

В ПОМОЩЬ САМОДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПИОНЕРОВ И ШКОЛЬНИКОВ



А. АБРАМОВ
П. ХЛЕБНИКОВ

**САМОДЕЛЬНЫЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
И ПАРОВЫЕ
ДВИГАТЕЛИ**

ДЕТГИЗ - 1933

*В помощь самостоятельности
пионеров и школьников*

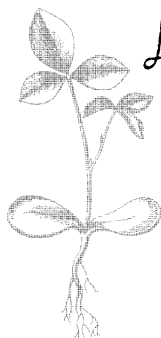
**А. АБРАМОВ
П. ХЛЕБНИКОВ**

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПАРОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

**КНИГА ЮНОГО ТЕХНИКА
*выпуск I***



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1953 ЛЕНИНГРАД**





Scan AAW



САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ТРАНСФОРМАТОРЫ

Замечательные свойства магнитов

В глубокой древности люди узнали, что куски железной руды, добываемой возле города Магнезии, могут притягивать к себе железные предметы. Это удивительное свойство называли по имени города магнетизмом, а куски руды — магнитами. С тех пор прошло много веков. Время и войны разрушили город Магнезию, и козы пасутся на холмах, где он стоял. Но людям нужно было все больше железа, и по всей земле искали они залежи железных руд. Некоторые из найденных руд оказались такими же магнитными, как диковинная руда из Магнезии. Древнее слово «магнит» продолжало жить в языках разных народов.

Оказалось, что если положить магнит на дощечку и пустить плавать, то он всегда поворачивается одним концом к северу, другим — к югу. Так родился первый компас. Конец магнита, который смотрит на север, называли северным полюсом, другой — южным.

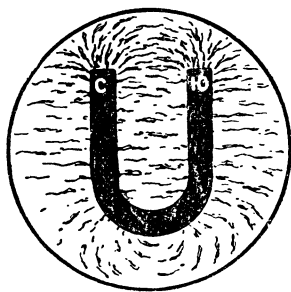


Рис. 1. Магнитное поле подковообразного магнита.

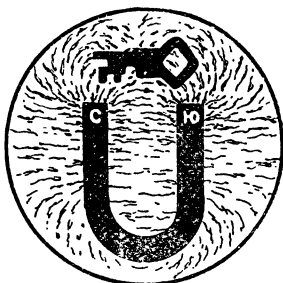


Рис. 2. Магнит притягивает ключик.

Сейчас магниты делают из особых сортов стали. Такой магнит действует гораздо сильнее, чем кусок руды. Достаточно приблизить его к лежащим на столе железным опилкам, как опилки начинают шевелиться, потом подскакивают и прилипают к его полюсам. Значит, что-то происходит вокруг магнита, 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 соединили полюсы магнита. И вокруг магнита опилки расположились в определенном порядке: они поместились плотнее у полюсов, а чем дальше, тем менее плотно (рис. 1).

Физики назвали пространство вокруг магнита магнитным полем, а линии, по которым располагаются опилки, — силовыми линиями магнитного поля.

С помощью железных опилок вы можете увидеть, что происходит с магнитным полем, когда к полюсам магнита приближается железный предмет. Подложите под бумагу вблизи полюсов небольшой железный ключик, постучите по бумаге — и вы увидите, что опилки быстро перестроятся в новую фигуру. Они сгустятся вокруг ключика, загнувшись к нему: магнит притягивает (рис. 2).

Еще интереснее получается, если положить перед полюсами подковы небольшой намагниченный стержень. Таким стержнем может служить иголка, обломок стальной спицы, кусок пружины от будильника и т. п. Чтобы намагнитить стержень, проведите по нему несколько раз одним из полюсов магнита. Проводить нужно с нажимом и только в одном направлении.

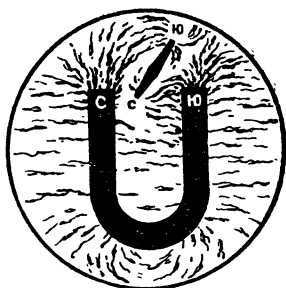


Рис. 3. Магнит стремится повернуть стержень.

Подложив стержень к полюсам магнита, постучите по бумаге. Если около северного полюса подковообразного магнита оказался северный полюс стержня, цепочки опилок очень интересно перестроятся. От северного полюса магнита линии поля загнутся, обойдут северный полюс стержня и пойдут к его южному полюсу. Они «не хотят» соединяться с северным полюсом. Зато к этому полюсу стержня пойдут почти прямые линии от южного полюса подковы (рис. 3). Разноименные полюсы притягиваются 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 листку. Снова опилки образуют цепочки и покажут расположение силовых линий поля. Значит, не только вдоль, но и поперек полюсов вокруг магнита идут линии поля; значит, наверняка идут они во все стороны. Чтобы окончательно в этом убедиться, сделайте еще один опыт.

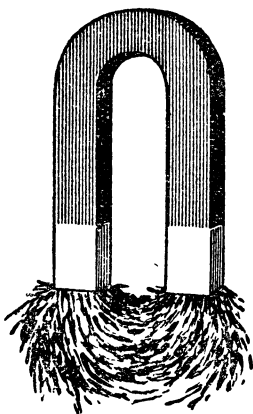


Рис. 4. «Гнездо» из опилок.

Вырежьте из плотной бумаги маленькую лопаточку, наберите ею немного опилок и поднесите к магниту, держа его полюсами вниз. Опилки подскочат и пристанут к полюсам. Поднесите еще несколько порций

опилок, и на полюсах магнита повиснет целое «гнездо» (рис. 4).

Цепочки опилок в этом гнезде расположатся и вдоль и поперек магнита, как располагались раньше, и во всех других направлениях. Значит, действительно все пространство вокруг полюсов магнита пронизано силовыми линиями магнитного поля.

Больше ста лет назад ученые заметили, что если вставить в катушку изолированной проволоки железный прут, то он становится мощным магнитом, когда по проволоке идет ток.

Вы уже знаете, что если прикоснуться магнитом к стальной игле, она тоже становится магнитом. Игла не теряет магнитных свойств и после того, как вы отведете от нее магнит. А железо ведет себя иначе. Железный гвоздь, от которого отняли магнит, сразу «размагничивается».

Оказывается, что железный прут тоже действует как магнит только то время, пока по проволоке катушки идет ток. Железный прут в катушке — магнит не простой, а электрический, электромагнит. Выключат электрический ток — железо размагничивается.

Это было открытие огромной важности. Разве можно представить себе нашу современную технику и промышленность без электромагнитов? Не будет электромагнитов — и останутся станки на заводах и тракторы в полях, не поедут автомобили, не полетят самолеты, умолкнут громкоговорители и электрические звонки, не побегут телеграммы по проводам, оглохнут телефоны, погаснет яркий электрический свет. Вот какой важной вещью стал электромагнит.

Когда электромагнит был только что открыт, был еще, так сказать, младенцем, его замечательные свойства уже удивляли людей. Один ученый того времени писал: «Дивишься как чуду, когда видишь, что в то мгновение, как проволока замыкает цепь и ток начинает идти,

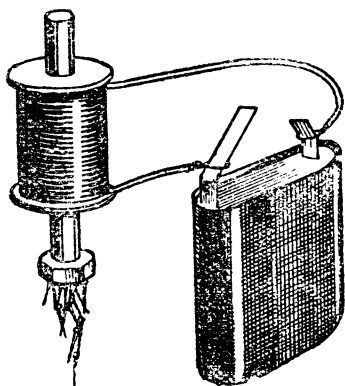


Рис. 5. Опыт с электромагнитом.

якорь, отягченный грузом в восемь фунтов и более, притягивается даже с расстояния и столь же мгновенно отпадает, когда цепь размыкается».

Притяжению восьми фунтов удивлялись когда-то! А что сказать о теперешних электромагнитах, которые тянут с неслыханной силой? О магнитах, которые держат тысячи килограммов!

Вы тоже можете сделать себе небольшой электромагнит и познакомиться с его удивительными свойствами.

Возьмите железный болт длиной примерно 100 мм и диаметром 10 мм. Намотайте на него на длине 50—60 мм медную изолированную проволоку диаметром 0,2—0,3 мм. Мотать нужно плотно, виток к витку, сначала один ряд, на него — второй, сверху — третий, пока не намотаете 400 витков. Пойдет на это около 15 м проволоки.

Концы обмотки очистите от изоляции и присоедините к пластинкам карманной батарейки (рис. 5).

Испытайте, какой вес может удерживать ваш самодельный электромагнит. Вы удивитесь, когда взвесите груз, который он держит. Только не оставляйте электромагнит надолго включенным, иначе батарейка истощится. Ток в обмотке электромагнита для нее слишком большая нагрузка.

Имея электромагнит и батарейку, вы сможете проделать много 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. А стоит выключить ток, болт сразу теряет свойства магнита, и все, что к нему подскочило, падает обратно.

Пользуясь свойством электромагнита размагничиваться, как только выключится ток, можно получить непрерывное вращение железного стержня около полюсов — сделать электрический двигатель. Раньше всех догадался об этом русский ученый Борис Семенович Якоби. В нояб-



Борис Семенович Якоби.

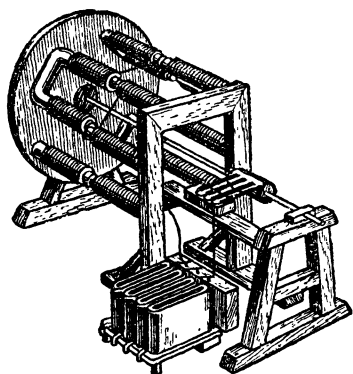


Рис. 6. Старинный рисунок электродвигателя Якоби.

ре 1834 года он построил первый в мире электродвигатель (рис. 6). Свой двигатель Якоби установил в 1838 году на большую восьмивесельную шлюпку и — тоже впервые в истории — поплыл с электродвигателем по реке Неве. Двенадцать пассажиров помещалось в шлюпке. Ток двигателю давала батарея в 320 элементов

Простейший двигатель с вертикальной осью

Наша первая модель устроена гораздо проще, чем двигатель Якоби. Мало похожа она и на современные электродвигатели. Зато на ней особенно ясно видно, как именно удастся заставить железный стержень — якорь — вращаться около полюсов электромагнита.

Возьмите большой железный шуруп, намотайте на него 300 витков изолированной медной проволоки диаметром 0,2—0,25 мм и вверните в дощечку. Вырежьте из жести от консервной банки десятков 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. 7) так, чтобы якорь проходил над ним как можно ближе. Теперь, если в обмотку пустить ток, шуруп намагнитится и притянет якорь, по-

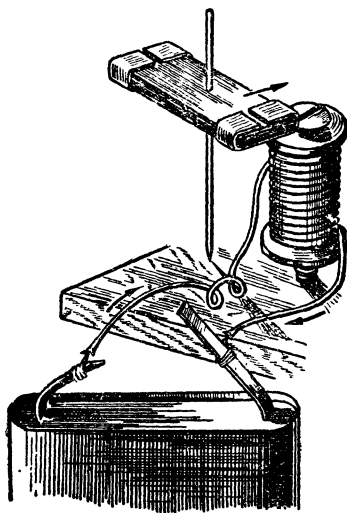


Рис. 7. Первый опыт вращения якоря.

вернув его вместе с осью. В этот момент ток надо выключить, но якорь не сразу остановится: он с разгона проскочит дальше, потому что шуруп размагнитился и больше уже не притягивает.

Когда якорь, продолжая поворачиваться, будет приближаться к шурупу другим концом, снова включите ток. Электромагнит опять дернет к себе якорь, но вы опять выключите ток — якорь снова проскочит над шурупом и будет вращаться все время, пока вы не перестанете включать и выключать ток.

Конечно, выключать ток руками плохо: не успеешь точно, во-время; да и какой это двигатель, если нужно все время около него стоять и проволокой прикасаться. 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 бы стояла ось.

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

Наш двигатель (рис. 8) можно сделать быстро. Из толстой фанеры или дощечки толщиной 10 мм вырежьте основание двигателя — квадрат 70×70 мм.

Подберите два шурупа длиной по 40 мм с плоскими головками. Шурупы хорошо взять потолще — диаметром примерно 4—6 мм. Если они будут длиннее, чем 40 мм, придется только удлинить стойки рамки, в которой держится ось. Палочки-стойки должны быть на 20 мм длиннее шурупов. Их нужно хорошо укрепить. Выдолбите в основании два отверстия, промажьте внутри клеем и заколотите палочки (рис. 12). Пока не высох клей, установите их как можно прямее, чтобы расстояние между палочками сверху и внизу было одинаковым.

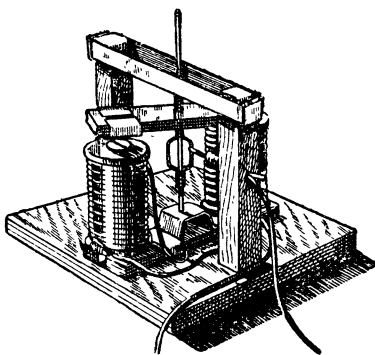


Рис. 8. Простейший электродвигатель.

А перекладину для оси, или, как ее называют, «подшипник», лучше сделать из жести. В деревянном подшипнике ось будет вращаться плохо. Какую же нужно взять жечь для перекладины? Жечь от консервной банки, пожалуй, тонка — перекладина будет легко гнуться. А нельзя ли что-нибудь придумать, чтобы и из тонкой жести получилась прочная перекладина? Оказывается, можно.

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. А 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 и гнуться будет легко. Кажется, эти две задачи никак нельзя решить одновременно, но инженеры всегда стараются сделать все, что можно. А можно многое сделать.

Посмотрите на тонкую алюминиевую ложку (рис. 9); 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 покрепче. А ведь из того же количества алюминия можно сделать прочную ложку: нужно только выдавить вдоль ручки канавку, сделать ручку выпуклой. Оказывается, изогнутый, или, как говорят инженеры, «профилированный», материал при одном и том же весе гораздо прочнее плоского.



Рис. 9. Ручка ложки профилирована.

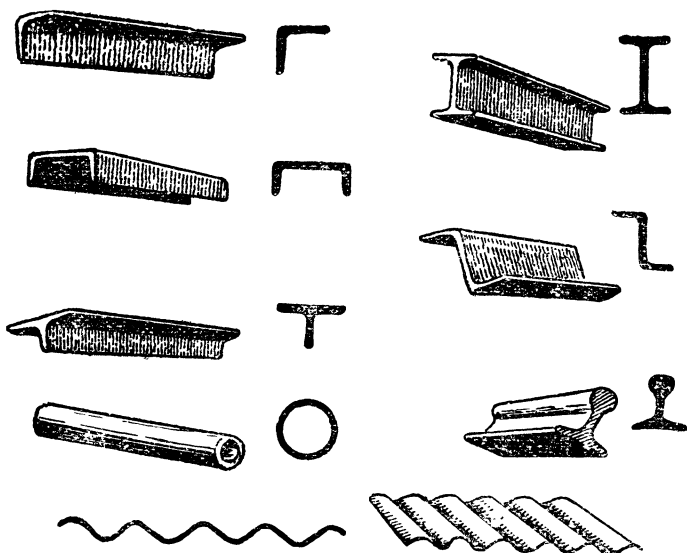


Рис. 10. Различные профили железа.

В технике употребляют материал 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:  — это двутавровое железо. Есть железо, профилированное в виде латинской буквы «Z» («зет»); его так и называют — зетовое. Всякий знает профиль рельса, трубы, волнистого железа (рис. 10).

Какой профиль лучше выбрать для подшипника нашего электродвигателя? Удобнее всего швеллер. Вырежьте из жести от консервной банки заготовку, сделайте в ней прорезы по жирным линиям (рис. 11), отогните по длине с обеих сторон края шириной 5 мм. Отогнув кверху концы средней части швеллера, вдвиньте его между стойками до самой подставки. Швеллер должен точно туда входить.

Поднимите швеллер так, чтобы обрезы отогнутых краев прились вровень с верхом стоек. Концы средней части швеллера обогните вокруг верха стоек. На них загните концы отогнутых краев швеллера. Выглядываю-

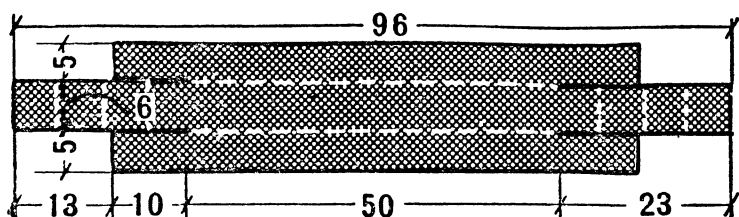


Рис. 11. Заготовка подшипника.

щие снизу концы средней части загните вверх и закрепите ими края. Все это хорошо видно на рис. 12. Подшипник получился легкий и прочный; он хорошо связывает верхушки стоек, не давая им ни сходиться, ни расходиться. Кроме того, 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 электродвигателе есть две главные части: одна, неподвижная — ее называют «статор»; другая, вращающаяся — «ротор». В нашем двигателе статор — это дощечка с палочками, подшипником и электромагнитом, а ротор — ось с якорем и прерывателем тока.

Полоски якоря вырежьте из жести. Их должно быть десять штук. Длина полоски — 45 мм, ширина — 15 мм. В центре каждой полоски пробейте отверстие по толщине оси. Когда пробьете, с одной стороны выйдет гладко, а с другой стороны края отверстия получатся с зазубринами — заусенцами. Их

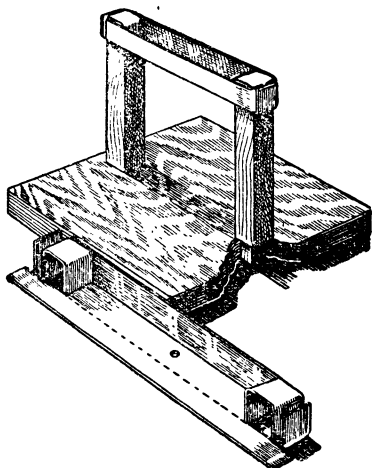


Рис. 12. Крепление стоек в дощечке и изготовление подшипника.

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, а отверстие станет таким, что полоска туго наденется на ось. Соберите на оси все полоски и потуже оберните концы ниткой, проволокой или узкими полосками жести.

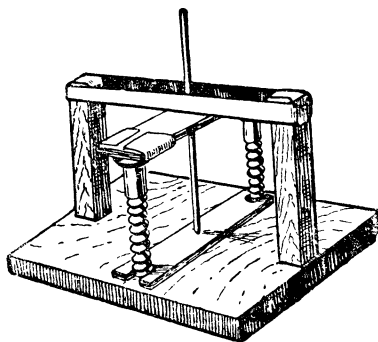


Рис. 13. Так должны стоять шурупы под якорем. Здесь же видна форма соединительных пластинок.

Можете брать за самую трудную часть двигателя — электромагнит.

Прежде всего наметьте на дощечке-основании места шурупов. Головки шурупов должны стоять как раз под концами полосок якоря (рис. 13). Когда места шурупов наметили, нарежьте из жести десять пластинок шириной 15 мм и длиной 50 мм. В этих пластинках нужно сделать вырезы по концам так, чтобы в них туго проходили шурупы. Глубину вырезов подсчитайте сами. Посмотрите на рис. 13, и тогда все будет понятно.

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

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

Вырежьте из картона четыре кружка диаметром по 15 мм, прорежьте в них отверстия, наденьте на шурупы и приклейте. Получатся катушки, на которые удобно наматывать проволоку.

Проволока для электротехнических приборов бывает разных диаметров и изготавливается из разных материалов, но чаще всего из меди. Она имеет обычно такие обозначения: ПБО, ПБД, ПШО, ПШД, ПЭ, ПЭЛ, ПЭЛБО или еще иначе. Эти обозначения легко расшифровать. Буква «П» всегда значит: проволока; буква «Б» указывает, что

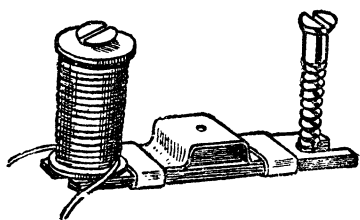


Рис. 14. «Скамеечка» привязывается двумя полосками жести.

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. Если после буквы «Э» стоит еще «Л», то это значит, что эмаль

не простая, а лакостойкая, то-есть она не растворяется в лаках, которыми часто пропитывают готовые обмотки приборов. Марка ПБД — это проволока, изолированная бумажными нитками в два ряда. Такая комбинация, как ПЭЛБО, обозначает: проволока эмалированная, лакостойкая, 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 шуруп нужно намотать по 250—300 витков проволоки аккуратно, виток к витку. Конец обмотки обвяжите ниткой, иначе проволока распухнет.

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

Вырежьте из жести полоску шириной 15 мм и длиной 40 мм. Изогните ее в «скамеечку» и привяжите полосками жести или проволокой к пластинкам электромагнита (рис. 14). В центре «скамеечки» сделайте отверстие по диаметру оси и поставьте все части на места.

Вверните шурупы и отрегулируйте положение полосок якоря на оси. Они должны проходить на расстоянии 1—2 мм от головок шурупов.

Чем меньше будет расстояние между полосками якоря и головками шурупов, тем сильнее будет тянуть электромагнит, тем лучше, значит, будет работать двигатель. Но очень близко подводить якорь тоже нельзя: в момент включения тока электромагнит так сильно притягивает полоски, что они изгибаются и могут задеть за шурупы.

Когда после нескольких опытов подберете наилучшее расстояние между полосками и электромагнитом, закрепите якорь на оси. Очистите от изоляции кусок проволоки диаметром 0,8—1 мм и намотайте на ось над полосками столько, чтобы ось еще можно было немного приподнять.

Остается изготовить прерыватель тока. Как его сделать, видно на рис. 15. Это просто проволоочная рамка, прикрученная к оси. Рамка касается пружинки, укрепленной в стойке подшипника.

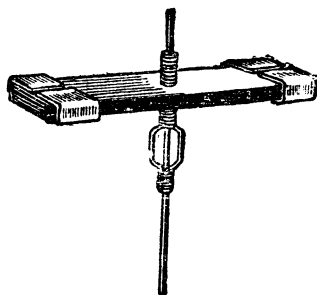


Рис. 15. Под якорем прикручивается проволоочная рамка прерывателя.

Поставьте ротор на место и в одной из стоек, как раз на высоте 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 якоря точно между винтами (рис. 16, слева).

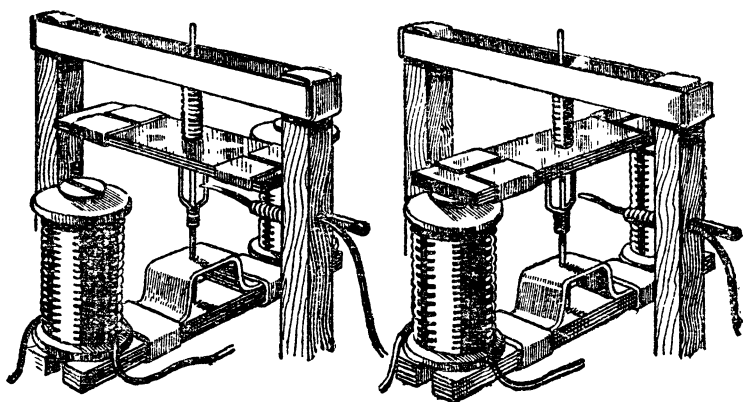


Рис. 16. Слева — пружинка касается рамки; справа — отошла от нее.

В этом положении пружинка должна прикасаться к рамке. Когда полоски находятся как раз над винтами, рамка проходит, не касаясь пружинки (рис. 16, справа). Постарайтесь изогнуть пружинку очень точно — от этого зависит, хорошо или плохо будет работать двигатель.

Когда все хорошоотрегулируете, можете начинать испытания. Сначала попробуйте, как работает двигатель с одним включенным шурупом, а потом добавьте второй — сразу трудно правильно присоединить оба.

Нам нужно получить соединение обмотки шурупа с рамкой прерывателя. Но присоединить проволоку к прерывателю или к оси нельзя: ведь они вращаются. Можно сделать иначе. Если ось стоит на пластинках электромагнита статора и касается «скамеечки», достаточно присоединить к ним провод, и ток попадет в рамку. Один конец обмотки шурупа очистите от изоляции и плотно вставьте в щель между пластинками электромагнита.

Другой конец обмотки, тоже без изоляции, присоедините к любой 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. 17).

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

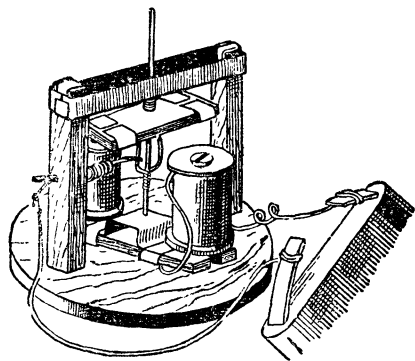


Рис. 17. Присоединение батарейки к двигателю.

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

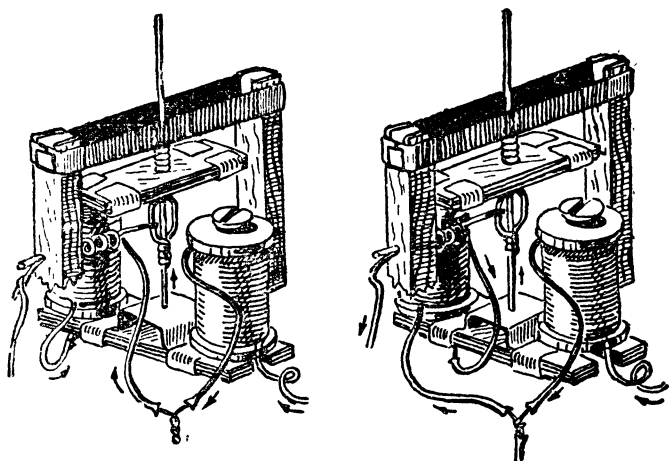


Рис. 18. Два способа включения обмотки второго шурупа.

Другой конец обмотки первого шурупа так и оставьте присоединенным к пластинке батарейки. Свободный конец обмотки второго шурупа присоедините к пластинкам статора около «скамеечки» (рис. 18, слева).

Если двигатель стал много лучше работать, значит обмотка второго шурупа включена правильно. Если совсем перестал работать, это не страшно, нужно только изменить присоединение концов обмотки. Тот провод обмотки второго шурупа, что шел к пластинкам статора, прикрутите к проводу обмотки первого шурупа, а тот, который был прикручен к этому проводу, присоедините к пластинкам статора — двигатель сразу зажужжит (рис. 18, справа). Смажьте ось маслом в тех местах, где она трется, и двигатель пойдет еще лучше.

Вместо батарейки можете пускать двигатель от сети городского тока — он будет лучше работать. Но, конечно, прямо в сеть включать нельзя: проволока обмоток раскалится, на ней обуглится изоляция, затем проволока совсем расплавится, могут перегореть предохранители в квартире, будет много неприятностей.

Чтобы этого не случилось, нужно понизить напряжение. Есть специальные трансформаторы для звонков. Они так и называются «звонковые». Эти трансформаторы по-

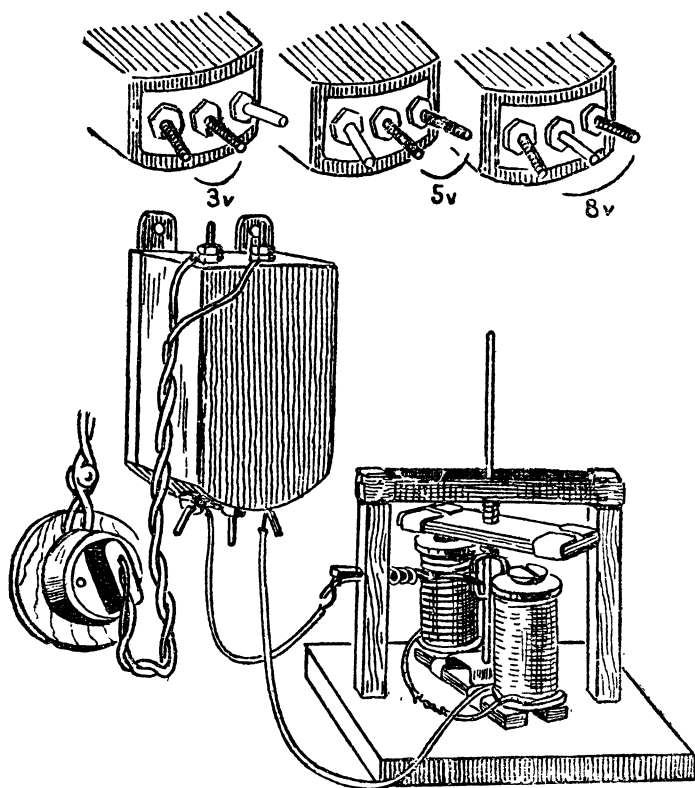


Рис. 19. Включение электродвигателя от трансформатора «Гном».

нижают напряжение городской сети с 220 или 120 вольт до 3, 5 и 8 вольт. Конструкции их бывают различные.

На рис. 19 показано, как включить часто встречающийся трансформатор «Гном». С обеих его сторон выпущены винты. Там, где два винта, нужно присоединить шнур с вилкой на конце. Вилка включается в штепсельную розетку, и тогда с другой стороны, где выступают три винта, можно присоединять электродвигатель.

На рисунке видно, между какими винтами у трансформатора напряжение 3, 5 и 8 вольт и как двигатель присоединяется на 8 вольт. Напряжение между тремя винтами так невелико, что до них можно спокойно дотрагиваться:

ток не «ударит». Конечно, к винтам, к которым подведено напряжение в 120 вольт, дотрагиваться ни в коем случае нельзя.

Не найдете «Гнома» или другого звонкового трансформатора — можете взять те, которые ставят в радиоприемниках, и подключать двигатель к обмотке для накала нитей ламп. Можете сделать себе и специальный трансформатор по описанию в этой книге. Он будет работать еще лучше.

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

Простой электродвигатель с горизонтальной осью

При постройке двигателя 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 железных опилок посмотрите на силовые линии магнитного поля. Вы увидите, как расходятся друг от друга линии поля одноименных полюсов (рис. 20). Теперь сведите магниты разноименными полюсами и посмотрите, как тянутся линии поля от полюса к полюсу.

В первом двигателе у нас только электромагнит статора тянул к себе якорь, а во втором еще и якорь будет намагничиваться током, и поэтому притяжение будет много сильнее. Получится гораздо лучше.

Второй двигатель показан на рис. 21. Он имеет не вертикальную ось, а горизонтальную, как почти у всех настоящих электродвигателей. И якорь у не-

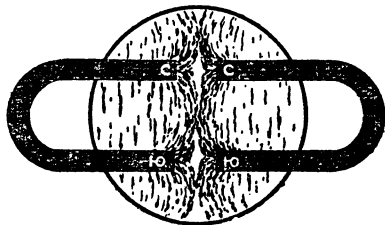


Рис. 20. Одноименные полюсы магнитов отталкиваются друг от друга.



Рис. 21. Простой двигатель с горизонтальной осью.

го, как у настоящего двигателя, вращается внутри статора, а не отдельно, над ним. От этого действие магнитов статора на якорь усиливается еще больше.

Магнит статора здесь не подковообразный, а замкнут сверху.

Такая конструкция работает, как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами (рис. 22).

Второй двигатель должен так работать: ток проходит по обмоткам электромагнитов статора и по обмотке электромагнита якоря. Якорь намагничивается так, что, скажем, первый полюс его (на рис. 23, сверху) становится южным, а второй — северным. А статор намагничен так, что северные полюсы у него складываются сверху, а южные — внизу.

Получится очень хорошо: нижний, южный полюс статора оттолкнет левый, тоже южный полюс якоря и потянет к себе правый, северный полюс, а верхний полюс статора, наоборот, потянет к себе левый полюс якоря и оттолкнет правый. Значит, действие всех четырех полюсов вместе заставит якорь быстро повернуться. В тот момент, когда полюсы якоря станут как раз против полюсов статора, нужно мгновенно перемагнитить якорь (рис. 23, в середине).

Дело в том, что концы электромагнитов становятся северными или южными полюсами в зависимости от того, в какую сторону протекает ток по обмотке. У электромонтеров существует удобное

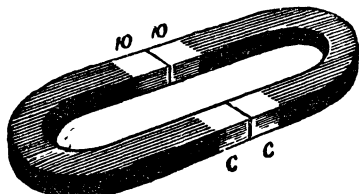


Рис. 22. Так намагничивается электромагнит статора.

правило для определения полюсов электромагнита. Надо наложить правую руку на обмотку электромагнита таким образом, чтобы четыре пальца легли по направлению тока в витках (направление постоянного тока в обмотках считается от плюса

батареи к минусу). При этом отставленный большой палец покажет в сторону северного полюса электромагнита. На рис. 24, сверху показано, при каком направлении тока в обмотке якоря северный полюс оказывается внизу, а южный — наверху. На рис. 24, внизу показано, как при изменении направления тока в обмотке полюсы якоря меняются местами. А изменить направление тока в обмотке очень просто: нужно только поменять присоединение концов обмотки к батарейке.

Так вот, если в тот момент, когда полюсы якоря станут под полюсами статора, переключить концы обмотки якоря, он перемагничивается. Одноименные полюсы якоря и статора окажутся вместе, снова станут отталкиваться друг от друга, и вращение якоря не прекратится (рис. 23, внизу). Якорь будет продолжать двигаться в ту же сторону, а не пойдет обратно, потому что он успел немного разогнаться и концы его обязательно проскочат среднее положение.

Примерно так же был устроен первый электродвигатель Якоби. Если вы теперь вернетесь к рис. 6, то поймете, как работал этот двигатель. В нем подковообразные электромагниты статора сидели на деревянной раме, а электромагниты якоря, тоже подковообразные, были прикреплены к деревянному кругу, насаженному на

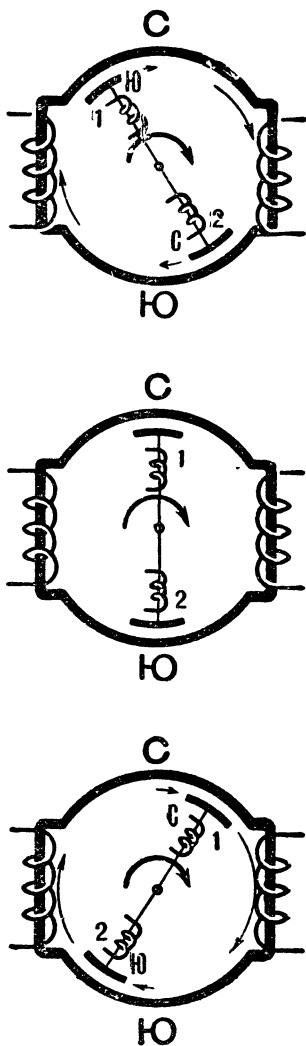


Рис. 23. Три положения якоря внутри статора.

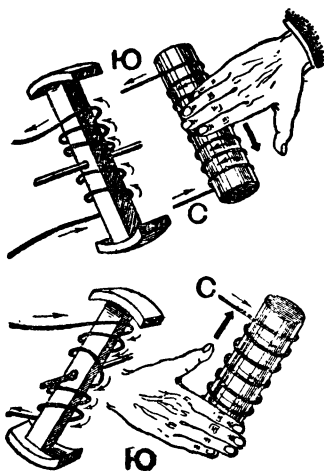


Рис. 24. Полюсы электромагнита перемагничиваются при изменении направления тока.

шириной по 15 мм (рис. 25). Изогните их, как показано на рисунке. Там, как и на всех наших рисунках, размеры проставлены в миллиметрах. На концы полосок надо надеть жестяные обоймы *Б*, вырезанные по размерам, показанным на том же рисунке. Эту заготовку якоря наденьте на ось (кусок вязальной спицы длиной 75—80 мм) и оберните в два слоя жестяными полосками. Два слоя нужны для увеличения массы железа якоря. Чем больше железа, тем сильнее магнитное действие. Обоймы *Б* выгните так, чтобы они образовали части круга.

Изготовленный якорь еще не имеет нужной точности. Для проверки его

ось. В этом двигателе, так же как и в нашей второй модели, ток включен без перерывов, все время. Нужно только менять направление тока в обмотке якоря. Концы этой обмотки переключает так называемый коллектор. Как он это делает — разберетесь дальше.

Для изготовления второго двигателя достаньте два толстых шурупа, только покороче, а то двигатель получится слишком высоким. Не найдете толстых шурупов — можете взять тонкие и туго обернуть их полосками жести до диаметра 6—7 мм.

Прежде всего сделайте якорь. Вырежьте из жести две полоски *А* длиной по 65 мм и

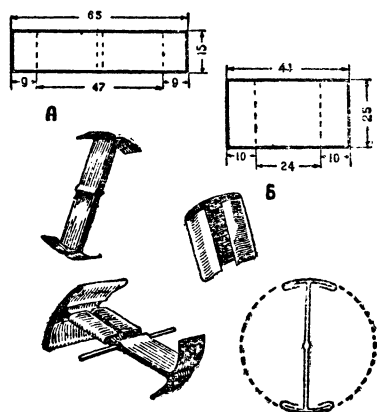


Рис. 25. Детали и конструкция двухполюсного якоря.

сделайте специальный контрольный станочек, показанный на рис. 26.

Готовый, укрепленный на оси якорь кладется в выемки двух стоек станочка, а острие изогнутой проволоки — указателя — подводится к одному из полюсов якоря. Поворачивая якорь под острием указателя, вы сразу увидите, 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 любом месте.

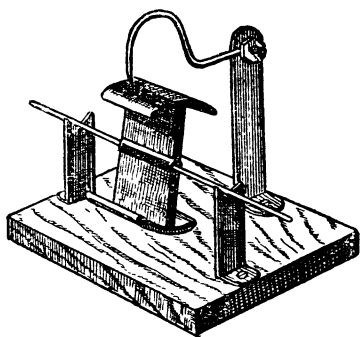


Рис. 26. Проверка якоря на контрольном станочке.

Концы оси по обеим сторонам якоря должны быть одинаковой длины. Один из них нужно оклеить узкой ленточкой папиросной бумаги. Обыкновенный клей будет плохо держать, лучше возьмите клей БФ-2 или какой-нибудь лак. Оклейте так же и якорь, за исключением наружных поверхностей обоям *Б*.

Проволока для обмотки якоря нужна диаметром 0,3 мм. Обмотку начните с середины, от того места, где проходит ось. Наматывайте аккуратно, виток к витку, один ряд проволоки до края; не разрывая проволоки, наматывайте сверху второй ряд в том же направлении обратно до середины; затем третий ряд — всего 100 витков. Не обрывая проволоки, переведите ее на другую половину якоря и наматывайте в том же направлении еще 100 витков. Конец завяжите ниткой, чтобы обмотка не разошлась.

Для коллектора нужно изготовить правильный цилиндр с отверстием точно по толщине оси. Мы перепробовали много способов: 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...

Нарежьте из писчей бумаги несколько полосок **ши-**

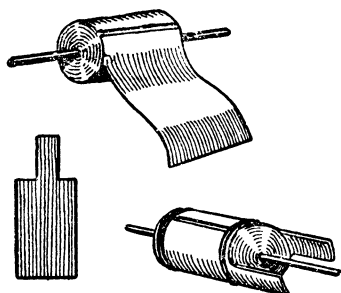


Рис. 27. Изготовление коллектора.

риной по 20 мм. Приготовьте жидкий столярный клей или хороший конторский и наматывайте бумагу на вязальную спицу, все время смазывая ее клеем. Старайтесь мотать плотно, а о краях не беспокойтесь — пусть получатся неровными, потом обрежете. Когда кончится одна лента, вторую не на-
кладывайте на конец первой, а приклейте встык, иначе получится бугорок. На-

матывайте цилиндр диаметром примерно 10 мм, оборвите ленту, обвяжите цилиндр ниткой и положите высохнуть. Сырой он — мягкий, а высохнет — будет крепким. Тогда обрежете его острым ножом с обоих концов. Длина цилиндрика должна быть равна 10 мм.

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

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 совки (рис. 27, слева); к их «ручкам» присоединятся потом провода.

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

Готовый коллектор насадите на клею на оклеенный бумагой конец оси якоря. «Ручки» обкладок должны быть обращены к якорю. Коллектор нужно повернуть так, чтобы щели между его обкладками стояли строго поперек полюсов якоря. Тогда щетки, расположенные по бокам коллектора, будут переходить с одной обкладки на дру-

гую и менять направление тока в обмотке якоря в тот момент, когда полюсы якоря станут вертикально (рис. 28).

Бумагу с конца оси считите. Концы обмотки якоря присоедините к обкладкам. Для статора вырежьте десять полосок жести длиной по 100 мм и шириной по 25 мм. Сложите их по пяти штук и оберните концы полосками жести шириной по 25 мм. Середины заготовленных пачек изогните точно по обоям якоря. Их форма видна на рис. 21. Между этими пачками — полюсами

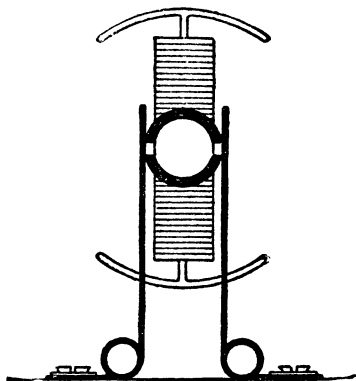


Рис. 28. Момент переключения тока коллектором.

статора — должен поместиться якорь. Значит, нужно тщательно рассчитать высоту катушек и сделать их попрочнее. В сделанном нами двигателе высота катушек получилась равной 30 мм. Щетки катушек мы сделали из тоненькой авиационной фанеры, а гильзы свернули из бумаги. Катушки должны плотно сидеть на шурупах. Проще всего обернуть шурупы полосками бумаги, заклеить, снять, а потом к этим бумажным гильзам приклеить щетки — и катушки готовы. На каждую катушку намотайте по четыре ряда проволоки диаметром 0,4 мм — по 150 витков — и можете собирать двигатель.

Обе пачки жестяных полосок статора выгнуты наружу. Это мешает установить нижние полоски прямо на дощечке-основании. Вырежьте из доски толщиной 10 мм два

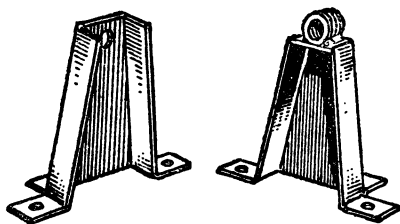


Рис. 29. Две конструкции подшипников.

квадратика 25 × 25 мм и просверлите в них отверстия по толщине шурупов. Пропустите шурупы сквозь пачку верхних полосок, наденьте катушки, затем нижние полоски, заготовленные деревянные квадратики и вверните шурупы в основание. Размер основания — 75 × 90 мм.

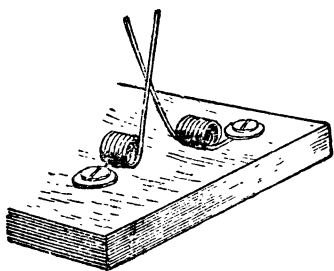


Рис. 30. Щетки.

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 из толстого железа, когда мы умеем пользоваться профилированной жестью.

При изготовлении этого двигателя не обязательно уметь паять. Правда, в нашем двигателе к жестяным стойкам припаяны проволоочные подшипники. Но можно сделать так, как показано на рис. 29, 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.

На рис. 29, справа показана жестяная профилированная стойка с проволочным подшипником. Размеров стоек мы не указываем, потому что они зависят от того, на какой высоте получилась ось ротора. Их нетрудно рассчитать самому.

Ту стойку, которую поставите со стороны коллектора, придвиньте к нему вплотную и прибейте к основанию в этом положении. Для уменьшения трения проложите между

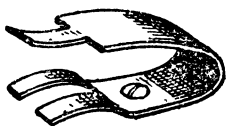
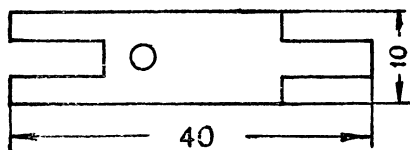


Рис. 31. Пружинящая клемма (внизу) и ее развертка.

коллектором и подшипником две тоненькие медные шайбочки.

Прежде чем устанавливать вторую стойку, наверните на ось якоря 10—12 витков проволоки диаметром 0,8—1 мм и установите стойку вплотную к этой спирали. Так же мы делали и в первом двигателе, чтобы ось якоря не ездila из стороны в сторону.

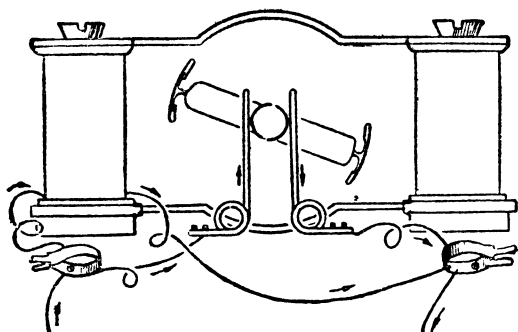


Рис. 32. Включение обмотки одного шурупа.

Остается сделать щетки, клеммы и соединить обмотки.

Щетки лучше всего делать так, как показано на рис. 30. Они простые и пружинят хорошо. Изогните их из медной проволоки диаметром примерно в 1 мм. Пружина внизу очень облегчает регулировку нажима.

Двумя шурупами привинтите щетки к основанию по обе стороны якоря. Не забудьте подложить под шурупы очищенные от изоляции концы проводов для соединений.

С той стороны, где установлены коллектор и щетки, привинтите в углах основания две пружинящие клеммы. Их конструкция понятна из рис. 31. Лучший материал для клемм — пружинящая латунь, но выйдут они и из жести.

Теперь можете испытывать двигатель. Провода от щеток присоедините к клеммам, а катушки статора включайте по одной. Сначала соедините всё, как показано на

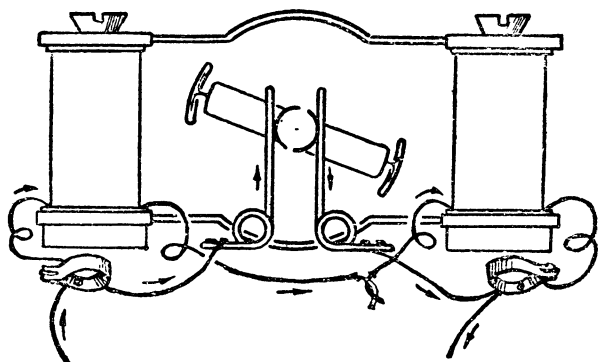


Рис. 33. Включение обмоток обоих шурупов.

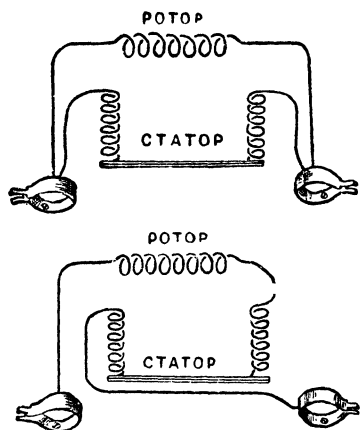


Рис. 34. Схемы параллельного (вверху) и последовательного (внизу) включения обмоток.

рис. 32, — концы одной (любой) катушки идут к тем же клеммам, что и провода от трансформатора или батареи. Если коллектор установлен правильно, ротор должен сразу завертеться.

Когда двигатель 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. 33). Включите ток. Если ротор сразу быстро завертнется,

значит катушка включена правильно. Если он не вращается и подталкивание не помогает, поменяйте присоединение концов второй катушки.

Обмотки якоря и статора соединяют по-разному: последовательно и параллельно. Обмотки этого нашего двигателя соединены параллельно: к проводам от щеток, а значит, к концам обмотки якоря присоединены концы обмотки статора (рис. 34, 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. 34, внизу). Это последовательное соединение.

Электродвигатели с параллельным соединением обмоток называют шунтовыми двигателями, а с последовательным — серийными. Роторы шунтовых двигателей на холостом ходу вращаются всегда с определенной скоростью, а роторы серийных так разгоняются без нагрузки, что иногда двигатели, как говорят техники, «разносит». Иногда на полюсах статора делают две обмотки и соединяют одну последовательно, другую параллельно с обмоткой якоря.

Такие двигатели со смешанным соединением называют компаундными двигателями.

Электродвигатель с трехполюсным якорем и поворотными щетками

Второй двигатель давал большую скорость вращения, но был слабым, потому что в промежуточных положениях 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, третий двигатель, в котором заодно и конструкцию статора тоже изменить (рис. 35). Вместо шурупов с жестяными перемычками весь статор сделаем целиком из жести. Для улучшения регулировки двигателя щетки коллектора сделаем поворачивающимися.

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

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

Конструкцию якоря вы видите на рис. 36. Три жестяные полоски *А* выгните в V-образные части и обожмите полосками *Б*. Чтобы увеличить массу железа якоря, между соседними сторонами V-образных частей заложите по пять-шесть прямоугольников *В*. Эти прямоугольники можно вдвинуть после того, как якорь обжат полосками *Б*. Три жестяные обоймы *Г* выгните так, как показано на рисунке, надвиньте на разогнутые в разные стороны концы частей *А* и зажмите на них. Изготовление якоря занимает совсем немного времени.

В центре якоря получается маленькое треугольное отверстие. Вдвиньте в него толстую вязальную спицу или обрезок велосипедной. С обеих сторон должны выступать концы длиной по 35—40 мм. Якорь припаяйте к спице.

Полюсы якоря должны быть строго одинаковой длины, а дуги обойм (части *Г*)

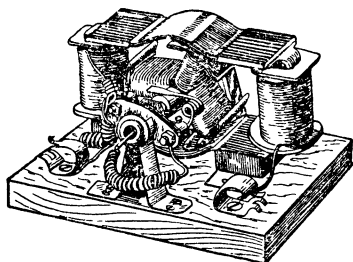


Рис. 35. Двигатель с трехполюсным якорем и поворотными щетками.

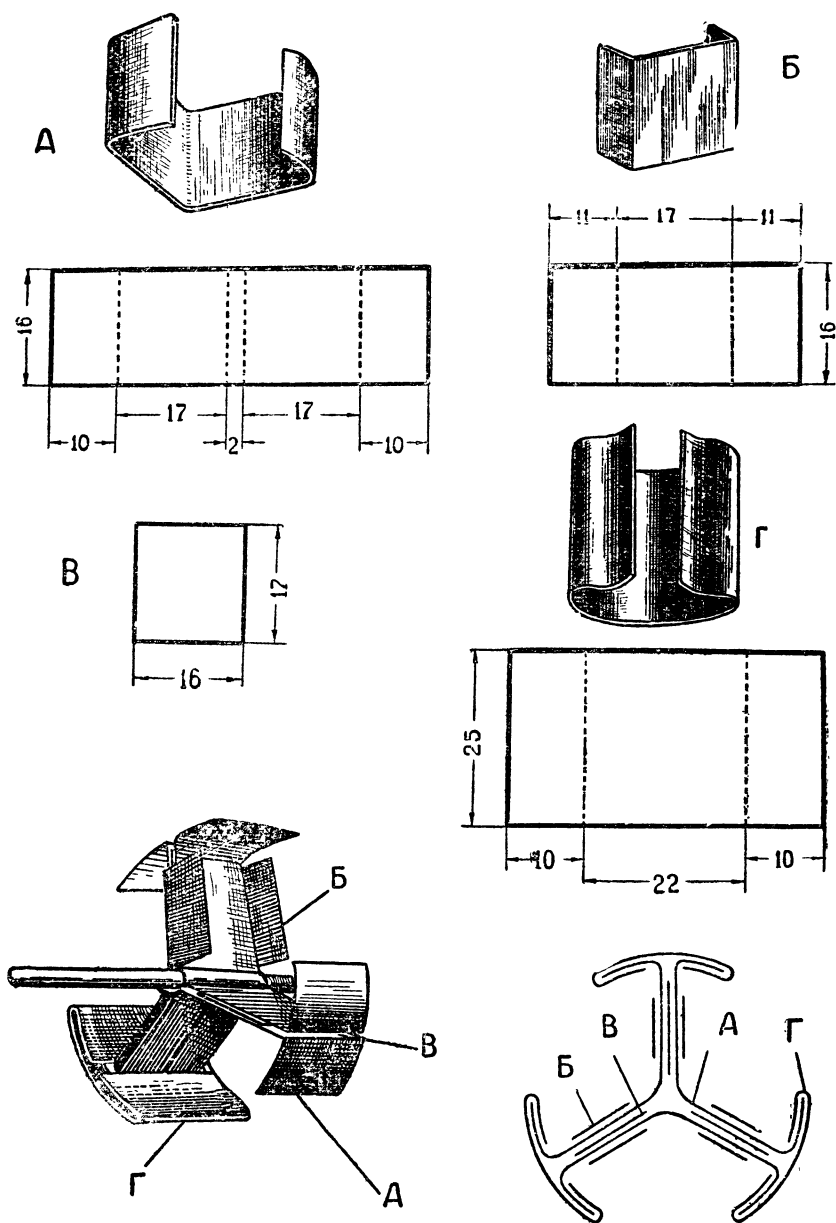


Рис. 36. Детали и конструкция трехполюсного якоря.

должны образовать части одной окружности. Поставьте якорь на контрольный станочек (рис. 26) и как можно тщательнее выверьте.

Раз на этом якоре три полюса — значит, и коллектор должен иметь три обкладки. Они изготавливаются таким же способом, как и у предыдущего двигателя (рис. 37). 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 рис. 38. 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 один от другого. На одном из гвоздей закрепите конец провода и натяните его между гвоздями восемь раз. Постепенно снимая провод с гвоздей, пере-

матывайте его на один из сердечников аккуратно, виток к витку.

Так же заготовьте 8 м провода для обмотки другого сердечника. Если первый

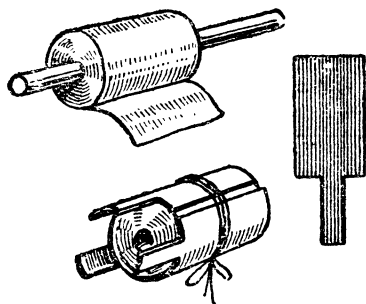


Рис. 37. Изготовление коллектора.

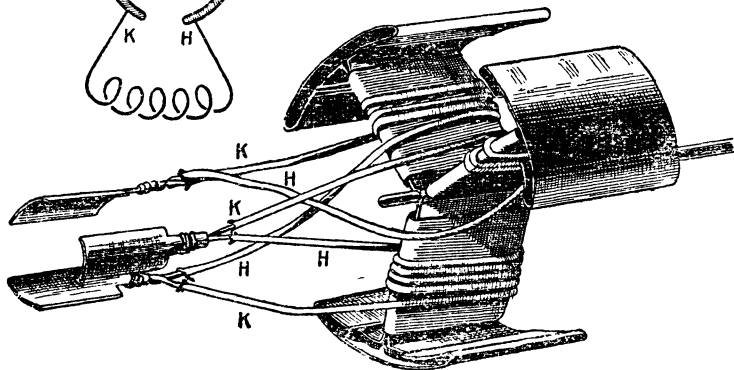
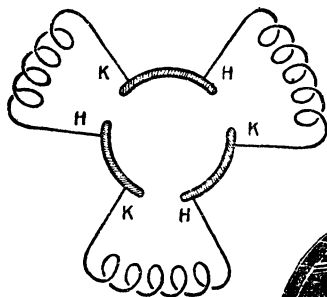


Рис. 38. Схема обмотки якоря.

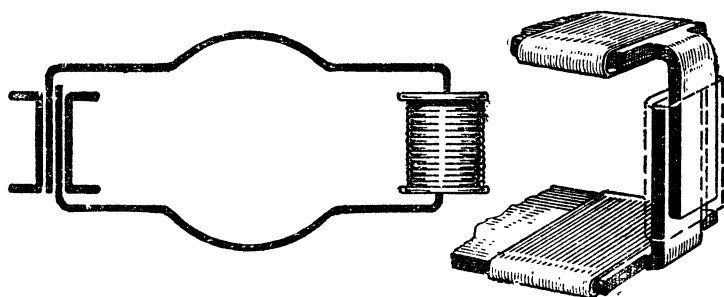
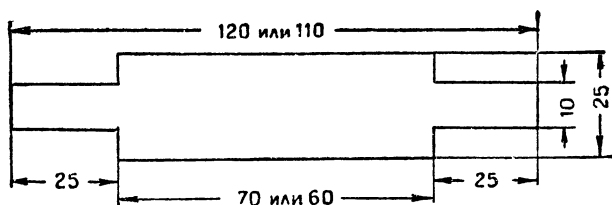


Рис. 39. Конструкция статора.

сердечник начали обматывать от оси, второй нужно пачать так же и в ту же сторону. Точно так же обматывается и третий сердечник.

Все концы и начала соседних обмоток соедините и прикрутите к ближайшим обкладкам коллектора, как показано на рис. 38. Коллектор должен быть расположен так, чтобы щели между его обкладками пришлись между полюсами якоря.

Обмотанный якорь с коллектором проверьте еще раз на контрольном станочке, подправьте его и беритесь за изготовление статора. Конструкция статора показана на рис. 39. Там видно (справа, внизу), что верхняя часть немного длиннее нижней и охватывает ее снаружи.

Гильзы катушек статора должны быть очень прочными, иначе при вдвигании верхней части статора они повредятся. Лучше всего сделать их жестяными. Обогните боковые части статора полосками жести, оклейте жесть бумагой и снимите готовые гильзы, разобрав статор. На снятые гильзы приклейте картонные щечки и можете обматывать.

На каждую катушку намотайте по 150 витков — по 10 м провода диаметром 0,4 мм. Вставьте обе части ста-

тора в катушки и примерьте, как входит между ними якорь. Готовый статор поставьте на две дощечки и притяните к основанию двумя жестяными П-образными полосками (рис. 40). Основание — это дощечка размером 75×90 мм.

Одну стойку подшипника и самый подшипник сделайте так, как для второго двигателя (рис. 29, 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 с гайками, кусочек фибры, оргстекла или другого изоляционного материала толщиной 1,5—2 мм, два винта с гайками и шайбами и кусочек медной проволоки диаметром 1 мм.

На рис. 41 показаны детали щеток. Вырежьте из фибры полоску длиной 32 мм и шириной 12 мм. Закруглите ее концы и просверлите три отверстия: одно в центре, для штепсельного гнезда, и два на концах для винтов. Из миллиметровой проволоки сверните на гвозде две спирали по 6 витков. С одного конца каждой спирали заверните петлю по размеру винта, а другой конец, длиной 30 мм, оставьте прямым и расплющите молотком в лопаточку. Эти расплющенные концы и будут прижиматься к коллектору.

Винты вставьте в отверстия щеткодержателя, наденьте на них петли щеток, шайбы и накрепко притяните гайками. Концы винтов, выступающие за гайки, спилите напильником, но оставьте немного нарезки, чтобы можно было еще подложить под головки винтов провода для соединений. Чтобы щетки не так быстро протирали коллектор, ставьте их не одну под другой, а со сдвигом. Для этого спираль одной из щеток немножко растяните.

Вот и готовы наши щетки. Они очень хорошо пружинят, а на винтах их можно устанавливать в разных положениях, увеличивая или

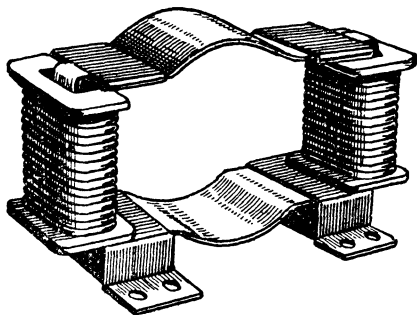


Рис. 40. Готовый статор.

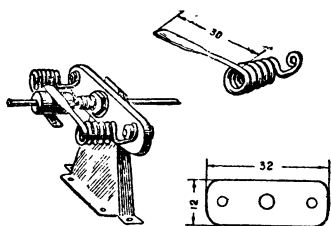


Рис. 41. Щеткодержатель и щетки.

уменьшая нажим. Весь щеткодержатель со щетками может поворачиваться на гнезде и, когда найдено наилучшее положение, закрепляется на месте второй гайкой гнезда.

Теперь понятно, что стойка второго подшипника должна иметь отверстие под гнездо. Эту стойку можно сделать так, как для второго двигателя (рис. 29, 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. 41).

В отверстии гнезда ось якоря будет болтаться. Нужно вставить в гнездо проволочный подшипник. Сверните на оси спираль из миллиметровой медной проволоки, витков в шесть-семь, и заложите ее внутрь гнезда. Если спираль-подшипник будет выскакивать, оберните ее слоем тонкой бумаги и вдвиньте с небольшим усилием. Только не наворачивайте много бумаги: если спираль войдет слишком туго, то она сожмется и ось не будет вращаться достаточно легко.

Обе стойки с подшипниками и щеткодержателем прибивайте к дощечке основания маленькими гвоздиками, вставив на место ротор. Привинтите к дощечке две пружинные клеммы и соедините все обмотки так, как во втором двигателе (см. рис. 33). Гибкие провода от контактов щеткодержателя сверните спиралью, чтобы они не мешали поворачивать щетки.

Соединения лучше сделать по схеме «последовательно» (см. рис. 34, внизу), чтобы двигатель работал и от батарейки карманного фонарика.

Пробовать лучше всего при довольно большом напряжении — 6—8 вольт, от трансформатора. Проверьте, прикасаются ли щетки к обкладкам коллектора, не слишком ли сильно нажимают. Двигатель должен сразу заработать.

Поворачивая щеткодержатель, найдите такое положение щеток, при котором быстрее всего вращается ротор. Вы увидите, что есть такие положения щеток, при кото-

рых ротор совсем останавливается, а затем, после дальнейшего небольшого поворота щеток, начинает вращаться в другую сторону.

Так, без переключения, лишь поворотом щеток, можно менять направление и регулировать скорость вращения ротора.

Когда отрегулируете работу двигателя при напряжении 6—8 вольт, уменьшите подаваемое напряжение и постарайтесь придвинуть верхнюю часть статора как можно ближе к якору. Мощность двигателя очень резко возрастает от малейшего приближения. Только не увлекайтесь, не придвиньте чересчур близко: якорь при вращении начнет задевать за статор, и при этом двигатель сразу пойдет медленнее.

Бывает, что после регулировки на небольшом напряжении — 4—5 вольт — якорь начинает задевать за статор при включении на 6—8 вольт. Если вы рассчитываете пользоваться двигателем при большом напряжении, то придется верхнюю часть статора немного приподнять.

Электродвигатель с кольцевым статором

Статоры всех заводских электродвигателей изготовляются в виде колец. Это выгоднее всего, потому что якоря этих двигателей имеют форму цилиндра, а цилиндр экономнее всего окружить кольцом.

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

Когда мы конструировали наш четвертый электродвигатель (рис. 42), мы стремились разрешить эти две задачи и добиться простого изготовления всех частей. Статор и все другие железные части нашего двигателя сделаны из жести от консервных банок, а для облегчения сборки и регулировки мы сделали башмаки полюсов статора подвижными. Это дает возможность легко собрать двигатель, а затем, осторожно выдвигая башмаки, добиться очень точной регулировки, которой в третьем двигателе мы добивались передвиганием верхней части статора.

Конечно, щетки в этом двигателе поворотные. Одна стенка двигателя, так называемая крышка, сделана съем-

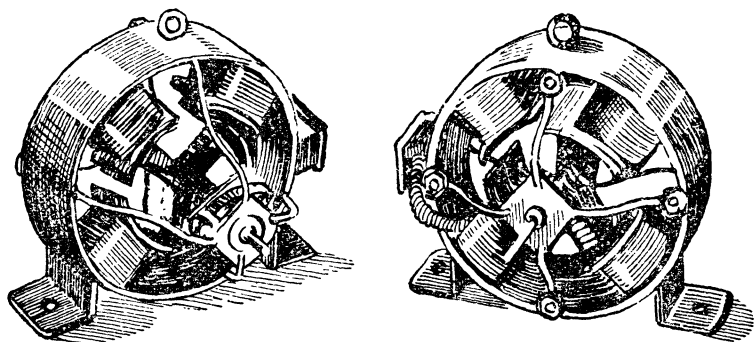


Рис. 42. Двигатель с кольцевым статором. Слева — вид со стороны щеток, справа — со стороны съемной крышки.

ной. Благодаря этому двигатель легко разбирается для ремонта.

По внешнему виду четвертый электродвигатель получился очень похожим на заводской. Его удобно установить на любую модель, и при маленьких размерах он дает большую мощность.

Чтобы сделать этот двигатель, надо обязательно уметь паять. При хорошем изготовлении он неплохо работает даже от одной батарейки карманного фонарика. Еще лучше работает двигатель от трансформатора, понижающего напряжение городской сети до 4—8 вольт. Больше 8 вольт

давать нельзя, потому что будет нагреваться обмотка.

Нам важно, чтобы трансформатор давал ток достаточной силы. Очень часто самодельные двигатели плохо работают именно из-за недостаточной силы тока. Например, от восьмивольтового звонкового трансформатора двигатель не развивает полной мощности, потому что этот трансформатор, обмотки которого сделаны из тонкой проволоки, не дает нужного тока.

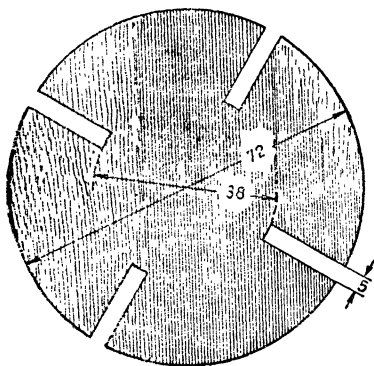


Рис. 43. Шаблон для изготовления статора.

Хорошо работает двигатель от самодельных трансформаторов, описанных в этой книге.

Якорь и коллектор этого двигателя изготавливаются точно так же, как для третьего двигателя (см. рис. 36 и 37), 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 рис. 43. На

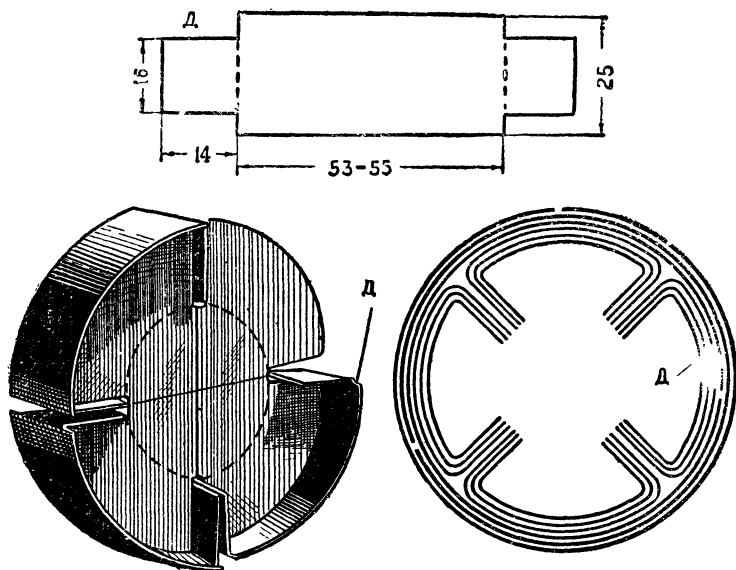


Рис. 44. Изготовление кольца статора.

этом шаблоне соберите вырезанные из жести части *Д* (рис. 44). 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 вдвинутся потом «башмаки». Закрепленные в шаблоне части *Д* оберните тремя-четырьмя жестяными лентами шириной 25 мм, встык, как показано внизу, справа. Все это крепко обвяжите веревочкой или проволокой, выровняйте края и пропаяйте швы. Теперь статор можно снять с шаблона.

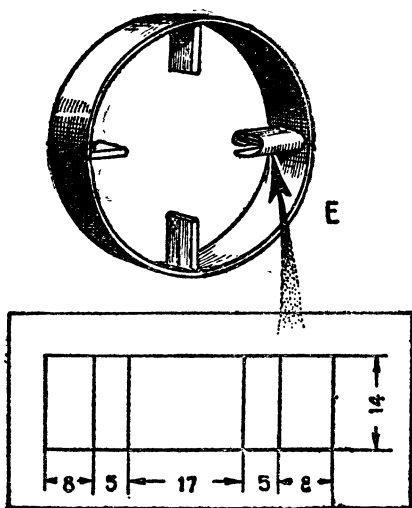


Рис. 45. Готовое кольцо статора и обжимка.

Полюсы статора оберните жестяными полосками *Е* по размерам на рис. 45. Обожмите сначала не до конца — сделаете это после изготовления подвижных башмаков.

Детали и размеры башмаков даны на рис. 46. Часть *З* изготовляется из полоски таких же размеров, как и деталь *Г* якоря (см. рис. 36). Способ изготовления башмаков виден на рис. 46. Хвосты башмаков набиваются жестяными прямоугольниками до тех пор, пока не станут туго входить в щели между

загнутыми концами кольца статора. На рис. 47 показано готовое кольцо статора со вдвинутыми башмаками и полюсами, обжатыми полосками *Е*.

На рис. 48 дан общий вид готового статора с передней (съемной) и задней крышками, лапками *И* для установки мотора и стойками *К* для панели включения.

У настоящих двигателей есть еще рым — ушко, за которое их переносят краном или передвигают, продев лом. Мы тоже сделали проволоочное ушко и впаяли его в отверстие сверху статора.

Для привинчивания передней крышки припаяйте изнутри статора между полюсами четыре болтика от «конструктора», опилив с одного бока их головки. Напротив них, с другой стороны статора, потом припаяете проволоки неподвижной задней крышки. Переднюю крышку можете сделать сейчас, а заднюю только заготовьте. Изогните и поставьте ее на место уже при окончательной сборке двигателя.

Для изготовления крышек достаньте обрезок железа или латуни миллиметровой толщины и медную проволоку диаметром 2—2,5 мм. Из железа или латуни вырежьте

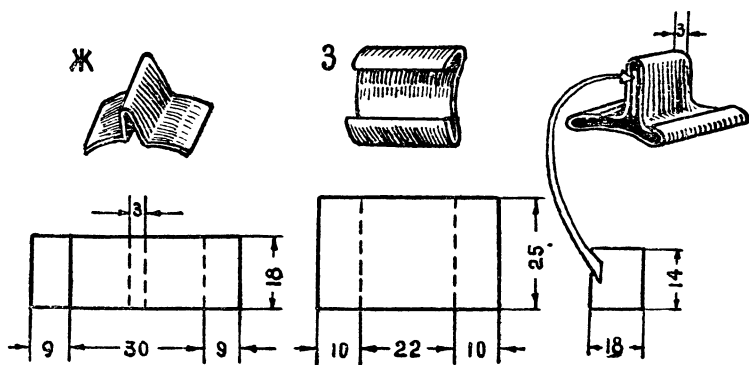


Рис. 46. Изготовление башмаков.

два квадратика 18×18 мм и пробейте в углах отверстия по толщине проволоки. Для задней крышки отрежьте четыре куски проволоки длиной по 65 мм, а для передней — по 45 мм. Концы проволок вставьте в отверстия квадратиков, загните, слегка расплющите и пропаяйте. Это место должно быть очень прочным.

На рис. 49 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. Квадратик крышки должен возможно точнее приходиться против середины кольца статора.

Щеткодержатель сделайте по описанию третьего двигателя (см. рис. 41), только вместо винтов лучше подберите два контакта от старого выключателя, а щетки поставьте другие. Этот двигатель потребляет больше тока, чем третий, и поверхность

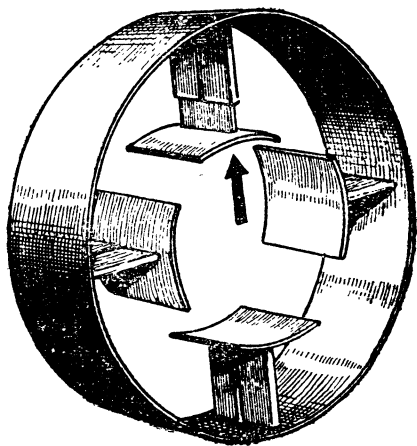


Рис. 47. Кольцо статора со вдвинутыми башмаками.

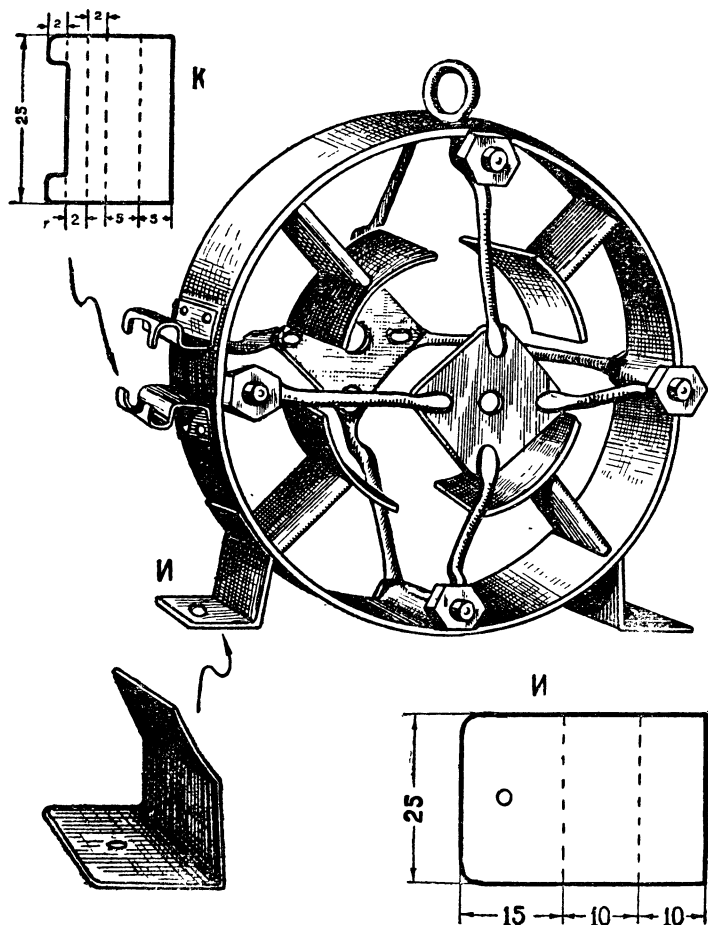


Рис. 48. Статор без обмотки; И — лапка; К — стойка.

проволочных щеток оказывается недостаточной. Здесь их нужно сделать плоскими, из тонкой, хорошо пружинящей латуни. Если воспользуетесь латунью от бергмановских трубок, сделайте щетки из двух полосок каждую, как ресоры. В месте сгиба полоски припаяйте к проволоке, вставленной в контакт щеткодержателя (рис. 50, слева). Такие щетки имеют большую поверхность соприкосновения с коллектором и плавный нажим.

Нет у вас тонкой лагуни — не беда, можно сделать щетки в виде флажков из латуни потолще (рис. 50, справа). Если контактов от старого выключателя не достанете — сделайте такие щетки, как в третьем двигателе, только в местах, прикасающихся к коллектору, припаяйте латунные флажки.

В центре квадрата задней крышки просверлите отверстие под гнездо щеткодержателя. В это отверстие заложите гнездо и накрепко затяните первой гайкой. Поверх гайки наденьте на гнездо металлическую шайбу, щеткодержатель, вторую шайбу и навинтите вторую гайку.

Четыре проволоки, идущие от квадрата задней крышки, изогните так, чтобы они не мешали поворачивать щеткодержатель. Их форма хорошо видна на рис. 42, слева. Вставьте якорь в статор и примерьте крышку.

Рассчитайте так, чтобы гнездо щеткодержателя слегка упиралось в коллектор как раз тогда, когда полюсы якоря находятся на одном уровне с полюсами статора. При этом между якорем и коллектором должен быть промежуток в 5—6 мм. Припаяйте проволоки задней крышки к статору в найденном положении.

Подшипники этого двигателя — проволоочные спирали. Подшипник задней крышки помещается внутри гнезда, как в третьем двигателе. Когда отрегулируете задний подшипник, можно ставить передний. Проволочную спираль вставьте в отверстие передней крышки, но сразу не припаявайте. Сначала найдите такое положение переднего подшипника, чтобы якорь легко вращался в собранном двигателе. В этом положении и нужно припаять подшипник.

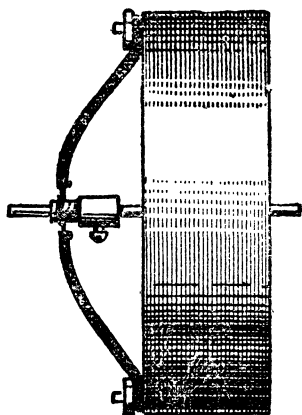


Рис. 49. Форма проволок передней крышки.

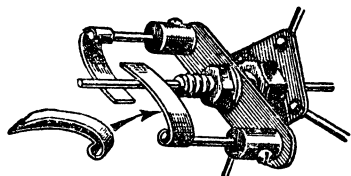


Рис. 50. Щеткодержатель и две конструкции плоских щеток.

Нельзя снимать крышку для припайки: подшипник может чуточку сдвинуться с места и испортить регулировку. Но если паять подшипник со вставленной осью, то можно припаять и ось. Это препятствие легко обойти: натрите ось графитом черного карандаша и можете спокойно паять. Олово к оси не пристанет, а 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 якорю ничто не мешает. Нужно поставить упор. Хорошо сделать его из контакта от выключателя или от патрона электрической лампочки. Нарезку контакта спилите всю — она не нужна, достаточно оставить втулочку с винтом. Эту втулочку наденьте на ось между якорем и передней крышкой. Винтом зажмите втулочку около подшипника передней крышки (см. рис. 49). Не достанете контакта — можно на ось между якорем и передней крышкой навить спиральку из оголенной медной проволоки; такая спиралька тоже будет достаточным упором.

Чтобы уменьшить трение коллектора о гнездо, на ось между ними наденьте две маленькие медные шайбочки. Вот и закончены все «механические» работы.

Тщательно промойте горячей водой с мылом все места лака, смажьте подшипники машинным маслом и прокрутите якорь рукой, чтобы ось «приработалась» в подшипниках. Когда добьетесь легкого и плавного вращения якоря, разберите двигатель и принимайтесь за обмотку. Снимая переднюю крышку, не забудьте отметить, какая проволока у нее верхняя, чтобы ставить крышку всегда одинаково.

Якорь этого двигателя обматывается так же, как и для предыдущего (см. рис. 38). Обмотка статора несколько сложнее. Провод нужен диаметром 0,4 мм, в какой угодно изоляции. Так как обматывать полюсы на самом статоре очень неудобно, заготовьте отдельные катушечки.

При изготовлении двигателя обжимки *Е* получаются не совсем одинаковыми, и башмаки тоже немножко разные. Чтобы при сборке не спутать, что куда подогнано, сделайте на всех частях пометки, а затем вытащите башмаки и осторожно стяните обжимки *Е*.

Специальных катушек делать не нужно: провод можно

наматывать прямо на обжимки. Чтобы он не сползал, сделайте щечки. 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 отогнуть, как показано на рис. 51. Это и будут щечки катушек. На щечках, с наружной стороны, тоже отметьте, какая к какой катушке относится. Ведь пометки на обжимках *Е* потом закроются.

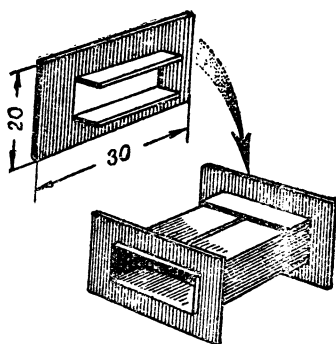


Рис. 51. Катушка статора.

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

Концы обмоток завяжите нитками и наденьте обжимки-катушки на «свои» полюсы. Вдвиньте их до конца, чтобы щечки катушек, прилегающие к кольцу статора, изогнулись дугой, и тогда вставьте в каждый полюс статора «свой» башмак. Башмаки вдвиньте тоже до конца — отрегулируете потом, при испытании двигателя.

Схема соединения обмоток статора показана на рис. 52. Буквами *Н* там обозначены начала обмоток, буквами *К* — концы. При включении, показанном на рисунке, одна половина статора (два соседних полюса) при прохождении тока намагничивается, скажем, как южные полюсы, а другая по-

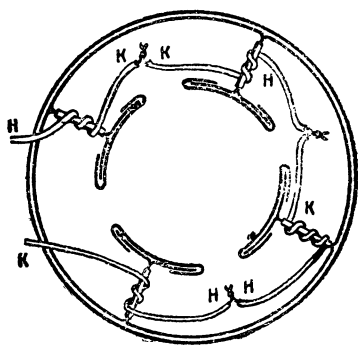


Рис. 52. Схема соединения обмоток статора.

ловина — как северные. Статор получается как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами. После нескольких проб мы нашли, что так двигатель работает лучше всего. Но помните, что соединение по схеме рис. 52 дает хорошие результаты только в том случае, если обмотки всех катушек статора сделаны в одну сторону.

Когда соедините все катушки, снова соберите двигатель и сделайте последние включения: присоедините щетки и подведите провода к панели включения.

Эту панель вырежьте из кусочка изоляционного материала толщиной 2 мм. В прямоугольнике 20×15 мм просверлите два отверстия диаметром 4 мм. Из тоненькой латуни согните две трубочки, заложите их в эти отверстия, надрежьте выступающие с обеих сторон концы и разогните, как лепестки цветов. С одной стороны подложите под лепестки очищенные от изоляции концы гибких проводников. Получатся два гнезда, в которые входят ножки от старых радиоламп.

Вдвиньте панель включения в держатели *K* на статоре двигателя (см. рис. 48). 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. 53). От второго контакта щеткодержателя проведите гибкий провод к свободному гнезду панели включения. Получился серьезный двигатель. Можете попробовать его работу.

К проводам от трансформатора или от батареи элементов присоедините ножки от цоколя испорченной радиолампы (годятся только разрезные ножки старой конструкции) и вставьте их в гнезда панели включения.

Между держателями панели вдвиньте кусочек картона, прикрывающий кольцо статора. Если этого не сделать, ножки могут коснуться статора и получится короткое замыкание.

Этот двигатель тоже лучше сначала испытать и отрегулировать при повышенном напряжении. Когда двигатель как следует заработает, уменьшите напряжение и отрегулируйте нажим щеток и положение башмаков статора. Каждый башмак легко выдвинуть, вставив между ним и катушкой концы ножниц. Сближая ножницы, как бы разрезая ими, вы сумеете выдвинуть башмак. Смотри-

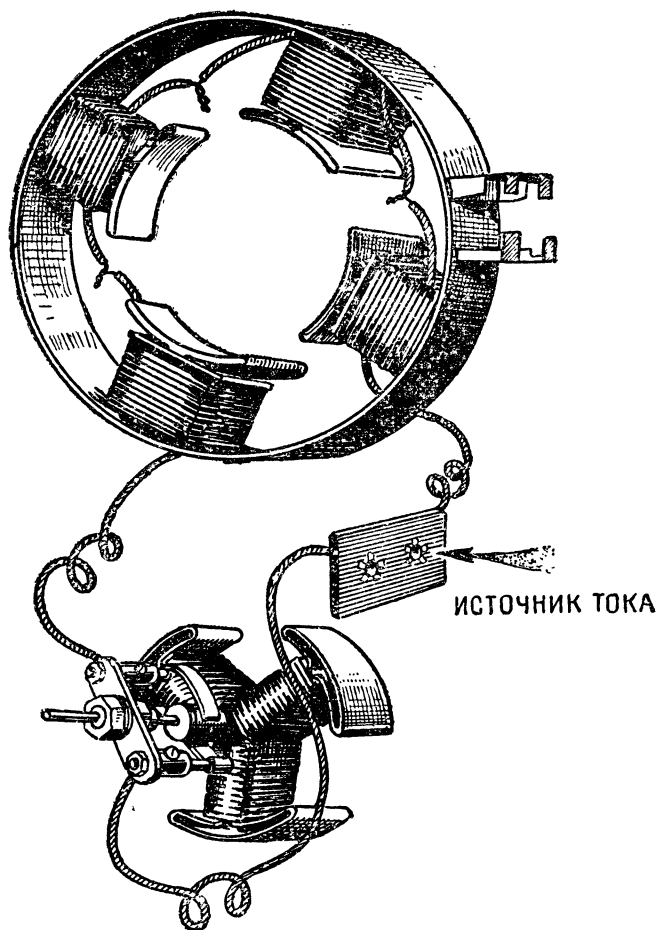


Рис. 53. Схема серийного включения электродвигателя с кольцевым статором.

те только, не придвиньте башмаки чересчур близко к полюсам якоря — испортите дело.

Если двигатель сделан очень тщательно, он хорошо работает даже от одной батарейки карманного фонарика. Благодаря тому что обмотки соединены последовательно, ротор вращается с такой большой скоростью, что двигатель гудит.

Электродвигатель с пятипольсным якорем

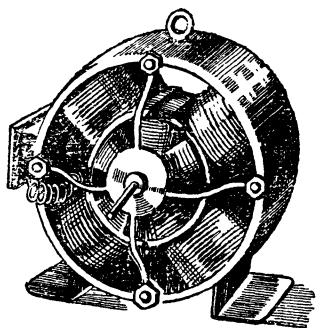


Рис. 54. Двигатель с пятипольным якорем со стороны передней крышки.

Очень хорошо работает четвертый двигатель, 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 подтолкнуть якорь — и он начинает вращаться, но сам с места не сдвигается.

Если двигатель 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 двигатель должен всегда работать без перебоев.

Такие случаи бывают со всеми двигателями с трехпольными якорями, и устранить этот недостаток можно, только увеличив число полюсов якоря. Но делать четыре полюса не имеет смысла: и в таком моторе могут быть «мертвые точки». Нужно сделать пятипольный якорь, и тогда можно быть уверенным, что всегда при включении тока двигатель начнет работать.

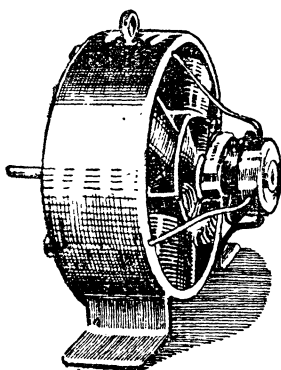


Рис. 55. Двигатель с пятипольным якорем со стороны коллектора.

По внешнему виду наш пятипольный двигатель (рис. 54 и 55) почти ничем не отличается от трехпольного (см. рис. 42). То, что вместо квадратиков в серединах крышек сделаны кружки, совершенно несущественно; это каждый может делать как хочет, а вот якорь в нем стоит другой, это сразу заметно. Середина в

этом двигателе заполнена гораздо больше, чем в трехполюсном.

Пятиполюсный якорь (рис. 56) можно сделать точно так, как трехполюсный, только взять не три, а пять V-образных частей.

Размеры основных деталей пятиполюсного якоря даны на рис. 57. Размеры деталей *Б* и *В* такие же, как и для трехполюсного якоря (см. рис. 36). И здесь, для того чтобы увеличить массу железа якоря, между соседними сторонами V-образных деталей до обжимания полосками *Б* заложите по пять-шесть прямоугольников *В*, а после обжимки заколотите еще по одному прямоугольнику.

Перед обмоткой сердечники якоря оберните одним-двумя слоями парафинированной бумаги и в уголки у оси вклейте деревянные треугольнички. Схема обмотки такая же, как и для трехполюсного якоря (рис. 58).

Если для питания двигателя у вас есть хороший трансформатор, аккумуляторы или большие сухие элементы, сделайте обмотку проводом диаметром 0,5 мм в любой изоляции. Тогда на каждый полюс якоря наматывайте по 80 витков, аккуратно, виток к витку. Все пять сердечников нужно обмотать строго одинаково. Концы и на-

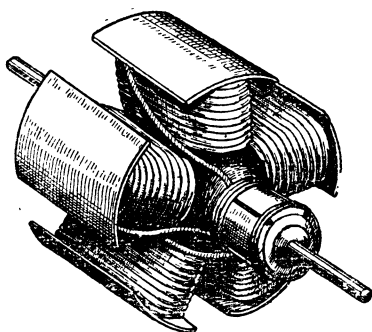


Рис. 56. Пятиполюсный якорь.

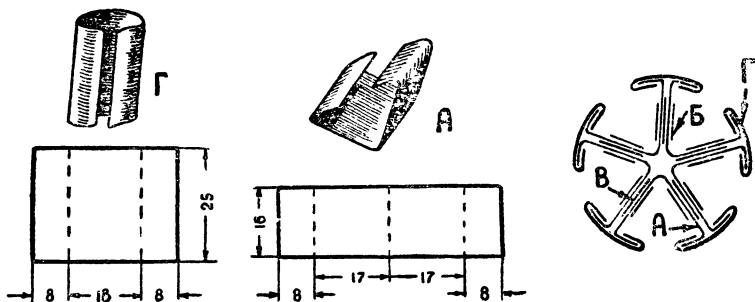


Рис. 57. Основные детали и конструкция пятиполюсного якоря.

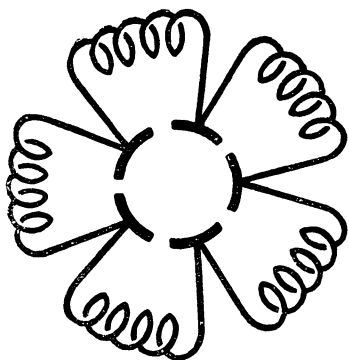


Рис. 58. Схема обмотки якоря.

чала соседних обмоток соедините и припаяйте к ближайшим обкладкам коллектора.

Понятно, что коллектор этого двигателя должен иметь пять обкладок.

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

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

Если источник тока у вас недостаточно мощный, наматывайте 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. 59, справа), для наименьше-

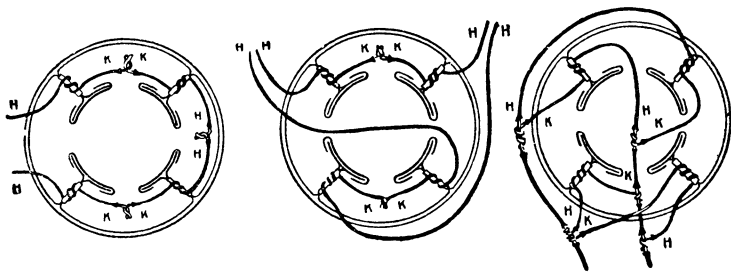


Рис. 59. Три схемы обмотки статора.

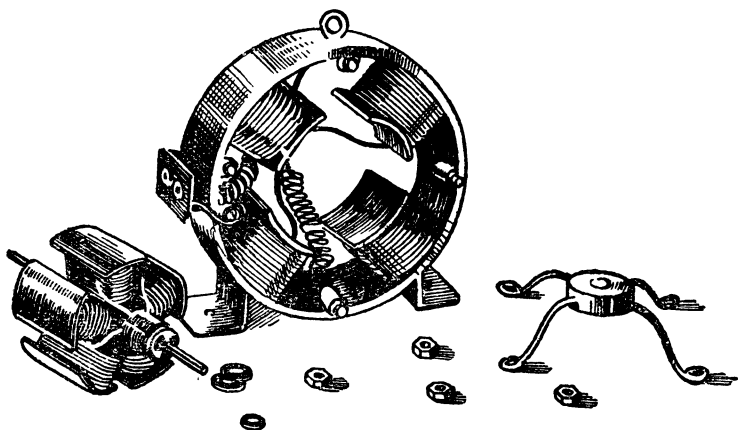


Рис. 60. Детали двигателя с пятиполюсным якорем. Слева — якорь; в середине — статор; справа — передняя крышка.

го — последовательно (рис. 59, слева). Средняя величина тока получается при последовательно-параллельном соединении (рис. 59, в середине). Буквами *H* на рис. 59 обозначены начала обмоток, буквами *K* — концы. Не забудьте, что соединения по схемам рис. 59 дают хорошие результаты только в том случае, если обмотки всех катушек статора сделаны в одну сторону.

На рис. 60 показаны детали двигателя перед окончательной сборкой. Когда соберете двигатель и станете испытывать, протрите коллектор на ходу графитом мягкого черного карандаша. Такая графитовая смазка коллектора значительно улучшает работу двигателя, и следует время от времени смазывать все двигатели, которые вы построите.

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

указано на рис. 44, а 35—40 мм. Ширина узкой части этих полосок будет не 16 мм, а 26—31 мм, что заставит увеличить длину обжимок *Е* (см. рис. 45) и размеры деталей башмаков (см. рис. 46).

Точно так же на 10—15 мм нужно увеличить и ширину заготовок деталей *А*, *В* и *Г*, из которых собирается якорь (рис. 36 для трехполюсного якоря и рис. 57 — для пятиполюсного). Соответственно увеличивается длина обжимок *Б* (см. рис. 36).

Количество витков и диаметр проволоки на якоре и статоре остаются без изменений. Такие удлиненные двигатели особенно хорошо работают при увеличении напряжения до 8 вольт.

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

На рис. 61 дана схема соединений для прямого и обратного хода двигателя. На этой схеме видно, что ротор будет вращаться в обратную сторону, если поменять местами присоединение проводов от щеток. Практически

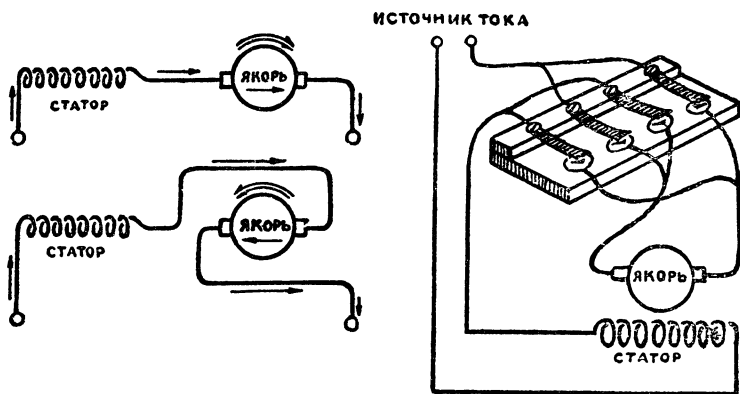


Рис. 61. Слева — схемы соединений для прямого и обратного хода двигателя; справа — простейшая конструкция переключателя.

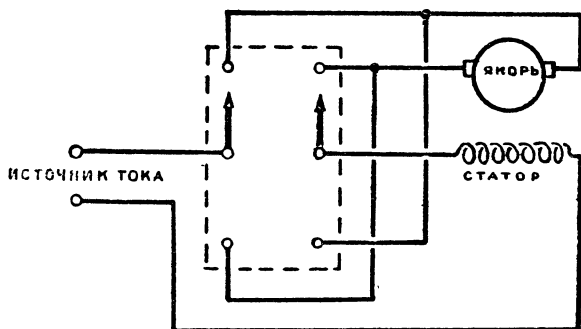


Рис. 62. Схема переключения двухполюсным рубильником.

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 того или иного вида.

Можете воткнуть в дощечку четыре кнопки, укрепить над ними четыре плоские пружины (например, обрезки пружин от больших часов) и, нажимая то левую, то правую пару пружин, получать прямой и обратный ход двигателя (рис. 61, справа).

На рис. 62 дана схема соединений с переключением двухполюсным перекидным рубильником. Провода от источника тока и от обмотки статора присоединяются к ножам рубильника, провода от якоря — к зажимам. На схеме ножи показаны стрелками, зажимы — кружками.

Попробуйте сами придумать приспособление, автоматически переключающее двигатель, когда модель доходит до упора.

Набивной якорь

Каждый наш электродвигатель получался сильнее и совершеннее предыдущего. Первый двигатель был просто электрической вертушкой: он хорошо крутился сам, но был очень слабым. Сделали якорь с обмоткой и поместили его внутри статора — помогло, второй двигатель получился сильнее. Третий двигатель еще сильнее: у него трехполюсный якорь, зазор между статором и якорем ре-

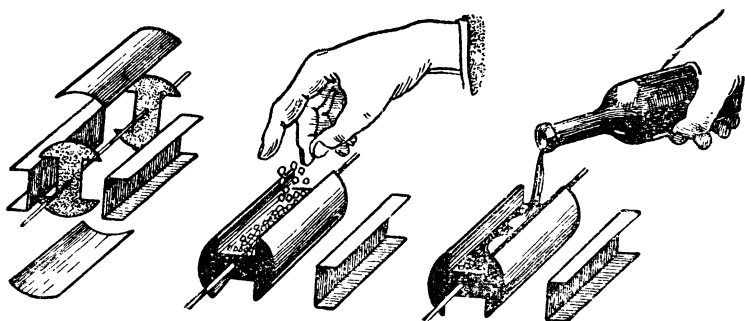


Рис. 63. Двухполюсный набивной якорь.

гулируется, а щетки сделаны поворотными. У четвертого двигателя — кольцевой статор, поэтому он сильнее третьего. Наконец пятый двигатель, с пятиполюсным якорем, самый сильный и надежный. В нем соединены все лучшие особенности предыдущих электродвигателей: якорь с обмоткой вращается внутри кольцевого статора, зазор регулируется, щетки поворотные.

А нельзя ли еще что-нибудь придумать, чтобы увеличить мощность двигателя? Оказывается, можно. Для всех наших двигателей мы изготовляли якоря из полосок жести, но в такой конструкции количество железа недостаточно, и из-за этого двигатели работают хуже. Как же быть?

Мы попробовали пустой железный якорь набить обрезками железной проволоки, гвоздями, железными опилками. Результат получился замечательный: двигатель работает отлично. Якорь такой конструкции легко изготовить любого диаметра, любой длины, любой формы. Мы сначала изготовили набивной якорь двухполюсный, как две буквы «Т», составленные ножками (рис. 63).

К двум очень тщательно вырезанным щечкам 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 или насыпаются железные опилки, и все заливается каким-нибудь лаком. Затем якорь нужно хорошенько потрясти, чтобы набивка плотно улеглась. Когда будут заполнены все уголки, мож-

но 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 оклеиваются 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.

Электродвигатель повышенной мощности

Для больших моделей кораблей, шагающих экскаваторов, электровозов и т. п. нужны особенно мощные электродвигатели. Для них даже наш двигатель с пятиполюсным якорем слишком слаб. Но теперь мы уже знаем, как увеличить мощность электродвигателя. В нашем новом, шестом двигателе будет набивной пятиполюсный якорь. И полюсные башмаки статора мы тоже сделаем набивными, а толщину кольца увеличим. Теперь не только якорь, но и статор будет гораздо сильнее. Чтобы еще больше повысить мощность двигателя, мы увеличим длину якоря до 50 мм. Сделанный нами двигатель (рис. 64 и 65) получился настолько сильным, что почти не уступает фабричным двигателям такого же размера. Отдельные части двигателя показаны на рис. 66.

Кольцо статора изготовьте из жести

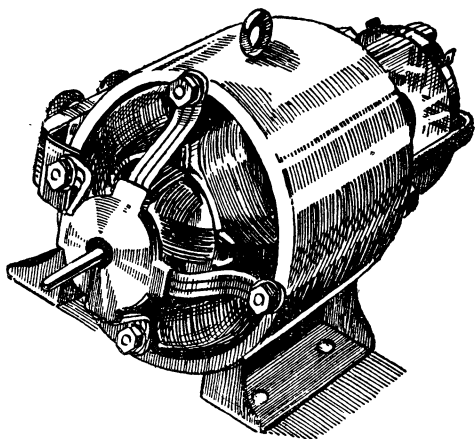


Рис. 64. Двигатель повышенной мощности — вид со стороны передней крышки.

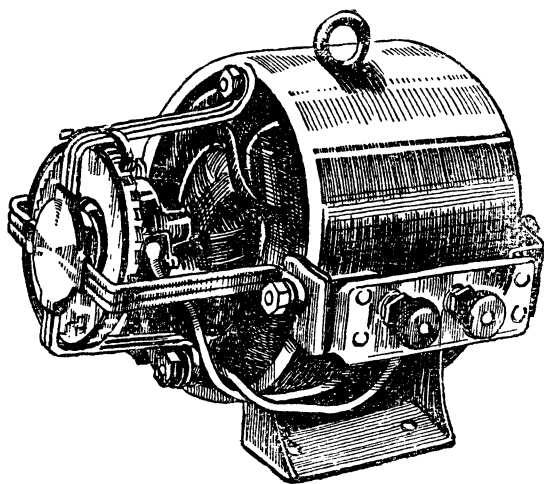


Рис. 65. Двигатель повышенной мощности — вид со стороны коллектора.

от консервных банок. Осевая длина кольца 50 мм, внутренний диаметр 70 мм. Кольцо сверните на болванке. Если круглой болванки нужного диаметра не подберете, возьмите болванку потоньше и оклеивайте ее бумажной лентой до нужной толщины. Первый слой жести спаяйте внакладку; дальше прикладывайте полосы встык и наворачивайте туго, закрепляя концы полос пайкой, до толщины в 3—4 мм. Количество слоев зависит от толщины жести, которая у разных банок бывает различна. Свернув кольцо, стяните его туго проволокой, аккуратно пропаяйте торцы и подровняйте напильником. Проволоку снимите.

Заготовив обоймы полюсных башмаков по размерам на рис. 67, согните их и пропаяйте каждую на стыке. Разделив окружность кольца статора точно на четыре части, подгоните выпуклые стороны обойм к внутренней стороне кольца и припаяйте, оставив с каждого края по 5 мм.

Полоску жести шириной 40 мм и длиной 135 мм сверните на болванке в трубку диаметром 42 мм и закрепите пайкой внакладку. Нарежьте мягкую железную проволоку или гвозди кусками такой длины, чтобы они свободно укладывались в башмаки, и заполните ими внут-

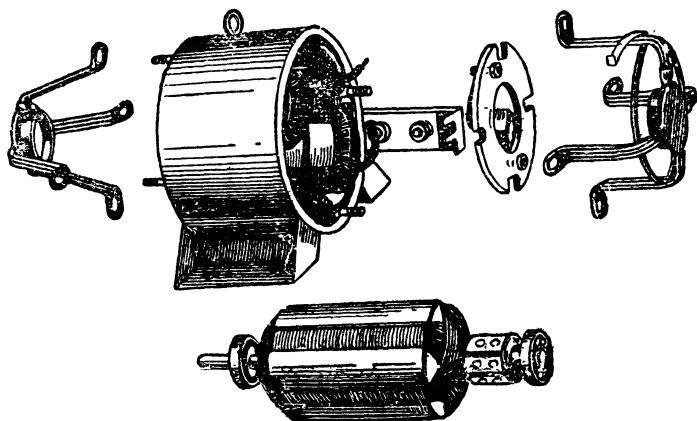


Рис. 66. Отдельные части двигателя повышенной мощности. Вверху — передняя крышка, статор с катушками, панель включения, щеткодержатель, задняя крышка; внизу — якорь с обмоткой, коллектором и шарикоподшипниками.

ренность башмаков заподлицо с вогнутой кромкой. Можно набивать и железными опилками. Набивку башмаков залейте каким-нибудь лаком (асфальтовым, шеллачным, глифталевым и т. п.) или силикатным клеем. Вдвиньте между башмаками заготовленную трубку так, чтобы ее спаянный шов пришелся не на башмак, а на промежуток (рис. 68). Трубку припаяйте с торцов к обоймам башмаков и аккуратно удалите промежутки между башмаками. Выровняв кромки, пропаяйте продольные швы. Готовое кольцо статора с башмаками показано на рис. 70.

Подберите восемь болтиков с резьбой 4 мм и длиной 20 мм с гайками и шайбами и отпилите у них головки. Приложите их точно в серединах промежутков между башмаками так, чтобы нарезные концы выступали за

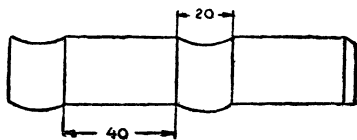
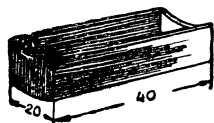


Рис. 67. Обойма полюсного башмака и ее развертка.

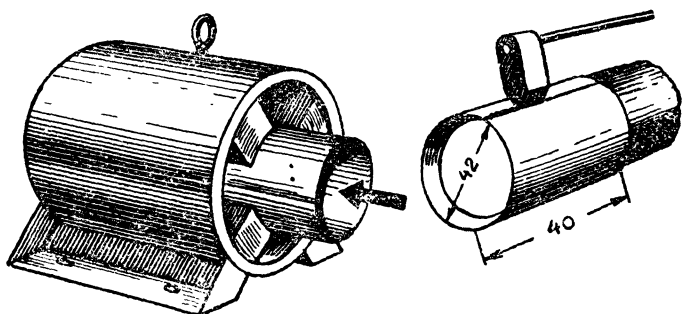


Рис. 68. Вдвиньте внутрь статора заготовленную трубку.

края кольца статора на 8 мм, и предварительно прихватите пайкой. Заготовив из жести полоски размером 20×6 мм, согните из них восемь скобочек. Наложив их на винты, припаяйте лапками к кольцу статора, пропаяйте стыки скобочек с винтами и окончательно припаяйте винты к кольцу (рис. 69). Теперь винты надежно укреплены и не отломаются при закреплении крышек.

Лапки статора изготовьте из жести потолще по размерам, указанным на рис. 70, и припаяйте их к кольцу так, чтобы обе стояли на столе всей плоскостью, а кольцо при этом не касалось бы стола. Рым сделайте из толстой проволоки и впаяйте его в отверстие в верхней части статора.

Приступайте к изготовлению якоря. Подберите ось длиной 120—130 мм и диаметром 4 мм. Ее можно сделать из стали-серебрянки или взять готовую от набора

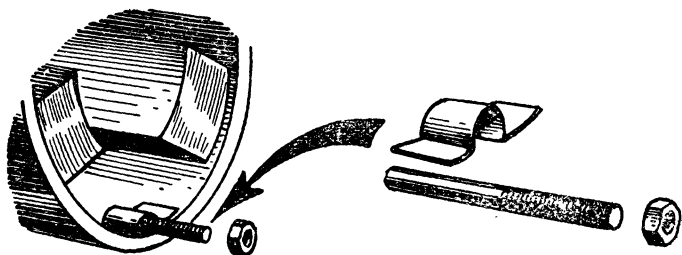


Рис. 69. Крепление болтиков к кольцу статора.

«Конструктор». Ось будет вращаться в двух шариковых подшипниках. Подходящие шарикоподшипники с внутренним диаметром 4 мм можно купить в магазине «Юный техник». Если шарикоподшипников не достанете, придется сделать самим подшипники из проволочных спиралей, как у других наших двигателей.

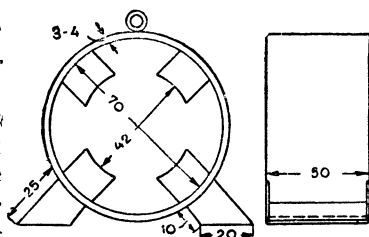


Рис. 70. Кольцо статора с башмаками и лапками. Слева — вид спереди; справа — боковой вид.

Щечки якоря вырежьте из жести от консервной банки по размерам на рис. 71. Когда будете их размечать, обозначьте положение центров. По намеченным центрам просверлите отверстия под ось. Сначала нужно тщательно вырезать наружные окружности и проверить щечки на оси. Они должны быть правильно отцентрированы. После этого вырежьте пазы.

Снова посадив щечки на ось на расстоянии 50 мм друг от друга, вырежьте кусок жести размером 50×130 мм и сверните из него трубку по диаметру щечек. Надвиньте трубку на щечки и стяните сверху тонкой проволокой или ниткой. Края трубки должны плотно охватывать окружности щечек. Стык должен приходиться на паз. Места соединения как следует пропаяйте. Удалите ножницами части трубки, закрывающие пазы. Подвиньте ось в якоре так, чтобы она выступала с одной стороны на 35 мм. Здесь будет коллектор. Припаивать щечки к оси не обязательно: когда зальете набивку лаком, он будет держать лучше всякой пайки.

Нарежьте пять полосок жести длиной по 50 мм и шириной по длине кромки паза. Каждая полоска сгибается по форме паза, закладывается в него и припаивается. Один паз пока не закрывайте. Через него нужно набить якорь обрезками мягкой железной проволоки или железными опилками и залить лаком. После этого заложите полоску в последний паз и пропаяйте. Последовательность сборки якоря показана на рис. 71.

Пока лак не затвердел, отбалансируйте якорь на контрольном станочке (см. рис. 26).

Положите якорь концами оси в вырезы стоек. На более легкой стороне якоря, которая будет оказываться

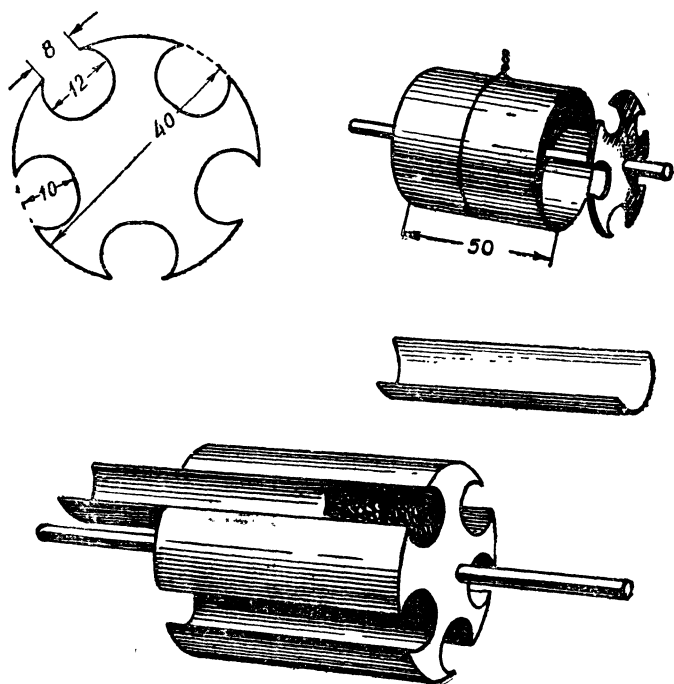


Рис. 71. Последовательность изготовления пятиполюсного набивного якоря.

наверху, осторожно просверлите в щечке небольшое отверстие и забивайте в него кусочки проволоки, пока якорь не уравновесится. После этого отверстие запаяйте.

Для изготовления коллектора подберите отрезок латунной или медной трубки диаметром около 15 мм и длиной тоже 15 мм. Разделите трубку по окружности на пять равных частей и прочертите продольные риски. В середине каждого продольного деления начертите у одного конца трубки лепесток размером 3×4 мм и промежутки между лепестками удалите напильником, как показано на рис. 72. В каждом лепестке просверлите отверстие, чтобы лучше держались концы обмотки якоря.

Для коллектора нужны ещё два изоляционных цилиндрика длиной по 11 мм. Меньший из них должен плотно надеваться на ось двигателя; большой — плотно садиться на меньший и при этом точно входить внутрь подобранной металлической трубки.

Постарайтесь подобрать готовые цилиндрики из эбонита или другого изоляционного материала или выточите их на токарном станке. В крайнем случае цилиндрики можно сделать из бумаги с клеем. Вырезав из писчей бумаги полоску шириной 20 мм, наворачивайте ее на ось двигателя, промазывая жидким столярным клеем, пока не намотаете цилиндрик диаметром 9 мм. Верхний виток должен быть снаружи сухим. Оторвав полоску, на первом цилиндрике намотайте таким же образом второй такого диаметра, чтобы на него плотно садилась металлическая трубка. Сняв цилиндрики с оси и вынув один из другого, положите их сохнуть. Когда высохнут, снова соберите их на оси и острым ножом обрежьте у обоих сразу неровные края так, чтобы длина оставшейся части была 11 мм. Цилиндрики готовы. Насадите верхний цилиндрик на толстый карандаш или деревянную палочку. Сверху насадите металлическую трубку на клею. Лучшее всего взять клей БФ-2, который продается в керосиновых лавках.

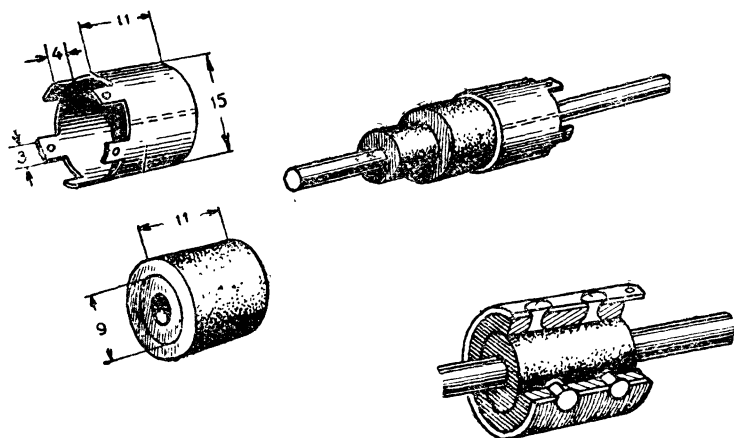


Рис. 72. Конструкция и изготовление коллектора.

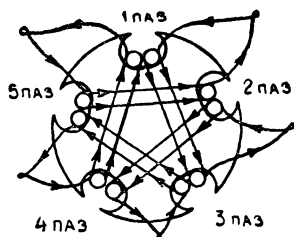
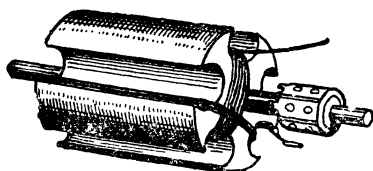


Рис. 73. Порядок обмотки якоря.

Подберите медную проволоку диаметром 1,5—2 мм и сделайте из нее заклепки.

Против каждого лепестка просверлите через металлическую трубку и цилиндр по два отверстия под заклепки. Снимите заусенцы с внутренней стороны изоляционного цилиндрика и с наружной стороны трубки. Заложите изнутри заклепки и, надев цилиндр на толстый гвоздь, откусите наружные концы заклепок и расклепайте. Аккуратно заровняйте внутренние концы заклепок маленьким круглым, а наружные — плоским напильником. Вставьте внутренний цилиндр на клею.

После этого дайте коллектору просохнуть в течение суток и, насадив его на гвоздь, пропилите металлическую трубку по рискам.

Получится пять отдельных пластин, изолированных друг от друга. Чтобы щетки шли по коллектору ровнее и не стучали, заполните щели между пластинами клеем БФ-2.

Якорь перед намоткой оклейте плотной бумагой. Для оклейки пазов вырежьте пять полос длиной по 55 мм и шириной по длине кромки паза. По концам сделайте надрезы через каждые 2—3 мм и, вложив намазанные клеем полосы в пазы, отогните получившиеся лепестки на щетки якоря.

Сверху на щетки наклейте по бумажному кружку диаметром 40 мм с вырезами по форме пазов, но несколько меньшего размера. Выступающие по краям пазов кромки бумаги осторожно замните пальцем внутрь паза. Это нужно для того, чтобы надежно закрыть край паза, о который легче всего повредить изоляцию провода при обмотке.

На ось якоря надвиньте с обоих концов изоляционные трубочки из резины, хлорвинила или кембрика и приступайте к обмотке. Мотать нужно проводом ПЭ или ПЭЛ диаметром 0,6—0,65 мм. Начинайте обмотку с той стороны якоря, где будет коллектор и где конец вала выступает на 35 мм. Оставив свободный конец проволоки длиной не менее 30 мм, намотайте плотно 50 витков через паз, то-есть из первого паза в третий, минуя второй, как показано на рис. 73. Конец проволоки не обрывайте, а сложите в петлю и слегка скрутите, после чего продолжайте мотать дальше, снова через паз: из второго паза в четвертый. Намотав еще 50 витков, опять выведите петлю и мотайте в том же направлении из третьего паза в пятый. Обмотка в третьем пазу ляжет рядом с уже имеющейся там первой обмоткой. Оставив петлю, следующие 50 витков мотайте из четвертого паза в первый и, наконец, из пятого во второй. Конец последней обмотки соедините с началом первой.

Нарезав полоски картона длиной 50 мм и шириной 12 мм, вдвиньте их в пазы поверх обмотки (рис. 74).

Укоротив изоляционную трубку, надетую на ось якоря, насадите с клеем БФ-2 коллектор так, чтобы свободный конец оси выступал из него на 8 мм. Если коллектор будет сидеть свободно, снимите его и насадите снова, проложив вдоль отверстия несколько суровых ниток. Лишние концы ниток потом обрежьте. Поверните коллектор на оси так, чтобы пропилы между его пластинами приходились против пазов якоря. Выведенные петли об-

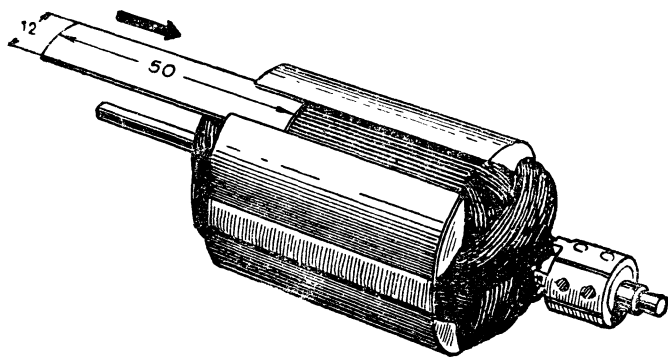


Рис. 74. Вдвиньте полоски картона в пазы поверх обмотки.

моток якоря очистите от изоляции, залудите и, пропустив в отверстия соответствующих пластин коллектора, пропаяйте и обрежьте лишние концы.

Осталось отбалансировать якорь с обмоткой. Снова установите его на станочек и в паз более легкой стороны вдвиньте полоску какого-нибудь металла (только не железа!), подогнав ее по весу так, чтобы якорь уравновесился. Лучше всего разрезать и развернуть свинцовую оболочку телефонного провода. Ее можно заложить в паз под картонную полоску, потому что мягкий свинец не повредит изоляцию обмотки. Если не достанете свинца, можете взять листовую медь, латунь или цинк. Их придется вдвигать поверх картона.

Если подшипники у двигателя шариковые, то их нужно насадить на ось якоря. Со стороны коллектора наденьте на ось упорное кольцо шириной 3 мм из металлической трубочки или нескольких витков медной проволоки. Уперев ось якоря в стол коллектором вверх, насаживайте на конец оси подшипник, нажимая на его внутреннее кольцо тупым концом карандаша. Если подшипник надевается слишком туго, можете осторожно постучать по карандашу легким молотком (рис. 75).

Второй подшипник нужно насадить не на самый конец оси, а продвинуть на 20 мм. Но внутренний диаметр

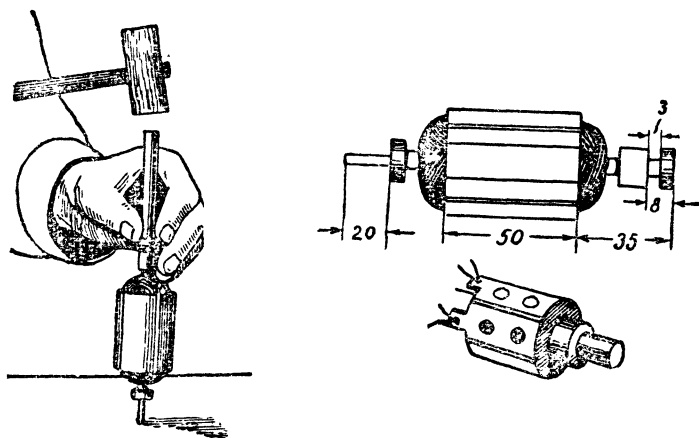


Рис. 75. Насадка шариковых подшипников. Собранный ротор двигателя.

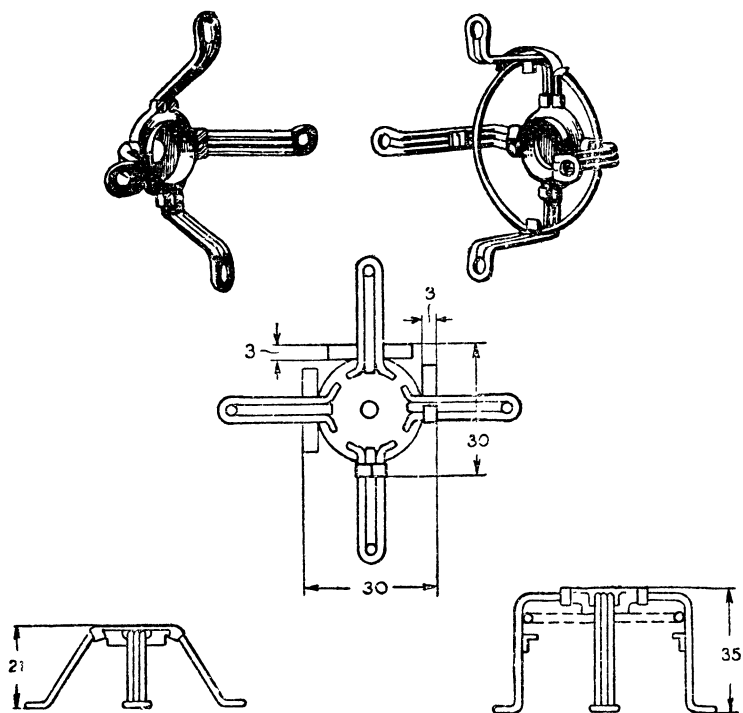


Рис. 76. Передняя (слева) и задняя крышки двигателя. В центре — крестовина.

кольца подшипника рассчитан так, чтобы кольцо плотно садилось на ось диаметром 4 мм. Продвинуть его будет нелегко. В таких случаях у настоящих машин конец оси до места посадки подшипника протачивают на токарном станке до чуть меньшего диаметра.

Мы сделаем иначе: туго обернем конец оси на длине 20 мм наждачной бумагой и будем с усилием проворачивать ось, придерживая бумагу. Вскоре диаметр конца оси достаточно уменьшится, и подшипник будет надеваться. Смотрите только, не захватите наждачной бумагой больше 20 мм, иначе подшипник не будет держаться на нужном месте. Собранный ротор двигателя показан на рис. 75.

Подшипники оси двигателя укрепляются в двух крышках: передней и задней. Основной частью каждой крышки является крестовина, которую нужно вырезать из толстой жести. Размеры выкройки показаны на рис. 76. В центре крестовины для передней крышки нужно просверлить отверстие диаметром 6 мм для пропуска конца оси. Согните обоймы для подшипников из полосок жести шириной 5 мм.

Лапки крышек согните из медной проволоки толщиной 2—2,5 мм. Длина заготовок под наружные части лапок передней крышки 100 мм. Обогнув средние части заготовок вокруг винтов, припаянных к кольцу статора, вложите между ними, в упор к винту, внутренние стерженьки длиной по 35 мм и пропаяйте по всей длине. Выступающие концы наружной части разогните в стороны.

Поставив лапки на место, обогните их ушками крестовины. Вдвинув обойму, пропаяйте все места соединений. Если подшипник входит в обойму недостаточно плотно, слегка постукайте по краям обоймы легким молотком. Лапки изогните, как показано на рис. 76, чтобы они надевались на винты статора. Лапку, приходящуюся на верхний винт, обозначьте какой-нибудь отметкой.

Лапки задней крышки делаются таким же способом. Длина заготовок под наружные части этих лапок 130 мм, длина внутренних стерженьков 50 мм. В крестовине задней крышки делать отверстия под ось не надо. Чтобы конец оси и внутреннее кольцо подшипника не упирались в стенку, заложите внутрь обоймы проволоочное колечко.

Изогнув лапки и подогнав их к винтам статора, поставьте обе крышки и якорь на место и затяните гайки. Осторожно подгибая лапки плоскогубцами, отрегулируйте крышки так, чтобы якорь вращался, не цепляясь за статор.

Щеткодержатель в этом двигателе устанавливается в задней крышке. Хороший материал для щеткодержателя — листовое оргстекло толщиной 2—3 мм. Можно сделать его и из текстолита, гетинакса или даже из тонкой фанеры, пропитанной парафином. Диаметр внутреннего отверстия щеткодержателя 20 мм. Наружный диаметр должен быть такой, чтобы щеткодержатель точно входил между лапками задней крышки. Согните из проволоки толщиной 2—2,5 мм кольцо и припаяйте его между лапками задней крышки на одном уровне с краем обоймы.

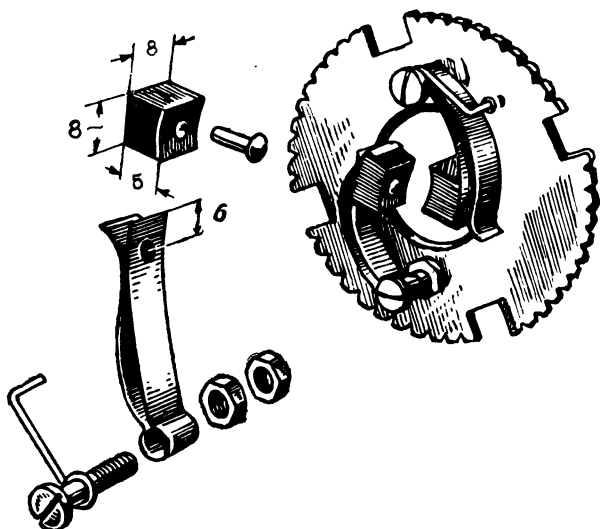


Рис. 77. Конструкция щеткодержателя и щеток.

Согните также четыре упора и припаяйте их к лапкам на таком расстоянии от кольца, чтобы в зазор мог пройти по толщине щеткодержатель. Обчертите на щеткодержателе положение и размеры всех четырех упоров и сделайте вырезы. Продвиньте щеткодержатель за упоры и поверните его. Он должен свободно поворачиваться между кольцом и упорами.

По наружному краю щеткодержателя сделайте насечки, а к верхней лапке крышки припаяйте пружинный фиксатор (см. рис. 66, справа). Теперь щеткодержатель можно будет поворачивать от руки, устанавливая его под любым углом, а сам он сдвигаться не будет. Устройство щеткодержателя видно на рис. 77.

Щетки сделайте из щеток настоящего электродвигателя. Лучше всего подойдут медно-графитные щетки, но годятся и угольные. Выпилите два кубика размером $5 \times 8 \times 8$ мм. В одной из широких (8×8) сторон каждого кубика выберите напильником полукруглое углубление под коллектор. Вдоль кромок углубления снимите фаски. В серединах углублений просверлите сквозные отверстия диаметром 2 мм под заклепки (рис. 77).

Заготовьте две пружинки для крепления щеток. Вырежьте полоски размером 72×8 мм из тонкой листовой латуни. Если латунь недостаточно пружинит, то ее нужно сначала отгартовать, то-есть осторожно проковать легким молотком на наковальне. Отступя 6 мм от одного конца, просверлите в пружинках отверстия диаметром 2 мм и приклепайте щетки.

Заклепки должны быть алюминиевые, с потайной головкой. Отверстия в щетках расширьте под головки заклепок со стороны углубления. Заложив заклепку, обоприте щетку углублением на металлический стержень диаметром несколько меньше коллектора и расклепайте конец, выступающий над пружинкой.

Подберите для крепления щеток два винта с резьбой 2,6 или 3 мм и длиной 18 мм, каждый с двумя гайками. Обогните пружинки серединой вокруг винтов, а концы изогните, как показано на рис. 77. Кончик пружинки, выступающий за край щетки, осторожно отогните на щетку. Получившийся бортик не даст щетке поворачиваться на заклепке.

Соберите щетки на щеткодержателе и установите на место. Проворачивая от руки ось двигателя, придавите пружинку каждой щетки по очереди так, чтобы щетка хорошо прилегала к коллектору, но вращение почти не затруднялось. Найденные положения пружинок обчертите на щеткодержателе карандашом. Вынув щеткодержатель, просверлите в нем по одному отверстию на контуре каждой пружинки. Согнув из проволоки от конторской скрепки прижимы, наденьте их под головки винтов, крепящих щетки. Концы прижимов пропустите в отверстия. Теперь пружинки будут надежно прижимать щетки к коллектору.

Обмотки для полюсов статора удобнее заготовить отдельно и потом установить на место. Так делают и на заводах, где строят настоящие электродвигатели: катушки для обмоток не только статора, но и якоря закладывают на место в готовом виде.

Заготовьте прямоугольную деревянную болванку сечением 22×42 мм и две туго надевающиеся картонные щечки. Насадите щечки на болванку на расстоянии 8 мм одну от другой. Чтобы щечки при намотке не раздвинулись, укрепите каждую из них снаружи гвоздями, вбитыми со всех четырех сторон болванки. Чтобы готовая обмотка не развалилась при снятии с болванки, заложите

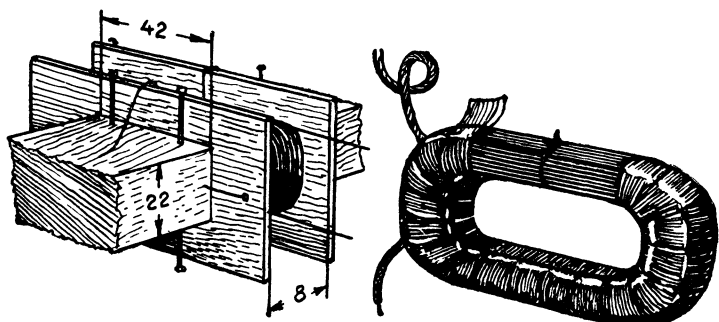


Рис. 78. Заготовка катушек статора.

между щечками четыре обрезка нитки. Концы должны торчать поверх щечек (рис. 78).

Плотно наматывайте между щечками 50 витков эмалированного провода диаметром 0,9 — 1,0 мм. Выводной провод от начала обмоток заверните кольцом, чтобы потом не спутать его с проводом от конца. Стяните обмотку, связав концы ниток. Сняв одну щечку, стяните обмотку с болванки и туго оберните ее изоляционной лентой, оставив свободными выводные концы. Одна катушка готова. Таким же образом заготовьте остальные три, мотая их все в одну и ту же сторону. Наденьте катушки на полюсы статора.

Узкие стороны катушек с торчащими выводными концами должны быть обращены к коллектору.

Для подключения двигателя к источнику тока сделайте панель с клеммами. Панель размером 20 × 50 мм вырежьте из изоляционного материала. Клеммы сделайте из винтов с двумя гайками. Приклепайте две стойки. Концы стоек подожмите под гайки поверх лапок передней и задней крышки. Панель и ее детали даны на рис. 79.

Поджав под головку одной из клемм гибкий изолированный проводник, припаяйте его другим концом к пружинке щетки у верхнего винта щеткодержателя. Про-

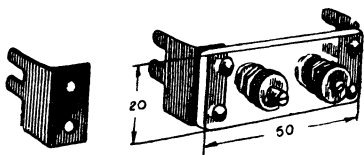


Рис. 79. Панель включения и ее стойка.

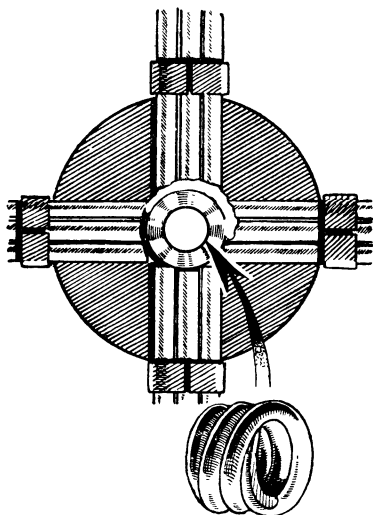


Рис. 80. Спиральный подшипник и его крепление в крышке.

водник от пружинки другой щетки присоедините к началу обмотки левого нижнего полюса статора. Конец обмотки этого полюса соедините с концом обмотки правого нижнего полюса; начало этой обмотки — с началом следующей; конец следующей — с концом последней, левой верхней обмотки. Начало левой верхней обмотки соедините со второй клеммой панели. Схема здесь такая же, как на рис. 59, слева. Места соединения обмоток изолируйте лентой.

Щетки надо установить так, чтобы якорь вращался по ходу пружинков (от винта — к щетке).

Двигатель может питаться переменным током через трансформатор, понижающий напряжение до 4—6 вольт, или постоянным током того же напряжения от аккумуляторной батареи. Гальванические элементы для питания этого двигателя использовать не следует: он потребляет слишком большой ток. Если модель, на которую вы установите двигатель, должна иметь задний ход, используйте схемы соединений, приведенные на рис. 61—62. Для удобства подключения двигателя панель на нем сделайте не на две клеммы, а на четыре и выведите отдельно щетки и концы обмоток статора.

Не достанете для двигателя шариковых подшипников — сделайте подшипники из медной проволоки диаметром 2—2,5 мм, свернув ее на оси спиралью в три витка. Сняв спираль с оси, прихватите ее пайкой снаружи и крайние витки спилите постепенно на нет так, чтобы спираль на обоих торцах стояла прямо (рис. 80).

Конструкцию обеих крышек придется немного изменить. Крестовина останется такой же, но обоймы не нужно совсем. Внутренние стерженьки всех лапок возьмите на 8 мм длиннее. Теперь уже наружные части не будут выступать за концы внутренних стерженьков, а окажутся

с ними на одном уровне. Поставив лапки и подшипник на место, пропаяйте все стыки. Чтобы припой не попал внутрь подшипника, временно заложите туда деревянную палочку. Наши самодельные подшипники, конечно, уступают шариковым, но и в них ось вращается легко.

Электродвигатель с барабанным якорем

В шестом двигателе мы для увеличения мощности сделали набивной якорь. Но в настоящих электродвигателях якоря собирают из штампованных кружков с вырезами.

Вы тоже можете, если хотите, сделать наборный якорь из кружков. Конечно, это не так просто, как на заводе. Там есть быстроходные штампы, которые выбрасывают готовые кружки, как семечки. А вам придется запастись терпением и каждый кружок вырезать вручную.

Форма кружка показана на рис. 81. Материал — жесть от консервных банок потоньше. Из толстой жести кружков понадобилось бы меньше, но вырезать гораздо труднее. Расправив жесть, наколите на ней места центров и, растворив циркуль на 18 мм, начертите этим радиусом 100 кружков и аккуратно их вырежьте.

Заготовьте шаблончик с 14 прямоугольными вырезами шириной 4 и глубиной 5 мм по окружности (рис. 81) и обчертите по нему места вырезов на всех кружках.

Боковые стороны каждого выреза прорежьте ножницами. Получившийся язычок отогните и, захватив его плоскогубцами, несколько раз качните, чтобы он отломился. Аккуратно выправьте края.

Вал нашего седьмого двигателя — ось из набора «Конструктор», длиной 130 мм и диаметром 4 мм. В центре каждого кружка сделайте отверстие по размеру вала и удалите заусенцы.

Слегка смазав каждый кружок лаком, наденьте

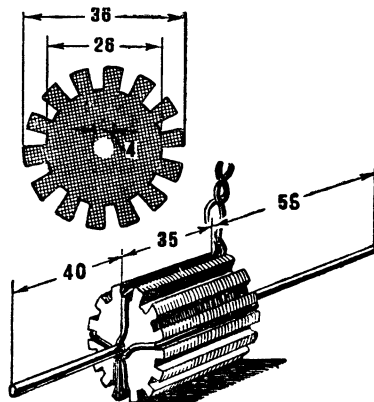


Рис. 81. Шаблон для кружков якоря (вверху) и изготовление пакета.

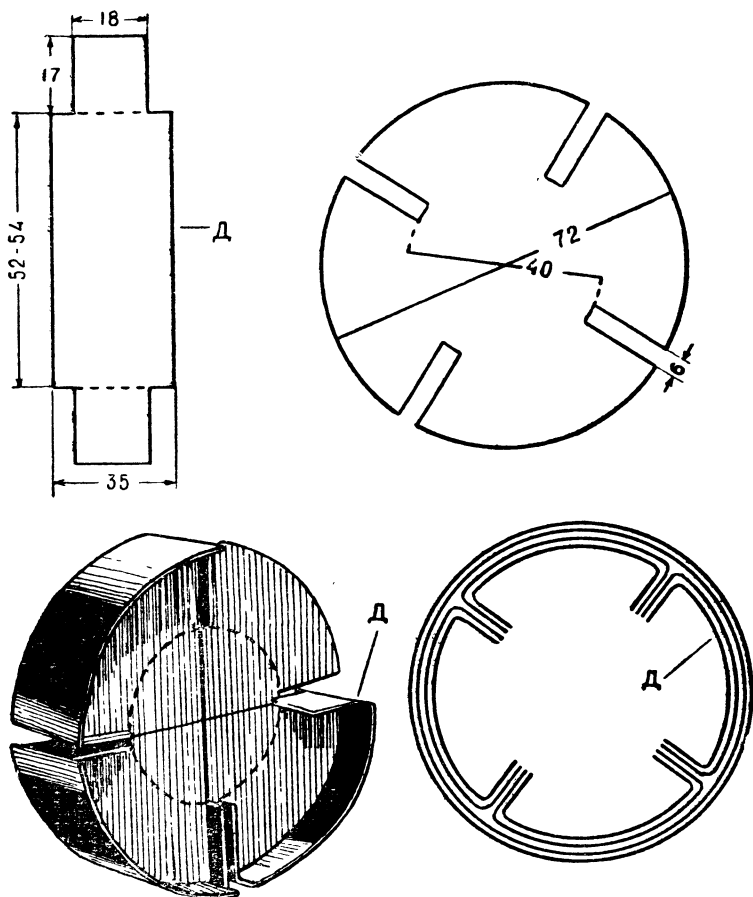


Рис. 84. Конструкция и изготовление кольца статора.

В фабричных электродвигателях секции обмотки якоря закрепляются в пазах клиньями. Это необходимо, чтобы при быстром вращении якоря секции не выскочили из пазов под действием центробежной силы.

Начало первой секции скрутите, не зачищая провод от изоляции, с концом пятой и наденьте бирку — бумажку с цифрой «1». Это значит, что оба провода надо будет потом подключить к первой пластине коллектора. На на-

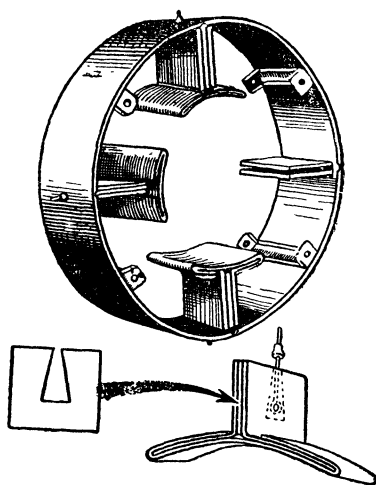


Рис. 85. Статор с башмаками и кронштейнами (вверху) и конструкция башмака.

чало второй и конец шестой секции наденьте бирку с цифрой «2», на начало третьей и конец седьмой — с цифрой «3», и так отметьте бирками каждую пару проводов по схеме рис. 83, чтобы не перепутать их, когда будете припаивать к коллектору.

Наденьте коллектор на вал, лепестками к якорю, и продвиньте его так, чтобы конец вала выступал на 12—13 мм. Пластина коллектора, стоящая против промежутка между тринадцатым и четырнадцатым пазами якоря, будет первой. Сняв первую бирку, очистите концы

проводов от изоляции и, заведя их между лепестками первой пластины коллектора, припаяйте. Лишние хвосты проводов срежьте. Таким же образом подключите все остальные концы. Коллектор можно не закреплять на валу — 14 толстых проводов и так не дадут ему сдвинуться.

Статор у этого двигателя кольцевой и делается он так же, как у четвертого и пятого двигателей, только размеры немного другие (рис. 84).

Закрепленные в шаблоне части *Д* оберните несколькими жестяными лентами шириной 35 мм встык, чтобы общая толщина кольца достигла 4 мм. Все это крепко обвяжите бечевкой или проволокой, выровняйте края и пропаяйте торцы и стык наружной ленты. Одновременно припаяйте кронштейны для привинчивания крышек. Кронштейны сделайте из жести по рис. 85. Они имеют форму швеллера. Разрезанные кромки кронштейнов в местах сгиба пока не спаивайте; сначала нужно будет отрегулировать наклон отогнутых концов, установив на место крышки.

Обжимок *Е* (см. рис. 45) здесь не нужно: их заменяют металлические каркасы катушек статора.

Способ изготовления башмаков понятен из рис. 85.

В хвосты башмаков набиваются жестяные пластинки, вырезанные по форме буквы «П». В вырезы этих пластинок входит конец велосипедной спицы, загнутый крючком вокруг заклепки из медной проволоки толщиной 1—1,5 мм. Нарезанная часть спицы должна выступать из башмака на 10—12 мм.

Хвосты башмаков должны туго входить между загнутыми концами кольца статора. Для спиц просверлите в кольце отверстия. Вдвиньте башмаки и на выступающие концы спиц наверните ниппеля, как показано на рис. 85. Предварительно спилите у ниппелей трубки до квадратной части. Регулировать выдвижение башмаков будете при сборке всего двигателя.

Лапки и панель включения здесь примерно такие же, как у шестого двигателя (см. рис. 66), только поуже. Сделайте и установите рым, как в предыдущих моделях.

Конструкция крышек показана на рисунке 87. Каждая крышка состоит из круглой обоймы для подшипника и четырех лапок, профилированных в форме швеллера. Обойму сверните на наружном кольце шарикоподшипника и спаяйте внакладку.

Чтобы точно припаять лапки, сделайте из картона толщиной 1,5 мм приспособление (рис. 86, справа). В середине картона вырежьте отверстие, в которое обойма входила бы туго, а положения лапок начертите мягким карандашом. Лапки сначала не сгибайте, а только отогните ребра. Положив приспособление на ровную досочку, вдавите обойму в отверстие до упора. Укладывайте

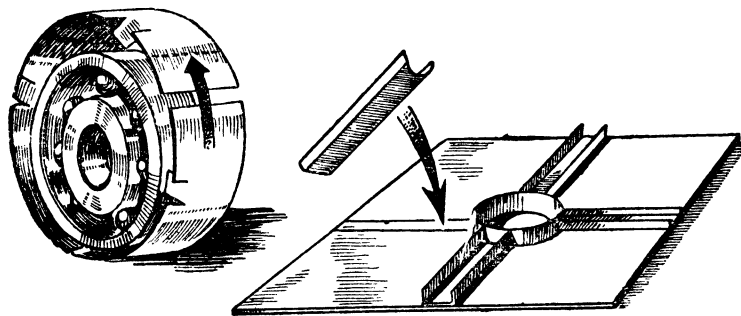


Рис. 86. Обойма шарикоподшипника и приспособление для сборки крестовин.

лапки по линиям на картоне ребрами вверх и припаяйте к обойме.

Заготовленные крестовины отмойте от остатков кислоты горячей водой с мылом. Надрежьте края обойм, вставьте подшипники на место и закрепите их отогнутыми внутрь лепестками. Закрытые стороны подшипников должны быть обращены кнаружи. Обойма задней крышки шире, потому что на нее надевается щеткодержатель. Подшипник должен стоять не посередине этой обоймы, а на глубине 1,5 мм от наружного края.

Приступайте к регулировке крышек. Полюсные башмаки статора вдвиньте до упора. Якорь оберните в несколько слоев бумажной лентой, чтобы он туго вошел между башмаками. Подшипники насадите на вал якоря и продвиньте на свои места таким же способом, как делалось у шестого двигателя.

Согните лапки крышек по надрезам и наложите их на выступающие концы кронштейнов. Подогнав изгиб лапок и кронштейнов, пропаяйте места разрезов. По отверстиям в лапках наметьте положение отверстий на кронштейнах. Отметив верхние лапки крышек, разберите двигатель. Просверлите в кронштейнах отверстия диаметром 4 мм. Сверлить удобно, оперев конец кронштейна на угол чурки или стола. Под отверстия припаяйте гайки с резьбой 3 мм. Когда будете припаявать, заверните в гайки деревянные палочки. За них удобно держать, и олово не затечет в резьбу. Закончив регулировку крышек, бумажную ленту с якоря снимите.

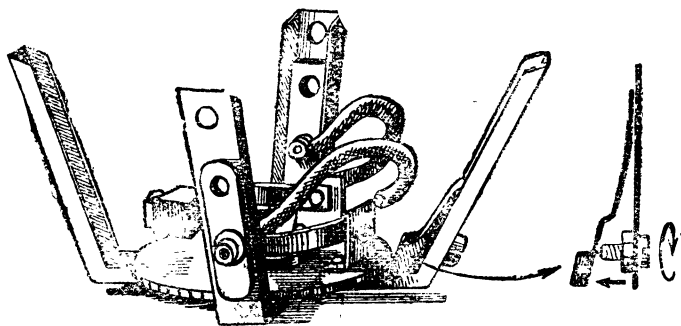


Рис. 87. Собранная задняя крышка. Справа — фиксатор.

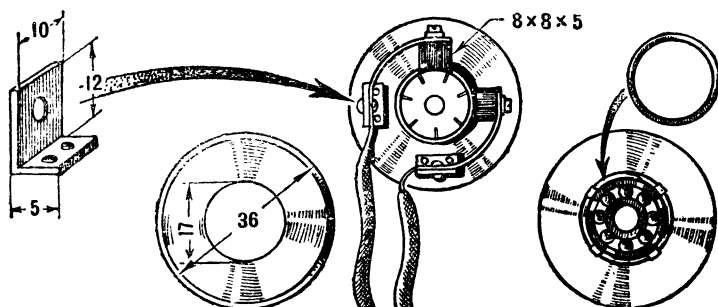


Рис. 88. Детали и конструкция щеткодержателя. Крепление щеткодержателя на обойме с помощью кольца.

Щеткодержатель вырежьте из оргстекла или другого изоляционного материала по размерам рис. 88. Во внутреннее отверстие должна входить обойма задней крышки.

Щетки сделайте из медно-графитных или угольных щеток настоящего электродвигателя. Конструкцию пружин и их крепления к щеткодержателю можете сделать такую, как у шестого двигателя, или же новую, по рис. 88, — как вам больше понравится. Медно-графитные щетки хорошо обрабатываются режущими инструментами, поэтому можете их не приклепывать, а нарезать в них отверстия под винты и привинтить к пружинам. Винты, конечно, не должны проходить насквозь.

В этом двигателе щетки должны стоять не одна против другой, а под углом в 90° . На рис. 83 видно, что при этом то три, то четыре секции обмотки якоря оказываются включенными в верхнюю параллельную цепь, а остальные четыре или три секции — в нижнюю параллельную цепь и двигатель хорошо работает. Если же щетки установить одну против другой, то при выбранной схеме обмотки якоря в одной ветви будет оказываться одна, а в другой — шесть секций обмотки и двигатель не станет нормально работать.

Согните из проволоки толщиной 1 мм два кольца по обойме задней крышки. Одно из них надвиньте на обойму до лапок крышки и закрепите пайкой. Наденьте на обойму щеткодержатель со щетками; на него сверху — второе кольцо. Закрепите это кольцо лепестками обоймы, отогнутыми наружу, как показано на рис. 88, справа.

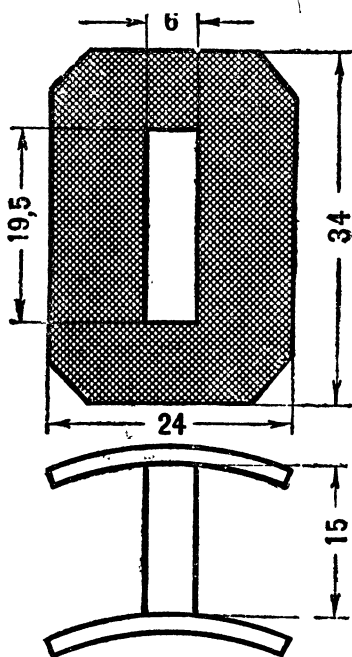


Рис. 89. Каркас катушки статора.

Щеткодержатель может поворачиваться на обойме. Чтобы закреплять его в наиболее выгодном положении, сделайте фиксатор. Мы для этого двигателя разработали конструкцию фиксатора, показанную на рис. 87. Пружина фиксатора, одним концом припаянная внутри лапки задней крышки, прижимается винтом к ободу щеткодержателя, имеющему насечку. При отпуске винта пружина отходит назад и освобождает щеткодержатель. Гайка, в которой ходит винт фиксатора, припаяна внутри лапки.

Не понравится вам эта конструкция фиксатора — можете сделать, как в шестом двигателе (см. рис. 66), или придумать сами что-нибудь другое.

Для катушек статора сделайте каркасы из жести по размерам на рис. 89. Щечки каркасов слегка изогните, чтобы они плотно прилегали к кольцу статора и к полюсным башмакам. Части каркасов, соприкасающиеся с обмоткой, оклейте бумагой.

Намотайте на каждую катушку по 25 витков такого же провода, каким делали обмотку якоря. Провод ляжет в три слоя. Начало каждой обмотки выведите через отверстие в узкой стороне щечки, конец обмотки закрепите ниткой. Схема соединения катушек статора — такая же, как на рис. 59, слева. Места соединений изолируйте лентой.

Соберите двигатель и подключите один конец цепи обмоток статора к винту панели включения, а другой — к одной из щеток. Вторую щетку соедините со свободным винтом панели включения. Проверьте на пониженном напряжении, нормально ли работает двигатель, нет ли замыкания обмотки или щеток на корпус.

Подшипники набейте тавотом или техническим вазелином. Только ни в коем случае не смазывайте подшипники или какие-нибудь другие части ваших моделей борным (душистым) вазелином. Содержащаяся в нем кислота будет постепенно разъедать металл. Коллектор смажьте графитом от мягкого карандаша.

Отрегулируйте положение полюсных башмаков статора. Отпустив ниппель, прижмите один из башмаков к якору. Постепенно поворачивая ниппель, подтягивайте башмак, пока якорь не станет свободно вращаться. Таким же образом отрегулируйте по очереди все остальные башмаки.

Включив двигатель на нормальное напряжение, отрегулируйте поворот щеток на максимальное число оборотов. Если крышки двигателя будут при работе сильно дрожать, укрепите их, припаяв по верху лапок каждой крышки проволоочное кольцо диаметром 25 мм.

Если все сделаете аккуратно, этот двигатель будет развивать большую мощность.

Изготовить его нелегко, зато он по своему устройству очень похож на настоящие, заводские электродвигатели.

Самодельные трансформаторы

В 1831 году английский ученый Фарадей обнаружил явление, которое сейчас называется электромагнитной индукцией. Для своих опытов Фарадей построил специальный прибор: железное кольцо, на котором были намотаны две катушки (рис. 90). Медная проволока катушек была хорошо изолирована. Никакого соединения между собой катушки не имели. И все-таки стоило коснуться проводами от катушки А полюсов батареи элементов, как стрелка гальванометра, присоединенного к катушке Б, резко отклонялась. Правда, отклонялась она лишь на одно мгновение. Потом можно было ждать сколько угодно: ток исправно протекал по катушке А, но стрелка гальванометра

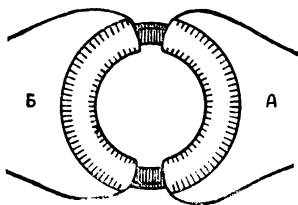


Рис. 90. Кольцо Фарадея.



Михаил Фарадей.

неподвижно стояла на нуле. И только при выключении тока в катушке *А* стрелка снова делала скачок, но теперь уже в противоположную сторону.

Сколько раз ни включал и ни выключал Фарадей батарею, стрелка гальванометра в эти моменты всегда резко отклонялась, показывая, что и в катушке *Б* появился ток, но тут же возвращалась в прежнее положение.

Построенный Фарадеем прибор не имел практического значения. Один-единственный толчок тока никому не нужен.

А для того чтобы толчки тока в катушке *Б* следовали один за другим, Фарадею нужно было бы все время то включать, то выключать ток в катушке *А*. Тогда ведь не был еще известен переменный ток, который теперь вырабатывают электростанции. Переменный ток сам собою 100 раз в секунду исчезает и столько же раз снова появляется. Тут уже не нужно стоять возле прибора с проводом от катушки *А* в руках. В катушке *Б* и так будут получаться 100 толчков тока в секунду. Но Фарадей не

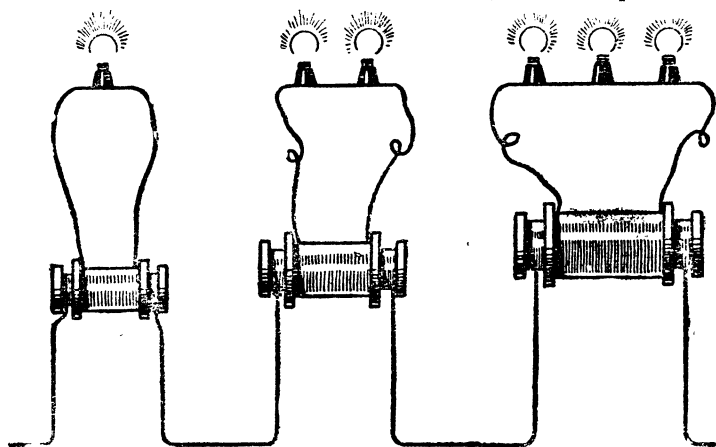


Рис. 91. Старинный рисунок схемы соединения ламп Яблочкова.

дожил до изобретения переменного тока.

Начало технике переменного тока положил замечательный русский изобретатель Павел Николаевич Яблочков. В 1876 году он построил первый генератор переменного тока и применил его для питания своей лампы — знаменитой «свечи Яблочкова».

Переменный ток подводился к лампам не прямо, а через особые приборы с двумя отдельными обмотками, как у кольца Фарадея. Теперь уже все лампы не были просто соединены последовательно. Погасишь одну лампу или группу ламп — остальные продолжают гореть (рис. 91).

Так вместе с генератором переменного тока родился первый трансформатор — простой прибор с железным сердечником и двумя обмотками, изолированными друг от друга (рис. 92). Сначала он только питал лампы Яблочкова. Но спустя шесть лет, в 1882 году, трансформатор был применен для питания электродвигателей, ламп накаливания и других электрических приборов. Сделал это не ученый, не инженер, а простой механик Иван Усагин. Он работал в физической лаборатории Московского университета. Иван Филиппович Усагин стал вторым отцом трансформатора — замечательного прибора, умеющего изменять напряжение и силу переменного тока.



Павел Николаевич Яблочков.

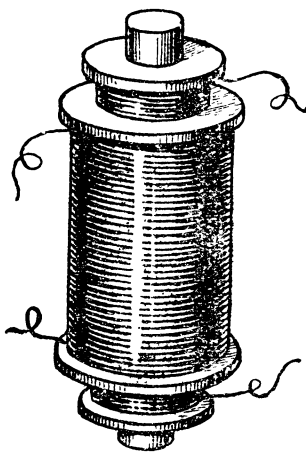


Рис. 92. Первый трансформатор Яблочкова.

Чтобы лучше понять, как работает трансформатор, попробуйте проделать опыт. Вырежьте из жести 50—60 полосок размером по 90×20 мм. Сложите их в пачку и туго оберните бумагой. Это будет сердечник. Он незамкнутый, как в первых трансформаторах Яблочкова и Усатина. Поверх бумаги надвиньте две картонные щечки и приклейте их на расстоянии 60 мм одна от другой. Намотайте между щечками 1500 витков изолированной медной проволоки диаметром 0,2 мм. Концы обмотки выведите толстыми проводами для включения в осветительную сеть.

Склейте из картона каркас и намотайте на нем вторую катушку в 150 витков изолированной проволоки диаметром 0,5—0,6 мм. Отверстие в каркасе должно быть таким, чтобы он легко надевался на сердечник первой катушки.

К концам второй катушки присоедините лампочку карманного фонарика, а первую катушку включите в осветительную сеть (рис. 93). Только не держите эту катушку включенной в сеть продолжительное время: она очень сильно нагревается и проволока может перегореть.

Если приближать катушку с лампочкой к катушке, включенной в сеть, произойдет замечательное явление: волосок лампочки станет накаляться и наконец засияет белым светом. Это и есть электромагнитная индукция. Переменный ток первой катушки непрерывно создает во второй катушке толчки тока то в одну, то в другую сторону — значит, и во второй катушке ток получается переменный. А напряжение у него другое. Ведь если бы мы лампочку карманного фонарика просто включили в сеть, она бы немедленно перегорела. Раз она не перегорает — значит, напряжение во второй катушке меньше. Так получилось потому, что на второй катушке меньше витков, чем на первой.

Переменный ток можно трансформировать — преобразовывать — в зависимости от того, сколько витков намотано на катушки. Напряжение изменяется во столько раз, во сколько раз отличаются числа витков. У нас на первой катушке 1500 витков, а на второй 150 — в десять раз меньше. Значит, если к пер-

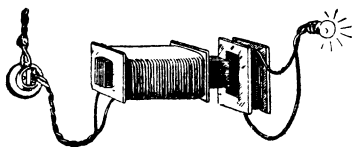


Рис. 93. Опыт с лампочкой.

вой катушке подведено напряжение в 120 вольт, на концах второй получится напряжение 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 железный сердечник замкнутый. Часть энергии теряется еще по некоторым другим причинам, и поэтому в нашем опыте во вторичной обмотке получается напряжение меньше 12 вольт.

При изготовлении трансформатора можно сделать во второй катушке в несколько раз больше витков, чем в первой. Так можно с помощью трансформатора не только понижать, но и повышать напряжение.

Но зачем это нужно — повышать или понижать напряжение переменного тока? Не проще ли оставить его таким, какое оно есть? Нам трансформатор понадобился, чтобы понизить напряжение для питания наших моделей. Когда вы станете взрослыми, вам придется иметь дело уже не с моделями, а с настоящими машинами. Нужны ли там трансформаторы?

Оказывается, что они совершенно необходимы. Дело в том, что мощность электрического тока (ватты) равна произведению напряжения (вольты) на силу тока (амперы). Если, скажем, напряжение будет 120 вольт, а сила тока 100 ампер, то мощность этого тока равна 120×100 , или 12 000 ватт. Но такую же самую мощность можно получить и при гораздо меньшем токе. Стоит, например, повысить напряжение в 100 раз, то-есть до 12 000 вольт, и мощность в 12 000 ватт будет получаться при токе всего в 1 ампер. Проходя по обычной осветительной проводке, ток силой в 1 ампер даже не нагреет ее, а от тока в 100 ампер она бы мгновенно сгорела. Для такого тока нужны провода гораздо толще.



Иван Филиппович Усагин.

Мощность электростанций очень велика. Чтобы передать эту мощность при низком напряжении, понадобились бы не провода, а целые бревна из меди. Такие провода стоили бы очень дорого, а для того чтобы их подвесить, нужны были бы не столбы и даже не металлические мачты, а могучие башни, стоящие очень близко одна от другой.

На выручку приходит трансформатор. Он повышает напряжение до многих десятков тысяч вольт. Теперь та же мощность передается гораздо меньшим током. Казалось бы, все хорошо. Но ток такого высокого напряжения очень опасен для жизни. Его нельзя проводить на заводы, в колхозы, в дома. Кроме того, очень высокое напряжение трудно использовать для приведения в движение электродвигателей, для накаливания нитей лампочек и для других нужд.

Приходится около потребителей электроэнергии ставить понижающие трансформаторы. Каждый такой трансформатор обслуживает небольшой район. От него к потребителям идут не очень длинные провода, по которым передается незначительная часть мощности электростанции. Остальная мощность идет в другие районы, где стоят свои трансформаторы. Получается и экономно и удобно.

Для наших электродвигателей нужно напряжение 4—6—8 вольт. Его нетрудно получить с помощью самодельного трансформатора.

Очень легко изготовить трансформатор, если достанете готовый сердечник от какого-нибудь старого трансформатора небольшой мощности. Лучше всего подходят сердечники от силовых трансформаторов радиоприемников. Сердечник набран из пластин, имеющих форму буквы «Ш» (рис. 94). Обычно их вставляют в катушку попеременно то с одной, то с другой стороны, а ножки каждого «Ш» замыкают пластинами в форме полоски. Такая сборка называется сборкой «вперекрышку».

Пластины бывают разной величины. Если, например, ширина средней ножки у буквы «Ш» — 20 мм, то такое железо называют «Ш-20». Для нашего трансформатора годится железо размером от «Ш-18» до «Ш-25».

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

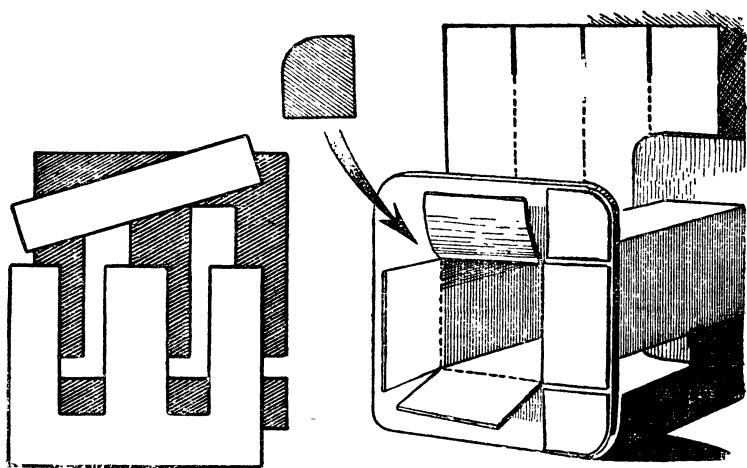


Рис. 94. Ш-образное железо и каркас катушки.

По размерам средней ножки заготовьте деревянный брусок и склейте на нем из картона прочную катушку (рис. 94, справа). Ее высота должна быть на 1 мм меньше высоты средней ножки, а щечки должны входить между крайними ножками буквы «Ш».

Если напряжение у вас 120 вольт, намотайте на катушку 1200 витков изолированного провода диаметром 0,31 — 0,35 мм. Концы обмотки выведите через щечки катушки. Только сначала сообразите, с какой стороны щечки выводить, чтобы при сборке трансформатора концы не попали под железо. Это первичная обмотка. Когда будете ее мотать, через каждые несколько рядов прокладывайте ленту парафинированной бумаги или чертежной кальки во всю ширину катушки. Это улучшит изоляцию. Всю первичную обмотку оберните двумя-тремя слоями бумаги и уже поверх нее мотайте вторичную.

Нам нужно получить напряжение 4, 6 и 8 вольт. Значит, количество витков вторичной обмотки должно быть в 30, 20 и 15 раз меньше, чем у первичной — 40, 60 и 80 витков. Это при напряжении сети 120 вольт. Если напряжение сети 220 вольт, лучше, не изменяя числа витков вторичной обмотки, намотать первичную из 2200 витков провода 0,25 — 0,29 мм.

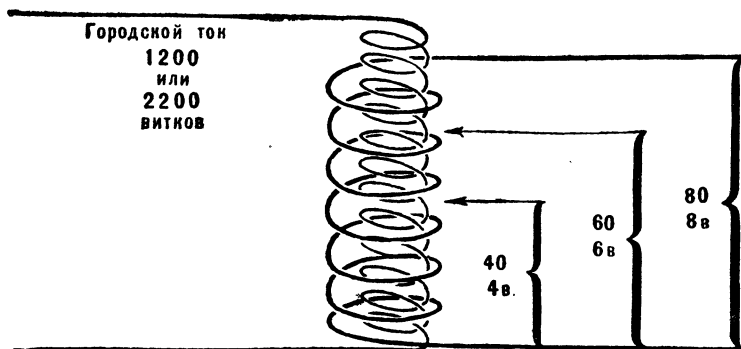


Рис. 95 Схема трансформатора.

Конечно, во вторичной обмотке не нужно мотать отдельно 40, 60 и 80 витков, достаточно намотать всего 80 витков и сделать отводы от 40-го и 60-го витка. Тогда, если двигатель присоединим к первой части обмотки, а остальную ее часть оставим свободной, мы получим на двигателе напряжение 4 вольта; если включить до отвода 60-го витка, получим 6 вольт; включение всей вторичной катушки даст нам 8 вольт (рис. 95).

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

Готовую катушку туго набейте железом «вперекрышку». Загоняя последние пластины, не перекосите их — иначе легко углом пластины прорезать каркас катушки и повредить обмотку.

Если готового трансформаторного железа у вас нет, не беда — сердечник трансформатора можете сделать из полосок жести или кровельного железа. Понадобится 80 полосок длиной по 280 мм и шириной по 25 мм. На деревянном бруске сечением 25 × 25 мм склейте прочную катушку высотой 70 мм. На эту катушку намотайте 1200 витков изолированного провода диаметром 0,31—0,35 мм для напряжения сети 120 вольт или 2200 витков провода 0,25—0,29 мм для напряжения 220 вольт.

При расчете вторичной обмотки для этого трансформатора придется учесть, что вместо специального трансфор-

маторного железа мы применяем жёсть от консервных банок и в результате получим меньшую величину напряжения. Поэтому лучше увеличить количество витков во второй обмотке и намотать не 80, а 110 витков с отводами от 55-го и 85-го витка. Провод для второй обмотки нужен диаметром 1,0—1,2 мм.

В готовую катушку вставьте жёстяные или железные полоски, столько, сколько удастся вогнать. Катушка должна быть туго набита. Половину полосок загните на правую сторону, половину — на левую (рис. 96). Чтобы в местах соединения концов полосок не получалось утолщений, сводите полоски встык, но стыки делайте в разных местах. Излишек полосок срежьте.

Получше сожмите полоски и в нескольких местах туго перевяжите изоляционной лентой. Если полоски не будут плотно прижаты друг к другу, то во время работы трансформатора они будут дрожать и сильно гудеть. Для лучшей работы трансформатора полезно до набивки покрыть полоски сердечника лаком или оклеить их все папиросной бумагой с одной стороны, как сделано у настоящего трансформаторного железа.

Готовый трансформатор укрепите на доске, провода вторичной обмотки подведите к клеммам с надписями «0—4—6—8 вольт», а концы первичной выведите осветительным шнуром с вилкой на конце (рис. 97).

Во время работы трансформатор немного нагревается. Не обращайтесь на это внимания — правильно рассчитанный трансформатор должен быть теплым. Конечно, если он нагревается так

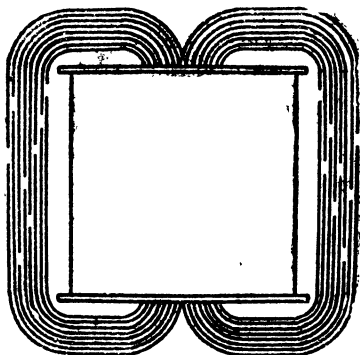


Рис. 96. Конструкция сердечника из полосок.

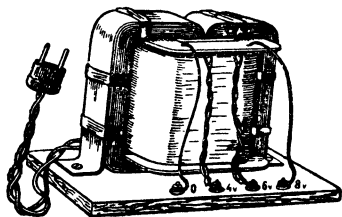
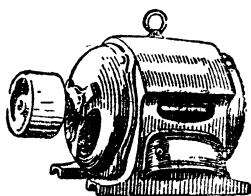
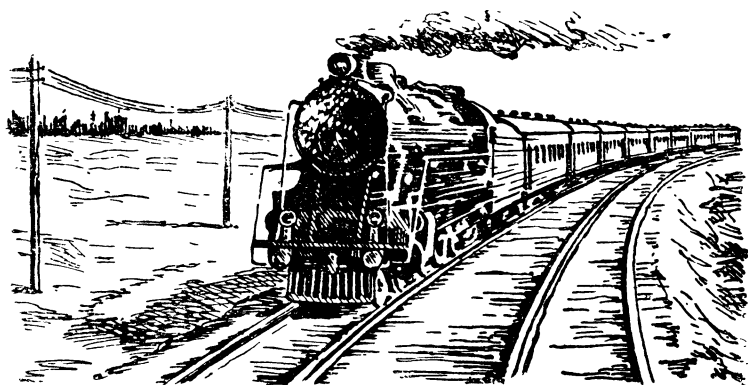


Рис. 97. Общий вид самодельного трансформатора.

сильно, что начинает дымиться, — это плохо. Значит, где-то повреждена изоляция проводов. Придется разобрать трансформатор, найти поврежденное место и исправить, а потом снова намотать.

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





САМОДЕЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ И КОТЛЫ

Одноцилиндровые паровые машины

В 1766 году замечательный русский механик Иван Иванович Ползунов создал первую паровую машину.

В те времена заводы приводились в движение водяными колесами. Других двигателей еще не знали. Поэтому приходилось строить заводы по берегам рек или проводить к заводам каналы. Это было очень неудобно.

Ползунов работал в Барнаульском горном управлении, на Алтае. В горах много месторождений меди, серебра и других ценных металлов. Но во многих местах, где нужно было бы поставить шахту или плавильный завод, нет поблизости никакой реки. Ползунов задумал создать новый двигатель, простой, удобный, независимый от рек и каналов. Эта мысль не давала Ползунову покоя. Он знал, что существуют насосы для откачки воды из шахт, действующие силой пара. Но для другой работы эти насосы не годились.

После долгих трудов и опытов, преодолевая упорство чиновных бюрократов, Ползунов создал свою машину. Она состояла из парового котла и двух цилиндров. Пар

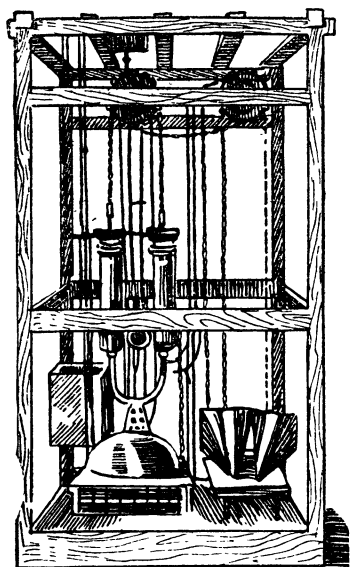


Рис. 98. Паровая машина Ползунова.

толкал поршни цилиндров, и движение их передавалось при помощи цепей и шкивов воздуходушным мехам. Машину можно было приспособить и для других работ.

Все свои силы вложил Ползунов в создание машины. Измученный непосильным трудом, он умер за восемь дней до ее пуска на заводе. А машина работала. Она подавала воздух в плавильную печь и за несколько месяцев вполне оправдала свою стоимость, которую царские чиновники находили слишком высокой.

Попробуем сделать модель паровой 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 у нее 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 машина может прекрасно двигать разные модели.

Начнем с самой простой конструкции. У нашей первой паровой машины цилиндр будет только один.

Котел (рис. 99) 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.

В крышке его нужно сделать два отверстия: одно, за-

винчивающееся пробкой, — для наливания воды, другое — для подачи пара в машину.

Водоналивное отверстие (рис. 100, А) лучше всего за- винчивать гнездом от радио- приемника или от старого штепселя. К крышке котла припаяйте гайку гнезда. Что- бы удобно было завинчивать, в головку гнезда впаяйте проволочное кольцо. При этом отверстие гнезда со- всем запаяйте.

На гнездо наденьте свин- цовую шайбу толщиной 2—3 мм; ее можно сделать из пломбы, расплющенной молотком, или из свинцовой обо- лочки кабеля. Часто ставят кожаные или резиновые шайбы, но они работают гораздо хуже. Свинцовая шайба совершенно плотно закрывает отверстие и служит очень долго. Нужно только несколько раз плотно завинтить и отвинтить гнездо, тогда свинец сильно притрется к гайке.

Если в котел просто впаять трубку для отвода пара, в нее пойдет «мокрый» пар: вода в котле сильно бурлит, брызги будут влетать в трубку и попадать в цилиндр. Во- да быстро израсходуется, и машина во время работы бу- дет брызгать. Лучше сделать иначе: устроить сухопарник, как во всех настоящих котлах.

Спаяйте из жести малень- кий колпачок (рис. 100, Б), диаметром 25 мм и высотой 30 мм. Колпачок должен быть прочным. Его крышку недостаточно просто прило- жить и припаять. Надо сде- лать иначе: вырезать кру- жок диаметром на 6 мм боль- ше диаметра колпачка, над- резать его вокруг на 3 мм, загнуть концы и надеть на колпачок. Теперь, если хо-

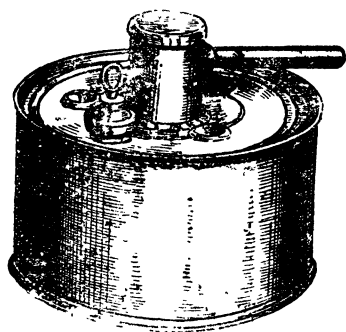


Рис. 99. Простой котел из кон- сервной банки.

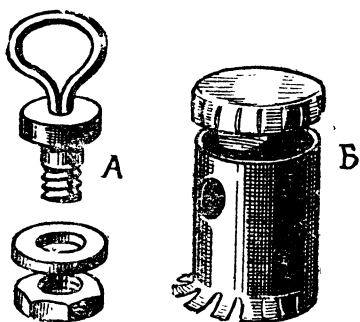


Рис. 100. Пробка водоналивно- го отверстия (слева) и сухо- парник.

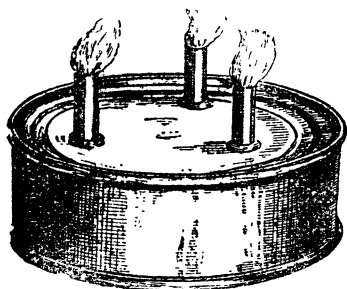


Рис. 101. Спиртовка из консервной банки.

пойдет только «сухой» пар. Вместо того чтобы делать колпачок, 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. 101); ее можно соорудить почти так же, как и котел.

От одной консервной банки отрежьте дно с бортиком в 30 мм, а от другой — с бортиком в 10 мм. Узкий бортик надрежьте в шести-семи местах и немного сожмите, чтобы можно было вставить верхнюю часть в нижнюю. В верхнем дне

рошо припаять крышку, пар ее не сорвет. Сбоку под крышкой впаяйте в колпачок жестяную трубку диаметром 7—8 мм и длиной 60—70 мм. Колпачок тоже надрежьте вокруг, разогните «лепестки» и припаяйте его к крышке котла. В котле под колпачком должно быть отверстие. Через это отверстие пар и брызги воды попадут в сухопарник, но в трубку брызгам никак не попасть: по ней

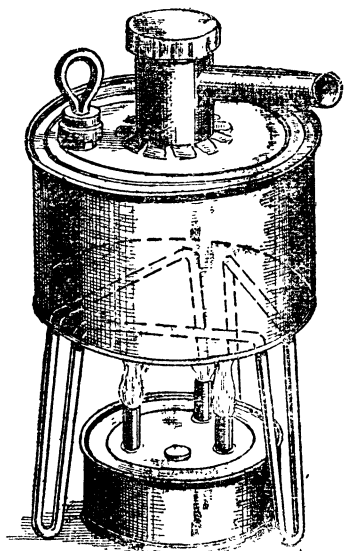


Рис. 102. Простой котел со спиртовкой.

проткните три отверстия диаметром 6—7 мм и вставьте в них жестяные трубки. В трубки заложите вату — и спиртовка готова. Паять не нужно — спиртовка и так хорошо работает.

Ко дну котла припаяйте три ножки из толстой проволоки (рис. 102). 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.

Общий вид нашей машины показан на рис. 103, а схемы действия ее — на рис. 104. 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. 104). В этой трубке ходит поршень 2, насаженный на шток 3.

В том положении золотника, которое показано на левом рисунке внизу, 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.

Если не будет махового колеса, машина остановится, когда кривошип 8 повернется вверх до отказа. 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 внизу). Кажется, теперь машина обязательно должна остановиться. Нет, маховик все еще вращает вал, кривошип 8 передвигает поршень вниз, кри-

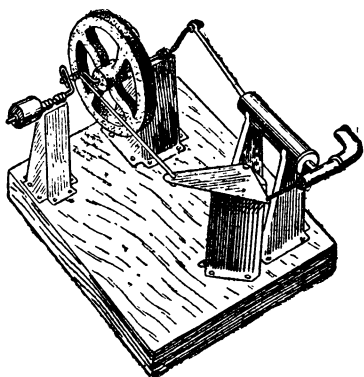


Рис. 103. Одноцилиндровая паровая машина.

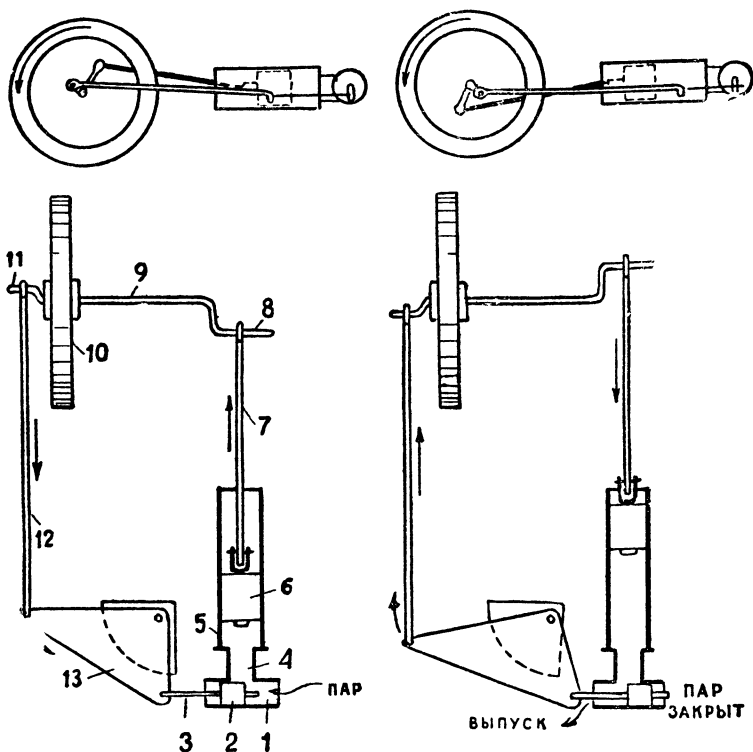


Рис. 104. Наверху — схема работы одноцилиндровой машины (вид сбоку); внизу — вид машины сверху: 1 — трубка золотника; 2 — поршень золотника; 3 — шток золотника; 4 — соединительная трубочка; 5 — цилиндр машины; 6 — поршень; 7 — шатун поршня; 8 — кривошип вала; 9 — вал; 10 — маховое колесо; 11 — второй кривошип; 12 — тяга треугольника; 13 — треугольник.

вошип 11 тянет тягу 12, поворачивается треугольник 13, и поршень золотника 2 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 вращаться довольно плавно.

Самое важное при изготовлении машины — очень точно сделать все части. Если, например, плохо сделан ко-

ленчатый вал, золотник будет не во-время впускать и выпускать пар из цилиндра, и машина будет работать еле-еле.

Цилиндр машины (рис. 105, А) сделайте из отрезка медной трубки внутренним диаметром 8 мм и длиной 37 мм. Спаивать цилиндр из жести нельзя: он выйдет неровным, со швом по всей длине, и поршень будет плохо ходить в нем. Прекрасный готовый цилиндр получится, если подберете подходящих размеров стреляную патронную гильзу, например — от револьвера «наган». Капсюль выбейте гвоздем изнутри. Внутренние стенки гильзы хорошенько вычистите самой мелкой шкуркой. Конец гильзы немного расширьте: он обычно сужается для пули.

Трубу для золотника лучше всего подыскать готовую. Ее диаметр должен быть 4 мм, а длина — 30 мм. Можно и самому ее спаять из кусочка жести длиной 30 мм и шириной 13 мм. Аккуратно сверните жесть на гвозде и спаяйте встык (рис. 105, 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 трубки 4 мм, а длина ее 5—6 мм. Выпилите в ней полукруг, чтобы она точно прилегала к трубке золотника.

Сначала припаяйте соединительную трубку к цилиндру, затем привяжите тонкой проволокой трубку золотника и медленно припаявайте ее узким паяльником. Если рас-

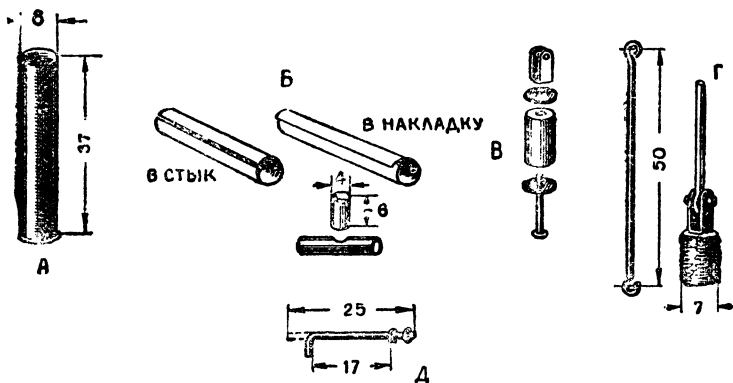


Рис. 105 Детали машины.

плавится 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, наверху на гвоздь.

Поршень цилиндра (рис. 105, В) соберите на тонком гвоздике длиной 10—12 мм. Сначала приготовьте две жестяные шайбочки диаметром 7 мм, полоску 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. Просверлите его посередине шилом такой же толщины, как и гвоздик, заготовленный для сборки. Когда просверлите, осторожно обрезайте кубик вокруг до тех пор, пока не сделаете из него цилиндрик нужного диаметра.

Теперь можете собрать поршень. Надвиньте 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 хомут для присоединения шатуна.

Скрутите из ваты жгутик и обмотайте им деревянную часть поршня между шайбами. Пропитайте вату машинным маслом. Поршень будет плотно закрывать цилиндр и в то же время легко в нем ходить.

Шатун (рис. 105, 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 хомут поршня; сквозь дырочки хомутка и петельку шатуна проденьте кусочек проволоки и слегка припаяйте ее к хомутику. Шатун должен совершенно свободно поворачиваться на оси. Другой конец шатуна наденется при сборке на кривошип 8 вала.

Поршенек (рис. 105, 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 расстоянии 3 мм одна от другой. Между шай-

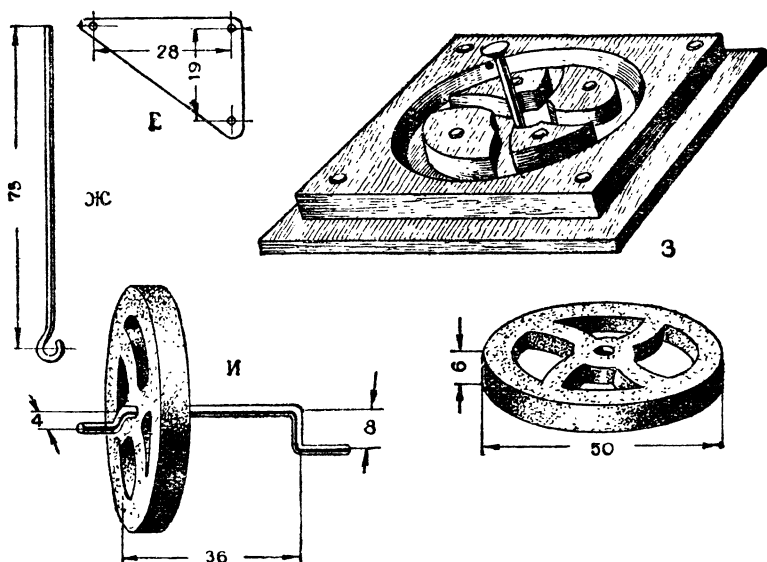


Рис. 106. Детали машины.

бочками намотайте слоями вату, пропитанную машинным маслом. Намотайте столько ваты, чтобы поршеньек 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 в 3 мм, а лишнюю проволоку отрежьте. Загнутым концом шток соединится с треугольником 13.

Треугольник (рис. 106, 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, как показано на рисунке.

Тяга треугольника (рис. 106, 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 отгибается под прямым углом, как шток золотникового поршенька. Заготовьте ее длиной 75 мм, считая от центра петельки на одном конце, но отгибать другой конец подождите: это сделаете при сборке машины.

Теперь займемся отливкой махового колеса. Это совсем не трудно. 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 пятимиллиметровой фанеры пять частей формы, показанной на рис. 106, 3. Прибейте их к какой-нибудь дощечке, чтобы между ними получилось углубление по форме маховика. 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 щели формы.

В коробочке от сапожной мази расплавьте пломбы, пули от духового ружья или обрезки свинцового кабеля. Налейте расплавленный свинец немного выше краев формы. Когда свинец затвердеет, выдерните гвоздик и вытряхните маховик из формы. Опилиite маховик напильником и можете надевать на вал.

Коленчатый вал выгибается из двухмиллиметровой проволоки (рис. 106, 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 треугольника — 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.

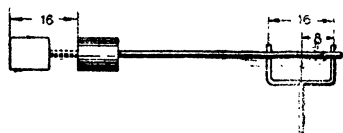


Рис. 107. Величина хода поршня.

Но зато при большом ходе поршня сила машины получается большей: ведь плечо кривошипа по отношению к валу является рычагом. Чем больше рычаг-кривошип, тем

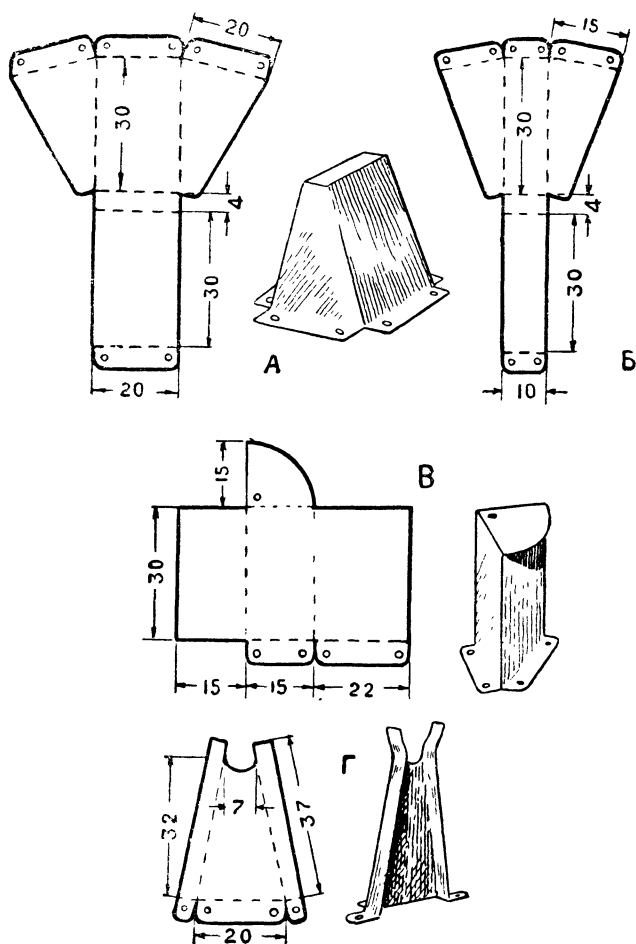


Рис. 108. Развертки опор.

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. 107). Это как раз хороший ход поршня. Машина получается сильной и достаточно быстроходной, чтобы на вал ее можно было надеть гребной винт какой-нибудь плавающей модели.

Кривошип золотника так рассчитан, что ход поршенька равен примерно 5 мм. Диаметр отверстия, идущего в соединительную трубку, — 3 мм. Значит, поршенек проходит его на 1 мм вправо и влево. Это так называемый расчетный ход. В машине он получается несколько меньшим, потому что петелька тяги неплотно охватывает кривошип 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 рис. 108 даны чертежи жестяных фигур, из которых выгибаются опоры 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, куда толкает его тяга треугольника.

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 разбухнет, выгнется и нарушит 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 ним нужно припаять все части машины. Как припаять швеллерные опоры цилиндра, видно на рис. 109, *А*. В угол крышки трехгранной опоры треугольника впаяйте гвоздик острием вверх (рис. 109, *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. 109, *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, раз-

вернуть проволоку, навернуть новый кусочек, припаять — и всё. Такие подшипники очень удобно ставить на все модели.

Прежде чем наворачивать на вал подшипники, наденьте около маховика жестяную шайбочку, а около сгиба вала — два проволочных кольца (рис. 109, Г), иначе сгиб вала будет заскакивать в подшипник.

Одно кольцо, ближайшее к сгибу вала, будет заскакивать в подшипник. Одно кольцо, ближайшее к сгибу вала, припаяйте. Наверните на вал подшипники и можете припаивать 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. Надвиньте 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 сторону, 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 досочку 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 досочку цилиндр с припаянными опорами. На меньший кривошип наденьте тягу треугольника, поставьте опору треугольника, наденьте треугольник на ось и соедините с ним загнутый конец штока поршенька.

Все опоры нужно расставить так, чтобы шатун поршня пришелся посередине 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 треугольника должна стать под прямым углом к валу машины, немного ближе к плечу кривошипа, чем к концу его (рис. 110). Когда правильно установите все части

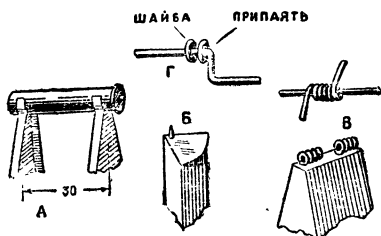


Рис. 109. Готовые опоры.

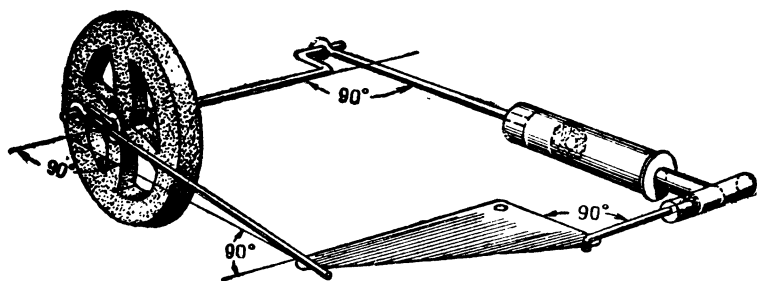


Рис. 110. Схема сборки одноцилиндровой машины.

машины, маленькими гвоздиками прибейте опоры к доске.

Не забудьте оставить место для установки опоры с добавочным валом, видимым на рис. 103.

По обе стороны петелек шатуна и тяги вы потом наденете и припаяете кольца, свернутые из медной проволоки. Такие же кольца припаяете на загнутые концы тяги штока поршенька (под треугольником) и сверху на ось треугольника. Только сначала нужно 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 закрыто поршеньком золотника. Передвиньте поршень чуть-чуть вправо и снова резко дуньте. Прodelайте это несколько раз, до тех пор пока поршень не перестанет выскакивать из цилиндра.

Теперь есть полная уверенность в том, что поршень золотника закрывает отверстие в соединительную трубку. Отведите поршень очень немного назад, чтобы снова чуть-чуть приоткрылось отверстие. Проверьте это, подув в трубку, и заканчивайте сборку.

Наденьте шатун поршня на кривошип, поставьте этот кривошип горизонтально (кривошип золотниковой тяги станет вертикально) и в этом положении загните конец золотниковой тяги под прямым углом, точно над отвер-

стием треугольника. Лишний конец тяги откусите и припаяйте на нее под треугольником проволочное кольцо. Еще лучше — припаяйте на тягу и на шток золотника по два кольца с обеих сторон треугольника; эти кольца не дадут сгибам тяги и штока заскакивать в отверстия треугольника.

Можете пробовать работу машины. Налейте в котел воду, в спиртовку спирт-денатурат, зажгите и дайте воде закипеть. Все трущиеся части машины смажьте маслом. С помощью резиновой трубки соедините трубку котла с трубкой золотника и поверните маховик. Машина должна сразу заработать. Сейчас же после сборки она идет медленно, с остановками, потому что еще туго движутся поршни, но очень скоро развивает полную скорость.

Если машина не пошла, снимите трубку паропровода и, вращая маховик, проверьте, правильно ли работает золотник. 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 зажечь плоскогубцами на одну-две минуты 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. 111). Он выгибается из двухмиллиметровой проволоки или велосипедной спицы и сделан отдельно, потому что иначе было бы трудно соединить его с валом. А 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 ста-

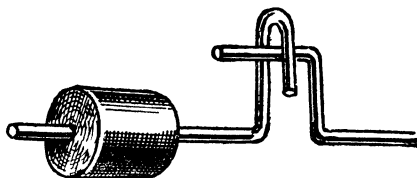


Рис. 111. Добавочный вал.

вите машину на модель винтового парохода, сделайте добавочную ось длинной и на конец ее припаяйте гребной винт.

При пуске пара эта машина не всегда начинает работать сама. Конечно, если вал стоит в таком положении, как показано на правой части рис. 104 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 рис. 104, его все равно нужно толкнуть. 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, машина сразу заработает без подталкиваний, как толькопустите пар.

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

Бывает, что в модели нет места для установки горизонтальной паровой машины. Тогда можно сделать ее

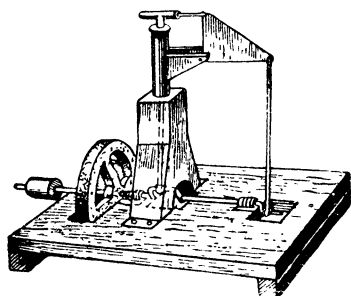


Рис. 112. Вертикальная одноцилиндровая машина.

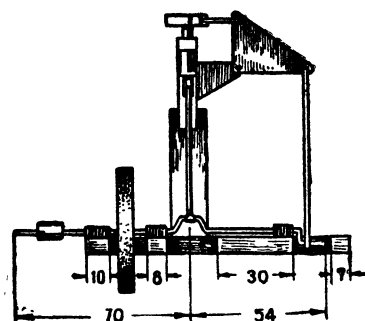


Рис. 113. Разрез вертикальной машины.

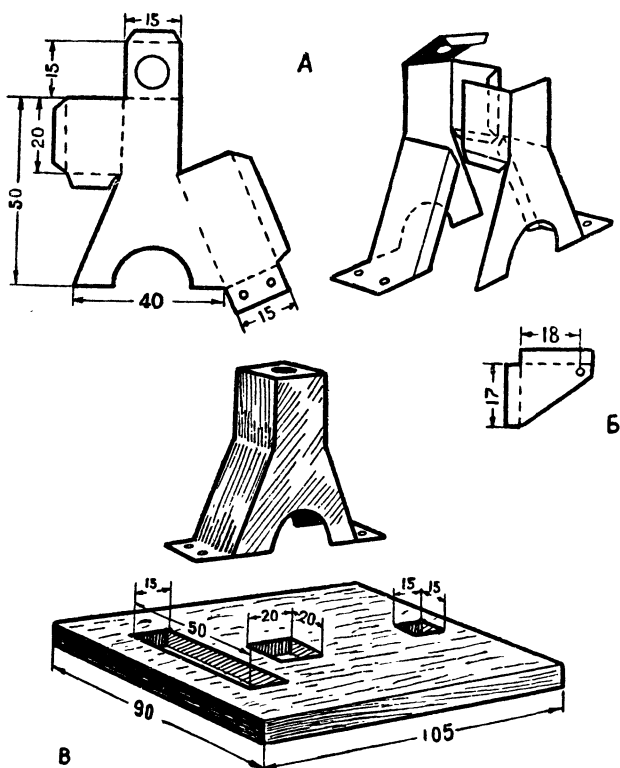


Рис. 114. Опора цилиндра, кронштейн золотника и основание вертикальной одноцилиндровой машины.

вертикальной. И настоящие паровые машины часто делают такими.

На рис. 112 и 113 показаны общий вид и разрез вертикальной паровой машины, собранной почти из тех же частей, что и горизонтальная; изменена только форма 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 рис. 114, А дан чертеж жестяной фигуры. Две такие части спаиваются вместе и образуют опору цилиндра. Треугольник укрепляется на жестяных кронштейнах, при-

паянных к цилиндру. Размеры кронштейна даны на рис. 114, Б. Верхние кромки кронштейнов отогните наружу, чтобы придать им большую жесткость.

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

Вся машина собирается на пропарафинированной деревянной дощечке длиной 105 мм и шириной 90 мм, с тремя вырезами: для маховика и кривошипов вала (рис. 114, В). Три подшипника вала (проволочные спирали) припаиваются к полоскам жести размером по 10×15 мм, которые прибиваются к дощечке. Размеры вала даны на рис. 113. С наружных сторон крайних подшипников на вал припаиваются проволочные кольца; они не дают ему болтаться из стороны в сторону. Такие же кольца нужно припаять по обе стороны петелек шатуна и тяги треугольника.

Жаротрубные и водотрубные котлы

Со времени изобретения первой паровой машины многие изобретатели совершенствовали ее, а на котел долго никто не обращал внимания. Как был он «кастрюлей», так «кастрюлей» и оставался. Но когда изобретатели паровоза поставили котел на колеса, перед ними встала новая задача. Машина расходовала много пара, и в обычных установках приходилось делать большой котел. Он получался очень тяжелым и перегружал паровоз, а при маленьком котле машина паровоза не могла долго работать. Сначала приходилось «нагонять» пар в котле: закрывать клапан, чтобы поднять давление пара. Затем открывали клапан; 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.

Придумали строить котел иначе. От топки внутри котла провели трубки. Спереди паровоза все они выходили в особую коробку, из которой вверх шла дымовая труба. Нагретые газы из топки должны были пройти по трубкам внутри котла и только тогда попадали в дымовую трубу.

Таким образом топка нагревала сразу всю воду. Так появились котлы с дымогарными трубками.

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 новых котлах при большой площади нагрева очень быстро шло парообразование, и машина паровоза работала без перебоев. Оказалось, что при таком котле на испарение воды идет гораздо меньше топлива, чем в простых котлах. Для паровоза это особенно важно.

С тех пор прошло уже более ста лет. Сейчас есть очень много различных систем паровых котлов, но почти все котлы паровозов устроены примерно так, как мы описали.

В котле нашей паровой машины тоже можно сделать несколько дымогарных трубок. Сверните их из жести и спаяйте «внакладку». Прodelайте отверстия в дне и в крышке котла, вставьте трубки в котел и припаяйте к крышке и ко дну. Концы трубок, впаянные в крышку котла, видны на рис. 99. Трубки сделайте диаметром 8—9 мм. Котел станет давать гораздо больше пара, чем раньше. Но тут вот что может случиться: если пламя спиртовки 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 повышается медленно. 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.

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

Достаньте 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. 115, 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 рис. 115, 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, чтобы пар не проскакивал.

Из полумиллиметровой латуни или кровельного железа сверните цилиндр диаметром 25 мм, высотой 30 мм. Этот цилиндр нельзя делать из жести от консервной банки: 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 одну 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. Маховичок сверните из проволоки и обожмите его крестообразным кусочком жести. В центр впаяйте какой-

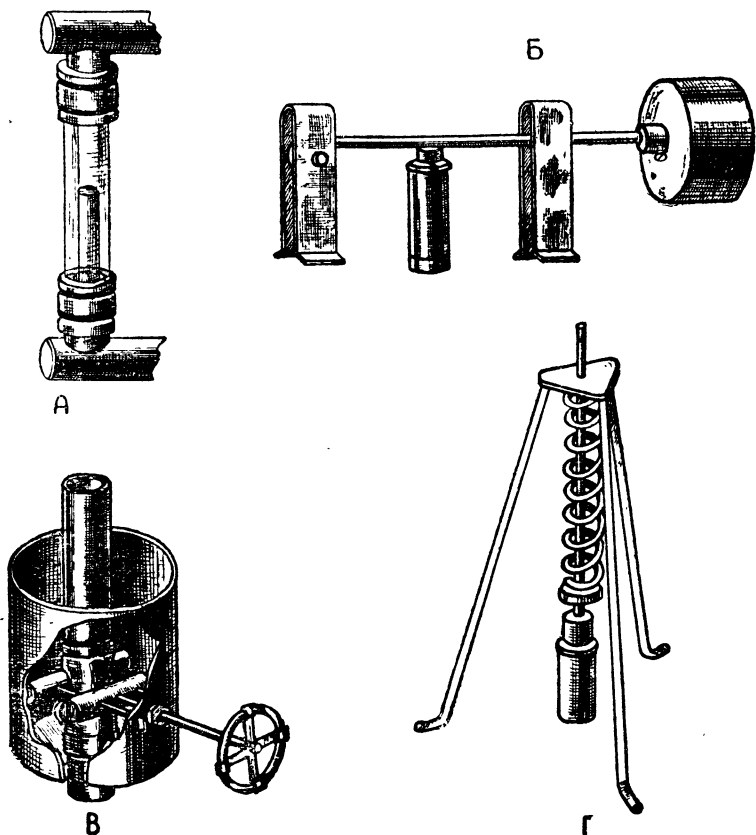


Рис. 115. Самодельная арматура парового котла.

нибудь длинный винт, а гайку винта припаяйте к цилиндру между направляющими проволоками, только сначала сделайте отверстие под винт. Когда будете гайку припаявать, заверните в нее палочку: и держать будет удобно, и олово в резьбу не попадет.

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, резино-

вая трубка будет стремиться снова стать круглой и оттолкнет губку обратно.

В других конструкциях самодельных вентилях из-за неточного изготовления частей кое-где проходит пар, а здесь этого не может быть. Сработается резиновая трубка — ее нетрудно заменить новой, и клапан снова готов к действию.

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

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

Рычажный клапан показан на рис. 115, Б. Он так прост, что объяснять его устройство не нужно. Трубку, идущую из котла, можете сделать из патрончика мелкокалиберной винтовки, пробив его дно снаружи большим гвоздем. Для пробки отрежьте кусочек пули мелкокалиберной винтовки и обработайте отверстие в дне патрончика так, чтобы пуля плотно прилегала к нему. Рычаг сделайте из толстой проволоки. Две стойки — для оси рычага и направляющую — согните из жести. Груз можете отлить из свинца.

Трубка и пробка пружинного клапана (рис. 115, Г) — те же патрончик и пуля мелкокалиберной винтовки. Здесь надо предусмотреть возможность изменения давления пружины. Впаяйте в пулю обрезок велосипедной спицы с нарезкой, надев на нее предварительно укороченный ниппель спицы. Спица должна быть впаяна в пулю нарезным концом. Над клапаном припаяйте проволоочный треножник, а на спицу между пулей и гайкой надо надеть пружинку, свернутую из толстой балалаечной струны. Когда поднимете гайку вверх по резьбе, давление пружины увеличится; опустите вниз — давление пружины уменьшится.

Для маленьких паровых машин, которые мы описали,

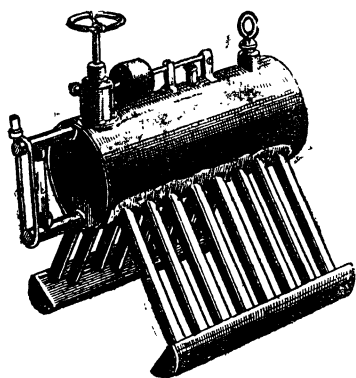


Рис 116. Водотрубный котел.

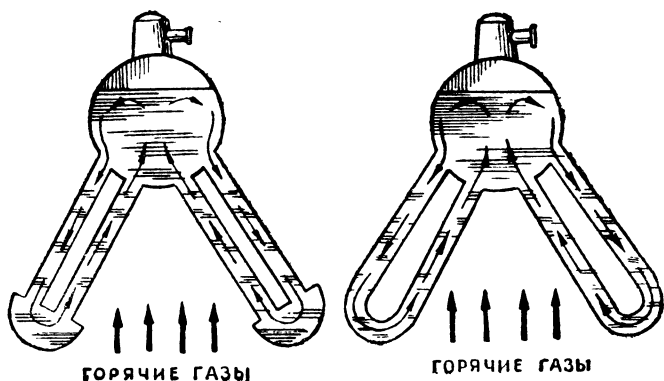


Рис. 117. Схема циркуляции воды в водотрубных котлах.
Правый котел — с U-образными трубками.

объем котла, сделанного из консервной банки, достаточен. Но для машин 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 рис. 116. Он называется водотрубным потому, что почти вся вода помещается в трубках, обогреваемых горячими газами топки, и таким образом сильно увеличивается поверхность нагрева.

В этом котле больше всего нагреваются внутренние, ближайšie 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 вверх (рис. 117, слева). В водотрубном котле вода непрерывно циркулирует, хорошо поглощая тепло топки, 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 возьметесь за изготовление котла, обратите самое серьезное внимание на впапку

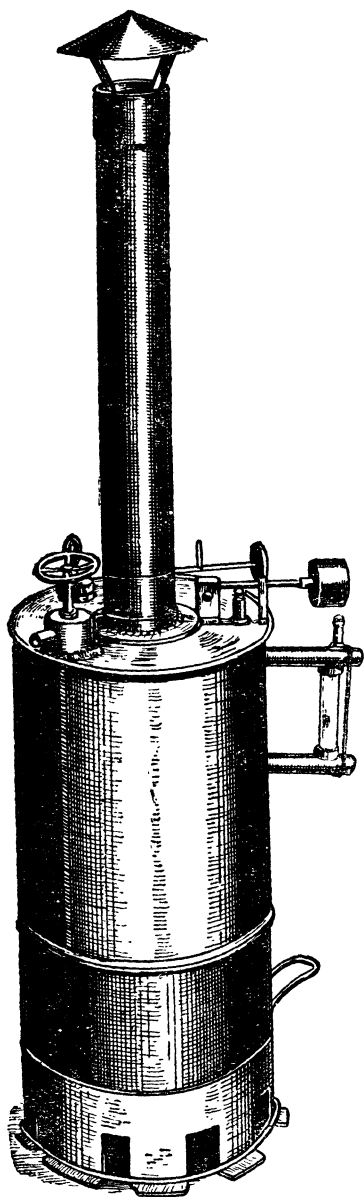


Рис. 118. Самодельный вертикальный паровой котел.

трубок. Лучше всего припаивать их не снаружи, а изнутри до свертывания барабана котла и нижних соединительных полутрубок. Когда заложите трубки в отверстия заготовок барабана и полутрубок, оберните каждую трубку медным проволочным кольцом и залейте припоем. После впайки всех трубок сверните и спаяйте барабан котла и соединительные полутрубки. Такой способ изготовления обеспечит надежную работу котла.

Можно сделать и проще. Медные трубки изгибаются в виде буквы U и обоими концами впайваются в барабан котла (рис. 117, справа). Это дает возможность обойтись без соединительных полутрубок внизу и вдвое уменьшит 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.

Хорошо работает наш водотрубный котел, но есть у него один недостаток: рассчитанный на большое количество воды, он получается слишком громоздким. В настоящих котлах этого недостатка нет, потому что в них все время подкачивается вода, а нам в модели этого не сделать. Вместе с тем котлы,

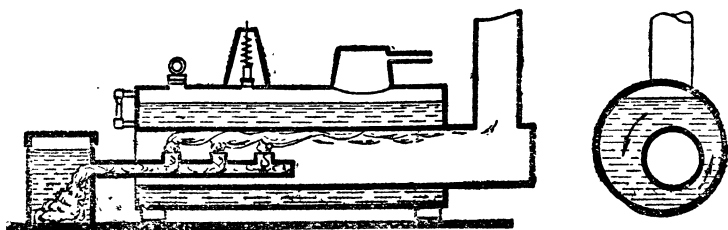


Рис. 119. Схемы простого жаротрубного котла.

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 посередине. Мы попробовали сделать такой котел больших размеров из литровой консервной банки (рис. 118), 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 целый литр, никак нельзя уберечься от распайки.

Если достанете большой лист латуни толщиной 0,5 мм, можете сделать очень хороший котел (рис. 119).

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. 119, справа). Этот котел можно нагревать спиртовкой с несколькими фитилями только у передней стенки котла; дальше огонь будет втягиваться в трубу и омыwać ее всю. Котел можете сделать любых размеров, придерживаясь таких соотношений: диаметр жаровой трубы берется в два раза меньший, чем диаметр котла, а длина котла должна быть хотя бы в два раза больше его диаметра. В настоящих котлах длина обычно берется в четыре-пять раз больше диаметра.

Еще лучше будет работать самодельный жаротрубный котел, если в свободную от спиртовки часть жаровой трубы вставить трубку для увеличения поверхности нагрева.

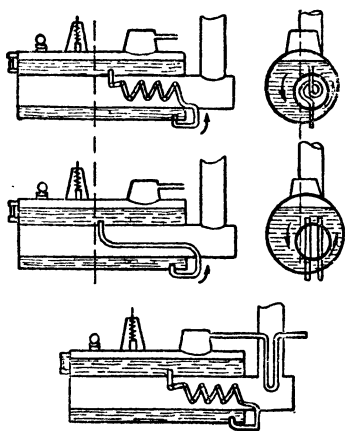


Рис. 120. Наверху — жаротрубный котел со спиралью; в середине у котла вместо спирали две трубки; внизу — котел со спиралью и пароперегревателем.

Ее можно сделать в виде спирали, один конец которой впаян снизу котла, а другой сквозь верхнюю стенку жаровой трубы входит в котел (рис. 120, вверху).

В маленьком жаротрубном котле трубку можно не свертывать спиралью, а просто изогнуть так, как показано на рис. 120 (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. 120, внизу), что значительно улучшает работу котла.

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

Двухцилиндровые паровые машины

Одноцилиндровые машины со 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 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 пол оборота работает один цилиндр, а пол оборота — другой.

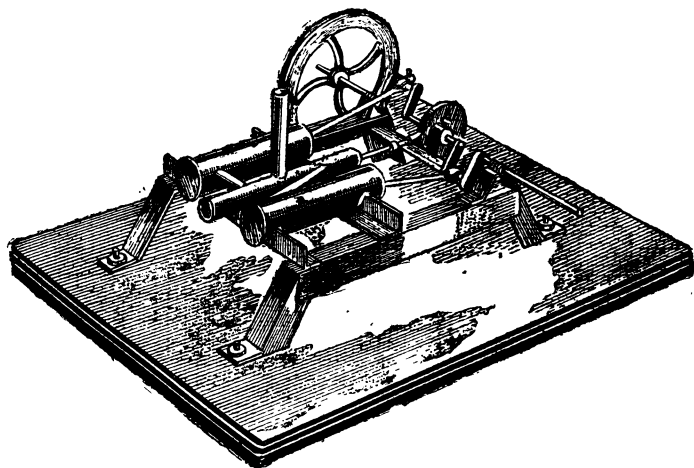


Рис. 121 Двухцилиндровая паровая машина.

Самодельная двухцилиндровая горизонтальная машина показана на рис. 121. Она очень похожа на одноцилиндровую, но диаметр цилиндров ее больше. Для них взяты патронные гильзы охотничьего ружья калибра № 28. Золотник поршневой, но передвигается он не треугольником, а эксцентриком, и на штоке укреплен не один поршеньек, а два (рис. 122).

Пар впускается между поршеньками и, когда они стоят в положении, показанном на рис. 122, *А*, входит в правый цилиндр, а из левого свободно выходит в атмосферу. Когда эксцентрик поворачивается в положение, которое вы видите на рис. 122, *Б*, пар попадает в левый цилиндр, а из правого выходит.

В этой машине диаметр цилиндра больше, поэтому приходится увеличить толщину коленчатого вала и вес маховика. Изменяется и 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 жесть окажется слишком тонким материалом. Секрет в том, что ферма спаяна не просто из полосок

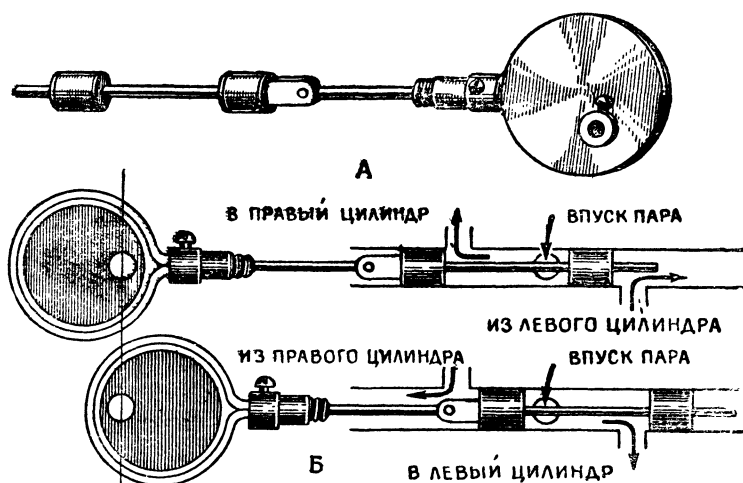


Рис. 122. Схемы работы двухпоршневого золотника.

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 инженеры часто называют не «угловое железо», а коротко — «уголок». Профилируя жечь, можно заменять ею деревянные части 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 из толстого железа. А изогнули мы жечь, и оказалось, что она — достаточно прочный материал для опор. Так же пользовались мы жечью и при изготовлении электродвигателей.

Поршни, обмотанные ватой, хорошо работают в цилиндрах небольшого диаметра; здесь придется сделать их иначе. От двух патронных гильз калибра № 28 отрежьте ободки шириной 10 мм.

Отверстия донышек гильз запаяйте и вычистите гильзы изнутри мелкой шкуркой. Гильзы 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. 123, 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, 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. 123, 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 припаяйте поршень ко второму цилиндру и сделайте шатуны.

На одном конце шатуна (рис. 123, В) — петелька, а на другом — специальный захват для шейки коленчатого вала. В одноцилиндровой машине шатун надевался на палец кривошипа, а здесь палец закрыт плечиками с обеих сторон. К прямому

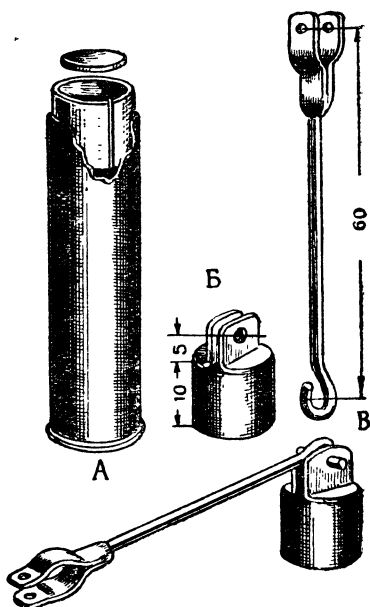


Рис. 123. Изготовление цилиндра и поршня.

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, закрепив ее пайкой.

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 стерся, 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 на нее тогда не напасешься.

Для золотника спаяйте встык трубку длиной 65 мм и внутренним диаметром 6 мм. В середине трубки просверлите отверстие диаметром 4 мм для впуска пара из котла. На расстоянии по 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. 124, А). Такие же отверстия сделайте на боковых стенках у донышек цилиндров и соедините их трубками с золотником. Трубка золотника должна одинаково выступать с обеих сторон цилиндров, а расстояние между серединой одного цилиндра и серединой другого должно быть равно 40 мм (рис. 124, 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. 124, 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 парой шайб 5 мм; расстояние между серединами поршеньков 28 мм.

Для того чтобы можно было регулировать положение

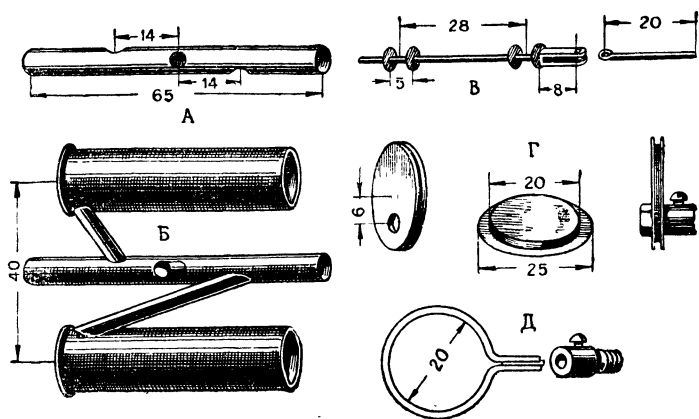


Рис. 124. Детали двухцилиндровой машины.

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 контакта есть винт, зажимающий провод, а снизу — гайка, прикрепляющая контакт к выключателю (рис. 124, Д). Для тяги эксцентрика эта гайка не нужна, а для установки эксцентрика понадобится второй контакт с гайкой. Тягу (рис. 124, В) выгните из миллиметровой проволоки длиной 20 мм, вставьте петельку ее в хомутик поршня и заложите ось. Контакт понадобится после изготовления эксцентрика и вала.

Эксцентрик — это диск с бортиками (рис. 124, 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. Щечки диаметром 25 мм вырежьте из латуни. Опиленную монету вставьте между щечками так, чтобы центры их совпали, и хорошенько спаяйте. От центра щечки 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

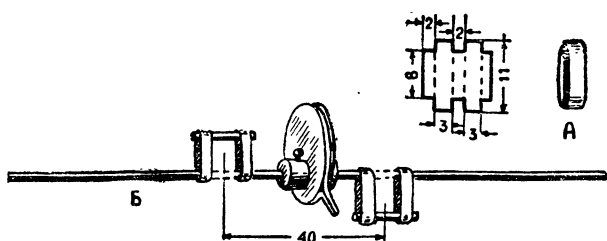


Рис. 125. Изготовление коленчатого вала.

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 хомут. Выгните его из полуторамиллиметровой медной проволоки по рис. 124, 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 вязальный крючок примерно такого же диаметра. Только проволока или крючок 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 рис. 125, А. Ход поршней этой машины мы выбрали равным 20 мм — значит, плечи кривошипов должны быть длиной 10 мм. Такими они и получатся, если сделать их по размерам, указанным на рисунке.

Вырезанные из жести фигуры согните в длинные ко-

робочки 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 налезет на вал, рассверлите его.

Соберите вал по рис. 125, 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 спилить ненужные части вала. При таком способе изготовления вал получается очень точным и не «бьет» при вращении.

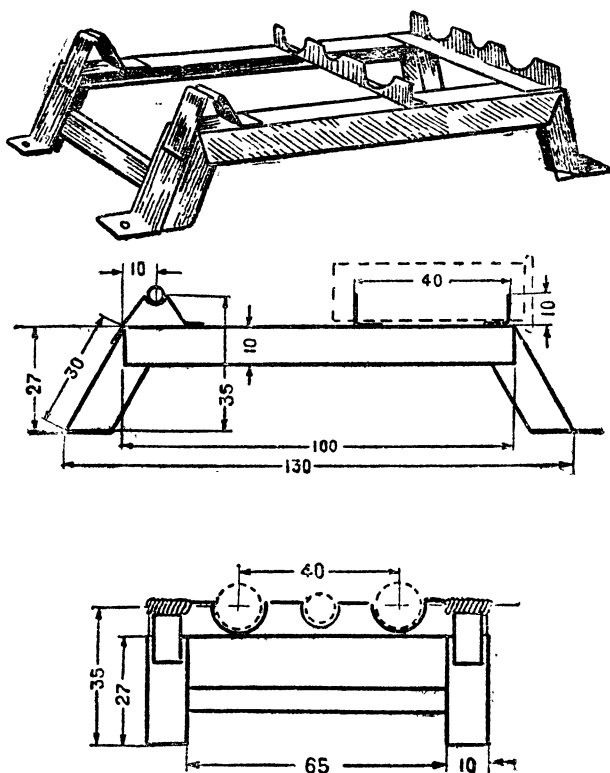


Рис. 126. Изготовление фермы.

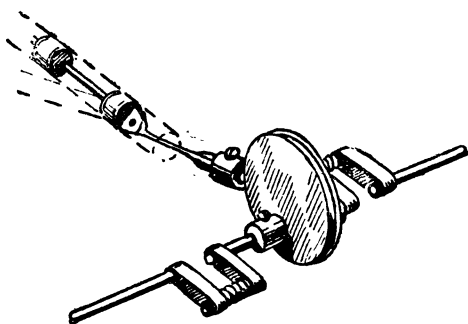


Рис. 127. Схема соединения золотника с эксцентриком.

Все размеры фермы показаны на рис. 126. Для установки цилиндров к ней припаяны два уголка, а для подшипников — еще две полоски. Настоящие фермы склепывают заклепками, а в последнее время чаще всего 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 пятью-шестью витками медной проволоки и уже на эти подшипники наденьте вилки шатунов.

С наружных сторон обоих подшипников припаяйте на вал проволочные 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

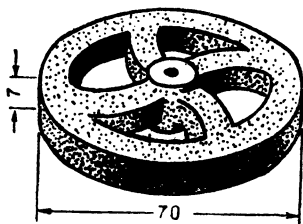


Рис. 128. Маховое колесо.

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 сбоку ввернут винт, наденьте на концы хомута и закрепите (рис. 127).

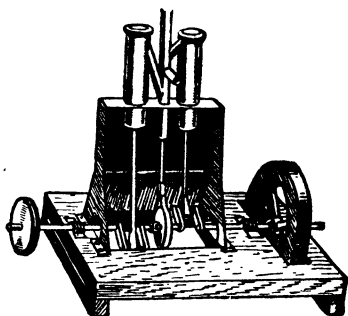


Рис. 129. Вертикальная двухцилиндровая машина.

Остается только отлить свинцовое маховое колесо (рис. 128), припаять его к валу — и можете пробовать работу машины. Если отпустите винт, удерживающий эксцентрик на валу, и повернете эксцентрик на полоборога (на 180°), изменится направление вращения вала — он станет вращаться в обратную сторону.

Когда эту машину питает паром двухлитровый котел, вал ее невозможно остановить пальцем: очень уж сильной она получается.

Цилиндры этой машины можно установить вертикально, так же как и в одноцилиндровой. На рис. 129 и 130 показаны две конструкции вертикальных двухцилиндровых машин. В одной расположение частей по сравнению с горизонтальной машиной не изменено, а в другой золотник помещен сбоку цилиндров. Такая машина красивее, чем вертикальная с золотником посередине, но сделать ее труднее.

Двухцилиндровую маши-

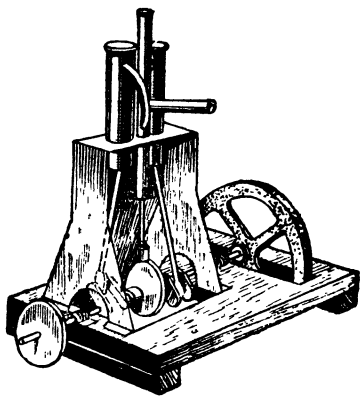
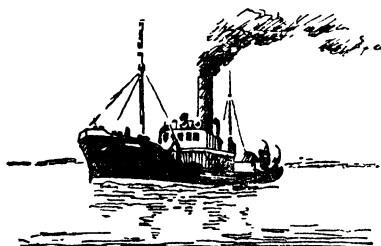
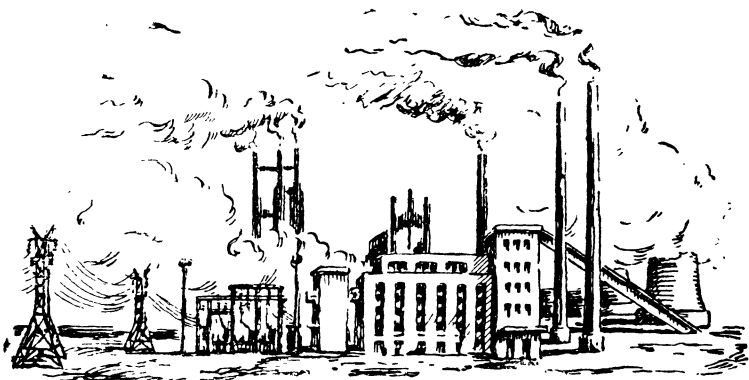


Рис. 130. Другая конструкция вертикальной машины.

ну можете установить на большую модель колесного или винтового парохода. Эта машина 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.





ПАРОВАЯ ТУРБИНА И КОТЕЛ К НЕЙ

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 электродвигатели, но не всегда удастся решить вопрос об источнике тока. Гальванические элементы громоздки и не дают большой силы тока; аккумуляторы достать трудно, и они

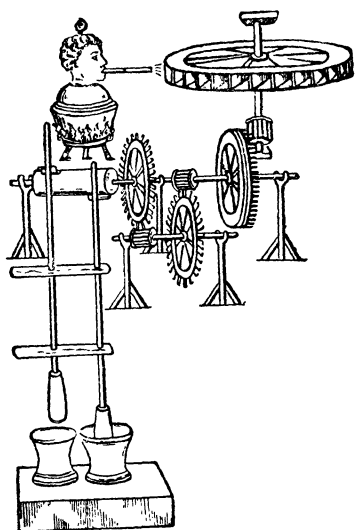


Рис. 131. Рисунок из старинной книги.

так тяжелы, что, установив их, трудно добиться от модели хороших результатов. Можно пользоваться городским током, но при этом модель «связывается» проводами.

Конечно, для моделей, идущих по рельсам, например модели трамвая или аэропоезда, самый лучший двигатель — электрический.

Для приведения в движение таких моделей можно пользоваться городским током; можно подвести к электродвигателю 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 электродвигателем 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 особенного значения, но сухопутную модель с паровой машиной осуществить значительно труднее. А построить модель глissера с поршневой паровой машиной особенно трудно: глissер должен быть легким, а машина его — мощной; тут большой котел испортит все дело.

За последние пятьдесят лет в «настоящей» технике поршневые паровые машины быстро вытесняются. Другой паровой двигатель — турбина — прошел победный путь. 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. В одной старинной книге о машинах, вышедшей больше трехсот лет назад, в 1629 году, описывается оригинальная «толчея». Она приводится в движение струей пара, ударяющей по лопаткам колеса (рис. 131). Конечно, эту турбину осуществить нельзя было, потому что она расходовала бы слишком много пара, но идея оказалась воплощенной в современных паровых турбинах.

Современные паровые турбины строятся огромных мощностей. Советскими заводами изготовлена «турбина мира». Мощность ее небывалая: 150 000 киловатт, или 204 000 лошадиных сил. Это в три раза больше, чем мощность Волховской гидроэлектростанции! Никакой другой двигатель не в состоянии развить такую огромную мощность в одной машине.

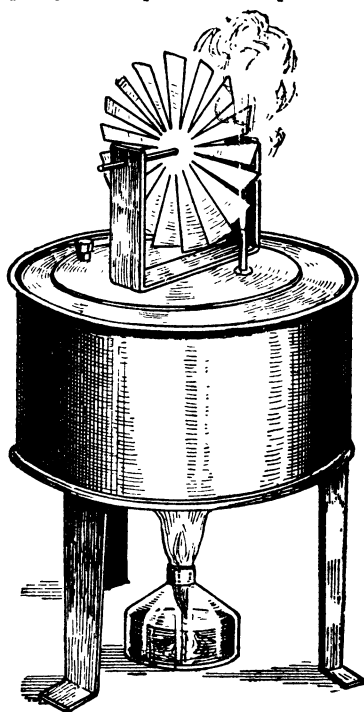


Рис. 132. Игрушечная паровая турбинка.

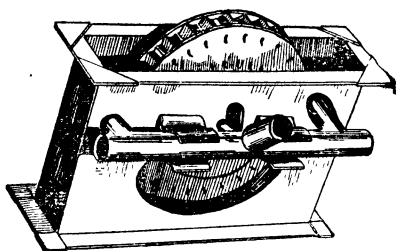


Рис. 133. Турбина со стороны трубки, подводящей пар.

занную на рис. 132. Эта «турбина» только сама себя вертит, а привести в движение какую-нибудь модель ей не под силу.

Значит, нужно разработать такую конструкцию колеса турбины, которую легко было бы изготовить в мастерской юного техника.

Нам удалось разрешить эту задачу: 28-лопастное колесо нашей турбины можно сделать за 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.

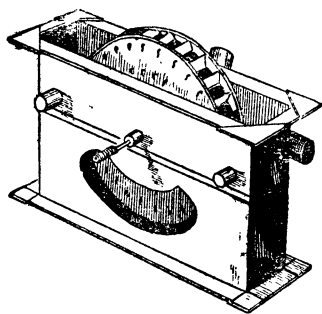


Рис. 134. Турбина со стороны оси. По обе стороны колеса видны концы трубок, в которые впаяны сопла.

И для многих моделей лучше всего делать именно паровые турбины. Если посмотреть на чертежи простой одноколесной турбины, поршневой машины и электродвигателя, сразу видно, что турбина проще всех. Однако модели с паровыми турбинами строят редко. Почему? Потому что очень трудно изготовить хорошее колесо турбины. Нельзя же считать турбиной детскую игрушку, пока-

Изготовление турбины

Готовая, собранная турбина показана на рис. 133 и 134. 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.

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 проволоочек, 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, загнуть выступающие концы проволоочек — и колесо готово.

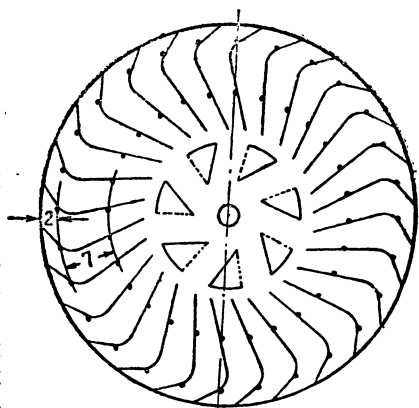


Рис. 135. Разметка диска турбины (в натуральную величину).

На рис. 135 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 28 поло-

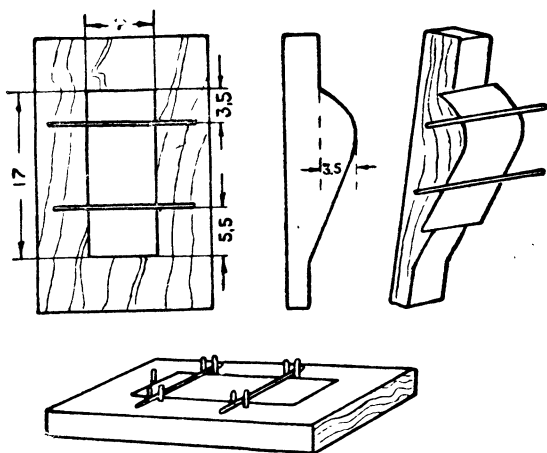


Рис. 136. Изготовление лопаток.

сок размером по 7×17 мм. Постарайтесь вырезать их как можно точнее.

Положите одну из полосок на обрезок фанеры и заколотите девять гвоздиков без шляпок так, как показано на рис. 136, 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 обрезка голой медной проволоки диаметром 0,8 мм (рис. 136, внизу). Обе проволоочки 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 деревянного брусочка вырежьте по рис. 136 (в середине и справа) второй шаблон. На этом шаблоне изогните все лопатки и беритесь за диски колеса.

Для колеса турбины 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 28 частей и проведите 28 радиусов. Затем прочертите еще две окружности — первую радиусом 16 мм и вторую радиусом 23 мм. Точки пересечения окружностей с проведенными 28 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 совсем, а только прорезать две стороны и отогнуть. Места и фигуры этих отверстий видны на рис. 135. Их тоже вычертите на бумаге.

Готовый чертеж наложите на листок жести или тон-

кой латуни и, придерживая рукой, чтобы он не сдвинулся, отметьте острым шилом центр, все отверстия для сборки лопаток и углы отверстий для выхода пара.

Центр и дырочки для проволочек аккуратно проткните шилом. Тонким, узким зубилом прорубите отверстия для выхода пара и отогните их «дверцы». Места

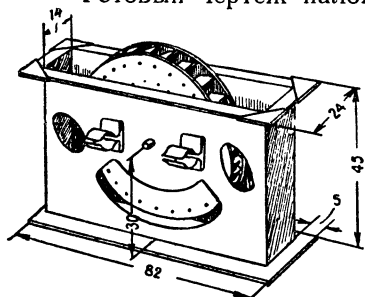


Рис. 137. Размеры кожуха турбины.

сгибов показаны на рис. 135 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. 137). Конструкция кожуха так проста, что ее можно не описывать подробно.

Загнутые края кожуха придают ему жесткость. На рис. 137 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 медную проволоку диаметром 0,8 мм по пять-шесть витков с каждой стороны. Эти проволоочные спиральки снимите с оси, оберните узенькими полосками жести и пропаяйте с торцов. Подшипники, получившиеся в жестяных трубочках, наденьте на ось и припаяйте к кожуху турбины. Оба подшипника вы видите на рис. 133 и 134.

На рис. 137 и 138 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 приходится подбирать опытным путем и вынимать сопла приходится много раз. На рис. 138 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 соп-

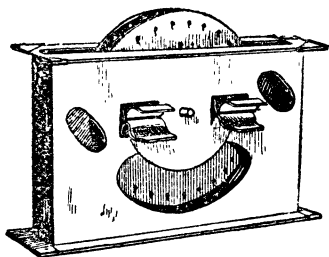


Рис. 138. Турбина с вынутыми соплами. Овальные вырезы сделаны только с этой стороны, чтобы вошли сопла.

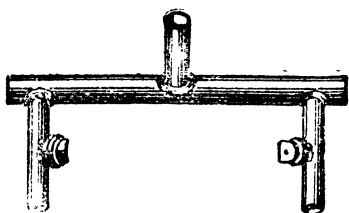


Рис 139. Трубопровод с соплами.

это капсюли от примусных горелок. 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 рис. 139. 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 рис. 140. Это наилучшее положение мы нашли опытным путем.

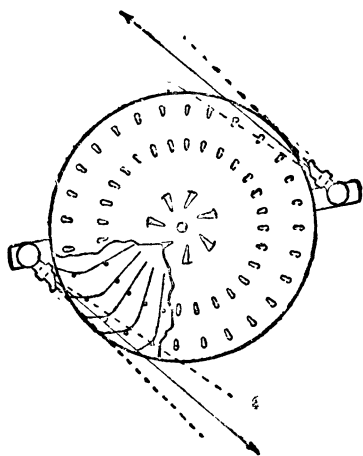


Рис. 140 Схема направления струй пара.

лами. 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 капсюли от примусных горелок. Они впаяны каждый в тонкую трубку; эти две трубки впаяны в третью — толстую; а в центр толстой трубки впаяна четвертая — подводящая пар из котла.

Попробовать работу турбины, дую 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

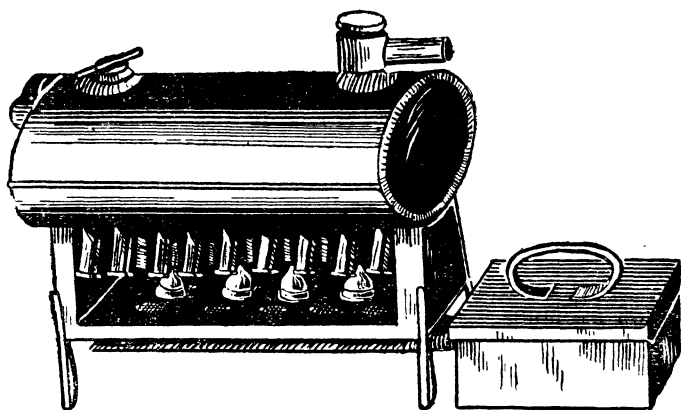


Рис. 141. Готовый котел со спиртовкой. Сбоку припаяна спица для увеличения жесткости котла.

осторожным: расширите отверстия так, что пар пойдет 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 куб. см. Имея готовые цельнотянутые медные трубки, можно повысить паропроизводительность нашего котла. Но об этом немного дальше.

Изготовление котла

Готовый котел со спиртовкой показан на рис. 141 и 142. Наивыгоднейшая форма котла — цилиндр. Но цилиндрический котел занимает довольно много места, а мы экономили каждый сантиметр, особенно в высоту, и сделали сечение котла эллиптическим. При этом был риск, что котел раздует давлением пара. Первое испытание показало, что мы беспокоились не напрасно. При-

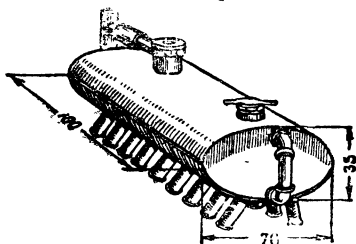


Рис. 142. Размеры котла.

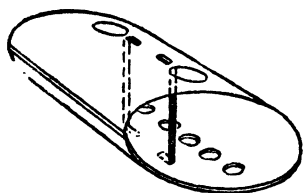


Рис. 143 Укрепление котла.

шлось поставить внутренние проволочные стяжки, связывающие крышку с днищем (рис. 143), и припаять обрезки велосипедных спиц вдоль обеих сторон котла. Для увеличения поверхности нагрева, а значит, и для ускорения парообразования в днище котла впаяны патрон-

чики от мелкокалиберной винтовки, по девять штук с каждой стороны.

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

Сухопарник — просто обрезок гильзы 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. Проволока дает возможность завинчивать гнездо, обращенное нами в пробку, без помощи отвертки или плоскогубцев.

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

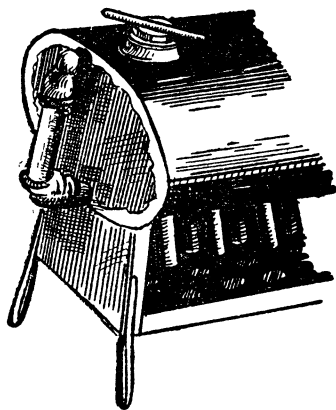


Рис. 144. Котел со стороны водомерного стекла и водоналивного отверстия.

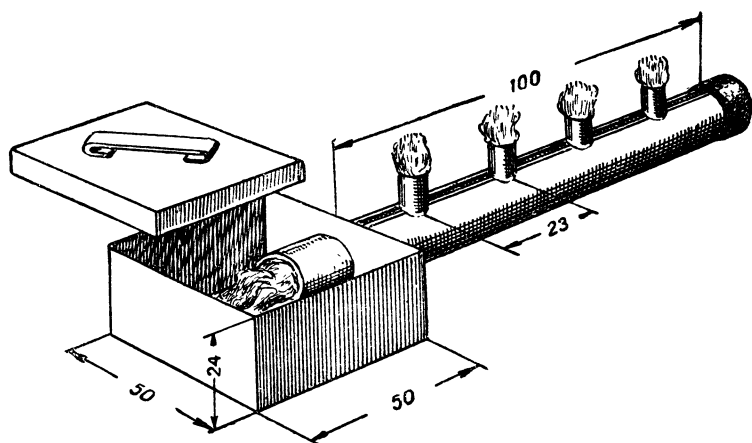


Рис. 145. Размеры спиртовки.

кой показано на рис. 144. 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 простое водомерное стекло, но работает оно безотказно. Места соединений обвяжите толстой проволокой.

Размеры спиртовки видны на рис. 145. При такой конструкции, когда бачок со спиртом помещается отдельно, он мало нагревается, и нет риска, что вспыхнет весь спирт.

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 будут готовы, изогните из жести П-образную часть подставки котла, хорошо видную на рис. 141. 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 закипит 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 металлической, 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 трудно. 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

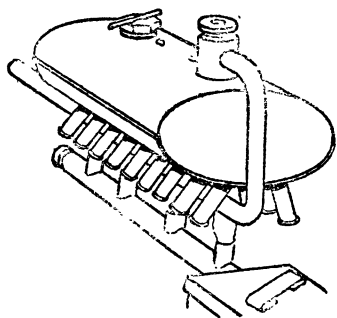


Рис. 146 Котел с пароперегревателем.

турбины, осторожно расширьте отверстия иглой, снова вставьте обратно и опять испытайте турбину. Если турбина стала работать лучше, снова попробуйте через полторы-две минуты 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.

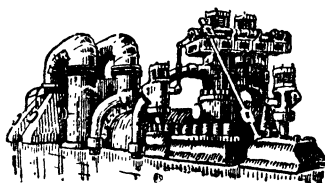
Если все-таки после одного из расширений сопел турбина станет хуже работать, не огорчайтесь. Осторожно запайте отверстия и снова проткните их иглой. При этом постарайтесь сделать отверстия такими, чтобы они были чуть меньше, чем в последний раз. Турбина, построенная нами, лучше всего работает при диаметре 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 хрупкий 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 с внутренним диаметром 4—5 мм и длиной около 200 мм. Впаяйте ее в сухопарник, потом изогните и проведите под дном котла (рис. 146). Пар в этой трубке будет нагреваться огнями спиртовки, температура его повысится, и давление возрастет. Если сделаете котел с перегревом пара, отверстия сопел увеличьте до 1 мм.

Если найдете тонкие медные трубки, можете сделать маленький водотрубный котел, описанный для поршневых машин (см. рис. 116). В этом котле в трубку перегрева попадает гораздо больше пара, чем в нашем эллиптическом, и турбина будет работать много лучше.

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



О Г Л А В Л Е Н И Е

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ТРАНСФОРМАТОР

Замечательные свойства магнитов	3
Простейший двигатель с вертикальной осью	8
Простой электродвигатель с горизонтальной осью	19
Электродвигатель с трехполюсным якорем и поворотными щетками	29
Электродвигатель с кольцевым статором	35
Электродвигатель с пятиполюсным якорем	46
Набивной якорь	51
Электродвигатель повышенной мощности	53
Электродвигатель с барабанным якорем	69
Самодельные трансформаторы	77

САМОДЕЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ И КОТЛЫ

Одноцилиндровые паровые машины	87
Жаротрубные и водотрубные котлы	104
Двухцилиндровые паровые машины	112

ПАРОВАЯ ТУРБИНА И КОТЕЛ К НЕЙ

Выбор двигателя	123
Изготовление турбины	126
Изготовление котла	131
Регулировка турбины	134

ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Ответственный редактор Л. Гальперштейн. Художественный редактор Н. Холодовская. Технический редактор В. Колганов. Корректор Р. Мишелевич.

Сдано в набор 9/X 1953 г. Подписано к печати 15/XII 1953 г. Формат $84 \times 108 \frac{1}{32}$ — 2,13 бум. = 7,76 печ. л. (6,33 уч.-изд. л.). Тираж 100 000 экз. А07196. Заказ № 921.

Фабрика детской книги Детгиза. Москва, Суцевский вал, 49.

ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА
SHEVA.SPB.RU/ZA

ХОЧУ ВСЁ ЗНАТЬ (ТЕОРИЯ)

ЮНЫЙ ТЕХНИК (ПРАКТИКА)

ДОМОВОДСТВО (УСЛОВИЯ)