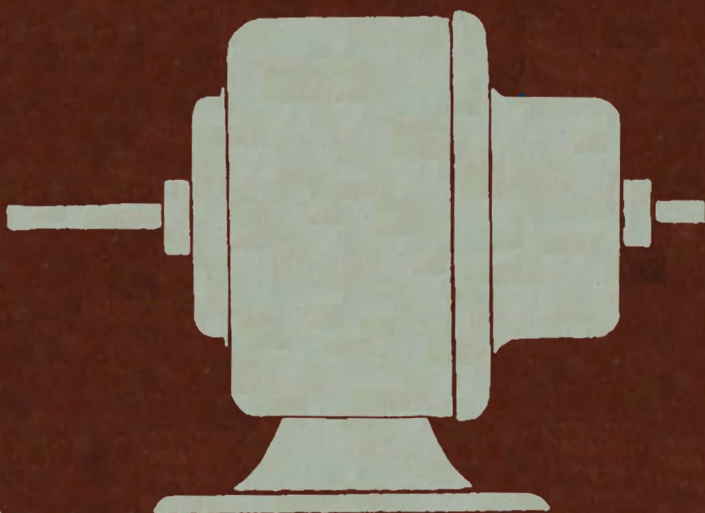


Центральная станция юных техников РСФСР

ПРИЛОЖЕНИЕ  
К ЖУРНАЛУ  
**Ю**НЫЙ  
ТЕХНИК

# МИКРОДВИГАТЕЛЬ РАБОТАЕТ БЕЗОТКАЗНО



№ **14** (200)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАЛЫШ»  
Москва — 1965

Е. Ф. РЯБЧИКОВ

*Заведующий лабораторией  
Центральной станции  
юных техников РСФСР*

## МИКРОДВИГАТЕЛЬ РАБОТАЕТ БЕЗОТКАЗНО

Главная часть любой движущейся самоделки — это двигатель. Он вращает гребные винты, ведущие эсы, лебёдки, поворотные устройства и т. д. Даже если вы задумаете сделать не модель, а такую простую вещь, как вентилятор, чтобы не было так жарко в душный летний день, то и здесь вы никак не обойдетесь без двигателя.

Каким же должен быть двигатель для самоделок?

Прежде всего небольших размеров, чтобы его легко можно было вписать в габариты модели. И в то же время, достаточно мощным, чтобы обеспечить движение модели или надёжную работу её механизмов.

Таким двигателем является микроэлектрический двигатель. Наша промышленность выпускает несколько типов (рис. 1) микроэлектрических двигателей, для питания которых используются батарейки от карманного фонаря или специальные выпрямители, дающие на выходе 4,5 вольта постоянного тока. Выпрямители удобно применять только тогда, когда электродвигатель установлен на неподвижной модели и поблизости имеется розетка осветительной сети на 127 или 220 вольт переменного тока.

Питание микродвигателей от осветительной сети через выпрямитель, понижающий одновременно напряжение до необходимой величины, очень экономно и удобно. Имея выпрямитель, не надо заботиться о замене довольно быстро истощающихся батареек. Однако на самоходных моделях всё-таки приходится использовать батарейки от карманного фонаря. Но если движущаяся модель имеет небольшой радиус действия, а рядом находится сетевая розетка, то её можно соединить длинным гибким проводом с выпрямителем. Правда, модель будет фактически привязана проводами к источнику тока и ограничена в свободе движения, маневренности, но в некоторых случаях с этим можно примириться.

Микродвигатели обычно являются высокооборотными. Вал такого двигателя делает от 1200 до 2000 оборотов в минуту. Столь большая скорость вращения на моделях не приемлема, и обороты двигателя приходится значительно понижать с помощью редуктора.

Редукторы собирают из одной или нескольких пар шестерён разного диаметра. Рис. 2. Редуктор, состоящий из одной пары шестерён называется одноступенчатым, из двух пар — двухступенчатым и т. д. Шестерни для редуктора подбирают с таким расчётом, чтобы на выходном валу получить нужное количество оборотов. Рассчитать редуктор надо заранее. Делают это так: предположим, что вал двигателя развращает 1400 оборотов в минуту, а вам надо, чтобы ведущая ось модели вращалась со скоростью не большей, чем 200 оборотов в минуту, — в семь раз медленней. Следовательно, требуется так подобрать пару шестерён, чтобы диаметр одной был в семь раз больше другой. Практически это выглядит так: если первая шестерня у вас, скажем, диаметром 10 мм, то вторая должна быть 70 мм или, если первая 15 мм, то другая — 105 мм.

Шестерни диаметром 10—15 мм подыскать сравнительно легко, а вот диаметром 70 и тем более 105 мм порой бывает и невозможно. Кроме того, шестерни такого большого диаметра вообще неудобны. Они могут не поместиться в модели, будут выходить за её габариты, мешать другим механизмам.



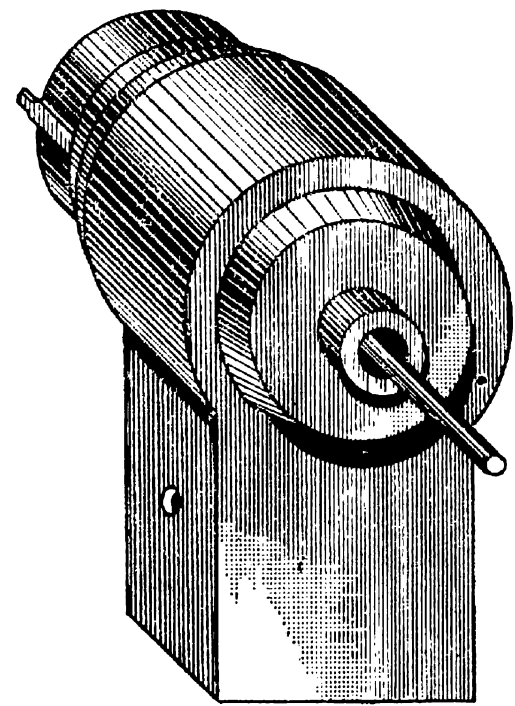


Рис. 1

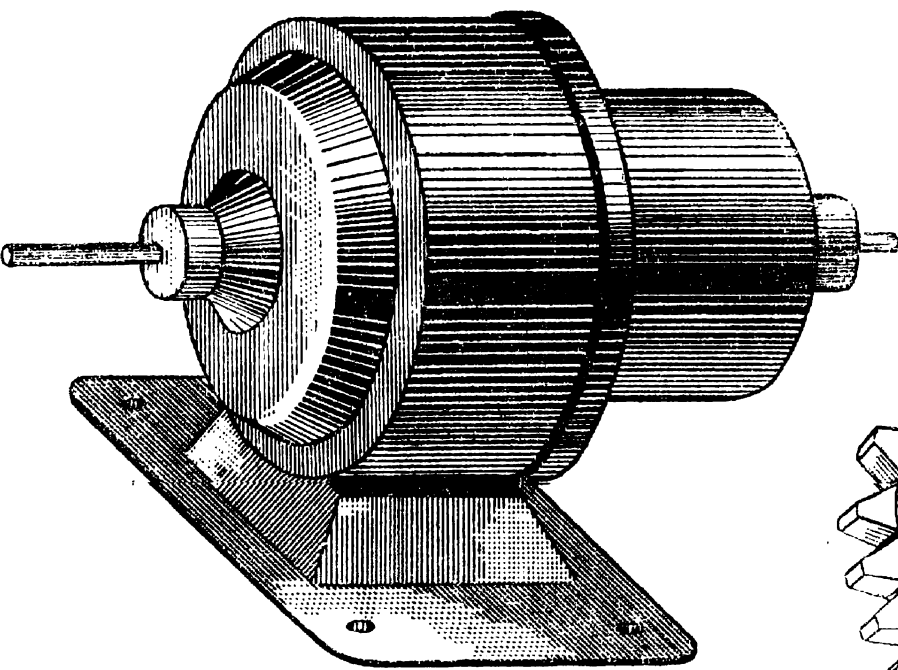


Рис. 1

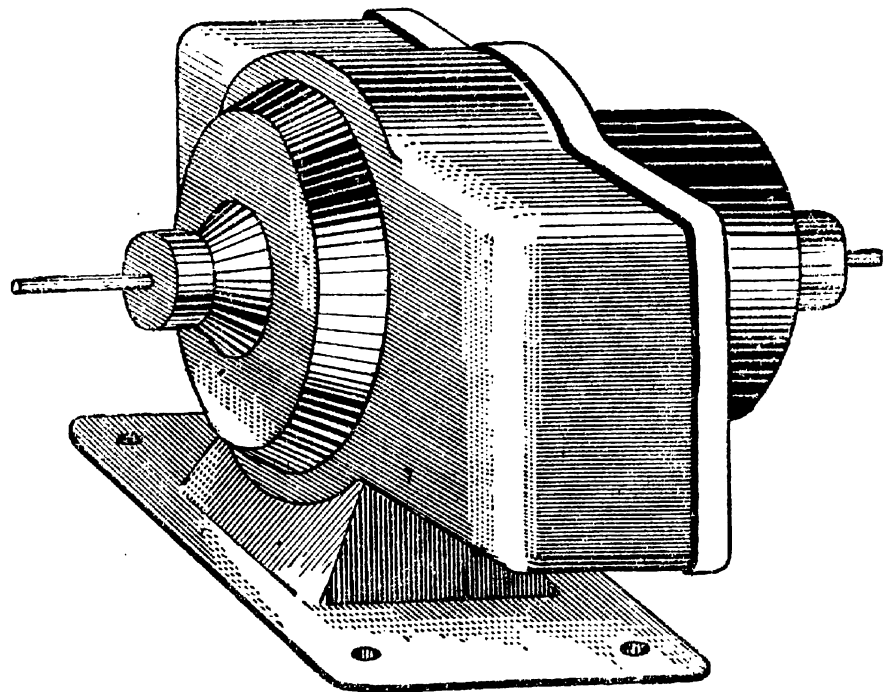


Рис. 1

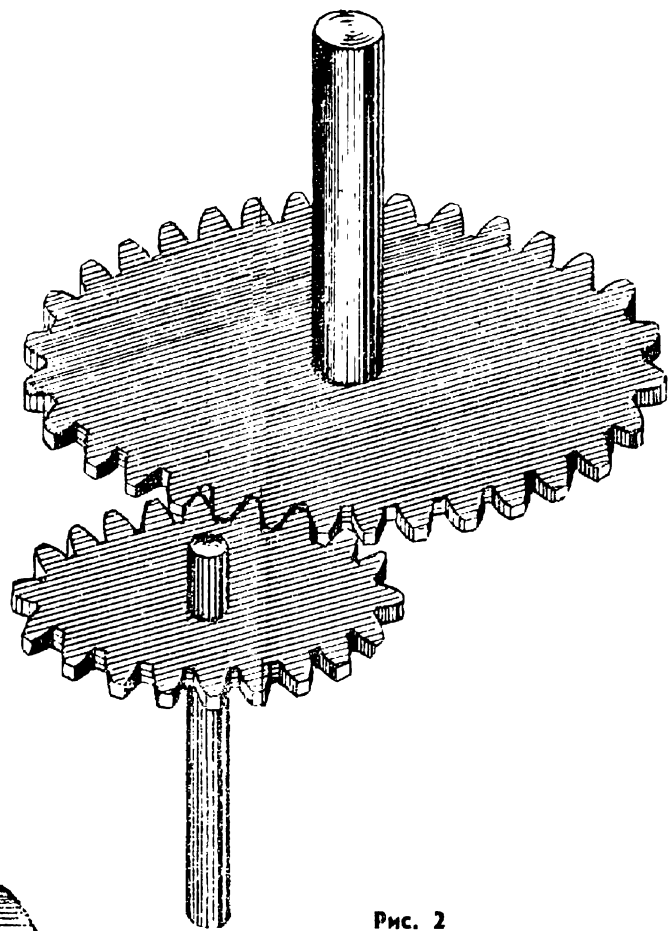


Рис. 2

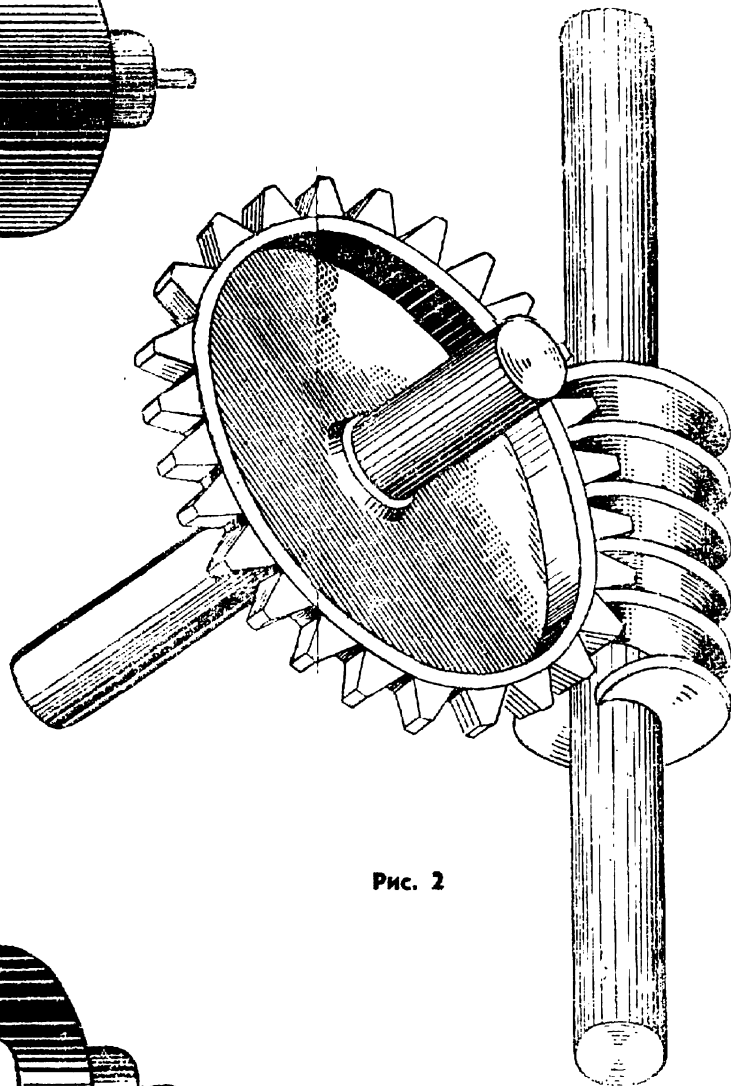


Рис. 2

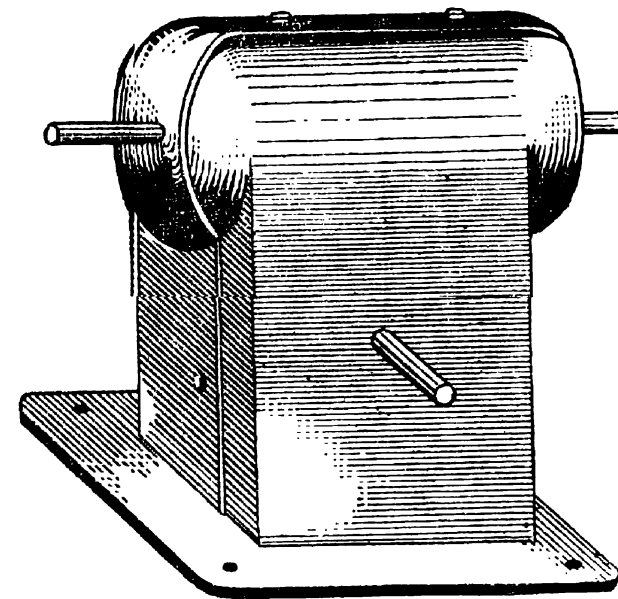


Рис. 3

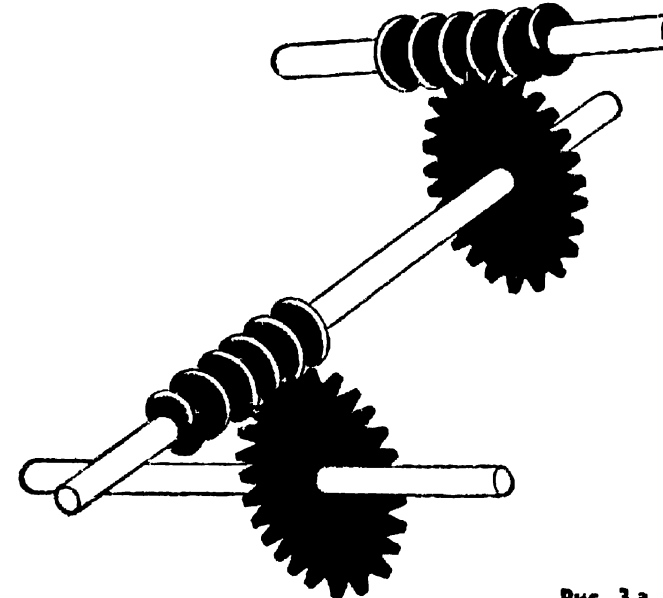


Рис. 3а

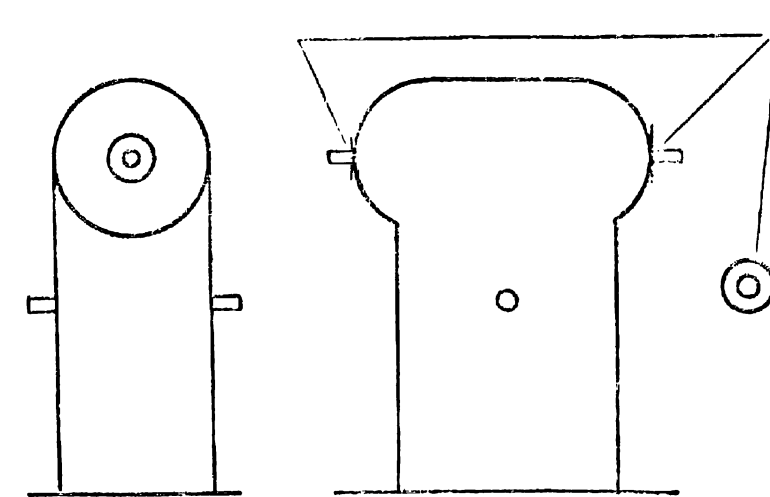


Рис. 3б

Гибкие муфты позволяют передавать вращение и в том случае, когда по какой-либо причине не удается разместить вал двигателя и вал редуктора на одной линии, и даже осуществлять передачу вращения, когда валы находятся относительно друг друга под некоторым углом.

Иногда купленный исправный редуктор, установленный на модели, вдруг отказывает, и попытка повернуть его вал рукой часто ни к чему не приводит. Такой дефект объясняется заклиниванием червячной пары, которое приводит к поломке редуктора. Чтобы избежать порчи червячной шестерни и самого червяка, перед тем, как поставить редуктор на модель, надо на вал червяка и на вал червячной шестерни с двух сторон напаять маленькие ограничительные шайбочки [рис. 3б]. Они устранят осевое смещение червячной пары, бывающее слишком большим. Шайбочки сделайте сами, вырезав из обыкновенной белой жести или тонкой латуни. Отверстие в шайбочке удобней просверлить ещё до того, как станете её вырезать.

Корпус одноступенчатого редуктора, выпускаемого заводом, делается из двух штампованных железных половинок, соединённых вместе маленькими язычками-лапками, входящими в прорез. При сборке редуктора иной раз происходит сдвиг половинок, в результате чего желобки, образующие втулку вала червяка, перекашиваются и червяк вращается с большим трением, а то и вовсе не может вращаться. В этом случае следует отогнуть язычки-лапки, разобрать корпус, лапки совсем обрезать, а потом, сложив правильно обе половинки корпуса, спаять их по торцу. Так как корпус редуктора крашенный, то в местах пайки нужно предварительно как следует очистить краску. При пайке надо обязательно пользоваться паяльной кислотой, а не канифолью и не забыть потом промыть редуктор, высушить и смазать.

Иногда встречается и сдвиг стенок в двухступенчатом редукторе. Он приводит к тому, что в противоположных стенках редуктора не совпадают отверстия, в кото-

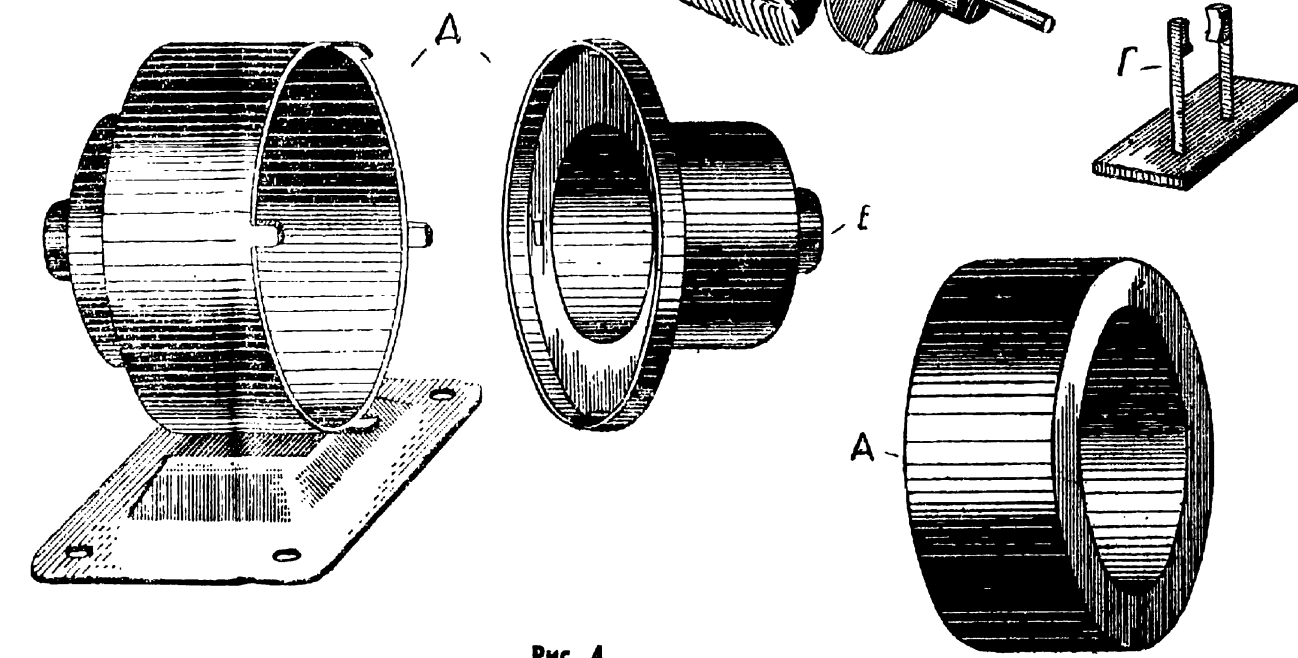


Рис. 4

Как же быть? Какой найти выход! Оказывается, выход есть. Надо отказаться от одноступенчатого редуктора и попробовать рассчитать редуктор, состоящий из двух ступеней, из двух пар шестерён.

Предположим, вы выбрали одну пару — шестерню диаметром 10 мм и шестерню диаметром 30 мм. Передаточное отношение этих шестерён или, что одно и то же, отношение их диаметров будет 1:3. Это значит, что одна из шестерён — большая — станет вращаться в три раза медленней и, следовательно, уменьшит обороты вала электродвигателя ровно втрое. Но нам этого недостаточно. Ведь двигатель с таким редуктором позволит получить на выходе только около 470 оборотов в минуту. Тогда подберём вторую пару шестерён для второй ступени редуктора с таким передаточным отношением, которое давало бы нам нужное количество оборотов.

Используем для этого точно такую же шестерню диаметром 10 мм, как и в первой ступени, и укрепим её на той же оси, на которой закреплена шестерня диаметром 30 мм. Значит, обе шестерни — 30 мм и новая 10 мм — теперь будут иметь общую ось и поэтому станут вращаться с одинаковой скоростью — приблизительно 470 оборотов в минуту.

Если в зацепление с третьей шестернёй теперь введи четвёртую, то можно будет снизить обороты вала электродвигателя до той величины, которая нам нужна. Какого же диаметра должна быть эта шестерня?

Оказывается, ответ на поставленный вопрос не так уж трудно получить. Для этого надо лишь, во-первых, 470 разделить на 200 — на то количество оборотов, которое нам требуется для модели. Так мы узнаем, во сколько раз нам надо снизить обороты. И, во-вторых, полученное от деления число умножить на диаметр третьей шестерни, чтобы узнать, какого диаметра должна быть четвёртая.

Попробуйте разделить 470 на 200 и вы получите в ответе приблизительно 2,3. Значит, диаметр четвёртой шестерни должен быть больше диаметра третьей в 2,3 раза, т. е. вам нужно подобрать такую шестерню, диаметр которой был бы близок к 23 мм.

Редуктор, составленный из рассчитанных шестерён, получается очень компактным и занимает немного места.

Если вам необходимо получить на выходе не 200 оборотов в минуту, как в нашем примере, а гораздо меньше, например, для рулевого управления моделью автомобиля или для приведения в действие лебёдок подъёмного крана, то следует продолжить расчёт по такому же принципу и в той же последовательности рассчитать дополнительно третью ступень или, что тоже вполне возможно, оставить редуктор с двумя ступенями, но сделать вторые шестерни первой и второй пары гораздо большего диаметра.

Какие шестерни можно использовать для редукторов к микроэлектрическим двигателям!

Идеальными надо считать шестерни из капроновых пластмасс. Эти шестерни прочны, выдерживают довольно значительные силовые нагрузки, работают почти бесшумно и не нуждаются в частой смазке. Единственная трудность, с которой придётся встретиться юному технику при сборке редуктора из пластмассовых шестерён, — это закрепление их на осях.

В производстве пластмассовые шестерни в горячем или в холодном виде напрессовываются на оси, имеющие в том месте, где должна находиться шестерня, накатанную рубчатую поверхность. Такую поверхность можно получить, зажав ось в патрон токарного станка и обработав специальной рифлёной накаткой. Другой способ более прост. Он заключается в том, что в отверстие шестерни запрессовывают втулку-ступицу с предварительно нанесённой на её поверхность грубой шероховатостью. Шероховатость можно получить, осторожно насаживая металл маленьким остро заточенным зубилом.

Обработанная таким образом втулка вначале нагревается, а потом впрессовывается в шестерню. Причём, для выполнения этой операции не требуется никакого пресса. Его заменят самые обыкновенные небольшие настольные тиски. Они укрепляются на столе так, чтобы губки их раздвигались не по горизонтали, а по вертикали. В центре шестерни сверлится отверстие несколько меньшего диаметра, чем внешний диаметр втулки. Шестерня кладётся на нижнюю губку тисков, против её осевого отверстия устанавливается нагретая втулка, которая затем вдавливается в пластмассу верхней губкой тисков. Надо очень внимательно следить, чтобы втулка стояла точно против отверстия и во время запрессовки не перекашивалась, так как исправить ошибку будет уже нельзя.

Проще закреплять металлические шестерни — стальные, латунные. Они припаиваются к соответствующим осям, при этом надо следить, чтобы плоскость шестерни была строго перпендикулярна к оси, иначе она будет, как говорят, «бить» — вилять из стороны в сторону. Биение создаёт лишний шум, и зубцы шестерён быстро срабатываются.

После окончания пайки тщательно промойте редуктор, чтобы смыть оставшуюся паяльную кислоту, так как она служит причиной образования сильной ржавчи-

ны. Промывать места пайки лучше мыльной водой. Промытый редуктор хорошенько высушите. После сушки редуктор нужно смазать машинным маслом.

Металлические шестерни для ступеней редуктора могут применяться самые различные: от старых будильников, часов-ходиков, поломанных механизмов, детских механических игрушек, металлического конструктора и т. д. Иногда в магазинах «Детский мир», «Пионер», «Юный техник» встречаются в продаже штампованные шестерни разного диаметра. Такие шестерни тоже можно с успехом использовать, но только там, где нет больших усилий и не требуется особая точность работы механизмов.

Кроме редукторов с цилиндрическими шестернями, о которых шла речь выше, в практике моделирования широко применяются червячные редукторы [рис. 3]. Они состоят из червячной пары — червячной шестерни, имеющей особую форму зубцов, и самого червяка — цилиндрического тела, на поверхности которого выфрезирована спиральная нарезка. Это, собственно, тоже зубец, который входит в постоянное зацепление с зубцами червячной шестерни и вращает её. По количеству червячных пар такие редукторы тоже делятся на одно-, двух- и многоступенчатые. Червячные редукторы в состоянии передавать значительные усилия и, если червяк хорошо подогнан к шестерне, работают, не производя шума, занимают на модели по сравнению с редуктором из цилиндрических шестерён гораздо меньше места.

Червячные редукторы находят применение на моделях автомобилей для передачи вращения от двигателя к ведущей оси и для значительного снижения её оборотов, а также на моделях лебёдок, экскаваторов, бульдозеров, подъёмных кранов.

В магазинах «Детский мир», «Пионер», «Юный техник» продаются малогабаритные червячные одноступенчатые [рис. 3] и двухступенчатые [рис. 3а] редукторы, приспособленные для работы с микроэлектрическими двигателями. Вал редуктора соединяется с валом двигателя гибкой муфтой. Гибкой муфтой может служить свитая из стальной проволоки 0,3 мм пружинка длиной 15—20 мм. Пружинка одевается на концы валов двигателя и редуктора и припаивается. Стальную пружинку с успехом заменит и тонкая хлорвиниловая трубка, которая плотно надевается сначала на вал двигателя, потом на вал редуктора. Чтобы трубка надевалась легче, её надо смочить внутри. Если не найдётся подходящей трубки, снимите с провода кусочек хлорвиниловой изоляции. Для этого подрежьте изоляцию ножом, а затем стяните с провода.

рых вращаются валы червяка и червячной шестерни. Так как стенки корпуса в таком редукторе соединены при помощи язычков-лапок, их придётся отогнуть, а корпус разобрать. Отрезав язычки, поставьте на место червяка и шестерни и найдите такое положение стенок, при котором червячные пары будут свободно вращаться. Стараясь не сдвинуть стенки, спаяйте их там, где они соприкасаются друг с другом. Конечно, ещё до пайки надо удалить краску, а металл зачистить напильником.

Двухступенчатые редукторы, случается, тоже заклинивает. Чтобы предотвратить поломку червячных пар, лучше и здесь заранее напаять ограничительные шайбочки, которые устранят осевое смещение. Как это сделать, объясняется раньше.

Назначение редуктора не сводится только к снижению оборотов, которые развивает микроэлектрический двигатель. Помимо этого редуктор имеет ещё одно и не менее важное назначение. Используя его, мы тем самым во много раз увеличиваем мощность, получаемую на выходном валу. Известно, что мощность на валу возрастает во столько раз, во сколько уменьшены при помощи редуктора обороты двигателя. Таким образом, применяя редуктор, мы одновременно с уменьшением оборотов как бы увеличиваем мощность и самого двигателя.

Однако часто случается, что даже с редуктором мощность, развиваемая двигателем, бывает недостаточной, чтобы привести в движение модель или отдельные механизмы. Увеличить мощность микроэлектрического двигателя можно, если двигатель подвергнуть несложной переделке, усовершенствованию собственными силами. Но об этом будет сказано несколько позже. А пока нужно сказать о другом. Дело в том, что даже новый микроэлектродвигатель не всегда развивает ту мощность, на которую он рассчитан.

Чем же это объясняется! Чтобы ответить на этот вопрос, давайте вначале познакомимся, хотя бы в общих чертах, с устройством микроэлектрического двигателя, заглянем к нему во внутрь.

Микроэлектрические двигатели выпускаются нескольких типов и, хотя они имеют разный внешний вид, устройство их в принципе одинаково. Каждый такой двигатель [рис. 4] состоит из неподвижной части — статора «А», представляющего собой сильный постоянный магнит, и подвижной части — якоря «Б» обычно трёхполюсного, несущего на себе обмотку. Якорь неподвижно насажен на вал, на котором имеется коллектор «В» — барабанчик из изоляционного материала с закреплёнными на нём тремя медными или латунными пластинами. Пластины изолированы друг от друга. К каждой из трёх пластин припаяны провода обмотки полюсов якоря — начало обмотки одного полюса и конец обмотки другого полюса. К коллекторным пластинам прижимаются щётки «Г» — латунные стоечки, которые тоже изолированы друг от друга. Обычно они крепятся на кусочке фибры или заделываются в пласт-



массовый корпус. К щёткам, выходящим из корпуса, подключается питание двигателя.

Статор, создающий постоянное магнитное поле, в котором вращается якорь, делают кольцевым или плоским. У одних микродвигателей таких магнитов поставлено два, у других — один. Нетрудно сообразить, что микродвигатель с кольцевым статором или статором из двух плоских магнитов будет мощнее, так как их магнитное поле сильнее. Поэтому при выборе микроэлектрического двигателя надо отдать предпочтение тому, у которого статор имеет форму кольца или состоит из двух магнитов.

Все названные части микродвигателя заключены в корпус «Д» из пластмассы или металла. В боковые крышки «Е» корпуса вставлены подшипники скольжения «Ж» — металлические втулочки, в которых вращается вал якоря.

Причины, в той или иной степени влияющих на снижение мощности, бывает несколько. И первая из них — трение. Совсем избавиться от него нельзя, но всякое излишнее трение создаёт, как известно, добавочное сопротивление вращению, тормозит его. На преодоление этого сопротивления и затрачивается часть мощности, той мощности, которая могла бы быть полезно использованной. Поэтому от лишнего трения надо освободиться.

Возьмите свой микроэлектрический двигатель и попробуйте вращать вал якоря. Он должен вращаться легко и равномерно. Если вы почувствуете, что вал периодически как бы зажимается, значит он погнут. Исправить этот недостаток можно, надо только сначала разобрать двигатель. Если он в пластмассовом корпусе, то боковые крышки у него приклеены. Остриём ножа очень осторожно и вскройте корпус, отделив от него крышку, ближе к которой расположены выходящие наружу стоечки щёток, выньте якорь и посмотрите, в каком месте вал изогнут. Выпрямлять его надо плоскогубцами аккуратно, чтобы не повредить совсем. Или же положите вал на ровную металлическую подставку и ударьте слегка по выгнутому месту маленьким молоточком. Сильно бить по валу остерегайтесь — могут получиться вмятины, и вал будет окончательно испорчен. По той же причине не пользуйтесь тяжёлым молотком.

Выпрямив вал, проверьте, нет ли на нём заусениц. Если они будут, удалите их надфилем с бархатной насечкой. После этого поставьте якорь на место, приставьте к корпусу крышку и попробуйте теперь вращать якорь. Он должен вращаться свободно, нигде не задевая. Впустите в подшипники по капельке масла и приклейте нитроклеем крышку.

В некоторых микродвигателях вал якоря туго вращается не потому, что он погнут, а потому, что подшипники несколько сдвинуты в стороны. Это сразу можно определить, если якорь проворачивается с постоянным, но ослабевающим усилием. В таком случае придётся отделить от корпуса обе крышки. Смажьте их нитроклеем, поставьте на место и, придерживая слегка рукой, чтобы они не выпали, вращайте якорь до тех пор, пока он не станет вращаться свободно. Стараясь не передвинуть крышки, положите микродвигатель и не трогайте, пока клей не высохнет.

Бывает, что крышки корпуса сдвинуты не относительно друг друга, а обе в одном направлении. Тогда вращать вал бывает трудно не оттого, что он зажимается в подшипниках, а просто потому, что якорь цепляется за полюса статора или, если статор кольцевой, — трётся о его поверхность в каком-то месте. Зазор между полюсами якоря и статором обязательно должен быть везде одинаков, в противном случае двигатель будет работать неравномерно, а рывками или, что бывает чаще всего, не берёт с места до тех пор, пока рукой не раскрутите вал. При таком дефекте тоже придётся вскрывать корпус.

Снимите одну крышку, установите строго вертикально вал и посмотрите, в какую сторону смещён якорь. После этого отделите вторую крышку и, смазав её края клеем, поставьте на место. Не давая клею высохнуть, опустите в корпус якорь и, двигая его, найдите такое положение, чтобы между поверхностью статора и полюсами якоря образовались одинаковые зазоры. Потом, когда крышка приклеится, можете поставить на место и другую.

Выше всё время говорилось о микродвигателях, корпуса которых сделаны из пластмассы. Если ваш двигатель имеет металлический штампованный корпус, то все операции по устранению обнаруженных дефектов остаются теми же с той лишь разницей, что при разборке металлического корпуса вам придётся разогнуть язычки-лапки. Металл для корпуса применяется тонкий, и если лапку несколько раз согнуть и разогнуть, она может отломиться. Поэтому разбирать и собирать корпус двигателя нужно осторожно.

Излишнее трение может быть обнаружено и в узле коллектор-щётки. Здесь оно возникает за счёт того, что пластины коллектора или сами щётки имеют шероховатости, которые не только создают трение, но являются ещё и причиной образования искр, от которых постепенно обгорают и покрываются налётом соприкасающиеся поверхности, в результате чего мощность двигателя резко падает.

Обнаружить такие заусеницы можно лишь, разобрав двигатель. Поэтому перед тем, как установить двигатель на модели, его рекомендуется вскрыть и проверить. Если заусеницы есть, их надо удалить нулевой шкуркой или надфилем с бархатной насечкой.

Немаловажное значение имеет и контакт между щётками и коллекторными пластинами. Если щётки слишком слабо прижимаются к пластинам коллектора, это может послужить причиной возникновения искрения и обгорания соприкасающихся поверхностей. С другой стороны, с излишней силой прижимающиеся щётки создают вредное трение, затрудняют вращение якоря. Регулировка щёток, пожалуй, самая кропотливая работа в наладке двигателя. Но от неё зависит получение максимальной мощности.

До сих пор говорилось о том, какие недостатки в двигателе отрицательно влияют на его нормальную работу.

Теперь же попробуем заняться частичной переделкой двигателя, его усовершенствованием, чтобы сделать его надёжнее в работе и сильнее.

В чем же заключается эта переделка?

Прежде всего в регулировке зазоров между статором и полюсами якоря. Дело в том, что воздушная среда оказывает большое сопротивление прохождению магнитных силовых линий, а зазоры в микроэлектрических двигателях между полюсами якоря и статора велики и создают магнитным силовым линиям значительное сопротивление.

Ваша задача — добиться, чтобы эти зазоры стали самыми минимальными, но при этом ни в коем случае нельзя допускать, чтобы якорь задевал полюсами за поверхность статора.

Регулировке зазора подвергают только микродвигатели, у которых магниты не запрессованы в пластмассу корпуса и не имеют кольцевой формы...

Вскройте корпус микродвигателя и замерьте очень точно величину зазора. Теперь надо извлечь постоянный магнит, измерить его ширину и довести её шлифовкой до ширины, меньшей на величину зазора [рис. 5]. Если раньше зазор между полюсами якоря и статора, грубо говоря, был равным одному миллиметру, то после шлифовки он станет 0,5 мм.

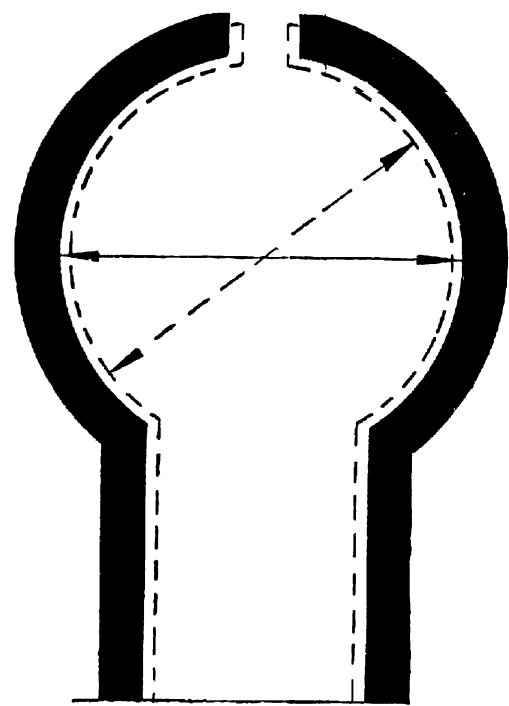


Рис. 5

Постоянные магниты изготавливаются из особых твёрдых сортов стали, которую трудно обрабатывать самому вручную. Обычно это приводит только к порче инструмента. Поэтому попросите кого-нибудь работающего на заводе — родителей, знакомого — и они обработают магнит на шлифовальном станке. Если такой станок есть в вашей школе и вы умеете уже на нём работать, то под руководством преподавателя по труду сможете обработать магнит своего микродвигателя сами.

Теперь соберите электродвигатель, помня о том, что говорилось раньше относительно положения якоря, — он должен вращаться совершенно свободно и не цепляться полюсами за статор. Подключите к двигателю батарейку от карманного фонаря и попробуйте остановить вращение якоря, зажимая вал пальцами. Вы сразу почувствуете, что остановить его теперь значительно труднее, чем до изменения зазоров. Это указывает на то, что мощность двигателя возросла довольно значительно. С редуктором увеличение мощности будет особенно ощутимо.

Часть микродвигатели отказывают в работе из-за неисправности щёток. Они или обгорают, покрываясь налётом нагара, отчего нарушается контакт между щётками и коллекторными пластинами, или, перегорев, ломаются. Делают щётки из тонких латунных полосок, чтобы они лучше пружинили. Поэтому заменять тон-

кую латунь более толстой, надеясь, что щётки из неё дольше прослужат, смысла не имеет. Жёсткие щётки труднее отрегулировать и, самое главное, с ними труднее добиться надёжного контакта с коллектором. Лучше пойти по другому пути — напаять на концы щёток угольки.

От старого электродвигателя или умформера возьмите угольную щётку. Обратите внимание, что часть поверхности щётки, которой она вставляется в щёткодержатель, покрыта тонким слоем красной меди. Это сделано для того, чтобы к угольной щётке можно было припаять провод. Покрытая медью поверхность нам и нужна. Отпилите лобзиком от щётки полоску толщиной не более одного миллиметра с таким расчётом, чтобы на одной поверхности полоски осталось медное покрытие. Полоску разрежьте на квадратики приблизительно  $3 \times 3$  мм. Это и будут те угольки, которые нужно напаять на щётки микродвигателя.

Снимите с двигателя крышку. Если корпус двигателя из пластмассы, то щётки у него закреплены и вынимать их нельзя. Рис. 6. В некоторых конструкциях микродвигателей, хотя корпус и пластмассовый, щётки всё-таки вынимаются. К таким щёткам припаять угольки удобней. Вначале облудите каждую щётку, покрыв конец её слоем олова, потом также покройте оловом и облуденную поверхность уголька. Положив щётку на уголёк, прогрейте её паяльником. Когда олово на щётке и угольке расплавится, уберите паяльник и подуйте на место спайки, чтобы быстрее охладить. Паяльником лучше пользоваться небольшим, так называемым радиопаяльником. У него тоньше стержень, и он сильно не перегревается. Дело в том, что щётки, закреплённые неподвижно в пластмассовой крышке корпуса, нагревшись, ослабнут и будут болтаться. Но если это всё-таки произойдет, закрепите щётки потом нитроклеем. Для этого достаточно будет одной-двух капель.

После того, как угольки напаяны, их надо притереть к коллектору. Лучше всего это сделать во время работы двигателя. Соберите его и подключите батарейку. На первых порах щётки будут искрить, но это не важно, так как теперь сгорает не металл щёток, а отщеплённые пластинками коллектора кусочки угольков. Постепенно искрение будет уменьшаться и прекратится совсем. Теперь надо ещё раз разобрать двигатель, протереть коллекторные пластины, смазать подшипники в крышках и собрать двигатель. Срабатываются притёртые угольки очень медленно и хватит их надолго.

В микродвигателях с металлическим штампованным корпусом можно изменить конструкцию щёток по-другому и сделать так, чтобы допускалась регулировка каждой щётки в отдельности.

Найдите медную тонкостенную трубку с внутренним диаметром 3 мм и отпилите от неё два кусочка по 10—12 мм длиной. Это будут щёткодержатели. Вставьте в них короткий трёхмиллиметровый винтик и зажмите трубку с винтом в тиски. Не раскручивая тисков, выверните отвёрткой из щёткодержателя винт. Вывёртываясь, он в мягкой меди сам нарежет резьбу. Теперь винт можно будет вкручивать и выкручивать. Такую же резьбу нарежьте и во втором щёткодержателе.

Из угольной щётки от старого электродвигателя или умформера выпилите лобзиком брусочек квадратного сечения. Рёбра опилите напильником, чтобы получился цилиндр. Диаметр цилиндра должен быть немного меньше внутреннего диаметра щёткодержателя, тогда цилиндр будет свободно в него входить. Отпилите от цилиндра по два кусочка, каждый длиной по 4—5 мм. Это будут сами угольные щётки. Чтобы они прижимались к коллекторным пластинам, надо заготовить две пружинки. Пружинки свейте из тонкой стальной струны. Для этого подберите пруточек, на который будете навивать пружину. В качестве пруточка можно взять поломанное сверло 2,5 мм или что-нибудь другое, например, гвоздь, но такой же толщины.

Закрепите в тисках ручную дрель, а в патрон дрели зажмите пруток [сверло, гвоздь] и конец струны. Вращая рукоятку дрели, натаните струну плоскогубцами и старайтесь наматывать так, чтобы витки ложились ровными рядами с равными промежутками в 1—1,5 мм. Пружинки для щёткодержателей понадобятся вам короткие, всего из пяти-шести витков, и длинную пружину поэтому свивать не стоит. Откусите от готовой пружины кусочками два кусочка необходимой длины и вставьте в оба щёткодержателя.

Щётки новой конструкции готовы. Рис. 7. С одного конца щёткодержателей вверните винты, вставьте пружинки и угольки. Если закручивать винты, они будут постепенно сжимать пружинки, а те в свою очередь станут надавливать на угольки, прижимающиеся к коллектору. Вывинчивая винты, вы тем самым ослабите давление угольков на коллектор. Регулировка таким образом получается самая точная.

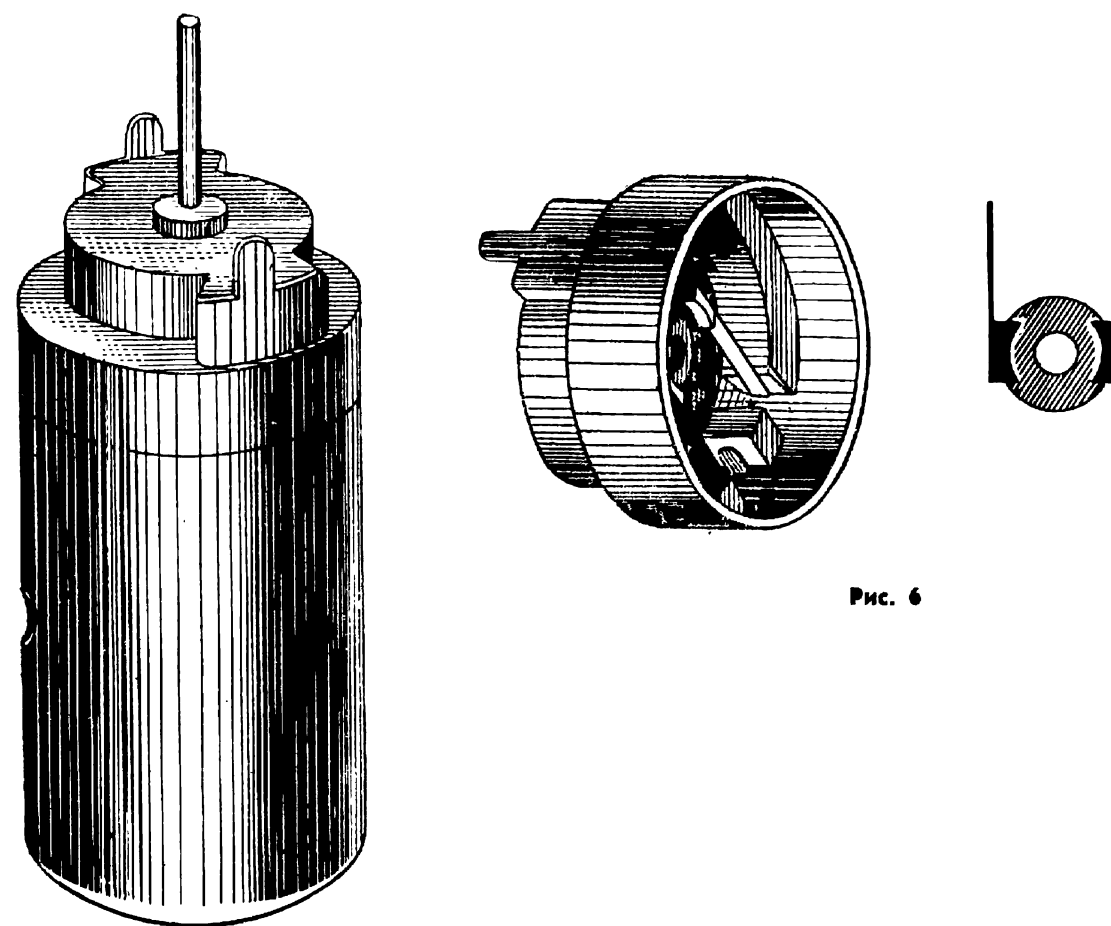


Рис. 6

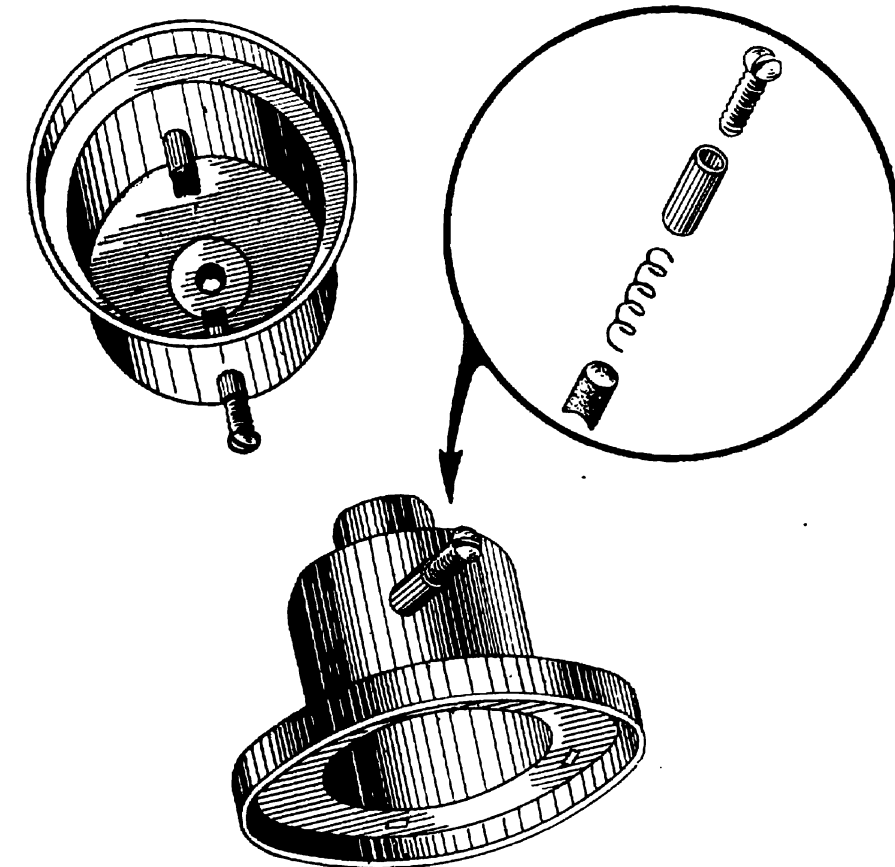
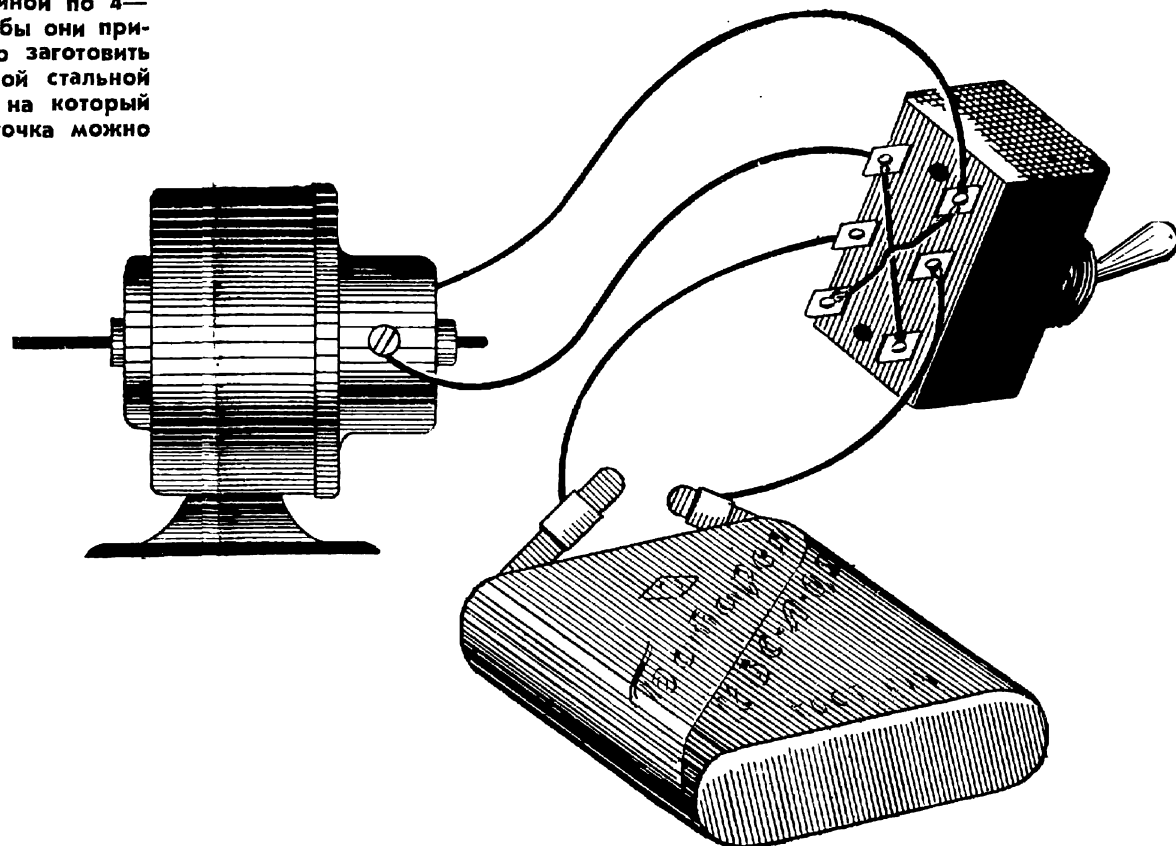
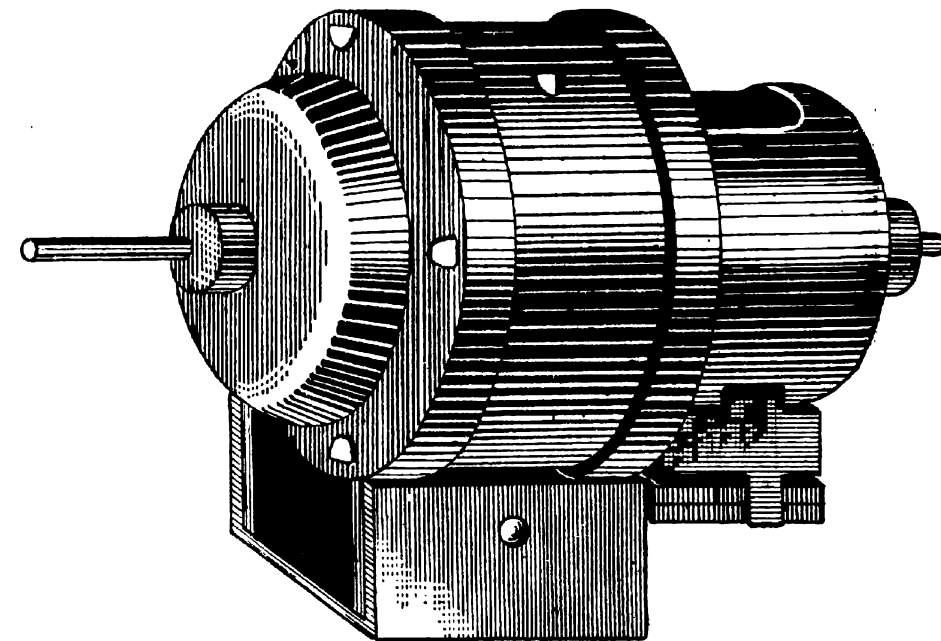


Рис. 7

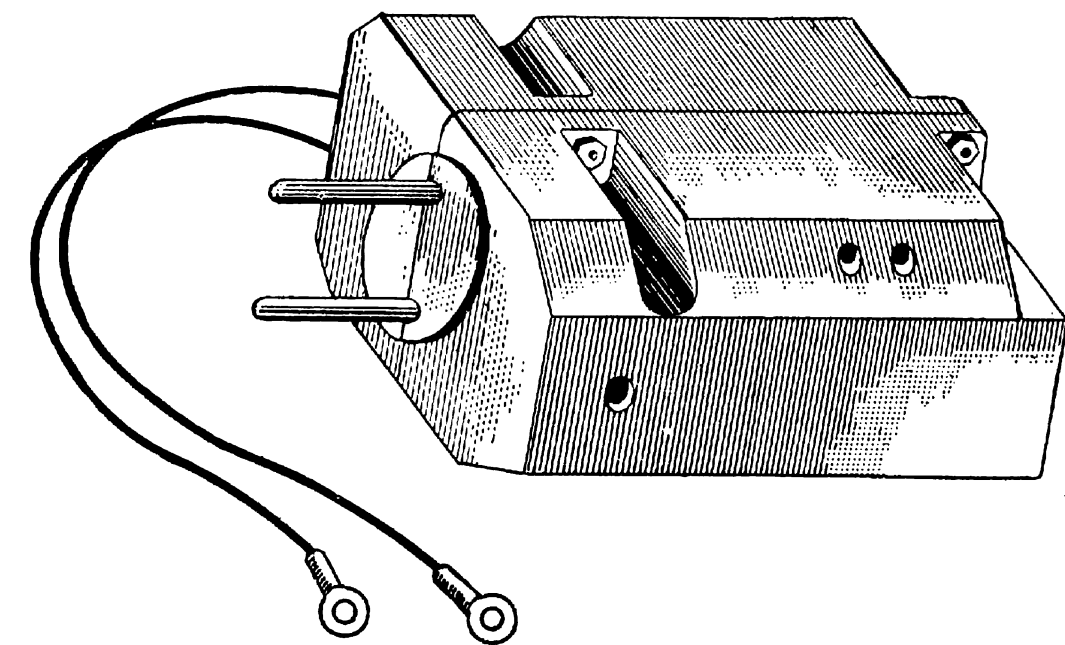


Рис. 8

Для предотвращения самооткручивания регулировочных винтов, прежде чем ввинчивать их в щёткодержатели, наверните на них концы гаек. После того, как нажатие щётки будет отрегулировано, закрутите винты гайками, и сами они уже не отвернутся. Когда понадобится произвести дополнительную регулировку, надо сначала ослабить гайку, а потом поворачивать резьбу, в противном случае сорвёте в щёткодержателе резьбу, и его придётся заменить.

Так как щётки нами сделаны круглыми, то при работе микродвигателя они будут вращаться в щёткодержателях. Чтобы этого не случилось, сделайте на них надфилем небольшие полукруглые выточки, которыми щётки будут прилегать к коллектору.

Как плоские напаянные щётки, так и те, которые вставлены в щёткодержатели, должны притереться, приработаться к коллектору и поначалу будут искрить. Когда поверхности притрутся, искрение прекратится.

Остаётся выполнить последнее — укрепить щёткодержатели на корпусе микродвигателя. Против того места, где расположен коллектор, просверлите в корпусе два отверстия, причём как раз там, где старые щётки прижимались к коллектору. Размер просверленных отверстий должен быть таким, чтобы трубки, из которых сделаны щёткодержатели, плотно в них входили. Сместить местоположение щёток не рекомендуется, так как у двигателя могут уменьшиться обороты.

Металлический корпус микродвигателей штампуется из металла, который не паяется. Поэтому щёткодержатели придётся приклеивать. Выньте временно из них угольные щётки и пружинки, намотайте, как показано на рис. 7, нитки, промазывая их нитроклеем. Наматывать надо сначала на том конце щёткодержателя, с которого вставляется уголёк. Щёткодержатель проденьте в просверленное отверстие и потом уже снаружи намотайте на него нитки. Так же укрепляется и второй щёткодержатель. Выворачивайте их, чтобы оба расположились на одной прямой без перекосов, и промажьте нитки обильно клеем. Когда клей хорошо высохнет, поставьте пружинки, угольки, соберите корпус и приступайте к регулировке.

В практике моделирования встречается необходимость изменять направление вращения якоря электродвигателя. Например, для получения заднего хода модели автомобиля, корабля и т. д. Изменение направления вращения якоря двигателя называется реверсированием. Микроэлектрические двигатели легко поддаются реверсированию благодаря тому, что у них статор не имеет обмотки, она есть только на якоре. Следовательно, для того, чтобы якорь стал вращаться в другую сторону, надо изменить направление проходящего по обмотке якоря постоянного тока. Это достигается тем, что провода, идущие к щёткам от батарейки, меняются местами,— провод от минуса батарейки подсоединяется к той щётке микродвигателя, к которой до этого был подключён провод от плюса батарейки, и наоборот.

Чтобы такие переключения можно было делать быстро, ставят переключатели разного типа — рычажковые, кнопочные. Простым и надёжным переключателем является тумблер (рис. 8). К средним его контактам подводятся провода от батарейки или выпрямителя, к одной из пар крайних — от микродвигателя. Вторая пара крайних контактов соединяется крест-накрест изолированным проводом с первой парой. Чтобы таким переключателем изменить направление вращения якоря, достаточно передвинуть рычажок из одного положения в другое. Если не найдёте тумблера, переключатель сделайте сами.

«Можно ли сделать микродвигатель самому!» — такой вопрос задают многие школьники.

Сделать своими силами хороший, надёжный в работе электродвигатель, пригодный для установки на моделях, — очень трудно. Для этого нужны станочное оборудование и, что ещё важнее, знания и умение выполнять сложные и точные токарные и слесарные работы, значительный опыт. Практически такие двигатели можно делать только в кружках, располагающих необходимым оборудованием и под руководством взрослого специалиста. Как правило, самодельные электродвигатели используются только для учебных целей, как демонстрационные действующие приборы. А для установки на моделях приобретают электродвигатели заводского изготовления.

Самодельные электродвигатели описаны в таких книгах:

Богатков В., Гальперштейн Л., Хлебников П. *Электричество движет модели*. М., Детгиз, 1958, 206 стр. (В помощь самостоятельности пионеров и школьников. Школьная библиотека).

Виноградов Н. В. *Как самому рассчитать и сделать электродвигатель*. М.-Л., Госэнергоиздат, 1958. 160 стр.

Стрелков П. *Юному электротехнику*. М., Детгиз, 1955. 215 стр. (В помощь самостоятельности пионеров и школьников. Школьная библиотека).

Редактор С. Омелянчук Художественный редактор А. Куприянов  
Технический редактор Т. Щеплева Корректоры Н. Сендерова, Н. Пьянкова

Л. 106 790

Подписано к печати 11/V — 65 г. Бумага 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Уч.-изд. л. 1,2

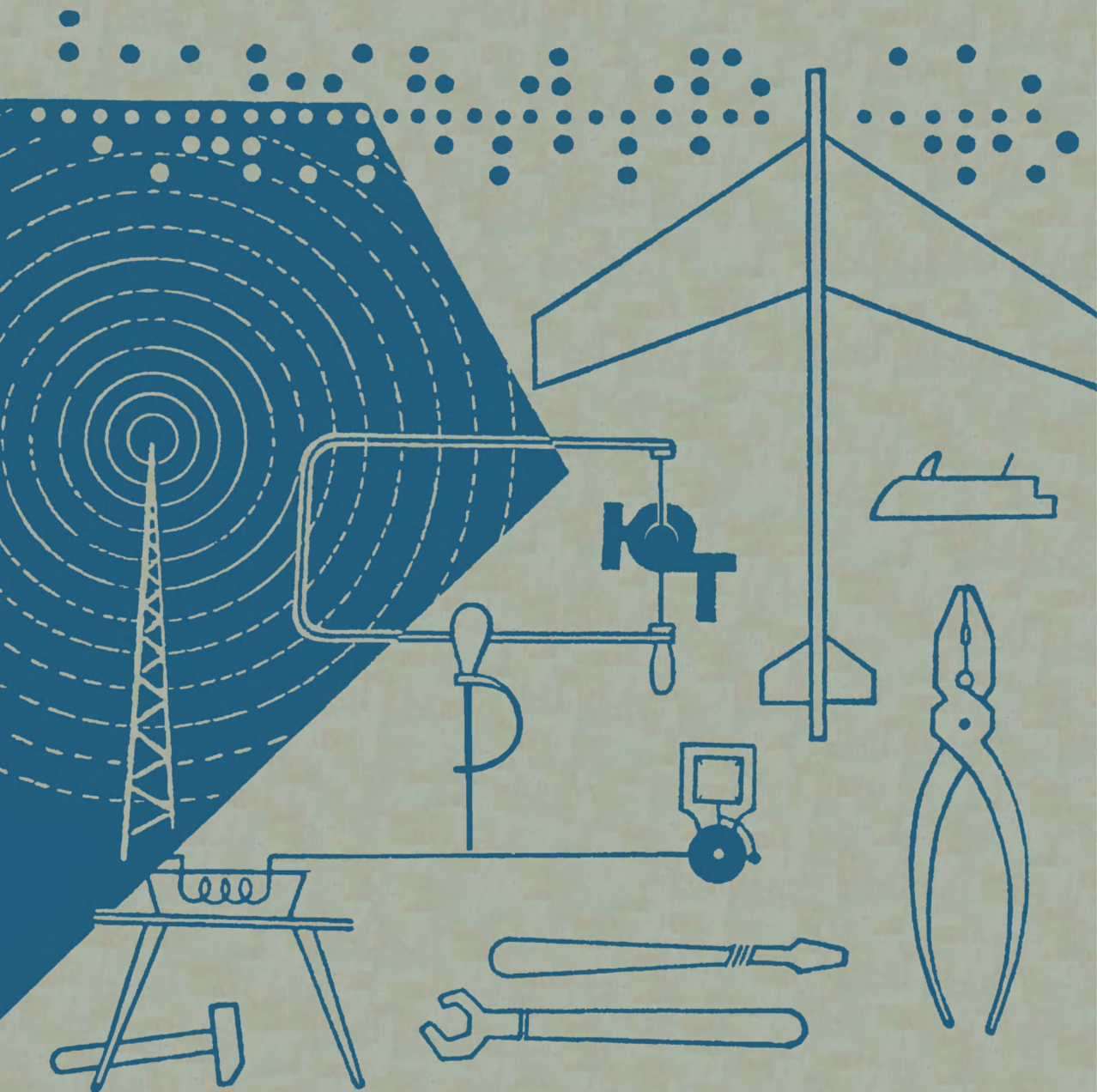
Изд. № 1028 Заказ 0106

По оригиналам издательства «Малыш»  
Государственного комитета Совета Министров РСФСР по печати

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.



Для умелых рук



Цена 9 коп.