затем с легким нажимом делается несколько круговых поворотов. Когда образуется маленькая ямка, на нее наливается несколько капель скипидара, и работа продолжается тем же путем. По мере высыхания скипидара, он подливается в ямку.

Сильно нажимать на стекло при сверлении—нельзя. От этого оно может лопнуть, и все труды наши окажутся напрасными. Лучше набраться терпения и производить эту работу постепенно, с большой осторожностью.

Просверливать отверстие насквозь не следует. От этого стекло с обратной стороны обязательно отколется. Чтобы этого не получалось, сверление с одной стороны нужно прекратить, когда отверстие углубится немногим больше половины толщины стекла. Затем стекло перевертывается и тем же способом сверлится с другой стороны.

Расширять просверленное отверстие нужно еще с большей

и по возможности мягкой калки. Определить степень калки стекла можно по его кромке. Яркозеленый оттенок дает стекло твердой калки, а чем оттенок светлее, тем стекло мягче.

Когда будет подобрано необходимое нам стекло, надо изготовить инструмент. Хорошо, если под руками найдется коловорот или небольшая дрель, но можно обойтись и без них, только при этом придется больше потрудиться. Главное, надо иметь удобное и твердое сверло. Его можно просто

осторожностью, чем сверлить, так как даже при незначительном неосторожном нажиме оно может расколоться.

Положение напильника при сверлении показано на рис. 152 б.

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ

Известно, что алюминий и сплавы, содержащие большой процент этого металла, быстро окисляются и темнеют. Но поверхности алюминия и его сплавам можно придать красивый перламутрово-матовый тон, который сохранится в течение года.

Поверхность алюминия тщательно зачищается до ровного блеска при помощи быстро вращающейся металлической щетки. После этого поверхность хорошо протирается чистой тряпочкой, а затем покрывается ровным тонким слоем 10-процентного раствора едкого кали. Раствор быстро высыхает, и алюминий приобретает перламутровый цвет.

ОЧИСТКА ОТ РЖАВЧИНЫ

Обычно металлические предметы очищают от ржавчины с помощью наждачной шкурки. От этого металл покрывается мелкими царапинами, в которых задерживается влага, и металл снова ржавеет.

Чтобы избежать этого, заржавленное железо надо опустить на несколько минут в соляную кислоту или уксус и затем хорошо протереть суконкой. Если при этом ржавчина не сойдет полностью, надо повторить процедуру.

Удаленная таким образом ржавчина не оставляет на металле после себя никаких следов, если она не была застаревшей и не поразила глубоко металл.

Застарелую ржавчину удаляют таким образом:

Заржавленную вещь сначала смачивают раствором парафина в керосине. Для этого измельченный парафин насыпают в сосуд с керосином с таким расчетом, чтобы, когда парафин растворится, получился насыщенный раствор. Учтите, что парафин в керосине растворяется очень медленно и потому приготовление раствора займет суток трое. Когда раствор готов, в него опускают на 10—15 минут ржавый предмет и после хорошо протирают тряпкой.

Хорошо отстает застарелая ржавчина, если ржавые предметы поместить на 15 минут в разбавленную азотную кислоту и затем тщательно протереть их.

ЧИСТКА СТАРОЙ БРОНЗЫ

Бронзу, долго пролежавшую в земле, следует поддерживать в щелочной воде так, чтобы слой окиси достаточно намок. Затем предмет тщательно вытирают суконкой и покрывают маслом.

Потускневшую от времени бронзу можно очистить, не повреждая металла, раствором из 80 граммов воды, 2 граммов сернокислого глинозема и 20 граммов азотной кислоты. Если на бронзе имеются жирные пятна, то предмет необходимо предварительно промыть в теплом растворе едкого кали.

ЧИСТКА МЕЛКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕЙ

Очень мелкие металлические вещи трудно очистить наждачной шкуркой или мелом. Для очистки их надо сшить узкий мешочек, насыпать в него сухого тертого кирпича и положить в него вещи. Держа за оба конца, мешочек перетряхивают в течение некоторого времени. Благодаря трению о тертый кирпич, металлические вещи совершенно очищаются.

ЛУЖЕНИЕ

Предназначенная для лужения поверхность должна быть хорошо очищена от грязи с помощью наждачной шкурки или мелкотертого кирпича. После этого поверхность досуха протирается суконкой или паклей и вещь кладется на горячие уголья. Когда посуда достаточно нагреется, поверхность, предназначенную для лужения, посыпают нашатырем или смазывают паяльной кислотой, или, в крайнем случае, можно посыпать канифолью. Затем в посуду вливается расплавленное олово и растирается по поверхности паклей. Эту операцию следует производить быстро, чтобы не дать олову застывать и образовывать неровности на поверхности.

ПОКРЫТИЕ ЖЕЛЕЗА МЕДЬЮ

Чтобы придать железным предметам более красивый вид медных изделий, их надо помеднить. Покрытие железа медью обычно производится гальваническим способом, но есть и другой, более простой и дешевый способ помеднить железо.

Железную вещь предварительно очищают до металлического блеска и погружают на несколько секунд в раствор, состоящий из одного литра прокипяченной и остуженной воды, 8—10 граммов медного купороса и 5—10 капель серной кислоты.

Погруженное в такой раствор железо уже через несколько секунд покрывается блестящим слоем меди. После этого предмет надо тщательно промыть в воде и высушить.

Держать железо в растворе продолжительное время не рекомендуем, так как медь начинает оседать на металл уже рыхлым слоем и коркой отделяться от предмета.

НИКЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

Любую металлическую вещь небольшого размера можно легко покрыть никелем при помощи переменного тока осветительной электросети.

Для этого надо изготовить гальваническую ванну. Сосудом для ванны может служить обыкновенная стеклянная банка из-под консервов, емкостью в 0,5 или 1 литр. В банку наливается электролит из никелевой соли и опускается никелевая и алюминиевая пластинки. Между пластинками подвешивается предмет, предназначенный для никелирования. Предмет соединяется проводом с алюминиевой пластинкой и с одним из полюсов осветительной сети. Второй полюс сети присоединяется к никелевой пластинке. Включается ток, и через несколько минут предмет уже покроется тонким слоем никеля.

Обычно гальванизация производится только постоянным током. Здесь происходит то же самое, хотя мы и применяем переменный ток. Наличие алюминиевой пластинки в гальванической ванне делает ее одновременно и выпрямителем. Таким образом наша ванна одновременно и выпрямляет ток и производит гальванизацию.

Подобным же методом можно хромировать, золотить и т. д., применяя в каждом случае в качестве электролита раствор соответствующих солей металлов и вторые пластинки из того же металла. Например, для помеднения нужен раствор медного купороса и медная пластинка.

ВОРОНЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ И СТАЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Предназначенный для воронения предмет необходимо хорошо очистить от ржавчины и окиси при помощи наждачной шкурки и затем смазать обыкновенным вазелином.

Приготовленный таким образом предмет надо держать над пламенем свечи или лампы со снятым стеклом так, чтобы самый кончик пламени соприкасался с поверхностью предмета, покрытой вазелином, и осаждал на ней часть своей копоти. Предмет необходимо всё время двигать над пламенем, чтобы осаждение копоти и прогревание предмета проходило равномерно.

После того как весь вазелин на предмете сгорит, операцию

надо повторить еще раза три-четыре или больше, пока вся поверхность предмета не приобретет блестящий черный вид.

Подобное воронение обладает достаточной прочностью.

СЕРЕБРЕНИЕ

При постройке световых физических и астрономических приборов часто является необходимым серебрить рабочие металлические поверхности, например отражательные и собирательные зеркала и т. п.

Для получения хорошего серебряного слоя необходимо, прежде всего, тщательно вычистить поверхность, подлежащую серебрению. Чистка поверхности производится азотной кислотой и щелочью. Обычно для этого употребляется разведенный 50-процентный раствор азотной кислоты и 10-15-процентный раствор едкого кали или натра. Работу эту следует производить в защитных резиновых перчатках.

После того как при протирании ватой с кислотой вся поверхность предмета начнет равномерно скрипеть, ее обмывают и также протирают щелочью и приступают к серебрению.

Для серебрения есть очень много рецептов. Интересующиеся могут найти их в технических справочниках. Мы же предложим два наиболее простых и распространенных рецепта.

В первом случае берется 10-процентный раствор азотно-кислого серебра. Разводить его надо в дистиллированной воде. Азотнокислое серебро можно заменить химически чистым едким кали, одну часть которого разводят в пятнадцати частях дистиллированной воды.

Само серебрение производится так: раствор берут на ватный тампон и наносят на поверхность ровным слоем, делая рукой равномерные круговые движения. Посеребренному слою дают время затвердеть.

ЗАКАЛКА СТАЛЬНЫХ ВЕЩЕЙ

Для закалки стальных вещей надо приготовить сосуд с соленой водой. Стальной предмет, который мы хотим закалить, нагревают до темнокрасного каления или несколько выше, что будет соответствовать температуре нагрева приблизительно до 500°. Затем предмет быстро погружают в приготовленную соленую воду и оставляют там до полного его охлаждения. После такой операции получается так называемая хрупкая сталь.

Для того чтобы наша вещь была твердой и не хрупкой, ее нагревают еще раз до определенного цвета накала и сно-

ва быстро опускают в соленую воду и оставляют там до полного охлаждения. На этом закалка заканчивается.

Необходимо знать, что от степени второго нагрева предмета зависят его твердость и упругость. Так, например, бритвы и хирургические инструменты надо нагревать до соломенно-желтого цвета, ножи и ножницы достаточно нагреть до бурого цвета, а пружины — только до светлосинего цвета.

КАК ПАЯТЬ АЛЮМИНИЙ

Каждый знает, что алюминий не паяется, и, тем не менее, его можно спаять. Алюминий паяется сплавами.

Хорошую спайку дает сплав из 8 частей олова и двух частей цинка или сплав из 30 частей олова и одной части висмута. Можно также применять на 99 частей олова одну часть меди.

При пайке такими сплавами требуется предварительный повышенный нагрев сплава и самой детали. Пайка производится обыкновенно с применением паяльной кислоты.

ПАЙКА БЕЗ ПАЯЛЬНИКА

Прохудившуюся посуду можно легко запаять без паяльника если отверстие не превышает 6—7 миллиметров в диаметре.

Место вокруг отверстия тщательно зачищается до металлического блеска напильником или наждачной шкуркой. Зачистку можно произвести и тертым кирпичом. Если будете паять эмалированную посуду, то металл вокруг отверстия надо освободить от эмали миллиметров на пять. Для этого посуду кладут на какой-нибудь металлический предмет так, чтобы угол его соприкасался с краем отверстия на посуде и легким постукиванием молотка по посуде отбивают эмаль.

После этого оголенный металл тщательно зачищается, место пайки засыпают мелко раздробленной канифолью или, лучше, смазывают травленой соляной кислотой (паяльной), затем на отверстие с внутренней стороны посуды кладется кусочек олова, а лучше — третника, и посуда ставится на горячие уголья или нагревается над спиртовкой, керосинкой, примусом и даже над электроплиткой. Эмалированную посуду лучше всего паять над спиртовкой. При этом будет прогреваться только небольшой участок и остальная эмаль не потрескается от высокой температуры.

Когда олово расплавится, посуда снимается с огня и пайка закончена. Расплавленное олово прочно зальет отверстие в посуде.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ

КЛЕЙ ДЛЯ ЭБОНИТА

Для изготовления эбонитового клея берут равные весовые части каучука и асфальта и плавят их на легком огне, тщательно перемешивая. Полученным составом и склеивают эбонит. Клей применяется в горячем состоянии. Склеиваемые поверхности предварительно хорошо зачищают наждачной шкуркой.

Эбонитовый клей можно изготовить и так: в денатурированном спирте растворяются кусочки старой граммофонной пластинки с незначительным количеством сургуча или эбонита. В течение двух дней масса должна приобрести вид жидкой сметаны. Если масса будет гуще, надо добавить спирту — и наоборот, и клей готов.

КЛЕЙ ДЛЯ КАУЧУКА

Измельченный шеллак насыпают в крепкий нашатырный спирт. Когда шеллак размягчится, состав нагревают на легком огне. Полученной студенистой массой смазывают склеиваемые части и, хорошо сжав, сушат в теплом месте.

КЛЕЙ ДЛЯ МЕТАЛЛА

Бывают случаи, когда необходимо приклеить металлические пластинки к дереву или склеить между собой. Для этого надо в 100 граммах спирта растворить 50 граммов шеллака и 75 граммов камфарного масла. При склеивании части следует крепко прижать друг к другу.

ЦЕЛЛУЛОИДНЫЙ КЛЕЙ

Клей для склеивания целлулоидных изделий и покрытия целлулоидом картона, дерева и т. д. изготавливается следующим образом. В уксусно-амиловом эфире (ацетоне) растворяют обломки целлулоидных гребенок, старую фотографическую пленку, с которой тщательно удалена эмульсия. Когда раствор приобретет густоту патоки, он готов к употреблению.

Для покрытия целлулоидом картона или дерева клей должен быть еще гуще. Покрытие поверхности производится несколько раз с перерывом для просушивания предыдущего слоя. Покрытые таким образом предметы приобретают большую прочность и водонепроницаемость.

КЛЕЙ ДЛЯ СТЕКЛА

Разбитую или треснувшую стеклянную посуду можно склеить или промазать клеем следующего состава: на 50 граммах свежего яичного белка замешивают 20 граммов жженой извести в порошке, затем в нее добавляют 20 граммов воды и 100 граммов жженого гипса. Всё это быстро перемешивается и сразу же применяется.

Этим клеем можно склеивать и фарфор.

КЛЕЙ ДЛЯ ГЛИНЯНОЙ ПОСУДЫ

Негашеная известь смешивается с творогом до густой и вязкой массы. Этой массой смазываются кромки осколков разбитой посуды, которые составляются и стягиваются бечевкой.

Через три-четыре дня склеенной посудой можно пользоваться.

КЛЕЙ ДЛЯ ФАРФОРА

Дешевый и хороший клей для фарфора можно приготовить из творога и крепкого нашатырного спирта. Для этого творог растирается до образования однородной массы. Продолжая растирать массу, к ней добавляют крепкого нашатырного спирта. Спирта добавляется столько, чтобы масса достигла густоты патоки.

Приготовленным клеем смазывают места излома фарфоровой посуды, осколки составляются и крепко связываются бечевкой. В таком виде посуда держится в теплом месте в течение суток.



С О Д Е Р Ж А Н И Е

От автора	3
---------------------	---

Источники электрического тока

Электричество — основа современной науки и техники	7
Электрическая машина	9
Лейденская банка	15
Разрядник	17
Электрическая машина из бутылки	17
Электрические явления (Опыты с электрической машиной)	21
Динамомашина	25
История создания и принцип работы динамомашины	26
Постройка динамомашины	29
Динамомашина из магнето	40

Гальванические элементы

Химические источники электрического тока	43
Элемент Вольта	45
Элементы с медным купоросом	46
Элементы Лекланше	48
Водоналивные элементы	49
Сухой элемент	50
Современные конструкции элементов	51
Соединение элементов в батареи	53
Восстановление сухих батарей	55
Аккумуляторы	55

Преобразователи электрического тока

Выпрямитель для зарядки аккумуляторов	63
Трансформатор	65
Катушка Румкорфа	72
Сердечник	72
Обмотка	73
Разрядник	75
Прерыватель	76

Электроизмерительные приборы

Гальванометр	81
Магнитоэлектрический вольтметр	85
Тепловой амперметр	88
Гальваноскоп из компаса	92

Двигатели

Ветродвигатели	95
Голубой уголь	95
Роторный двигатель — виндотор	97
Универсальный двигатель	97
Детали и сборка виндотора	98
Установка виндотора	99
Применение виндотора	100
Многолопастный ветродвигатель	101
Ветровое колесо	102
Хвостовое оперение	104
Станина ветродвигателя	105
Передаточно-вращательный механизм	106
Электрическая цепь установки	108
Сборка ветродвигателя	109
Установка ветроэлектростанции	110
Электромотор	111

Электроавтоматика

Фотореле	121
Гениальное открытие профессора А. Г. Столетова	121
Практическое значение фотоэлемента	123
Самодельное фотореле	123
Использование фотореле	133
Самодельное электромагнитное реле	136
Самодельный трансформатор для фотореле	139

Аппарат Рентгена

Открытие и развитие рентгенологии	143
Рентгеновский аппарат из электрической лампочки	144
Испытание рентгеновского аппарата и работа с ним	149
Рентгенофотография	149

Проекционно - съёмочный киноаппарат

Важнейшее средство агитации	153
История и теория фотографии	154
История рождения кино	157
Изготовление проекционно-съёмочного киноаппарата	162
Объектив	162
Диафрагма	169
Монтаж диафрагмы с объективом	174
Барaban	175
Мальтийский крест	178
Эксцентрик	180
Прижимные ролики	181
Прижимная колодка	183
Кадровая рамка	185
Кадровое окошко	185
Обтюратор	187
Передаточный механизм	187
Сборка рабочего механизма	191
Корпус киноаппарата	196
Кассеты	203
Бобины	205
Визир-видоискатель	206
Фоиарь с конденсатором	207
Штатив	209

Испытание аппарата	210
Процесс киносъемки	211
Станок для перемотки пленки	222
Съемка с телеобъективом	222
Скоростная киносъемка	223
Съемка мультипликационных фильмов	224
Кинопроекционный аппарат из фильмоскопа	227
Съемка мультипликации фотоаппаратом	228
Микрокиносъемка	229
Цветной кинофильм	230

Прикладные искусства

Мозаика	235
Искусство древних времен	235
С чего начать	237
Материал для мозаики	239
Составление мозаики	240
Мозаика из конфетти	241
Мозаика в цветнике	241
Электрический карандаш	243
Электрогравирование	250

Технические советы и рецепты

Как переплести книгу	255
Подготовка книги к переплету	255
Корешок и крышки	257
Сборка книги	258
Электрический паяльник	259
Как сверлить стекло	261
Обработка металлов	263
Обработка поверхности алюминия	263
Очистка от ржавчины	263
Чистка старой бронзы	264
Чистка мелких металлических вещей	264
Лужение	264
Покрытие железа медью	264
Никелирование переменным током	265
Воронение железных и стальных предметов	265
Серебрение	266
Закалка стальных вещей	266
Как паять алюминий	267
Пайка без паяльника	267
Приготовление клея	268
Клей для эбонита	268
Клей для каучука	268
Клей для металла	268
Целлулоидный клей	268
Клей для стекла	269
Клей для глиняной посуды	269
Клей для фарфора	269



ПОПРАВКИ И ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
113	17 снизу	Сразу, что необходимо,	Сразу же необходимо,
115	6—7 сверху	В заключение башмаки—полу- круглые выемы	В заключение, башма- ки—полукруглые выемы

На странице 31 в рисунках 15а и 15б неправильно указан размер диаметра пластины якоря—40 мм, следует читать — 46 мм.

Л. В. Померанцев, Своими руками.