

А. АБРАМОВ и П. ХЛЕБНИКОВ

**САМОДЕЛЬНЫЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
И
ПАРОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

Москва 1946 Ленинград

Обложка В. Буравлева

Замечательные свойства электромагнитов

В 1826 году английский учитель физики Вильям Стерджен вставил в катушку изолированной медной проволоки железный прут и был поражен, каким мощным магнитом становится прут, когда по проволоке идет ток. Вы знаете, наверное, что если прикоснуться каким-нибудь магнитом к стальной игле, она тоже становится магнитом. И после того, как вы отведете магнит от иглы, она не теряет магнитных свойств. А железо ведет себя иначе. Если отнимешь магнит от гвоздя, он «размагничивается». Стерджен заметил, что железный прут действует как магнит только то время, пока по проволоке катушки идет ток. Это было открытие огромной важности. Разве можно представить себе современную промышленность без электромагнитов? Это так же невозможно, как представить нашу жизнь без электрических лампочек.

Христиан Пфафф, профессор медицины, физики и химии, очень образованный человек, был как-то в Лондоне. Там он увидел небольшой электромагнит, сделанный Стердженом. Пфафф пришел в восторг. «Дивисься, как чуду, — писал он, — когда видишь, что в то мгновение, когда проволока замыкает гальваническую цепь и ток начинает течь, якорь, отягченный грузом в восемь фунтов и более, притягивается даже с расстояния и столь же мгновенно отпадает, когда цепь размыкается».

Гальванической цепью Пфафф называл батарею элементов, и по сей день называемых гальваническими — в честь итальянского ученого Гальвани. И три маленьких элемента в батарейке для карманного фонаря тоже называются гальваническими элементами.

Притяжению восьми фунтов удивлялся Пфафф! А что сказать о теперешних электромагнитах, которые тянут с неслыханной силой? О магнитах, которые держат тысячи килограммов!

Вот попробуйте, сделайте себе небольшой электромагнит, и хоть вы живете на сто лет позже Пфаффа, работа электромагнита удивит вас не меньше.

Достаньте старый железный болт длиной примерно 10 см и диаметром 10 мм. Намотайте на него на длине 5—6 см медную изолированную проволоку диаметром 0,4—0,5 мм. Мотать нужно плотно, виток к витку, сначала один ряд, на него второй, сверху третий, пока не намотаете 200—250 витков. Пойдет на это около 10 м проволоки.

Концы обмотки очистьте от изоляции и присоедините к пластинкам карманной батарейки. Испытайте, какой вес может удержать ваш самодельный электромагнит (рис. 1). Вы удивитесь, когда взвесите груз, который держит ваш электромагнит. Правда, недолго работает батарейка: ток в обмотке электромагнита для нее чересчур большая нагрузка. Имея электромагнит и батарейку, вы сможете проделать множество очень интересных опытов.

Все-таки удивительное дело: как только по проволоке проходит ток, болт становится магнитом и к нему подскакивают со стола легкие железные и стальные предметы.

Значит, что-то происходит вокруг магнита. Конечно, что-то происходит, и нетрудно даже увидеть, что именно.

Напилите побольше железных опилок и просейте их через мелкое сито. Положите на стол обыкновенный подковообразный магнит, накройте его листком плотной белой бумаги и посыпьте бумагу опилками. Ничего особенного не замечаете? Постучите по бумаге пальцем, чтобы опилкам легче было передвигаться по ней, и вы увидите, что опилки составят какие-то ясно различимые цепочки. Тут не может быть никакого сомнения: тонкие цепочки опилок соединили полюсы магнита. И вокруг магнита опилки расположились в определенном порядке. Они поместились плотнее у полю-

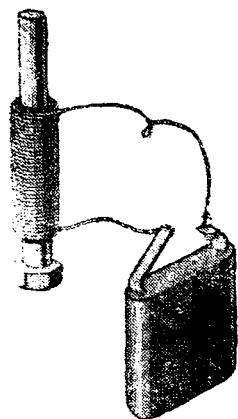


Рис. 1. Опыт с электромагнитом.

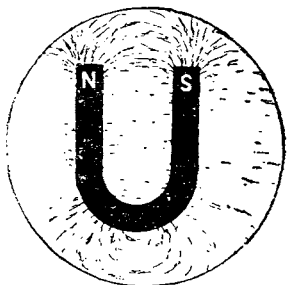


Рис. 2. Магнитное поле подковообразного магнита.



Рис. 3. Магнит притягивает ключик.

сов, а чем дальше, тем менее плотно (рис. 2). Физики назвали пространство вокруг магнита магнитным полем, а линии, по которым располагаются опилки, — силовыми линиями магнитного поля. Это знаменитый английский ученый Майкл Фарадей больше ста лет назад предложил пользоваться опилками, чтобы сделать «видимыми» силовые линии магнитного поля.

С помощью железных опилок вы можете увидеть, что происходит с магнитным полем, когда к полюсам магнита приближается железный предмет. Подложите под бумагу к полюсам магнита небольшой железный ключик, постучите по бумаге — и вы увидите, что опилки быстро перестроятся в новую фигуру. Они сгустятся вокруг ключика, загнутся к нему: магнит притягивает (рис. 3).

А попробуйте положить перед полюсами подковы небольшой намагниченный стержень и постучите по бумаге. Если около северного полюса подковообразного магнита оказался северный полюс стержня, цепочки опилок очень интересно перестроятся. От северного полюса подковообразного магнита линии поля загнутся, обойдут северный полюс стержня и пойдут к его южному полюсу. Они «не хотят» соединяться с северным полюсом стержня. Зато к этому полюсу стержня пойдут почти прямые линии от южного полюса подковы (рис. 4). Разноименные полюсы притягиваются

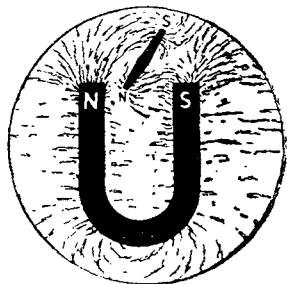


Рис. 4. Магнит стремится повернуть стержень.

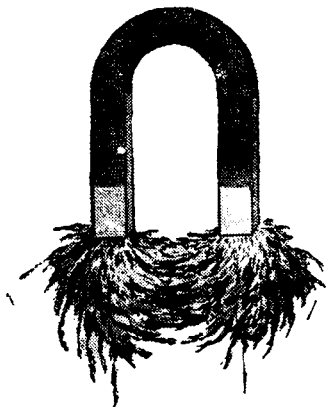


Рис. 5. «Беседка» из опилок.

друг к другу, а одноименные отталкиваются. Не будь трения, стержень повернулся бы.

Но идут ли линии поля вокруг магнита во все стороны? Можете проверить. Укрепите магнит на столе полюсами кверху. Покройте полюсы листком бумаги, насыпьте опилки и постучите по бумаге. Снова опилки образуют цепочки и покажут расположение силовых линий поля. Значит, и вдоль и поперек вокруг магнита идут линии поля, значит, наверняка идут они во все стороны. Это тоже можно проверить. Укрепите магнит над столом на подставке полюсами

вниз. Вырежьте из плотной бумаги маленькую лопаточку, наберите ею немного опилок и поднесите к полюсам магнита. Опилки подскочат и пристанут к магниту. Поднесите еще несколько порций опилок, и на полюсах магнита повиснет «беседка», только «крышей» вниз (рис. 5).

Цепочки опилок в этой «беседке» расположатся точно так же, как располагались раньше, — вдоль и поперек магнита, только сейчас они идут во все стороны вокруг полюсов.

Для этого опыта нужен сильный магнит.

Пользуясь свойством электромагнита размагничиваться, как только выключается ток, можно получить непрерывное вращение железного стержня около полюсов — сделать электромотор.

Мотор из двух винтов с простым якорем

Возьмите большой железный шуруп, намотайте на него 300 витков изолированной медной проволоки диаметром 0,2—0,25 мм и вверните в деревяшку. Вырежьте из жести от консервной банки десяток полосок, проколите их все посередине и наденьте на вязальную спицу. Чтобы полоски

не расходились веером, оберните концы тоже жестяными полосками. Получится якорь.

Спицу-ось с якорем поставьте около шурупа (рис. 6) так, чтобы якорь проходил над ним как можно ближе. Теперь, если в обмотку пустить ток, винт намагнитится и притянет якорь. В этот момент ток надо выключить, но якорь не остановится: он с разгона проскочит дальше, потому что винт размагнитился и больше не притягивает якоря. Когда якорь будет приближаться к винту другим концом, снова включите ток. Электромагнит опять дернет к себе якорь, но вы опять **выключите** ток, якорь снова проскочит над винтом и будет вращаться все время, пока вы будете включать и выключать ток.

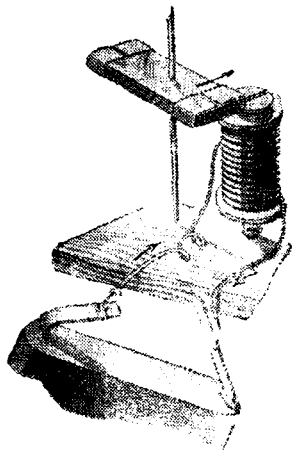


Рис. 6. Первый опыт вращения якоря.

Конечно, включать ток руками неудобно. Да и какой это мотор, если нужно все время около него стоять и прикасаться к нему проволокой! Надо так придумать, чтобы ток сам прерывался, когда это нужно. И держать ось пальцами не годится. Нужно устроить рамку в виде буквы П, в которой стояла бы ось.

Так можно соорудить мотор. Но лучше сделать его сильнее: добавить еще один винт с обмоткой. Тогда при включении тока винты-электромагниты будут тянуть якорь сразу за оба конца. При этом лучше поставить не два отдельных винта, а соединить их внизу жестяными полосками, чтобы получился подковообразный электромагнит.

Наш мотор (рис. 7) можно быстро сделать.

Из толстой фанеры или дощечки толщиной 0,5 см выпилите основание мотора — кружок диаметром 8 см.

Подберите два шурупа длиной по 4 см с плоскими головками.

Шурупы лучше взять толстые, диаметром примерно 4—6 мм. Если достанете длиннее, придется только удлинить стойки рамки, в которой держится ось. Палочки-стойки должны быть на 1,5 см выше концов винтов,

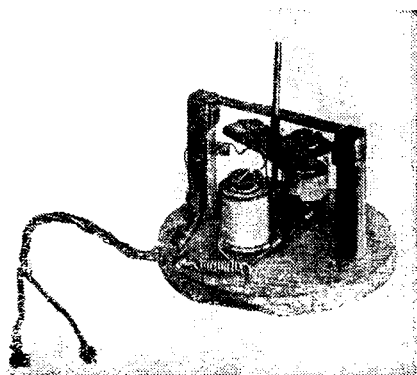


Рис. 7. Фото. Простейший электромотор.

ввернутых в дощечку. Их нужно хорошо укрепить. Выдолбите в основании два отверстия, промажьте внутри клеем и заколотите палочки (рис. 8).

Из жести вырежьте полосу длиной 9 см и шириной поменьше сантиметра (7—8 мм). Это будет переключатель для оси, или, как ее называют, «подшипник». Загните полосу одинаково с обоих концов. Она должна плотно входить между палочками.

Вырежьте из жести еще две полосы шириной 1 см и длиной 4—5 см. Вставьте подшипник на место и оберните заготовленными полосками концы палочек. На рисунке 8 показано, как это нужно сделать. Там видно, что концы полосы подшипника загибаются кверху и не дают разматываться тем полоскам, которые прикрепляют его к палочкам. При таком устройстве подшипник можно снимать, а это очень важно.

Для оси подберите вязальную спицу или жесткую проволоку. Можете взять обрезок велосипедной спицы, но вязальная удобнее: у нее острый конец. Точно в центре подшипника пробейте гвоздем или шилом отверстие, в которое будет вставляться ось. Отверстие должно быть таким, чтобы ось в нем вращалась легко, но не болталась.

Во всяком моторе есть две части: одна неподвижная, ее называют статор, другая вращающаяся — ротор. В нашем моторе статор — это дощечка с палочками, подшипником и электромагнитом, а ротор — ось с полосками и прерывателем тока.

Полоски ротора вырежьте из жести. Их должно быть десять штук. Длина полоски — 4,5 см, ширина — 1,5 см. В центре каждой полоски пробейте отверстие по толщине оси. Когда пробьете, с одной стороны выйдет гладко, а с другой стороны, у краев отверстия, получатся зазубри-

ны — заусенцы. Их надо убрать. Положите полоску на кусок железа заусенцами кверху и расплющите их молотком. Полоска станет гладкой, но отверстие уменьшится. Тогда снова пробейте его гвоздиком и опять расплющите. Повторите это несколько раз. Заусенцев не будет, отверстие станет таким, что полоска туго наденется на ось. Соберите их все на оси и потуже оберните концы ниткой, проволокой или узенькими полосками жести.

Можете брать за самую трудную часть мотора — электромагнит.

Прежде всего наметьте на дощечке-основании места винтов. Головки винтов должны быть как раз под концами полосок ротора (рис. 9). Когда наметили места винтов, нарежьте из жести десять полосок шириной 1,5 см и длиной 6 см. В этих полосках нужно сделать вырезы по концам так, чтобы в них туго проходили винты. Глубину вырезов подсчитайте сами. Посмотрите на рисунок 9, как лежат эти полоски, и тогда все будет понятно.

Отметьте на винтах, сколько остается места для обмотки, выверните винты и оклейте их одним-двумя слоями бумаги. Оклеивать нужно только там, где будет обмотка.

Если винты нужной вам длины оказались тонкими, придется до оклейки бумагой обмотать их жестяными лентами до толщины 6—8 мм.

Вырежьте из картона

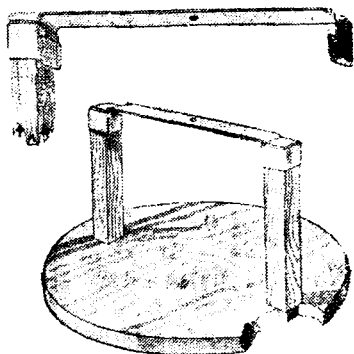


Рис. 8. Изготовление подшипника.

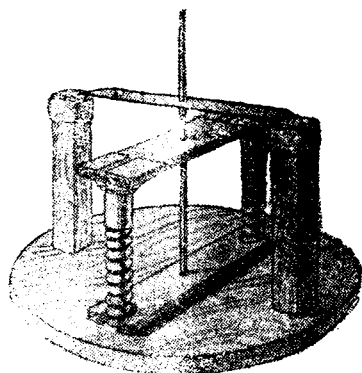


Рис. 9. Так должны стоять шурупы под якорем. Здесь же видна форма соединительных полосок.

четыре кружка диаметром по 1,5 см, прорежьте в них отверстия, наденьте на винты и приклейте. Получатся катушки, на которые удобно наматывать проволоку.

Проволока для электротехнических приборов бывает разных диаметров, из разных материалов, но чаще всего изготавливается из меди. Она имеет такие обозначения: ПБЮ, ПБД, ПШО, ПШД, ПЭ, ПЭБО и другие. Эти обозначения легко расшифровать. Буква П всегда значит — проволока; буква Б указывает, что проволока изолирована (обмотана) бумажной ниткой, а буква Ш — шелковой ниткой. Если стоит буква О, значит один ряд ниток в изоляции, а если буква Д — два ряда ниток, один на другом. Буква Э обозначает, что проволока покрыта эмалью — эмалирована. Марка ПБД — это проволока, изолированная бумажными нитками в два ряда. Такая комбинация, как ПЭБО, обозначает: проволока эмалированная, сверху изолированная бумажной ниткой в один ряд. Так легко разобрать любое обозначение.

Для обмотки электромагнитов все равно, какой сорт проволоки взять, лишь бы она была изолированной и не толще чем 0,3 мм; можно взять 0,2 мм или 0,25 мм. Диаметр проволоки считается без изоляции.

На каждый винт нужно намотать по 250—300 витков проволоки, аккуратно, виток к витку. Конец обмотки завяжите ниткой, иначе проволока распустится.

Обмотанные винты можно вернуть в основание, но сначала нужно еще сделать маленькое приспособление, для того чтобы ось правильно вращалась.

Вырежьте из жести полоску шириной 1,5 см и длиной 4 см. Изогните ее в «скамеечку» и привяжите полосками жести или проволокой к пластинкам электромагнита (рис. 10). В центре «скамеечки» проделайте отверстие по диаметру оси и поставьте все части на места.

Вверните винты и отрегулируйте положение полосок ротора на оси. Они должны проходить на расстоянии 1—2 мм от головок винтов.

Чем меньше будет расстояние между полосками ротора и головками винтов, тем силь-

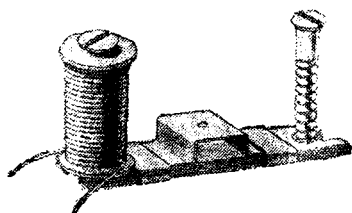
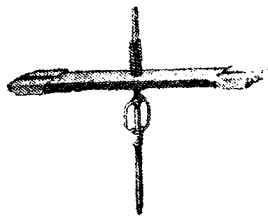


Рис. 10. «Скамеечка» привязывается двумя полосками жести.

нее будет тянуть электромагнит, тем лучше, значит, будет работать мотор. Но очень близко подводить ротор тоже нельзя: в момент включения тока электромагнит так сильно притягивает полоски, что они изгибаются и задевают за головки винтов.



Когда после нескольких опытов подберете наилучшее расстояние между полосками и электромагнитом, закрепите якорь на оси. Очистьте от изоляции кусок звонковой проволоки и намотайте на ось над полосками. Наматывайте столько, чтобы ось можно было немного приподнять.

Рис. 11. Под якорем прикручивается проволочная рамка прерывателя.

Остается только изготовить прерыватель тока. Как его сделать, видно на рисунке 11. Это просто проволочная рамка, прикрученная к оси.

Собственно прерыватель состоит из двух частей: рамки на оси и пружинки, укрепленной в стойке подшипника.

Поставьте ротор на место и в одной из стоек, как раз напротив рамки прерывателя, просверлите шилом отверстие. Шило лучше брать не круглое, а граненое — оно очень хорошо сверлит. Сверните из проволоки пружинку, вставьте в отверстие стойки и закрепите спичкой. Понятно, что рамка и пружинка изготавливаются из проволоки без изоляции.

Тот конец пружинки, который входит внутрь ротора, нужно изогнуть таким образом, чтобы он касался рамки только тогда, когда нужно включить ток. Поставьте полоски ротора точно между винтами (рис. 12, слева). В этом положении пружинка должна прикасаться к рамке. Когда полоски находятся как раз над винтами, рамка проходит, не касаясь пружинки (рис. 12, справа). Постарайтесь изогнуть пружинку очень точно — от этого зависит, хорошо или плохо будет работать мотор.

Когда все хорошо отрегулируете, можете начать испытания. Сначала попробуйте, как работает мотор с одним включенным винтом, а потом добавьте второй — сразу трудно правильно присоединить оба.

Нам нужно получить соединение обмотки винта с рамкой прерывателя, но к нему или к оси присоединить про-

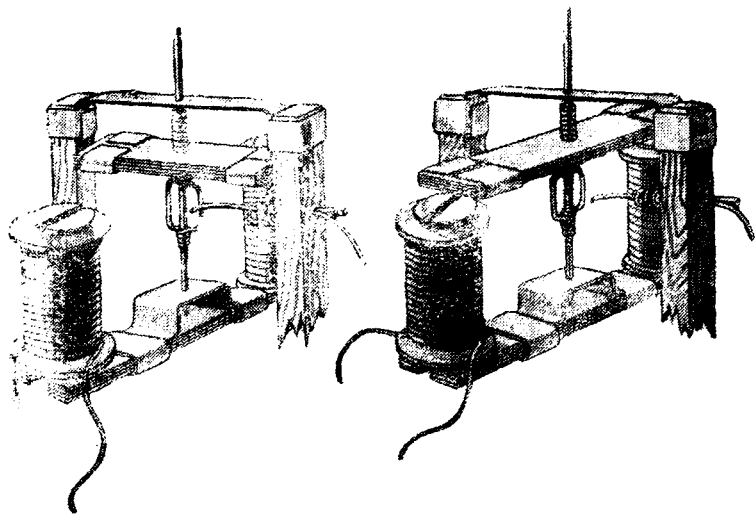


Рис. 12. Слева — пружинка касается рамки, справа — отошла от нее.

волоку нельзя: ведь они вращаются. Можно сделать иначе. Если ось стоит на полосках электромагнита статора и касается «скамеечки», достаточно присоединить к ним провод, и ток попадет в рамку. Очистьте от изоляции один конец обмотки винта и плотно вставьте в щель между полосками электромагнита.

Другой конец обмотки, тоже без изоляции, присоедините к какой-нибудь пластинке батарейки карманного фонарика. К тому концу пружинки прерывателя, который выходит снаружи стойки, прикрутите кусок проволоки и присоедините ее другим концом ко второй пластинке батарейки (рис. 13).

Поверните рукой ось, и ротор должен сразу быстро завертеться. Если он не идет, внимательно проверьте, все ли правильно сделано: верно ли стоит рамка на оси, нет ли где-нибудь обрыва проволоки. Мотор обязательно должен работать.

Когда наладите и подрегулируете пружинку, можете включить обмотку второго винта. Тот провод, который шел от обмотки первого винта к полоскам электромагнита у «скамеечки», отсоедините и прикрутите к одному из кон-

цов обмотки второго винта. Другой конец обмотки первого винта так и оставьте присоединенным к пластинке батарейки. Свободный конец обмотки второго винта присоедините к пластинкам статора около «скамеечки» (рис. 14, слева). Если мотор стал много лучше работать, значит обмотка второго винта включена правильно. Если совсем перестал работать, это не страшно, нужно только изменить присоединение концов обмотки. Тот провод обмотки второго винта, что шел к пластинкам статора, прикрутите к проводу обмотки первого винта, а тот, который был прикручен к этому проводу, присоедините к пластинкам статора — мотор сразу зажужжит (рис. 14, справа). Смажьте ось маслом в тех местах, где она трется, и мотор пойдет еще лучше.

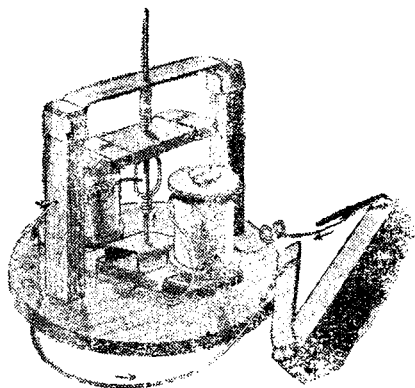


Рис. 13. Присоединение батареек к мотору.

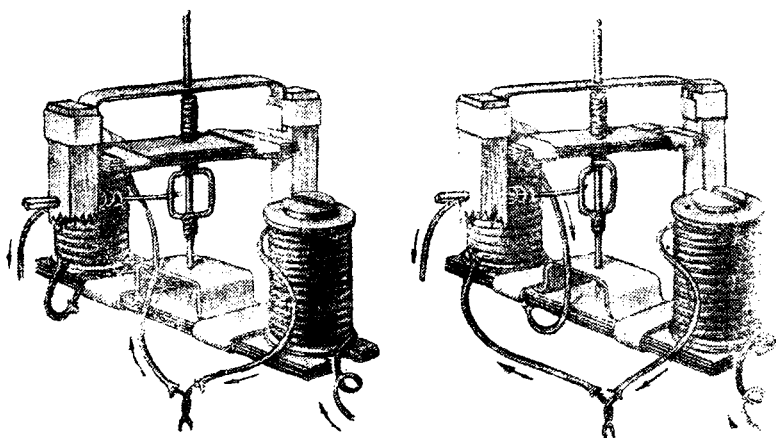


Рис. 14. Два способа включения обмотки второго винта.

Вместо батарейки можете пускать мотор от сети городского тока — он будет лучше работать. Но, конечно, прямо в сеть включать нельзя: проволока раскалится, на ней обуглится изоляция, затем проволока совсем расплавится, могут перегореть предохранители в квартире, будет много неприятностей. Нужно понизить напряжение. Есть специальные трансформаторы для звонков. Они так и называются «звонковые». Эти трансформаторы понижают напряжение городской сети со 120 вольт до 3, 5 и 8 вольт.

С обеих сторон этих трансформаторов выпущены винты. Там, где два винта, нужно присоединить шнур с вилкой на конце. Вилка включается в штепсель, и тогда с другой стороны, где выступают три винта, можно присоединять мотор.

На рисунке 15 показано, как включать трансформатор, между какими винтами у него 3, 5 и 8 вольт и как мотор присоединяется на 8 вольт. Там, где выступают три винта, напряжение так невелико, что до винтов трансформатора и других оголенных мест можно спокойно дотрагиваться: ток не «ударит». Конечно, к винтам, к которым подведено напряжение в 120 вольт, дотрагиваться ни в коем случае нельзя.

Не найдете звонкового трансформатора, можете взять те, которые ставят к выпрямителям радиоприемников для накала нитей ламп, или сделать себе специальный, по описанию в этой книге. Он будет работать еще лучше.

Наш первый мотор получился слабеньким. Это потому, что ток по обмоткам электромагнита протекает не все время: четверть оборота ротор включен, четверть оборота выключен, потом опять четверть оборота, чтобы включить, четверть оборота, чтобы выключить. Он работает только двумя толчками в течение одного оборота. От этого недостатка нетрудно избавиться.

Мотор из двух винтов с обмоткой на якоре

При постройке мотора можно использовать замечательное свойство магнитов притягиваться разноименными полюсами и отталкиваться — одноименными. Попробуйте свести одноименными полюсами два подковообразных магнита, наложите на них листок бумаги и с помощью

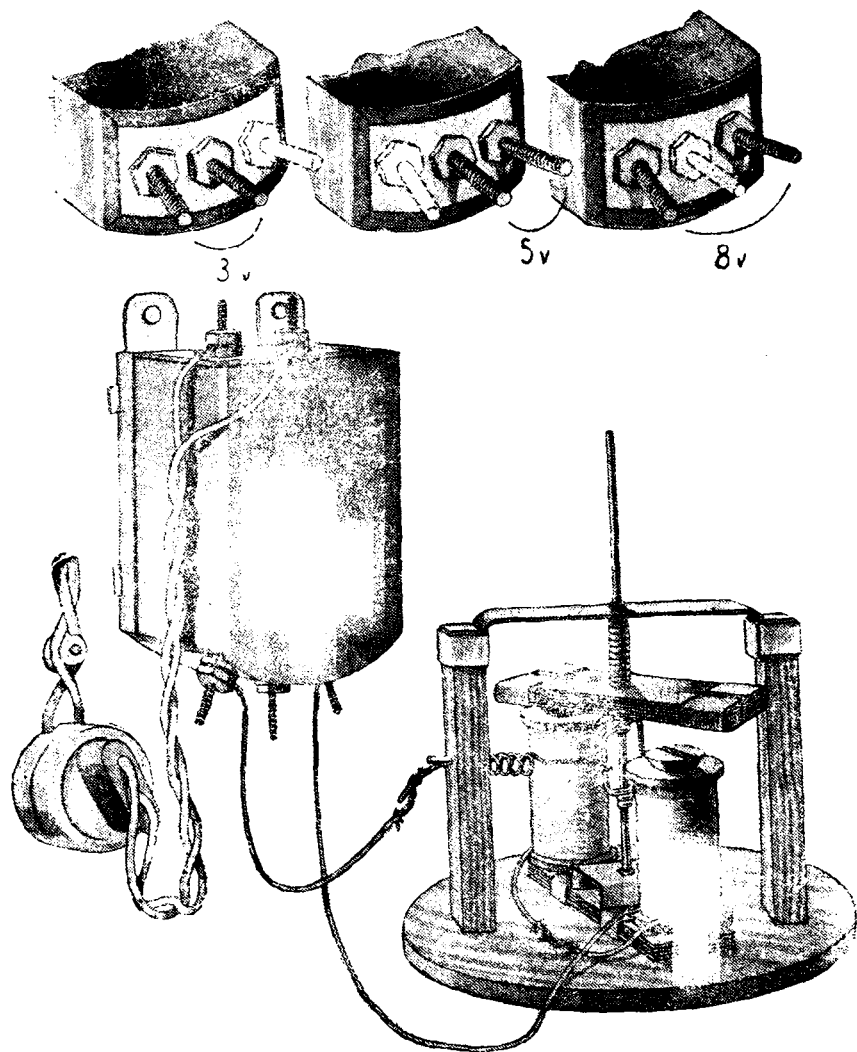


Рис. 15. Включение электромотора от трансформатора «Гном».

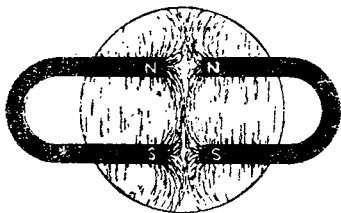


Рис. 16. Одноименные полюсы магнитов отталкиваются друг от друга.

железных опилок посмотрите силовые линии магнитного поля. Вы увидите, как расходятся друг от друга линии поля одноименных полюсов (рис. 16). Теперь сведите магниты разноименными полюсами и посмотрите, как тянутся линии поля от полюса к полюсу.

Второй мотор можете сделать почти так, как первый, нужно только добавить обмотку

ку на полоски ротора. Этот мотор показан на рисунке 17.

В первом моторе у нас только электромагнит статора тянул к себе полоски, а здесь и они еще намагничиваются током и поэтому гораздо сильнее притягиваются магнитом статора. Получается гораздо лучше.

Второй мотор должен так работать: ток проходит по обмоткам подковообразного электромагнита статора и по обмотке электромагнита ротора; ротор намагничивается так, что, скажем, ближайший к нам полюс его (рис. 18,верху) становится северным, дальний — южным, а в это время правый полюс магнита статора тоже становится северным, а левый — южным.

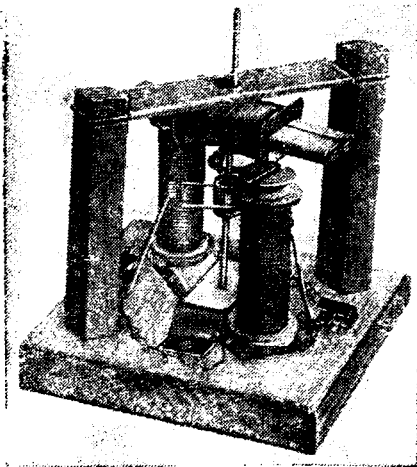


Рис. 17. Мотор с обмоткой на якоре.

Получится очень хорошо: левый, южный полюс статора оттолкнет дальний, тоже южный полюс ротора и потянет к себе ближайший, северный полюс; а правый полюс статора, наоборот, потянет к себе дальний полюс ротора и оттолкнет ближний. Значит, все четыре полюса вместе заставят ротор быстро повернуться. В тот мо-

мент, когда полюсы ротора станут над винтами, нужно мгновенно перемагнитить ротор (рис. 18, в середине).

Дело в том, что головки винтов становятся северными или южными полюсами в зависимости от того, в какую сторону протекает ток по обмоткам винтов. Если посмотреть на полюс магнита сверху и если при этом ток протекает по направлению вращения часовой стрелки (рис. 19, вверху), то этот полюс всегда становится южным, а если ток идет против часовой стрелки, полюс становится северным. Поэтому полюсы подковообразных магнитов всегда обматываются в разные стороны. Но можно, не меняя направления обмотки, намагнитить полюсы наоборот: северный сделать южным, а южный — северным. Это очень просто: нужно поменять присоединение концов обмотки к батарее (рис. 19, внизу).

Так вот, если в тот момент, когда полюсы ротора станут над полюсами статора, переключить концы обмотки

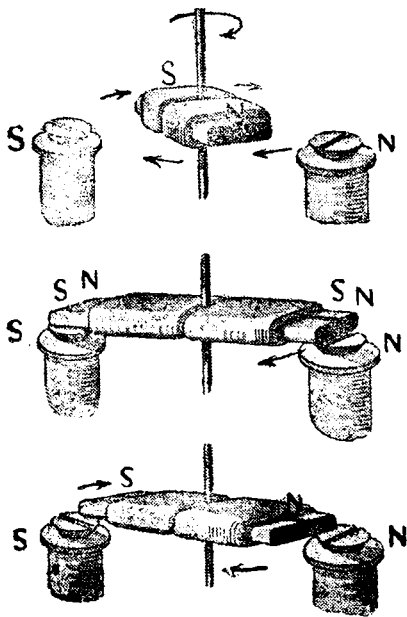


Рис. 18. Три положения якоря над винтами.

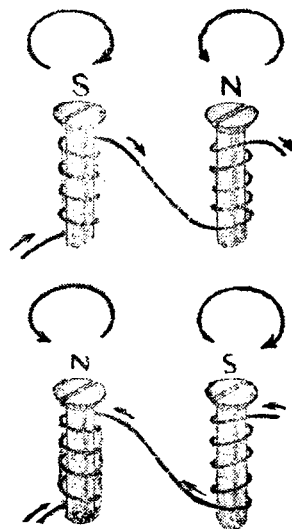


Рис. 19. Полюсы электромагнита перемагничиваются при изменении направления тока.

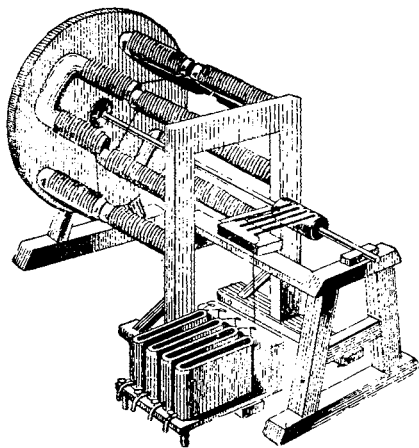


Рис. 20. Старинный рисунок мотора Якоби.

ротора, он перемагнитится. Одноименные полюсы ротора и статора окажутся вместе, снова станут отталкиваться друг от друга, и вращение ротора не прекратится (рис. 18, внизу). Ротор будет продолжать двигаться в ту же сторону, а не пойдет обратно, потому что он успел немного разогнаться, и концы его обязательно проскочат над винтами дальше. Если каждый раз, когда полюсы ротора будут проходить над винтами, перемагничивать их, мотор будет работать.

Примерно так же был устроен самый первый в мире электромотор, изобретенный русским ученым Якоби. Больше ста лет назад, в ноябре 1834 года, он построил мотор, показанный на рисунке 20. Только ось ротора была не вертикальной, как у нас, а горизонтальной, и магнитов было не два, а восемь — по четыре подковообразных на статоре и на роторе. Свой мотор Якоби установил в 1838 году на большой десятивесельной шлюпке и — тоже впервые в истории — поплыл с электрическим двигателем по реке Неве. Двенадцать пассажиров помещались в шлюпку. Батарея в 320 элементов давала ток мотору.

Наша конструкция хоть гораздо проще, но работает хорошо. Можете изготовить этот мотор так же, как и первый. Добавит нужно только обмотку на якорь, сделать другой подшипник, уже не прерыватель, а так называемый коллектор, и пружинки — щетки. Ведь тут надо не прерывать ток, а переключать концы обмоток якоря. Это и делает коллектор, а как — дальше разберетесь.

В этом моторе ток включен без прерывов, все время. Благодаря этому мотор получается гораздо сильнее первого, а поэтому переключатель-подшипник должна быть прочнее. Она может быть жестяной, но чтобы не гнулась, сделайте, как на краях ведер: подложите с боков прово-

локу толщиной примерно 2 мм и загните жечь (рис. 21). Проволока закладывается в виде двух П, сходящихся «ножками». При этом удобно надевать подшипник: вытяните немного проволоку, наденьте на стойки и вдавите обратно—проволока войдет в канавки стоек, и подшипник окажется крепко установленным.

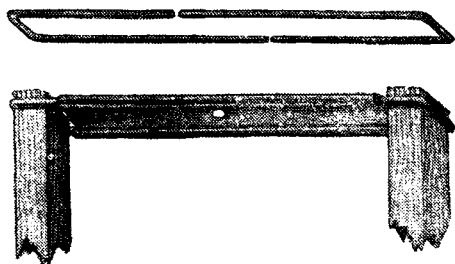


Рис. 21. Конструкция подшипника.

Длину обмотки якоря рассчитайте так, чтобы она поместилась между катушками статора. Не забудьте сначала оклеить якорь бумагой, затем приклейте с обеих сторон картонные «щеки» и лишь тогда обматывайте. «Щеки» поставьте так, чтобы они свободно проходили между катушками статора, и тогда будете спокойны, что не наматаете дальше, чем нужно. Концы якоря оберните полосками жести.

Проволока нужна диаметром 0,3 мм. Обмотку начните с середины, от того места, где проходит ось. Наматывайте аккуратно, виток к витку, один ряд проволоки до «щеки»; не разрывая проволоки, наматывайте сверху второй ряд в том же направлении обратно до середины; затем третий ряд и обратно четвертый (рис. 22). Не обрывая проволоки, в том же направлении обмотайте другую половину якоря и завяжите конец, чтобы обмотка не разошлась.

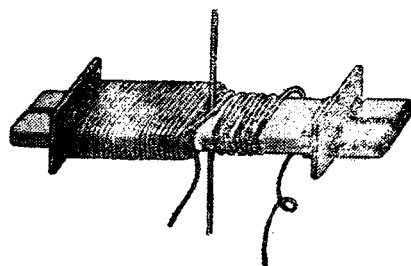


Рис. 22. Обмотка якоря.

На каждую половину якоря должно уложиться по 120—130 витков (всего около 12 м провода на всю обмотку).

На винты статора наматывайте по 200 витков такой же проволоки.

Для коллектора нужно изготовить правильный цилиндр с отверстием в центре точно по толщине оси. Мы перепробовали много спосо-

бов: брали кусочек карандаша и выталкивали из него графит, пробовали выстрогать палочку, просверлить отверстие для оси, — все плохо получается. Легко сделать правильную палочку на токарном станке, а без него — никак. Лучше всего выходит цилиндр из... бумаги.

Нарежьте из старого чертежа несколько полосок шириной 2 см. Приготовьте жидкий столярный клей или хороший канторский и наматывайте бумагу на ось, все время смазывая ее клеем. Старайтесь мотать плотно, а о краях не заботьтесь — пусть получатся неровными, потом обрежете. Когда кончится одна лента, вторую не накладывайте на конец первой, а приклейте встык, иначе получится бугорок. Намотайте цилиндр диаметром примерно 1 см, оборвите ленту, обвяжите цилиндр ниткой и положите высохнуть. Когда он высохнет, обрежьте острым ножом с обоих концов. Длина цилиндрика должна быть равна 1 см.

На цилиндрике нужно сделать две обкладки. Хорошо, если достанете для них тонкую латунь. Попробуйте раздобыть кусочек старой, так называемой бергмановской трубки, в которой часто помещают проводку к электромоторам или осветительную проводку. В крайнем случае можете взять кусочки жести.

Измерьте ниткой длину окружности цилиндрика, разделите пополам и вырежьте две обкладки шириной чуть меньше подсчитанной. Длина обкладки должна быть такой же, как длина цилиндрика. Обкладки похожи на лопаты (рис. 23, слева); к их ручкам присоединятся потом провода.

Готовые обкладки должны плотно прилегать к цилиндрику. Согните их и привяжите ниткой с клеем к цилиндрику точно одну против другой. Между обкладками должны остаться узенькие щели. Если где-нибудь обкладки коллектора касаются одна другой, мотор совсем не будет работать, а присоединенная батарейка испортится.

Вот и готов коллектор. На-

деньте его на ось и прикру-

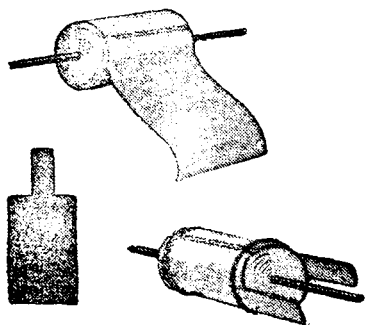


Рис. 23. Изготовление коллектора.

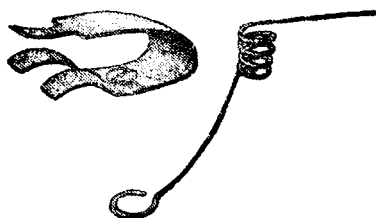
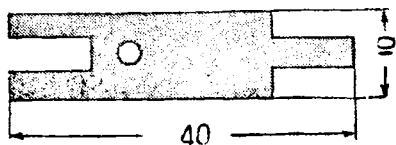


Рис. 24. Пружинная клемма (вверху — развертка, ниже — готовая клемма) и щетка.

щие клеммы. Их конструкция понятна по рисункам. Лучше всего, если достанете пружинящую латунь; можно использовать жесть.

Остается теперь правильно установить коллектор и присоединить концы обмоток статора.

Задача коллектора — переключать ток в обмотке якоря. К обкладкам коллектора присоединены концы обмотки якоря, а к щеткам подводится ток. На рисунке 25 видно, что получается при вращении. Как только якорь становится над винтами, щетки переходят с одной обкладки на другую (рис. 25, внизу слева). Значит, направление тока в обмотке якоря меняется и он перемагничивается. Ясно, что коллектор должен быть уста-

тите к ручкам очищенные от изоляции концы обмотки якоря (все равно, какой конец к какой ручке).

Теперь можете собрать весь мотор и изготовить щетки. Их лучше всего делать так, как показано на рисунке 24, внизу. Они простые и пружинят хорошо.

Изогните их из медной проволоки диаметром примерно 1 мм.

Для удобного присоединения к мотору проводов сделайте по рисунку 24 (вверху) пружиня-

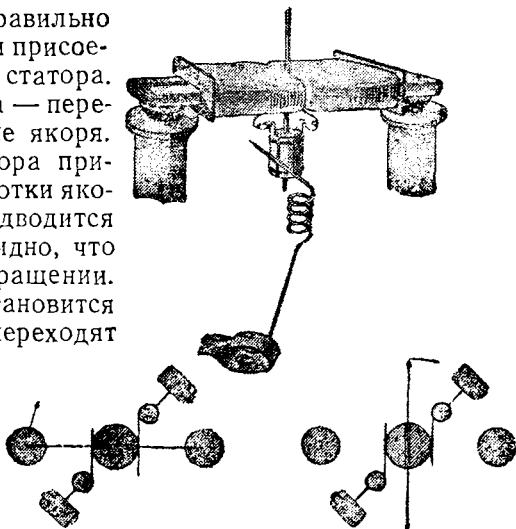


Рис. 25. При вращении якоря коллектор переключает ток.

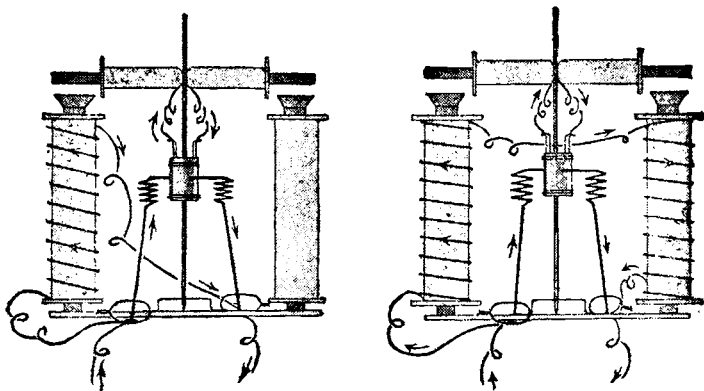


Рис. 26. Слева — включена обмотка одного винта, справа — включены обе обмотки.

новлен так, чтобы как раз тогда, когда якорь станет над винтами, щетки перешли на другие обкладки. Тут надо очень внимательно все сделать: небольшая неправильность установки коллектора сильно ухудшает работу мотора.

Концы щеток присоединяются к клеммам. Они просто зажаты под ними. К клеммам же присоединяются и концы обмоток статора. Можете сначала попробовать работу мотора, включив обмотку одного винта, а затем второго, как делали в первом моторе. Можете сразу соединить обмотки обоих винтов, рассчитав, чтобы направление тока в обмотках было разным (рис. 26).

Если оба винта обмотаны в одну и ту же сторону, их легко включать. Начала обмоток обоих винтов присоедините к клеммам, а концы обмоток соедините вместе. Можете наоборот: концы обмоток присоедините к клеммам, а начала — между собой. Это все равно.

Когда все сделаете, проверьте; не торопитесь — в спешке легко ошибиться. Приключите батарейку, и ротор сразу сам сдвинется с места и пойдет все быстрее и быстрее. Этим мотором можете приводить в движение самодельные механизмы. Включите его от хорошего, сильного трансформатора или от трех-четырех больших элементов, и он будет приводить в движение разные модели, сделанные из «конструктора».

Мотор такого же типа можно сделать по-другому.

Еще один мотор с вертикальной осью

Посмотрите на любую машину, на любое инженерное сооружение — автомобиль, мост, самолет — или даже на такие простые вещи, как ведро, чайник, ложку. Многие части их очень интересно сделаны. Вы скажете: «Конечно, в самолете, автомобиле есть много интересных частей, а где же им быть в ложке или чайнике?» И там они есть, только их не замечают.

При изготовлении всякой вещи перед инженером стоит задача сделать ее как можно проще, но прочной и легкой. Прочность и легкость всегда «воюют» между собой. Сделать, скажем, ложку толстой — получится она крепкой, но тяжелой: много металла пойдет на нее; сделать ее тонкой — весить она будет немного, но зато гнуться будет легко.

Кажется, эти две задачи никак нельзя решить одновременно, но техники всегда стараются сделать все, что можно. А можно многое сделать.

Посмотрите на тонкую алюминиевую ложку (рис. 27); видите, вдоль ручки ее идет канавка; ручка сделана выпуклой как будто для того, чтобы казалась толстой. На самом деле это совсем не для того. Если сделать ручку ложки не выпуклой, а плоской, ложка никуда не будет годиться. Захотите вы ею набрать густое варенье из банки — она выгнется дугой; захотите есть пудинг такой ложкой, измучаетесь; только сахар в чае размешаете ею да кисель жидкий съедите. Нет, скажете вы, не нужна мне такая ложка, дайте крепче. А из того же количества алюминия можно сделать прочную ложку: нужно только прогнуть вдоль ручки канавку, сделать ее выпуклой. Оказывается, изогнутый, как говорят инженеры — профилированный, материал при одном и том же весе гораздо прочнее плоского.



Рис. 27. Ручка ложки профилирована.

В наших первых моторах подшипники укреплены между деревянными столбиками. Это сделано потому, что жесткие стойки не выдержали бы — быстро согнулись. Если сделать стойки металлическими, надо брать железо тол-

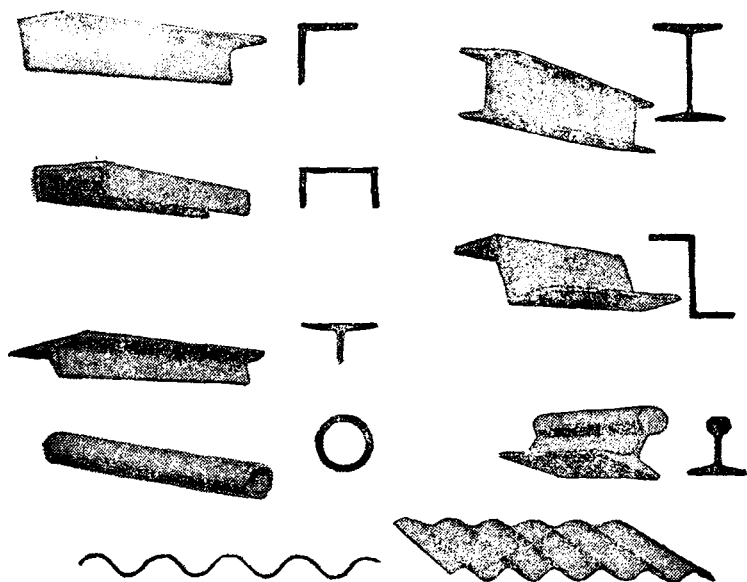


Рис. 28. Различные профили железа.

щиной не меньше 2 мм. А нельзя ли все-таки сделать стойки жестяными? Из профилированной жести?

В строительстве употребляют железо разных профилей, где какой выгоднее. Есть железные полосы (балки), изогнутые в виде буквы Г — это угловое железо. Есть изогнутые в виде буквы П — это швеллерное. В виде буквы Т — тавровое. Если два Т сложены вместе вот так: $\frac{\Gamma}{\Gamma}$ — это двутавровое железо. Есть железо, профилированное в виде латинской буквы Z; его так и называют — зетовое железо. Всякий знает профиль рельса, трубы или волнистого железа (рис. 28). Какой профиль лучше выбрать для стоек нашего мотора? Удобнее всего швеллер.

Уж если стойки из жести, тогда, конечно, и винты для электромагнита не нужно применять — нужно сделать сердечник его жестяным. Ведь это очень удобно: взять пачку полосок жести, согнуть ее в «подкову», и готов сердечник магнита. Тут не надо искать винты подходящих

размеров: мотор можно сделать совсем небольшим (рис. 29).

Вырежьте из жести десять полосок длиной по 15 см и шириной 1,5 см. Согните их в тисках в букву П так, чтобы перекладина получилась длиной 4 см. Чтобы полоски не рассыпались, оберните жестью полюсы по всей длине (рис. 30). Отрежьте выступающие концы и ровно зашлифуйте напильником.

Якорь изготавливается так же, как и в первых моторах. Только длина его зависит от того, на каком расстоянии друг от друга получились полюсы подковообразного магнита статора. Если сделали их на расстоянии 4 см один от другого — 5 см снаружи, — длина полосок якоря должна быть тоже равна 5 см.

Коллектор, щетки и клеммы точно такие, как во втором моторе. Так же, как в первых моторах, здесь нужен нижний подшипник для оси. Он тоже выгибается в виде «скамеечки» и двумя жестяными полосками прикрепляется к деревянному основанию мотора. Дощечка основания — 7,5×7,5 см.

Когда отрегулируете высоту крепления якоря на оси, сделайте П-образную арку для верхнего подшипника. Вырежьте из жести полоску длиной 21 см и шириной 2 см. Отогните по длине с обеих сторон полусантиметровые края. Получился длинный швеллер (рис. 31). В середине швеллера отмерьте 7-сантиметровую часть; прорежьте в этих

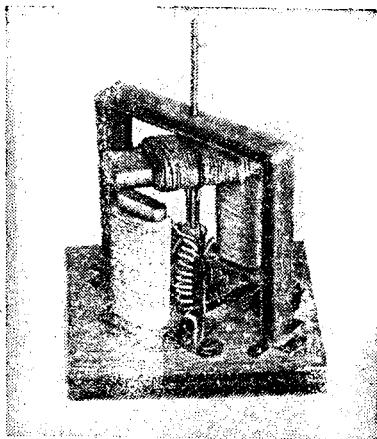


Рис. 29. Фото. Мотор с жестяным статором и профилированной стойкой.

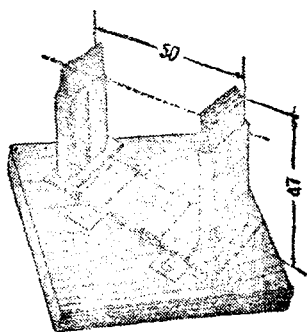


Рис. 30. Установка сердечника электромагнита на доске.

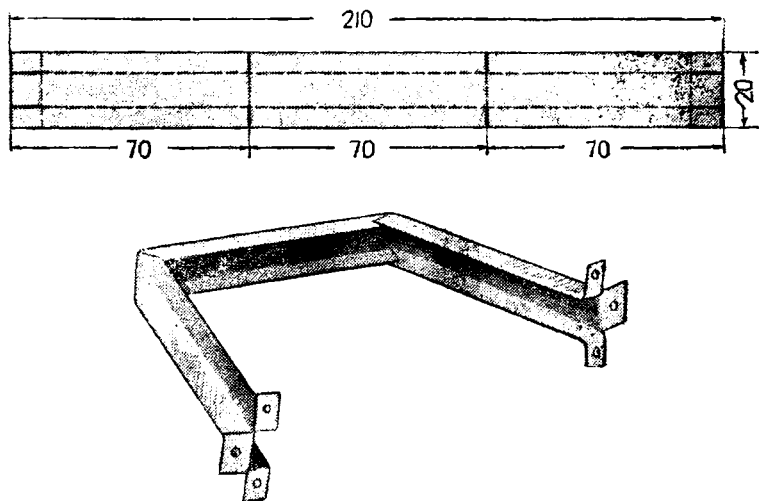


Рис. 31. Изготовление профилированной стойки.

местах края швеллера и изогните его в букву П. Снизу надрежьте концы по сгибам на 0,5 см и разогните лапки, которыми стойка станет на основание мотора. Попробуйте, какой прочной получилась наша жестяная конструкция! И красиво, и просто, и очень крепко.

Если хотите, чтобы этот мотор был сильнее второго, сделайте обмотку проводом диаметром 0,4 мм. Изоляция может быть какая угодно.

На якорь намотайте четыре ряда проволоки — по 80 витков на каждую сторону, а на электромагнит — по три ряда на каждый полюс, по 120 витков. Включение обмоток точно такое, как во втором моторе.

Когда обмотка будет закончена, прибейте швеллерную стойку верхнего подшипника. Но надо еще позаботиться о том, чтобы мотор работал во всех положениях. Сейчас ротор может передвигаться в подшипниках, и если поднять ось, обмотка якоря будет задевать за края швеллера. Прежде чем окончательно прибивать стойку к основанию, наверните на ось над обмоткой якоря несколько витков проволоки без изоляции. Количество витков нужно рассчитать так, чтобы проволока не упиралась в швеллер,

а давала возможность чуть-чуть приподнимать ось, как сделано у нас в первом моторе (рис. 11).

Всем, кажется, хорош этот мотор, но вот из-за его мощности довольно быстро разрабатываются отверстия жестяных подшипников. Ось начинает болтаться, и мотор приходится «сдавать в ремонт».

Если умеете паять, можете сделать замечательные подшипники из обрезков звонковой проволоки. Их очень легко сделать: намотайте на ось пять-шесть витков звонковой медной проволоки диаметром 0,8 мм, расширьте отверстия подшипников в жести и вставьте в них эти медные вкладыши; остается чуть припаять их на месте, и все готово (рис. 32). При этом получается двойная выгода: подшипник изнашивается медленно, и в меди очень легко вращается стальная ось.

Лучше всего впаявать подшипники в собранный уже мотор. Но тогда может заодно припаяться и ось. Это препятствие легко обойти: натрите ось графитом черного карандаша, и можете спокойно паять. Олово в этих местах не пристанет. В таких подшипниках хорошо держится смазка, и мотор долго работает без перебоев.

Раз уж паяете, троньте паяльником еще в четырех местах — в сгибах швеллера (места паяк показаны стрелками на рисунке 32). Он тоже немного разбалтывается при работе.

Теперь все. Ни к одной детали нельзя придраться.

Простой мотор с горизонтальной осью

Всем хорош наш третий мотор, но мало похож он на настоящий. Почти все настоящие моторы имеют горизонтальную ось, а наши — вертикальную. И якорь в настоящих моторах всегда расположен внутри статора, а у нас вращается отдельно, над ним.

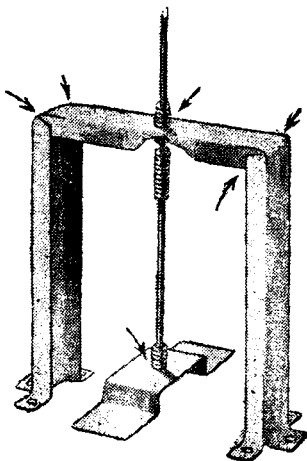


Рис. 32. Места спаяк.



Рис. 33. Фото. Первый мотор с горизонтальной осью.

Мотор с горизонтальной осью и якорем внутри статора соорудить нетрудно. При такой конструкции магниты статора сильнее действуют на ротор.

Этот первый мотор с горизонтальной осью сделаем попроще (рис. 33). Он очень похож на второй мотор. Примерно такие же винты и двухполюсный якорь с коллектором, только немного изменены формы электромагнитов: там магнит статора был подков-

вообразным, а здесь он замкнут сверху. Такая конструкция работает, как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами (рис. 34).

Для изготовления этого мотора достаньте два толстых винта. Только найдите винты покороче, а то мотор получится слишком высоким. Не найдете толстых винтов, можете туго обернуть тонкие винты полосками жести. Намотайте жечь до диаметра 6—7 мм.



Рис. 34. Так намагничивается электромагнит статора.

Прежде всего сделайте якорь. Вырежьте из жести две полоски *A* длиной по 6,5 см и шириной 1,5 см (рис. 35). Изогните их, как показано на рисунке. Там размеры проставлены в миллиметрах. На концы полосок надо надеть жестяные обоймы *B*, вырезанные по размерам, показанным на том же рисунке. Эту заготовку якоря наденьте на ось (визальную спицу) и оберните

жестяными полосками в два слоя. Два слоя нужны для увеличения массы железа якоря. Обоймы *B* выгните так, чтобы они образовали части круга.

Сразу после изготовления якорь не получается достаточно точным. Для проверки его сделайте специальный контрольный станочек, показанный на рисунке 36.

Готовый, укрепленный на оси якорь кладется в выемки

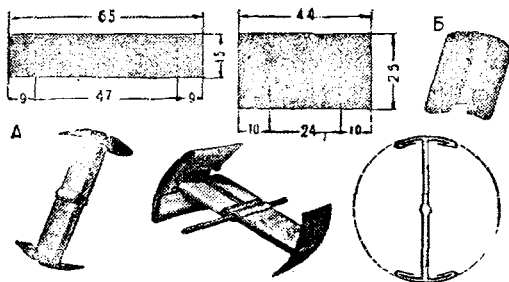


Рис. 35. Детали и конструкция двухполюсного якоря.

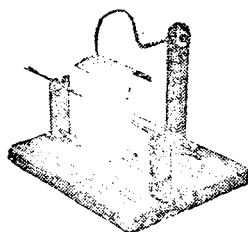


Рис. 36. Проверка якоря на контрольном станочке.

двух стоек станочка, а острое изогнутой проволоки — указателя станка — подводится к одному из полюсов якоря. При вращении якоря под острием указателя сразу видно, какой конец получился длиннее, какой короче. Более длинный конец укорачивается легкими ударами молотка; при этом якорь нужно держать в руке. Передвигая якорь на станочке вправо и влево, можно проверить точность изготовления в любой точке.

Коллектор сделайте точно такой же, как для второго мотора, и наденьте его на ось якоря. Обматывается якорь проводом 0,3 мм — по 100 витков на каждой стороне, в три ряда, так, как показано на рисунке 22.

Для статора вырежьте десять полосок жести длиной по 10 см и шириной 2,5 см. Сложите их по пять штук и оберните концы полосками жести шириной 2,5 см. Середины заготовленных пачек изогните точно по обоям якоря. Их форма видна на рисунке 33. Между этими пачками — полюсами статора — должен поместиться якорь. Значит, нужно тщательно рассчитать высоту катушек и сделать их попрочнее. В сделанном нами моторе высота катушек получилась равной 3 см. «Щеки» катушек мы сделали из тоненькой авиационной фанеры, а гильзы катушек свернули из бумаги. Катушки должны плотно сидеть на винтах. Проще всего обернуть винты полосками бумаги, заклеить, снять, а потом к этим бумажным гильзам приклеить «щеки», и катушки готовы. На каждую катушку намотайте по четыре ряда проволоки диаметром 0,4 мм — по 150 витков, — и можете собирать мотор.

Обе пачки жестяных полосок статора выгнуты наружу. Это мешает установить нижние полоски прямо на дощечке-основании. Вырежьте из доски толщиной 1 см два квадрата $2,5 \times 2,5$ см и просверлите в них отверстия по толщине винтов. Винты пропустите сквозь пачку верхних полосок, наденьте катушки, затем нижние полоски, заготовленные деревянные квадратики и вверните винты в основание. Размер дощечки основания — $7,5 \times 9$ см.

По установленному статору можно рассчитать нужную высоту стоек для подшипников оси ротора.

Стойки и подшипники можно сделать несколькими способами. Конечно, не годится подставлять деревяшки или выгибать стойки для толстого железа, когда мы умеем пользоваться профилированной жестью.

При изготовлении этого мотора не обязательно уметь паять. Правда, в нашем моторе к жестяным стойкам при-

паяны проволочные подшипники. Но можно сделать так, как показано на рисунке 37, слева: просто загнуть края кусочков жести, вырезанных по форме высокой трапеции, и в жести сделать отверстия. Стойка получается профилированной, как швеллер; она достаточно прочна, но отверстие скоро разрабатывается.

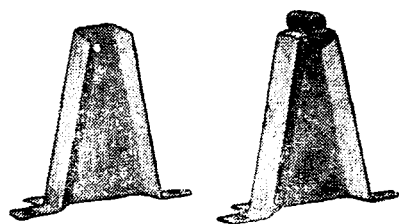


Рис. 37. Две конструкции подшипников.

На рисунке 37, справа, показана жестяная профилированная стойка с проволочным подшипником; такая стойка установлена на сделанном нами моторе. Размеров стоек мы не указываем, потому что они зависят от того, на какой высоте получилась ось ротора. Их нетрудно рассчитать самому.

Ту стойку, которая станет со стороны коллектора, придвиньте к нему вплотную и в этом положении прибейте ее к основанию. Для уменьшения трения проложите между коллектором и подшипником две тоненькие медные шайбочки.

Прежде чем устанавливать вторую стойку, наверните на ось якоря десять-двенадцать витков звонковой проволо-

ки и установите стойку вплотную к ним. Так же мы делали в предыдущих моторах, чтобы ось якоря не ездila из стороны в сторону.

Остается сделать щетки, клеммы и соединить обмотки.

Щетки выгибаются из медной проволоки диаметром 1 мм (рис. 38). Они очень похожи на щетки второго и третьего моторов, только иначе установлены, потому что ось мотора расположена горизонтально.

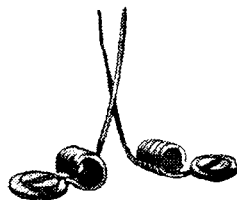


Рис. 38. Щетки.

Пружинка внизу очень облегчает регулировку нажима.

Двумя винтиками привинтите щетки к основанию по обе стороны якоря. Не забудьте подложить под винты очищенные от изоляции концы проводов для соединений. С той стороны, где установлены коллектор и щетки, привинтите в углах основания две пружинные клеммы (рис. 24) и можете испытывать мотор.

Провода от щеток присоедините к клеммам, а катушки статора включайте по одной. Сначала соедините все, как показано на рисунке 39, — концы одной (любой) катушки идут к тем же клеммам, что и провода от щеток. К этим же клеммам подведите провода от трансформатора или батареи. Если коллектор установлен правильно, ротор должен сразу завертеться.

А как должен быть установлен коллектор? Конечно, так, чтобы в тот момент, когда полюсы якоря стоят вер-

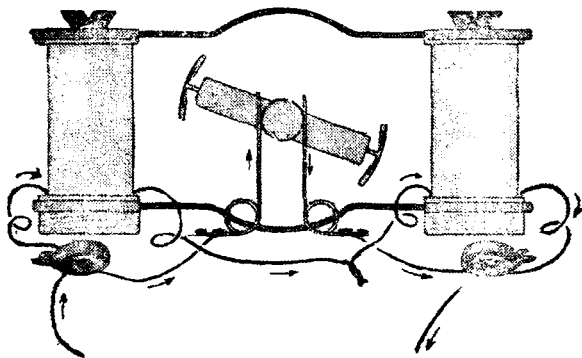


Рис. 39. Включение обмотки одного винта.

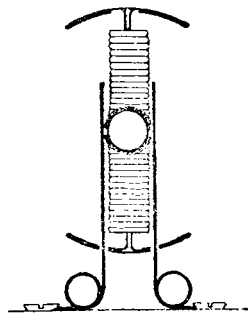


Рис. 40. Момент переключения тока коллектором.

тикально, щетки переходили бы с одной обкладки на другую (рис. 40).

Когда мотор пошел, включите вторую катушку статора. Один из концов первой катушки снимите с клеммы и прикрутите к нему любой конец второй катушки. Свободный конец второй катушки присоедините к той же клемме, к которой раньше был присоединен конец первой катушки (рис. 41). Включите ток. Если ротор сразу быстро завертится, значит катушка включена правильно. Если он не вращается и подталкивание не помогает, поменяйте присоединение концов второй катушки.

Обмотки якоря и статора соединяют последовательно и параллельно. Обмотки этого мотора соединены параллельно: к проводам от щеток, а значит к концам обмотки якоря, присоединены концы обмотки статора (рис. 42, вверху). А можно соединить иначе: к одной клемме подвести провод от одной щетки, от другой щетки — к обмотке статора, а второй конец обмотки статора — ко второй клемме (рис. 42, внизу). Это — последовательное соединение.

Электромоторы с параллельным соединением обмоток называют шунтовыми моторами, а с последовательным — сериесными. Роторы шунт-моторов на холостом ходу вра-

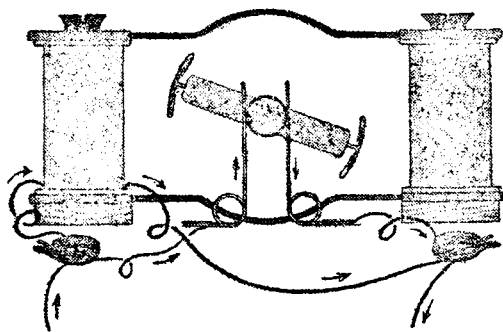


Рис. 41. Включение обмоток обоих винтов.

щаются всегда с определенной скоростью, а роторы серийных моторов так разгоняются без нагрузки, что иногда моторы, как говорят техники, «разносит». Иногда на полюсах статора делают две обмотки и соединяют одну последовательно, другую параллельно с обмоткой якоря. Такие моторы со смешанным соединением называют компаундными моторами.

Нам для моделей чаще всего подходят серийные моторы, но если обмотки сделаны тонкими проводами, лучше включать их параллельно.

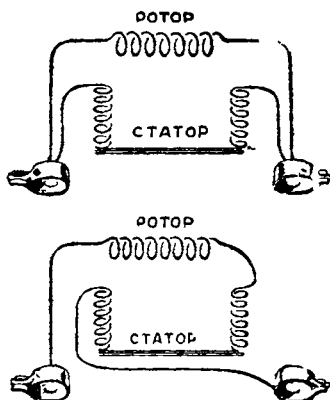


Рис. 42. Схемы параллельного (вверху) и последовательного включения обмоток.

Мотор с трехполюсным якорем и поворотными щетками

Четвертый мотор давал большую скорость вращения, но был слабым, потому что при двухполюсном якоре полюсы якоря далеко отходят от полюсов статора, а на большом расстоянии магнит очень слабо притягивает. Можно увеличить число полюсов якоря до трех и построить новый, пятый мотор, в котором заодно и конструкцию статора тоже изменить (рис. 43). Вместо винтов с жестяными соединениями весь статор сделаем целиком из жести. Для улучшения регулировки мотора щетки коллектора сделаем поворачивающимися.

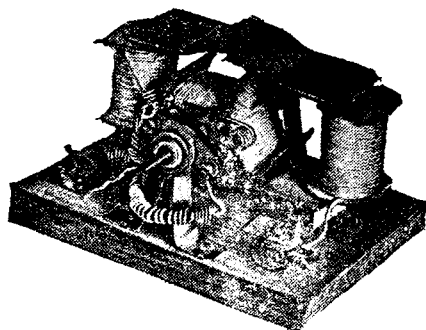


Рис. 43. Фото. Мотор с трехполюсным якорем.

По сравнению с четвертым мотором

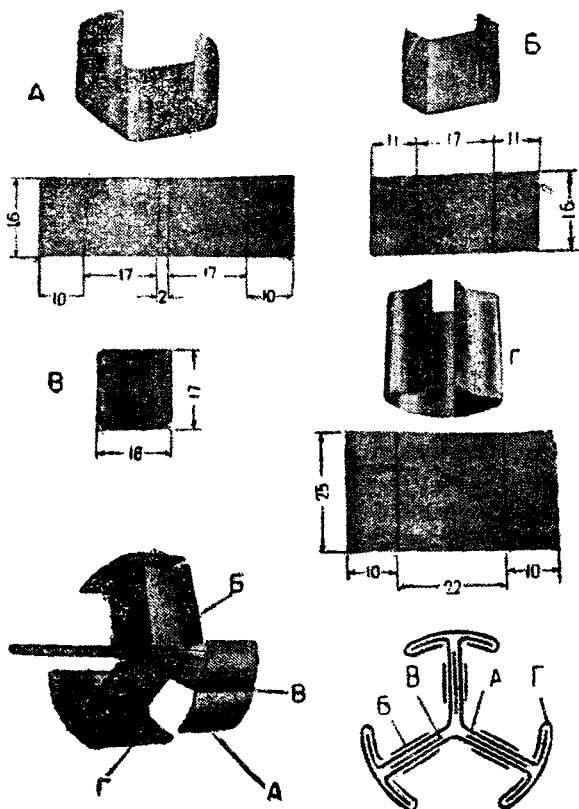


Рис. 44. Детали и конструкция трехполюсного якоря.

этот имеет еще одно преимущество: верхняя часть статора вдвигается в нижнюю, и благодаря этому ее можно точно пододвинуть к полюсам якоря.

Изготовление этого мотора начните с якоря. Он очень похож на якорь четвертого мотора и также весь целиком изготавливается из жести.

Конструкцию якоря вы видите на рисунке 44. Три жестяные полоски *А* выгибаются в V-образные части и обжимаются полосками *Б*. Чтобы увеличить массу железа якоря, между соседними сторонами V-образных частей закладываются по пять-шесть прямоугольников *В*. Эти

прямоугольники можно вдвинуть после того, как якорь обжат полосками *Б*. Три жестяные полоски *Г* выгибаются так, как показано на рисунке, надвигаются на разогнутые в разные стороны концы частей *А* и зажимаются на них. Изготовление якоря занимает совсем немного времени.

В центре якоря получается маленькое треугольное отверстие. В него вдвигается толстая вязальная спица или обрезок велосипедной. С обеих сторон должны выступать концы длиной по 3,5—4 см. Якорь припаивается к спице.

Полюсы якоря должны быть строго одинаковой длины, а дуги полюсных насадок (части *Г*) должны образовать части одной окружности.

Поставьте якорь на контрольный станочек (рис. 36), проверьте длину полюсов и как можно тщательнее выверьте его.

Если на этом якоре три полюса, значит и коллектор должен иметь три обкладки. Он изготавливается таким же способом, как и коллекторы предыдущих моторов (рис. 45). Готовый коллектор наденьте на ось и принимайтесь за обмотку якоря. Провод нужен диаметром 0,3 мм.

Перед обмоткой оберните якорь одним-двумя слоями парафинированной бумаги. Схема обмотки показана на рисунке 46.

На каждый сердечник якоря нужно намотать по 150 витков, по 8 м провода. Удобнее всего сделать это так. Вбейте в стол два гвоздя на расстоянии 1 м или 0,5 м один от другого. На одном из гвоздей закрепите конец провода и натяните его между гвоздями восемь раз, если расстояние между ними 1 м, и шестнадцать раз, если расстояние 0,5 м. Не снимая провода с гвоздей, перемотайте его на один из сердечников аккуратно, виток к витку.

Так же заготовьте 8 м провода для обмотки другого сердечника. Если первый сердечник начали обматывать от оси, второй нужно начать так же и в ту же сторону. Точно так же обматывается и третий сердечник.

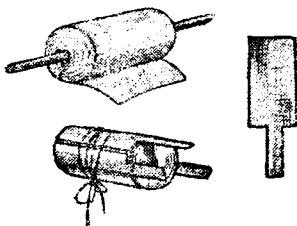


Рис. 45. Изготовление коллектора.

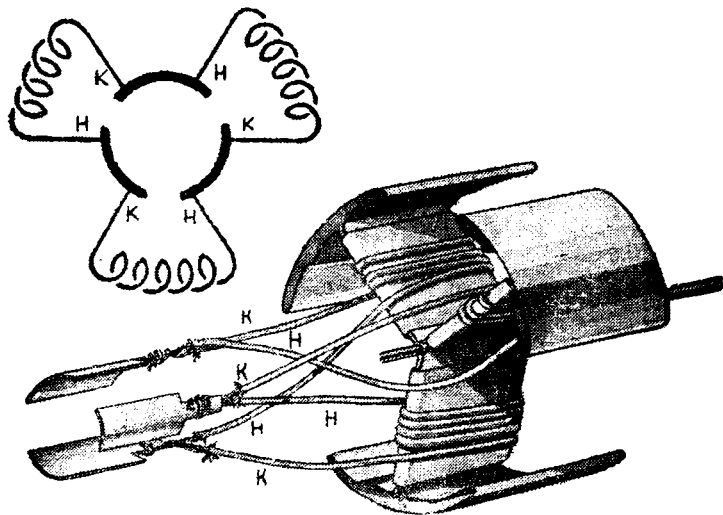


Рис. 46. Схема обмотки якоря.

Все концы и начала соседних обмоток соединяются и прикручиваются к ближайшим обкладкам коллектора. Коллектор должен быть расположен так, чтобы шели между его обкладками получились между полюсами якоря.

Обмотанный якорь с коллектором проверьте еще раз на контрольном станочке, подправьте его и возьмитесь за изготовление статора. Конструкция статора изображена на рисунке 47. Там видно (справа внизу), что верхняя часть немного длиннее нижней и помещается снаружи ее.

Катушки статора должны быть очень прочными, иначе при вдвигании верхней части статора они повредятся. Лучше всего сделать их жестяными. Оберните те части статора, где будут катушки, полосками жести, оклейте жечь бумагой и снимите обоймы, разобрав статор. На снятые обоймы приклейте картонные «щечки» и можете обматывать.

На каждую катушку намотайте по 150 витков, по 10 м провода диаметром 0,4 мм. Попробуйте вставить обе части статора в катушки и примерьте, как входит между

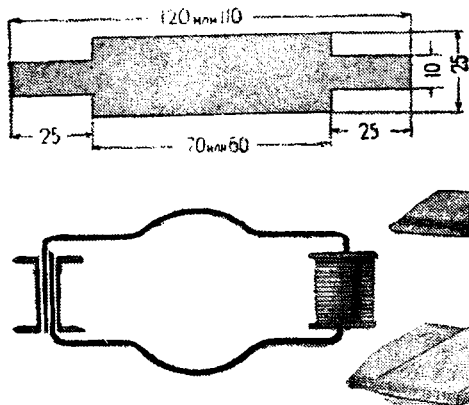


Рис. 47. Конструкция статора.

ними якорь. Готовый статор поставьте на две дощечки и притяните к основанию двумя жестяными П-образными полосками (рис. 48). Размер дощечки-основания — $7,5 \times 9$ см.

Одну стойку подшипника и самый подшипник сделайте так, как для четвертого мотора (рис. 37, справа). Это подшипник для той стороны оси якоря, где нет коллектора. Стойку подшипника другой стороны нужно сделать немного иначе, но сначала изготовьте поворотные щетки.

Нужно достать штепсельное гнездо от радиоприемника или от штепселя обычной осветительной проводки, кусочек фибры или другого изоляционного материала толщиной 1,5—2 мм, два контакта от выключателя, кусочек медной проволоки диаметром 1,5—2 мм и кусочек медной проволоки диаметром 1 мм.

На рисунке 49 показаны детали щеток. Вырежьте из фибры полоску длиной 32 мм и шириной 10 мм. Закруглите ее концы и просверлите три отверстия: одно в центре, по наружному диаметру нарезки гнезда, и два на концах,

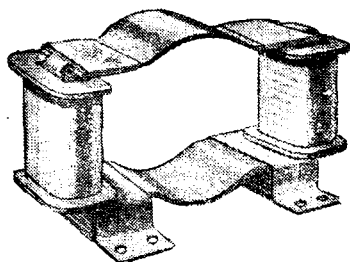


Рис. 48. Готовый статор.

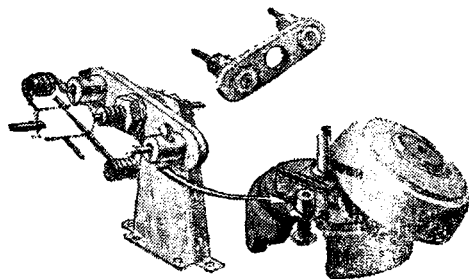


Рис. 49. Конструкция щеткодержателя и щеток.

по наружному диаметру нарезки контактов. В эти отверстия вставьте контакты и закрепку притяните гайками. Концы контактов, выступающие за гайки, спилите напильником, но оставьте немного нарезки, чтобы можно было еще подложить провода для соединений.

Отрежьте два кусочка двухмиллиметровой проволоки длиной по 1,5 см и к их концам припаяйте концы миллиметровых проволок. Эти проволочки сверните на толстом гвозде в спирали по 3—4 витка и оставьте свободными прямые концы длиной по 2—3 см.

Такие щетки очень хорошо пружинят, а в контактах их можно поворачивать, увеличивая или уменьшая нажим. Весь щеткодержатель со щетками может поворачиваться на гнезде и, когда найдено наиболее выгодное положение, закрепляется на месте второй гайкой гнезда.

Теперь понятно, что стойка второго подшипника должна иметь отверстие по наружному диаметру нарезки гнезда. Эту стойку можно сделать так, как для четвертого мотора (рис. 37, слева), только пошире. В стойку со стороны загнутых краев вставьте гнездо, наденьте шайбу и затяните гайкой. Затем наденьте вторую шайбу, щеткодержатель, третью шайбу и наверните вторую гайку (рис. 49).

В отверстии гнезда ось якоря будет болтаться. Нужно вставить в гнездо проволочный подшипник. Сверните на оси спираль из миллиметровой медной проволоки, витков в 6—7, и заложите ее внутрь гнезда. Если спираль-подшипник будет выскакивать, оберните ее слоем тонкой бумаги и вдвиньте с небольшим усилием. Если спираль войдет слишком туго и сожмется, ось не будет вращаться достаточно легко.

Стойку со щеткодержателем можно привинтить маленькими винтиками к дощечке основания. Лучше сразу уста-

новить обе стойки с подшипниками и сразу привинтить их, иначе трудно будет добиться правильного вращения ротора.

Привинтите к дощечке две пружинные клеммы и соедините все обмотки так, как в четвертом моторе (рис. 41). От контактов щеткодержателя проведите гибкие провода, свернутые спиралями, чтобы они не мешали поворачивать щетки.

Соединения лучше сделать по схеме «последовательно» (рис. 42, внизу), чтобы мотор работал и от батарейки карманного фонарика.

Пробовать лучше всего при довольно большом напряжении — 8—12 вольт, от трансформатора. Проверьте, прикасаются ли щетки к обкладкам коллектора, не нажимают ли слишком сильно. Мотор должен сразу заработать.

Поворачивая щеткодержатель, найдите такое положение щеток, при котором быстрее всего вращается ротор. Вы увидите, что есть такие положения щеток, при которых якорь совсем останавливается, а затем после дальнейшего небольшого поворота щеток начинает вращаться в другую сторону.

Так без переключений, лишь поворотом щеток, можно получить вращение в нужном направлении и регулировать скорость вращения якоря.

Когда отрегулируете работу мотора при напряжении 8—12 вольт, уменьшите подаваемое напряжение и подберите положение верхней части статора. Постарайтесь придвинуть ее как можно ближе к якору. Мощность мотора очень резко возрастает от малейшего приближения. Только не увлекайтесь, не придвигайте чересчур близко: якорь при вращении будет задевать за статор, и при этом мотор потеряет мощность.

Бывает, что после регулировки на небольшом напряжении — 4—6 вольт — при включении на 8—12 вольт якорь задевает за статор.

Это случается тогда, когда подшипники сделаны не точно по оси и якорь болтается в них. Если вы рассчитываете пользоваться мотором при большом напряжении, то придется немного приподнять верхнюю часть статора.

Мотор с кольцевым статором

Статоры всех заводских электромоторов изготавливаются в виде колец. Это выгоднее всего, потому что якоря этих моторов имеют форму цилиндра, а цилиндр экономнее всего окружить кольцом.

Сделать кольцевой статор самодельного мотора довольно трудно, а еще труднее поместить в него якорь так, чтобы полюсы якоря получились на небольшом расстоянии от полюсов статора.

Когда мы конструировали наш шестой электромотор (рис. 50), мы стремились разрешить эти две задачи и добиться простоты изготовления всех частей. Наш статор и все другие железные части мотора сделаны из жести от консервных банок, а для облегчения сборки и регулировки мы сделали «башмаки» полюсов статора выдвижными.

Это дает возможность легко собрать мотор, а затем, вдвигая и выдвигая «башмаки», добиться очень точной регулировки, как в пятом моторе, передвиганием верхней части статора.

Конечно, щетки в этом моторе поворотные. Одна стенка мотора, так называемая «крышка», сделана съемной. Благодаря этому мотор легко разбирается для ремонта.

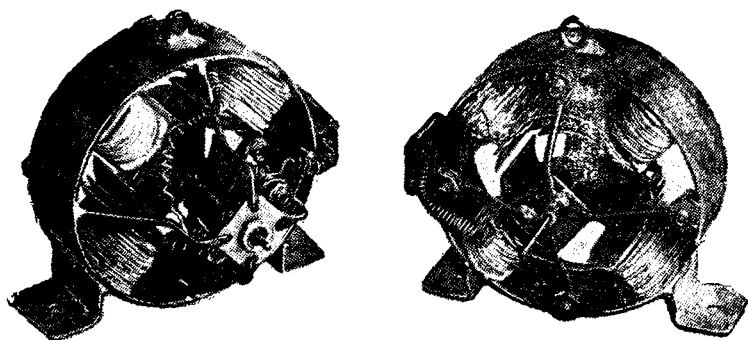


Рис. 50. Фото мотора с кольцевым статором. Слева — вид со стороны щеток, справа — со стороны съемной крышки.

По внешнему виду шестой электромотор получился очень похожим на заводской; его удобно установить на любую модель, и даже при маленьких размерах он дает большую мощность.

Чтобы сделать этот мотор, надо обязательно уметь паять; зато при хорошем изготовлении он неплохо работает даже от одной батарейки карманного фонарика. Еще лучше работает мотор от трансформатора, понижающего напряжение городской сети до 4—8—12 вольт. Больше 12 вольт давать нельзя, потому что будет сильно нагреваться обмотка.

Нам важно, чтобы трансформатор давал ток достаточной силы. Очень часто самодельные моторы плохо работают именно из-за недостаточной силы тока. Например, от 8-вольтового звонкового трансформатора «Гном» мотор не развивает полной мощности. Обмотки «Гнома» сделаны из очень тонкой проволоки, и поэтому «Гном» не дает нужного тока.

Хорошо работает мотор от самодельного трансформатора, описанного в этой книге.

Якорь и коллектор этого мотора изготавливаются точно так же, как для пятого мотора (рис. 44 и 45), но прежде чем обматывать якорь, лучше сделать статор и тогда обмотать все сразу.

Для изготовления статора нужно выпилить из толстой фанеры специальный шаблон, показанный на рисунке 51. На этом шаблоне соберите вырезанные из жести части *Д* (рис. 52). Каждая четверть окружности статора состоит из трех частей *Д*. Когда заложите их в шаблон, между загнутыми концами останутся свободные места. Забейте их пока щепочками, в эти щели вдавятся потом «башмаки». Закрепленные в шаблоне части *Д* оберните тремя-четырьмя жестяными лентами шириной 25 мм встык, как показано на чертеже рядом

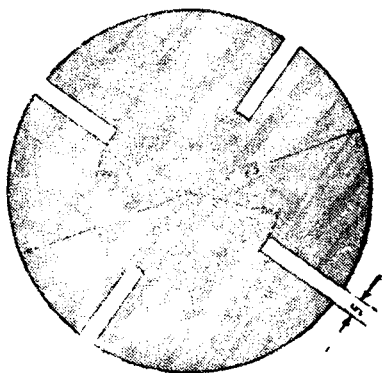


Рис. 51. Шаблон для изготовления статора.

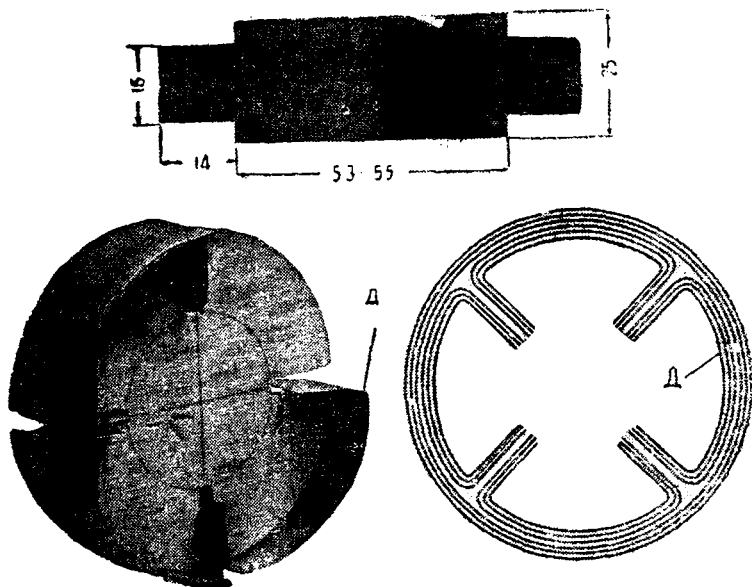


Рис. 52. Конструкция кольца статора.

с фото. Все это крепко завяжите веревочкой или проволокой, выровняйте края и пропаяйте швы. Теперь статор можно снять с шаблона.

Полюсы статора оберните жестяными полосками *Е* по размерам на рисунке 53. Обожмите сначала не до конца — сделайте это после изготовления выдвижных «башмаков».

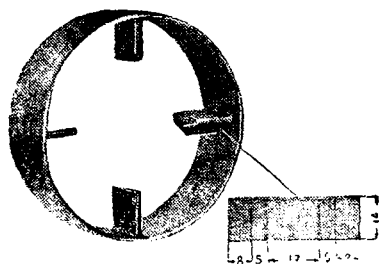


Рис. 53. Готовое кольцо статора.

Детали и размеры «башмаков» даны на рисунке 54. Часть *З* изготавливается из полоски таких же размеров, как и деталь *Г* якоря (рис. 44). Способ изготовления «башмаков» виден на рисунке 54. В хвосты «башмаков» набиваются жестяные прямоугольники; хвосты

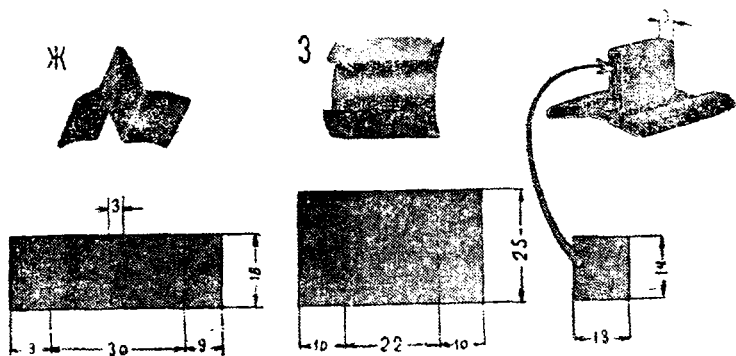


Рис. 54. Изготовление «башмаков».

должны туго входить в щели между загнутыми концами кольца статора. На рисунке 55 показано готовое кольцо статора с вдвинутыми «башмаками» и полюсами, обжатыми полосками *Е*.

На рисунке 56 дан общий вид готового статора с передней (съемной) и задней крышками, ушками *И* для укрепления мотора и держателями *К* для установки штепсельной доски.

Мы припаяли сверху статора проволочное кольцо, как в настоящих тяжелых моторах.

Для привинчивания передней крышки изнутри статора припаяйте между полюсами четыре болтика от «конструктора». Напротив них, с другой стороны статора, припаяйте проволоки неподвижной задней крышки. Переднюю крышку можно сделать теперь, а заднюю пока только заготовьте, изогните, а поставите ее на место при окончательной сборке мотора.

Для изготовления крышек нужно достать обрезок железа или латуни миллиметровой толщины и медную проволоку диаметром 2—2,5 мм. Из железа или латуни вырежьте два квадрата 18×18 мм и пробейте

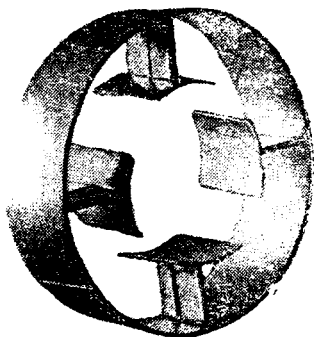


Рис. 55. Кольцо статора с вдвинутыми «башмаками».

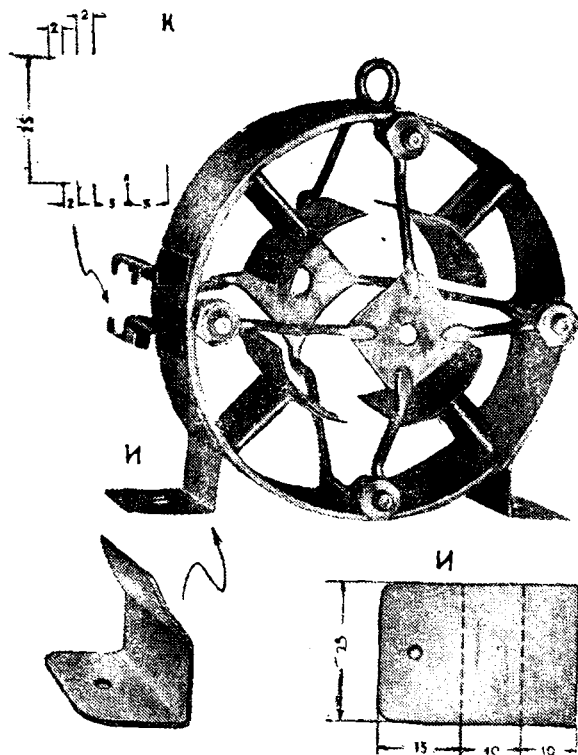


Рис. 56. Статор без обмотки.

в углах отверстия по толщине проволоки. Для задней крышки отрежьте четыре куса проволоки длиной по 65 мм, а для передней — по 45 мм. Концы проволоки вставьте в отверстия квадратиков, загните, расплющите и припаяйте. Это место должно быть очень прочным.

На рисунке 57 видно, как должны быть изогнуты проволоки передней крышки. Концы проволок сверните в петли и подгоните их так, чтобы они все плотно надевались на болтики статора. Центр квадратика крышки должен получиться по возможности точно на средней (осевой) линии кольца статора.

Щеткодержатель и щетки сделайте по описанию пятого мотора (рис. 49).

Для укрепления гнезда щеткодержателя в задней крышке просверлите в центре квадрата крышки соответствующее отверстие. В это отверстие заложите гнездо и накрепко затяните первой гайкой. Затем на гнездо поверх гайки наденьте металлическую шайбу, щеткодержатель, вторую шайбу и навинтите вторую гайку.

На рисунке 58 видно, что щетки несколько изменены по сравнению со щетками пятого мотора. Этот мотор потребляет больше тока, чем пятый, и поверхность проволочных щеток оказывается недостаточной. Их нужно сделать плоскими, из тонкой, хорошо пружинящей латуни. Если воспользуетесь латунью бергмановских трубок, сделайте щетки из двух полосок каждой, как рессоры. Спаять полоски нужно только в одном месте — там, где они припаяны к проволоке, вставленной в контакт щеткодержателя. В такой конструкции щеток очень удачно сочетаются большая поверхность соприкосновения с коллектором и плавный нажим.

Четыре проволоки, идущие от квадрата задней крышки, изогните так, чтобы они не мешали поворачивать щеткодержатель. Придайте этим проволокам форму, хорошо видную на фото готового мотора (рис. 50), вставьте якорь в статор и примерьте крышку.

Рассчитайте так, чтобы тогда, когда полюсы якоря находятся на одном уровне с полюсами статора, а между коллектором и якорем оставлен про-

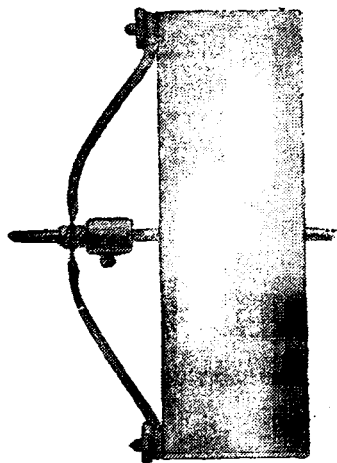


Рис. 57. Форма проволок передней крышки.

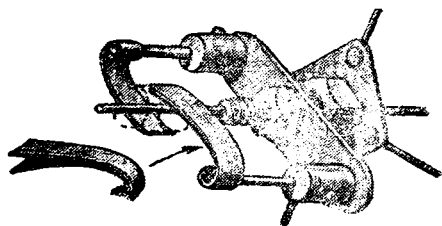


Рис. 58. Установка щеткодержателя.

межуток в 5—6 мм, гнездо щеткодержателя слегка упиралось в коллектор. В таком положении припаяйте проволоки задней крышки к статору и сделайте последнюю из механических работ — подшипники.

Подшипники этого мотора, как и всех других, — проволочные спирали. В задней крышке подшипник помещается внутри гнезда, как в пятом моторе. Когда отрегулируете задний подшипник, можно поставить передний. Проволочную спираль вставьте в отверстие передней крышки, но сразу не припайвайте. Сначала добейтесь того, чтобы якорь легко вращался в собранном моторе с незакрепленным передним подшипником, и тогда лишь припаяйте его.

Снимать крышку и припавать подшипник нельзя: он может чуточку сдвинуться с места и испортить регулировку; а если паять его со вставленной осью, можно припаять и ось. Чтобы этого не случилось, сделайте так, как в третьем моторе: хорошенько натрите ось графитом черного карандаша. Подшипник окажется припаянным в самом выгодном положении.

Остается устранить один недостаток: якорь может передвигаться в подшипниках вдоль оси и выходить из магнитного поля статора. Правда, у задней крышки коллектор упирается в гнездо, но сдвинуться к передней крышке ему ничто не мешает. Нужно поставить упор. Достаньте еще один контакт от выключателя или от патрона электрической лампочки. Нарезку контакта отпилите всю, она не нужна, достаточно оставить цилиндрок с винтом. Этот цилиндрок наденьте на ось между якорем и передней крышкой. Винтом зажмите упорный цилиндрок около квадрата передней крышки (рис. 57).

Чтобы уменьшить трение гнезда о бумагу коллектора, наденьте на ось между ними две маленькие медные шайбочки. Вот и все.

Тщательно вытрите все места паяк, смажьте подшипники машинным маслом и прокрутите якорь рукой, чтобы ось «приработалась» в подшипниках. Когда добьетесь легкого и плавного вращения якоря, можете разобрать мотор и взяться за обмотку. Не забудьте заметить положение передней съемной крышки, чтобы ставить ее всегда одинаково.

Якорь этого мотора обматывается так же, как и для пятого (рис. 46). Обмотка статора несколько сложнее. Провод нужен диаметром 0,4 мм, в какой угодно изоля-

ции. Так как обматывать полюсы статора очень неудобно, заготовьте отдельные катушечки.

При изготовлении мотора обжимки *Е* и «башмаки» получаются не совсем одинаковыми. Чтобы при сборке не спутать, что куда подогнано, сделайте на всех частях пометки, вытащите «башмаки» и осторожно сдвиньте обжимки *Е*.

Специальных катушек делать не нужно. Провод можно наматывать прямо на обжимки. Но чтобы он не сползал, сделайте «щеки». Вырежьте из тонкого плотного картона восемь прямоугольников 30×20 мм. Эти прямоугольники наденутся на обжимки; в центрах их нужно вычертить узенькие прямоугольнички по толщине и ширине обжимок, разрезать и изогнуть, как показано на рисунке 59, слева. Это и будут «щеки» катушек.

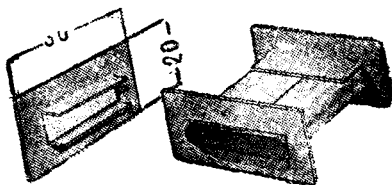


Рис. 59. Катушка статора.

Обжимки оберните одним-двумя слоями бумаги и на концы их наденьте на клею заготовленные «щеки». Хорошенько промажьте клеем все катушки и, когда они высохнут, можете обматывать. На каждую катушку нужно поместить по 110—120 витков провода, виток к витку. Сделайте это таким же способом, как и при обмотке якоря; заготовьте 6-метровые куски проволоки на двух гвоздях.

Концы обмоток завяжите нитками и наденьте обжимки-катушки на «свои» полюсы. Вдвиньте их до конца, чтобы «щеки» катушек, прилегающие к кольцу статора, изогнулись по окружности, и тогда вставьте в каждый полюс статора «свой» «башмак».

«Башмаки» вдвиньте тоже до конца — отрегулируете потом, при испытании мотора.

Схема соединения обмоток статора показана на рисунке 60.

Буквами *Н* там обозначены начала обмоток, буквами *К* — концы. При таком включении одна половина статора (два полюса) намагничивается при прохождении тока, скажем, как южные полюсы, а другая половина — как северные.

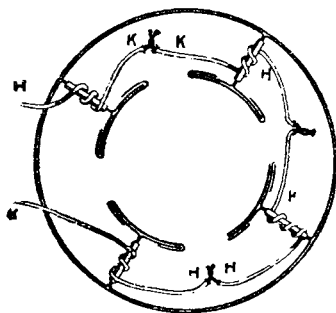


Рис. 60. Схема соединения обмоток статора.

Статор получается, как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами. После нескольких проб мы нашли, что так мотор работает лучше всего. Но помните, что соединение по схеме рисунка 60 дает хорошие результаты только в том случае, если обмотки всех катушек статора сделаны в одну сторону. Когда соедините все катушки, снова соберите мотор и проведите последние включения: присоедините щетки

и подведите провода к штепсельной доске.

Эту доску вырежьте из кусочка изоляционного материала толщиной 2 мм. В прямоугольнике 20 × 15 мм просверлите два отверстия диаметром 4 мм. Из тоненькой латуни выгните две трубочки, заложите их в эти отверстия, надрежьте выступающие с обеих сторон концы и разогните, как лепестки цветов. Получатся два гнезда, в которые входят ножки от цоколей старых, перегоревших радиоламп.

С одной стороны подложите под лепестки гнезд очищенные от изоляции концы гибких проводов и вставьте штепсельную доску в держатели К на статоре мотора (рис. 56).

Один из концов обмотки статора, все равно какой (просто ближайший), присоедините к выводу одного гнезда, а другой конец выведите гибким проводом и подожмите под ближайший контакт щеткодержателя (рис. 61). От второго контакта щеткодержателя проведите гибкий провод к свободному гнезду штепсельной доски. Получился серийный мотор. Можете пробовать его работу.

К проводам от трансформатора или батареи элементов присоедините ножки от цоколя какой-нибудь старой, испорченной радиолампы и вставьте их в гнездо штепсельной доски.

Этот мотор тоже лучше сначала испытать и отрегулировать при большом напряжении. Когда мотор как следует заработает, уменьшите напряжение, подберите нужный нажим щеток и положение «башмаков» статора. Каждый

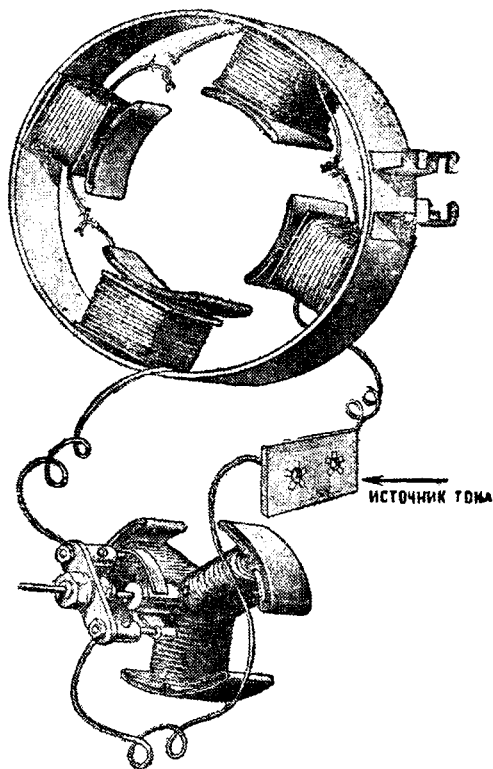


Рис. 61. Схема серийного включения мотора с кольцевым статором.

«башмак» легко выдвинуть, вставив между ним и катушкой концы ножниц.

Сближая ножницы, как бы разрезая ими, вы сумеете выдвинуть «башмак». Смотрите только, не придвиньте «башмаки» чересчур близко к полюсам якоря — испортите дело.

Наш мотор сделан очень тщательно, поэтому он хорошо работает даже от одной батарейки карманного фонарика, а при напряжении в 8 вольт — от трансформатора; благодаря тому, что обмотки соединены последовательно, ротор вращается с такой большой скоростью, что весь мотор гудит.

Мотор с пятиполюсным якорем

Очень хорошо работает шестой мотор, но у него есть один существенный недостаток: иногда якорь останавливается в таком положении, что потом сам не трогается с места. Так неудачно располагаются полюсы якоря, что магнитное поле статора не может повернуть его. Достаточно чуть-чуть сдвинуть якорь, и он начинает вращаться, но сам с места не сдвигается.

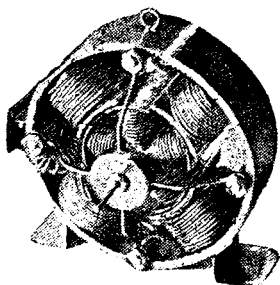


Рис. 62. Фото. Пятиполюсный мотор со стороны передней крышки.

Если мотор установлен на какую-нибудь модель, ему еще труднее трогаться с места, потому что приходится начинать работу с нагрузкой. И совсем неудобно подталкивать модель, чтобы она пошла. Правда, это случается довольно редко, но хороший мотор должен всегда работать без перебоев. Такие случаи бывают со всеми моторами с трехполюсными якорями, и устранить этот недостаток можно, только увели-

чив число полюсов якоря. Но делать четыре полюса невыгодно: и в таком моторе могут быть «мертвые точки». Нужно сделать пятиполюсный якорь, и тогда можно быть уверенным, что всегда при включении тока мотор начнет работать.

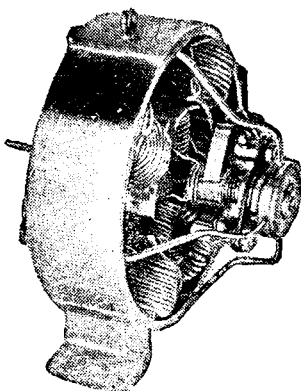


Рис. 63. Фото. Пятиполюсный мотор со стороны коллектора.

По внешнему виду наш пятиполюсный мотор (рис. 62 и 63) почти ничем не отличается от трехполюсного (рис. 50). То, что вместо квадратов в серединах крышек сделаны кружки, совершенно несущественно; это каждый может делать как хочет, а вот якорь в нем стоит другой, это сразу заметно. Середина мотора заполнена гораздо больше, чем в трехполюсном моторе.

Пятиполюсный якорь (рис. 64) можно сделать точно так, как

грехполюсный, только взять не три, а пять V-образных частей.

Размеры основных деталей пятиполюсного якоря даны на рисунке 65; размеры деталей *Б* и *В* такие же, как и для трехполюсного якоря (рис. 44).

И здесь, для того чтобы увеличить массу железа якоря, между соседними сторонами V-образных деталей до обжимания полосками *Б* закладываются по пять-шесть прямоугольников *В*, а после обжимки заколачивается еще по одному прямоугольнику.

Перед обмоткой сердечники якоря нужно обернуть одним-двумя слоями парафинированной бумаги и в уголки у оси вклеить деревянные треуголнички. Схема обмотки такая же, как и трехполюсного якоря (рис. 66).

Если для питания мотора у вас есть хороший трансформатор, аккумуляторы или большие сухие элементы, можете сделать обмотку проводом диаметром 0,5 мм в любой изоляции. Тогда на каждый полюс якоря намотайте по 80 витков, аккуратно, виток к витку. Все пять сердечников нужно обмотать строго одинаково. Концы и начала соседних обмоток соединяются и припаиваются к ближайшим обкладкам коллектора.

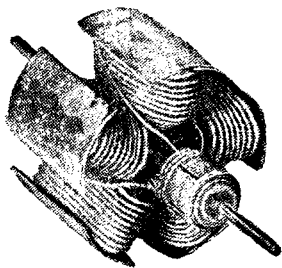


Рис. 64. Пятиполюсный якорь.

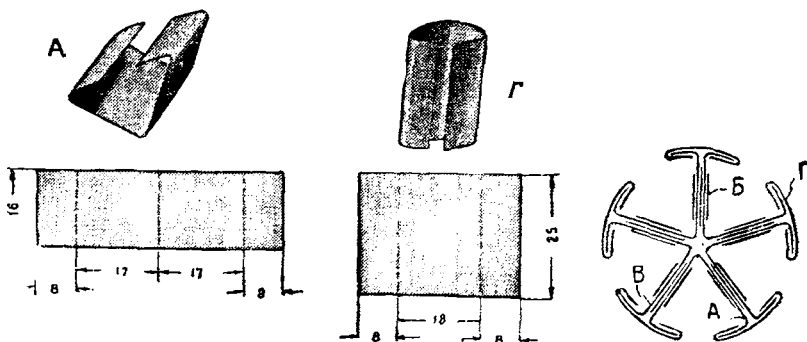


Рис. 65. Основные детали и конструкции пятиполюсного якоря.

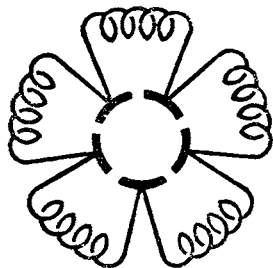


Рис. 66. Схема обмотки якоря.

Понятно, что коллектор этого мотора должен иметь пять обкладок.

Обмотки статора сделайте таким же проводом, каким обматывали якорь, — диаметром 0,5 мм. На каждую катушку полюса статора нужно поместить 130 витков проволоки, плотно, виток к витку.

Этот мотор рассчитан на работу при напряжении в 4—5 вольт постоянного тока или 6 вольт переменного (от трансформатора), но он хорошо работает и при 2—3 вольтах. Напряжение мы считаем на моторе, а не на источнике тока. Если включить мотор от трех элементов, дающих без нагрузки напряжение около 4,5 вольт, они, как говорится, «сядут» под нагрузкой, и напряжение на моторе будет только немного превышать 3 вольта. Так же «садится» и напряжение трансформатора, поэтому напряжение всегда надо брать с запасом.

Если источник тока у вас недостаточно мощный, намотайте на каждый полюс якоря по 100 витков проволоки диаметром 0,35—0,4 мм. Схема соединения обмоток статора также зависит от того, какой ток вы можете брать от источника. Для наибольшего тока все катушки соединяются параллельно (рис. 67, справа), для наименьшего (в случае обмотки якоря проводом диаметром 0,4 мм) — последовательно (рис. 67, слева). Средняя величина тока

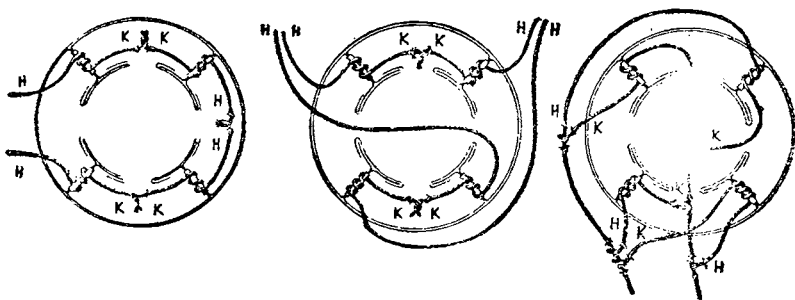


Рис. 67. Три схемы обмотки статора.



Рис. 68. Фото разобранного мотора. Слева — якорь, в середине — статор, справа — передняя крышка.

получается при последовательно-параллельном соединении (рис. 67, в середине). Буквами *Н* на рисунке 67 обозначены начала обмоток, буквами *К* — концы. Не забудьте, что соединения по схемам рисунка 67 дают хорошие результаты только в том случае, если обмотки всех катушек статора сделаны в одну сторону.

На рисунке 68 все детали мотора показаны перед окончательной сборкой. Когда соберете мотор и станете испытывать, протрите коллектор во время работы графитом мягкого черного карандаша. Такая графитовая смазка коллектора значительно улучшает работу мотора, и следует время от времени смазывать все моторы, которые вы постройте.

Мощность мотора с пятиполюсным якорем и мощность мотора с трехполюсным якорем и кольцевым статором можно значительно увеличить, совсем не меняя конструкции. Для этого достаточно только увеличить длину мотора. Конечно, увеличение длины проволочных крышек ничего не даст — нужно увеличить длину статора, а значит, и якоря. У нас длина статоров в обоих моторах равна 25 мм; можно увеличить ее до 35—40 мм. Тогда ширину

полосок *Д* нужно взять не 25 мм, как указано на рисунке 52, а 35—40 мм. Ширина узкой части этих полосок будет не 16 мм, а 26—31 мм, что заставит увеличить длину обжимок *Е* (рис. 53) и размеры деталей «башмаков» (рис. 54).

Точно так же нужно увеличить на 10—15 мм и ширину заготовок деталей *А*, *В* и *Г*, из которых собирается якорь (рис. 44, если изготавливается трехполюсный якорь, и рис. 65 — для пятиполюсного якоря). Соответственно увеличивается длина обжимок *Б* (рис. 44).

Количество витков проволоки и диаметр ее на якоре и статоре остаются без изменений. Такие удлиненные моторы особенно хорошо работают при увеличении напряжения до 12—14 вольт.

Если вы установили мотор на какую-нибудь модель, может понадобиться пустить ее задним ходом. В трех последних моторах это можно осуществить поворотом щеток, но неудобно забираться для этого в модель к мотору, да и регулировка мотора нарушается. Можно делать иначе: изменять направление тока в обмотке якоря, не меняя его в обмотке полюсов статора.

На рисунке 69 дана схема соединений для прямого и обратного хода мотора. На этой схеме видно, что для

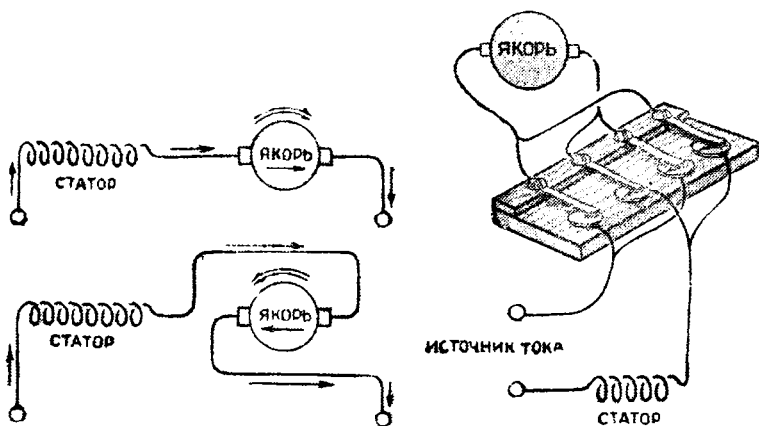


Рис. 69. Слева — схема изменения направления вращения якоря, справа — простейшая конструкция переключателя.

изменения направления вращения ротора достаточно поменять местами присоединение проводов от щеток. Практически это осуществляется обычно так: выводят отдельно два провода обмоток статора и два провода от щеток; эти провода присоединяют к доске переключения прямого и обратного хода, на которой находится двухполюсный переключатель или другое какое-нибудь приспособление.

Можете воткнуть в деревяшку четыре кнопки, укрепить над ними четыре плоские пружины (обрезки пружин от больших часов) и, нажимая то одну, то другую пару пружин, получать прямой и обратный ход мотора (рис. 69, справа).

На рисунке 70 дана схема соединений с переключением двухполюсным рубильником. Провода от источника тока и от обмотки статора присоединяются к ножам рубильника, провода от якоря — к зажимам. На схеме стрелками показаны ножи, кружками — зажимы.

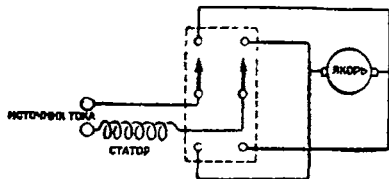


Рис. 70. Схема переключения двухполюсным рубильником.

Совсем нетрудно придумать приспособление, автоматически переключающее мотор, когда модель доходит до конца линии.

Якорь новой конструкции

Якорь — обычно самая сложная для изготовления часть мотора. Для наших моторов мы изготовляли якоря из полосок жести, но в таких якорях количество железа недостаточно, и из-за этого моторы работают хуже. Якоря многих настоящих машин собираются из штампованных кружков с вырезами, но юному технику такое дело не под силу. Как же быть?

Мы попробуем сделать якорь так, как он еще никогда не делался: пустой железный якорь набить обрезками железной проволоки, гвоздями, железными опилками. Попробовали и получили замечательный результат: мотор работает отлично. Якорь такой конструкции легко изготовить

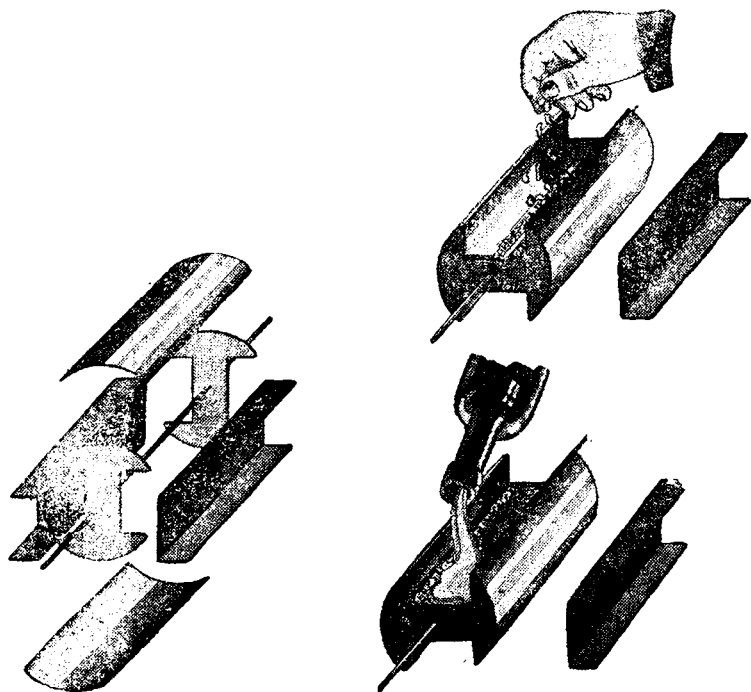


Рис. 71. Набивной якорь.

любого диаметра, любой длины, любой формы. Форма нашего якоря—так называемая двух-Т-образная (рис. 71).

К двум очень тщательно вырезанным «щекам» припаиваются два полукруга. Затем впаивается П-образная часть. Получается не закрытая еще коробочка якоря. В эту коробочку набиваются обрезки мягкой железной проволоки по длине якоря и заливаются каким-нибудь лаком. Затем якорь нужно хорошенько потрясти, чтобы проволока плотно улеглась. Когда будут заполнены все уголки, можно закончить коробочку, припаяв вторую П-образную часть.

Если все сделать аккуратно, якорь будет работать так хорошо, что мало кто догадается, каким способом он изготовлен. Получается полное впечатление массивной точеной детали.

Готовый якорь покрывается лаком, вырезы оклеивают-

ся бумагой и обматываются медной эмалированной проволокой диаметром 0,5—0,6 мм. С каждой стороны оси наматывается по 100 витков — всего, значит, 200 витков.

По такому же способу можно изготовить якорь с любым количеством полюсов.

На ось надеваются два кружочка — «щеки» соответствующего диаметра с вырезами по количеству полюсов (на рисунке 72 показана трехполюсная «щека»). По ширине якоря вырезается полоска из жести такой длины, чтобы из нее можно было свернуть трубку, равную диаметру «щеки». Аккуратно надвиньте трубку на «щеки», обкрутив сверху какой-нибудь проволокой или ниткой, чтобы края цилиндра плотно прилегали к «щекам». Места соединения как следует пропаяйте. Остается прорезать ножницами цилиндр в местах пазов. Затем нарежьте узкие полоски жести по длине якоря, а шириной — по длине кромки паза. Полоска сгибается по форме паза, закладывается в него и пропаявается. Для того чтобы потом можно было набить якорь железом, один паз не закрывайте. Теперь набейте якорь обрезками мягкой железной проволоки, залейте лаком, заложите последнюю пластинку в паз и пропаяйте.

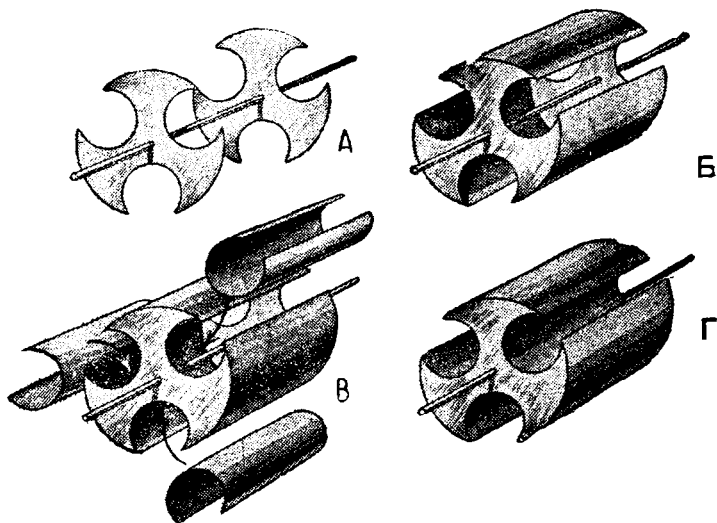


Рис. 72. Последовательность изготовления пятиполюсного набивного якоря.

Остается только отбалансировать якорь. Для этого положите его концами осей на ребра двух ножей, держа их в одной руке, или на контрольный станочек, изображенный на рисунке 36.

Если одна сторона якоря будет перевешивать, осторожно просверлите в «щечке» противоположной стороны небольшое отверстие и забейте в него несколько кусочков проволоки. После того как якорь уравновесится, отверстие запаяйте.

Самодельный трансформатор

Больше ста лет назад знаменитый английский ученый Майкл Фарадей сконструировал прибор, который представлял собой прообраз первого в мире трансформатора.

Трансформатором он тогда не назывался — так его называли через несколько десятков лет, — а свой прибор Фарадей сделал для опытов с индукцией электрических токов.

Дело было так. 24 ноября 1831 года Фарадей представил Королевскому обществу доклад, который назывался «Опытные исследования по электричеству».

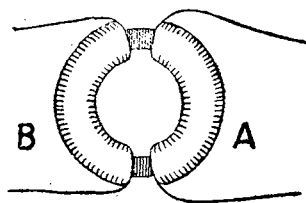


Рис. 73. Кольцо Фарадея.

Это был замечательный доклад. Фарадей открыл то, что сейчас называется электромагнитной индукцией и что дало возможность изобрести динамо-машину, а затем и электродвигатель — электромотор. В докладе Фарадея было описано множество опытов и между ними вот какой.

Из мягкого круглого пруткового железа Фарадей свернул кольцо (рис. 73) и намотал на него две катушки — *A* и *B*. Медная проволока катушек была хорошо изолирована. К концам катушки *B* Фарадей присоединил гальванометр. В тот момент, когда к концам катушки *A* была присоединена батарея элементов, стрелка гальванометра на мгновение резко отклонилась. Это было удивительно: ведь провода батареи никак не соединялись с обмоткой гальванометра, и катушки *A* и *B* не были соединены ни между

собой, ни с железным кольцом. Фарадей разомкнул цепь батареи, и успокоившаяся было стрелка гальванометра снова на мгновение резко отклонилась, но теперь уже в другую сторону.

Сколько раз ни включал и ни выключал Фарадей батарею, стрелка в эти моменты всегда резко отклонялась, а потом возвращалась в прежнее положение. Стрелка отклонялась только в моменты включения и выключения тока. Тогда не был еще известен переменный ток, каким мы пользуемся дома.

Ток городской сети непрерывно меняется. Значит, если мы его подведем к одной из обмоток кольца Фарадея, во второй обмотке будет непрерывно индуцироваться ток.

С помощью кольца Фарадея наш городской ток можно трансформировать — преобразовывать его напряжение и силу; поэтому прибор Фарадея впоследствии был назван трансформатором. В трансформаторе две обмотки; к концам первой мы подводим одно напряжение, а на концах другой, намотанной поверх или рядом с первой, получаем другое напряжение.

Попробуйте проделать такой интересный опыт. Вырежьте из жести 50—60 полосок длиной по 90 мм и шириной 20 мм. Сложите их вместе и туго оберните бумагой. На эту пачку полосок приклейте поверх бумаги две картонные «щеки» на расстоянии 60 мм одна от другой. Намотайте на полоски 1500 витков медной изолированной проволоки диаметром 0,2 мм. Концы обмотки выведите толстыми проводами для включения в осветительную сеть.

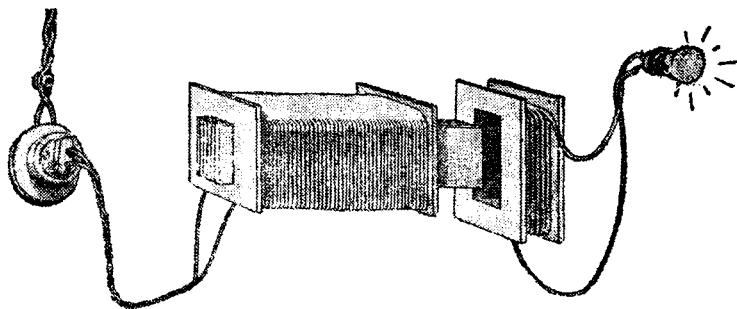


Рис. 74. Опыт с лампочкой.

Сделайте еще одну катушку в 150 витков провода диаметром 0,5—0,6 мм. Отверстие в этой катушке должно быть таким, чтобы она легко надевалась на сердечник первой катушки тонкого провода.

К концам второй катушки присоедините лампочку карманного фонарика, а первую катушку включите в осветительную сеть (рис. 74). Только не держите эту катушку включенной в сеть продолжительное время: она очень сильно нагревается, и проволока может перегореть.

Если поднести катушку с лампочкой к катушке, включенной в сеть, произойдет замечательное явление: волосок лампочки станет накаляться и наконец засияет белым светом. Это — индукция. Переменный ток первой катушки возбудил переменный магнитный поток, который создал переменный ток во второй катушке. Это — трансформатор. Так мы можем трансформировать — преобразовывать — переменный ток в зависимости от того, сколько витков намотано на катушки. Если на второй катушке меньше витков, чем на первой, напряжение на ее концах будет во столько раз меньше, во сколько раз меньше витков на ней.

У нас на первой катушке 1500 витков, а на второй 150 — в десять раз меньше. Значит, если к первой катушке подведено напряжение в 120 вольт, на концах второй получится в десять раз меньше — всего 12 вольт.

Но так можно рассчитывать только в том случае, если первичная и вторичная обмотки намотаны очень близко одна к другой и если толщина проволоки одна и та же. Часть энергии теряется еще по некоторым другим причинам, и поэтому в нашем опыте во вторичной обмотке получается значительно меньше 12 вольт.

При изготовлении трансформатора можно сделать вторую катушку с большим числом витков, чем в первой; тогда напряжение на ее концах будет больше. Если на вторую катушку намотать 6000 витков, она даст напряжение в 480 вольт.

Вот какой замечательный прибор трансформатор!

А зачем нужны трансформаторы?

Дело в том, что при прохождении по проводам тока они нагреваются. И чем тоньше провод, тем легче току его нагреть. Но чем выше напряжение (вольты) и чем меньше сила тока (амперы), тем меньше нагреваются провода. От городской электростанции расходится сеть проводов по го-

роду. Чтобы не терять даром много электрической энергии, нужно или делать провода очень толстыми, а это дорого, или передавать энергию на высоком напряжении, а это опасно для жизни людей. Кроме того, очень высокое напряжение трудно использовать для накаливания нитей электрических лампочек и для приведения в движение электромоторов. Тут и пришли на помощь трансформаторы.

Электрические станции дают ток высокого напряжения (несколько тысяч вольт) во все концы города. В разных местах города стоят трансформаторы и преобразовывают высокое напряжение в удобное для использования низкое напряжение. От трансформаторов идут не очень длинные провода. Ток по ним течет сравнительно небольшой, и энергии теряется немного. И экономно и удобно.

Трансформированный уже ток, которым мы пользуемся дома, можно еще сколько угодно раз трансформировать.

Нам для наших электромоторов нужно напряжение в 4—8—12 вольт. Его нетрудно получить с помощью самодельного трансформатора (рис. 75).

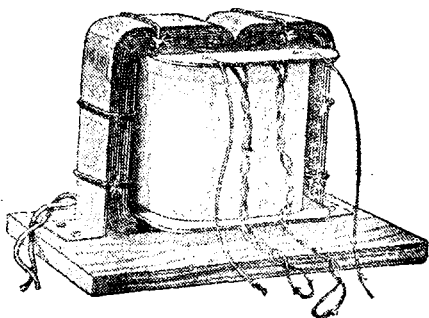


Рис. 75. Самодельный трансформатор.

Сердечник трансформатора сделайте из жести или кровельного железа. Заготовьте 80 полосок жести длиной по 28 см и шириной 2,5 см. На деревянном бруске склейте прочную катушку с внутренним отверстием 2,5×2,5 см и длиной 7 см. На эту катушку намотайте 800 витков провода диаметром 0,25 мм. К этой обмотке мы подведем городское напряжение, поэтому изоляция ее должна быть очень хорошей, лучше всего двойной, марки ПБД или ПШД. Концы обмотки выведите через «щеки» катушки осветительным шнуром.

На эту первичную обмотку намотайте вторичную. Нам нужно получить напряжение в 4—8—12 вольт. Значит, если напряжение городской сети 120 вольт, количество витков вторичной обмотки должно быть в 30, 15 и 10 раз

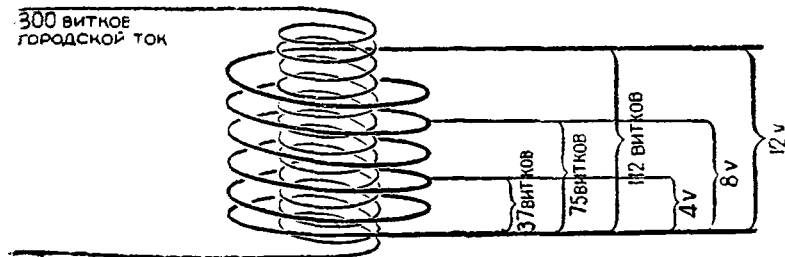


Рис. 76. Схема трансформатора.

меньше первичной — 27, 54 и 80 витков. Если напряжение городской сети 220 вольт, лучше, не изменяя числа витков вторичной обмотки, увеличить вдвое количество витков первичной: намотать не 800, а 1600 витков проводом 0,2 мм, при этом немного увеличив размеры катушки.

Но, изготавливая трансформатор, при расчете вторичной обмотки нужно учесть, что вместо специального трансформаторного железа мы применяем жести от консервных банок, не очень аккуратно делаем обмотки и в результате не получаем расчетной величины напряжения. Поэтому лучше увеличить количество витков во вторичной обмотке и намотать 37, 75 и 112 витков. Конечно, не нужно мотать отдельно 37, 75 и 112 витков, достаточно намотать всего 112 витков и сделать отводы от 37-го и 75-го витков. Тогда, если мотор присоединим к первой части обмотки, а остальную оставим свободной, мы получим на нем напряжение в 4 вольта; если включим до отвода 75-го витка, получим 8 вольт; включение всей вторичной катушки даст нам 12 вольт (рис. 76).

Эта обмотка должна давать большой ток низкого напряжения. Тонкий провод при прохождении по нему большого тока нагревается, поэтому вторичную обмотку нужно намотать проводом диаметром не меньше 0,8 мм; лучше всего взять провод диаметром 1,2 мм.

Когда будете мотать первичную обмотку, через каждые несколько рядов прокладывайте ленту парафинированной бумаги во всю ширину катушки. Это улучшит изоляцию. Всю первичную обмотку оберните двумя-тремя слоями бумаги и уже поверх нее мотайте вторичную.

В готовую катушку вставьте заготовленные жестяные или железные полоски — столько, сколько удастся вогнать.

Катушка должна быть туго набита. Половину полосок загните на правую сторону, половину на левую. Чтобы в месте соединения не получилось утолщения, сведите полоски встык, но стыки делайте в разных местах (рис. 77). Излишки полосок срежьте.

Получше сожмите полоски и в нескольких местах туго перевяжите крепкой ниткой или изоляционной лентой. Если полоски не будут плотно прижаты друг к другу, во время работы

трансформатора они будут дрожать и гудеть. Для лучшей работы трансформатора полезно сначала отжечь (нагреть докрасна, а затем медленно остудить) полоски сердечника, а затем покрыть их лаком или оклеить папиросной бумагой с одной стороны.

Готовый трансформатор укрепите на доске, провода вторичной обмотки подведите к трем клеммам с надписями: «4—8—12 вольт», а концы первичной выведите осветительным шнуром с вилкой на конце.

Во время работы трансформатор немного нагревается. Не обращайтесь на это внимания — все равно трансформатор хорошо работает. Конечно, если трансформатор так сильно нагревается, что изоляция обмоток начинает дымиться, это плохо. Значит, где-нибудь повреждена изоляция проводов. Придется разобрать трансформатор, тщательно осмотреть изоляцию проводов и снова намотать.

Если все сделаете аккуратно, сможете безопасно пользоваться городской сетью, не боясь того, что перегорят пробки и квартира останется без света. Трансформатор — прекрасный аппарат для питания самодельных электромоторов и проведения многих электротехнических опытов.

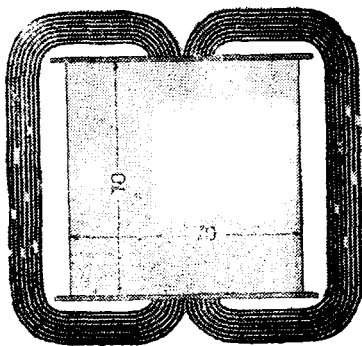


Рис. 77. Конструкция сердечника.

Одноцилиндровые паровые машины

В современных паровых машинах пар впускается в цилиндр то с одной, то с другой стороны поршня. Это машины двойного действия. Сделать такую модель довольно трудно, потому что стержень (шток) поршня проходит сквозь одну из крышек цилиндра и нужно все так точно изготовить, чтобы вокруг штока не было щелей, пропускающих пар.

В наших моделях паровых машин пар впускается только с одной стороны поршня. Такая упрощенная одноцилиндровая машина может прекрасно двигать разные модели.

Котел (рис. 78) для нее можно сделать из двух консервных банок. Запаять отверстие банки трудно, и это плохо получается. Лучше сделайте так: от одной банки отрежьте закатанный ободок с той стороны, где она открыта, от другой такой же банки отрежьте дно, оставив бортик шириной примерно 1 см.

Вставьте дно с бортиком в банку с отрезанным ободком, хорошо пропаяйте вокруг — и готов прочный котел.

На крышке его нужно сделать два отверстия: одно, завинчивающееся пробкой, — для наливания воды, другое — для подачи пара в машину.

Водоналивное отверстие (рис. 79, а) лучше всего завинчивать гнездом от радиоприемника или от старого штепселя. К крышке котла припаяйте гайку гнезда. В головку гнезда впаяйте проволочное кольцо: им будет удобно завинчивать гнездо. Когда будете впаивать кольцо, запаяйте совсем отверстие.

На гнездо наденьте свинцовую шайбу толщиной 2—3 мм; ее можно сделать из пловбы, расплюсченной молотком. Часто ставят кожаные или резиновые шайбы, но они работают гораздо хуже свинцовых. Свинцовая совершенно плотно закрывает отверстие и служит очень долго. Ее только нужно несколько раз сильно привинтить гнездом, тогда свинец плотно приляжет к гайке.

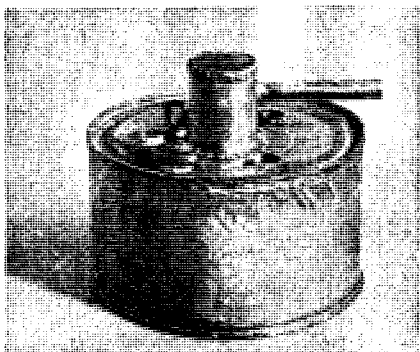


Рис. 78. Фото. Простой котел из консервной банки.

Если в котел просто впаять трубку для отвода пара, в нее пойдет «мокрый» пар: вода в котле сильно бурлит, брызги влетают в трубку и попадают в цилиндр. Вода быстро расходуется, и машина во время работы брызгает. Лучше сделать иначе: устроить сухопарник, как во всех настоящих котлах.

Спаяйте из жести маленький цилиндр (рис. 79, б) диаметром 25 мм и высотой 30 мм. Цилиндр должен быть прочным. Его крышку нужно не просто приложить и припаять, а сделать иначе: вырезать кружок диаметром на 6 мм больше диаметра цилиндра, надрезать его вокруг на 3 мм, загнуть концы и надеть на цилиндр. Теперь, если припаять крышку, пар ее не сорвет. Сбоку под крышкой впаяйте в цилиндр жестяную трубку диаметром 7—8 мм и длиной 60—70 мм. Цилиндр тоже надрежьте вокруг, разогните «лепестки» и припаяйте его к крышке котла. В котле под цилиндром должно быть отверстие. Через это отверстие пар и брызги воды попа-

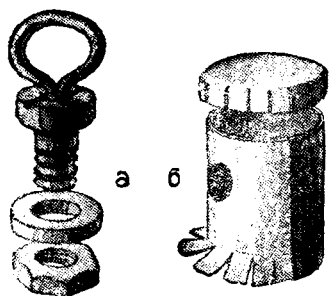


Рис. 79. Пробка водонепроницаемая (слева) и сухопарник.

Спаяйте из жести маленький цилиндр (рис. 79, б) диаметром 25 мм и высотой 30 мм. Цилиндр должен быть прочным. Его крышку нужно не просто приложить и припаять, а сделать иначе: вырезать кружок диаметром на 6 мм больше диаметра цилиндра, надрезать его вокруг на 3 мм, загнуть концы и надеть на цилиндр. Теперь, если припаять крышку, пар ее не сорвет. Сбоку под крышкой впаяйте в цилиндр жестяную трубку диаметром 7—8 мм и длиной 60—70 мм. Цилиндр тоже надрежьте вокруг, разогните «лепестки» и припаяйте его к крышке котла. В котле под цилиндром должно быть отверстие. Через это отверстие пар и брызги воды попа-

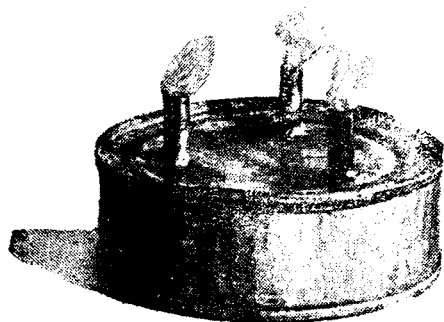


Рис. 80. Фото. Спиртовка из консервной банки.

дут в сухопарник, но в трубку им никак не попасть: по ней пойдет только «сухой» пар. Вместо того чтобы спаивать цилиндр, можете припаять к котлу наперсток и вывести трубку из него.

На этом котле предохранительный клапан делать не нужно: если отверстие для впуска пара в машину всегда открыто, котел и так не взорвется.

Нагревать котел можно разными способами: можно просто ставить на примус или даже на кухонную плиту, если машина должна приводить в движение стационарные — где-нибудь постоянно установленные — модели; если же машина ставится, например, на модель парохода, придется сделать спиртовку (рис. 80); ее можно соорудить так же, как и котел.

От одной консервной банки отрежьте дно с бортиком в 30 мм, а от другой — с бортиком в 10 мм. Широкий бортик надрежьте в шести-семи местах и немного разогните, чтобы можно было вставить второе дно. В этом дне проткните три отверстия диаметром 6—7 мм и вставьте в них жестяные трубки. В трубки заложите вату, и спиртовка готова. Спаивать части спиртовки не нужно — она и так хорошо работает.

Ко дну котла припаяйте три ножки из толстой проволоки (рис. 81). Налейте в котел воды, в спиртовку немного спирта и испытайте, не пропускает ли где-нибудь котел.

Если все в порядке, можете браться за изготовление машины.

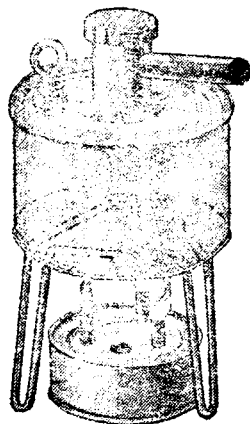


Рис. 81. Простой котел со спиртовкой.

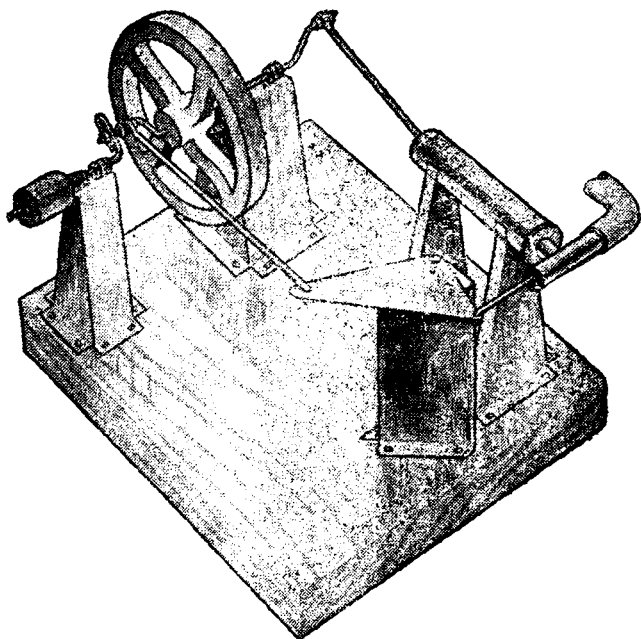


Рис. 82. Одноцилиндровая паровая машина.

Общий вид нашей машины показан на рисунках 82 и 83, а схемы действия ее — на рисунке 84. Это машина с золотниковым распределением пара, но золотник не коробчатый, как во многих настоящих машинах, а поршневой. Его сделать гораздо проще, а работает он не хуже.

Пар из котла подается в трубку золотника 1 (рис. 84).

В этой трубке ходит поршень 2, насаженный на шток 3.

В том положении золотника, которое показано на левом рисунке, пар проходит по коротенькой трубочке 4 в цилиндр 5 и толкает поршень 6. Шатун 7 поршня толкает кривошип 8 вала 9. На вал насажено маховое колесо 10. Вал с колесом поворачивается, и второй кривошип 11 толкает тягу 12. Тяга поворачивает треугольник 13, который толкает шток 3 поршенька золотника.

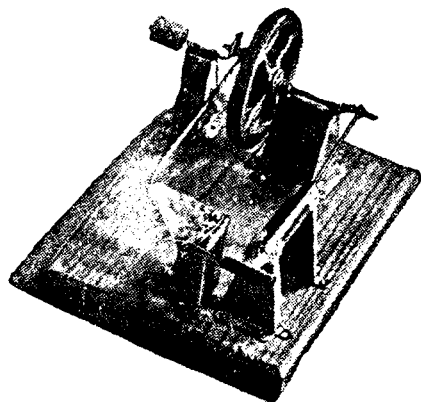


Рис. 83. Фото. Одноцилиндровая паровая машина.

Если бы не было махового колеса, машина остановилась бы. Но тяжелое маховое колесо разгоняется от резкого толчка шатуна, поворачивается по инерции дальше и, передав движение штоку золотника, передвигает его вправо, закрывая этим подачу пара в цилиндр. Но и теперь машина не останавливается. Маховик заставляет золотник передвинуться еще больше вправо и открыть выход пара из цилиндра (правый рисунок). Кажется,

теперь машина обязательно должна остановиться. Нет, маховик все еще вращает вал, кривошип 8 передвигает поршень вниз, кривошип 11 тянет тягу 12, поворачивается треугольник 13, и поршень 2 золотника идет влево. Тут пар из котла снова попадает в цилиндр и снова толкает поршень. Маховое колесо еще сильнее разгоняется, и машина работает без перерыва. Тяжелое маховое колесо смягчает толчки поршня и заставляет вал вертеться довольно плавно.

Самое важное при изготовлении машины — очень точно сделать все части. Если плохо сделан коленчатый вал, например золотник будет не вовремя впускать и выпускать пар из цилиндра, машина будет работать еле-еле.

Цилиндр машины (рис. 85, а) сделайте из старого патрона от револьвера «наган». Капсюль выбейте гвоздем изнутри. Патрон внутри хорошенько вычистите самой мелкой шкуркой. Конец патрона немного расширьте: он обычно сужается для пули. Если не найдете патрона, подыщите медную трубку с внутренним диаметром 8 мм и отрежьте от нее 37-миллиметровый кусок. Спаивать цилиндр из жести нельзя: он получается неровным, со швом по всей длине, и поршень плохо ходит в нем.

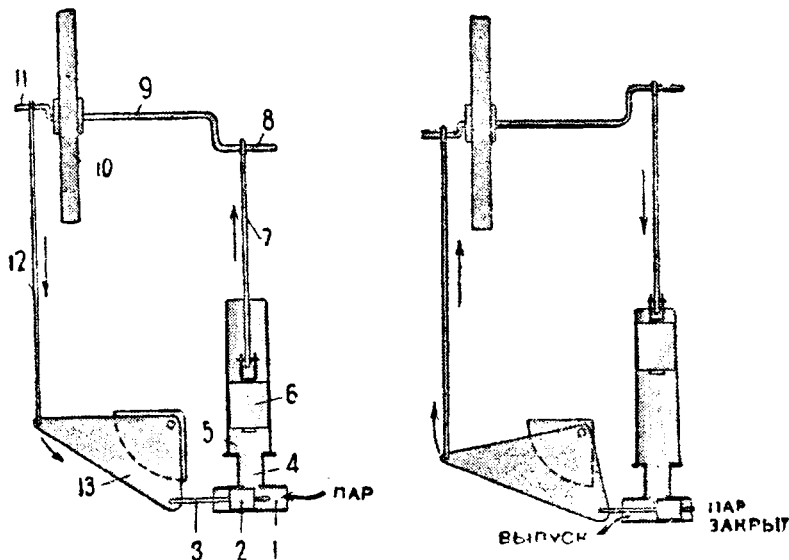
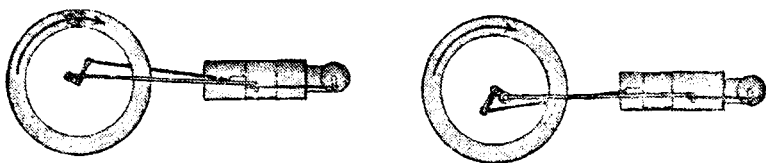


Рис. 84. Наверху — схема работы одноцилиндровой машины (вид сбоку), внизу — вид машины сверху: 1 — трубка золотника, 2 — поршень золотника, 3 — шток золотника, 4 — соединительная трубочка, 5 — цилиндр машины, 6 — поршень, 7 — шатун поршня, 8 — кривошип вала, 9 — вал, 10 — маховое колесо, 11 — второй кривошип, 12 — тяга треугольника, 13 — треугольник.

Трубку для золотника лучше всего подыскать готовую. Ее диаметр должен быть 4 мм, а длина — 30 мм. Ее можно спаять самому из кусочка жести длиной 30 мм и шириной 13 мм. Аккуратно сверните жечь на гвозде и спаяйте встык (рис. 85, б).

В середине трубки пропилите круглым напильником отверстие диаметром 3 мм. Это отверстие не обязательно должно быть точно круглым: все равно оно закроется соединительной трубкой. Диаметр соединительной труб-

ки — 4 мм, а длина ее — 5—6 мм. Выпилите в ней полу-
круг, чтобы она точно приходилась к трубке золотника.

Сначала припаяйте соединительную трубку к цилиндру, затем привяжите тонкой проволочкой трубку золотника и медленно припаявайте ее узким паяльником. Если расплавится олово в месте соединения с цилиндром, это не страшно: проволока не даст трубке отскочить.

Когда припаяете, проверьте, не затекло ли олово внутрь золотниковой трубки, и если оно туда попало, осторожно выскребите шкуркой, наведенной на гвоздь.

Поршень цилиндра (рис. 85, в) соберите на гонком гвоздике длиной 10—12 мм. Сначала приготовьте две жестяные шайбочки диаметром 7 мм, полосу жести длиной 10 мм и шириной 3 мм и деревянный цилиндрик диаметром 6 мм. Этот цилиндрик нужно сделать очень точно.

Вырежьте из доски кубик со стороной 8 мм; волокна дерева должны идти по высоте кубика. Проткните его по середине шилом такой же толщины, как и гвоздик, заготовленный для сборки. Когда проткнете, осторожно обрежьте кубик вокруг до тех пор, пока не сделаете из него цилиндрик нужного диаметра. Теперь можете собрать поршень. Наденьте одну шайбу на гвоздик до шляпки, затем наденьте цилиндрик и вторую шайбу. В заготовленной жестяной полоске проткните три отверстия: одно в центре и два по краям. Средним отверстием наденьте ее на гвоздик после второй шайбы и припаяйте. Выступающий конец гвоздя откусите кусачками и загните концы полоски вверх. Получился П-образный хомутик для присоединения шатуна.

Шатун (рис. 85, г) выгните из железной проволоки толщиной 1,5 мм. Длину проволоки рассчитайте так, чтобы, когда загнете оба ее конца петельками, между центрами петелек получилось 50 мм.

Один конец шатуна вставьте в хомутик поршня; сквозь дырочки хомутика проденьте кусочек проволоки и слегка припаяйте ее к хомутику. Шатун должен совершенно свободно поворачиваться на оси. Другой конец шатуна надевается при сборке на кривошип 8 вала.

Поршень к (рис. 85, д) золотника собирается сразу на штоке. Отрежьте кусочек полуторамиллиметровой проволоки длиной 25 мм. На конец ее наденьте две жестяные шайбочки диаметром 3 мм и припаяйте их к штоку на

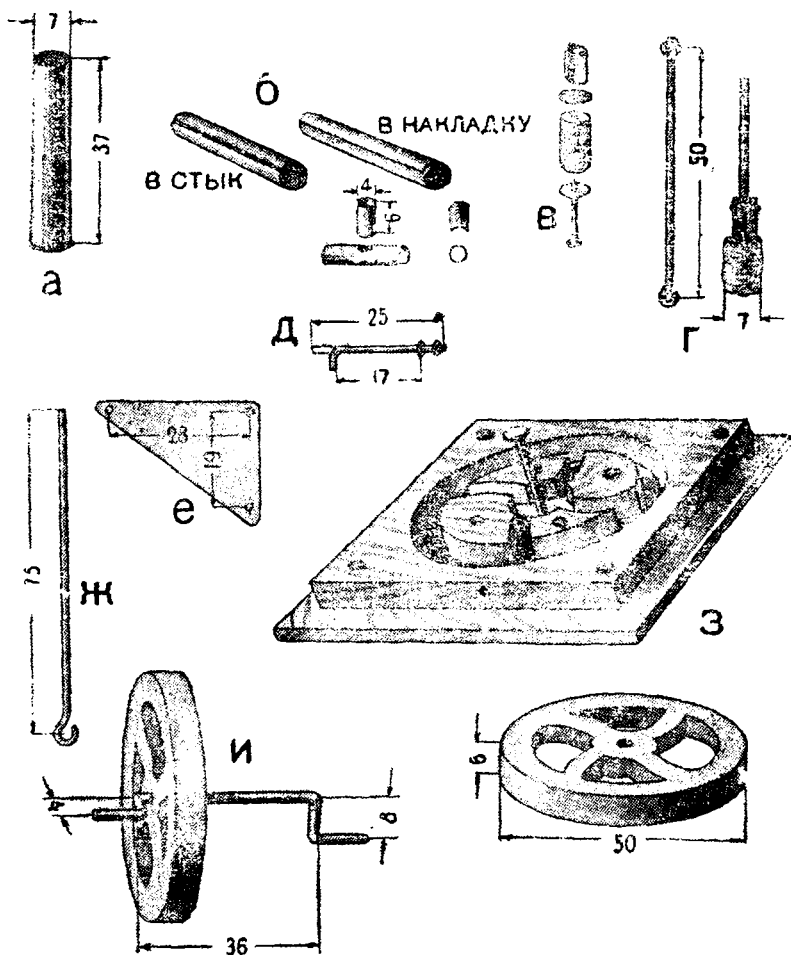


Рис. 85. Детали машины.

расстоянии 3 мм одна от другой. Между шайбочками намотайте слоями вату, пропитанную машинным маслом. Наматывайте столько ваты, чтобы поршень довольно туго ходил в трубке золотника; потом, когда он немного поработает, пойдет легче. На расстоянии 17 мм от второй шайбочки загните шток под прямым углом, оставьте конец

длиной 3 мм, а лишнюю проволоку отрежьте. Местом сгиба шток соединится с треугольником 13.

Треугольник (рис. 85, е) передает движение штоку золотника под прямым углом к тяге. Это прямоугольный треугольник, вырезанный из жести. Стороны его, образующие прямой угол, имеют длину: меньшая — 24 мм, а большая — 33 мм. В углах сделайте три отверстия; между отверстиями в правом углу и на короткой стороне — 19 мм, а на длинной — 28 мм.

Тяга треугольника (рис. 85, ж) выгибается из такой же проволоки, как и шатун поршня. С одной стороны она загибается петлей, которая наденется на кривошип 11 вала, а с другой стороны просто загибается под прямым углом, как шток золотникового поршенька. Сделайте ее длиной 75 мм, считая от центра петельки на одном конце, но загибать другой конец подождите: это сделаете при сборке машины.

Теперь займемся отливкой махового колеса. Это совсем нетрудно сделать самому. Колеса настоящих машин отливаются из чугуна или стали, но нам придется отлить из свинца, потому что чугун и сталь плавятся только при очень высокой температуре. Форму для отливки можно сделать деревянной.

Выпилите из 5-миллиметровой фанеры пять частей формы, показанной на рисунке 85, з. Прибейте их к какой-нибудь дощечке, чтобы получилось такое углубление, каким должен быть маховик. В центр забейте гвоздик такой же толщины, как и вал машины. Разведите в воде мелко растертый мел или зубной порошок, подбавьте очень немного клея и замажьте этой меловой замазкой все щели формы.

В коробочке от сапожной мази расплавьте пломбы или обрезки свинцового телефонного кабеля. Налейте расплавленный свинец немного выше краев формы. Когда свинец затвердеет, вытряхните маховик. Гвоздик, засевший в нем, покрутите плоскогубцами и выдерните. Опили-те маховик напильником и можете надевать на вал.

Коленчатый вал выгибается из 2-миллиметровой проволоки (рис. 85, и). Хороша для него велосипедная спица. Длина вала между кривошипами — 36 мм. Длина кривошипов по 10 мм, а высота колен (плечи кривошипов) разная: для шатуна поршня — 8 мм, а для тяги зо-

лотника — 4 мм. Сначала выгните кривошип золотника затем наденьте на вал маховик и тогда выгибайте второй кривошип. Поверните их один по отношению к другому так, чтобы они образовали прямой угол. Маховик припаяйте к валу у золотникового кривошипа.

Самая большая скорость, которую может развить машина, зависит от величины так называемого хода поршня: чем большее расстояние проходит поршень в цилиндре, тем тихоходнее машина. При очень маленьком плече кривошипа поршень быстро ходит вперед и назад, а при большом плече поршень проходит большее расстояние и идет медленнее. Но зато при большом ходе поршня сила машины получается большей: ведь плечо кривошипа по отношению к валу является рычагом. Чем больше рычаг-кривошип, тем легче шатуну поршня поворачивать его, значит с тем большей силой шатун вращает вал.

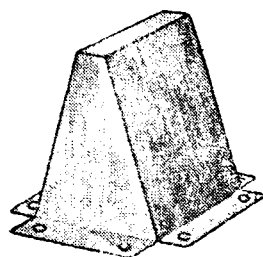
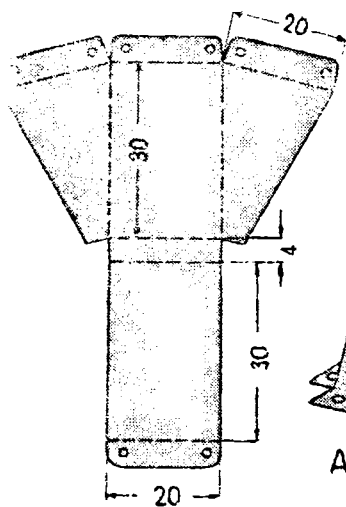
Для этой машины мы выбрали ход, равный 16 мм. Так должно быть при высоте плеча 8 мм (рис. 86). Это как раз хороший ход поршня. Машина получается сильной и такой быстроходной, что на вал ее можно надеть гребной винт какой-нибудь плавающей модели, и он будет вращаться с достаточной скоростью.



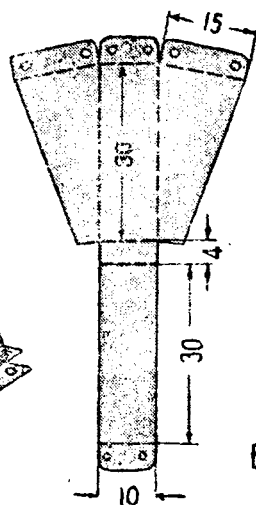
Рис. 86. Схема величины хода поршня.

Кривошип золотника так рассчитан, что ход поршенька равен примерно 5 мм. Диаметр отверстия, идущего в соединительную трубку, — 3 мм. Значит, поршеньек проходит его на 1 мм вправо и влево. Тут взят маленький запас на случай недостаточно точного изготовления всех деталей. Это так называемый расчетный ход. В машине он получается несколько меньшим, потому что петелька тяги немного качается на кривошипе и загнутые концы тяги и штока поршенька немного качаются в отверстиях треугольника.

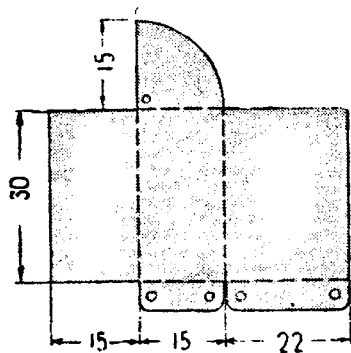
Теперь можно собрать машину. Обычно в самодельных машинах все части прибивают к деревяшкам, но лучше сделать все опоры из жести. На рисунке 87 даны чертежи жестяных фигур, из которых выгибаются опоры



A



Б



В

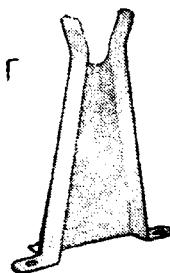
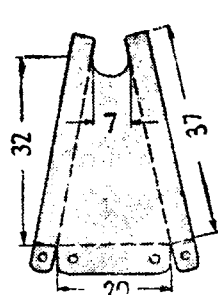
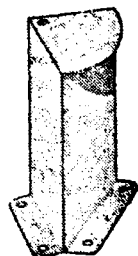


Рис. 87. Развертки опор.

главного вала *А*, добавочного вала шкива *Б*, треугольника *В* и цилиндра *Г*. Опоры обоих валов сделаны по форме трапеции. Опора треугольника — трехгранная призма с крышкой в виде четверти круга. Так нужно сделать для того, чтобы треугольник скользил по крышке опоры и не выгибался вниз. Вниз его толкает тяга золотника.

Опоры цилиндра самые простые. Они выгнуты по форме буквы *П*, или, как говорят техники, имеют сечение швеллерного железа. Все опоры прибиваются гвоздиками к дощечке длиной 120 мм, шириной 90 мм и толщиной 10—12 мм. Дощечку обязательно нужно пропарафинировать, иначе от горячего пара и воды она разбухает, выгибается и нарушает регулировку машины. Сильно нагрейте дощечку и потрите ее кусочком парафина или стеарина от свечи. Парафин расплавится и пройдет во все щели.

Прежде чем прибивать опоры к дощечке, к ним нужно припаять все части машины. Где припаять швеллерные опоры цилиндра, видно на рисунке 88, *а*. В угол крышки трехгранной опоры треугольника впаяйте гвоздик острием вверх (рис. 88, *б*). Валы, конечно, не нужно припаявать к опорам, надо припаять подшипники.

Лучше всего сделать подшипники из медной звонковой проволоки диаметром 0,8 мм или 1 мм. Оберните кусочек проволоки вокруг вала четыре-пять раз, и подшипник готов (рис. 88, *в*). Он очень хорошо держит смазку в углублениях между витками проволоки и так просто изготавливается, что проще уже нельзя придумать. Хорош он еще и тем, что когда отверстие его увеличится от работы и вал станет болтаться, подшипник легко переменить. Не разбирая машины: отпаять его с опоры, развернуть проволоку, навернуть новый кусочек, припаять — и все. Такие подшипники очень удобно ставить на все модели.

Прежде чем навертывать на вал подшипники, наденьте около маховика жестяную шайбочку, а около сгиба вала — два проволочных кольца, иначе сгиб вала будет заскакивать в подшипники. Одно кольцо, ближайшее к сгибу вала, припаяйте. Наверните на вал подшипники и можете

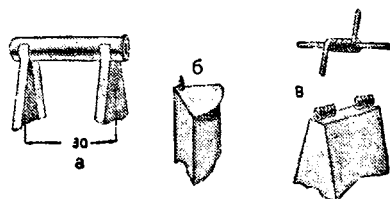


Рис. 88. Готовые опоры.

припаять их. Здесь задача.— так припаять подшипники к опорам, чтобы не спаять их одновременно с валом. Натрите вал графитом черного карандаша, слегка смажьте опоры паяльной жидкостью, раздвиньте подшипники на их места и припаяйте. К валу, покрытому графитом, олово не пристанет.

Когда припаяете оба подшипника, поверните вал несколько раз в одну и другую стороны, чтобы он пошел свободно. Олово быстро стирается, и сперва туго вращающийся вал скоро пойдет легко.

Можете пока не укреплять добавочный вал со шкивом, а собрать и испытать машину. Поставьте на дощечку опору с главным валом. Кривошип золотника должен быть сверху или снизу, а кривошип шатуна точно горизонтально. Наденьте на большой кривошип шатун поршня и поставьте на дощечку цилиндр с припаянными опорами. На меньший кривошип наденьте тягу золотника, поставьте опору треугольника, наденьте треугольник на ось и соедините с ним загнутый конец штока поршенька.

Все опоры нужно расставить так, чтобы шатун поршня пришелся посредине пальца кривошипа и точно под прямым углом к нему. Поршеньек золотника передвиньте в центр трубки (в этом положении он закрывает отверстие соединительной трубки), опору треугольника поставьте так, чтобы длинная сторона его была точно параллельна валу машины. В этом положении тяга золотника должна стать под прямым углом к валу машины, немного ближе к плечу кривошипа, чем к концу его (рис. 89). Когда правильно установите все части машины, маленькими гвоздиками прибейте опоры к дощечке.

Не забудьте, что должно остаться место для установки опоры с добавочным валом, видимым на рисунках 82 и 83.

По обе стороны петелек шатуна и тяги наденьте кольца, свернутые из медной проволоки. Такие же кольца наденьте на загнутые концы тяги штока поршенька (под треугольником) и сверху на ось треугольника. Теперь можете отрегулировать машину.

Снимите петельку шатуна поршня с кривошипа и вдвиньте поршень примерно до середины цилиндра. На паровпускное отверстие (трубка золотника) наденьте резиновую трубку, другой конец резиновой трубки возьмите в рот и резко дуньте. Если поршень вылетит из цилиндра, значит отверстие в соединительную трубку не было закры-

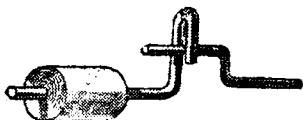


Рис. 90. Добавочный вал.

лотник. Проверьте правильность его работы при вращении маховика в разные стороны. Может быть, все дело лишь в том, что при первом пуске вы толкнули маховик не в ту сторону. Очень редко бывает, что машина отказывается работать. Правда, здесь

может быть еще одно обстоятельство: котел дает мало пара. Попробуйте зажать плоскогубцами на одну-две минуты резиновую соединительную трубку, идущую от котла к машине, и накопить пар в котле, затем отпустите плоскогубцы и одновременно подтолкните маховик. Если все части сделаны правильно, машина обязательно пойдет.

Когда проверите работу машины, можете сделать добавочный вал (рис. 90). Он выгибается из двухмиллиметровой проволоки и сделан отдельно, потому что иначе трудно соединить его с валом. Так золотниковый кривошип вращает загнутый конец добавочного вала, и если даже этот вал неточно совпадает с валом машины, кривошип незаметно передвигается в загнутой части и совсем не тормозит. Очень выгодно делать именно такое «нежесткое» соединение.

Диаметр шкива можете взять примерно 15—20 мм, а если ставите машину на модель винтового парохода, сделайте добавочную ось длинной и просто на конец ее припаяйте гребной винт.

При пуске пара эта машина не всегда начинает сама работать. Конечно, если вал стоит в таком положении, как показано на правой части рисунка 84, и пар совсем не попадает в цилиндр, машина не может пойти. Но даже если вал стоит в таком положении, как вы видите в левой части рисунка 84, все равно нужно толкнуть вал. В таком положении хоть пар и давит на поршень, но шатун поршня прямо упирается в кривошип и не может сдвинуть его. Такое положение называется мертвой точкой. Достаточно немного повернуть вал, и шатун сам сможет толкнуть кривошип.

Во время работы машины маховое колесо выводит вал из мертвых точек. Можете запомнить, в каком положении вала происходит впуск пара в цилиндр, и тогда, если установите его предварительно, как только пу-

стите пар, машина сразу заработает без подталкиваний.

На описанном простейшем котле нет крана-вентиля. Вместо вентиля можно просто зажимать плоскогубцами резиновую трубку паропровода. Очень хорошо идет машина, если зажать не надолго трубку, а затем сразу открыть ее, как мы делали при испытании машины. Пар с большой силой толкает поршень, вал машины моментально срывается с места и идет полным ходом.

Бывает, что в модели нет места для установки горизонтальной паровой машины. Тогда можно сделать ее вертикальной. И настоящие паровые машины часто делают такими.

На рисунках 91 и 92 показаны общий вид и разрез одноцилиндровой вертикальной паровой машины, собранной почти из тех же частей, что и горизонтальная; изменена только фигура коленчатого вала и иначе сделаны опоры всех частей. Добавочный вал для шкива здесь совсем не нужен, так как один конец вала не имеет кривошипа, и шкив можно насадить сразу на вал машины.

На рисунке 93, а дан чертеж жестяной фигуры.

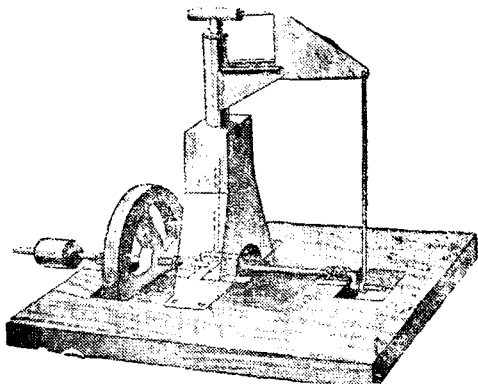


Рис. 91. Вертикальная одноцилиндровая машина.

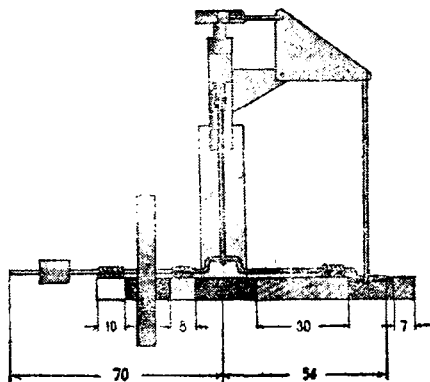


Рис. 92. Разрез вертикальной машины.

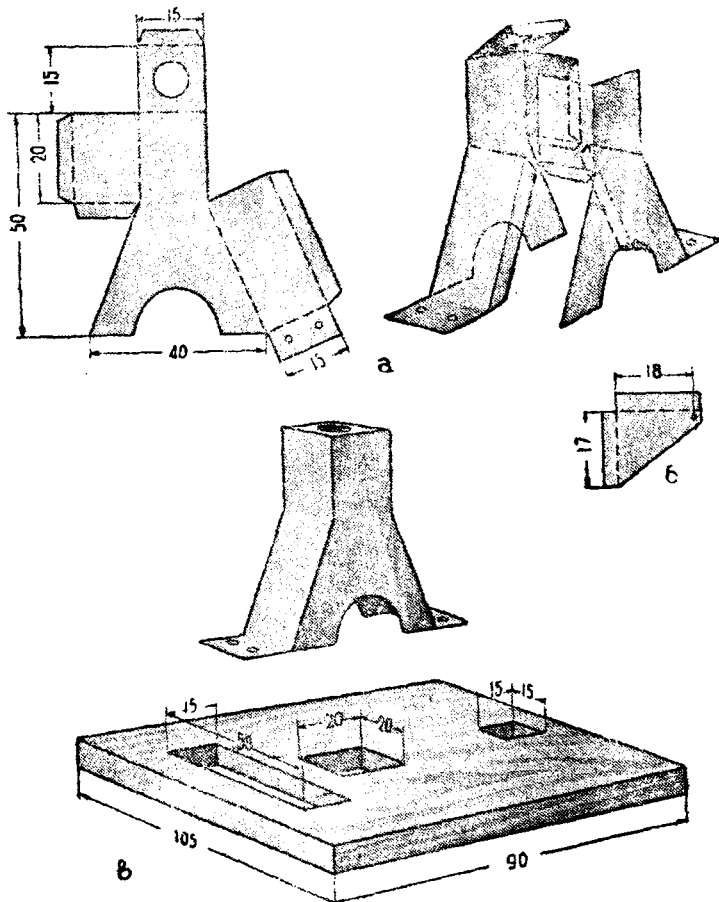


Рис. 93. Опора цилиндра, кронштейн золотника и основание одноцилиндровой машины.

Две такие части спаиваются вместе и образуют опору цилиндра. Треугольник укрепляется на жестяных кронштейнах, припаянных к цилиндру. Размеры кронштейна даны на рисунке 93, б. Верхние кромки кронштейна загнуты. Это сделано для того, чтобы придать им большую «жесткость».

Ось треугольника, передвигающего поршень золотника, должна быть припаяна не к опорам-кронштейнам, а к самому треугольнику. Между ним и кронштейнами нужно заложить проволочные кольца.

Вся машина собирается на пропарафинированной деревянной дощечке длиной 105 мм и шириной 90 мм, с тремя вырезами для маховика и кривошипов вала (рис. 93, в). Три подшипника вала (проволочные спирали) припаяваются к полоскам жести 10×15 мм, которые прибиваются к дощечке. Размеры вала даны на рисунке 92. С наружных сторон крайних подшипников на вал припаяются проволочные кольца; они не дают ему болтаться из стороны в сторону. Такие же кольца нужно припаять по обе стороны петелек шатуна и золотниковой тяги.

Жаротрубные и водотрубные котлы

Паровоз «Ракета» победил на состязаниях в 1829 году не только потому, что его строитель Джордж Стефенсон удачно сконструировал машину, — очень большое значение имела новая конструкция котла.

Со времени изобретения первой паровой машины многие изобретатели совершенствовали ее, а на котел никто не обращал внимания. Как был он «кастрюлей», так до Стефенсона «кастрюлей» и остался. Но перед Стефенсоном стояла совсем особая задача. Его котел был на колесах. Машина расходовала много пара, и в обычных установках приходилось делать большой котел. Большой котел получался очень тяжелым и перетяжелял паровоз, а при маленьком котле машина паровоза не могла долго работать. Сначала приходилось «нагонять» пар в котле: закрывать вентиль, чтобы поднять давление пара. Затем открывали вентиль; машина работала, но вскоре останавливалась: пара опять не хватало. Машинист снова «нагонял» пар, опять паровоз шел и снова останавливался. На такой машине далеко не уедешь.

Котел «Ракеты» Стефенсона был устроен иначе. От топки вдоль всего котла шли трубы. Спереди паровоза все они выходили в особую коробку, из которой вверх шла дымовая труба. Нагретые газы из топки должны были пройти по трубам внутри котла и только тогда попадали

в дымовую трубу. Таким образом топка нагревала сразу всю воду.

В таком котле очень сильно увеличилась, как говорят, площадь нагрева. Ведь все знают, что вода в низком чайнике или в кастрюльке закипает гораздо скорее, чем в высоком кофейнике такого же объема. Это потому, что дно чайника — его площадь нагрева — гораздо больше дна кофейника. Вот и в котле Стефенсона при большой площади нагрева очень быстро шло парообразование, и машина паровоза работала без перебоев. Оказалось, что при таком котле на нагревание воды идет гораздо меньше топлива, чем при простых котлах. Для паровоза это особенно важно.

Со времени Стефенсона прошло уже около ста лет. Сейчас есть очень много различных систем жаротрубных котлов, но почти все котлы паровозов устроены примерно так же, как и у «Ракеты» Стефенсона.

В котле нашей паровой машины тоже можно сделать несколько жаровых труб. Сверните их из жести, спаяйте «внакладку», проделайте отверстия в дне и в крышке котла, вставьте трубки в котел и припаяйте к крышке и ко дну. Трубки сделайте диаметром 8—9 мм. Котел станет давать гораздо больше пара, чем раньше. Но тут вот что может случиться: если пламя спиртовок будет очень большим и пройдет в трубки, они могут распаяться наверху, там, где кончается уровень воды.

Вода при нагревании отнимает тепло у стенок котла, и температура ее медленно повышается лишь при увеличении давления. В верхней части котла воды нет, а пар легко можно нагреть до очень высокой температуры. Когда пламя лижет те места котла, где нет воды, они нагреваются до температуры плавления олова. Бывает, что от чайника, в котором налито мало воды, вдруг отваливается носик: значит, пламя прогрело места, не защищенные водой. Поэтому, когда подставите спиртовку под котел, следите за тем, чтобы пламя не попадало в трубки; пусть в них идут только нагретые газы. В настоящих котлах трубы не припаивают, а приклепывают или приваривают к стенкам котла, поэтому там нечему расплавиться.

Самодельные котлы часто выходят из строя потому, что не видно, когда в них выкипела почти вся вода. Совсем нетрудно сделать самому водомерное стекло.

Достаньте толстостенную стеклянную трубку внутренним диаметром 5—6 мм. Из жести спаяйте две трубки, изогнутые под прямым углом. Впаяйте их у дна и у крышки котла и отрежьте стеклянную трубку такой длины, чтобы она как раз входила между ними. Наденьте на стеклянную трубку два кусочка резиновой трубки, вставьте ее на место и натяните резиновые трубки на жестяные (рис. 94, а). Перевяжите места соединений прочной ниткой и можете спокойно пользоваться котлом. Только следите за уровнем воды в стекле — и котел никогда не испортится.

Если решите поставить на котел всю полагающуюся арматуру, сделайте еще вентиль и предохранительный клапан.

Самый простой вентиль можно сделать, пристроив механизм, зажимающий резиновую трубку, идущую из котла. Устройство такого вентиля показано на рисунке 94, в.

В котел впаяйте трубку длиной 10 мм и наружным диаметром 7 мм. Она должна выступать на 5—6 мм над крышкой котла. Сделайте еще одну трубку такого же диаметра, но длиной 35—40 мм. На трубку котла наденьте обрезок резиновой трубки. В эту трубку вставьте заготовленную жестяную так, чтобы она не доходила до трубки котла на 10 мм. Места соединений хорошенько перевяжите ниткой или проволокой.

Из полумиллиметровой латуни или кровельного железа сверните цилиндр диаметром 25 мм, высотой 30 мм. Этот цилиндр нельзя делать из жести: она слишком тонка. Поставьте цилиндр на крышку котла и против середины свободного промежутка резиновой трубки отметьте на нем высоту установки двух направляющих проволок. Вставьте эти проволоки поперек цилиндра на расстоянии 15 мм одна от другой.

Из такой же латуни, как и цилиндр, сверните две «губки», которые будут зажимать резиновую трубку: одна «губка» — это трубка диаметром 4—5 мм и длиной 20 мм; вторая «губка» — полутрубка такой же длины. В обеих «губках» проткните шилом отверстия, точно совпадающие с положением направляющих проволок в цилиндре. Теперь вытащите проволоки из цилиндра и вставьте их опять, надев одновременно обе «губки». Припаяйте проволоки к цилиндру и сделайте маховичок вентиля с винтом. Махо-

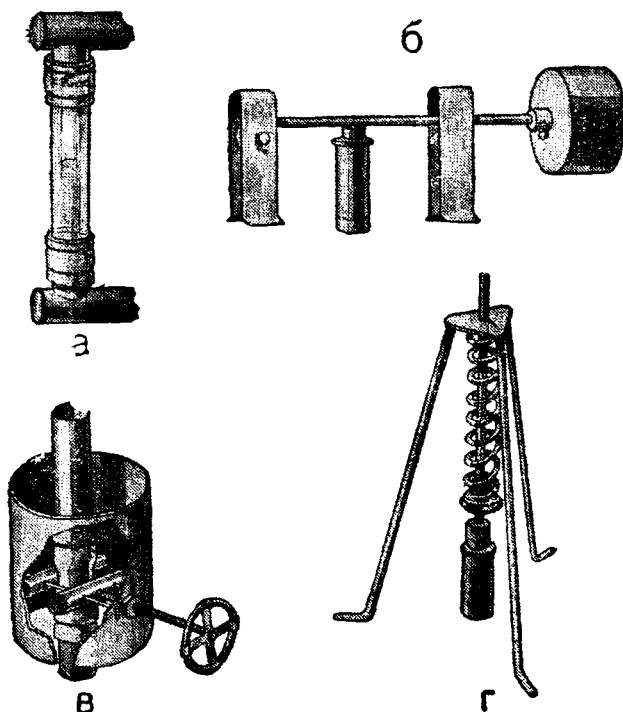


Рис. 94. Самодельная арматура парового котла.

визок сверните из проволоки и обожмите его крестообразным кусочком латуни. В центр впаяйте какой-нибудь длинный винт, а гайку винта припаяйте к цилиндру между направляющими проволоками.

Готовое приспособление наденьте на трубку котла и припаяйте цилиндр к крышке котла в двух-трех местах.

Когда будете ввинчивать винт, он передвинет на проволоках круглую «губку» и прижмет ко второй «губке» резиновую трубку котла. Когда вывинтите винт, резиновая трубка будет стремиться снова стать круглой и оттолкнет «губку» обратно.

В других конструкциях самодельных вентилей из-за неточного изготовления частей кое-где проходит пар,

а здесь этого быть не может. Сработается резиновая трубка, ее нетрудно заменить новой, и вентиль снова готов к действию.

Верхнюю трубку, на которую наденется резиновая трубка паропровода, можете прикрепить проволочкой к цилиндру вентиля.

Предохранительный клапан можно сделать рычажный или, как сейчас часто делают, пружинный.

Рычажный клапан показан на рисунке 94, б. Он так прост, что объяснять устройство его не нужно. Трубку, идущую из котла, можете сделать из патрончика мелкокалиберной винтовки, пробив снаружи дно патрончика большим гвоздем. Для пробки отрежьте кусочек пули мелкокалиберной винтовки и обработайте отверстие патрончика так, чтобы пулька плотно прилегала к нему. Рычаг выгните из толстой проволоки. Две стойки — для оси рычага и направляющую — сделайте из жести. Груз можете отлить из свинца.

Трубка и пробка пружинного клапана (рис. 94, г) — те же патрончик и пулька мелкокалиберной винтовки. Здесь надо предусмотреть возможность изменения давления пружины. Впаяйте в пульку обрезок велосипедной спицы с нарезкой, надев на нее предварительно укороченный ниппель спицы. Спица должна быть впаяна в пульку нарезным концом. Над клапаном припаяйте проволочный треножник, а на стержень пробки наденьте пружинку, свернутую из толстой балалаечной струны. Когда поднимете гайку вверх по резьбе, давление пружины увеличится; опустите вниз — давление пружины уменьшится.

Для маленькой паровой машины с цилиндром из патрона от револьвера «наган» объем котла, сделанного из консервной банки, достаточен. Но для машины с цилиндрами большего диаметра пар в таком котле образуется недостаточно быстро, и машина работает так, как в неудачных конструкциях первых паровозов, — все время приходится нагонять пар в котле. Если захотите сделать паровые машины большего размера, объем котла нужно сильно увеличивать.

Можно сделать водотрубный котел, например такой, как показан на рисунке 95. Это котел системы инженера Ярроу. Он называется водотрубным потому, что почти вся

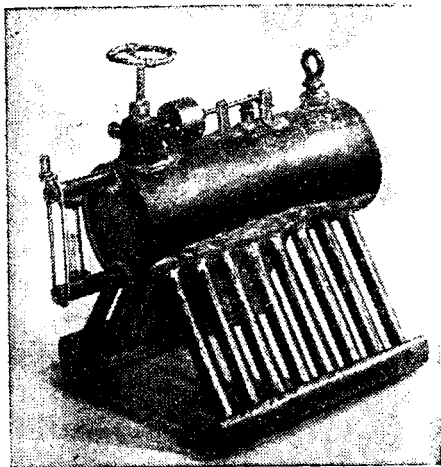


Рис. 95. Фото самодельного котла Ярроу.

вода помещается в трубах, обогреваемых горячими газами топki, и таким образом сильно увеличивается поверхность нагрева.

Еще по одной причине этот котел дает много пара: в нем очень хорошо циркулирует вода. В обыкновенной кастрюле подогревается дно, вода нагревается внизу, поднимается вверх, а навстречу ей сверху спускается более холодная. Потоки воды смешиваются, мешают друг другу, вода в котле бурлит, и много

тепла тратится зря (рис. 96).

В котле Ярроу дело происходит иначе. Больше всего нагреваются внутренние, ближайшие к огню трубки, и так как они расположены под большим углом вверх, нагретая вода легко поднимается по ним в барабан котла. Более холодная вода из барабана спускается вниз по наружным трубкам, не мешая потоку нагретой воды (рис. 97, слева). В котле Ярроу вода непрерывно циркулирует, хорошо поглощая тепло топki, и очень быстро обращается в пар.

Сделать такой котел нелегко и браться за него стоит только в том случае, если достанете цельные медные трубки подходящего диаметра. Спаивать трубки самому нельзя: они быстро дают течь и весь котел выходит из строя. Если достанете трубки и возь-

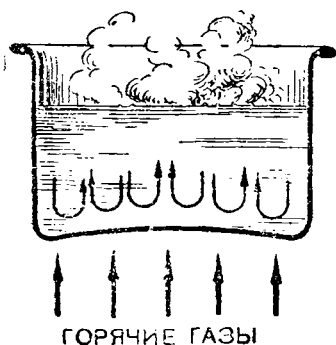


Рис. 96. Схема циркуляции воды в кастрюле.

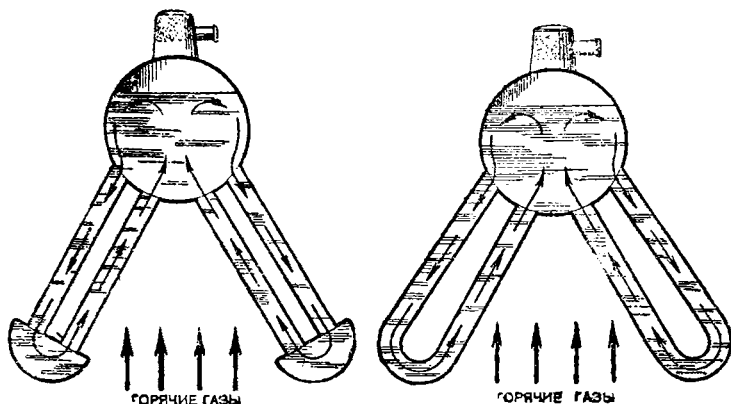


Рис. 97. Слева — схема циркуляции воды в котле Ярроу, справа — схема котла Ярроу с U-образными трубками.

метесь за изготовление котла Ярроу, обратите самое серьезное внимание на впапку трубок. Лучше всего припаивать их не снаружи, а изнутри до свертывания барабана и нижних соединительных полутрубок. Когда заложите трубки в отверстия заготовок барабана и полутрубок, оберните каждую трубку медным проволочным кольцом и залейте оловом. После впапки всех трубок сверните и спаяйте барабан котла и соединительные полутрубки. Такой способ изготовления обеспечит надежную работу котла.

Котел Ярроу можно сделать и проще. Медные трубки изгибаются в виде буквы U и обоими концами впаиваются в барабан котла (рис. 97, справа). Это дает возможность обойтись без соединительных полутрубок внизу и вдвое уменьшает число впаек.

Такой котел, даже небольших размеров, будет давать очень много пара, и его выгодно ставить на движущиеся модели, где вес котла имеет очень большое значение.

Очень хорошо работает котел Ярроу, но есть у него один существенный недостаток: на большое количество воды он получается слишком громоздким. В настоящих котлах этого недостатка нет, потому что в них все время

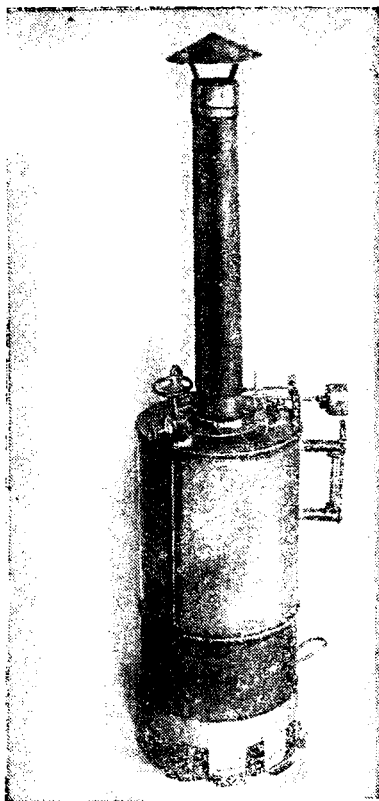


Рис. 98. Фото самодельного вертикального парового котла.

подкачивается вода, а нам в модели этого не сделать. Вместе с тем котлы, вмещающие много воды, нужны для мощных паровых машин — скажем, для двухцилиндровой машины, описанной в этой книге.

Юные техники часто делают простые паровые котлы с жаровой трубой посредине. Мы попробовали сделать такой котел больших размеров из литровой консервной банки (рис. 98), но он оказался совсем негодным: все время отпаивалась жаровая труба в месте соприкосновения ее с верхней крышкой котла.

Такие котлы маленького размера работают потому, что тяга в них значительно меньше и температура газов, доходящих до верхней крышки, ниже. А в этом котле, объемом в 1 л, никак нельзя уберечься от распайки.

Самый простой котел, емкостью в 1,5—2 л воды, мы сделали из... кастрюли (рис. 99). Этот котел обладает многими недостатками, о которых мы уже говорили, но если нагревать его на примусе, он дает столько пара, что наша двухцилиндровая машина работает полным ходом сколько угодно времени.

Пожалуй, не стоит описывать, как сделать этот котел. Ведь арматура котла уже описана, а припаять крышку к кастрюле всякий сумеет.

Если достанете большой лист латуни толщиной 0,5 мм, можете сделать очень хороший так называемый корнваллийский котел (рис. 100).

Это горизонтальный жаротрубный котел с одной большой жаровой трубой. Труба в нем помещена не в центре, а смещена в сторону и вниз, благодаря чему создается хорошая круговая циркуляция воды (рис. 100, справа). Этот котел можно нагревать спиртовкой с несколькими фитилями только у передней стенки котла; дальше огонь будет вытягиваться в трубу и омыwać всю ее. Корнваллийский котел можете сделать любых размеров, придерживаясь таких со-

отношений: диаметр жаровой трубы берется в два раза меньший, чем диаметр котла, а длина котла должна быть хотя бы в два раза больше диаметра котла. В настоящих котлах длина обычно берется в четыре-пять раз больше диаметра.

Еще лучше будет работать самодельный корнваллийский котел, если в свободную часть жаровой трубы вставить трубчатую батарею для увеличения поверхности нагрева.

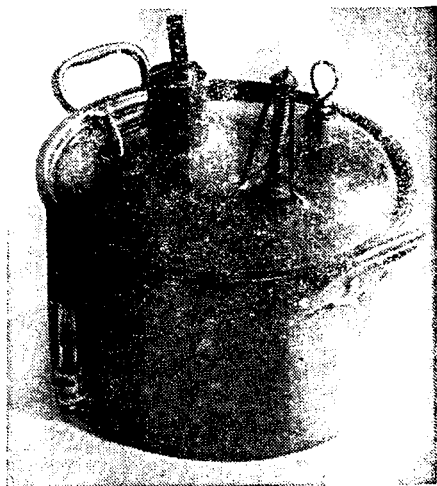


Рис. 99. Фото. Паровой котел из кастрюли.

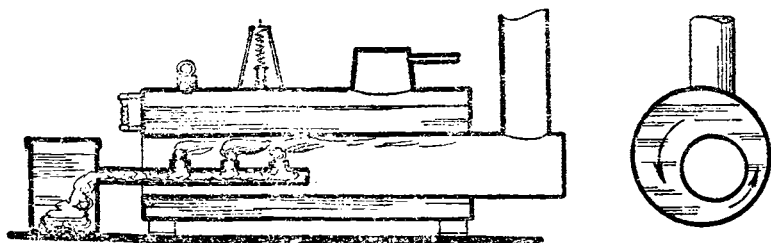


Рис. 100. Схема простого корнваллийского котла.

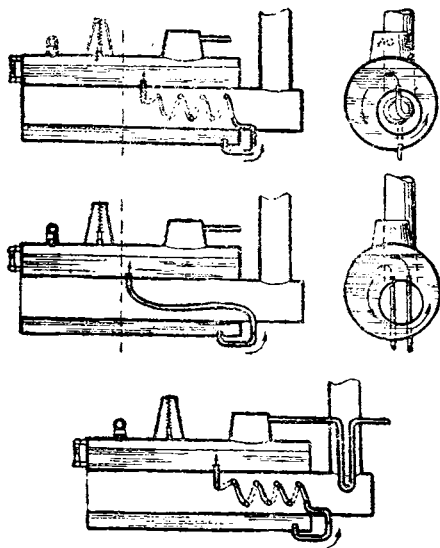


Рис. 101. Наверху — корнваллийский котел со спиралью, ниже — у котла вместо спирали две трубки, внизу — котел со спиралью и пароперегревателем.

внизу), что значительно улучшает работу котла.

Теперь вам остается только выбрать конструкцию котла, в зависимости от имеющихся материалов, и можете браться за изготовление.

Двухцилиндровые паровые машины

Одноцилиндровые машины с впуском пара с одной стороны поршня плохи тем, что в них пар работает только то время, пока вал делает половину оборота; вторую половину оборота вал вращается инерцией маховика, потом опять пол оборота работает пар, и снова маховик заставляет поршень передвинуться обратно.

Одноцилиндровые машины двойного действия — те, в которых пар впускается то с одной, то с другой стороны поршня — вращают вал в течение всего оборота. Маховику остается только переводить вал через мертвые точки и

Ее можно сделать в виде спирали, один конец которой впаян снизу котла, а другой сквозь верхнюю стенку жаровой трубы входит в котел (рис. 101, сверху).

В маленьком корнваллийском котле трубку можно не свертывать спиралью, а просто изогнуть так, как показано на рисунке 101 (в середине). Если позволит место, можно впаять рядом две такие трубки.

Выходящие из котла газы имеют еще довольно высокую температуру, и их можно использовать для перегрева пара (рис. 101,

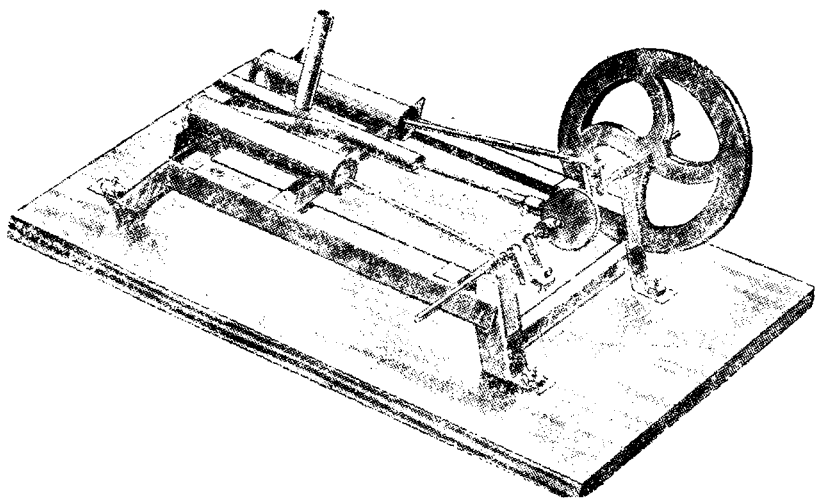


Рис. 102. Двухцилиндровая паровая машина.

сообщать ему плавный ход. Но такие машины трудно делать самому, и лучше заменить их двухцилиндровыми, с впуском пара с одной стороны поршня. В таких машинах полоборота работает один цилиндр, а полоборота — другой.

Самодельная двухцилиндровая горизонтальная машина показана на рисунках 102 и 103. Она очень похожа на одноцилиндровую, но диаметр цилиндров ее больше. Для них взяты не патроны револьвера «наган», а патроны охотничьего ружья калибра № 28. Золотник поршневой, но передвигается он не треугольником, а эксцентриком, и на штоке укреплен не один поршеньек, а два (рис. 104).

Пар впускается между поршеньками и, когда они стоят в положении, показанном на рисунке 104, а, входит в правый цилиндр, а из левого свободно выходит в атмосферу. Когда эксцентрик поворачивается в положение, которое вы видите на рисунке 104, б, пар попадает в левый цилиндр, а из правого выходит.

Если диаметр цилиндра больше, приходится увеличить толщину коленчатого вала и вес маховика. Изменяется и

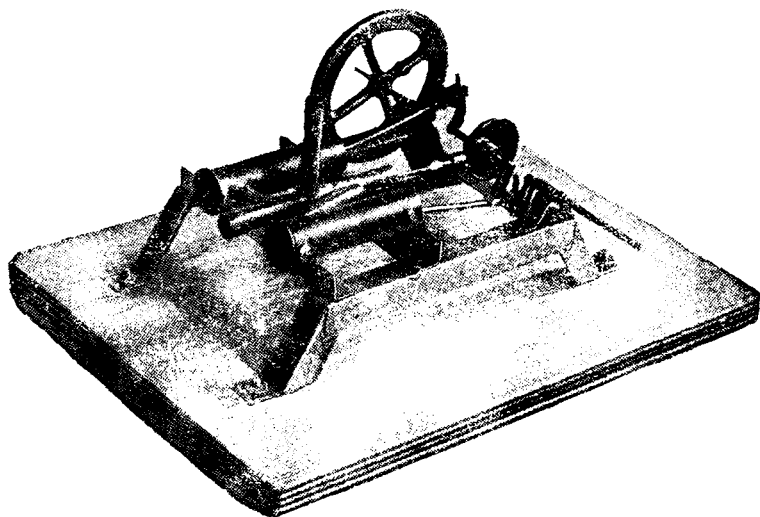


Рис. 103. Фото. Двухцилиндровая паровая машина.

расположение частей: золотник помещается между цилиндрами, и оба конца вала свободны.

Вся машина собрана не на отдельных опорах, а на так называемой ферме, изготовленной из жести. Но ферму нужно сделать, как настоящее инженерное сооружение, иначе жечь окажется слишком тонким материалом. Секрет в том, что ферма спаяна не просто из полосок жести, а все части изогнуты, как угловое железо. Конструкция получается простой, прочной и легкой. Такую ферму можно собрать из разных сортов железа, но вполне достаточен самый простой профиль — прямой угол. Такое железо техники часто называют не «угловое железо», а коротко — «уголок». Профилируя жечь, можно заменять ее деревянными частями или те части, которые должны были быть сделаны из толстого железа. В первой паровой машине вал, цилиндр и треугольник можно было поставить или на деревяшках, или на стойках толстого железа. А изогнули мы жечь, и оказалось, что она достаточно прочный материал для опор. Так же пользовались мы жечью и при изготовлении электромоторов.

Поршни, обмотанные ватой, хорошо работают в цилиндрах небольшого диаметра; здесь придется сделать их

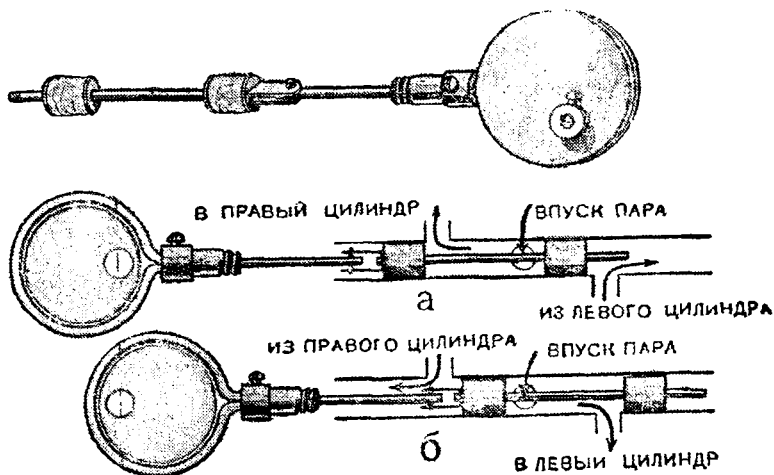


Рис. 104. Схема работы двухпоршневого золотника.

иначе. От двух ружейных патронов калибра № 28 отрежьте ободки шириной 10 мм.

Отверстия донышек патрона запаяйте и вычистите патроны изнутри мелкой шкуркой. Патроны обязательно нужно укоротить, потому что они конусные, особенно к открытым концам.

Из отрезанных ободков сделайте поршни. Прорежьте ободок напильником вдоль, сожмите и вставьте в цилиндр. Если он не войдет, распиливайте щель до тех пор, пока не подгоните точно по внутреннему диаметру цилиндра. Пусть он входит туго — после опилите. Вставьте подогнанный ободок до половины в цилиндр и вырежьте к нему крышечку, входящую внутрь (рис. 105, а). Для крышек поршней и для нескольких других мелких деталей нужно достать латунь толщиной 0,5 мм.

К каждому поршню вырежьте из латуни по два угольничка для осей шатунов. Спаять поршни — дело хитрое. Выньте из цилиндра ободок со вставленной в него крышкой и туго перевяжите тонкой проволокой, чтобы крышка не выпадала. Поставьте поршень на стол, наложите на крышку угольнички — и можете паять. Угольнички лучше наложить на крышку не отдельно один от другого,

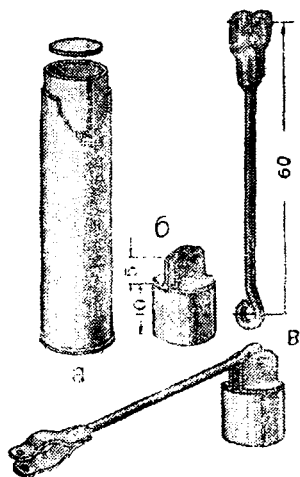


Рис. 105. Изготовление цилиндра и поршня.

а связанными тонкой проволокой с деревянной прокладкой между ними. Толщина прокладки — 1—1,5 мм.

Промажьте все места спайки паяльной жидкостью, наберите на паяльник побольше олова и сразу пропаяйте так, чтобы угольнички припаялись к крышке, а крышка — к ободку (рис. 105, б). Конечно, все части должны быть хорошо вычищены шкуркой или промыты в растворе поташа, иначе их никогда не спаять. Не снимая проволоки, стягивающей ободок, запаяйте место стыка, срежьте проволоку — и поршень готов.

Так же спаяйте поршень ко второму цилиндру и сделайте к ним шатуны.

На одном конце шатуна (рис. 105, в) — петелька, а на другом — специальный захват для шейки колена вала. В одноцилиндровой машине шатун надевался на палец кривошипа, а здесь палец закрыт плечиками с обеих сторон. К прямому концу шатуна припаяйте две полоски латуни; получится вилка, которую можно будет надевать на шейку вала. Чтобы вилка не соскакивала, на концах полосок сделайте отверстия и подгоните к ним кусочки проволоки. Заложите петельку шатуна между угольниками поршня и вставьте ось.

Теперь нужно притереть поршни к цилиндрам. Отметьте, какой поршень в каком цилиндре будет работать, и притирайте их к «своим» цилиндрам. Натрите поршень мелом, вставьте в цилиндр и продвиньте до конца. Когда вытащите, увидите, где мел стёрся, и эти места чуть-чуть опилите напильником с мелкой насечкой. Затем опять натрите поршень мелом, вставьте в цилиндр, выньте и опилите. Повторяйте это до тех пор, пока поршень не станет ходить плавно и легко. Тут нужно быть очень осторожным: если много спилите, поршень будет пропускать пар, а это сильно ухудшит работу машины. Да и пара в таких условиях на нее не напасешься.

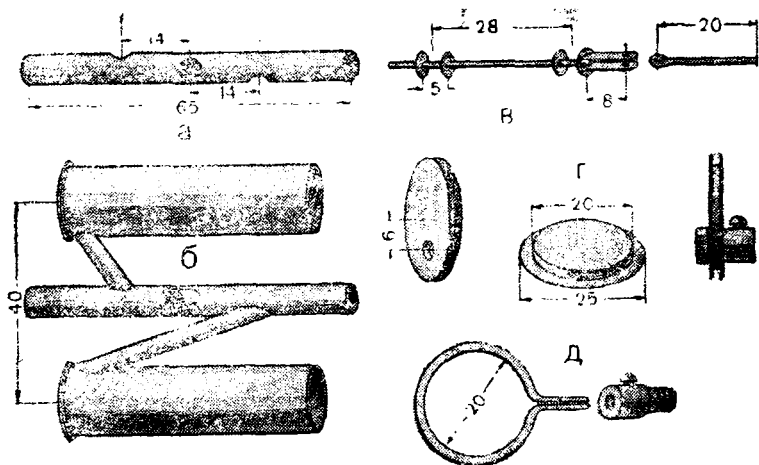


Рис. 106. Детали двухцилиндровой машины.

Для золотника спаяйте встык трубку длиной 65 мм и внутренним диаметром 6 мм. В середине трубки просверлите отверстие диаметром 4 мм. Это — отверстие для впуска пара из котла. На расстоянии 14 мм от центра этого отверстия просверлите еще два такого же диаметра, но не на одной линии с первым, а под прямым углом к нему: одно справа, другое слева (рис. 106, а). Такие же отверстия сделайте на боковых стенках у донышек цилиндров и соедините их трубками с золотником. Трубка золотника должно одинаково выступать с обеих сторон цилиндров, а расстояние между серединой одного цилиндра и серединой другого должно быть равно 40 мм (рис. 106, б). На среднее отверстие золотника припаяйте трубку диаметром 5 мм и длиной 25—30 мм.

Поршеньки золотника собираются на штоке — миллиметровой проволоке длиной 40 мм. К одному концу штока припаяйте латунную скобку для укрепления тяги эксцентрика (рис. 106, в). Скобка выгибается из полоски латуни размером 20 × 4 мм.

Поршеньки этого золотника — шайбочки с ватой между ними. Диаметр шайб немногим меньше внутреннего диаметра трубки золотника; расстояние между каждой па-

рой шайб — 5 мм; расстояние между серединами поршеньков — 28 мм.

Для того чтобы можно было регулировать положение поршеньков, а значит, впуск и выпуск пара, тягу эксцентрика нужно сделать передвижной. Вытащите из старого выключателя так называемые контакты — трубочки с отверстием для провода. Сбоку контактов есть винт, зажимающий провод, а снизу гайка, прикрепляющая контакт к выключателю (рис. 49, справа). Для тяги эксцентрика эта гайка не нужна, а для установки эксцентрика понадобится второй контакт с гайкой. Тягу выгните из миллиметровой проволоки длиной 30 мм, вставьте петельку ее в хомутик поршенька и заложите ось. Контакт понадобится после изготовления эксцентрика и вала.

Эксцентрик — это диск с бортиками (рис. 106, г). Диаметр диска — 20 мм, толщина — 1,5 мм. Если не найдете для диска подходящего материала, можете воспользоваться трехкопеечной монетой. Диаметр монеты — 22 мм; ее придется немного опилить вокруг. «Щеки» диаметром 25 мм вырежьте из латуни. Опиленную монету вставьте между «щеками» так, чтобы центры их совпали, и хорошенько спаяйте. От центра «щеки» отмерьте 6 мм и просверлите отверстие, в которое должен войти контакт от выключателя.

Расстояние от центра диска эксцентрика до центра отверстия, которым он надевается на вал, называется эксцентриситетом. Эксцентриситет нашего эксцентрика равен 6 мм. В отверстие эксцентрика вставьте контакт и крепко зажмите гайкой. Теперь винтом контакта можно будет закреплять эксцентрик на валу в нужном положении.

Остается сделать вокруг эксцентрика «шину» — хомут. Хомут выгните из полуторамиллиметровой медной проволоки по рисунку 106, д. Концы хомута войдут в отверстие контакта эксцентриковой тяги. Их нужно опилить изнутри до половины, тогда, сложенные, они образуют круглый конец. Окончательно собрать эксцентриковый механизм можно только во время сборки всей машины. Сейчас нужно сделать вал и ферму.

Лучше всего для вала найти сталь-серебрянку диаметром 3 мм. Если не достанете стали-серебрянки, найдите какую-нибудь другую прочную проволоку или вязальную спицу примерно такого же диаметра. Только проволока

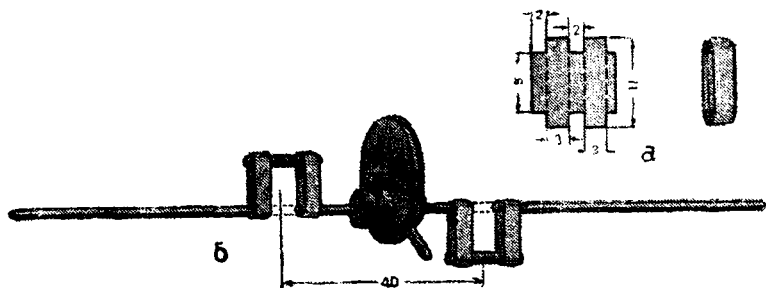


Рис 107. Изготовление двухколенчатого вала.

или спица должны быть совершенно прямыми: для вала это очень важно.

Выгибать такой вал нельзя — он получается неточным. Лучше всего отрежьте для вала кусок проволоки или стали-серебрянки длиной 150 мм и для шеек кривошипов — два кусочка по 15 мм.

Делать плечи кривошипов из толстой латуни или железа трудно; они отлично получаются из жести, только тогда нужно сделать их коробчатого сечения. Вырежьте из жести четыре фигуры по рисунку 107, а. Ход поршней этой машины мы выбрали равным 20 мм; значит, плечи кривошипов должны быть длиной 10 мм. Такими они и получаются, если сделать их по размерам, указанным на рисунке.

Вырезанные из жести фигуры согните в длинные коробочки или, если хотите, в трубки с хвостиками на концах. Эти хвостики обожмите вокруг вала и вокруг шеек кривошипов.

Перед спайкой вала на середину его нужно надеть эксцентрик, а части вала против шеек выпилить потом, после спайки. Если отверстие контакта эксцентрика не налезает на вал, рассверлите его.

Соберите вал по рисунку 107, б и тщательно пропаяйте все места соединения. Следите, чтобы между серединами шеек было такое же расстояние, как и между центрами цилиндров, — 40 мм. Когда спаяете все, можете выпилить ненужные части вала. При таком способе изготовления вал получается очень точным и не «бьет» при вращении.

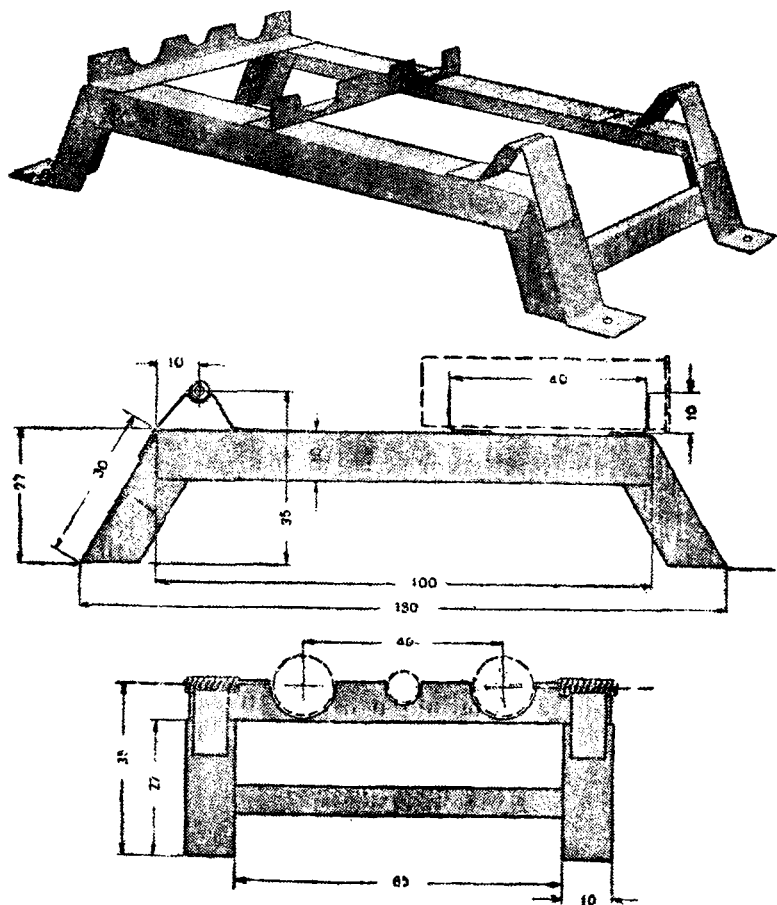


Рис. 108. Изготовление фермы.

Все размеры фермы показаны на рисунке 108. Для установки цилиндров к ней припаяны два уголка, а для подшипников — еще две полоски. Настоящие фермы склеивают заклепками, а в последнее время все чаще сваривают. И наша ферма получается как будто сварной.

В верхних уголках фермы прорежьте полукруглые

углубления для цилиндров и трубки золотника. Припаяйте цилиндры к уголкам так, чтобы они одинаково выступали с обеих сторон.

Подшипники вала, конечно, свертываются из медной проволоки. Сделайте их длинными, в 10—12 витков каждый, и припаяйте к полоскам фермы. Вал должен получиться как раз на уровне осей цилиндров.

Чтобы уменьшить трение между вилками шатунов и шейками вала, оберните шейки 5—6 витками медной проволоки и уже на эти подшипники наденьте вилки шатунов. С наружных сторон обоих подшипников припаяйте на вал проволоочные кольца. Проверьте, хорошо ли идут поршни при вращении вала, и можете наконец установить эксцентрик. Поверните вал так, чтобы колена его были расположены горизонтально. Пусть поршеньки золотника в это время плотно закрывают отверстия впуска пара в цилиндры. Привинтите эксцентрик точно против середины трубки золотника в таком положении, когда линия, идущая через два центра эксцентрика (настоящий центр кружка и эксцентр), получается вертикальной. Откусите кусачками лишнюю часть тяги золотника. Ее конец должен быть на расстоянии 1,5—2 мм от концов хомута. Наденьте на тягу заготовленный контакт от выключателя (без гайки) нарезанной стороной, а ту сторону, где сбoku ввернут винт, наденьте на концы хомута (рис. 109).

Остается только отлить свинцовое маховое колесо (рис. 110), припаять его к валу — и можете пробовать работу машины. Если опустите винт, удерживающий

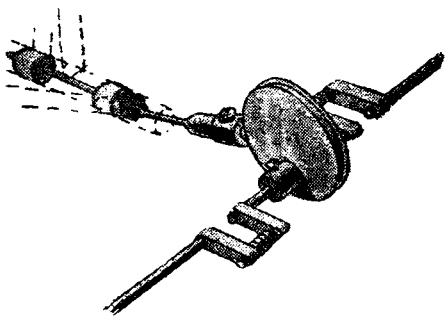


Рис. 109. Схема, соединения золотника с эксцентриком.

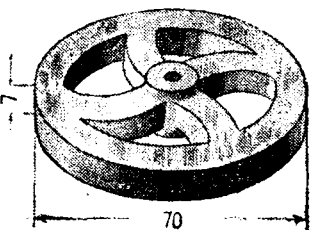


Рис. 110. Маховое колесо.

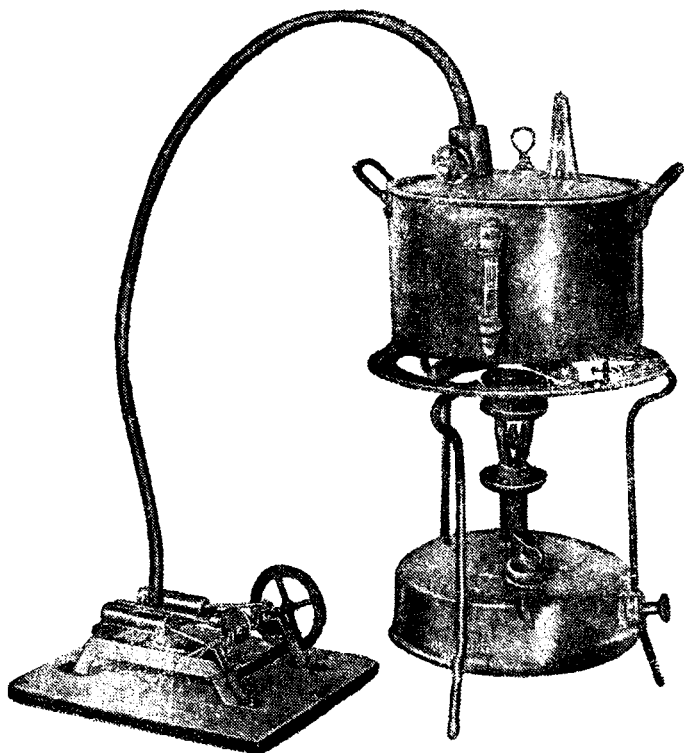


Рис. 111. Фото. Двухцилиндровая паровая машина, работающая от котла из кастрюли.

эксцентрик на валу, и повернете эксцентрик на пол оборота (на 180°), изменится направление вращения вала — он станет вращаться в обратную сторону.

Когда эту машину питает паром двухлитровый котел (рис. 111), вал ее невозможно остановить пальцами: очень уж сильной она получается.

Цилиндры этой машины можно установить вертикально, так же как и в одноцилиндровой. На рисунках 112 и 113 показаны две конструкции вертикальных двухцилиндровых машин. В одной расположение частей по сравнению с горизонтальной машиной не изменено, а в другой золот-

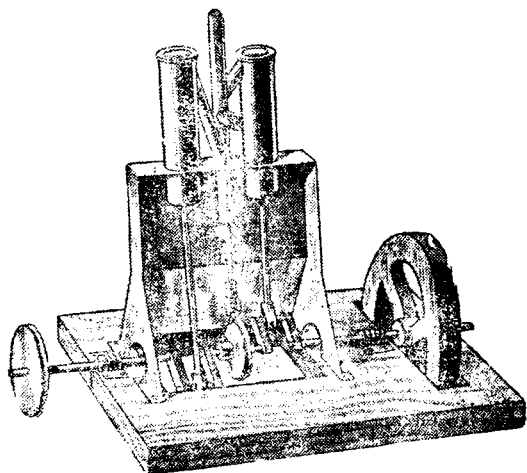


Рис. 112. Вертикальная двухцилиндровая машина.

ник помещен сбоку цилиндров. Такая машина красивее, чем вертикальная с золотником посредине, но сделать ее труднее.

Двухцилиндровую машину можете установить на большую модель колесного или винтового парохода. Эта ма-

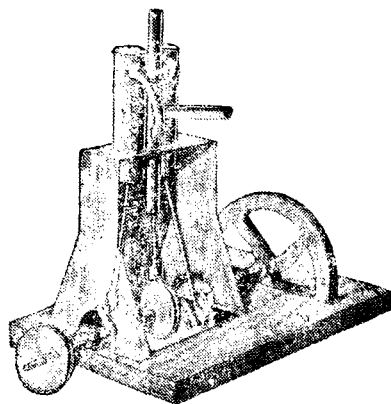


Рис. 113. Другая конструкция вертикальной машины.

шина может вращать маленькую динамомашину — получится электростанция. Можете придумать конструкцию установки ее на модель паровоза.

Только помните, что котел должен давать много пара, иначе машина совсем плохо работает. При хорошем котле получите прекрасный двигатель, а где применить его, сами найдете.

Выбор двигателя

При постройке всякой действующей модели очень серьезный вопрос — выбор двигателя. Двигатель должен быть легким, мощным и действовать продолжительное время.

Есть легкие двигатели, работающие сжатым воздухом. Но их трудно изготовить и неудобно иметь на модели большие баллоны, а с маленькими баллонами двигатель работает недолго.

Резиномотор, который часто ставится на различные движущиеся модели, тоже работает очень недолго, и от него можно добиться работы модели только в течение одной минуты, самое большее. Если устроить шестереночную передачу, можно увеличить время действия резиномотора, но при этом сильно уменьшается мощность.

Очень хороши для установки на модели электромоторы, но не всегда удастся решить вопрос об источнике тока. Гальванические элементы громоздки и не дают большой силы тока; аккумуляторы достать трудно, и они так тяжелы, что, установив их, трудно добиться от модели хороших результатов. Можно пользоваться городским током, но при этом модель «связывается» проводами.

Конечно, при постройке моделей, идущих по рельсам, например модели трамвая или аэропоезда, самый лучший двигатель для них — электромотор.

Для приведения в движение таких моделей можно пользоваться городским током; можно подвести к электромотору ток большой мощности, и модель будет работать прекрасно.

Но, пользуясь городским током, нельзя осуществить постройку модели автомобиля или какого-нибудь судна. Тут уж поневоле приходится ставить двигатель с независимым питанием. Можно построить, например, поршневую паровую машину. Но по сравнению с электромотором поршневые паровые машины довольно трудно изготовить точно, не пользуясь токарным станком. Из-за неточного изготовления они расходуют так много пара, что приходится ставить большие котлы. Большой котел заставляет сильно увеличивать размеры модели, утяжеляет ее, а мощность машины оказывается недостаточной.

Правда, для большой модели парохода вес котла не имеет особого значения, но сухопутную модель с паровой машиной осуществить значительно труднее. А построить модель глассера с поршневой паровой машиной особенно трудно: глассер должен быть легким, а машина его — мощной; тут большой котел испортит все дело.

За последние пятьдесят лет в «настоящей» технике поршневые паровые машины все быстрее вытесняются. Другой паровой двигатель — турбина — прошел победный путь. Настоящие паровые турбины создали Лаваль в Швеции и Парсонс в Англии. Турбины оказались много выгоднее поршневых машин. Сейчас во всем мире не осталось ни одной мощной электростанции, на которой генераторы электрического тока вращались бы поршневыми паровыми машинами.

Основная разница между турбиной и поршневой машиной в том, что поршневая дает, как говорят инженеры, прямолинейно-возвратное движение, которое нужно затем преобразовать в непрерывно-вращательное, а турбина сразу обращает энергию пара во вращательное движение, без дополнительных передач.

Интересно, что первый двигатель, придуманный и осуществленный человеком, был ближе всего по конструкции именно к турбине. В самом деле, простейшая турбина — это колесо с лопатками, на которые «дует» пар, а самый старый двигатель — водяное колесо — тоже колесо с лопатками, приводимое в движение струей воды.

И паровая турбина была придумана раньше поршневой машины. Итальянский инженер Джованни Бранка в своей книге о машинах, вышедшей больше трехсот лет назад, в 1629 году, описывает оригинальную «толчею». Она приводится в движение струей пара, ударяющей по

лопаткам колеса (рис. 114). Конечно, турбину Бранка осуществить нельзя было потому, что она расходовала бы слишком много пара, но идея Бранка оказалась воплощенной в современных паровых турбинах.

Современные паровые турбины строятся огромных мощностей. Ленинградский механический завод имени Сталина построил уже турбины мощностью свыше 65 000 л. с.; наши турбогенераторные заводы могут выпускать турбины мощностью в 300 000 л. с. Никакой другой двигатель не в состоянии развить такую огромную мощность в одной машине.

И для многих моделей лучше всего делать именно паровые турбины. Если посмотреть на чертежи простой однокопесной турбины, поршневой машины и электромотора, сразу видно, что турбина проще всех. Однако и у нас и за границей модели с паровыми турбинами почти не строились. Почему? Потому что очень трудно изготовить хорошее колесо турбины. Нельзя же считать турбиной детскую игрушку, показанную на рисунке 115. Эта «турбина» только сама себя вертит, а привести в движение какую-нибудь модель ей не под силу.

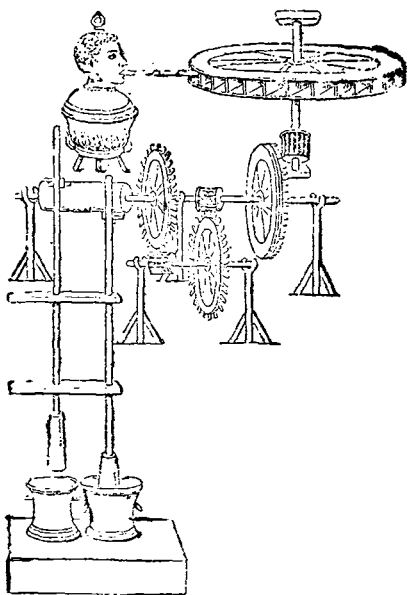


Рис. 114. Рисунок из книги Бранка.

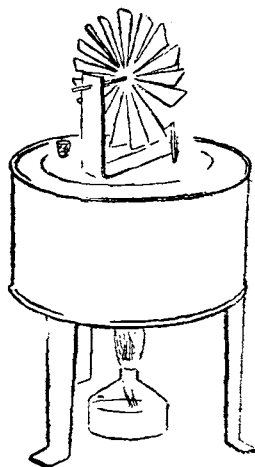


Рис. 115. Игрушечная паровая турбинка.

Значит, трудность задачи в том, чтобы разработать такую конструкцию колеса турбины, которую легко было бы изготовить в мастерской юного техника.

Нам удалось разрешить эту задачу. Двадцативосьмилопастное колесо нашей турбины можно сделать меньше чем в два часа.

Особенно удобно ставить турбину на модели судов: на вал ее можно без всяких передач насадить гребной винт. Ее можно ставить и на всякие другие модели. Она занимает очень немного места и расходует гораздо меньше пара, чем поршневая машина такой же мощности.

Изготовление турбины

Готовая, собранная турбина показана на рисунках 116 и 117. На одном рисунке она показана со стороны трубки, подводящей пар, а на другом — со стороны выступающего конца оси. Самое важное при изготовлении турбины — точно и аккуратно сделать все лопатки.

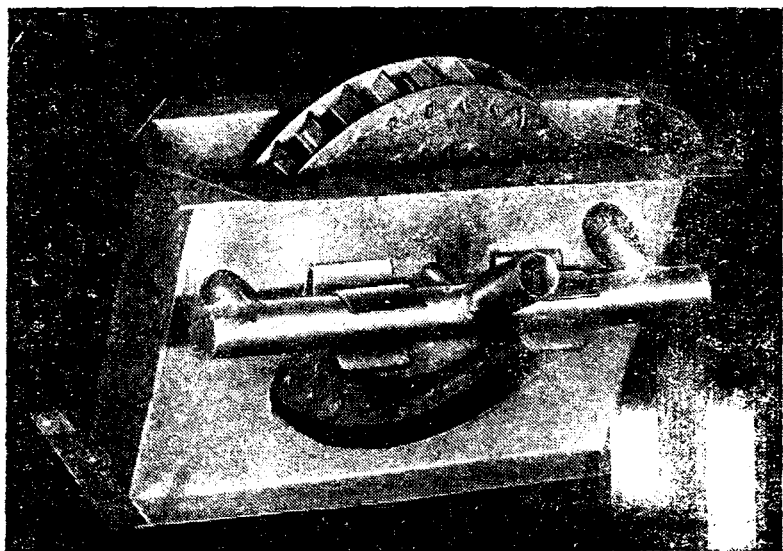


Рис. 116. Фото. Турбина со стороны трубки, подводящей пар.

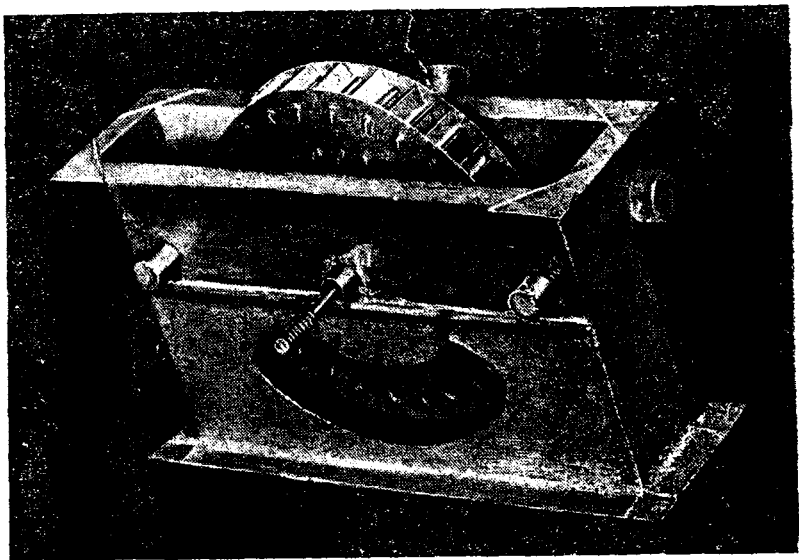


Рис. 117. Фото. Турбина со стороны оси. По обе стороны ее видны концы трубок, в которые впаяны сопла. На конец ось намота и припаяна медная проволока, чтобы сделать толще ось.

Изготавливается колесо турбины так. Сначала заготавливаются все лопатки; к ним поперек припаиваются по две проволоочки, и лопатки изгибаются. Затем вырезаются два кружка (диска). В них прокалываются отверстия по толщине проволочек, припаянных к лопаткам, и проволоочки одной стороны готовых лопаток закладываются сначала в отверстия одного диска, а затем проволоочки другой стороны лопаток постепенно вдеваются в отверстия второго диска. Остается придвинуть диски вплотную к лопаткам, вставить и припаять ось, откусить выступающие концы проволочек — и колесо готово.

На рисунке 118 показан разрез колеса турбины. Там видно расположение лопаток и места отверстий для сборки.

Прежде всего из жести от консервных банок или из тоненькой латуни заготовьте лопатки: вырежьте двадцать восемь полосок 7×17 мм. Постарайтесь вырезать их как можно точнее.

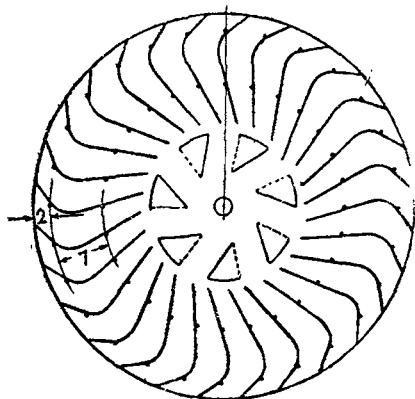


Рис. 118. Разметка диска турбины (в натуральную величину).

Положите одну из полосок на обрезок фанеры и заколотите девять гвоздиков без шляпок так, как показано на рисунке 119, слева и внизу. Эта фанерка — сборочный шаблон лопаток.

Все лопатки должны плотно входить между гвоздиками. Вдвиньте одну лопатку в шаблон и наложите на нее два обреза медной звонковой проволоки без изоляции (рис. 119, внизу). Диаметр звонковой проволоки — 0,8 мм. Обе проволо-

лочки, слегка припаяйте к лопатке и вытащите ее из шаблона. Таким же образом заготовьте все лопатки, и благодаря тому, что они все сделаны в одном и том же шаблоне, они получатся совершенно одинаковыми.

Из другого обрезка фанеры выпилите по рисунку 119 (в середине и справа) второй шаблон. На этом шаблоне изогните все лопатки и беритесь за диски колеса.

Диаметр колеса турбины — 50 мм. Для него нужно вырезать два диска диаметром по 50 мм и очень точно пробить в них отверстия для сборки. Сначала вычертите диск в натуральную величину на бумаге, разделите окружность его на двадцать восемь частей и проведите двадцать

восемь радиусов. Затем прочертите еще две окружности — первую радиусом 16 мм и вторую радиусом 23 мм. Точки пересечения этих окружностей с проведенными двадцатью восемью радиусами дадут места проколов для проволочек лопаток.

Для выхода пара из колеса на обоих дисках нужно сделать вокруг оси отверстия. Но лучше не вырезать отверстия

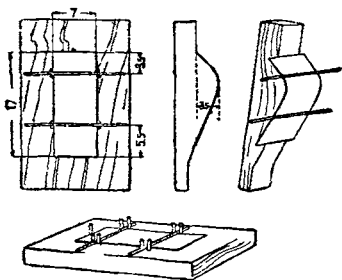


Рис. 119. Изготовление лопаток.

совсем, а только прорезать две стороны и отогнуть. Места и фигуры этих отверстий видны на рисунке 118. Их тоже вычертите на бумаге.

Готовый чертеж наложите на листок жести или тонкой латуни и, придерживая рукой, чтобы он не сдвинулся, отметьте острым шилом центр, все отверстия для сборки лопаток и углы отверстия для выхода пара.

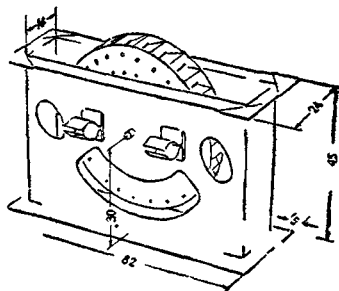


Рис. 120. Размеры кожуха турбины.

Центр и дырочки для проволочек аккуратно проткните шилом. Тонким узким зубилом прорубите отверстия для выхода пара и отогните «дверцы» их. Места загибов показаны на рисунке 118 пунктиром.

Два готовых диска наденьте на ось — толстую, хорошо закаленную иглу — и вставьте все лопатки.

Когда соберете, припаяйте диски к оси, затем откусите выступающие концы проволочек, оставив кончики длиной по 1,5—2 мм; кончики проволочек большего радиуса можете загнуть, чтобы прижать диски вплотную к лопаткам.

Готовое колесо турбины поместите в кожух (рис. 120). Конструкция кожуха так проста, что ее можно не описывать подробно.

Загнутые края кожуха придают ему жесткость. На фото турбины видно, что на концы кожуха напаяны треугольные «косынки». Это сделано тоже для увеличения жесткости.

Если ось будет вращаться в стенках кожуха турбины, отверстия очень быстро увеличатся, и колесо турбины станет болтаться. Нужно сделать подшипники. Мы их сделали, как и на всех других своих моделях, проволочными.

Наверните на ось голую звонковую медную проволоку по 5—6 витков с каждой стороны. Эти проволочные спиральки снимите с оси, оберните узенькими полосками жести и пропаяйте. Подшипники, получившиеся в жестяных трубочках, наденьте на ось и припаяйте к кожуху турбины. Оба подшипника вы видите на рисунках 116 и 117.

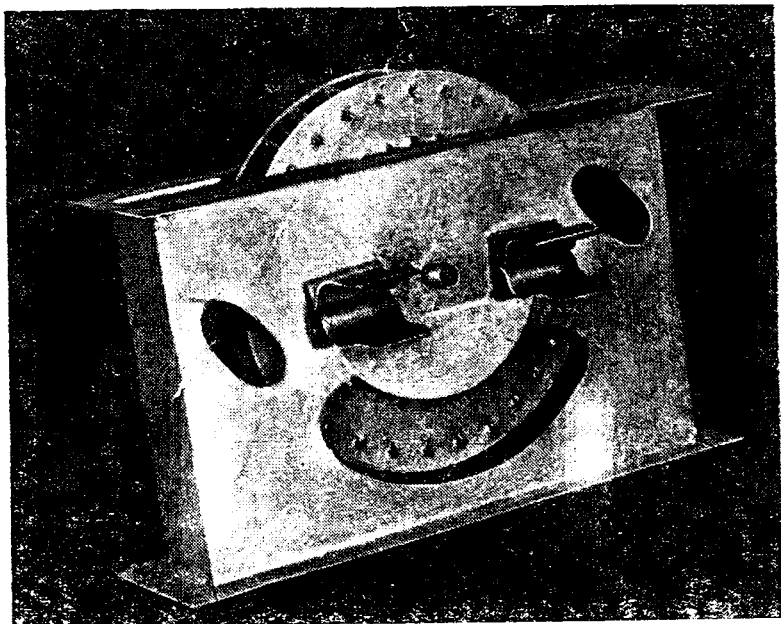


Рис. 121. Фото. Турбина с вынутыми соплами. Овальные вырезы сделаны только с этой стороны, чтобы вошли сопла.

На рисунках 120 и 121 турбина показана с вынутыми соплами. В нашей турбине сопла легко вынуть для прочистки и снова поставить на место. Это очень важно, так как диаметр отверстий сопел приходится подбирать опытным путем и вынимать сопла приходится много раз. На рисунке 121 видно, что осуществить это нетрудно.

С одной стороны кожуха прорежьте овальные отверстия и припаяйте зажимы, захватывающие длинную основную трубку. С другой стороны кожуха просверлите два отверстия точно по диаметру тонких трубок с соплами. При такой конструкции сопла устанавливаются всегда в одних и тех же местах, и вынимать их безопасно — регулировка не нарушается.

Конечно, прежде чем готовить зажимы для сопел и прорезать отверстия в кожухе, нужно изготовить самые сопла. Собственно сопла — это капсулы от примусных го-

релок. Они впаяны каждый в тонкую трубку, эти две трубки впаяны в третью — толстую, а в центр толстой трубки впаяна четвертая — подводящая пар из котла.

Готовый трубопровод с соплами виден на рисунке 122. Трубки, подводящие пар, сверните и спаяйте из жести или латуни. Основную трубку сделайте длиной 70 мм, диаметр ее — 6 мм. Диаметр трубки, подводящей пар, — тоже 6 мм. Длина ее не важна. Длина трубок, в которые впаяны сопла, — 25 мм, диаметр их — 4 мм. Капсюли спилены и впаяны так, чтобы струи пара выходили, как показано на рисунке 123. Это наилучшее положение мы нашли опытным путем.

Попробовать работу турбины, дующая в трубопровод, не удастся до тех пор, пока не расширены отверстия капсюлей, — слишком маленькое давление воздуха способны мы создать. Но сразу сильно расширять отверстия сопел тоже рискованно. Правда, чем больше отверстия для выхода пара, тем сильнее струи, а значит, мощнее турбина, но может случиться, что котел не будет давать столько пара, сколько нужно его для сильных струй. Если котел большой, он дает много пара, а если маленький, как у нас, нужно быть очень осторожным: расширьте отверстия так, что пар пойдет

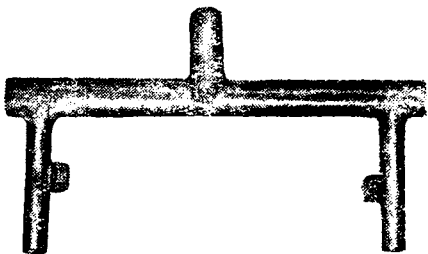


Рис. 122. Трубопровод с соплами.

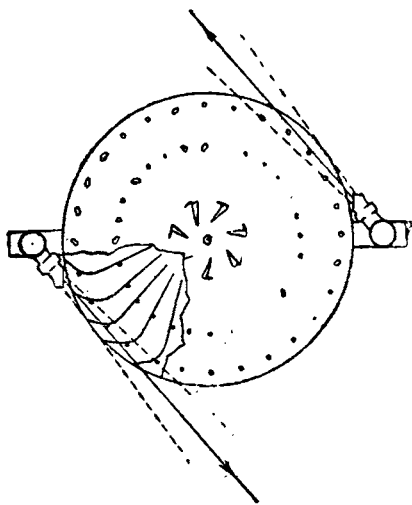


Рис. 123. Схема направления струй пара из сопел.

большими струями, но с маленьким давлением — турбина будет плохо работать.

Конечно, с большим котлом наша турбина может дать значительно большую мощность, чем с котлом, который мы для нее изготовили. Но мы добивались того, чтобы вес всей установки был как можно меньше, и не решились сделать емкость котла больше 170 см³. Имея готовые цельнотянутые медные трубки, можно значительно повысить паропроизводительность нашего котла. Но об этом немного дальше.

Изготовление котла

Готовый котел со спиртовкой показан на рисунках 124 и 125. Наивыгоднейшая форма котла — цилиндр. Но цилиндрический котел занимает довольно много места, а мы сэкономили каждый сантиметр, особенно в высоту, и сдела-

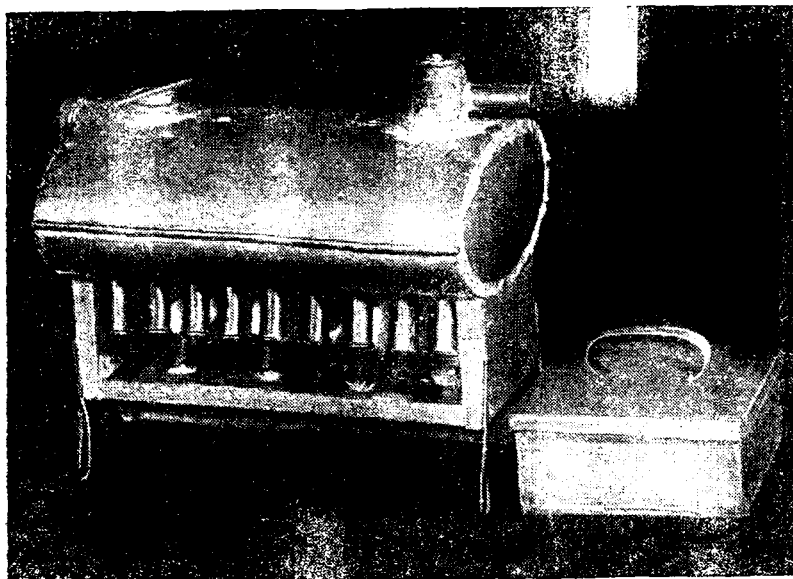


Рис. 124. Фото. Готовый котел со спиртовкой. Сверху котла видны концы проволок, проходящих сквозь котел. Сбоку припаяна спица для увеличения жесткости котла.

ли сечение котла эллиптическим. При этом был риск, что котел раздует давлением пара. Первое испытание показало, что мы беспокоились не напрасно. Пришлось поставить внутренние провололочные стяжки, связывающие крышку с дном котла. Для увеличения поверхности нагрева, а значит, и для ускорения парообразования в днище котла впаяны патрончики от мелкокалиберной винтовки, по девять штук с каждой стороны.

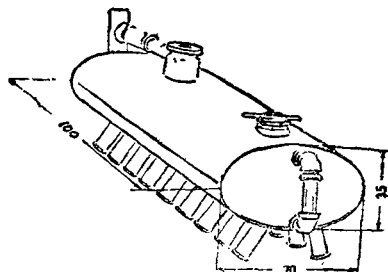


Рис. 125. Размеры котла.



Рис. 126. Укрепление котла.

Особое внимание обратите на впайку боковых стенок котла. Лучше всего заложить их, а затем в месте соединения с котлом проложить вокруг медную проволоку и хорошо ее пропаять. Прокладка проволоки основательно укрепляет котел.

Сухопарник — просто обрезок патрона охотничьего ружья или обыкновенный наперсток подходящих размеров. Водоналивное отверстие — гайка и штепсельное гнездо. Водомерное стекло — стеклянная трубка посередине с двумя соединительными резиновыми трубками по концам.

Патрончики лучше впаяйте изнутри до свертывания котла, иначе потом трудно пробираться между ними снаружи паяльником, да и чище получается, если впаивать их изнутри.

Из старого штепселя вывинтите гнездо с гайкой. Гайку припаяйте к котлу. В прорезь гнезда заложите обрезок проволоки и припаяйте ее, залив одновременно отверстие гнезда. Проволочка дает возможность закручивать гнездо, обращенное нами в пробку, без помощи отвертки или плоскогубцев.

На гнездо наденьте свинцовую или резиновую шайбочку, чтобы плотно закрыть отверстие котла. Готовое водо-

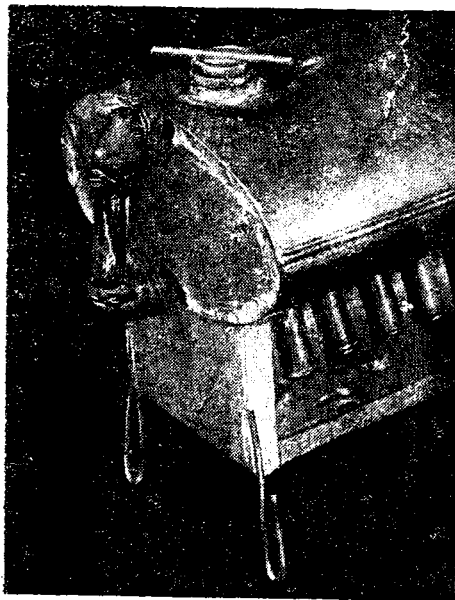


Рис. 127. Фото. Котел со стороны водомерного стекла и водоналивного отверстия.

наливное отверстие с пробкой показано на рисунке 127. Там же видно и водомерное стекло.

Для водомерного стекла постарайтесь достать обрезок трубки внутренним диаметром не менее 5—6 мм. Тонкие трубки обманывают: уровень воды в них всегда выше уровня воды в котле, и с таким стеклом можно, понадеявшись на его показания, распаять котел.

Сверху и снизу котла впаяйте коротенькие трубочки и соедините с ними стеклянную трубку при помощи двух маленьких обрезков резиновой трубки. Это очень про-

стое водомерное стекло, но работает оно безотказно. Места соединений обвяжите звонковой проволокой.

Размеры спиртовки видны на рисунках 128 и 129. При такой конструкции, когда бачок со спиртом помещается отдельно, он мало нагревается, и нет риска, что вспыхнет весь спирт.

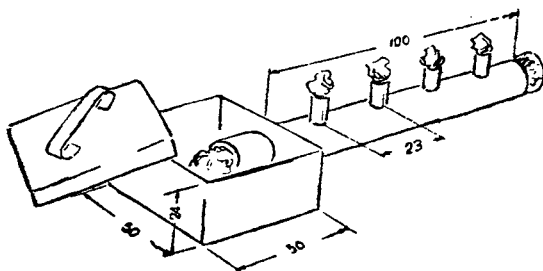


Рис. 128. Размеры спиртовки.

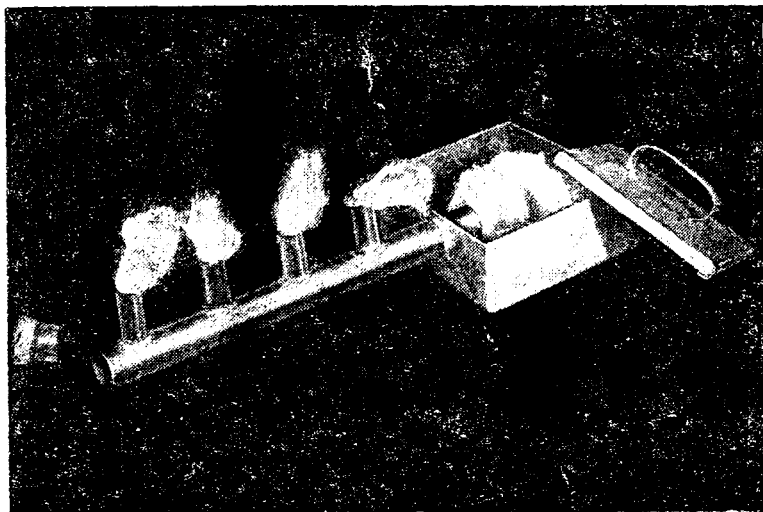


Рис. 129. Фото. Готовая спиртовка. Слева — пробочка, которой затыкается отверстие трубки после протягивания главного фитиля.

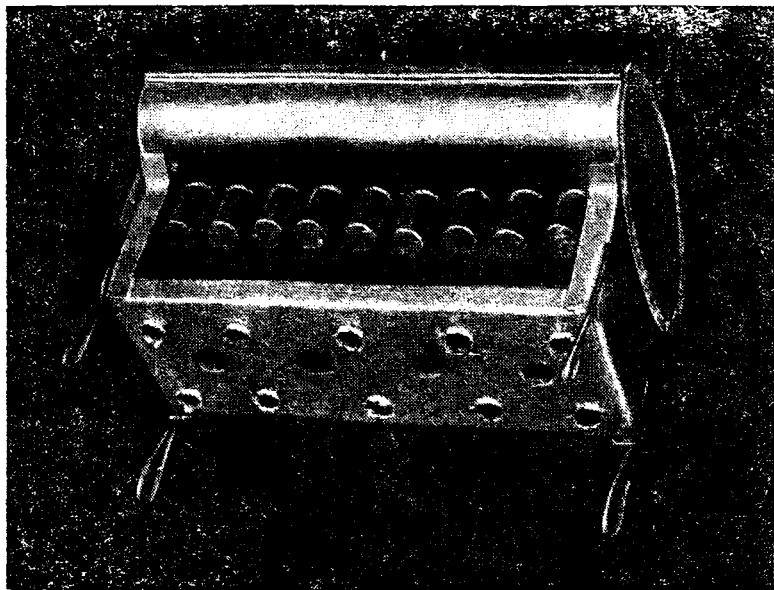


Рис. 130. Фото. Котел снизу. Видны отверстия для трубок с фитилями, а по краям — отверстия, подводящие воздух.

Трубки для фитилей — патрончики мелкокалиберной винтовки со спиленными доньшками. Фитили этих трубок закладываются отдельно от главного фитиля, идущего из бачка по толстой трубке. Они только соприкасаются с главным фитилем.

Когда котел и спиртовка готовы, изогните из жести П-образную часть подставки котла, хорошо видную на рисунке 130. В средние отверстия подставки вставляются трубки спиртовки, а боковые отверстия сделаны для подвода воздуха к фитилям спиртовки снизу. Высоту этой части рассчитайте по спиртовке так, чтобы концы трубок фитилей получились на расстоянии примерно 30 мм от дна котла.

Регулировка турбины

Теперь можете испытать работу турбины. Налейте в котел на две трети воды. В спиртовку налейте спирт. Когда фитили хорошо пропитаются спиртом, можете зажигать. Вода в котле закипает быстро — в две-три минуты. Пока закипает вода, соедините трубку сухопарника с впускной трубкой турбины. Проще всего соединить котел с турбиной резиновой трубкой. Давление пара в котле не очень велико, и трубка не раздувается. Потом, когда окончательно установите турбину на какую-нибудь модель, сможете заменить резиновую трубку самодельной, спаянной из латуни или жести.

Как только закипит вода, пар станет вырываться из сопел и завертит турбину; на холостом ходу она вращается с огромной скоростью — в несколько тысяч оборотов в минуту.

Но как узнать, можно ли увеличить отверстия сопел, или они как раз хороши для этого котла? Узнать это нетрудно. Дайте турбине поработать полторы-две минуты, а затем, не гася огня под котлом, снимите резиновую трубку, подводящую пар к турбине. Если при этом пар вырвется из трубки с большой силой, значит давление в котле достаточно велико для того, чтобы пара хватило на отверстия большего диаметра. Тогда вытащите сопла из турбины, осторожно расширьте отверстия иглой, снова вставьте обратно и опять испытайте турбину. Если турбина стала работать лучше, снова попробуйте через полторы-две ми-

нуты снять трубку, подводящую пар, и, судя по тому, с какой силой вырывается теперь пар из трубки, решите, можно ли еще увеличивать отверстия сопел. Такое испытание нужно проделать несколько раз.

Только имейте в виду, что нельзя увеличивать отверстия сопел до тех пор, пока из снятой с турбины трубки пар не станет идти с небольшой силой. Какое-то давление должно быть в котле, иначе получится не усиление работы турбины, а наоборот, она станет работать слабее.

Если все-таки после одного из расширений сопел турбина станет хуже работать, не огорчайтесь — это легко исправить. Осторожно запайте отверстия и снова проткните их иглой. При этом постарайтесь сделать отверстия такими, чтобы они были чуть меньше, чем в последний раз. Турбина, построенная нами, лучше всего работает при диаметре отверстий сопел 0,8 мм. Мы узнали диаметр отверстий, вставив в них проволоку диаметром 0,8 мм. Она плотно вошла в отверстия. Так же можете сделать и вы.

При расширении отверстий иглой случается, что кончик иглы застревает в сопле и обламывается. Чтобы избежать такой неприятности, отождите сначала конец иглы, а потом уж работайте ею.

Немного переделав этот котел, можно значительно увеличить давление пара, который он дает. Можно, как и в настоящих котлах, применить так называемый перегрев пара. Для этого нужна медная цельнотянутая трубка внутренним диаметром 4—5 мм и длиной около 200 мм. Впаяйте ее в сухопарник, потом изогните и проведите под дном котла (рис. 131). Пар в этой трубке будет нагреваться огнями спиртовки, температура его сильно повысится, и давление возрастет. Если сделаете котел с перегревом пара, отверстия сопел можете увеличить до 1 мм.

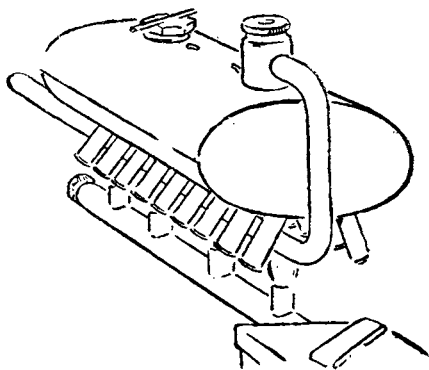


Рис. 131. Котел с пароперегревателем.

Если найдете тонкие медные трубки, можете сделать маленький котел Ярроу, описанный для поршневых машин (рис. 95). И в этом котле можете пропустить в трубку перегрева гораздо больше пара, чем в нашем эллиптическом, и турбина будет работать много лучше.

При изготовлении всякой модели помните, что успех работы решает тщательность отделки каждой части. В модели, как и в настоящей машине, нет незначительных деталей — все важно.

Самодельные электромоторы и трансформатор

Замечательные свойства электромагнитов	3
Мотор из двух винтов с простым якорем	6
Мотор из двух винтов с обмоткой на якоре	14
Еще один мотор с вертикальной осью	23
Простой мотор с горизонтальной осью	27
Мотор с трехполюсным якорем и поворотными щетками .	33
Мотор с кольцевым статором	40
Мотор с пятиполюсным якорем	50
Якорь новой конструкции	55
Самодельный трансформатор	58

Самодельные паровые машины и котлы

Одноцилиндровые паровые машины	64
Жаротрубные и водотрубные котлы	81
Двухцилиндровые паровые машины	90

Паровая турбина и котел к ней

Выбор двигателя	103
Изготовление турбины	106
Изготовление котла	112
Регулировка турбины	116