

Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН
П. ХЛЕБНИКОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ЮНОГО ФИЗИКА



Библиотека пионера

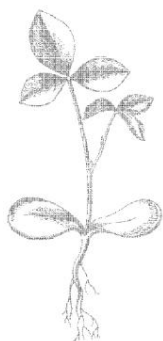
Знай и умей

ДЕТГИЗ · 1962

БИБЛИОТЕЧКА ПИОНЕРА
«Знай и умей»

Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН, П. ХЛЕБНИКОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ЮНОГО ФИЗИКА



Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1962

С помощью этой книги учащиеся 6—8-х классов могут построить около тридцати физических приборов и выполнить основные опыты, необходимые при прохождении школьного курса физики.

Все приборы рассчитаны на изготовление из доступных материалов как в школьной мастерской, так и дома. Сложность изготовления приборов соответствует навыкам и умениям второй и третьей ступеней юных пионеров.

Издательство просит отзывы об этой книге присылать по адресу: Москва, А-47, ул. Горького, 43. Дом детской книги,

*Рисунки (по эскизам авторов)
М. Симакова*

Обложка Б. Кыштымова

ВВЕДЕНИЕ

Физика — одна из самых важных наук о природе. Она помогает не только хорошо понять ту природу, которая уже существует, но и создавать «вторую природу» — могучую и разнообразную технику.

Изучение тепловых явлений помогло создать паровую машину, двигатель внутреннего сгорания и реактивный двигатель космической ракеты.

Изучение электрических и магнитных явлений помогло овладеть энергией электричества, создать огромные электростанции, мощные электродвигатели, жаркие электропечи, ослепительные прожекторы, сложнейшие автоматы.

Изучение сложных электрических явлений привело к созданию радио, телевидения, электронно-вычислительных машин.

Изучение свойств световых лучей не только привело к созданию очков, телескопов, микроскопов, фотографии и кинематографии, но даже дало возможность определить, из каких веществ состоят самые отдаленные звезды.

Изучение строения вещества привело к открытию атомной энергии.

Таких примеров можно привести очень много. Все то, что сегодня исследуют в своих лабораториях ученые-физики, завтра выйдет на поля и заводы, загремит по рельсам железных дорог, рванется в просторы Космоса.

Физика — наука очень древняя. Уже наши отдаленные предки наблюдали явления природы и пытались понять, как эти явления происходят. Потом они начали нарочно вызывать различные физические явления, чтобы лучше наблюдать за ними. Физика началась с опытов.

И мы с вами, приступая к изучению физики, обязательно должны будем начать с опытов. А для того чтобы делать опыты, нужны приборы.

Во многих школах есть хорошо оборудованные физические кабинеты. Там хранятся сотни приборов для постановки различных опытов. Эти приборы изготовлены на специальных фабриках.

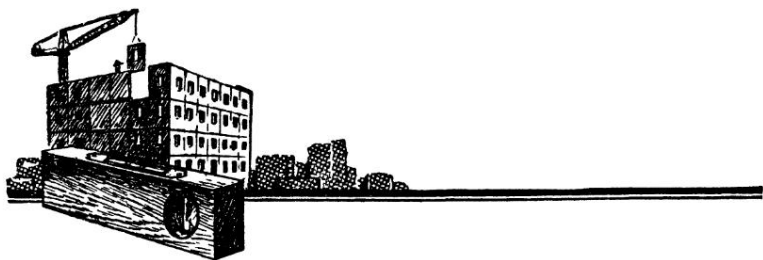
Но даже самый простой самодельный прибор даст вам больше знаний, чем готовый фабричный. Изготавливая прибор своими руками, налаживая его, устраняя ошибки и неисправности, вы гораздо лучше вникнете в его устройство, поймете, как и почему он работает. Поэтому каждый, кто хочет действительно хорошо знать физику, обязательно должен строить приборы сам. И, если они не нужны школе, пригодятся для вашей собственной, домашней лаборатории.

А там, где школьный физический кабинет пока еще беден, плохо оборудован, юные физики могут оказать большую помощь школе. Ведь многие приборы, о которых рассказывается в этой книжке, вполне пригодны для демонстрации опытов на уроках.

Дело чести юных физиков — сделать эти приборы аккуратными, красивыми и безотказными в работе.

Приборы, которые мы здесь описываем, взяты из различных разделов школьного курса физики. Все они нами изготовлены и проверены. Многие из них делались и юными физиками, причем не только в школьной мастерской, но и дома.

Приборов в этой книжке не так много — всего около тридцати. Если вам захочется сделать и другие приборы, упоминаемые в учебнике физики, постарайтесь достать в библиотеке книгу «Физический эксперимент в школе» или другие пособия по этому вопросу. Правда, эти книги не содержат таких подробных объяснений и описаний всех приемов работы. Они рассчитаны на более подготовленного читателя. Но ведь и вы, сделав предлагаемые нами приборы, будете не так уж плохо подготовлены!



ВАТЕРПАС

Ватерпас служит для проверки горизонтальности. Простой ватерпас можно сделать из деревянного чертежного угольника.

Угольник нужен 45-градусный, то есть с одинаковыми острыми углами по 45° . Чтобы работа прибора была более наглядной, нужно увеличить имеющийся в угольнике просвет.

Расчертите угольник карандашом по нашему рисунку. Из центра, намеченного на 10 мм ниже вершины прямого угла, проведите циркулем дугу. Она должна соединить острые углы просвета. Затем по намеченному центру поверните сквозное отверстие граненым шилом. Делайте это осторожно, чтобы угольник не разошелся. Стружку все время выбирайте.

Бока получившегося отверстия соедините прямыми линиями с острыми углами просвета. Расширьте просвет по этим линиям и дуге острым ножом и отшлифуйте шкуркой.

Найдите правильное положение конца отвеса. Для этого возьмите второй чертежный угольник и наложите его на угольник ватерпаса. Одна из боковых сторон угольника должна точно совпадать с основанием ватерпаса, а другая пройти точно через его вершину. Теперь прочертите риску на дуге ватерпаса и острым ножом прорежьте по этой риске узенькую канавку.

Подвес для нитки лучше всего сделать из петли от крючка для платья (иногда такой крючок называют корсажным). На концах петли — два ушка для пришивания. Каждое из них захватите плоскогубцами и поверните на 90° . После этого наденьте петлю на угольник со стороны

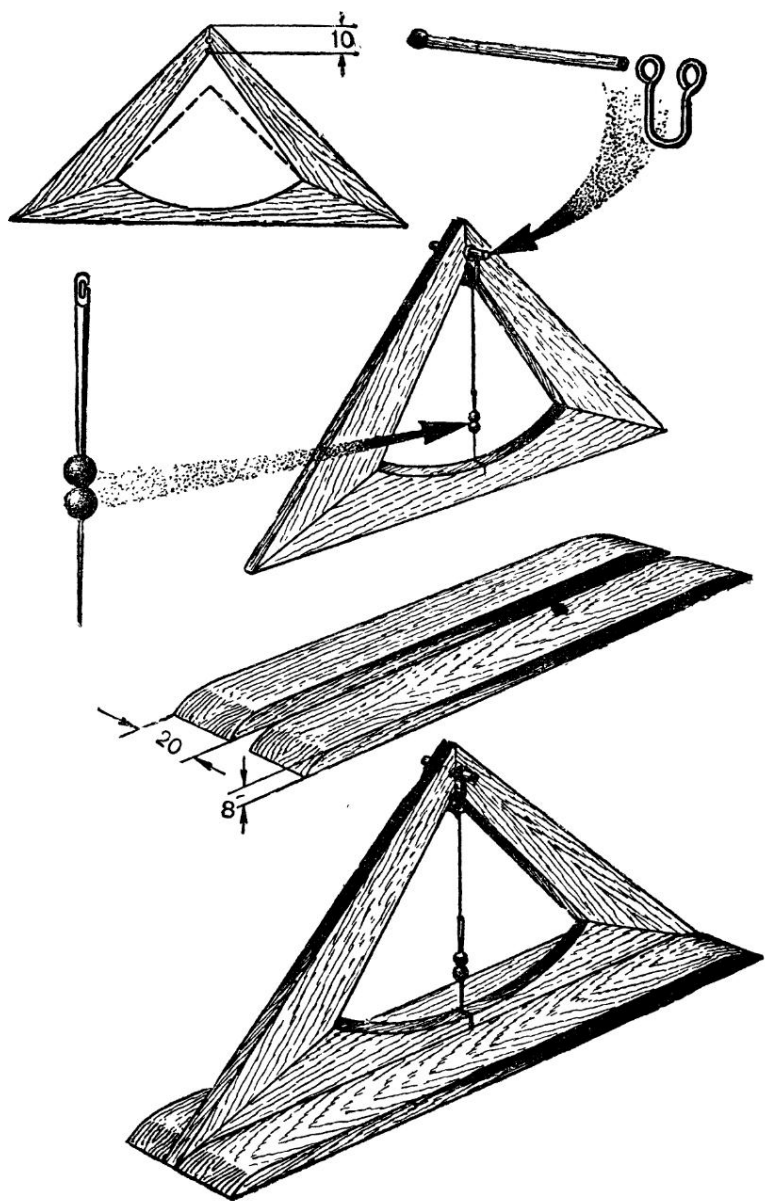


Рис. 1. Ватерпас из угольника.

просвета. Ушки должны прийти на шов, идущий к вершине прямого угла.

Через шов угольника и оба ушка проверните граненым шилом еще одно отверстие и петлю пока отложите.

Для устойчивости ватерпас должен иметь широкое основание. Подберите две дощечки толщиной 8—10 мм. Они должны быть на 30—40 мм длиннее длинной стороны угольника. Приклейте эти дощечки столярным клеем, как показано на рисунке. Аккуратно выровняйте их по краю угольника и подержите несколько минут в руках, пока клей схватится. После этого стяните выступающие концы дощечек шпагатом и оставьте сохнуть на ночь.

На другой день снимите шпагат и отрежьте выступающие концы дощечек. Отполируйте нижнее основание ватерпаса, водя им по листу мелкой шкурки, положенному на кусок стекла или другую гладкую поверхность. Если на ватерпасе остались следы клея, соскоблите их ножом.

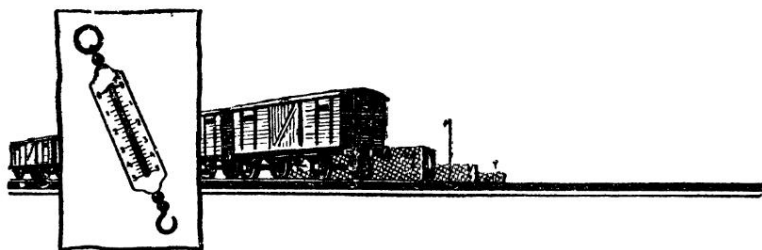
Теперь нужно сделать подвес. Снова наденьте петлю на вершину ватерпаса со стороны просвета. Обстругайте кусочек спички, чтобы он туго входил в отверстие угольника, и посадите его туда на клею.

Сложив пополам прочную нитку, пропустите ее концы через петлю подвеса. Затем введите эти концы в оставшуюся петельку и туго затяните. Висящие концы сложите вместе и проденьте в ушко швейной иглы. Подвиньте иглу на нитке так, чтобы ее острие немного цепляло за дугу ватерпаса. После этого нитки до и после иглы сложите вместе и затяните узлом. Узел немного укоротит нитку, и острие иглы перестанет цеплять за дугу ватерпаса.

Осталось надеть на иглу свинцовый грузик. Лучше всего подойдет рыболовное грузило. Годится также кусочек свинцовой оболочки от электрического кабеля, свинцовая пломба. Надев грузик, обожмите его плоскогубцами.

Ватерпас готов. Поставьте его на горизонтальную поверхность. Острие иглы установится точно над риской. Если игла отклоняется, поверхность не горизонтальна.

С помощью ватерпаса можете проверить, правильно ли стоит стол у вас в комнате.



ДИНАМОМЕТР

Динамометр — это прибор для измерения силы. Обычно в динамометре используют стальную пружину. Но подходящую стальную пружину не всегда можно достать, а сделать ее самому трудно. Зато каждый из вас сможет сделать простейший динамометр с резинкой. Лучше всего достать специальную резину, которую ставят на модели самолетов. Если такую не достанете, можно вырезать полосу шириной 2 мм из старой мотоциклетной или автомобильной камеры.

Корпус динамометра (рис. 2) состоит из двух бумажных трубок. Для того чтобы их сделать, нужен круглый стержень диаметром 15 мм. Проще всего скатать такой стержень из куска обоев или какой-нибудь другой плотной бумаги. Наружный виток закрепите клеем.

Материал для трубок — тонкая плотная бумага, например из старой тетради. Заготовленный стержень сначала оберните бумагой один-два раза без клея. Если не сделать такой прокладки, то потом готовую трубку со стержня не снимете.

Поверх прокладки сверните первую трубку из бумаги с клеем. Клей нужен жидкий столярный или же казеиновый. Очень хорош так называемый фотоклей. Жидкий канторский клей не годится.

Возьмите развернутый лист из тетради и, смазывая клеем, аккуратно наворачивайте его на стержень. Только, конечно, первый виток изнутри мазать не надо, чтобы не приклеился к прокладке. А последний виток оставьте сухим снаружи.

Поверх первой трубки сделайте еще одну прокладку из одинарного тетрадного листа. Эта прокладка тоже наматывается без клея. Нужна она не только для того,

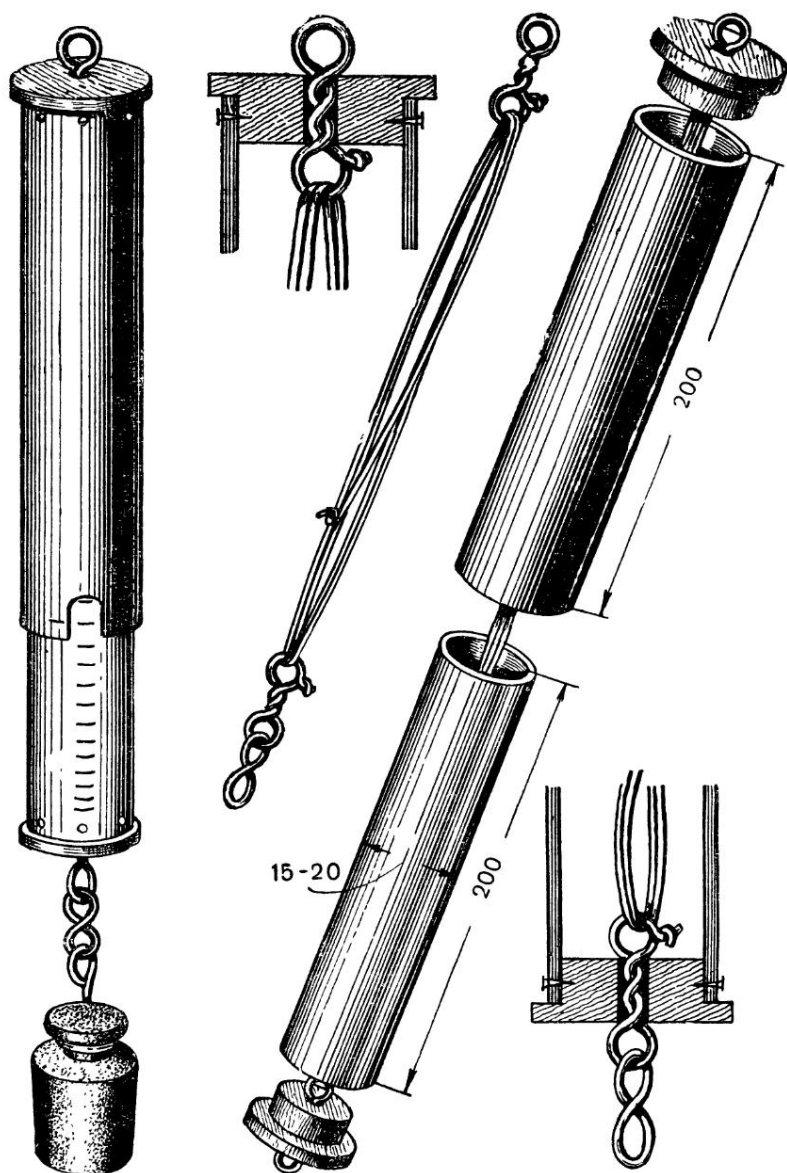


Рис. 2. Динамометр и его части.

чтобы вторую трубку можно было снять с первой. Важно еще, чтобы между готовыми трубками при последующей сборке остался зазор. Иначе они не смогут свободно двигаться одна внутри другой.

Поверх второй прокладки намотайте с клеем вторую трубку из развернутого тетрадного листа. Кончив клеить, стяните наружную и внутреннюю трубки со стержня и положите их сохнуть по отдельности. Когда трубки высохнут, аккуратно подровняйте ножницами их концы.

Заготовьте две деревянные пробки с утолщенными бортиками. Одна должна плотно входить во внутреннюю трубку, другая — в наружную. Бортики не дадут пробкам провалиться внутрь трубки. В центре каждой пробки просверлите сквозное отверстие.

Петли для закрепления резинки, крючок для груза и ушко для подвески всего динамометра согните из стальной проволоки (рис. 2). Годится шпилька для волос или канцелярская скрепка потолще.

Закрепив петли в пробках, приступайте к сборке динамометра. Заготовленную резинку проденьте в петлю меньшей пробки и протяните до середины. Оба конца резинки пропустите через внутреннюю трубку, вставив пробку на место. Затем один конец резинки проденьте в петлю большей пробки и свяжите с другим концом. Надвиньте наружную трубку на внутреннюю и вставьте в нее большую пробку до упора. В наружные ушки петель вдените крючок и ушко.

Подвесьте динамометр за ушко и посмотрите, не растягивается ли резинка от веса внутренней трубки. Если резинка растягивается — значит, она слишком свободна и ее надо укоротить, перевязав узелок. Если же резинка не вытягивается даже под действием груза весом в 3 г, прикрепленного к крючку (можете взять трехкопеечную монету и прилепить ее пластилином или варом), то резинка подвязана слишком коротко. После нескольких проб вы найдете такую длину резинки, при которой динамометр будет начинать работу от груза весом в 2—3 г.

Отградуируйте динамометр. Для этого нагружайте его разновесом или бронзовыми монетами в 1, 2, 3, 5 копеек. Вес этих монет соответственно равен 1, 2, 3 и 5 г. Для того чтобы деления, нанесенные на внутренней трубке, всегда попадали в вырез наружной, закрепите обе пробки в их трубках мелкими гвоздиками.

Градуировку производите до тех пор, пока внутренняя трубка не вытянется из наружной почти полностью. Самый большой груз, который может поднять ваш динамометр, зависит от толщины резинки. Для грузов весом до 500—700 г можете сделать второй динамометр, взяв более широкую полоску резины или круглую резинку для трусиков. Можете использовать и авиамодельную резинку, сделав вместо одной петли несколько.

Недостаток динамометра с резинкой в том, что деления получаются неодинаковой величины. Еще один недостаток — это изменение упругости резины с течением времени. Резина понемногу высыхает, становится тверже. От этого градуировка динамометра меняется.

Обоих этих недостатков нет у стальной пружины. Поэтому, если сумеете достать или сделать ее, изготовьте динамометр с пружиной. Трубки для этого динамометра можно спаять из жести. Такой динамометр будет служить долго и давать надежные показания.

Динамометр понадобится вам для различных физических опытов, например для опытов с механизмами из блоков и с прибором для определения коэффициента трения, которые описаны в этой книжке.

Можно использовать динамометр в домашнем хозяйстве. Хороший динамометр со стальной пружиной вполне заменит кухонные весы. Такие динамометры для хозяйственных целей даже выпускаются заводами. Называются они пружинными безменами.

Если вы занимаетесь рыболовством, можете взвешивать на динамометре пойманных вами рыб. Это избавит вас от ошибок, в которые так легко впадают некоторые увлекающиеся рыболовы.

Наконец, с помощью динамометра можно научиться определять вес разных предметов «на руку». Прикинув предмет в руке, проверяйте его вес динамометром. Сначала вы будете делать очень большие ошибки. Но постепенно, по мере тренировки, можно научиться определять вес довольно точно.



СОСУД С ОТВЕРСТИЯМИ

Этот прибор показывает, как распределяется давление в столбе жидкости.

Сосуд сделайте из трех одинаковых консервных банок. Лучше всего подойдут банки из-под сгущенного молока, кофе, какао. Их легко паять, потому что они сделаны из хорошо луженной жести. Несколько хуже банки из-под зеленого горошка. Тщательно вымойте банки горячей водой и протрите ершиком, чтобы удалить все остатки содержимого.

Две банки из трех откройте также и с другого конца, удалив донышки. После этого кусачками разогните завальцованные края банки. Только у одной банки, которая будет наверху, оставьте верхний край. Края стенок осторожно выпрямите молотком и затем аккуратно срежьте ножницами по шву загиба.

Каждая верхняя банка должна надеваться на нижнюю. Для этого ее нижний край нужно расширить, расклепав его молотком на наковальне, куске рельса или другом гладком стальном предмете. Еще лучше расклепывать, надев банку на кусок стальной трубы, зажатый в тиски. Труба может быть и небольшого диаметра. Особенно сильно не бейте: банка расширяется легко.

Вокруг каждой банки красным карандашом прочертите риску, отступив на 3—4 мм от верхнего края.

Насадите вторую банку на нижнюю, доведя ее край до красной риски. Паяльником прихватите стык в двух местах, следя за тем, чтобы край был точно на риске. Таким же образом насадите и прихватите третью банку.

Положите сосуд боком на стол или другую ровную поверхность и, перекатывая его с боку на бок, проверьте, не перекошились ли банки. Тщательно выровняйте сосуд,

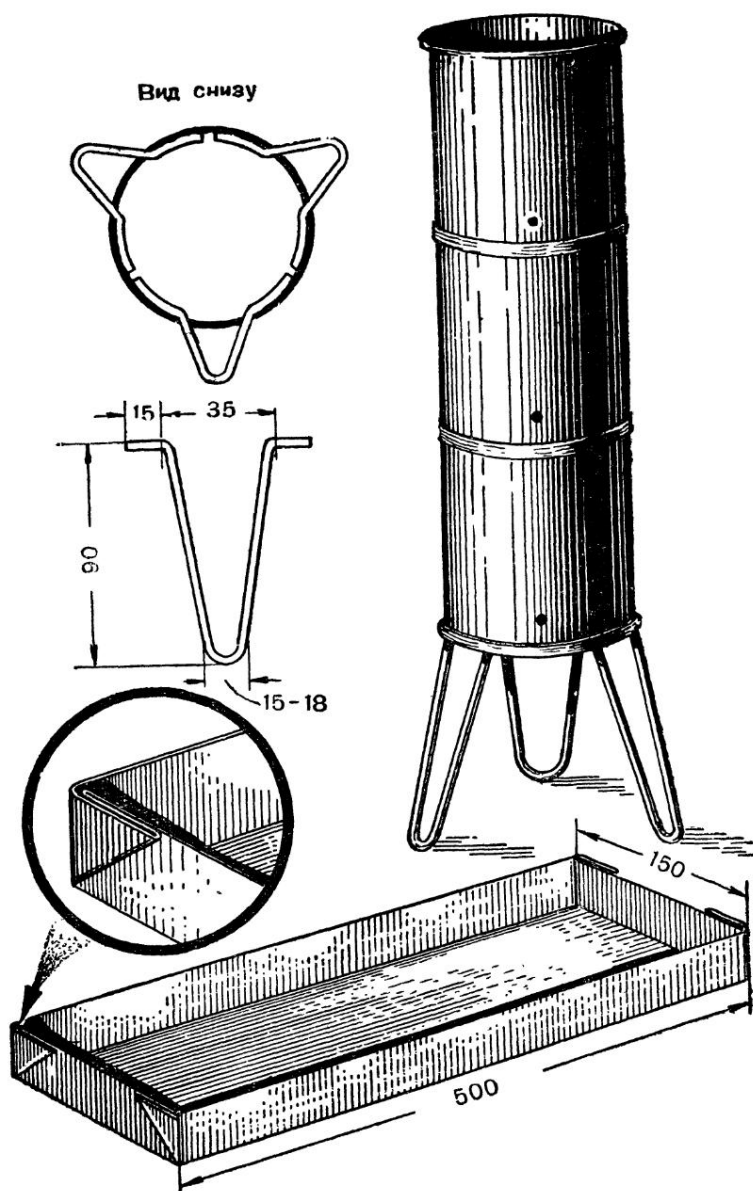


Рис. 3. Сосуд с отверстиями.

перепаяв, если нужно, отдельные места спайки. Только после этого можно прихватить стыки еще в нескольких местах и затем тщательно пропаять их по всей окружности.

Вдоль боковой стенки сосуда проведите по линейке линию. Отложив 10 мм от дна, сделайте на этой линии засечку. Здесь будет нижнее отверстие. Остальные два отверстия нужно наметить на этой же линии, отложив по 10 мм вверх от каждого спаянного шва.

Сверлом диаметром около 2 мм просверлите все три отверстия. Старайтесь сверлить точно. Если отверстия пойдут вкось, правильная работа прибора будет нарушена.

Под прибор нужно сделать подставку. Мы согнули и припаяли три ножки из медной проволоки. Если вам эта конструкция не нравится, можете сделать любую другую. Высота подставки должна быть около 100 мм.

Для сбора воды, вытекающей из отверстий, используйте большую фотографическую кювету или другую посудину шириной не менее 500 мм. Если ничего подходящего не найдете, согните из куска жести четырехугольный противень. Как его делать, ясно из рисунка 3.

Поставьте сосуд на стол так, чтобы край с отверстиями немного нависал над противнем. Налейте в сосуд воды до верха. Из отверстий забьют три струйки. Вы увидите, что дальше всех бьет струя из нижнего отверстия. Ведь над этим отверстием самый высокий столб воды. Поэтому здесь и давление будет самое большое. А давление внутри жидкости передается во все стороны одинаково. Значит, оно действует и на боковые стенки сосуда.

У среднего отверстия давление на стенку будет меньше, потому что над ним слой воды не так высок. Струя, вытекающая из этого отверстия, будет бить слабее. А из верхнего отверстия струйка будет совсем слабая.

Когда вы убедитесь в том, что вся вода собирается в противень и на стол ничего не попадает, можете слегка подкрасить воду чернилами. Это сделает опыт более наглядным.

После проведения опыта не забудьте ополоснуть сосуд и противень, вытереть их досуха и убрать в шкаф. Каждый раз, когда будете пользоваться прибором, прочищайте отверстия спичкой.



СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ

В сообщающихся сосудах поверхность жидкости устанавливается на одном уровне. Сосуды могут быть разной формы, разной ширины — это не имеет значения. Для демонстрации этого закона физики сделайте прибор с четырьмя сообщающимися сосудами.

Разумеется, сосуды должны быть стеклянными, чтобы уровень жидкости в них был хорошо виден.

Один сосуд можно сделать из бутылки, а еще лучше — из плоского флакона, чтобы удобнее было прикреплять к доске. Только дно придется отрезать.

Оберните бутылку два раза бумажным шпагатом, хорошо смоченным в керосине. Зажгите шпагат и медленно поворачивайте бутылку, держа ее горизонтально над водопроводной раковиной или тазом с водой. Когда шпагат начнет гаснуть, быстро окуните бутылку в таз или облейте ее водой из-под крана. Если бутылка под шпагатом хорошо прогрелась, она треснет по всей окружности и дно отвалится.

Острые края обрезанной бутылки могут поранить руки. Их нужно затупить мелким напильником, точильным бруском или куском кирпича.

Остальные сосуды можно сделать из стеклянных трубок, изогнув их различным образом. Трубки резать проще, чем бутылки. Надо трехгранным напильником в нужном месте пропилить вокруг трубки бороздку. По обе стороны бороздки оберните трубку тряпочкой, чтобы не поранить руки. Затем возьмите трубку и сгибайте, нажимая на бороздку большими пальцами. Когда трубка отломится, затупите ее края, как уже говорилось.

Гнуть стеклянные трубки очень удобно над пламенем

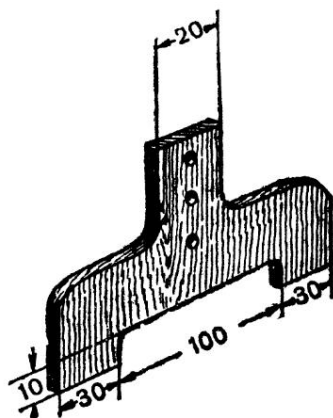
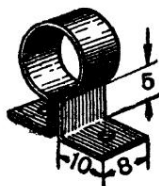
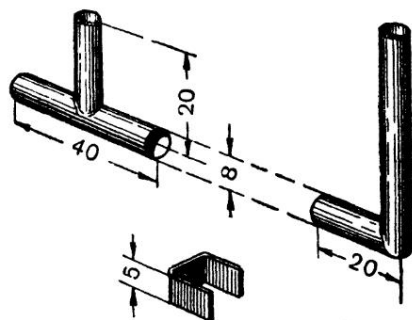
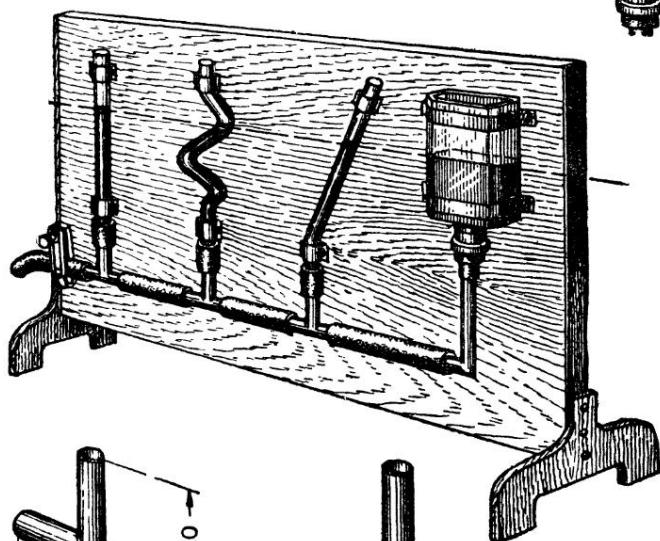
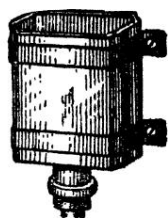


Рис. 4. Сообщающиеся сосуды.

газовой или спиртовой горелки, свечи и т. п. Введя трубку в верхнюю, наиболее горячую часть пламени, медленно поворачивайте ее, давая прогреться по всей окружности. При этом все время слегка нажимайте пальцами, стремясь согнуть трубку. Когда она начнет подаваться, не увеличивайте силу нажима, а сгибайте плавно и равномерно до нужного угла. Не растягивайте трубку, чтобы она не стала тоньше в месте сгиба. Дайте изогнутой трубке остыть, держа ее в руках, и только после этого положите или начинайте сгибать в другом месте.

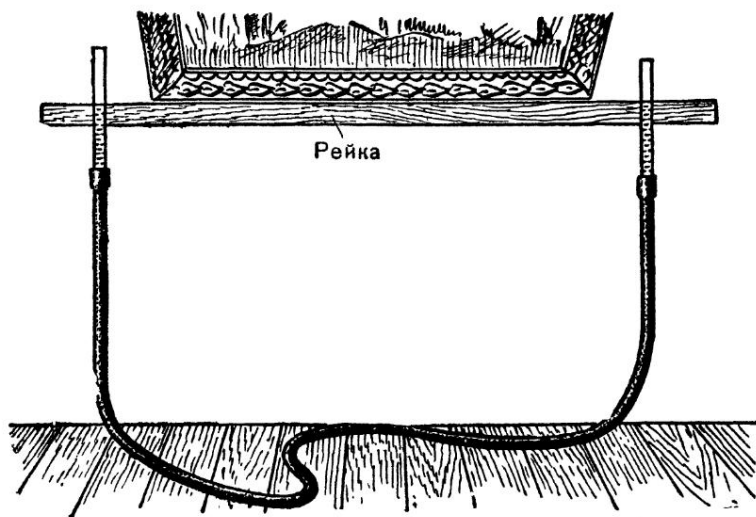


Рис. 5. Приспособление для проведения горизонтальных линий.

Придайте трубкам различную форму, как показано на рисунке 4. Если же вы не сможете достать стеклянные трубки, придется подобрать разные бутылки, стекла от керосиновых ламп и одни из них прикрепить к доске прямо, а другие — косо.

Все сосуды должны быть одинаковой высоты, иначе прибор будет выглядеть неаккуратно. Трубок для соединения сосудов друг с другом нужно заготовить четыре штуки: две угловые и две — Т-образные. Их вид и разме-

ры показаны на чертеже (рис. 4). Сверните трубки из жести на школьной ручке и аккуратно пропаяйте по шву.

К каждому сосуду подберите плотную пробку. Просверлите в пробках отверстия диаметром чуть меньше диаметра трубок. Если, скажем, трубки получились наружным диаметром 8 мм, то отверстия нужно сверлить диаметром 7 мм. Тогда трубки войдут с трудом и будут держаться туго.

Доску прибора размером 250×400 мм и толщиной 10—12 мм чисто обстрогайте, отшлифуйте шкуркой и покройте лаком. Из фанеры выпилите две одинаковые стойки. Их тоже надо отшлифовать шкуркой и покрыть лаком. Только на место ставить пока не нужно, чтобы не мешали при сборке.

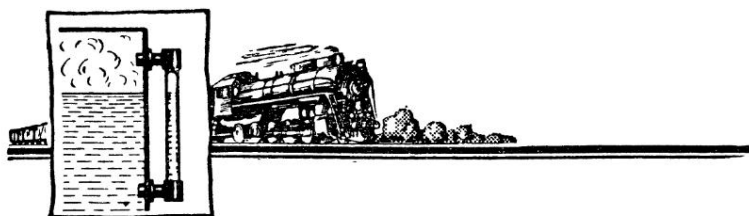
Сосуды прикрепите к доске скобками из жести. Скобки привинтите шурупами.

Концы жестяных трубок, торчащие из пробок сосудов, соедините отрезками резиновой трубки. Наполнив сосуды водой, проверьте, нет ли где течи. Только после того, как сделаете все соединения трубок совершенно плотными, прикрепите стойки. Их нужно прибить, смазав предварительно места стыков столярным клеем.

Прибор готов. Медленно наливая в один из сосудов подкрашенную воду, вы увидите, как она поднимется на одинаковый уровень во всех остальных.

Если вместо двух Т-образных трубок сделать три, то воду из сосудов можно будет спускать через резиновый шланг с зажимом. Устройство зажима понятно из рисунка 4. Если открыть зажим и выпустить часть воды, то уровень ее будет понижаться во всех сосудах одинаково.

Используя закон сообщающихся сосудов, можно сделать простое приспособление для проведения на стене горизонтальных линий. Это бывает нужно, если вы хотите повесить школьную доску, большой ковер или же верхнюю часть стены побелить, а нижнюю окрасить клеевой или масляной краской. Линия раздела должна быть строго горизонтальной, иначе получится некрасиво. Приспособление состоит из двух стеклянных трубочек, соединенных резиновой трубкой. Как им пользоваться, ясно из рисунка 5.



ВОДОМЕРНОЕ СТЕКЛО

Как определить уровень жидкости в закрытом сосуде, например в паровом котле? Котел ведь непрозрачный, не видно, сколько в нем воды. Того и гляди, вся вода выкипит и котел распаяется.

Но вы знаете, что в сообщающихся сосудах жидкость устанавливается на одном уровне. Значит, можно к котлу приделать еще один сосуд, стеклянный. На каком уровне будет стоять вода в этом сосуде, на таком она и в котле стоит. Стеклянный сосуд в этом случае называют водомерным стеклом. Его легко сделать из стеклянной трубки. Когда трубку подберете, сверните и спаяйте две жестяные трубки такого же наружного диаметра. Спилите их с одного конца под углом в 45° и составьте вместе так, чтобы получился прямой угол. В этом положении трубки прихватите пайкой, а затем аккуратно пропаяйте по всему стыку. Таким же образом заготовьте вторую угловую трубку.

Котлом в нашем приборе будет служить консервная банка (рис. 6). Лучше взять банку повыше. У верхнего и нижнего ее краев сделайте два отверстия. Вставьте в них угловые трубки и аккуратно пропаяйте по контуру. Сбоку впаяйте у нижнего края еще одну прямую трубочку для спускного крана.

Отрежьте стеклянную трубку такой длины, чтобы как раз входила между угловыми трубками. Для того чтобы торец трубки не имел острых краев, его можно обточить точильным бруском или кирпичом, а еще лучше — осторожно оплавить в пламени спиртовки, газовой горелки или свечи.

На стеклянную трубку наденьте два кусочка резиновой трубки. Вставьте ее на место и натяните резиновые

трубки на жестяные. Места соединений перевяжите прочной ниткой. Вместо резиновых трубок можно просто обернуть стыки хлорвиниловой изоляционной лентой. На тру-

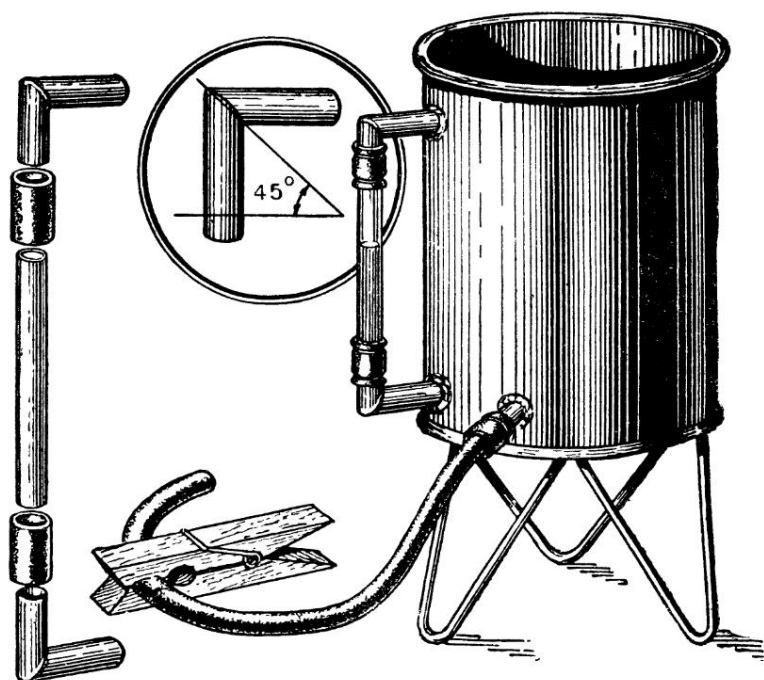


Рис. 6. Котел с водомерным стеклом.

бочку для спускного крана наденьте кусок резиновой трубки подлиннее. Зажмите эту трубку прищепкой для белья.

Постепенно наполняя банку водой, вы увидите, как поднимается уровень воды в водомерном стекле. А если, разжимая прищепку, вы будете опорожнять банку, то и уровень воды в водомерном стекле будет понижаться.



ГЕРОНОВ ФОНТАН

Этот простой и интересный прибор придумал знаменитый ученый древности Герон Александрийский.

Подберите бутылку как можно большего объема с плотной пробкой.

Трубка для фонтана нужна потоньше. Хорошо, если ее внутренний диаметр будет 1—2 мм. В пробке просверлите или прожгите раскаленным гвоздем отверстие, в которое трубка должна входить очень туго.

Налейте в бутылку немного воды. Вставьте пробку в горлышко. Нижний конец трубки должен погрузиться в воду и дойти почти до самого дна. Фонтан готов (рис. 7).

Для того чтобы он стал действовать, воздух в бутылке надо сжать. Лучше всего сделать это насосом, которым накачивают мячи.

Если насоса нет, можно просто взять конец трубки в рот и дуть в него, сколько хватит силы. Только в этом случае конец трубки должен быть ровным, гладким, чтобы не порезать губы. Если трубка стеклянная, оплавьте ее конец на свече или горелке. Если металлическая, аккуратно опилите мелким напильником. Перед каждой демонстрацией прибора конец трубки протирайте ваткой, смоченной одеколоном.

Когда освободите верхний конец трубки, из него забьет фонтан. Это сжатый в бутылке воздух, стремясь расшириться, вытесняет воду. Фонтан перестанет действовать, когда давление воздуха в бутылке упадет до нормального.

Что нужно для того, чтобы фонтан работал дольше? Прежде всего, объем воздуха в бутылке должен быть

как можно больше. Для этого и берется большая бутылка. А воды на дно наливаете поменьше. Ведь она отнимает место у воздуха. И трубочка берется с узким каналом, чтобы вода выходила не так быстро.

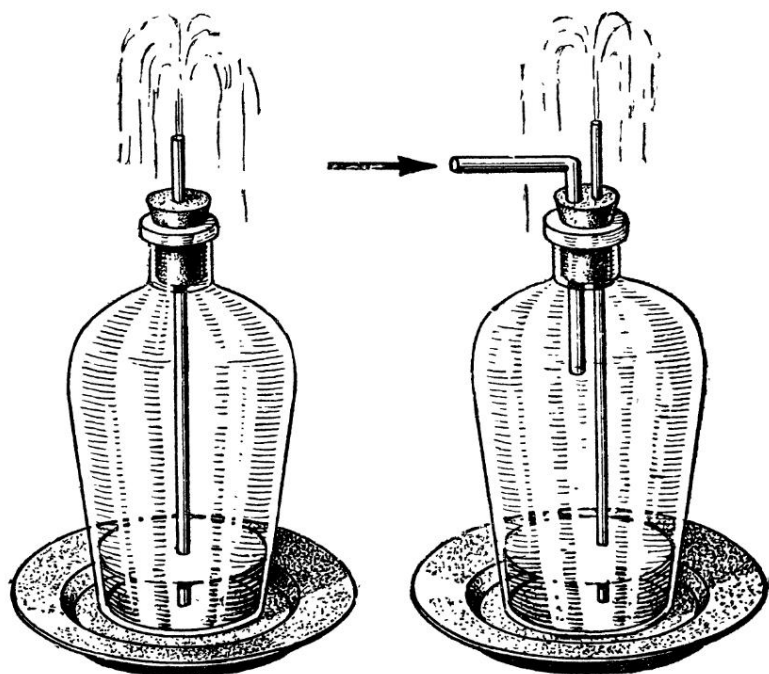
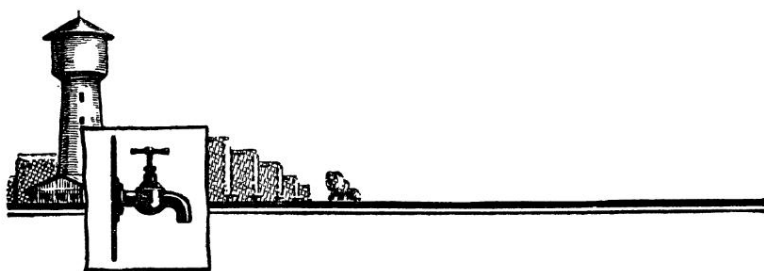


Рис. 7. Геронов фонтан.

Но все-таки Геронов фонтан работает недолго. Для того чтобы он действовал длительное время, воздух нужно подкачивать. Это можно сделать, если удастся пропустить через пробку еще одну трубку. Эту трубку не нужно опускать до самой воды. Верхний конец ее отогните и дуйте в него или накачивайте воздух насосом с вентилем. Тогда фонтан будет работать, пока не кончится вода.



МОДЕЛЬ ВОДОПРОВОДА

Водопровод работает по закону сообщающихся сосудов. На водопроводной станции имеется огромный сосуд — водонапорный бак. Он устанавливается где-нибудь на холме или на высокой башне. В бак накачивают воду насосом. А из бака идут трубы к потребителям воды. Если даже потребитель живет в верхнем этаже высокого дома, все равно вода поднимется к нему, как поднимается она в сообщающихся сосудах. Важно только, чтобы потребитель не забирался выше уровня воды в водонапорном баке. Фонтаны на площадях и скверах тоже питаются от водопровода. И чем выше установлен водонапорный бак, чем сильнее напор в сети водопровода, тем на большую высоту будет бить фонтан.

В нашей модели роль водонапорного бака играет консервная банка. Припаяйте к ней ножки из толстой проволоки, как показано на рисунке 8. В середине дна банки сделайте отверстие и впаяйте в него жестяную трубку, свернутую на школьной ручке и спаянную по шву.

Для сбора воды, выливающейся из фонтана, нужно сделать бассейн. Иначе вода разольется по комнате. На рисунке 8 показан бассейн из низкой консервной банки. Можно взять и высокую банку, обрезав ее до небольшой высоты, или согнуть корытце из жести. Помните только, что емкость бассейна не должна быть меньше емкости водонапорного бака, иначе вода перельется через край.

Для того чтобы вода била достаточно высоко, фонтан должен иметь узкое сопло. Мы сделали сопло из ниппеля от старой велосипедной камеры. Внутреннюю трубочку, на которую раньше надевалась ниппельная резинка, мы отпилили, оставив только конусную часть и горловину с резьбой. Это видно на рисунке 8.

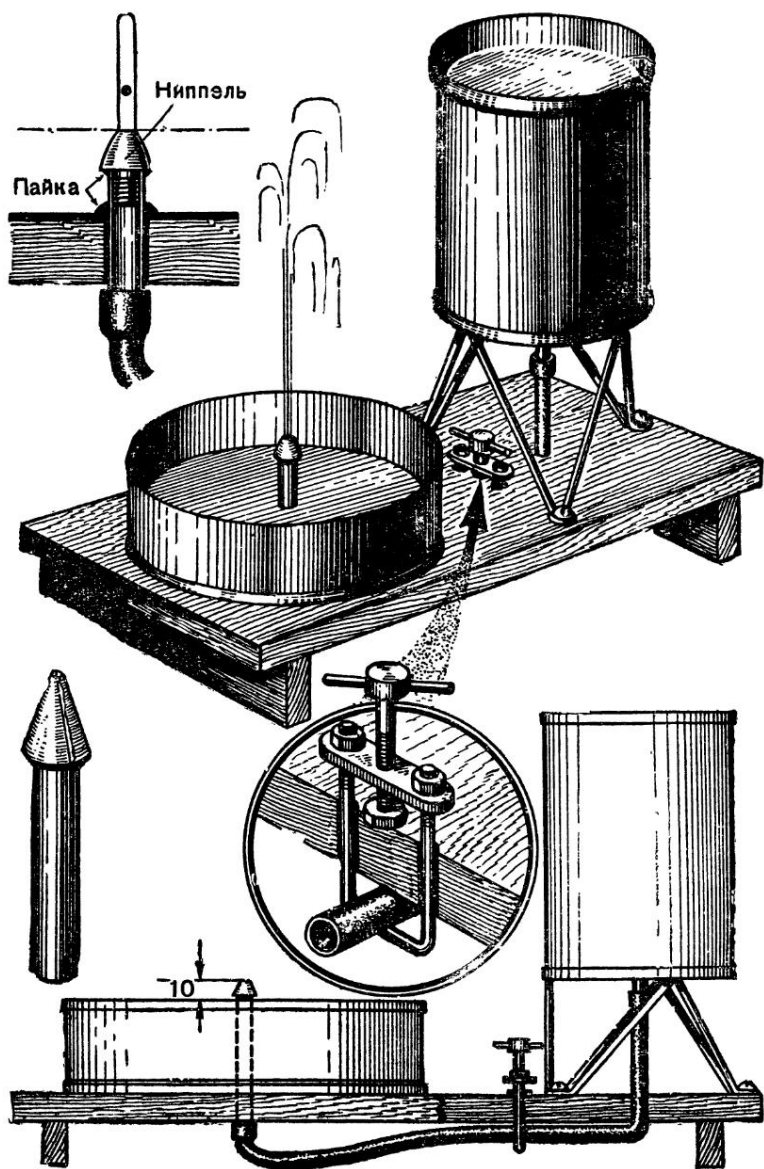


Рис. 8. Модель водопровода.

Ниппель мы вставили в трубочку, спаянную из жести, и опаяли вокруг. Трубочку пропустили через дно банки-бассейна и тоже опаяли. Если у вас ниппеля нет, можете сделать сопло из какой-нибудь другой подручной детали, просверлив в ней отверстие диаметром 1,5—2 мм, или свернуть и спаять жестяной конусок с таким же отверстием в вершине.

Сделайте для модели деревянную подставку из доски на двух брусочках. Под водонапорным баком и под бассейном просверлите отверстия для пропуска трубок. Поставьте бак на место и привинтите ножки к подставке. Бассейн с фонтаном тоже установите на место, пропустив трубочку сквозь подставку. Длина трубочки должна быть такой, чтобы конец, выступающий из подставки снизу, был не короче 10 мм. А отверстие сопла фонтана должно быть чуть выше верхнего края бассейна, чтобы вода никогда его не покрывала.

Осталось соединить трубку бака с трубкой бассейна при помощи гибкой резиновой трубочки. Наполните бак водой, и фонтан начнет работать. Чем ниже будет опускаться уровень воды в баке, тем меньше напор. Фонтан будет постепенно ослабевать.

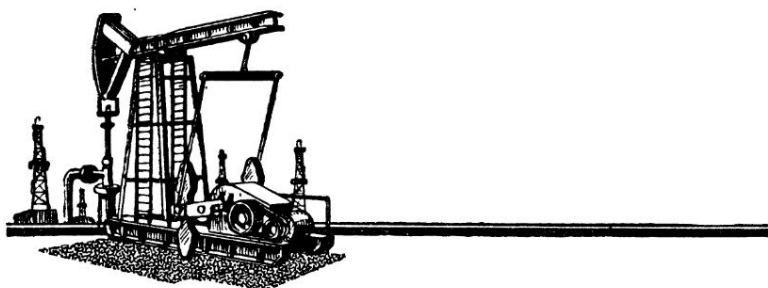
Для того чтобы банки от воды не ржавели, а подставка не коробилась, покрасьте модель масляной или эмалевой краской. Для модели водопровода кран не очень нужен. Можно пользоваться прищепкой для белья, зажимая ею резиновую трубочку.

А вот у настоящего водопровода кран есть. И бывает иногда, что он портится. Как его ни заворачивай, вода продолжает бежать тонкой струйкой. Юный физик должен уметь сам починить кран.

Заверните вентиль на трубе, подающей воду к неисправному крану. Гаечным ключом выверните из корпуса крана головку вместе с ручкой. На валике ручки сидит внизу клапан с круглой кожаной прокладкой. Прокладка изнашивается, ее нужно заменить новой.

В обрывке старого ремня или другом кусочке кожи подходящей толщины сделайте отверстие. Наденьте кожу на клапан и аккуратно обрежьте ее по контуру. Вывернув ручку крана до отказа в положение «открыто», заверните головку в корпус.

Ремонт окончен. Можете открывать вентиль на трубе.



ВОДЯНЫЕ НАСОСЫ

Насосы широко применяются в технике. Они бывают разного устройства. Один из самых простых — насос с диафрагмой, или так называемая «лягушка» (рис. 9).

Устройство насоса-«лягушки» понятно из рисунка 10. Корпус насоса — низкая металлическая консервная банка. Хорошо подходят банки от бычков в томате, тресковой печени и других рыбных консервов.

Тщательно промойте банку горячей водой с ершиком, чтобы удалить остатки содержимого и клей от этикетки. Если на кромке, оставшейся от крышки, образовались заусенцы, осторожно отогните их внутрь, чтобы они не прорезали диафрагму.

В противоположных стенках банки прорежьте круглые отверстия и впаяйте в них патрубки для клапанов. Патрубки сверните и спаяйте из жести от консервных банок. Их наружный диаметр должен быть равен наружному диаметру клапанов. Мы брали 12 мм.

К одному боку банки, как раз посередине между патрубками, припаяйте кронштейн для ручки насоса. Кронштейн в разрезе имеет форму буквы «П». Сгибать его можно прямо на ручке насоса. Тогда он точно подойдет по размеру. Ручку сделайте из деревянной рейки сечением 6×10 мм и длиной 200 мм. Грани рейки закруглите на длине примерно 100 мм. За эту половину вы будете потом брать рукой. Всю ручку отшлифуйте шкуркой.

Ширина заготовки для кронштейна — 16 мм. Ушки кронштейна закруглите, а с другой стороны срежьте бока под углом в 30°, оставив кромки по 2 мм для припайки. Эти кромки разогните наружу.

Очень важно сделать отверстия в ушках кронштейна так, чтобы они оказались точно друг против друга. Иначе ось встанет косо и ручка не пройдет над центром банки.

Если есть сверлильный станок, наметьте одно из отверстий, вложите в кронштейн конец ручки и просверлите сквозное отверстие диаметром 1,5—2 мм.

Если сверлильного станка нет, пробейте одно из отверстий гвоздиком. Положив кронштейн набок, пропустите гвоздик в отверстие и установите его строго вертикально. В таком положении пробейте второе отверстие. Делать это нужно на дощечке, чтобы не испортить стол. Отверстие в ручке можно пробить тем же гвоздиком, просверлить дрелью или прожечь раскаленным гвоздем.

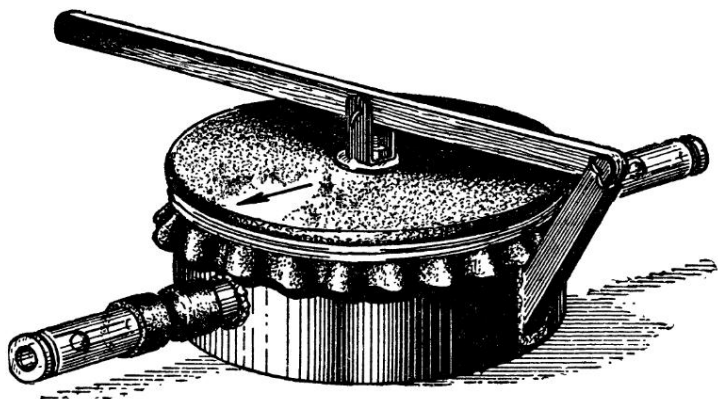


Рис. 9. Насос с диафрагмой.

Временно посадите ручку на гвоздик. Кронштейн поставьте на место так, чтобы ручка проходила точно над центром банки, и в этом положении припаяйте. Ручку пока снимите.

Диафрагму насоса сделайте из тонкой резины. Годится, например, старая волейбольная камера. Вырезав кусок диаметром 140 мм, проколите его в центре.

Заготовьте по чертежу скобу.

Подберите или вырежьте две шайбы из тонкого органического стекла, целлулоида, гетинакса или другого материала, который не ржавеет и не набухает в воде. Грани шайб с одной стороны затупите, чтобы они не врезались

в резину. Наложив шайбы по обе стороны диафрагмы, поставьте скобу и стяните все винтом с резьбой 3 мм. Гайка должна войти внутрь скобы. Винт нужен нержавеющей — латунный, никелированный, анодированный.

Диафрагму наложите на отверстие банки, расправьте и закрепите двумя оборотами суровой нитки.

Осторожно подтягивая края диафрагмы, торчащие изпод нитки, установите скобу точно в центре.

После этого надежно закрепите диафрагму еще несколькими оборотами нитки, а сверху обмотайте изоляционной лентой в два-три слоя. Если диафрагма пропускает воздух, насос не будет работать.

Снова поставьте на место ручку насоса, сделайте на ней отметку через отверстие скобы диафрагмы и просверлите или прожгите гвоздем. Ручку закрепите в ушках кронштейна и скобы шплинтами. Годятся и гвоздики, только их концы нужно загигать очень осторожно, иначе весь гвоздик изогнется дугой.

Если теперь опустить насос в воду и покачать его ручку, то диафрагма будет то вдавливаясь внутрь, то оттягиваться наружу. Вода при этом будет то вытесняться из банки через патрубки, то всасываться внутрь.

Но насос должен работать иначе. Он должен гнать воду в одном определенном направлении. Через один патрубков вода должна всегда только всасываться, а через другой только вытесняться. Для этого на патрубках нужно установить клапаны: всасывающий и нагнетательный.

Клапан — самая трудная для изготовления часть насоса. Они бывают разных конструкций. Мы с вами сделаем шариковые клапаны.

Клапан состоит из двух основных частей: корпуса и шарика. Мы брали шарики диаметром 5,5 мм от шариковых подшипников. Лучший материал для корпуса клапана — органическое стекло.

Заготовив корпус по рисунку 10, просверлите в нем по оси канал диаметром 3 мм. Затем рассверлите этот канал до половины его глубины сверлом диаметром 6—6,5 мм. Если шарики у вас будут не 5,5 мм, а другие, этот диаметр соответственно измените.

Чтобы сделать стенки каналов прозрачными, отполируйте их мелкой наждачной шкуркой. Навернув кусочек шкурки на сверло меньшего диаметра, смажьте ее машинным маслом и снова пройдите оба канала.

Очень важно хорошо обработать седло клапана. Так называется то место, где широкий канал переходит в узкий. Шарик должен садиться в него совершенно плотно. Седло в корпусе из органического стекла удобно формировать нагретым шариком.

Шарик не нужно накалять слишком сильно. Подержите его недолго на металлическом листе, положенном на газовую плиту, керосинку, печную конфорку и т. п. Когда шарик немного потускнеет, возьмите его плоскогубцами, бросьте в широкую часть канала и прижмите палочкой. Правильно нагретый шарик оттиснет хорошее, гладкое седло.

Заложив шарик в корпус клапана, закройте его там ограничителем — обломком иглы, раскаленным и вдавленным в корпус так, чтобы он перегородил канал.

Таким же образом изготовьте второй клапан. Оба клапана пропускают воду только в одну сторону: от узкого канала к широкому. Если вода пойдет обратно, шарик сядет в седло и запрет клапан.

Соедините клапаны с патрубками насоса при помощи резиновых трубок. Один клапан — всасывающий — должен пропускать воду в корпус насоса, другой — нагнетательный — из корпуса. Чтобы потом не путать, нарисуйте на диафрагме насоса стрелку (рис. 9).

На всасывающий клапан наденьте длинную резиновую трубку. Опустите ее в воду и качайте ручку насоса. Каждый раз, как диафрагма оттягивается наружу, под ней образуется разрежение. Атмосферное давление будет вгонять туда воду через всасывающий клапан. Каждый раз, как диафрагма будет вдавливаясь внутрь, она будет выгонять воздух через нагнетательный клапан. Когда корпус насоса заполнится водой, она потечет из нагнетательного клапана.

Насос с диафрагмой применяется, например, в автомобиле для подачи горючего из бака. Только там диафрагму делают не из резины, а из лакоткани, которую бензин не растворяет.

С клапанами такой же самой конструкции можно сделать поршневой насос для подъема воды. Его устройство ясно из рисунка 11. Цилиндром насоса служит стеклянная трубка.

Нижний клапан — всасывающий. Вклейте его в трубку. Для этого с обеих сторон корпуса клапана снимите

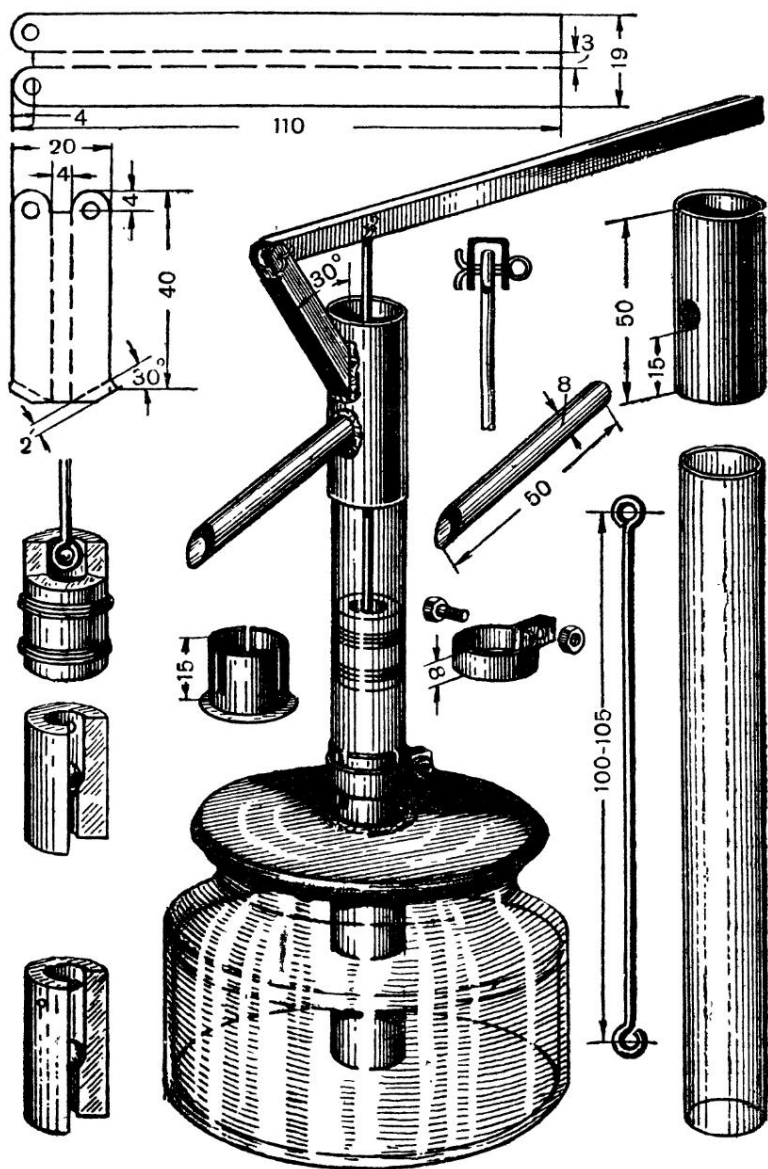


Рис. 11. Поршневой насос для подъема воды.

фаски. Густо смазав корпус клеем БФ-2, вдвиньте его в трубку и сушите, держа трубку вертикально. Когда подсохнет, залейте клеем наружную фаску.

Верхний клапан — нагнетательный. Он служит поршнем насоса. Обточите его корпус так, чтобы диаметр был на 0,5 мм меньше внутреннего диаметра трубки. Проточите в корпусе две канавки глубиной по 0,5 мм и шириной по 4 мм. У этого клапана ограничитель служит одновременно поршневым пальцем. На него надевается петля штока. Поэтому здесь ограничитель сделайте из медной проволоки диаметром около 2 мм.

Просверлите канал под ограничитель. Введите в корпус клапана петлю штока и вставьте ограничитель так, чтобы он проделся в нее. После этого концы ограничителя осторожно расклепайте.

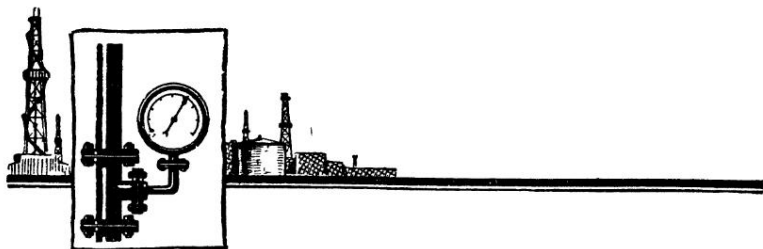
Поршень с клапаном должен плотно закрывать канал трубки. Для этого уплотните его ниткой с вазелином. Наматывайте нитку сначала в верхнюю канавку. Мотайте до тех пор, пока поршень не станет входить в трубку туго. Тогда вытяните его и мотайте нижнее кольцо. Оно тоже должно входить туго. Закрепив конец нитки, смажьте оба кольца вазелином.

Нижний конец трубки можно погрузить в стеклянную банку от консервов с металлической крышкой. В центр крышки впаяйте разрезной патрубком, пропустите в него трубку и закрепите сверху хомутиком.

На верхний конец стеклянной трубки насоса плотно насадите с клеем БФ-2 спаянную из жести головку. В головку с одного бока впаяйте отводную трубку. Над трубкой припаяйте кронштейн для ручки.

Ручка здесь не деревянная, а жестяная, П-образная. Конец ручки закрепите в кронштейне шплинтом. Найдите место для крепления верхнего конца штока, просверлите и закрепите петлю штока вторым шплинтом.

Насос готов. При движении поршня вверх вода под давлением атмосферы открывает всасывающий клапан и движется за поршнем. При движении поршня вниз вода, находящаяся под ним, давит на всасывающий клапан и закрывает его. Не имея возможности уйти вниз, вода открывает нагнетательный клапан и переходит в пространство над поршнем. Снова двигаясь вверх, поршень поднимает эту воду в головку, и она выливается в отводную трубку.



МАНОМЕТР

Манометрами называются приборы для измерения давления, производимого жидкостями и газами. Мы с вами сделаем так называемый открытый жидкостный манометр. Этот манометр измеряет давление газа. Жидкостным он назван потому, что в его трубку налита жидкость.

Основная часть нашего манометра — стеклянная трубка длиной около 1 м, изогнутая в виде латинской буквы U. Как ее изогнуть, сказано в описании сообщающихся сосудов. Если же такой длинной стеклянной трубки не достанете, можете взять две более короткие, длиной по 350—400 мм, и соединить их отрезком резиновой трубки, как показано на рисунке 12. На этом же рисунке показаны и все остальные части манометра.

Основание сделайте из доски толщиной 20—25 мм. Более тонкую брать не стоит: она будет слишком легка и не даст манометру необходимой устойчивости. Панель же, на которой крепится трубка, должна быть полегче. Ее можно сделать из дощечки толщиной 10—12 мм.

Чтобы панель хорошо стояла на основании, ее нужно укрепить деревянным подкосом. На нашем чертеже этот подкос имеет форму треугольной рейки. Можно, разумеется, делать его и иначе. Например, отпилить от какой-либо дощечки два прямоугольных треугольника и прибить их к основанию и панели сторонами прямого угла.

Заготовив все части подставки, тщательно отполируйте их шкуркой. Соприкасающиеся поверхности обработайте так, чтобы панель стояла на основании прямо, ровно, а подкос прилегал бы плотно.

Соединять части подставки лучше всего шурупами и столярным клеем. Шурупы нужны длиной 30—35 мм с

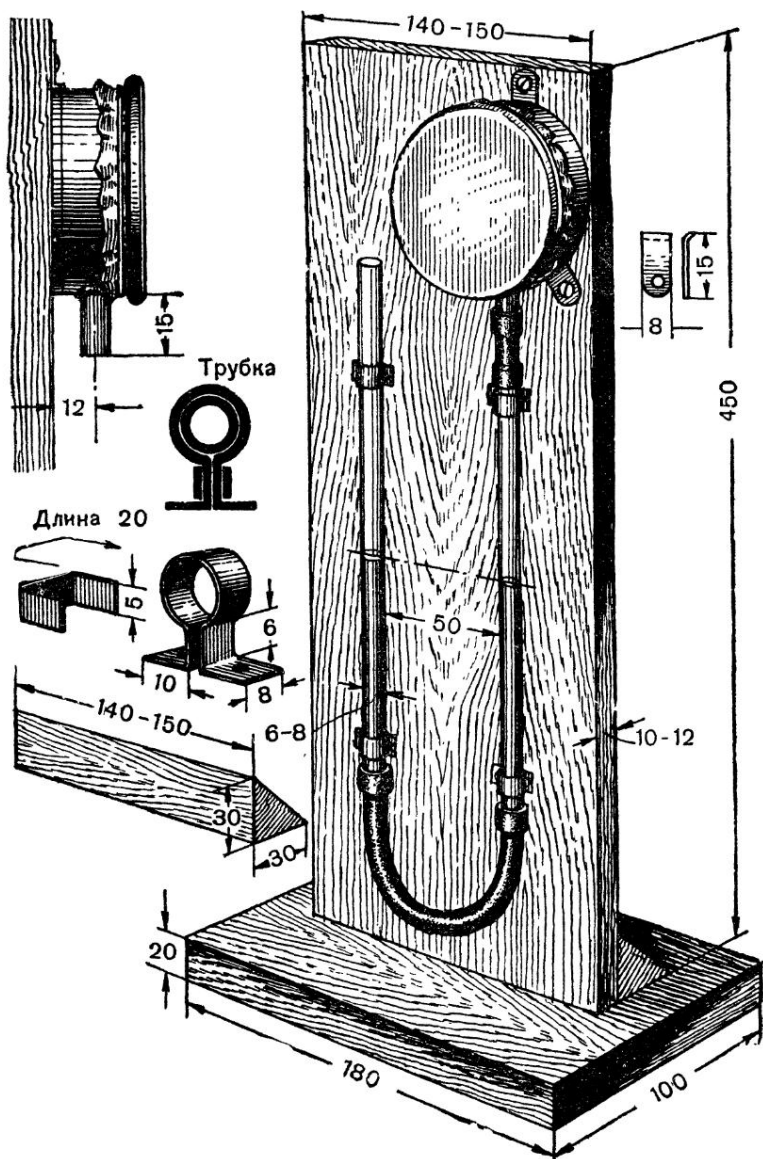


Рис. 12. Манометр и его части.

потайными головками. Места для их завинчивания наколите шилом, а под головку сделайте выемки.

Соприкасающиеся поверхности деревянных частей покройте тонким слоем столярного клея. Шурупы смажьте сухим мылом и заверните на свои места. Если шурупов нет, можно сбить подставку гвоздями длиной также 30—35 мм, но обязательно на клею.

Через час после склейки снимите стамеской выступившие на стыках капли клея. После этого подставку можно покрыть светлым мебельным лаком, или цапон-лаком. Можно также окрасить ее масляной или эмалевой краской светлых тонов (белый, кремовый, «слоновая кость»). Только не окрашивайте панель морилкой или темной краской. На темной панели плохо будет виден уровень жидкости в стеклянных трубках.

Заготовьте по рисунку 12 жестяные хомутики для крепления трубки манометра к панели. Если трубка составная, с резиновым коленом, хомутиков нужно четыре штуки. Для цельной трубки достаточно трех хомутиков. Два верхних остаются на тех же местах, а вместо двух нижних поставьте один на самой середине колена. В тех местах, где будут хомутики, оберните трубку изоляционной лентой.

Наденьте хомутики на трубку и осторожно прибейте к панели мелкими гвоздиками.

Собственно говоря, манометр уже готов. Если налить в него воду, подкрашенную чернилами, она установится в обоих коленах трубки на одном уровне. Так и должно быть в сообщающихся сосудах, если давление воздуха в них одинаково. Если же на одно из колен надеть резиновую трубку и попробовать отсосать из нее воздух, то уровень жидкости в этом колене поднимется, а в другом — опустится. Разница уровней покажет, на сколько миллиметров водяного столба давление в колене с отсосанным воздухом стало меньше атмосферного давления.

Чтобы разность уровней удобнее было измерять, наклейте на панель прибора шкалу из миллиметровой бумаги. Края шкалы должны подходить возможно ближе к обеим трубкам. Для упрощения отсчета по одной из жирных линий миллиметровки проведите тушью горизонтальную черту. Это будет нулевая линия. Воды в прибор всегда наливайте столько, чтобы ее уровни устанавливались точно на нулевой линии.

Теперь, если из одного колена снова начать отсасывать воздух или же, наоборот, дуть в это колено, то один уровень поднимется выше нулевой линии, а другой опустится на столько же ниже ее. Чтобы определить разность уровней, достаточно измерить, на сколько миллиметров отклонился от нулевой линии один (любой) из уровней, и полученный результат умножить на 2. Это и будет разность давлений, измеренная в миллиметрах водяного столба.

Для того чтобы удобнее было создавать в одном из колен манометра повышенное давление, присоедините к нему сосуд с диафрагмой. Отрежьте нижнюю часть банки из-под сгущенного молока так, чтобы высота ее стенок была равна 40 мм. Верхний край банки осторожно отогните наружу, заложите кольцо из медной проволоки и закатайте до стыка со стенкой. Стык пропаяйте. Закатка нужна для того, чтобы край жести не прорезал резиновую диафрагму. Неровности после пайки снимите ножом и шкуркой.

В бок сосуда впаяйте жестяной патрубком. Его наружный диаметр должен быть таким же, как у стеклянной трубки манометра. Отверстие для патрубка должно быть на 12 мм выше дна банки.

Под дно сосуда припаяйте три одинаковые жестяные лапки с отверстиями (рис. 12) и прибейте сосуд к панели над более коротким коленом манометра. Соедините это колено с патрубком сосуда резиновой трубкой.

Осталось сделать диафрагму. Материал для нее — тонкая резина. Можно использовать детский воздушный шарик (лучше такой, который еще не был надут).

Хорошо растяните диафрагму на отверстии сосуда и плотно обвяжите суровой ниткой.

Если теперь надавить на диафрагму пальцем, то воздух в сосуде сожмется. Это давление передается всему воздуху в колене манометра, соединенном с сосудом. Жидкость будет перетекать в свободное колено, пока разность ее уровней не станет равной давлению, которое вы производите на диафрагму.

Если в манометре оставить надолго подкрашенную воду, то она будет высыхать, а растворенные в ней чернила — оседать на стенках трубки. Поэтому не забывайте после каждого пользования прибором выливать из него подкрашенную воду и прополаскивать трубку.



СЕГНЕРОВО КОЛЕСО

Если струя жидкости или газа вытекает из трубки, то появляется сила, толкающая трубку в противоположную сторону. Эта сила называется реакцией вытекающей струи. Реактивные силы используются в современной технике. Так, например, реакция вытекающей струи газов приводит в движение реактивные самолеты и ракеты.

Одним из самых простых приборов, использующих реактивную силу, является так называемое сегнерово колесо. Оно вращается под действием реакции вытекающих струй воды.

Наше сегнерово колесо состоит из сосуда с трубками, оси и станины (рис. 13).

Сосуд — это просто консервная банка. В центре дна нужно проткнуть отверстие для оси. Но как найти центр? Действовать на глазок здесь не годится. При неточном изготовлении сосуд будет «бить» на оси.

Для нахождения центра можно воспользоваться бумажным кружком. Сначала измерьте точно диаметр дна банки между краями. У банки от зеленого горошка получается около 80 мм. Разделив диаметр пополам, найдете радиус. В нашем случае это будет 40 мм.

Окружность радиусом 40 мм начертите с помощью циркуля на листке плотной бумаги. Вырезав бумажный кружок, наложите его на дно банки снаружи. Если все сделано точно, он плотно войдет между краями.

На бумажном кружке центр хорошо виден. Это — след от ножки циркуля. Остается только наколоть его шилом. Поверните шило несколько раз, чтобы на дне банки остался заметный след. Он окажется точно в центре.

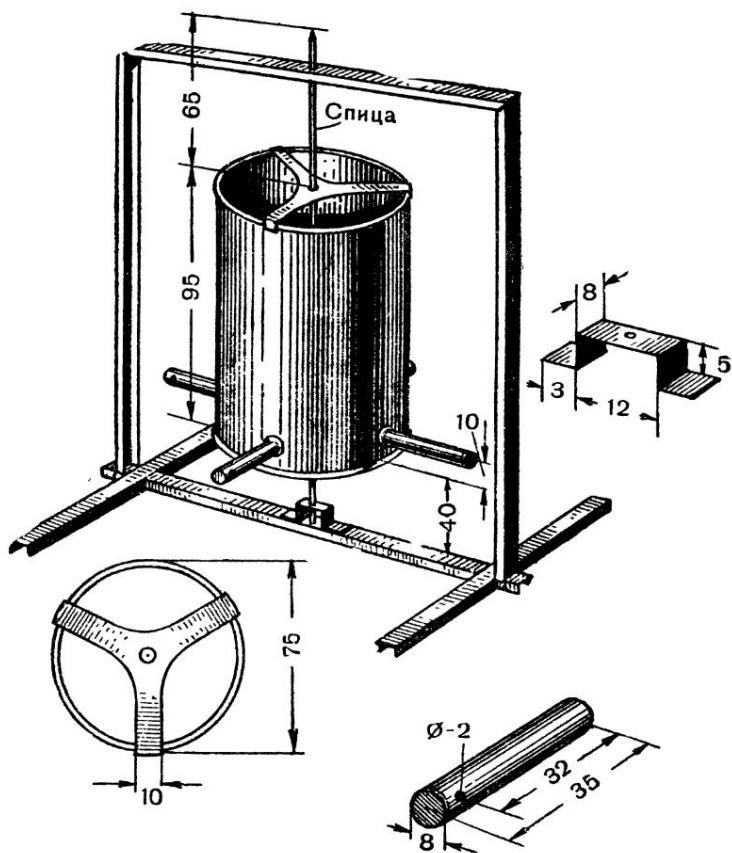


Рис. 13. Сегнерово колесо.

Теперь кружок отложите, а в найденном центре дна проверните шилом такое отверстие, чтобы в него туго входила вязальная спица. Эта спица будет осью прибора.

Сверху на банку наложите тройничок. Его можно сделать из жести от консервной банки. После того как припаяете тройничок на место, найдите его центр с помощью того же самого бумажного кружка, которым вы уже пользовались. В центре проверните шилом второе отверстие для оси.

На школьной ручке сверните из жести четыре трубки

по 35 мм длиной и аккуратно пропаяйте их. На боковой стенке банки, на 10 мм выше дна, прочертите окружность и разделите ее на четыре равные части. В точках деления сделайте отверстия такой ширины, чтобы в них туго вошли заготовленные трубки. Эти отверстия можно сначала просверлить или проткнуть, а затем развернуть гра-ненным шилом или напильником. Заусенцы можете не снимать.

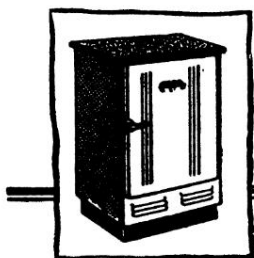
Впаяйте концы трубок в отверстия банки. При этом все трубки должны смотреть швами по часовой стрелке. Свободные концы трубок запаяйте, наложив на них жестяные кружочки. Ось прибора установите так, чтобы ее нижний конец выступал из дна банки на 40 мм. В таком положении пропаяйте места прохода оси сквозь дно и сквозь тройничок.

Теперь на боковых сторонах трубок найдите места отверстий. Отверстия должны стоять напротив швов, то есть смотреть против часовой стрелки. Каждое отверстие должно быть в 30 мм от стенки банки. Просверлите отверстия или разверните их до диаметра 2 мм.

Для того чтобы с прибором удобно было работать, сделайте станину в форме рамки (рис. 13). Материал для станины — жечь, согнутая на деревянном брусочке в форме «корыта», то есть с отогнутыми полками. В середине верхней перекладины станины просверлите отверстие, в которое должна свободно входить ось прибора. Поставьте станину на гладкий стол и с помощью отвеса найдите на нижней перекладине станины точку, лежащую как раз под отверстием. В этой точке затупленным концом гвоздя выдавите небольшое углубление — подпятник, — на него будет опираться нижний конец оси.

Чтобы ось не выскакивала из подпятника, сделайте фиксатор — скобочку из жести с отверстием, в которое ось проходит совершенно свободно.

Вставьте банку с осью в станину и добейтесь легкого ее вращения. Когда отрегулируете, поставьте весь прибор в кювету, таз или другой сосуд с низкими краями и наполните банку водой. Струйки так и брызнут из отверстий в трубках. Реакция этих струек начнет вращать сегнерово колесо сначала медленно, а затем все быстрее и быстрее.



БИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СПИРАЛЬ

При нагревании все тела расширяются. Но одни тела при одинаковом нагревании расширяются больше, другие—меньше. Например, медь при нагревании расширяется больше, чем железо. Пользуясь этим свойством, можно построить очень интересный прибор с биметаллической спиралью. Биметаллической она называется потому, что спаяна из двух разных металлов. Слово «би» происходит от латинского слова «бис», что означает «дважды». От него происходят некоторые знакомые вам слова: «би-план» — самолет с двумя несущими плоскостями, «бинокль» — зрительная труба для двух глаз и т. п.

Одним металлом для нашей спирали будет медь или латунь, другим — железо. Проще всего взять железо от консервной банки: оно как раз подходящей толщины и уже луженое, так что его легче будет паять.

У банки диаметром 100 мм срежьте верхний бортик. Вырежьте место спайки и отрежьте от стенки полосу шириной 4 мм. Длина полосы получится около 300 мм. Вторую полосу шириной 4 мм вырежьте из листовой меди или латуни толщиной 0,2—0,3 мм. Ее длина тоже должна быть 300 мм. Если такого куска материала не достанете, можно составить эту полосу из нескольких кусков.

На листке бумаги начертите так называемую архимедову спираль. Для этого нужно провести горизонтальную линию и отметить на ней две точки, отстоящие одна от другой на 3 мм. Поставив ножку циркуля в одну из этих точек, проведите радиусом 3 мм дугу, равную половине окружности. Концы этой дуги должны опираться на горизонтальную линию.

Затем перенесите ножку циркуля во вторую из отмеченных точек и увеличьте его раствор так, чтобы каран-

даш попал в конец первой дуги. Снова проведите половину окружности, опирающуюся на горизонтальную линию (см. рис. 14). Таким же образом, переставляя ножку циркуля то в первую, то во вторую точку и каждый раз увеличивая его раствор, продолжайте разворачивать спираль. Нужно четыре полных оборота.

Каждую из заготовленных металлических полос сверните спиралью на деревянной палочке, картонном патроне от фотохимикалий или любом другом круглом стержне диаметром 15—20 мм.

Затем внутренний конец железной полосы обожмите плоскогубцами вокруг болтика диаметром 3 мм. Вложите спираль в спираль и приткните к петле для болтика конец медной полосы. В таком положении соедините полосы пайкой с обеих сторон.

Наложите заготовку биметаллической спирали на чертеж архимедовой спирали. Постепенно разворачивайте ее от середины и, придерживая пинцетом, закрепляйте пайкой с обеих сторон через каждые 10—15 мм. При этом все время подгибайте спираль так, чтобы она ложилась точно по вычерченной. Если медная полоса у вас составная, прикладывайте кусок к куску в стык.

Когда заготовите таким образом всю спираль, еще раз проверьте, хорошо ли прилегает медная полоса к железной и лежит ли вся спираль в одной плоскости. Подправив, где нужно, спаяйте полосы по всей длине спирали в направлении от центра к наружному концу.

Панель для спирали размером 50×70 мм вырежьте из гетинакса или текстолита толщиной 1—2 мм. Размет-

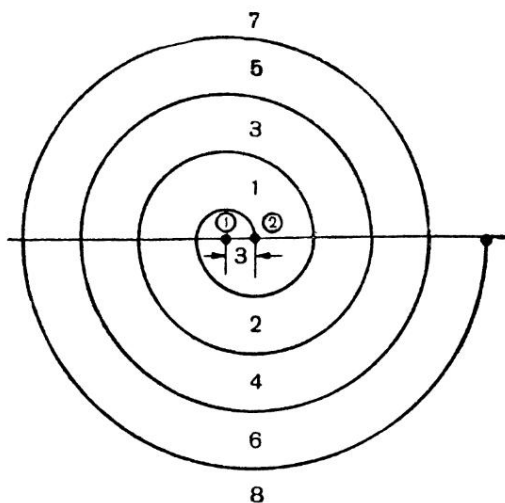


Рис. 14. Схема построения архимедовой спирали.

ка панели показана на рисунке 15, слева сверху. Спираль прикрепите к панели болтиком диаметром в 3 мм. Под головку болтика наденьте металлическую шайбу, затем — спираль, затем — толстую металлическую шайбу или гайку большего диаметра, чтобы спираль не касалась панели. Пропустив конец болтика в отверстие панели, наденьте контактный лепесток, шайбу и затяните гайкой.

Подберите две пластины с контактами от старого реле. Одну из них согните под прямым углом, просверлите отверстие под винт и привинтите болтиком с гайкой к панели. Контактный лепесток пластины пропустите сквозь панель, просверлив для этого особую дырочку.

Вторую пластину с контактом припаяйте к наружному концу спирали. Подгибая спираль, отрегулируйте ее так, чтобы контакты были замкнуты, но прижаты друг к другу возможно слабее.

Изготовьте для прибора деревянную подставку в форме угловой панели. В центре основания подставки (его размер 100×100 мм) установите патрон для электрической лампочки. Вверните в него обыкновенную электрическую лампочку мощностью 75 или 96 вт.

К стенке подставки приложите панель с биметаллической спиралью так, чтобы центр спирали пришелся на одном уровне с нитью лампочки. Отметив это положение, лампочку временно выверните, а панель привинтите к стенке подставки четырьмя шурупами. Под панелью должны будут пройти монтажные провода. Поэтому на шурупы наденьте по несколько толстых шайб, или изоляционные бусины, или металлические трубочки высотой 5—8 мм.

Электрический монтаж прибора выполните осветительным шнуром или другим гибким проводом в надежной изоляции, прикрепляя его к подставке скобками. Схема соединений показана на рисунке 16. Прибор включается в сеть при помощи штепсельной вилки со шнуром. Один провод шнура присоединяется к патрону лампочки прямо, другой — через контакты биметаллической спирали. Когда контакты замкнуты, лампочка горит и нагревает спираль. От нагревания внутренняя, медная, часть спирали расширяется сильнее, чем наружная, сделанная из жести. Спираль начнет раскручиваться. Контакт, укрепленный на ее свободном конце, отойдет от контакта, привинченного к панели.

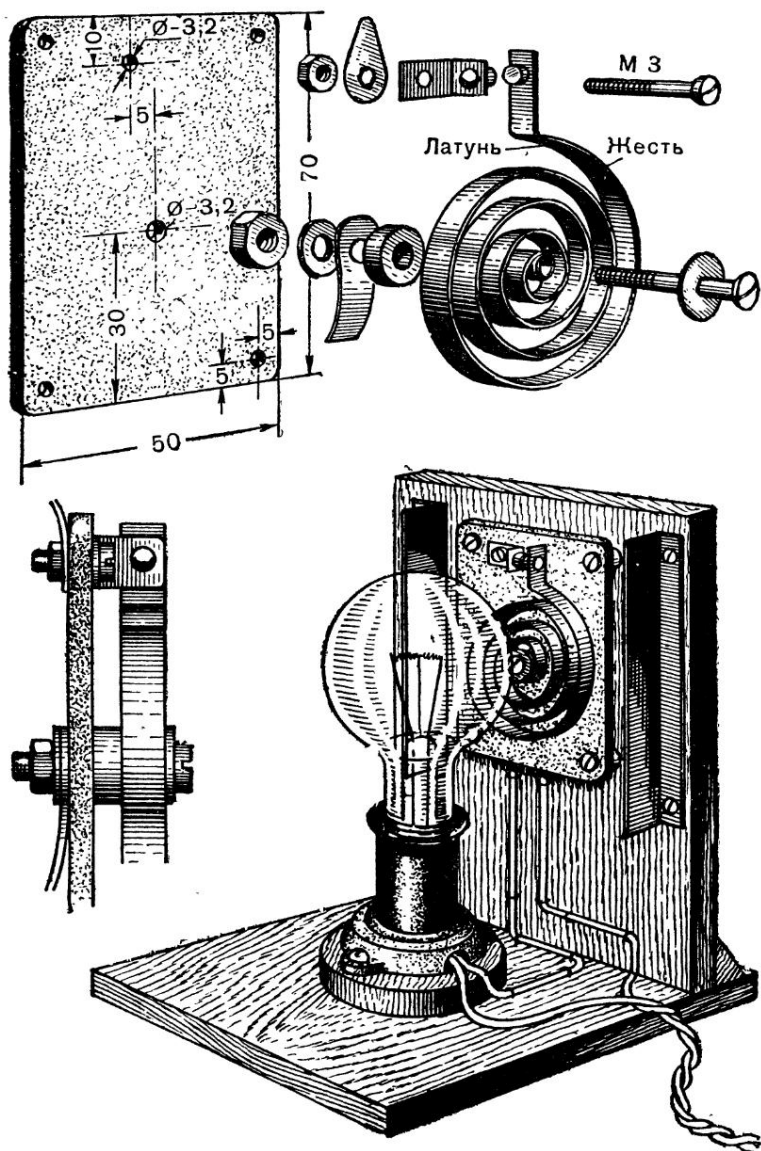


Рис. 15. Устройство биметаллической спирали.

Цепь тока разорвется, лампочка погаснет. Спираль начнет охлаждаться. При этом медная часть спирали будет сокращаться сильнее, чем железная. Спираль начнет закручиваться и замкнет контакт. Лампочка снова загорится, и все начнется сначала.

Так и будет работать этот интересный прибор. Лампочка будет через правильные промежутки времени загораться и гаснуть, а спираль то раскручиваться, то закручиваться. Продолжительность горения лампочки можно регулировать, подгибая спираль и изменяя тем самым прижим контактов друг к другу.

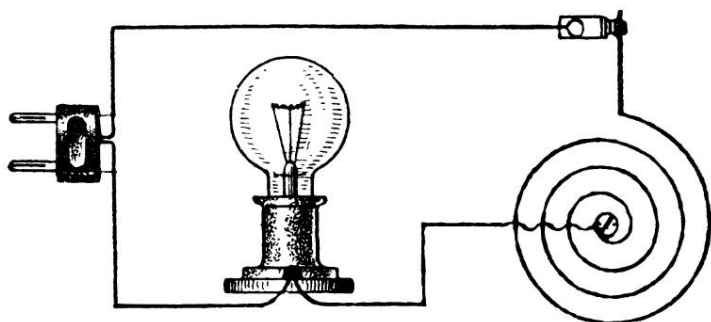


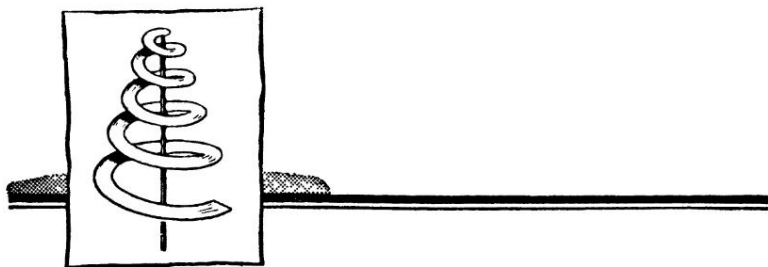
Рис. 16. Схема включения биметаллической спирали в цепь.

Помните только, что к спирали нельзя прикасаться, когда прибор включен в сеть. Лучше всего привинтите по бокам панели со спиралью два предохранительных щитка (рис. 15). Они не дадут коснуться спирали сбоку, а спереди спираль закрыта лампочкой.

Этот прибор можно использовать для управления освещением новогодней елки. Для этого гирлянду электрических лампочек включайте не прямо в сеть, а подключайте параллельно лампе прибора. Когда спираль включит основную лампу, загорится и гирлянда на елке. Погаснет лампа прибора — погаснет и гирлянда.

Если будете украшать большую елку в школе, можете сговориться с товарищами и изготовить несколько приборов с биметаллической спиралью.

Одни приборы будут зажигать свои гирлянды чаще, другие — реже. Поэтому все гирлянды будут вспыхивать в разное время и давать самые различные сочетания.



АБАЖУР-ТУРБИНА

Возле топящейся плиты, радиаторов отопления, горячей лампы и других источников тепла всегда образуются восходящие потоки нагретого воздуха.

Это явление легко обнаружить с помощью очень простой игрушки. Из листка чертежной бумаги или из почтовой открытки вырежьте спираль, показанную на рисунке 14. Она вычерчивается с помощью циркуля. Как чертить, объяснено на стр. 40. Только здесь расстояние между точками 1 и 2 нужно взять не 3, а 5 мм.

Вырезав спираль ножницами до одной из двух отмеченных точек, слегка вдавите другую точку концом мягкого карандаша. Только не проткните бумагу насквозь. Это углубление будет подпятником спирали.

Посадив спираль углублением на острие карандаша, поднесите ее к плите, лампе, радиатору отопления или другому источнику тепла. Под действием восходящего потока нагретого воздуха спираль начнет вертеться.

Используя это явление, можно сделать и более сложный прибор: воздушную турбину в виде абажура.

Общий вид и части абажура-турбины показаны на рисунке 17. Основание сделайте из чисто выстроганной доски размером 120×120 мм. Отшлифуйте его шкуркой и покройте морилкой или лаком.

Подставку вырежьте из жести, согните и спаяйте отогнутые ребра в углах верхней площадки. В отверстии площадки укрепите карболитовый висячий патрон для электрической лампочки.

Для этого головку патрона отверните и вставьте в отверстие снизу, а юбку патрона навинтите сверху. Может случиться при этом, что внутренняя часть патрона

не зажмется плотно и будет болтаться. Дело в том, что юбка теперь не заворачивается до конца: мешает толщина площадки. Придется снова отвинтить юбку патрона и немного опилить ее торец напильником. После этого юбка сядет глубже и зажмет внутреннюю часть патрона.

Зарядите патрон шнуром и прикрепите этот шнур к подставке скобками. Только обязательно подложите под скобки плотный картон, чтобы не повредить шнур. На свободный конец шнура наденьте штепсельную вилку для включения в сеть.

Крестовину сделайте из голой медной проволоки диаметром 2—2,5 мм. Можете взять одножильный медный провод сечением 4 кв. мм (его называют «4 квадрат») и очистить от изоляции. Годится и стальная проволока диаметром 1—1,5 мм, из которой делают каркасы для абажуров.

Нижние концы ножек сверните петлями и прикрепите к подставке 4-миллиметровыми винтами с гайками. Изогните ножки так, чтобы между ними помещалась лампочка.

Верхние концы ножек отогните вертикально и сложите все вместе. Стяните их несколькими витками тонкой голой проволоки, а в середину вдвиньте патефонную иглу острием вверх. Острие должно выступать на 4—5 мм. После этого весь верхний узел крестовины пропаяйте.

Колесо турбины состоит из диска с лопастями и ободка. Диск расчертите на листе белой жести по нашему рисунку. Лопасты прорежьте до внутреннего круга. При этом все они немного повернутся в одну сторону. Изогните их в эту же сторону дальше, чтобы концы лопастей встали под углом примерно в 45°. Точнее отрегулируете после.

Для ободка заготовьте полоску из белой жести шириной 12 мм и длиной 450 мм. Если такой длинной полоски жести не подберете, спаяйте внакладку две одинаковые половины.

Оберните полоской диск. Полоска должна проходить возможно точнее через середины лопастей. Туго обвяжите ее проволокой или шнурком, чтобы она плотно прилежала к лопастям по всей окружности, и спаяйте концы полоски внакладку.

Теперь нужно припаять лопасти диска к ободку. Эта работа требует точности. Прежде всего оберните ободок

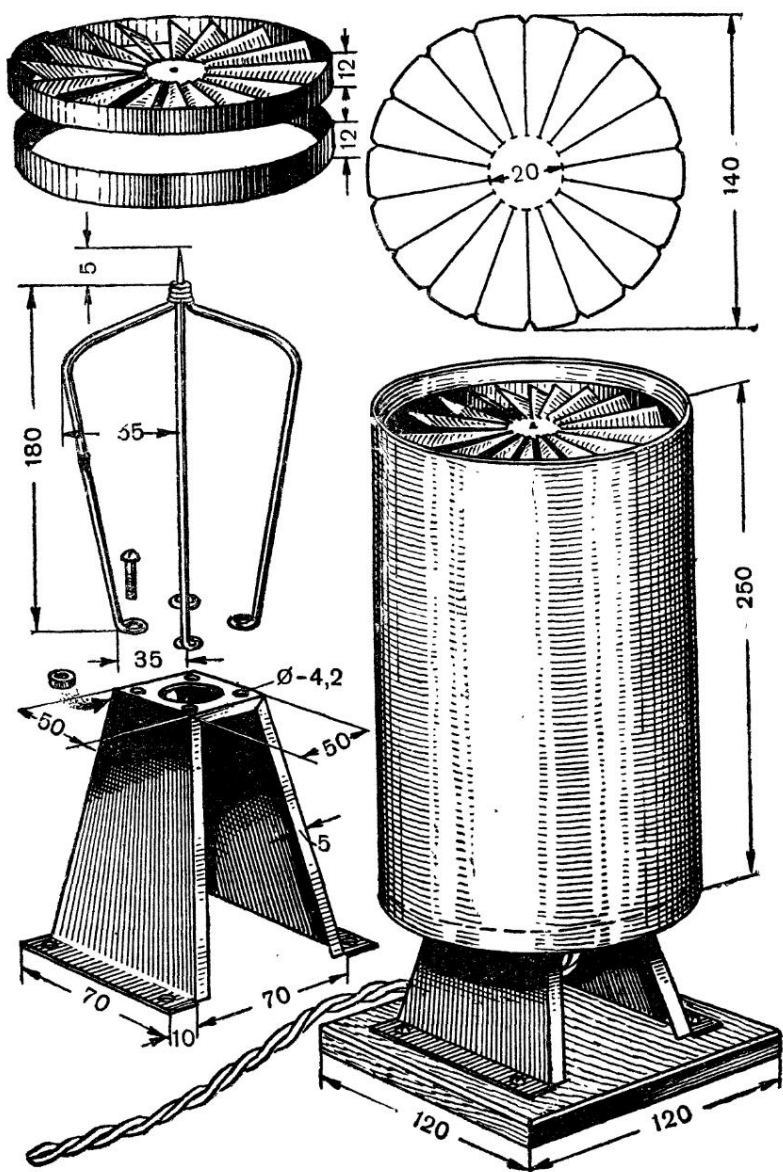


Рис. 17. Абажур-турбина.

бумажной ленточкой и обрежьте ее так, чтобы концы сходились точно в стык. Сняв эту ленточку, разделите ее на шесть равных частей поперечными линиями. Снова наденьте ленточку на ободок и перенесите на него точки деления.

В отмеченных на ободке шести точках проведите линии, перпендикулярные к краям. Через середины этих линий прочертите наклонные линии под углом 45° . Эти наклонные линии покажут направление концов лопастей.

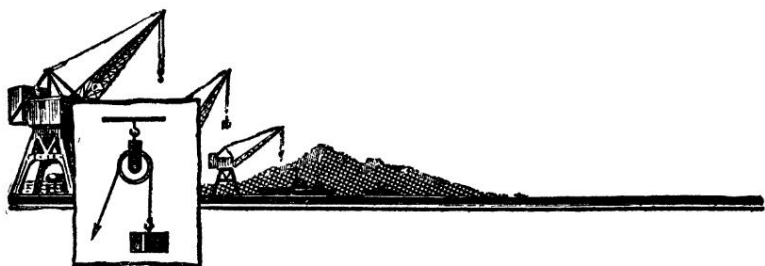
Диск имеет восемнадцать лопастей. Шесть из них, то есть каждую третью, установите точно по сделанной разметке. Выступающие по краям ободка ребра этих лопастей должны продолжать наклонные линии. В таком положении сначала прихватите эти лопасти пайкой, а затем припаяйте как следует. После этого промежуточные лопасти легко будет припаять на глаз.

По готовому колесу турбины сверните и склейте абажур в виде цилиндра высотой 250 мм из чертежной бумаги. Он должен надеваться на колесо очень туго. Продвиньте колесо внутрь абажура так, чтобы верхний край ободка был утоплен на 40 мм.

Для усиления нижнего края абажура вставьте в него еще один ободок из жестяной полоски шириной 12 мм. Сначала сверните полоску в кольцо и вдвиньте его в абажур до половины. Расправив кольцо, как только позволит абажур, прихватите стык плоскогубцами за выступающий край. Вытяните кольцо и спаяйте его в найденном положении, а потом снова вдвиньте в абажур, но уже на всю ширину. Паять кольцо в абажуре не стоит: бумага будет пригорать.

Абажур-турбина готов. Вверните в патрон лампочку мощностью 75 или 96 вт и включите вилку прибора в штепсельную розетку. Лампочка, нагревшись, создаст в цилиндре восходящий поток воздуха. Этот поток, ударяясь в лопасти турбины, заставит абажур вращаться. Вращение будет продолжаться все время, пока горит лампочка.

Для украшения абажура можете нарисовать на нем разные фигуры или перевести на него переводные картинки. Еще интереснее прорезать в абажуре окошки и клеить их разноцветным целлофаном. Тогда при работе турбины по стенам комнаты будет бежать хоровод цветных бликов.



БЛОКИ

Для опытов с блоками прежде всего необходимо сделать стойку. Не жалейте труда на ее изготовление: стойка пригодится еще не один раз. Основные части стойки — основание, две вертикальные рейки и перекладина (рис. 18).

Основание сделайте из доски толщиной 20—25 мм. Его размеры 140×200 мм. Слои древесины должны идти вдоль короткой стороны. Аккуратно обстругайте основание и отполируйте его шкуркой.

Толщина реек и перекладины 15 мм, ширина 20—25 мм. Высота вертикальных реек по 500 мм. Перекладина должна быть длиной 200 мм, то есть точно по длине основания. Эти части также обстругайте рубанком и отполируйте шкуркой.

Заготовив рейки, сделайте пазы для них точно в серединах узких сторон основания. Для этого поставьте рейки торцами на основание и аккуратно обчертите их твердым, остро заточенным карандашом. Пропилите пазы по бокам, а середину выберите стамеской.

В нижней стороне перекладины сделайте по концам выемки глубиной 5 мм. В них должны войти концы вертикальных реек.

Разведите столярный клей, приготовьте шурупы длиной 30—35 мм и приступайте к сборке. В нижних концах реек и в концах перекладины просверлите по отверстию под шуруп. Если шурупы с потайной головкой, не забудьте сделать выемку под нее. Приложив рейки к основанию, наколите шилом отверстия для завинчивания шурупов.

Смажьте нижние концы реек и пазы основания тонким слоем столярного клея. Поставьте рейки на место.

Смазав шурупы сухим мылом, заверните их пока не до самого конца. Шурупы будут держаться хорошо. Ведь вы специально заготовили основание так, чтобы они шли не вдоль слоев древесины, а поперек.

Если рейки у вас из крепкого дерева, перекладину можно тоже крепить шурупами. Если материал слабый, крупнослойный, придется прибить ее гвоздями. Смазав

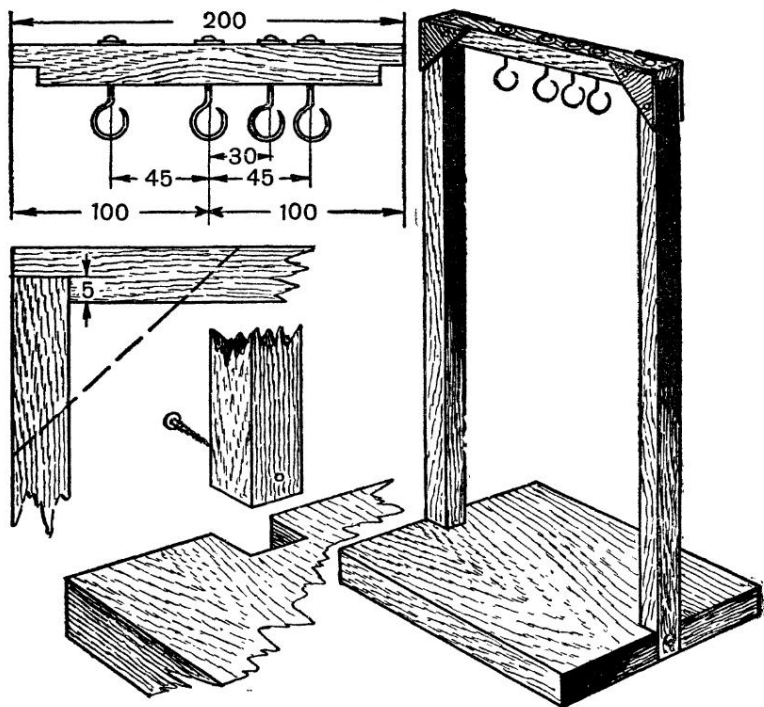


Рис. 18. Стойка.

клеем верхние концы реек и пазы перекладины, поставьте перекладину на место и закрепите не совсем плотно.

Пока клей не схватился, выверьте по угольнику, правильно ли стоят рейки на основании. Если они наклонены или перекладина перекошена, выровняйте конструкцию легким нажимом и в таком положении окончательно затяните шурупы или забейте гвозди. Выступившие наружу капли клея аккуратно снимите стамеской. Еще раз убе-

дившись в том, что все стоит ровно и прямо, поставьте стойку сохнуть.

На следующий день, когда клей хорошо высохнет, набейте на верхние углы стойки четыре косынки из фанеры. Они не дадут стойке расшатываться. В перекладине просверлите четыре отверстия под крючки: одно — в середине, одно — отступя на 30 мм в сторону и еще два — отступя по 45 мм в каждую сторону от среднего. В каждое отверстие вставьте сверху тонкий гвоздь, подложив под головку небольшую шайбу. Прошедшие насквозь концы гвоздей с помощью круглогубцев изогните в виде крючков.

Теперь, когда стойка готова, можно приступить к изготовлению блоков. Блок состоит из ролика, оси и обоймы с крюком.

Обойму сделайте из жести по размерам, указанным на рисунке 19. Заготовив полоску жести, сначала отогните ее края для того, чтобы увеличить прочность. Такие отогнутые края называются ребрами жесткости. Отгибать их лучше всего молотком на деревянной рейке подходящего размера. Наметив места сгибов обоймы, прорежьте против них ребра жесткости на всю глубину. Согните обойму, а торчащие уголки ребер срежьте наискосок.

В спинке обоймы просверлите отверстие, вставьте в него крюк, согнутый из гвоздя, и шляпку гвоздя припаяйте к спинке изнутри.

Ролики можно выточить из дерева, пластмассы или металла на токарном станке. Диаметр ролика 25 мм, толщина 10 мм. По окружности проточите полукруглую бороздку глубиной 2—3 мм для шнура.

Если воспользоваться токарным станком нет возможности, сделайте ролик из катушки.

Подберите катушку из-под ниток, у которой диаметр щечек 26—28 мм. Наденьте ее на палочку и, постепенно поворачивая, прочертите карандашом на каждой щеке линию, отстоящую на 5 мм от наружного края. По этим линиям аккуратно отрежьте щечки от катушки перочинным ножом или лобзиком. Срезы получившихся кружков зачистите напильником или крупной шкуркой.

Насадите обе щечки на карандаш срезанными сторонами друг к другу. Если срезы прилегают один к другому неровно, нужно выступающие места отметить карандашом, а потом щечки снять и осторожно подровнять.

Когда все будет получаться правильно, смажьте срезы и карандаш клеем, лучше всего столярным. С карандаша нужно предварительно счистить лак. Надев щечки, прижмите их крепко одну к другой. Склеенный ролик должен сохнуть не меньше часа.

Когда клей хорошо высохнет и затвердеет, острым ножом срежьте выступающие концы карандаша вровень со щечками. Оставшийся внутри ролика обрезок графита вытолкните тонким гвоздиком. Канавку в ролике очистите от засохшего клея перочинным ножом. Затем аккуратно расширьте ее круглым надфилем.

Очень удобно расширять канавку с помощью сверлильного станка или хотя бы ручной дрели. В этом случае сначала срежьте только один конец карандаша, а другой конец зажмите в патрон вместо сверла. Когда ролик завертится, будет легко обработать его надфилем, а затем мелкой шкуркой. Ролик нужно обработать шкуркой и снаружи, чтобы он меньше цеплялся за обойму.

Для оси подберите кусок стальной проволоки или гвоздь длиной 20 мм и такой толщины, чтобы ролик мог свободно вращаться на нем. В щечках обоймы, отступая по 15 мм от спинки, просверлите отверстия для оси.

Вложите ролик внутрь обоймы. С каждой его стороны вложите еще по одной металлической шайбе или по колечку, согнутому круглогубцами из медной проволоки. Это нужно для того, чтобы ролик не терся об обойму всей поверхностью щечки. Вставив ось, закрепите ее в щечках пайкой.

Для опытов лучше заготовить сразу два таких ролика с обоймами. Каждый из них может быть использован и как подвижной блок, и как неподвижный. Еще для этих опытов необходим динамометр, изготовление которого описано выше.

Подвесьте один из роликов к среднему крюку стойки. Это у вас будет неподвижный блок. Подберите самый большой груз, который еще можно взвесить на вашем динамометре. Прикрепите к нему суровую, крученую шелковую или другую достаточно прочную нитку. Перекиньте конец нитки через блок и сделайте на нем петельку. За эту петельку зацепите крюк динамометра.

Вы увидите, что при подъеме груза через блок динамометр будет показывать примерно столько же, сколько он показывал при непосредственном взвешивании груза.

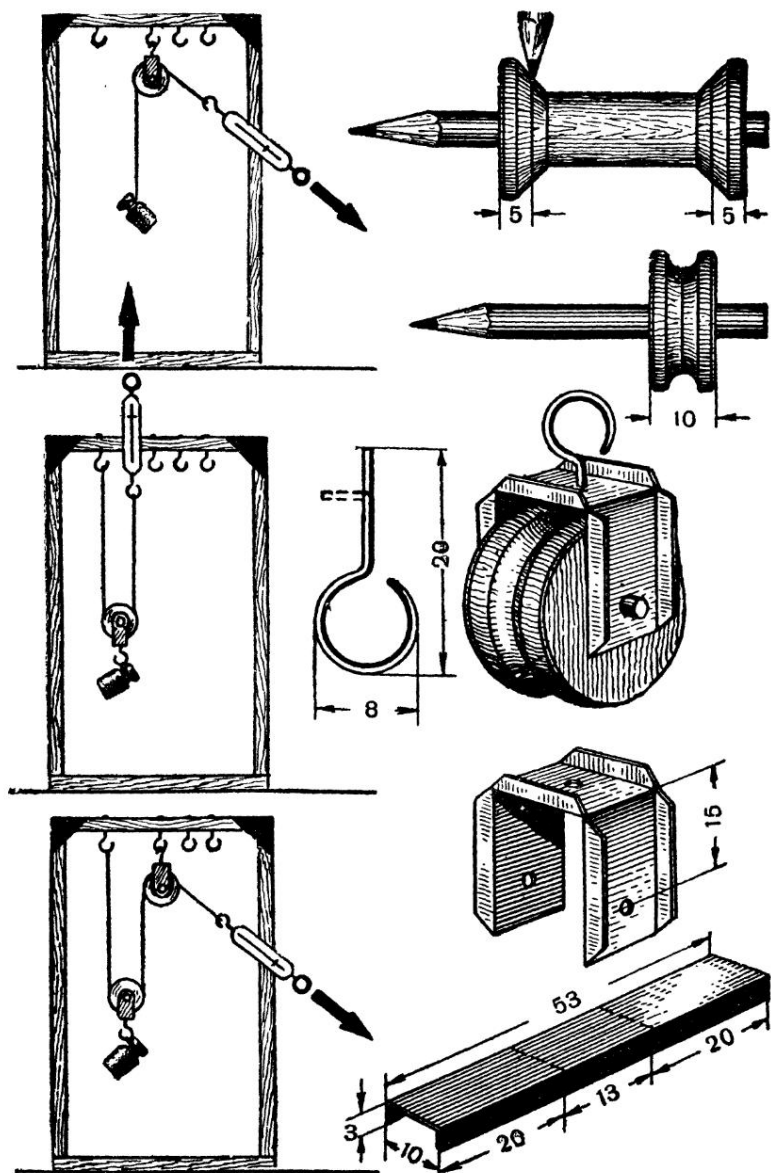


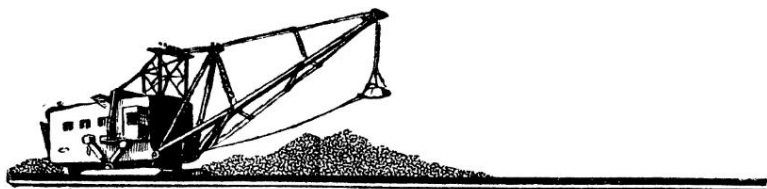
Рис. 19. Блоки.

Возможная небольшая разница вызывается трением в блоке. Значит, неподвижный блок не дает выигрыша в силе. Зачем же тогда он нужен? Это легко понять, если попробовать менять положение динамометра. Можете тянуть нитку через блок прямо вниз, или горизонтально, или косо под любым углом. Во всех случаях груз будет подниматься прямо вверх, а показания динамометра не изменятся. Это значит, что неподвижный блок позволяет менять направление силы так, как нам удобно.

Снимите ролик с крюка стойки и прицепите его к грузу. Нитку закрепите одним концом за крюк стойки, а другой конец перекиньте через ролик и наденьте на крюк динамометра. Теперь уже ваш ролик стал подвижным блоком. Поднимая груз, вы увидите, что динамометр показывает чуть больше половины его веса. Он показывал бы точно половину, если бы не было трения в блоке, а сам блок ничего бы не весил. Значит, подвижной блок дает выигрыш в силе почти в два раза.

Правда, подъем груза при этом замедляется. Он ползет вверх вдвое медленнее, чем вы поднимаете динамометр. Поэтому выигрыша в работе не получается. Но все равно, выигрыш в силе в два раза — большое удобство. Плохо только, что тянуть приходится вверх. Это не всегда бывает удобно.

Впрочем, мы с вами уже знаем, как изменить направление силы. Для этого служит неподвижный блок. Подвесьте его на свободный крюк стойки и перекиньте через него конец нитки. Вы увидите, что динамометр при подъеме груза по-прежнему будет показывать около половины веса, зато тянуть можно будет и вниз и в сторону.



МЕХАНИЗМЫ ИЗ БЛОКОВ

Сочетание подвижного блока с неподвижным дает выигрыш в силе в два раза. Ну, а если нам этого мало? Как получить еще больший выигрыш?

Для этого можно соединять блоки в более сложные механизмы. Один из таких механизмов показан на рисунке 20. На той же стойке, которая описана в предыдущей статье, подвешены три подвижных блока и один неподвижный. Попробуем разобраться, какой выигрыш в силе должен давать этот механизм. Самый левый блок у нас неподвижный. Дальше нить перекинута через подвижной блок и конец ее прикреплен к стойке. Этот механизм нам уже знаком. Он дает выигрыш в силе вдвое.

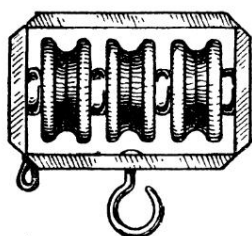
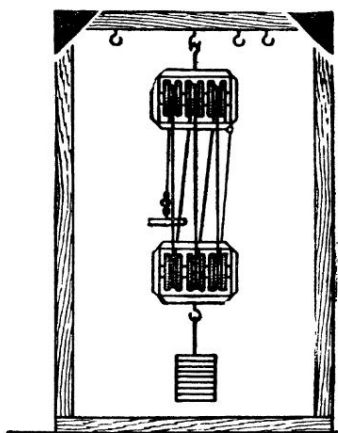
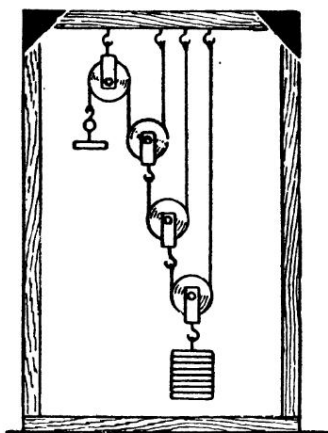
Удвоенная сила тянет вторую нить, перекинутую через подвижной блок (средний из трех) и опять-таки прикрепленную к стойке. Но мы уже знаем, что подвижной блок даже и без неподвижного дает выигрыш в силе в два раза. Значит, здесь сила еще раз удваивается. Таким образом, первоначальная сила увеличилась в четыре раза.

Но на этом дело не кончается. К обойме второго подвижного блока привязана еще одна нить, перекинутая через третий (крайний справа) подвижной блок. Конец этой нити снова прикреплен к стойке, а к обойме подвижного блока подвешен груз.

Третий подвижной блок должен давать выигрыш в силе еще в два раза. Значит, общий выигрыш в силе, даваемый всем механизмом, увеличится до восьми раз.

Это легко проверить, нагрузив механизм. Один грузик весом, скажем, в 10 г действительно уравнивает целых восемь таких же грузиков, подвешенных к левому подвижному блоку.

Правда, на самом деле выигрыш в силе будет меньше



Петелька



Шайба

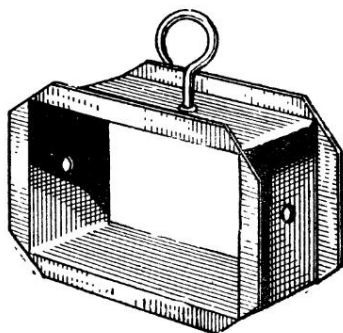


Рис. 20. Механизмы из блоков.

К грузику в 10 г нужно еще добавить перегрузок, уравновешивающий вес всех подвижных блоков. На нашем рисунке этот перегрузок имеет вид шарика. Сверху в шарик вставлен крючок, снизу — петелька.

Шарик можно отлить из свинца, вложив внутрь крючок и петельку, согнутые из одного обрезка стальной проволоки (хотя бы от канцелярской скрепки). Вес шарика можно сначала взять с запасом, а потом подогнать, спиливая излишки напильником. Уменьшать вес нужно до тех пор, пока шарик, подвешенный без основного груза в 10 г, перестанет перетягивать вес самого механизма (разумеется, также ненагруженного).

Кстати, попробуем сообразить, какой нужен вес перегрузка? На первый взгляд кажется, что он должен быть равен весу всех трех подвижных блоков вместе. Но это только на первый взгляд. В нашем механизме перегрузок должен уравновесить: $1/2$ веса первого подвижного блока, $1/4$ веса второго подвижного блока, $1/8$ веса третьего подвижного блока, то есть всего $7/8$ веса подвижного блока, если вес всех трех блоков одинаков.

Это не так много, как казалось сначала. Тем не менее выигрыш в силе все же уменьшается довольно заметно. А ведь мы пока еще только уравнивали груз, но не пытались его поднять. Что же будет, если вместо груза

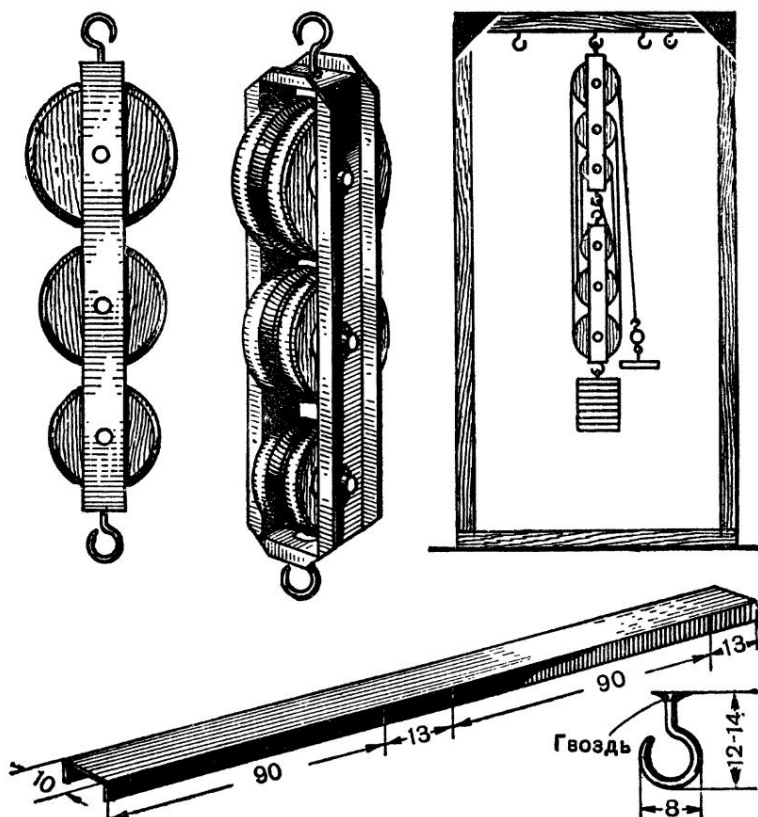


Рис. 21. Полиспаст.

и перегрузка зацепить за правый конец нити крюк динамометра?

Потянув динамометр и приведя нижний груз в движение, вы увидите, что динамометр покажет силу, заметно превышающую вес верхнего груза с перегрузком. Ведь здесь, кроме веса блоков, прибавились еще потери на трение.

Значит, в действительности этот «хитрый» механизм дает выигрыш не в восемь раз, а гораздо меньше.

Вообще говоря, наш механизм можно было бы еще усложнить. Каждый добавленный к нему подвижной блок давал бы выигрыш в силе еще в два раза. Но это — только в теории. На самом деле увеличение потерь на трение становилось бы все более заметным. В конце концов при большом числе блоков механизм вообще перестал бы давать какой-либо выигрыш. При дальнейшем же добавлении блоков будет получаться не выигрыш в силе, а проигрыш.

Вот почему на практике обычно не применяют механизмы из блоков, дающие выигрыш более чем в шесть — восемь раз. Механизм, дающий выигрыш в восемь раз, мы с вами только что разобрали. Если убрать один подвижной блок, выигрыш в силе будет только в четыре раза. Но как получить выигрыш в шесть раз?

Для этого служат механизмы, показанные на рисунках 20 и 21. Первый из них называется таями, второй — полиспастом. Каждый механизм состоит из двух обойм. В верхней закреплены три неподвижных блока, в нижней — три подвижных. Поднимаемый груз подвешен к нижней обойме. Действующий груз прикреплен к концу нити, пропущенной через все блоки последовательно. Что будет, если вытянуть конец нити, скажем, на 60 мм? Нижняя обойма несколько поднимется. При этом все шесть участков нити, на которых обойма висит, укоротятся одинаково, то есть на 10 мм каждый. Значит, и обойма поднимется на 10 мм, иными словами, получится проигрыш в расстоянии в шесть раз. Во столько же раз будет и выигрыш в силе.

Тали и полиспасты можно наращивать и дальше, увеличивая число блоков в обоймах. При этом будут получаться выигрыши в силе, равные числу участков нити между обоймами. Но сила трения «съедает» получаемое преимущество.

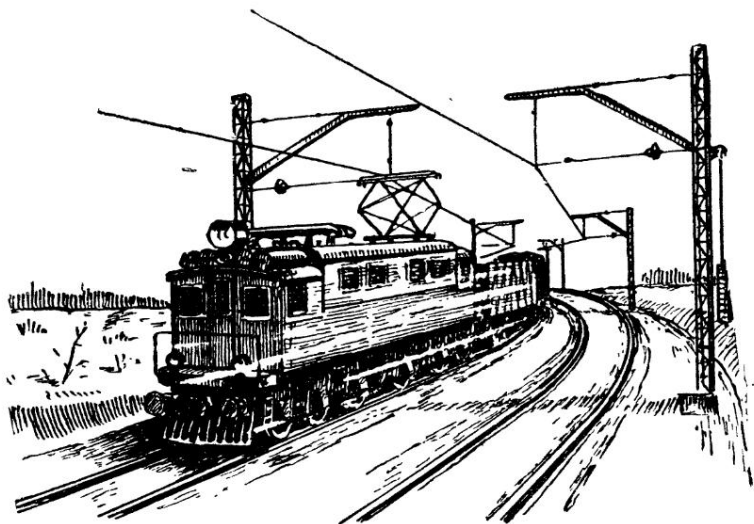


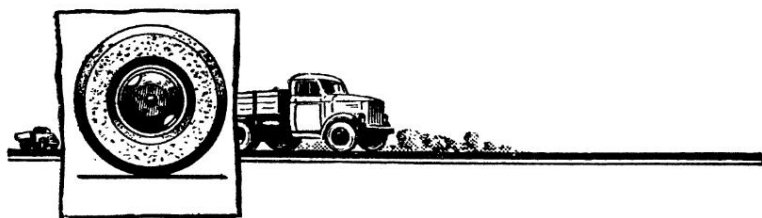
Рис. 22. Натягивание проводов с помощью блоков.

Сделать оба механизма несложно. Блок — точеный или из щечек от катушки. Их изготовление было описано в предыдущей статье. Если делаете тали, все шесть блоков нужны одинакового диаметра. Для полиспаста нужны три пары блоков разного диаметра. Их можно, например, сделать из трех пар разных катушек: малых (от шелковых ниток), обычных и больших (от самых толстых ниток).

Изготовление обойм понятно из рисунка 19 и предыдущей статьи. Как делать перегрузки, сказано выше.

Интересно, что такие механизмы до сих пор применяются в технике. С помощью талей и полиспастов в парусном флоте поднимали и опускали паруса. На судах с механическим двигателем тали применяются для подъема и спуска на воду спасательных шлюпок.

На рисунке 22 показано применение блоков для натяжения контактных проводов электрической железной дороги.



ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ

Прибор, который мы построим, позволит определять коэффициенты трения скольжения и трения качения.

Основные части прибора — доска с кронштейнами и блоками и грузовая площадка. Понадобятся еще гири весом от 100 г до 2 кг.

Если гири у вас нет, можете изготовить их сами; форма гири значения не имеет, важен только ее вес. Поэтому можете сделать гири из свинца, стали, меди, чугуна, даже из кусков кирпича. После того как отольете, отпилите или отобьете такую «гирю», взвесьте ее на весах и напишите вес прочной краской. Если хотите, чтобы вес выражался круглой цифрой (скажем 200 г, а не 214,5 г), спилите излишек «гири» напильником. Самодельные гири запрещено применять в торговле и в технике. Но для лаборатории юного физика они вполне подойдут.

Размеры доски прибора: длина 40—50 см, ширина 120—150 мм, толщина 15—20 мм.

С боков подстрогайте доску под углом, чтобы она расширялась кверху. Всю доску чисто обстрогайте и отшлифуйте шкуркой. Красить и лакировать ее не нужно.

Для того чтобы определять коэффициенты трения по стали, меди, латуни, алюминию, подберите листы из этих материалов и сделайте из них «чехлы» на доску. «Чехлы» должны надвигаться со свободного конца, пока не упрутся в кронштейны. Загнутые края «чехлов» будут охватывать бока доски, сужающиеся книзу. Это не даст им отставать от доски. Кронштейны не дадут «чехлам» съехать вперед.

Грузовая площадка — это просто кусок доски размером 50×100 мм. С одной стороны гладко обстрогайте ее и отшлифуйте шкуркой, с другой — обейте гладкой листовой сталью. Шляпки гвоздей ни в коем случае не должны

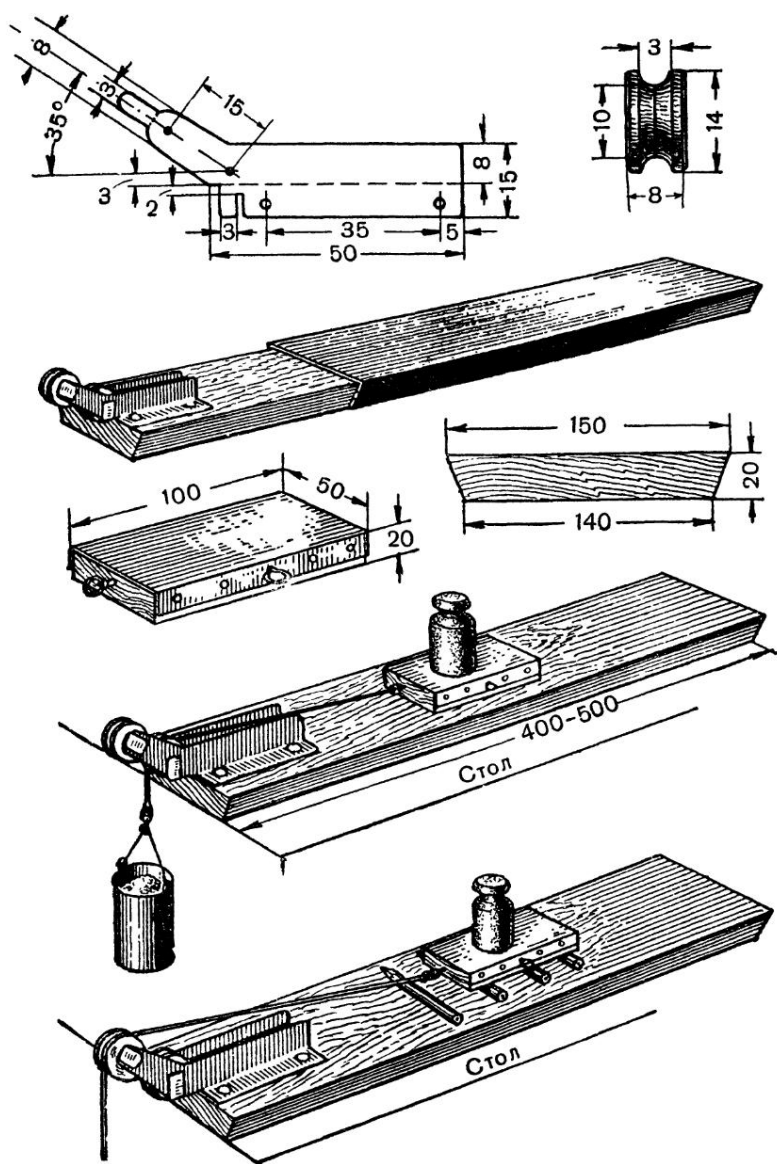


Рис. 23. Прибор для определения коэффициента трения.

торчать снизу. Лучше края стального листа загнуть и прибить к площадке с боков. Переворачивая площадку, сможете определять коэффициенты трения для дерева и для стали.

В серединах короткой и длинной сторон площадки вбейте по петельке для закрепления нитки. После этого взвесьте площадку и напишите на ней ее вес.

Кронштейны для роликов расчертите по рисунку 23 на листке жести или латуни толщиной 0,5—0,8 мм и вырежьте по контуру. Сложите заготовки вместе, зажмите в тиски и опилите по контуру. Затем просверлите отверстия для осей роликов через обе заготовки сразу. Снова точно совместив заготовки, убедитесь, что отверстия совпадают. В таком положении еще раз зажмите их в тиски и молотком отогните нижние полки в противоположные стороны. Отверстия в полках под гвоздики, крепящие кронштейны к доске, можете сверлить по отдельности; здесь совмещение не требуется.

Торчащие «ушки» кронштейнов отогните плоскогубцами пока примерно на 90°. После этого прибейте кронштейны к доске. Просвет между ними подберите по блокам с шайбами.

Блоки сделайте из средней части («гильзы») катушки от ниток. Насадите гильзу на карандаш, отрежьте два блока шириной по 8 мм и круглым надфилем пропилите в них по окружности канавки. Чтобы канавки были ровными, лучше всего пропиливать их, зажав гильзу в патрон токарного или сверлильного станка или хотя бы дрели. В этом случае канавки пропилите сначала, а потом уже, не останавливая вращения, отрежьте блоки от гильзы острой стамеской.

Из отрезков карандаша, сидящих внутри блоков, вытолкните грифель. Подберите гвоздики такой толщины, чтобы блоки легко на них вращались, и отрежьте кусачками две оси такой длины, чтобы они выступали за края блоков вместе с шайбами по 2 мм с каждой стороны. Из медной проволоки согните на этих осях по две шайбы на каждый блок. Сбрав блоки с шайбами на осях, окончательно загните «ушки» кронштейнов так, чтобы оси не могли выпасть.

Для определения трения скольжения положите доску плашмя на стол и перекиньте нитку от грузовой площадки через нижний блок кронштейнов. Нитка должна идти

параллельно доске. Нагрузив площадку гирей весом в 1 кг, тяните за свободный конец нитки динамометром так, чтобы площадка с грузом двигалась равномерно. Заметьте показание динамометра. Коэффициент трения равен силе тяги, деленной на вес площадки вместе с грузом.

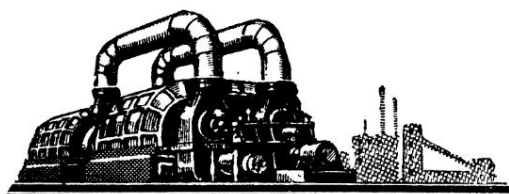
Если подходящего динамометра у вас нет, привяжите к концу нитки ведро и насыпайте в него песок или дробь до тех пор, пока площадка с грузом не придет в равномерное движение. После этого ведро с дробью взвесьте.

Для большей точности можете для каждой пары материалов повторить опыт несколько раз, изменяя вес положенного на площадку груза. Значения коэффициента трения будут получаться очень близкими. Если какое-нибудь из них будет сильно отличаться, отбросьте его, а из остальных возьмите среднее арифметическое.

Прицепляя грузовую площадку к нити широкой или узкой стороной, вы сможете убедиться, что сила тяги от этого не меняется.

Трение качения можно определить подобным же образом, только под грузовую площадку надо подложить несколько круглых карандашей. Нитку теперь нужно перекинуть не через нижний, а через верхний блок кронштейна. Ведь она должна быть параллельна доске, а грузовая площадка, уложенная на круглые карандаши, стала выше на 8 мм (диаметр обычных школьных цветных карандашей).

Вы легко убедитесь, что коэффициент трения качения примерно в десять—двадцать раз меньше, чем коэффициент трения скольжения. Именно поэтому в современной технике такую важную роль играют подшипники качения.



ПРОСТЕЙШАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА

Паровая турбина приводится в движение струей пара, ударяющей в лопатки стального колеса. Простейшую модель, показывающую принцип действия паровой турбины, можно сделать из консервных банок.

Подберите две одинаковые банки такой формы, как показано на рисунке 24. Прокипятите их и промойте горячей водой с ершиком, чтобы удалить все остатки содержимого. От одной банки отрежьте закатанный ободок с той стороны, где она открыта. От другой банки отрежьте дно, оставив бортик высотой примерно 15 мм.

Вставьте дно с бортиком в банку с отрезанным ободком и хорошо пропаяйте по окружности. Если дно не будет входить, наружную банку наденьте на отрезок стальной трубы, зажатый в тиски, и слегка расклепайте край стенки молотком.

Котел турбины готов. В крышке его нужно сделать два отверстия — для наливания воды и для выхода пара.

Водоналивное отверстие лучше всего завинчивать гнездом от старого штепселя. К крышке котла припаяйте гайку гнезда. Чтобы удобно было завинчивать, в головку гнезда впаяйте проволочную петельку.

На гнездо наденьте свинцовую шайбу толщиной 2—3 мм. Ее можно сделать из свинца, расплюскав молотком, или из свинцовой оболочки кабеля. Шайба из кожи или резины работает гораздо хуже. А свинцовая совершенно плотно закрывает отверстие и служит очень долго. Нужно только несколько раз плотно завинтить и отвинтить гнездо, чтобы свинец хорошо притерся к гайке.

Пар из котла лучше всего выпускать через капсюль от примуса. Тогда он будет бить узкой, сильной струйкой прямо в лопасти колеса.

В крышке котла, отступя 20 мм от ее центра, проделайте отверстие. Капсюль должен входить в него своей нарезанной частью. Вставьте капсюль в отверстие и аккуратно пропаяйте кругом.

Для нагревания котла проще всего воспользоваться таблетками «сухого спирта», которые обычно берут с собой охотники и туристы. Жечь их нужно в плоской металлической баночке. Только целую таблетку не кладите: она горит так жарко, что котел может распаяться. Раскрошите таблетку на кусочки величиной с горошину и подкладывайте их по одному.

Можно взять лабораторную спиртовку или газовую горелку, если она есть в школьном физическом кабинете. Спиртовку можете сделать и сами из бутылочки. Трубочку для фитиля сверните из жести на большом гвозде. Длина трубочки 20 мм. На трубочку насадите жестяную шайбу наружным диаметром 20 мм. Фитиль сверните из гигроскопической ваты. Лучшее горючее для спиртовки — денатурированный спирт.

К котлу припаяйте ножки такой высоты, чтобы от конца фитиля до дна котла оставалось 20—25 мм. Ножки можно согнуть из толстой медной проволоки, как делали для сосуда с отверстиями.

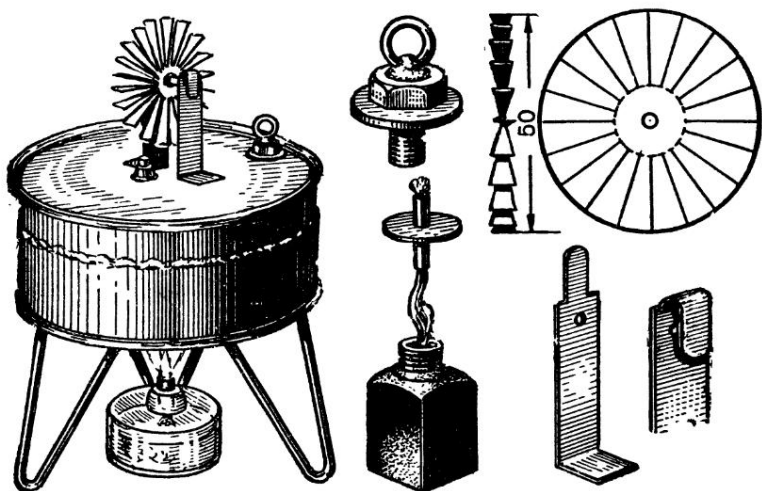


Рис. 24. Простейшая паровая турбина.

Как сделать колесо турбины, ясно из чертежа. Жестяной кружок диаметром 50 мм надрежьте ножницами по радиусам. Каждую лопасть захватите плоскогубцами и разверните под углом в 90° . В центре проколите отверстие и вставьте ось длиной 40—50 мм.

Лучший материал для оси — вязальная спица. Для того чтобы ровно отломить ее конец, нужно сначала сделать надрез трехгранным напильником. Если напильник не возьмет, придется воспользоваться точильным брусочком. Отломанный конец аккуратно закруглите брусочком или напильником. Если спицы не достанете, можете сделать ось из тонкого гвоздя. Только имейте в виду, что гвоздь не полирован и турбина будет работать хуже. Колесо припаяйте к середине оси.

Для оси сделайте две стойки по рисунку 24. Отверстия для оси аккуратно проверните граненым шилом и снимите заусенцы. Ось должна входить в отверстия плотно.

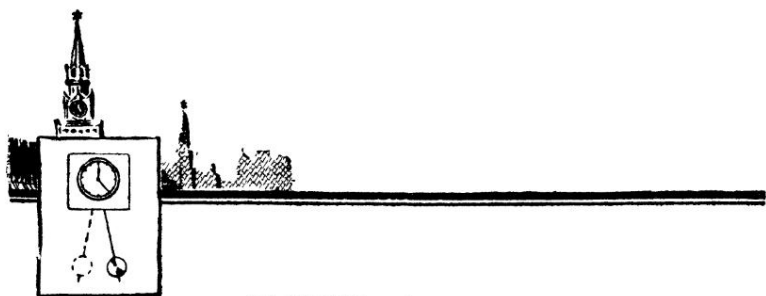
Загнутые верхние концы стоек будут служить ограничителями. Они не дадут оси с колесом сместиться в сторону.

Стойки вместе с осью поставьте на крышку котла и прихватите пайкой. Ось должна иметь между ограничителями небольшой свободный ход.

Турбина готова. Зажгите спиртовку, а котел наполните горячей водой и плотно закройте водоналивное отверстие. Когда вода закипит, струйка пара завертит колесо турбины.

Если турбина работает слабо, проверьте, точно ли попадает струйка пара на лопасти колеса. Если неточно, подвиньте колесо, изгибая ограничители.

Может оказаться и так, что струйка пара слишком слаба. Ведь отверстие в капсуле очень маленькое. Попробуйте расширить его швейной иглой. Если сделаете отверстие слишком большим, давление пара упадет и турбина будет работать плохо. В этом случае отверстие надо запаять и снова проткнуть иглой.



МАЯТНИК МАКСВЕЛЛА

Все вы знаете, что такое маятник. Каждый видел его в стенных часах.

Но попробуйте сообразить, как и почему качается маятник. Ведь если остановить его в среднем положении, он сам по себе не начнет снова качаться. Маятник замрет неподвижно. Ну, а если отклонить его?

Отклонившийся маятник приподнимается вверх. Это особенно хорошо заметно, если отклонение большое. Для того чтобы отклонить маятник, нужно произвести работу. На что расходуется эта работа? Она превращается в потенциальную энергию поднятого маятника. А энергия, как вы знаете, — это способность совершать работу.

Маятник отклонен, он готов к действию. И, как только вы его отпустите, он немедленно придет в движение. Если бы не нитка, маятник упал бы прямо вниз. Но нитка не пускает, и маятник устремляется к среднему положению, к самому низкому положению, какое он может занять.

Все быстрее, быстрее движется маятник. И вот он уже в среднем положении. Что же теперь? Маятник остановится? Ничуть не бывало. Только недавно он висел в среднем положении совершенно неподвижно. Теперь же маятник проскакивает это положение и отклоняется в противоположную сторону.

Почему же маятник не остановился в середине? Ясно — он проскочил среднее положение с разгона. Потенциальной энергии у маятника уже не было. Зато была скорость. Значит, он имел кинетическую энергию, энергию движения. За счет этой энергии маятник отклонился в другую сторону и снова стал подниматься все выше. Тут скорость

уменьшилась. Кинетическая энергия снова стала превращаться в потенциальную.

Отклонившись, маятник остановился. Скорости нет. Кинетическая энергия перешла в потенциальную. И эта энергия снова приводит маятник в движение.

Английский физик Максвелл предложил интересную разновидность маятника. Этот маятник не качается, а вращается. Он показан на рисунке 25. Маятник Максвелла — тяжелое колесо, подвешенное за концы оси.

Сначала нужно поднять колесо повыше, накрутив нитки на ось. В этом положении маятник Максвелла имеет запас потенциальной энергии. Отпустим его — он станет падать. При этом сматывающиеся с оси нитки приведут колесо во вращение. Чем ниже опускается маятник, тем меньше у него остается потенциальной энергии. Зато тем быстрее вращается колесо. Потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию вращающегося колеса.

Когда нитки полностью раскрутятся и колесо достигнет нижнего положения, оно будет вращаться с наибольшей скоростью. Поэтому маятник не остановится. Продолжая вращаться, колесо накрутит нитки на ось и поднимется снова. При этом его кинетическая энергия опять перейдет в потенциальную.

Затем колесо снова начнет падать, вращаясь уже в обратную сторону. Так и работает этот маятник, пока вся его энергия не будет поглощена сопротивлением воздуха и трением ниток.

Колесо для маятника Максвелла должно быть небольшим, но тяжелым. И при этом основная тяжесть должна быть распределена по его окружности (см. разрез на рисунке 25). При такой форме колесо запасает наибольшее количество кинетической энергии. Может быть, вам удастся подобрать готовый шкив диаметром 50—60 мм.

Если готового колеса нет, его можно выточить на токарном станке или отлить. Точить шкив нужно из стали, чугуна, еще лучше — из латуни или меди. Алюминий не годится: он слишком легкий, и такой маятник будет работать плохо.

Размеры точеного шкива даны на рисунке 25. Особой чистоты обработки здесь не требуется. Просверлив отверстие для оси, снимите готовый шкив со станка. В концах оси просверлите два сквозных отверстия. Шкив должен сидеть на оси туго. Если он проворачивается, выньте ось

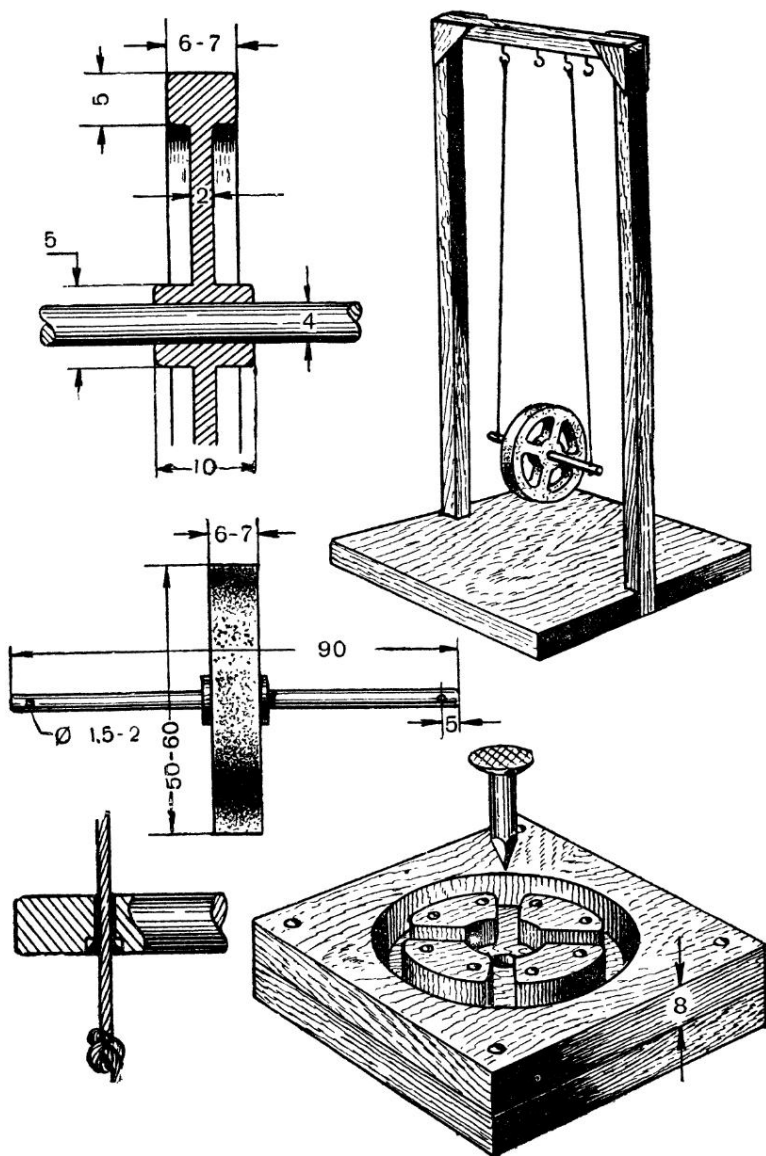


Рис. 25. Маятник Максвелла.

и залудите ее середину. Посадив шкив, опаяйте его в местах соединения с осью.

Если токарным станком воспользоваться не удастся, отлейте шкив из свинца. Это несколько сложнее, зато маятник с таким тяжелым шкивом будет работать очень хорошо.

Форму для отливки можно сделать из дерева. Аккуратно выпилите из 8-миллиметровой фанеры части формы, показанные на рисунке 25: обойму и четыре одинаковых вкладыша. Прибейте их к дощечке, чтобы получилось углубление по форме будущего колеса со спицами. В центр забейте гвоздь точно такой толщины, как подобранная вами ось.

Разведите в воде зубной порошок или мелко растертый мел и добавьте немного клея. Этой меловой массой замажьте все щели формы.

В коробочке от сапожной мази расплавьте пломбы или обрезки свинцовой оболочки кабеля. Налейте расплавленный свинец немного выше краев формы. Когда свинец остынет, вытряхните колесо. Засевший в нем гвоздь покрутите плоскогубцами и выдерните. Подровняйте колесо напильником.

В оси колеса по концам просверлите сквозные отверстия. Очень важно, чтобы отверстия были строго параллельны между собой. Когда просверлите одно из них, вставьте в него гвоздик. По нему удобно будет ориентироваться при сверлении другого отверстия. С одной стороны каждого отверстия сделайте глубокую фаску для узелка нитки. Середину оси залудите. Посадив колесо на ось, закрепите его пайкой.

Подвешивать маятник Максвелла удобно на стойку, изготовленную для опытов с блоками.

Концы двух отрезков суровой нитки пропустите через отверстия оси и завяжите узелками. Другие концы привяжите к двум крючкам стойки. Выберите крючки, расстояние между которыми равно расстоянию между отверстиями оси. Нитки привязывайте так, чтобы ось маятника в нижнем положении была горизонтальна.

Вращая колесо в одну сторону, туго наворачивайте обе нитки на ось. Когда отпустите колесо, маятник Максвелла начнет «работать».



ПРОСТЕЙШИЙ ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ

Звук — это колебания воздуха. Все звучащие тела колеблются. Колеблются кожа барабана и диффузор громкоговорителя, голосовые связки человека и струны гитары.

Изобретены различные способы записи звука. Самый наглядный из них — это запись на граммофонной пластинке. Рассмотрите бороздки пластинки через увеличительное стекло. Вы увидите, что бороздки эти неровные. Они усеяны извилинами, а у долгоиграющих пластинок — углублениями. Когда пластинка вертится, конец иглы скользит по бороздке. Извилины или углубления заставляют его дрожать, колебаться.

В электрических проигрывателях и радиолах колебания иглы усиливаются электрическим путем и передаются к громкоговорителю. В обычных патефонах колебания иглы передаются мембране.

Мембрана заставляет колебаться воздух в изогнутой трубке, на которую она надета. Трубка, постепенно расширяясь, переходит в свернутый в виде улитки рупор. Этот рупор спрятан в нижней части ящика патефона. Он заканчивается отверстием у места прикрепления крышки. Из этого отверстия и вырываются усиленные рупором звуки. Попробуйте заткнуть отверстие мягкой тряпкой, и патефон умолкнет. Только верхняя сторона мембраны будет звучать, но совсем тихо: с этой стороны ведь нет рупора.

Вы можете сами сделать простейший звукозаписывающий прибор, воспроизводящий граммофонную запись. Для этого понадобится только лист чертежной бумаги, немного клея, патефонная игла и капля сургуча.

Из бумаги вырежьте квадрат со стороной 300—400 мм. Сверните из этого квадрата «фунтик», как показано на

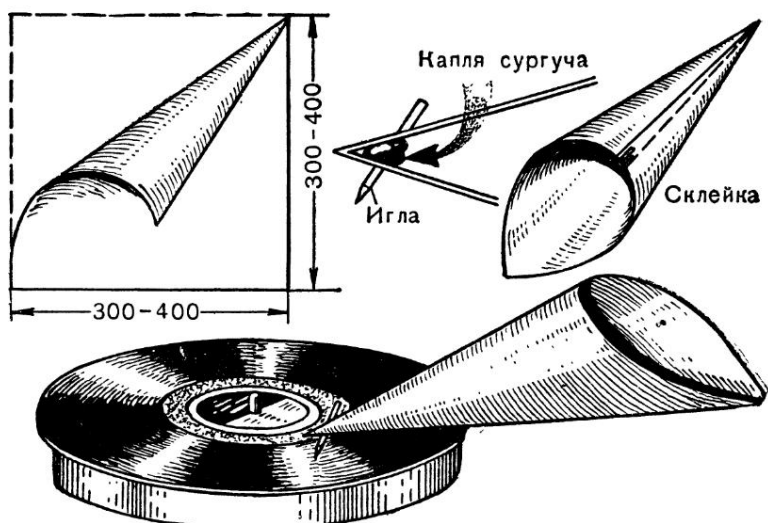


Рис. 26. Простейший звукосниматель.

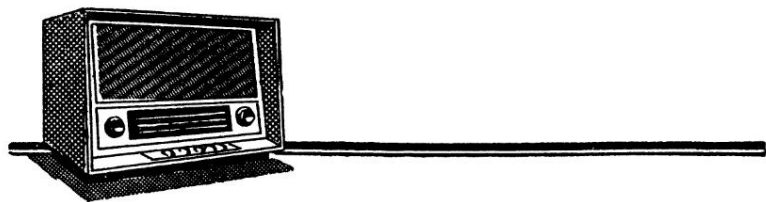
рисунке 26. Вершина «фунтика» должна быть в одном из углов квадрата. Боковые стороны наложите одну на другую и аккуратно склейте столярным или казеиновым клеем. Наденьте на «фунтик» в месте склейки канцелярскую скрепку. Положите его швом на стол и придавите склейку изнутри грузами. В таком положении оставьте «фунтик» сохнуть до утра.

Высохший «фунтик» будет в одно и то же время рупором и мембраной нашего звукоснимателя. Осталось укрепить иглу. Воткните ее возле конца «фунтика», проколов обе стенки насквозь. На рисунке 26 показано, что должно получиться. Там же виден и правильный наклон иглы.

Иглу закрепите, посадив на нее каплю клея БФ-2 или расплавленного сургуча.

Звукосниматель готов. Возьмите его за выступающий угол «фунтика» и опустите иглу на бороздку вращающейся пластинки. Держите «фунтик» так, чтобы игла была наклонена к пластинке под углом примерно 75° .

Колебания иглы передадутся стенкам «фунтика»-рупора. От стенок начнет колебаться и воздух в рупоре. Распространяясь по рупору, колебания усилятся и выйдут из «фунтика» уже довольно громкими.



РУПОР

Рупор — простейшее приспособление для усиления звука. Он известен с древних времен. Простой рупор можно сделать из плотной бумаги.

Основные части рупора — горловина и раструб. Начнем с раструба. Он склеивается из десяти одинаковых лепестков. Размеры лепестка даны на рисунке 27. По этим размерам вычертите на картоне шаблон. Вырезав шаблон, наложите его на плотную бумагу. Твердым, остро заточенным карандашом аккуратно очертите шаблон по контуру. Когда будете вырезать очерченные лепестки, не забудьте у каждого из них оставить с правой стороны кромку шириной 5—6 мм. Эта кромка нужна для приклейки соседнего лепестка. Чтобы кромку можно было отогнуть, прорежьте ее в нескольких местах.

Заготовив все лепестки, разогрейте столярный клей и приступайте к склейке. Помните, что каждому шву нужно давать подсохнуть, иначе при подклейке следующих лепестков прежние швы будут расползаться.

Сначала склейте все лепестки попарно между собой. Пока будете клеить последние пары, первые подсохнут. Затем склейте первую пару со второй, а третью с четвертой. Когда склейка первых двух пар подсохнет, приклейте к ним пятую пару. Наконец, когда и эта шестерка подсохнет, склейте ее с оставшейся четверкой.

Горловина имеет форму конуса. Выкройка для нее дана на рисунке 28. Прочертите вдоль края бумаги прямую линию длиной 350 мм. Поставив ножку циркуля в один конец этой прямой, проведите две дуги: одну радиусом 70, а другую — 350 мм. Возьмите транспортир и в центре дуг отложите от прямой линии угол в 52°. Такой угол можно отложить и без транспортира. После того как проведете дугу радиусом 350 мм, раскройте циркуль на

310 мм. Поставив ножку циркуля в точку пересечения дуги с прямой линией, сделайте на дуге засечку. Соединив эту засечку с центром дуги, получите угол в 52° . Для склейки конуса нужно с одной стороны оставить кромку шириной 8 мм. Она тоже видна на рисунке.

Вырежьте готовую выкройку и склейте из нее конус. Когда клей подсохнет, с узкой стороны конуса сделайте десять — двенадцать надрезов по 10 мм длиной. Полученные язычки нужны для приклейки патрубка.

Патрубок склеивается на болванке — круглой деревянной палочке диаметром 20 и длиной 50 — 60 мм. Оберните болванку полоской писчей бумаги. Это нужно для того, чтобы готовый патрубок легче снимался.

Из писчей бумаги нарежьте несколько полосок шириной по 40 мм. Смажьте их клеем и наворачивайте на болванку, пока толщина стенки патрубка не достигнет 1 — 1,5 мм. Когда клей достаточно подсохнет, стяните патрубок с болванки.

Язычки горловины смажьте клеем изнутри и вставьте патрубок. Сверху оберните язычки два-три раза полоской бумаги с клеем.

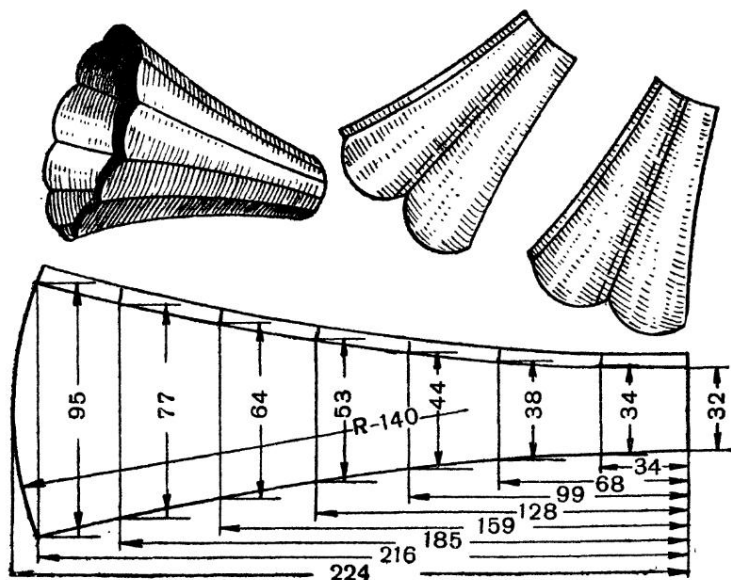


Рис. 27. Рупор.

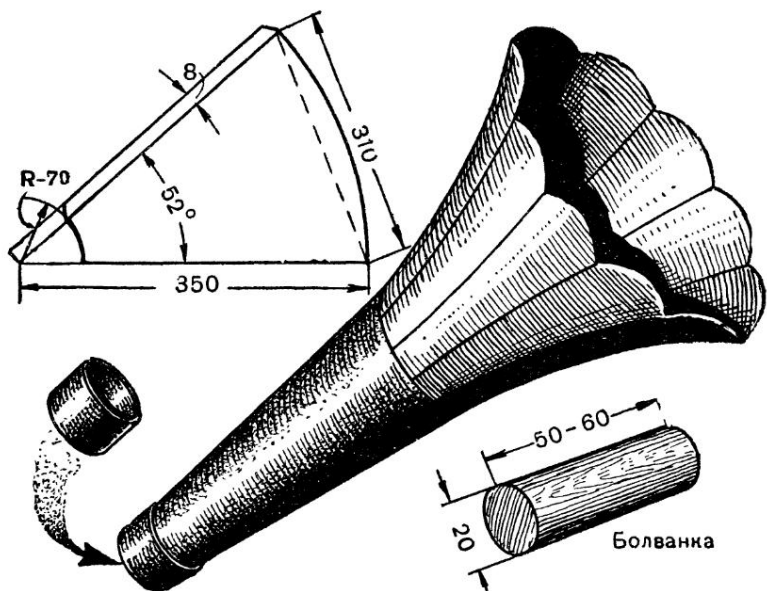


Рис. 28. Горловина рупора.

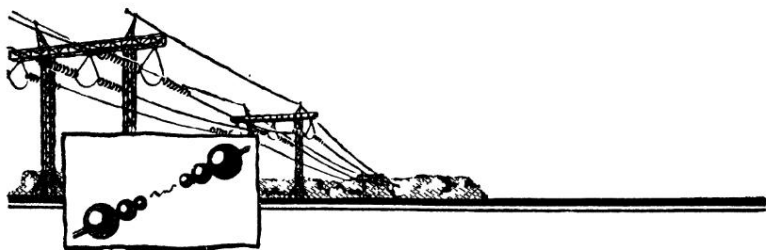
Обе основные части рупера готовы. Сложите их так, чтобы горловина входила в раструб изнутри на глубину 6—8 мм. Отгибая горловину пальцем внутрь, подмажьте края раструба по всей окружности столярным клеем.

Когда рупор окончательно просохнет, поставьте его раструбом на стол, приколите кнопками и покройте снаружи слоем жидкого столярного клея. Дав рупору высохнуть при обычной комнатной температуре, снимите его со стола и покройте клеем внутреннюю сторону. Рупор станет жестким. Теперь можете покрасить его или покрыть лаком.

Пришлось порядочно повозиться, зато рупор получился прочный и красивый.

Попробуйте говорить в патрубок. Вы убедитесь, что рупор заметно усиливает звук. Самое интересное то, что хорошо будет слышно не только тому, кто станет перед раструбом, но и тому, кто будет стоять позади рупора.

Приклеив к горловине ручку из плотной бумаги, можете использовать рупор для усиления голоса. Такой рупор пригодится судье на спортивных соревнованиях.



ЭЛЕКТРОСКОП

Для различных опытов по электризации тел удобным прибором является электроскоп. Он очень прост по своему устройству. Но, для того чтобы электроскоп хорошо работал, нужно точно следовать всем указаниям по его изготовлению. Стоит что-нибудь упустить — и электроскоп не будет действовать как следует.

Самодельный электроскоп показан на рисунке 29. Он состоит из металлического стержня, к которому подвешены два листочка из папиросной бумаги. Стержень пропущен через пробку, вставленную в горло бутылки. На верхнем конце стержня сидит металлический шарик.

Для электроскопа хорошо взять литровую молочную бутылку. Она сделана из белого стекла, имеет широкое горло и достаточно большой объем. Еще лучше, если достанете бутылку емкостью 3—5 л. Электроскоп в такой бутылке будет дольше держать заряд. Бутылку нужно тщательно вымыть в горячей воде с содой при помощи ершика. Каждый раз перед началом опытов ее следует просушивать над пламенем спиртовки или газовой горелки или хотя бы над плитой. Если стекло не будет достаточно сухим, электрический заряд быстро стечет в землю.

Очень важная деталь электроскопа — пробка. Обыкновенная корковая пробка не годится: она легко впитывает влагу из воздуха. Лучше всего сделать пробку из куска янтаря, а если его нет — из эбонита или парафина. Пробка должна плотно закрывать бутылку. В центре пробки просверлите отверстие, в которое туго входил бы металлический стержень электроскопа.

Стержень сделайте из медной проволоки толщиной около 5 мм или медной трубки диаметром 5—8 мм. На

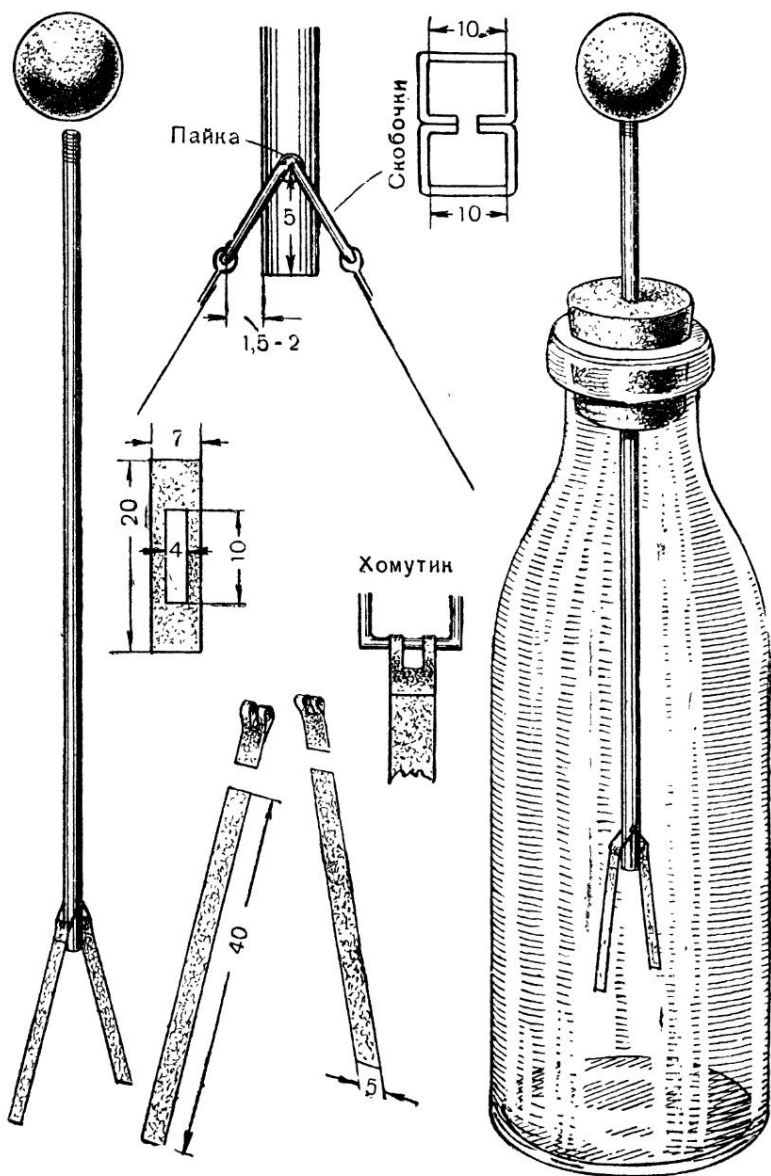


Рис. 29. Электроскоп.

верхнем конце стержня нарежьте резьбу. Сюда нужно навинтить медный или латунный шарик диаметром 15—30 мм. Электроскоп без шарика не будет заряжаться.

Листочки электроскопа вырежьте из папиросной бумаги. Хорошо взять цветную бумагу: она лучше видна. Только гофрированная бумага не годится.

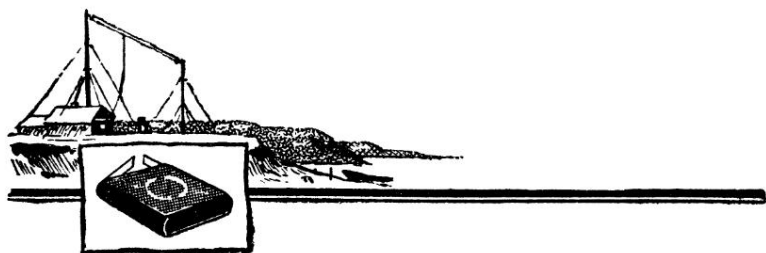
Самая важная деталь прибора — крепление листочков к стержню. Они должны быть подвешены так, чтобы могли поворачиваться как можно свободнее.

Силы, возникающие в электроскопе, очень малы, и даже незначительное трение резко ухудшает действие прибора.

Лучше всего просверлить в стержне электроскопа отверстие на расстоянии 50 мм от нижнего конца. Из тонкой гладкой медной проволоки согните две скобочки. Их средние части должны быть совершенно прямыми и не иметь никаких помятостей и зазубрин. Концы вставьте в отверстие стержня и закрепите пайкой. При этом скобочки поверните несколько вниз, чтобы их прямолинейные части отстояли от стержня электроскопа на 1,5—2 мм.

На скобочках заклейте хомутики из плотной и гладкой бумаги (из тетради высшего качества). Хомутики должны висеть и поворачиваться совершенно свободно. Для того чтобы еще уменьшить трение, внутренняя часть их вырезается, остаются только две полоски по краям. К склеенным концам хомутиков подклейте полоски папиросной бумаги размером 50×8 мм. Еще раз убедитесь в том, что они совершенно легко поворачиваются на любой угол.

Стержень электроскопа с листочками тоже нужно перед демонстрацией опытов хорошо просушивать. Опыты с электроскопом описаны в учебнике физики.



ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Наиболее распространенный гальванический элемент — это элемент Лекланше. Из таких элементов, например, составлена батарейка карманного фонаря. Элементы Лекланше применяются также в технике связи.

Проще всего сделать самодельный гальванический элемент, восстановив вышедший из строя элемент Лекланше. Для этого необходимо разобрать батарею на отдельные элементы, а отдельные элементы вскрыть. Работа эта грязная, поэтому делайте ее обязательно в фартуке или другой рабочей одежде, а на рабочем месте подстелите старые газеты в несколько слоев.

Разбирать надо аккуратно, чтобы не сломать торчащий из середины элемента уголь и не прорвать матерчатый мешочек. Черную массу, которой залита батарея сверху, лучше не отковыривать, а осторожно выплавить на спиртовке, свечке или газовой горелке.

Элемент Лекланше (рис. 30) состоит из угольного стержня, окруженного мешочком с деполяризатором, цинкового цилиндра и раствора электролита. Угольный стержень служит положительным электродом. Деполяризатор состоит из перекиси марганца и графита. Перекись марганца окисляет водород, который во время работы элемента выделяется на положительном электроде. Графит добавляется для лучшей проводимости.

Электролитом служит насыщенный раствор нашатыря (хлористого аммония). В элементы для карманных фонарей он заливается не жидкий, а в смеси с крахмалом и мукой. Поэтому он становится похож на студень и не выливается.

При работе элемента Лекланше угольный стержень не портится. Деполяризатор может служить очень долго.

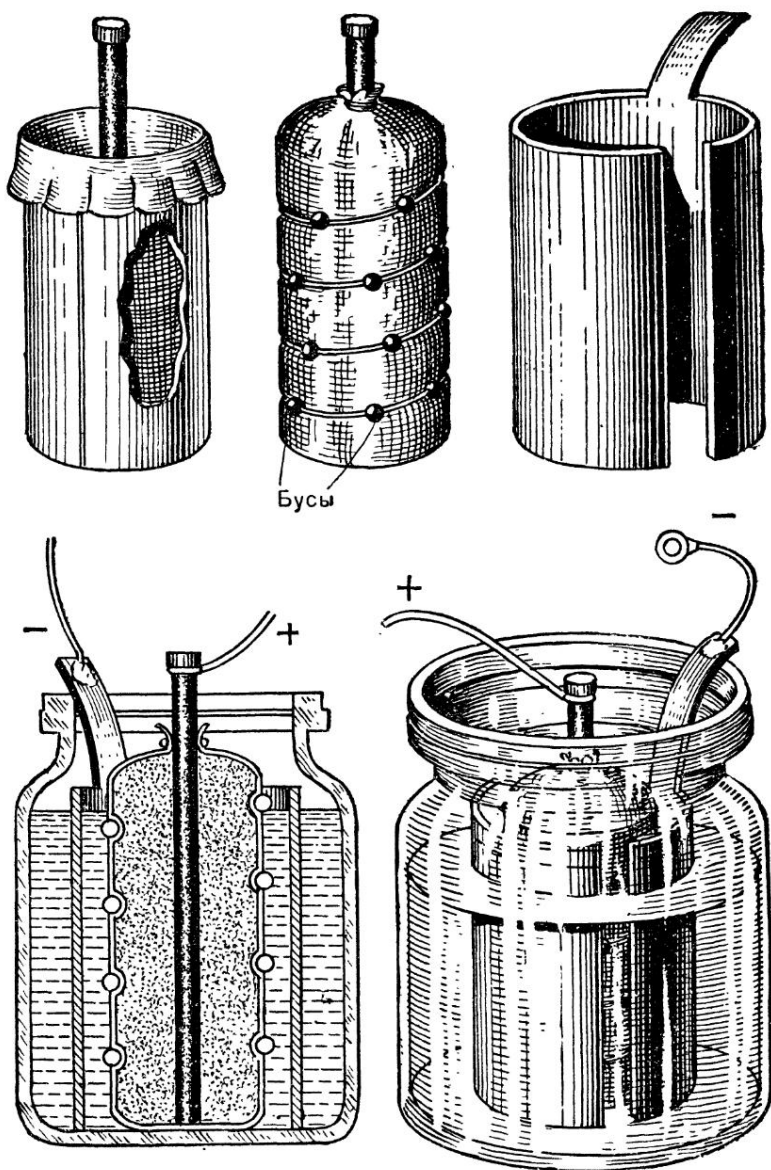


Рис. 30. Гальванические элементы.

А вот цинк разъедается, и раствор истощается и засоряется посторонними веществами. Поэтому для восстановления элемента необходимо сменить раствор и восстановить цинковый электрод.

Выньте из элемента угольный стержень вместе с деполяризатором в мешочке и оставьте их на ночь в воде, подкисленной несколькими каплями соляной кислоты. На другой день еще раз хорошенько промойте мешочек с деполяризатором подкисленной водой.

Если цинковый электрод сильно разъеден, придется его выбросить и заменить новым. Новый электрод сверните из листового цинка толщиной 0,5—2 мм. Чем толще цинк, тем дольше он прослужит. Припаяйте к электроду отвод, который должен выступать над поверхностью электролита. К нему припаяете впоследствии контактный провод. Если конец провода будет погружен в электролит, в этом месте образуется свой маленький гальванический элемент. Он будет мешать работе основного элемента.

Если цинковый электрод проеден только в одном месте (это иногда бывает в больших элементах), его можно еще использовать. Промойте электрод в горячей воде со щеткой, чтобы удалить окислы, и напаяйте цинковую заплату.

Электролит приготовьте, растворив нашатырь в теплой воде. Растворять надо до насыщения, то есть до тех пор, пока на дне сосуда не останутся нерастворившиеся кристаллы нашатыря.

Соберите элемент в стеклянном сосуде. Мешочек с деполяризатором ни в коем случае не должен касаться цинка. Поэтому обвяжите его в нескольких местах бечевкой с изоляционными бусами, как показано на рисунке 30.

После того как зальете элемент электролитом, он начнет давать ток только через несколько часов.

Элемент Лекланше можете сделать и сами, если есть все необходимые материалы. Его устройство показано на рисунке 30. Сосуд — стеклянная банка из-под майонеза или полулитровая банка. Положительный электрод — угольный стержень диаметром 15—20 мм и длиной на 18—20 мм больше высоты сосуда. Как сделать цинковый электрод, сказано выше.

Деполяризатор приготовьте из двух весовых частей перекиси марганца и одной весовой части графита. И то и другое должно быть в мелком порошке. Если графита у

вас нет, можете мелко истолочь уголь от старых элементов или огарки углей от дугового фонаря, от кинопроектора и т. п.

Мешочек для деполяризатора сшейте из бязи или холста. Он должен быть круглый, с дном диаметром 40—50 мм. Для баночки из-под майонеза уголь возьмите потоньше (до 10 мм), а мешочек диаметром 25—30 мм.

Вставьте мешочек в согнутую из жести формочку; установите в середину угольный стержень и туго набейте деполяризатором. Смесь насыпайте слоями. Каждый слой плотно утрамбовывайте деревянной палочкой и слегка смачивайте водой. Набив мешочек на $\frac{3}{4}$ высоты, выньте его из формы и стяните вокруг угля толстой суровой ниткой.

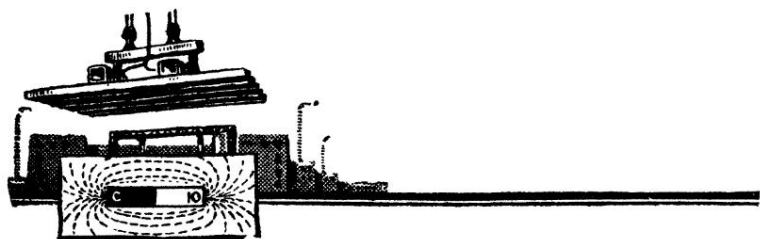
Обвяжите мешочек по окружности в нескольких местах суровой ниткой или тонкой бечевкой. Стяните туго, чтобы плотнее прижать массу к угольному стержню. А на бечевку предварительно нанижите бусы или кусочки стеклянных трубок. Это для того, чтобы мешочек не касался цинка.

На верхнем конце угольного стержня ребром напильника сделайте желобок и туго обмотайте концом медной проволоки. Как приготовить электролит, сказано выше.

Этот элемент работает 20—30 часов. Затем раствор надо сменить, а цинковый электрод промыть в горячей воде щеткой, чтобы удалить с него окислы. Элемент Лекланше дает напряжение около 1,5 в. Для получения более высоких напряжений соединяют несколько элементов в батарею. Так, в батарейке карманного фонаря три последовательно соединенных элемента Лекланше дают напряжение 4,35 в.

Самодельную батарею из трех элементов Лекланше можно использовать для переносного фонаря. Сделайте для батареи ящик. К верхней крышке ящика приделайте ручку. Под ручкой установите маленький выключатель, так называемый тумблер. На передней стенке ящика укрепите жестяной рефлектор с патроном для лампочки от карманного фонаря.

Переносный фонарь пригодится вам в пионерском лагере.



ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ

В технике магниты делают из специальных сплавов, в состав которых входят, кроме железа, магний, кобальт, никель, алюминий, вольфрам или другие металлы. Но мы с вами сделаем магнит из старого напильника. Такой магнит вполне достаточен для опытов по физике.

Насечку с напильника снимите на наждачном точиле. Это необязательно, но магнит с насечкой будет выглядеть некрасиво. Затем накалите напильник докрасна и ударами тяжелого молотка изогните его в подкову (рис. 31).

Дайте подкове медленно остыть на воздухе. Опилите напильником ее концы, чтобы подкова хорошо стояла на столе. Если у вас нет наждачного точила и вы не сняли насечку, можете спилить ее теперь напильником.

Прежде чем намагничивать подкову, придется ее снова закалить. Нагрейте ее в печи по возможности ровнее, пока вся она не станет светло-красного цвета. Раскаленную подкову быстро опустите в чистую холодную воду концами вниз. Закаленную подкову очистите от окалины.

Оберните подкову по всей длине бумажной или изоляционной лентой и обмотайте изолированной проволокой. Вся обмотка должна идти в одном направлении. Для намагничивания от сети переменного тока намотайте 250 витков провода диаметром 0,7—0,8 мм (рис. 32).

Если электросети нет, намагничивать придется от автомобильного или тракторного аккумулятора. В этом случае намотайте всего 45—50 витков толстого провода в оплетке или шнура, которые употребляются для электропроводки.

Концы подковы замкните между собой перемычкой — каким-нибудь стальным предметом, чтобы улучшить на-

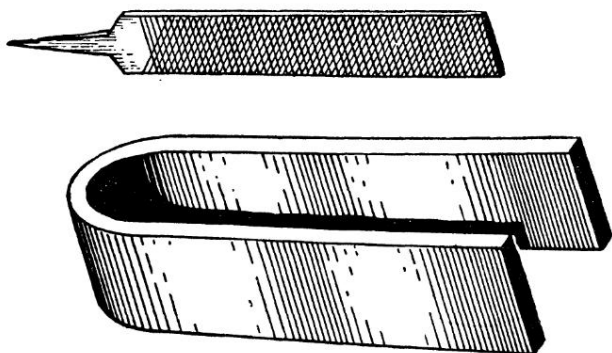


Рис. 31. Изготовление магнита из напильника.

магничивание. Чтобы перемычка не отвалилась, привяжите ее шпагатом.

Намагничивать от электросети можно только через добавочный предохранитель, иначе сожжете пробки. Таким предохранителем может служить проволочка диаметром 0,13—0,15 и длиной 50 мм. Проволочка большего диа-

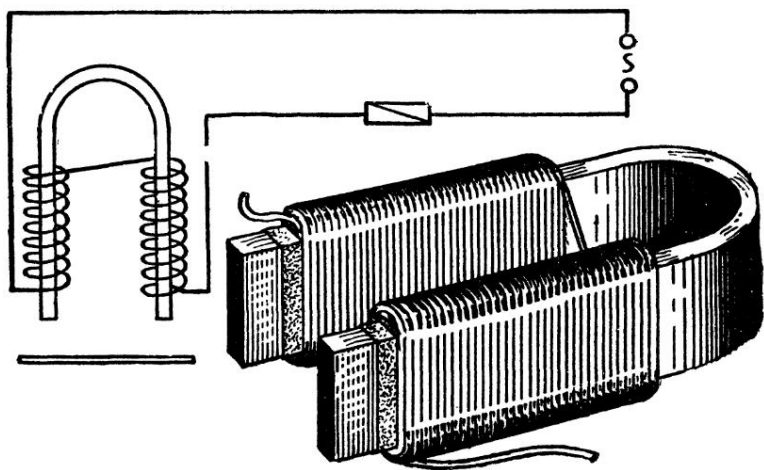


Рис. 32. Схема намагничивания самодельного магнита.

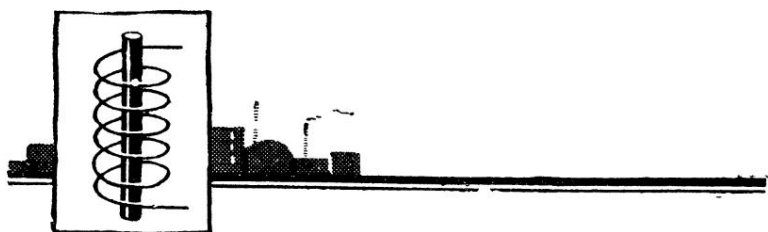
метра может привести к аварии в сети. Не берите жилку от обычного электрошнура, ее диаметр 0,3 мм. Нет подходящей проволоочки — вырежьте ленточку шириной 3 и длиной 50 мм из станиолевой бумажки, в которую завертывают чай и шоколад.

Добавочный предохранитель прикрутите к одному из концов намагничивающей обмотки. Другой конец обмотки включите в осветительную розетку. Теперь, взяв в руку конец обмотки с предохранителем, коснитесь этим предохранителем свободного гнезда розетки. При этом не наклоняйтесь слишком близко: добавочный предохранитель, мгновенно сгорая, разлетится брызгами.

Не смущайтесь, что ваш добавочный предохранитель сгорел в неувловимую долю секунды. Он сделал свое дело: магнит уже намагничен, а предохранители электросети остались невредимыми.

Хорошо намагниченный магнит должен любым полюсом поднимать за конец ручки столовый нож. Если намагничивание недостаточно, повторите его еще раз.

При намагничивании от аккумулятора добавочный предохранитель не нужен. Очень кратковременного короткого замыкания автомобильные аккумуляторы не боятся. Надежно подсоединив конец намагничивающей обмотки к одному из полюсов аккумулятора, вторым концом быстро чиркните по другому полюсу. Проскочит яркая искра. Магнит намагничен. Чтобы зря не разряжать аккумулятор, не задерживайте конец обмотки на полюсе, когда будете чиркать.



ЭЛЕКТРОМОЛОТ

Железный сердечник втягивается внутрь катушки, по обмотке которой идет электрический ток. На этом основано устройство некоторых электроизмерительных приборов, а также магнитных пускателей и других электромагнитных механизмов, применяемых в технике.

Мы с вами можем сделать простой и очень интересный прибор со втягивающимся сердечником — электро-молот (рис. 33).

Детали прибора показаны на рисунке 34. Электро-молот состоит из подставки с наковальней и кнопкой, станины с катушкой электромагнита и стального стержня, исполняющего роль молота.

Подставка — кусок доски толщиной 20—25 мм и размерами 100×120 мм. По верхнему краю снимите фаски. Отступив на 50 мм от одной из узких сторон, просверлите в середине подставки сквозное отверстие диаметром 10 мм.

Подберите болт диаметром 10 мм с шестигранной или квадратной головкой. Отпилите головку вместе с куском болта длиной 15—18 мм. Это будет наковальня. Осторожно забейте ее в отверстие подставки.

Станину вырежьте из жести, согните и спаяйте углы отогнутых ребер жесткости.

У отогнутых наружу лапок для крепления станины к подставке ребра жесткости загните вверх. На эти места и на верхние углы станины припаяйте Г-образные жестяные накладки. В центре верхней площадки станины вырежьте круглое отверстие диаметром 15 мм. В боковых сторонах можете вырезать овальные окна. Это позволит лучше видеть работу молота, а прочность станины и так достаточная.

Молотом будет служить стальной стержень диаметром 10 мм и длиной 120 мм. Если у вас нет стального прутка, можете отпилить кусок болта или шпильки такой же величины. Резьба не мешает работе молота.

Заготовьте каркас катушки. Обернув стальной стержень гладкой бумагой в три-четыре слоя, сверните на нем латунную гильзу длиной 90 мм с небольшим зазором. Оберните гильзу в несколько слоев бумажной лентой шириной 90 мм с клеем. Общая толщина получившейся бумажной трубки должна быть не менее 1 мм на сторону.

На бумажную трубку с двух сторон наденьте щечки: круглую диаметром 40 мм и квадратную 45×45 мм. Материал для щечек — картон толщиной 1,5—2 мм.

Установив щечки так, чтобы между ними был просвет 75 мм, приклейте их к бумажной трубке. После этого стяните каркас со стального стержня, выступающие из-под

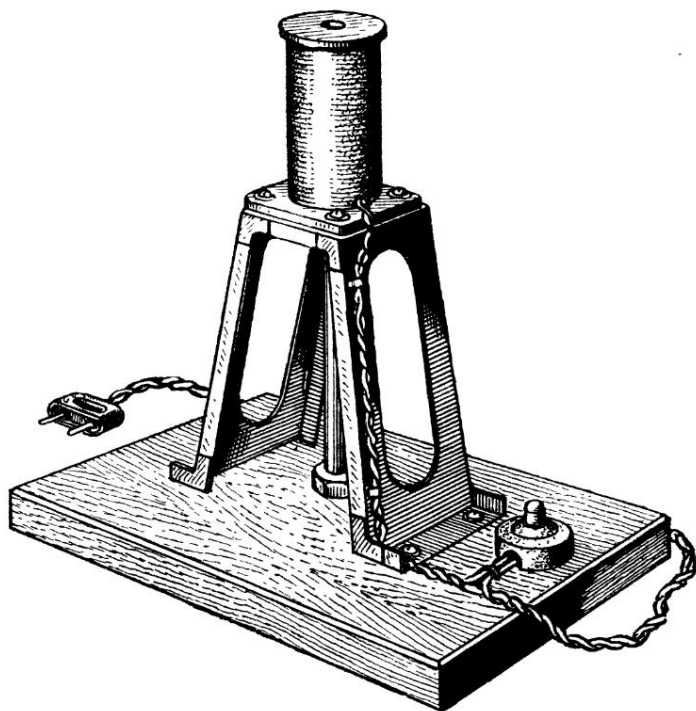


Рис. 33. Общий вид электромолота.

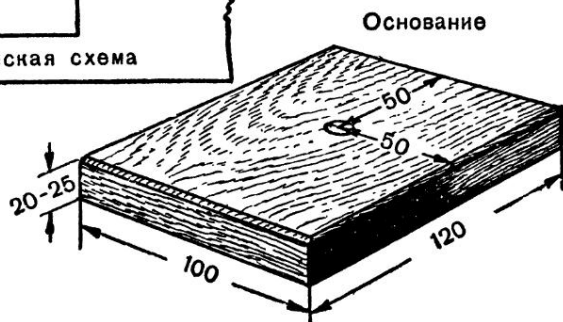
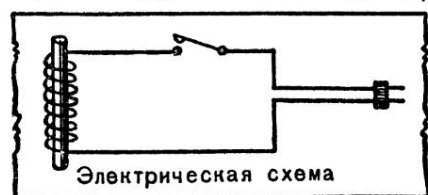
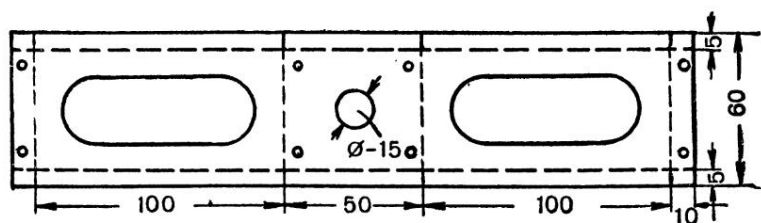
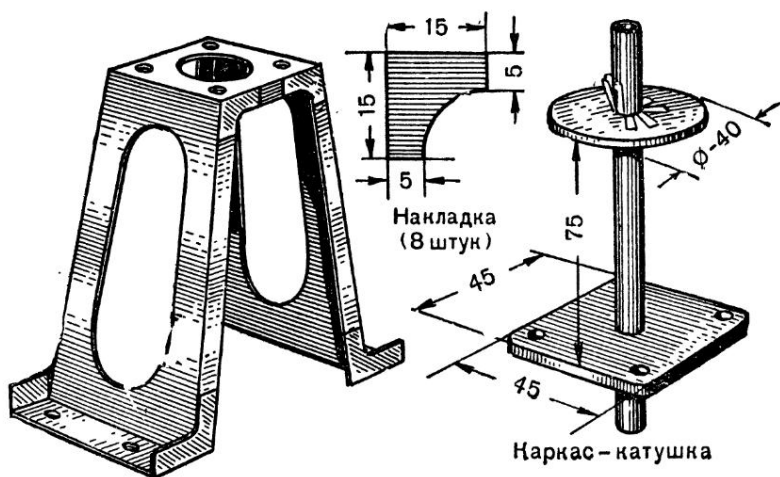


Рис. 34. Детали электропечи.

щечек концы бумажных трубок срежьте, а концы латунной гильзы нарежьте лепестками, отогните их на щечки и сверху заклейте бумагой.

Данные обмотки зависят от того, какое у вас напряжение в электросети. Для напряжения 127 в намотайте 2000 витков провода 0,21—0,23 мм в любой изоляции. Для напряжения 220 в намотайте 2600 витков провода 0,16—0,18 мм.

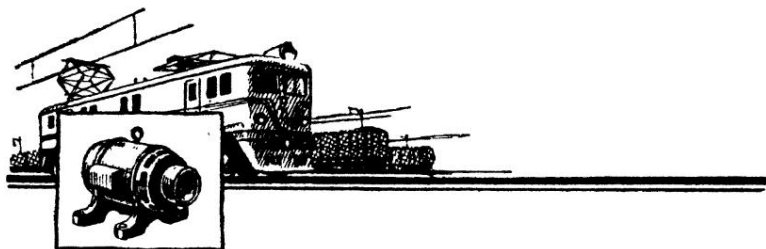
Обмотку ведите слоями. Через каждые два-три слоя делайте прокладку из бумаги. Она должна плотно прилегать к щечкам каркаса, чтобы крайние витки не западали. Готовую обмотку оберните сверху киперной лентой, компрессной клеенкой или оклейте дерматином. Выводы от начала и конца катушки, сделанные гибким многожильным проводом в хорошей изоляции, оденьте в кембиковые или резиновые трубочки.

В углах квадратной щечки каркаса просверлите по отверстию и привинтите катушку к станине винтами с гайками и шайбами. Выводы катушки проложите вдоль одной из ног станины под скобку.

Кнопка для включения электромолота нужна самая обычная, от электрического звонка. Установите ее на краю подставки. Один провод от шнура с вилкой соедините с выводом катушки напрямую, а другой — со вторым выводом через кнопку. Шнур с вилкой прикрепите к подставке прибора скобкой, подложив полоску тонкого картона или изоляционную трубку.

Поставьте станину с катушкой над наковальней и вставьте в нее «молот». Включив вилку в штепсельную розетку, нажмите кнопку. Если все сделано правильно, стержень втянется внутрь катушки и повиснет. Отпустите кнопку — он упадет вниз. Подвиньте станину так, чтобы стержень падал точно на середину «наковальни». В этом положении прибейте станину гвоздиками или привинтите шурупами.

Электромолот работает очень хорошо. При каждом замыкании кнопки стержень подскакивает, а при размыкании — падает, ударяя по наковальне. Не вздумайте только подсовывать под него палец: молот бьет сильно.



ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Основные части коллекторного электродвигателя — статор, якорь, коллектор и щетки. Они показаны на рисунке 35.

Сердечники статора и якоря сделайте из жести от консервной банки. Жесть необходимо отжечь, чтобы улучшить ее магнитные свойства. Разрежьте ее на полосы шириной 25 мм. Нагрейте полосы в печи или на открытом огне (примус, газовая горелка) до светло-красного каления и дайте им остыть на воздухе. Остывшие полосы очистите от окалины и грязи.

Для изготовления сердечника статора выпилите из фанеры шаблон (рис. 36). На этом же рисунке дан чертеж пластины статора. Вырежьте четыре пластины с длиной средней части 55 мм, четыре — с длиной 54 мм и четыре — с длиной 53 мм. Соберите их на шаблоне.

Каждая четверть окружности статора состоит из трех пластин: короткой (внутренней), средней и длинной (наружной). Между концами пластин, загнутыми в пропилы шаблона, останутся свободные места. Пока забейте их щепочками.

Закрепленные в шаблоне пластины статора оберните четырьмя оборотами жестяной ленты шириной 25 мм. Из консервной банки вам не удастся вырезать целую ленту нужной длины. Придется взять несколько кусков, прикладывая их один к другому в стык.

Собранное кольцо статора крепко обвяжите проволокой или шпагатом, выровняйте края киянкой и напильником и пропаяйте. Снимите готовое кольцо с шаблона.

По рисунку 36 заготовьте четыре обжимки и наденьте их на полюсы статора. Только пока не обжимайте, это сделаете после изготовления полюсных башмаков.

Каждый башмак состоит из корпуса, обоймы и четы-

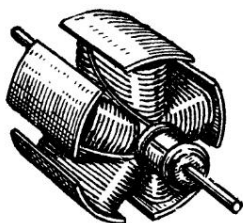
рех сердечников. Согнув корпус, вложите внутрь сердечники. Обойму надвиньте на крылья корпуса и обожмите. Готовые башмаки вдвиньте между отогнутыми внутрь концами пластин статора и окончательно обожмите.

У настоящих электродвигателей корпус закрыт с обеих сторон крышками, в которых установлены подшипники вала. У нашей модели крышки имеют вид крестовин. Их устройство и крепление к статору показано на рисунках 37 и 38.

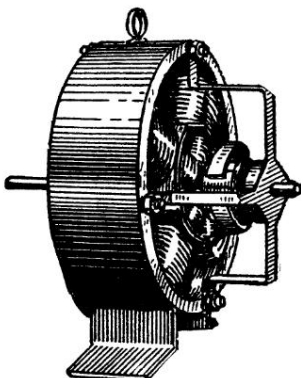
Материал для крестовин — листовое железо, черное или оцинкованное, толщиной 0,5—0,8 мм. Годится и латунь такой же толщины. У передней крышки, внутри которой помещены коллектор и щетки, ножки на 12 мм длиннее, чем у задней.

Для привинчивания крышек припаяйте внутри статора между полюсами четыре пары болтиков от «Конструктора», опилив их головки с одного бока. Если у вас есть четыре шпильки такого же диаметра, но длиной не менее 35 мм, то можете припаять их вместо болтиков.

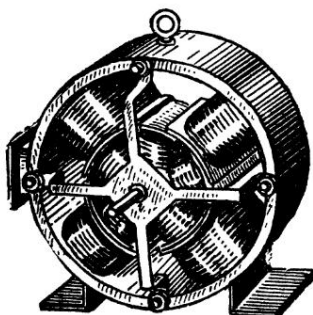
Ножки передней и задней крышек изогните так, чтобы все они хорошо надевались на болтики статора. При этом отверстия в центрах



Якорь с коллектором

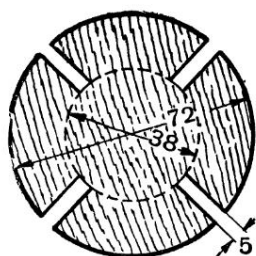


Вид со стороны коллектора

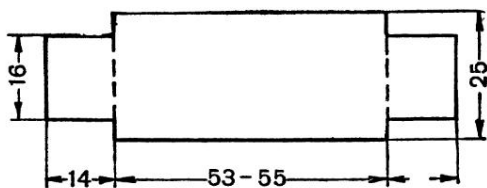


Вид со стороны передней крышки

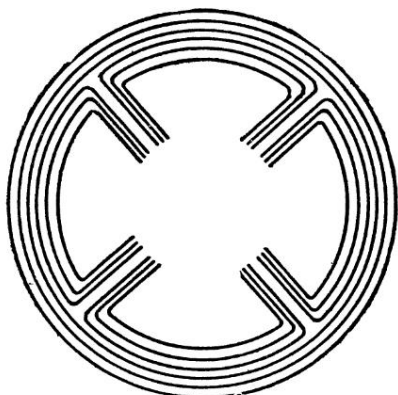
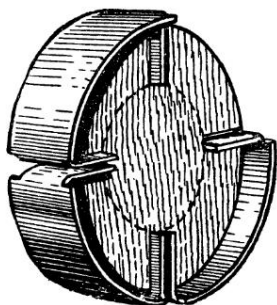
Рис. 35. Электродвигатель и его основные части.



Шаблон



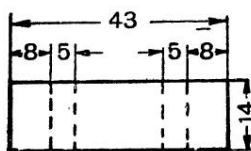
Пластина статора



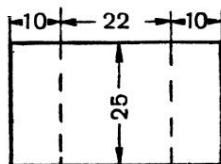
Изготовление кольца статора



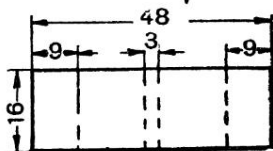
Обжимка



Обойма



Корпус



Сердечник

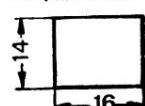


Рис. 36. Изготовление сердечника статора.

крестовин должны возможно точнее приходиться против центра кольца статора.

Чтобы двигатель можно было крепить к подставке, сделайте две лапки по рисунку 37. Материал для них тот же, что и для крышек. Поставьте кольцо статора на ровную доску. Один из винтов для крепления крестовин должен оказаться точно внизу. Лапки подогните так, чтобы они хорошо прилегали к кольцу статора и к доске. Обозначьте места лапок на кольце статора и припаяйте в найденном положении.

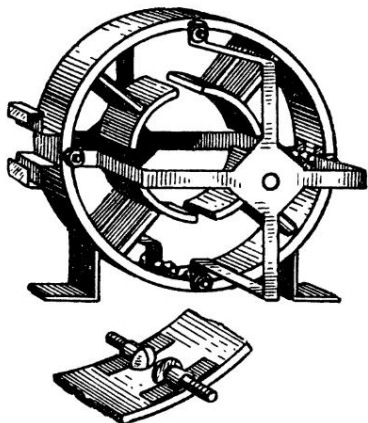


Рис. 37. Крепление крестовин к статору.

На рисунке 38 показаны части щитка для подключения двигателя. Стойки щитка — из жести, а панель — из листового изоляционного материала (текстолита, гетинакса, плексигласа и т. п.). Для подключения проводов подберите маленькие болтики, каждый с двумя гайками и двумя шайбами. Согните стойки по чертежу и обожмите их вокруг концов панели. Приложите щиток к кольцу статора и обозначьте места для припайки стоек. Паять нужно, вынув панель; потом вдвинете ее сбоку.

На рисунке 39 показано устройство щеткодержателя и щеток. Выпилите щеткодержатель толщиной 1,5—2 мм из того же листового изоляционного материала, который брали для изготовления панели. Просверлите в нем отверстия. В боковые отверстия должны входить нарезанным концом ножки от штепсельной вилки. Центральное отверстие просверлите под размер штепсельного гнезда.

Ножки от штепсельной вилки укоротите на 10 мм. Вырежьте щетки из полоски листовой бронзы или латуни. Чтобы щетки хорошо пружинили, материал надо отгартовать, то есть проковать молотком. Изогните щетки по рисунку и припаяйте в разрезы ножек вилки.

На рисунке 39 показаны также части якоря и заготовки для них. Из отожженной жести от консервной банки

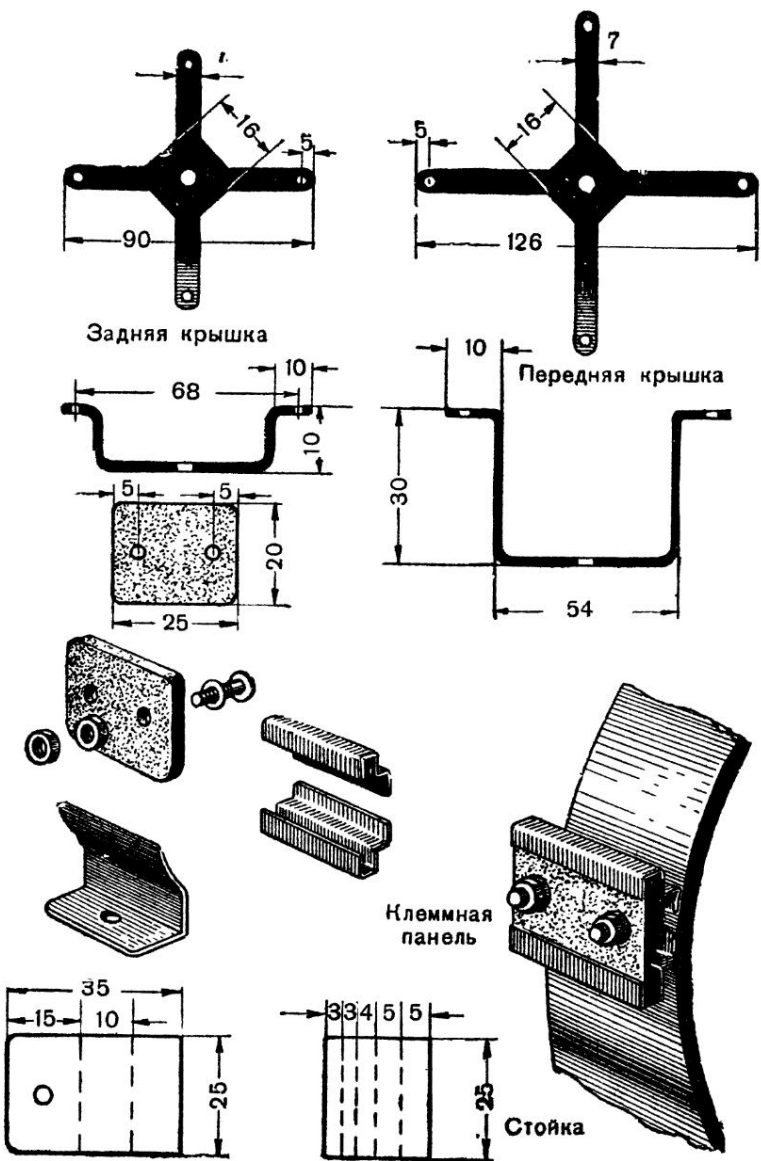


Рис. 38. Устройство задней и передней крышек и клеммной панели.

заготовьте пять угольников, двадцать сердечников, пять обжимок, десять вкладышей и пять башмаков.

Угольники согните под углом в 72° . Лучше сначала начертите этот угол с помощью транспортира, а потом подгоняйте к нему угольники. Отогните наружные концы угольников и придайте им округленную форму.

Сложите угольники звездой, положив между ними по четыре сердечника, и плотно обожмите их обжимками. На болванке диаметром 34—35 мм выгните все вкладыши и башмаки. Сложив вместе два вкладыша, наложите их на середину башмака. Края башмака аккуратно загните вокруг отогнутых концов угольников.

Вал сделайте из стальной вязальной спицы. Легкими ударами молотка загоните спицу в центр якоря и продвиньте до середины. Оба конца спицы отломите, предварительно подпилив напильником. Вал должен выступать из якоря на 40 мм с каждой стороны.

Якорь при вращении не должен цеплять за полюсы статора. Для проверки сделайте контрольный станочек по рисунку 40. Готовый якорь положите осью в выемки скобы станочка, а отогнутую пластинку-указатель подведите концом к одному из полюсов якоря.

Поворачивая якорь и по очереди подводя к указателю все его полюса, вы сразу увидите, какие из них получились длиннее других. Укоротите их легкими ударами молотка. Передвигая якорь на станочке вправо и влево, подгоните его по всей длине башмаков.

Изготовление коллектора показано на рисунке 40. Цилиндрик сделайте из писчей бумаги. Нарежьте несколько полосок шириной 20 мм. Приготовьте жидкий столярный клей, или БФ-2, или канцелярский казеиновый клей. Наматывайте бумагу на спицу, все время смазывая ее клеем. Старайтесь мотать плотно, а о краях не беспокойтесь — пусть получатся неровными, потом обрежете. Когда кончится одна лента, другую не накладывайте на ее конец, а приклейте в стык. Намотав цилиндрик диаметром примерно 10 мм, оборвите ленту. Обвяжите цилиндрик ниткой и положите сохнуть. Сырой он мягкий, а высохнет — станет крепким. Тогда острым ножом обрежьте его с обоих концов до длины 10 мм.

На цилиндрике нужно укрепить пять одинаковых пластин. Лучший материал для них — медь или латунь толщиной 0,3—0,5 мм. Длина широкой части пластин долж-

на быть 10 мм, а ширина такая, чтобы между соседними пластинами на коллекторе остались промежутки шириной 0,5—1 мм.

Измерьте полоской бумаги длину окружности цилиндрика и рассчитайте ширину пластин и промежутков. Так, если диаметр высохшего цилиндрика стал равен 9 мм, то длина его окружности составит 28,3 мм. Можно сделать пластины шириной по 5 мм, тогда на пять промежутков останется 3,3 мм, то есть ширина каждого промежутка будет 0,6—0,7 мм.

Выгните пластины коллектора по дуге. Это удобно сделать легким молоточком на ученической ручке. Пластины должны точно прилегать к цилиндрику по всей длине. Их узкие концы залудите с канифолью. Приклеивать пластины к цилиндрику лучше всего клеем БФ-2.

Можете взять и столярный клей, и казеиновый, но они плохо держат металл. Придется внутреннюю поверхность пластин предварительно смазать луковым соком и просушить.

Намазав пластины клеем, наложите их на цилиндр и подвиньте так, чтобы они нигде не соприкасались одна с другой, иначе двигатель не будет работать. Обмотайте их ниткой с клеем, как показано на рисунке 40.

Для обмотки якоря подберите медный изолированный провод диаметром 0,4—0,5 мм. Если нет нового, можете использовать старый провод, смотав его с электрического звонка, реле, трансформатора или дросселя от радиоприемника и т. п. Следите только, чтобы изоляция не имела повреждений. Тщательно осмотрев провод, аккуратно оберните все подозрительные места кусочками папиросной бумаги с клеем БФ-2.

Для якоря понадобятся пять кусков провода длиной по 2 м. Прежде чем мотать, оклейте тонкой бумагой все части якоря, которые будут соприкасаться с обмоткой.

Конец провода длиной 5 см закрепите, обернув вокруг вала, и начинайте обмотку первого полюса. Аккуратно укладывайте витки провода, двигаясь от вала к полюсному башмаку. Затем, продолжая мотать в ту же сторону, идите от башмака к валу. Так укладывайте ряд за рядом все 2 м провода. Конец обмотки длиной 5 см закрепите на полюсе ниткой и обмотайте вокруг вала. Таким же образом обмотайте остальные четыре полюса якоря. Смажьте конец вала, в сторону которого сделаны

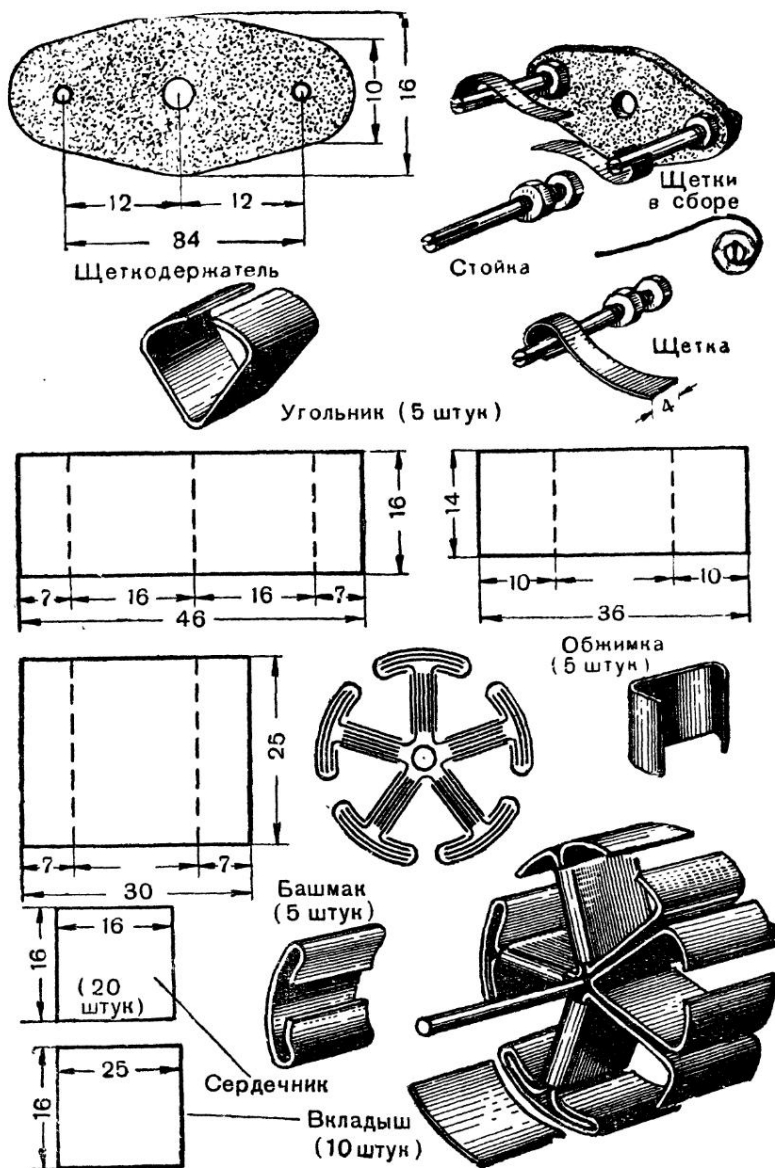


Рис. 39. Щеткодержатель со щетками и сердечник якоря.

выводы обмоток, срезом луковицы и дайте высохнуть. После этого смажьте вал клеем БФ-2 и насадите готовый коллектор. Залуженные концы пластин должны смотреть в сторону якоря. Промежутки между пластинами должны приходиться как раз посередине промежутков между полюсами. Конец вала должен выступать из коллектора на 20 мм. Конец каждой обмотки соедините с началом следующей и припаяйте к залуженному концу соответствующей пластины коллектора.

Схема обмотки якоря показана на рисунке 40.

Для обмотки статора понадобится изолированный провод диаметром 0,5—0,6 мм. Каркасы катушек склейте из тонкого картона по рисунку 40. Размер гильзы нужна такой, чтобы она надевалась на полюс статора при вынужденном полюсном башмаке. Заготовьте кусок провода длиной 3 м. Оставив 10-сантиметровый выводной конец, привяжите суровой ниткой начало обмотки к корпусу и мотайте в слой, ряд за рядом, пока не намотаете все 3 м. Конец обмотки также закрепите суровой ниткой, оставив вывод длиной 10 см. Таким же образом заготовьте и остальные три катушки статора. Все их нужно мотать в одну и ту же сторону.

Наденьте все катушки на полюсы статора началом обмотки к кольцу и вдвиньте на места полюсные башмаки. Якорь оберните поверх полюсов тремя оборотами бумажной ленты и вдвиньте внутрь статора. Отрегулируйте положение полюсных башмаков статора так, чтобы все они плотно прилегали к обертке якоря.

В переднюю крестовину вставьте штепсельное гнездо и наденьте на него щеткодержатель со щетками, как показано на рисунке 40. Из голый медной проволоки диаметром 0,5—0,6 мм сверните на валу двигателя спиральку в три-четыре витка и введите ее вместе с валом в канал штепсельного гнезда. Проверьте, как вращается вал в этом подшипнике. Если он слишком зажат, подберите проволоку потоньше, если болтается, — потолще. Заложите в штепсельное гнездо подобранную спиральку.

Наденьте на вал со стороны коллектора две металлические шайбочки. Установите крестовину со щеткодержателем и подогните ножки так, чтобы шайбочки не были зажаты, когда якорь стоит точно внутри полюсов статора. В таком положении привинтите крестовину. С противоположной стороны навейте на вал тугую

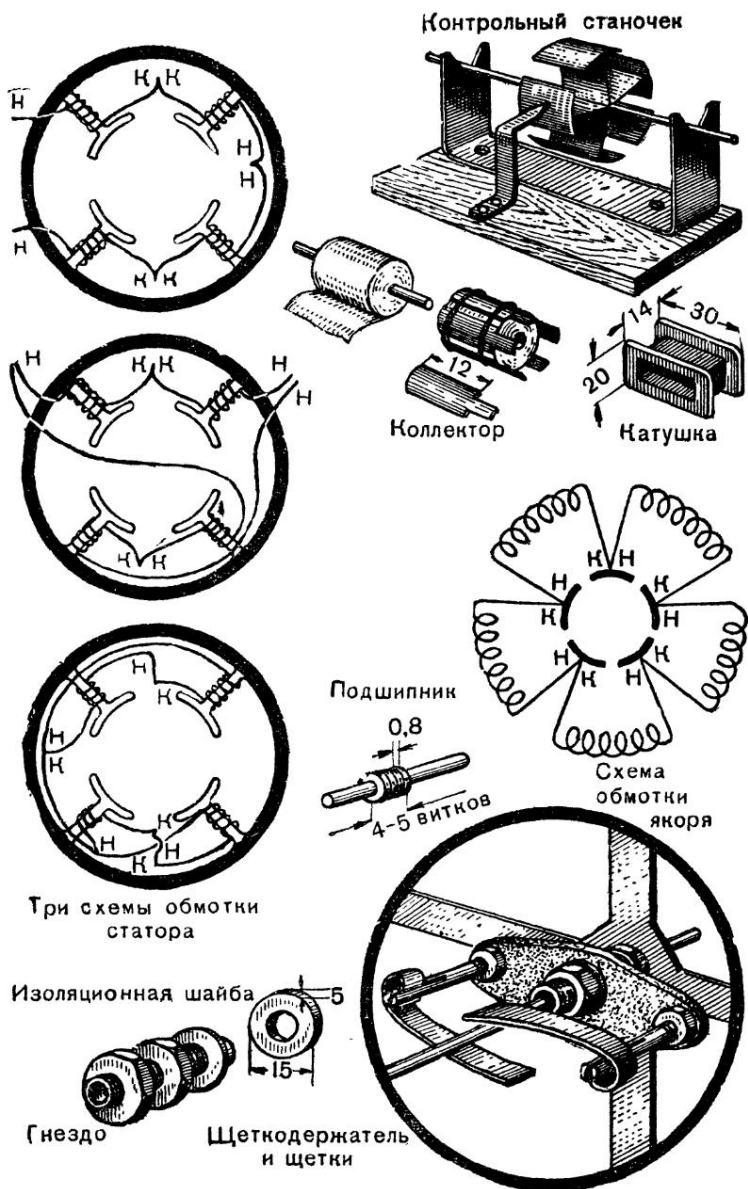


Рис. 40. Контрольный станочек, коллектор, обмотки и подшипники.

спираль из проволоки. Она должна кончаться, не доходя 1—2 мм до задней крышки.

Подшипник задней крышки сверните на валу из четырех-пяти витков голой медной проволоки того же диаметра, какой шел для переднего подшипника. Осторожно закрепив спираль пайкой, впаяйте ее внутрь отверстия в задней крестовине. Делать это удобнее всего, установив крестовину на место и закрепив ее гайками. Поставьте ножки крестовины так, чтобы вал якоря, зажатого в статоре двигателя, проходил через центр отверстия в ней. Натрите вал графитом от мягкого карандаша, наденьте на него заготовленный подшипник и припаяйте его к крышке. Графит не даст припою пристать к валу.

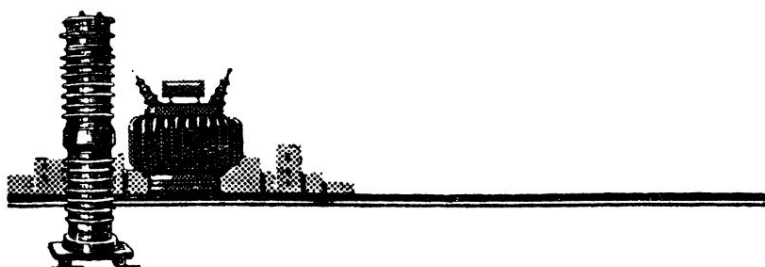
Вытянув бумажную ленту из зазора, проверьте, легко ли вращается якорь и не цепляет ли он за башмаки статора. Чем тщательнее отцентрируете якорь, тем лучше будет работать ваш двигатель.

Выполните все электрические соединения по схеме (рис. 40). Обмотки статора можно соединять по любому из трех вариантов, показанных на том же рисунке. Выбор варианта зависит от напряжения источника питания. При напряжении 4—5 в постоянного или 6 в переменного тока применяется смешанное соединение полюсных обмоток, при более низком напряжении — параллельное, при более высоком — последовательное.

Еще раз проверьте вращение двигателя от руки и приступайте к испытанию его на пониженном напряжении. Если двигатель питается от батарей, включите сначала меньшее число элементов, если от трансформатора, возьмите отвод с более низким напряжением.

Если двигатель стучит, дребезжит и т. п., остановите его и проверьте, не цепляют ли полюса якоря за статор или за провода, не погнут ли вал. Когда двигатель начнет работать нормально, отрегулируйте прижим щеток и положение щеткодержателя, чтобы искрение было небольшим. После этого погоняйте двигатель минут 10—15 без нагрузки, чтобы дать щеткам хорошо притереться. Ни в коем случае не смазывайте щетки маслом. Затем приступайте к пробам и регулировке двигателя при нормальном напряжении.

На конце вала, выступающем из задней крестовины, сделайте шкив. Его можно намотать из бумажной ленты точно так же, как делали цилиндр для коллектора.



ТРАНСФОРМАТОР

Трансформатор — это прибор, при помощи которого переменный ток одного напряжения преобразуется в переменный ток другого напряжения. Так, например, ток от осветительной сети, имеющий напряжение 127 или 220 в, можно при помощи трансформатора преобразовать в ток низкого напряжения, необходимый для питания самодельного электродвигателя.

Очень легко изготовить трансформатор, если достанете готовый сердечник от какого-нибудь старого трансформатора небольшой мощности. Подходят сердечники от силовых и звуковых трансформаторов радиоприемников, телевизоров, проигрывателей и тому подобных устройств. Они набраны из пластин специальной трансформаторной стали, имеющих форму буквы «Ш» (рис. 41). Обычно их вставляют в катушку попеременно, то с одной, то с другой стороны, а пожку каждого «Ш» замыкают пластинами в форме полоски. Такая сборка называется сборкой «вперекрышку».

Пластины бывают разной величины. Если, например, ширина средней ножки у буквы «Ш» 20 мм, то такие пластины называют «Ш-20». Для нашего трансформатора годятся пластины от Ш-18 до Ш-25.

Толщина пакета зависит от мощности трансформатора. Нам нужна такая толщина, чтобы площадь сечения средней ножки пакета была около 6 кв. см. Для пластин Ш-18 это будет примерно 35 мм, для Ш-25 — 25 мм.

По размерам средней ножки заготовьте деревянный брусочек и склейте на нем из картона прочную катушку (рис. 41). Только сначала оберните брусочек двумя слоями бумаги, иначе потом склеенную катушку с него не стянете.

те. Высота катушки должна быть на 1 мм меньше высоты средней ножки, а щечки должны входить между крайними ножками буквы «Ш».

Если напряжение тока 127 в, намотайте на катушку 1200 витков изолированного провода диаметром 0,31 — 0,35 мм. Если напряжение 220 в, намотайте 2200 витков изолированного провода диаметром 0,25 — 0,29 мм.

Концы обмотки выведите через щечки катушки. Только сначала сообразите, в каком месте щечки их выводить, чтобы при сборке трансформатора концы не попали под пластины сердечника.

Это — первичная обмотка. Когда будете ее мотать, через каждые несколько рядов провода прокладывайте ленту парафинированной бумаги или чертежной кальки во всю ширину катушки. Смотрите, чтобы крайние витки не западали возле щечек. Всю первичную обмотку оберните двумя-тремя слоями бумаги и уже поверх нее мотайте вторичную.

Число витков вторичной обмотки зависит от того, какое напряжение нужно получить. Но наш трансформатор не предназначен для питания потребителя током одного какого-нибудь определенного напряжения. Это — лабораторный прибор. Он должен давать несколько разных напряжений для питания различных потребителей. Поэтому вторичную обмотку мы сделаем с несколькими отводами.

Напряжение во вторичной обмотке будет в несколько раз ниже, чем в первичной, зато величина тока будет почти во столько же раз больше. Тонкий провод при прохождении по нему большого тока сильно нагреется. Поэтому вторичную обмотку нужно намотать проводом диаметром не меньше 1 мм. Лучше всего взять провод диаметром около 1,2 мм.

Намотав 40 витков вторичной обмотки, сложите провод вдвое и протяните получившуюся петлю через отверстие в щечке. Это будет первый отвод. Часть обмотки между началом и первым отводом даст напряжение около 3,5 в, нужное для горения лампочки карманного фонаря. Следующий отвод сделайте еще через 28 витков. Напряжение между ним и началом обмотки будет 6 в. Сюда можно будет подключать лампочку для освещения шкалы радиоприемника или 6-вольтовую автомобильную лампочку. Наконец, намотав еще 67 витков, сделайте последний вывод. Полное напряжение всей вторичной обмотки

будет 12 в. Можно будет включать 12-вольтовую лампочку.

Готовую катушку оклейте двумя слоями плотной бумаги. Затем туго набейте ее стальными пластинами «вперекрышку». Загоняя последние пластины, не перекосите их. Иначе можно углом пластины прорезать каркас катушки и повредить обмотку.

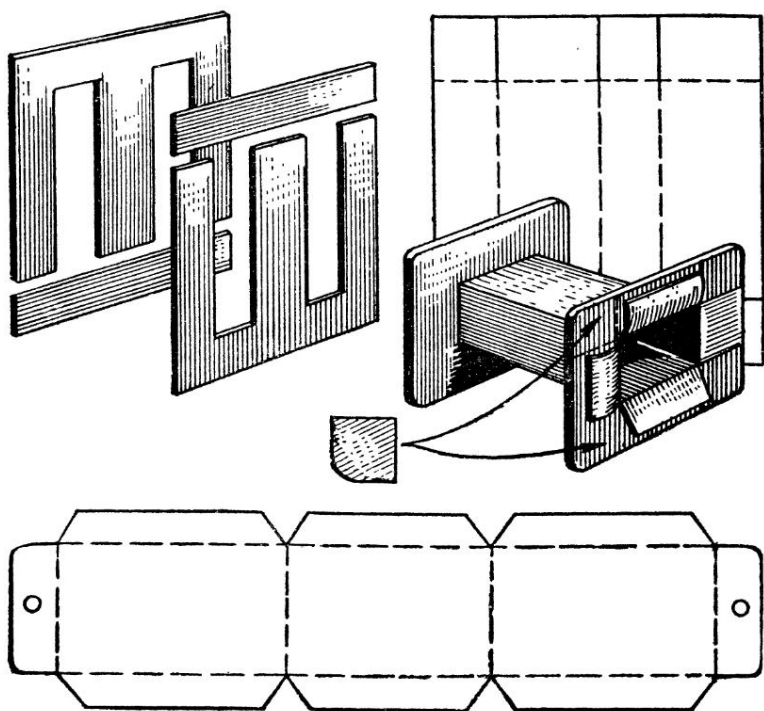


Рис. 41. Трансформаторные пластины, катушка и выкройка обоймы.

Сердечник обожмите стальной обоймой с лапками для прикрепления к панели. Такие обоймы есть у фабричных трансформаторов. Если готовой обоймы подходящего размера у вас нет, вырежьте и согните ее по чертежу (рис. 41).

Привинтите трансформатор к деревянной панели с ножками из двух реек. Выводы первичной обмотки

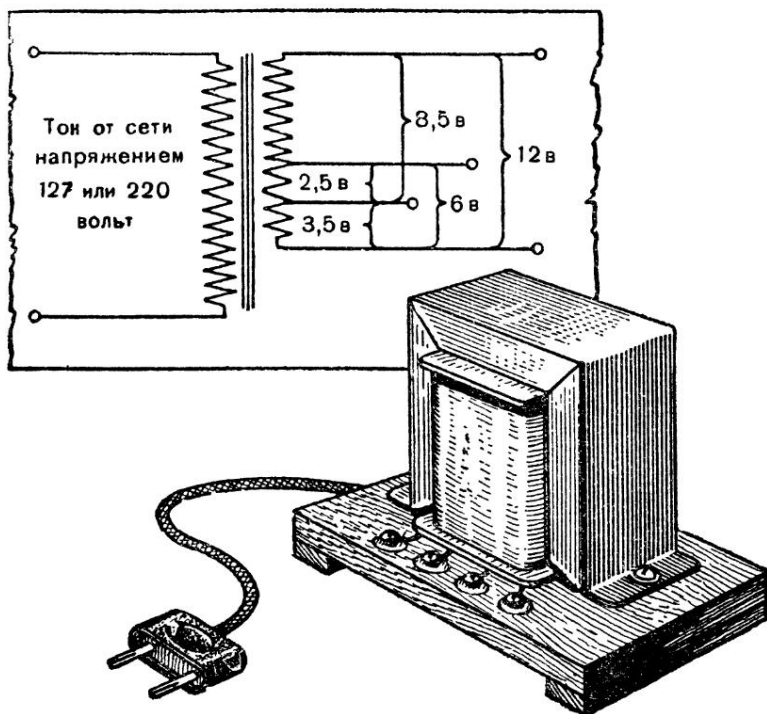
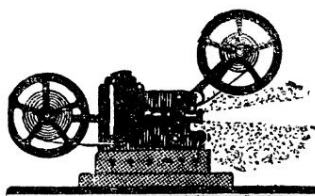


Рис. 42. Трансформатор и его схема.

должны заканчиваться шнуром с вилкой для подключения к сети переменного тока (рис. 42). Выводы вторичной обмотки присоедините к четырем клеммам. С нижней стороны панели прошедшие насквозь концы клемм залейте расплавленной канифолью или так называемой кабельной массой, чтобы между ними не могло возникнуть случайного замыкания, если под панель попадет проволока или обрезок жести.

Во время работы трансформатор немного нагревается. Не обращайте на это внимания — правильно рассчитанный трансформатор должен быть теплым. Конечно, если он нагревается так сильно, что начинает дымиться, — это плохо. Значит, где-то повреждена изоляция проводов. Придется разобрать трансформатор, найти поврежденное место и устранить неисправность.



СТРОБОСКОП

Мы все очень привыкли к кинематографу и к телевизору. Нас не удивляет, что мы видим там движущееся изображение. Но все-таки, как же оно движется?

Если рассмотреть обрывок киноленты, то на нем можно увидеть ряд картинок — кадров. На первый взгляд кажется, что все эти картинки одинаковые. Только при рассмотрении, можно заметить разницу.

Вот рука у человека опущена, а вот чуть поднялась, выше, выше — и через несколько снимков она уже вытянута вровень с плечом.

Рассматривая картинки одну за другой, вы можете проследить все движения изображенных на них предметов. А если показать вам эти картинки, сменяя их быстро-быстро, с неуловимой для глаза скоростью? Вы уже не сможете заметить, когда одна картинка сменяется другой, и движение покажется вам непрерывным.

Для демонстрации этого явления вы можете сделать несложный прибор — стробоскоп — и сами нарисовать к нему картинки.

Из плотного картона вырежьте два диска диаметром 200 мм с отверстием в центре диаметром 8 мм. Только прежде чем делать центральное отверстие, надо один из дисков разметить по чертежу (рис. 43) и, положив его на кусок фанеры или доски, прорезать щели по металлической линейке хорошо наточенным ножом.

Осью прибора будет круглый карандаш диаметром 7 мм или ученическая ручка. Краску с них можно не считать — она не помешает. Для закрепления дисков на оси возьмите две обычные катушки от ниток и острым ножом отрежьте от них щечки. Сделать это легко, если покатайте катушку по столу, нажимая острием ножа в месте среза.

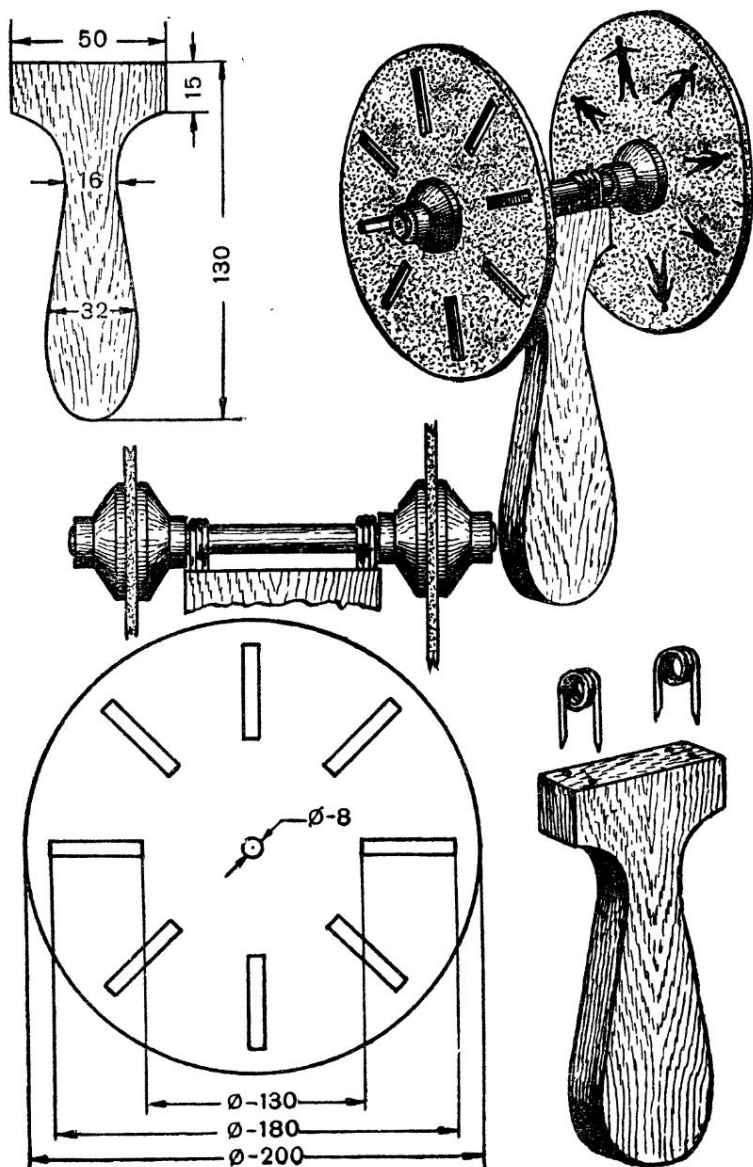


Рис. 43. Стробоскоп и его части.

Щечки от катушки туго наденутся на карандаш или ручку и закрепят диски, как показано на рисунке 43.

Из дощечки толщиной 10—12 мм выстрогайте ручку прибора. Ее размеры и форма показаны на том же рисунке.

Подшипники для оси согните из стальной проволоки толщиной от 0,8 до 1,5 мм. Если такой не найдете, возьмите либо шпильки для волос, либо канцелярские скрепки из проволоки потолще. Скрепки из тонкой проволоки не подойдут.

Кусок проволоки длиной 100 мм хорошо выпрямите, а потом согните так, как показано на рисунке 43. Петлю сгибайте вокруг середины заготовленной оси. На том месте, где потом встанет подшипник, проволоку гнуть нельзя: замнете ось, она будет плохо вертеться. Сначала перегните проволоку посередине, а потом обворачивайте концы. Когда концы отпустите, петля немного разойдется, и ось будет свободно в ней поворачиваться.

Концы подшипников срежьте под углом острыми кусачками или бокорезами и забейте в ручку.

Пожалуй, самая сложная часть работы — нарисовать для стробоскопа картинки. На рисунке 44 пока-

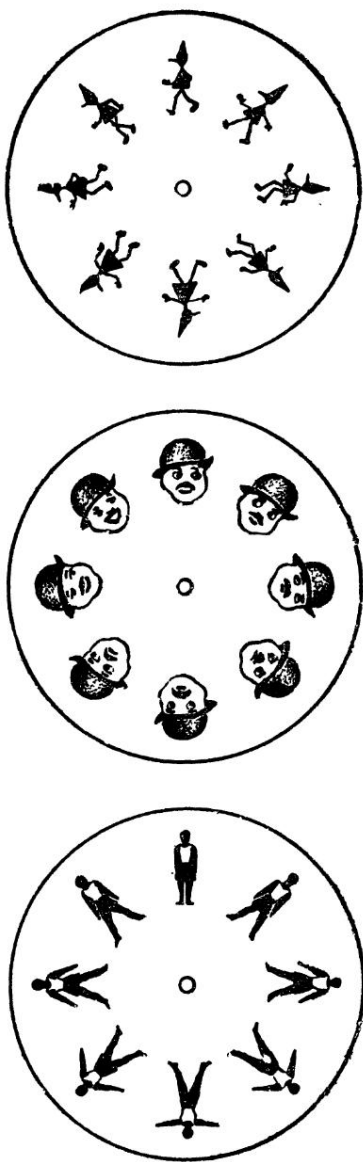


Рис. 44. Диски для стробоскопа.

заны в качестве образца три диска с картинками. Можете придумать сами любые другие.

Вставив диск с картинками, расположите стробоскоп так, чтобы картинки были хорошо освещены. Один глаз закройте, а другой поместите против щелей стробоскопа. Вращая диски прибора, вы увидите, что картинки «оживут». Их движение будет вам казаться непрерывным.

Стробоскоп можно использовать и для наблюдения явлений, которые кажутся непрерывными, а на самом деле все время повторяются снова и снова, как картинки стробоскопа.

Сняв сплошной диск и картинки, попробуйте посмотреть через стробоскоп на трубку «дневного света» или на неоновую световую рекламу. При достаточно быстром вращении диска стробоскопа вы ясно увидите, как трубка то вспыхивает, то гаснет. Точно подогнав скорость вращения, вы можете вообще увидеть трубку почти темной.

Рассматривая таким же образом хорошо освещенную струйку воды, стекающую из водопроводного крана, вы можете увидеть, что эта струйка на самом деле не непрерывна, а состоит из цепочки отдельных круглых капель.

Просматривая кинофильмы, вы, может быть, заметили, что колеса телег, паровозов и т. п. иногда кажутся на экране вертящимися в обратную сторону. Это так называемый стробоскопический эффект. Вы можете получить его искусственно при помощи стробоскопа.

Начертите на бумажном круге колесо с восьмью спицами и поставьте его вместо пластинки на диск патефона или проигрывателя. Если рассматривать крутящееся колесо через стробоскоп, то спицы будут казаться бегущими то в одну, то в другую сторону, а то и вовсе остановившимися. Все зависит от того, с какой скоростью вы будете вращать диск стробоскопа.



ПЕРИСКОП

Зеркала для перископа нужны прямоугольной формы. Проще всего достать их в магазине, где торгуют стеклами. Мы брали зеркала шириной 3 и длиной 4 см. Если у вас размеры получатся другие, — не беда, важно только, чтобы оба зеркала были точно одинаковые. Можно, например, использовать два одинаковых карманных зеркала, которые продаются в галантерейных магазинах. Стоят они недорого.

Трубу перископа сделайте из картона от канцелярской папки. Разметить выкройку для трубы нужно очень точно. Это, пожалуй, самая сложная работа при изготовлении всего перископа.

Возьмите из тетради по арифметике листок бумаги в клеточку. Вырежьте кусочек побольше зеркала и аккуратно обрежьте его по напечатанным линиям. Наклейте этот кусочек бумаги точно на угол канцелярской папки. Когда клей высохнет, наложите линейку и острым карандашом проведите линию от угла папки через клеточки наискосок. Рассмотрите внимательно, как проходит линия на нашем рисунке 45.

Поставьте зеркало на эту линию ребром длинной стороны. Придвиньте его край к самому углу листка, но так, чтобы он не свешивался. Проверьте еще раз, правильно ли стоит зеркало на проведенной линии. Теперь острым карандашом обведите ребро зеркала. Получится узенький прямоугольник, стоящий под углом в 45° к линиям, образующим клеточки. Убрав зеркало, проведите две линии, параллельные линиям клетчатой бумаги, через противоположные углы прямоугольника. Весь прямоугольник окажется между этими линиями. Расстояние между ними и будет шириной трубы перископа. Ведь в ней зеркало должно стоять косо.

Найденную ширину трубы отложите вдоль нижнего обреза картонной выкройки. А другой размер выкройки — толщину трубы — возьмите по короткой стороне зеркала. Затем отложите еще раз ширину и еще раз толщину. Такие же самые отметки сделайте и на противоположном краю выкройки.

Возьмите большую линейку или ровную дощечку и проведите по ней четыре линии, соединяющие отметки на папке. Три из этих линий надрежьте по линейке концом ножа. По четвертой линии отрежьте готовую выкройку от папки. Выкройка состоит из четырех полос. Напишите на них цифры 1, 2, 3, и 4, начиная от угла, где приклеена бумага в клеточку.

Сверните выкройку по надрезам в четырехугольную трубу и склейте ее, наложив на стык полоску бумаги, смазанную клеем.

Труба нашего перископа имеет на концах два одинаковых колена. Материал для них — оставшаяся часть канцелярской папки.

Отрежьте полосу картона шириной в 10 см. Склейте из нее еще две трубы так, чтобы они плотно надевались на первую. Это — заготовки колен.

Поставьте трубу одним концом на стол. Положите на стол колено и придвиньте его конец вплотную к трубе. Отметьте то место, где верх колена прикасается к трубе.

Теперь колено поставьте стоймя, а трубу положите на стол. Придвиньте конец трубы к колену и сделайте на колене карандашную отметку.

Отчеркнутые части сторон трубы и колена нужно вырезать, чтобы получились окошки. Колено и конец трубы, к которому оно подогнано, обозначьте крестиком, чтобы потом не путать.

Точно то же самое сделайте с другим концом трубы и вторым коленом. Только не забудьте, что это колено должно смотреть в противоположную сторону.

Положите трубу на край стола окошком к себе. Вдвиньте в нее одно из зеркал и поставьте так, чтобы его край совпал с открытым краем окошка. Поверните зеркало, чтобы в нем был полностью виден просвет на противоположном конце трубы. Придерживая зеркало в найденном положении, прочертите вдоль его сторон линии внутри трубы.

После этого поверните трубу другим окошком к себе и

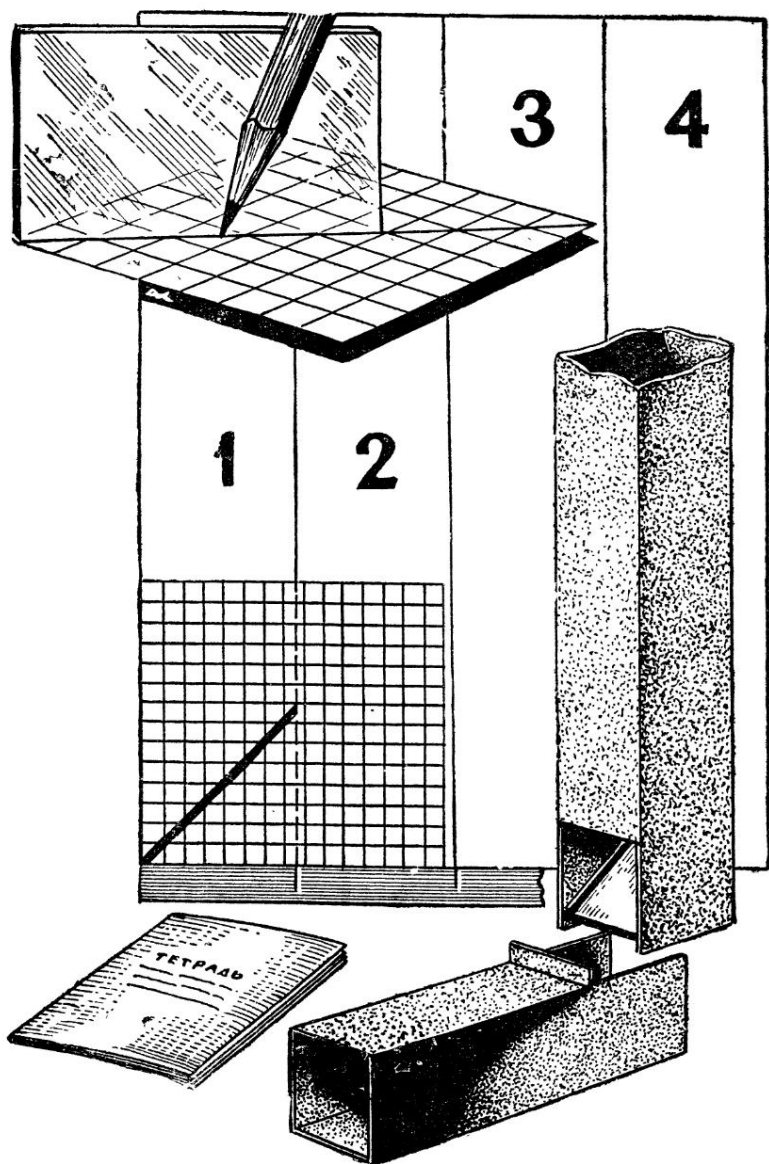


Рис. 45. Изготовление трубы перископа.

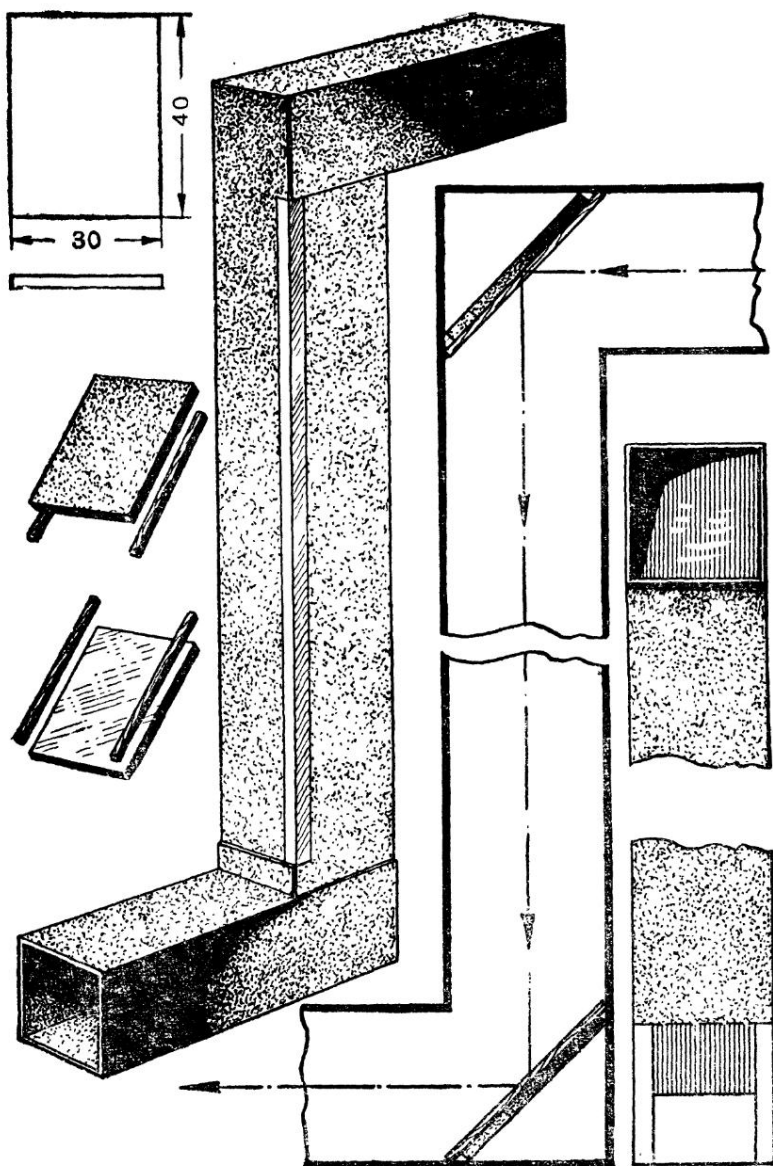


Рис. 46. Общий вид перископа и схема его действия.

снова проделайте такую же операцию с зеркалом. Подберите четыре ровные, прямые спички и приклейте их внутри трубы по проведенным линиям. Спички нужны для того, чтобы зеркала держались в найденном положении и не проваливались внутрь. Когда клей высохнет, вложите зеркала на место. Проверьте, правильно ли они стоят. Если посмотреть в одно зеркало, то в самой его середине должно быть видно другое.

Осталось поставить на место оба колена. Смажьте их бока изнутри клеем и надвиньте на концы трубы. На внутренних и наружных углах могут остаться щели. Заклейте их полосками бумаги. Перископ готов (рис. 46).

В наш перископ видно немного. Это потому, что зеркала маленькие.

Если достанете зеркала побольше, можно сделать очень удобный большой перископ. В него можно будет смотреть двумя глазами сразу. Такой перископ особенно хорош на спортивных соревнованиях и других мероприятиях, где присутствует много людей. Вместо того чтобы протискиваться в первые ряды зрителей, вы сможете хорошо все видеть через головы взрослых.

Зеркала нужны размером не меньше чем 90×90 мм. Длина трубы тоже нужна большая. Для того чтобы смотреть через головы взрослых, нужна труба в полметра. Можно, конечно, сделать и еще больше, но этим не следует увлекаться. Чем длиннее труба, тем меньше получается поле зрения.

Труба размечается точно таким же образом, как и для маленького перископа. Делать ее придется из листа плотного картона: канцелярская папка слишком мала.

Колена для большого перископа не нужны. Сделайте просто открытые отверстия, почти во всю ширину трубы. Высота верхнего отверстия должна быть равна двум третям высоты зеркала. А для нижнего отверстия достаточно одной трети или даже четверти.

В маленьком перископе колена закрывали трубу сверху и снизу. Здесь придется вклеить в нее два днища из картона.

Большие зеркала на спичках держаться не будут. Вклеивайте их в трубу на картонных угольниках.

Чертежей большого перископа мы здесь не даем. После того как сделаете маленький перископ, вам и без чертежей все будет понятно.



ЗРИТЕЛЬНАЯ ТРУБА И ТЕЛЕСКОП

Увеличение, даваемое зрительной трубой, определяется по приближенной формуле:

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Сила окуляра}}{\text{Сила объектива}}.$$

Окуляром называется стекло (или система стекол), обращенное к глазу наблюдателя. Объективом называется стекло (или система стекол), обращенное к наблюдаемому предмету, то есть к объекту наблюдения.

Оптическую силу стекол принято измерять в диоптриях. Для объектива описываемого здесь телескопа необходимо увеличительное стекло силой 1,25—1,50 диоптрии, для окуляра — 20 диоптрий. Телескоп при этом будет давать увеличение в тринадцать — шестнадцать раз.

Можно сделать телескоп с окуляром из вогнутого стекла. Его увеличение будет определяться по той же формуле. Это — так называемая труба Галилея. Для земных наблюдений она удобнее, потому что дает не перевернутое, а прямое изображение предмета.

Увеличение для земных наблюдений нужно в четыре—восемь раз, как у бинокля. Для того чтобы труба получилась покороче, увеличение ее выгодно уменьшить не за счет окуляра, а за счет объектива.

Чтобы при окуляре в 20 диоптрий получить четырехкратное увеличение, нужен объектив в +5 диоптрий. Фокусное расстояние такого объектива составляет всего 200 мм, а длина трубы будет еще меньше, так как в трубе Галилея окуляр помещают несколько ближе фокуса объектива. Такая труба немногим больше бинокля и ею удобно пользоваться в походе.

Изготовление четырехкратной трубы Галилея

Приобретите в аптеке или оптическом магазине два стекла: $+5$ диоптрий для объектива и -20 диоптрий для окуляра. Если точно таких не подберете, возьмите близкие к ним. Увеличение, которое получится с другими стеклами, можете подсчитать сами по формуле.

Стекла для очков бывают простые и менисковые. Простые для трубы лучше, но менисковые также годятся.

Стекла в -20 диоптрий обычно продаются уже обточенными до наружного диаметра 40 мм. Это стандартный диаметр оправы круглых очков. Стекло в $+5$ диоптрий может попасться и необточенное, наружным диаметром 45 мм. Годится любое.

Оправа свертывается и склеивается из черной бумажной ленты шириной 30 мм (рис. 47). Лучше всего взять бумагу, которой обертывают фотопластинки. Если такой

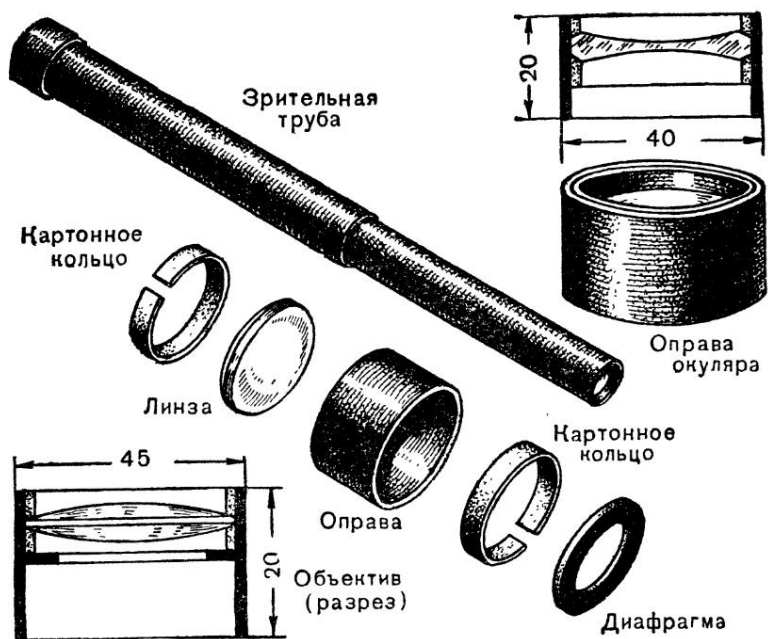


Рис. 47. Зрительная труба и ее детали.

не достанете, возьмите обычную писчую бумагу и потом все детали из нее окрасьте черной тушью изнутри и снаружи. Клей возьмите жидкий столярный или фотоклей, который продается в магазинах.

Оберните лентой стекло по окружности. Смажьте начало свободного конца ленты клеем и закрепите получившееся кольцо. Затем выньте стекло, смажьте весь свободный конец клеем и аккуратно сворачивайте оправу на руках. Всего нужно сделать шесть — восемь оборотов. Можно склеивать оправу из нескольких коротких полосок. С ними работать легче, только каждую следующую полоску подклеивайте к предыдущей в стык.

Когда оправка высохнет, вырежьте из плотной бумаги полоску шириной 20 мм и оберните ее один раз вокруг оправы, точно наложив концы друг на друга. Обведите края этой полоски карандашом и снимите ее, а оправу обрежьте по карандашным линиям.

Затем заготовьте из толстого картона две полоски шириной по 5 мм каждая и такой длины, чтобы свернутые из них в стык кольца плотно входили внутрь оправы. Смажьте одно кольцо клеем, заложите его внутрь оправы вплотную к одному краю, вставьте стекло и впритык к нему вклейте второе кольцо.

Труба состоит из двух частей — корпуса и тубуса, входящих друг в друга (рис. 48). Длина каждой из этих частей должна быть равна фокусному расстоянию объектива минус 75 мм. Так, например, если сила объектива равна +5 диоптриям — значит, фокусное расстояние равно одной пятой метра, то есть 200 мм, а длина корпуса и тубуса будет по $200 - 75 = 125$ мм. Нарежьте бумагу лентами шириной по 135 мм. Лишние 5 мм с каждой стороны нужны для того, чтобы края можно было потом подравнять, как подравнивали края оправы.

Сверните в трубку лист плотной бумаги, точно подогнав его диаметр под наружный диаметр оправы окуляра. Чтобы трубка не развернулась, концы обвяжите шпагатом. На этой трубке склейте тубус из шести — восьми оборотов ленты. На тубусе, не снимая его с трубки и не давая просохнуть, склейте таким же образом корпус трубы. Готовый корпус немедленно снимите с тубуса, пока клей не засох, иначе они могут приклеиться друг к другу.

Если наружный диаметр стекла для объектива равен 40 мм, то оправу для него склейте таким же образом, как

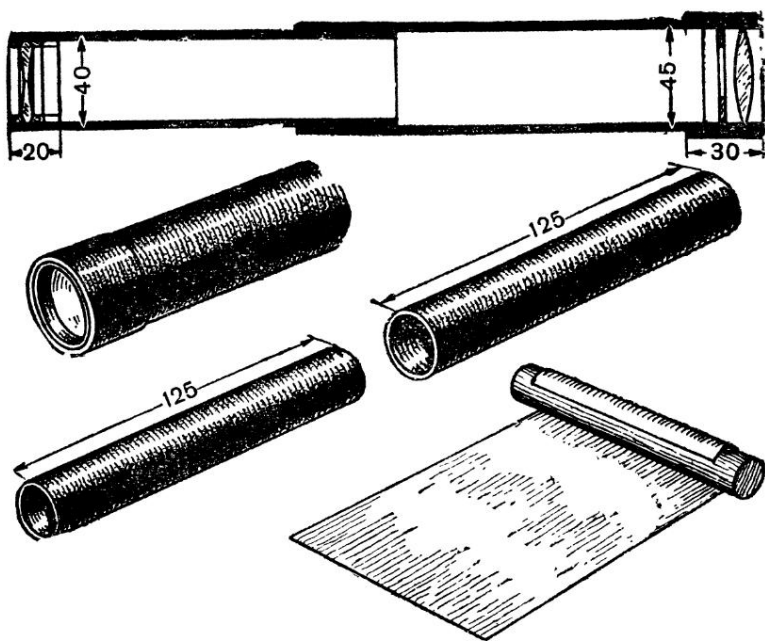


Рис. 48. Изготовление трубы.

клеили для окуляра, только здесь нужно будет сделать больше оборотов ленты. Затем оберните оправу объектива бумажной лентой на клею так, чтобы она туго входила внутрь корпуса трубы.

Если наружный диаметр стекла объектива равен 45 мм, то оправу придется надевать на корпус трубы. В этом случае возьмите ленту шириной 40 мм и склейте из нее кольцо в шесть — восемь оборотов на корпусе трубы. Затем снимите кольцо с корпуса и подровняйте края. Длина оправы будет теперь 30 мм (рис. 47).

Если стекло объектива входит в оправу свободно, нарежьте из бумаги ленту шириной 10 мм, склейте из нее кольцо точно по стеклу объектива и такой толщины, чтобы оно плотно входило в оправу. Вклейте это кольцо внутрь оправы вплотную к одному краю, а стекло укрепите картонными полосками, как делали это с окуляром.

Соберите трубу и наведите ее на какой-нибудь удаленный предмет, постепенно вдвигая тубус трубы в корпус.

Если края изображения будут получаться размытыми, нерезкими, вставьте в оправу объектива, вплотную к стеклу, диафрагму из черной бумаги. Чем меньше отверстие диафрагмы, тем лучше качество изображения, но меньше будет света, попадающего в трубу. Подберите такое отверстие диафрагмы, чтобы изображение было достаточно четким, но не слишком темным.

Самодельную подзорную трубу хорошо использовать в туристском походе. Она заменит вам бинокль. Только не делайте трубу с увеличением больше, чем в четыре раза. Сильно увеличивающую трубу неудобно держать; изображение в ней «прыгает» при малейшем движении.

Изготовление телескопа

Изготовление телескопа начинайте с оправы окуляра, которая делается точно так же, как для подзорной трубы. Стекло для окуляра возьмите простое (не менисковое) +20 диоптрий.

Тубус телескопа делайте так же, как для подзорной трубы Галилея. Длина его в готовом виде 125 мм. Ленту возьмите шириной 135 мм (по 5 мм с каждого конца обрежете при подравнении).

Самая ответственная операция — это изготовление корпуса трубы. Длина его должна быть равна фокусному расстоянию объектива. Для объектива со стеклом +1,25 диоптрий нужен корпус трубы длиной 800 мм. Склеить из бумаги такую длинную трубу очень сложно, поэтому лучше делать ее из двух частей.

Каждую часть длиной 400 мм склейте на бумажном рулоне или свертке обоев, точно подогнанном по диаметру под тубус. Клеить на самом тубусе нельзя: он слишком короток и не даст достаточного направления.

Подровняйте кромки частей корпуса, сведите их в стык на рулоне и соедините несколькими оборотами бумажной ленты шириной 30 мм на клею.

Оправа объектива делается точно так же, как в подзорной трубе.

Наблюдать в телескоп, держа его в руках, невозможно. Слишком велико увеличение. Необходимо сделать штатив с шарнирной головкой. Устройство частей штатива ясно из рисунка 49. Грубую наводку телескопа в

горизонтальной плоскости производите поворотом штатива на столе. Для тонкой наводки поворачивайте фанерный диск, на котором укреплена труба, соединенным с ним маленьким валиком. Валик можно сделать из ножки от штепсельной вилки, вставленной в гнездо. Ножку вилки обмотайте полоской изоляционной ленты, дающей хорошее сцепление с ребром диска. Сверху на ножку навинтите клеммную головку, которая будет служить ручкой управления.

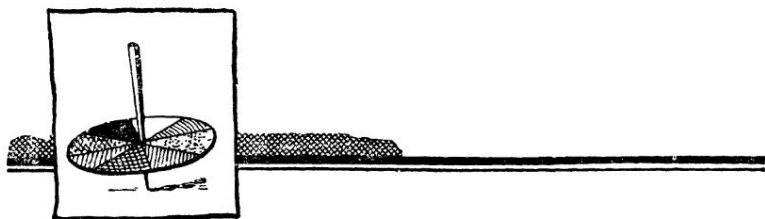
Грубую наводку в вертикальной плоскости можете осуществить поворотом щечек штатива вокруг нижней оси. Найдя нужное положение щечек, закрепите их, стягивая винтом с клеммной головкой. Другой такой же винт будет служить верхней осью щечек и одновременно тормозом тонкой вертикальной наводки.

Сквозь валик тонкой наводки пропустите суровую нитку. Концы ее оберните вокруг валика по три раза в противоположные стороны и затем закрепите их за ушки площадки штатива. При повороте валика рукояткой, сделанной из половинок катушки, один конец нитки освобождается, а другой натягивается, поэтому площадка наклоняется в нужную сторону.

Наведите трубу на сильно удаленный предмет, настройте ее на резкость и в таком положении найдите центр тяжести трубы. Он будет смещен от середины корпуса в сторону окуляра. Прикрепите корпус трубы к кобылкам штатива двумя картонными полосками так, чтобы центр тяжести трубы оказался точно посередине. Тогда трубу легко будет наводить в вертикальной плоскости.

Если достанете сильную лупу, можете сделать из нее сменный окуляр к вашей трубе. На лупах обычно указывается не оптическая сила, а увеличение, которое дает лупа. Чтобы узнать оптическую силу лупы в диоптриях, надо увеличение лупы помножить на четыре. Так, оптическая сила шестикратной лупы равна 24, восьмикратной — 32, десятикратной — 40 диоптриям. С такими окулярами и объективом в 1,25 диоптрии можно получить увеличение в 19,2, 25,6 и в 32 раза.

Теперь можно приниматься за астрономические наблюдения. Достаньте книжку «Школьный астрономический календарь». Этот календарь выходит ежегодно. Там указано расположение планет и созвездий по месяцам и дан список рекомендуемой литературы по астрономии.



НЬЮТОНОВЫ ВОЛЧКИ

Вы знаете, что белый свет на самом деле является сложным. Его можно разложить на лучи разных цветов. Ну, а если складывать разные цвета? Что получится?

Это легко проверить с помощью очень простого и остроумного прибора, придуманного знаменитым английским ученым Исааком Ньютоном. Прибор Ньютона — самый обыкновенный волчок. Его ножку можно сделать из заостренной спички, кружок — из белого картона. Нет белого — возьмите любой, только сверху наклейте белую бумагу. Разделите кружок на четыре сектора. Два из них окрасьте в синий цвет, а другие два — в желтый. Запустите волчок — он покажется вам зеленым. Это результат сложения синего и желтого цветов.

Точно так же сине-красный волчок окажется фиолетовым, а красно-желтый — оранжевым. Но самый интересный волчок получится, если смешать все семь цветов радуги. Для этого разделите кружок волчка на восемь секторов и семь из них окрасьте в основные цвета радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Восьмой сектор пока оставьте белым (рис. 50).

Запустите волчок. Вы увидите, что он стал почти белым. Чтобы точнее подогнать цвет волчка к белому, воспользуйтесь запасным, восьмым, сектором. Он служит для настройки. Если, скажем, волчок при вращении кажется розоватым, слегка подкрасьте настроечный сектор в зеленый цвет. Пробуя и постепенно усиливая окраску, вы можете получить почти чистый белый цвет.

Если волчок кажется зеленоватым, красьте настроечный сектор в розовый цвет, если голубоватым — в оранжевый, если желтым — в сиреневый.

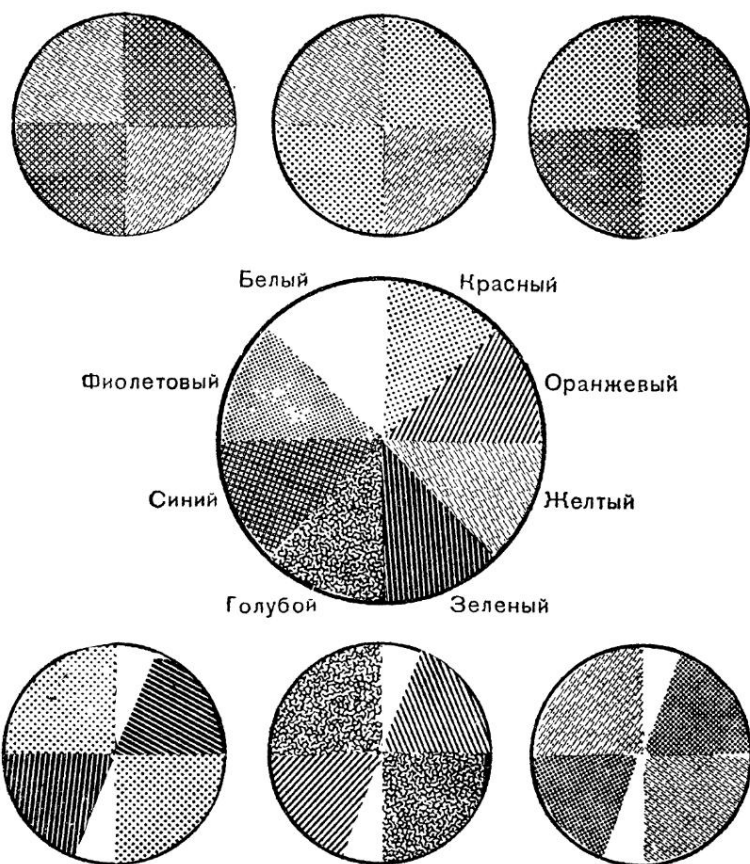


Рис. 50. Ньютоновы волчки.

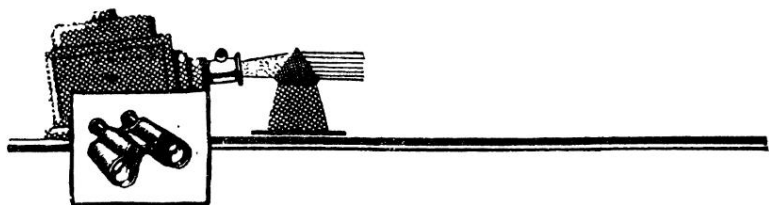
Пользуясь таким же настроечным сектором, вы сможете получить белый цвет и не из всех цветов радуги, а только из пар так называемых дополнительных цветов:

голубой + оранжевый = белый,

зеленый + красный = белый,

фиолетовый + желтый = белый.

Не жалейте труда на точную подгонку белого цвета. Получается очень эффектно, когда белый волчок, перестав крутиться, оказывается желто-фиолетовым или красно-зеленым.



ПРИЗМА

С помощью призмы можно разложить луч белого света на лучи различных цветов. Это очень эффектный и красивый опыт. Вот только призма не всегда бывает под руками.

На оптических заводах призмы вырезают из стекла, шлифуют и полируют. Все это делается на специальных станках. Самодельную призму (рис. 51) можно сделать из органического стекла.

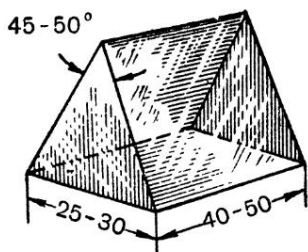
Если попадется кусок органического стекла толщиной хотя бы в 25—30 мм, призму можно просто вырезать целиком. Выпилите ее ножовкой и аккуратно опишите мелким напильником. Высота призмы 45—50 мм. В сечении призма должна иметь форму равнобедренного треугольника с углом при вершине 45—50°.

Вообще имейте в виду, что точность размеров призмы роли не играет. Главное здесь в том, чтобы поверхности боковых граней были опилены точно по плоскости и очень хорошо отполированы.

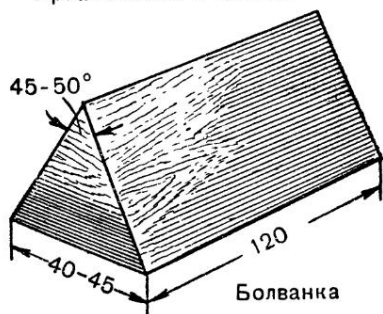
Наиболее ответственные операции — шлифовка и полировка призмы. Шлифовать и полировать нужно только боковые грани. Основания призмы лучше оставить шероховатыми, чтобы не было лишних отражений света.

Шлифовать нужно самой мелкой шкуркой с машинным маслом. Когда снимете все царапины и следы напильника, переходите к полировке. Лучше всего полировать так называемой пастой ГОИ, созданной в свое время в Государственном оптическом институте в Ленинграде. В состав этой пасты входит тончайший порошок зеленой окиси хрома.

Пасту ГОИ применяют иногда для точки бритв. Из нее сделаны зеленые гребенчатые камешки в точилке для лезвий безопасной бритвы.



Призма из целого куска органического стекла



Болванка

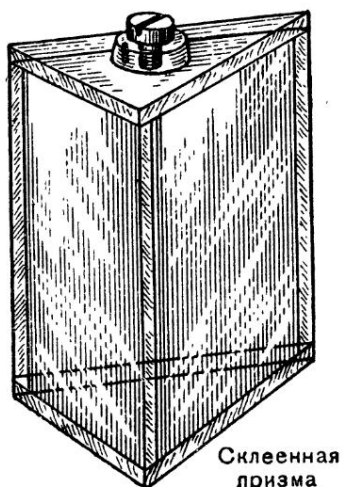


Рис. 51. Призмы и болванка.

Пасту нужно взять на суконку или лоскут кожи и натирать полируемую поверхность до тех пор, пока она не заблестит, как зеркало. Остатки пасты сотрите мягкой тряпочкой.

Окись хрома — очень твердый материал. Ею полируют стекло, сталь, мрамор. Но для полировки органического стекла можно воспользоваться и более мягкими материалами. Если не достанете пасту ГОИ, возьмите на мягкую влажную тряпочку зубной порошок. Еще лучше взять зубную пасту: в ней крупинки мела измельчены более тщательно.

Если достанете листовое органическое стекло толщиной 3—5 мм, призму придется склеить и потом налить водой. Клеить удобнее всего на болванке (рис. 51).

Болванку изготовьте из дерева. Она тоже должна иметь в сечении форму равнобедренного треугольника с углом при вершине 45—50°. Только размеры лучше взять побольше, чтобы спектор получался из более широкого пучка лучей. Основание треугольника должно быть шириной 40—45 мм, высота — 120 мм.

Ножовкой или резакон нарежьте из листа органического стекла заготовки граней призмы.

Опилки и стружки соберите, они понадобятся для приготовления клея.

На болванке подгоните друг к другу сначала две боковые грани призмы. При этом пилить нужно только одну из граней, подгоняя ее к боковой стороне другой. Подпиливая грань мелким напильником, все время прикладывайте ее к другой и проверяйте, где остались выступающие части.

Когда хорошо подгоните шов, слегка обдерите мелкой шкуркой глянец с боковой стороны грани в месте склейки. Так лучше будет держаться клей. А края граней, выступающие по бокам снизу, подпилите почти до самой болванки.

Клей приготовьте, растворив опилки органического стекла в дихлорэтано. Пары этой жидкости легко вспыхивают, поэтому берегите ее от огня. Растворять надо до густоты растительного масла. Готовый клей храните во флаконе с притертой стеклянной пробкой.

Нанесите слой клея палочкой на обе склеиваемые поверхности. Прижмите их друг к другу на болванке и подержите несколько минут в руках. Клей сохнет быстро.

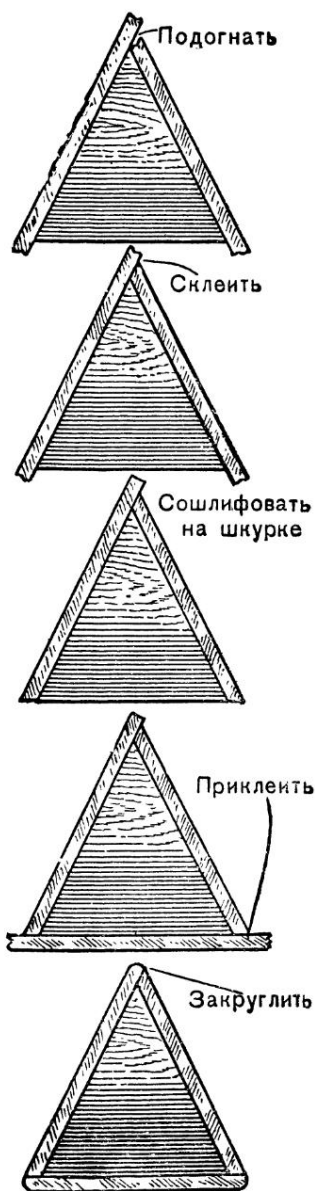


Рис. 52. Последовательность изготовления призмы.

Небольшие закраины граней, выступающие по бокам болванки снизу, сошлифуйте на шкурке. Приколите лист шкурки кнопками к ровной доске. Водите по нему заготовку вместе с болванкой, пока болванка тоже не начнет шлифоваться.

Приложите третью грань призмы. Она должна хорошо прилегать. Места склейки слегка обдерите мелкой шкуркой. Приклейте третью грань и держите в руках, пока не высохнет.

Высыхая, клей очень сильно уменьшается в объеме. Поэтому в местах склейки могут образоваться щели. Осторожно вытолкнув болванку, промажьте швы изнутри клеем при помощи заостренной палочки. Повторите эту операцию несколько раз, каждый раз давая клею высохнуть.

Выступающие ребра призмы спилите мелким напильником. Можете их затупить и даже закруглить — это не имеет значения. Полировать эти места после опилки тоже не нужно.

Подшлифуйте на шкурке торцы призмы для приклейки дна и крышки. Если есть большое несовпадение боковых граней, сначала подгоните эти места напильником, затем подшлифуйте на грубой шкурке и потом уже на мелкой.

Заготовьте дно и крышку и места склейки обдерите мелкой шкуркой.

Приклеив дно, несколько раз промажьте швы клеем изнутри. Затем налейте в призму воды и проверьте, нет ли где течи. Если течь есть, отметьте это место и, просушив призму, промажьте клеем еще несколько раз. Затем потрите приклеенное дно шкуркой, чтобы вся его нижняя поверхность стала матовой.

Прежде чем приклеивать крышку, просверлите в ее центре отверстие диаметром 10 мм. В этом отверстии будет потом прятаться пузырек воздуха. Крышка приклеивается так же, как дно, и тоже матируется после приклейки.

Опили мелким напильником края дна и крышки. На крышку над отверстием наклейте «горлышко» — кусок органического стекла с резьбой под пробку. Пробку хорошо выточить из металла или пластмассы. По краям горловины сделайте накатку, а по оси просверлите сквозной канал диаметром около 1 мм. Это нужно для того, чтобы

вода, расширяясь при нагревании, имела выход наружу и не разорвала призму.

Если возможности выточить пробку нет, подберите просто металлический винт. Предохранительное отверстие для выхода воды просверлите в «горлышке», только поближе к краю, чтобы головка винта его не закрыла.

Наполните призму чистой водой комнатной температуры. Если наливать холодную воду, то по мере ее нагревания на стенках призмы изнутри будут оседать пузырьки растворенного в воде воздуха.

Спектр лучше всего наблюдать в темной комнате. Можно днем затемнить комнату шторами из черной бумаги, оставив одно отверстие для солнечных лучей. Но это очень неудобно. Опыт можно проводить только с прямыми солнечными лучами. В пасмурную погоду спектр будет очень неясным, а в солнечную — получится на полу, где его неудобно наблюдать.

Удобнее всего делать опыт с искусственным источником света. Спектр будет тем ярче, чем сильнее используемый для опыта источник света. Лучше всего воспользоваться кинопроектором, или проекционным фонарем, или хотя бы фотоувеличителем, положенным набок. Свет на призму должен падать узким пучком. Поэтому сделайте перед проектором диафрагму в виде вертикальной щели шириной 2—3 мм. Длина щели может быть в пределах высоты призмы,

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Ватерпас	5
Динамометр	8
Сосуд с отверстиями	12
Сообщающиеся сосуды	15
Водомерное стекло	19
Геронов фонтан	21
Модель водопровода	23
Водяные насосы	26
Манометр	33
Сегнерово колесо	37
Биметаллическая спираль	40
Абажур-турбина	45
Блоки	49
Механизмы из блоков	55
Прибор для определения коэффициента трения	60
Простейшая паровая турбина	64
Маятник Максвелла	67
Простейший звукоосциллограф	71
Рупор	73
Электроскоп	76
Гальванические элементы	79
Постоянный магнит	83
Электромоулет	86
Электродвигатель	90
Трансформатор	101
Стробоскоп	105
Перископ	109
Зрительная труба и телескоп	114
Ньютоновы волчки	121
Призма	123

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

Для восьмилетней школы

**Леонид Яковлевич Гальперштейн
и Петр Петрович Хлебников
ЛАБОРАТОРИЯ ЮНОГО ФИЗИКА**

Ответственный редактор *М. А. Зубков*. Художественный редактор *Г. Ф. Ордынский*.
Технический редактор *Т. М. Токарева*. Корректора *Л. И. Гусева* и *В. В. Самороднова*.
Сдано в набор 25/XII 1961 г. Подписано к печати 24/III 1962 г. Формат 84×108^{1/32}—
4 печ. л.=6,72 усл. печ. л. (6,82 уч.-изд. л.). Тираж 100 000 экз. ТП 1962 № 317. А04104
Цена 30 коп.

Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1.

Фабрика детской книги Детгиза. Москва, Сущевский вал, 49. Заказ № 2035.

Цена 30 коп.