

◇ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДВИЖЕТ МОДЕЛИ ◇

В ПОМОЩЬ САМОДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПИОНЕРОВ И ШКОЛЬНИКОВ



В. БОГАТКОВ, Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН,
П. ХЛЕБНИКОВ

**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
ДВИЖЕТ МОДЕЛИ**

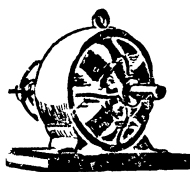
ДЕТГИЗ 1958

*В помощь самостоятельности
пионеров и школьников*

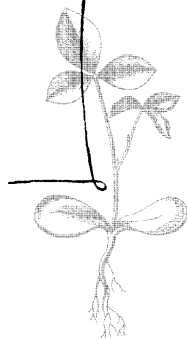
*

**В. БОГАТКОВ,
Л. ГАЛПЕРШТЕЙН,
П. ХЛЕБНИКОВ**

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДВИЖЕТ МОДЕЛИ



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1958**



Scan AAW

АННОТАЦИЯ

Очень интересно построить действующую, движущуюся модель электровоза, шагающего экскаватора, подъемного крана, земснаряда или какой-нибудь другой машины. Для каждой такой модели понадобится электродвигатель.

В этой книге описаны самые разнообразные конструкции отдельных частей электродвигателей: статоров, якорей, коллекторов, щеток, подшипников и т. д. При этом любой якорь подходит к любому статору. Вы всегда сможете скомбинировать такой электродвигатель, изготовление которого вам по силам.

Но электродвигатель — половина дела. Нужно передать его вращение колесам модели либо ее гребному валу, лебедке, стреле, мотовилу и т. п. Поэтому в книге приводятся описания различных передач: ременных, фрикционных, зубчатых, червячных, цепных, шарнирных, а также рассказывается, как изготовить гибкие валы, муфты, регуляторы скорости и другие механизмы. Многие из этих конструкций созданы юными техниками.

Пользуясь этой книгой, вы сможете любую модель привести в движение при помощи электричества.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДВИЖЕТ МОДЕЛИ

Каких двигателей больше всего на свете?

Может быть, паровых машин? Ведь они установлены на всех паровозах, пароходах, локомотивах. Больше полутора веков паровая машина честно служит человечеству.

Парусные корабли были игрушкой ветра. Паровая машина сделала их повелителями морей и расстояний. Паровая машина повезла по первым железным дорогам первые поезда. Когда-то заводы и фабрики знали один двигатель: водяное колесо. Они могли работать только у реки. Но мало рек, на которых можно поставить хорошую плотину. И заводов было мало. Паровая машина освободила завод от реки. Широко разбежались заводы по холмам, по равнинам. Всюду задымили их высокие трубы, загудели протяжные гудки. Еще несколько десятков лет назад на каждом заводе, на каждой фабрике была своя паровая машина.

Но век паровой машины проходит. Все меньше строят новых пароходов и все больше теплоходов — судов с двигателем внутреннего сгорания. Паровозы еще господствуют на железных дорогах, но и их годы сочтены. В 1956 году самый большой в нашей стране паровозостроительный завод — Коломенский — выпустил свой последний паровоз. На нем так и написали: «Последний паровоз, выпущенный Коломенским заводом». Теперь завод выпускает мощные тепловозы.

Так, может быть, на свете больше всего двигателей внутреннего сгорания? Они ведь стоят не только на теплоходах и тепловозах. Двигатель внутреннего сгорания—

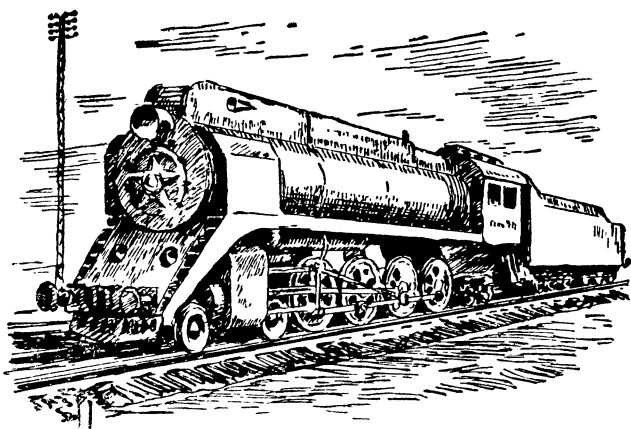


Рис. 1. Паровозы еще господствуют на железных дорогах...

в каждом автомобиле, тракторе, комбайне. Двигатель внутреннего сгорания принес человечеству победу над воздушным океаном. Высоко в небе проплывают самолеты и вертолеты с такими двигателями. Мотоциклисты мчатся по всем дорогам мира, оседлав двигатели внутреннего сгорания.

На свете очень много автомобилей и мотоциклов, тракторов и комбайнов, самолетов и вертолетов, теплоходов и тепловозов. Их десятки миллионов. И все-таки двигатель внутреннего сгорания — не самый распространенный. Ведь в каждом автомобиле и самолете стоит еще один двигатель — электрический. Он невелик и глубоко запрятан, его нелегко увидеть, но без него двигатель внутреннего сгорания не заводится. Ведь это именно электродвигатель раскручивает застывшую машину, как только водитель нажмет на педаль стартера.

Без электродвигателя не может работать тепловоз, не может плыть под водой подводная лодка. Электродвигатели приводят теперь в действие все станки на всех заводах и фабриках мира — и токарные, и сверлильные, и ткацкие, и деревообрабатывающие. С помощью электродвигателей люди бурят землю и выкачивают нефть, шьют одежду и обувь, поднимают уголь и руду из шахт, доят коров и стригут овец, водят электропоезда, трамваи, троллейбусы... Уже ползут по полям первые сотни электротракторов. В лесные дебри с визгом вгрызается элект-

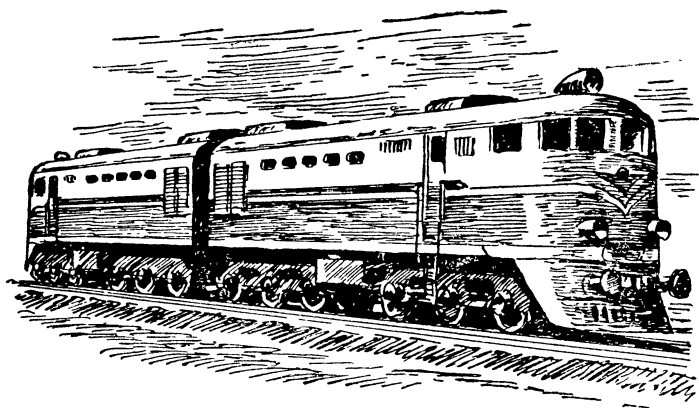


Рис. 2. Мощный тепловоз.

тропила. Электродвигатель приводит в движение проектор в кинотеатре, печатный станок в типографии, бормашину в зубокабинете. Электродвигатели пробираются и в наши квартиры. Они работают в электропатефонах и в радиолах, в пылесосах и холодильниках, вентиляторах и стиральных машинах, в магнитофонах и электрополотерах.

Электродвигатель величиной с грузовик приводит в движение шагающий экскаватор. А его собрат, ростом меньше спичечной коробки, стрекочет в электрической бритве.

Электродвигатели — везде и всюду. И на вопрос о том, каких двигателей на свете больше всего, вы можете смело отвечать: электрических. И не только в настоящей, «взрослой» технике. Юные техники часто ставят маленькие электродвигатели в свои модели. Правда, в моделировании у электродвигателя есть один страшный соперник, которого «взрослая» техника не знает. Это резиномотор. Он очень прост, его может смастерить даже самый начинающий, самый юный из юных техников. Но зато и работать с резиномотором могут только самые простые модели.

Когда начинающий юный техник подрастет, научится работать лучше, захочет перейти к более сложным моделям — тогда без электродвигателя ему не обойтись.

Имея электродвигатель, можно построить очень много интересных действующих моделей. Они будут похожи на настоящие машины не только по внешнему виду, но и по устройству. Например, вы можете сделать действующую модель электровоза. В ней, как и в настоящем электровозе, двигатель электрический.

Посмотрите, как устроена эта модель (рис. 3). На четырехколесной тележке установлен электродвигатель. От него вращение передается через зубчатую передачу (из шестеренок от будильника) и червячный редуктор на ведущие колеса модели. Сверху на тележку надевают жестяной корпус электровоза с укрепленным на крыше токоснимателем. Дуга токоснимателя прижимается к контактному проводу при помощи пружинок.

На рис. 4 показана электрическая схема этой модели. Источником питания может служить электрическая батарея или понижающий трансформатор. Прямое питание от сети переменного тока с напряжением 120 или 220 вольт недопустимо, так как при этом прикосновение к любой части модели было бы опасно для жизни.

Один полюс источника питания присоединен к рельсам. Отсюда ток попадает в металлические колеса модели, а с них через пружинящую щетку подводится к одному из зажимов электродвигателя.

Другой полюс источника питания присоединен к контактному проводу. Через токосниматель ток попадает на другой зажим электродвигателя.

Конечно, металлические колеса и токосниматель должны быть электрически изолированы от тележки и корпуса модели, иначе при включении источника питания произойдет короткое замыкание.

Для того чтобы модель могла двигаться в обе стороны, внутри тележки нужно установить переключатель для перемены направления вращения электродвигателя. Переключатель нужно связать с буферами модели. Он будет переключаться всякий раз, как буфера ударятся в упор у конца рельсового пути.

Конструкции электродвигателей, передаточных механизмов, щеток, переключателей подробно описаны в этой книге.

Имея электродвигатель и передаточные механизмы, можно делать и другие интересные модели. Вот, например, простейшая модель шагающего экскаватора

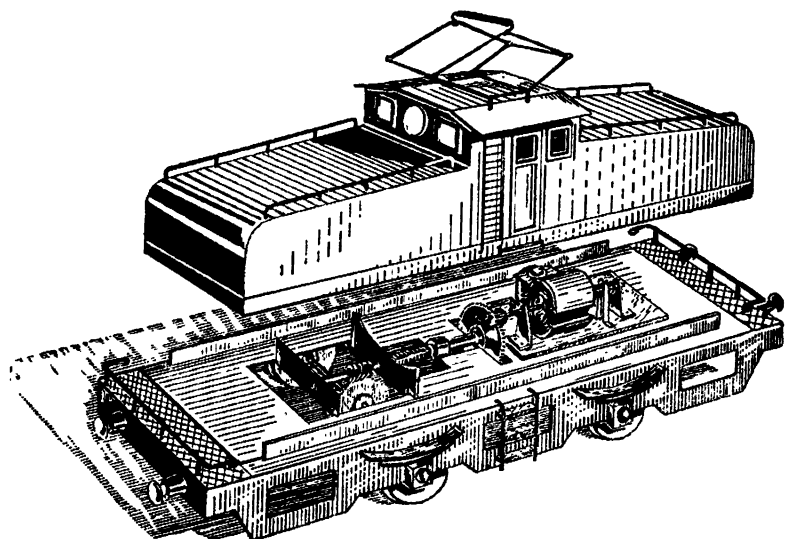


Рис. 3. Устройство модели электровоза.

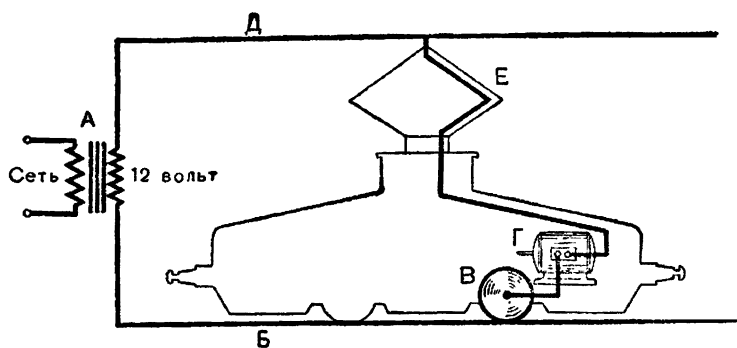


Рис. 4. Электрическая схема модели электровоза: А — понижающий трансформатор; Б — рельс; В — колесо модели; Г — электродвигатель; Д — контактный провод; Е — токосниматель.

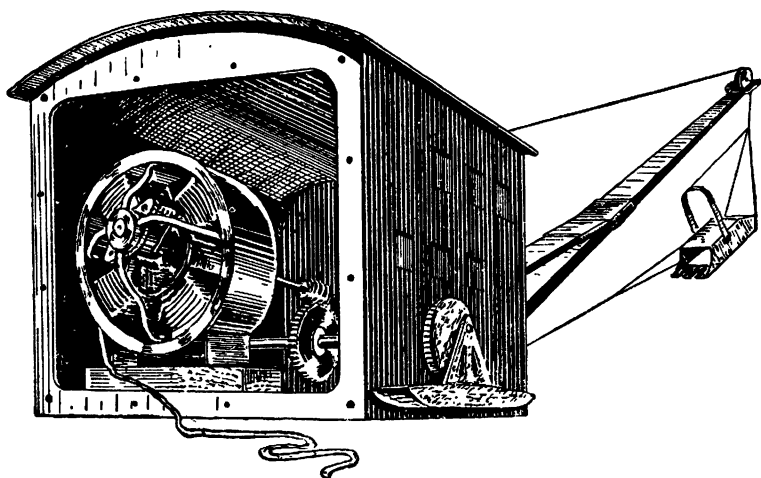


Рис. 5. Простейшая модель шагающего экскаватора.

(рис. 5). Эта модель только шагает — она не поворачивается, не копает землю, как настоящий экскаватор. Ковш висит неподвижно. Но и такая упрощенная модель очень интересна.

Внутри корпуса модели установлен электродвигатель. Вращение передается через червячный редуктор на вал модели. На оба конца вала, выступающие по бокам корпуса, надеты диски, к которым подвешены лыжи. При вращении вала модель приподнимается, упираясь лыжами в пол, затем подтягивается вперед и снова «садится». Лыжи поднимаются и переносятся вперед для нового шага. Модель, как и настоящий шагающий экскаватор, должна двигаться стрелой назад.

Расположение двигателя должно быть таким, чтобы стрела немного перевешивала и модель, подтягиваясь, скользила по полу скобочками, укрепленными под корпусом со стороны стрелы.

Источник питания — батарея или понижающий трансформатор — установлен отдельно и соединяется с электродвигателем через гибкий двужилый провод.

На рис. 6 показано устройство еще одной модели — электрокатера. В корпусе катера установлен электродвигатель. Там же — источник питания: три батареи от кар-

манного фонаря, включенные последовательно. Ось электродвигателя соединена с гребным валом модели через гибкий вал или через шарнир Гука. Чтобы в модель не проникла вода, гребной вал пропущен через сальник — трубочку, набитую вазелином или тавотом.

На корме модели укреплен руль. Он может устанавливаться в любом нужном положении. Поставите руль прямо — и катер поплывет прямо. На большом пруду или на реке он может далеко уплыть, потом и не разыщите. Лучше руль заранее повернуть, тогда катер будет описывать круги.

Вы, может быть, скажете, что электрокатеров не бывает. Действительно, сейчас едва ли удастся найти такое судно. Зато в истории техники электрокатер сыграл замечательную роль.

В далеком 1839 году по реке Неве поплыла шлюпка с экипажем в четырнадцать человек. Без паруса, без

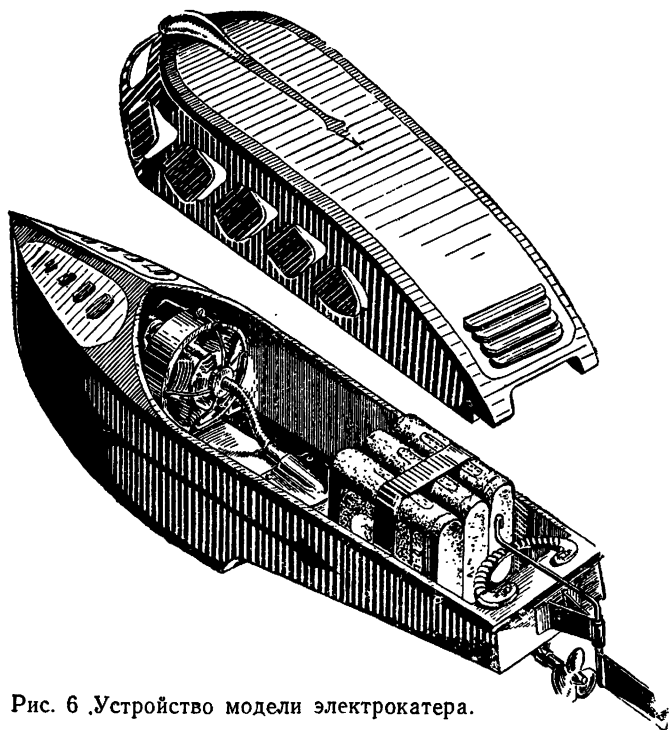


Рис. 6 .Устройство модели электрокатера.

единого взмаха весел она уверенно шла против быстрого течения. Необычное судно с удивлением провожали глазами жители Петербурга — так назывался тогда Ленинград.

Эту шлюпку мы бы теперь назвали электрокатером. Ее приводил в движение новый, еще никому не известный двигатель — электрический. Он был только что создан ученым-физиком Борисом Семеновичем Якоби и в этот день впервые вышел из лаборатории.

Еще не было метро и даже трамвая, не существовала подводная лодка, еще никто и вообразить не мог, что будут когда-нибудь кино, электропатефон и холодильник, что появятся экскаватор и электродоильный аппарат. Двигать по волнам электрокатер — такова была самая первая работа первого в мире электродвигателя.

Новорожденный электродвигатель был очень мало похож на те, которые мы знаем сейчас. В шлюпке торчало высокое и нескладное сооружение, похожее на стопку железных тарелок, опутанную проводами. Но в этой дикивинной машине уже можно было найти все части современного коллекторного электродвигателя. Там были статор и якорь, коллектор и щетки, вал и подшипники. Все эти части будут и в наших самодельных электродвигателях.

САМОДЕЛЬНЫЕ КОЛЛЕКТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Коллекторные электродвигатели очень удобны для приведения в действие различных моделей. Изготовление их не представляет особых трудностей. Требуются только терпение и аккуратность, внимание к каждой мелочи. Некоторые юные техники спешат, работают кое-как, лишь бы скорее закончить модель и посмотреть, как она пойдет. Обычно это приводит к плачевным результатам: модель получается корявая, неопрятная, работает еле-еле или совсем не работает. Пытаясь ее наладить, слишком нетерпеливые юные техники часто совсем портят модель и бросают ее, разочаровавшись.

Поэтому помните, что прежде всего нужно добиваться высокого качества работы. Быстрота придет постепенно сама, по мере приобретения опыта. Добиваться отлично-

го качества при выполнении каждой операции — этот лозунг передовых советских рабочих очень важен и для юных техников.

Самодельные коллекторные электродвигатели по своему устройству похожи на выпускаемые заводами, только сделаны гораздо проще. Все они, подобно заводским двигателям, имеют статор, якорь, коллектор и щетки, вал и подшипники той или иной конструкции — словом, все основные части, унаследованные от своего прапрадедушки — электродвигателя Якоби.

В разных книгах и журнальных статьях описано много самодельных электродвигателей самого разнообразного устройства и рассказано по порядку, как строить каждую модель от начала и до конца. Но при выборе той или иной конструкции у юных техников часто возникают затруднения. Один электродвигатель слишком сложен, и его изготовление не под силу начинающему, другой слишком примитивен и не удовлетворяет более опытного юного техника.

Кроме того, самодельные электродвигатели имеют одну общую особенность, затрудняющую их использование в моделях: они слишком быстроходны.

Желая облегчить работу юных техников, мы даем в этой книге описания различных конструкций и приемов изготовления отдельных частей двигателей: статоров, якорей, коллекторов, щеток, подшипников и т. д. При этом размеры рассчитаны так, что любой якорь подходит к любому статору. Это позволит каждому юному технику скомбинировать для себя такой электродвигатель, для которого он может достать все материалы и изготовление которого будет ему по силам.

Отдельно разобран в книге вопрос о передаточных механизмах, позволяющих уменьшить скорость вращения для приведения в действие тех или иных моделей.

В конце книги описаны приемы работы, наиболее часто встречающиеся при изготовлении самодельных электродвигателей.

Постепенно приобретая необходимый опыт изготовления и наладки самодельных электродвигателей различных конструкций, юные техники могут переходить к самостоятельному конструированию отдельных частей и целых двигателей. Часть конструкций, описанных в этой книге, создана юными техниками.

СТАТОРЫ

Статором называется неподвижная часть электродвигателя. Статоры самодельных двигателей состоят обычно из станины и магнитных полюсов с обмотками. Подшипники, щеткодержатель, панель включения крепятся либо к станине статора, либо к основанию двигателя. Станина статора является частью электромагнита. Поэтому ее следует делать из мягкого, хорошо отожженного железа и достаточно толстой. Наиболее удачной формой станины следует признать круглую (как у настоящих двигателей). Затем идут замкнутые квадратная и прямоугольная формы.

В маленьких электродвигателях, какими являются наши модели, выгоднее всего делать статоры с двумя, реже — с четырьмя магнитными полюсами. В случае если вы захотите еще уменьшить размеры двигателя, следует выбирать только двухполюсные статоры.

Полюс статора обычно состоит из сердечника, на котором крепится обмотка, и расширенного полюсного наконечника (башмака), охватывающего часть пространства, где вращается якорь. Промежутки между башмаками соседних полюсов статоров должны быть примерно вдвое больше ширины самого башмака. Самые лучшие полюсы — наборные, из сложенных в пачку железных пластинок. Почти так же хорошо работают набивные, изготовление которых проще.

Мы даем описание нескольких конструкций статоров. Все они рассчитаны под якоря диаметром 36 мм и длиной 25 мм. Железо, идущее на изготовление статоров, нужно обязательно отжечь (см. указания в конце книги). Если статор собирается из отдельных пластин, они должны прилегать друг к другу как можно плотнее.

Статор № 1

На рис. 7¹ показана одна из самых простых конструкций статора. Две изогнутые пластины, так называемые башмаки, стянуты болтом, на который надета катушка.

Детали статора даны на рис. 8. Болт нужен стальной, длиной 45—50 мм. К нему подберите гайку и шайбу.

¹ На всех рисунках размеры приведены в миллиметрах.

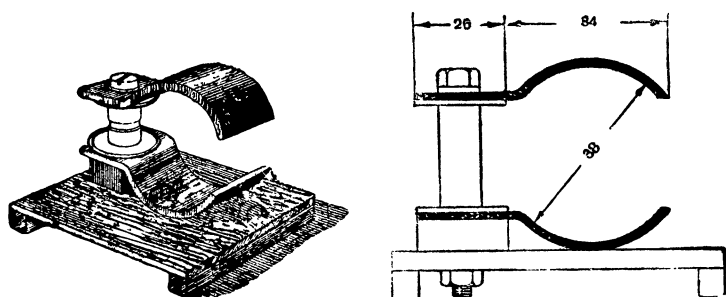


Рис. 7. Статор № 1 (первый вариант).

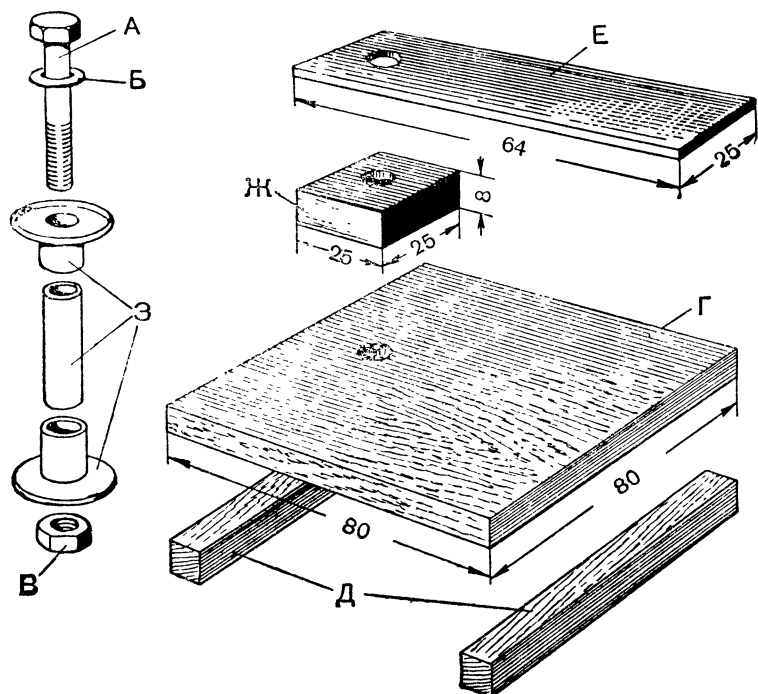


Рис. 8. Детали статора № 1 (рис. 7): А — болт; Б — шайба; В — гайка; Г — основание двигателя; Д — подставки; Е — заготовка для башмака статора; Ж — подкладка; З — части каркаса катушки.

Основание двигателя сделайте из дощечки или толстой фанеры размером 80×80 мм. Две подставки из реек намажьте столярным клеем, приложите и прибейте мелкими гвоздями. Просверлите отверстие под болт посередине одной из сторон, в 20 мм от края.

Башмаки статора можно сделать из листового железа толщиной 1,5—3 мм либо набрать из отдельных листов жести (кровельное железо, жечь от консервной банки).

Из листового железа вырежьте два прямоугольника размером 25×64 мм и просверлите в них отверстия под болт, как показано на рис. 8. Один из концов каждого прямоугольника положите на круглую болванку диаметром 36—38 мм и аккуратно изогните дугой, ударяя молотком (рис. 9).

Если у вас не толстое железо, а жечь, вырежьте для каждого башмака по шести—восемь прямоугольников, первый из которых размером 25×63 мм, а каждый следующий длиннее предыдущего на удвоенную толщину материала. Так, если толщина жести 0,5 мм, то размер второго прямоугольника 25×64 мм, третьего — 25×65 мм и т. д.

Сложив каждый набор пакетом, скрепите его с одного конца обжимкой (рис. 9), изогните дугой на болванке диаметром 38 мм и по торцам пропаяйте. Гнуть здесь нужно деревянным молотком — киянкой. После этого на прямом конце башмака просверлите отверстие под болт.

Если не подберете круглую болванку нужного диаметра, можете взять ее несколько тоньше и обернуть полосой плотной бумаги на клею.

Заготовьте деревянную подкладку под статор. Ее размеры 25×25 мм, толщина 8 мм. Можно набрать подкладку из отдельных фанерок или картонок.

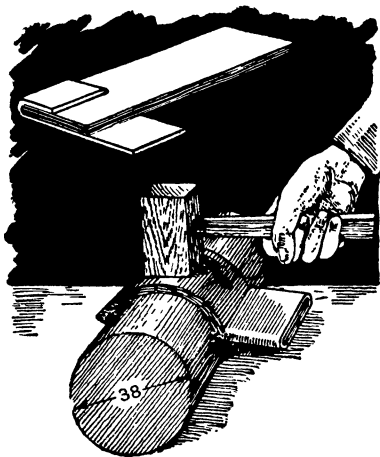


Рис. 9. Башмаки изогните молотком на болванке.

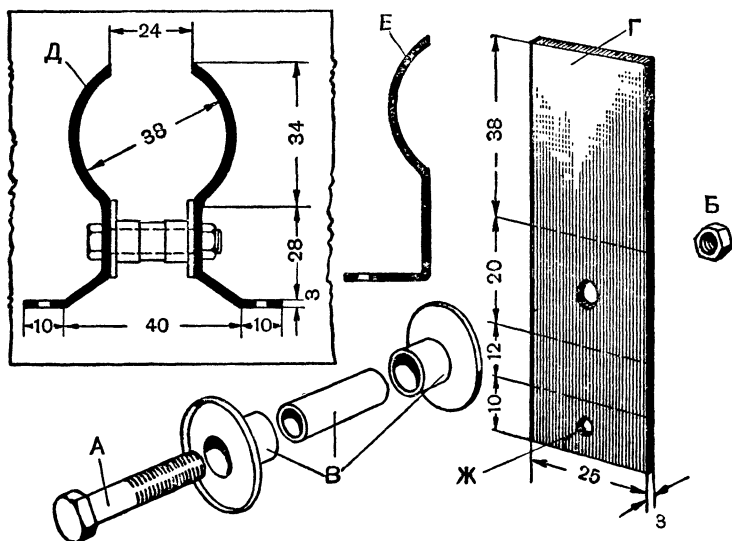
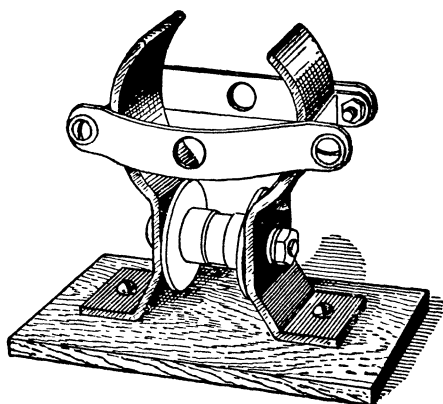


Рис. 11. Детали статора № 1 (рис. 10): *А* — болт; *Б* — гайка; *В* — части каркаса катушки; *Г* — заготовка для башмака; *Д* — башмаки изогните вот так; *Е* — так тоже можно изогнуть башмаки; *Ж* — это отверстие сверлите, когда изогнете башмак.

Как сделать каркас катушки и обмотку, рассказано в главе «Катушки статоров». Понадобится катушка № 1. Когда сделаете ее, соберите статор. Наденьте на болт одну шайбу, верхний башмак, катушку с обмоткой, нижний башмак и подкладку. Пропустите конец болта в отверстие основания и затяните гайкой.

На рис. 10 показан второй вариант этой конструкции статора. Здесь башмаки стоят вертикально и крепятся к основанию нижними концами. Размеры и устройство основания такие же, как и для первого варианта. Заготовки для башмаков нужны длиннее — 80 мм. Сложив каждый набор пакетом, скрепите его обжимкой. Изогните концы пакета, как показано на рис. 11, и по торцам пропаяйте. После этого обжимку снимите и просверлите отверстие под болт, а в отогнутых ножках пакета — по одному отверстию под болтики диаметром 3—4 мм или под шурупы, крепящие статор к основанию. Болт и катушка с обмоткой такие же, как и для первого варианта. Когда катушка будет готова, соберите все части на болте, туго затяните гайкой и только после этого привинтите статор к основанию.

В обоих вариантах статора № 1 зазор между полюсами статора и якоря можно регулировать после сборки всего двигателя, подгибая полюсные башмаки или подкладывая тонкие шайбы между башмаком и катушкой.

Статор № 2

Устройство этого статора хорошо понятно из рис. 12. Нарежьте из листового железа или жести полоски шириной 25 мм и длиной от 118 до 123 мм. Сложите эти полоски в пакет толщиной 3 мм и изогните в виде буквы «П» с просветом 24 мм. Отогнутые концы выгните деревянным молотком на круглой болванке. Стяните спинку пакета обжимкой, подровняйте края напильником и пропаяйте. После этого обжимку снимите.

Размеры дощечки-основания такие же, как и в предыдущей конструкции. Если двигатель будет приводить в движение какую-нибудь модель, можете отдельного основания не делать, а ставить двигатель прямо на самой модели. Для крепления статора к основанию или модели вырежьте из жести и согните две скобы, как показано на рис. 13. Отогнутые углы скоб припаяйте к краям полюс-

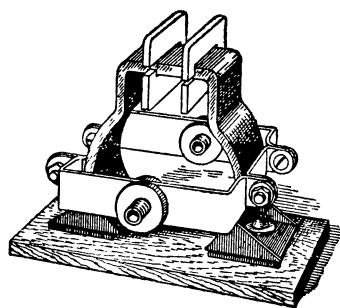


Рис. 12, Статор № 2.

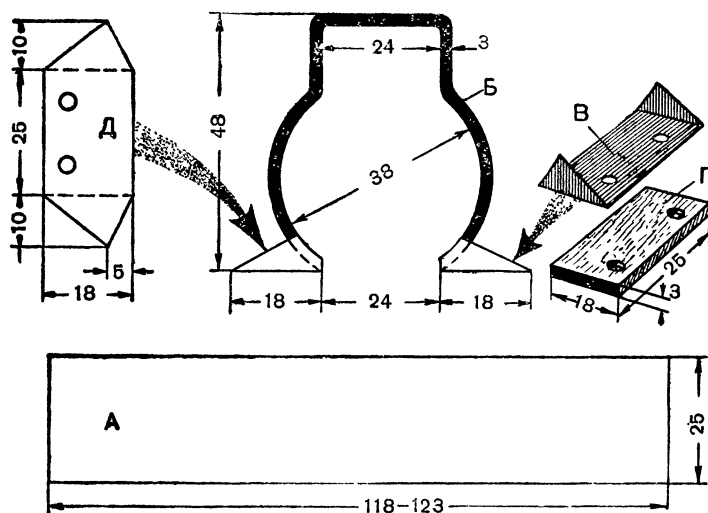


Рис. 13. Детали статора № 2 (рис. 12): А — полоска жести; Б — пакет изогните так; В — скоба; Г — прокладка; Д — заготовка для скобы.

ных башмаков. Делать это нужно, оперев «подкову» статора концами о дощечку, иначе ровно не припаяете.

Статор прикрепите на место шурупами или болтами с гайками, пропустив их через отверстия в скобах. Под скобы обязательно подложите прокладки толщиной не менее 3 мм, иначе после окончательной сборки двигателя якорь будет задевать за основание. Прокладки можно сделать из металла, фанеры, картона или из любого другого твердого материала.

Как делать каркас и обмотку, рассказано дальше. Здесь понадобится катушка № 2. Мотать удобнее до прикрепления статора к основанию или установки его в модели.

Статор № 3

Этот статор, также очень простой в изготовлении, имеет две катушки (рис. 14). Статор состоит из плоской

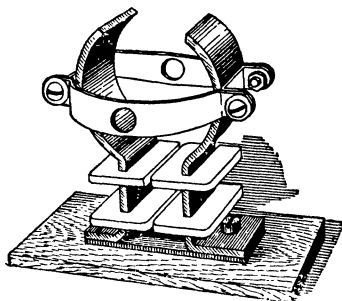


Рис. 14. Статор № 3.

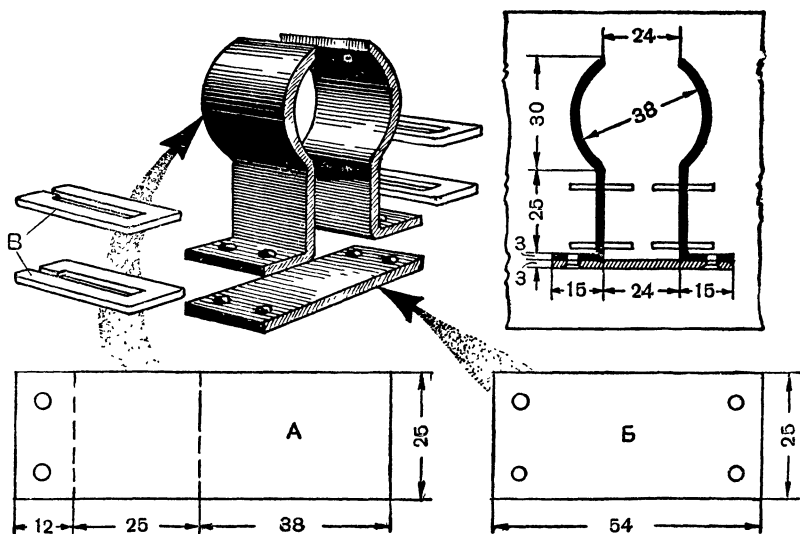


Рис. 15. Детали статора № 3 (рис. 14): А — заготовка для башмака; Б — соединительная планка; В — щечки катушки.

соединительной планки толщиной 3 мм, к которой прилегают два одинаковых башмака толщиной также по 3 мм (рис. 15). Планки и башмаки вырежьте и согните из листового железа подходящей толщины либо наберите из отдельных пластин жести, выгните и пропаяйте по торцам, как это делалось для других конструкций. Башмаки хорошо приклепать трубчатыми заклепками или блóчками, какие ставят на ботинки. Сквозь отверстия в блóчках можно будет потом пропустить шурупы или болты, крепящие статор к основанию двигателя или к модели. Если готовых блочек не достанете, сделайте их сами по описанию в главе «Приемы работы».

Возможен и другой способ крепления башмаков. Плотнo притянув их к соединительной планке болтами с гайками, пропаяйте линии стыка со всех сторон. Собранный статор крепите к основанию этими же болтами.

После сборки всего двигателя зазор между статорами и якорем легко регулировать, подгибая башмаки.

Статор № 4

До сих пор мы описывали простейшие, незамкнутые конструкции статоров. Железные сердечники этих статоров с одной стороны открыты и не образуют замкнутой фигуры. Теперь мы перейдем к описанию замкнутых конструкций. Они несколько сложнее в изготовлении, но двигатели с такими статорами работают лучше.

Простейшая конструкция замкнутого статора показана на рис. 16 и 17. Статор состоит из двух одинаковых выгнутых скоб: верхней и нижней, между которыми стоят каркасы катушек. Скобы стянуты стальными болтами, пропущенными внутри катушек.

Выгните скобы из жестяных полос шириной 25 мм и длиной от 85 до 90 мм, сложенных пакетами по 3 мм толщиной. Края пакетов выровняйте напильником и пропаяйте. В одной из готовых скоб просверлите отверстия под болты, отступая на 12 мм от концов. Затем, сложив обе скобы вместе и зажав их в ручные тисочки, просверлите отверстия во второй скобе по отверстиям в первой.

Когда заготовите катушки с обмотками, устанавливайте статор в модели или крепите его к отдельному основанию. Проложив под головки болтов по шайбе,

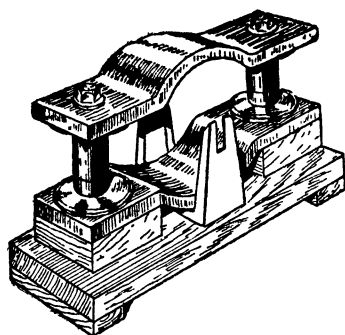


Рис. 16. Статор № 4 (первый вариант).

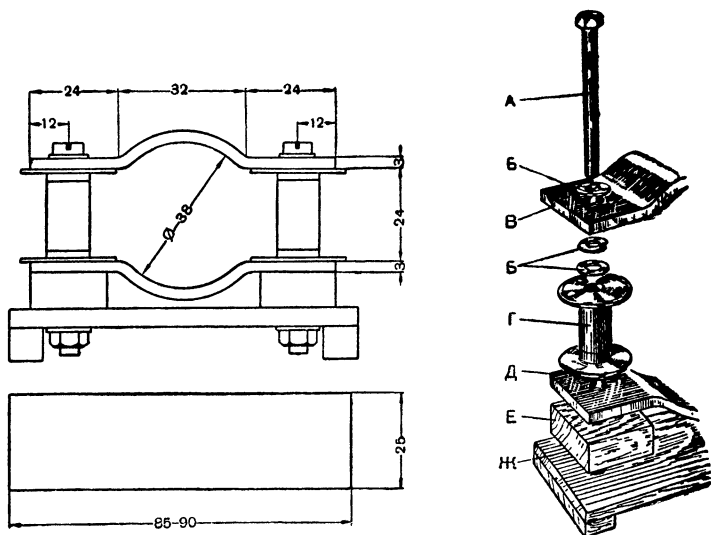


Рис. 17. Детали и порядок сборки статора № 4 (рис 16): А — болт; Б — шайба; В — верхняя скоба; Г — каркас катушки; Д — нижняя скоба; Е — подкладка; Ж — основание.

наденьте верхнюю скобу, еще по две шайбы, катушки, нижнюю скобу и квадратные подкладки размером 25×25 мм и толщиной 8—10 мм. Пропустив концы болтов через отверстия в основании, наденьте на них еще по одной шайбе и туго затяните гайками.

При сборке всего электродвигателя отрегулируйте зазоры между якорем и статором. Регулировка здесь не-

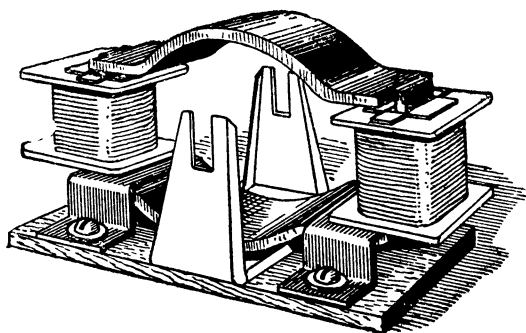


Рис. 18. Статор № 4 (второй вариант).

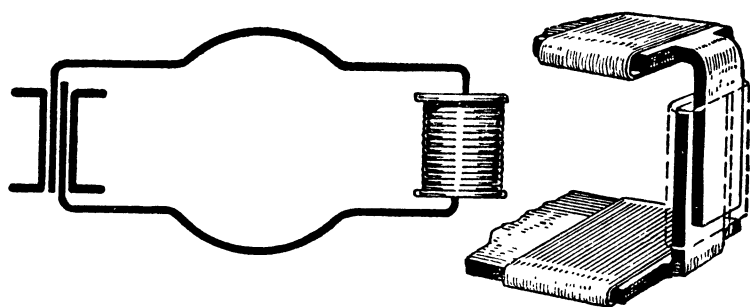
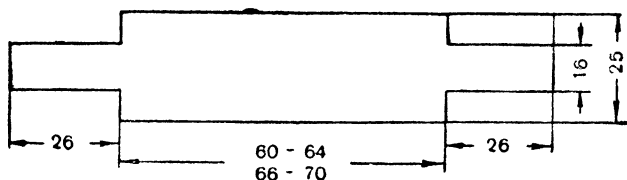


Рис. 19. Устройство статора № 4 (рис. 18) и заготовка скобы.

сколько сложнее. Нижнюю скобу статора можно поднимать и опускать, изменяя толщину подкладок. Если скоба стоит слишком высоко и цепляет за якорь, разберите статор и подпилите подкладки напильником или шкуркой. Если скоба стоит слишком низко и зазор внизу якоря велик, добавляйте к подкладкам квадратики из плотной бумаги или тонкого картона.

Отрегулировав положение нижней скобы, принимайтесь за верхнюю. Ее положение регулируйте изменением числа шайб, проложенных между ней и катушками.

Регулировка получается точная, но требует терпения, потому что для каждого изменения приходится разбирать статор. На рис. 18 показан вариант этого статора с более простой регулировкой. Здесь верхняя скоба надевается на нижнюю и охватывает ее. Обе скобы соберите из заготовок, показанных на рис. 19. Длина широкой части заготовок для нижней скобы — от 60 до 64 мм, для верхней — от 66 до 70 мм. Каждый набор, толщиной

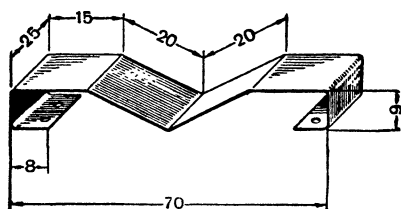


Рис. 20. Фигурная опора для статора № 4 (рис. 18).

3 мм, скрепите обжимками по краям широкой части и выгните середину на болванке диаметром 36—38 мм, ударяя деревянным молотком. Можно и иначе сделать: сначала выгнуть отдельно первую пластину, а потом добавлять по одной и каждый раз выгибать. Готовый пакет скрепите обжимками. Концы нижней скобы отогните под прямым углом у самых обжимок. Концы верхней скобы отгибайте с таким расчетом, чтобы она охватывала нижнюю с небольшим трением. Отогнутые концы выровняйте по торцам напильником и пропаяйте.

Крепить статор к основанию можно по-разному. На рис. 18 показано, что нижнюю скобу кладут на две подкладки и притягивают к основанию двумя скобками из жести. Подкладки такие же, как в первом варианте этого статора. По второму способу надо выгнуть из жести фигурную опору в виде буквы «М» (рис. 20) и припаять ее к нижней скобе статора. Отогнутые лапки опоры притяните к основанию болтами с гайками. Серединка буквы «М» должна упираться в основание двигателя.

Высота нижней скобы, как и в первом варианте этой конструкции, регулируется после установки якоря изме-

нением толщины подкладок. Зато высоту верхней скобы очень удобно регулировать, вдвигая эту скобу внутрь катушек или выдвигая ее наверх. Если нужно вдвинуть, осторожно постучите по углам скобы легким молоточком. Выдвигать можно по-разному. Особенно удобно делать это с помощью ножниц. Просунув концы ножниц между щечкой одной из катушек статора и верхней скобой, сжимайте ножницы. Скоба поползет вверх. Такую же операцию проделайте и с другой стороны.

Статор № 5

Устройство этого статора показано на рис. 21. Он очень похож на первый вариант статора № 4

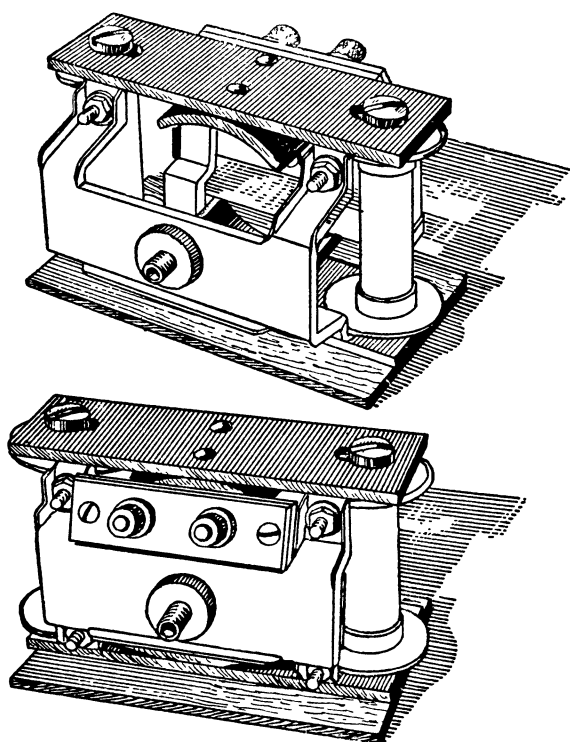


Рис. 21. Статор № 5 (первый вариант). Наверху — вид спереди; внизу — вид сзади.

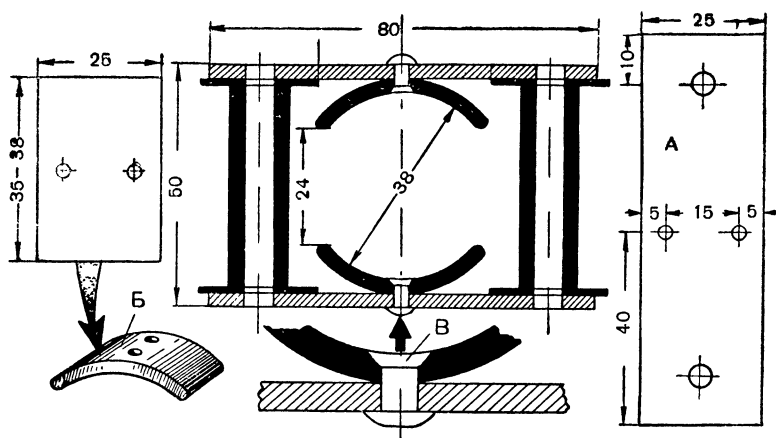


Рис. 22. Детали статора № 5 (рис. 21): А — планка; Б — башмак; В — заклепку расклепайте так.

(см. рис. 16), только здесь вместо выгнутых скоб — прямые планки, к которым приклепаны башмаки.

Верхнюю и нижнюю планки (рис. 22) наберите из листового железа или жести общей толщиной по 3 мм. Здесь, конечно, размеры всех пластин одинаковые. Наборы по контуру опилите и пропаяйте. Просверлите отверстия для заклепок. Отверстия для стяжных болтов разметьте сначала на одной планке и просверлите. Затем аккуратно сложите эту планку со второй и зажмите в тиски. Отверстия во второй планке сверлите через отверстия в первой. Тогда они точно совпадут. Так часто делают и на заводах: заготавливают специальную стальную пластину — кондуктор, тщательно ее размечают и сверлят, а потом по кондуктору легко просверлить отверстия в целой партии одинаковых деталей.

Конечно, вам нет смысла делать отдельный кондуктор для двух планок, проще в качестве кондуктора использовать одну из них. Точно сложив обе планки, зажмите их в ручные тисочки и сверлите. По этой же самой планке-кондуктору просверлите отверстия для крепления двигателя к основанию.

Для башмаков заготовьте два одинаковых набора жестяных пластин шириной 25 мм и длиной 35—38 мм. Толщина каждого набора 3 мм. Изогните их деревян-

ным молотком на круглой болванке, опилите по контуру и пропаяйте.

Можно также изготовить башмаки из куска полуторadioмовой водопроводной трубы. Отрежьте от трубы кольцо шириной 26 мм и отожгите. Ножовкой отрежьте от кольца два сегмента по 105°. Торцы сегментов опилите напильником. Дальнейшая обработка этих башмаков такая же, как и наборных. Отверстия под заклепки сверлите в каждом башмаке по своей планке. Чтобы потом не перепутать, сделайте буквенные обозначения. Одну планку и башмак, подогнанный к ней, обозначьте буквой «в» — это будут верхние. Другая планка и просверленный по ней башмак пойдут вниз. Обозначьте их буквой «н».

Заклепки со стороны башмаков не должны выступать, иначе они будут после сборки цеплять за якорь двигателя. Возьмите сверло побольше диаметром и с вогнутой стороны башмаков раззенкуйте отверстия под заклепки. На рис. 22 видно, что должно получиться. Заклепки возьмите алюминиевые или медные. Если не достанете готовых, сделайте их сами по описанию в конце книги.

Заложив заклепки со стороны планки, обоприте их головками о какой-нибудь ровный металлический предмет (наковальню, обрубок рельса, утюг и т. п.) и обкусите кусачками выступающие концы с внутренней стороны башмака, оставив по 1,5—2 мм. Легким молотком расклепайте заклепки так, чтобы заполнились углубления в башмаках. Если с вогнутой стороны башмака останутся выступы, снимите их круглым напильником. Таким же образом приклепайте и второй башмак.

Если у вас есть метчики для нарезки резьбы, башмаки можно не приклепывать, а привинтить винтами диаметром 3 мм. Для этого в башмаках просверлите отверстия (диаметром 2,2 мм) и нарежьте резьбу. Отверстия в планках должны быть диаметром не меньше 3,2 мм, чтобы винт проходил свободно. Заложите винты головками со стороны планок и туго заверните в башмаки. Выступающие концы винтов спилите круглым напильником вровень с башмаками.

Для этого статора нужны катушки № 1, высотой по 40 мм. Сборка и регулировка здесь точно такие же, как у статора № 4 (первый вариант). Подкладки можно не

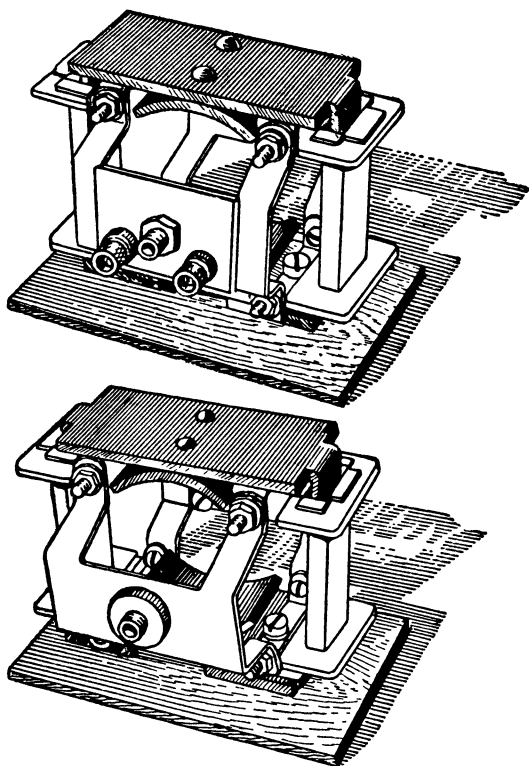


Рис. 23. Статор № 5 (второй вариант).
Наверху — вид спереди; внизу — вид сзади

делать, ведь здесь нижняя планка и так хорошо опирается на основание.

Можно сделать вариант этого статора (рис. 23 и 24) с более легкой регулировкой верхнего башмака, похожий на второй вариант статора № 4. Здесь тоже будут две скобы, вдвигающиеся одна в другую. Только теперь спинки скоб прямые, а не выгнутые, и к ним прикреплены или привинчены полюсные башмаки. Изготовление и крепление башмаков точно такое же, как и в предыдущем варианте.

Крепление статора к основанию — болтиками, через отверстия в нижней скобе и подкладках. Катушки № 2.

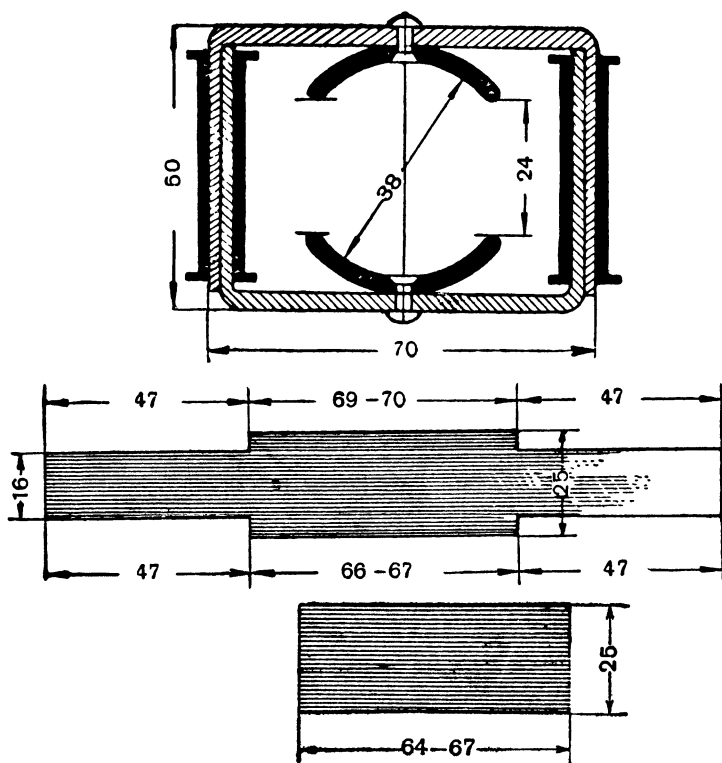


Рис. 24. Детали статора № 5 (рис. 23). Наверху — схема сборки; в середине — заготовка для скобы. Верхние размеры — для верхней скобы, нижние — для нижней. Внизу — заготовка для башмака.

Статор № 6

Статоры №№ 4 и 5 — замкнутой конструкции, как у настоящих заводских двигателей, но катушки у них с боков выступают. Так обычно не делают в настоящих электродвигателях: электрическая обмотка — самая уязвимая часть двигателя, ее стараются спрятать внутрь. Если при установке или ремонте электродвигателя на него случайно упадет какой-нибудь инструмент или другой металлический предмет, то от стальных частей он отско-

чит, разве только краску поцарапает, а обмотку может серьезно повредить. Отверткой, плоскогубцами, гаечным ключом и т. п. можно либо перебить провод обмотки, ли-

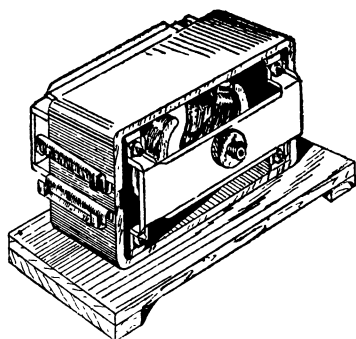


Рис. 25. Статор № 6.

бо сорвать изоляцию с нескольких соседних витков, и тогда они замкнутся друг с другом накоротко.

Такая неприятность может случиться и с нашими моделями. Поэтому надежнее было бы и у них обмотку статора спрятать внутрь. Кстати, и на настоящие электродвигатели больше будет похоже.

На рис. 25 показан самый простой статор замкнутой конструкции с обмоткой, спрятанной внутрь.

Два сердечника с полюсными башмаками укреплены внутри рамы статора, имеющей форму замкнутого прямоугольника (рис. 26).

Раму статора изготовьте из жестяной ленты шириной 25 мм. Отложите от одного конца ленты 44 мм и сделайте поперечную черточку-рису. От нее отложите 64 мм и сделайте вторую риску, затем еще раз 44 мм и еще раз 64 мм с добавкой на толщину материала. Так, если толщина жести у вас 0,5 мм, отложите 64,5 мм. Оставшийся конец не отрезайте. Ленту по рискам аккуратно согните плоскогубцами. Все углы должны быть прямые; проверьте это с помощью угольника. Если все сделаете верно, последний сгиб совпадет с началом ленты и оставшийся конец ляжет на первый участок длиной 44 мм. Закрепите его пайкой с торцов и продолжайте как можно туже обертывать лентой образовавшийся прямоугольник, аккуратно сгибая углы плоскогубцами. Через каждые несколько оборотов схватывайте в нескольких местах пайкой по торцу, чтобы лента не развернулась. Если при этом припой попадет на плоскость ленты, удалите его, прежде чем наматывать дальше. Кончится одна лента — прикладывайте следующую в стык и закрепляйте пайкой. Места спайки тщательно очищайте от излишка припоя, чтобы

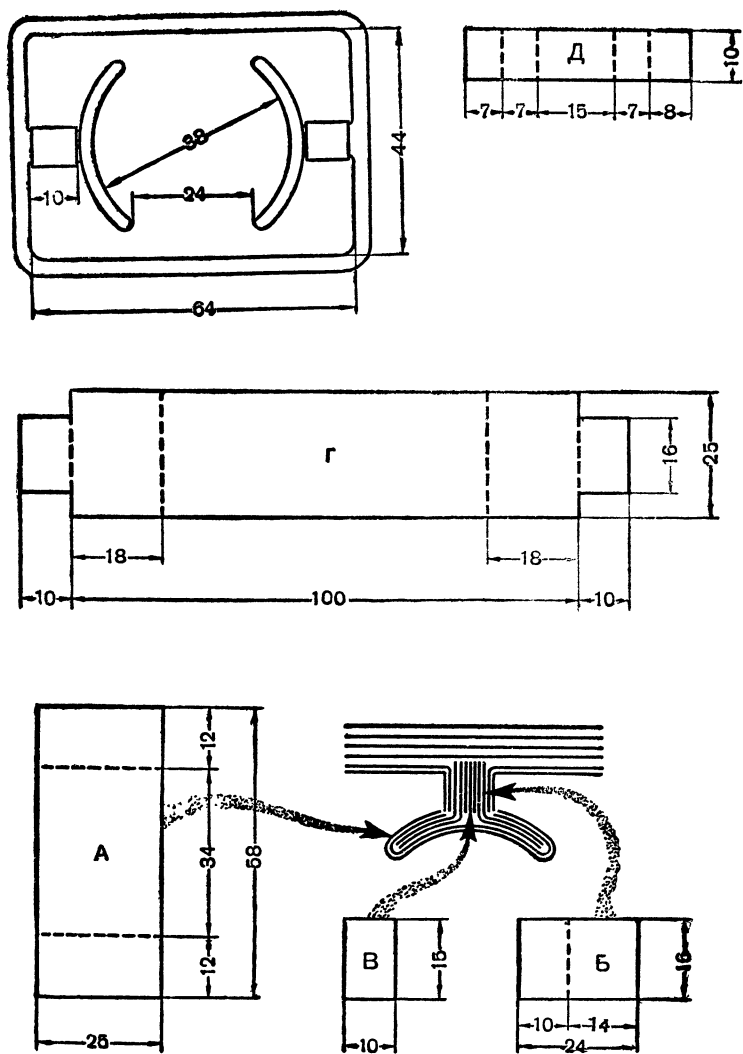


Рис. 26. Детали статора № 6 (рис. 25). Наверху слева—схема сборки.

отдельные слои плотно прилегали друг к другу. Так продолжайте обертывать, пока толщина рамы не достигнет 3 мм. Готовую раму еще раз тщательно пропаяйте с торцов.

Теперь укрепите внутри рамы сердечники с полюсными башмаками. Делать это можно по-разному, в зависимости от устройства башмаков.

Можно сделать башмаки сборные из жести, как показано на рис. 26. На каждый башмак пойдут по две части *А*, четыре части *Б*, а частей *В* — от шести до десяти, смотря по толщине жести. Вырежьте пластины по размерам и согните по пунктирным линиям. Части *Б* сложите по две и обожмите двумя частями *А*. В промежуток между согнутыми концами частей *Б* потом набейте прямоугольники *В*. Изогните башмаки деревянным молотком на круглой болванке диаметром 36—38 мм.

Для крепления башмаков к раме вырежьте из жести четыре детали *Г*. Узкие их концы отогните под прямым углом, а широкие средние части изогните так, чтобы они плотно вкладывались внутрь прямоугольной рамы статора, как показано на рис. 26. Сверху и снизу вложите в раму по две детали *Г*, одну в другую, и закрепите их пайкой с торцов. Между отогнутыми концами вдвиньте башмаки, туго набейте прямоугольниками *В* и обожмите деталями *Д*.

Когда заготовите катушки по рис. 44, вытяните башмаки, наденьте катушки на детали *Д* и вставьте башмаки на место. Регулировку производите после сборки всего двигателя, вдвигая или выдвигая полюсные башмаки.

Хорошие башмаки получаются также из куска полуторadioмной водопроводной или газовой трубы. Изготовление этих башмаков такое же, как и для статора № 5. Каждый башмак крепится к раме статора стальным винтом диаметром 3—4 мм, пропущенным внутри катушки с обмоткой.

В каждом башмаке найдите середину и просверлите отверстие под резьбу. Нарежьте резьбу в нем метчиком. В отверстия рамы статора винты должны проходить свободно.

Катушки в этом случае делайте по рис. 41, высотой 10 мм. Когда заготовите их, соберите статор, как показано на рис. 26. С внутренней стороны башмаков концы

винтов спилите круглым или полукруглым напильником вровень с поверхностью башмака.

Регулировку зазора между башмаками и якорем производите, подпиливая втулки или же, наоборот, подкладывая под них шайбы, только обязательно стальные. Шайбы из меди, латуни и других немагнитных материалов заметно ухудшают работу двигателя.

Статор № 7

На рис. 27, 28 и 29 изображены два варианта круглого статора: с двумя и с четырьмя полюсами. Они изготовляются почти так же, как и прямоугольный статор № 6, но больше похожи на статоры заводских электродвигателей.

Кольцо статора сверните из жестяных лент шириной 25 мм на круглой болванке диаметром 64 мм, прихватывая пайкой по торцам. Начало каждой новой ленты прикладывайте к концу предыдущей в стык. Готовое кольцо толщиной 2,5 мм пропаяйте с торцов.

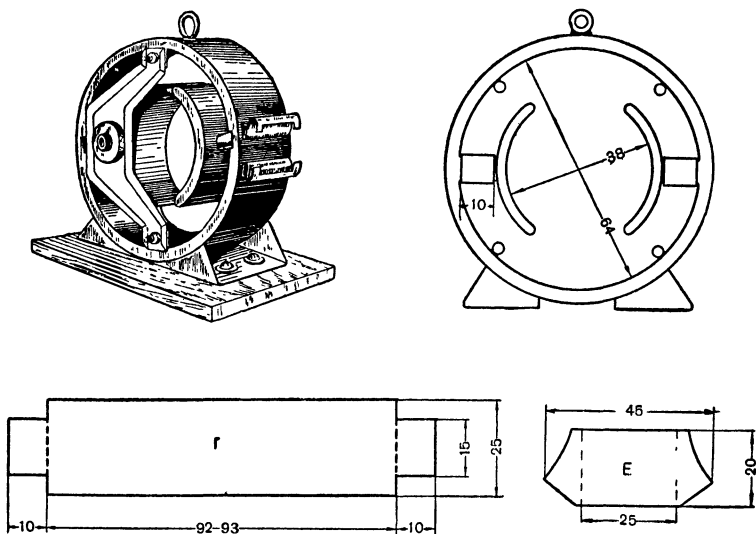


Рис. 27. Двухполюсный статор № 7 и его детали: Г — вкладка; Е — заготовка для лапки.

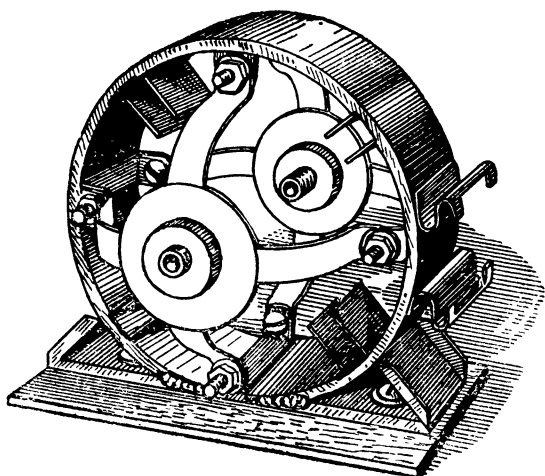


Рис. 28. Четырехполюсный статор № 7.

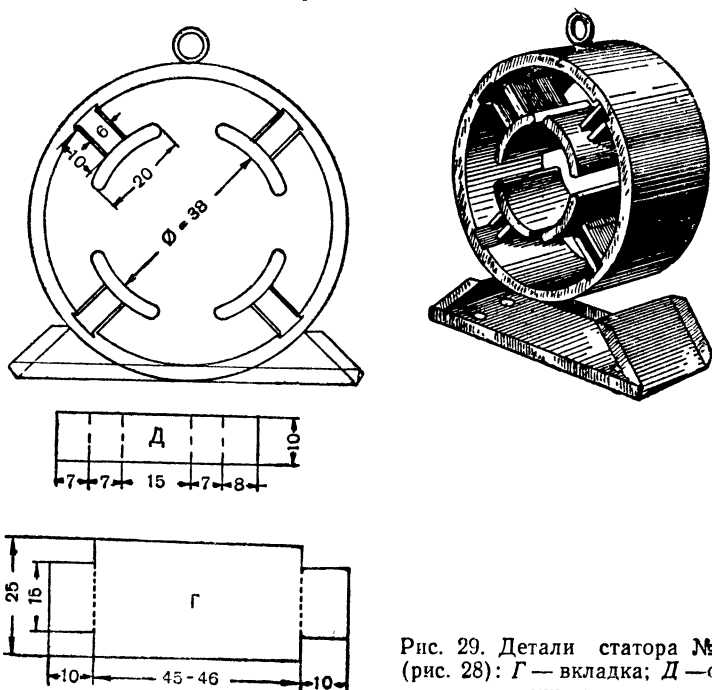


Рис. 29. Детали статора № 7
(рис. 28): Г — вкладка; Д — об-
жимка.

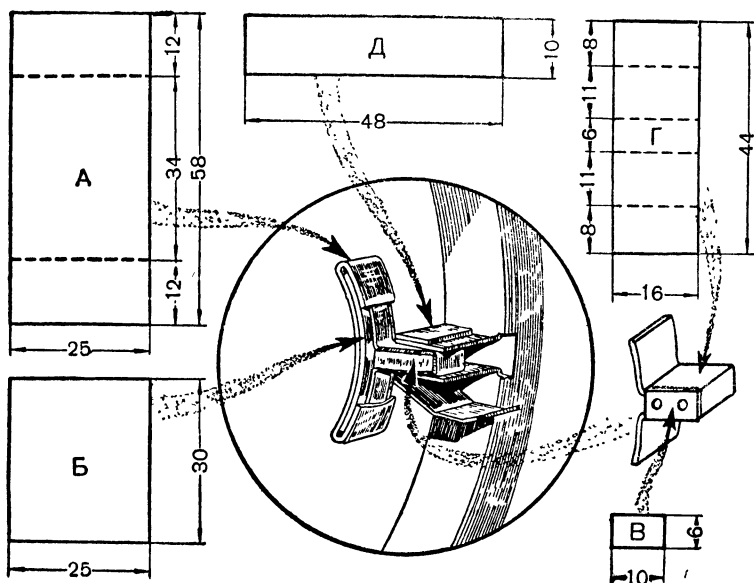


Рис. 30. Набивной башмак для статора № 7.

Изготовление и крепление башмаков точно такое, как в статоре № 6. На рис. 27 и 29 даны размеры вкладок Г, закладываемых попарно. Башмаки вдвигаются между их отогнутыми концами.

Можно сделать башмаки не сборные, а набивные, как показано на рис. 30. Сложите вместе две части Б, приложите к ним отогнутыми лапками часть Г и обогните все это двумя обжимками А, сложенными вместе. Выгните поверхность башмака на круглой болванке диаметром 38 мм.

Хвостовик полюсного башмака получился пока пустой и со сквозным просветом. С обеих сторон запаяйте этот просвет прямоугольниками В. Получившуюся коробочку через отверстие в одной из частей В туго набейте железными опилками. Набивайте постепенно, небольшими порциями и каждую порцию заливайте лаком, клеем БФ-2 или простым силикатным клеем. Второе отверстие в прямоугольнике В оставлено для выхода воздуха при заливке. Окончив набивку, оба отверстия запаяйте.

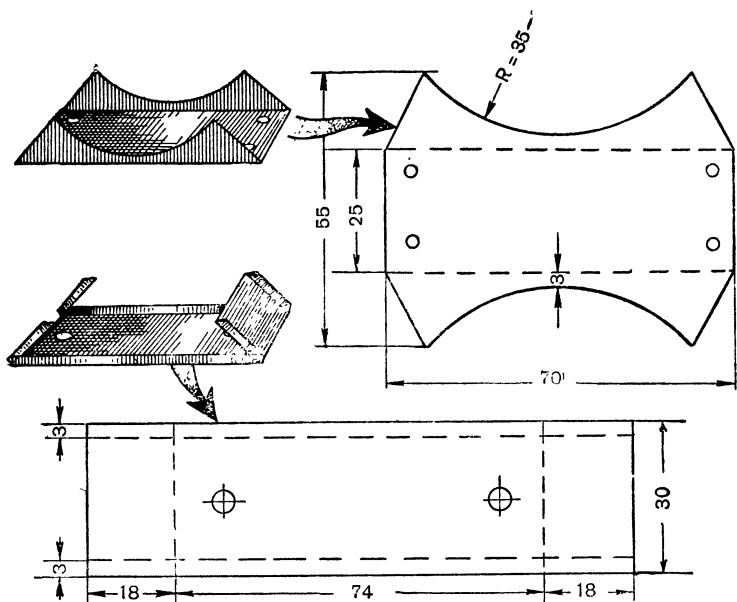


Рис. 31. Варианты фигурной опоры для круглых статоров.

Крепить и регулировать эти башмаки можно так же, как и сборные башмаки, описанные выше (статор № 6). Но можно делать это и другим способом. Просверлив в теле хвостовика два отверстия, нарежьте в них резьбу метчиками М 3 или М 4. В кольцо, в местах крепления башмаков, просверлите отверстия для пропуска крепежных винтов. Башмаки с надетыми катушками приложите к кольцу и притяните винтами. Концы винтов, вылезшие внутрь, спилите круглым или полукруглым напильником вровень с поверхностью башмака.

К нижней части кольца статора припаяйте две лапки или одну фигурную опору (рис. 31). Подшипниковые щиты и клеммную панель прикрепите к кольцу статора. К верхней части кольца припаяйте проволочное колечко — так называемый рым. У настоящих двигателей, больших и тяжелых, за рым зацепляют крюк подъемного крана. В модели, конечно, рым нужен только для красоты.

Статор № 8

На рис. 32 показан простейший наборный статор. Это пакет одинаковых пластин из жести. Материал для пластин — жести от консервной банки. Кровельное железо тоже годится, но его труднее резать, а резать здесь придется немало.

Работа сильно упростится, если вам удастся подобрать подходящее по размерам железо от небольшого трансформатора или дросселя. Чаще всего встречается железо в форме буквы «Ш». На рис. 33 показано, как можно из такого железа сделать статор. Там же нарисован и статор из железа, имеющего форму буквы «П». Такое железо тоже можно изредка встретить.

Если трансформаторное железо не будет точно подходить по размерам, — не беда, вы легко сообразите, как изменить размеры других частей двигателя. Важно лишь выдерживать два основных размера: диаметр отверстия для якоря (38 мм) и толщину набора (25 мм), иначе якоря не будут подходить.

У всех заводских электродвигателей статоры и якоря тоже делают наборными. Только на заводе пластины вырубает специальным штампом.

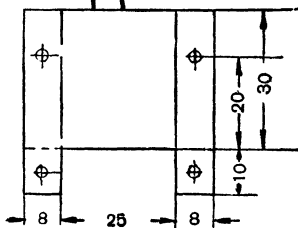
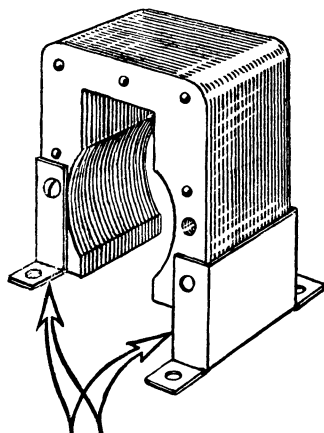
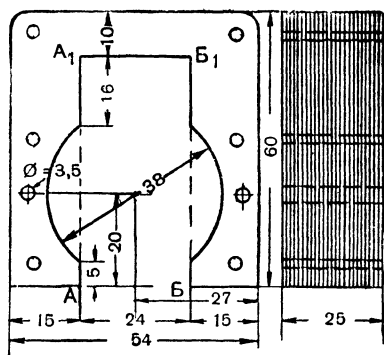


Рис. 32. Статор № 8 и его детали.

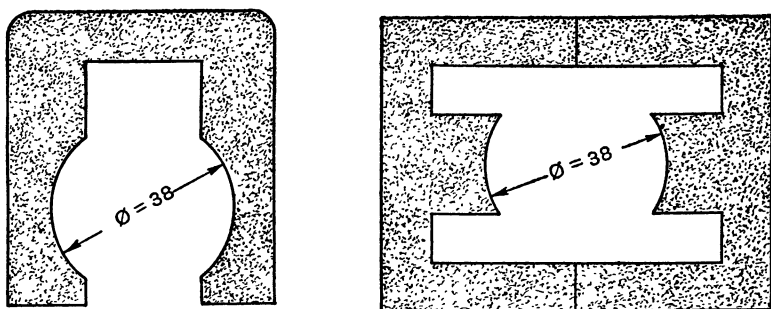


Рис. 33. Пластины статора, изготовленные из трансформаторного железа: слева — пластина из П-образного железа, справа — из Ш-образного.

Удар — и из-под штампа вываливается аккуратная готовая пластина со всеми выступами и отверстиями.

Еще удар — еще пластина, точно такая же. Дело идет быстро, пластины так и сыплются из-под штампа. Полоса становится похожа на диковинную кружевную ленту. На месте вырубленных пластин в ней остаются узорные отверстия.

У нас с вами дело пойдет далеко не так быстро. Придется каждую пластину вырезать отдельно.

Сначала заготовьте прямоугольные листы жести размером точно 54×60 мм и хорошо выправьте их.

Количество листов-заготовок зависит от толщины имеющейся жести. Плотно сжатый пакет этих листов должен иметь толщину 25 мм.

На один из листов-заготовок аккуратно перенесите чертеж пластины с рис. 32. Конечно, чертить на жести придется не карандашом, а заостренной стальной палочкой — чертилкой. Тщательно вырежьте пластину по контуру. Вырезать внутренний контур пластины удобнее всего в таком порядке: сначала прорежьте ножницами параллельно длинным сторонам прямоугольника (линии AA_1 и BB_1 на рис. 32); потом, наложив линейку, сделайте надрез по линии A_1B_1 резачком из полотна ножовки (см. рис. 132). Плоскогубцами захватите подрезанный таким образом прямоугольник у самого надреза и покачайте его. Он легко отделится. После этого ножницами вырежьте два оставшихся сегмента по бокам. Это наиболее трудная часть работы.

Вместо резачка можно воспользоваться обратной стороной остроконечного ножа, проводя несколько раз по одному месту. Если нож складной, то, прежде чем начать им работать, обязательно обмотайте место сгиба изоляционной лентой, чтобы нож не мог во время работы закрыться и поранить вам руку.

Выправив пластину, просверлите отверстия. Снимите заусенцы мелким напильником и снова выправьте готовую пластину.

Эта первая пластина будет шаблоном для всех других. Накладывайте ее на вырезанные заготовки и обводите чертилкой. Потом вырежьте пластины, снимите заусенцы и выправьте. Все отверстия сверлить нужно только в шаблоне. В остальных пластинах просверлите лишь по два отверстия диаметром по 3,5—4 мм для стяжных шпилек. Мелкие отверстия просверлите по отверстиям в шаблоне, когда стянете весь пакет.

Изготовление пластин можно значительно ускорить, если сделаете небольшое приспособление, своего рода циркуль с резцом. Это приспособление называется кругорез (см. рис. 133). Сделать его довольно сложно, зато он сильно упрощает изготовление различных круглых отверстий и жестяных кружков, которые не раз понадобятся вам в дальнейшем.

Если будете пользоваться кругорезом, шаблон, показанный на рис. 32, не подойдет. В нем нет центра для установки ножки кругореза. Придется сделать два шаблона, показанные на рис. 34.

Первый шаблон отличается от заготовки только тем, что в нем просверлено маленькое отверстие на месте центра будущей окружности. Прикладывая этот шаблон

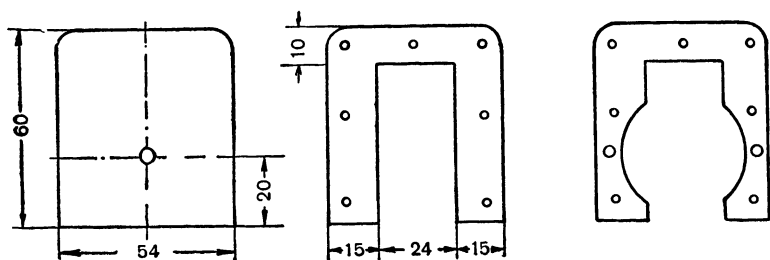


Рис. 34. Два шаблона и готовая пластина статора № 8

к каждой заготовке, накернивайте центр по отверстию. Центры во всех заготовках просверлите по диаметру ножки кругореза. Теперь нужно прорезать отверстия радиусом 19 мм. Для этого кругорез нужно развести на радиус 18—18,5 мм, в зависимости от ширины его резца.

Зажав кругорез в патрон дрели, коловорота или сверлильного станка, вставляйте его ножку в центр каждой заготовки и вырезайте круглые отверстия. При этом заготовку нужно крепко держать за край плоскогубцами, чтобы не вырвалась.

Второй шаблон имеет форму буквы «П». Прикладывая его к заготовкам с уже вырезанными кругами, обводите чертилкой внутренний контур буквы «П» и намечайте отверстия для стяжных шпилек.

Теперь будет очень легко закончить пластины, потому что осталось только прорезать по прямым линиям ножницами или резачком. С помощью кругореза можно примерно за час заготовить весь набор пластин для статора.

Каждую пластину покройте с одной стороны каким-нибудь лаком. Для стяжки статора подберите две шпильки диаметром 3 мм и длиной 35—40 мм, каждую — с двумя гайками и двумя шайбами. Наденьте на них все пластины и туго стяните. Шаблон должен лежать сверху. Подровняйте пакет напильником. Подберите медную проволоку диаметром 1,5—2 мм и сверло чуть потолще этой проволоки. По отверстиям в шаблоне просверлите подобранным сверлом весь пакет. Если пользовались кругорезом, то для сверления отверстий зажмите вместе с пластинами шаблон № 2; потом снимите его. В отверстия заложите куски медной проволоки по 30 мм длиной и расклепайте с обоих концов легким молоточком. Заклепки туго стянут весь пакет.

Для крепления статора к модели вырежьте из жести потолще и согните две обжимки по рис. 32. Наденьте их под гайки стяжных шпилек.

Статор № 9

Статор № 8 — незамкнутый. Несколько сложнее изготовить замкнутый наборный статор, показанный на рис. 35. Едва ли удастся сделать его без помощи кругореза. Но двигатель с таким статором работает лучше.

На рис. 35 видно, что статор № 9 имеет как бы четыре полюса, но обмотки есть только на двух из них. Два других полюса, имеющие вид небольших выступов, обмоток не имеют. Подобная конструкция применяется и в настоящих электродвигателях, например в трамвайных, электровозных и т. п.

Заготовьте шаблон для разметки пластин этого статора. Шаблон, показанный на том же рис. 35, имеет форму прямоугольника 60×80 мм с двумя одинаковыми прямоугольными «окошками». Дальше вы увидите, что прорезать такие «окошки» в пластинах будет легко, но над шаблоном придется потрудиться. Выпилите их лобзиком с пилкой по металлу. Просверлите в шаблоне шесть отверстий: четыре по углам под шпильки, два в середине под заклепки.

Накладывая шаблон на лист жести, расчертите столько заготовок, чтобы хватило на набор толщиной 25 мм. На каждой заготовке нанесите только наружный контур и внутренний контур «окошек», отверстия намечать не нужно. После этого на каждой заготовке проведите чертилкой по линейке две диагонали. Точку пересечения диагоналей накерните. С обратной стороны покройте жести асфальтовым или другим лаком и хорошо просушите

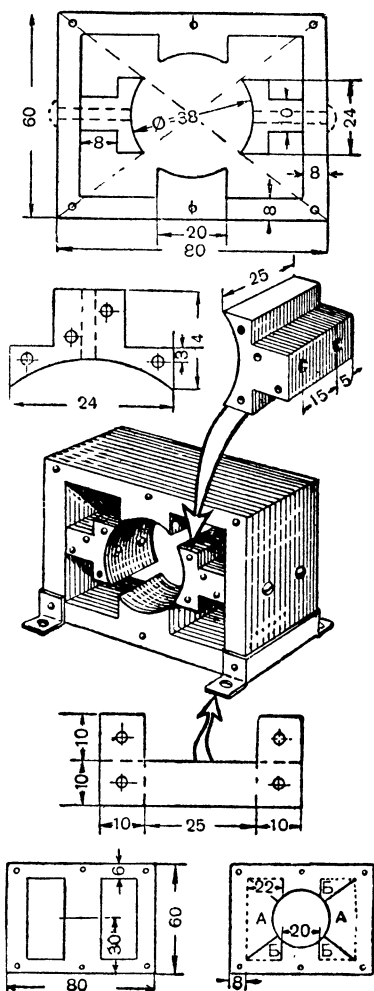


Рис. 35. Статор № 9 и шаблон для него.

Вырежьте все заготовки по наружному контуру и с помощью кругореза прорежьте в центре каждой из них отверстие радиусом 19 мм. Вы уже знаете, что для этого кругорез нужно развести на несколько меньший радиус, с учетом ширины резца. Выпавшие из середины кружки отложите: они понадобятся для изготовления якоря. Изнутри круга сделайте ножницами разрезы до углов «окошек» по диагоналям и по внутренним сторонам. Линии разрезов показаны на особой схеме (рис. 35, внизу, справа).

Теперь резачком надрежьте остальные три стороны каждого «окошка». Линии надреза показаны на той же схеме пунктиром. Несколько раз качните каждый из кусков А. Они легко отделятся, переломившись по надрезу. Отложите их для изготовления полюсных башмаков. После этого таким же способом удалите маленькие кусочки Б. Их можно выбросить.

Готовые пластины сложите все вместе, наложите сверху шаблон и зажмите весь пакет в ручные тисочки. По отверстиям в шаблоне просверлите пакет в тех местах, которые окажутся доступны. В отверстия по углам сразу же закладывайте шпильки и стягивайте гайками с подложенными шайбами. В средние отверстия закладывайте толстую медную или отожженную железную проволоку и расклепывайте с обоих концов.

После этого зажмите пакет тисочками с другой стороны и сделайте то же самое с остальными отверстиями. Сняв тисочки, подтяните гайки и подбейте заклепки, чтобы пакет был стянут равномерно. Опилите готовый пакет напильником.

Особенно тщательно обработайте наконечники полюсов и те места, к которым будут примыкать полюсные башмаки.

Как уже говорилось, полюсные башмаки делаются из кусков А, оставшихся при изготовлении пластин статора. Один из этих кусков нужно разметить и вырезать по рис. 35. Это будет шаблон для обоих башмаков. По нему расчертите и вырежьте все остальные пластины. Сверлить отверстия и склепывать башмаки нужно таким же образом, как было описано для пластин статора. Склепав два пакета, тщательно обработайте их напильником, обращая особое внимание на впадину и на торец ножи, примыкающий к рамке статора.

В торцах ножек просверлите и нарежьте по два отверстия под трехмиллиметровые винты.

Когда сделаете катушки статора, наденьте их на ножки башмаков и притяните башмаки винтами к боковым сторонам рамки статора. Отверстия под винты в рамке сверлите не под резьбу, а на проход, то есть диаметром 3,2—3,5 мм.

Обжимки с лапками для крепления статора к основанию сделайте из толстой жести, листового алюминия или латуни по рис. 35 и наденьте их под гайки двух нижних стяжных шпилек.

Статор № 10

Двигатели с наборным статором работают лучше всего, но очень уж сложно эти статоры делать. Почти так же хорошо работают двигатели с набивными статорами. В заводской практике такие статоры не применяют, зато юному технику сделать набивной статор гораздо легче.

Простейшая, незамкнутая конструкция такого статора показана на рис. 36.

Из набора жестяных пластин шириной 25 мм и длиной 163—167 мм или из листового железа толщиной 3 мм согните П-образную скобу статора. Вырежьте из жести две заготовки башмаков, показанные на рис. 37, и просверлите в них отверстия для крепления и для набивки. Согните заготовки и пропаяйте стыки в нижней части. Сверху припаяйте крышки, изогнутые под прямым углом. Заготовки башмаков наденьте на ножки скобы и пропаяйте все стыки по контуру.

На круглой болванке диаметром 38 мм сверните цилиндр из жестяной ленты шириной 25 мм и закрепите его пайкой внакладку. Сняв цилиндр с болванки, вдвиньте его между заготовками башмаков и пропаяйте стыки по окружности. После этого вырежьте лишние части цилиндра — верхнюю и нижнюю. Шов должен попасть на одну из них. Пропаяйте продольные стыки.

Полюсные башмаки почти готовы, только они пока еще пустые. Через оставленные отверстия наполните их железными опилками, утрамбуйте и залейте каким-нибудь лаком, клеем БФ-2 или обычным силикатным клеем. Делать это нужно в несколько приемов.

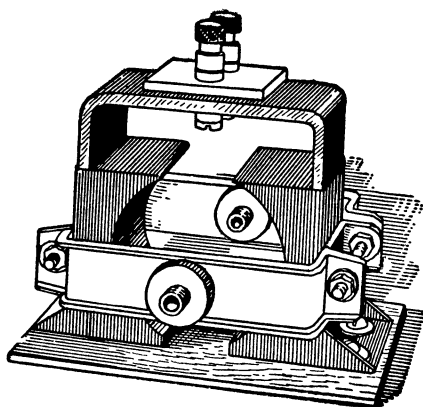


Рис. 36. Статор № 10 (незамкнутый вариант)

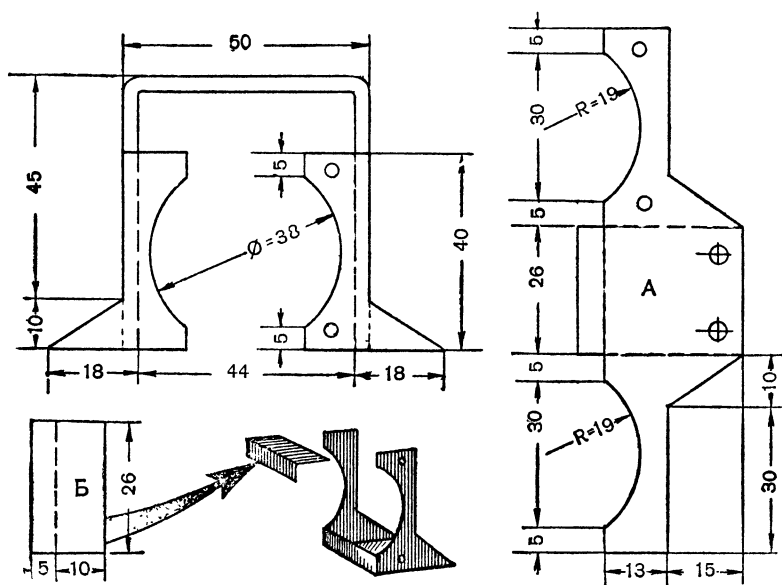


Рис. 37. Детали статора № 10 (рис. 36): А — заготовка для башмака;
Б — заготовка для крышки.

Когда закончите, дайте пропитке высохнуть и запаяйте отверстия для набивки.

Готовый сердечник статора крепится к основанию двигателя или модели через отверстия в выступающих наружу лапках полюсных башмаков.

Этот сердечник очень прост в изготовлении. Некоторым неудобством является то, что катушку статора приходится мотать на готовом сердечнике, иначе никак не получается. Правда, витков в катушке не так уж много.

Все же лучше использовать набивные полюсные башмаки такого типа для статора с постоянным магнитом. Он тяжелее, зато двигатель с таким статором потребляет меньше электроэнергии. Это может иметь значение для двигателей, питаемых от батарей. Для лучшей работы электродвигателя полюсы магнита следует очистить от краски мелкой шкуркой.

Конструкция башмаков для статора с постоянным магнитом нужна несколько другая. Дело в том, что на магните нельзя паять: он размагничивается от нагревания. Поэтому сначала заготовьте

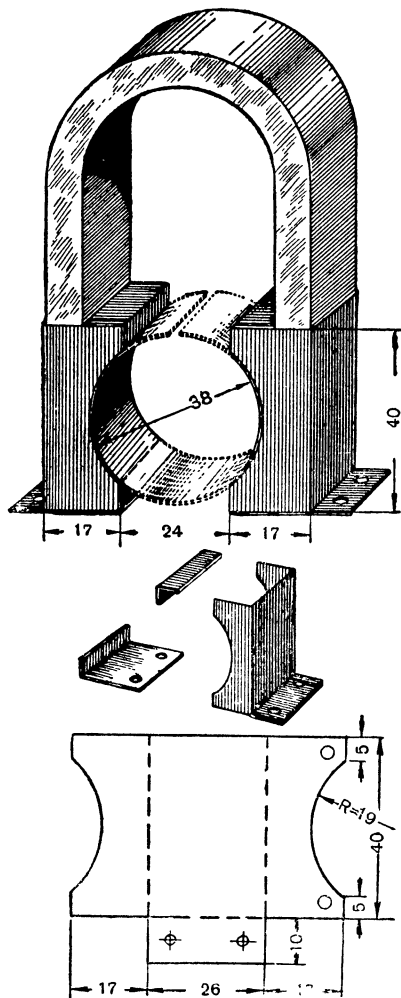


Рис. 38. Статор № 10 (вариант с постоянным магнитом). Внизу — заготовка для башмака.

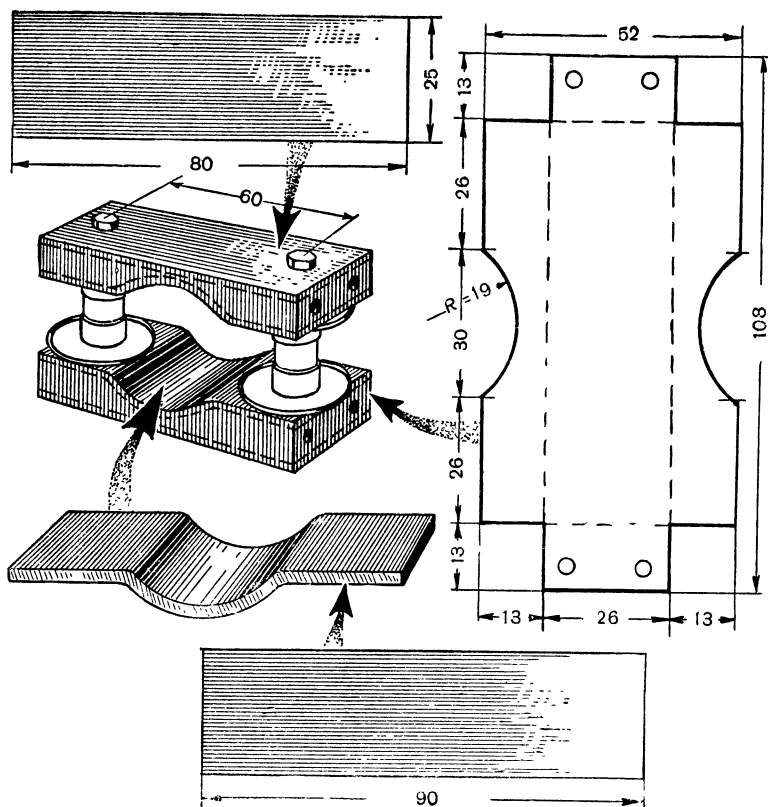


Рис. 39. Статор № 10 (замкнутый вариант).

из жестяной ленты шириной 40 мм две обоймы на полюсы магнита. Удобнее всего свертывать и паять их на специальной деревянной болваночке, заготовленной по размерам магнитного полюса. Затем на эти обоймы наденьте заготовки полюсных башмаков и закрепите пайкой. Наденьте обоймы на полюсы магнита и, заготовив цилиндр, прихватите его пайкой в нескольких местах так, чтобы магнит не успел нагреться. После этого снова выньте магнит, вырежьте лишние части цилиндра и хорошо пропаяйте все стыки.

Дальнейшее изготовление башмаков точно такое же, как и в первом варианте этого статора. Надев готовые

башмаки на полюсы магнита, привинтите их к основанию двигателя. Если магнит сидит недостаточно туго, осторожно заколотите в обоймы башмаков прямоугольнички из жести длиной 40 мм и шириной по ширине полюса. Только не бейте сильно: от ударов магнит тоже размагничивается.

Можно сделать и замкнутый набивной статор с отдельно заготовленными катушками. Конструкция такого статора показана на рис. 39. Между верхним и нижним его ярмом зажаты две катушки. Внутри катушек проходят стальные болты диаметром 4 мм. Они стягивают статор и одновременно служат для крепления его к основанию двигателя или к модели.

Верхнее и нижнее ярмо изготавливают совершенно одинаково. Вырежьте по чертежу (рис. 39) обойму ярма, согните и спаяйте в виде коробочки. Заложите в обойму прямоугольник из котельного железа или набор жестяных пластин размером 25×80 мм и общей толщиной 3 мм. Середину другой полосы листового железа или пачки пластин такой же ширины и толщины, но длиной 90 мм, выгните на болванке диаметром 38 мм. Вложите ее в обойму ярма и пропаяйте по контуру.

Через круглые отверстия, нарочно оставленные в торцах ярма, набейте железные опилки и залейте их лаком или клеем. Когда просохнет, просверлите два отверстия под болты. Диаметр отверстий 4,5 мм.

КАТУШКИ СТАТОРОВ

Устройство катушек зависит от выбранной конструкции станины статора.

Обмотка всех катушек производится только изолированным проводом. Изоляция может быть любой, важно только, чтобы она была целая, без повреждений. Длина и толщина провода, идущего на обмотку катушек статора, или катушек возбуждения, как их часто называют, зависит от схемы соединения обмоток двигателя и от напряжения источника питания (батареи или трансформатора).

Обмотки статора и якоря двигателя можно соединять между собой либо параллельно (рис. 40, слева), либо последовательно (рис. 40, справа). При параллельном

соединении обмоток, или, как говорят в технике, при параллельном возбуждении, скорость вращения двигателя мало зависит от нагрузки. Это преимущество параллельного возбуждения. Недостаток его в том, что при большой нагрузке двигатель может не взять с места. Поэтому параллельное возбуждение обычно не применяется в электродвигателях трамвая, троллейбуса, электровоза и других транспортных машин.

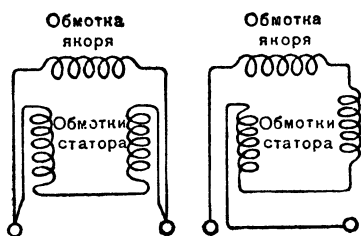


Рис. 40. Параллельное (слева) и последовательное (справа) соединение обмоток электродвигателя.

Последовательное соединение обмоток, или последовательное возбуждение, не имеет этого недостатка. Двигатели с последовательным возбуждением хорошо берут с места при больших нагрузках. Однако если такой двигатель окажется ненагруженным (например, случайно отсоединится от ходовой части машины из-за порчи передаточного механизма), то он очень сильно разгоняется. Это может привести к порче подшипников, разрушению якоря или другим повреждениям. Как говорят, двигатель «разносит».

Заводские электродвигатели обычно не делают с чисто последовательным возбуждением, чтобы их не «разнесло». Обмотку статора разделяют на две части, одну из которых соединяют с якорем параллельно, а другую — последовательно. Такая схема соединения обмоток называется смешанной.

Но нам нет смысла усложнять схему обмоток. Наши самодельные двигатели слишком маломощны — их не «разнесет». Поэтому можно смело применять последовательное возбуждение. Оно подойдет лучше всего, потому что самодельные электродвигатели применяются в моделях судов, электровозов, трамваев, подъемных кранов и тому подобных моделях, где безотказность трогания с места имеет большое значение.

Длина и толщина (диаметр) провода обмоток у нас всюду указаны для напряжения 12 вольт переменного

или 8 вольт постоянного тока. Если будете пользоваться источником тока с другим напряжением, длину и диаметр провода придется изменить. Чем выше напряжение, тем провода обмоток должны быть длиннее и тоньше. Для расчетов можно пользоваться следующей простой табличкой.

Таблица зависимости длины и диаметра провода обмоток от напряжения источника питания

Напряжение тока (в вольтах)		Диаметр провода обмотки по меди	Длина провода обмотки
постоянного	переменного		
в процентах			
4	6	150	45
5	8	130	60
6	9	120	70
8	12	100	100

Пример расчета. Длина провода одной из катушек статора 12 м при диаметре провода 0,4 мм. Эти данные указаны для напряжения 12 вольт переменного тока.

Каковы должны быть данные провода этой катушки, если двигатель питается переменным током напряжением 8 вольт?

В таблице длина провода для 12 вольт переменного тока принята за 100 процентов, а для 8 вольт указано 60 процентов. Значит, длина провода для напряжения 8 вольт должна быть: $12 \times 60 : 100 = 7,2$ м. Диаметр провода для 12 вольт переменного тока принят в таблице за 100 процентов, а для 8 вольт — за 130 процентов. Значит, для напряжения 8 вольт переменного тока диаметр провода будет: $0,4 \times 130 : 100 = 0,52$ мм.

Катушка № 1

На рис. 41 показаны наиболее простые в изготовлении катушки статора. Они предназначены для насаживания на болт. Каркас катушки представляет собой гильзу, свернутую из жестяной ленты. На гильзу надеты две металлические щечки от катушек с пленкой для фотоаппарата «Любитель».

Вырежьте ленту жести длиной 250 мм, а шириной — на 1 мм больше требуемой высоты катушки. Так, например, для обоих вариантов статора № 1 (см. рис. 7 и 10) катушка нужна высотой 24 мм. Ленту для этой катушки вырежьте шириной 25 мм.

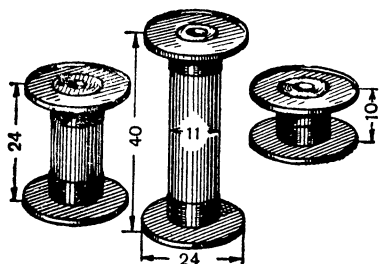


Рис. 41. Каркасы катушек статора (первый вариант).

Плоскогубцами аккуратно обожмите конец ленты вокруг болтика, на который будет надеваться катушка. Положите ленту с болтиком на стол. Головка болтика должна выступать за край стола, чтобы лента лежала всей плоскостью.

Придавив болтик сверху драчевым напильником и придерживая ленту, накатывайте ее на болтик. Когда навернете всю, покатайте с нажимом, как катают иногда белье. Лента свернется на болтике в аккуратную, плотную гильзу.

Толщина гильзы должна быть такой, чтобы щечка от пленочной катушки надевалась туго. Сняв гильзу с болтика, подровняйте торцы напильником и насадите щечки. Вторую катушку заготовьте таким же образом.

Прежде чем начинать обмотку, оклейте гильзу катушки и внутренние стороны щечек слоем папиросной бумаги. Провод для обмотки нужен обязательно изолированный. Изоляция годится любая. Можете размотать старый трансформатор или дроссель от радиоприемника, катушку электрического звонка, старое реле. Разматывайте осторожно, чтобы нигде не повредить изоляцию.

Отмерьте кусок проволоки нужной длины. Чтобы удобнее было мерить, вбейте в доску два гвоздя на расстоянии 50 см один от другого и наматывайте на них столько витков, сколько вам нужно метров для обмотки одной катушки. Для увеличения прочности выводного конца сложите его вдвое на длине 5—6 см и петлю тщательно зачистите.

Перевяжите выводной конец толстой ниткой у основания и концы нитки туго обвяжите вокруг гильзы. Закрепив таким образом начало обмотки, укладывайте провод виток к витку, сматывая его с гвоздей. Выводной ко-

нец отогните, чтобы не мешал. Кончите один ряд обмотки, начинайте следующий, и так, пока не намотаете весь отрезанный кусок проволоки. Конец обмотки сложите вдвое, зачистите и закрепите ниткой так же, как и начало.

Еще лучше делать выводные концы из гибкого многожильного проводника. Припаяйте их к концам обмотки и закрепите нитками на каркасе катушки.

Диаметр и длина провода обмотки для разных статоров нужны разные. Они зависят от типа статора, числа полюсов и от мощности двигателя. Помните, что все данные мы указываем для напряжения 12 вольт переменного или 8 вольт постоянного тока. Для других напряжений обязательно делайте перерасчет по таблице.

Для обоих вариантов статора № 1 (см. рис. 7 и 10) нужно намотать на катушку 25 м провода диаметром 0,4 мм. Высота катушки 24 мм.

Для первого варианта статора № 4 (см. рис. 16) нужны две катушки высотой по 24 мм. На каждую из них намотайте по 12 м провода диаметром 0,4 мм.

Для первого варианта статора № 5 (см. рис. 21) нужно тоже две катушки с обмоткой по 12 м провода диаметром 0,4 мм, только высота катушек здесь будет не 24, а 40 мм.

Для статора № 6 (см. рис. 26, вариант с круглыми сердечниками) нужны две катушки высотой по 10 мм. На каждую из них намотайте по 10 м провода диаметром 0,4 мм.

Наконец для третьего варианта статора № 10 (см. рис. 39) сделайте две катушки высотой по 24 мм. На каждую из них нужно намотать по 8 м провода диаметром 0,6 мм.

Катушка № 2

Некоторые конструкции статоров не позволяют заготавливать катушки отдельно. Приходится мотать провод прямо на статор. В этих случаях удобно применять прорезные щетки, показанные на рис. 42.

Они надеваются прямо на спинку статора. Чтобы при намотке щетки не раздавались в стороны, под них подкладывают полоски жести с отогнутыми концами.

Достаточно подложить две такие полоски по широким сторонам скобы статора.

Щечки выпилите лобзиком из текстолита, гетинакса, фибры или другого изоляционного материала. Можно даже сделать щечки из тонкой фанеры или из прессованного картона, пропитав их парафином (годится и стеарин от свечи). Длина щечки 36 мм, ширина 16 мм, ширина прореза 4 мм. Для наборного статора № 8 (см. рис. 32), имеющего более толстую спинку, нужны щечки шириной 22 мм, с прорезом 11 мм.

Наденьте щечки и отогните на них концы жестяных полосок. Скобу статора между щечками оберните слоем плотной бумаги. Отрезав кусок провода нужной длины, закрепите его ниткой (см. выше, катушка № 1) и начинайте мотать. Удобнее делать это до прикрепления статора к основанию двигателя.

Для статора № 2 (см. рис. 12) длина провода обмотки 24 м, для № 3 (см. рис. 14) — две катушки по 12 м. Диаметр провода в обоих случаях 0,4 мм.

Для статора № 8 (см. рис. 32) пойдет 16 м провода диаметром 0,5—0,6 мм, для первого варианта статора № 10 (см. рис. 36) — 18 м провода диаметром 0,6 мм.

Порядок обмотки всюду такой же, как был описан для катушки № 1.

Катушка № 3

У вторых вариантов статоров № 4 (см. рис. 18) и № 5 (см. рис. 25) верхние скобы вдвигаются в каркасы катушек и перемещаются в

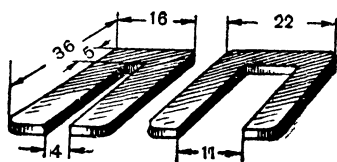


Рис. 42. Щечки катушек статора (второй вариант).

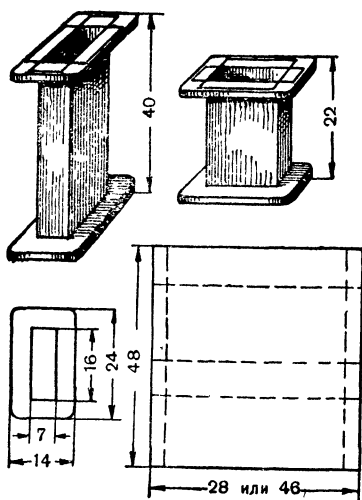


Рис. 43. Каркасы катушек статора (третий вариант).

них при регулировке зазоров. Поэтому каркасы здесь нужны очень прочные. Лучше всего их гильзы делать из жести.

Такие каркасы с жестяными гильзами показаны на рис. 43. Они отличаются один от другого только высотой гильзы, щечки одинаковые. Материалом для щечек может служить текстолит, гетинакс, фибра, плексиглас, плотный картон, тонкая фанера. Перед намоткой гильзу каркаса оберните плотной бумагой. Диаметр обмоточного провода 0,4 мм, длина по 12 м на одну катушку.

Катушка № 4

При изготовлении электродвигателей на заводе обмотки статора обычно заранее наматывают на специальных шаблонах, изолируют хлопчатобумажной лентой, пропитывают лаком и уже в готовом виде ставят на место.

Подобным же образом можно заготавливать обмотки статора и для некоторых из наших моделей.

Для намотки катушек сделайте приспособление, показанное на рис. 44. Это прямоугольная деревянная

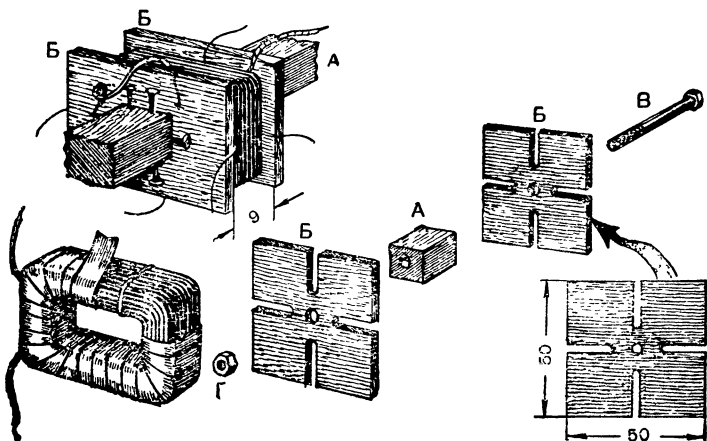


Рис. 44. Приспособления для намотки катушек статора: слева, сверху — простейшее приспособление, внизу — готовая катушка, справа — более совершенное приспособление; А — болванка; Б — щечки; В — болт; Г — гайка.

болванка с двумя туго надевающимися фанерными щечками. Сечение болванки 8×16 мм (для статоров №№ 6 и 7 — первый вариант) или 11×26 мм (для статора № 9).

Насадите щечки на болванку на расстоянии 9 мм одна от другой и закрепите снаружи гвоздями, чтобы не разъезжались при намотке. Втулку между щечками оберните слоем плотной бумаги и заложите четыре обрезка суровой нитки длиной по 10 см. Концы нитки должны торчать поверх щечек.

На том же рис. 44 показано более совершенное приспособление для намотки катушек статоров. В болванке просверлено продольное отверстие, в которое пропущен болт с гайкой, крепящий щечки из фанеры или пластмассы. В щечках сделаны прорезы для удобства закладывания ниток. Длина болванки должна быть равна высоте катушки.

На болванку между щечками плотно, виток к витку, мотайте изолированный провод нужного диаметра. Выводной конец от начала обмотки пометьте (например, свернув его колечком), чтобы потом не спутать с проводом от конца. Оба выводных конца выпускайте с узкой стороны катушки.

Намотав нужное количество провода, закрепите обмотку, связав концы суровых ниток. Сняв одну щечку, снимите обмотку с болванки и туго обмотайте ее изоляционной или хлопчатобумажной лентой, оставив свободными выводные концы. Обматывайте внахлест, то есть каждый оборот ленты наполовину покрывайте следующим оборотом.

Для пропуска выводных концов придется ленту в этих местах надрезать до половины. Конец ленты закрепите клеем БФ-2.

Таким же образом заготовьте и остальные катушки, мотая их все в одну и ту же сторону.

Для статора № 6 (см. рис. 25) наматывайте две катушки по 12 м провода диаметром 0,4 мм, для статора № 7 (см. рис. 27 и 28) — две катушки по 14 м или четыре катушки по 7 м провода диаметром 0,5 мм, для статора № 9 (см. рис. 35) — две катушки по 12 м провода диаметром 0,6 мм.

Готовые катушки наденьте на полюсы статора. Выводные концы должны смотреть в сторону коллектора.

ПОДШИПНИКИ

Вал электродвигателя вращается в двух подшипниках, укрепленных в подшипниковых шитах. Подшипник, стоящий со стороны коллектора, называется передним. Обычно он вынесен дальше от статора, чем задний подшипник. Это позволяет удобно разместить коллектор и щетки и легко их регулировать.

Вал должен вращаться в подшипниках как можно более легко, но не болтаться. Если вал болтается в слишком свободных подшипниках, двигатель при работе сильно дрожит и стучит. При этом якорь может задевать за полюсы статора и двигатель быстро выйдет из строя.

Самый простой подшипник — отверстие в шите. Его можно просверлить, пробить гвоздем или провертеть шилом. Такие подшипники очень недолговечны. Отверстие быстро разрабатывается.

Более совершенный подшипник — втулочка длиной 5—8 мм из медной или латунной трубки. Внутренний диаметр трубки подберите по валу. Если подходящей трубки нет, втулочку сверните из полосок листовой меди или латуни толщиной 0,2—0,3 мм и шириной 8—10 мм. Конец полоски аккуратно обожмите плоскогубцами вокруг заготовленного вала. Положите полоску с валом на ровную поверхность и закатайте напильником с мелкой насечкой, как это делалось при изготовлении гильз для катушек. Скатывайте не спеша, равномерно нажимая на оба конца напильника. Торцы втулочки аккуратно опилите.

Еще лучшие подшипники получаются из голой медной или латунной проволоки. Мелкой шкуркой хорошо очистите от грязи и окислов проволоку диаметром 0,6—0,8 мм и намотайте ее на вал спиралью в четыре — пять витков. Излишек проволоки срежьте кусачками и опилите торцы мелким напильником.

Трение в таких подшипниках невелико, потому что они соприкасаются с валом только по спиральной линии. В углублениях между витками спирали хорошо удерживается смазка. В настоящих подшипниках скольжения нарочно делают канавки для удержания и распределения смазки.

Заводские электродвигатели обычно выпускают с шариковыми или роликовыми подшипниками. Такие подшип-

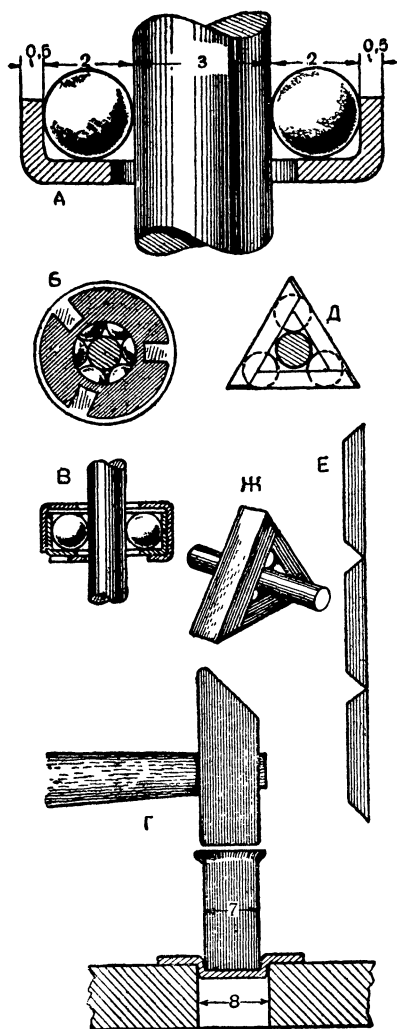


Рис. 45. Самодельные шарикоподшипники. Первый вариант: А — схема размеров; Б — вид собранного подшипника сверху; В — собранный подшипник в разрезе; Г — прием изготовления чашки. Второй вариант: Д — схема подшипника; Е — заготовка обоймы (вид сбоку); Ж — собранный подшипник.

ники вращаются очень легко, долго служат, хорошо удерживают смазку, а при ремонте их легко заменить.

Мелкие шарикоподшипники удастся иногда достать. Но можете сделать их и сами, используя имеющиеся в продаже шарики для велосипедных подшипников. Простейшие самодельные шарикоподшипники можно изготовить без помощи токарного станка.

Самодельный шариковый подшипник показан на рис. 45. Он состоит из двух латунных чашек, вставленных одна в другую. Через отверстия в чашках проходит вал, окруженный стальными шариками. Лучший материал для изготовления чашек — листовая латунь толщиной 0,5 мм. Вырежьте из нее кружок. Подберите толстую стальную шайбу, или гайку, или какой-нибудь стальной предмет с ровной поверхностью и отверстием диаметром 8 мм. Положите кружок над отверстием и, наставив в его середину стальную заклепку, стержень или даже болтик диаметром 7 мм, осторожно ударяйте молотком, пока кружок не продавится в отверстие, образовав чашку.

Диаметры отверстия и стержня подбираются в зависимости от размеров вала и шариков. В нашем примере мы считали, что вал толщиной 3 мм, а шарики диаметром по 2 мм. Всего внутренний диаметр чашки $2 + 3 + 2 = 7$ мм. Такой и должен быть стержень. Наружный диаметр чашки, то есть диаметр отверстия, больше на удвоенную толщину материала чашки, или на $2 \times 0,5 = 1$ мм. Диаметр кружка-заготовки возьмите на 4 мм больше наружного диаметра чашки. В центре выдавленной чашки просверлите отверстие диаметром на 1,5—2 мм больше вала. В нашем случае это будет 4,5—5 мм.

Заготовьте наружную чашку, или обойму, подшипника. Она делается точно так же, как внутренняя, только диаметр нужен больше. Обойма должна туго надеваться на внутреннюю чашку. Значит, толщина стержня должна быть в нашем примере 8 мм. Диаметр отверстия будет 9 мм, диаметр кружка-заготовки 14 мм. Заготовку для обоймы вырежьте с тремя лапками по 2—3 мм длиной.

В центре обоймы просверлите отверстие такого же диаметра, как во внутренней чашке. Наденьте обе чашки на вал. Внутреннюю чашку заполните тавотом, солидолом или техническим вазелином. Только не пользуйтесь борным вазелином: он постепенно разъедает подшипник. Заложите в чашку шарики сколько поместится и надвиньте обойму. Лапки обоймы загните на внутреннюю чашку. Подшипник готов. Можете пока снять его с вала, надеть потом снова будет нетрудно. Смотрите только, не рассыпьте шарики.

Этот подшипник крепится к щитам точно так же, как и заводской шарикоподшипник. Его нельзя припаивать, а нужно прихватывать отогнутыми лапками подшипникового щита.

На том же рис. 45 показан другой, еще более простой самодельный шарикоподшипник. Его обойма имеет форму желоба из листовой латуни. Согните ее треугольником и стыки краев закрепите пайкой. Припой не должен попасть внутрь желоба. В углы желоба заложите на вазелине три шарика и наденьте подшипник на вал. Размеры желоба нужны такие, чтобы подшипник сидел на валу не слишком туго, но и не слишком свободно.

Готовые фабричные шарикоподшипники состоят из двух колец с канавками, между которыми помещены шарики. Наружное кольцо закрепляется в подшипниковом

щите, в корпусе модели и т. п. Внутреннее кольцо нужно насадить на вал.

При насадке не давите на наружное кольцо, иначе подшипник может прийти в негодность. Уперев один конец вала в стол, насаживайте на другой конец подшипник, нажимая тупой стороной карандаша на внутреннее кольцо. Если подшипник надевается слишком туго, можете осторожно постучать по карандашу легким молотком.

Сложнее обстоит дело, если подшипник нужно насадить не на самый конец вала, а продвинуть его, например для того, чтобы на конец вала можно было надеть шкив. В этом случае конец вала до места посадки подшипника нужно немного проточить на токарном станке. Вполне достаточно снять 0,05—0,1 мм с каждой стороны, чтобы подшипник прошел.

Если токарного станка нет, туго оберните конец вала до места посадки наждачной бумагой. Придерживая бумагу, проворачивайте вал с усилием. Вскоре диаметр конца вала достаточно уменьшится и подшипник будет проходить. Смотрите только, не захватите наждачной бумагой место посадки, иначе подшипник не будет на нем держаться.

Подшипниковые щиты

На рис. 46 показаны различные варианты простейших щитов-стоек. Стойки прикрепляют к дощечке, которая служит основанием модели электродвигателя. Эта конструкция годится для статоров №№ 1, 2, 3, 4, 5, 8 и 10. Щиты переднего и заднего подшипников устроены здесь одинаково.

Лучший материал для изготовления щитов — листовая латунь или медь толщиной 0,5—0,8 мм. Все щиты-стойки делают с отогнутыми краями в виде коробочек. Это нужно для увеличения их жесткости — чтобы они при работе двигателя не гнулись и не дрожали. Стойка В имеет настолько жесткую конструкцию, что ее можно делать из жести от консервной банки.

Высота щитов зависит от конструкции станины статора. На рис. 46 она указана в расчете на статоры №№ 1 (первый вариант), 2, 4, 5, 8 и 10. Для второго варианта статора № 1, а также для статора № 3 щиты нужны на

20 мм выше. Места крепления подшипников лучше всего размечать по станине статора таким образом, чтобы они приходились на одном уровне с центром.

Выберите по рис. 46 вариант конструкции щитов-стоек, какой вам больше понравится. Разметив выкройку щита, вырежьте ее по контуру и в нужных местах прорежьте. Просверлите или пробейте гвоздем отверстия. Снимите заусенцы. Край лучше всего отгибать деревянным молотком на краю ровной металлической площадки.

У щита А (рис. 46) надрезанную полоску изогните в виде кронштейна и конец припаяйте. Сверху к кронштейну будете припаявать подшипник в виде трубки или проволоочной спирали. К щитам А, Б и В хорошо сделать П-образную накладку, показанную на том же рисунке, слева. Припаяйте ее поверх отогнутых лапок стойки. Пропаяйте стыки отогнутой верхней части щита В с боковыми частями. После этого у щита В подшипник припаяйте к верхней полочке, у щита Б — вставьте до половины в отверстие и припаяйте. Здесь подшипники — тоже трубки или спирали.

Щит Г самый про-

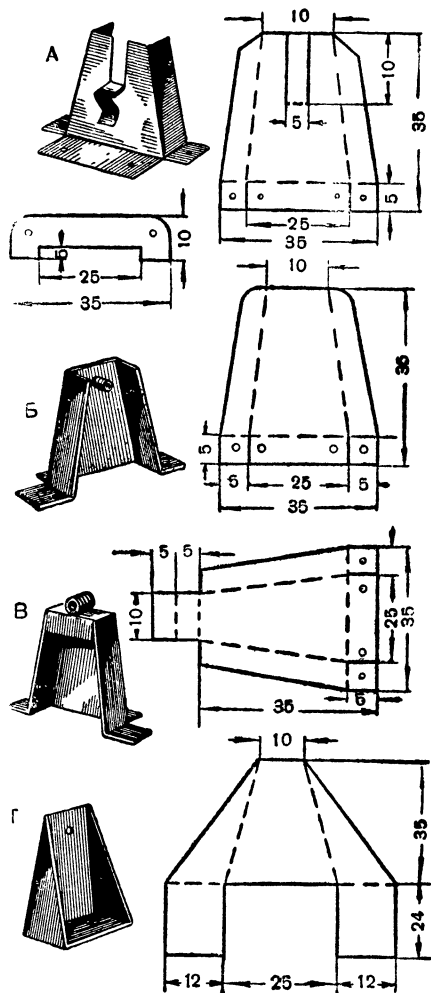


Рис. 46. Варианты простейших щитов-стоек.

стой. Его можно делать без пайки. Подшипник в нем — простое отверстие. Поэтому лучше делать этот щит из толстой латуни. Тогда и трение будет небольшое и не так скоро отверстие разработается.

Очень важно правильно припаять подшипники, чтобы они стояли точно по оси. Лучше всего пока только заготовить их, а припаивать при сборке всего двигателя. Тогда, натерев вал грифелем самого мягкого черного карандаша, поставьте ротор на место. Чтобы он стоял точно по оси статора, оберните поверх полюсов якоря бумажную ленту в несколько оборотов. Тогда якорь туго войдет между полюсами статора и зазор со всех сторон будет одинаковый.

Подшипники наденьте на вал, приложите к щитам в нужных положениях и припаяйте с обеих сторон. Графит грифеля, которым натерт вал, не даст валу припаяться к подшипникам. Кроме того, графит — хорошая смазка, так что при работе двигателя он не помешает. Припаяв подшипники, вытяните бумажную ленту из зазора. Запомните этот прием: грифель и бумажная лента пригодятся вам при сборке всех электродвигателей.

Электродвигатели со статорами №№ 6 (см. рис. 25), 7 (см. рис. 27 и 28) и 9 (см. рис. 35) не имеют отдельных оснований. Как и в заводских электродвигателях, в этих моделях подшипниковые щиты крепят к станине статора. Их либо надевают на шпильки, припаянные к статору, и притягивают гайками, либо привинчивают к укрепленным на статоре скобам. Нельзя делать эти щиты из листового железа, так как через них будет замыкаться магнитный поток статора и двигатель получится очень слабым.

На рис. 47, сверху, показано прикрепление к статору шпилек для подшипниковых щитов. Шпильку с резьбой М3 или М4 и длиной 30—35 мм приложите к станине статора изнутри, посередине между полюсами, наложите сверху накладку, вырезанную из меди, латуни или жести, и хорошо пропаяйте. Разумеется, концы шпильки должны выступать одинаково с обеих сторон.

Всего нужно припаять к статору либо две шпильки, либо четыре, смотря по тому, какую выберете конструкцию подшипниковых щитов. Вместо шпилек можете припаивать по два болтика со спиленными головками. Их лучше сначала слегка прихватить к статору пайкой, а потом уже наложить накладку и припаять.

На рис. 47, внизу, показано устройство и прикрепление к статору скоб. Скобу хорошо согнуть из листовой меди или латуни толщиной 1,5—2 мм. В отогнутых концах скобы просверлите и нарежьте метчиком отверстия под болтики, крепящие подшипниковые щиты.

Если толстого материала для скоб не найдете, можно сделать их из тонкой меди, латуни или жести. В этом случае для увеличения жесткости придется скобу, как говорят, профилировать. Для этого с боков отогните бортики, как показано на рис. 47, внизу, справа. Когда согнете скобу в виде буквы «П», в местах сгиба бортики зайдут друг за друга. Эти углы для увеличения прочности пропаяйте.

Если скоба слишком тонка, чтобы в ней можно было нарезать резьбу, отверстия для болтов просверлите побольше, а под них заложите в отогнутые концы скобы по гайке и припаяйте. Перед тем как припаять, заверните в гайку спичку. За спичку удобно держать, и припой в резьбу не затечет. Готовые скобы припаяйте спинками внутри статора.

На рис. 48 показаны различные варианты подшипниковых щитов с двумя лапками. Все эти щиты крепят в двух точках, поэтому для них достаточно припаять к статору две шпильки или две скобы.

Передний щит имеет более длинные лапки, чем задний.

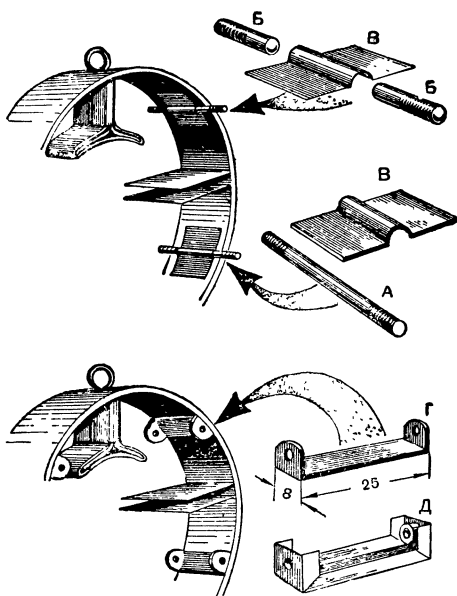


Рис. 47. Прикрепление шпилек (вверху) и скоб (внизу) к статору: А — шпилька; Б — болтики со сплюснутыми головками; В — накладка; Г — скоба из толстого материала; Д — профилированная скоба из тонкого материала. Внутри видна припаянная гайка.

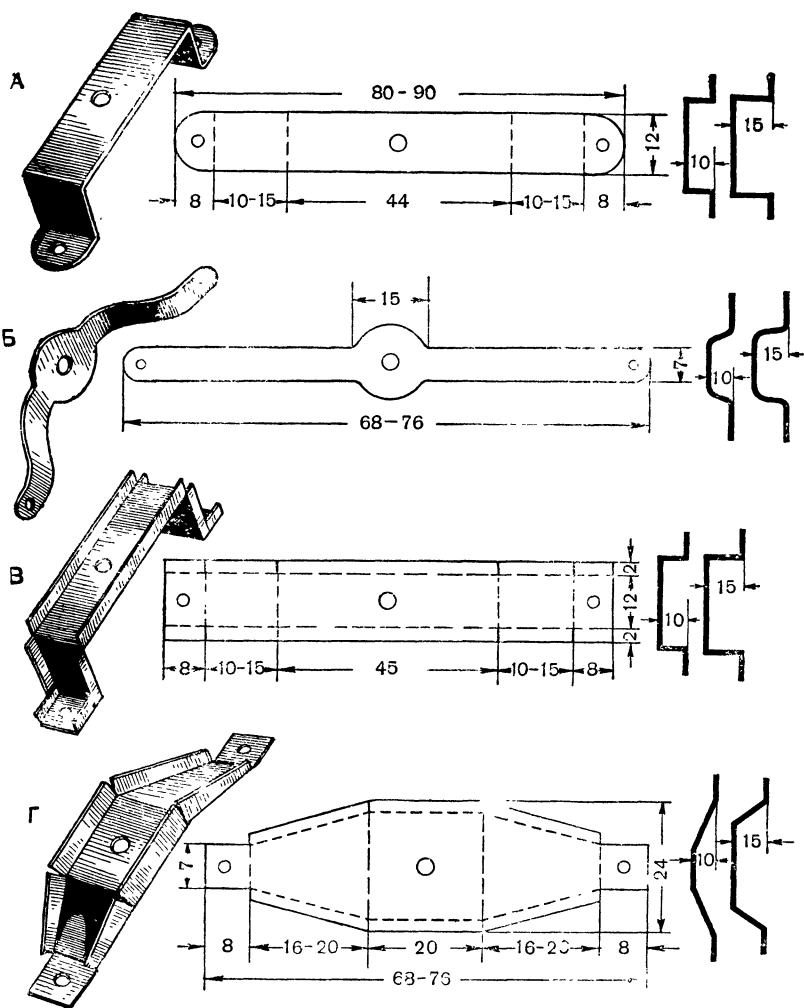


Рис. 48. Подшипниковые щиты с двумя лапками. Слева—общий вид; в середине—заготовка; справа—профили заднего и переднего щитов.

Материал для щитов *А* и *Б* — листовая латунь или медь толщиной не менее 0,8 мм. Щит нужно разметить, вырезать по контуру, просверлить в нем отверстия и снять заусенцы. Лапки щитов подгибайте по статору, к которому уже припаяны шпильки или скобы. Подшипники для

этих щитов — либо круглое отверстие, либо трубка, либо спираль из проволоки. Лучше всего работает спираль. Отверстие очень недолговечно: оно быстро разрабатается, и двигатель выйдет из строя.

Щиты *В* и *Г* — профилированные, с отогнутыми краями. Их можно делать из тонкого материала. Вырежьте заготовки по контуру, сделайте надрезы, просверлите отверстия. Снимите заусенцы и согните щиты. В тех местах, где уголки отогнутых кромок наложились друг на друга, пропайте. Подшипники для щитов *В* и *Г* — только трубка или спираль. Простое отверстие в щите здесь совсем не годится — слишком уж тонок материал.

На рис. 49 показаны варианты щитов с четырьмя лапками. Они немного сложнее предыдущих, и для их крепления нужны четыре шпильки или скобки. Зато эти щиты гораздо устойчивее и не расшатываются со временем. У передних щитов лапки на 5 мм длиннее, чем у задних.

Щит *А* из толстого материала, не менее 0,8 мм. Его изготовление понятно из рисунка. Можно сделать его из листового алюминия, только подшипники припаивать к алюминию будет сложно, а простое отверстие в этом мягком материале разрабатается очень быстро. Поэтому в алюминиевые щиты придется вставить штепсельные гнезда, а в гнезда вложить спиральные подшипники.

Если толстого листового материала не достанете, сделайте щит *Б* из тонкой латуни или меди. Отогнутые кромки придадут ему необходимую жесткость. Загнутые под щит выступы прихватите пайкой к лапкам.

Щит *В* — с лапками из медной проволоки диаметром 2—2,5 мм. Среднюю часть щита можно делать из жести: она стоит далеко от статора и не замкнет магнитный поток.

Петли на концах лапок обогните вокруг винтов, которыми щит будет крепиться к статору. Между двумя проволоками лапки вложите третью, от винта до винта, и пропаяйте по всей длине с обеих сторон. Изогните лапки и наложите на них щит. Края щита обогните вокруг лапок и пропаяйте. Вместо того чтобы отгибать края щита, как в предыдущем варианте, можете увеличить его жесткость, припаяв два куска проволоки.

На рис. 50, 51, 52 показаны три варианта щитов, которые годятся для шариковых подшипников. Самый простой из них (рис. 50) имеет четыре лапки из проволоки

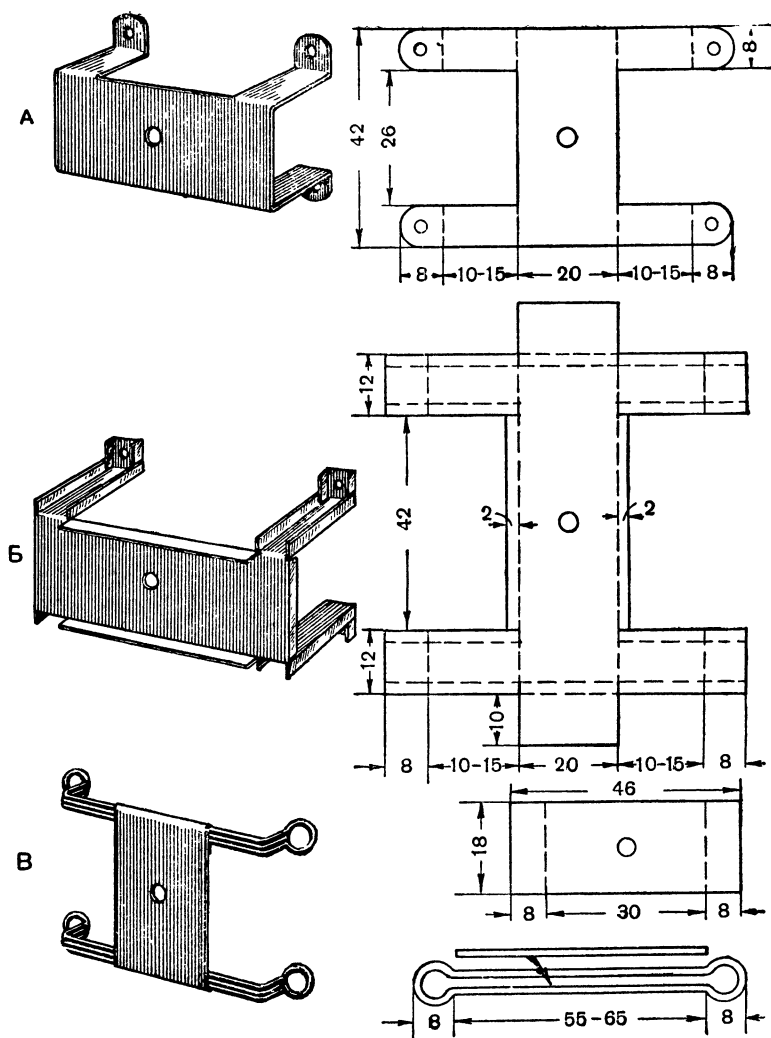


Рис. 49. Подшипниковые щиты с четырьмя лапками.

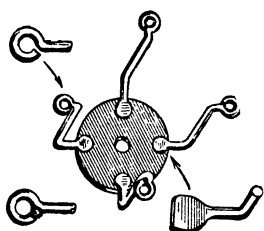


Рис. 50. Щит для шарикоподшипников (первый вариант).

диаметром 2—2,5 мм, припаянные к кружку из листовой латуни или толстой жести. Концы лапок расплющите молотком, чтобы лучше держалась пайка. Другие концы согните колечками по размеру винтов, крепящих щит к статору. Гнуть удобнее всего круглогубцами.

Для шарикоподшипников согните обоймы-кольца из полосок жести шириной 5 мм и спаяйте. Обоймы припаяйте изнутри к кружкам. Если подшипники будут входить в них недостаточно плотно, концами круглогубцев подогните кромки обоймы внутрь в нескольких местах. На рис. 51 показан вариант щита с лапками из полосок меди или латуни толщиной 1—1,5 мм и шириной 6 мм. Согнув лапки, просверлите в них отверстия под винты, а противоположные концы припаяйте к центральному кружку. Обоймы здесь делаются так же, как для предыдущего варианта.

Третий вариант этого щита (рис. 52) самый прочный и красивый, но сделать его сложнее. Основная часть щита — крестовина, вырезанная из толстой жести, оцинкованного железа, латуни и т. п. В центре крестовины просверлите отверстие диаметром 5 мм для пропуска конца вала. По имеющимся у вас шарикоподшипникам согните обоймы из полосок жести шириной 5 мм и закрепите их пайкой внакладку.

Лапки согните из медной проволоки толщиной 2—2,5 мм. Длина заготовок под

Для шарикоподшипников согните обоймы-кольца из полосок жести шириной 5 мм и спаяйте. Обоймы припаяйте изнутри к

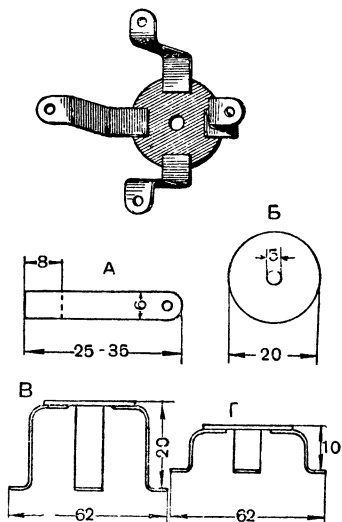


Рис. 51. Щит для шарикоподшипников (второй вариант): А — заготовка лапки; Б — центральный кружок; В — профиль переднего щита; Г — профиль заднего щита.

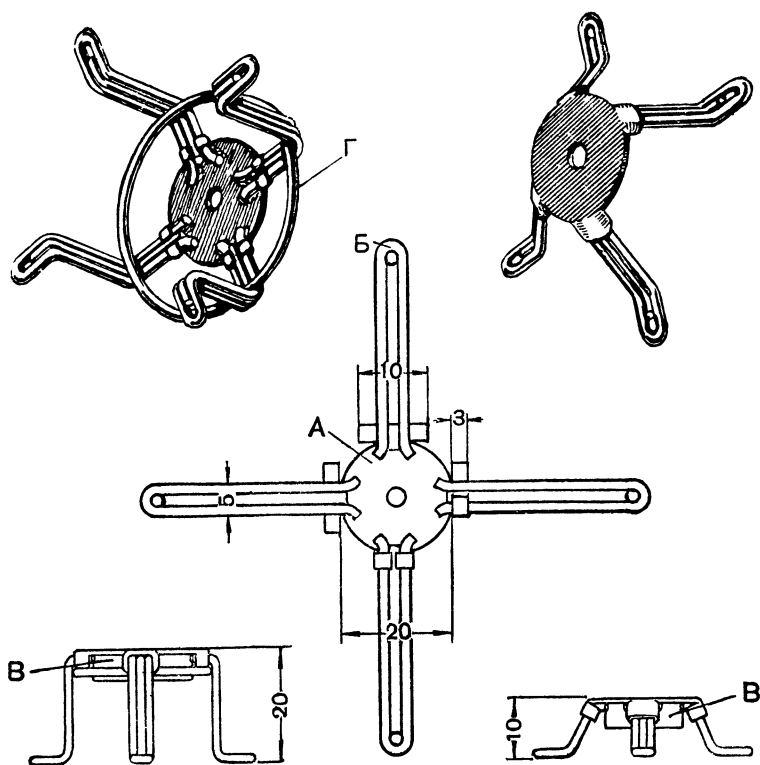


Рис. 52. Щит для шарикоподшипников (третий вариант). В центре — схема крепления лапок; слева — передний щит; справа — задний; А — крестовина; Б — лапка; В — обойма для подшипника; Г — кольцо для щеткодержателя (см. рис. 80).

наружные части лапок переднего щита 130 мм. Обогните середину каждой заготовки вокруг винта, крепящего щит к статору. В упор к винту вложите внутренний стерженек длиной 50 мм и пропаяйте по всей длине. Выступающие концы наружных проволок разогните в стороны.

Поставьте лапки на место и обогните их ушками крестовины. Вдвиньте обойму и пропаяйте все места соединений. Лапки изогните, чтобы они надевались на винты статора.

Лапки переднего щита делаются точно так же, только размер заготовок другой. Проволока под наружные части

лапок — по 100 мм, внутренние стерженьки — по 35 мм. Изогнув лапки и подогнав их к винтам статора, поставьте оба щита на место. Подбирать правильное положение подшипников и припаивать их будете вместе с якорем при сборке всего двигателя.

СЕРДЕЧНИКИ ЯКОРЕЙ

Якорь электродвигателя состоит из сердечника и обмотки. Сердечник должен быть сделан из мягкой стали (так называемого железа) или из специальной электро-технической стали.

Но якорь нельзя делать сплошным, из целого куска стали. Такой якорь при работе двигателя будет очень сильно нагреваться. Дело в том, что сталь является проводником электрического тока. Якорь движется, вращается в магнитном поле статора. Значит, и его сердечник, который тоже представляет собой проводник, движется в магнитном поле. А вы знаете из физики, что в проводнике, движущемся в магнитном поле, наводится электродвижущая сила, вызывающая появление токов индукции в теле якоря. Якорь вращается, и токи получаются круговые или вихревые. Их называют также токами Фуко, по имени ученого, открывшего это явление.

Токи Фуко не только нагревают якорь. Они еще и тормозят вращение. Ведь эти токи создают свое собственное магнитное поле. А магнитное поле всякого индукционного тока противодействует причине, породившей этот ток. Значит, магнитное поле токов Фуко противодействует вращению якоря.

Токи Фуко вредят работе двигателя. Для того чтобы их ослабить, якорь набирают из тонких стальных пластин, электрически изолированных одна от другой слоями лака или папиросной бумаги. На заводах эти пластины штампуют так же, как пластины статоров.

В условиях работы юных техников изготовить пластины для наборного якоря довольно сложно. Поэтому мы даем также описания сборных и набивных якорей. Они проще в изготовлении и для малых двигателей вполне пригодны, хотя, конечно, работают хуже наборных.

Специальная электротехническая сталь, из которой делают сердечники якорей на заводах, имеет очень хорошие магнитные свойства. Кроме того, она плохо проводит

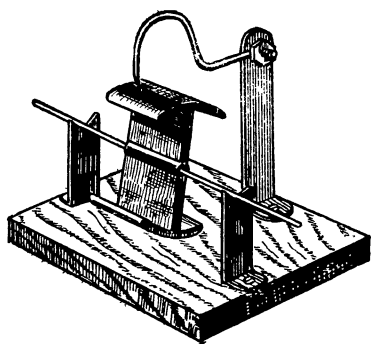


Рис. 53. Станочек для проверки якорей.

электрический ток, что важно для уменьшения токов Фуко. Правда, работать с такой сталью вам будет трудно, потому что ее тяжело резать и гнуть.

Легче всего делать сердечники якорей из обыкновенного кровельного железа или из жести. Для улучшения магнитных свойств эти материалы надо предварительно отжечь.

Очень важно хорошо центрировать сердечник якоря. Это значит, что его полюсы должны располагаться точно по кругу, центр которого лежит на оси двигателя. Для проверки якорей сделайте специальный контрольный станочек, показанный на рис. 53. Готовый, укрепленный на оси якорь положите в выемки двух стоек станочка, а острие изогнутой проволоки — указателя — подведите к одному из полюсов якоря. Поворачивая якорь под острием указателя, вы сразу увидите, какой конец получился длиннее, какой — короче.

Если якорь не отбалансирован, то есть одна его сторона перевешивает, пока не обращайтесь на это внимания. Балансировать якорь нужно после изготовления обмоток, используя тот же самый контрольный станочек.

При изготовлении якорей всех видов помните, что сердечник должен иметь как можно больше железа, иначе двигатель будет слабым. Кроме того, сердечник должен прочно сидеть на валу и ни в коем случае не проворачиваться.

Якорь № 1

Самый простой якорь — двухполюсный, сборный из жести. Его конструкция и форма отдельных частей показаны на рис. 54.

Жесть от консервной банки хорошо отожгите и вырежьте из нее две заготовки пластин *А*, восемь пластин *Б*, две *В*, четыре *Г*, две *Д* и одну вспомогательную пластину *Е*.

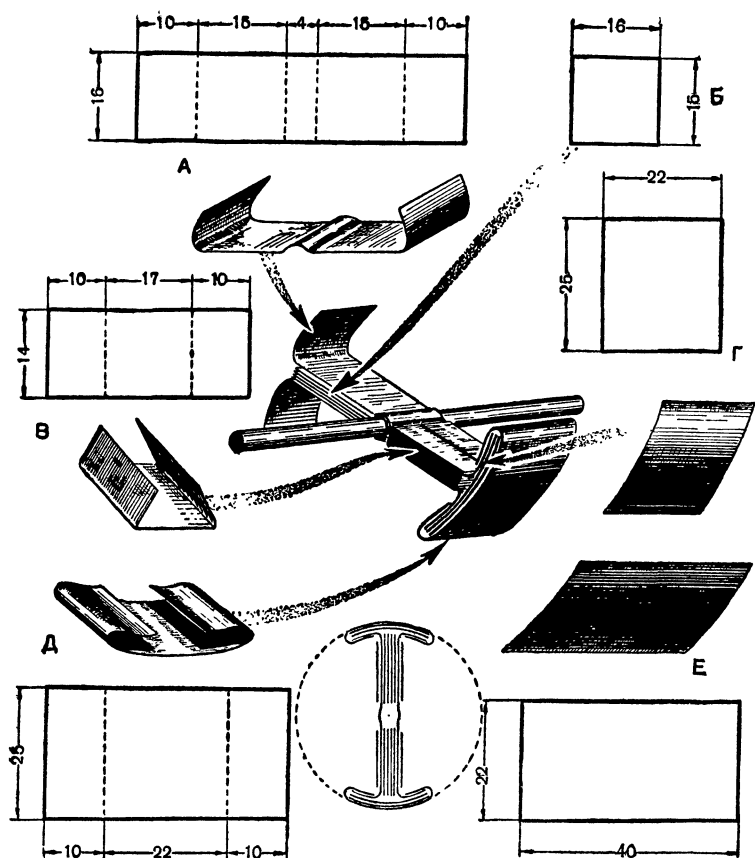


Рис. 54. Сборный двухполюсный якорь.

Заготовьте вал модели. Лучше всего сделать его из мотоциклетной спицы или специальной стальной проволоки, так называемой серебрянки. Мотоциклетные спицы продаются в любом промтоварном магазине, где торгуют мотоциклами и запасными частями к ним. Толщина спицы 3 мм. Если достанете проволоку-серебрянку, ее толщина тоже должна быть 3 мм. Длина вала 80—100 мм.

Концы пластин А отогните по пунктирным линиям и придайте им округленную форму. После этого хорошо по-

крыть пластины *А* каким-нибудь быстросохнущим лаком (спиртовым, мебельным и т. п.) и просушить. Вы уже знаете, что это делается для изоляции пластин друг от друга, чтобы уменьшить токи Фуко. Якорь, собранный из лакированных пластин, работает лучше и меньше нагревается. Пластины *Б* тоже покройте лаком.

Когда пластины *А* и *Б* высохнут, приступайте к сборке. Сложите два пакета по четыре пластины *Б* вместе и приложите к ним пластины *А* отогнутыми концами в разные стороны. Получившийся пакет обожмите пластинами *В*, как показано на рис. 54. Сдвиньте эти обжимки к краям пакета и простучите их молотком.

Заготовьте полюсные башмаки. Для этого на круглой болванке диаметром 34—35 мм выгните деревянным молотком все пластины *Г* и *Д* и пластину *Е*. Если нет деревянного молотка, гните стальным, но на деревянной болванке. Пластины *Г* и *Д* покройте лаком и просушите. Две пластины *Г* сложите вместе и наложите на середину пластины *Д*. Сверху наложите пластину *Е*. Выступающие края пластины *Д* аккуратно загните на пакет.

Весь набор еще раз простучите деревянным молотком. После этого вспомогательную пластину *Е* вытащите плоскогубцами. На ее месте останутся щели, в которые потом войдут отогнутые концы пластин *А*. Пластину *Е* используйте для сборки второго башмака.

Прежде чем надевать полюсные башмаки, вставьте вал. С одного конца вала снимите фаску напильником. Легкими ударами молотка осторожно забейте вал заостренным концом в центр тела якоря, как показано на рис. 54.

Наденьте полюсные башмаки. Готовый якорь проверьте на контрольном станочке (рис. 53). Более длинный конец укоротите легкими ударами молотка, держа якорь в руке. Передвигая якорь на станочке вправо и влево, проверьте точность изготовления в любом месте. После этого припаяйте якорь к валу. Концы вала по обе стороны якоря должны быть одинаковой длины.

Двухполюсный якорь очень прост в изготовлении, но имеет недостатки. В нем слишком мало железа, поэтому двигатель с таким якорем получается слабеньким. Кроме того, если якорь остановится против полюсов статора, то при вторичном включении двигатель не может сам тронуться с места, приходится проворачивать вал. Это не

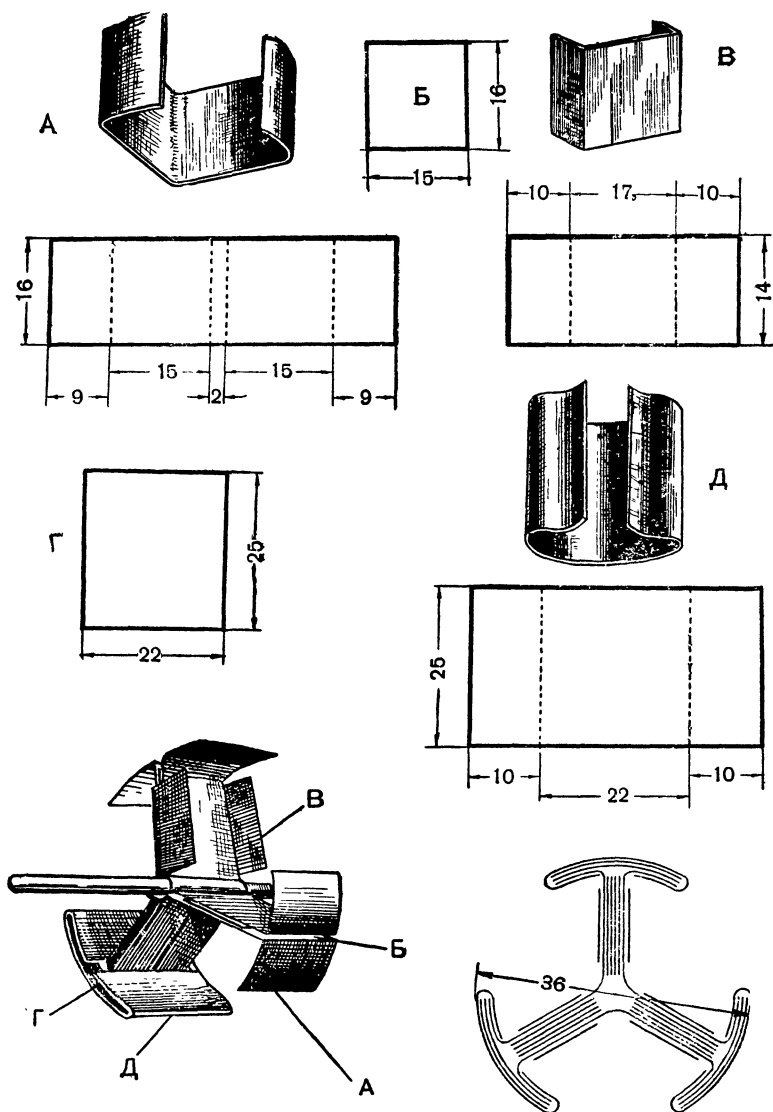


Рис. 55. Сборный трехполюсный якорь.

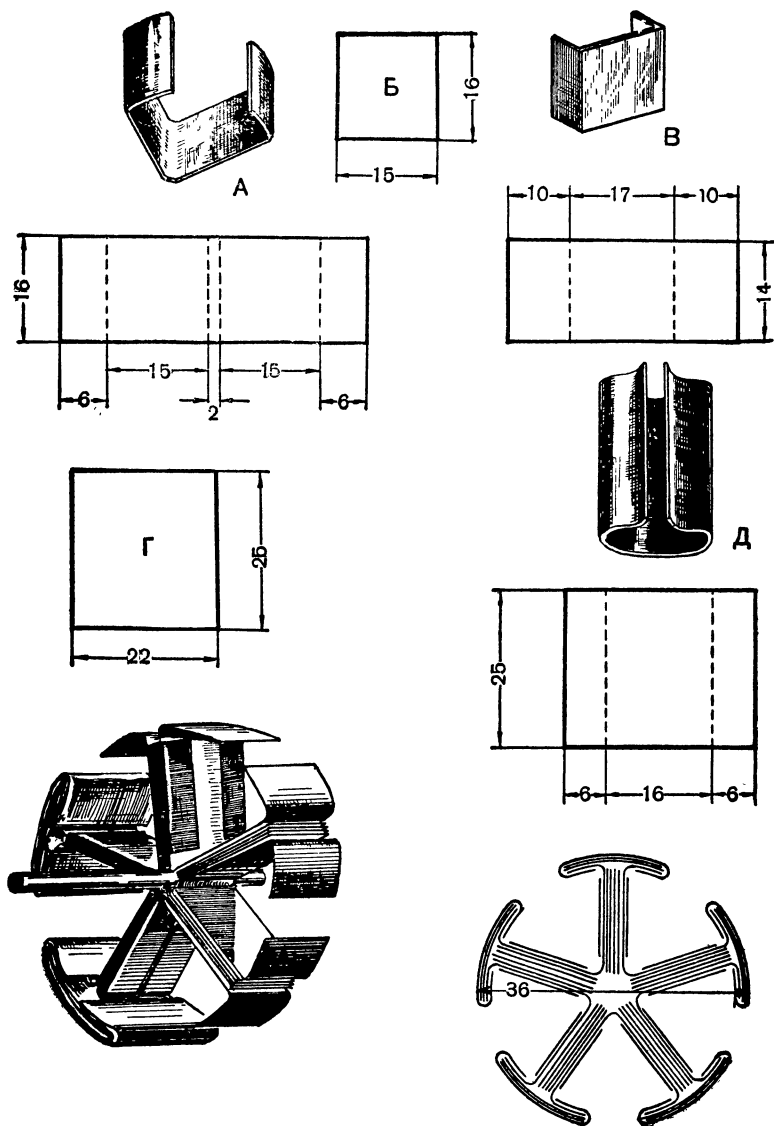


Рис. 56. Сборный пятиполюсный яркорь.

всегда бывает удобно, а в моделях, управляемых на расстоянии, — просто недопустимо. Лучше работают трехполюсные якоря, еще лучше — пятиполюсные. Вид этих якорей и детали для них показаны на рис. 55 и 56. На рисунках видно, что пластины *А* надо перед сборкой согнуть под углом, составляющим одну треть или одну пятую часть окружности. Здесь вам пригодится транспортир. Пластины *Б* и *В* такие же, как и для двухполюсного якоря, только их понадобится больше. Пластины *Г* и *Д* тоже понадобится больше; при этом ширина их будет тем меньше, чем больше у якоря полюсов.

Вспомогательная пластина *Е* по-прежнему одна. Ее ширина должна быть такой же, как у пластин *Г*.

Якорь № 2

На рис. 57 показан якорь в виде кольца из отрезка стальной трубы. В прошлом веке, когда производство электродвигателей только начиналось, кольцевой якорь считался одной из лучших конструкций. Но постепенно он вышел из употребления.

Один из существенных недостатков кольцевого якоря — неудобство обмотки. Его можно обмотать только вручную, каждый раз протаскивая конец провода внутри кольца.

Для юных техников этот недостаток не имеет существенного значения. Вручную обматывают якоря всех наших моделей. Правда, в других конструкциях не приходится протаскивать провод внутри якоря, но при небольшом числе витков с этим можно примириться. Зато здесь сердечник якоря получается довольно простым.

Материал для изготовления кольца якоря — отрезок водопроводной трубы. Труба нужна дюймовая. Это значит, что внутренний ее канал имеет диаметр 1 дюйм, или при-

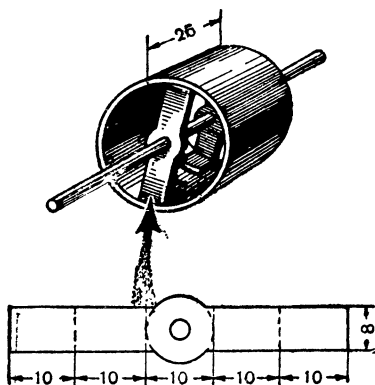


Рис. 57. Кольцевой якорь.

близительно 25 мм. При толщине стенок трубы по 3 мм на сторону, ее наружный диаметр составит 31 мм. Еще примерно по 2,5 мм на сторону займет обмотка, то есть диаметр обмотанного якоря будет около 36 мм, как и в других наших конструкциях.

Отрезав кусок трубы длиной 25 мм, отожгите его и охладите на воздухе. Оба торца подровняйте напильником. Для крепления кольца на оси вырежьте две поперечины по рис. 52 из оцинкованного железа или листовой латуни толщиной 0,8—1,5 мм. Просверлите в них отверстия такого диаметра, чтобы вал якоря входил туго.

Отогните концы поперечин и, насадив их на вал, наденьте кольцо якоря. Обязательно проверьте на контрольном станочке правильность центрировки. Если кольцо будет «бить», подгибайте концы поперечин. Когда хорошоотрегулируете центрировку, пропайте стыки поперечин с кольцом и с валом.

Якорь № 3

Электродвигатель работает тем лучше, чем больше железа в сердечнике его якоря. Сборный сердечник якоря не удастся сделать достаточно массивным; двигатели с такими якорями получаются слабыми. Кольцевой якорь массивнее, но он имеет другой недостаток — в нем очень велик воздушный промежуток между полюсными башмаками статора и сердечником якоря.

Вращение электродвигателя — результат взаимодействия магнитов статора и якоря. А магниты взаимодействуют тем сильнее, чем меньше промежуток — зазор — между ними. При сборной конструкции сердечника (якорь № 1) этот зазор получался всего 1 мм на сторону. А зазор между башмаками статора и сердечником кольцевого якоря приходится делать 3—4 мм. Меньше не получается: ведь в этом зазоре нужно расположить обмотку якоря.

Инженеры придумали делать на поверхности якоря желобки — пазы — и в них укладывать обмотку. Так получается гораздо лучше. Зазор между башмаками статора и выступами якоря можно делать маленьким, потому что обмотка из него убрана в пазы.

Вам будет легче всего изготовить двухполюсный набивной якорь, показанный на рис. 58; у него два полюса и два

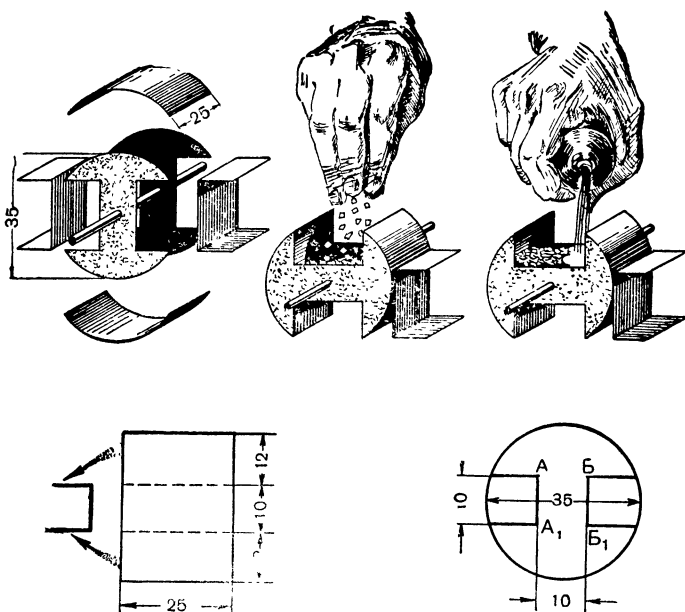


Рис. 58. Набивной двухполюсный якорь. Внизу слева — заготовка стенки паза; справа — щека.

паза для обмотки. Этот якорь похож на двухполюсный сборный якорь (см. рис. 54), только сердечник его гораздо толще, массивнее. А нам это и нужно — теперь мощность двигателя увеличится.

Сердечник якоря (рис. 58) представляет собой жестяную коробочку, набитую железными опилками или мягкой железной проволокой и залитую лаком.

Наиболее важная часть коробочки — это щеки. От точности их изготовления зависит хорошая работа якоря. На листе жести обозначьте центр и проведите через него две взаимно-перпендикулярные линии. Из центра проведите окружность радиусом 18 мм и расчертите пазы по рис. 58. Точно так же произведите разметку второй щеки.

Вырежьте каждый кружок ножницами в два приема. Сначала грубо — с припуском 2—3 мм, затем точно по разметке, но с таким расчетом, чтобы линия разметки осталась на кружке. Держа кружок в левой руке, доведите его точно по разметке мелким напильником. При этом

напильник должен совершать плавные движения вдоль окружности.

Теперь нужно вырезать пазы. Ножницами сделайте надрезы по линиям до точек *A*, *A*₁, *B* и *B*₁. Затем, наложив линейку, проведите несколько раз по линиям *AA*₁ и *BB*₁ резачком из полотна ножовки (см. рис. 132) или обратной стороной остроконечного ножа. Подрезанные части легко отделяются, стоит только взять каждую из них плоскогубцами и качнуть несколько раз.

В центре каждой щеки пробейте гвоздем или просверлите отверстие такого диаметра, чтобы туго входил вал. Обе щеки насадите на вал на расстоянии 25 мм одна от другой.

Вырежьте из жести две прямоугольные заготовки стенок паза (рис. 58) и с помощью деревянного молотка согните их в виде буквы «П». Стенки паза должны входить в вырезы щек с легким трением. Вставьте одну из них на место и тщательно пропаяйте стыки с обеими щеками. Вторую пока отложите.

Вырежьте два куска жести размерами 25 × 45 мм и аккуратно изогните их на круглой болванке диаметром 35 мм. Наложите их на щеки и обвяжите тонкой проволокой или шпагатом. Места соединения со щеками как следует пропаяйте.

Продвиньте вал в отверстиях щек так, чтобы он выступал с одной стороны на 35 мм. Здесь будет коллектор. Набейте якорь железными опилками или обрезками мягкой, отожженной железной проволоки. Чтобы хорошо заполнить все углы, набивайте постепенно, порцию за порцией, и заливайте набивку лаком. Когда лак засохнет, поставьте на место вторую стенку паза и пропаяйте стыки.

Двухполюсный набивной якорь работает хорошо. Но он имеет тот же недостаток, что и все двухполюсные яко-

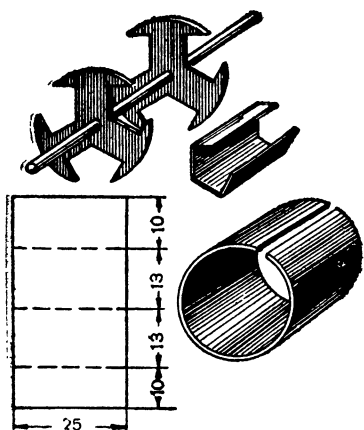


Рис. 59. Набивной трехполюсный якорь с прямоугольными пазами.

ря: не всегда сам трогается с места. Поэтому лучше делать якоря с большим числом полюсов.

На рис. 59 показана конструкция трехполюсного якоря с прямоугольными пазами. Изготавливается он так же, как и двухполюсный. Только выпуклые стороны полюсных

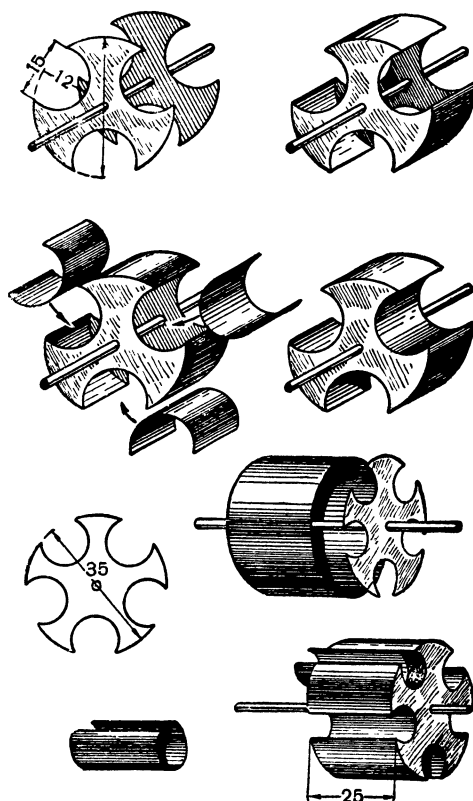


Рис. 60. Набивные якоря с круглыми пазами.

башмаков здесь удобнее делать иначе. Кусок жести размером 25×110 мм согните в трубку на круглой болванке диаметром 35 мм. Надвиньте трубку на щеки и обвяжите шпагатом. Просвет трубки должен приходиться на паз. Пропаяйте места соединения со щеками и удалите ножницами части трубки, закрывающие пазы.

На рис. 60 показаны якоря с круглыми пазами: трех-полюсный и пятиполюсный. Пазы в щеках для этих якорей вырежьте ножницами и аккуратно доведите круглым напильником до нужного размера.

В остальном порядок изготовления такой же, как для трехполюсного набивного якоря с прямыми пазами.

Якорь № 4

Труднее всего изготовить наборный якорь, сложенный из одинаковых пластин железа. Но электродвигатели с такими якорями работают лучше других. Недаром же все заводские электродвигатели имеют наборные якоря.

Наборный якорь можно сделать с любым числом полюсов. На рис. 61, вверху, показан двухполюсный наборный якорь, рассчитанный на ручное изготовление.

Из отожженного листового железа или жести нарежьте квадраты размером 40×40 мм. Квадратов нужно столько, чтобы плотная стопка из них имела в толщину 25 мм. Так, при толщине железа 0,5 мм потребуется 50 квадратов.

На каждом квадрате проведите диагонали. Из точки их пересечения разметочным циркулем прочертите окружность радиусом 18 мм. Пазы для обмотки и центры отверстий размечайте чертилкой по рис. 61. Вырезать пластины нужно точно так же, как щеки для набивного якоря (вариант № 3).

Отверстия для вала и заклепок нужно сверлить в каждой пластине отдельно. Отверстия для заклепок просверлите сначала в одной пластине, а по ней, как по кондуктору, будете сверлить и в остальных. Когда просверлите, осторожно снимите сверлом большого диаметра заусенцы по краям отверстий.

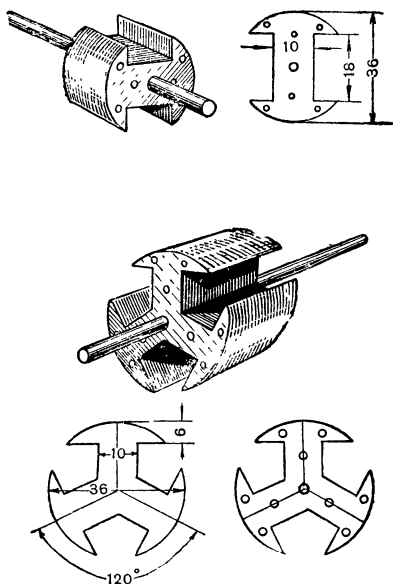


Рис. 61. Наборные якоря с двумя и тремя полюсами.

Для дальнейшей обработки наденьте весь набор заготовок на вал и две вспомогательные шпильки, вставленные в отверстия для заклепок.

Вал — отрезок мотоциклетной спицы или проволоки-серебрянки длиной 80—100 мм и диаметром 3 мм. На концы шпилек с обеих сторон наденьте шайбочки и туго стяните весь набор гайками.

Поверхности полюсов нужно подогнать как можно точнее к кругу. Для этого очень хорошо зажать весь пакет между двумя стальными шайбами диаметром точно 36 мм. Такие шайбы можно выточить на токарном станке в Доме пионеров, на Технической станции или в школьной мастерской.

Материал для шайб — листовая сталь толщиной 2 — 3 мм. Аккуратно просверлите в них отверстия по рис. 61 (такие же, как для вала и заклепок).

Зажав набор пластин между шайбами, опилите поверхности полюсов широким напильником. Опилку кончайте, как только напильник начнет касаться шайб.

Закончив опилку, приложите к пакету стальную линейку и по ней проведите острой чертилкой риску через весь пакет. Эта риска, так называемый «знак», поможет точно собрать пакет во второй раз. Теперь пакет можно спокойно рассыпать, вынув шпильки.

Протрите вал чистой тряпочкой, смоченной в бензине. Кисточкой нанесите на него тонкий слой клея БФ-2.

С каждой пластины осторожно снимите заусенцы, образовавшиеся при опилке. Делать это нужно плоским надфилем. Затем покройте пластины с одной стороны лаком и, не дав ему высохнуть, снова соберите пакет на валу и вспомогательных шпильках. Лакированная сторона каждой пластины должна соприкасаться с сухой стороной соседней, а «знак» совпадать в одну прямую линию. С той стороны, где будет коллектор, вал должен выступать из пакета на 35 мм.

Заклепки для стяжки пакета сделайте из мягкой, хорошо отожженной железной проволоки толщиной 3 мм. Годится и медная проволока такой же толщины, только ее, конечно, отжигать не нужно. Отрежьте шесть кусков по 30 мм. Каждый кусок зажмите в тиски так, чтобы над губками выступал лишь кончик высотой 2 мм, и ударами легкого молотка придайте этому кончику форму полукруглой головки.

Сначала поставьте заклепки в четыре свободных отверстия. Оперев каждую из них головкой на твердый металлический предмет, расклепайте ее конец. После этого выньте вспомогательные шпильки и замените их заклепками.

Пазы для обмотки подровняйте напильником и оклейте тонкой бумагой. К торцовым сторонам пакета приклейте картонные щеки, вырезанные по форме пластины рис. 61. На рис. 61, внизу, даны размеры пластин трехполюсного якоря, изготовляемого таким же способом.

Якорь № 5

На рис. 62 показано устройство и изготовление восьмиполюсного наборного сердечника якоря. Материал для его изготовления — отожженная жечь толщиной 0,3—0,5 мм. Нарезьте из нее столько квадратов 40×40 мм, чтобы общая толщина набора составляла 25 мм.

На каждом квадрате прочертите диагонали и найдите центр. Из центра разметочным циркулем вычертите

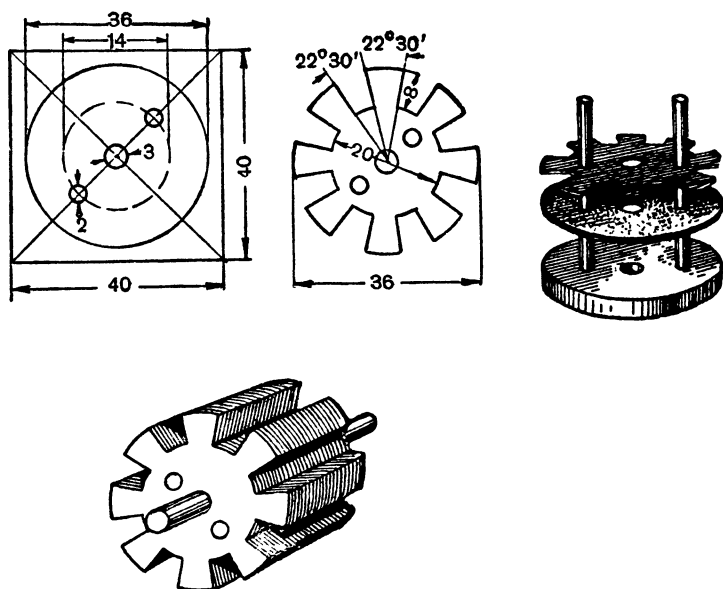


Рис. 62. Наборный восьмиполюсный якорь.

окружность радиусом 18 мм и две вспомогательные окружности радиусами 7 и 10 мм. Точки пересечения внутренней окружности с одной из диагоналей накерните. Здесь будут центры вспомогательных отверстий. Просверлите эти отверстия, а также отверстие для вала. Диаметр всех отверстий 3 мм. Кружок вырежьте по контуру так, чтобы не срезать линию разметки.

Из одной заготовки сделайте шаблон для разметки пазов. Его изготовление требует особой тщательности. Прежде чем вырезать кружок, разделите его окружность на шестнадцать частей. В точки деления проведите чертилкой радиусы. После этого вырежьте кружок и ножницами сделайте надрезы по радиусам до внутренней окружности диаметром 20 мм. Надрезанную заготовку тщательно выровняйте легкими ударами деревянного молотка.

Обратной стороной остроконечного ножа или резачком надрежьте по линейке основания пазов. После нескольких последовательных надрезов ненужные куски жести легко отделяются, если их захватить плоскогубцами и покачать. Еще раз выровняйте шаблон и зачистите его надфилем.

Заготовьте две вспомогательные шайбы. Их нужно выточить на токарном станке из листовой стали толщиной 2—3 мм. Диаметр шайб 36 мм. На каждой шайбе разметьте по три отверстия, точно совпадающие с отверстиями в заготовке (рис. 62). Просверлите их в одной из шайб диаметром по 3,2 мм. В другой шайбе среднее отверстие также диаметром 3,2 мм, а оба крайних диаметром 2,4 мм. В этих крайних отверстиях нарежьте трехмиллиметровую резьбу. Когда будете нарезать, следите, чтобы метчик шел строго перпендикулярно плоскости шайбы.

В шайбу с нарезными отверстиями заверните две шпильки диаметром 3 мм и длиной не менее 35 мм. Положите эту шайбу на стол шпильками вверх и приступайте к разметке пазов во всех заготовках. Каждую заготовку по очереди надевайте на шпильки, а сверху надевайте шаблон. Тонкой чертилкой переносите контуры пазов с шаблона на заготовку. Шпильки не дадут шаблону сдвигаться относительно заготовки во время разметки.

Пазы в каждой заготовке вырежьте так же, как вырезали в шаблоне. Выровняйте пластины деревянным молотком и снимите заусенцы напильником. На шпильки, завернутые во вспомогательную шайбу, наденьте картонный кружок, вырезанный по форме пластины якоря,

затем все заготовленные пластины, второй картонный кружок и вторую вспомогательную шайбу. Пазы во всех пластинах должны совпадать. Стяните весь набор гайками.

Широким плоским напильником опилите весь набор по шайбам. Закончив опиловку, острой чертилкой по линейке проведите вдоль всего сердечника глубокую риску — «знак». Такой «знак» часто бывает и на сердечниках заводских электродвигателей. Если понадобится разобрать сердечник, то «знак» поможет потом правильно собрать его. А нам как раз нужно сейчас разобрать наш сердечник якоря и собрать его снова, но уже без шайб. Наденьте все пластины на шпильки так, чтобы «знак» совпал в одну непрерывную линию. На каждую шпильку с обоих концов наденьте шайбы и гайки и стяните снова весь набор. Напильником подровняйте основания и боковые стороны пазов.

Снова разберите сердечник и снимите с каждой пластины заусенцы. Сердечник готов для окончательной сборки. Каждую пластину с одной стороны покройте шеллачным или бакелитовым лаком или клеем БФ-2. Делать это надо с помощью кисточки. Не дожидаясь высыхания лака, соберите сердечник на шпильках. Сухая сторона каждой следующей пластины должна прилегать к лакированной стороне предыдущей. Наружные стороны крайних пластин пока не лакируйте. Конечно, и здесь обращайтесь внимание на «знак». Надев шайбы, туго стяните набор гайками на вспомогательных шпильках.

Собранный сердечник просушите в течение 4—6 часов в духовке или подвесив над электрической плиткой. После сушки удалите шпильки и шайбы. Клеем БФ-2 приклейте картонные кружки, которые применялись при первой сборке.

Вал сделайте из мотоциклетной спицы или из стальной проволоки-серебрянки диаметром 3 мм. Чтобы при насадке на вал сердечник не расслоился, еще раз стяните весь набор двумя шпильками, пропущенными во вспомогательные отверстия.

Протрите вал тряпочкой, смоченной в бензине. Покройте его клеем БФ-2. Когда клей подсохнет, нанесите второй, жирный слой клея. Не давая ему высохнуть, загоните вал в сердечник легкими ударами молотка через дощечку или медную пластинку.

Через несколько часов, когда клей БФ-2 высохнет, выньте вспомогательные шпильки. Оставшиеся отверстия будут служить для вентиляции. Благодаря им якорь будет лучше охлаждаться. Поставив готовый сердечник якоря на контрольный станочек, отбалансируйте его, осторожно подпиливая пазы более тяжелой стороны.

Якорь № 6

На рис. 63 показан еще один восьмиполосный наборный сердечник якоря. В отличие от предыдущего, он имеет круглые пазы, совсем как у настоящих, заводских электродвигателей.

Нарезав из отожженной жести пачку квадратов 40×40 мм и общей толщиной 25 мм, прочертите на каждом квадрате диагонали. Из точки их пересечения разметочным циркулем вычертите окружность радиусом 18,5 мм. Все кружки аккуратно вырежьте ножницами, не захватывая разметочную линию, и в центре каждого просверлите отверстие по диаметру вала.

На токарном станке выточите две вспомогательные шайбы. Материал для шайб — листовая сталь толщиной 2—3 мм. Сначала нужно разметить стальные заготовки, как показано на рис. 63 внизу, слева. Найдя центр, накерните его, прочертите разметочным циркулем окружность радиусом 14 мм. Разбейте эту окружность

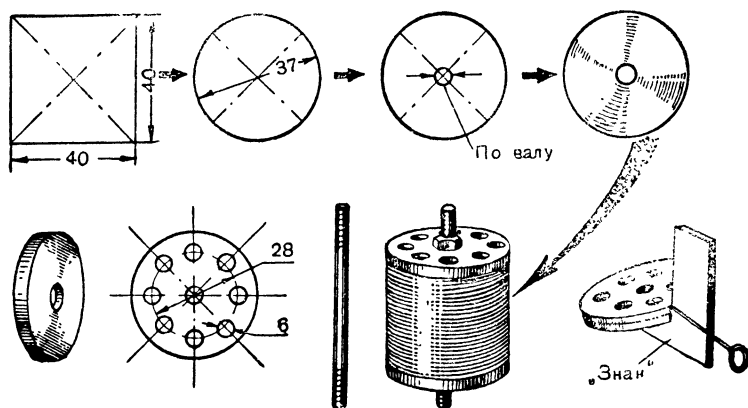


Рис. 63. Наборный восьмиполосный якорь с круглыми пазами.

на восемь частей при помощи транспортира. Каждую точку деления накерните. Просверлите в центре каждой заготовки отверстие по диаметру вала. Затем, надев обе заготовки на оправку и закрепив, проточите шайбы до диаметра 36 мм.

Сняв шайбы с оправки, просверлите в каждой из них по восемь отверстий в ранее накерненных точках. Диаметр отверстий 6 мм. Сверлите не спеша, следя, чтобы сверло было строго перпендикулярно к плоскости шайбы. Кончив сверлить, сложите шайбы вместе таким образом, чтобы все отверстия в них совпали возможно точнее, и, приложив к ребру шайб угольник, острой чертилкой нанесите «знак».

Подберите или изготовьте три шпильки: одну по толщине вала и две — по 6 мм. Длина всех шпилек не менее 35 мм. На среднюю шпильку соберите все заготовки пластин, наденьте с каждого конца по кружку диаметром 36 мм, вырезанному из плотного картона, а поверх кружков — по стальной шайбе. Поверните шайбы так, чтобы риски «знака» на них пришлись точно одна против другой, и при помощи гаек стяните весь набор как можно туже.

Теперь по отверстиям в шайбах нужно будет просверлить весь пакет насквозь. Сверлите осторожно, следя, чтобы сверло не «било» и не шло косо. Просверлив пакет немного больше, чем на половину толщины, поверните его и сверлите с противоположной стороны, пока отверстия не встретятся. Как только первое отверстие будет просверлено, вставьте в него одну из шестимиллиметровых шпилек и также затяните гайками.

Второе отверстие просверлите таким же способом по другую сторону оси пакета. В него вставьте вторую шпильку и затяните гайками. Остальные отверстия можете сверлить в любом порядке, но также в два приема, то есть навстречу с двух сторон. Закончив сверление отверстий, выньте осевую шпильку и, надев набор на оправку, проточите его на токарном станке до диаметра 36 мм или опилите по окружности широким плоским напильником, как это делалось при изготовлении других сердечников якорей.

Обработав набор по окружности, прочертите по линейке «знак». Разберите набор и надфилем снимите со всех пластин заусенцы. После этого окончательно собе-

рите сердечник на трех шпильках, покрывая пластины с одной стороны лаком или клеем БФ-2. «Знак» должен слиться в одну прямую. Плотнo стяните сердечник с помощью гаек. Сушку сердечника и насадку его на вал производите так же, как и для якоря № 5.

Осталось пропилить пазы сердечника, чтобы в них можно было уложить обмотку. Зажмите сердечник в тиски и ножовкой аккуратно сделайте продольные пропилы, как показано на рис. 64. Снимите заусенцы напильником.

К торцовым поверхностям сердечника клеем БФ-2 приклейте картонные кружки, прорезав их пазы ножницами. Перед намоткой тщательно покройте внутренность пазов асфальтовым или другим лаком, а ось обмотайте изоляционной лентой по обе стороны сердечника.

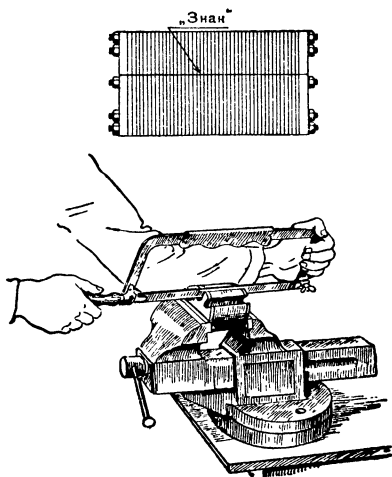


Рис. 64. Ножовкой сделайте продольные пропилы.

ОБМОТКА ЯКОРЕЙ

Обмотка якоря электродвигателя всегда состоит из отдельных секций, содержащих одинаковое число витков. Количество секций зависит от числа полюсов якоря. Обмотки выполняются только изолированным проводом. При использовании провода, уже бывшего в употреблении (смотанного с трансформатора, реле, дросселя, электрического звонка и т. п.), тщательно осмотрите его изоляцию, прежде чем мотать. Все подозрительные места аккуратно оберните кусочками папиросной бумаги, смазанными клеем БФ-2.

Перед тем, как начать обматывать якорь, необходимо тщательно изолировать все его части, а также части вала, которые будут соприкасаться с обмоткой. Обычно для этого якорь оклеивают бумагой, а на вал надевают тру-

бочки из кембрика или хлорвинила, либо же обертывают его изоляционной лентой.

При намотке избегайте натягивать провод слишком сильно. Следите, чтобы на проводе не образовывались «барашки» — скрутки в виде петелек. Обмотку ведите не спеша, аккуратно; укладывайте виток к витку, ряд за рядом.

При обмотке набивных или наборных якорей, имеющих пазы, следите за тем, чтобы провода обмотки нигде не выступали выше полюсов якоря. Выступающие части обмотки при работе двигателя могут цеплять за полюсы статора. В результате их повреждения двигатель выйдет из строя.

Обмотки в пазах якоря желательно защищать сверху. Легче всего это сделать в таких якорях, где пазы кнаружи сужаются (см. рис. 59, 60, 61, нижний). Здесь в каждый паз поверх обмотки следует вдвинуть полоску картона такой ширины, чтобы края паза удерживали ее.

Обмотанный якорь отбалансируйте на контрольном станочке (см. рис. 53). Если одна сторона якоря будет все время перетягивать, увеличьте вес противоположной стороны. Для этого в простейших сборных якорях более легкий полюс оклеивайте поверх обмотки дополнительными слоями бумаги. Для балансировки более массивных наборных и набивных якорей хорошо пользоваться свинцовой оболочкой от телефонного кабеля. В якорях, где пазы сужаются кнаружи, можно просто вдвигать кусочек расправленной свинцовой оболочки в паз поверх обмотки. В якорях с открытыми пазами придется кусочки свинца, уложенные в паз, приматывать ниткой или изоляционной лентой.

Тщательная балансировка якоря очень важна для работы электродвигателя.

Длина и толщина провода, идущего на обмотку якоря, зависят от напряжения источника питания и от схемы соединения обмоток двигателя. Как уже говорилось в главе «Катушки статоров», схему соединения обмоток мы принимаем последовательную.

При этом все данные обмоток указываются для напряжения 12 вольт переменного или 8 вольт постоянного тока. Пересчет длины и диаметра провода обмоток производится точно таким же образом, как для катушек статоров, и по той же самой таблице (см. стр. 47).

Обмотка двухполюсных якорей

Схема обмотки двухполюсного якоря показана на рис. 65. Обмотка состоит из двух половин или секций, соединенных между собой последовательно. Начало первой секции присоединено к одной пластине коллектора, конец второй секции — к другой.

Для примера опишем подробно обмотку двухполюсного якоря № 1 (см. рис. 54). Для обмотки заготовьте 20 м изолированной мелкой проволоки диаметром 0,25—0,31 мм в любой изоляции.

Удобнее всего заранее сматывать проволоку на двух гвоздях, забитых в доску, как сказано на стр. 48. Закрепите начало проволоки на одном гвозде. Натяните ее между гвоздями двадцать раз, следя при этом, чтобы не образовались «барашки». Затем, не обрывая проволоку, оберните ее два — три раза вокруг гвоздя и натяните еще двадцать раз между гвоздями.

Проверьте, хорошо ли оклеены бумагой все части сердечника якоря, которые будут соприкасаться с обмоткой.

Конец провода длиной 8—10 см обмотайте несколько раз вокруг вала, чтобы закрепить, и начинайте обмотку. Обматывайте сначала одну половину якоря. Начав от вала, аккуратно укладывайте провод виток к витку, пока не дойдете до полюсного башмака. Продолжая мотать в ту же сторону, идите теперь от башмака обратно к валу. Так укладывайте провод ряд за рядом, пока не намотаете 10 м.

Дойдя до того места, где провод обернут два — три раза вокруг гвоздя, освободите его и, не обрывая, переходите на вторую половину якоря, по другую сторону вала. Мотать продолжайте в том же направлении. Если, например, вы наматывали провод по часовой стрелке, держа обматываемый полюс якоря к себе, то сначала

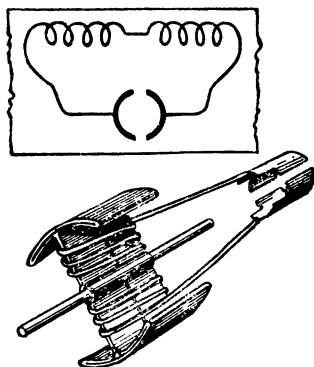


Рис. 65. Обмотка двухполюсного якоря.

продолжайте держать якорь к себе уже обмотанным полюсом и мотайте опять-таки по часовой стрелке. Потом можете для удобства работы повернуть якорь к себе тем полюсом, который вы обматываете сейчас. При этом окажется, что вы мотаете уже против часовой стрелки. Так и должно быть.

Смотав с гвоздей оставшиеся 10 м провода, конец обмотки закрепите на якоре ниткой. Для присоединения к коллектору и здесь оставьте кончик длиной 8—10 см и пока оберните его вокруг вала.

Таким же точно образом обматывают все двухполюсные якоря. На набивной якорь № 3 (см. рис. 58) намотайте 20 м (два раза по 10 м) провода диаметром 0,40—0,45 мм, на наборный якорь № 4 (см. рис. 61) — 16 м (2×8) провода диаметром также 0,40—0,45 мм.

Обмотка трехполюсных якорей

Схема обмотки трехполюсного якоря показана на рис. 66. Обмотка состоит из трех секций. Начало каждой секции соединяется с концом предыдущей и подключается к пластине коллектора. Здесь также намотку каж-

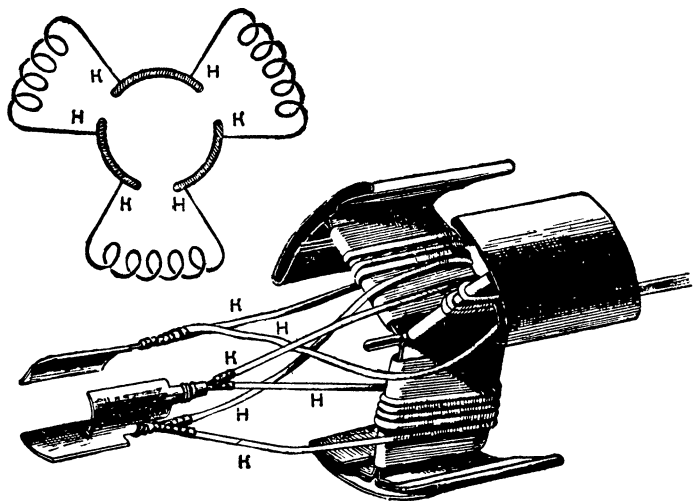


Рис. 66. Обмотка трехполюсного якоря. Буквами *Н* обозначены начала секций, буквами *К* — концы.

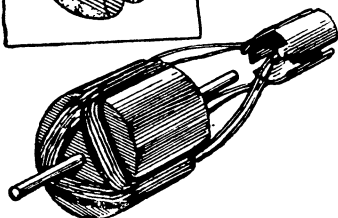
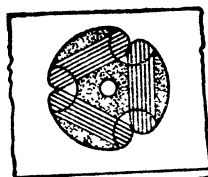


Рис. 67. Вариант обмотки трехполюсного якоря.

дого полюса нужно производить в слой, виток к витку, ведя провод сначала от вала к башмаку, затем обратно и т. д. Каждый полюс обматывают по часовой стрелке, держа его башмаком к себе. Здесь удобнее заготавливать провод для каждой секции отдельно.

На трехполюсный якорь № 1 (см. рис. 55) намотайте три секции по 8 м провода диаметром 0,25—0,31 мм, на набивной якорь № 3 (см. рис. 59 и 60) — три секции по

9 м провода диаметром 0,40—0,45 мм и на наборный якорь № 4 (см. рис. 61) — три секции по 6 м провода диаметром также 0,40—0,45 мм. Обратите внимание на то, что у двух последних якорей в каждом пазу лежат две секции обмотки. Это хорошо видно на схеме рис. 67.

Обмотка пятиполюсных якорей

Схема обмотки пятиполюсного якоря дана на рис. 68.

Порядок обмотки точно такой, как для трехполюсного якоря. Каждая секция обмотки пятиполюсного якоря № 1 (см. рис. 56) состоит из 4 м провода диаметром 0,25—0,31 мм, а пятиполюсного якоря № 3 (см. рис. 60) — из 3 м провода диаметром 0,40—0,45 мм.

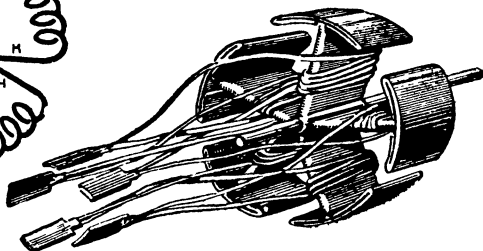
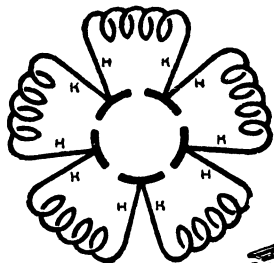


Рис. 68. Обмотка пятиполюсного якоря. Буквами *H* обозначены начала секций, буквами *K* — концы.

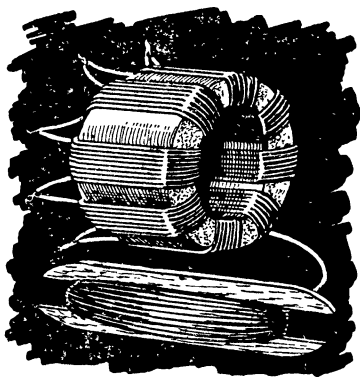


Рис. 69. Обмотка кольцевого якоря.

Обмотка кольцевого якоря

Здесь придется при каждом витке протаскивать провод через кольцо. Чтобы это удобнее было делать, заготовьте из тонкой фанеры специальный челнок по рис. 69. Отмерив кусок провода, необходимый для намотки одной секции, сначала аккуратно перематывайте его на челнок, а потом уже с помощью челнока уложите этот провод на кольцо виток к витку.

Кольцевой якорь не имеет явно выраженных полюсов, поэтому его обмотка может иметь любое число секций. Мы рекомендуем намотать восемь секций провода диаметром 0,31 — 0,4 мм, по 3 м в каждой секции. При этом обратите внимание, что каждая секция должна занимать не более одной восьмой части окружности кольца. Лучше всего заранее начертить границы отдельных секций на бумаге, которой вы оклеите якорь до начала обмотки. В один ряд провод не уложится—придется поверх первого ряда намотать второй так же аккуратно, виток к витку. Провод нужен в шелковой или хлопчатобумажной изоляции. Из эмалированных годится только провод марки ПЭЛ (провод эмалированный лакоустойкий). Готовую обмотку промажьте лаком или клеем БФ-2 и снаружи оклейте слоем папиросной бумаги.

Обмотка барабанного якоря

Сердечники наборных восьмиполюсных якорей (якоря №№ 5 и 6, см. рис. 62 и 63) по форме напоминают барабан. Такого вида якоря бывают и у заводских электродвигателей. Они называются барабанными якорями.

Схемы обмотки барабанных якорей бывают разные. Мы выбрали самые простые из них. На рис. 70 показана обмотка восьмиполюсного якоря, состоящая из четырех секций, и схема этой обмотки. Оклеив пазы и торцовые

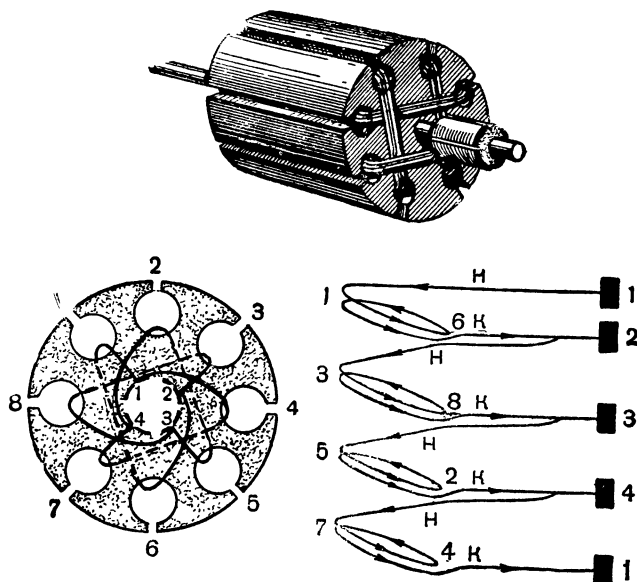


Рис. 70 Обмотка восьмиполюсного барабанного якоря.

стороны сердечника якоря бумагой, пронумеруйте пазы порядковыми номерами от 1 до 8.

Начало обмотки *Н*, которое будете потом припаивать к первой пластине коллектора, закрепите на валу и вложите провод диаметром 0,4—0,45 мм в первый паз. Проведя провод обмотки по пазу, пропустите его по противоположному торцу сердечника в шестой паз, затем — снова в первый и т. д. Так мотайте до тех пор, пока не заполните оба пазы. Длина проводов обмоток (по 3 м на каждую из четырех секций) здесь дана примерно; самое важное — намотать на все секции одинаковое число витков. Поэтому, мотая первую секцию из первого пазы в шестой, аккуратно считайте витки. Когда паз заполнится, запишите, сколько витков у вас получилось, и конец провода *К* длиной 8—10 см замотайте вокруг вала. Этот конец вы потом припаяйте ко второй пластине коллектора вместе с началом второй секции обмотки якоря. Вторую секцию мотайте из третьего пазы в восьмой. В ней должно быть столько же витков, сколько в первой. Конец этой

секции, соединив его с началом третьей, припаяйте к третьей пластине коллектора. Третья секция (из пятого паза во второй) и четвертая (из седьмого паза в четвертый) должны содержать столько же витков, сколько первая и вторая секции. Их соединение понятно из рис. 70.

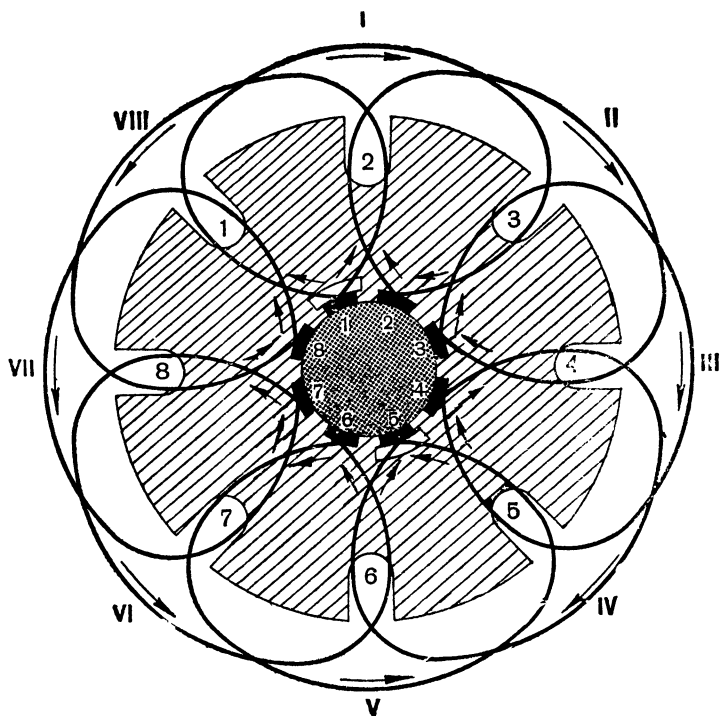


Рис. 71. Схема обмотки восьмиполюсного барабанного якоря (вариант из восьми секций): I—VIII — секции обмотки; 1—8 — пазы якоря и пластины коллектора (в центре).

На рис. 71 показана схема обмотки восьмиполюсного барабанного якоря, состоящая не из четырех, а из восьми секций. Начинаясь от первой пластины коллектора, первая секция обмотки идет из первого паза в третий и, заполнив их до половины, заканчивается на второй пластине коллектора. Здесь же начинается вторая секция обмотки, уложенная во второй и четвертой пазы, и т. д.

Дальнейший ход обмотки ясен из схемы рис. 71. Провод для обмотки нужен диаметром 0,4—0,45 мм, в любой изоляции. На каждую секцию пойдет около 1,5 м провода, но главное здесь не метраж, а равное число витков во всех секциях обмотки.

КОЛЛЕКТОРЫ

На схемах обмоток вы видели, что электрический ток к якору подводится через коллектор. Из щетки ток переходит в пластину коллектора, от нее расходится по секциям обмотки и затем собирается на другой пластине коллектора, откуда переходит во вторую щетку. Особенно хорошо это видно на рис. 71, где для наглядности нарисованы две щетки и стрелками показано направление тока в секциях обмотки.

На рисунке изображен момент, когда щетка, соединенная с положительным полюсом источника тока, касается первой пластины коллектора. В это же время щетка, соединенная с минусом, касается противоположной, пятой пластины. Разумеется, при последовательном возбуждении двигателя одна из щеток соединена с источником тока не прямо, а через обмотку статора, но это дела не меняет.

Проследим путь тока по обмоткам якоря на схеме рис. 71. От первой пластины коллектора ток расходится по двум путям. Один путь ведет через первую (обозначенную знаком I) секцию обмотки ко второй пластине коллектора. Но возле этой пластины сейчас нет щетки, поэтому ток течет дальше, через вторую секцию обмотки якоря к третьей пластине коллектора, оттуда — через третью секцию к четвертой пластине и, наконец, через четвертую секцию обмотки достигает пятой пластины коллектора. Отсюда он уходит в минусовую щетку. Таким образом, на пути от плюсовой щетки к минусовой ток последовательно обтекает четыре секции обмотки якоря.

Второй путь тока от первой пластины коллектора вы легко можете проследить сами. Ток последовательно протекает через восьмую, седьмую, шестую и пятую секции обмотки якоря и также достигает пятой пластины коллектора, откуда уходит в минусовую щетку. Значит, и здесь ток обтекает четыре секции обмотки якоря.

Если якорь электродвигателя вращается против часовой стрелки, то вслед за первой пластиной коллектора к плюсовой щетке подойдет вторая, а к минусовой щетке вслед за пятой пластиной подойдет шестая. При этом ток в якоре снова будет растекаться по двум путям, каждый из которых ведет через четыре секции обмотки, соединенные последовательно.

Таким образом, питание якоря током поддерживается и двигатель продолжает вращаться. Нужно только, чтобы между щетками и коллектором был все время хороший, надежный контакт. Иначе цепь тока будет то и дело обрываться. И еще важно, чтобы отдельные пластины коллектора были хорошо изолированы друг от друга. Если две пластины случайно замкнутся накоротко, то секция обмотки якоря, подключенная между этими пластинами, работать не будет: ток в нее не пойдет.

Теперь вы знаете, какой должен быть коллектор электродвигателя. Он должен состоять из отдельных пластин, изолированных одна от другой и от вала двигателя. Пластины должны давать хороший контакт со щетками. Для этого их следует делать из меди или латуни. Другие металлы не годятся: они имеют большое сопротивление и быстро загрязняются окислами. Поверхность пластин коллектора должна быть ровной, а форма всего коллектора — строго цилиндрической, чтобы щетки не прыгали, как по лестнице, а прижимались к коллектору все время одинаково.

Коллектор должен быть прочно закреплен на валу двигателя. Если он будет болтаться, то присоединенные к нему концы обмоток рано или поздно обломаются. Насаживая коллектор на вал, следите, чтобы его пластины приходились точно против полюсов якоря, а промежутки между пластинами — против пазов, где уложена обмотка.

От точности и аккуратности изготовления коллектора во многом зависит хорошая работа электродвигателя.

Различные варианты конструкции цилиндрического коллектора показаны на рис. 72. На валу двигателя сидит изоляционный цилиндр, к которому прикреплены пластины из меди или латуни. Толщина пластин нужна не менее 0,3 мм, иначе щетки быстро их протрут. Хорошие пластины получаются из медной или латунной трубки подходящего диаметра

Если есть токарный станок, цилиндрик для коллектора можно выточить из текстолита, эбонита, сухого дерева. Отверстие для надевания на вал просверлите строго в центре. Цилиндрик должен надеваться туго. Прежде чем сажать его на место, смажьте вал клеем БФ-2.

Хороший цилиндрик для коллектора можно сделать и без токарного станка. Нарежьте из писчей бумаги несколько полосок шириной по 20 мм. Приготовьте клей жидкий столярный, БФ-2 или казеиновый клей «Слон». Смажьте кончик одной из бумажных полосок клеем и, приложив его к валу, сделайте первый оборот.

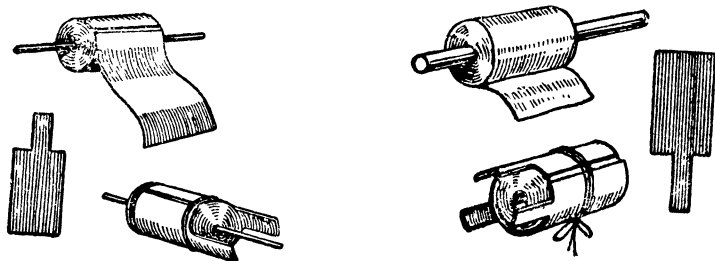


Рис. 72. Цилиндрические коллекторы.

Придержите полоску пальцами, пока клей не схватится. Затем продолжайте наматывать полоску возможно плотнее, все время смазывая ее тонким слоем клея. О ровности краев не беспокойтесь: вы их подровняете потом. Когда кончится первая полоска, вторую не накладывайте на конец первой, а приклейте встык, иначе получится бугорок.

Намотайте цилиндрик диаметром примерно 8 мм. Конец полоски оборвите, снимите цилиндрик с вала и положите его сохнуть, перевязав ниткой. Хорошо намотанный цилиндрик после сушки становится крепким, почти как деревянный. Острым ножом обрежьте его с обоих концов до длины 10 мм.

На цилиндрике нужно укрепить столько пластин, сколько секций имеет обмотка якоря. Так, например, для восьмиполусного якоря с обмоткой из четырех секций (см. рис. 70) нужен коллектор из четырех пластин, а для такого же якоря с обмоткой из восьми секций (см. рис. 71) — коллектор из восьми пластин.

Ширина всех пластин должна быть одинакова. Промежутки между соседними пластинами оставляйте 0,5—1 мм. Для расчета ширины пластин измерьте диаметр цилиндрика. Только имейте в виду, что бумажный цилиндрик, высохнув, несколько уменьшится в диаметре. Поэтому его нужно измерять после сушки.

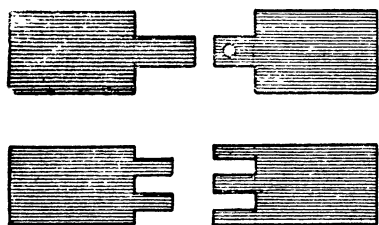


Рис. 73. Формы коллекторных пластин.

У цилиндрика диаметром 8 мм длина окружности равна $8 \times 3,14 = 25$ мм. Для коллектора из двух пластин ширина каждой пластины будет 12 мм, а всего — 24 мм. Оставшийся 1 мм пойдет на два промежутка. Для коллектора из трех пластин ширина пластины будет 7,5 мм. На три промежутка здесь пойдет 2,5 мм.

Таким способом вы легко рассчитаете ширину пластин и промежутков для любого диаметра цилиндрика и числа пластин.

Длина широкой части каждой пластины должна быть равна длине цилиндрика коллектора. Для припайки концов обмоток якоря у каждой пластины оставьте сзади выступ. Различные формы выступов показаны на рис. 73.

Прежде чем прикреплять пластины к цилиндрику, их надо выгнуть по дуге. Делать это нужно легким молотком на деревянной палочке несколько меньшего диаметра, чем цилиндрик. Так, например, хорошо подходит обычная ученическая ручка, диаметр которой 7 мм. Готовые пластины должны плотно прилегать к цилиндрику по всей длине.

Выступы пластин залудите с канифолью. Помните, что применять кислоту для пайки обмоток ни в коем случае нельзя.

После этого пластины можно ставить на место. Проще всего приклеить их к цилиндрику клеем БФ-2. Если такого клея у вас нет, можно воспользоваться столярным клеем или конторским (только не силикатным, а казеиновым). В этом случае внутреннюю поверхность пластин сначала надо слегка смазать луковым соком и просушить.

Намазав пластины клеем, приложите их к цилиндрику и подвиньте так, чтобы промежутки были одинаковыми.

Чтобы пластины лучше держались, туго обвяжите их по краям ниткой с клеем или нагоните изоляционные шайбы подходящего диаметра. Прежде чем надевать готовый коллектор на вал, разрежьте луковицу и ее срезом смажьте то место вала, где будет сидеть коллектор. Когда сок подсохнет, намажьте вал клеем БФ-2 и насадите коллектор выступами пластин к якорю. Промежутки между пластинами должны приходиться как раз по середине промежутков между полюсами.

На рис. 74 показан вариант конструкции коллектора с двумя цилиндриками, один в другом. Этот вариант лучше всего получается с пластинами, вырезанными из трубки. Здесь цилиндрики тоже можно сделать из бумаги с клеем, если не удастся воспользоваться токарным станком.

Вырезав из писчей бумаги полосу шириной 20 мм, наворачивайте ее на вал двигателя, промазывая жидким столярным или казеиновым клеем.

Намотайте цилиндрик диаметром 9 мм. Верхний виток должен быть снаружи сухим. Оторвав полосу, намотайте поверх первого цилиндрика второй таким же образом, проложив между ними два слоя папиросной бумаги. Диаметр второго цилиндрика должен быть таким, чтобы на него плотно садилась подобранная вами медная или латунная трубка.

Сняв цилиндрики с вала и вынув один из другого, положите их сохнуть. Когда высохнут, снова соберите их на валу и острым ножом обрежьте у обоих сразу неровные края так, чтобы длина оставшейся части была 12 мм.

На трубке расчертите границы отдельных пластин кол-

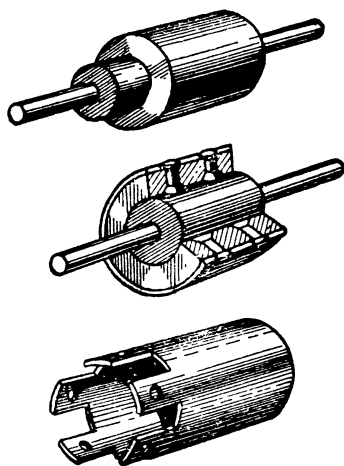


Рис. 74. Вариант конструкции цилиндрического коллектора.

лектора. В середине каждой пластины обозначьте места для двух заклепок. Затем насадите верхний цилиндр на толстый карандаш или деревянную палочку подходящего диаметра. Смажьте цилиндр клеем БФ-2 и наденьте на него металлическую трубку.

Заготовьте заклепки из медной проволоки диаметром 1,5—2 мм. В размеченных местах просверлите сквозь трубку и цилиндр отверстия под заклепки. Толстым сверлом раззенкуйте их с наружной стороны трубки. Заложите изнутри заклепки с потайной головкой и, надев цилиндр на толстый гвоздь, срежьте наружные концы заклепок и расклепайте их. Аккуратно заровняйте внутренние концы заклепок полукруглым надфилем, а наружные — плоским напильником. Вставьте внутренний цилиндр, смазав его клеем БФ-2.

Дав коллектору просохнуть в течение суток, насадите его на гвоздь и пропилите металлическую трубку по рискам. Теперь пластины изолированы друг от друга.

Чтобы щетки ровнее шли по коллектору и не стучали, заполните щели между пластинами клеем БФ-2. Когда клей высохнет и уменьшится в объеме, подмажьте еще, и так повторите несколько раз. Затем мелкой шкуркой очистите поверхность пластин от попавшего клея.

На рис. 75 показана еще одна конструкция коллектора. Этот коллектор не цилиндрический, а дисковый. Диск для него выпилите из какого-нибудь изоляционного материала: текстолита, гетинакса, тонкой фанеры. Разделите диск на секторы по числу пластин коллектора. В центре просверлите отверстие для насадки на вал двигателя. По обе стороны этого отверстия тремя сквозными заклепками приклепайте накладки из белой жести. Эти накладки вы потом припаяете к валу.

Пластины коллектора вырежьте из листовой меди или латуни толщиной 0,5—0,8 мм. На рис. 75, внизу, показаны два варианта крепления пластин к диску. Наиболее удобно вырезать пластины с лепестками, которые потом пропускаются в прорези диска и отгибаются. Один лепесток предварительно залудите, чтобы к нему легко было припаять провода от обмоток. Разметив на диске места пропилов, просверлите в середине каждого из них маленькое отверстие. Пропустите в это отверстие лобзикovou пилку и распилите щель в обе стороны.

Лепестки нужно отгибать круто под прямым углом,

иначе пластины не будут прилегать к диску. Но иногда попадает хрупкая латунь, которая при отгибании лепестков ломается. В этом случае воспользуйтесь вторым вариантом крепления пластин.

В каждой пластине просверлите по два — три отверстия под заклепки. С лицевой стороны раззенкуйте эти отверстия.

Приложив пластины к диску и правильно их установив, обозначьте на диске места отверстий в пластинах. Просверлите в этих местах отверстия в диске и приклепайте пластины, заложив заклепки со стороны диска. Заклепки нужны медные (из медной проволоки). Опилите их вровень с пластинами.

Под головку одной из заклепок каждой пластины предварительно подложите залуженный лепесток для припайки проводов от обмотки якоря.

Насадив коллектор на вал, сначала слегка прихватите пайкой одну из треугольных накладок. Тщательно отрегулируйте положение диска, чтобы он не давал «восьмерки» при вращении. В найденном положении окончательно припаяйте обе накладки к валу.

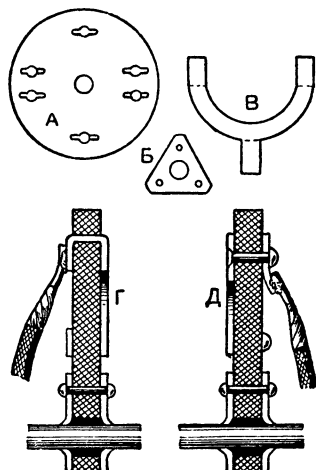
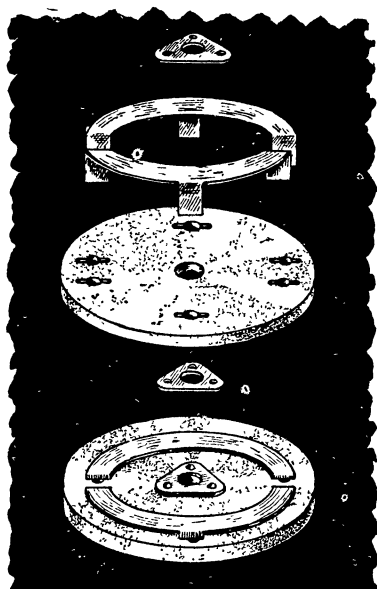


Рис. 75. Дисковый коллектор: А — диск с отверстиями; Б — накладка; В — пластина; Г — вариант крепления пластины лепестками; Д — вариант крепления пластины заклепками.

ЩЕТКИ И ЩЕТКОДЕРЖАТЕЛИ

Вы уже знаете, что щетки служат для подвода электрического тока к вращающемуся коллектору электродвигателя. Для того чтобы щетки давали хороший, надежный контакт с коллектором, они должны быть к нему прижаты. При слабом прижмении щетки сильно искрят.

Но и слишком сильный прижим не годится: он тормозит вращение двигателя.

Значит, конструкция щеток и щеткодержателей должна позволять легко регулировать прижим щеток к коллектору.

По мере работы двигателя щетки постепенно обгорают, а на коллекторе накапливается металлическая или угольная (при угольных щетках) пыль. Щеткодержатель должен легко сниматься, чтобы можно было менять щетки и чистить коллектор.

Выбор конструкции щеткодержателя и щеток зависит от принятой конструкции статора и подшипниковых щитов. На рис. 76 показаны различные варианты самых простых щеток для электродвигателей с подшипниковыми стойками (статоры №№ 1, 2, 3, 4, 5, 8 и 10).

Лучший материал для таких щеток — листовая бронза или латунь толщиной 0,3—0,5 мм. Для того чтобы щетки хорошо пружинили, материал нужно отгартовать, проковав его стальным молотком на наковальне или другом гладком металлическом предмете (обрубке рельса, утюге и т. п.).

Хороший материал для щеток — выводы от сухих батарей для карманного фонаря. Они иногда бывают сделаны из латуни толщиной 0,3 мм и хорошо гартуются. В нижнем конце щетки просверлите отверстие под винтик или шуруп, крепящий щетку к основанию.

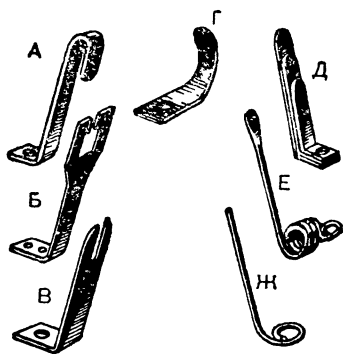


Рис. 76. Щетки для электродвигателей с подшипниковыми стойками: А и Г — простые щетки из листового материала; Б — щетка из контактной пружины от реле; В — разрезная щетка; Д — рессорная щетка; Е и Ж — щетки из проволоки.

Изогните щетку плоскогубцами и привинтите ее к основанию. Под головку винта или шурупа подложите металлическую шайбу и наденьте конец провода, свернутый петлей.

Некоторые щетки на рис. 76 в верхней части разрезаны вдоль. Сделано это неспроста: такие разрезные щетки меньше искрят.

Чем тоньше материал щетки, тем она мягче, эластичнее. Но щетки из очень тонкого материала дают слишком слабый прижим. Их нужно делать из нескольких (двух—трех) пластинок, сложенных вместе наподобие рессоры. Пластинка, которая прижимается к коллектору, — самая длинная, а длина верхних пластинок постепенно уменьшается.

Для двигателей самой малой мощности (со сборными статорами и сборными двух-, трехполюсными якорями) такие широкие щетки ни к чему. Здесь достаточно взять медную проволоку диаметром 0,8—1,0 мм.

Чтобы проволока лучше пружинила, ее тоже нужно отгартовать, закрутив конец вокруг ручки двери и потянув. Это сильно увеличит ее жесткость. Возле петли для винта сверните проволоку спиралью в три—четыре витка на толстом гвозде или отвертке. Спираль облегчает регулировку нажима.

Для увеличения поверхности контакта верхнюю часть щетки расплющите молотком или припаяйте к ней маленькую лопаточку из латуни или меди. Разумеется, проволока должна припаваться к лопаточке сверху, а не со стороны коллектора.

Для хорошей работы дви-

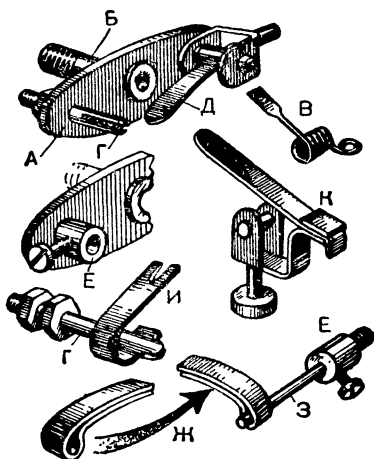


Рис. 77. Поворотный щеткодержатель и щетки к нему: А — пластина щеткодержателя — полоска из фибры; Б — штепсельное гнездо; В — щетка из гартованной медной проволоки; Г — укороченная ножка от вилок; Д — щетка из гартованной латуни или бронзы; Е — контакт от выключателя; Ж — рессорная щетка; З — проволоочный стержень; И — разрезная щетка; К — вариант крепления щетки из листового материала.

гателя важно бывает регулировать не только нажим, но и положение щеток. Крепление щетки к основанию не дает такой возможности. Хорошо сделать поворотный щеткодержатель, конструкция которого показана на рис. 77.

Поворотный щеткодержатель годится для любой конструкции статора, потому что его можно крепить и к стойкам, и к подшипниковым щитам.

Подберите штепсельное гнездо с гайками и кусочек фибры, органического стекла (плексигласа) или другого изоляционного материала толщиной 1,5—2 мм. Понадобятся также два винта с гайками и шайбами, или две разрезные ножки от штепсельной вилки, или два контакта от старого выключателя, лампового патрона и т. п.

Из фибры вырежьте полоску размером 32 × 12 мм. Закруглите ее концы и просверлите три отверстия: одно в центре для штепсельного гнезда и два по концам для винтов ножек вилки или контактов от выключателя.

Самые простые щетки для этого щеткодержателя — из гартованной медной проволоки толщиной 1 мм. На гвозде сверните из этой проволоки две спирали по три — четыре витка. С одного конца каждой спирали заверните петлю по размеру винта, а другой конец, длиной 30 мм, оставьте прямым и расплющите молотком. 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 одну из щеток немножко изогните.

Такие щетки очень хорошо пружинят, а на винтах их можно устанавливать в разных положениях, увеличивая или уменьшая нажим. Весь щеткодержатель со щетками может поворачиваться на гнезде, вставленном в отверстие стойки или подшипникового щита. Внутри гнезда заложите подшипник из проволоочной спирали, в котором будет вращаться вал двигателя, и набейте густую смазку. Найдя наиболее выгодное положение, при котором двигатель работает лучше всего, закрепите щеткодержатель на месте второй гайкой гнезда.

Вместо винтов можете завернуть в пластину щетко-

нок шириной 4 мм. Толщина набора каждой щетки 2—3 мм. С одного конца набор пропаяйте по торцам, с другого — спилите наискось напильником, чтобы ширина спиленной поверхности равнялась ширине одной пластины коллектора.

Щетки крепятся в щеткодержателях из гартованной латуни толщиной 0,4—0,5 мм, развертка которых по форме напоминает самолет. «Хвостовое оперение» щеткодержателя обожмите коробочкой вокруг готовой щетки и пропаяйте. Спильный конец щетки должен выступать наружу. Шейку щеткодержателя изогните, а в отверстия стогнутых «крыльев» вставьте укороченную ножку от штепсельной вилки и также пропаяйте. Конструкция пластины щеткодержателя и крепление к ней ножек от вилки вам уже знакомы.

Чтобы усилить прижим щеток к коллектору, сверните из упругой стальной проволоки две спиральные пружины. Один конец каждой пружины пропустите в специальное маленькое отверстие пластины щеткодержателя, сверните петель и подожмите под гайку ножки от вилки. Второй конец изогните таким образом, чтобы он прижимал щетку к коллектору. На рис. 78 видно, как это сделать.

Эти щетки напоминают настоящие щетки заводского электродвигателя. Они работают очень хорошо.

Если достанете мелкую латунную или медную сетку, можете свернуть из нее так называемые брусковые металлические щетки. Каждую щетку с одного конца пропаяйте, а с другого — спилите напильником наискось, как в предыдущей конструкции.

Изготовление брусковых щеток показано на том же рис. 78. Щеткодержатели для них такие же, как для только что описанных наборных щеток.

Все металлические щетки, как бы хорошо они ни работали, имеют один общий недостаток — они сделаны из такого же твердого материала, как и пластины коллектора. Поэтому коллектор быстро изнашивается. А сменить коллектор гораздо труднее, чем заменять щетки. Поэтому в заводских электродвигателях металлические щетки применяют редко. Гораздо чаще применяют угольные щетки различных видов. И вам мы рекомендуем сделать угольные щетки, если вы хотите, чтобы ваш электродвигатель прослужил долго.

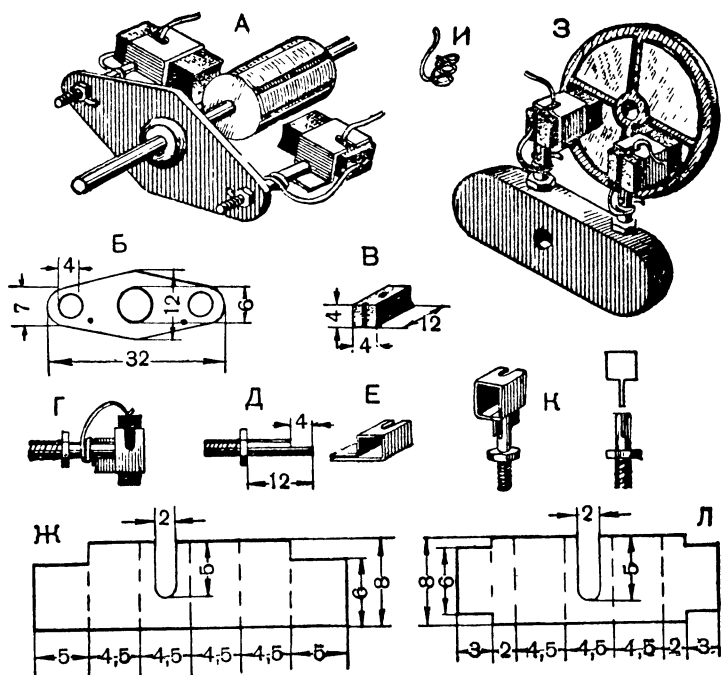


Рис. 79. Конструкции угольных щеток. Щетки для цилиндрического коллектора: А — общий вид; Б — пластина щеткодержателя; В — угольная щетка; Г — крепление прижимной пружины; Д — укороченная ножка от вилки; Е — обойма; Ж — развертка обоймы. Щетки для дискового коллектора: З — общий вид; И — прижимная пружина; К — обойма и ее крепление в ножке от вилки; Л — развертка обоймы.

Если не найдете готовых угольных щеток подходящего сечения, выпилите их напильником из больших щеток от крупных электродвигателей. В крайнем случае можете выпилить щетки из угольного стержня от сухого гальванического элемента (батарейки от карманного фонаря и т. п.). Это не так хорошо, потому что стержни для батарей делают из более твердого материала.

Выпиливая угольные щетки, будьте осторожны, чтобы угольная пыль не попала на одежду. Она очень трудно отстирывается.

Различные конструкции угольных щеток показаны на рис. 79. Все размеры на этом рисунке даны в расчете на щетки сечением 4×4 мм.

Слева дана конструкция крепления щеток к поворотному щеткодержателю. По выкройке вырежьте из листовой меди или латуни толщиной 0,4—0,5 мм две обоймы и согните их на деревянных брусочках 4×4 мм. Каждую обойму припаяйте к укороченной ножке от штепсельной вилки. Крепление ножек к щеткодержателю и щеткодержателя к подшипниковому щиту вам уже знакомы.

В каждой щетке выберите полукруглым напильником углубление под коллектор. Вдоль кромок углубления снимите фаски.

Сбоку в щетке обязательно просверлите отверстие для соединительного провода. Это отверстие видно сверху на рис. 79, В. Провод нужен по возможности мягкий, многожильный. Для его пропуска оставлен вырез в обойме щеткодержателя.

Щетка должна входить в щеткодержатель свободно. Чтобы обеспечить прижим ее к коллектору, придется применить прижимные стальные пружины в виде спиралей. Свернув спираль, пропустите один ее конец в специальное отверстие пластины щеткодержателя, сверните петель и наденьте на конец ножки под гайку. Второй конец спирали изогните так, чтобы он давил на щетку и подавал ее в обойме вперед. В торце щетки пропилите поперечную канавку. В нее будет упираться конец прижимной пружины.

На том же рис. 79, справа, показана конструкция щеткодержателя для угольных щеток не к цилиндрическому коллектору, а к дисковому. Щетки здесь такие же. Развертка обоймы немного другая, симметричная. Ножки, в разрезы которых впаены обоймы, можно крепить в пластмассовом корпусе от штепсельной вилки, просверлив для этого боковые отверстия. Прижимные пружины здесь тоже необходимы. Их форма видна на рисунке.

Других щеток и щеткодержателей для дискового коллектора мы здесь не даем. Вы сами сможете легко соорудить, как переделать для этой цели любую из описанных выше конструкций.

На рис. 80 дана еще одна хорошая конструкция щеткодержателя с угольными щетками для цилиндрического коллектора. Эта конструкция рассчитана на подшипниковый щит № 3 (см. рис. 52).

Щеткодержатель устанавливается между лапками заднего щита. Материал для него — листовое органическое стекло толщиной 2—3 мм. Годятся текстолит, гетинакс и даже тонкая фанера, пропитанная парафином.

Диаметр внутреннего отверстия щеткодержателя 20 мм. Наружный диаметр должен быть такой, чтобы щеткодержатель точно входил между лапками щита.

Из проволоки толщиной 2—2,5 мм согните кольцо и припаяйте его между лапками заднего щита на одном уровне с краем обоймы для шарикоподшипника (см. рис. 52).

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

По наружному краю щеткодержателя сделайте насечки, а к верхней лапке щита припаяйте пружинный фиксатор. Теперь щеткодержатель можно будет поворачивать от руки, устанавливая его под любым углом, а сам он сдвигаться не будет.

Щетки лучше всего выпилить из медно-графитных щеток настоящего электродвигателя, но можно и из угольных. Выпилите два кубика размером $5 \times 8 \times 8$ мм. В одной из широких (8×8) сторон каждого кубика выберите напильником полукруглое углубление по форме коллектора. Вдоль кромок углубления снимите фаски. В серединах углублений просверлите сквозные отверстия диаметром 2 мм под заклепки.

Для крепления щеток заготовьте две пружины. Вырежьте их размером 72×8 мм из тонкой отгартованной латуни. Отступя 6 мм от одного конца, просверлите в

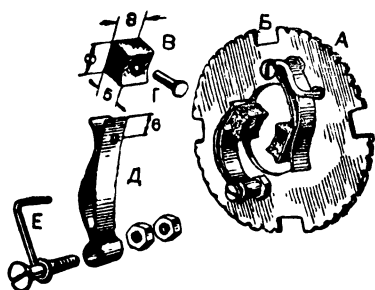


Рис. 80. Вариант конструкции щеткодержателя с угольными щетками: А — насечка; В — щетка; Г — вырез для упора; Д — пружина; Е — прижим.

пружинах отверстия диаметром 2 мм и приклепайте щетки.

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

Для крепления щеток подберите два винта с резьбой 2,6 мм или 3 мм и длиной по 18 мм, каждый с двумя гайками. Обогните пружины серединой вокруг винтов, а концы изогните, как показано на рис. 80. Кончик пружины, 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 пружину каждой щетки по очереди так, чтобы щетка хорошо прилегала к коллектору, но вращение почти не затруднялось. Найденные положения обчертите на щеткодержателе карандашом.

Вынув щеткодержатель, просверлите в нем по одному отверстию на контуре каждой пружины. Согнув из проволоки от конторской скрепки прижимы, наденьте их под головки винтов, крепящих щетки. Концы прижимов пропустите в отверстия. Теперь пружины будут надежно прижимать щетки к коллектору.

Провода для присоединения щеток припаяйте к пружинам.

ЗАЖИМЫ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Электродвигатель нужно соединить с источником тока — трансформатором или батареей. Если просто выпустить концы обмоток подлиннее, то на них после нескольких подключений обтреплется изоляция, да и сами концы могут оборваться или обломиться и электродвигатель будет испорчен. Поэтому в заводских электродвигателях обычно делают специальный щиток или панель с болтовыми зажимами. К болтам присоединяют концы обмоток двигателя, а сверху зажимают под гайку провода от источника тока. Понадобится снять электродвигатель

для осмотра, ремонта или замены — его всегда легко отключить, не боясь повредить обмотки.

Вам тоже нужно будет сделать зажимы для подключения ваших электродвигателей. Различные конструкции самодельных зажимов показаны на рис. 81.

Для самых простых электродвигателей, имеющих отдельную дощечку-основание, зажимы можно крепить прямо к этой дощечке. Здесь годится простой пружинящий зажим, показанный на рис. 81, А. Лучший материал для него — листовая латунь толщиной 0,3—0,4 мм. Сначала отгартуйте ее, то есть прокуйте молотком, а потом уже вырежьте по выкройке и согните.

Зажимы крепятся к основанию двигателя шурупами.

Концы обмоток очистите от изоляции, сверните петлями и подложите под зажимы. Если латуни не достанете, можно сделать зажимы из белой жести, но они хуже пружинят и не дают такого хорошего контакта.

К электродвигателям, не имеющим отдельного основания, нужно делать щитки для подключения, показанные на рис. 81, Б. Для них годится любой изоляционный материал толщиной 1—2 мм: текстолит, эбонит, фибра, гетинакс, плексиглас и т. п. Длина щитка на рисунке не указана — она зависит от конструкции статора.

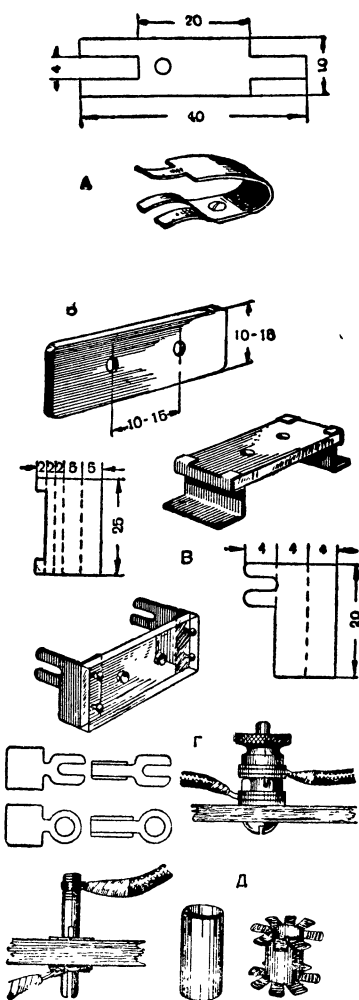


Рис. 81. Конструкции зажимов и щитков для подключения.

Щитки крепятся к статору особыми лапками, форма которых также зависит от конструкции статора. На рис. 81, В дано два вида таких лапок. Одни из них припаиваются к статору, другие — привинчиваются. Щитки крепятся к планкам заклепками, либо вдвигаются между отогнутыми концами.

На щитках можно ставить зажимные винты или гнезда. Как установить зажимной винт, показано на рис. 81, Г, справа. Если не подберете головку с накаткой, можно зажимать провод от источника тока просто под гайку.

На рис. 81, Г, слева, показаны две конструкции наконечников к проводам от источника тока. Они широко применяются в технике и называются кабельными наконечниками. Конец провода очищают от изоляции, обжимают втулкой кабельного наконечника и пропаивают с канифолью. Для большей надежности конец провода и втулку наконечника лучше сначала залудить.

Как сделать гнезда, показано на рис. 81, Д. В щитке просверлите два отверстия диаметром 4 мм. Из тонкой листовой латуни или меди (0,2—0,3 мм) согните две трубочки и заложите их в эти отверстия. Выступающие по обеим сторонам концы трубочек надрежьте ножницами и разогните, как лепестки цветков. С одной стороны подложите под лепестки очищенные от изоляции концы проводников от обмоток.

В получившиеся гнезда хорошо входят ножки от старых радиоламп. Правда, годятся только разрезные ножки от стеклянных ламп старой конструкции. Подобрав две такие ножки, припаяйте их к концам проводников от источника тока.

Между лапками, держащими щит, вдвиньте кусочек картона, прикрывающий металлическую поверхность статора. Если этого не сделаете, ножки, пройдя сквозь гнезда, могут коснуться статора, и получится короткое замыкание.

СБОРКА, ПУСК И РЕГУЛИРОВКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Сборка каждого электродвигателя имеет свои особенности. Они зависят от конструкции его деталей. Однако общий порядок сборки для всех двигателей одинаков.

Прежде всего соберите статор. Наденьте катушки,

установите на место полюсные башмаки. Затем приступайте к установке якоря. Он должен находиться точно в центре статора. Зазоры между его полюсами и башмаками статора должны быть со всех сторон одинаковы. Легче всего этого добиться, обернув якорь поверх полюсов тремя оборотами бумажной ленты. Обернутый якорь вдвиньте внутрь статора. Отрегулируйте положение полюсных башмаков так, чтобы все они прилегали к обертке якоря одинаково плотно.

Не вынимая якорь и не снимая бумажную ленту, приступайте к установке подшипниковых щитов. Сначала наденьте на вал со стороны коллектора две металлические шайбочки. Установив подшипниковый щит с подшипником, подогните его так, чтобы шайбочки не были зажаты, и в таком положении привинтите. С противоположной стороны якоря наверните на вал несколько витков толстой проволоки спиралью и установите подшипниковый щит. Спираль должна кончаться не доходя 1—2 мм до подшипника. Она не будет позволять якорю сдвигаться и выходить из полюсов статора. Вместо спирали можно припаять на валу упорное кольцо из одного — двух витков голой медной проволоки диаметром 0,7 — 0,8 мм. Кольцо также должно кончаться в 1—2 мм от подшипника.

Подгибая подшипниковые щиты, отрегулируйте их так, чтобы вал проходил точно по оси отверстий в них. Помните, что малейший перекося сильно затрудняет вращение. Как устанавливать подшипники, сказано выше, в главе «Подшипники».

Вытянув бумажную ленту из зазора, проверьте еще раз, легко ли вращается якорь и не цепляет ли он за полюсы статора. Не жалейте труда на центровку; от легкости вращения двигателя зависит мощность, которую он сможет развить.

Закончив центровку якоря, установите щеткодержатель и щетки, отрегулируйте их и выполните все электрические соединения.

Закончив сборку двигателя, не торопитесь ставить его на модель. Сначала надо убедиться в правильности изготовления и сборки. Начнем с предварительного осмотра. Проворачивая якорь от руки, еще раз проверьте, не задевает ли он за полюсы статора, не меняется ли при вращении зазор между якорем и статором, не слишком ли

далеко смещается якорь в направлении оси. Посмотрите, хорошо ли прилегают щетки к коллектору, надежны ли все контакты, не видно ли где замыкания проводов.

Убедившись в правильности сборки и исправности деталей, уберите с вашего рабочего места все посторонние вещи и приступайте к опробованию двигателя под током. Сначала лучше включить двигатель без нагрузки, то есть вхолостую, и при пониженном напряжении. Если двигатель питается постоянным током от батареи, сначала можете

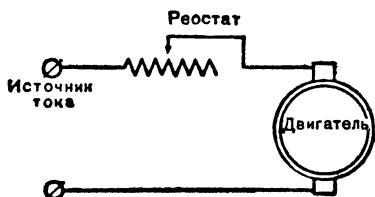


Рис. 82. Схема включения двигателя через реостат.

включить меньшее число элементов, если от трансформатора — возьмите отвод с более низким напряжением.

Можно также включить двигатель через реостат по схеме, показанной на рис. 82. Постепенно уменьшая сопротивление реостата, увеличивайте обороты двигателя. При этом

внимательно слушайте, нет ли подозрительных звуков. Они могут быть вызваны задеванием якоря за полюсы статора или за провода, вибрацией вала и т. п.

Все замеченные недостатки устраните.

Для нормальной работы двигателя большое значение имеет положение щеток. Если под щетками возникает сильное искрение, поворачивайте щеткодержатель. Найдя положение, при котором искрение наименьшее, закрепите щеткодержатель. Имейте в виду, что правильное положение щеток зависит от нагрузки двигателя. Пока вы нашли положение при холостом ходе. Обозначьте его меткой.

Снова включите двигатель на холостом ходу и дайте ему поработать более продолжительное время: 10—15 минут. Проверьте, не перегреваются ли при этом подшипники, обмотка якоря и статора и железо статора. Удобнее всего проверить это, если достанете ртутный термометр, применяющийся при опытах по химии и физике. Прикладывая шарик термометра к подшипнику, обмотке или другой части работающего двигателя, измеряйте температуру. Она нигде не должна превышать 60—70 градусов.

Длительная проба двигателя на холостом ходу нужна не только для проверки нагрева, но и для окончательной притирки щеток. Если эта проба прошла благополучно и двигатель работает хорошо, приступайте к пробе под нагрузкой. Соедините двигатель с механизмом, который он должен будет приводить в движение, и включите его. Внимательно наблюдайте за работой двигателя. Если щетки сильно искрят, попробуйте вновь отрегулировать их положение. Учтите только, что одновременно с уменьшением искрения может снижаться число оборотов двигателя.

При работе двигатель гудит. Если число оборотов снижается, то и тон гудения будет понижаться. Значительного снижения оборотов не следует допускать. Старайтесь уменьшить искрение, притирая щетки к коллектору и регулируя их прижим. Если это не помогает, попробуйте поставить щетки другой конструкции, имеющие большую поверхность соприкосновения с коллектором.

Только окончательно наладив двигатель, можно устанавливать его на модель.

Помните, что и настоящие электродвигатели выпускаются с завода лишь после заводских испытаний и тщательной регулировки.

УХОД ЗА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ И ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Общие правила

Ваш самодельный электродвигатель, как и всякая машина, требует постоянного ухода и предупредительного ремонта. Без этого даже хорошо отрегулированный двигатель быстро выйдет из строя.

Как правило, электродвигатель необходимо осматривать и чистить каждый раз перед пуском и после работы. Особое внимание надо уделять состоянию щеток, коллектора и подшипников, а также следить за тем, не перегревается ли двигатель. Длительный перегрев обмоток приводит к разрушению изоляции, и двигатель выходит из строя.

Перед пуском проверяйте также правильность внешних электрических соединений и соответствие источника

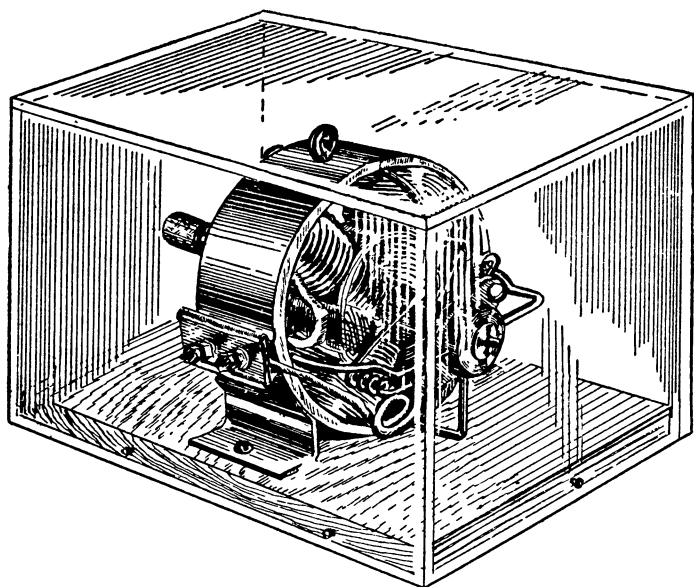


Рис. 83. Прозрачный футляр для электродвигателя.

тока (трансформатора или батареи) тому напряжению, на которое рассчитан ваш двигатель.

При работе электродвигателя в нем накапливается пыль. Удаляйте ее, обдувая двигатель резиновой грушей или обмахивая мягкой кисточкой. Если электрохозяйство у вас большое, можете сделать простейший пылесос.

Следы всякого рода грязи, которые не удастся сдуть или смахнуть, вытирайте мягкой, чистой тряпочкой. Если же внутри модели накопилось много грязи, разберите ее и тщательно прочистите.

Если двигатель установлен на какой-либо открытой модели, сшейте на него чехол из плотной материи. Когда двигатель не работает, надевайте этот чехол для защиты от пыли и грязи. Если же изготовленный вами двигатель выставляется или хранится как наглядное пособие, хорошо сделать для него футляр из прозрачной пластмассы (органического стекла, целлулоида и т. п.), как показано на рис. 83.

Уход за коллектором и щетками

Самого заботливого ухода требует коллектор. При нормальной работе двигателя пластины коллектора должны иметь гладкую, блестящую поверхность темноватого оттенка. Такую окраску пластинам придает тонкая пленка окиси меди, образующаяся при работе. Удалять пленку не следует, так как она улучшает работу скользящего контакта.

Если на коллекторе образовался нагар или появились царапины, это указывает на неправильную работу щеток. Внимательно осмотрите щетки двигателя, проверьте, как они прижимаются к коллектору, ровная ли у них поверхность, не нарушается ли контакт при проворачивании вала двигателя от руки. Затем испытайте двигатель под током и посмотрите, нет ли слишком сильного искрения на коллекторе, не сбились ли щетки из ранее найденного наилучшего положения.

Обнаружив и устранив причину появления нагара и царапин, приступайте к чистке коллектора. При этом очень важно не нарушать его строго цилиндрическую форму. Лучше всего для шлифовки коллектора выстрогать специальную деревянную колодочку. Своей выемкой колодочка должна точно совпадать с выпуклостью коллектора. Этой колодочкой вы будете прижимать к коллектору кусочек стеклянной бумаги.

Бумага нужна самая мелкая — № 000 или № 00. Наждачную бумагу применять ни в коем случае нельзя. Наждак проводит электрический ток, и поэтому его частицы, попав между пластинами коллектора, могут вызвать их замыкание.

Приложив к коллектору колодочку с кусочком стеклянной бумаги, сначала проверните вал двигателя от руки и убедитесь в том, что ни колодочка, ни стеклянная бумага не касаются щеток и не нарушают их контакта. После этого включайте ток и шлифуйте коллектор на холостом ходу. Сначала нажимайте на колодочку очень слабо. Постепенно осторожно увеличивайте нажим. Сильно нажимать ни в коем случае нельзя: можете погнуть вал двигателя, сорвать щетки, отклеить коллекторные пластины.

Освободив поверхность коллектора от нагара и царапин, сдуйте накопившуюся пыль резиновой грушей.

После этого отполируйте коллектор стеклянной бумагой, слегка смазанной вазелином. Поверхность коллектора должна принять равномерный темноватый оттенок. Протрите ее чистой тряпочкой.

Таким способом можно шлифовать коллекторы диаметром не меньше 10 мм. При слишком малых диаметрах не удастся прижать к коллектору колодочку со стеклянной бумагой так, чтобы не нарушить контакта щеток.

В этом случае для удаления нагара протирайте коллектор чистой тряпочкой, смоченной в бензине.

Дисковый коллектор требует такого же ухода, как цилиндрический. Шлифовку и полировку его пластин производите также с помощью колодочки, только не вогнутой, а плоской. Следите, чтобы плоскость этого коллектора была всегда перпендикулярна к валу.

Во время работы двигателя щетки постепенно стираются. Частицы металла или угля от щеток, так называемая щеточная пыль, попадают в промежутки между пластинами коллектора, в подшипники и т. д. Щеточную пыль необходимо почаще сдувать резиновой грушей или смахивать мягкой кисточкой, так как она может вызвать замыкание между соседними пластинами коллектора.

Металлические щетки время от времени промывайте в бензине. Если на них образовался сильный нагар, сошлифуйте его. При использовании металлических щеток скользящий контакт их с коллектором работает хуже, чем при угольных щетках. Чтобы улучшить работу этого контакта, применяйте графитовую смазку: время от времени слегка натирайте пластины коллектора грифелем самого мягкого черного карандаша (5М).

Угольные щетки при правильной работе должны иметь зеркально-блестящую поверхность на всей площади соприкосновения с коллектором. Ставя новые щетки, их надо сначала пришлифовать к поверхности коллектора стеклянной бумагой. Затем удалите пыль и погоняйте двигатель на холостом ходу, чтобы дать щеткам окончательно притереться.

При каждом осмотре двигателя проверяйте, не отпаялся ли какой-либо провод обмотки якоря от коллекторной пластины, не отклеились ли пластины, крепко ли сам коллектор сидит на валу. Проверяйте, хорош ли нажим щеток на коллектор. При правильном нажиме щетки должны давать хороший контакт с коллектором, но отво-

даться от него мягко и без большого усилия, иначе они могут поцарапать коллектор. Нажим обеих щеток должен быть одинаков.

Заводские коллекторные электродвигатели требуют такого же осмотра и ухода, как наши самодельные. Все сказанное здесь об уходе за двигателем, шлифовке и полировке коллектора, притирке щеток вполне применимо, например, к двигателю электропылесоса.

При работе настоящих двигателей особое внимание уделяют отсутствию искрения под щетками. Существует даже специальный Государственный общесоюзный стандарт (ГОСТ) для оценки искрения. В стандарте дается шкала степеней искрения:

- степень 1 — отсутствие искрения;
- степень $1\frac{1}{4}$ — слабое точечное искрение;
- степень $1\frac{1}{2}$ — слабое искрение под одной щеткой;
- степень 2 — искрение под обеими щетками;
- степень 3 — значительное искрение.

При степенях искрения от 1 до $1\frac{1}{2}$ коллектор и щетки после длительной работы не требуют предупредительного ремонта. При степени 2 после длительной работы на коллекторе появляются следы нагара. Такое искрение допускается лишь при кратковременных перегрузках двигателя. Наконец, искрение степени 3 может быть допущено только в моменты включения или реверсирования (то есть изменения направления вращения). При этом, разумеется, коллектор и щетки не должны обгорать. Они должны остаться пригодными для дальнейшей работы.

Если двигатель долго не будет работать, отведите щетки от коллектора.

Уход за подшипниками

От состояния подшипников зависит легкость вращения двигателя. Кроме того, если подшипники разработаются, вал двигателя станет дрожать.

Вибрация вала сильно ухудшает работу двигателя и может привести к серьезным повреждениям.

Постоянно держите подшипники в полной чистоте, удаляйте всякую пыль и грязь, регулярно смазывайте их. Смазывать можно только тавотом, техническим или русским вазелином. Ни в коем случае нельзя применять для

смазки борный вазелин, а также растительные или животные жиры.

Время от времени проверяйте, не перегреваются ли подшипники. Разработавшиеся подшипники немедленно заменяйте. При смене подшипников каждый раз внимательно проверяйте центровку двигателя, равномерность воздушного зазора между якорем и статором, легкость вращения вала.

Неисправности электродвигателей и их устранение

Если двигатель совсем не работает, прежде всего проверьте, есть ли напряжение и исправны ли все провода и соединения во внешней цепи. Затем проверьте исправность соединения проводов внутри двигателя.

Посмотрите, не отошла ли одна из щеток от коллектора. Если между щеткой и коллектором нет контакта, подогните ее и отрегулируйте нажим.

Двигатель с двухполюсным якорем может не брать с места, если его якорь стоит в «мертвой точке», то есть полюсы якоря остановились точно против полюсов статора. В этом случае якорь двигателя надо подтолкнуть.

Проворачивая двигатель от руки, проверьте, легко ли он вращается. Если вращение затруднено, прежде всего посмотрите, не касается ли якорь полюсных башмаков статора. Отрегулируйте положение полюсных башмаков таким образом, чтобы зазор между ними и якорем был всюду одинаков.

Другая возможная причина, затрудняющая вращение, — слишком сильный прижим щеток к коллектору. Попробуйте совсем отвести щетки от коллектора и провернуть двигатель. Если теперь он вращается легко, отрегулируйте прижим щеток. Наконец, возможно, что слишком велико трение в подшипниках. Проверьте правильность центровки вала. Посмотрите, не перекошены ли подшипники, хорошо ли они смазаны. Отцентрируйте хорошенько двигатель, смажьте подшипники вазелином, а в случае необходимости переделайте их.

Если все это не помогает, внимательно осмотрите коллектор. Может быть, вы обнаружите замыкание между его пластинами.

Наиболее тяжелая неисправность двигателя — это повреждение обмоток. Сначала проверьте обмотку статора. Отсоедините ее концы от других обмоток и частей двигателя. К источнику тока (понижающий трансформатор, батарея) присоедините два провода с оголенными концами. Прикоснитесь этими проводами к концам обмотки статора. Если при этом не образуется искра, в обмотках есть обрыв. Проверьте таким способом каждую из полюсных обмоток статора по отдельности и неисправную перемотайте.

Если искра есть, сделайте еще одну проверку. Одним проводом от источника тока коснитесь любого конца обмотки, а другим — железа статора. В этом случае искры не должно быть. Если она проскакивает, это значит, что есть короткое замыкание обмотки статора на корпус. Найдите неисправную обмотку и перемотайте ее.

Еще удобнее проверять обмотки не на искру, а на лампочку от карманного фонарика. Один полюс батарейки соедините с лампочкой, а от другого полюса и другого контакта патрона лампочки выведите провода с оголенными концами.

Можно и просто вывести провода от контактов выключателя фонарика. Лампочка будет загораться в тех же случаях, в которых при другом способе проскакивала искра.

Если обмотка статора окажется исправной, ищите повреждение в обмотке якоря. Прежде всего проложите под щетки бумагу, чтобы нарушить их контакт с коллектором. Прикасаясь одним проводом к железу якоря, а другим — к любой пластине коллектора, проверьте на искру или на лампочку, нет ли замыкания обмотки на корпус. Обнаружив замыкание, отпаяйте все провода от коллектора и разъедините их между собой. Прикасаясь одним проводом от источника тока или лампочки к железу якоря, другим пробуйте поочередно концы всех полюсных обмоток якоря. Найдя неисправную обмотку, перемотайте ее.

Если замыкания обмотки якоря на корпус не окажется, ищите обрыв. Делается это точно так же, как и при проверке обмоток статора. Разумеется, обрыв можно найти только в том случае, если все обмотки якоря отпаяны от коллектора и разъединены между собой, иначе цепь всегда будет замкнута через целые секции обмотки.

Если окажется, что обмотки якоря также в порядке, а двигатель все же не работает, проверьте еще раз, нет ли замыкания между пластинами коллектора. Сейчас, когда все провода от них отпаяны, это можно проверить на искру или на лампочку. Таким способом удастся обнаруживать замыкания, незаметные при внешнем осмотре.

Если при включении двигатель гудит, но не трогается с места даже при проворачивании якоря рукой, то возможно еще, что коллектор неправильно расположен относительно якоря. Проверьте, приходятся ли щели между пластинами коллектора против промежутков между полюсами якоря. Если это не так, коллектор нужно повернуть на оси.

Другая возможная причина — слишком большой воздушный зазор между полюсами якоря и статора. В этом случае двигатель может иногда работать на холостом ходу, но не брать с места под нагрузкой.

Если двигатель не трогается с места при первом пуске и сильно греется, то может быть, что обмотки отдельных полюсов якоря или статора намотаны в разные стороны или неправильно между собой соединены. Попробуйте менять местами концы полюсных обмоток.

Бывает и так, что двигатель работает, но не развивает полного числа оборотов.

Наиболее вероятными причинами такой неисправности являются слишком сильный прижим щеток, или неправильное положение коллектора, или замыкание обмотки статора на корпус, или слишком большой воздушный зазор между якорем и статором. С устранением этих неисправностей вы уже знакомы.

Если двигатель при работе дрожит, появляется стук, проверьте, прочно ли он прикреплен к основанию, не разработались ли подшипники, не погнут ли вал. Если все в порядке, а двигатель продолжает дрожать и стучать, снимите якорь и проверьте его балансировку на контрольном станочке. Короткое замыкание между двумя пластинами коллектора также может вызывать дрожание двигателя.

Если двигатель вращается неравномерно, толчками, это чаще всего указывает на короткое замыкание между витками обмотки якоря. Найти поврежденную часть обмотки с помощью батарейки и лампочки или на искру в этом случае не удастся. Ведь обрыва в обмотке нет, нет

и замыкания на корпус. Просто из-за неисправности изоляции ток где-то переходит прямо с одного витка на другой, минуя часть обмотки.

Попробуйте определить поврежденную секцию по нагреву. Дав двигателю немного поработать, выключите его и ощупайте полюсы якоря. Может быть, вам удастся заметить, что один из них нагрелся больше других. Обмотку этого полюса и нужно будет перемотать.

Если найти поврежденную секцию обмотки не удалось, придется перемотать весь якорь. Перематывайте последовательно один полюс за другим. Сматываемую проволоку внимательно осматривайте. Место короткого замыкания можно обнаружить по обгоревшей изоляции. Найдя такое место, перемотайте эту секцию, а следующие секции можете уже не перематывать.

При работе самодельных электродвигателей часто возникает перегрев тех или иных частей. Перегрев подшипников, например, получается от их загрязнения или недостаточной смазки. Подшипники в этом случае следует очистить от пыли, промыть бензином и хорошо смазать.

Если при работе двигателя появляется запах горелой изоляции, это указывает на перегрев обмоток.

Обмотки якоря могут перегреваться из-за перегрузки двигателя. Если перегрузки нет, ищите замыкание между пластинами коллектора или короткое замыкание в обмотке якоря. Как их искать, вы уже знаете.

Обмотки статора могут перегреваться при неправильном соединении катушек между собой или при коротком замыкании в катушках. Обнаружение и устранение этих неисправностей вам также уже знакомы.

Разумеется, обмотки могут перегреваться и в том случае, если они намотаны слишком толстым проводом, или имеют недостаточное число витков, или напряжение источника питания слишком высоко. Поэтому, если обмотка якоря или статора при нормальном напряжении греется слишком сильно и никакой неисправности обнаружить не удастся, попробуйте перемотать ее более тонким проводом, увеличив число витков.

При работе самодельных и заводских коллекторных электродвигателей часто возникает сильное искрение на коллекторе. На искрение нужно обращать особое внимание. Прежде всего, оно вредно само по себе, потому что ведет к порче коллектора и щеток. Но, кроме это-

го, искрение — очень важный показатель всей работы двигателя. Оно может возникать не только от неисправностей коллектора и щеток, но и от повреждений или неправильной регулировки других основных частей двигателя. Искрение хорошо заметно — для его обнаружения не нужно ни термометра, ни лампочки, ни омметра. По характеру искрения можно на глаз определить многие неисправности электродвигателя.

Небольшие искры белого или голубого цвета на сбегающих, то есть задних по ходу вращения, краях щеток неопасны, если они не вызывают обгорания коллекторных пластин. Регулируя положение щеток, постарайтесь уменьшить это искрение.

Зеленоватые искры, не исчезающие при регулировке положения щеток, указывают на то, что медь коллектора обгорает. Такие искры бывают при неисправностях щеток коллектора или при плохом контакте между ними.

Проверьте, правильно ли установлены щетки в щеткодержателе, хорош ли контакт между щетками и присоединенными к ним проводами. Посмотрите, не дрожит ли при работе двигателя щеткодержатель, не застревают ли в нем щетки, всегда ли они прижимаются к коллектору. Если щетки прижаты к коллектору слишком сильно, или слишком слабо, или одна сильнее, чем другая, — это тоже может вызывать зеленоватые искры.

Если щетки у вашего двигателя угольные, посмотрите, из одинакового ли материала они сделаны, нет ли на их рабочих поверхностях царапин с набившейся медной пылью, не обломались ли края щеток. Металлические щетки могут давать зеленое искрение, если они загрязнены, обгорели, оплавившись по концам.

Если со щетками все в порядке, внимательно осмотрите коллектор. Может быть, его поверхность загрязнена, шероховата, не кругла (или, если коллектор дисковый, не перпендикулярна к валу). Может быть, коллектор при вращении «бьет» или пластины его начинают отклеиваться от втулки. Короткое замыкание между пластинами или ослабление крепления коллектора на валу тоже может вызывать зеленое искрение.

Длинные желтоватые искры указывают на неправильное соединение обмоток или обрыв в одной из полюсных обмоток якоря. Причиной образования таких искр могут также служить: неправильное положение коллектора от-

носителем якоря, замыкание в одной из обмоток, неправильная центровка якоря, неодинаковые расстояния между полюсами статора, плохой контакт в местах присоединения обмоток к коллектору.

Иногда искры на коллекторе превращаются в сплошной круговой огонь. В этом случае немедленно остановите двигатель и ищите неисправность. Причиной кругового огня на коллекторе могут быть: неправильное положение щеток, слишком мягкий их материал, загрязнение коллектора маслом или слишком обильное применение графитовой смазки для металлических щеток. Круговой огонь может возникать и при коротком замыкании в обмотках.

Если вы измените направление вращения двигателя, искрение не должно увеличиваться. Неодинаковое искрение при обоих направлениях вращения указывает на неправильное положение щеток.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Многие модели, приводимые в действие электродвигателями, должны иметь прямой и обратный ход, как настоящие машины.

Модели подъемных кранов и лифтов должны не только поднимать груз, но и опускать его. Модели трамваев, электровозов и других транспортных машин должны ездить в одну либо в другую сторону, по нашему желанию.

Проще всего изменить направление движения модели, заставив двигатель вращаться в обратную сторону. Поворачивая щеткодержатель, легко найти такое положение щеток, при котором двигатель остановится. Если продолжать поворачивать щетки дальше, то якорь двигателя станет вращаться обратно.

Но такой способ неудобен. При нем нарушается регулировка двигателя и возникает сильное искрение на коллекторе. Кроме того, нужно каждый раз забираться в модель, к двигателю, а это не всегда бывает возможно.

Есть и другой способ. Он заключается в том, чтобы изменить направление тока в обмотке якоря, не меняя его в обмотке полюсов статора. На рис. 84 показаны схемы соединений для прямого и обратного хода двигателя.

Видно, что достаточно поменять местами присоединения проводов от щеток — и двигатель завертится в обратную сторону. Так делают в настоящих коллекторных электродвигателях, так можете сделать и вы в своих моделях. Для этого надо вывести по отдельности два провода от щеток и один провод от обмоток статора. Второй провод от статора постоянно присоединен к источнику тока. Изменяя соединение выведенных проводов, можно менять

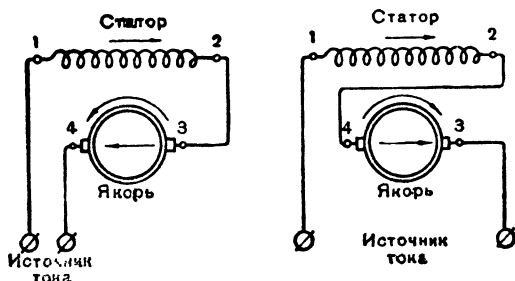


Рис. 84. Схемы соединений для прямого и обратного хода электродвигателя: 1 — начало; 2 — конец обмотки статора; 3 — правая щетка; 4 — левая щетка.

направление вращения двигателя на расстоянии. Для удобства пересоединения проводов используйте один из описываемых здесь переключателей.

Хорошим готовым переключателем является двухполюсный перекидной рубильник, показанный на рис. 85. Порядок присоединения проводов ясен из рисунка, где эти провода перенумерованы так же, как на схеме рис. 84. Такой рубильник вы можете сделать и сами. Основание и перемычка рубильника с рукояткой — из любого изоляционного материала, ножи и контакты — из металла, лучше всего из листовой латуни или красной меди. Прежде чем сгибать контакты, материал отгартуйте.

Другая простая конструкция переключателя показана на рис. 86. При нажатии левой пары пружин двигатель идет вперед, при нажатии правой пары — назад. Здесь тоже провода перенумерованы, как на схеме рис. 84, чтобы легче было разобраться. Хорошо на этот переключатель сделать кожух с двумя отверстиями для кнопок.

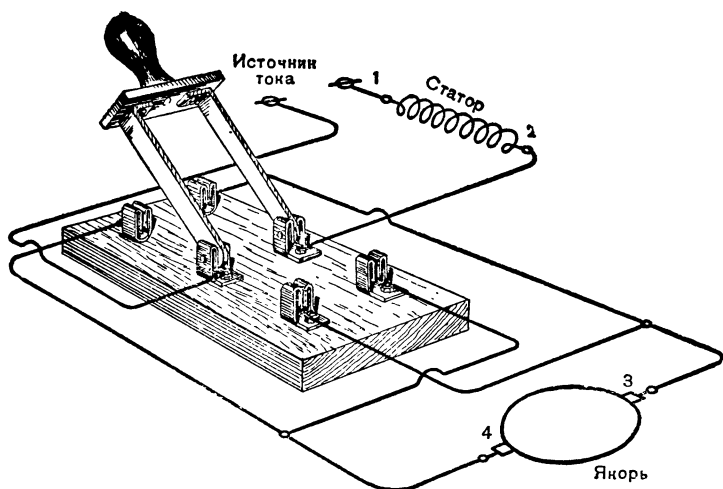


Рис. 85. Перемена направления вращения при помощи перекидного рубильника.

Особенностью этого переключателя является то, что при отпуске кнопки двигатель останавливается. Поэтому пружинный переключатель следует применять там, где нужна кратковременная работа двигателя с переменной направления (например, в моделях подъемных кранов и т. п.). Конструкция переключателя понятна из рисунка.

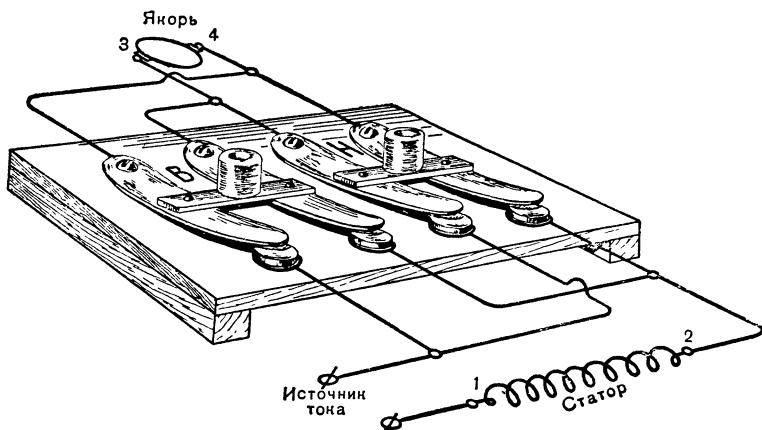


Рис. 86. Пружинный переключатель направления вращения.

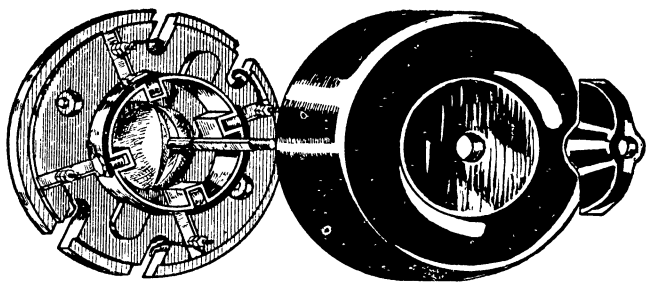


Рис. 87. Переделка поворотного переключателя.

Пружины хорошенько отгартуйте. Стучите по ним молотком все время с одной стороны, не переворачивая, тогда пружины выгнутся и будут при отпускании кнопки сами отходить от контактов.

На рис. 87 показан еще один переключатель.

Проще всего переделать его из старого выключателя или переключателя поворотного типа (а не перекидного типа, какие обычно применяются сейчас). Разобрав выключатель, укрепите на его барабане две полоски из латуни или красной меди, как показано на рис. 87. Если выключатель имеет не четыре контакта, а только два или

три, подберите и установите недостающие. Для этого в эбонитовом основании выключателя просверлите необходимые отверстия. На контакты наденьте пружинки из гартованной латуни.

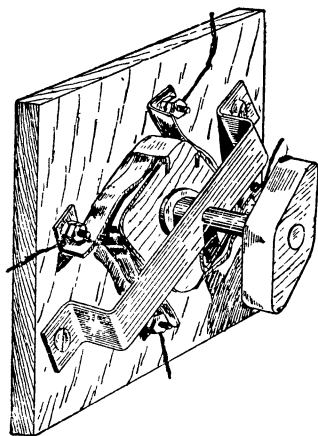


Рис. 88. Самодельный поворотный переключатель.

Переключатель поворотного типа можете сделать и сами. Простейшая конструкция его показана на рис. 88. На дощечке из изоляционного материала привинчены четыре контакта с пружинами из гартованной латуни. В центр вставлена ось с насаженным на нее квадратным сердечником. Ось проще всего сделать из обрезка ученической ручки или круглого каранда-

ша. Тогда сердечник можно будет насадить на нее на клею, а ручку для верности еще и гвоздиком прибить, пропустив его насквозь. Чтобы сердечник удерживался на своем месте между контактами, наденьте на ось, под ручку, скобу с отверстием и привинтите ее к основанию.

В технике часто применяют автоматически действующие переключатели, которые сами меняют направление вращения двигателя в нужный момент. Это так называемые путевые переключатели. И вы тоже можете сделать путевой переключатель, которым будет управлять сама модель. Пример использования такого путевого переключателя показан на рис. 89. Это модель трамвая, бегаю-

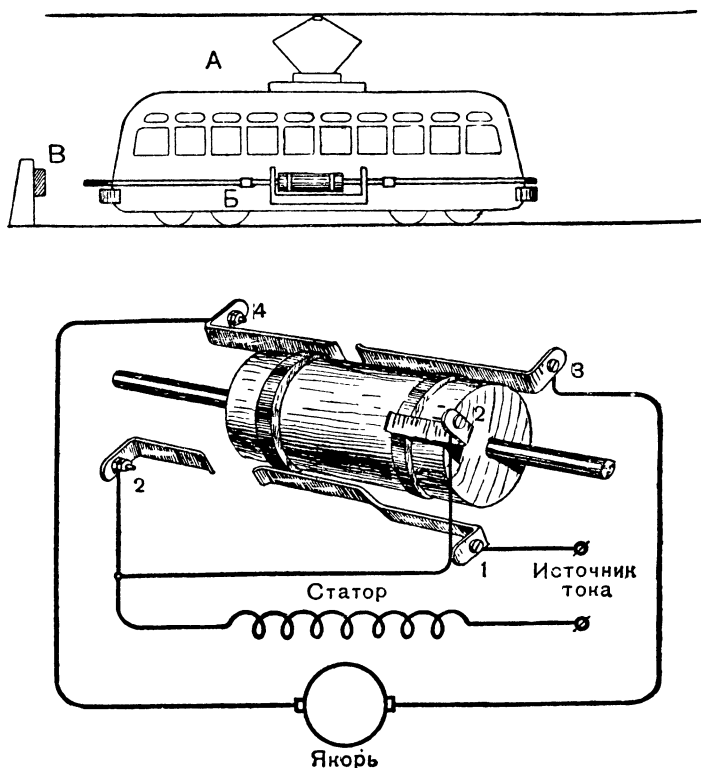


Рис. 89. Пример использования путевого переключателя: А — вагончик; Б — путевой переключатель; В — упор.

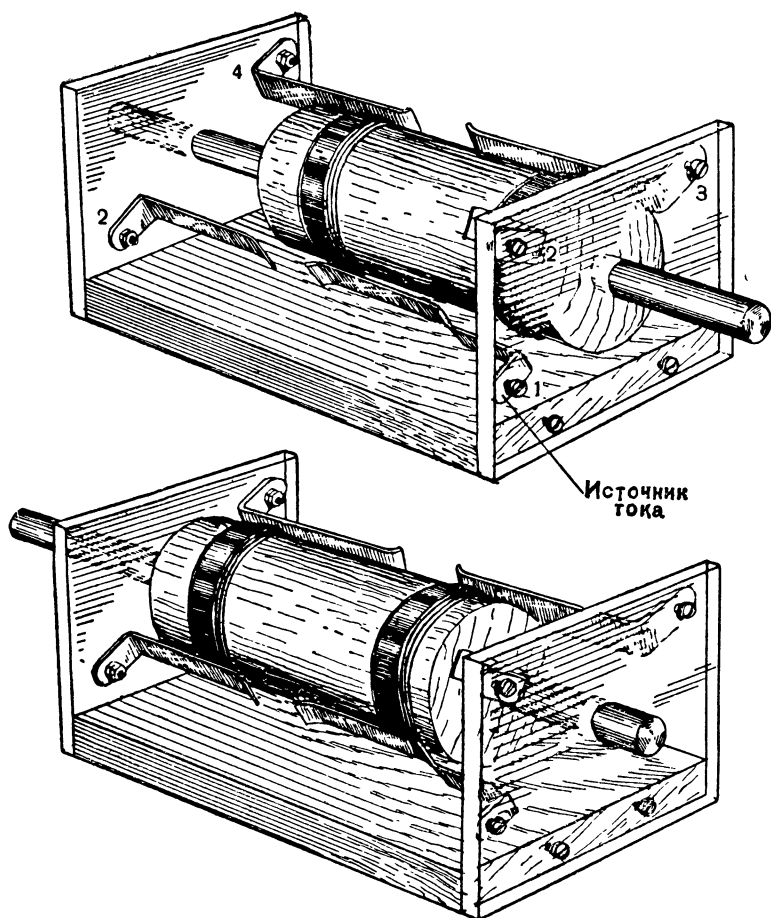


Рис. 90. Самодельный путевой переключатель.

щая по рельсам взад и вперед. Электродвигатель установлен внутри вагончика. Ток подается либо от батареи, также спрятанной в вагончике, либо подводится по рельсам, контактными проводам и т. п. Внутри вагончика установлен путевой переключатель. У концов пути установлены упоры. Дойдя до одного из упоров, вагончик упирается в него осью переключателя, и при этом направление вращения двигателя меняется на обратное. Такая модель работает очень эффектно.

Устройство самодельного путевого переключателя показано на рис. 90. Ось переключателя пропущена в две щечки из изоляционного материала. На оси насажен барабанчик также из изоляционного материала с закрепленными на нем двумя контактными кольцами из металла. Лучше всего отпилить эти кольца от медной трубки, а барабанчик сделать такого диаметра, чтобы кольца на него надевались туго. Насадив кольца, намотайте по бокам каждого из них нитки, пропитанные лаком или клеем, постепенно сводя их на нет к поверхности барабанчика.

К щечкам прикрепите контактные пружины: две с одной стороны и три с другой. Длина пружин должна быть различна. Это хорошо видно на рис. 90. Концы пружин отогните круглогубцами, чтобы кольца барабанчика не стопорились, упираясь в них. На рис. 90 показан переключатель в двух крайних положениях. Разберитесь в его работе. В правом положении переключателя (верхний рисунок) правое кольцо соединяет между собой пластины 2 и 3, а левое кольцо — пластины 1 и 4 (обозначения здесь те же, что на схеме рис. 89). Когда переключатель, дойдя до упора, перебросится в левое положение, (нижний рисунок), правое кольцо замкнет между собой пластины 1 и 3, а левое кольцо — пластины 4 и 2. Хорошо изготовленный и отрегулированный путевой переключатель работает безотказно.

ПЕРЕДАТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Пользуясь материалом предыдущих глав, вы можете сделать различные электродвигатели. Но электродвигатель — это половина дела. Не стоило строить его только для того, чтобы посмотреть, как он вертится. Электродвигатель должен приводить в движение какую-нибудь модель.

Модели могут быть самые разнообразные: троллейбус, трамвай, электровоз, подъемный кран, электрические трактор и комбайн, землесосный снаряд, экскаватор, различные модели судов, станков, сельскохозяйственных машин, — всего и не перечислить. Как приспособить к ним электродвигатель? Оказывается, что это не совсем просто.

Прежде всего для большинства моделей наши двигатели слишком малосильны и быстроходны. Колеса различных движущихся моделей должны вращаться гораздо медленнее, чем вращается вал электродвигателя. Еще медленнее вращаются лебедки подъемных кранов, экскаваторов. Сравнительно слабый двигатель не сможет быстро поднять груз, повернуть стрелу, взмахнуть ковшом. Значит, вращение от вала двигателя нужно передавать к колесам, винтам, гусеницам, лебедкам и другим исполнительным механизмам через замедляющие передачи, получая при этом выигрыш в силе.

Кроме того, в некоторых моделях возникают дополнительные трудности. Иногда электродвигатель приходится располагать в модели таким образом, что его вал образует угол, прямой или косой, с валом исполнительного механизма.

Наконец, в некоторых случаях требуется плавно регулировать скорость вращения исполнительного механизма.

В настоящей, «взрослой» технике известно очень большое количество различных передаточных механизмов, позволяющих как угодно изменять число оборотов, передавать вращение под разными углами. Вы все, конечно, видели зубчатые колеса в часах, автомобилях и тракторах, в лебедках и многих других машинах, видели цепные передачи в велосипедах и мотоциклах, ременные передачи в молотилках, веялках и сортировках. Вентиляторы в автомобильных и тракторных двигателях тоже вращаются через ременную передачу.

Передаточные механизмы — очень древнее изобретение. Деревянными шестернями пользовались с незапамятных времен в Египте, в Китае, в Индии. Древним грекам и римлянам более двух тысяч лет назад были хорошо известны блоки и полиспасты, рычаги и катки, кривошипы и металлические шестерни. Обо всех этих механизмах писал в своем сочинении «Проблемы механики» величайший ученый древности Аристотель (родился в 384 году до новой эры).

Никаких станков — токарных, сверлильных, фрезерных — в древности не знали. Все известные в то время передаточные механизмы делались вручную. И вы тоже можете сами, без помощи станков, сделать многие нужные вам механизмы.

Ременная передача

Устройство этой простейшей передачи понятно из рис. 91. На двух валах сидят друг против друга колеса, так называемые шкивы. Их охватывает бесконечный ремень. Таким названием он обязан вовсе не каким-нибудь огромным, бесконечно большим своим размерам. Просто ремень соединен в кольцо, и нет у него ни конца, ни начала.

На валу электродвигателя сидит шкив поменьше. На нашем рисунке он имеет диаметр 160 мм. Это значит, что длина его окружности около 500 мм. Вращаясь, шкив тянет ремень за собой. Повернется один раз — протянет ремень на полметра. Еще оборот — еще полметра. И так сколько угодно раз. Ремень-то ведь бесконечный!

На другом валу сидит шкив побольше. На рис. 91 его диаметр взят 320 мм. Значит, длина окружности здесь около 1000 мм. Бесконечный ремень обнимает этот шкив, тянет его за собой, заставляет вращаться.

Вот первый шкив сделал один оборот и протянул ремень на полметра. Ремень протянул на те же полметра второй шкив. Но у того длина окружности не полметра, а метр. Поэтому он сделает только половину оборота. Еще оборот первого шкива (еще полметра ремня) — второй шкив делает вторую половину оборота.

Так и будут они вертеться: на каждые два оборота первого шкива — один оборот второго. Значит, наша передача замедляет вращение в два раза. А если сделать второй шкив еще больше, скажем с окружностью 2 м, то вращение будет замедляться уже в четыре раза. Зато почти во столько же раз будет получаться выигрыш в силе.

Можно, конечно, сделать и наоборот: первый шкив взять больше второго. Тогда вращение будет не замедляться, а ускоряться. Так тоже иногда делают, только

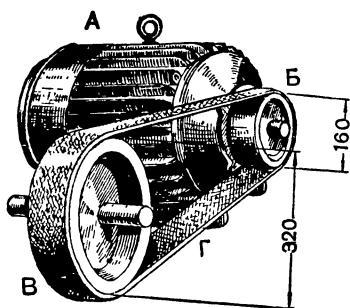


Рис. 91. Простая ременная передача: А — электродвигатель; Б — малый шкив; В — большой шкив; Г — бесконечный ремень.

нам ускоряющая передача едва ли пригодится. Ведь наш двигатель и так слишком быстроходен.

Ременная передача очень проста, сделать ее нетрудно. Поэтому она широко применяется как во «взрослой» технике, так и в моделировании. Обыкновенная ременная передача может замедлять вращение в три — четыре раза. Если, скажем, электродвигатель делает 1200 оборотов в минуту (в технике обычно пишут сокращенно—об/мин), то после ременной передачи мы можем получить 400 или даже 300 об/мин. Для этого нужно только правильно подобрать размеры шкивов. Окружность большого шкива должна быть во столько раз меньше окружности малого, во сколько раз должно измениться число оборотов. Только длину окружности измерять не очень удобно. Гораздо легче мерить диаметр. А диаметры шкивов относятся друг к другу так же, как их окружности. Ведь вы знаете из математики, что длина окружности прямо пропорциональна диаметру.

Значит, если у нас, скажем, диаметр малого шкива, сидящего на оси двигателя модели, равен 10 мм, то большой шкив можно сделать диаметром 30—40 мм. Если сделать его еще больше, приводной ремень будет часто проскальзывать на малом шкиве, передача будет работать плохо. В тех случаях, когда все-таки нужно получить замедление больше чем в четыре раза, приходится либо выбирать другой вид передачи, либо ставить две ременные передачи, одну за другой. Можно также делать и комбинированные передачи, сочетая ременную передачу с какой-нибудь другой.

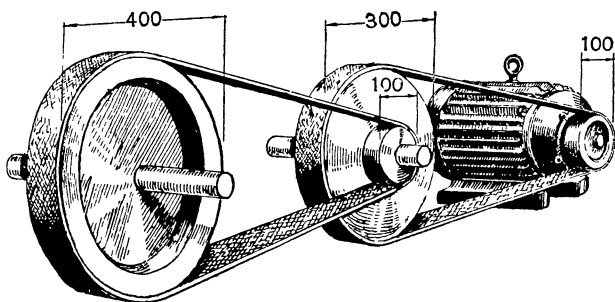


Рис. 92. Сложная ременная передача

При расчете сложных передач надо всегда помнить, что замедления в них перемножаются. На рис. 92 показана сложная передача, состоящая из двух простых ременных передач. В ней первая передача замедляет вращение в три, а вторая — в четыре раза. Значит, общее замедление будет в $3 \times 4 = 12$ раз.

Конструкции ремней

Приводной ремень — очень важная часть ременной передачи. Именно он передает движение от шкива к шкиву. Ремень должен давать хорошее сцепление с материалом шкива, плотно облегать шкивы, не болтаться, не проскальзывать, не вытягиваться с течением времени. Поэтому выбор материала и конструкции ремня имеет большое значение.

Хорошие ремни для самодельных передач можно делать из обыкновенной хлопчатобумажной тесьмы. Годится, например, тесемка, которая продается в галантерейных магазинах. Ширина этой тесемки бывает обычно 8 мм. Встречается в продаже и более широкая тесьма — шириной 15 мм. Ширину 15 мм имеет и так называемая киперная лента — хлопчатобумажная тесьма, применяемая в электротехнике. Тесьма шириной 15 мм тоже годится для наших целей. Брать еще более широкую тесьму не имеет смысла. Обеспечить ее равномерное прилегание к шкивам по всей ширине будет трудно, в результате один край тесьмы будет вытягиваться больше другого.

Если не достанете тесьмы, можно вырезать из плотной материи ленточку шириной 15 мм. Вырезайте точно вдоль нитки. Чтобы края не разлезались, слегка смажьте их мучным клеем или просто накрахмальте ленту.

Соединять концы ремня из тесьмы можно разными способами. На рис. 93 показано несколько вариантов. Рис. 93, А — сшивка внакладку. Изготовив шкивы, валы и подшипники, соберите передачу сначала без ремня. Охватив оба шкива тесьмой, отрежьте такой ее кусок, чтобы один конец заходил на другой на 8—10 мм. Натянув тесьму на шкивах, отметьте карандашом положение концов. Снимите тесьму, сложите ее по карандашным отметкам и прошейте тонкой ниткой, как показано на рисунке.

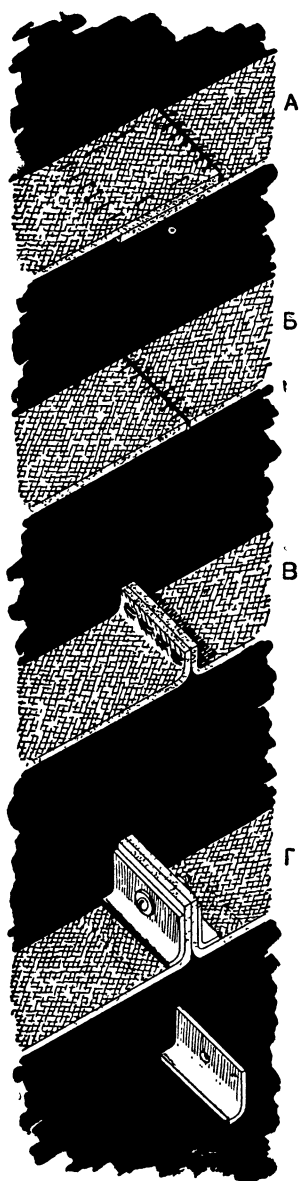


Рис. 93 Соединение концов широкого ремня.

Надевайте сшитый ремень с таким расчетом, чтобы внутренний край сшивки шел по ходу вращения и не задирался шкивом. Если один шкив имеет щетки, то сначала, конечно, нужно надевать ремень на него, а потом уже надвигать на второй шкив. Хорошо сшитый ремень надевается туго. Сначала наденьте его на второй шкив хотя бы краем, а затем, проворачивая передачу, постепенно подвиньте на место.

Если сшитый ремень слишком свободен, не беда. Вы, вероятно, знаете, что хлопчатобумажные ткани после первой стирки «салятся», то есть уменьшаются в размерах. Здесь это свойство прекрасно можно использовать. Не снимая ремня, слегка смочите его водой по всей длине. Когда ремень высохнет, он хорошо натянется.

На рис. 93, Б показан способ сшивки встык. Наложив тесьму на шкивы, отрежьте ее с небольшим запасом, подогните концы точно по размеру и сшейте. Надевайте сшитый ремень так, чтобы подогнутые концы были обращены от шкивов наружу.

На рис. 93, В показана боковая сшивка ремня. Этот способ хорошо понятен из рисунка.

В технике иногда применяют стяжку ремня болтами. Вы тоже можете воспользоваться этим способом. Стяжка болтом показана на рис. 93, Г. Она очень надежна.

Подберите небольшой винтик с гайкой и сделайте из жести от консервной банки два угольника. Отверстия в угольниках под винт можно пробить гвоздем подходящей толщины. Заусенцы расплющите молотком и снова пробейте отверстия с другой стороны. Повторите эту операцию несколько раз, пока не получите круглое отверстие с ровными краями. Конечно, если есть сверлильный станок или дрель, работа сильно облегчится.

Отверстия в тесьме хорошо делать концом карандаша. Он не повреждает ниток и не уменьшает прочности тесьмы. Наденьте ремень на место и туго затяните винт, придерживая гайку плоскогубцами. Еще одно удобство этой передачи в том, что ремень можно легко снять и надеть снова.

Ремни можно делать и из резины. Благодаря их упругости они всегда дают хорошее натяжение и плотно прилегают к шкивам. В технике обычно применяют резиновые ремни с основой из прочной ткани. Одна резина не может выдержать больших усилий и быстро рвется. И для наших маленьких электродвигателей прочность резины не всегда бывает достаточна. Резиновую передачу можно ставить только на самые маломощные двигатели.

Резину следует брать авиамодельную, сечением 2×2 мм, или круглую. Как соединять концы, показано на рис. 94, А. Лучшее всего это делать вдвоем. Один возьмет

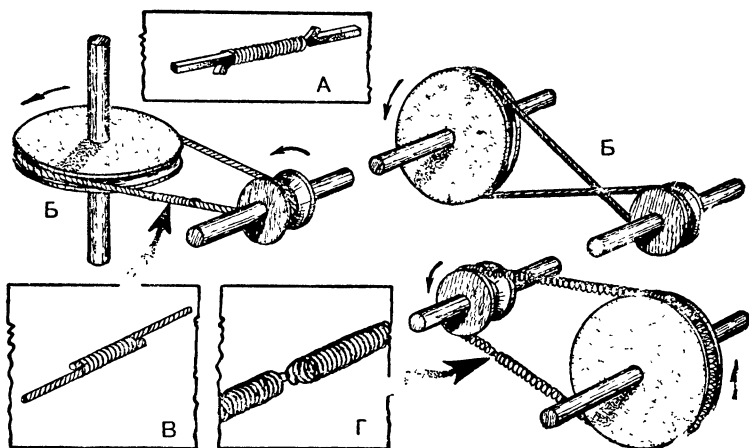


Рис. 94. Передачи с тонкими ремнями

в руки резинку и растянёт ее сложенные вместе концы. Другой туго обмотает эти концы ниткой на длине 10—12 мм и завяжет. После этого резинку отпустите. Вы увидите, как врежется нитка в ваш резиновый ремень. Торчащие концы резинки обрежьте ножницами.

В качестве приводного ремня можно также использовать крученный шнурок или веревочку. Только не берите бумажный шпагат — он не годится. Ремень из шнурка особенно хорош для передачи с перпендикулярными валами и для так называемой обратной передачи. Обе эти передачи показаны на рис. 94, Б. Обратная передача применяется в тех случаях, когда оба вала должны вращаться в противоположных направлениях.

На рис. 94, В показано соединение концов шнурка. Как и при соединении резинки, концы нужно растянуть и туго обмотать ниткой на длине 10—12 мм.

Еще лучший ремень получается из спиральной пружинки. Такую пружинку можно навить из гитарной струны, туго намотав ее виток к витку на велосипедную или мотоциклетную спицу. Соединение концов пружинки видно на рис. 94, Г. Ножом подцепите на каждом конце крайнее колечко и отогните его плоскогубцами под прямым углом. Отогнутые колечки проденьте одно в другое.

Конструкции шкивов для резинки, шнурка и спиральной пружинки даются одинаковые.

Конструкции шкивов

Самый простой шкив делается из обычной деревянной катушки от ниток. Катушка имеет вид гильзы со щечками по бокам. Но гильза для наших целей слишком длинна. Ремень будет «гулять» по ней от одной щечки к другой, что значительно ухудшит работу передачи. Катушку нужно укоротить. Сделать это несложно. Гильзу распилите или разрежьте ножом, как показано на рис. 95, и среднюю часть выкиньте. Общая длина оставшейся части гильзы должна быть немного больше ширины ремня.

На рис. 96 показан другой шкив. Для него берется только отрезок гильзы катушки, а щечки делаются из двух фанерных кружков, выпиленных лобзиком. Дело в том, что в небольших моделях необходимо экономить место, а щечки катушки слишком толсты.

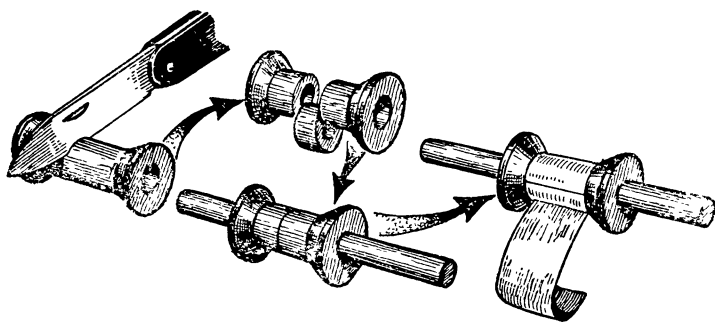


Рис. 95. Шків из укороченной катушки.

Шків с фанерными щечками собирается на обрезке ученической ручки или круглого карандаша. Они как раз подходят по диаметру к отверстию катушки. Щечки можно приклеить к гильзе столярным клеем.

Хороший шків можно сделать из бумажной ленты на клею. Нарезьте несколько полосок писчей бумаги шириной по 20 мм для широких ремней или по 10 мм — для узких. Приготовьте жидкий столярный клей или хороший канторский и наматывайте бумагу на вал, все время смазывая ее клеем. Старайтесь мотать плотно, а о краях не беспокойтесь — пусть получатся неровными, потом обрежете. Когда кончится одна лента, другую приклейте встык, иначе получится бугорок.

Намотав цилиндр нужного диаметра, обрежьте ленту, обвяжите цилиндр ниткой и положите сохнуть. Когда высохнет — подровняйте его края острым ножом.

Такие шквы особенно хорошо делать на валу двигателя. Диаметр малого шкива нужен 10 мм. Если и большой шків будете делать таким же способом, наматывайте его до диаметра 30 — 40 мм. Чтобы ремень с такого большого шкива не сползал вбок, лучше придать шкиву

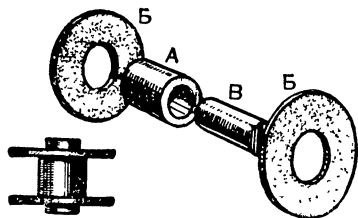


Рис 96 Шків из гильзы от катушки. А — гильза от катушки; Б — щечки; В — обрезок ручки или круглого карандаша.

форму бочонка. Для этого готовый, высушенный шкив осторожно обработайте напильником или крупной шкуркой, подпилив ему края. Когда соберете передачу и ремень натянется, он будет плотно облегать выпуклость бочонка.

Если в вашем распоряжении есть токарный станок, шкивы можно выточить из металла, дерева или пластмассы. Если хотите металлические шкивы крепить на валу пайкой, не точите их из алюминия. Для деревянных шки-

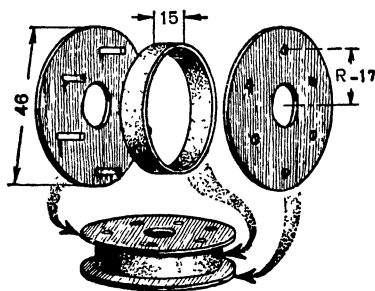


Рис. 97 Сборный шкив для широкого ремня.

вов лучший материал — береза. Катушки от ниток тоже выточены из березы. Лучшая пластмасса для изготовления шкивов — текстолит. Он дает хорошее сцепление с ремнем. Годятся также гетинакс, эбонит и органическое стекло—плексиглас. Только шкивы из этих материалов не следует полировать. Оставляйте поверхность шероховатой для лучшего сцепления.

Шкивы из дерева и пластмассы к деревянным валам можно приклеивать. К металлическим валам шкивы из этих материалов и алюминия крепите штифтом. На валу запилите площадочку, так называемую лыску, а штифт — винтик без головки — заверните в шкив так, чтобы он упирался в лыску или лежал на ней боком.

Хорошие большие шкивы можно делать из фанеры, картона и спичек. Устройство такого шкива, диаметром 40 мм, показано на рис. 97. На тонкой фанере начертите два кружка радиусом по 23 мм и из тех же центров еще по одному кружку радиусом 17 мм. Точки центров нужно отметить. Поставьте ножку циркуля в любую точку на малой окружности и тем же радиусом 17 мм сделайте на ней засечку. Перенеся ножку циркуля на эту засечку, сделайте следующую засечку и так продолжайте, пока не вернетесь к исходной точке. Окружность разделится на шесть частей.

Центры кружков и места засечек наколите шилом. Выпилите кружки по большим окружностям лобзиком. Про-

верните шилом отверстия по отметкам. В средние отверстия должен плотно входить вал, в крайние — спички.

Для обода шкива заготовьте полоску писчей или чертежной плотной бумаги. Ширина полоски 15 мм, а длина зависит от материала. Полоска из писчей бумаги должна быть длиной 500 мм, а если достанете чертежную бумагу — достаточно 250 мм.

Отмерив от одного конца полоски 120 мм, проведите карандашом поперечную линию. Остальную часть полоски от этой линии смажьте жидким столярным клеем. Заверните сухой конец полоски в кольцо, подведя кромку точно к отметке. Намазанный клеем конец полоски наворачивайте, плотно прижимая его.

Навернув всю полоску, обвяжите обод ниткой и оставьте сохнуть. Когда просохнет, острым ножом срежьте наружную кромку полоски на нет.

В дырочки по окружности одной щеки вставьте шесть спичек без головок и наденьте на них обод, а потом — вторую щеку. Если обод сидит на спичках слишком свободно, оберните спички бумажной лентой на клею. Если же обод не налезает, осторожно подстрогайте спички. Концы спичек пока не обрезайте.

Смажьте клеем концы спичек, входящие в щеки, стороны спичек, прилегающие к ободу, и кромки обода, прилегающие к щекам. Соберите шкив и положите его сохнуть. Когда высохнет, срежьте торчащие концы спичек и оклейте обод шкива тесемкой в один слой.

Если нужен шкив другого диаметра, вы легко сообразите, как изменить размеры.

Все эти шкивы годятся для широких ремней из ленты. Для узких ремней из резинки, шнура или пружинки можно сделать малый шкив из щечек от катушки. Он показан на рис. 98, А. Наденьте катушку на ручку или карандаш и, постепенно поворачивая, прочертите карандашом на каждой щеке линию, отстоящую от наружного края на 6 мм. По этим линиям аккуратно отрежьте щеки от катушки перочинным ножом или лобзиком. Срезы получившихся кружков зачистите напильником или крупной шкуркой. Насадите обе щеки на карандаш срезанными сторонами друг к другу. Если срезы прилегают один к другому неровно, нужно выступающие места отметить карандашом, а потом щеки снять и осторожно подровнять. Когда все будет получаться правильно, смажьте

срезы и карандаш столярным или другим клеем и, снова надев щечки, крепко сожмите их. Склеенный ролик должен сохнуть не меньше часа.

Если захотите диаметр такого шкива сделать поменьше, отрежьте щечки от катушки по самому краю гильзы. Тогда ремень будет глубже входить между щечками.

Вариант большого шкива под тонкие ремни показан на рис. 98, Б. Этот шкив — кружок диаметром 50 мм, вы-

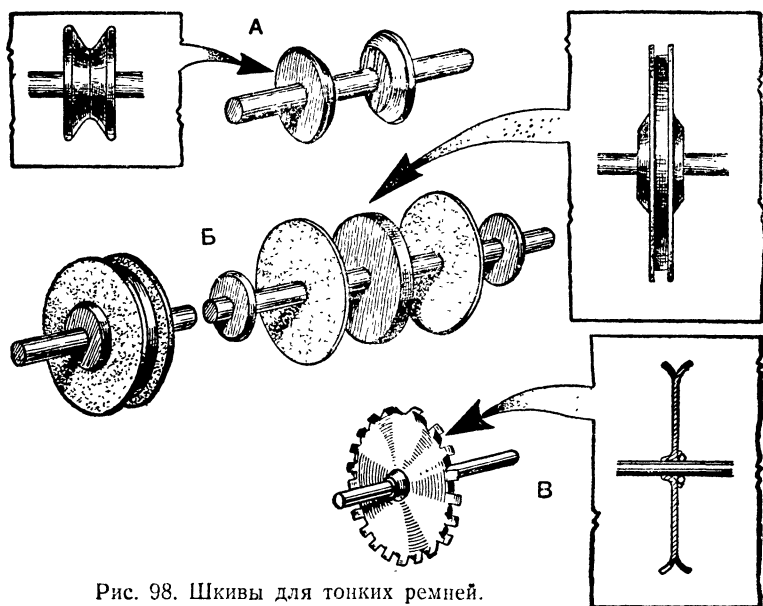


Рис. 98. Шкивы для тонких ремней.

пиленный из тонкой фанеры. Отверстие в центре кружка разверните так, чтобы с трудом проходил вал. К шкиву нужно сделать две щечки, иначе ремень будет соскакивать. Щечки — это картонные кружки диаметром 54 мм. В центрах щечек тоже сделайте отверстия для вала. Но такой тонкий шкив не будет сидеть на валу прочно. Чтобы его укрепить, по обе стороны поставьте по щечке, отрезанной от катушки.

Шкив склеивается при сборке модели. Наденьте фанерный кружок на вал и, поставив вал на место, установите кружок точно против малого шкива. Выньте вал и, не сдвигая кружок с найденного места, смажьте его с

обеих сторон клеем. Наденьте на вал картонные щечки и прижмите их к фанерному кружку, чтобы приклеились. Наденьте на вал щечки от катушек широкими сторонами к шкиву. Смажьте клеем эти широкие стороны и вал по бокам шкива. Пододвиньте щечки вплотную к шкиву, чтобы они приклеились, и положите вал со шкивом сохнуть.

На рис. 98, В показан вариант металлического большого шкива под тонкие ремни. Этот шкив крепится на металлическом валу пайкой. Материал для шкива — жель от консервной банки. Удобно взять крышку или дно. Накернив центр, прочертите две окружности: радиусом 25 и 22 мм.

Разделите окружности на сорок восемь частей. Это удобно сделать с помощью транспортира, откладывая по $7,5^\circ$. В центре проткните круглым шилом или заостренным гвоздем отверстие точно по диаметру вала. Заусенцы не снимайте: за них удобнее будет припаивать шкив к валу. Вырежьте размеченный шкив по наружной окружности. Ножницами сделайте в точках деления сорок восемь надрезов по радиусам до внутренней окружности.

Надрезанные лепестки отгибайте в разные стороны через один. Сначала захватите их пинцетом или подцепите концом ножа и отогните хоть немного. Затем берите каждый лепесток плоскогубцами и аккуратно отгибайте его таким образом, чтобы края лепестков разошлись на 4 мм друг от друга. На рисунке хорошо видно, что должно получиться.

Шкив готов. Очень важно правильно припаять его к валу, чтобы при вращении не получалась «восьмерка». Припаивать будете при сборке всей конструкции. Поставив вал на место, найдите точное положение шкива и отметьте его на валу.

Вывните вал и установите шкив в отмеченном месте как можно ровнее. Со стороны заусенцев слегка прихватите шкив к валу в одной точке, одним прикосновением паяльника. После этого, поворачивая вал в пальцах, поправьте положение шкива.

Теперь, когда шкив сидит на валу правильно, осталось припаять его прочно. Согните на валу колечко из луженой проволоки и придвиньте его вплотную к шкиву с той стороны, где нет заусенцев. А со стороны заусенцев оберните стык шкива с валом мокрой тряпочкой. Можете спокойно припаивать проволочное колечко к шкиву и валу. Кон-

трольная пайка при этом не расплавится, потому что мокрая тряпочка не даст ей нагреваться выше 100 градусов.

Хорошо припаяв колечко, в свою очередь оберните его мокрой тряпочкой и пропаяйте стык шкива с валом со стороны заусенцев. Теперь уже припаянное колечко будет играть роль контрольной пайки. Запомните этот прием — он не раз выручит вас в затруднительных случаях.

Нетрудно сообразить, что подобным образом можно сделать и малый металлический шкив под тонкие ремни. Этот шкив удобно припаивать прямо на вал двигателя.

Размеры его могут быть такими: радиус наружной окружности 8 мм, внутренней — 5 мм. Окружность здесь достаточно разделить на двадцать четыре части, то есть через 15°. Дальнейшее изготовление шкива и его крепление к валу точно такие же, как для большого шкива этой конструкции.

Валы и подшипники

Различные конструкции валов показаны на рис. 99.

Как делать металлические валы (рис. 99, А), вы уже знаете. Материал для них — мотоциклетные или велосипедные спицы, стальная проволока-серебрянка. Различные конструкции подшипников для металлических валов также были описаны выше.

На рис. 99, Б показан еще один металлический вал, изготавливаемый из тонкого гвоздя или вязальной спицы. Подшипники для этого вала делают из обрезков карандаша и медной проволоки.

Из обрезка карандаша вытолкните грифель и отверстие рассверлите до диаметра 3 мм. Наверните на вал четыре — пять витков голой медной проволоки диаметром 0,6—0,8 мм и с одной стороны оставьте кончик длиной 5—6 мм. Осторожно введите вал вместе со спиралькой в отверстие в карандаше. Оставленный конец спиральки согните плоскогубцами под прямым углом. Этот конец служит для закрепления подшипника.

Если на валу вращается шкив из катушки, карандаш вставьте в гильзу этой катушки, а отогнутый конец спиральки осторожно вдавите в стык между гильзой и вставленным в нее карандашом.

Если шкив неподвижно закрепляется на валу пайкой, обрезки карандаша вставьте в отверстия в корпусе модели.

а отогнутые концы спиралек вдавите в стыки карандашей с корпусом.

Еще одна конструкция подшипников для крепления тонких металлических валов в деревянных стенках модели — это жестяные или латунные накладки (рис. 99, В).

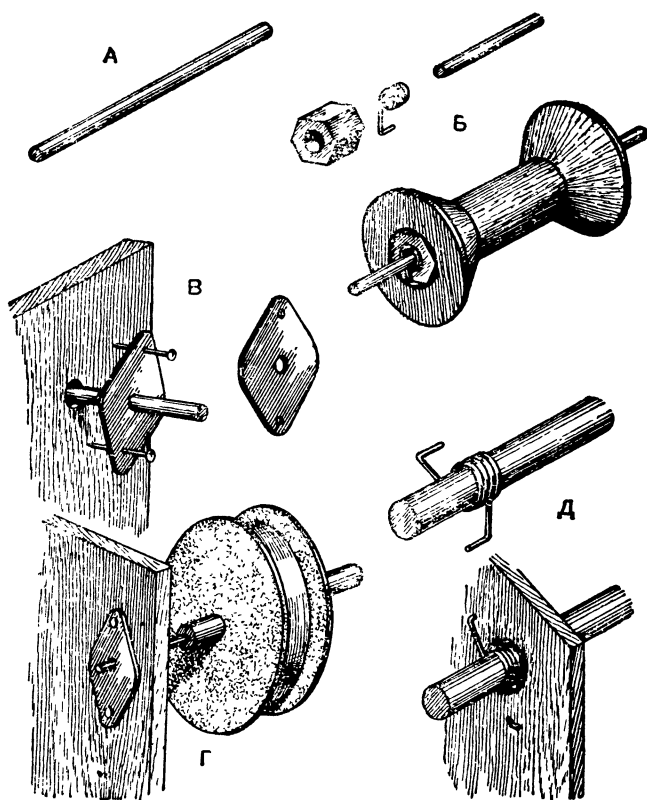


Рис. 99. Конструкции валов и подшипников.

Изготовив накладку в виде ромба, сделайте в ее центре отверстие под вал, а в острых углах — отверстия для гвоздиков. Просверлите в стенках модели отверстия заведомо большего диаметра, чем вал. Приложив накладку центром к отверстию, прибейте ее к стенке тонкими

гвоздиками и прошедшие насквозь концы этих гвоздиков загните.

На рис. 99, Г показан вал из ученической ручки для деревянных или бумажных шкивов. Насадив шкивы на вал, обрежьте лишние его концы. Вал должен свободно входить между стенками модели, где он будет установлен. В стенках сделайте отверстия диаметром 2—3 мм. На эти отверстия наложите ромбовидные жестяные подшипники-накладки, только что описанные для предыдущей конструкции вала, и закрепите их гвоздиками. На обоих торцах вала найдите центры и слегка наколите их шилом.

Подберите два тонких гвоздика или граммофонные иголки. Насечку, которая обычно бывает у основания шляпки гвоздя, обязательно спилите мелким напильником.

Вставив вал на место, осторожно забейте подготовленные гвоздики или иголки в отмеченные центры. Забивайте не до конца, чтобы выступающие части вращались в подшипниках.

На рис. 99, Д показана другая конструкция вала из ученической ручки или круглого карандаша. Эту конструкцию применяют в тех случаях, когда концы вала должны выступать из корпуса модели (например, в моделях колесных пароходов, различных автомобилей, гусеничных тракторов, шагающих экскаваторов и т. п.).

Подшипники такого вала делают из тонкой канцелярской скрепки или голой медной проволоки диаметром 0,8—1 мм. Распрямив скрепку или проволоку, наверните на вал три оборота и оставьте концы длиной по 15 мм. Лишнее срежьте кусачками.

Если при изготовлении подшипника помнете жесткой проволокой вал, он будет тяжело вращаться. Лучше наворачивать проволоку не на тех частях вала, которые потом будут работать в подшипниках.

В стенках модели сделайте отверстия, в которые вал вместе с подшипниками должен входить свободно. По бокам каждого отверстия проколите шилом две маленькие дырочки. Отогните концы подшипника навстречу друг другу так, чтобы сгибы приходились против дырочек.

Вставив подшипники на место, вложите в них вал. Концы подшипников пропустите через дырочки в стенах корпуса и загните.

Для уменьшения трения можете части вала, работающие в подшипниках, натереть стеарином от свечи.

Натяжная система

При передаче больших усилий бывает, что ремень проскальзывает по шкивам, и обычными способами не удается получить достаточное сцепление. В таких случаях применяют специальные натяжные системы. В технике иногда ставят натяжной ролик, как показано на рис. 100, А. Но вам сделать такую конструкцию будет

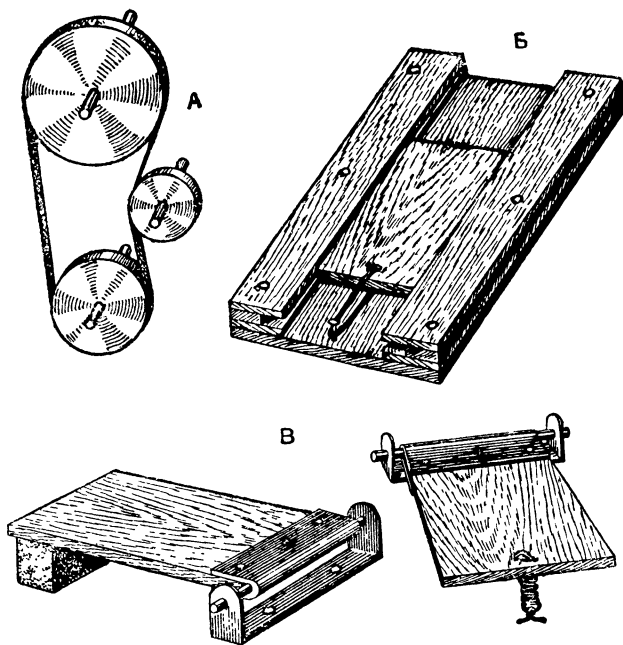


Рис. 100. Конструкции натяжных систем.

трудно. Проще получается натяжная система с салазками (рис. 100, Б) или натяжная площадка (рис. 100, В).

Салазки сбивают гвоздиками из полосок тонкой фанеры на фанерном основании. Их устройство хорошо понятно из рисунка.

Сначала вырежьте из фанеры площадку со строго параллельными краями. Площадка должна быть немного длиннее основания. Хорошо отшлифуйте ее мелкой шкур-

кой. Заготовьте все остальные части салазок: основание, нижние рейки, распорки, верхние рейки. Распорки должны быть чуть толще площадки. Все трущиеся поверхности заготовок также отшлифуйте шкуркой и смажьте стеарином от свечки.

Собрав салазки с вложенной в них площадкой, тонкими гвоздиками прибейте рейки вместе с распорками к основанию. После этого вытяните из салазок площадку и укоротите ее до нужного размера. В середине одного края площадки сделайте отверстие для закрепления резины.

Вдвинув площадку на место, прикрепите ее резинкой к гвоздю, забитому в основание салазок. На таких площадках обычно ставят электродвигатели.

Натяжную площадку под электродвигатель сделать проще, чем салазки. Ее устройство понятно из рис. 100, В. Если для натяжки ремня двигатель нужно отжимать кверху, под свободный край площадки подложите кусок резиновой губки. Чтобы он при снятии ремня не выпал, приклейте его к основанию любым клеем. Если двигатель нужно тянуть вниз, прикрепите между площадкой и основанием достаточно сильную стальную пружину или резиновый жгут.

Соединение валов

Часто в моделях требуется передать вращение с одного вала на другой, не изменяя числа оборотов. Примеры такой передачи показаны на рис. 101. Здесь валы установлены так, что один из них является как бы продолжением другого. В этом случае можно очень просто соединить валы при помощи так называемого поводкового механизма.

Один вариант поводкового механизма показан на рис. 101, А. Так называемое колено, согнутое на конце одного вала (на рисунке этот вал стоит справа), вращает загнутый конец второго вала (левого). Эта простая конструкция работает очень хорошо. Если даже валы неточно совпадают, колено незаметно передвигается в загнутой части и совсем не тормозит.

Направление вращения можно менять — механизм все равно будет работать.

Важно только, сгибая концы валов, не изогнуть сами валы в дугу. Чтобы так не получилось, зажмите вал в тиски, оставив свободным только тот конец, который надо отогнуть. Отгибайте плоскогубцами или молотком через дощечку. Отогнув, выдвиньте вал до места следующего сгиба и опять зажмите и отогните.

При сборке механизма заложите в загнутый конец вала тавот или густой вазелин.

Всем хорош этот поводковый механизм, но он годится только для тонких валов — диаметром примерно до 2 мм. Более толстые валы, например вал из мотоциклетной спицы толщиной 3 мм, гнуть слишком трудно.

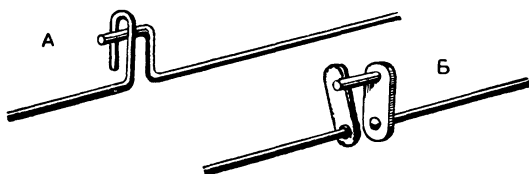


Рис. 101. Поводковые механизмы.

Конструкция поводкового механизма для более толстых валов показана на рис. 101, Б. Здесь на концы обоих валов насажены и припаяны плечи. В одно из плеч впаян поводок, сделанный из обрезка такой же спицы или проволоки-серебрянки, что и оба вала. Нажимая на плечо другого вала, поводок заставляет его вращаться, «ведет».

При неточном совпадении валов поводок немного скользит по плечу другого вала. При перемене направления вращения поводок опишет круг и наляжет на плечо с другой стороны.

Плечи выпилите из меди, латуни или стали толщиной примерно 3 мм и просверлите в них отверстия для валов и поводка. Удобнее сначала просверлить отверстия, а потом уже вырезать по контуру.

Делать плечи из такого толстого материала трудно. Они отлично получаются и из жести, только тогда нужно сделать их коробчатого сечения. Вырежьте их из жести и согните в длинные коробочки или, если хотите, в трубки с хвостиками на концах. Эти хвостики обожмите вокруг валов и вокруг поводка и пропаяйте.

Жесткая муфта

В технике для соединения валов чаще применяют так называемые муфты. Простейшая муфта показана на рис. 102. Она называется жесткой, в отличие от эластичной муфты, описанной дальше.

На концы обоих валов надеты так называемые фланцы, похожие на тарелки вагонных буферов. Материал для фланцев — листовая латунь или белая жельсть толщиной 0,5—0,8 мм. На этом материале начертите два одинаковых кружка. Из тех же центров проведите вторые кружки радиусом на 2—3 мм поменьше.

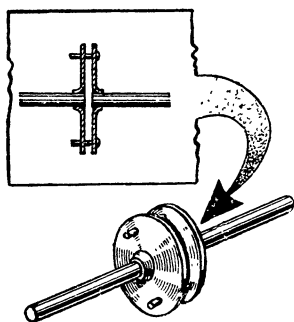


Рис. 102. Жесткая муфта.

Прочертите на каждом кружке диаметр и в точках его пересечения с меньшими кружками просверлите или пробейте гвоздиками на доске по отверстию. В отверстия одного фланца должны туго проходить два подобранных вами небольших гвоздика. В другом фланце отверстия сделайте побольше.

Теперь нужно пробить средние отверстия таким образом, чтобы края вытянулись. Лучше всего делать это, положив кружок на отверстие, диаметр которого на 1 мм больше диаметра вала. Так, например, если валы у вас диаметром по 3 мм, то нужно сначала просверлить в какой-нибудь дощечке отверстие диаметром 4 мм.

Положите кружок на это отверстие. Подобрал гвоздь диаметром 3 мм, наставьте его в центр кружка и легко ударяйте по гвоздю молотком. Входя в отверстие доски, гвоздь потянет за собой внутреннюю часть кружка и вытянет ее. То же самое сделайте со вторым кружком.

Готовые кружки насадите на концы валов, которые вы хотите соединить. На рис. 102, внизу, хорошо видно, что должно получиться. Тщательно припаяйте каждый фланец к своему валу.

Подобранные гвоздики вставьте со стороны вала в боковые отверстия того фланца, где они входят туго. Продвиньте их до упора и припаяйте шляпками к фланцу.

Острые гвоздиков введите в отверстия второго фланца, куда они должны входить свободно. Лишние концы откусите. Вот и готова жесткая муфта. Она будет работать тем лучше, чем точнее соединяемые валы стоят друг против друга.

Эластичная муфта

Недостаток жесткой муфты в том, что она передает редуктору все толчки и удары от исполнительного механизма. Поэтому чаще в технике применяют так называемые эластичные муфты, где валы соединены через упругую, эластичную прокладку.

Самодельная эластичная муфта показана на рис. 103. Между двумя фланцами проложена резиновая шайба.

Изготовление фланцев и их крепление к концам валов точно такие же, как для жесткой муфты. Только тут в оба фланца гвоздики входят туго, и их припаивают шляпками.

Резиновую шайбу вырежьте острым ножом из плоского куска резины толщиной 4—5 мм. Если ничего другого не подберете, можете отрезать пласт от мягкой карандашной резинки.

Острым карандашом прочертите на резине две взаимно-перпендикулярные линии. Из точки их пересечения проведите окружность тем же радиусом, каким размечали боковые отверстия во фланцах. В местах пересечения окружности с диаметрами пробейте отверстия для гвоздиков, впаянных во фланцы. Пробивать их нужно гвоздем со спиленным концом, положив резину на торец полена или чурки.

Можно не пробивать отверстия, а сделать с краев четыре выреза, как показано на том же рис. 103. Гвоздики, торчащие из фланцев, укоротите кусачками. Длина их концов должна быть немного меньше толщины резины. Гвоздики каждого фланца вставьте в свою пару отверстий или вырезов в резине.

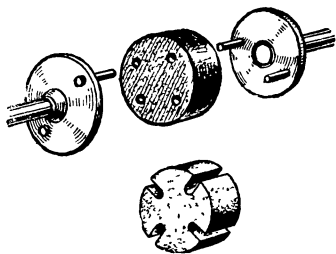


Рис. 103. Эластичная муфта.

Разъемная муфта

В технике бывают случаи, когда нужно то включать сцепление между валами, то выключать его. Такое переменное сцепление есть, например, в автомобилях и мотоциклах. Оно позволяет включать и выключать вращение колес, не останавливая двигателя.

При постройке некоторых моделей переменное сцепление тоже может понадобиться. На рис. 104 показана само-

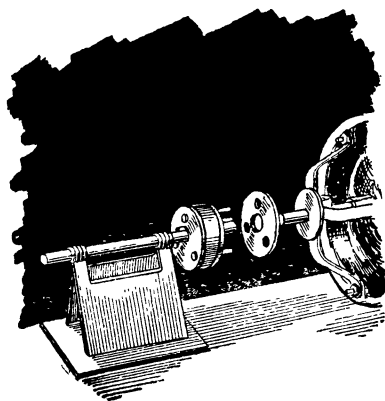


Рис. 104. Разъемная муфта.

дельная разъемная муфта, которую можно по желанию включать и выключать. Правда, эту нашу муфту нельзя будет включать при работе двигателя, зато устроена она очень просто.

На одном из сцепляемых валов сидит фланец с отверстиями, а по другому валу, к которому сбоку припаян отрезок проволоки, может перемещаться втулка с выступающими из нее гвоздиками. Придвинем втулку к фланцу — гвоздики войдут в отверстия, муфта сцепится. Отодвинем втулку — гвоздики выйдут из отверстий, и сцепление нарушится

Втулку сделайте из катушки от ниток. Насадите катушку на карандаш, смазанный клеем, и отрежьте щечки и часть гильзы. Длина оставшегося отрезка гильзы должна быть 10 мм. Вытолкните грифель и канал рассверлите по диаметру вала.

Заготовьте из белой жести два диска диаметром по 14 мм. Сначала расчертите их по рисунку, затем просверлите центральные отверстия по диаметру вала и еще по три отверстия под гвоздики. С боков отверстий под вал пропилите шлицы. После этого диски вырежьте по контуру.

Наденьте на вал втулку и один из дисков и по отверстиям в диске обозначьте на торце втулки места для трех канавок и место для шлица. Сняв диск, прорежьте во

втулке канавки острым ножом или пропилите надфилем. Канавку для шлица прожгите накалившимся гвоздем.

К валу, на котором будет сидеть втулка, приложите и припаяйте хорошо выпрямленный отрезок медной проволоки длиной 15 мм и диаметром 1—1,5 мм. Конец проволоки должен совпадать с концом вала. Острым ножом и мелким напильником аккуратно снимите лишний припой по всей длине.

Подберите три одинаковых гвоздика длиной не менее 18 мм. Соберите на валу втулку с двумя жестяными дисками по бокам. Заложите гвоздики со стороны, противоположной концу вала. Каждый из них должен лечь в свою канавку на гильзе, пройдя через оба диска.

Ниткой или тонкой проволокой туго притяните диски к торцам втулки и припаяйте гвоздики к дискам. Концы гвоздиков, выступающие со стороны конца вала, срежьте кусачками и закруглите напильником, оставив по 4—5 мм. Нитку или проволоку снимите. Втулка должна перемещаться вдоль вала с небольшим усилием. Фланец на втором из сцепляемых валов сделайте и насадите точно так же, как делали для жесткой муфты. Только отверстий для гвоздиков здесь будет не два, а три. Их нужно разметить так, как размечали диски. Гвоздики должны входить в эти отверстия свободно.

Передача вращения под углом

При конструировании различных моделей часто требуется осуществить передачу вращения под углом. Примером может служить модель земснаряда, схематически показанная на рис. 105. Здесь электродвигатель стоит на горизонтальной палубе модели, а вал, на котором насажены фреза и шнек («архимедов винт»), вращается в наклонной трубке. При постройке этой модели нам пришлось применить так называемый гибкий вал.

Простейший гибкий вал — это отрезок резиновой трубки, соединяющий вал двигателя с

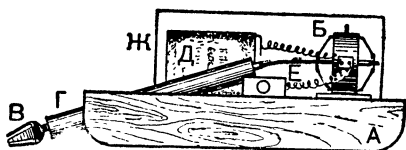


Рис. 105. Модель земснаряда:
А — корпус модели; Б — электродвигатель; В — фреза; Г — наклонная трубка; Д — батареек; Е — гибкий вал; Ж — кожух надстройки.

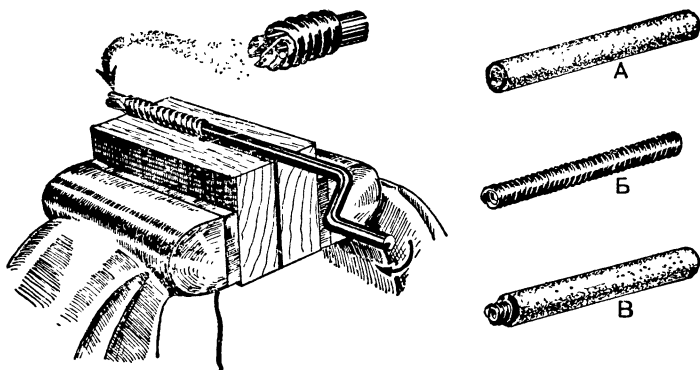


Рис. 106. Гибкие валы. Слева — навивка спиральных пружинок воротком; справа — конструкции гибких валов: А — резиновая трубка; Б — спиральная пружинка; В — пружинка в трубке.

валом исполнительного механизма. Трубка должна быть по возможности толстостенной.

Если трубка насаживается на конец вала с трудом, никакого дополнительного крепления не нужно. Чтобы легче было надевать трубку, насыпьте в ее канал немного талька или обыкновенной пудры. Если же трубка надевается свободно, ее необходимо туго перевязать ниткой.

Другая простая конструкция гибкого вала — это спиральная пружинка. Ее нетрудно навить самому из гитарной струны. Для навивки изготовьте вороток, показанный на рис. 106. Материал для воротка — стальная проволока толщиной немного меньше толщины валов, которые вы хотите соединить. На одном конце воротка отогните ручку, чтобы удобнее было его вращать, на другом сделайте небольшой продольный пропил.

Сложите две дощечки (см. рис. 106), пропустите между ними конец струны и зажмите дощечки в тиски. Если тисков у вас нет, можно просто туго сбить дощечки гвоздями.

Выступающий над краем дощечек конец струны введите в пропил на конце воротка и накручивайте, поворачивая вороток правой рукой. Навертывая на себя струну, вороток притянется к щели между дощечками и ляжет на них. При дальнейшем вращении воротка он будет накручивать на себя струну, протягивая ее между дощечками, и постепенно передвигаться влево.

Закончив навивку спиральной пружинки, снимите ее с воротка. Надевать пружинку на валы нужно, вращая ее против навивки. Направление витков пружинки должно совпадать с направлением ее вращения при работе двигателя. Вращаясь против витков пружинки, двигатель может развить ее — и пружинка соскочит с вала. Поэтому гибкий вал в виде спирали нельзя применять в таких моделях, где направление вращения двигателя может изменяться.

Если направление витков пружинки не совпадает с направлением вращения, ее нужно навить в другую сторону.

Общим недостатком гибких валов из резиновой трубки и из спиральной пружинки является их малая прочность. Если такой вал используется для передачи движения от относительно мощного двигателя или стоит после замедляющей передачи, он может закручиваться узлами. Это, конечно, нарушает правильную работу передачи.

Прочность передачи можно несколько увеличить, если поверх спиральной пружинки надеть резиновую трубку.

Все три вида гибких валов — резиновая трубка, спиральная пружинка и пружинка в трубке — годятся для передачи движения не только под углом, но и между параллельными валами, смещенными друг относительно друга.

Наиболее надежным механизмом, передающим вращение под углом при больших усилиях, является так называемый шарнир Гука. Его применяют, например, в автомобилях, фрезерных станках и во многих других машинах. Упрощенную конструкцию этого шарнира используют в обыкновенном ключе для завинчивания примусных капсулей.

Вы тоже можете сделать шарнир Гука; это несложно — нужно только уметь паять. Из жести или листовой латуни вырежьте две одинаковые заготовки скобок. В центре каждой заготовки пробейте отверстие по диаметру вала, а по краям просверлите по два маленьких отверстия под оси шарнира. Маленькие отверстия обязательно очистите от заусенцев. У больших отверстий заусенцы оставьте: они помогут прочнее припаять скобки к валу. Аккуратно согните скобки в форме буквы «П» (рис. 107). Следите при этом, чтобы линия, соединяющая малые отверстия в отогнутых «ушках», была параллельна основанию скобки.

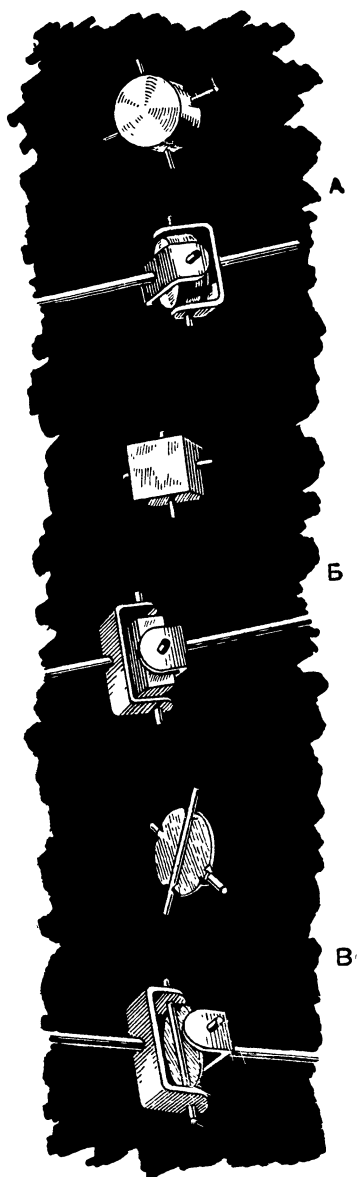


Рис. 107. Шарнир Гука (варианты конструкции).

Это легко проверить, вложив в отверстия иголку или булавку. Лучше, если заусенцы от средних отверстий будут торчать с наружной стороны скобки.

Насадив каждую скобку на конец своего вала, тщательно припаяйте ее.

Скобки будут сочленяться через крестовину с двумя взаимно-перпендикулярными осями. На рис. 107 показаны три варианта выполнения этой крестовины.

Вариант А — цилиндр из крепкого дерева, в который забиты четыре граммофонные иголки.

Очень важно правильно забить иголки. Они должны лежать все в одной плоскости. При этом противоположные иголки должны точно продолжаться друг друга, а соседние — образовывать прямые углы.

Сначала надо разметить отверстия. На половине высоты цилиндрика прочертите карандашом поясok. Оберните цилиндрок полоской бумаги точно в один оборот. Лишний конец полоски отрежьте. Сняв полоску, сложите ее по длине вдвое и еще раз вдвое, затем расправьте и снова оберните ею цилиндрок, сдвинув так, чтобы поясok был виден. Против мест сгиба полоски сделайте засечки на пояске. Отмеченные места наколите.

Иголки забивайте через отверстия в скобках. Делать это удобно на подставке с небольшим отверстием, куда могла бы входить уже забитая иголка. Вариант конструкции, показанный на рис. 107, Б, отличается только тем, что вместо цилиндрика взят деревянный кубик. Вырежьте его как можно аккуратнее. Тогда легко будет найти места отверстий под иголки. Они будут лежать на пересечениях диагоналей каждой грани.

Еще один вариант конструкции крестовины показан на рис. 107, В. Вырежьте из жести или латуни кружок и начертите на нем правильный крест. Края кружка по кресту слегка надрежьте и углы надрезов отогните плоскогубцами. При этом у одного надреза углы отогните вверх, у другого — вниз, у третьего — опять вверх и у четвертого — снова вниз.

Для осей крестовины подберите две толстые швейные иголки. Можно взять и булавки или гвоздики, но они не так хорошо отполированы.

Отломав от одной иголки лишние концы с острием и ушком, пропустите ее в скобку и наложите на кружок так, чтобы иголка легла между отогнутыми углами двух противоположных надрезов. Осторожно постучите по иголке легким молоточком, чтобы она вошла в соприкосновение с плоскостью кружка, и в таком положении припаяйте ее.

Точно таким же образом подготовьте вторую иголку, вставьте ее во вторую скобку и припаяйте к другой стороне кружка. Вторую иголку припайвайте, положив кружок на влажную тряпочку или ватку, чтобы первая иголка не отпаялась.

Для передачи вращения между параллельными смещенными валами понадобятся два шарнира Гука.

Фрикционные передачи

В технике часто применяют так называемые фрикционные передачи. Они работают на трении между двумя соприкасающимися колесами — фрикционами.

Для хорошей работы фрикционной передачи необходимо правильно подобрать материалы обоих фрикционов, чтобы они не проскальзывали друг по другу, и обеспечить постоянство прижима между ними.

Фрикционный редуктор № 1

На рис. 108 показана фрикционная передача между параллельными валами. Основанием передачи служит доска с пазами, в которых движутся две одинаковые площадки со стойками. На стойках укреплены скобками валы фрикционов. В этой конструкции валы неподвижны, на них вращаются фрикционы со шкивами.

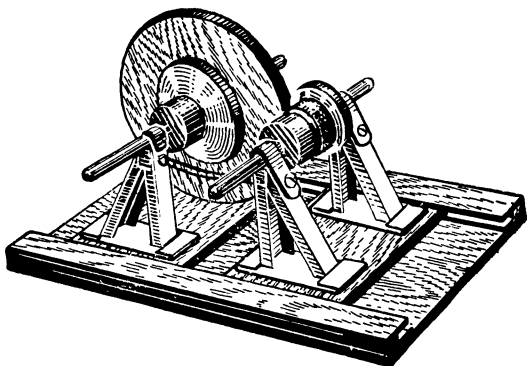


Рис. 108. Фрикционный редуктор № 1.

Малый фрикцион изготовьте из катушки от ниток. Отрежьте половину катушки и, насадив ее на карандаш, выступающие концы карандаша срежьте. Вытолкните трифель и отверстие в карандаше разверните на 2—2,5 мм больше вала по диаметру.

Из медной проволоки диаметром 0,6—0,8 мм сверните на валу два подшипника по три—четыре витка с крючком на конце. Каждый подшипник введите вместе с осью в отверстие карандаша и выступающий конец с крючком забейте в стык карандаша с катушкой.

На гильзу катушки до щечки натяните колечко шириной 6 мм, отрезанное от резиновой трубки (рис. 109, слева).

Диск большого фрикциона выпилите из фанеры толщиной 4 мм. В центре сделайте отверстие под карандаш (диаметр отверстия 7 мм). Шкив большого фрикциона — половинка катушки от ниток.

Смазав щечку катушки столярным клеем, насадите катушку и диск на карандаш, также смазанный клеем. Когда склейка высохнет, обрежьте выступающие концы карандаша и отверстие в нем разверните. Устройство подшипников такое же, как у малого фрикциона.

Два вала редуктора, длиной по 45 мм, сделайте из мотоциклетной спицы или проволоки-серебрянки диаметром 3 мм.

Выкройка стоек дана на рис. 109, справа. На куске жести от консервной банки расчертите по выкройке сразу четыре одинаковые стойки, вырежьте их и согните по пунктирным линиям.

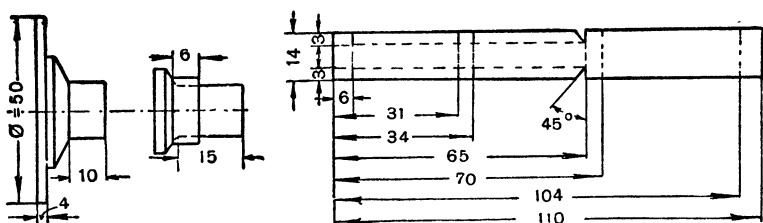


Рис. 109. Детали редуктора № 1 (рис. 108): фрикцион (слева) и выкройка стойки.

По углам основания каждой стойки сделайте отверстия для маленьких гвоздиков. Заусенцы можно оставить, если они обращены вниз: они вдавятся в фанеру основания, когда будете прибивать.

Для крепления валов к стойкам изготовьте четыре одинаковые накладки из толстой жести или латуни. Размер накладки 6×20 мм (рис. 110). Конек накладки, загнутый крючком, будет удерживать вал. В другом конце накладки просверлите отверстие для болта.

Подберите четыре маленьких болта с гайками. Поставив валы на свои места, прижмите их накладками. Через отверстия в накладках сделайте отметки на стойках. В этих местах просверлите отверстия для пропуска болтов. На внутренних, отвесных сторонах стоек сделайте еще по одному маленькому отверстию для проволочных петелек, крепящих резиновые стяжки.

Стойки прибейте к площадкам мелкими гвоздиками. Концы гвоздиков, прошедшие насквозь, загните.

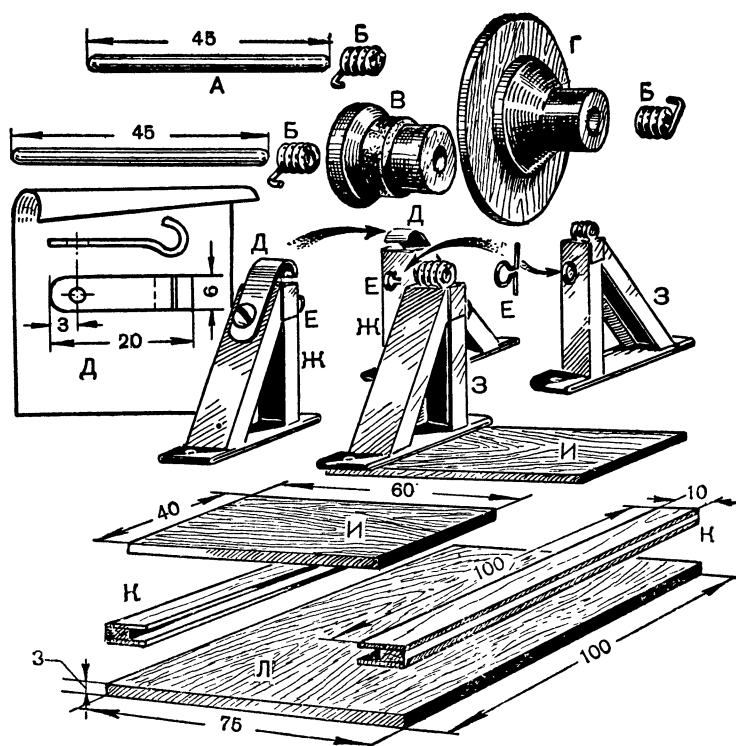


Рис. 110. Детали и порядок сборки редукторов №№ 1 и 2: А — валы; Б — подшипники; В — малый фрикцион; Г — большой фрикцион; Д — накладки; Е — петельки для стяжек; Ж — стойки с накладками (для редуктора № 1); З — стойки с подшипниками (для редуктора № 2); И — площадки; К — направляющие; Л — основание.

Устройство площадок и направляющих почти такое же, как у натяжной площадки для ременной передачи (см. рис. 100, Б). Только здесь две площадки, а не одна.

Основание всего редуктора и средние полоски в направляющих сделайте из фанеры такой же толщины, как и площадки. Широкие боковые полоски направляющих лучше сделать из фанеры потоньше.

Сначала склейте по отдельности обе направляющие. Когда клей высохнет, прибейте одну из них к основанию. Заложите в пазы обе площадки со стойками. Подвигав эти площадки, найдите наиболее правильное положение второй направляющей и прибейте ее к основанию.

Наденьте на валы фрикционы и проверьте плавность их вращения. Смажьте проволочные подшипники тавотом или простым вазелином. По бокам фрикционов наденьте металлические шайбы.

Валы установите на свои места, привинтив накладки. Гайки заложите изнутри стоек.

Чтобы обеспечить постоянный прижим фрикционов друг к другу, стяните стойки резинками или маленькими пружинами из стальной струны, продев их в петельки стоек.

Эта конструкция фрикционного редуктора работает между двумя ременными передачами. Шкивами для передач служат гильзы катушек, выступающие сбоку фрикционов.

Фрикционный редуктор № 2

Если ременные передачи вам не нужны, можно сделать вариант фрикционного редуктора с вращающимися валами. Отличие от предыдущей конструкции заключается в том, что фрикционы насаживают на валы туго, а проволочные подшипники припаивают сверху стоек. В этом случае стойки сделайте без накладок (см. правую пару стоек на рис. 110).

Порядок изготовления такого редуктора имеет одну важную особенность — вал с фрикционом не удастся поставить на место, если обе стойки уже прибиты к площадке, а подшипники припаяны к стойкам. Нужно либо прибавать вторую стойку уже после установки вала с фрикционом и шайбами, либо припаивать подшипники к стойкам в самую последнюю очередь. Помните, что перед припайкой подшипников валы нужно натереть грифелем мягкого карандаша.

Фрикционный редуктор № 3

Второй вариант конструкции фрикционного редуктора имеет такие же наружные размеры, как первый. Но редуктор с вращающимися валами можно сделать гораздо более компактным, чтобы он не занимал много места. Такой фрикционный редуктор показан на рис. 111, а детали для него — на рис. 112 и 113.

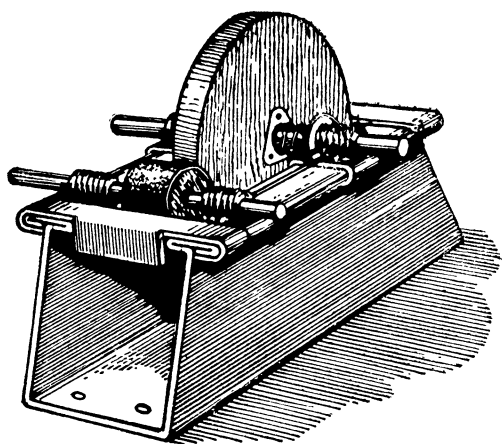


Рис. 111. Фрикционный редуктор № 3.

Корпус редуктора вырежьте и согните из куска белой жести. Из жести же вырежьте и согните четыре ползуна для подшипников. Края ползунов загните на отдельной площадке такого же размера, как отогнутые в виде направляющих края корпуса. На самих направляющих загибать ползуны нельзя: трудно будет захватить плоскогубцами внутренний край. Если помнете направляющие, редуктор не будет нормально работать. Удлиненные хвостики ползунов загните в виде крючков вверх.

Чтобы стенки корпуса не расходились в стороны, заготовьте из жести две стяжки. Их нужно будет надеть после сборки всего редуктора.

Большой фрикцион выпилите из фанеры толщиной 4 мм. Его диаметр 40 мм. Малый фрикцион — деревянный цилиндрок диаметром 10 мм. Можно взять гильзу от ниточной катушки. Легко сообразить, что передаточное число такого редуктора будет $40 : 10 = 4$.

Если нужно меньшее передаточное число, увеличьте диаметр малого фрикциона, натянув на него отрезок резиновой трубки.

Валы для этого редуктора сделайте из обрезков мотоциклетных спиц. При длине валов 50—60 мм с обеих сторон выступают достаточно большие концы, чтобы можно было надеть шкивы, муфты или гибкие валы.

Подшипники редуктора сверните на валах из медной голы проволоки диаметром 0,6—0,8 мм. Длина подшипников — по три—четыре витка. Проволоку предварительно очистите от окислов, чтобы она хорошо паялась.

Для крепления большого фрикциона к валу сделайте две одинаковые жестяные накладки. Сначала проделайте в них отверстия для вала, а потом уже вырезайте по контуру и пробивайте маленькие отверстия в углах.

Соберите фрикцион с накладками на валу и сбейте маленькими гвоздиками. После этого установите фрик-

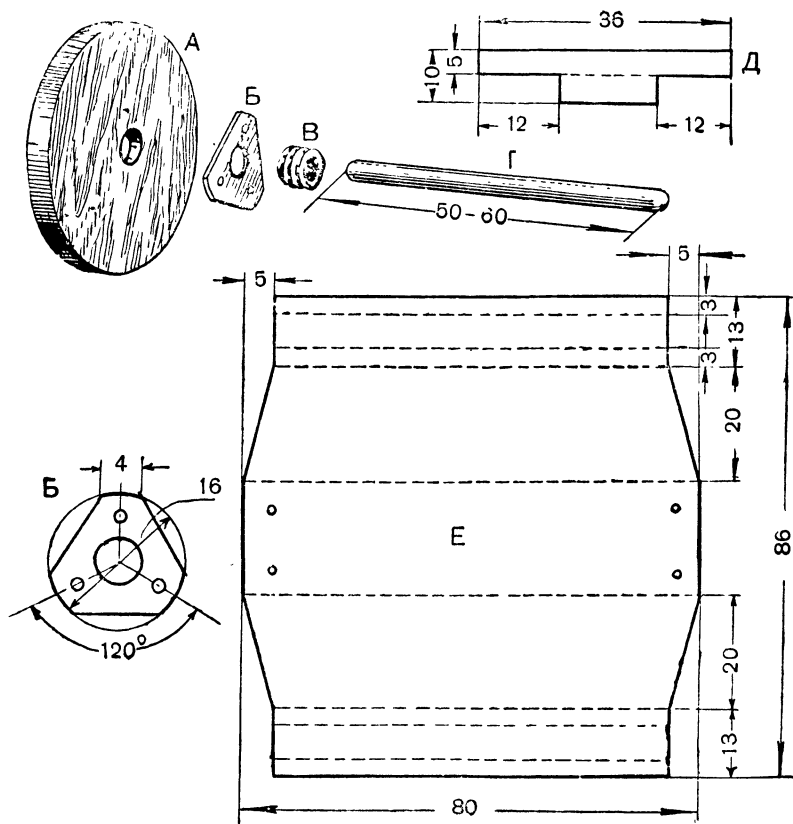


Рис. 112. Детали редуктора № 3 (рис. 111): А — большой фрикцион; Б — жестяная накладка; В — подшипник; Г — вал; Д — развертка стяжки; Е — развертка корпуса.

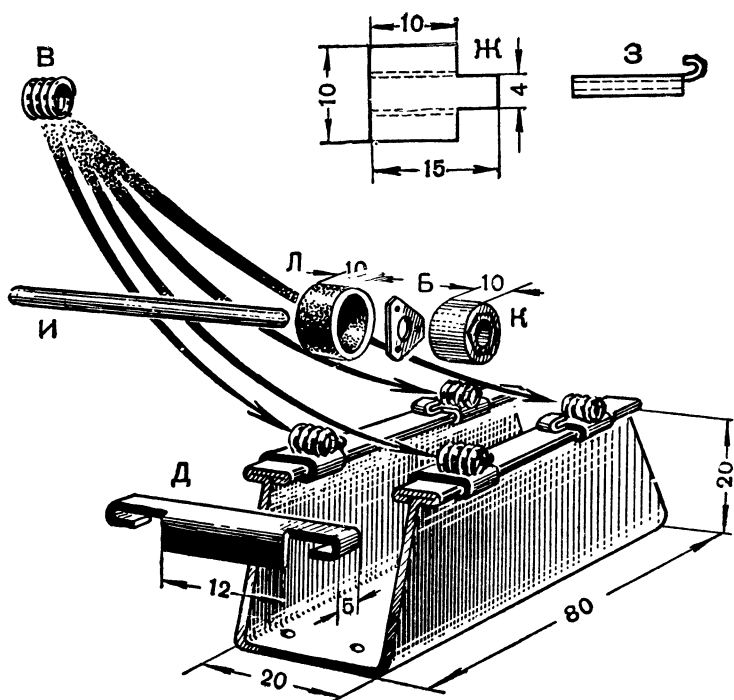


Рис. 113. Детали и порядок сборки редуктора № 3 (рис. 111): Б — накладка; В — подшипник; Д — стяжка; Ж — развертка ползуна; З — готовый ползун; И — вал; К — малый фрикцион; Л — отрезок резиновой трубки.

цион ровно, чтобы он не давал «восьмерки», и в таком положении припаяйте накладки к валу.

Малый фрикцион насадите на карандаш и выступающие концы карандаша отрежьте. Грифель из карандаша вытолкните и канал расширьте настолько, чтобы в него туго входил вал. Место посадки фрикциона на валу натрите срезом луковицы и дайте луковому соку высохнуть. После этого насадите малый фрикцион на вал с клеем.

Для лучшего сцепления натяните на малый фрикцион отрезок резиновой трубки подходящего диаметра. Если не подберете трубки, можете на большой фрикцион натянуть кольцо, отрезанное от велосипедной камеры. Ширина кольца нужна 15 мм. Ползуны надвиньте на направляющие крючками друг к другу.

Оба вала с фрикционами поставьте на свои места и обозначьте положения подшипников. Прежде чем припаивать подшипники к ползунам, наденьте на вал необходимое число шайб или проволоочные спирали, чтобы фрикционы удерживались на своих местах.

Припаяв подшипники, попарно стяните отогнутые концы ползунов резиновыми кольцами или спиральными пружинками. Они не должны быть слишком тугими, иначе затруднится вращение валов. Хорошо, например, взять тонкие резиновые колечки, которыми перетягивают в аптеке баночки с мазями и т. п. Сложите эти колечки в несколько раз.

Теперь наденьте заготовленные стяжки и отрегулируйте их длину так, чтобы корпус редуктора имел в сечении форму перевернутой буквы «П» с совершенно прямыми углами.

Редуктор крепится к модели за дно корпуса. Отступая от краев дна на 5—6 мм, сделайте два или четыре отверстия под гвоздики, шурупы или болты с гайками.

Фрикционный редуктор № 4

На рис. 114 показан фрикционный редуктор с передачей вращения между перпендикулярными валами. По габаритам этот редуктор довольно велик, и поэтому ставить

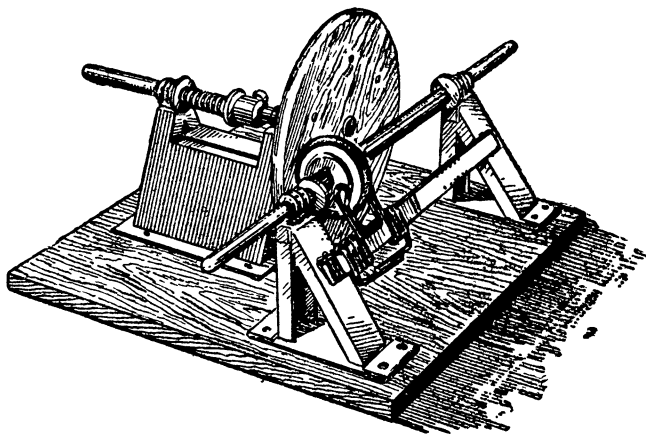


Рис. 114. Фрикционный редуктор № 4.

его можно не на все модели. Зато он позволяет плавно изменять передаточное отношение и даже менять направление вращения ведомого вала.

На рисунке хорошо видны основные части редуктора: большой фрикционный диск, насаженный на конец одного вала, фрикционный ролик, перемещающийся вдоль другого вала, и вилка, передвигающая ролик. Валы установлены в подшипниках из проволоочных спиралей, припаянных к стойкам из профилированной жести.

На вал диска надета пружина, сжатая при помощи втулки с винтом. Она прижимает диск к фрикционному

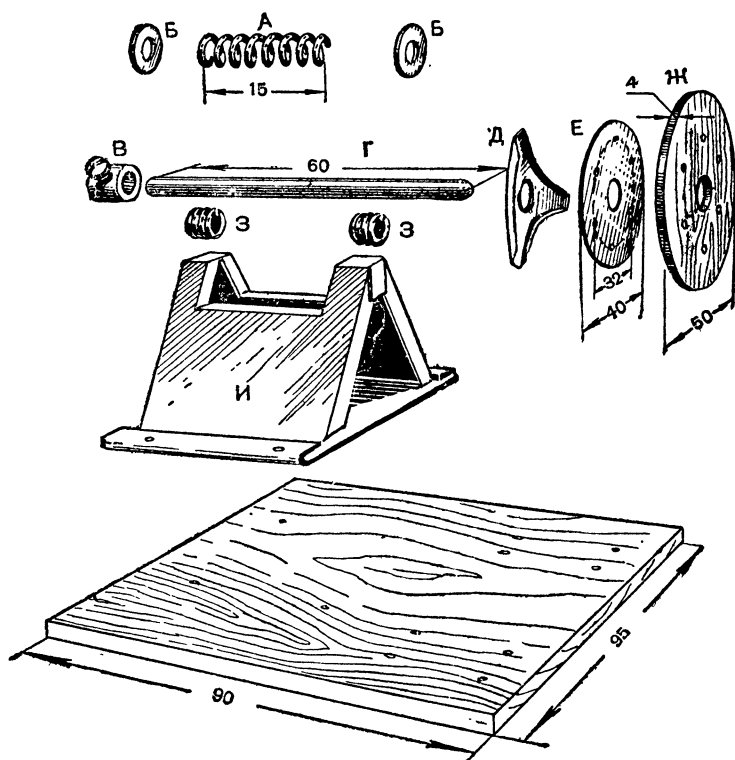


Рис. 115. Детали редуктора № 4 (рис 114): А — прижимная пружина; Б — металлические шайбы; В — втулка с винтом; Г — вал; Д — «паук»; Е — накладка диска; Ж — диск; З — подшипники; И — стойка диска.

ролику. Силу прижима можно регулировать, перемещая втулку или заменяя пружину.

Детали этого редуктора показаны на рис. 115 и 116.

На куске белой жести расчертите стойку диска, две стойки ролика (такие же, как на рис. 109), накладку диска, «паук» с тремя лапами, две шайбы для ролика, направляющую рейку для вилки. Вырежьте все заготовки по контуру.

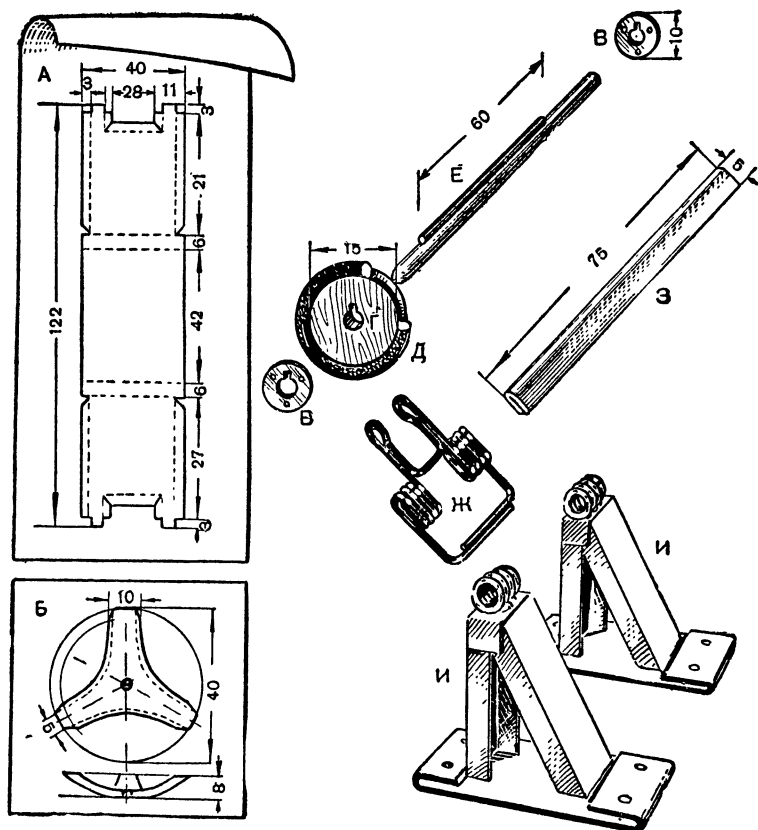


Рис. 116. Детали редуктора № 4 (рис. 114): А — развертка стойки диска; Б — развертка «паука»; В — шайбы для ролика, Г — фрикционный ролик; Д — резиновое колечко; Е — вал ролика с припаянной проволокой; Ж — вилка; З — направляющая рейка; И — стойки ролика с подшипниками.

Стойку диска согните в виде домика. Следите, чтобы она не получилась кособокой. Сверху концы наложите друг на друга и спаяйте. По углам основания сделайте четыре отверстия для крепления.

В центре накладки диска просверлите или пробейте отверстие по диаметру вала. Отверстия по окружности накладки пробейте гвоздиками и заусенцы не снимайте. «Паук» вырежьте из жестяного кружка с отверстием для вала в центре. Выгните его ножки, чтобы получилось подобие чашечки глубиной 8 мм. Кромки отогните внутрь плоскогубцами.

В шайбах ролика просверлите центральные отверстия для вала. Сбоку каждого из этих отверстий тонким надфилем пропилите канавку глубиной 1 мм для шлица. По окружности шайб пробейте по три маленьких отверстия под гвоздики. Все это нужно делать, сложив обе шайбы вместе, иначе потом отверстия не совпадут.

Рейку для увеличения прочности согните вдоль пополам. Из мотоциклетной спицы или проволоки-серебрянки диаметром 3 мм заготовьте два вала: один длиной 60 мм, другой — 110 мм.

Диск выпилите из фанеры толщиной 4 мм. Для основания нужна фанера толщиной не менее 6 мм или тонкая дощечка.

Заготовьте четыре подшипника-спиральки из четырех — пяти витков голой медной проволоки диаметром 0,6—0,8 мм. Проще всего навить на одном из валов одну длинную спиральку и затем снять и разрезать ее на четыре части ножом, вводя его между витками.

На конец вала наденьте диск с накладкой. Послав вал строго перпендикулярно к диску, прижмите накладку, чтобы ее заусенцы вдавились в диск, и вал осторожно выньте. В найденном положении через отверстия в накладке проколите шилом сквозные отверстия в диске. В эти отверстия забейте маленькие гвоздики со стороны фанерного диска. Прошедшие насквозь концы гвоздиков укоротите и загните на накладку, а шляпки аккуратно опилите напильником вровень с поверхностью диска. Забивать гвоздики и загнать их концы нужно через один, то есть в таком порядке: 1—3—5, 2—4—6, иначе накладка уйдет в сторону от найденного положения.

Очень ответственное дело — крепление фрикционного вала к диску. Сначала вставьте вал со стороны накладки

так, чтобы конец его не выступал из диска. Отрегулировав положение вала, чтобы он был перпендикулярен к диску, слегка прихватите пайкой вал к накладке.

Наденьте «паук» и тщательно отрегулируйте положение диска таким образом, чтобы он при вращении вала не давал «восьмерки». От точности этой регулировки зависит работа редуктора.

В найденном положении припаяйте лапки «паука» к накладке, затем центр «паука» к валу и, наконец, окончательно пропайте место соединения вала с накладкой.

Наружную сторону диска тщательно обработайте шкуркой, а наружные кромки закруглите.

Подберите спиральную пружинку, свободно надевающуюся на вал. Можете навить ее на валу из стальной проволоки или струны. Пружинку нужно обязательно растянуть, потому что она будет работать на сжатие.

Наденьте на вал диска два подшипника и аккуратно припаяйте их к выступам стойки. Вы уже знаете, что перед припайкой подшипников вал нужно натереть графитом. После этого выньте один конец вала и наденьте на него втулку с винтом (годится контакт от старого выключателя), металлическую шайбу, пружинку и вторую металлическую шайбу.

Вставьте конец вала в подшипники и продвиньте до отказа, пока «паук» не упрется в стойку. Подвиньте контакт от выключателя, слегка сжав пружинку, и закрепите его на валу винтом. Пружинка, стремясь разжаться, будет выталкивать фрикционный диск наружу. Окончательно сжатие пружинки отрегулируйте после сборки всего редуктора.

Из фанеры толщиной 4 мм выпилите фрикционный ролик диаметром 15 мм. В центре просверлите отверстие для вала, по окружности выберите канавку. К ролику приложите с боков заготовленные жестяные шайбы и сбейте тремя маленькими гвоздиками.

Лишние концы гвоздиков срежьте кусачками. Чтобы оставшиеся пеньки и выступающие шляпки гвоздиков не цепляли за вилку, опаяйте жестяные шайбы с обеих сторон до получения ровной поверхности.

Подберите резиновую трубку, внутренний диаметр которой был бы несколько меньше диаметра ролика, и отрежьте от нее колечко. Растяните это колечко и наденьте его на фрикционный ролик. Аккуратно уложите

колечко в канавке по окружности ролика. Оно должно сидеть плотно. Если болтается, значит, велик диаметр резиновой трубки. Придется подобрать другую или, в крайнем случае, сделать другой ролик — диаметром немного побольше.

К валу ролика, на одинаковом расстоянии от его концов, приложите и припаяйте хорошо выпрямленный отрезок медной проволоки длиной 60 мм и диаметром 1—1,5 мм. Острым ножом и мелким напильником аккуратно снимите лишний припой по всей длине.

Сбоку от центрального отверстия ролика круглым надфилем пропилите шлиц по шлицам в шайбах. Наденьте ролик на вал и проверьте, хорошо ли он движется вдоль вала с припаянной проволокой.

Стойку фрикционного диска прикрепите к основанию редуктора маленькими гвоздиками. К стойкам ролика припаяйте подшипники.

На концы вала ролика наденьте по одной металлической шайбе. Надвиньте стойки с подшипниками. Прижав «паук» фрикционного диска к переднему подшипнику его стойки, установите стойки подшипников ролика так, чтобы между диском и роликом был просвет в 2—3 мм. В этом положении прибейте стойки ролика к основанию.

Сожмите пружину на валу диска и закрепите ее втулкой с винтом так, чтобы диск касался ролика. Теперь вращение от вала ролика будет передаваться на вал фрикционного диска.

Передаточное отношение нашего редуктора зависит от положения фрикционного ролика. Чем ближе он стоит к центру диска, тем быстрее диск будет вращаться. Когда ролик дойдет до середины диска, он станет пробуксовывать, и вращение диска остановится. При дальнейшем перемещении ролика вращение диска возобновится, но уже в обратную сторону. Таким образом, наш редуктор позволяет менять не только передаточное отношение, но и направление вращения.

Для того чтобы удерживать ролик в нужном положении, согните из медной проволоки диаметром 1 мм вилку. Концы вилки обогните вокруг направляющей рейки по нескольку раз и спаяйте между собой. Вилка должна свободно передвигаться вдоль рейки.

Направляющую рейку припаяйте к стойкам, как показано на рис. 114.

Фрикционный редуктор № 5

На рис. 117 показан упрощенный вариант конструкции фрикционного редуктора для передачи вращения между перпендикулярными валами. В отличие от редуктора № 4, он не дает возможности изменять скорость и направление вращения. Зато размеры этого редуктора значительно меньше, а изготовление проще.

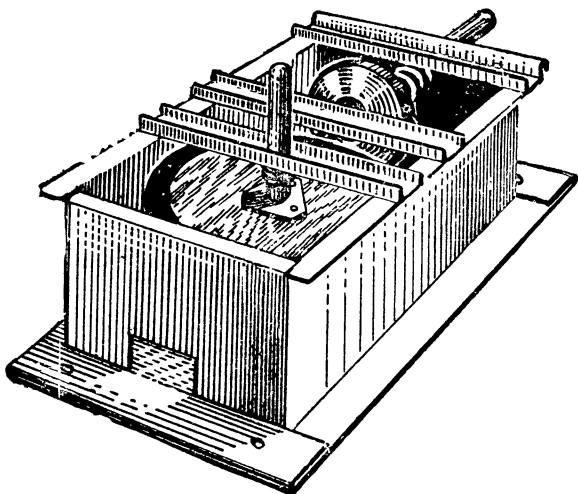


Рис. 117. Фрикционный редуктор № 5.

Основные части редуктора (рис. 118 и 119): корпус с подшипниками, большой фрикцион и малый конический фрикцион с прижимной пружиной.

Для валов отрежьте два куса мотоциклетной спицы длиной один 40 мм, другой — 50 мм. Один конец короткого вала тщательно закруглите напильником и отшлифуйте мелкой шкуркой.

Большой фрикцион выпилите из фанеры толщиной 4 мм. Его диаметр 40 мм. В центре просверлите отверстие для вала диаметром 3 мм. Края фрикциона закруглите напильником с обеих сторон.

Заготовьте три одинаковые жестяные накладки. Две из них понадобятся для крепления большого фрикциона и одна — для малого. Разметив накладки на куске белой

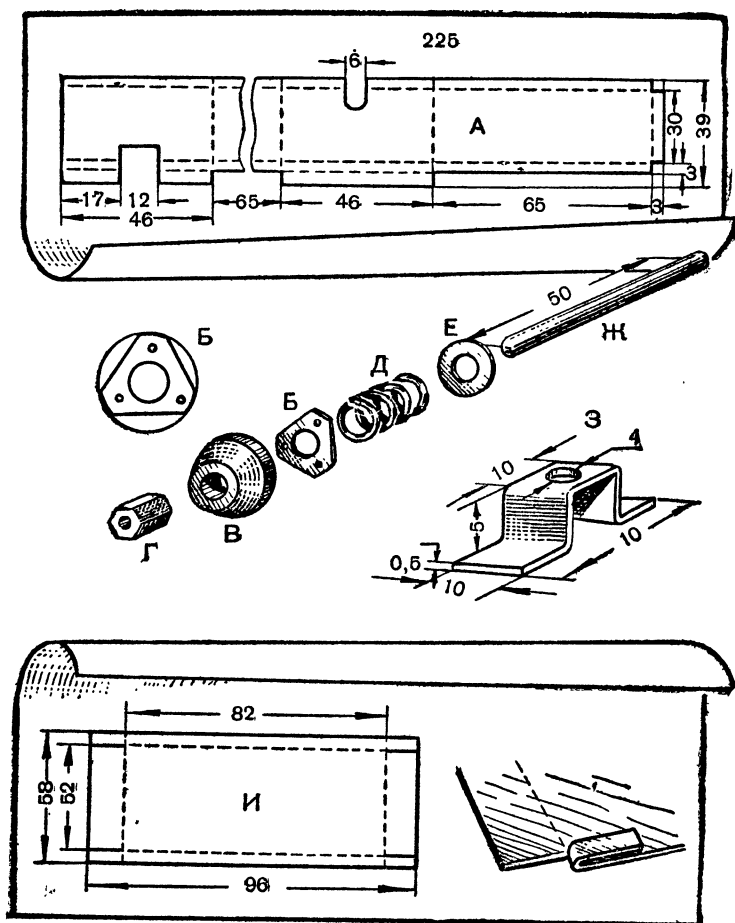


Рис. 118. Детали редуктора № 5 (рис. 117): А — развертка боковой стенки корпуса; Б — жестяная накладка, В — малый фрикцион из щетки от катушки; Г — обрезок карандаша; Д — спиральная пружина; Е — шайба; Ж — вал малого фрикциона; З — нижний подшипник; И — развертка дна корпуса.

жести, сначала просверлите центральные отверстия диаметром 3 мм, затем пробейте маленькие отверстия в углах и только после этого вырежьте накладки по контуру.

Соберите фрикцион с накладками на валу длиной 40 мм и сбейте маленькими гвоздиками. Установите

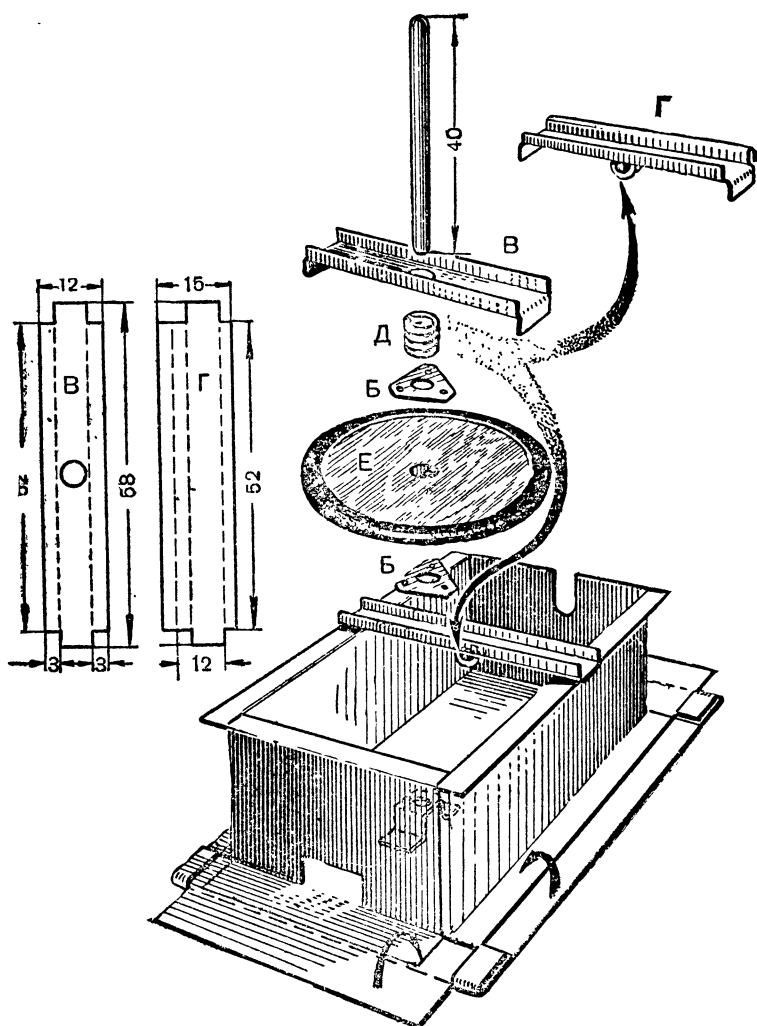


Рис. 119. Накладки и порядок сборки редуктора № 5 (рис. 117): А — вал большого фрикциона Е — жестяная накладка; В — средняя переключательная и ее развертка (одну из двух средних переключательных делать с отверстием); Г — крайняя переключательная; Д — спиральный подшипник, Е — большой фрикцион.

фрикцион ровно, чтобы он не давал «восьмерки», и в таком положении припаяйте накладку к валу. Нижний закрученный конец вала должен выступать на 8 мм.

У катушки от ниток отрежьте щечку и насадите на обрезок карандаша. Вытолкните грифель и рассверлите отверстие в карандаше по диаметру вала.

Щечка будет малым фрикционом. Насадив ее на вал длиной 50 мм, наденьте оставшуюся третью накладку и прибейте гвоздиками к широкой стороне щечки. Продвиньте вал так, чтобы он выступал на 10 мм с узкой стороны щечки и припаяйте накладку к валу.

Сверните на валах три спиральных подшипника из медной проволоки и заготовьте еще один подшипник в виде скобочки из латуни толщиной не менее 0,5 мм для нижнего конца вала.

Из белой жести вырежьте и согните части корпуса редуктора: дно, боковую стенку и три перекладки (см. рис. 118 и 119). Боковую стенку спаяйте в виде прямоугольника и вставьте между отогнутыми краями дна. Эти края загните на бортики стенки и простучите легким молотком.

В центре одной из двух одинаковых перекладин просверлите отверстие несколько больше диаметра вала. Под это отверстие припаяйте торцом один из трех заготовленных спиральных подшипников. Другие подшипники припаяйте боком к серединам двух других перекладин.

Теперь нужно найти положение нижнего подшипника. Для этого соберите редуктор предварительно, ничего не загибая и не припаявая. Нижний подшипник, имеющий форму скобочки, встанет на свое место.

В боковой стенке оставлен специальный вырез. Через этот вырез шилом или отверткой прижмите скобочку за одну из лапок ко дну. Только не ставьте эту лапку точно напротив выреза, иначе после окончательной сборки подшипник трудно будет смазывать.

Придерживая скобочку, снимите перекладки с валами и фрикционами. Теперь лапки скобочки легко припаять в найденном положении.

Для прижима малого фрикциона к большому подберите или навейте спиральную пружину. Растяните ее и наденьте на вал между малым фрикционом и подшипником. Натяните на большой фрикцион резиновое кольцо шириной 15 мм, отрезанное от велосипедной камеры.

Смажьте все подшипники густым машинным маслом или вазелином и вновь соберите редуктор. При этом между пружиной и подшипником наденьте металлическую шайбу. Лапки накладок загните вокруг бортов боковой стенки. Отрегулируйте положения всех накладок таким образом, чтобы редуктор вращался по возможности легко, но давал надежное сцепление между фрикционами. В найденных положениях накладки прихватите пайкой.

Зубчатая передача

Если у вас имеется сломанный будильник или ходики, то из часовых шестерен можно сделать хороший редуктор.

Оси, на которые насажены эти шестерни, нам не подойдут. Каждую ось нужно выбить легким молотком, положив шестерню на чурку с просверленным отверстием. После этого отверстия в шестернях рассверлите по диаметру мотоциклетной спицы, из которой будете делать валы.

Большая шестерня, которая сидит на заводном барабане, имеет очень большое отверстие. Мотоциклетная

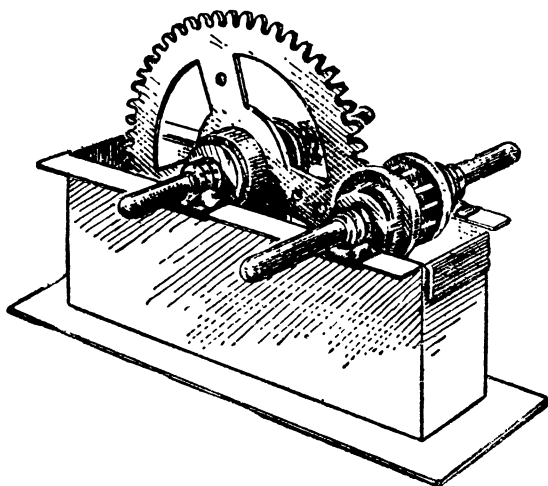


Рис. 120. Зубчатая передача с одной парой шестерен.

спица будет в нем болтаться. Постарайтесь подобрать какую-нибудь металлическую головку от клеммы, ненужную обойму от контурной катушки с магнетитовым сердечником или другой круглый металлический предмет, который бы плотно вошел в отверстие шестерни, и припаяйте его там. Имеющееся в нем отверстие рассверлите по диаметру вала.

Корпус редуктора с шестернями сделайте из белой жести. На рисунке 120 размеры не указаны — они будут зависеть от шестерен, которые вы подберете, и от нужной вам высоты валов над основанием модели.

Корпус состоит из двух частей: основания и боковой стенки, согнутой и спаянной в виде коробочки с отогнутыми бортами.

На валы, по обе стороны каждой шестерни, наденьте по несколько металлических шайб так, чтобы шестерни сидели друг против друга и не могли сдвигаться в стороны.

Казалось бы, что спиральные подшипники можно припаять прямо к отогнутым бортам стенки. Но очень трудно сделать это с необходимой точностью. Ведь валы должны стоять на определенном расстоянии друг от друга и быть строго параллельны. Скосите один вал, начнете подвигать подшипник — смотришь, шестерни вышли из зацепления, либо уперлись одна в другую.

Поэтому мы даем конструкцию, в которой положение подшипников можно регулировать. Сначала каждый подшипник припаяйте к своей накладке. Все накладки с подшипниками наденьте на борта стенок корпуса, заложив на места валы с шестернями и шайбами. Плоскогубцами обожмите накладки вокруг бортов стенки, чтобы они передвигались туго. Проворачивая вал малой шестерни от руки, тщательно отрегулируйте положения всех накладок с подшипниками, чтобы обеспечить наиболее легкую и равномерную работу редуктора. В найденных положениях накладки прихватите пайкой к отогнутым бортам стенки.

Во сколько раз зубчатая передача изменяет число оборотов? Малая шестерня, поворачиваясь на 1 зуб, продвигает большую тоже на 1 зуб. Если, скажем, малая шестерня имеет всего 12 зубьев, то за один полный оборот она продвинет большую тоже на 12 зубьев. Но у большой шестерни зубьев больше — не 12, а, например,

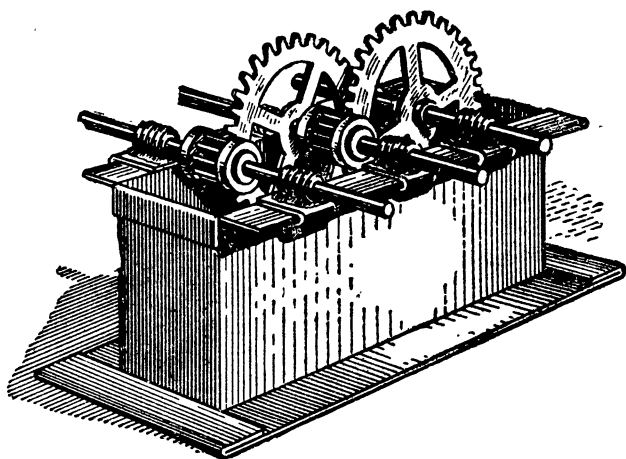


Рис. 121. Зубчатая передача с двумя парами шестерен.

50. Тогда, для того чтобы она сделала один полный оборот, малая должна повернуться столько раз, во сколько 50 больше 12, то есть $4\frac{1}{6}$ раза.

Значит, чтобы узнать, во сколько раз зубчатая передача изменяет число оборотов, нужно число зубьев большой шестерни разделить на число зубьев малой.

Зубчатые передачи с отношением больше чем 1:5 встречаются редко. Если все-таки нужно получить большее отношение, то ставят три вала с двумя парами шестерен, как показано на рис. 121. Вы тоже можете сделать такой редуктор. Здесь передаточные отношения обеих пар шестерен перемножаются.

Если, например, первая шестерня имеет 12 зубьев, вторая — 50, третья — 15 и четвертая — 48, то общее передаточное отношение будет

$$\frac{50}{12} \times \frac{48}{15} = 13\frac{1}{3}.$$

Бывают зубчатые передачи и с тремя шестернями, сидящими на трех отдельных валах, как показано на рис. 122. Их применяют там, где требуется сохранить направление вращения неизменным, — ведь две сцепленные шестерни вращаются друг другу навстречу.

Если же между ними поставить еще одну промежуточную шестерню, то обе крайние будут вращаться в одну

и ту же сторону. Промежуточная шестерня, провернувшись на один зуб, на столько же провернет и следующую за ней шестерню. Поэтому при расчете передаточного отношения ее можно вовсе не учитывать, а брать только

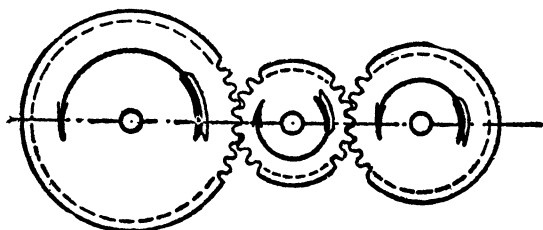


Рис. 122. Схема зубчатой передачи с «ленивцем».

числа зубьев крайних шестерен. Промежуточная шестерня вертится, как и все, и кажется, что она работает не хуже других. Но на самом-то деле передаточного отношения она не увеличивает. Видимо, за это в технике промежуточную шестерню называют «ленивец».

Червячный редуктор

По свидетельству одной старинной рукописи, червячную передачу изобрел гениальный ученый древности Архимед, родившийся за 287 лет до новой эры. В Сиракузах, где жил Архимед, был построен огромный по тем временам военный корабль — водоизмещением 4200 т. Он был так тяжел, что кораблестроители никак не могли стянуть его со стапелей в воду. Много изломали они рычагов, много раз пытались подложить под корпус катки, на все лады пробовали приспособить полиспасты — ничего не помогало!

Пришлось призвать Архимеда. Но даже для него задача оказалась трудной. Первые попытки Архимеда ни к чему не привели. Но мудрец не сдавался и наконец придумал новый механизм. Ему пришло в голову соединить шестерню с им же изобретенным «архимедовым винтом». С помощью этого нового механизма корпус судна был спущен на воду силой немногих рабов.

Некоторые ученые считают, что именно после этого

Архимед гордо сказал царю Гиерону: «Дай мне точку опоры — и я сдвину Землю». Архимед думал подвинуть нашу планету новым, им изобретенным механизмом, а вовсе не рычагом, который уже в те времена был очень древним орудием.

Схема червячного редуктора показана на рис. 123. Вы видите, что за один оборот червяка соединенная с ним шестерня продвигается всего только на один зуб. Если, скажем, шестерня имеет сто зубьев, то редуктор замедляет вращение в сто раз. Почти во столько же раз получается выигрыш в силе.

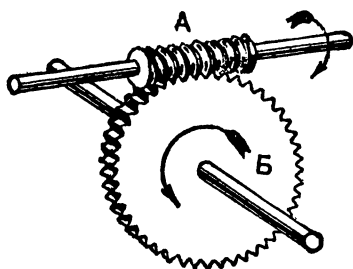


Рис. 123. Схема червячного редуктора: А — червяк; Б — шестерня.

Для того чтобы получить такое огромное замедление при помощи, скажем, ременной передачи, понадобилось бы поставить одну за другой три, а то и четыре пары шкивов. Они заняли бы очень много места. А здесь... всего одно колесо и один небольшой червяк! И с помощью такого маленького механизма даже самый маломощный двигатель может поднимать большие тяжести или двигать громоздкие модели.

Вот бы нам с вами построить червячный редуктор! Но сделать это очень сложно. Для изготовления червяка нужен токарный станок, а для червячной шестерни — фрезерный. В древности, когда таких станков не знали, только самым искусным мастерам удавалось вручную сделать и червяк и шестерню. Но это было так трудно, что червячные редукторы почти никогда не применялись.

Только в самое последнее время юным техникам удалось преодолеть эту трудность. Был найден способ очень простого изготовления червячной передачи с шестерней из фанеры. Конечно, в настоящих, мощных передачах такая шестерня непригодна, но для таких моделей она вполне подойдет.

Самодельный червячный редуктор (рис. 124) состоит из тех же основных частей, что и настоящий. Здесь есть и шестерня и червяк. Пришлось только добавить натяжную пружинку, которой в настоящих редукторах не бывает.

Самое сложное — изготовить червяк. Подберите два хороших, чистых болта диаметром по 6 мм. Один болт понадобится для нарезки колеса. В другом нужно просверлить по оси отверстие для насадки на вал (диаметром 3 мм).

Отверстие нужно сверлить очень точно, не уводя в сторону. В этом и заключается главная сложность. Хорошо еще, что глубина отверстия нужна небольшая: 6—8 мм.

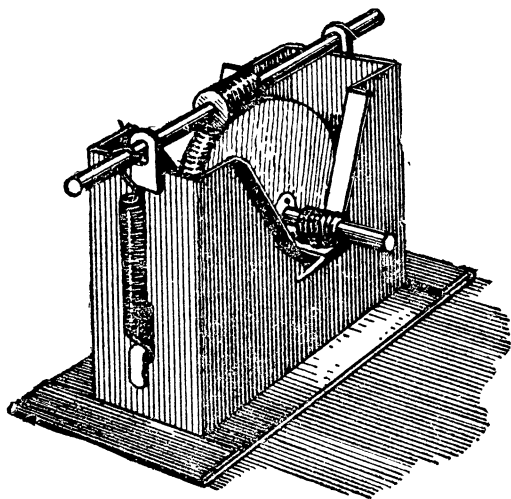


Рис. 124. Самодельный червячный редуктор.

Просверленный конец болта длиной 6 мм отпилите. Насадите его на вал длиной 70 мм, продвиньте до середины и проверьте, не «бьет» ли он при вращении. Если все в порядке, припаяйте отрезок болта к валу с обеих сторон. Червяк готов.

Из фанеры толщиной 6 мм вырежьте точный кружок диаметром 34 мм (рис. 125). В центре кружка просверлите трехмиллиметровое отверстие. По обрзу кружка маленьким круглым напильником (диаметром 5—5,5 мм) пропилите полукруглую канавку. Вал червячного колеса — тоже из трехмиллиметровой спицы или проволоки-серебрянки. Длина этого вала 50 мм. Колесо крепится к валу при помощи двух треугольных накладок из белой жести. Такие накладки мы уже не раз описывали.

Нарезку, как уже говорилось, делайте при помощи стального болта с такой же резьбой 6 мм, как у нашего червяка. Болт желательно подобрать подлиннее. Головку

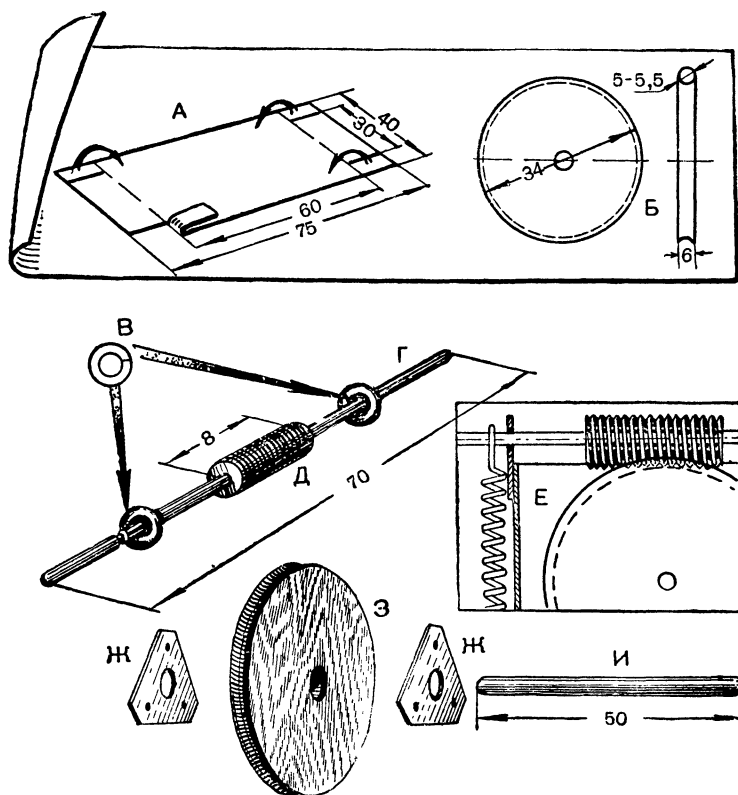


Рис. 125. Детали червячного редуктора (рис. 124): А — дно корпуса; Б — заготовка червячного колеса; В — проволочные колечки; Г — вал червяка; Д — червяк; Е — схема сборки; Ж — накладки; З — червячное колесо; И — вал червячного колеса.

болта зажмите в ручные тисочки. Это нужно потому, что свободный конец болта придется накаливать, так что голыми руками потом не возьметесь.

Нагрейте болт на огне, не доводя его до красного каления. Возьмите заготовку колеса в левую руку,

приложите резьбу нагретого болта к канавке по обрезу кружка и медленно поворачивайте болт в любую сторону. Так постепенно на заготовке колеса обозначатся зубья. Они должны быть прожжены по всей ширине канавки. Придется несколько раз подогреть болт, пока обойдете полный круг.

Если последние зубья не совпадут с первыми, а лягут между ними, продолжайте прожигать зубья все дальше. При этом новые зубья прожигайте глубже, чтобы прежние «съедались», сгорали. Так делайте до тех пор, пока новые зубья не станут совпадать со старыми.

Корпус редуктора вырежьте и согните из белой жести по размерам на рис. 126. В одной из узких боковых стенок прорежьте и отогните язычок. Пропаяйте боковой шов корпуса. Кромки дна обогните вокруг боковых стенок корпуса и постучите легким молотком.

Из голой медной проволоки диаметром 0,6—0,8 мм навейте для вала колеса два подшипника по три—четыре витка. Затем на вал червячного колеса с обеих сторон наденьте по несколько металлических шайб, которые будут его удерживать посередине корпуса. Наденьте спиральные подшипники и припаяйте их к опорам, натерев ось графитом.

Подшипники для червяка сделайте из медной или латунной пластинки по размерам на рис. 126. Обратите внимание на то, что отверстие в одном из подшипников нужно круглое, по диаметру оси, а в другом — продолговатое.

Червяк положите на червячное колесо. На концы вала червяка наденьте заготовленные подшипники. В продолговатое отверстие подшипника поверх вала подложите полоску бумаги, сложенную в несколько раз.

Подшипники червяка прижмите снаружи к корпусу редуктора и в таком положении обвяжите корпус поверх подшипников ниткой. Осторожно проворачивая червяк, отрегулируйте положение подшипников и припаяйте их к корпусу. Подшипник с продолговатым отверстием припаяйте к той стороне корпуса, на которой отогнут язычок.

Припаяв подшипники, выньте червяк. Из медной проволоки, какая шла на подшипники червячного колеса, сверните на валу червяка два колечка.

Навейте из стальной струны пружинку. Как ее делать, посмотрите в описании фрикционного редуктора. С краев

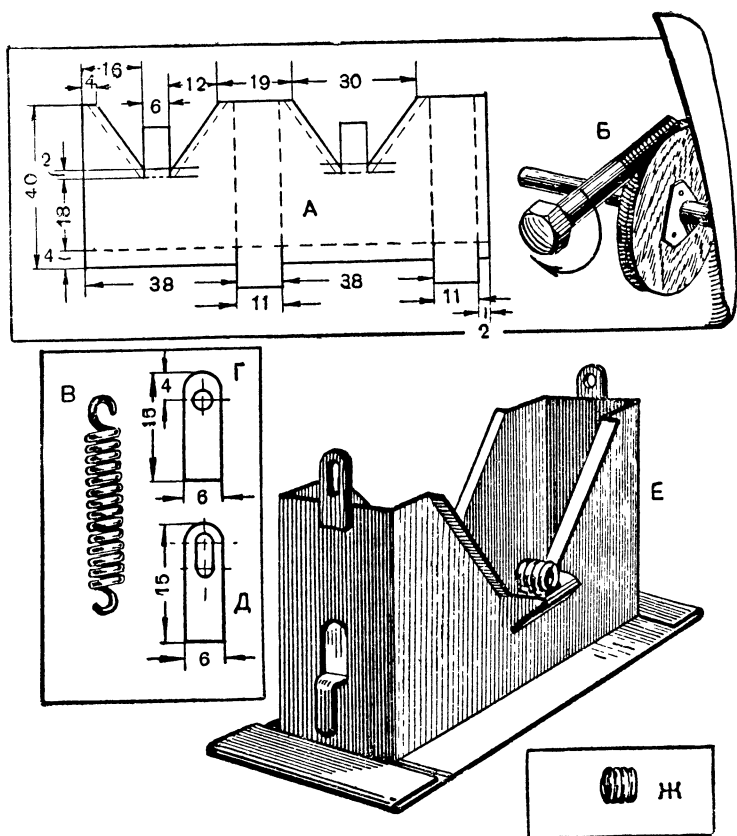


Рис. 126. Детали червячного редуктора (рис. 124): А — развертка стенок корпуса; Б — схема изготовления зубьев червячного колеса; В — натяжная пружинка; Г и Д — подшипники для червяка; Е — корпус редуктора; Ж — подшипник червячного колеса.

пружинки отогните по одному—два витка, чтобы получились петельки, свободно надевающиеся на вал червяка и на отогнутый язычок корпуса.

Вставьте червяк с валом на место. Проволочные колечки должны быть с внутренней стороны подшипников. Между ними и подшипниками проложите по одной шайбе из бумаги. Разведя колечки в стороны почти до самых подшипников, припаяйте их к валу червяка. Бумажные

шайбы нужны были для того, чтобы колечки не припаялись к подшипникам. Теперь шайбы сорвите с вала.

За подшипником с продолговатым отверстием, отступя от него на 1—2 мм, пропилите надфилем неглубокую канавку по окружности вала червяка. Наденьте пружинку одной петелькой на вал, а другой — на отогнутый язычок корпуса. Петелька на валу должна запасть в канавку.

Смажьте канавку и все подшипники густым маслом или вазелином. Червячный редуктор готов. Пружинка будет прижимать червяк к колесу. Вал червяка соедините с валом электродвигателя, а вал червячного колеса — с исполнительным механизмом.

Наш редуктор замедляет вращение в сто раз.

Цепная передача

В технике часто встречаются цепные передачи. Их применяют в велосипедах и мотоциклах, в проявочных машинах и комбайнах, в механизмах для подъема тяжестей и в транспортных.

Разберем наиболее знакомый вам пример: велосипед. Как передать вращение от педалей к заднему колесу? Может быть, поставить ременную передачу? Из этого ничего хорошего не получится: велосипед с такой передачей доедет только до первой лужи. Стоит воде попасть на ремень — и он станет проскальзывать. Велосипед остановится, сколько бы вы ни крутили педали.

Для того чтобы обеспечить надежное сцепление, нужны были бы шкивы большого диаметра, широкий ремень и натяжное устройство. Если все это сделать, велосипед получится очень тяжелым и громоздким.

Может быть, поставить зубчатую передачу? Она-то ведь не проскальзывает. Но вал педалей находится слишком далеко от вала заднего колеса. Если надеть на них шестерни такого большого размера, чтобы они смогли сцепиться одна с другой, то велосипед будет пахать землю шестернями, а не ехать.

Вот здесь и выручает цепная передача. Это, по существу, тоже разновидность зубчатой передачи: ведь и на валу педалей и на заднем колесе сидят зубчатки, которые здесь называются звездочками, только они сцеплены не прямо, а через гибкую цепь.

Зубья педальной звездочки входят в звенья цепи, и каждый зуб продвигает ее на одно звено. Если на звездочке 48 зубьев, то за один оборот она протянет цепь на 48 звеньев. А каждое звено цепи, в свою очередь, продвинет на 1 зуб звездочку заднего колеса. Если эта звездочка имеет 18 зубьев, то за один оборот педалей она обернется $48 : 18 = 2\frac{2}{3}$ раза.

Передаточное отношение здесь получается такое же, как при прямом сцеплении шестерен, проскальзывания нет, а сами шестерни или звездочки небольшие и легкие.

При конструировании различных моделей тоже могут встретиться случаи, когда удобно пользоваться цепной передачей. Поэтому мы разработали самодельную цепную передачу, показанную на рис. 127. Ее можно сделать целиком вручную.

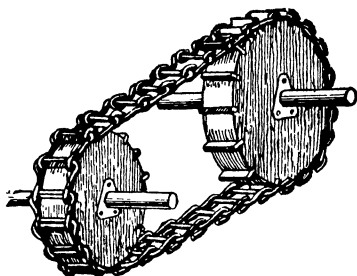


Рис. 127. Самодельная цепная передача.

Две фанерные звездочки, насаженные на стальные валы, соединены цепью из проволочных звеньев. Звездочка — это диск из фанеры толщиной 4 мм, на котором укреплены деревянные зубья. Расстояние по окружности между двумя соседними зубьями должно быть во всех случаях одинаковое, иначе две разные звездочки нельзя будет соединять одной цепью. Чем больше на звездочке зубьев, тем больше должен быть ее диаметр. Мы рекомендуем следующие числа зубьев и диаметры дисков для звездочек:

24 зуба	— 60 мм,
16 зубьев	— 40 мм,
12 зубьев	— 30 мм,
8 зубьев	— 20 мм.

С этими звездочками можно получать передаточные отношения 1:3, 1:2, 2:3 и 3:4.

При желании можете, конечно, делать и другие числа зубьев. Помните только, что цепная передача плохо работает при числе зубьев малой звездочки меньше семи.

Диаметры дисков подсчитать легко: нужно просто умножить число зубьев на 2,5.

Вычертив на фанере диск, разделите его окружность на нужное число частей при помощи транспортира. В точки деления проведите радиусы. Выпилите диск лобзиком и сделайте по радиусам пропилы глубиной 3—4 мм. Пропилы лучше всего делать ножовкой для металла. При этом получается как раз нужная ширина пропила.

Из тонкой фанеры или старой линейки вырежьте полосу шириной 5 мм и нарежьте из нее зубья — пластинки по 5—6 мм длиной. Смажьте столярным клеем пропилы в диске и заложите в них зубья. Лишний клей снимите кончиком ножа или отверткой, пока не засох.

Когда клей хорошо высохнет, напильником или шкуркой снимите выступающие с боков края зубьев вровень с диском. Верхушки зубьев опилите так, чтобы они выступали над диском на 1 мм. Края верхушек слегка пригните.

Звездочки крепятся к валам при помощи треугольных жестяных накладок, точно таких, какие были описаны в разделе «Фрикционные передачи». Для изготовления цепи подберите медную проволоку толщиной 1—1,1 мм и очистите ее от изоляции. Проволока эта слишком мягка, ее придется предварительно отгартовать, то есть увеличить жесткость. Самый простой прием для этого — закрепить один конец проволоки, хотя бы привязав ее к ручке двери, а за другой конец потянуть.

Для изготовления звеньев сделайте шаблон. По чертежу рис. 128, справа, разметьте на доске точки и забейте в них граммофонные иглы так, чтобы они выступали из доски всего на 1,5—2 мм.

Чтобы не помять всю заготовленную проволоку, откусите от нее кусок длиной 200—250 мм. Конец этого куска огибайте вокруг иглока, как показано на рисунке.

Просунув проволоку между иглками 1 и 3, уприте ее конец в иглоку 2. При этом все время удерживайте проволоку прижатой к дощечке. Иголочки 2 и 3 обогните с внутренней стороны, иглоки 4 и 5 с наружной, иглоки 7 и 6 — снова с внутренней.

Обогнув иглоку 6, направьте конец проволоки точно на иглоку 7. После этого петлю снимите с шаблона и лишний конец откусите так, чтобы второе ушко цепи было точно похоже на первое.

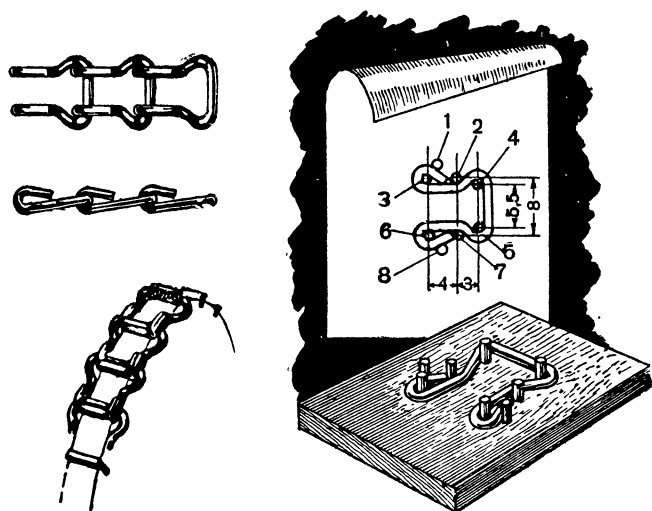


Рис. 128. Детали цепной передачи (рис. 127).

Плоскогубцами выровняйте звено, чтобы оно стало совершенно плоским. После этого захватите плоскогубцами ушки цепи и поверните их на 90° к плоскости звена.

Так заготовьте нужное вам число звеньев, смотря по длине передачи. Учтите, что шаг цепи, то есть длина на одно звено, 8 мм.

Чтобы собрать звенья между собой, перемычку каждого предыдущего заводите в ушки последующего, после чего слегка подгибайте ушки плоскогубцами. Слишком сильно обжимать не надо, иначе цепь при работе будет заедать. Еще раз проверьте, свободно ли перемычки звеньев поворачиваются в ушках. Ушки последнего звена соедините с перемычкой первого.

Внимательно просмотрите собранную цепь и неровные звенья подогните плоскогубцами. Для того чтобы надеть цепь, нужно валы звездочек несколько сблизить. Поэтому окончательно укрепляйте один из валов после того, как наденете цепь на звездочки. Это нужно еще и потому, что натяжение цепи нельзя регулировать, изменяя число звеньев. Ведь каждое добавленное звено увеличит общую длину цепи сразу на 8 мм, а расстояние между валами передачи — на 4 мм.

ПРИЕМЫ РАБОТЫ

Здесь мы даем описание основных приемов работы и приспособлений, которые чаще всего требуются при изготовлении описанных в этой книге конструкций.

Прежде всего запомните и всегда соблюдайте основные правила, общие для всех работ:

1. До начала работы подготовьте свое рабочее место. Освободите его от всех посторонних предметов. Если у вас нет специального верстака или рабочего стола и вы работаете за обычным столом, положите на него кусок фанеры. В крайнем случае, покройте стол газетой и положите дощечку, на которой будете работать. Проверьте, хорошо ли освещено рабочее место.

2. Позаботьтесь о защите одежды. Лучше всего надевать рабочий халат или передник и нарукавники. Если специальной рабочей одежды у вас нет, наденьте старую рубашку, куртку, платье и т. п., которые не жаль испортить.

3. Работайте только исправным инструментом. На напильниках обязательно должны быть деревянные ручки; молоток должен быть плотно насажен на рукоятку; ножицы, нож, сверла должны быть наточены. Никогда не пользуйтесь инструментом, не предназначенным для данной работы. Не забивайте гвозди напильником, клещами и т. п., не закручивайте и не отвертывайте винты ножом, а гайки — кусачками.

4. Работайте не спеша, будьте всегда внимательны и аккуратны. Прежде чем что-нибудь сделать, подумайте, как вы будете это делать и что должно получиться. Ничего не делайте кое-как, добивайтесь отличного качества каждой работы.

5. Окончив работу, инструменты очистите и спрячьте, уберите все опилки, обрезки и другие отходы. Если модель, над которой вы работаете, некуда спрятать, накройте ее чистой тряпкой или бумагой.

6. Подметите пол, снимите рабочую одежду и хорошо вымойте руки.

Переходим к описанию отдельных приемов работы.

Отжиг. Сердечники якорей и статоров лучше всего делать из специальной электротехнической стали. Из такой стали штампуют на заводах пластины для сердечников трансформаторов и электродвигателей.

Если же вы применяете кровельное железо, жечь от консервных банок и т. п., то эти материалы необходимо отжечь. Отжигать можно и целые листы, и уже заготовленные детали. Нагрейте их до светло-красного каления в печи или на открытом огне (примус, газовая горелка) и дайте остыть на воздухе. Когда они остынут, очистите поверхность от окалины и грязи. Легче всего делать это металлическими (так называемыми кардными) щетками. Можно оттереть поверхность и тряпкой или комком бумаги, но это труднее.

Закалка. Сталь закалывают для того, чтобы увеличить ее твердость. Для закалки деталь нужно сначала нагреть до светло-вишневого цвета, а потом сразу опустить в воду. Получается очень быстрое охлаждение, и сталь закаливается.

Сверла и резачки хорошо закалывать, погружая их раскаленным концом в палочку сургуча или свинца по нескольку раз в разных местах, пока палочка не перестанет плавиться.

Правка. Жечь правят для того, чтобы придать ей ровную плоскую поверхность. Править нужно на наковальне или другой гладкой металлической поверхности. Хорошо подобрать обрезок стальной балки двутаврового или корытного сечения либо стальную плитку. Можно править и на утюге, зажав его в коленях гладкой стороной вверх. Молоток лучше всего взять деревянный. Если такого нет, можете править и металлическим, но обязательно через деревянную прокладку, иначе расплющите жечь и она выдавится пузырями, выправить которые уже не удастся.

Лист, который вы будете править, положите на наковальню выпуклостью вверх. Бейте не по самой выпуклости, а по ее краям. После нескольких ударов осматривайте лист и определяйте, в каком месте править дальше и с какой стороны нужно бить.

Разметка. Для того чтобы правильно изготовить деталь, нужно сначала вычертить ее на материале, из которого будете делать. Перенесение чертежа на материал называется разметкой. Металлические части моделей, описанных в этой книге, изготавливаются из листового материала. Такой материал можно размечать, положив его на ровную дощечку. Чем точнее и аккуратнее сделана разметка, тем лучше получатся детали, тем легче будет



Рис. 129. Чертилка и керн.

собрать модель. Даже небольшая ошибка в разметке обязательно скажется при сборке. Детали не будут подходить одна к другой, и в результате вы только испортите материал и зря потеряете время.

Разметочные линии (их называют «риски») наносите острой стальной иглой или специальной чертилкой. Можете сами сделать чертилку из жесткой стальной проволоки по рис. 129. Один конец чертилки согните под углом, а другой заточите. Каленую стальную проволоку можно точить только на бруске или на точильном камне. Если ни того, ни другого у вас нет, придется конец чертилки отжечь, заострить напильником и потом снова закалить.

Разметку производите по линейке или угольнику. Если риски плохо видны, нужно сначала покрыть размечаемую поверхность тонким слоем мела, разведенного в теплой воде с клеем. Чисто обработанные поверхности стальных деталей можно перед разметкой окрасить водным раствором медного купороса, набирая его на матерчатый тампон.

Центры отверстий намечаются ударами керна. Этот инструмент также изображен на рис. 129, справа. Поставьте его острием точно на пересечение рисок и, держа керн перпендикулярно к поверхности изделия, легко ударьте молотком по верхнему концу. На месте будущего отверстия образуется небольшое коническое углубление.

В тех случаях, когда риска при обработке детали может стереться, ее также накернивают, то есть набивают керном вдоль риски ряд углублений. Обработывая деталь, нужно снимать материал до середины этих углублений.

Опиловка. Опиловка деталей из металла и пластмасс производится напильником. На рис. 130 показаны напильники различных форм и размеров. По величине насечки напильники делятся на три группы. Напильник, имеющий до 10 насечек на 10 мм длины, называется дра-

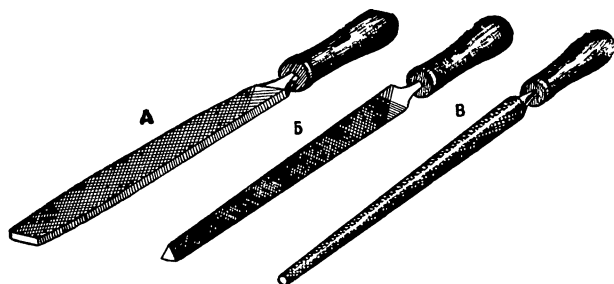


Рис. 130. Напильники различной формы: А — плоский; Б — трехгранный; В — круглый.

човым, до 26 насечек — личным. Самые мелкие напильники, имеющие до 40 насечек на 10 мм, называются бархатными. Ими производят окончательную, самую чистую обработку поверхности.

Для опиловки мелких деталей и узких отверстий пользуются совсем маленькими напильниками, так называемыми надфилями. Они тоже имеют разную насечку и бывают разных форм. Чаще всего употребляются плоские, круглые и треугольные надфили.

Очень важно держать напильники правильно, как показано на рис. 131. Навыки опиловки приобретаются не сразу. Для получения хороших результатов нужна продолжительная практика. Поэтому никогда не спешите и почаще проверяйте свою работу по линейке и угольнику. Прикладывайте их ребром к опиленной поверхности и смотрите на просвет.

Во время работы полезно натирать мелом насечку личных и бархатных напильников, чтобы она не забивалась опилками.

Оберегайте напильник от масла и сырости. Детали, покрытые маслом или захватанные руками,

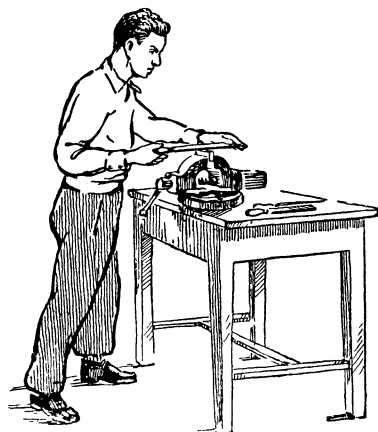


Рис. 131. Напильник надо держать вот так.

плохо поддаются опилровке. Напильник тогда скользит по их поверхности, не снимая стружки.

Тонкие, плоские детали удобнее всего опиливать, укрепив гвоздями на деревянном бруске. Для этого по контуру детали забейте в брусок несколько небольших гвоздиков без шляпок. Брусок с укрепленной деталью зажмите в тиски.

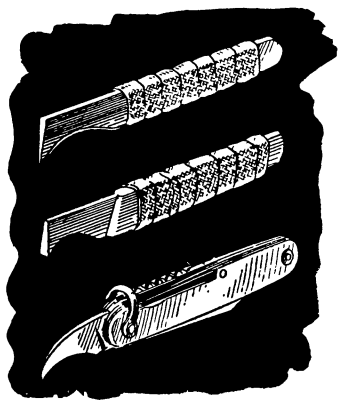


Рис. 132. Резачки для обработки жести и пластмассы.

Резачок. Иногда нужно бывает резать жести в таких местах, куда нельзя забраться ножницами. Особенно часто встречается такая необходимость при изготовлении пластин для наборных якорей и статоров.

В этих случаях очень выручает самодельный резачок, показанный на рис. 132, вверху. Делается он из полотна старой ножовки потолще или из небольшого плоского напильника.

Резачок приходится обрабатывать на точиле. Делайте это осторожно, с перерыва-

ми, охлаждая резачок в воде. От трения о точильный камень сталь быстро нагревается и может отпуститьсь, стать мягкой. Если это случится — придется резачок закалить.

В качестве резачка для жести можно также использовать консервный нож. Лучше всего режет консервный ножик из карманного ножа с шестью предметами.

Для обработки листовой пластмассы — гетинакса, текстолита, эбонита, органического стекла и т. д. — нужен резачок другой формы, показанный на рис. 132, в середине. Он имеет не заостренный конец, а ровный режущий край, снимающий стружку в виде ленты. Чтобы резачок не застревал в прорезе, нужно сточить его так, чтобы он суживался к нерабочему краю. Это хорошо заметно на рисунке.

Ручку резачка обмотайте полоской материи в несколько рядов, чтобы удобнее было держать его, и обвяжите ниткой.

Ведите резачок по линейке, держа его отвесно.

Сверление отверстий. Отверстия в деталях из металла и пластмасс сверлят обычно при помощи спиральных сверл. Сверло нужного диаметра зажимают в патрон ручной или электрической дрели или специального сверлильного станка. Зажав сверло, прежде всего проверните его вхолостую и проверьте, не «бьет» ли оно. Конеч сверла при вращении должен казаться неподвижным. Если же он «виляет», освободите сверло, поверните его в патроне на небольшой угол и снова зажмите. Повторяйте эту операцию до тех пор, пока не устранили «бой» сверла.

Центр будущего отверстия сначала наметьте керном. Коническое углубление от керна даст сверлу первоначальное направление. Чтобы сверло в дальнейшем не ушло в сторону, надо держать его строго перпендикулярно к поверхности детали.

Помните, что деталь перед сверлением необходимо зажать в тисках, или прибить гвоздями к доске, или закрепить каким-либо иным надежным способом. Нельзя держать просверливаемую деталь в руках. Она может вырваться и поранить вас.

Имейте в виду, что диаметр отверстия при сверлении всегда получается немного (на 0,1—0,2 мм) больше диаметра сверла.

Нажимайте на сверло плавно, без толчков. При сверлении сквозных отверстий ослабляйте нажим перед выходом сверла с другой стороны.

Отверстия большого диаметра удобнее сверлить в два приема: сначала сверлом меньшего диаметра, а затем уже сверлом нужного диаметра. Так сверлить легче, и отверстие получается точнее.

Сверло при работе нагревается и забивается стружкой. Нагрев может быть настолько сильным, что сверло отпустится, то есть потеряет свою твердость. Чтобы этого не случилось, охлаждайте сверло мыльной водой, керосином, скипидаром или раствором соды. При сверлении глубоких отверстий время от времени очищайте сверло от стружки.

Кругорез. При заготовке круглых пластин для наборных якорей и круглых вырезов в пластинах статоров очень удобно пользоваться особым приспособлением, так называемым кругорезом. Его устройство показано на рис. 133. Сделать кругорез довольно сложно, и для этого нужен токарный станок. Зато время и труд, потраченные

на его изготовление, окупятся с лихвой. Кругорез позволит вырезать кружки разного диаметра и не раз пригодится вам и вашим товарищам.

Кругорез состоит из трех основных частей: державки, рычага и резачка.

Державку выточите на токарном станке. Верхний ее конец будет зажиматься в патрон дрели или сверлильного

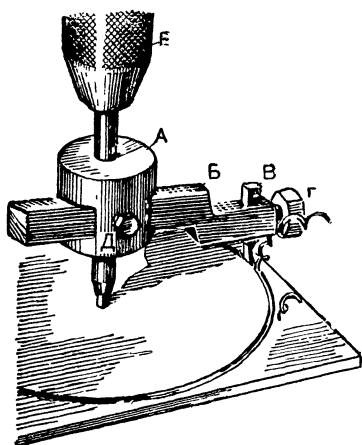


Рис. 133. Устройство кругореза: А — державка; Б — рычаг; В — резачок; Г — зажимной винт рычага; Д — зажимной винт рычага; Е — патрон.

станка, поэтому делайте его не слишком толстым. В теле державки нужно просверлить отверстие для пропуска рычага и распилить его на квадрат. Под прямым углом к этому отверстию сверлится и нарезается отверстие под винт, зажимающий рычаг в нужном положении. При опущенном винте рычаг должен легко передвигаться в отверстии тела державки. Нижний конец державки имеет направляющий стержень диаметром 3—4 мм. Этот стержень входит в отверстие, предварительно просверленное в обрабатываемой детали.

Рычаг делается из подходящего куска мягкой стали. Если сделаете его из круглого прутка, то и отверстие в

теле державки понадобится круглое и его можно будет просто просверлить. В конце рычага просверлите отверстия для резачка и для винта, зажимающего резачок.

С устройством и изготовлением резачка вы уже знакомы. Здесь резачок нужен маленький. Его зажимают в таком положении, чтобы при рабочем положении кругореза направляющий стержень державки выступал примерно на 2 мм ниже острия резачка. Тогда кругорез получит надлежащее направление прежде, чем резачок коснется обрабатываемой детали. Заготовку нужно прижать ручными тисочками к досочке и в таком виде обрабатывать при небольшой скорости вращения.

Нарезка резьбы. Обычно резьбу нарезают метчиками и лерками. Метчики показаны на рис. 134. Они служат для нарезания резьбы в отверстиях. Обычно пользуются для каждого размера резьбы комплектом из трех метчиков: черного (с одной полоской на шейке), среднего (с двумя) и чистового (с тремя полосками). Над полосками

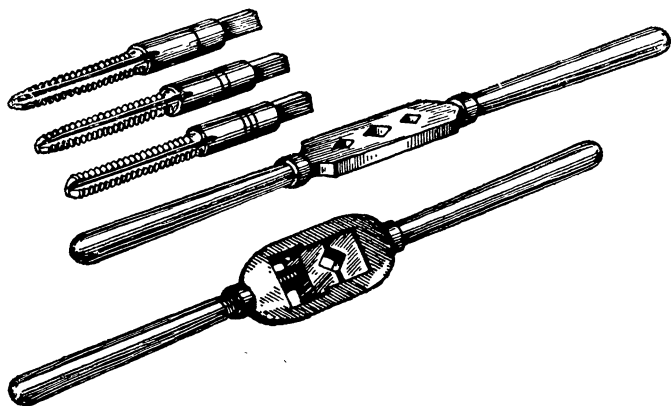


Рис. 134. Метчики и воротки.

выгравировано обозначение вида резьбы и цифра, показывающая диаметр резьбы. Так, например, М4 означает: «Резьба метрическая, нормальная, диаметром 4 мм». 1М4 означает: «Резьба метрическая, первая, мелкая, диаметром 4 мм».

Отверстие под нарезку должно иметь определенный диаметр — меньше диаметра резьбы. Для установленных Государственным общесоюзным стандартом (ГОСТ) диаметров так называемой нормальной метрической резьбы отверстия нужно сверлить сверлами следующих диаметров (в миллиметрах):

Диаметр резьбы	2,6	3	4	5	6
Диаметр сверла	2,1	2,45	3,2	4,1	4,8

Возьмите черновой метчик и на его квадратную головку наденьте вороток (показан на рис. 134, внизу). Держа метчик строго перпендикулярно к поверхности детали, введите его конец в просверленное отверстие. Вращайте метчик с легким нажимом, чтобы он начал

завинчиваться. После каждого одного—двух оборотов делайте пол-оборота в обратную сторону для дробления стружки. После чернового метчика таким же образом пройдите отверстие средним метчиком и, наконец, чистовым. Резьба нарезается легче и чище, если применять смазку: для стали — олифу или машинное масло, для алюминия — керосин. Латунь хорошо нарезается всухую.

На рис. 135 показаны лерки (круглые) и плашки (прямоугольные). Их применяют для нарезки винтов. На этом же рисунке показаны леркодержатель и плашкодержатель.

Диаметр стержня для винта должен быть равен диаметру резьбы. Так, например, под винт М4 нужен стержень диаметром 4 мм. Зажмите стержень в тиски. На его свободном конце напильником снимите фаску по окружности. Равномерно нажимая на обе ручки леркодержателя, осторожно навинчивайте лерку на стержень, следя, чтобы ее плоскость была к нему строго перпендикулярна. Здесь также хорошо применять смазку и после каждого одного — двух оборотов делать пол-оборота назад. В отличие от отверстий, винты нарезаются в один прием, одной-единственной леркой для каждого диаметра. Обозначение вида и диаметра резьбы выгравировано на лерке.

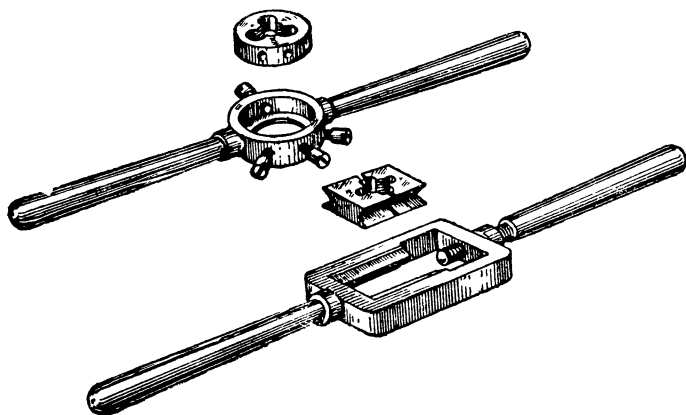


Рис. 135. Лерка и леркодержатель, плашка и плашкодержатель.

Пайка. В этой книге нет, пожалуй, ни одной модели, при изготовлении которой не нужно было бы паять. Пайка — это соединение металлических изделий с помощью расплавленных металлов или сплавов. Пайку производят паяльником. На рис. 136 показано несколько простых и электрических паяльников разной величины и форм.

Простой паяльник нагревают на открытом огне — в печке, на примусе, на газовой горелке. При этом в огонь помещайте только «пятку» паяльника, то есть его толстый конец. Следите, чтобы огонь не касался жала (так называют заточенный рабочий край паяльника). Паяльники не следует перегревать; от перегрева на жале появляются раковины. Можно нагреть паяльник и на электроплитке, прикрыв его сверху куском асбеста.

Электропаяльники нагревает электрический ток. Обмотка электропаяльника рассчитана так, чтобы хорошо нагревать паяльник во время пайки, когда много тепла уходит на расплавление припоя и прогрев места спая. Во время перерывов между пайками расход тепла уменьшается. Поэтому паяльник перегревается. Для защиты от перегрева выключайте электропаяльник при длительных перерывах в работе.

Еще лучше сделать изображенное на рис. 137 несложное приспособление, хорошо знакомое радиолюбителям. Оно состоит из электрической лампочки и подставки для паяльника, в которой устроен переключатель из двух латунных пластин. Нижняя из них служит одновременно и подставкой для паяльника. При перерывах в работе паяльник кладут на эту подставку. Под тяжестью

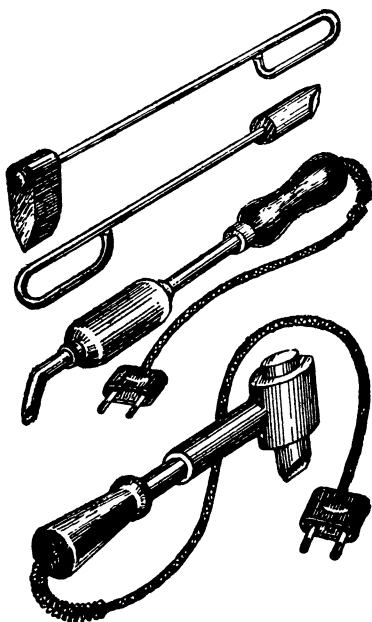


Рис. 136. Простые и электрические паяльники.

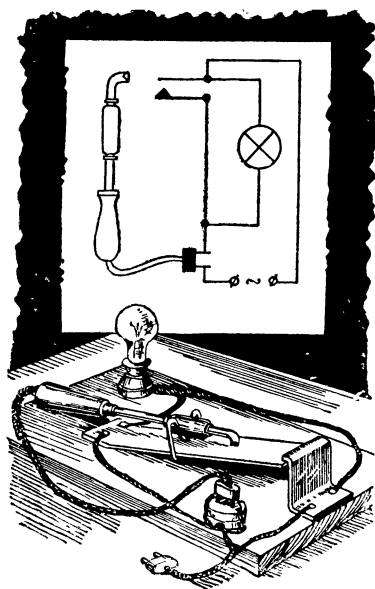


Рис. 137. Подставка для паяльника и схема соединений.

паяльника она опускается и отходит от верхней, неподвижной пластины переключателя.

На схеме (рис. 137, сверху) видно, что последовательно с паяльником включена электрическая лампочка. Но пластины переключателя, соединенные между собой, замыкают ее накоротко. Как только пластины разомкнутся, ток начинает проходить через лампочку. От этого общее сопротивление (паяльник плюс лампочка) возрастает, а сила тока уменьшается. Лампочка подбирается такой мощности, чтобы неработающий паяльник не перегревался, но и не остывал. Так, например,

для паяльника мощностью 70—80 вт возьмите лампочку 60 вт, а для паяльника 30—35 вт—лампочку всего 25 вт.

Сплав, применяемый для пайки, называется припоем. Для пайки железа, латуни и меди лучше всего подойдет оловянно-свинцовый припой, содержащий две части олова на три части свинца.

Отвесив нужные количества олова и свинца, положите свинец в чистую жестяную коробочку, лучше всего штампованную. Хорошо подходит баночка от ваксы, тщательно очищенная. Поставив баночку на слабый огонь, расплавьте свинец и добавляйте в него олово постепенно небольшими порциями. После расплавления каждой порции хорошо перемешивайте припой и добавляйте следующую порцию олова. Расплавив все олово, снимите припой с огня и разлейте по формам. Хорошая форма — отрезок углового железа или даже уголок из картона. Положите его на стол углом вниз, укрепите и концы желоба залепите кусочками глины. Припой застынет в форме треугольной палочки.

Можно пользоваться и готовыми оловянно-свинцовыми припоями, например так называемым третником, содержащим $\frac{1}{3}$ олова и $\frac{2}{3}$ свинца. Вообще припой, содержащий больше олова, легче плавится, а содержащий больше свинца — дает более прочную пайку.

Очень большое значение при пайке имеют так называемые флюсы, то есть вещества, очищающие поверхность металла от пленки окислов. Для пайки железа, меди и латуни лучшим флюсом является паяльная жидкость, так называемая травленая кислота. Это водный раствор хлористого цинка. Только не путайте эту «кислоту» с настоящей соляной кислотой.

Паяльную жидкость вы можете приготовить сами из соляной кислоты и цинка. Соляную кислоту можно купить в магазине химических реактивов или в аптеке. В москательных лавках продается так называемая техническая соляная кислота, она тоже годится.

С соляной кислотой необходимо обращаться очень осторожно. Пары этой кислоты ядовиты. Сама кислота вызывает ожоги на теле, разрушает ткани, кожу, мебель, разъедает металлы. Ее можно держать только в стеклянной посуде.

Если случайно соляная кислота все же брызнет или прольется и попадет на тело, одежду или мебель, немедленно смойте ее большим количеством воды. Затем промойте место, куда попала кислота, раствором соды.

Для приготовления паяльной жидкости налейте кислоту в стеклянную или фарфоровую посуду. Крепкую соляную кислоту, которая продается в магазине химических реактивов или в москательной лавке, нужно разбавить водой вдвое, то есть одна часть воды на одну часть кислоты. Аптечную соляную кислоту разбавлять не надо, она и так уже разбавлена.

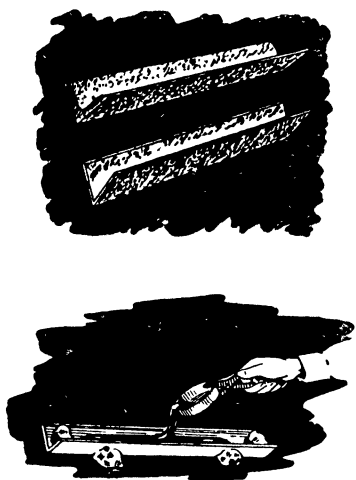


Рис. 138. Форма для расплавленного припоя.

В кислоте нужно растворить цинк. Если не достанете чистый цинк, можете использовать цинковые цилиндрики от старых сухих батарей (батареек карманного фонаря, сухих анодных батарей и т. п.). Вскрыв батарею, разрежьте цилиндрики и разверните их. Счистите ножом беловатый налет. Нарежьте цинк на кусочки величиной с ноготь. Он легко режется ножницами.

Обрезки цинка бросайте в разбавленную кислоту небольшими порциями. Растворение цинка происходит очень бурно, выделяется много тепла. Постепенно реакция замедляется, и наконец цинк перестает растворяться и от него больше не поднимаются пузырьки водорода. Это значит, что вся кислота уже превратилась в раствор хлористого цинка.

На поверхности жидкости останутся черные хлопья, образованные различными примесями. Поэтому готовый раствор нужно профильтровать через воронку с гигроскопической ватой или обыкновенной промокательной бумагой.

Паяльную жидкость держите в пузырьке с плотной, а еще лучше — с притертой пробкой. От ее паров ржавеют железные и стальные предметы. Работая с паяльной жидкостью, убирайте подальше стальные инструменты. Окончив паять, хорошенько промойте изделие в теплой воде с мылом или содой, чтобы удалить остатки хлористого цинка. Если не сделать этого, сталь скоро покроется ржавчиной, а медь — зеленью.

Флюсом для пайки железа, меди и латуни может служить также нашатырь (хлористый аммоний). Продается он обычно в виде порошка. Растворять нашатырь не надо, он применяется в сухом виде.

При пайке проводов пользоваться паяльной жидкостью и нашатырем категорически запрещается, потому что провода, на которые попали эти флюсы, со временем разъедаются. Здесь можно применять только канифоль.

Некоторые начинающие юные техники считают пайку грязной работой. Это неверно. Чистота имеет для пайки огромное значение. Жало паяльника должно быть чистым и хорошо залуженным. Если оно окислилось и припой не держится, тщательно опилите жало напильником.

Разогрев паяльник, смажьте опиленное жало паяльной жидкостью или потрите обеими сторонами о твер-

дый кусок нашатыря. Затем наберите на паяльник припой. Осторожно, чтобы не стряхнуть припой, снова смажьте жало паяльной жидкостью или потрите о нашатырь. Так сделайте несколько раз, пока припой не покроет все жало.

Место спайки нужно хорошо, до блеска, очистить напильником или шкуркой. На нем не должно быть ни грязи, ни ржавчины, ни жира. Затем тонкой деревянной палочкой нанесите паяльную жидкость в виде аккуратной дорожки. Если размажете, при пайке будет растекаться припой, и шов получится небрежный. Паяльная жидкость должна хорошо смачивать металл. Если же она ложится отдельными лужицами, место спайки плохо обезжирено. Нужно промыть его раствором соды или протереть тряпочкой, смоченной в бензине, и после этого уже не трогать руками.

Легче всего паять белую жечь, которая покрыта слоем олова. Медь, латунь и особенно черное железо соединять пайкой труднее. Эти материалы в местах спайки лучше предварительно залудить, то есть покрыть слоем припоя. Для этого место спайки смажьте паяльной жидкостью или посыпьте нашатырем и потрите хорошо нагретым паяльником, на который взята капля припоя.

Когда вся поверхность покроется ровным слоем припоя, смахните излишек тряпочкой. Делать это нужно быстро, пока припой не затвердел.

Соединяемые поверхности подгоните друг к другу, чтобы зазор между ними был как можно меньше. Во время пайки взаимное положение деталей, которые вы соединяете между собой, не должно меняться до полного остывания припоя. Крупные детали временно скрепляйте ручными тисками, всякого рода зажимами, скручивайте проволокой и т. п. Мелкую деталь можно придерживать пинцетом, шилом или деревянной палочкой, пока припой на месте спая не потускнеет.

Закончив всю необходимую подготовку, начинайте паять. Нагрейте паяльник и, набрав припоя, приложите к месту спая. Спайка не происходит сразу. Место спаивания должно хорошо прогреться. При спайке тонких деталей этот прогрев происходит довольно быстро. Можно просто медленно двигать паяльник вдоль шва, следя, чтобы шов хорошо заполнялся припоем. Если припой

пристает плохо и размазывается в виде творожистой массы, то это значит, что паяльник недостаточно горячий или слабо прогрето место спая.

Соединяя толстые, массивные детали, приходится довольно долго прогревать их паяльником. Приложив паяльник к месту спая, медленно двигайте его взад-вперед, до тех пор пока припой не ляжет ровной, чистой дорожкой. Чем больше паяльник, тем лучше он прогревает массивные детали.

Особенно крупные детали лучше предварительно нагреть в духовке. Если вы станете, например, пропаивать торцы кольцевого статора, то без предварительного нагрева паяльник будет очень быстро остывать, а припой — размазываться по поверхности, не заполняя щели.

Не набирайте на паяльник много припоя. Лишний припой образует некрасивые натеки, которые придется счищать.

Спайка электрических проводов имеет свои особенности. Соединяемые концы нужно тщательно очистить шкуркой от изоляции и окислов. В качестве флюса можно использовать только канифоль. Ее применяют в кусках, в порошке и в виде специальных мазей. Смажьте место спайки канифольной мазью или положите на него, в зависимости от величины, один или несколько кусочков канифоли. Набирать канифоль жалом паяльника нельзя. Она сгорит прежде, чем попадет на место спайки.

Тонкие проводнички нужно скрутить между собой, положить на кусочек канифоли и сверху коснуться паяльником. Спаиваемые концы проводов, особенно толстых, лучше предварительно полудить.

Если паяльник перегрет, его прикосновение оставляет на куске канифоли белый налет, и при этом идет густой дым. Канифоль должна не гореть под паяльником, а только плавиться.

Провода диаметром 0,3—0,8 мм можно спаивать и без паяльника. Очистив и скрутив их концы, как только что говорилось, положите место скрутки на небольшой листок станиоли (примерно 20 × 20 мм). Туда же положите несколько крупинок канифоли и опилок припоя. Концами станиоли аккуратно оберните скрутку. Потом к месту скрутки поднесите снизу зажженную спичку. Вскоре канифоль загорится с небольшой вспыш-

кой. Спустя три — четыре секунды погасите спичку. Станиоль удалите, осторожно протаскивая место спайки в сложенном листе бумаги. Спайка по этому способу получается аккуратная и вполне надежная.

Припаивание проводов к углю. К щеткам лучше всего крепить провода пайкой. Так получается самый надежный контакт. Можно припаивать провода и к угольным щеткам, но для этого надо сначала поверхность щетки в месте пайки покрыть медью.

В небольшом количестве воды растворите равные части медного купороса и виннокаменной кислоты. Затем к этому раствору приливайте по каплям насыщенный раствор едкого натра, все время помешивая стеклянной палочкой или трубкой. Когда образовавшийся сначала осадок полностью растворится, получится прозрачный темно-синий раствор, готовый к употреблению.

Одну каплю этого раствора нанесите на уголь в том месте, где нужно припаять провод. К полюсам батарейки от карманного фонаря присоедините два провода с оголенными от изоляции концами. Провод от минуса батареи обмотайте вокруг угля, провод от плюса погружите в каплю раствора. Следите, чтобы кончик плюсового провода не прикасался к углю.

Через одну — две минуты на поверхность угля из капли осядет тонкий, но прочный слой меди, вполне достаточный для того, чтобы припаять к нему провод.

Изготовление заклепок. Заклепки нужны для скрепления пластин наборных якорей и статоров, описанных в этой книге. Пригодятся они и для изготовления многих других моделей.

Наша промышленность выпускает готовые заклепки всевозможных размеров и из разных металлов. Эти заклепки используют на заводах. Но юным техникам часто приходится делать заклепки самим.

Лучший материал для изготовления самодельных заклепок — алюминиевая или медная проволока. Хорошие, аккуратные заклепки получаются в приспособлении, показанном на рис. 139. Приспособление состоит из двух стальных пластинок прямоугольной формы. Толщина верхней пластинки 6—8 мм. Поверхность их должна быть ровная.

Прежде всего сделайте направляющие штифты. Аккуратно сложив пластинки, зажмите их в тиски и

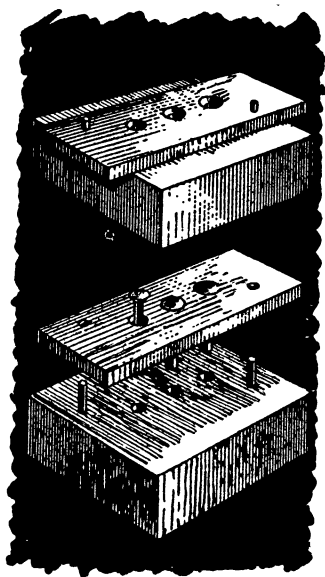


Рис. 139. Изготовление
самодельных заклепок.

просверлите на противоположных краях два отверстия через обе пластинки.

Вынув пластинки, подберите два гвоздя такой толщины, чтобы они очень туго входили в просверленные отверстия. Забейте их в нижнюю пластинку. На концах гвоздей снимите небольшую круговую фаску.

Для того чтобы верхняя пластинка надевалась на эти гвозди достаточно легко, расширьте отверстия в ней свернутой в трубочку наждачной бумагой.

Теперь пластинки будут складываться всегда одинаково. Направляющие штифты часто применяют в технике. Они используются в двигателях внутреннего сгорания, компрессорах, штампах и многих других механизмах, которые нужно собирать точно. Только там их,

конечно, делают не из гвоздей и отверстия расширяют не шкуркой.

Снова зажмите сложенные пластинки в тиски и просверлите отверстие, в котором вы будете формировать заклепки.

Отверстий можете просверлить несколько, разных диаметров, смотря по тому, какие вам нужны заклепки и из какой проволоки будете их делать.

Приспособление готово. Очистив его от стружек, соберите снова и зажмите в тиски. Кусок алюминиевой или медной проволоки вставьте до отказа в отверстие подходящего диаметра и срежьте кусачками, оставив пенек высотой в 2—2,5 раза больше диаметра проволоки. Маленьким, легким молотком аккуратно расклепайте этот пенек в виде полушаровой головки. Выньте приспособление из тисков и раскройте его. В верхней пластине останется готовая заклепка.

С помощью этого приспособления можно получать и потайные заклепки, какие применяются, например, при

клепке коньков к ботинкам. Для этого отверстие в стыке пластинок нужно раззенковать сверлом большего диаметра, как показано на том же рис. 139. В получившемся коническом углублении сформируется головка потайной заклепки.

Еще проще делать трубчатые заклепки. Если удастся подобрать алюминиевую или медную трубочку подходящего диаметра, нарежьте ее кусочками. Вставив отрезок трубки в отверстие склепанных деталей, развальцуйте его с обеих сторон кернами или даже остриями двух толстых гвоздей (рис. 140). На остриях гвоздей имеются грани. Чтобы они не рвали стенок трубки, спилите эти грани напильником, придав остриям форму конусов.

Если готовой трубки нет, сверните ее встык из полоски жести или тонкой листовой меди. Свертывать удобно на гвозде или обрезке стальной проволоки. Полоску сперва обожмите плоскогубцами, а потом покачайте, прижимая сверху мелким напильником.

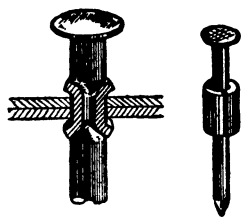


Рис. 140. Изготовление трубчатых заклепок.

Приклеивание бумаги к металлу. Иногда нужно бывает приклеить бумагу к металлу. Например, разметку сложных фигур удобнее производить не прямо на металле, а заготовить сначала на листе бумаги и потом наклеить.

Бумагу, которую надо приклеить, смажьте обыкновенным крахмальным клейстером, а поверхность металла подогрейте и натрите свежим срезом репчатого лука. Наложите бумагу на металл и аккуратно разгладьте. Когда бумага высохнет, склейка готова.

Работа с клеем БФ-2. Имеющимся в продаже готовым клеем БФ-2 можно клеить стекло, пластмассы, металл и т. п. Этим клеем хорошо приклеивать якоря электродвигателей и шкивы к валу, металлические пластины к коллектору.

Сначала тщательно пригоните друг к другу поверхности склеиваемых деталей и протрите их чистой тряпочкой, смоченной в бензине.

Нанесите на каждую поверхность тонкий слой клея и дайте ему высохнуть так, чтобы не приставал палец.

Затем нанесите второй, более жирный слой клея и прижмите детали друг к другу. Стяните их ниткой, проволокой, прищепкой для белья или зажмите в тиски.

Сушить склейку клеем БФ-2 лучше всего в духовом шкафу, над электроплиткой или даже над открытым огнем при температуре 120—150 градусов. Через 2—3 часа склейка становится очень прочной.

Склеенные пластмассу, стекло, фарфор лучше не сушить, а кипятить в воде также в течение 2—3 часов.

Определение диаметра провода. Обмоточные провода выпускаются промышленностью на деревянных катушках, с указанием рода изоляции и диаметра. Помните, что диаметр всегда указывается по меди, то есть го-лого провода, а не изолированного. Так, например, если на катушке написано: «ПЭЛ 0,23», то это означает: «Провод (медный), изолированный эмалью лакостойкой, диаметр по меди 0,23 мм».

Однако юным техникам часто приходится пользоваться случайным проводом, смотанным со старых радиотрансформаторов, реле и тому подобных электроаппаратов. Прежде чем сматывать провод, внимательно просмотрите, нет ли где-либо на обмотке или под защитным слоем изоляции бумажки с указанием вида провода и числа витков обмотки.

Если никаких указаний нет, придется определять диаметр провода самим. Удобнее всего измерять его микрометром. Но у юных техников микрометров обычно не бывает. Придется прибегнуть к простому, но достаточно надежному способу. Намотайте провод на круглый карандаш плотно, виток к витку, на длине немного больше 10 мм. Если измеряемый провод имеет бумажную

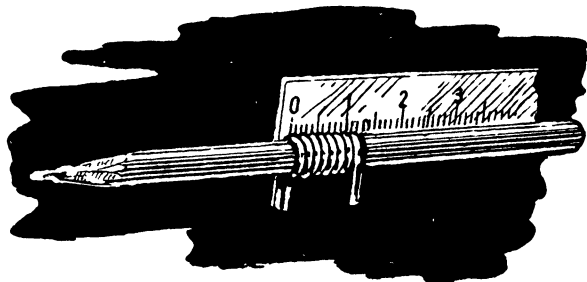


Рис. 141. Определение диаметра провода.

или шелковую обмотку, ее нужно предварительно снять. Эмалевую изоляцию оставьте, ее толщину учтете потом. Приложив линейку к намотанной проволоочной спиральке и плотно сжав ее витки, сосчитайте, сколько витков укладывается на 10 мм длины (рис. 141). Поделив 10 мм на это число, узнаете диаметр провода. Так, например, если уложилось 40 витков, диаметр провода равен $10 : 40 = 0,25$ мм. Если провод был в эмалевой изоляции, вычтите из полученного диаметра ее толщину, руководствуясь следующей табличкой:

Диаметр провода по меди (в мм)	Толщина эмалевой изоляции на обе стороны (в мм)
до 0,09	0,01
От 0,10 до 0,19	0,015
» 0,20 » 0,25	0,02
» 0,27 » 0,29	0,025
» 0,31 » 0,38	0,03
» 0,41 » 0,49	0,035
» 0,51 » 0,72	0,04
» 0,74 » 1,04	0,05
» 1,08 и выше	0,06

В приведенном примере диаметр провода получался 0,25 мм. Если этот провод в эмалевой изоляции, ее толщину нужно вычесть. Находим в табличке, что толщина на обе стороны эмалевой изоляции для провода такого диаметра равна 0,02 мм. Следовательно, диаметр провода по меди будет: $0,25 - 0,02 = 0,23$ мм.

Сушка и пропитка обмоток. Обмотки электродвигателей и других электрических приборов и аппаратов часто пропитывают изоляционными лаками. Такая пропитка делает обмотки более прочными и, главное, не дает им отсыреть. Сырость — опасный враг электрических обмоток, она чаще всего вызывает их повреждение.

Прежде чем приступить к пропитке, обмотку необходимо просушить в течение 2—3 часов при температуре около 100 градусов. Для этого поместите ее в не слишком горячий духовой шкаф или подвесьте над электроплиткой.

Для пропитки применяют различные специальные лаки: бакелитовый, глифталевый, асфальтовый и др.

Просушенную обмотку опустите в сосуд с лаком. Лучше опустить горячую обмотку, дав ей только немного остыть. Тогда воздух, заключенный между витками обмотки, охлаждаясь, уменьшится в объеме и втянет за собой лак.

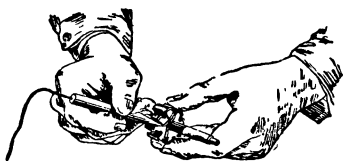
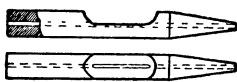


Рис. 142. Обмотка якоря при помощи карандаша.



Держите обмотку погруженной в лак, пока не перестанут выделяться пузырьки. Обычно на это уходит 10—15 минут. Затем выньте пропитанную обмотку и подвесьте над сосудом, чтобы стекал излишек лака. Сушите обмотку 8—10 часов при комнатной температуре. После этого поместите ее в духовку

или повесьте над электроплиткой и сушите еще 2—3 часа при температуре 100—120 градусов.

В тех случаях, когда обмотка не заготавливается отдельно, а наматывается прямо на якорь или статор двигателя, ее надо сушить и пропитывать вместе с этим якорем или статором.

Приспособление для обмотки якорей. Для ручной обмотки якорей электродвигателей, особенно набивных и наборных, удобно пользоваться простейшим приспособлением, показанным на рис. 142. Его можно сделать из обычного карандаша. Вытолкните грифель и вырежьте с одного бока выемку для пальца. Выемка должна захватывать внутреннее отверстие.

Пропустив конец обмоточного провода через отверстие, закрепите его на валу якоря и начинайте обмотку. Придерживайте провод большим пальцем в выемке карандаша. Этим вы создадите необходимое натяжение провода.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	<i>Стр.</i>
Электричество движет модели	3
Самодельные коллекторные двигатели	10
Статоры	12
Статор № 1	—
Статор № 2	16
Статор № 3	18
Статор № 4	19
Статор № 5	23
Статор № 6	27
Статор № 7	31
Статор № 8	35
Статор № 9	38
Статор № 10	41
Катушки статоров	45
Катушка № 1	47
Катушка № 2	49
Катушка № 3	50
Катушка № 4	51
Подшипники	53
Подшипниковые щиты	56
Сердечники якорей	65
Якорь № 1	66
Якорь № 2	71
Якорь № 3	72
Якорь № 4	76
Якорь № 5	78
Якорь № 6	81
Обмотка якорей	83
Обмотка двухполюсных якорей	85
Обмотка трехполюсных якорей	86
Обмотка пятиполюсных якорей	87

Обмотка кольцевого якоря	88
Обмотка барабанного якоря	—
Коллекторы	91
Щетки и щеткодержатели	98
Зажимы для подключения	106
Сборка, пуск и регулировка электродвигателей	108
Уход за электродвигателями и предупредительный ремонт	
Общие правила	111
Уход за коллектором и щетками	113
Уход за подшипниками	115
Неисправности электродвигателей и их устранение	116
Переключатели направления вращения двигателя	121
Передаточные механизмы	127
Ременная передача	129
Конструкции ремней	131
Конструкции шкивов	134
Валы и подшипники	140
Натяжная система	143
Соединение валов	144
Жесткая муфта	146
Эластичная муфта	147
Разъемная муфта	148
Передача вращения под углом	149
Фрикционные передачи	153
Фрикционный редуктор № 1	154
Фрикционный редуктор № 2	157
Фрикционный редуктор № 3	—
Фрикционный редуктор № 4	161
Фрикционный редуктор № 5	167
Зубчатая передача	171
Червячный редуктор	174
Цепная передача	180
Приемы работы	184

Р и с у н к и
М. Симакова и А. Окунева

Д Л Я С Р Е Д Н Е Й Ш К О Л Ы
*Богатков Владимир Николаевич,
Гальперштейн Леонид Яковлевич,
Хлебников Петр Петрович*

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДВИЖЕТ МОДЕЛИ

Ответственный редактор *М. А. Зубков.*
Художественный редактор *С. И. Нижняя.*
Технический редактор *Н. П. Самохвалова.*

Корректоры
Н. В. Белякова и Г. С. Муковозова.

Сдано в набор 18/IX 1957 г. Подписано к печати 24/I 1958 г. Формат $84 \times 108 \frac{1}{32}$ — 13 печ. л. = 10,68 усл. печ л (9,68 уч.-изд. л.). Тираж 50 000 экз. А00037. Цена 3 р. 90 к. Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1.

Фабрика детской книги Детгиза.
Москва, Сущевский вал, 49. Заказ № 2921.

*В 1957 году в Детгизе вышли в свет
следующие научно-популярные книги:*

ВОРОТНИКОВ И. — КОНСТРУКТОРСКАЯ СМЕКАЛКА
КЛЕМЕНТЬЕВ С. — УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЯМИ ПО РАДИО
КОСИНСКИЙ И. — ЮНОМУ ФОТОЛЮБИТЕЛЮ
АНФИЛОВ Г. — ЧТО ТАКОЕ ПОЛУПРОВОДНИК
РЕЙНБЕРГ М. — ДУМАЮЩИЕ МАШИНЫ
СМАГИН Б. — АТОМ РАБОТАЕТ
ШТЕЙНГАУЗ А. — ЗАВОД БЕЗ ЛЮДЕЙ
ГОЛОСНИЦКИЙ Л. — ПУТЕШЕСТВИЕ В ПРОШЛОЕ
ИВАНОВСКИЙ М. — ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

*Эти книги вы можете получить
в своей школьной и местной библиотеках.*

Цена 3 р. 90 к.

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА