



С БИБЛИОТЕКА ЮНОГО КОНСТРУКТОРА



С. АВДЕЕВ  
МОДЕЛИ, УПРАВЛЯЕМЫЕ  
ПО РАДИО



ДЕТИЗДАТ ЦК ВЛКСМ 1938

С. АВДЕЕВ

# МОДЕЛИ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ПО РАДИО



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ  
ВСЕСОЮЗНОГО ЛЕНИНСКОГО КОММУНИСТИЧЕСКОГО СОЮЗА МОЛОДЕЖИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
*Москва 1938 Ленинград*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### *Телеуправление от искрового передатчика*

I. Принципы телеуправления . . . . .	5
II. Искровой передатчик . . . . .	16
III. Приемник сигналов искрового передатчика . . . . .	26
IV. Селектор, или избиратель сигналов телеуправления . . . . .	33
V. Промежуточные реле . . . . .	39
VI. Исполнительные механизмы и источники питания . . . . .	42
VII. Монтаж приборов на модели . . . . .	49
VIII. Пуск и регулировка модели . . . . .	52

### *Телеуправление от электронного передатчика*

I. Принцип телеуправления . . . . .	59
II. Передатчик УКВ . . . . .	71
III. Приемник и усилитель . . . . .	77
IV. Входное реле . . . . .	88
V. Исполнительные механизмы и источники питания . . . . .	112
VI. Изготовление судна и монтаж приборов . . . . .	118
Заключение . . . . .	122
Литература . . . . .	126
Приложение I . . . . .	127
Приложение II . . . . .	131

#### ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Редактор *А. Абрамов.* Худож. редактор *И. Иванов.* Технический редактор *И. Семеновская.*  
Корректора: *О. Зайковская и Р. Гранова.*

Сдано в производство 10/VII 1937 г. Подписано к печати 31/XII 1937 г. Индекс Д-7. Детиздат № 1184.  
Формат 62×94<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. листов 8<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Уч.-авт. л. Тираж 25.300. Уполномоченный Главлита Б-357043.

17-я ф-ка нац. книги Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига“. Москва, Шлюзовая наб., 10.

За последние 5—10 лет усиленно развивается новая увлекательная отрасль техники — телемеханика.

Слово телемеханика состоит из двух: теле и механика. Теле в переводе с греческого означает расстояние, дальность; слово механика понятно всем. Телемеханика — это дальномеханика, механика на расстоянии, управление на расстоянии машинами-автоматами. Например, управление на расстоянии движущимся кораблем, на котором нет ни одного человека, относится к области телемеханики. Управление на расстоянии электрической станцией, где нет ни машиниста, ни кочегара, а все машины работают автоматически, также относится к области телемеханики. За последнее время появились автоматические телефонные станции (АТС). Такие станции построены уже в Москве, Ленинграде и других больших городах. Они освобождают телефонисток от нервной и напряженной работы, облегчая труд человека. Простым вращением диска номеронабирателя мы воздействуем на расстоянии на сложные механизмы, соединяющие наш телефон с нужным абонентом.

Если при управлении механизмами (кораблем, станцией) на расстоянии сигналы управления передаются по радио, — это будет радиотелемеханика. Если же, как на городских АТС, передача сигналов управления происходит по проводам, — это будет проводная телемеханика.

Но не всякое действие на расстоянии можно отнести к телемеханике. Например, подходя к двери и нажимая кнопку элект-

рического звонка, мы заставляем звонок действовать: он начинает звонить. Однако, кроме ряда резких звонков, мы от него ничего больше получить не можем. Электрические уличные фонари зажигаются, когда на электрической станции включают соответствующий рубильник. Однако нить лампочки такого фонаря либо накаливается, либо тухнет, и больше ничего от электрической лампочки мы тоже получить не можем. Случай со звонком и с лампочками отнести к телемеханике нельзя, потому что и звонок и лампочка — механизмы простые, а не автоматы.

В капиталистических странах телемеханика находит широкое применение в военном деле. Поэтому все достижения телемеханики держатся в секрете, и только изредка в иностранных журналах о них проскальзывают отрывочные сведения. У нас в СССР телемеханика служит для освобождения людей от тяжелого физического труда, для научных исследований в стратосфере, для изучения Арктики и т. д.

Наши ученые, инженеры, техники под руководством партии и великого Сталина работают над переделкой страны, и в их ряды вливаются новые творческие силы из среды юных техников.

В последние годы множество юных техников увлеклось постройкой радиоуправляемых моделей. В настоящее время уже имеются неплохие образцы их работы. В Московской центральной детской технической станции школьниками В. Ярочкиным и В. Ермиловым изготовлен радиоуправляемый пароход; пятнадцатилетний школьник Клемушинский построил в Ленинграде корабль, управляемый по радио. Школьники Эйдус, Петрухин, Нетемин и Шевченко построили в г. Минеральные Воды броневик, управляемый по радио. Многие другие юные конструкторы дают интересные и оригинальные модели.

В первой части этой книги описана модель броневика конструкции Эйдуса и Петрухина, управляемая от искрового передатчика с когерентным приемником; во второй части книги — модель парохода конструкции Ярочкина и Ермилова, управляемая с помощью ультракоротких волн (УКВ). Их конструкции нами несколько улучшены и усовершенствованы, для того чтобы аппараты работали четче и изготавливать их было проще и дешевле.

# ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ОТ ИСКРОВОГО ПЕРЕДАТЧИКА

## I. ПРИНЦИПЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

Простейший радиоприемник, необходимый нам для управления на расстоянии, изобрел русский ученый Александр Степанович Попов. Еще мальчиком Попов увлекался опытами по электротехнике, строил электрические будильники из часов — ходиков, гидравлические двигатели и многое другое, незнакомое и непонятное его ровесникам. Потом эти опыты сослужили Попову немалую службу. Помогло Попову еще и то, что он часто изготовлял приборы до последнего винтика собственными руками.

В 1883 г., 53 года назад, Попову поручили исследовать вопрос о пробое изоляции морских кабелей. Попутно Попову пришлось изучить не только причины появления искр, пробивающих кабели, но и вопросы так называемых быстрых электрических колебаний. Научные исследования в этой области стали самым любимым занятием Попова.

Попов знал, что электрический разряд, например от индукционной катушки, создает в пространстве, окружающем разрядник, электромагнитные волны. Но ни он, и никто другой из физиков того времени не знал, как обнаружить эти волны. Попов производил опыт за опытом, чтобы найти способ для обнаруживания электромагнитных волн, но все было безуспешно.

В 1888 г. германский ученый Генрих Герц опубликовал способ для обнаруживания электромагнитных волн с помощью витка проволоки с двумя металлическими шариками на концах, так на-

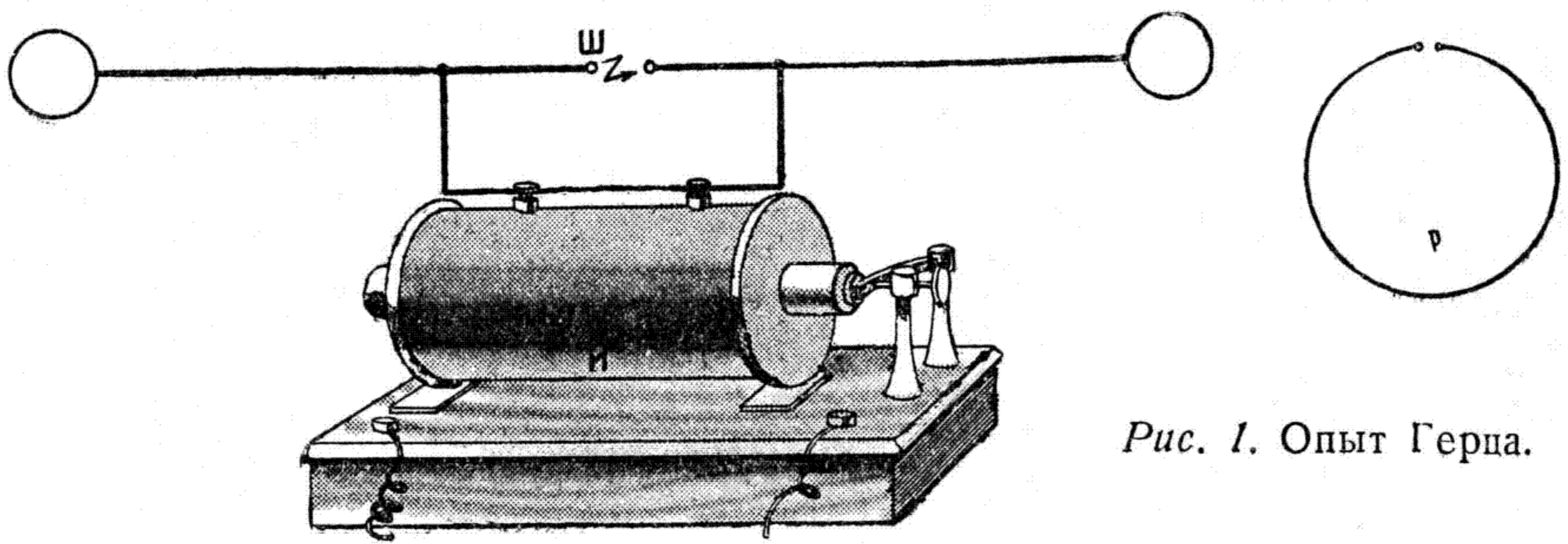


Рис. 1. Опыт Герца.

зываемого резонатора (рис. 1). Если индукционная катушка *И* работает, создавая между шариками *Ш* искровой разряд, то в это же время между шариками резонатора *Р* также проскакивает маленькая искорка.

Открытые Герцем электромагнитные волны называли лучами Герца, а так как луч полноты называется радиус, то излучение электромагнитных волн стали называть радиацией. Отсюда и произошло слово радио.

Всю свою жизнь Попов посвятил изучению и практическому применению этих волн для телеграфирования без проводов.

В 1890 г. французский ученый Эдуард Бранли, работая над вопросом электропроводности металлических порошков, изобрел прибор, названный впоследствии когерером. Когерер Бранли (рис. 2) — это обыкновенная стеклянная трубка *К*, закрытая пробками с обеих сторон. Между пробками помещались металлические опилки. Бранли заметил, что, когда вблизи когерера работает индукционная катушка, сопротивление опилок резко уменьшается и стрелка гальванометра *Г*, включенного в цепь когерера, откло-

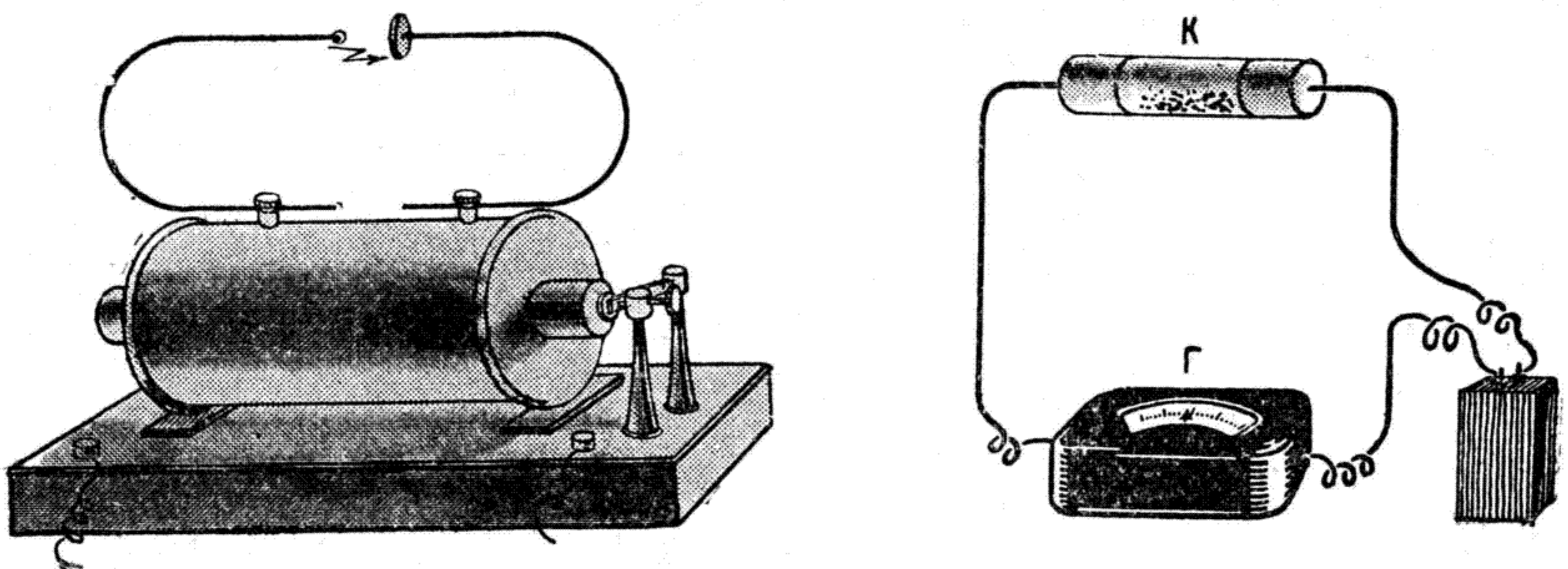


Рис. 2. Опыт Бранли.

няется. Стоило только Бранли встряхнуть когерер, как опилки снова переставали проводить ток и гальванометр опять показывал нуль.

Таким образом Бранли доказал, что электрические разряды влияют на величину сопротивления металлических порошков (опилок). Под действием электрических разрядов сопротивление опилок, обычно плохо проводящих, резко уменьшается.

Узнав об опытах Бранли, Попов изготовил когерер, произвел с ним множество опытов и изобрел прибор для автоматического встряхивания опилок, названный им декогерером. Получилась примерно такая же приемная радиостанция, какую теперь делают юные телемеханики. Эта первая в мире радиостанция, изображенная на рис. 3, принимала единственную в то время „широковещательную станцию“ — грозовые разряды — и регистрировала их. Поэтому Попов назвал свою радиостанцию грозоотметчиком. Станция состояла из когерера *К*, батареи *Б*, реле *Р* и электрического звонка *Д*. Реле состояло из железного сердечника, обмотанного изолированной проволокой, и подвижного кусочка железа — якоря, который притягивался к сердечнику, когда по обмотке его проходил слабый электрический ток.

Этот слабый ток намагничивал сердечник, и реле, как говорят, „срабатывало“: его сердечник притягивал якорь. На якоре были укреплены контакты, замыкающие другую, более мощную электрическую цепь. Принципиальная схема реле с прямым сердечником показана на рис. 4. Без реле не обходятся теперь почти ни в одной телемеханической установке. Реле необходимы везде, где с помощью слабого электрического тока нужно привести в действие какой-либо аппарат, потребляющий значительный ток. Звонки *Д* (рис. 3) служил одновременно и декогерером и сигнала-

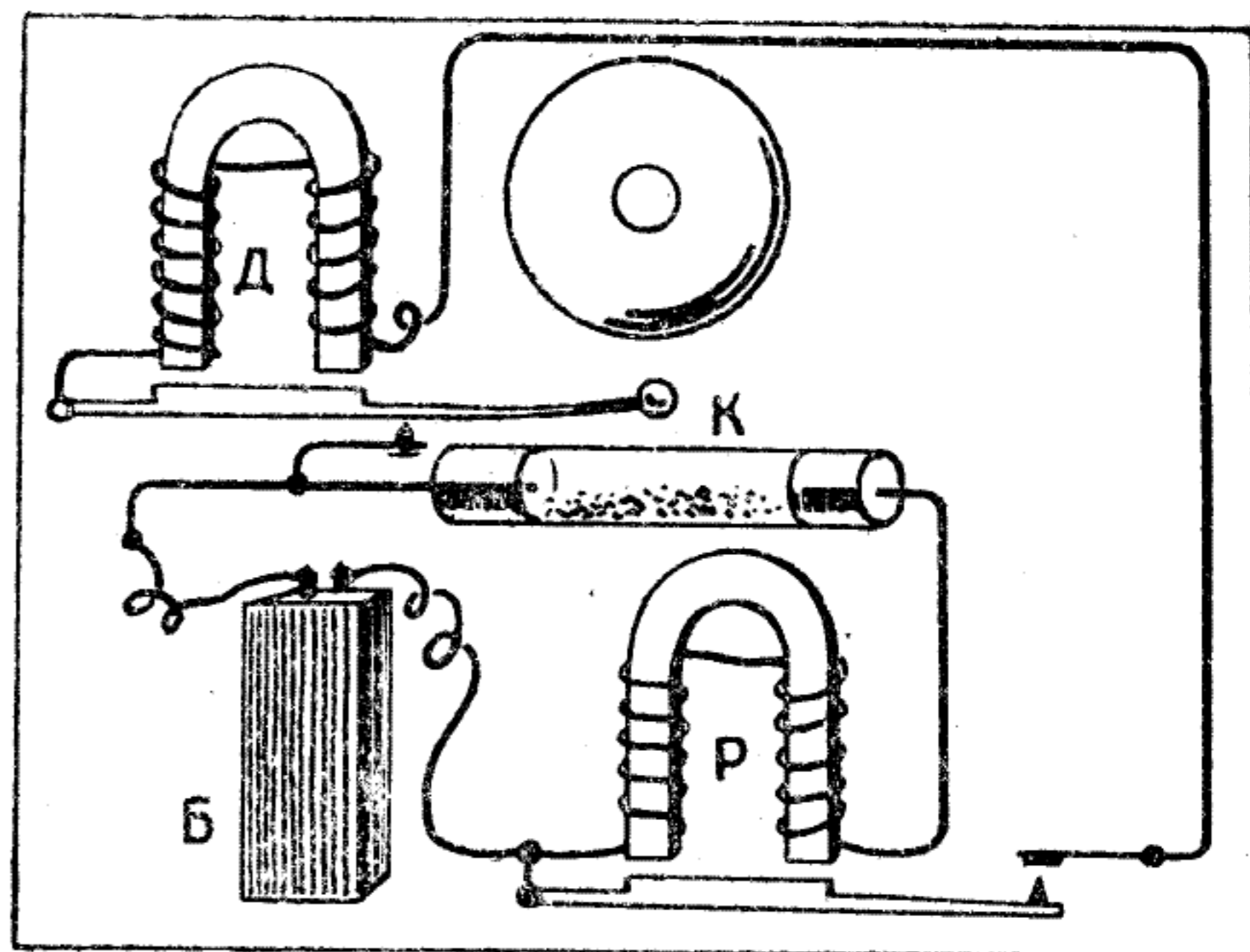


Рис. 3. Грозоотметчик Попова.

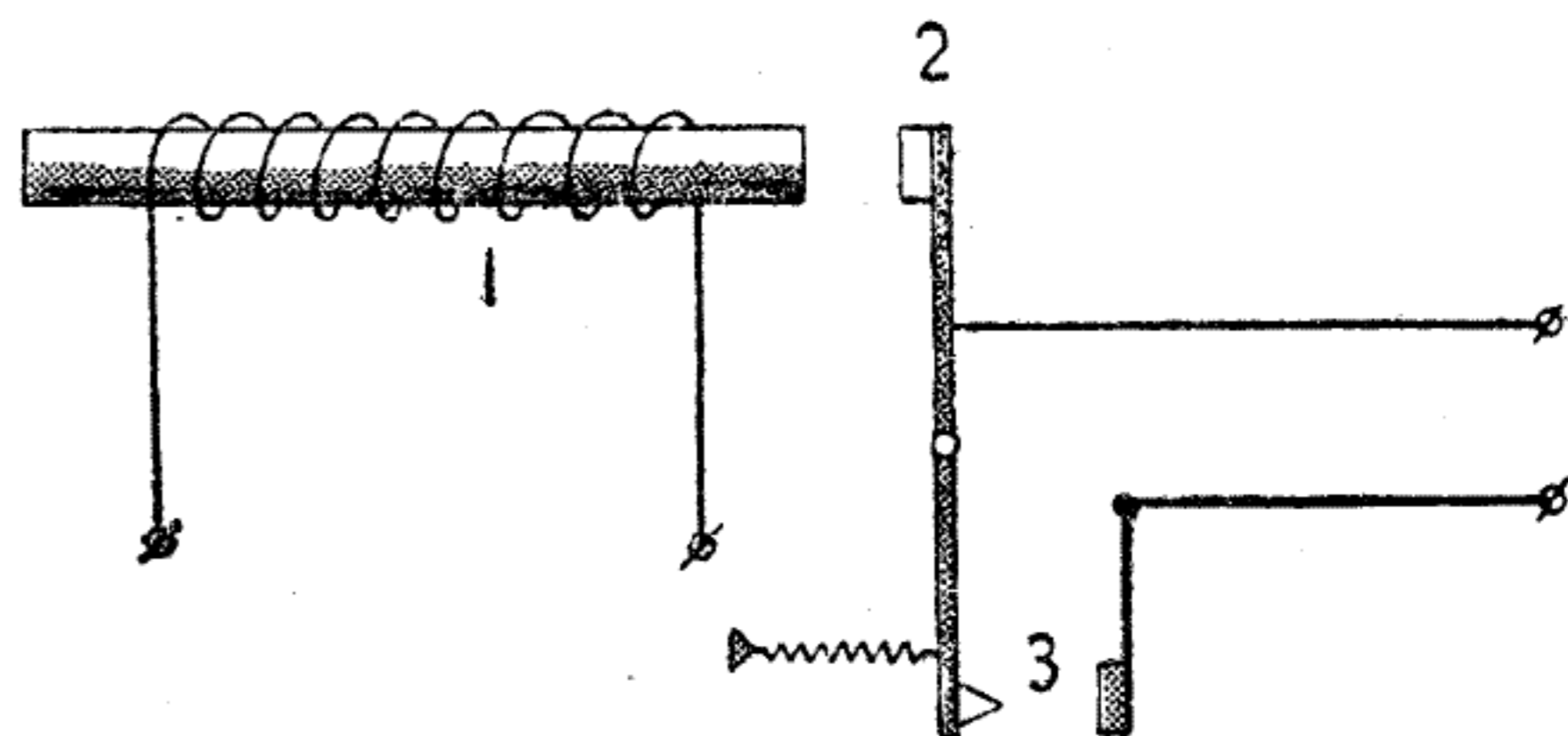


Рис. 4. Схема реле: 1 — электромагнит, 2 — якорь, 3 — контакты исполнительной цепи.



лизатором приближающейся грозы. Когерер был подвешен горизонтально на легкой часовой пружине. На схеме грозоотметчика Попова видно, что ток от батареи *Б*, напряжением 4—6 вольт, все время циркулирует по цепи через реле *Р* и когерер *К*. Так как обычно сопротивление опилок когерера велико, сила тока, протекающего по обмотке реле, очень мала, и ток не может заставить реле сработать. Но как только в пространстве, окружающем когерер, возникают электромагнитные волны, опилки когерера становятся проводящими, ток, протекающий через реле, возрастает, и реле срабатывает. Сработав, реле замыкает цепь декогерера — электрического звонка. Звонок начинает звонить, боек его ударяет по трубке когерера и встряхивает опилки. Если излучение электромагнитных волн прекратилось, сопротивление когерера после встряхивания опять увеличивается, реле отпускает якорь, и звонок перестает звонить. Аппарат снова готов к приему сигналов.

Производя опыты с грозоотметчиком, Попов заметил, что металлический стержень, поднятый кверху и присоединенный концом к одному из контактов когерера, улучшает действие прибора, увеличивая его чувствительность к слабым электрическим колебаниям. Этот стержень Попов назвал антенной.

После дальнейших опытов Попов установил, что чувствительность аппарата к колебаниям улучшается, если другой контакт когерера соединить с землей. На рис. 5 изображен усовершенствованный приемник Попова с антенной *АА* и заземлением *З*. Передатчики — индукционные катушки — тоже стали снабжать антенной и заземлять.

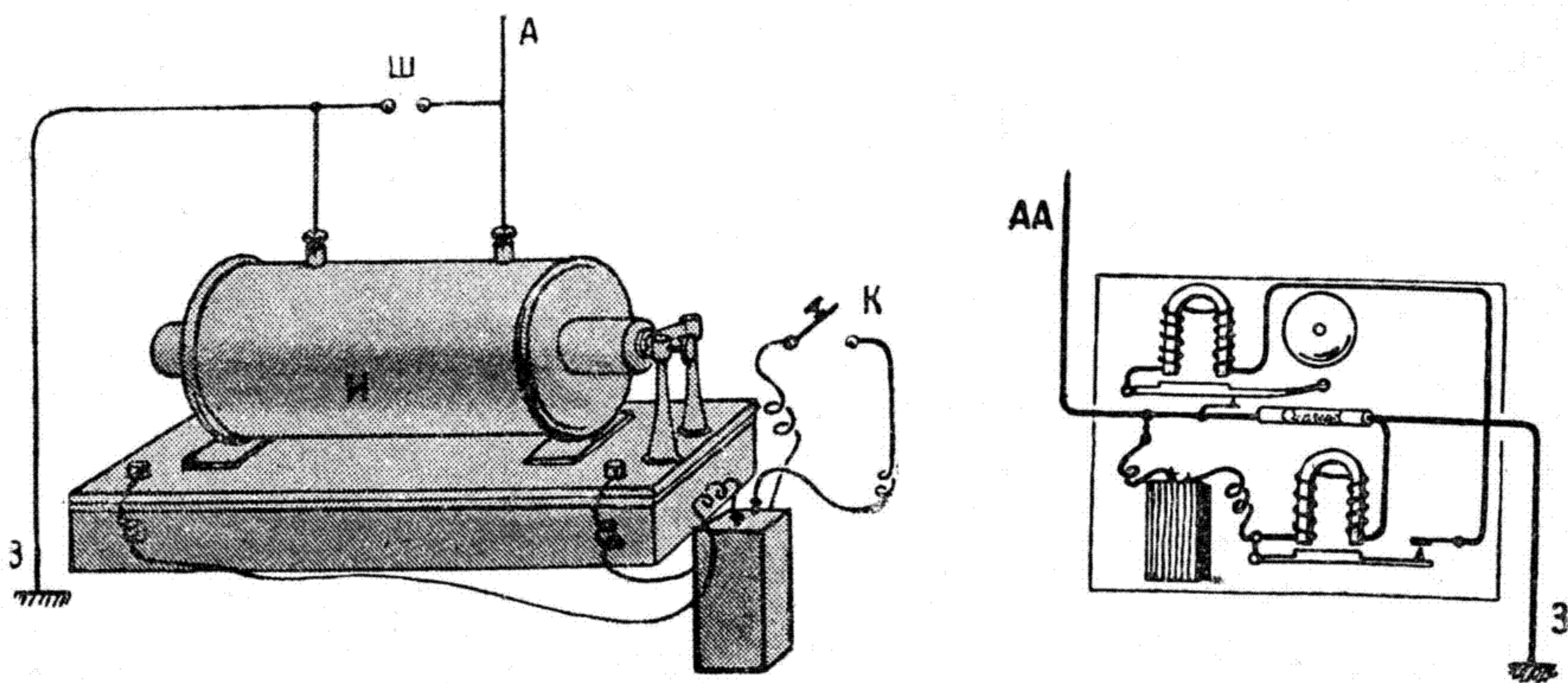


Рис. 5. Опыт Попова с антенной.

Если вместо реле поставить телеграфный аппарат, то, нажимая ключом *K* на отправительной станции, давая им то длинные, то короткие нажатия — то тире, то точки, — прибором Попова можно принимать телеграфные сообщения без проводов — по радио.

Так родился радиотелеграф. Помощник Попова, Рыбкин, открыл возможность приема сигналов Морзе на слух. Приборы Попова долгое время употреблялись для связи в царском военном флоте. Теперь они, как интересные исторические ценности, хранятся в Москве в Политехническом музее и практического применения в серьезных радиоустановках не имеют. Сейчас существуют более сложные радиоприборы, основанные на других принципах, с применением специальных электронных ламп.

Однако для управления моделями механизмов на расстоянии приборы Попова как очень простые вполне пригодны. Поэтому моделирование телемеханических устройств лучше всего начинать с „искровых“ передатчиков и когерерных приемников, а поработав с ними, перейти к управлению с помощью электронных ламп. Искровые передатчики и когерерные приемники можно просто и быстро изготовить собственными силами, и они дадут четкую и надежную работу.

Конечно, для связи на больших расстояниях, на сотни километров, они не годятся, но для расстояний в несколько десятков метров, — а больше нам для моделей и не требуется, — они вполне подходят. Основная задача наших телемеханических устройств — это использование сигналов передатчика не для телеграфирования, как было у Попова, а для управления моделями на расстоянии без проводов.

В самом деле: если мы оставим передатчик Попова в таком виде, как он есть, возьмем его когерерный приемник, а от реле приемника заставим работать какой-то коммутатор, замыкающий соответственно с переданным нами сигналом ту или иную электрическую цепь, значит, мы уже сможем управлять механизмом на расстоянии.

Таким образом, наша аппаратура будет состоять из передатчика, приемника, селектора (коммутатора) для выбора переданных сигналов и исполнительных механизмов (моторы, реле к ним, соленоиды управления движущимися моделями и т. д.). Будет ли наша модель радиоуправляемым автомобилем, паруходом, или

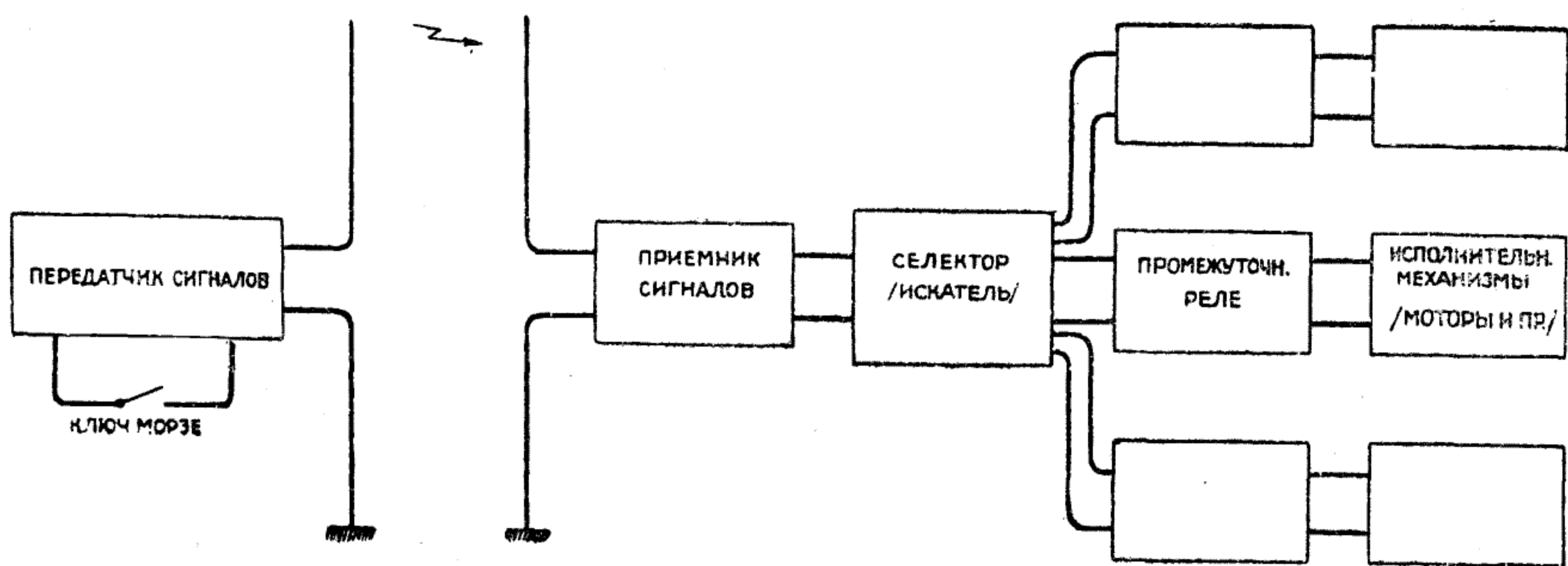


Рис. 6. Общая схема телеуправления.

электровозом, или, наконец, самолетом, передатчик, приемник и селектор останутся теми же, изменятся только исполнительные механизмы. Для парохода или глиссера вместо тележки поворота, как в броневике Эйдуса и Петрухина, нам нужен будет руль, изменяющий при поворотах направление судна; вместо передачи с мотора на колеса мотор судна будет вращать гребной винт и т. д.

Рассмотрим общую схему телеуправления с искровым передатчиком (рис. 6).

На схеме видно, что, нажимая ключ, мы заставляем передатчик излучать в пространство через антенну электромагнитные волны. Электромагнитные волны, распространяясь во все стороны со скоростью света, — 300 тыс. км в секунду, — достигают приемной антенны и попадают в приемник сигналов, состоящий из когерера, батареи, реле и декогерера.

Каждому нажатию ключа на передающей станции соответствует одно срабатывание реле приемной станции. Это реле, срабатывая, подает напряжение по соединительным проводам на прибор, называемый селектором (или избирателем, искателем, коммутатором). Назначение этого прибора — выбор переданного распоряжения, т. е. замыкание тех или других электрических цепей, в зависимости от характера переданного сигнала управления. Если, например, была передана только одна точка, селектор должен замкнуть стартстопное реле — реле пуска мотора; если были переданы, например, две точки — два коротких нажатия ключом, — селектор замкнет цепь другого промежуточного реле, например реле поворота влево или вправо.

Промежуточные реле ставятся не только для того, чтобы избежать включения непосредственно через селектор токов боль-

шой силы, идущих на питание исполнительных механизмов. Они нужны и в тех случаях, когда необходимо, чтобы переданное по радио приказание сохранялось до момента его отмены. Например, после подачи сигнала „ход вперед“ селектор включает промежуточное стартстопное реле, которое притягивает якорь и удерживает его в притянутом положении, замыкая контактами цепь питания электромотора, до получения команды „стоп“.

Это называется блокировкой цепи. Если включить мотор прямо от селектора, то при следующей какой-либо команде он выключится, и модель остановится. Там, где исполнительные механизмы потребляют небольшую силу тока, например в сигнальных лампах, или в тех случаях, когда блокировка не нужна, промежуточных реле можно не ставить.

В развернутом виде принципиальная схема телеуправления дана на рис. 7. Как видно из схемы, передатчик состоит из индукционной катушки, источника тока и ключа Морзе, с помощью которого замыкается цепь первичной обмотки индукционной катушки. В момент замыкания между разрядниками передатчика проскакивает искра, и антенна начинает излучать электромагнитные волны. Эти электромагнитные волны достигают приемной антенны и приводят в действие приемное устройство.

Разберем детально действие этой схемы. Тут может быть два случая:

1. Передатчик не передает сигналов телеуправления; приемник готов к их принятию.

2. Передатчик передает сигналы телеуправления; приемник принимает сигналы: работают реле приемника, декогерер, селектор и промежуточное реле с исполнительными механизмами.

Случай 1. Ключ передатчика не замкнут. Пространство, окружающее приемник, свободно от электромагнитных волн при условии, конечно, отсутствия помех — искровых разрядов проложенной рядом трамвайной линии, грозовых разрядов в атмосфере и т. д.

По замкнутой цепи приемника: плюс батареи — когерер — первичное реле — минус батареи, проходит слабый ток, не способный заставить сработать реле  $I$ , так как сопротивление опилок когерера весьма велико. Селектор бездействует, не получая от приемника питания.

Промежуточные реле бездействуют. Исполнительные механизмы

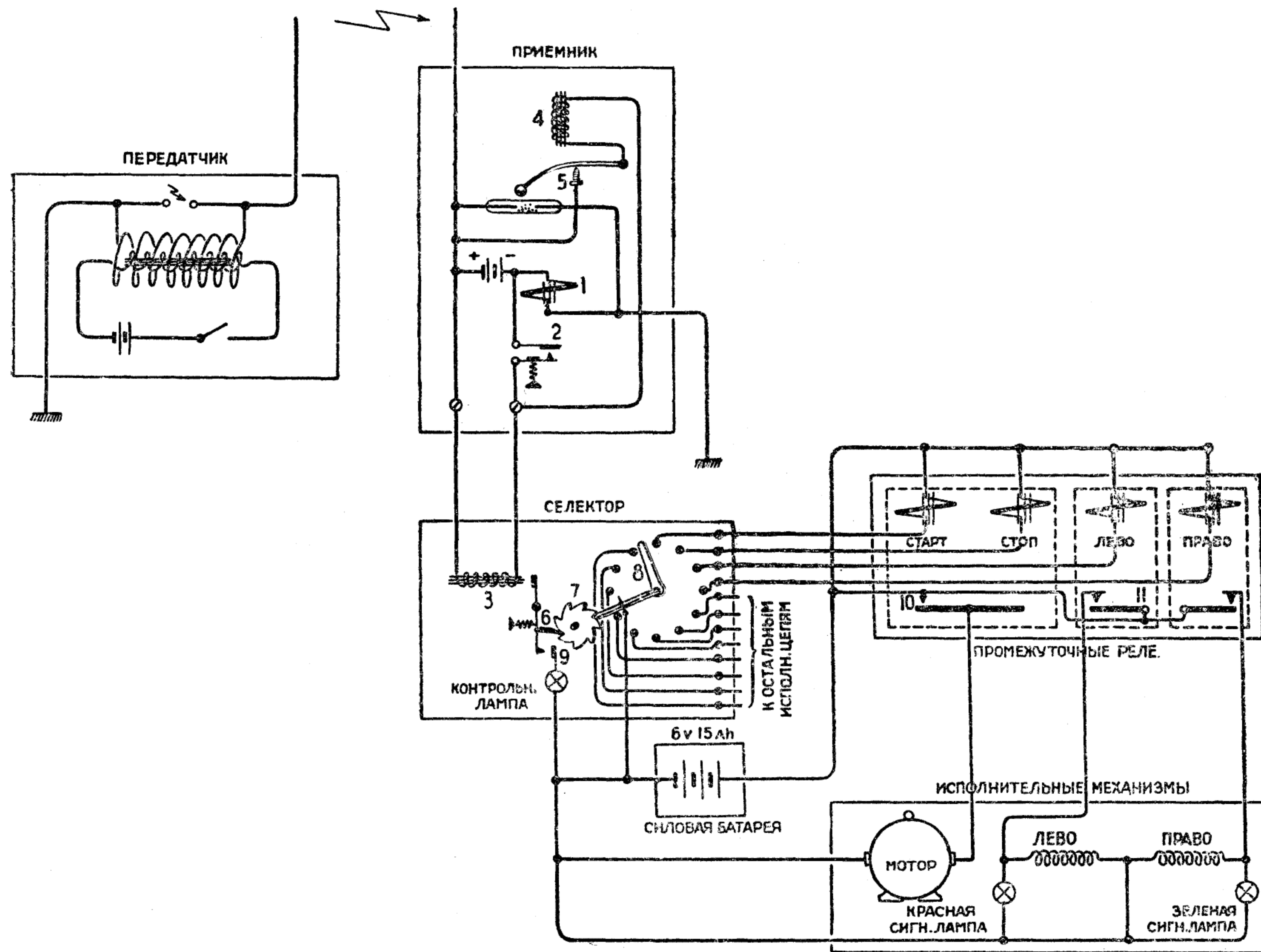


Рис. 7. Развернутая принципиальная схема телеуправления с искровым передатчиком.

также не работают. Телеуправляемый броневик или пароход либо неподвижен, либо от заранее переданного сигнала движется, не получая других приказаний.

С л у ч а й 2. Передатчик передает сигнал. Электромагнитные волны достигают приемника, воспринимаются антенной и уменьшают сопротивление когерера. Ток, проходящий по цепи когерера — реле, — увеличивается до такой величины, что заставляет сработать первичное реле 1. Реле срабатывает, притягивает якорь и замыкает контакты 2, укрепленные на реле. Замыкание этих контактов произведет следующие действия.

Замкнется цепь батареи и подастся напряжение на зажимы электромагнита селектора 3.

Замкнется цепь питания обмотки декогерера 4, который через пружинящий контакт 5, устроенный наподобие контакта в электрическом звонке, заставит вибрировать якорь с молоточком.

Молоточек декогерера ударит по трубке когерера, опилки рассыплются, их сопротивление резко возрастет, и реле опустит якорь, который под влиянием оттяжной пружины отойдет назад и разомкнет контакты 2. Декогерер и селектор при этом выключатся, и приемник вновь будет готов к приему сигналов телеуправления.

Так отзывается на каждый сигнал цепь декогерера. А что происходит в цепи селектора? Электромагнит селектора намагничивается и притягивает якорь, обычно оттянутый пружиной. При движении якоря селектора его собачка 6 повернет храповое колесо 7 на один зубец.

Ось, на которой сидит храповое колесо селектора, повернется на некоторый угол, и вместе с ней повернется также сидящая на ней контактная пружина 8, которая перейдет на последующий контакт и подаст питание от силовой батареи на промежуточное реле. Другой провод от батареи — общий для всех промежуточных реле. Одновременно загорается контрольная лампочка, включенная через контакты 9 от той же батареи.

Эта контрольная лампочка загорается после срабатывания селектора и дает знать, что сигналы телеуправления дошли до селектора и восприняты им. После того как сработает декогерер и реле 1 отпустит якорь, питание селектора от батареи приемника прекратится, якорь его оттянется пружиной и вернется в

исходное положение, в котором он находился до начала работы передатчика.

Если мы нажмем ключ передатчика еще раз, электромагнит селектора снова сработает и повернет храповик еще на один зубец. Контактная пружина остановится на соседнем контакте. Если будет подано два сигнала — два раза будет нажат ключ передатчика, — контактная пружина перейдет на третий контакт и т. д.

Таким образом, при каждом сигнале от передатчика контактная пружина селектора передвигается на один контакт. Если сигналы передавать один за другим быстро, контактная пружина селектора будет передвигаться так же быстро, и те цепи, которые она включает, проходя по контактам, будут замыкаться, но на очень короткий промежуток времени. За это время исполнительные механизмы не успеют сработать.

Могут быть и другие принципы селекции, где выбор переданного приказа осуществляется более сложным способом, но для наших моделей вполне достаточно применения такого типа селектора. Интересующиеся этим вопросом могут прочесть ту часть книги проф. Солодовникова „Телемеханика и автоматика“, где рассматриваются различные системы селекторов.

Но вернемся к схеме телеуправления. Мы остановились на том, что сигналы управления через контакты селектора поступают на промежуточные реле.

В нашей модели употребляются три промежуточных реле. Одно из них — стартстопное — включает и выключает тяговый мотор. Это реле имеет две обмотки. Пропуская ток в обмотку „старт“, мы заставляем железный якорь *10* притянуться вверх и замкнуть цепь мотора.

После размыкания тока, проходящего по этой обмотке промежуточного реле, якорь его тем или иным способом (сила трения в конструкции реле Эйдуса и Петрухина) удерживается притянутым, и тяговый мотор остается включенным до тех пор, пока мы не дадим сигнала „стоп“, т. е. пока мы не включим ток во вторую обмотку этого реле. Тогда якорь его притянется к другому сердечнику реле и разомкнет цепь питания тягового мотора.

Два других промежуточных реле служат для поворота машины вправо и влево. Это обычные реле с рабочим ходом якоря

в одну сторону. При включении селектором тока в обмотку реле „лево“ сердечник его притянет якорь, и оно замкнет контакты 11, которые включают цепь соленоида поворота машины влево. До тех пор пока промежуточное реле включено, в этот соленоид поступает ток силовой батареи, и машина поворачивается влево.

Чтобы прекратить поворот влево, нужно разомкнуть цепь промежуточного реле, а для этого, очевидно, нужно перевести контактную пружину селектора на другой контакт — дать еще один сигнал передатчиком. То же самое происходит с передачей команды „право“, — только в этом случае работает другое реле и другой соленоид.

По схеме видно, что в момент срабатывания того или иного исполнительного механизма загорается лампочка, включенная параллельно с работающим механизмом. Так, например, при включении и работе соленоида поворота „лево“ горит параллельно приключенная к нему красная лампочка. При работе соленоида „право“ загорается зеленая лампочка. Комбинировать цвета можно, конечно, как угодно. Количество приказаний, передаваемых по радио, зависит от числа зубцов храпового колеса селектора.

Взяв 12-зубчатый храповик, можно передавать 12 приказаний, например: 1) ход прямо (старт), 2) остановка (стоп), 3) поворот влево, 4) поворот вправо, 5) зажигание фар броневика или сигнальных огней парохода, 6) зажигание прожектора, 7) включение пушек.

Остаются еще 5 запасных приказаний, которые можно использовать как угодно.

Повозившись с этой схемой, построив, испытав ее в работе, научившись регулировать отдельные приборы — приемник, селектор, промежуточные реле и исполнительные механизмы, — можно попробовать совместить ряд механизмов схемы в один. Например, возможно объединить в одном приборе первичное реле, декодер и селектор. Тогда мы будем иметь один общий прибор. Это сэкономит много места в управляемой машине.

Итак, для управления по радио нам необходимо иметь: 1) радиопередатчик с ключом, 2) радиоприемник и первичное реле, 3) селектор, 4) промежуточные реле, 5) исполнительные механизмы и 6) источники питания.



## II. ИСКРОВОЙ ПЕРЕДАТЧИК

Передачик Попова состоял из индукционной катушки для возбуждения электромагнитных колебаний, ключа, батареи и антенны с заземлением. Наш передачик будет состоять из этих же частей, только вместо батареи гальванических элементов, как в передачике Попова, мы будем пользоваться переменным током от осветительной сети. Этим током мы будем питать первичную обмотку индукционной катушки через электролитический прерыватель Симона.

Посмотрим сначала, как самому изготовить все эти приборы, а затем перейдем к описанию приемника, совместной работы передачика с приемником, их регулировке и испытанию для получения электрического резонанса. Резонанс нужен, чтобы увеличить дальность действия и надежность работы всего устройства. На это, к сожалению, наши юные телемеханики обращают мало внимания. Вопрос о резонансе между передачиком и приемником очень важен, и будет лучше, если мы это поймем в самом начале, прежде чем приступить к моделированию телемеханических устройств.

### ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА

Искровой разряд получают с помощью индукционной катушки (ее называют также катушкой Румкорфа). Катушка превра-

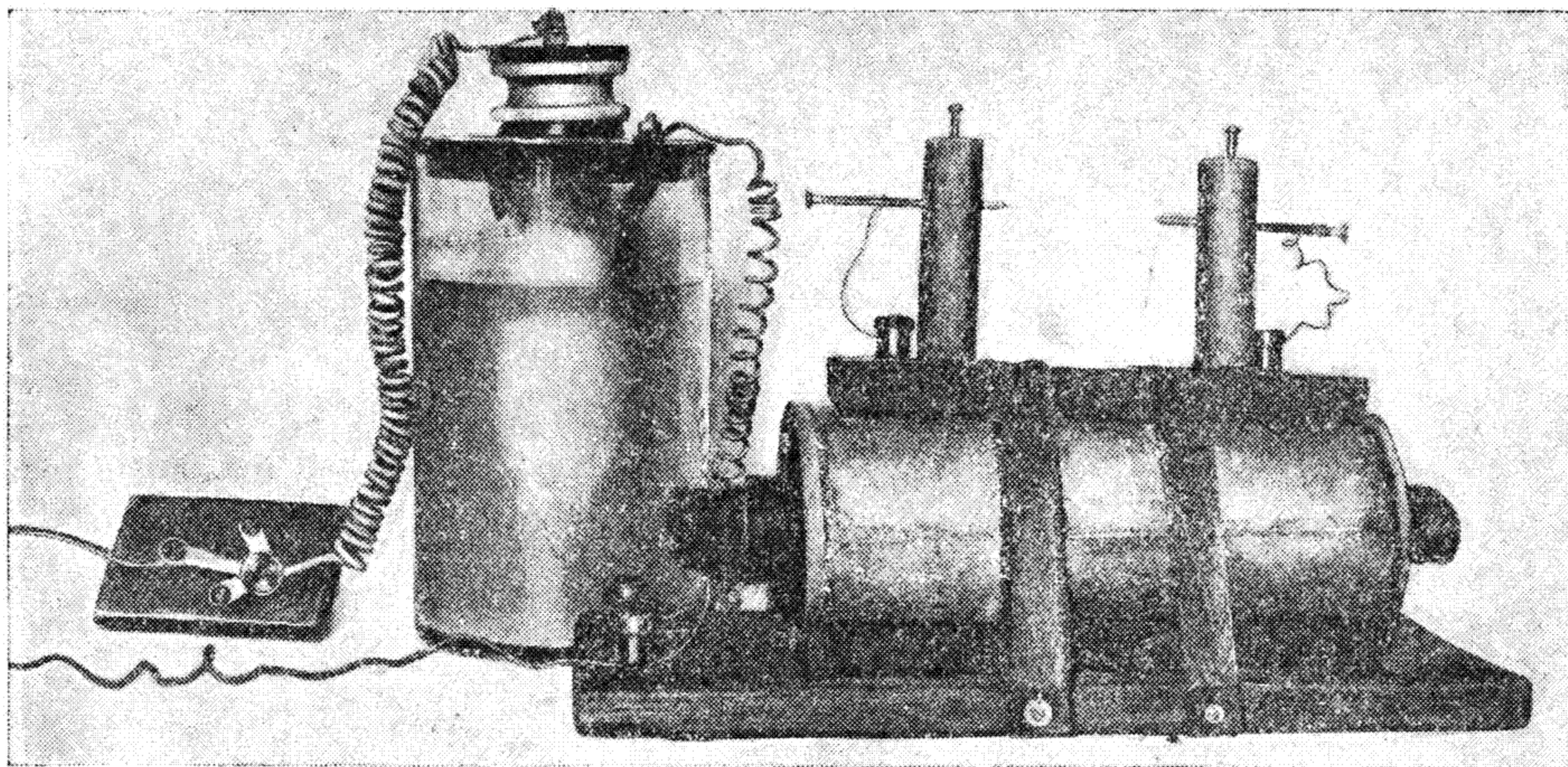


Рис. 8. Фото самодельной индукционной катушки с прерывателем Симона.

щает, как говорят, трансформирует, ток низкого напряжения (120 вольт) в ток высокого напряжения (100—200 тыс. вольт). Фотография нашей самодельной индукционной катушки показана на рис. 8. Она может давать искровой разряд с длиною искры в 10—12 см.

Принцип действия индукционной катушки очень прост. Если мы возьмем железный стержень и намотаем на него (рис. 9) несколько витков толстой изолированной медной проволоки, а затем пропустим по этой проволоке переменный ток (например от городской сети), железный сердечник намагнитится, и вокруг него создастся переменное магнитное поле.

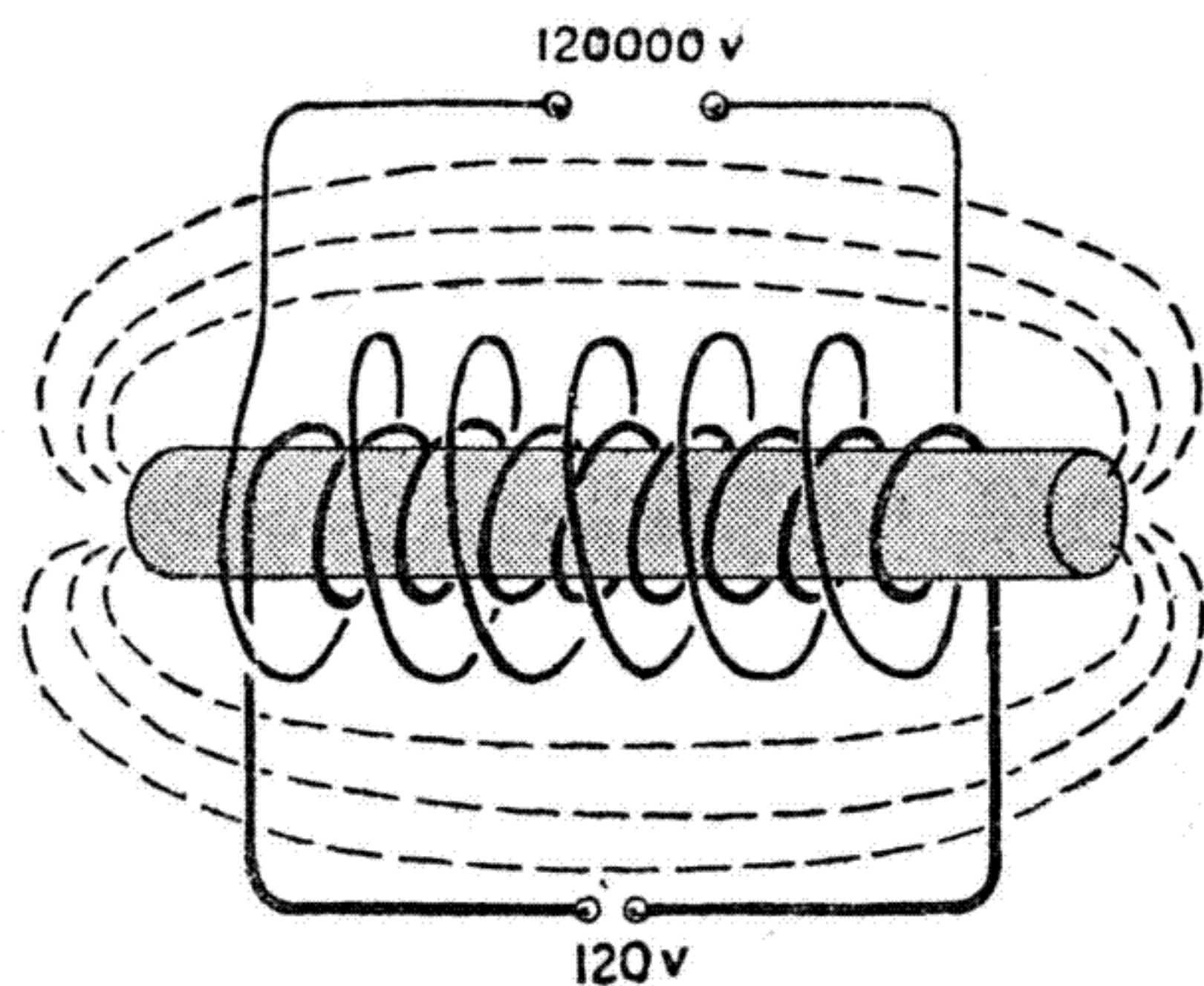


Рис. 9. Схема работы индукционной катушки.

Из физики мы знаем, что переменное магнитное поле индуцирует электродвижущую силу в витках проволоки, которые находятся в этом поле. Поэтому, если мы поверх обмотки, которая создает магнитное поле (первичной), намотаем еще одну обмотку (вторичную), то в этой обмотке будет создаваться электродвижущая сила. Эта электродвижущая сила будет во столько раз больше, во сколько раз число витков вторичной обмотки больше числа витков первичной. При этом сила тока во вторичной обмотке уменьшится во столько же раз.

Чем больше будет вторичная (индуктируемая) электродвижущая сила, тем более длинную искру мы получим от катушки.

### СЕРДЕЧНИК

Для сердечника катушки достаньте пучок мягкой железной проволоки диаметром 0,5—1,5 мм. Проволоку нужно отжечь, нагрев в печи до темнокрасного каления и медленно охладив в горячей золе, песке или просто на воздухе. После отжига на поверхности проволоки образуется тонкая пленка окисла — окалина. Ее нужно счистить, выпрямить проволоку, если она погнута, и разрезать на кусочки длиной по 280 мм. Каждый отдельный кусок проволоки нужно покрыть тонким слоем лака (лучше всего шеллака) и высушить.

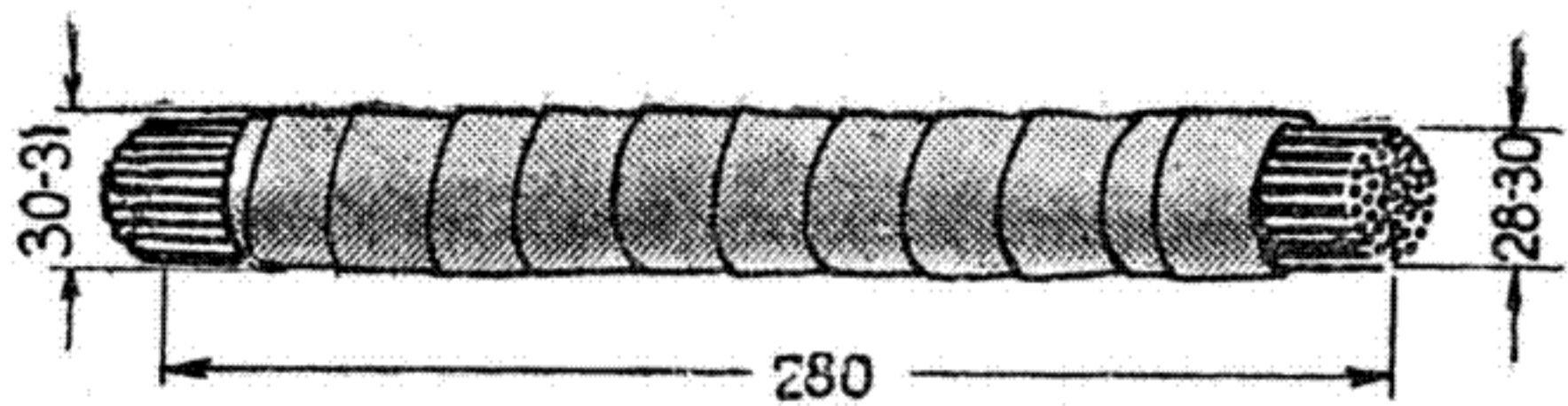


Рис. 10. Проволочный сердечник самодельной индукционной катушки.

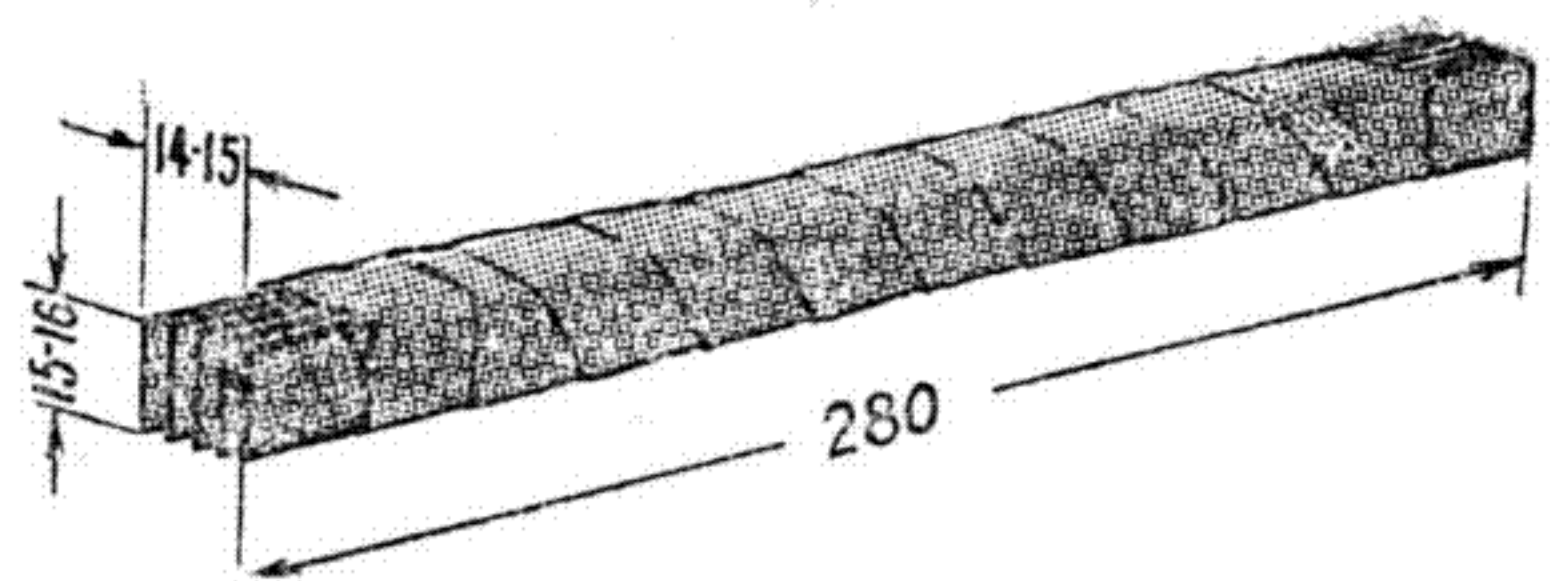


Рис. 11. Сердечник индукционной катушки из полосок железа.

Когда проволока высохнет, соберите ее в пучок диаметром 28—30 мм и туго обмотайте сверху изолирующей лентой или суровой ниткой, которую также покройте слоем лака. Таким образом вы получите железный сердечник, показанный на рис. 10.

Если не удастся достать железную проволоку, можно воспользоваться полосками мягкого железа или жести (например от консервных банок), которые также нужно отжечь и покрыть лаком. Пластинки длиной 280 мм собираются в пучок, как показано на рис. 11, и сверху также обматываются изолирующей лентой.

Первичная обмотка должна быть изолирована от сердечника катушки не только намотанной на него изолирующей лентой, но и тремя-четырьмя слоями пропарафиненной бумаги. Такую бумагу легко изготовить самому, опустив обыкновенную писчую бумагу в расплавленный парафин.

**Обмотки.** Для первичной обмотки нужно достать 20 м медной проволоки диаметром 1,2—1,5 мм в бумажной, шелковой или эмалевой изоляции. Проволока наматывается на сердечник плотно, виток к витку, в два слоя. Лучше между первым и вторым слоем проложить пропарафиненную бумагу. Конец и начало первичной обмотки должны иметь выводы длиной 50—80 мм. Когда оба слоя первичной обмотки намотаны, нагрейте сердечник и залейте парафином.

Если не достанете проволоки диаметром 1,2—1,5 мм, можете взять обычную звонковую диаметром 0,8 мм и, сложив вдвое 40-метровый кусок проволоки, намотать ее. У нас получатся две параллельно соединенные первичные обмотки примерно с такой же величиной сопротивления, как у проволоки диаметром 1,2 мм и длиной 20 м.

Вторичная обмотка наматывается поверх первичной. Ее можно мотать подряд, как и первичную обмотку, слоями, но тогда при повреждении изоляции в каком-нибудь месте вторичной обмотки

придется перематывать всю катушку. Чтобы избежать этой длительной операции, лучше всего разбить вторичную обмотку на ряд отдельных катушек (секций), соединенных между собой последовательно.

Плотный картон толщиной 1,5—2 мм, проваренный предварительно в парафине, сверните в трубку такого диаметра, чтобы в нее свободно входил сердечник с намотанной первичной обмоткой. На этой трубке вы соберете потом вторичную обмотку.

Для изготовления вторичной обмотки достаньте плотный картон толщиной 0,5—0,75 мм, предварительно проварите его в парафине и сделайте из него катушечки высотой 5 мм, внешним диаметром 100 мм (рис. 12). Диаметр отверстий этих катушек должен быть таким, чтобы катушка с легким трением надевалась на трубку, в которой помещен сердечник с первичной обмоткой. Таких катушек заготовьте 35 штук. В щеках катушек проделайте отверстия, чтобы пропустить сквозь них концы обмотки. В одной щеке отверстие должно быть на расстоянии 2—3 мм от внутреннего края щеки (для ввода начала обмотки), а в другой — на расстоянии 5 мм от наружной кромки (для вывода конца обмотки). Это хорошо видно на рис. 12.

Заготовленные катушки обмотайте проволокой, изолированной шелком или эмалью. Диаметр проволоки: 0,08—0,10—0,12 мм.

Изготовление вторичной обмотки — самая трудная часть работы. Проволока очень тонка и, если неосторожно обращаться с нею при намотке, она часто рвется. Особенно трудно наматывать секции проволокой, изолированной шелком. При шелковой изоляции обрыв проволоки часто не заметен на-глаз. Вы будете продолжать обмотку, не видя обрыва, и в результате вся несложная, но кропотливая работа будет сделана впустую. Чтобы этого не было, проверяйте почаще целостность обмотки, включая время от времени через проволоку — и ту, которую наматываете, и уже намотанную — ток от батареи через телефон или через гальваноскоп.

Для проверки целостности проволоки можно приспособить автоматический сигнализатор разрыва. Один полюс батареи присоединяется через щетку и вращающееся кольцо к началу обмотки,

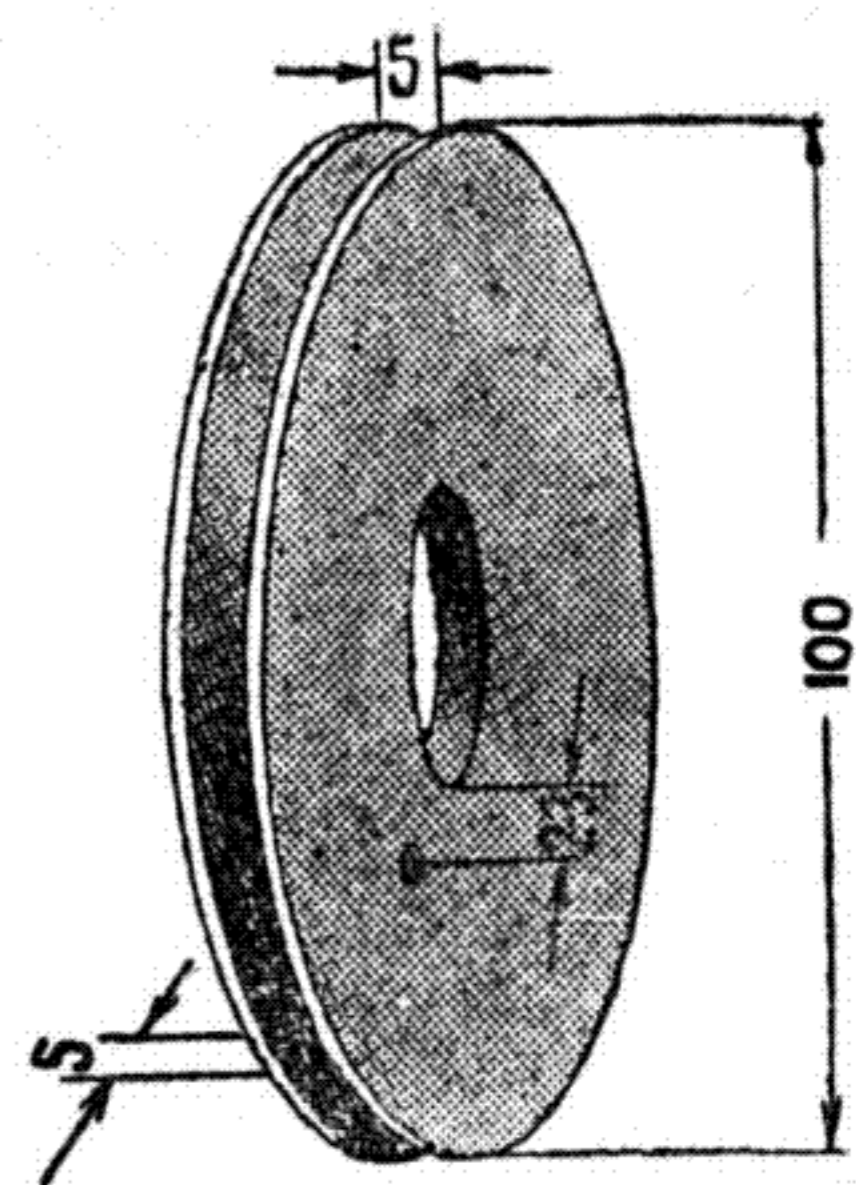


Рис. 12. Секция вторичной обмотки катушки.

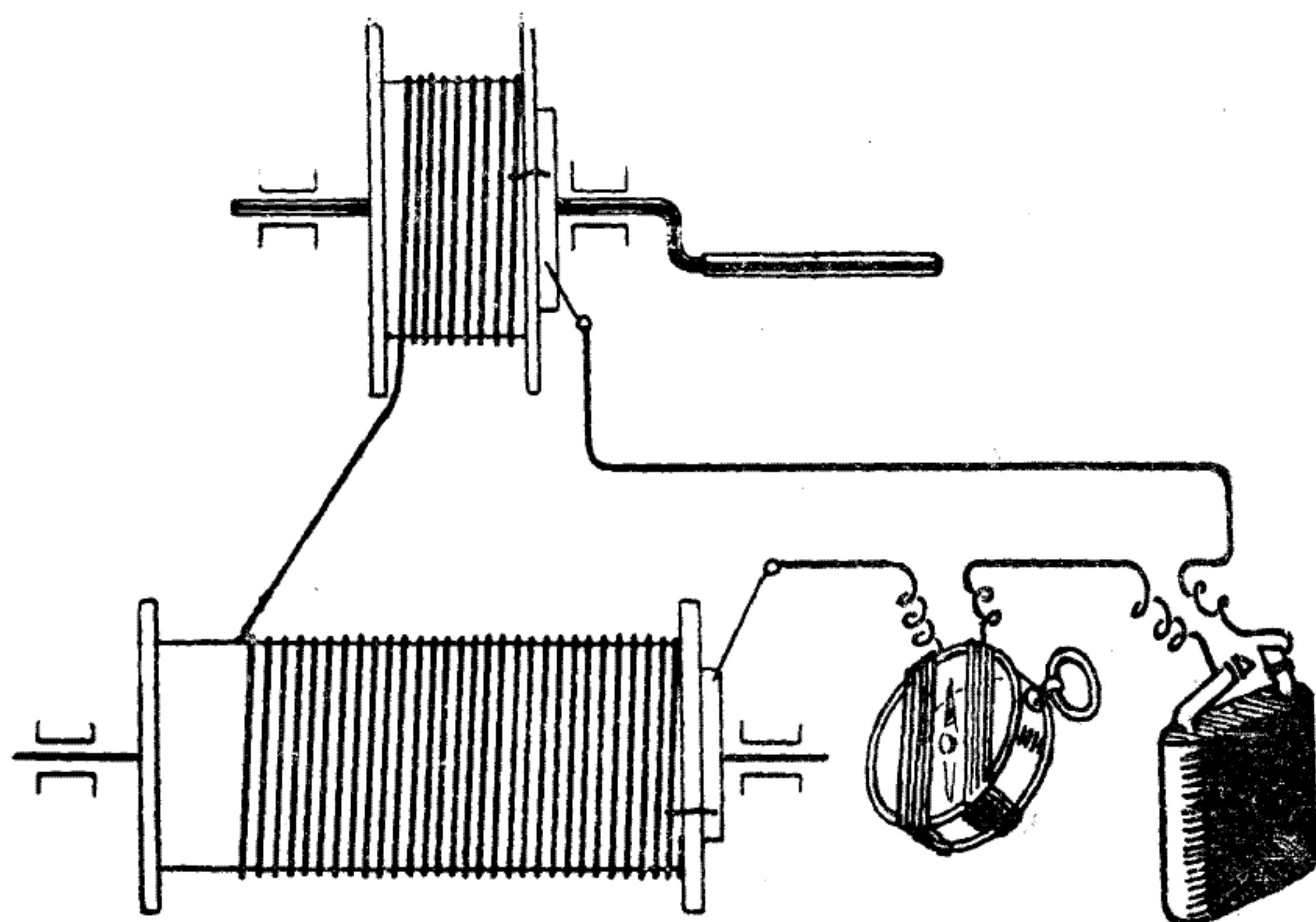


Рис. 13. Автоматический сигнализатор разрыва.

а другой провод от батареи через гальваноскоп присоединяется к щетке и кольцу катушки, с которой сматывается проволока (рис. 13). На рис. 13 видно, что в случае разрыва перематываемой проволоки с катушки на секцию стрелка гальваноскопа перестанет отклоняться и этим даст сигнал обрыва. Гальваноскоп очень легко сделать самому. Возьмите обычный компас и намотайте вокруг него два слоя изолированной проволоки любого сечения (лучше потоньше); обе обмотки соедините последовательно, концы их выведите и включите в цепь секции, которую мотаете.

Намотку удобнее производить, изготовив сперва специальный станок для обмотки катушек. Его можно довольно быстро собрать из деталей „конструктора“. Для вращения оси станочка можно использовать любой электромотор или вращать рукой рукоятку оси, на которую насажена обматываемая секция.

При разрыве проволоки концы ее нужно тщательно зачистить, скрутить и, пропаяв оловом (без кислоты, с канифолью), изолировать, обернув место разрыва пропарафиненной бумагой (рис. 14).

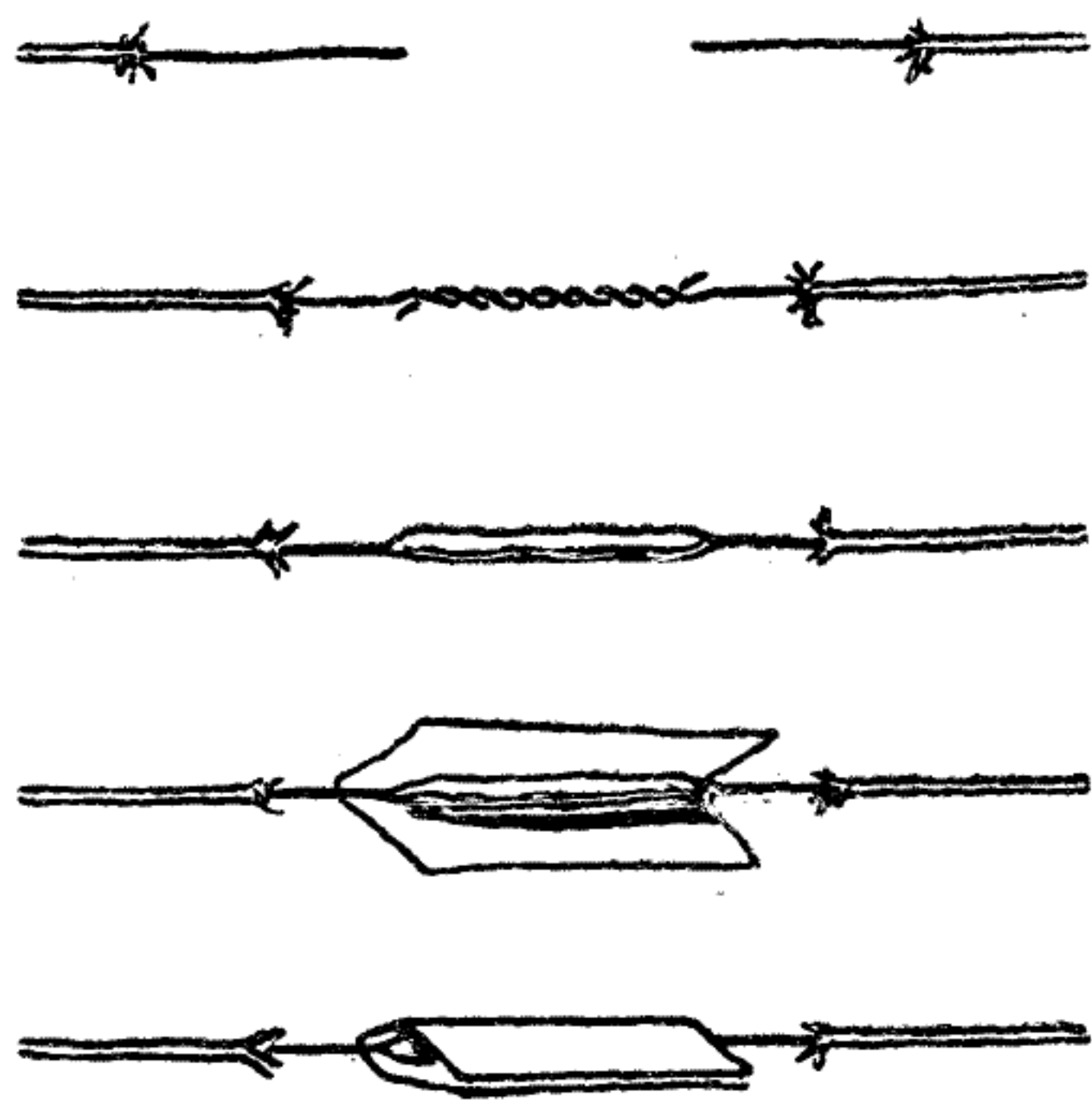


Рис. 14. Способ соединения оборванных тонких проводов.

Начало обмотки секции должно иметь вывод длиной 50 мм. Мотать нужно аккуратно: виток к витку и слой за слоем. Время от времени надо изолировать слои полосками пропарафиненной бумаги. Когда секция намотана, не доходя 5 мм до края щеки катушки, оборвите провод, оставив конец длиной 30 мм, и пропустите его через верхнее отверстие щеки катушки. Всю обмотку покройте сверху изолирующей лентой или пропарафиненной бумагой.

Намотав таким образом все 35 секций, наденьте их на картонную трубку, в которую помещен железный сердечник с намотанной на нем первичной обмоткой. Выводы концов должны быть рядом, потом мы их зачистим и спаяем. На рис. 15 показаны две секции вторичной обмотки, надетые уже на трубку. Провода, идущие от начала секций, нужно загнуть кверху вровень с выводами от концов секций. Концы проволок надо очистить от изоляции, скрутить и, тщательно пропаяв, покрыть лаком. Останутся свободными только два конца: начало первой секции и конец последней. К этим концам припаяйте по куску многожильных проводов длиной 100 мм. Это будут выводы вторичной обмотки.

Надо внимательно следить за тем, чтобы конец каждой секции соединялся с началом предыдущей. При этом электродвижущие силы, индуцируемые в каждой секции, будут складываться. Если же мы соединим вместе начала и вместе концы секций, на зажимах вторичной обмотки индукционной катушки получится разность потенциалов, равная нулю. Это происходит потому, что электродвижущие силы каждой двух секций будут не складываться, а вычитаться и взаимно уничтожат друг друга.

Получившуюся таким образом катушку с первичной и вторичной обмотками следует залить парафином. Для этого поместите ее в картонный футляр или стеклянный сосуд, установленный вертикально, и быстро, чтобы не дать парафину застыть, залейте расплавленным парафином. Парафин должен заполнить все свободное пространство между секциями и залить сами секции. После застывания получится монолитная парафиновая масса с двумя проволочными выводами от вторичной обмотки. Картонный футляр, в котором производилась заливка, снимать не нужно, а если вы

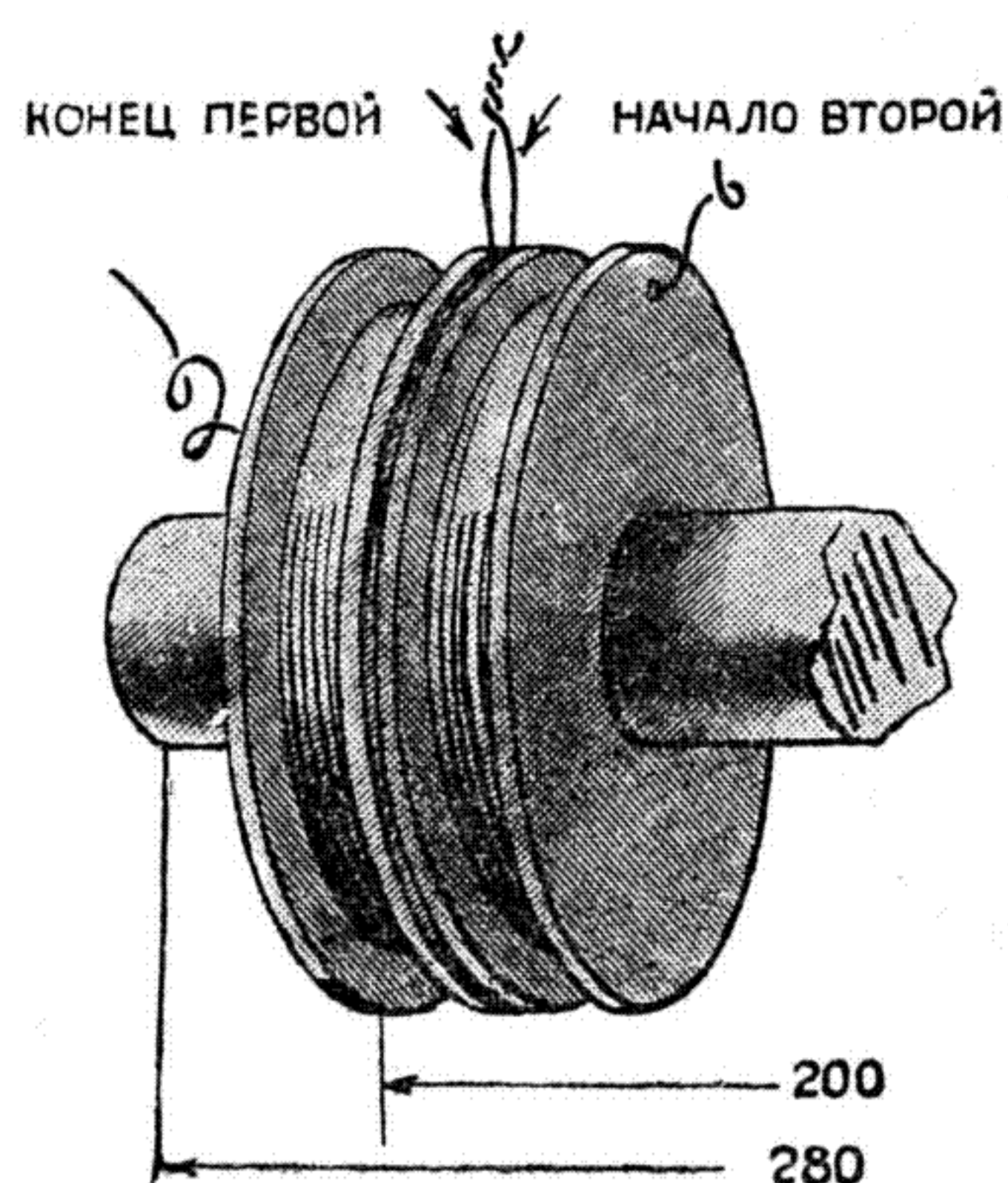


Рис. 15. Две секции вторичной обмотки в готовом виде.

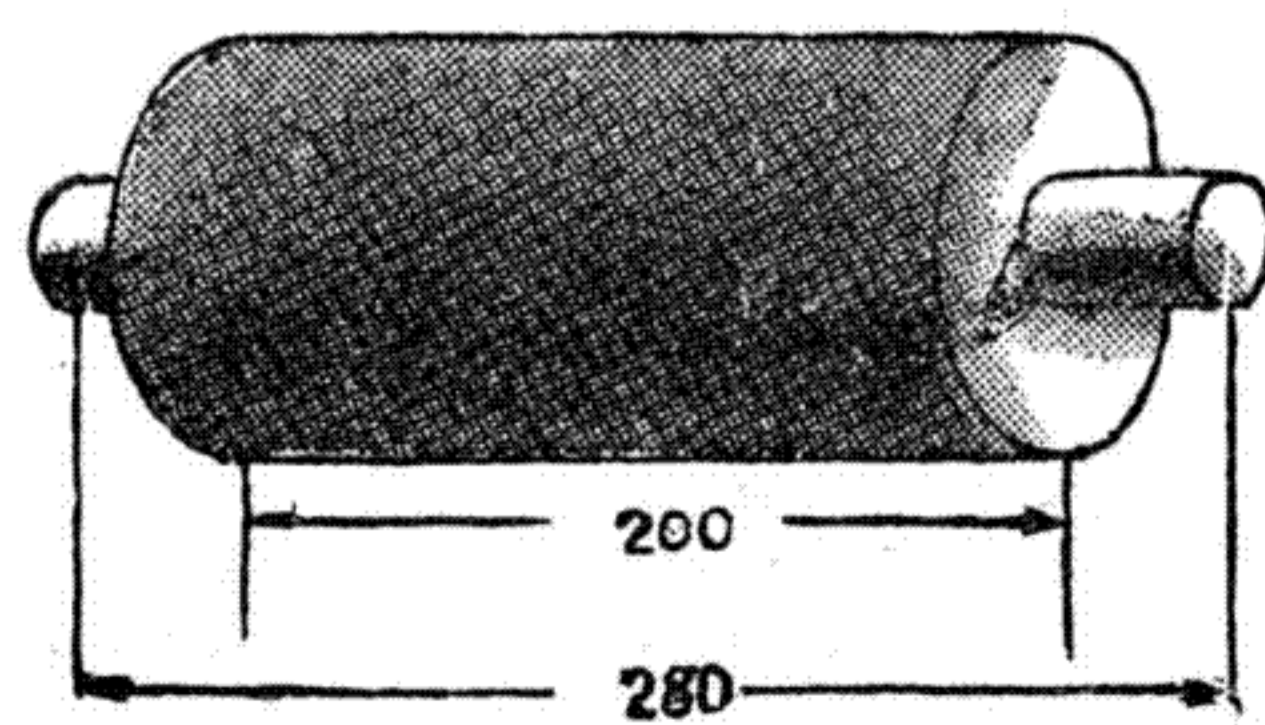


Рис. 16. Собранная индукционная катушка.

пользовались стеклянной банкой, то после остывания парафина ее придется разбить и надеть на катушку футляр, свернутый из куска картона, а с торцов картонные кружки (рис. 16).

### СБОРКА

На доске длиной 350 мм и шириной 150 мм установите катушку в футляре и на нее положите дощечку размером 180 × 60 мм. В этой дощечке должны быть врезаны и закреплены клеем две круглые деревянные стойки высотой 100 мм, диаметром примерно 20 мм. Это будут стойки разрядника.

На расстоянии 10—15 мм от вершины каждой стойки просверлите отверстия диаметром примерно 3 мм. В эти отверстия вставляются иглы разрядника. Для игл можно использовать обычные гвозди 60—80 мм длиной (рис. 17).

Доску разрядника и всю катушку охватите прочными ремнями и концы их прикрепите шурупами к нижней доске (металлические стяжки ставить нельзя). Под катушку подложите деревянные клинья, чтобы она не сдвигалась с места.

Два конца вторичной обмотки закрепите в клеммах на верхней доске. Клеммы соедините проводами с иглами разрядника. Провода припаяйте к разрядникам. Для изменения длины искры можно передвигать иглы, сближая или удаляя их друг от друга.

Для того чтобы во время работы индукционной катушки иглы не сдвигались, в верхние концы стоек разрядника ввинтите по шурупу. Эти шурупы будут закреплять иглы в нужном положении. Теперь остается выкрасить стойки разрядника, доски, присоединить концы первичной обмотки к клеммам на нижней доске, и катушка готова. При прерывателе Симона конденсатор, который присоединяется обычно к катушке, не нужен. Она потребляет от осветительной сети ток около 6 ампер.

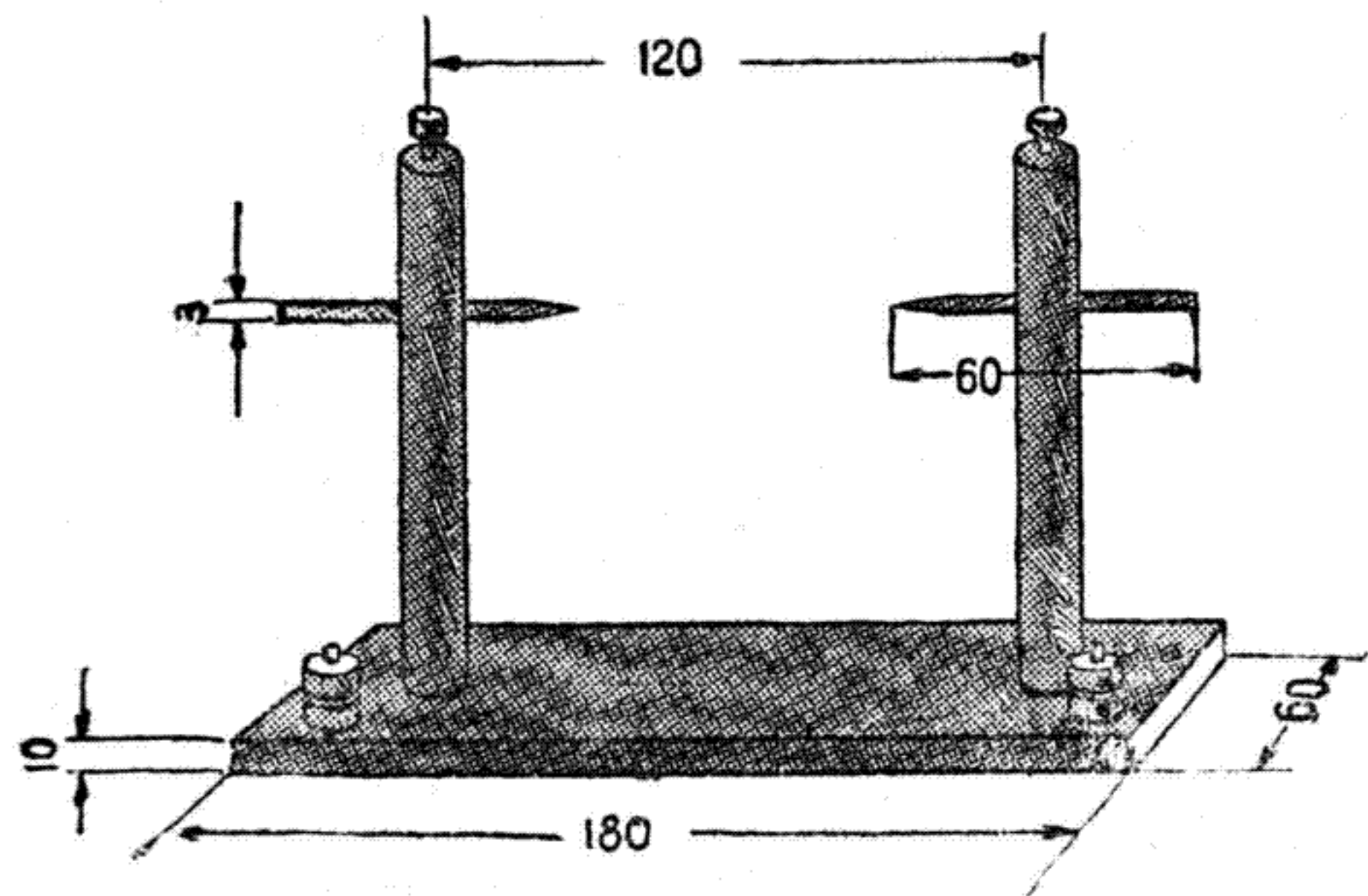


Рис. 17. Искровой разрядник.

### ПРЕРЫВАТЕЛЬ СИМОНА

Юный техник А. Проволович (Москва) построил прерыватель Симона из обыкновенного чайного стакана, наполненного раствором серной кис-

лоты, стеклянной пробирки и двух полосок свинца, опущенных в раствор.

Для описанной нами индукционной катушки прерыватель Проволовича будет слаб: сила тока в первичной обмотке индукционной катушки получается небольшая, искра не очень мощная, хотя и достаточная для радиопередачи на небольшое расстояние.

Лучше взять несколько стаканов, соединенных параллельно, еще лучше большую стеклянную банку, например из-под варенья, вмещающую 1,5—2 л, стеклянную мензурку диаметром 30—40 мм и две полоски свинца длиной 120—130 мм (смотря по высоте банки) и шириной 15—20 мм.

В углу дна мензурки (рис. 18) пропиливается трехгранным напильником, смоченным в скипидаре, отверстие диаметром около 1 мм. Затем из пропарафиненной фанеры или доски вырезается кружок диаметром немного большим, чем диаметр стеклянного сосуда. В кружке делается отверстие для мензурки. Мензурку надо укрепить в отверстии и заткнуть ее пробкой. Сквозь эту пробку пропустите штырек клеммы для укрепления свинцовой пластинки, помещаемой в мензурке (рис. 19). В этом же кружке, ближе к краю, с помощью второй клеммы укрепите вторую свинцовую пластинку; она будет вторым электродом, погруженным в банку с раствором.

В сосуд налейте 20—30-процентный раствор серной кислоты. При этом нужно иметь в виду, что, разводя продажную крепкую кислоту, следует вливать ее тонкой струей в воду, постепенно перемешивая, а не наоборот. Если вливать воду в кислоту, можно обжечь себе руки и лицо, так как вода мгновенно превращается в горячие брызги, разлетающиеся во все стороны. При работе прерывателя наблюдается характерное жужжание, и в темноте у отверстия заметно красноватое свечение.

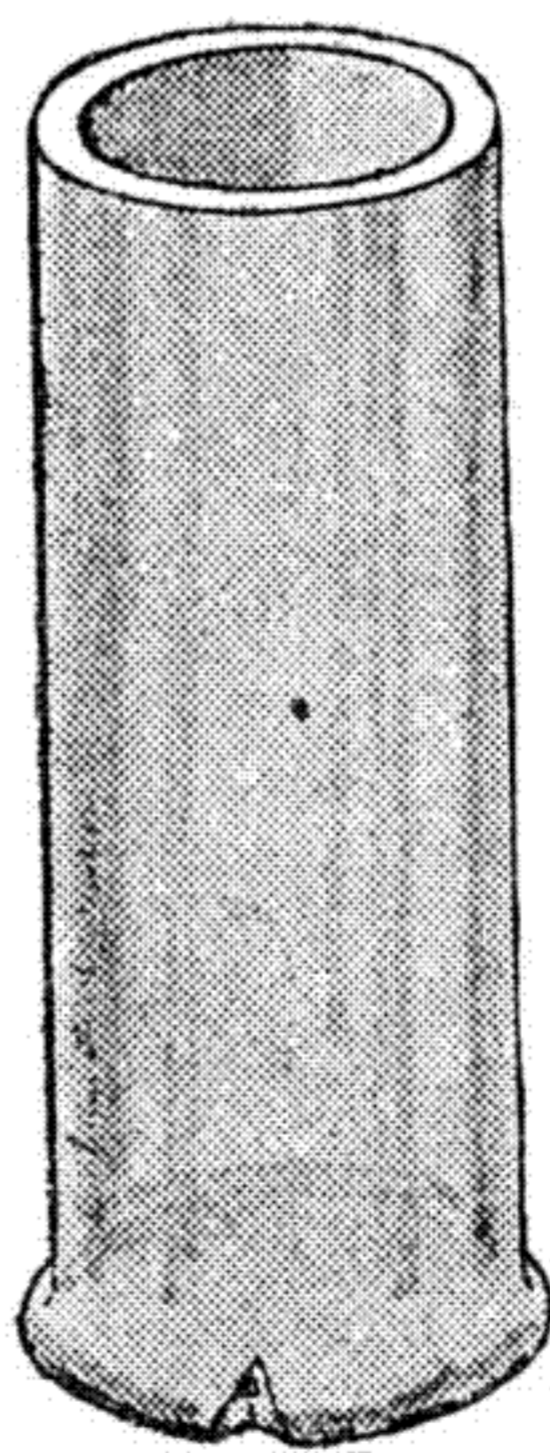


Рис. 18.  
Мензурка для прерывателя Симона.



Рис. 19.  
Прерыватель Симона.



Принцип действия прерывателя Симона крайне прост: при прохождении тока через раствор кислоты образуются пузырьки газа; пузырьки закрывают маленькое отверстие в мензурке и прерывают ток. В следующий момент пузырьки газа пробиваются экстратоком размыкания, путь тока восстанавливается, вновь образуются пузырьки газа, вновь прерывается ток и т. д. Это повторяется тысячи раз в секунду. Таким образом, прерыватель Симона в отличие от других прерывателей (механических, ртутных и т. д.) дает огромное число прерываний в секунду, и поэтому лучше всех других работает в цепи первичной обмотки индукционной катушки.

### КЛЮЧ МОРЗЕ

Для передачи сигналов проще всего изготовить ключ Морзе. Можно, конечно, воспользоваться более сложными конструкциями, вроде номеронабирателей для автоматических телефонов, как это сделано в конструкции Ярочкина. Но сложные устройства для равномерного обратного хода номеронабирателя очень удорожат наши конструкции, и лучше всего воспользоваться простым ключом. Ключ Морзе нетрудно сделать (рис. 20). На деревянной панели укрепляем две металлические стойки, через которые проходит ось. Вокруг оси может поворачиваться деревянный или эбонитовый брусок, оттянутый пружиной. Нажимая пальцем на головку, мы преодолеваем действие пружины и замыкаем контакты. Эти контакты — просто шурупы, ввинченные в панель и брусок. В отличие от телеграфного ключа Морзе, где требуется быстрое переключение, наш ключ гораздо проще: он осуществляет только быстрое размыкание. Вместо пружины можно применить не особенно толстую резинку.

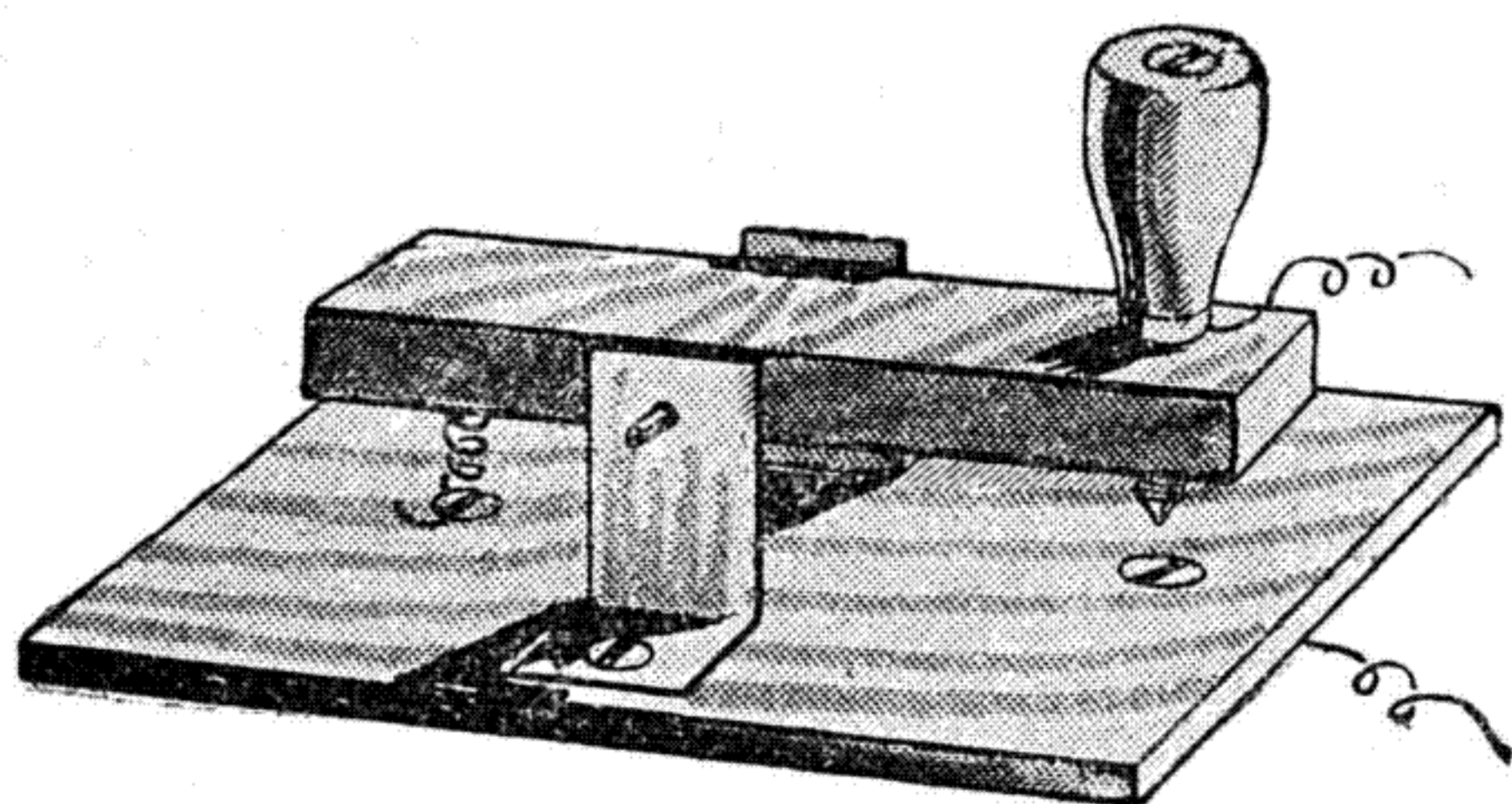


Рис. 20. Ключ Морзе.

### АНТЕННА

Форма антенны может быть любой: будет ли это вертикально укрепленный толстый металлический прут, соединенный с одним из зажимов индукционной катушки, будет ли это гори-

горизонтально подвешенная антенна для передатчика — неважно. Но надо принять во внимание соотношение между высотой антенны и мощностью индукционной катушки. Высота антенны устанавливается опытом. Если искры, проскакивающие между шариками (или иглами) разрядника индукционной катушки, редки и неравномерны, это значит, что для выбранной высоты антенны катушка слаба. Надо уменьшить высоту антенны. Если же при работе катушки искры между иглами или шариками разрядника сливаются в сплошной непрерывный поток, значит, катушка слишком сильна, и высоту антенны следует увеличить.

Регулирование длины антенны надо производить так, чтобы искры, проскакивающие между разрядниками, были белые, яркие и „сыпались горошком“, производя резкий звук.

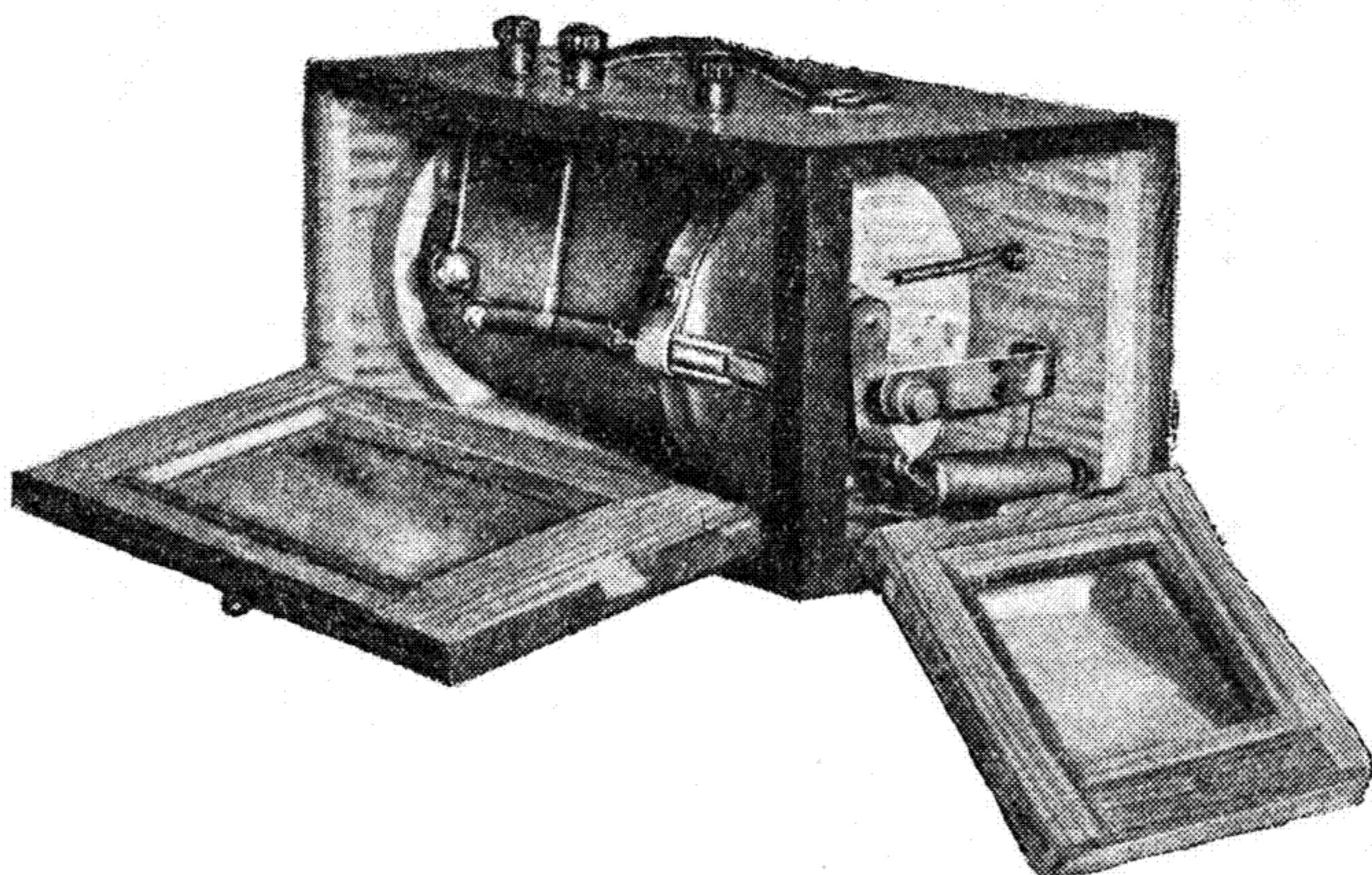
### ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА

Заземление лучше всего осуществить, присоединив заземляемый провод от второго зажима индукционной катушки передатчика к водопроводной или канализационной трубе. Можно также вкопать в землю большой металлический лист и к нему припаять заземляемый провод, а землю вокруг листа обильно полить раствором поваренной соли.

Таким образом, передатчик, состоящий из индукционной катушки, прерывателя Симона, антенны, заземления и ключа Морзе, готов.

Эта передающая станция может управлять моделями судов, автомобилей, самолетов, глиссеров; она является универсальной искровой передающей радиостанцией с полным питанием от сети переменного тока. Если станция применяется в полевых условиях (пионерские лагеря, походы и т. д.), где переменного тока нет, а имеются лишь аккумуляторы, можно питать катушку через прерыватель Симона и от аккумуляторов. Для этого следует лишь вытащить из индукционной катушки сердечник с намотанной на нем первичной обмоткой и, смотав ее, намотать меньшее число витков более толстой проволоки — диаметром 2—3 мм — или сложить вдвое проволоку диаметром 1,2—1,5 мм. Эффект, правда, будет гораздо слабее, но на малое расстояние (10—15 м) передача будет успешной.

На рис. 21 показано фото походной передающей радиостан-



*Рис. 21.* Фото самодельного искрового передатчика.

ции. Она работает от трех последовательно соединенных сухих элементов с воздушной деполяризацией. Прерыватель Симона заменен механическим молоточковым прерывателем Вагнера.

### III. ПРИЕМНИК СИГНАЛОВ ИСКРОВОГО ПЕРЕДАТЧИКА

Приемник сигналов соберите по схеме, показанной на рис. 22. Эта классическая схема Попова работает четко и надежно в том случае, если правильно подобраны соотношения отдельных частей, из которых она составляется.

Приемник состоит из: 1) когерера, 2) декогерера, 3) батареи, 4) реле, 5) антенны, 6) заземления.

#### КОГЕРЕР

Для устройства когерера возьмите стеклянную трубку длиной 40—50 мм и внутренним диаметром 3—4 мм (рис. 23). Лучше всего взять толстостенную стеклянную трубку; она не разобьется и не даст трещин от резких ударов молоточка декогерера.

В отверстия трубки плотно вставьте с обоих концов обрезки латунных или медных толстых проволок. Один обрезок проволоки (безразлично левый или правый) должен быть срезан под углом примерно  $45^\circ$ , а другой оставляется тупым.

В трубку насыпается металлический порошок, состоящий из 90% (по объему) никелевых опилок и 10% серебряных. Никель можно спилить с какой-либо ненужной никелированной латунной вещи. Напилив опилки, отсортируйте их магнитом. Никель притянется к магниту, а латунные опилки останутся. Лучше, конечно, достать кусочек чистого никеля в никелировочной мастерской и напилить опилки из него. Серебряные опилки спилите с какого-нибудь старого серебряного предмета (серебряной ложки, портсигара, украшения).

Никелевые и серебряные опилки тщательно перемешайте и насыпьте в трубку когерера.

Опилки не нужно набивать, — они должны образовать рыхлый слой и свободно пересыпаться от одной проволоки к другой при переворачивании трубки.

Если не достанете серебряных или никелевых опилок, можете взять железные, но они очень быстро сыреют, воспринимая влагу из воздуха, и их необходимо часто менять. Лучше будет, если вы не пожалеете труда на добывание серебряно-никелевых опилок и получите надежный, всегда готовый к работе когерер.

К стерженькам когерера припаяйте по проводнику. Один из проводников будет при монтаже соединен с батареей приемника и с концом обмотки декогерера, а проводник от другого стерженька когерера будет соединен с антенной и с обмоткой первичного реле.

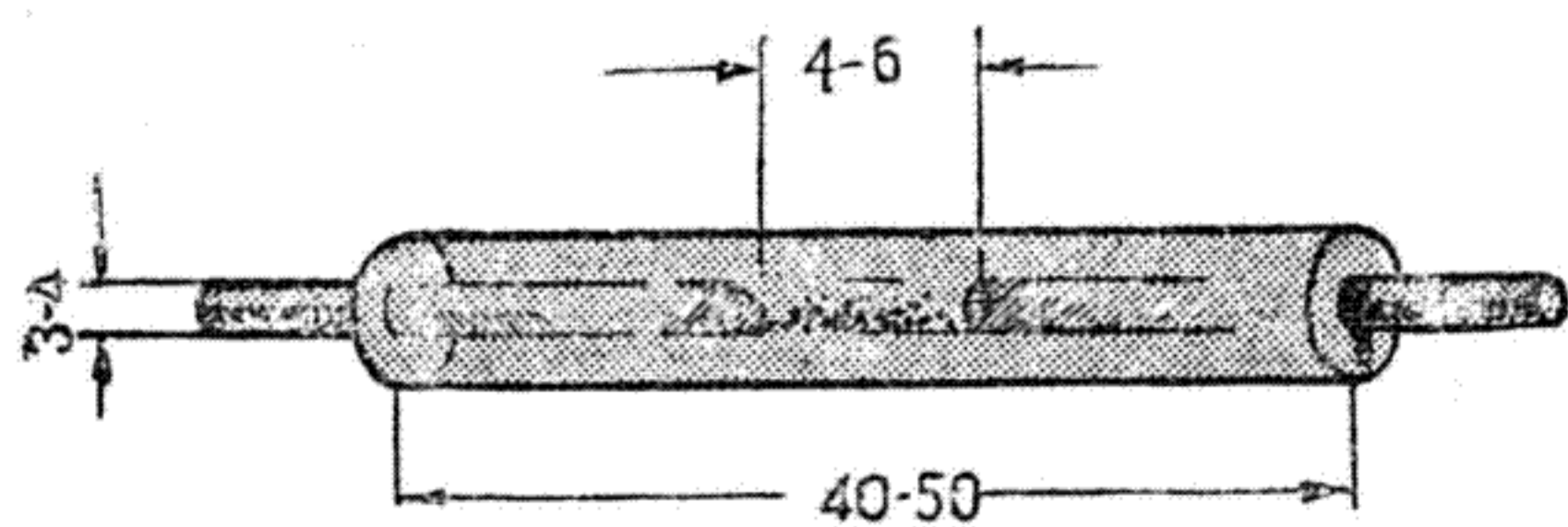


Рис. 23. Когерер.

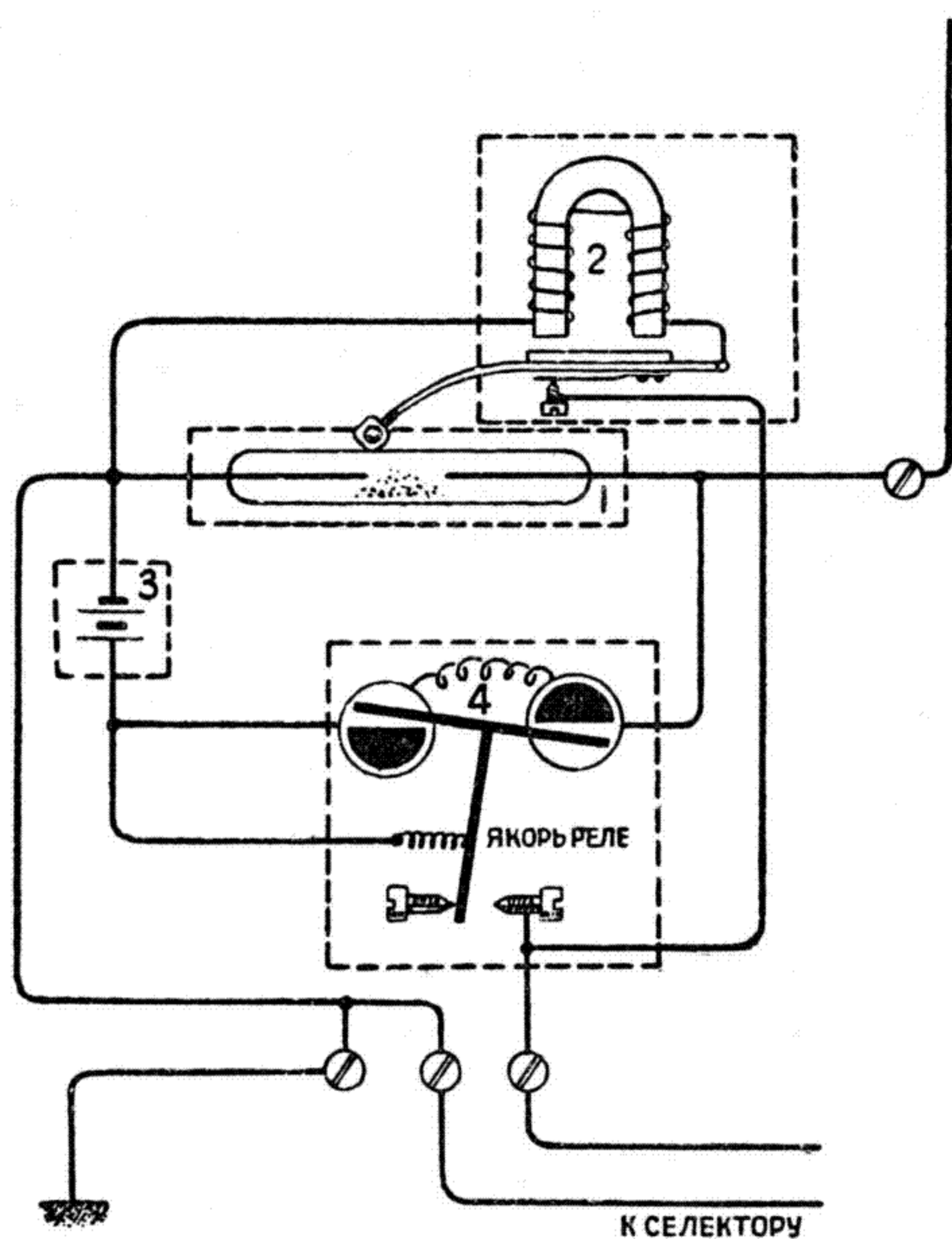


Рис. 22. Схема приемника: 1—когерер, 2—декогерер, 3—батарея, 4—первичное реле.

## ДЕКОГЕРЕР

Декогерер — это обычный электрический звонок.

Доска, на которой монтируется звонок, не понадобится; колокольчик звонка тоже не нужен. Оставьте только электромагнит, якорь и боек. Боек раньше бил по колокольчику, а у нас он будет бить по когереру. От декогерера будут идти два провода: один от контактного винта якоря звонка к контактному винту первичного реле, другой от второй клеммы звонка к левому стерженьку когерера. Чтобы от ударов бойка декогерера не треснула стеклянная трубка, наденьте на боек кусочек резинки или пробки.

## БАТАРЕЯ

Для питания реле, декогерера и селектора нужна батарея напряжением 4,5 вольта. Можно взять три батарейки от карманного фонарика и соединить их параллельно. Так как одновременное питание декогерера и селектора потребует силу тока не меньше 1 ампера, — одна батарейка быстро „сядет“, и приемник будет работать плохо.

Можно взять и другие батареи, если это почему-либо окажется удобнее; важно только, чтобы разрядная сила тока батареи при 4,5 вольта была не менее 1 ампера. От батарейки пойдут два провода: один к селектору, а другой к первичному реле.

## ПЕРВИЧНОЕ РЕЛЕ

Первичное реле, или, как его иначе называют, входное, должно потреблять небольшую силу тока. Большая сила тока вредна для когерера, потому что опилки будут в нем спекаться сильным током и когерер перестанет работать.

Сердечники входного реле нужно сделать из мягкого железа. Возьмите два круглых железных стержня длиной 38 мм каждый и вклепайте их в пластинку мягкого железа толщиной 1—1,5 мм, как это показано на рис. 24.

Расстояние между центрами сердечников — 35 мм. Верхние концы сердечников опилите на 6 мм, так чтобы создать рабочие плоскости для якоря реле. На сердечники наденьте катушки.

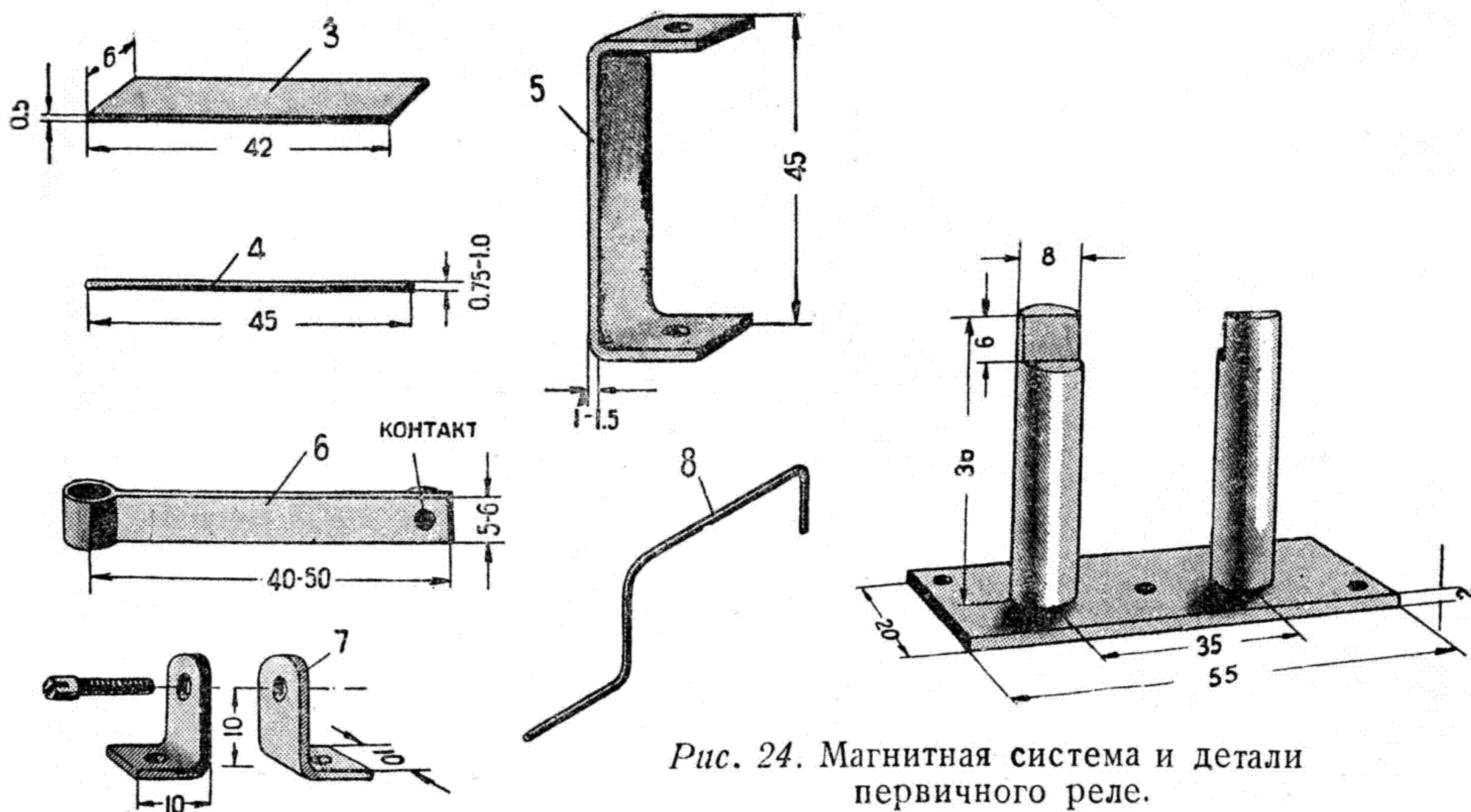


Рис. 24. Магнитная система и детали первичного реле.

Катушки склейте из плотного картона 0,75—1 мм толщины и обмотайте их проволокой диаметром 0,25 мм. Всего на каждую катушку намотайте по 800 витков. Высота катушки — 30 мм, внешний диаметр щек — 15 мм. Если не достанете проволоки 0,25 мм, возьмите ее немного большего или меньшего диаметра (можно до 0,3 мм) и мотайте до заполнения катушки. Намотав, оклейте обмотку бумагой. Катушки соедините последовательно.

С проволокой 0,25 мм обмотка реле будет потреблять ток 100—120 тысячных долей ампера при 1,2—1,5 вольта и работать от одного элемента сухой батареи карманного фонаря.

Из полоски жести размером  $42 \times 6$  мм сделайте якорь. Якорь припаяйте к оси на расстоянии 5 мм от одного из концов. Ось якоря сделайте из стальной проволоки диаметром 0,75—1 мм. Можно взять обыкновенную швейную иглу.

Концы оси остро заточите, чтобы она могла легко проворачиваться в латунной стойке. Стойку приклепайте или припаяйте к основанию электромагнитов реле и с помощью острого гвоздя или шила сделайте в ней углубления для оси.

На расстоянии 5 мм от нижнего конца оси припаяйте контактную пластинку длиной 40—50 мм. Хорошо на конец этой пластинки, в том месте, где находится контакт, напаять кусочек серебра, чтобы контакт не окислялся при работе реле.

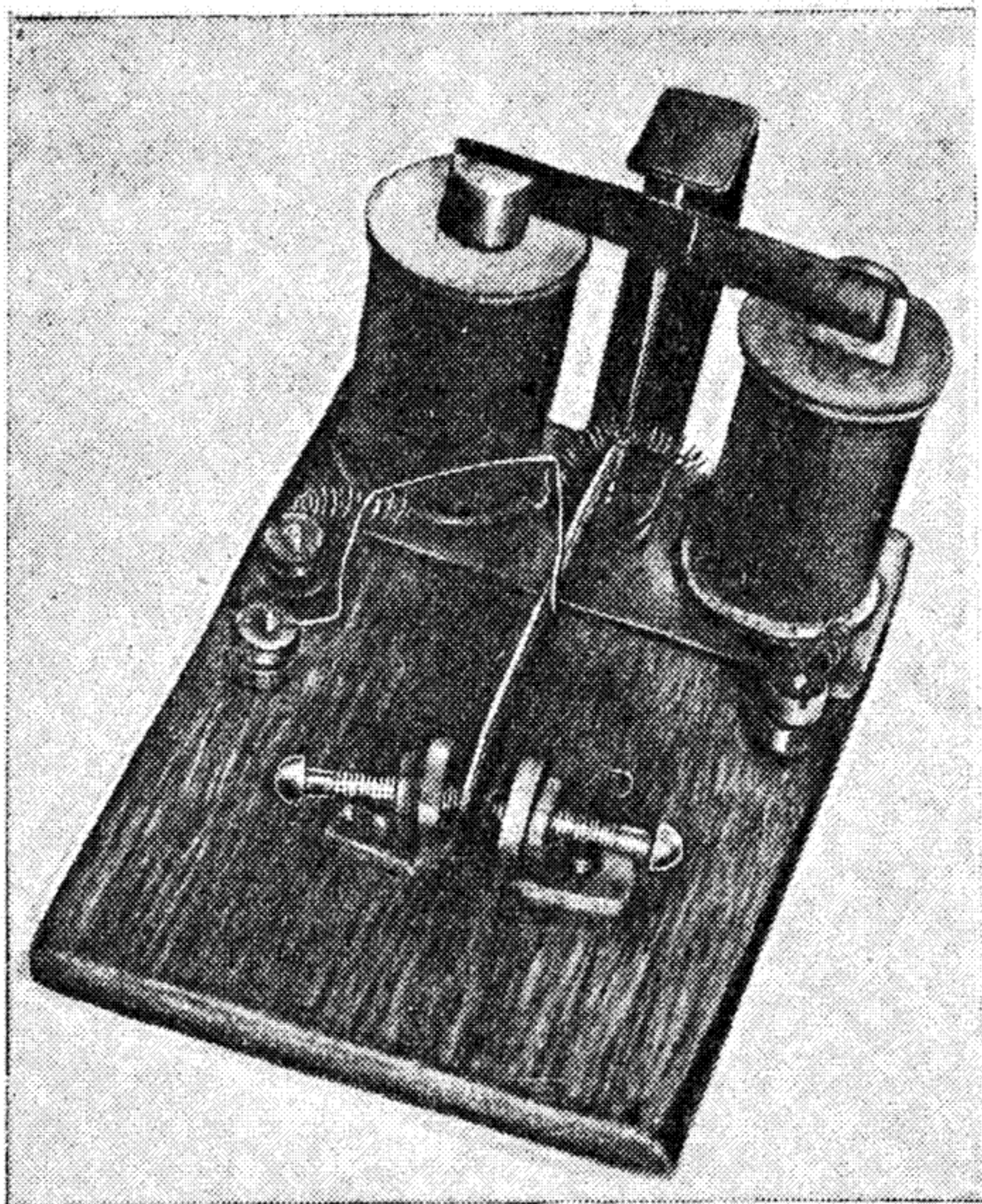


Рис. 25. Фото самодельного первичного реле.

Остается взять деревянную дощечку размером  $70 \times 55 \times 4$  мм и укрепить на ней электромагниты и стойки. Поставьте угольнички с контактными винтами, две клеммы для вывода концов обмоток катушек, и реле готово.

В нерабочем положении контактная пластинка оттягивается пружиной, которую можно изготовить из балалаечной струны, или еще проще — согнуть кусочек тонкой струны длиной 50 мм по форме буквы „П“. Один конец пружинки припаяйте к контактной пластинке, а другой — к клемме.

Еще одно замечание: при работе реле якорь может прилипнуть к сердечникам, удерживаемый остаточным магнетизмом. Чтобы этого не было, наклейте на сердечники в местах соприкосновения их с якорем кусочки папиросной бумаги.

Фото готового реле дано на рис. 25.

## АНТЕННА

Антенна выбирается в зависимости от модели, на которой она устанавливается.

На пароходе удобно установить двухлучевую антенну между мачтами, на броневике проще поставить штыревую антенну — металлический стержень.

## ЗАЗЕМЛЕНИЕ

На пароходе заземление — вода, на броневике нужно сделать вместо заземления противовес. Противовес — это вторая антенна, и сделать ее надо тоже из куска проволоки, укрепив ее на крыше броневика, как показано на рис. 42.

## МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

Приемник, состоящий из когерера, реле, декогерера и батареи, смонтируйте в одном деревянном ящике с двумя открывающимися стенками. Внешний вид и размеры его показаны на рис. 26.

Ко дну ящика привинтите первичное реле, а рядом с ним жестяной скобкой укрепите три батарейки от карманного фонаря, положенные друг на друга. На верхней крышке ящика укрепите когерер и декогерер. Когерер должен быть установлен эластично на полосках жести или пружинящей латуни. Эти гибкие полоски привинтите шурупами к верхней крышке. Концы полосок обогните хомутиками вокруг трубки когерера. Хомутики закрепите винтами.

На боковой крышке установите клеммы: две для антенны и заземления и две для селектора. Монтаж проводов внутри

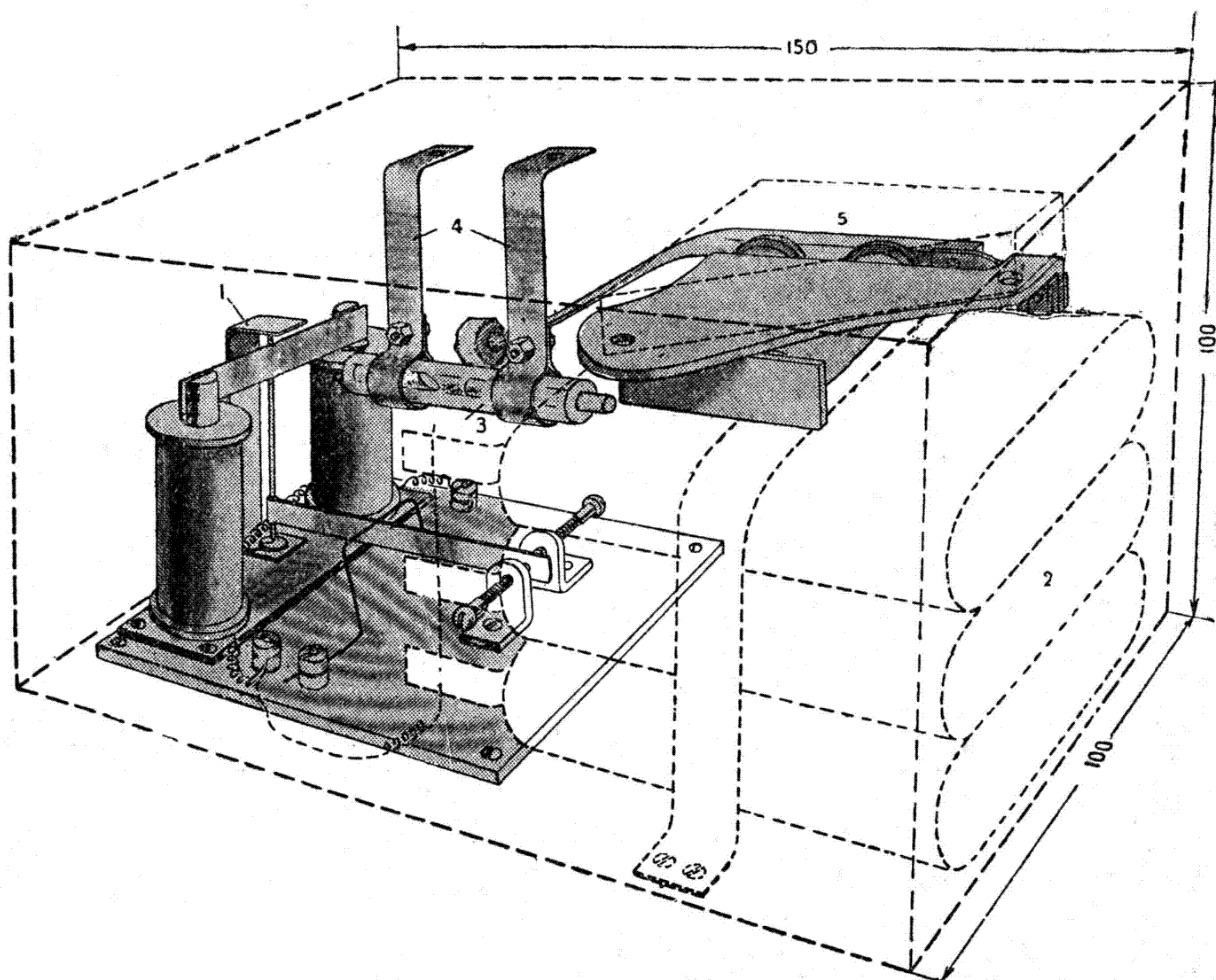


Рис. 26. Приемник: 1 — первичное реле, 2 — батарея, 3 — когерер, 4 — стойки когерера, 5 — декогерер.





Рис. 27. Переходные контакты.

приемника можно производить любым, достаточно толстым проводом. Можно взять звонковый провод.

Чтобы при разборке приемника или при открывании крышек не приходилось каждый раз отпаивать провод, сделайте из жести или латуни переходные контакты в местах перехода проводов из одной плоскости в другую. Как это сделать, показано на рис. 27.

Приемник готов. Остается только покрасить его или покрыть лаком и укрепить в машине. Чтобы при работе с приемником не приходилось каждый раз вспоминать назначение клемм, приклейте около них аккуратно вырезанные полоски бумаги с надписями:

АНТЕННА

СЕЛЕКТОР

ЗЕМЛЯ

Фото самодельного приемника показано на рис. 28. Монтажная схема приемника показана на рис. 29.

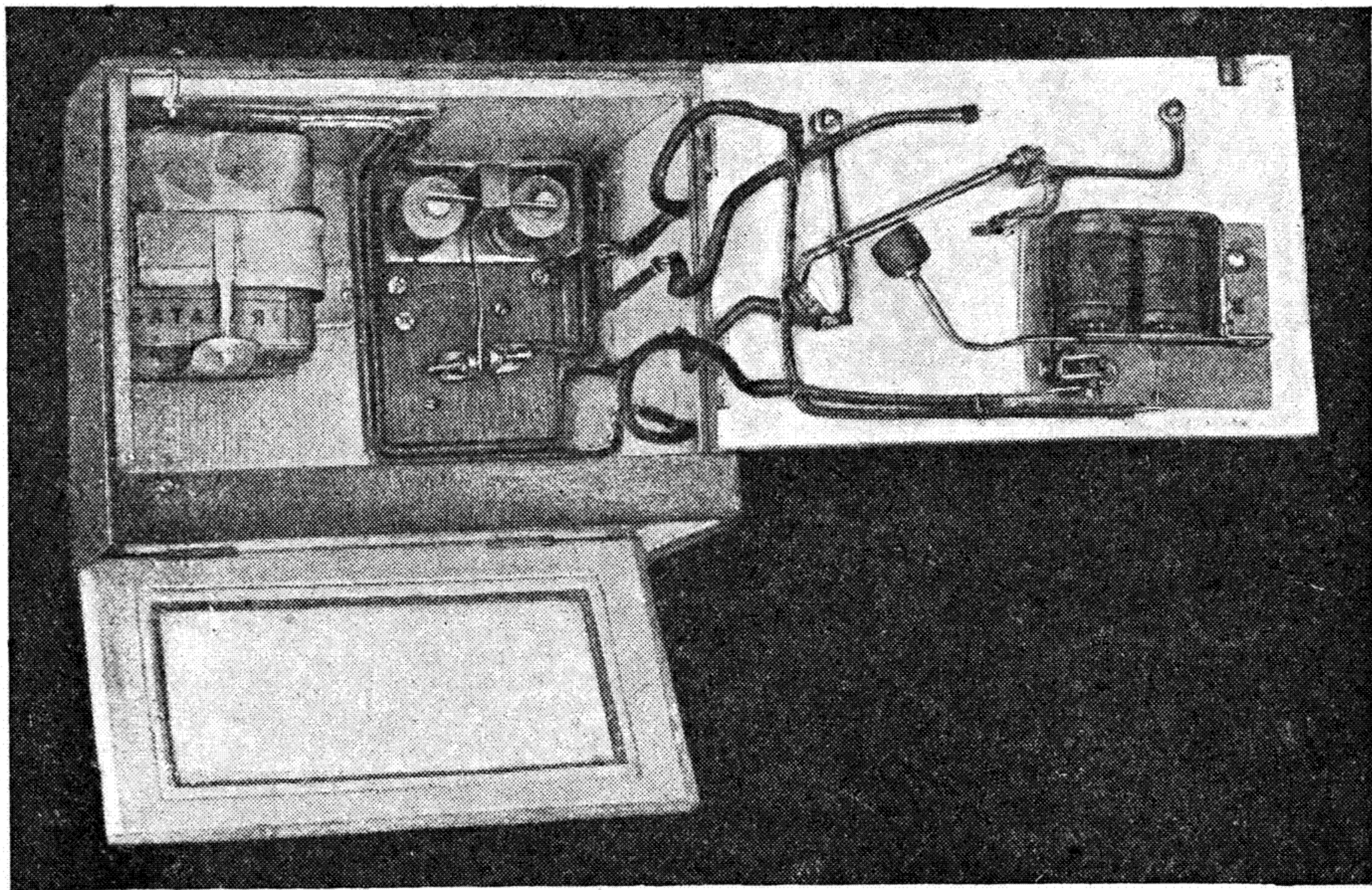


Рис. 28. Фото самодельного приемника.

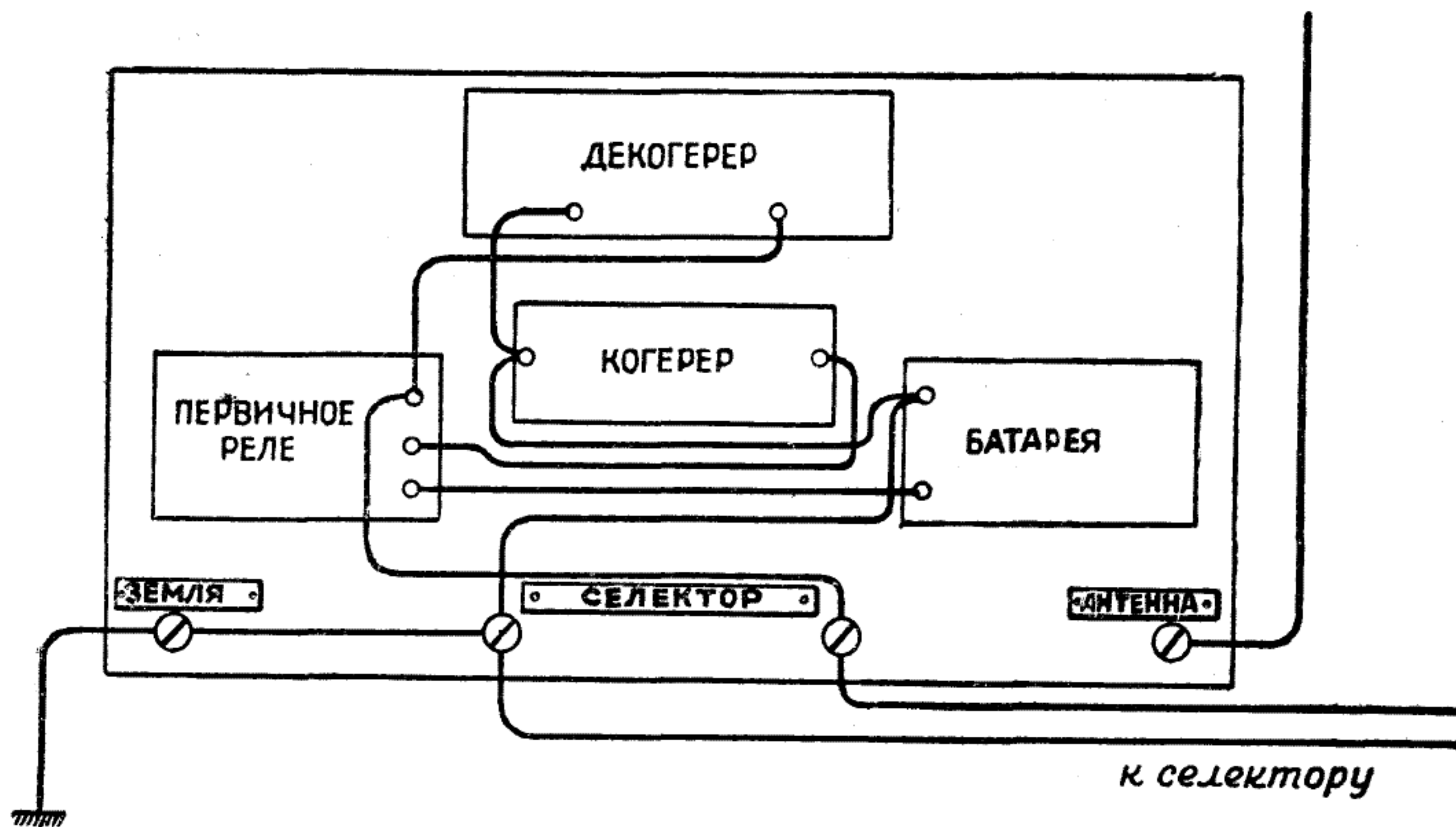


Рис. 29. Монтажная схема приемника.

#### IV. СЕЛЕКТОР, ИЛИ ИЗБИРАТЕЛЬ СИГНАЛОВ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

Селектор иногда неправильно называют коммутатором. Назначение селектора — включение разных цепей исполнения телеуправляемой машины в зависимости от числа или характера переданных сигналов.

Селектор рассчитайте на 12 приказаний; он будет состоять из храповика, собачки, контактной пружины, контактов и электромагнита. Общий вид селектора показан на рис. 30.

##### ХРАПОВИК

Храповик нужно сделать аккуратно; от точности изготовления его зависит правильность выполнения переданных приказаний.

Вырежьте из жести от консервной банки (рис. 31, А) кружок диаметром 40 мм. В центре кружка сделайте отверстие диаметром 2—2,5 мм. Из центра кружка прочертите окружность диаметром 32 мм. Разделите эту окружность на 24 равные части, проведите 24 радиуса и прорежьте по ним кружок ножницами до начерченной окружности. Плоскогубцами аккуратно загните края кружка так, чтобы получились зубцы, как показано на рис. 31, Б.

Из доски толщиной 4—5 мм сделайте кружок диаметром 120 мм. Этот кружок будет основанием селектора. В центре кружка строго вертикально укрепите стержень диаметром

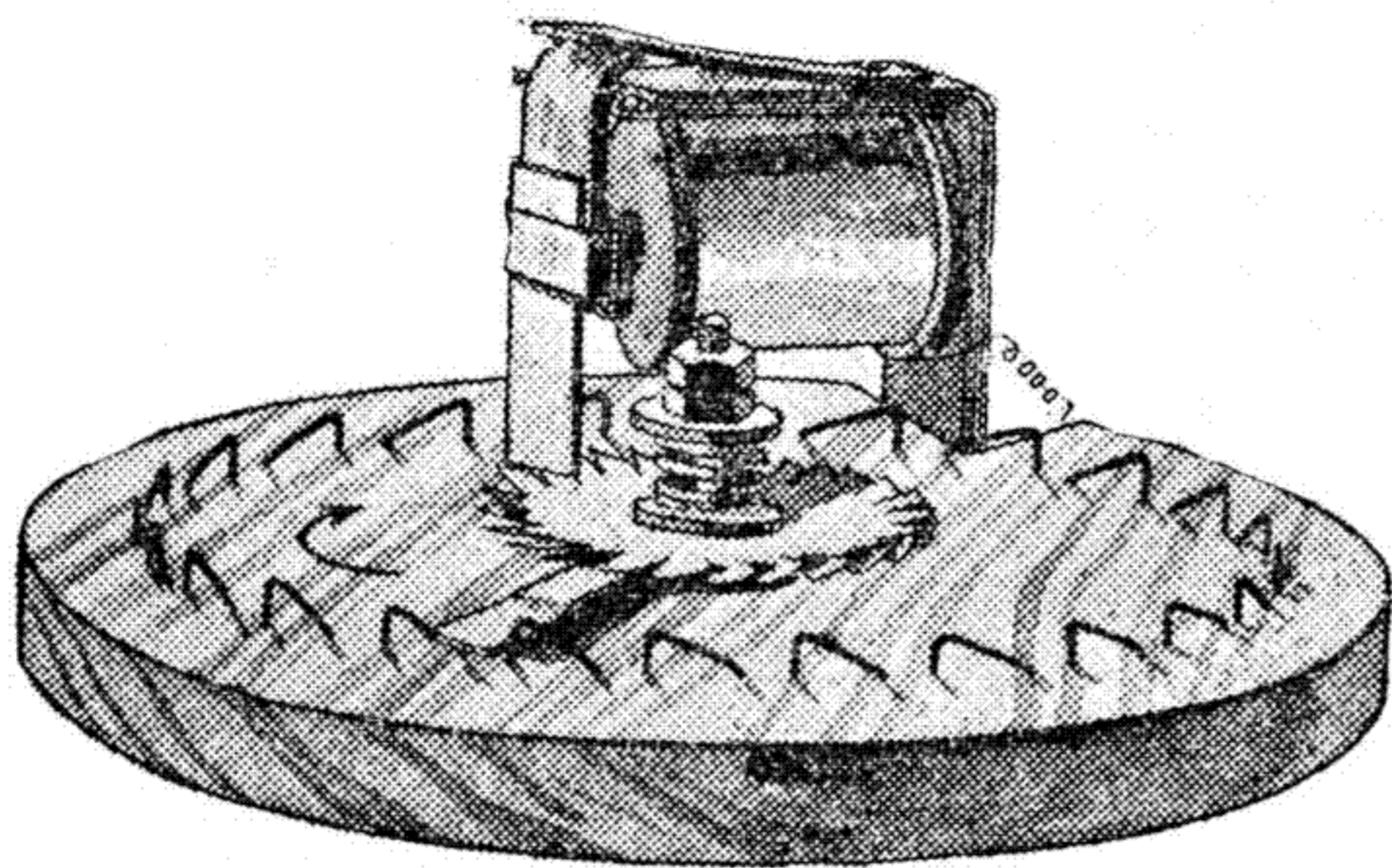


Рис. 30. Общий вид селектора.

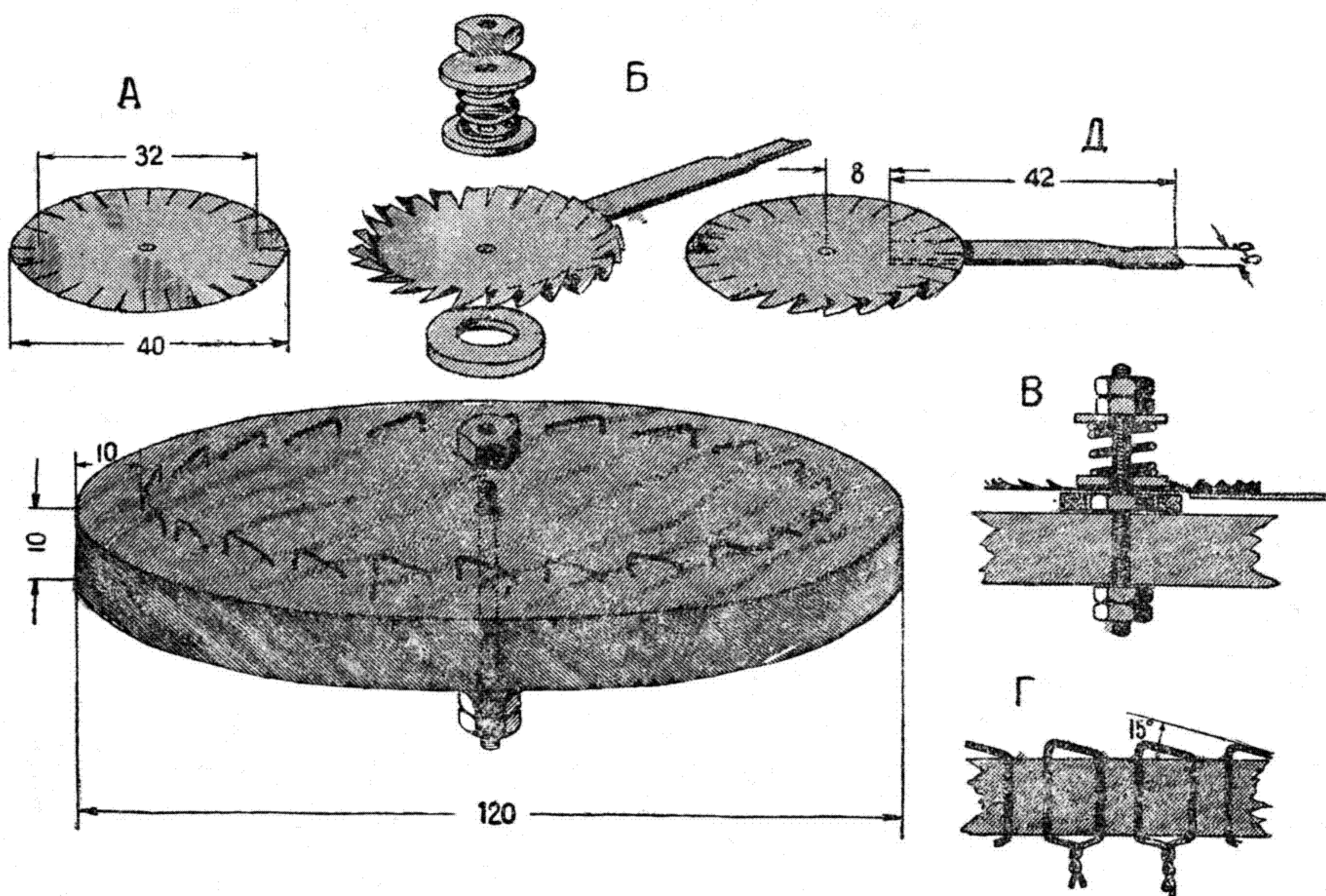


Рис. 31. Детали селектора.

1,5—2 мм так, чтобы на нем могло свободно вращаться храповое колесо (рис. 31,В).

Из куска фетра, войлока или толстого сукна вырежьте шайбу диаметром 30—35 мм и наденьте ее на стержень — ось селектора. Эта шайба нужна для того, чтобы создать трение между ней и храповиком и избежать проскакивания храповика по инерции на два зубца. Упорная собачка, обычно употребляемая в храповиках, нам не нужна.

Сверху храповика наденьте на ось металлическую шайбочку диаметром 10—15 мм, спиральную пружинку, затем еще одну шайбочку такого же диаметра и на верхнюю часть оси навинтите гайку и контргайку. Подкручивая гайку, можно увеличивать и уменьшать силу нажатия пружины на храповик. Пружину свейте из тонкой балалаечной струны на большом гвозде.

### КОНТАКТНАЯ ПРУЖИНА

Снизу к храповому колесу припаяйте пружинящую полоску из тонкой латуни или кремнистой бронзы шириной 5—6 мм и длиной 45 мм. Эта полоска (контактная пружина или щетка) будет скользить по контактам селектора, замыкая различные цепи исполнения (рис. 31, Д).

### КОНТАКТЫ

Контакты сделайте так. Нарезьте 24 кусочка звонковой проволоки, очищенной от изоляции; длина кусочка 20 мм. Из центра основания селектора прочертите окружность диаметром 55 мм и разбейте ее на 48 равных частей. В точках деления окружности проколите шилом 48 отверстий.

В два соседних отверстия вставьте концы нарезанных заранее проволочек и изогните проволочки так, как указано на рис. 31, Г. С обратной стороны концы проволок скрутите плоскогубцами и пропаяйте. Это будут выводы к промежуточным реле и слаботочным электрическим цепям: сигнальным лампочкам, прожектору, пушкам. Верхние изогнутые части проволок — это контакты; они специально изогнуты, для того чтобы храповик не проворачивался обратно. Благодаря такой конструкции мы избежали применения упорных собачек.

Контактная пружина должна плотно прижиматься в середине контактов: ее нужно немного изогнуть в сторону движения. Длина контакта не должна быть большой. Не обязательно делать контакты из проволоки; можно просто воткнуть ряд кнопок по окружности на равных расстояниях друг от друга.

Для приведения храповика в движение надо изготовить электромагнит с качающимся якорем и собачкой. Электромагнит будет расположен над храповиком, а собачка будет захватывать зубцы храповика.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТ СЕЛЕКТОРА

Электромагнит селектора должен создавать усилие, достаточное для поворачивания храпового колеса.

Нарежьте из консервной банки полоски длиной 95 мм и шириной 15 мм; таких полосок нужно пять. Сложите их вместе, зажмите в тиски и изогните, как показано на рис. 32, А, пропавая по мере изгибания. Эта деталь — ярмо электромагнита. Неровности краев опилите напильником. Просверлите два отверстия: одно для крепления электромагнита, диаметр его 1,5—2 мм, другое для сердечника электромагнита, диаметр его равен диаметру сердечника.

Сердечник сделайте так. Найдите гвоздь с большой шляпкой, диаметр гвоздя около 5 мм. Отрежьте от него кусок длиной

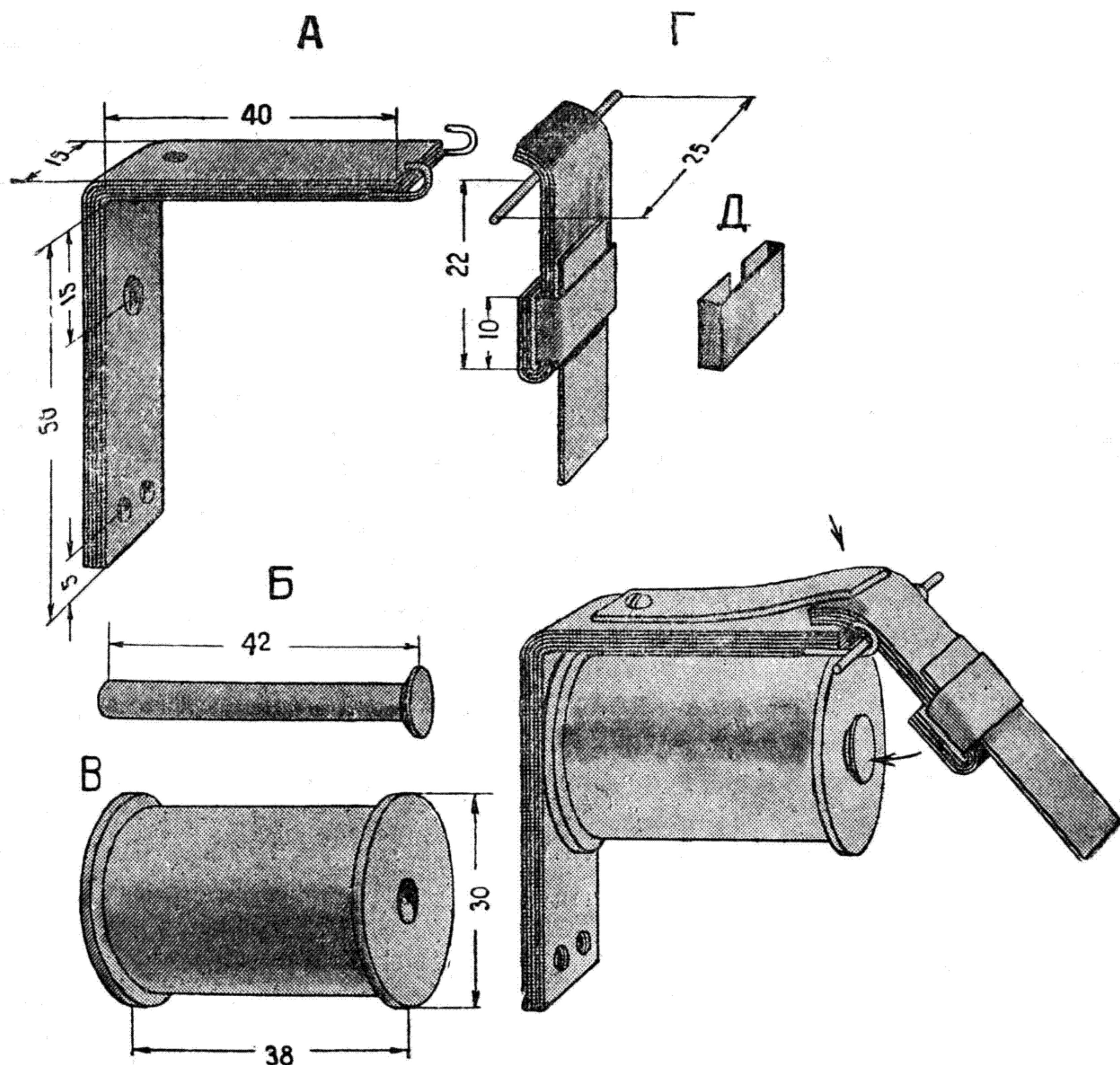


Рис. 32. Электромагнит селектора.

42 мм, не считая шляпки. Шляпку гладко запилите сначала крупным напильником, затем мелким. К ней будет притягиваться якорь (рис. 32, Б).

Из тонкого картона склейте катушку и намотайте на нее провод диаметром 0,3 мм до заполнения (рис. 32, В). Не найдете 0,3 мм — возьмите 0,4 мм. На сердечник наденьте катушку, затем вставьте его туго в отверстие ярма; конец сердечника расклепайте и припаяйте к ярму.

## ЯКОРЬ

Из жести от консервной банки вырежьте четыре полоски длиной 40 мм и шириной 15 мм. Зажмите полоски в тиски и согните их, как указано на рис 32, Г, отступя на 10 мм от одного из краев. Затем пропаяйте края.

В месте сгиба одного из концов якоря припаяйте ось длиной 25 мм из куска железной или стальной проволоки диаметром 0,5—0,75 мм. Для оси сделайте подшипники из кусочков проволоки такого же диаметра. Делается это так: возьмите два кусочка железной проволоки диаметром 0,5 мм и припаяйте их по обеим сторонам ярма; положите на эти кусочки проволоки у края ярма ось с якорем электромагнита и обе проволоки загните вниз. Получатся подшипники, в которых ось может поворачиваться вместе с якорем.

В непритянutom положении якорь удерживается плоской пружиной, которая надавливает на его загнутый конец. Эта пружинка должна быть сделана из упругой кремнистой бронзы или из стальной ленты.

При включении тока в обмотку катушки гвоздь намагничивается, и его шляпка притягивает конец якоря. Ось якоря поворачивается в подшипниках из проволоки. После выключения тока пружинка, нажимая на конец якоря, отрывает его от шляпки гвоздя (сердечника) и возвращает в прежнее положение. Регулируя силу давления пружины, можно получать различную чувствительность электромагнита.

На шляпку гвоздя наклейте кусочек тонкой папиросной бумаги, чтобы якорь не прилипал к ней. Сердечник лучше отжечь, чтобы уменьшить величину остаточного магнетизма.

## СОБАЧКА ХРАПОВИКА

К якорю нужно приделать собачку для поворачивания храповика в момент включения тока в обмотку электромагнита селектора.

Для собачки сделайте направляющее устройство, чтобы она могла в нем свободно ходить вверх и вниз. Оберните полоской жести конец якоря, предварительно положив на верхнюю часть его металлическую полоску толщиной 1—1,5 мм (немного толще, чем сама собачка), затем вытащите полоску и получившуюся обойму (рис. 32, Д) припаяйте к якорю. Получится зазор, в котором свободно может ходить собачка, вырезанная из кусочка латуни толщиной 0,75—1 мм (рис. 32, Г).

Ход якоря электромагнита — 4 мм. Ход собачки будет зависеть от того, как высоко мы укрепим наш электромагнит над храповым колесом. Но ход конца собачки должен быть равен шагу зубцов храпового колеса. Шаг этот равен диаметру колеса, помноженному на 3,14 (получаем длину окружности) и разделенному на число зубцов храповика. Произведем это вычисление:

$$\text{шаг храповика} = \frac{40 \text{ мм (диаметр храповика)} \times 3,14}{24 \text{ зубца}} = 5 \text{ мм.}$$

Значит, ход собачки должен быть равен 5 мм. Ход собачки во столько раз больше хода якоря, во сколько раз длина собачки (считая от оси якоря) больше длины якоря. Поэтому, если ход якоря у нас 4 мм, а требуемая длина хода собачки 5 мм, собачка должна иметь длину, которую можно определить из отношения:  $l$  мм (длина собачки) = 25 мм (длина якоря)  $\times$  5 мм (ход собачки) : 4 мм (ход якоря); произведя арифметические действия, получаем:

$$l = \frac{25 \times 5}{4} = \frac{125}{4} = 32 \text{ мм (приблизительно).}$$

Значит, собачка должна опускаться на 7 мм ниже конца якоря, так как 32 — 25 будет 7 (длина собачки минус длина якоря).

Теперь укрепить электромагнит уже нетрудно: нам известна высота его крепления.

Вначале мы сказали, что следует рассчитать селектор на 12 приказаний, а взяли 24 зубца храповика. Если бы мы взяли 12

зубцов, то получили бы непомерно большой ход собачки электромагнита — он был бы равен 10 мм, пришлось бы сделать длину хода якоря вдвое большей — 8 мм. Конструировать электромагнит с таким ходом якоря трудно, а еще труднее его сделать, чтобы он правильно и четко работал. Мы сделали иначе: на 12 приказаний взяли 24 зубца храпового колеса.

Чтобы при 24-зубцовом храповике получить 12 приказаний, нужно соединить параллельно и сделать общий вывод от контактов через каждые 12 штук: первый контакт селектора соединить с помощью куска провода с 13-м контактом и дать общий вывод; второй контакт соединить с 14-м, третий — с 15-м и т. д. и, наконец, двенадцатый контакт соединить с 24-м.

Полоборота храпового колеса дает нам возможность селекции (выбора) приказаний. Этот способ имеет еще то преимущество, что при желании, если у нас будет не 12 исполнительных механизмов, а большее число, можно использовать этот же селектор и получить от него до 24 разных приказаний или комбинаций их.

Итак, селектор готов. Провода от его контактов пронумеруйте, надев на концы картонки с надписью, для какой цели предназначается каждый провод, затем вложите провода в радиальные канавки, сделанные с обратной стороны доски основания селектора, и залейте канавки вместе с находящимися там проводами парафином или сургучом. Из основания снизу будет выходить 12 проводов, один общий провод будет подходить к оси храпового колеса и два провода от электромагнита пройдут на приемник сигналов телеуправления. Таким образом, у нас будет 12 выводных концов и 3 клеммы. Против двух клемм сделайте надпись: „к приемнику“, против одной клеммы — „к силовой батарее“. Сверху селектор закройте картонной крышкой.

## У. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

Назначение промежуточных реле — включение механизмов, потребляющих ток большой силы, и блокировка команды до момента ее отмены.

У нас будет два вида промежуточных реле: для включения и выключения мотора — стартстопное реле — и два для соленоидов поворота.



## СТАРТСТОПНОЕ РЕЛЕ

Это реле состоит из двух пар катушек (рис. 33), двух сердечников и якоря, который притягивается то к одной, то к другой паре катушек и укреплен в стойках винтом.

Сердечники электромагнитов нужно сделать из мягкого железа. Цилиндрические части приклепываются к железным пластинкам —

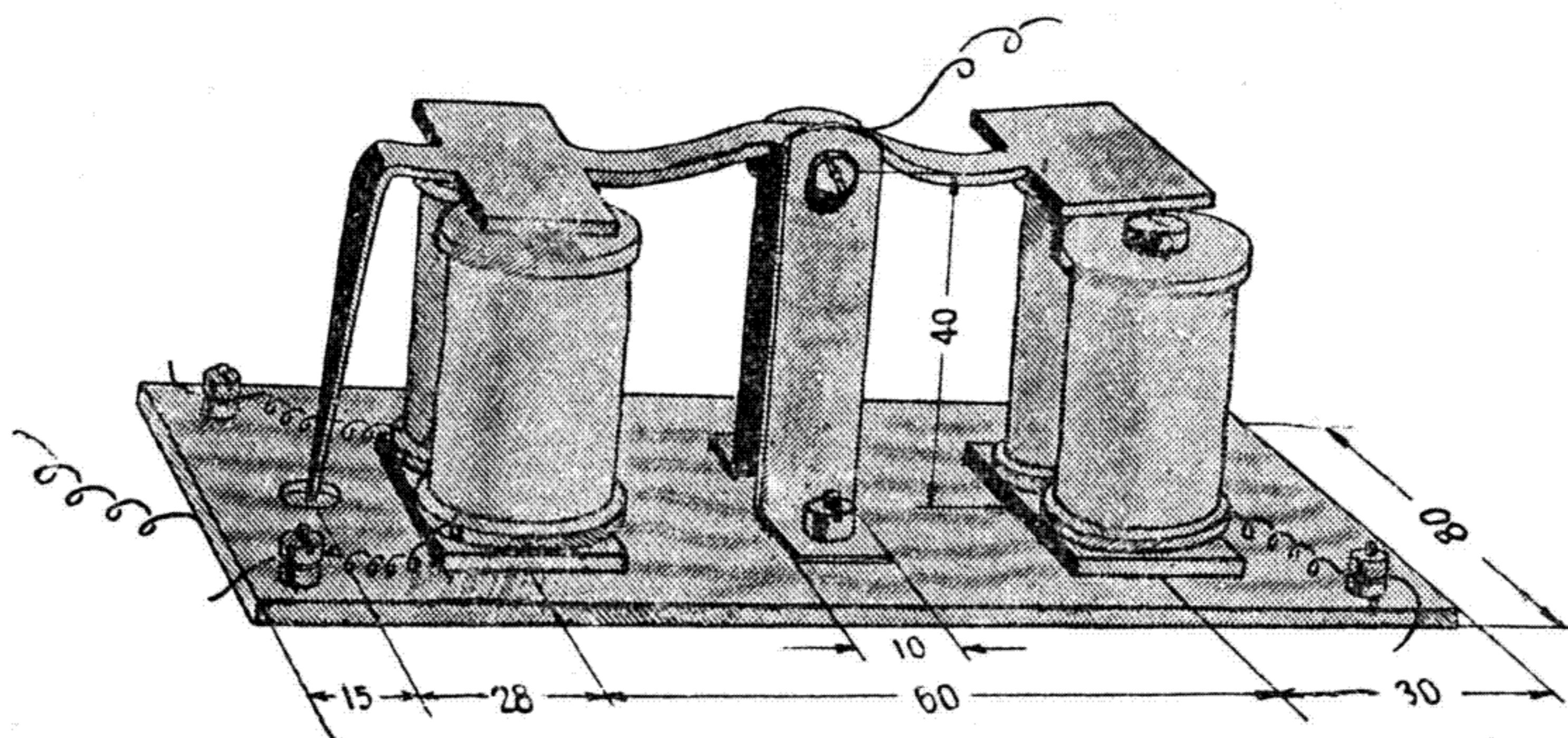


Рис. 33. Общий вид стартстопного реле.

основаниям — и образуют подковообразные магниты (рис. 34). На сердечники надеваются картонные катушки с намотанной на них проволокой диаметром 0,3 мм по 600 витков на каждой катушке. В центрах оснований электромагнитов сделайте отверстия для привинчивания на месте сборки. Таких подковообразных электромагнитов нужно сделать два.

Якоря рабочих реле вырежьте из отожженного кровельного железа толщиной около миллиметра и изогните по пунктирным линиям, как показано на рис. 35.

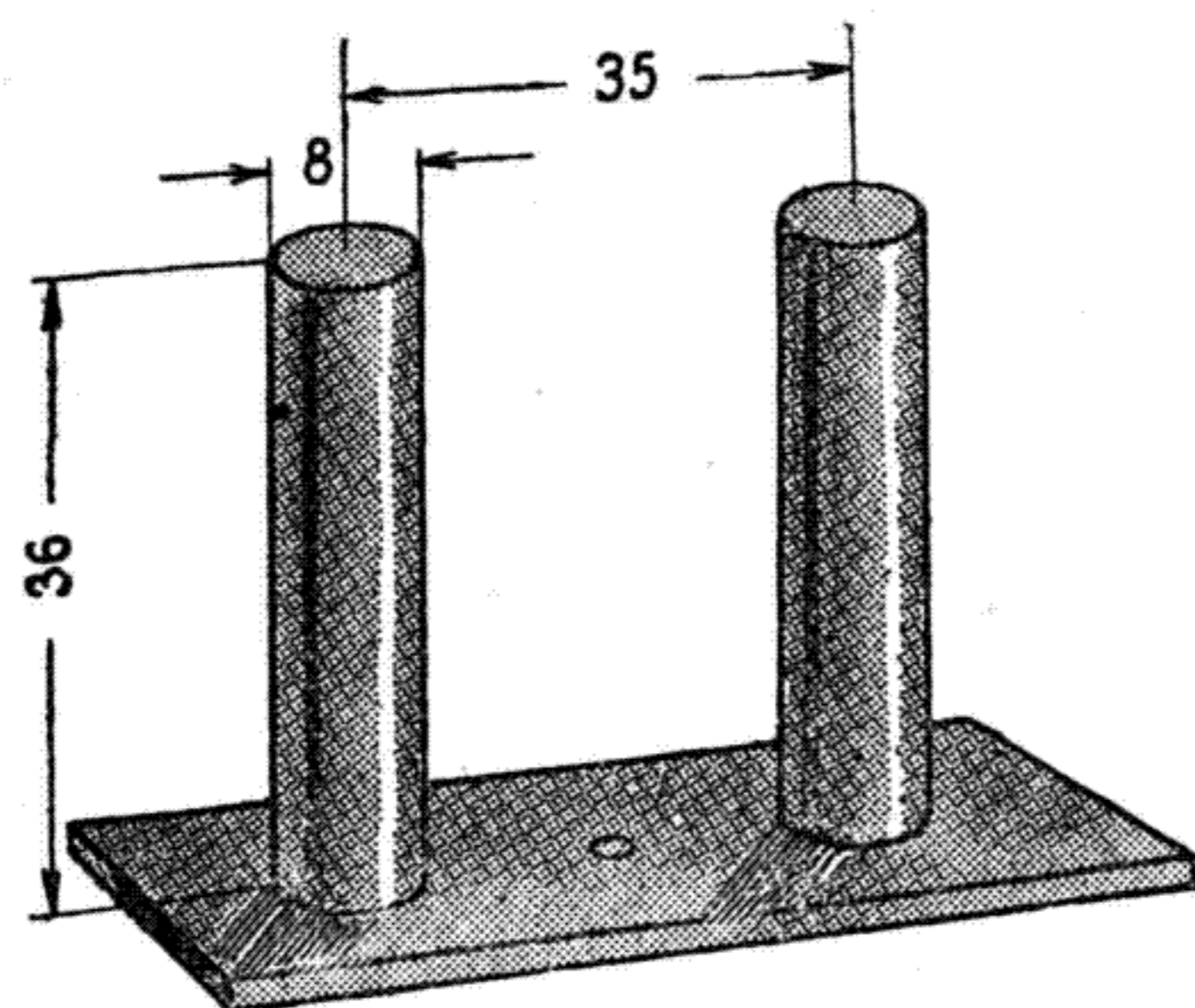


Рис. 34. Магнитная система стартстопного реле.

Острие — один конец якоря — хорошенько зачистите для получения лучшего контакта.

Между ушками якоря и стойками должно быть трение, чтобы якорь после притяжения одним из электромагнитов удерживался в этом положении после выключения тока. Это так называемая механическая блокировка реле.

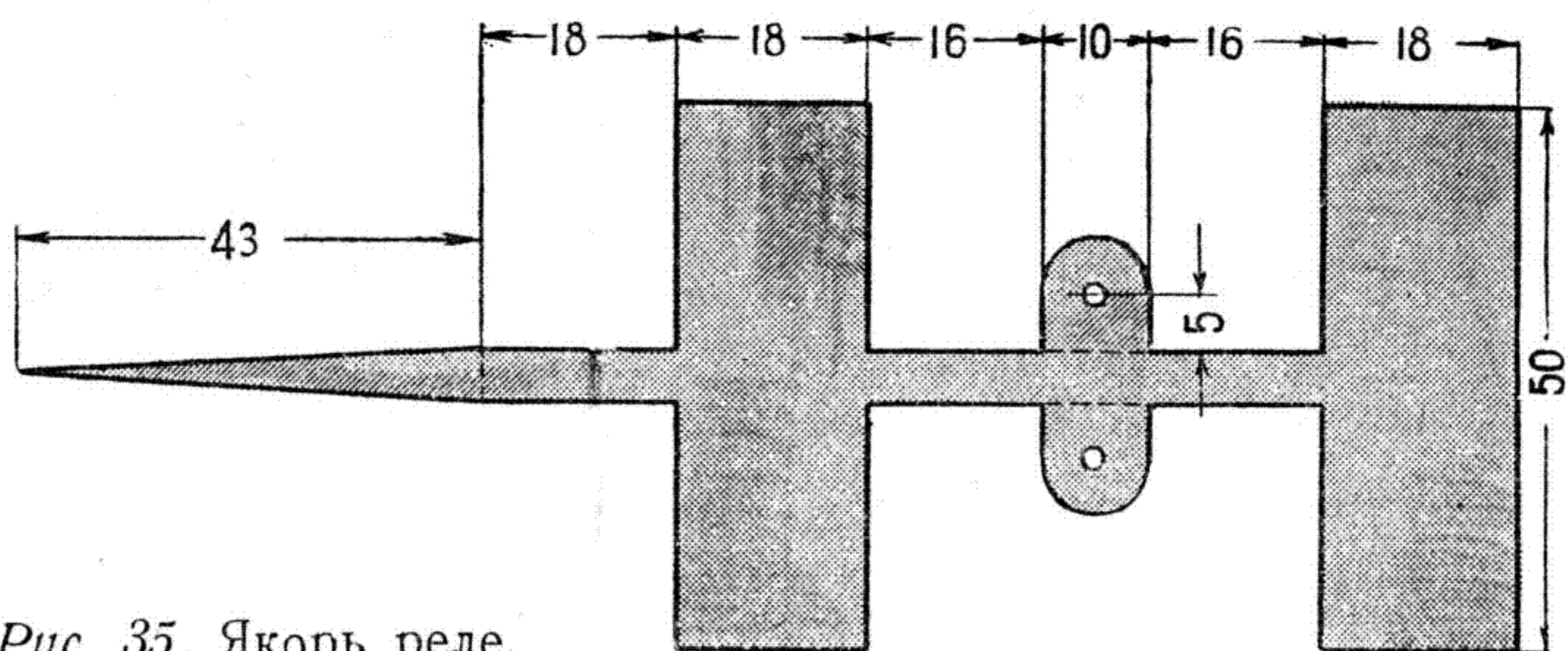


Рис. 35. Якорь реле.

Трение между якорем и стойками, дающее блокировку реле, можно уменьшать или увеличивать поворотом регулировочного (и одновременно скрепляющего) винта. На сердечники электромагнитов реле наклейте по кусочку тонкой бумаги, чтобы якорь не прилипал к ним.

Когда через один из электромагнитов проходит ток от селектора, этот электромагнит притягивает якорь, и острие якоря погружается в ртуть. Этим замыкается рабочая цепь. Если плох контакт между острием и ртутью, рабочий ток подается с большими потерями. Вырежьте в доске небольшую лунку и выложите ее свинцовой бумагой. В эту свинцовую чашечку налейте ртуть. Катушки электромагнитов и стойки укрепите на доске, концы от обмоток электромагнитов подведите к клеммам, и реле готово к действию.

При включении тока в обмотку левых электромагнитов якорь притянется влево и замкнет ртутный контакт, от которого идет провод к тяговому мотору. Тяговый мотор начнет вращаться. Если теперь мы получим от передатчика какой-нибудь другой сигнал, обмотки левых катушек перестанут получать ток, так как контактная пружина селектора сойдет с контакта питания стартстопного реле. Но якорь реле не поднимется, так как его удерживает трение в стойках. Ртутный контакт попрежнему останется включенным, и тяговый мотор будет вращаться до тех пор, пока сигналом „стоп“ не включится другой электромагнит реле и не перетянет якорь вправо, разорвав ртутный контакт.

### ПОВОРОТНОЕ РЕЛЕ

В качестве поворотного реле можно использовать конструкции первичных реле приемника с той лишь разницей, что вместо вто-

рого контактного угольника с винтом сделайте чашечку для ртути. Реле остается таким же, меняется только форма контактной пластинки. Конец ее изогните под прямым углом и заострите так, как это сделано в якоре стартстопного реле.

Чтобы ртуть не выливалась, реле придется крепить не горизонтально, как в приемнике, а под углом в  $90^\circ$  — вертикально. Катушки реле при этом займут горизонтальное положение, а контактная пластинка, припаянная к оси якоря, будет перемещаться при включении тока в обмотку реле вертикально вниз и замыкать ртутный контакт до тех пор, пока реле не перестанет получать ток от селектора.

Все промежуточные реле смонтируйте в одном ящике. На крышке ящика привинтите клеммы. Всего будет восемь клемм. От этих клемм четыре провода идут к селектору для получения команд — „старт“, „стоп“, „лево“, „право“, один провод общий идет к батарее, а остальные — к тяговому мотору и соленоидам поворота. Две стенки ящика промежуточных реле сделайте открывающимися. Как и в приемнике, сделайте переходные контакты для проводов.

## VI. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Исполнительными механизмами будут: тяговый мотор, механизм поворота право — лево, прожектор, пушка и сигнальные лампочки.

### ТЯГОВЫЙ МОТОР

Тяговый мотор приводит в движение модель. В радиопароходе он вращает гребной вал, в броневике — ведущую ось.

В качестве тягового мотора можно взять мотор типа ИД (но не ДМИ-1 и не ДМИ-2) завода „Динамо“. Ленинградскими заводами изготавливаются моторчики, рассчитанные на 6 вольт, но такой моторчик слишком слаб для броневика. В Кировске фабрикой наглядных учебных пособий тоже изготавливаются моторчики, но и они слабы; правда, при 6 вольтах они дают довольно большое число оборотов, но мощность их ничтожна.

Можно купить хороший 15-ваттный мотор, изготовленный заводом „Электросила“, марки УК; он рассчитан на 110 вольт, и

его придется перемотать на напряжение до 8 вольт. Можно, наконец, взять мотор от кинопередвижки типа Г-2 на 110 вольт, изготавливаемый заводами Главного управления кинофотопромышленности, и также перемотать его обмотку на 8 вольт. Для этого достаточно снять с якоря и с полюсов мотора 110-вольтовую обмотку и обмотать проводом 0,3—0,4 мм до заполнения якоря и полюса. Обмотку полюсов сделать очень легко, а якорь обмотать гораздо сложнее: тут надо знать устройство машин постоянного тока.

Впрочем, можно намотать якорь, и не вдаваясь в теорию. Нужно только проследить, как идет обмотка у купленной машины, к каким коллекторным пластинам она припаивается, и сделать точно такую обмотку, заменив сечение обмоточного провода.

Еще лучше построить мотор самому. Описание его устройства и работы дано в книге А. Абрамова и П. Хлебникова „Самодельные электромоторы и трансформатор“.

Но мощность этого электромотора для нас недостаточна, и ее придется немного увеличить. Толщину статора следует взять больше раза в полтора. Толщину полюсных башмаков и ротора увеличить на 2 мм. Внешний диаметр мотора с учетом утолщения его полюсов взять больше на 10 мм. Длину статора и ротора по оси увеличить на 10 мм. Длину полюсов статора увеличить на 5 мм. Остальные размеры мотора получатся сами собой. Провод для обмотки полюсов статора возьмите вместо 0,4 мм диаметром 0,6 мм или 0,8 мм; для обмотки ротора можно взять 0,5—0,6 мм.

Если вы хотите дать еще одну команду модели — тихий ход, — намотайте на деревяжку кусок манганиновой, нихромовой, нейзильберовой или других подобных им сортов проволоки и включите полученный реостат в цепь якоря мотора последовательно через новое промежуточное реле тихого хода, питаемого от соответствующего контакта селектора.

Величину сопротивления подберите опытным путем; она зависит от того, на сколько желательно уменьшить скорость движения модели. Можно дать мотору и задний ход. Для этого надо переключить направление тока в обмотке возбуждения или в обмотке якоря, оставив направление тока в одной из них тем же. Лучше изменять направление тока в обмотке якоря, а в обмотке возбуждения не менять.

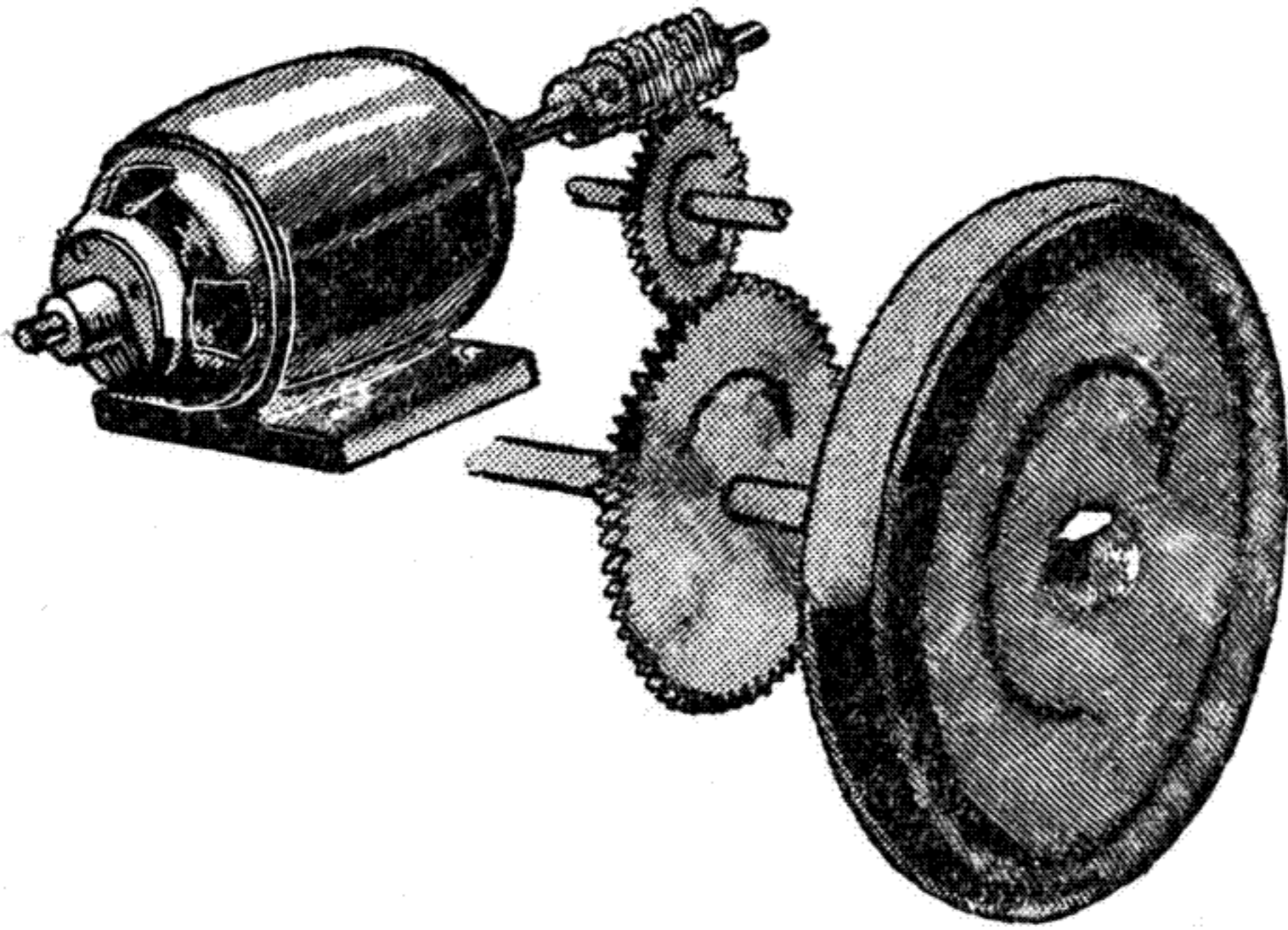


Рис. 36. Передача силы от мотора на ведущую ось броневика.

Передачу от мотора на ведущую ось броневика осуществите с помощью червяка и червячного колеса от „конструктора“. Эта передача уменьшает число оборотов ведущей оси и увеличивает тягосе усилие. Помните „золотое“ правило механики: то, что теряем в скорости, то выигрываем в силе, и наоборот.

Правда, в червячной передаче у нас будут потери, и ее нужно хорошо смазывать маслом или тавотом, чтобы потери были небольшие. Еще лучше червяк поместить в жестяную коробочку (ванночку) и в нее налить масло, — тогда будет непрерывная смазка. Так часто делается в сложных больших машинах, но для модели это необязательно.

Схема соединения вала мотора с ведущей осью показана на рис. 36. При соединении червяка с червячным колесом нужно обратить особое внимание на точность их взаимной установки. Малейшие перекосы могут привести к неправильной работе червячной передачи, а это вызовет лишние потери на трение и быстрое стирание резьбы червяка.

Размеры ведущих колес броневика, расположение и крепление мотора даны дальше.

## МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА ПРАВО--ЛЕВО

Для того чтобы изменить направление движения броневика, нужно, очевидно, повернуть одну из осей с колесами. Свободная ось у нас передняя. На рис. 37 показан механизм поворотов.

Два квадратных конца осей колес приклепываются к общей планке (рис. 38). Другие концы осей колес имеют круглые выточки, на которые надеваются колеса. На колеса натягиваются резиновые шины. Когда колеса с шинами надеты, на выточки осей навинчиваются гайки и контргайки.

Если колесо деревянное, проложите шайбу диаметром 20—25 мм между колесом и прямоугольной частью оси. Когда будете опиливать напильником ось, обратите внимание на то, чтобы

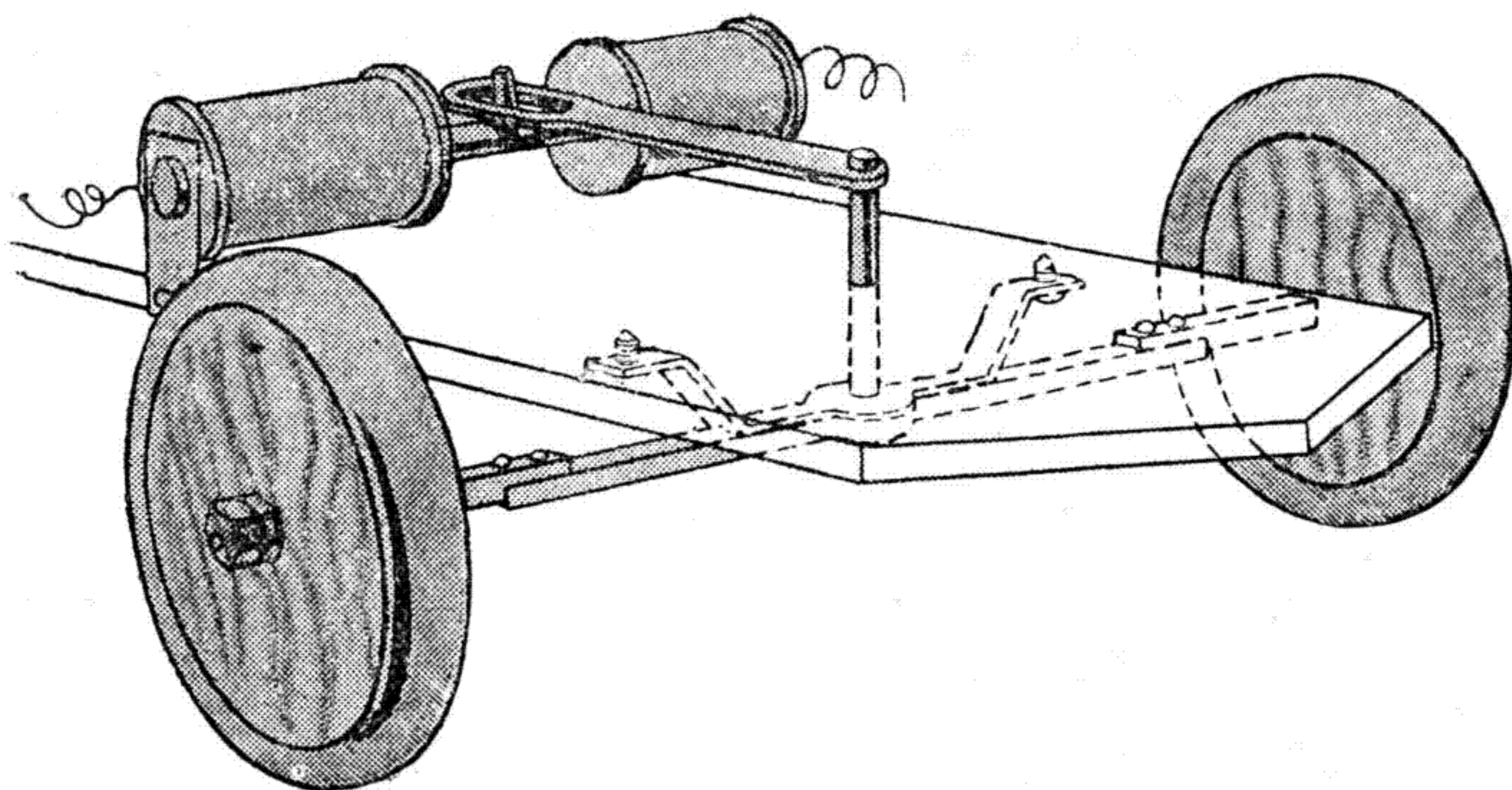


Рис. 37. Общий вид механизма поворотов.

круглая часть ее была действительно круглой, иначе колесо будет вращаться неправильно и перекосы создадут лишнюю трату энергии.

Сквозь планку и доску основания броневика пропустите шкворень — толстую проволоку или длинный шуруп, с которого спилите напильником нарезку, превратив его в гладкий стержень с головкой. Головку шкворня припаяйте к планке. На верхний конец шкворня под углом  $90^\circ$  припаяйте поворотную „вилку“

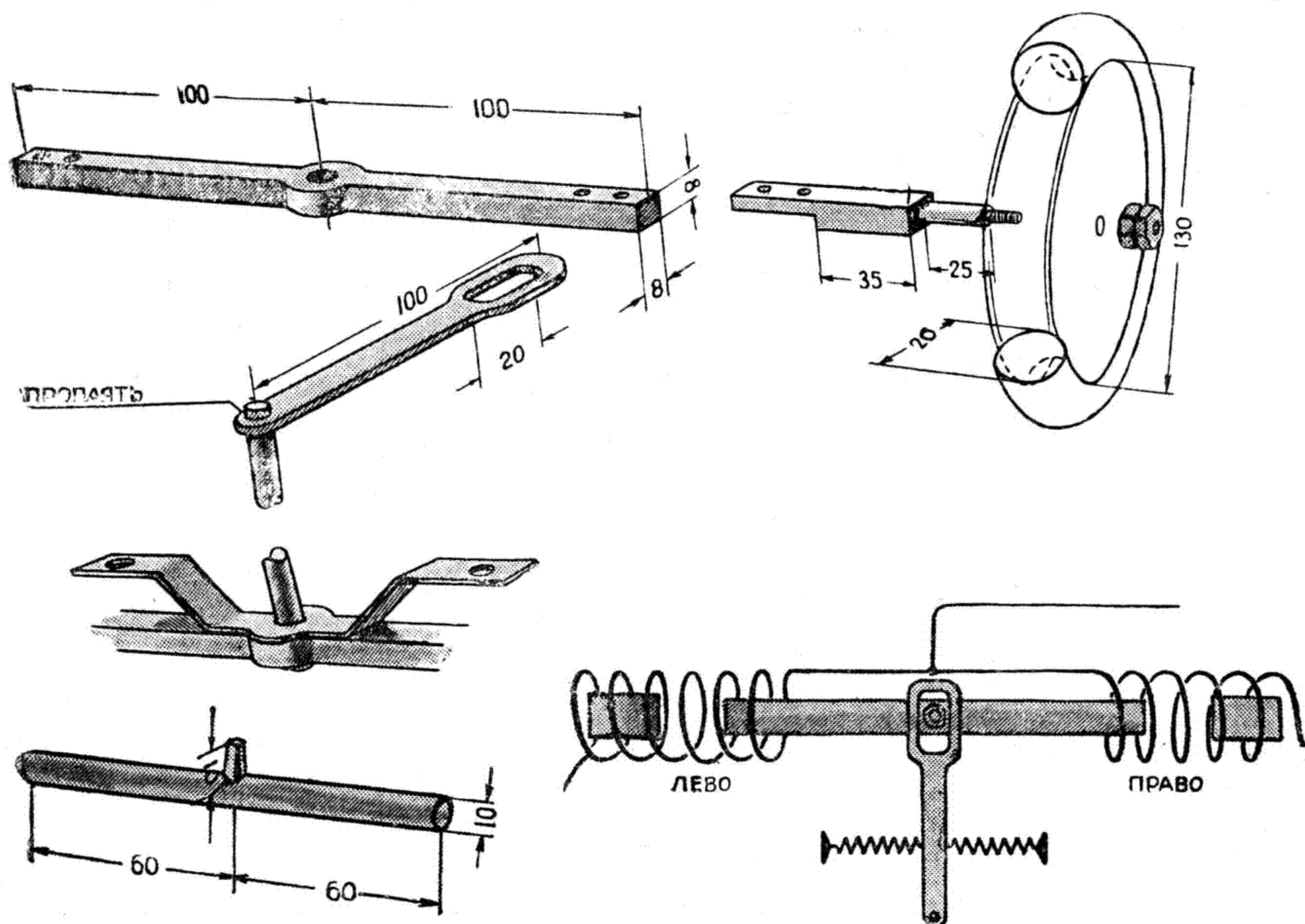


Рис. 38. Детали механизма поворотов.

с отверстием на конце размером  $20 \times 10$  мм. Края отверстия должны быть гладкими. Это отверстие нужно для прохода сквозь него шпильки, вклепанной в якорь соленоидов.

Якорь, общий для обоих соленоидов, сделайте из куска круглого мягкого железа диаметром 10 мм. Диаметр шпильки 4—5 мм, высота 10 мм. По отношению к якорю она должна быть строго вертикальна. Когда броневик идет прямо, вилка должна стоять тоже прямо, и, чтобы она не передвигалась от неровностей почвы, ударов и толчков от камней, попадающих под колеса, ее удерживают две пружины, с одинаковой силой оттягивающие ее влево и вправо.

Пружины одними концами прикреплены к вилке, а другими — к основанию броневика. Когда подается команда „лево“, в правый соленоид включается ток и в него втягивается якорь. При движении якоря шпилька нажимает на вилку, а так как с другим концом вилки соединен шкворень, то вместе с вилкой поворачивается и планка с осями колес. Броневик пойдет влево.

Если выключить ток из правого соноида, пружины опять поставят вилку прямо и броневик перестанет поворачивать. То же самое произойдет при команде „право“.

Силу тяги пружин установки в нейтральное положение подберите опытным путем. Они не должны быть слабыми, чтобы не было виляний броневика вправо — влево при отсутствии команд поворотов, но и не должны быть чересчур сильными, чтобы соленоид смог, преодолев их сопротивление, повернуть ось.

На рис. 37 видно, что основание броневика соединено с планкой осей не жестко, а покоится на рессорах, сделанных из упругих стальных или бронзовых пластинок. Рессоры привинчиваются к доске основания броневика шурупами; ширина рессор 8 мм.

Соленоиды сделайте так: склейте две картонные катушки внутренним диаметром 10 мм и длиной 80 мм. Каждую катушку обмотайте до заполнения звонковым проводом 0,8 мм. Внешний диаметр катушек должен быть 60 мм.

С наружных концов вставьте в соленоиды железные стержни диаметром 10 мм и длиной 45 мм для увеличения силы тяги соленоидов. Эти стержни называются стопами; они видны на рис. 38.

Обмотки соленоидов соединяются, как показано на рисунке: один общий провод идет к батарее, а два других — к двум промежуточным реле право — лево.

Крепить соленоиды к основанию броневика можете как угодно: хотите скобками, как крепили батарею в приемнике, хотите на стойках, но надо обратить самое серьезное внимание на то, чтобы оба соленоида находились на одной прямой, иначе будут перекосы и заедания.

Дав сигнал поворота вправо или влево, мы можем наблюдать, на какой угол повернется броневик, и как только увидим, что он повернулся на тот угол, на который нам надо, прекращаем подачу тока в обмотку соленоидов, отдав новое распоряжение.

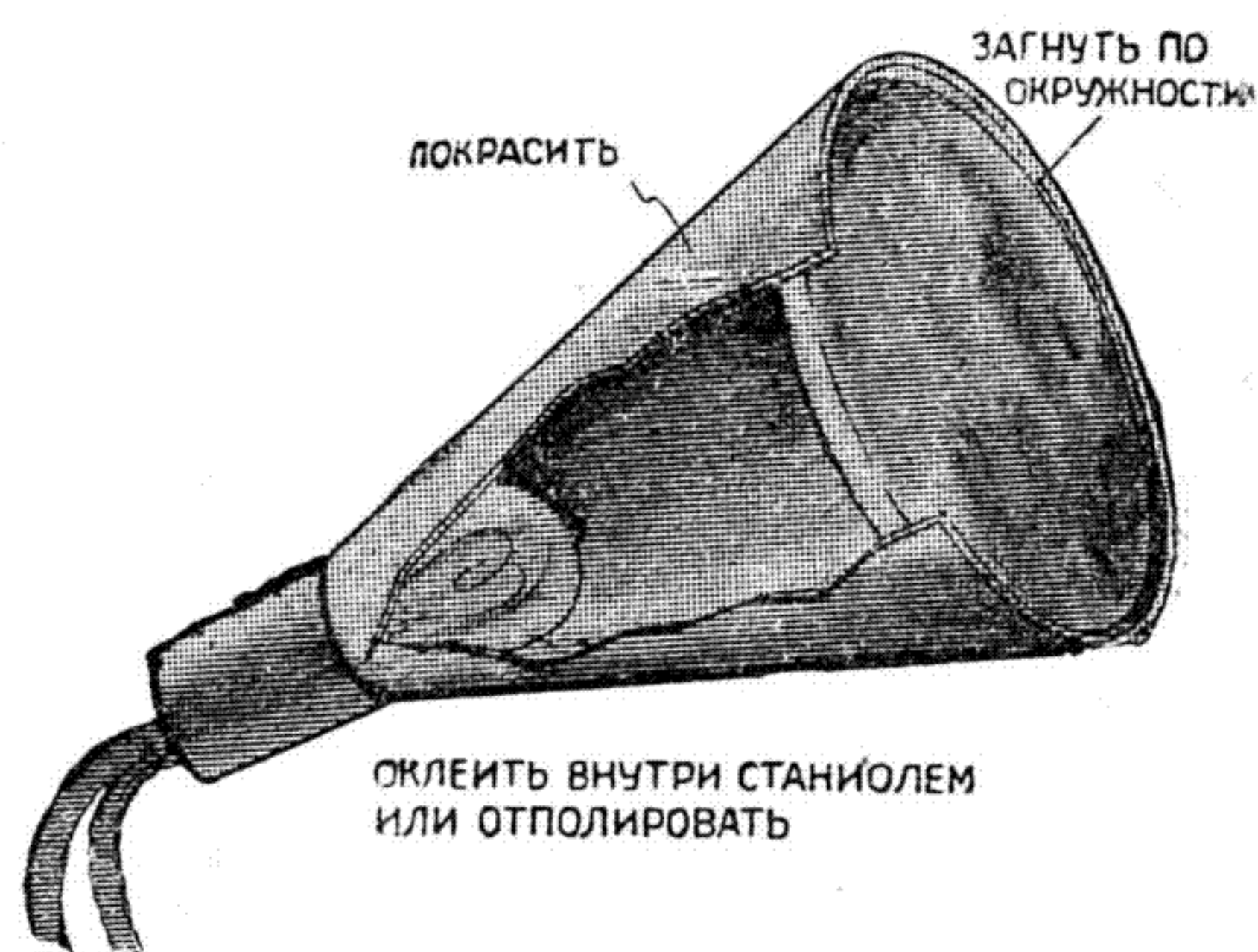


Рис. 39. Проектор.

## ПРОЖЕКТОР

Прожектор на броневике установите, где хотите. Для его устройства понадобится шестивольтовая лампочка автомобильного типа и рефлектор с увеличительным стеклом.

Из куска жести согните конусообразный футляр, в узком отверстии которого (рис. 39) поместите патрон для лампочки, а в широкое отверстие конуса вставьте увеличительное стекло. Это стекло можно взять от карманного электрического фонаря. Края жестяного конуса прожектора загните аккуратно плоскогубцами, чтобы стекло не вывалилось. Прежде чем вставить стекло и лампочку, внутреннюю поверхность конуса прожектора нужно сделать блестящей, отражающей свет. Для этого можно оклеить ее станиолом. Приклеивать его можно синдетиконом или шеллаком. Слой станиоля должен быть гладкий, без складок и разрывов. Снаружи окрасьте прожектор какой-нибудь краской.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПУШКА

Боевое вооружение модели броневика или судна может состоять из одной или нескольких электрических пушек. Возьмите толстостенную металлическую трубку диаметром 5—6 мм и длиной 60—80 мм. Это будет ствол пушки. Желательно взять трубку



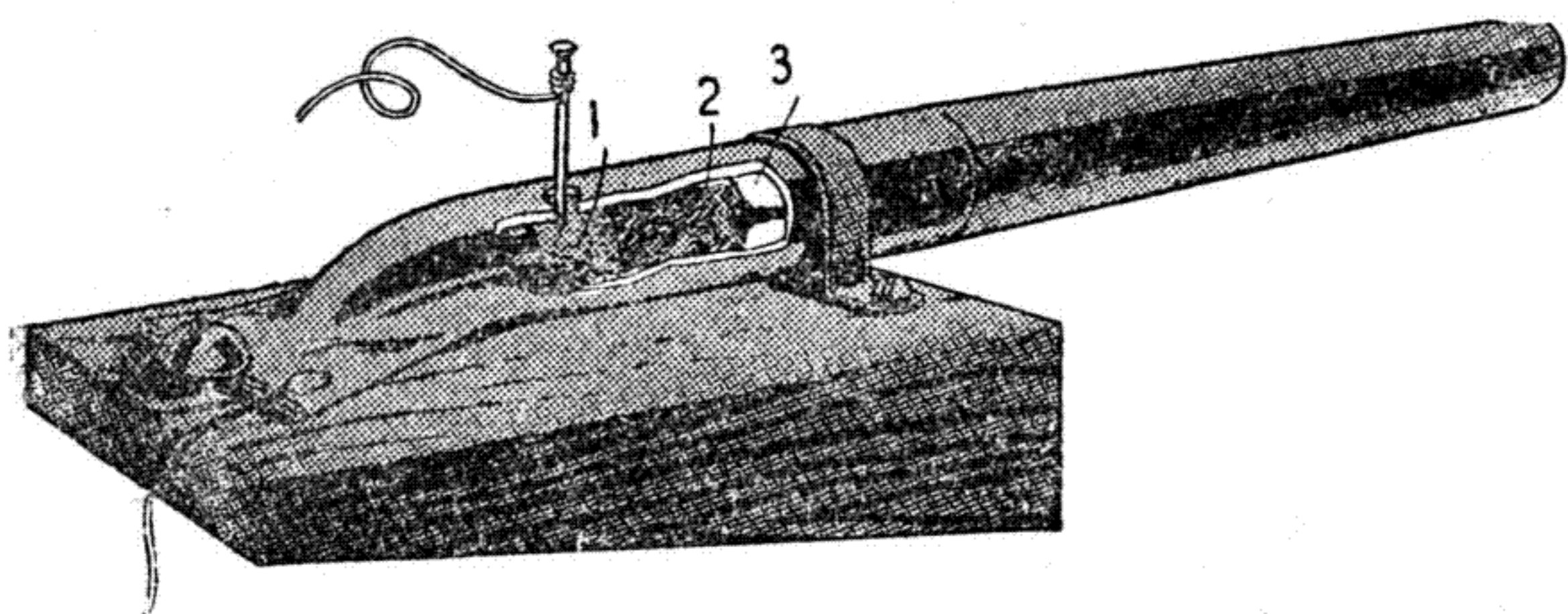


Рис. 40. Самодельная пушка: 1—магниевая вспышка, 2—порох, 3—снаряд.

из красной меди: она обладает большей вязкостью и в случае разрыва не разлетается на кусочки, как это случается со стальной трубкой.

Одно отверстие трубки нужно расклепать

и тщательно пропаять. Отступя на 3 мм от запаянного конца трубки, пропилите трехгранным напильником небольшую щель (рис. 40).

Пушку укрепите железными скобами, установив ее под некоторым углом к горизонту. Хотите — сделайте ее поворотной, хотите — закрепите неподвижно в одном каком-либо положении.

Чтобы зарядить пушку, насыпьте в ствол немного магниевой вспышки, которую употребляют фотографы, затем немного черного охотничьего пороха и, наконец, снаряд — закругленную с одного конца деревяжку.

В прорез ствола воткните провод, идущий от селектора, так, чтобы он входил в магниевую вспышку, не касаясь металла ствола. Изолируйте его чем-нибудь. Второй провод от батареи припаяйте к стволу пушки.

При включении тока магний вспыхнет, взорвется порох, пушка выстрелит. Если вы делаете пароход, можете поставить несколько таких пушек по правому и по левому бортам и включать их не сразу, а по очереди.

### СИГНАЛЬНЫЕ ЛАМПОЧКИ

Лампочки от карманного фонаря покройте сверху спиртовым лаком различных цветов. Ставить более мощные лампочки для сигнализации не имеет смысла. Это лишь напрасно будет разряжать батарею, которая и без того чересчур нагружена, да к тому же свет от лампочек карманного фонаря будет виден издали достаточно ясно. Если будете делать не броневик, а пароход, сигнальные лампочки на мачтах будут очень красиво выглядеть.

По схеме телеуправления лампочки сигнализируют нам о поворотах модели. Влево — загорается левая бортовая лампочка, например красная, вправо — зеленая. Контрольная лампочка, сиг-

нализирующая о работе селектора, загорается каждый раз, когда селектор выполняет переданные ему по радио приказания. Вспыхивание лампочки указывает на правильность работы не только селектора, но и приемника.

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Лучше всего пользоваться не сухими элементами, которые быстро портятся, а наливными элементами или аккумуляторами, лучше всего, конечно, аккумуляторами.

В продаже есть аккумуляторы кислотные и щелочные. Лучше воспользоваться щелочными аккумуляторами саратовского завода, батарея которых дает около 5 вольт рабочего напряжения; емкость их 10 ампер-часов. Размер батареи аккумуляторов  $150 \times 80 \times 80$  мм. Их нужно две штуки. Есть еще в продаже кислотные аккумуляторы ленинградского завода имени лейтенанта Шмидта. Они дают напряжение 4 вольта, при емкости 40 ампер-часов и размере  $150 \times 100 \times 100$  мм, но обладают почти вдвое бóльшим весом по сравнению со щелочными, и поэтому для нас неудобны.

В конце концов, из обыкновенных стаканов, цинка, угля, раствора двуххромокислого калия и серной кислоты вы сами сможете сделать отличные элементы Грене. Правда, эксплуатация их обойдется дороже, чем аккумуляторов, благодаря тому, что цинк в этих элементах быстро растворяется и его часто нужно заменять новым.

## VII. МОНТАЖ ПРИБОРОВ НА МОДЕЛИ

Все приборы — приемник, селектор, ящик с промежуточными реле, тяговый мотор и соленоиды рулевого управления — крепятся на основании (шасси) броневика.

Для основания возьмите доску крепкого дерева размером  $750 \times 315 \times 10$  мм и выпилите ее ручной пилой, как показано на рис. 41. В левом конце доски будет ведущая ось с мотором, в правом конце — направляющая ось с соленоидами рулевого управления. В центре укрепите аккумуляторы. Между аккумуляторами и соленоидами рулевого управления установите ящик с промежуточными реле.

Приемник, в котором находится когерер, декогерер и первичное

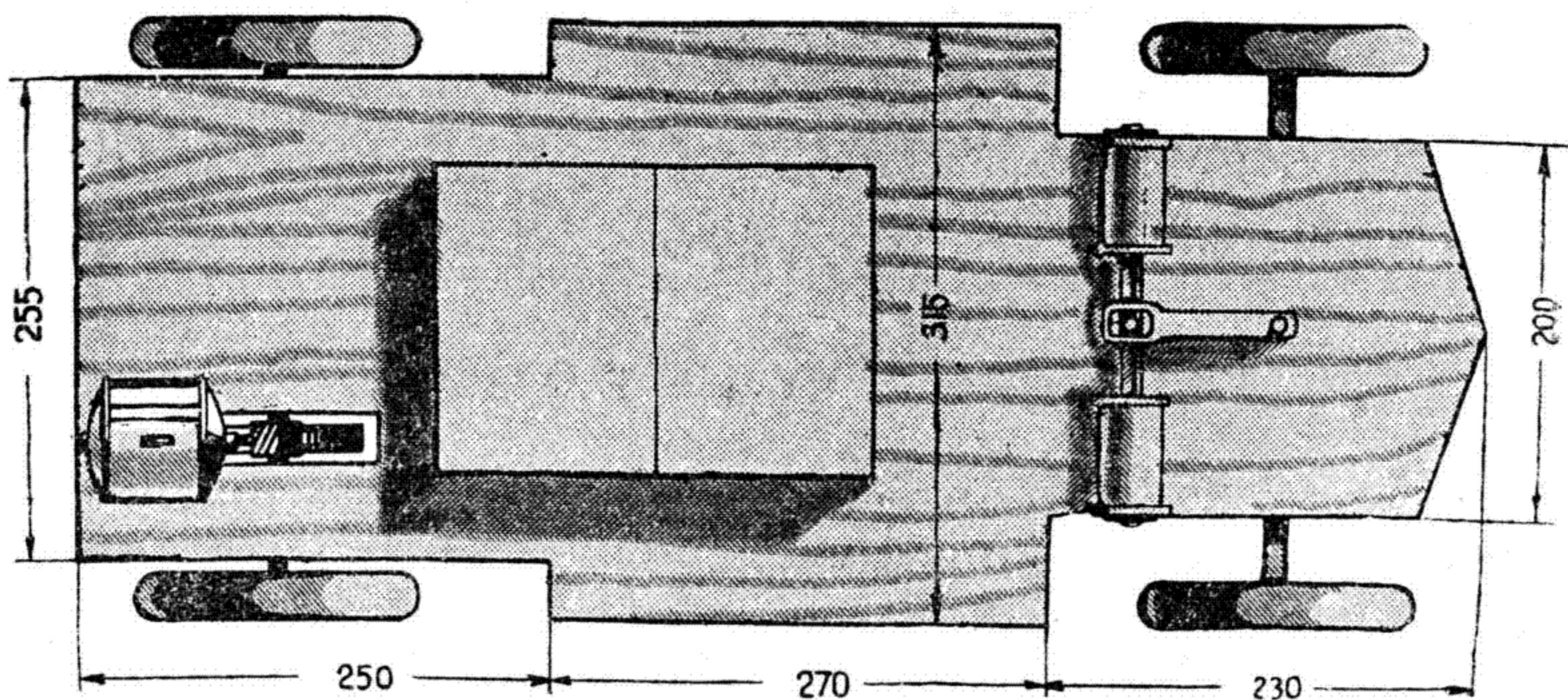


Рис. 41. Шасси броневика.

реле с батареей, укрепите по левой стенке броневика. На крышке приемника установите селектор.

Для наблюдения за работой приемника стенка у него откидная, крышка селектора легко снимается; ящик с промежуточными реле также должен иметь откидные стенки, либо в его крышку должно быть врезано стекло. Все приборы таким образом предохранены от попадания в них пыли, грязи и т. д.

На провода, соединяющие различные приборы, наденьте резиновые трубки для предохранения от повреждений и прикрепите

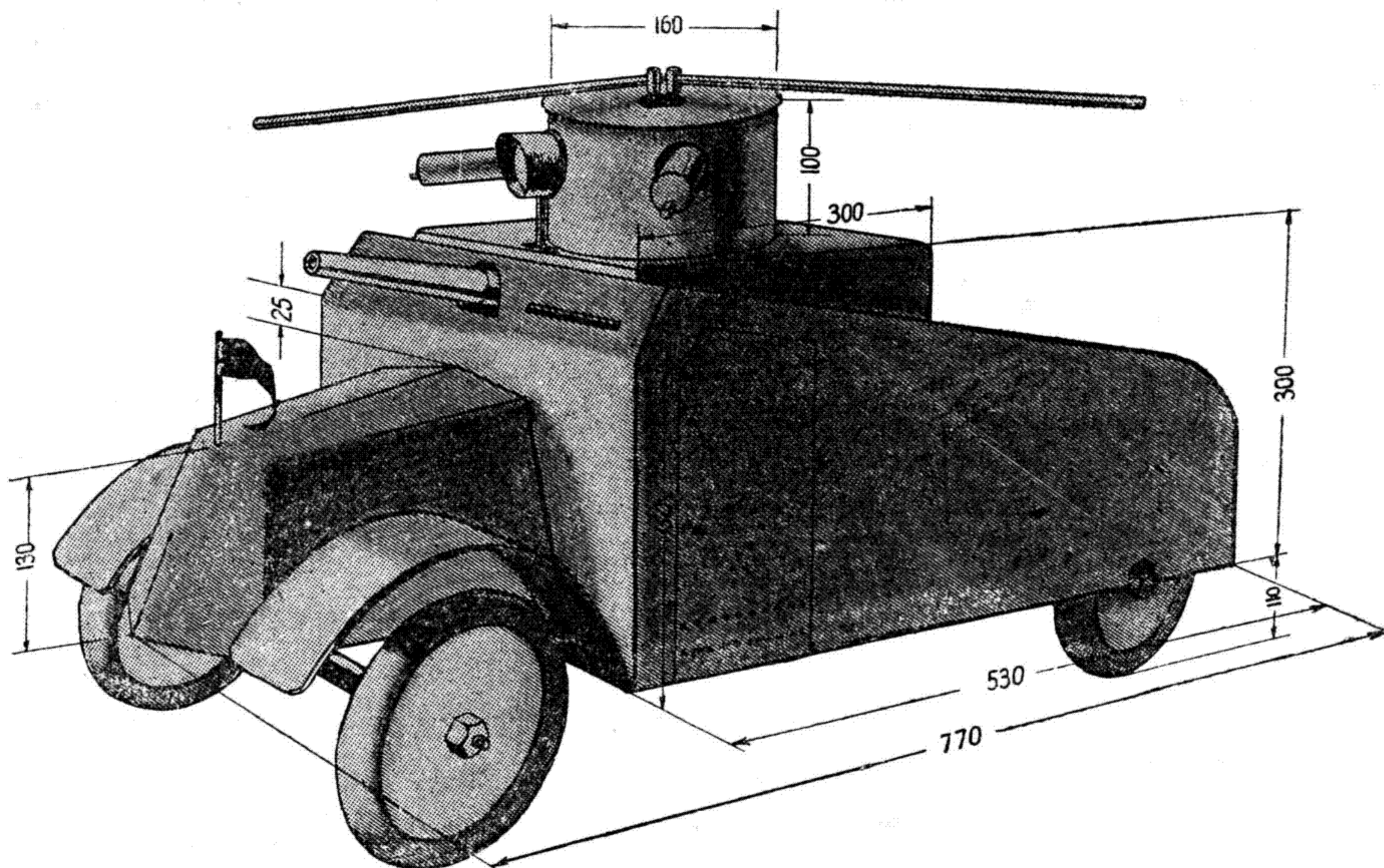
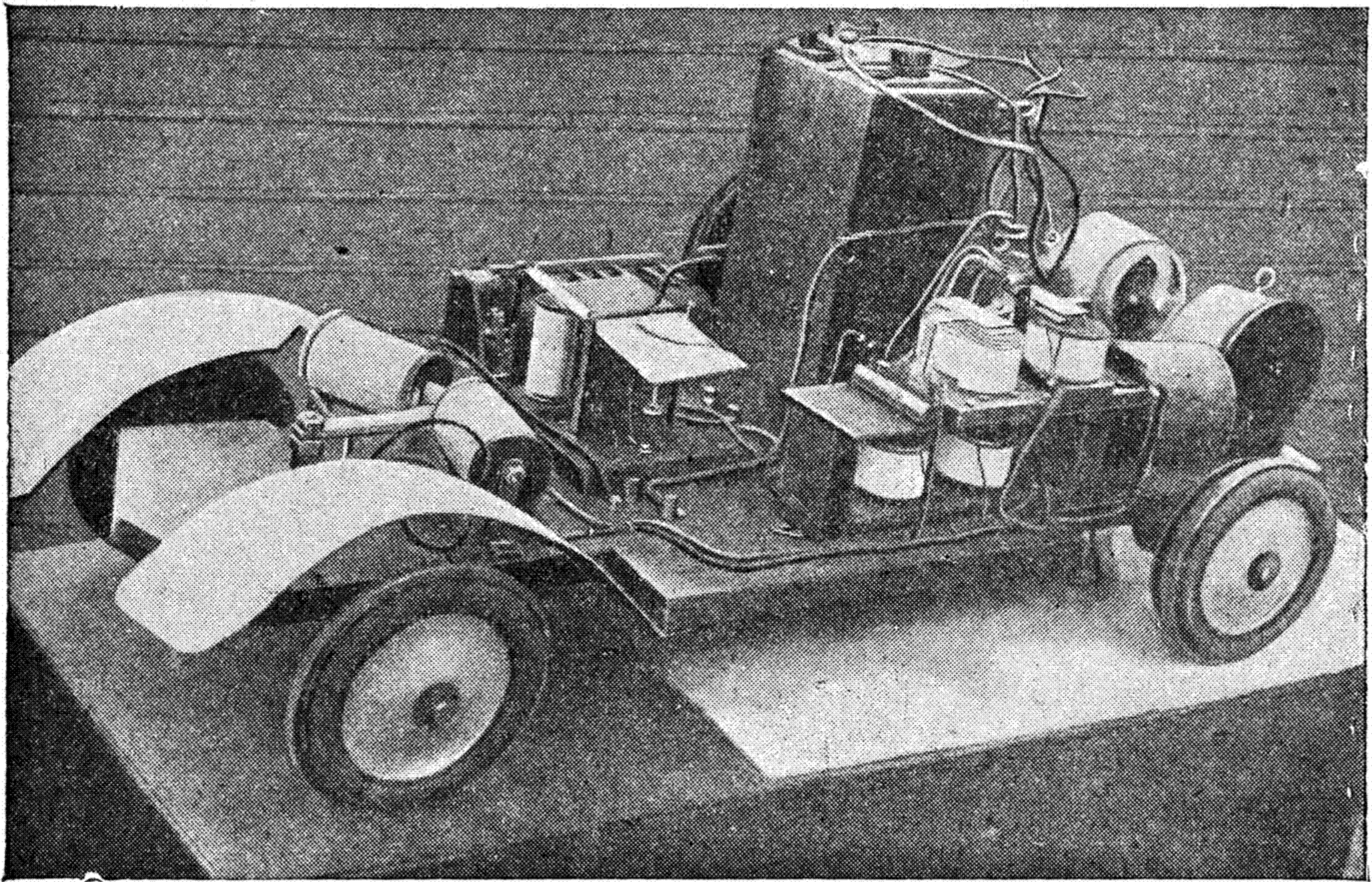


Рис. 42. Броневик в собранном виде.



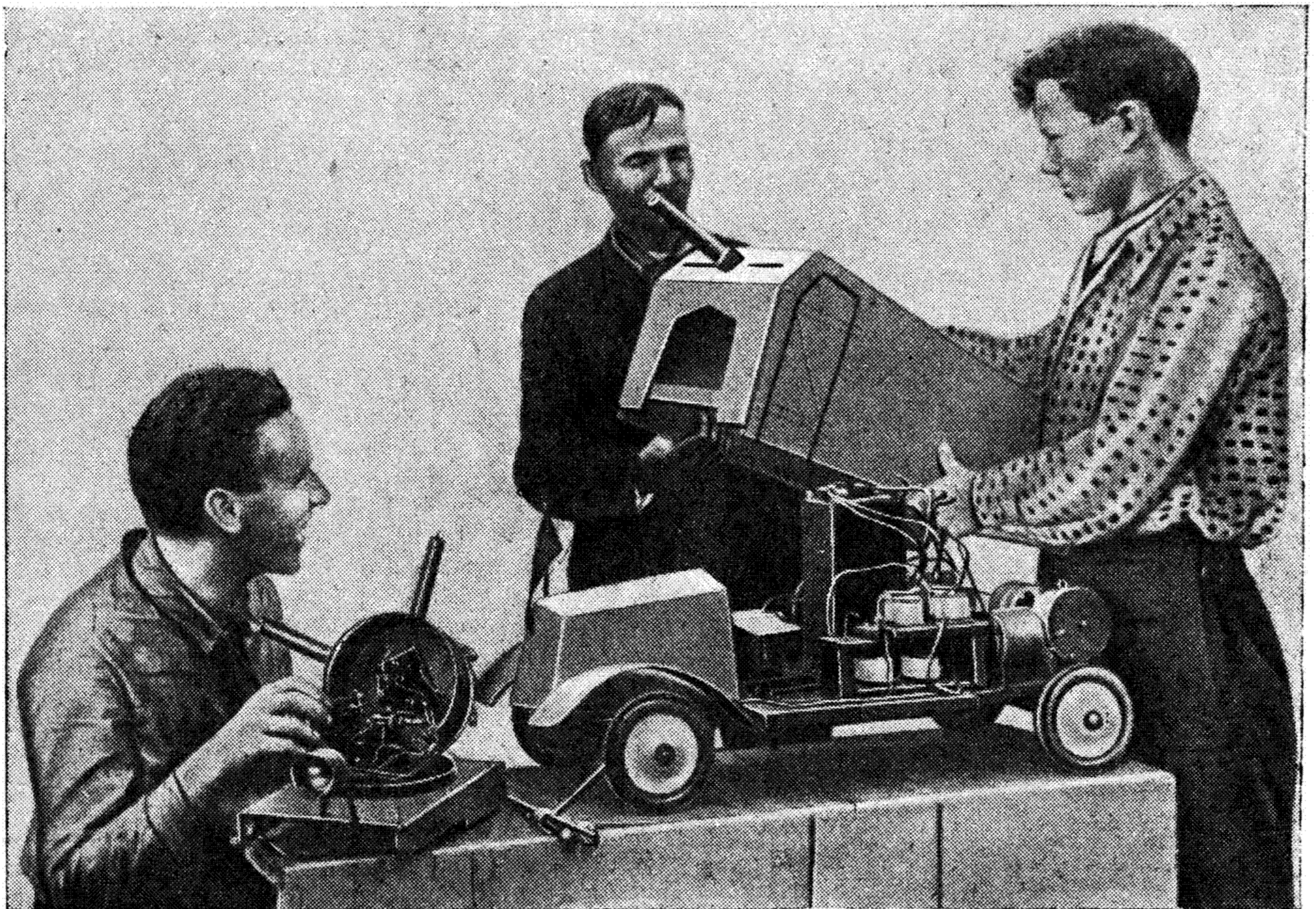
*Рис. 43.* Фото расположения приборов на броневике Эйдуса и Петрухина.

скобками к основанию машины. Ни один провод не должен болтаться, все должно быть закреплено совершенно жестко. Это избавит от большой потери времени в поисках повреждений и обеспечит надежную работу машины. Кроме того, аккуратная прокладка проводов придаст всей модели опрятный вид.

Основание броневика с укрепленными на нем приборами покрывается фанерным футляром, в крышке которого установлены антенны, в башне — пулеметы, спереди — пушка и сигнальные лампочки (рис. 42).

Между основанием и кожухом для проводов от антенны, пушки и сигнальных лампочек установите переходные контакты такого типа, как в приемнике. Можно эти контакты сделать в виде ножей рубильника: когда кожух надевается, ножи, сделанные в одной из его стенок, врубаются в пружинящие губки рубильника, укрепленные на основании броневика.

Если вы не сделаете переходных контактов, то при поднятии футляра-кожуха броневика за ним потянутся провода. Отсутствие переходных контактов создаст массу неудобств, так как каждый раз, когда снимается футляр, нужно отсоединять провода, затем вновь их соединять, тогда как при переходных контактах доста-



*Рис. 44.* Конструкторы броневика за работой.

точно снять или надеть футляр, чтобы получить разъединение или соединение соответствующих цепей.

В броневике Эйдуса и Петрухина все приборы смонтированы просто на основании броневика; переходных контактов нет (рис. 43 и 44), и часто много времени приходится тратить на регулировку.

Переходные контакты должны быть сделаны очень тщательно, пружинные губки их должны быть надежны и не отгибаться со временем, они должны быть чисты, чтобы обеспечить хороший контакт.

Броневик готов и может быть пущен в ход.

## **VIII. ПУСК И РЕГУЛИРОВКА МОДЕЛИ**

При каждом нажатии ключа на передающей станции срабатывает приемник, храповик селектора поворачивается собачкой на один зубец, передвигая контактную пластинку с одного контакта на другой.

Контакты селектора присоединены к различным цепям испол-

нения либо прямо (сигнальные лампы, пушки), либо через промежуточные реле. Один контакт селектора должен быть „нулевым“. Он никуда не присоединяется, и контактная пластинка, находясь на нем, не замыкает никакой цепи исполнения. Этот нулевой, или холостой, контакт нужен нам перед началом работы.

Первая команда — „пуск“, значит, от второго контакта селектора должно срабатывать стартстопное реле, которое включит тяговый мотор.

Если теперь мы дадим вторую команду, нажав еще раз ключ передатчика, пластина селектора перейдет на третий контакт и на промежуточное стартстопное реле питания подавать не будет. Но так как мы сделали это реле с блокировкой трением оси якоря, оно попрежнему будет замыкать ртутный контакт питания цепи тягового мотора, и модель будет продолжать двигаться.

От третьего контакта селектора у нас идет провод, допустим, в левый соленоид рулевого управления. Модель броневика или

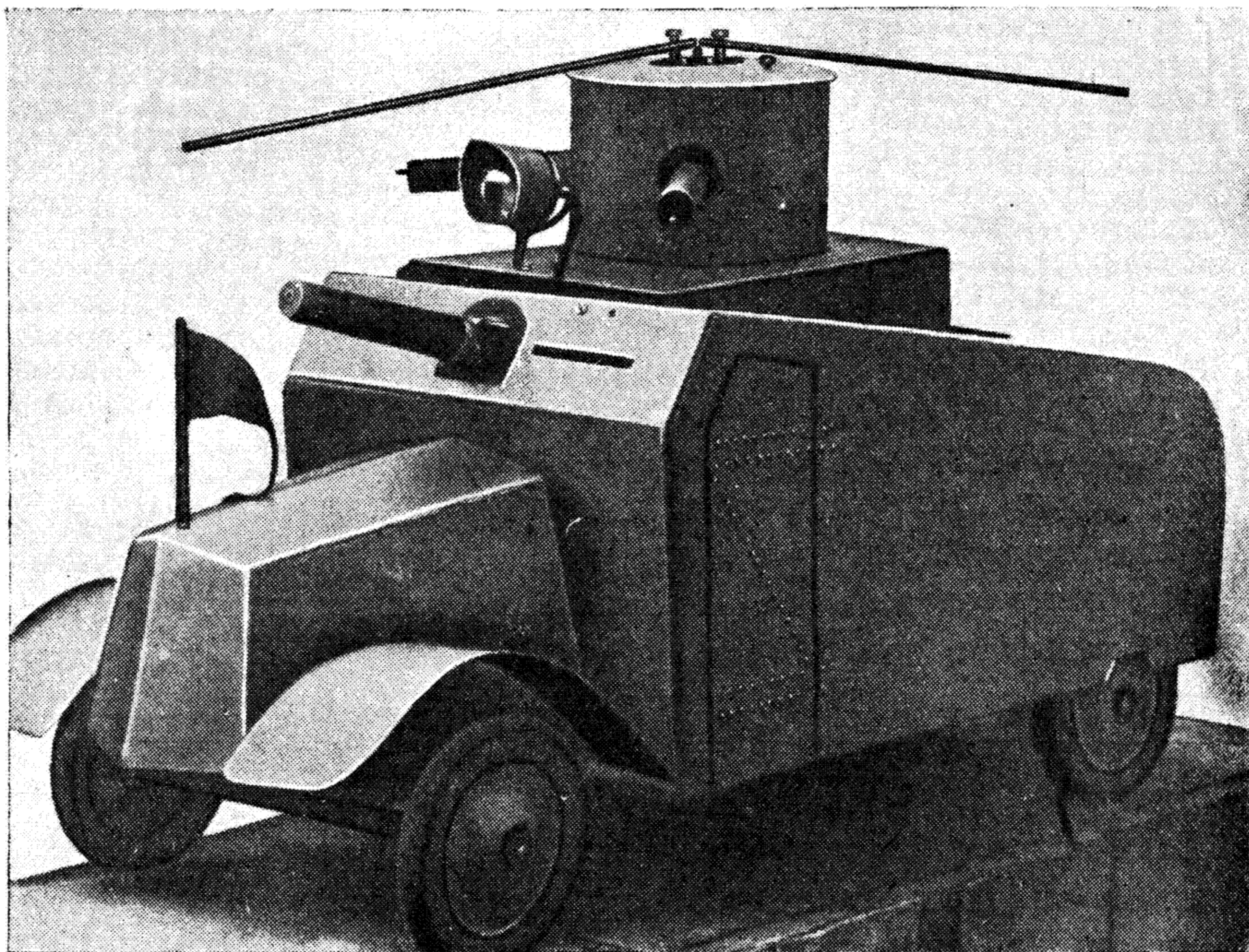


Рис. 44а. Общий вид броневика.

судна пойдет вправо и будет идти так все время, пока пластинка селектора находится на третьем контакте.

Чтобы прекратить поворот влево, достаточно нажать на ключ передатчика третий раз. Селектор сработает, и пластинка его перейдет на четвертый контакт, который, допустим, соединен с прожектором. Нажмем ключ еще раз (четвертый по счету), дадим включение на пятый контакт — модель пойдет влево и будет идти до тех пор, пока мы не дадим пятого нажатия ключом.

Пятое нажатие переводит пластинку селектора на шестой контакт, который, например, соединен со второй обмоткой „стоп“ стартстопного реле. Модель немедленно остановится. Нажав еще раз ключом, мы заставим включиться седьмой контакт селектора, который соединен с пушкой; от восьмого контакта получим опять пуск, затем поворот вправо, влево, пулемет и т. д.

Посмотрим, какие могут быть неисправности в работе телеуправляемого броневика и как эти неисправности устранить.

Неисправности могут быть в: 1) передающей станции, 2) приемной станции, 3) селекторе, 4) промежуточных реле, 5) исполнительных механизмах.

### НЕИСПРАВНОСТИ В ПЕРЕДАЮЩЕЙ СТАНЦИИ

Катушка Румкорфа не дает искры. Нужно проверить частоту поверхностей разрядника, проверить работу прерывателя Симона, проверить вторичную обмотку — не пробило ли ее. Проверить обмотки можно телефоном. Если разрядник обгорел или покрылся слоем пыли, надо почистить его шкуркой и вытереть тряпочкой, смоченной в спирте. Если пробило вторичную обмотку индукционной катушки, осторожно разберите ее; очистив от парафина и вытащив поврежденную секцию, замените ее новой. Не заливая парафином, проверьте еще раз остальные секции, проверьте места спаек секций вторичной обмотки и только после тщательной проверки всех секций на обрыв, включая их концы через батарею, либо на телефон, либо на гальваноскоп, можете опять собрать катушку.

Если плохо работает прерыватель Симона, нужно его разобрать, очистить свинцовые электроды от белого налета сульфата свинца, переменить раствор серной кислоты, заменив его свежим, проверить места соединений свинцовых электродов с клеммами.

Если деревянная крышка прерывателя Симона не пропарафинена, пары кислоты делают ее проводящей ток, и прерыватель Симона начинает работать плохо из-за большой утечки тока по крышке.

### МОЖЕТ ПЛОХО РАБОТАТЬ АНТЕННА

Если искры между разрядниками катушки слабы и неравномерны, нужно укоротить антенну. Если искры сливаются в один сплошной поток, это значит, что длину антенны нужно увеличить.

### ПЛОХОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Плохое заземление также может влиять на работу передатчика. Сопротивление заземления должно быть ничтожно малым. Если заземление дано на водопроводную трубу или трубу парового отопления, проверьте его, зачистите и пропаяйте место присоединения проводника к трубе.

Чтобы всех этих неисправностей избежать, необходимо внимательное отношение ко всякой, на первый взгляд, мелочи и тщательное выполнение работы. Нужно делать не торопясь, внимательно, тогда меньше времени придется тратить на поиски неисправностей в отдельных частях передающей и приемной станций.

### НЕИСПРАВНОСТИ В ПРИЕМНОЙ СТАНЦИИ

Неисправности в приемной станции могут произойти от многих причин. Чаще всего неправильно отрегулирован приемник сигналов — когерер и декогерер. Это наиболее тонкая часть приемника, требующая особо точной регулировки.

Может случиться, что когерер срабатывает, реле первичной цепи срабатывает, селектор также срабатывает, а декогерирования не произойдет.

Это может произойти от того, что в когерере спекаются опилки, или от того, что мала сила удара декогерера.

Для устранения этого надо раздвинуть стерженьки когерера, — это увеличит сопротивление слоя опилок.

Если после этого декогерирования все же не произойдет, значит, плохо работает сам декогерер. Нужно его осмотреть, поджать контакты, почистить регулировочный контактный винт. Если и после этого декогерирования не происходит, проверьте напряже-



ние батареи приемника,— может быть, она „села“, и ее напряжение недостаточно. Тогда поставьте свежие батареи и вновь испытайте работу приемника. Если первичное реле после декогерирования все же остается включенным, проверьте, не отскочили ли бумажки, предохраняющие якорь от прилипания к сердечникам.

Проверьте оттяжную пружину якоря,— может быть, она вытянулась и плохо оттягивает якорь обратно. Посмотрите, как обстоит дело с регулировочными винтами: не увеличился ли между контактный промежуток и не отвинтилась ли гайка регулировочного винта.

Может быть и другой случай, когда первичное реле не срабатывает. Причину тогда следует искать и в нем и в когерере. Ослабьте натяжение оттяжной пружины или сдвиньте стерженьки когерера. Наконец, может быть дело в приемной антенне: она коротка и не дает достаточной силы сигнала на когерер или плохо изолирована от заземления противовеса. Проверьте изоляцию и улучшите ее.

Проверьте надежность замыкания переходных контактов. Это, пожалуй, нужно проверить в первую очередь. Достаточно им загрязниться или не плотно прижаться друг к другу, как цепь уже нарушается.

#### НЕИСПРАВНОСТИ В СЕЛЕКТОРЕ

Допустим, что передатчик работает исправно, приемник принимает сигналы телеуправления и подает напряжение на клеммы селектора, но селектор не работает. Посмотрите, хорошо ли присоединены провода от клемм селектора к обмотке его электромагнита; проверьте, достаточно ли хорошо намагничивается сердечник электромагнита селектора, и, если намагничивание мало, чтобы заставить притянуться якорь с собачкой храповика, проверьте напряжение, подаваемое от приемника на селектор, посмотрите, не заедает ли ось якоря в подшипниках, не велико ли давление плоской пружинки якоря; если велико, уменьшите, отогнув ее немного вверх или заменив другой, менее упругой, из более тонкого материала.

Проверьте, не в храповике ли дело. Может быть, для поворачивания храповика требуется большее усилие, чем дает электромагнит. Тогда ослабьте спиральную пружинку, нажимающую на храповик, подняв выше гайку на оси храповика. Если

и этого будет недостаточно, смажьте фетровую или суконную прокладку под храповиком маслом. Это уменьшит трение.

Если, наконец, и это не помогает, нужно уменьшить нажим контактной пластины селектора на контакты, отогнув ее немного вверх.

### НЕИСПРАВНОСТИ В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

Если при исправных обмотках катушек не срабатывает стар-  
топное реле, несмотря на получаемые им сигналы от селектора, это значит, что слишком велико трение между ушками якоря и стойками. Нужно ослабить регулировочный винт, но не настолько, чтобы чересчур уменьшить трение, иначе после прекращения тока в обмотке у нас разорвется ртутный контакт питания мотора. Попробуйте подогнуть якорь, чтобы уменьшить между-  
железное пространство — пространство между якорем и сердечни-  
ками электромагнитов.

Если не получается исполнения сигнала „стоп“, может быть, просто прилипает якорь к сердечнику „старт“. Проверьте, не соскочили ли бумажки с сердечников реле.

### НЕИСПРАВНОСТИ В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЯХ

Тяговый мотор не работает. Просмотрите щетки мо-  
тора, не грязен ли коллектор; если загрязнился, почистите тонкой  
стеклянной бумагой, но ни в коем случае не наждачной.

Посмотрите, смазаны ли подшипники мотора, не оборваны ли  
где-нибудь провода обмоток якоря или полюсов, не отпаялись  
ли токоподводящие провода.

Если мотор все же не работает, нужно посмотреть, нет ли  
короткого замыкания в обмотке на корпус. Снимите с коллектора  
щетки или просто прервите питание их и, взяв батарейку от  
карманного фонаря или другой источник тока низкого напряже-  
ния, прикоснитесь одним полюсом к какой-нибудь ламели кол-  
лектора, а другим — к железу якоря. Если в месте касания по-  
явится искра, значит, есть соединение с корпусом. Отпаяйте все  
провода от коллектора и затем попеременно прикасайтесь к ним  
одним из проводов от источника тока, дав другой провод на  
корпус. Таким образом обнаружится, в какой из секций обмотки

якоря неисправная изоляция. Размотайте секцию, исправьте повреждение и вновь намотайте.

Может случиться, что одна из щеток не касается коллектора — изогните щетку и отрегулируйте нажим. Может быть, вал погнут, и ось мотора бьет — выпрямите ось и отрегулируйте величину междужелезного пространства.

Тяговый мотор гудит, но якорь его не вращается. Тут тоже возможно прилипание якоря к башмакам полюсов. Возможно также, что мотор не может сдвинуть с места тяжелую модель, тогда придется увеличить передаточное число передачи или поставить более мощный мотор.

Не работают соленоиды поворота право—лево. Проверьте, не оборваны ли провода, нет ли в катушках замыкания витков накоротко. Если сердечник не втягивается в соленоид, проверьте напряжение батареи. Если напряжение батареи не уменьшилось, провода целы, короткого замыкания в катушке также нет, очевидно, велико междужелезное пространство. Следует глубже вдвинуть стопы соленоидов, уменьшив ход якоря. Если причина в этом, якорь сразу втянется. Вреда особенного от уменьшения хода якоря не будет, но если раньше для поворота на угол  $45^\circ$  требовалось, скажем, 30 секунд, то сейчас при уменьшенном расстоянии между якорем и стопом соленоида на тот же угол поворота потребуется уже секунд сорок — сорок пять.

Не стреляют пушки. Может быть, плоха магниевая вспышка. Нет изоляции между проводом, идущим в прорез пушки, где насыпана магниевая вспышка, и корпусом пушки. Получается короткое замыкание на корпус. При этом магниевая вспышка не нагревается током и не вспыхивает, так как ток короткого замыкания не проходит через нее.

Вот, пожалуй, все основные неисправности и меры их устранения в приемно-передающей установке.

# ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ОТ ЭЛЕКТРОННОГО ПЕРЕДАТЧИКА

## I. ПРИНЦИП ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

В первой части этой книги было рассказано об интересных опытах германского физика Генриха Герца и нашего соотечественника А. С. Попова с электромагнитными волнами, получавшимися от индукционной катушки. Длина этих волн была около одного метра. Напомним, что в радиотехнике длиной электромагнитной волны называется расстояние, на которое распространяется волна за время ее образования, т. е. за время одного периода колебания.

Таким образом, длина волны равна скорости ее распространения, помноженной на продолжительность полного колебания. Математически это выражается формулой  $\lambda = CT$ , где  $\lambda$  — длина волны в метрах,  $C$  — скорость распространения волны в метрах в секунду,  $T$  — продолжительность колебания в секундах. Скорость распространения волн, по вычислениям и по опытам Герца, равна 300 тыс. км в секунду.

Следовательно, продолжительность полного колебания, или, как говорят, период колебания  $T = \frac{\lambda}{C} = \frac{\text{длине волны}}{\text{скорость распространения волны}}$ .

Для волны длиной в 1 м период колебания  $T$  будет  $= \frac{1}{300\,000 \cdot 1\,000} = 3,33 \cdot 10^{-9} = 0,00000000333$  секунды, т. е. в течение одной секунды произойдет  $n = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,00000000333} = 300$  млн. колебаний.

Такие высокочастотные колебания создают в эфире электро-

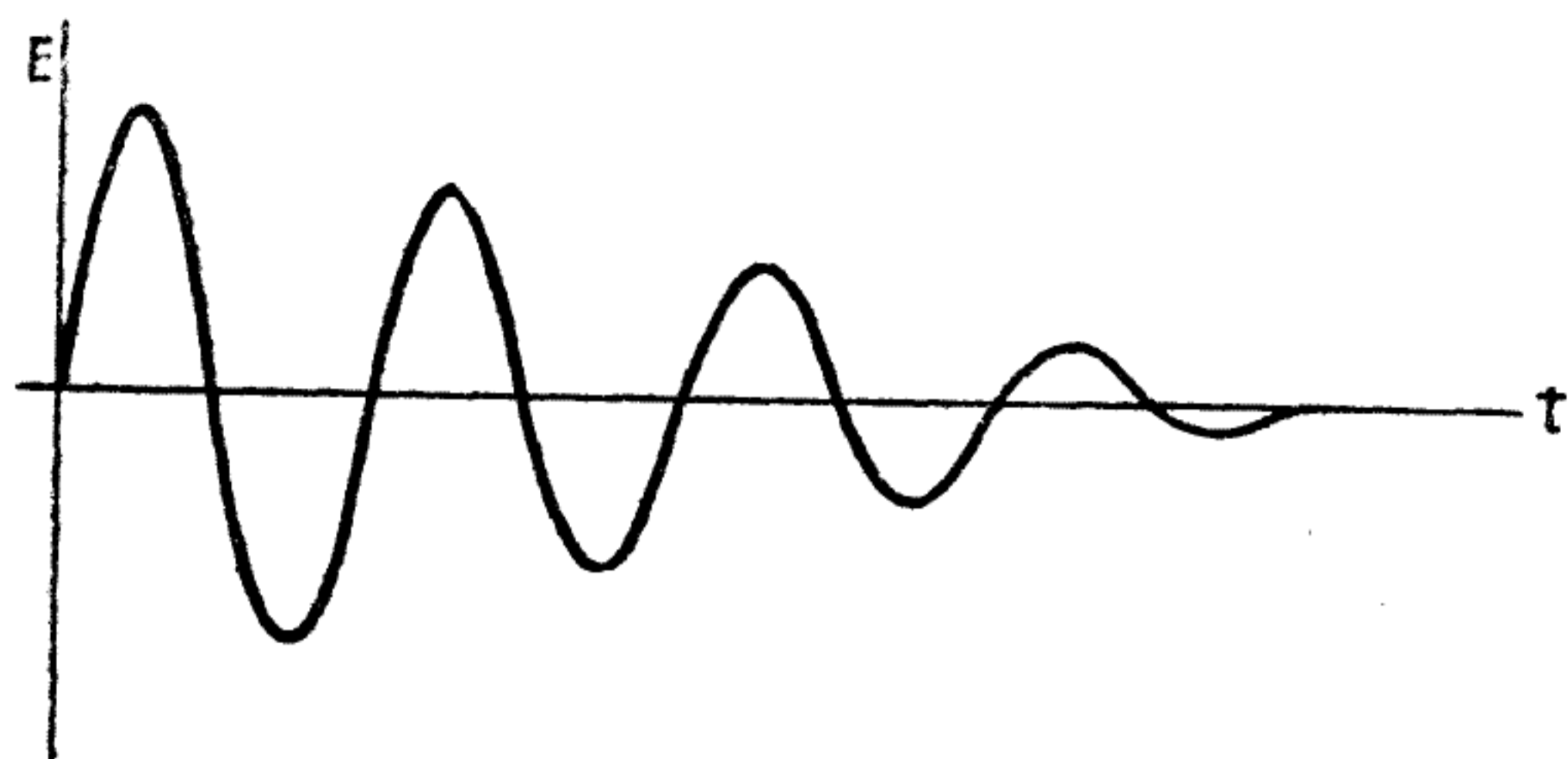
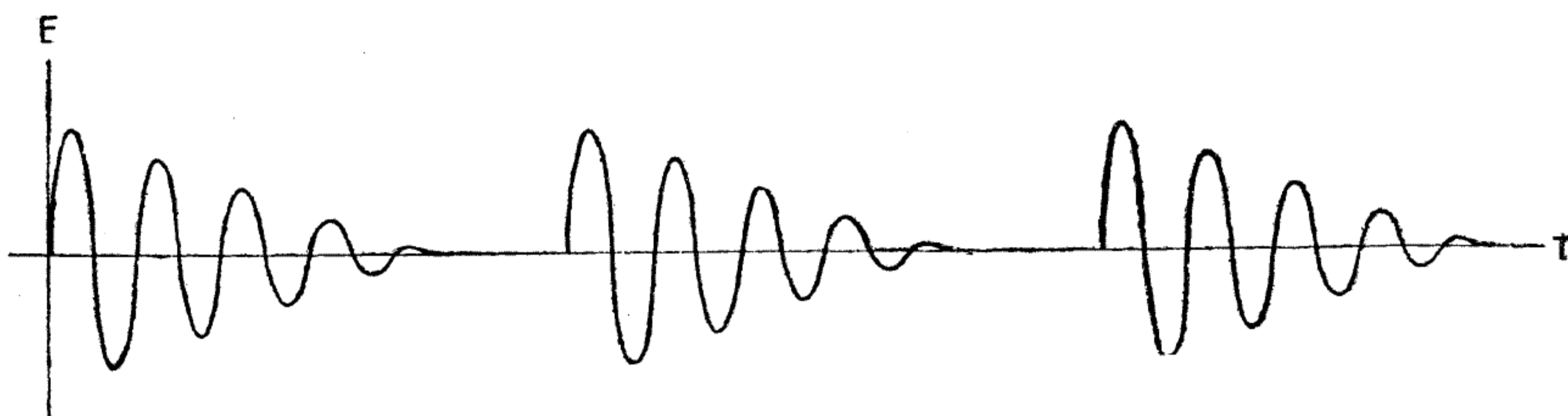


Рис. 45. Кривая затухающей волны в опытах Герца. (Амплитуда волны  $E$  с течением времени  $t$  сильно убывает.)

Рис. 46. Серия волн искрового передатчика при трех нажатиях ключа.



магнитные волны, которые сейчас принято называть ультракороткими волнами, или, сокращенно, УКВ.

Но в опытах Герца ультракороткие волны были сильно затухающими: у них первая амплитуда после возникновения искры была максимальной, а через некоторое весьма небольшое время она уменьшалась до нуля. При каждом нажатии ключа искрового передатчика излучалась одна затухающая волна (рис. 45). При нескольких нажатиях ключа излучалась уже не одна волна, а целая серия таких волн. На рис. 46 показана серия затухающих волн, излучаемых передатчиком при трех нажатиях ключа.

Современная ультракоротковолновая аппаратура хотя и имеет много общего с вибратором и резонатором Герца, но излучаемые ею волны являются незатухающими: они не меняют амплитуды с течением времени.

Серия таких незатухающих волн показана на рис. 47. Незатухающие волны выгодны тем, что при той же мощности передат-

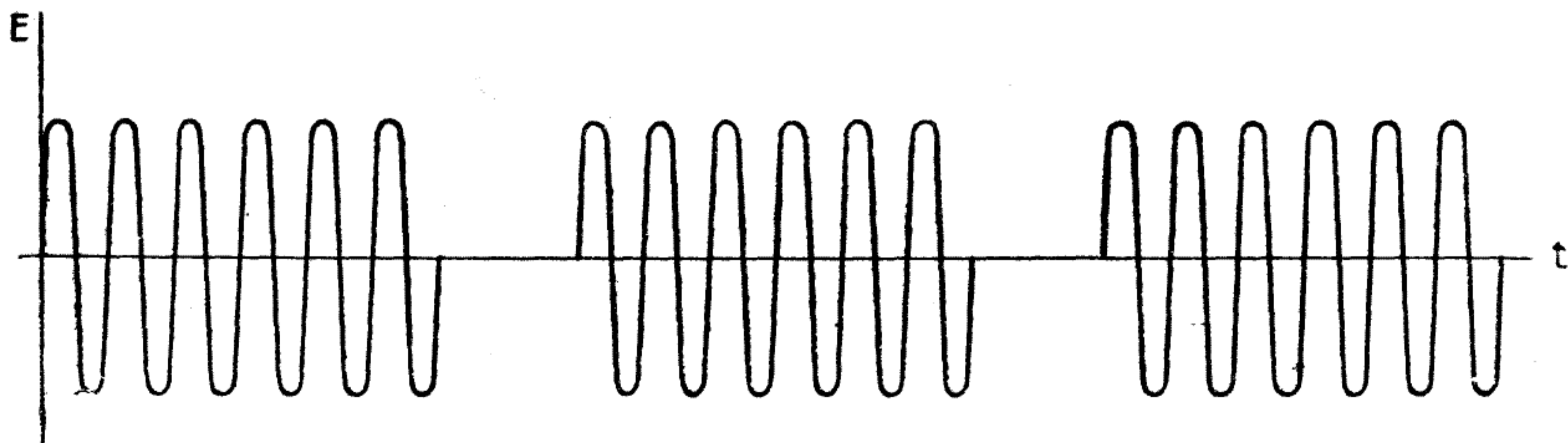


Рис. 47. Серия волн передатчика незатухающих колебаний при трех нажатиях ключа.

чика имеют значительно бóльшую дальность действия. Получаются они при помощи так называемых электронных ламп.

Еще в 1883 г. знаменитый американский изобретатель Томас Альва Эдисон произвел интересный опыт с им же изобретенной электрической лампочкой накаливания. Он впаял в стеклянный баллон лампочки металлическую пластинку *A* (рис. 48) и соединил ее с положительным полюсом батареи *E*. Отрицательный полюс батареи Эдисон присоединил через гальванометр *Г* к нити лампы.

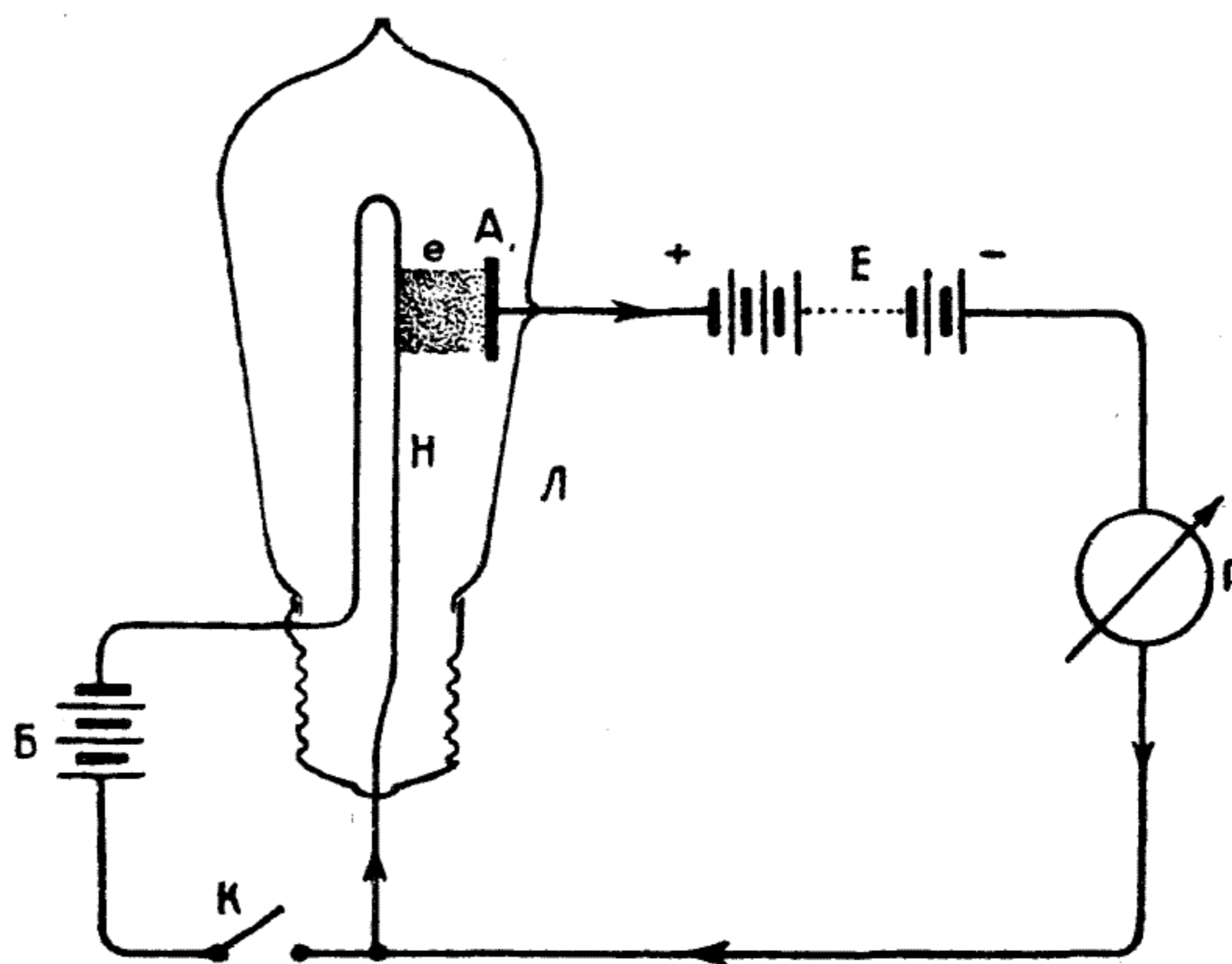


Рис. 48. Опыт Эдисона: *Л* — пустотная электрическая лампочка, *Н* — нить накала, *A* — впаянная металлическая пластинка (анод), *Б* — батарея накала нити, *Г* — гальванометр, *Е* — батарея в цепи анода, *К* — ключ, *e* — поток электронов.

При накаливании нити лампы батареей *Б* стрелка гальванометра внезапно отклонилась, показав, что в цепи: плюс батареи — пластинка *A* — безвоздушное пространство между пластинкой и нитью — нить — гальванометр — минус батареи, проходит слабый электрический ток. Когда лампа была потушена, стрелка гальванометра вернулась в нулевое положение. Гальванометр не обнаруживал тока и в том случае, когда к пластинке был присоединен минус батареи вместо плюса. Это интересное явление назвали эффектом Эдисона, но объяснить его в то время не могли. Потом оказалось, что накаленная до высокой температуры металлическая нить излучала поток свободных, отрицательно заряженных частиц электричества — электронов, притягивающихся к положительно заряженной пластинке. Вот почему, когда Эдисон менял полярность и присоединял к пластинке минус батареи, гальванометр не давал отклонения. Электроны не притягивались отрицательно заряженной пластинкой, а наоборот, отталкивались ею, потому что обладали одноименным с ней зарядом.

Эдисоновская двухэлектродная лампа, имеющая нить накала (катод) и металлическую пластинку (анод), была использована

для выпрямления переменного тока. Ведь электронный поток в лампе может течь только в одном направлении: от накаливаемой нити к аноду. Раньше мы условно рассматривали направление электрического тока во внешней цепи от плюса батареи к минусу. На деле оказывается наоборот: ток течет не от плюса к минусу, а от минуса к плюсу. Это видно из того, что электроны, излучаемые раскаленной нитью (катодом), летят к положительному полюсу (аноду). Поэтому на рис. 48 показано направление тока от минуса к плюсу, а не так, как мы привыкли видеть на электрических схемах. В обыкновенной электрической лампочке накаливания при ее горении из нити тоже выделяются свободные электроны, но, накапливаясь около нити, они образуют облачко, называемое пространственным зарядом. Скопившись, этот пространственный заряд задерживает дальнейшее излучение электронов нитью, потому что электроны, вновь вылетающие из нити и заряженные одноименно с электронами пространственного заряда, отталкиваются от них. Такое же явление происходит в закрытом сосуде, содержащем воду и пар: пар оказывает давление на воду, задерживая дальнейшее испарение воды. В радиолампах положительно заряженный анод отводит пространственный заряд.

В 1907 г. американский ученый Ли де Форест, произведя опыты с двухэлектродной лампой, обнаружил, что если между анодом и нитью впаять третий электрод — металлическую сеточку с мелкими отверстиями, — то, меняя потенциал этого электрода,

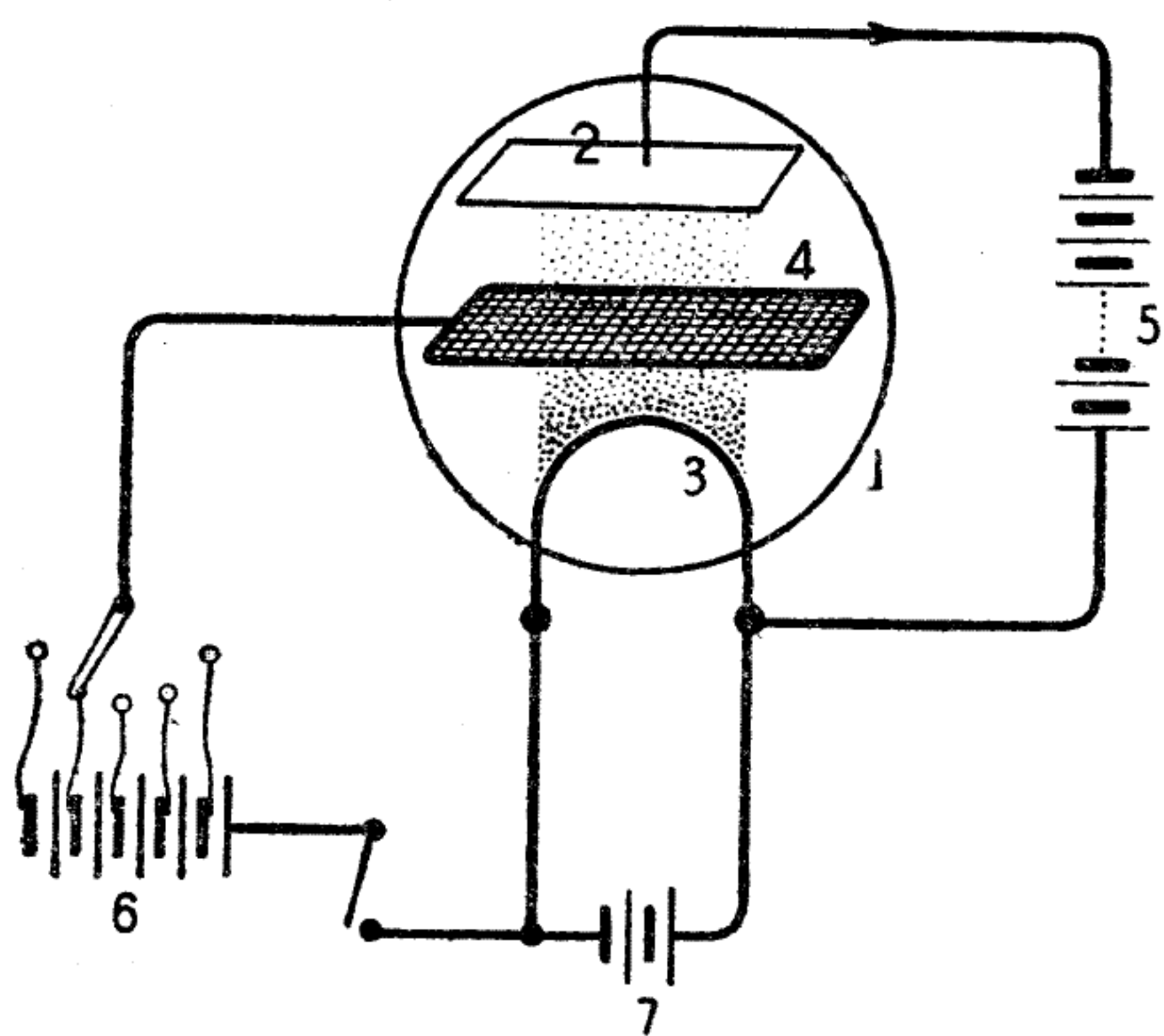


Рис. 49. Схема трехэлектродной лампы де Фореста: 1—стеклянный баллон лампы, 2—анод, 3—нить накала, 4—сетка, 5—анодная батарея, 6—батарея сетки, 7—батарея накала нити.

можно регулировать количество электронов, попадающих с нити лампы на анод: изменять величину анодного тока. Схема трехэлектродной лампы с сеткой изображена на рис. 49.

Действие сетки можно сравнить с работой запорных щитов в плотине гидроэлектростанции. Как щиты регулируют поток воды, так напряжение на сетке регулирует поток электронов — анодный ток.

Сообщая сетке отрицательный потенциал, мы умень-

шаем анодный ток, потому что большая часть электронов, вылетающих из раскаленной нити лампы, будет отталкиваться одноименно заряженной сеткой и вгоняться обратно в нить.

Если же на сетку лампы дать положительный потенциал, она будет притягивать электроны и ускорять их движение к аноду. Благодаря этому

количество электронов, пролетающих сквозь сетку, увеличится, и анодный ток возрастет. Так как сетка ближе к нити, чем анод, ее влияние сильнее: изменение напряжения на сетке на один вольт меняет величину анодного тока настолько, насколько ее изменило бы изменение анодного напряжения на 10—15 вольт.

Изменение величины анодного тока в зависимости от сеточного напряжения изображается графически кривой, называемой характеристикой лампы. Эта кривая изображена на рис. 50.

В передатчиках электронная лампа действует как генератор высокочастотных колебаний, излучаемых антенной в окружающее пространство. Она превращает энергию постоянного тока батареи в незатухающие колебания высокой частоты (рис. 47). Для получения незатухающих колебаний необходимо в соответствующие моменты добавлять в колебательный контур передатчика энергию от батареи, чтобы возместить потери на излучение. В ламповом передатчике лампа работает регулятором, закрывающим и открывающим в нужные моменты доступ энергии в контур.

Если рассмотреть любую генераторную схему, это станет совершенно ясно. На рис. 51 изображен колебательный контур, включенный в анодную цепь лампы.

Анодный ток заряжает конденсатор  $C$ . Разряжается конденсатор через омическое сопротивление  $R$  и катушку самоиндукции  $L_1$ . Проходя по катушке  $L_1$ , ток создает нарастающий магнитный поток, индуктирующий в катушке  $L_2$  электродвижущую силу (ЭДС). От этого на сетке лампы появляется отрицательное напря-

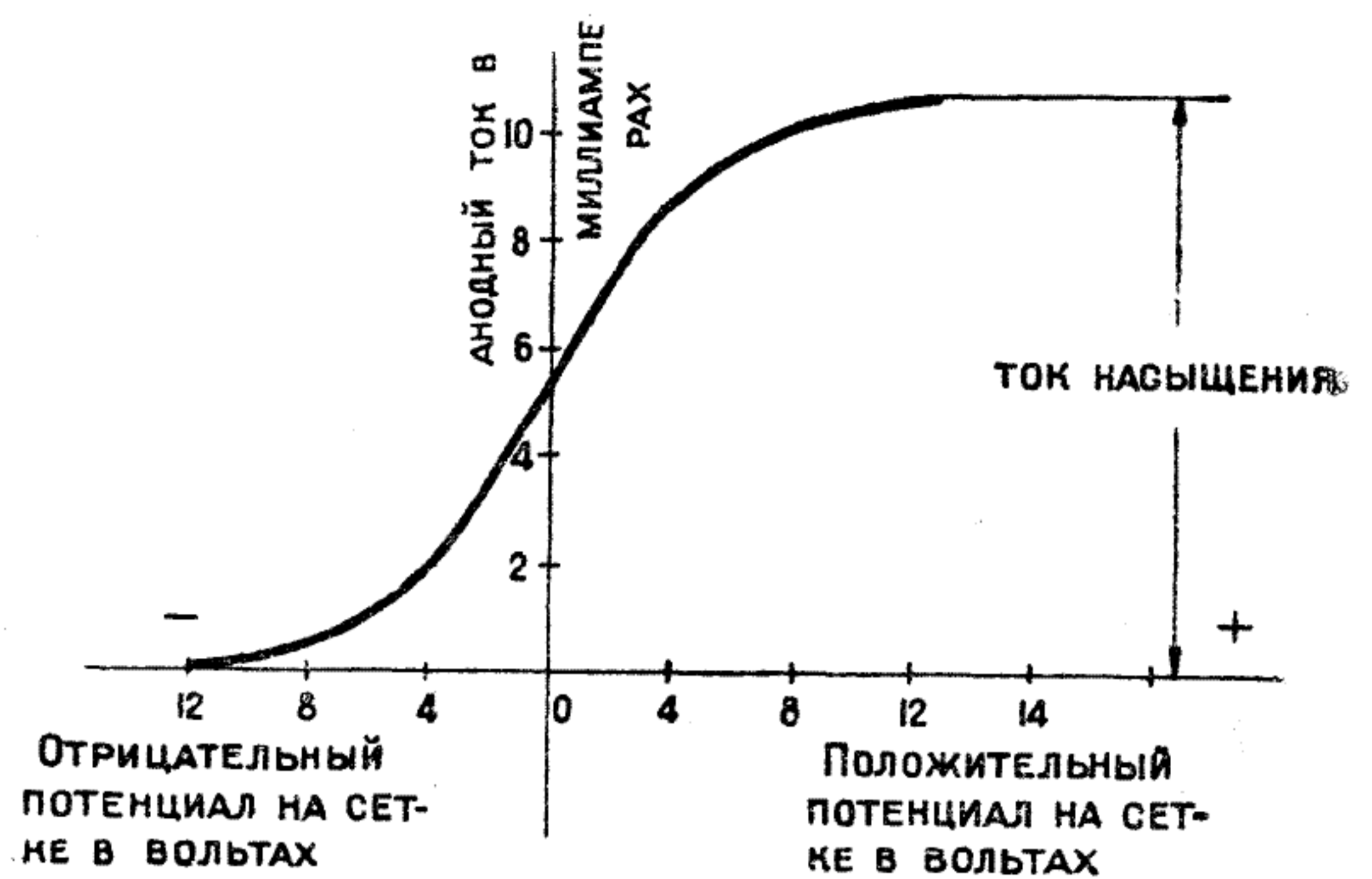


Рис. 50. Характеристика лампы де Фореста. Кривая показывает, насколько возрастает или убывает анодный ток при изменении напряжения на сетке от нуля влево или вправо.



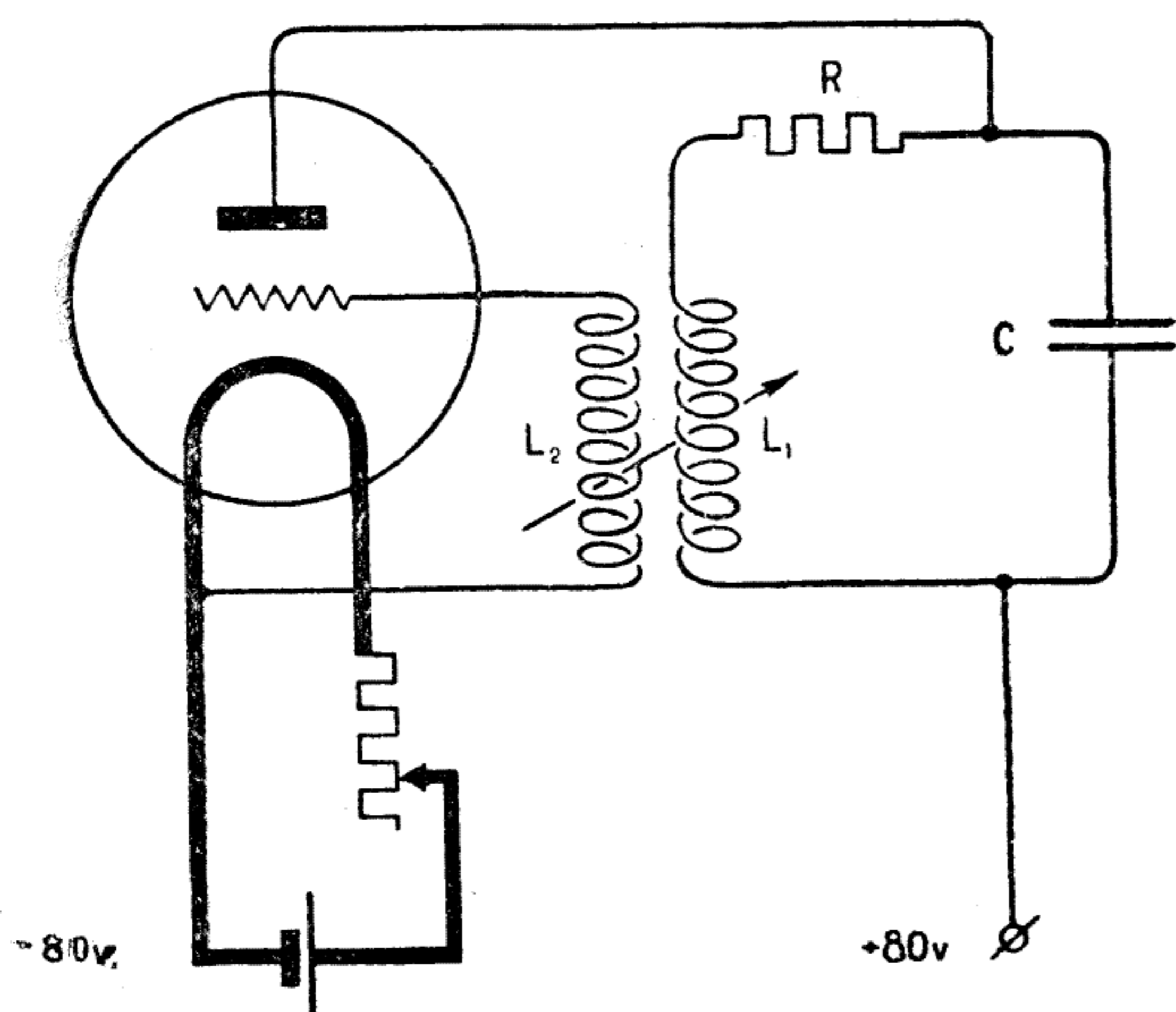


Рис. 51. Принципиальная схема генератора незатухающих колебаний.

жение, прекращающее анодный ток (рассмотрите характеристику лампы на рис. 50).

В момент, когда конденсатор совсем разрядится, магнитное поле вокруг катушки  $L_1$  достигнет максимального значения, а затем начнет убывать. Убывая, магнитное поле наводит в катушке  $L_1$  ЭДС, но такого направления, что она поддерживает исчезнувший было ток в контуре. Этот ток заряжает обкладки конденсатора  $C$  противоположно.

Одновременно с этим убывающий магнитный поток в катушке  $L_2$  создает ЭДС другого знака, и сетка лампы заряжается положительно. Это, как мы знаем, вызовет появление анодного тока. Появившийся анодный ток подзарядит конденсатор, возместив этим потери, происшедшие в контуре за время одного колебания. В дальнейшем процесс повторяется, и в контуре происходят незатухающие колебания.

Частота колебаний в контуре, а следовательно, и длина волны зависят только от величины емкости и самоиндукции колебательного контура. Ни от каких других условий длина волны контура не зависит.

По упрощенной формуле Томсона длина волны определяется:  $\lambda = 0,0628 \cdot \sqrt{L \cdot C}$ . Здесь самоиндукция  $L$  и емкость  $C$  выражены в сантиметрах, а длина волны — в метрах. Из этой формулы видно, что, чем меньше  $L$  и  $C$  колебательного контура, тем короче волна.

Для получения ультракоротких волн — таких, длина которых меньше 10 м, — колебательный контур приходится составлять из самоиндукции и емкости порядка десятков сантиметров. По существу, любая генераторная схема может быть приспособлена для генерирования ультракоротких волн. Наиболее известны схемы: проф. Эзау, Вехсунга, Холборна и Мени. Они довольно подробно описаны в популярных книжках по радиотехнике, и

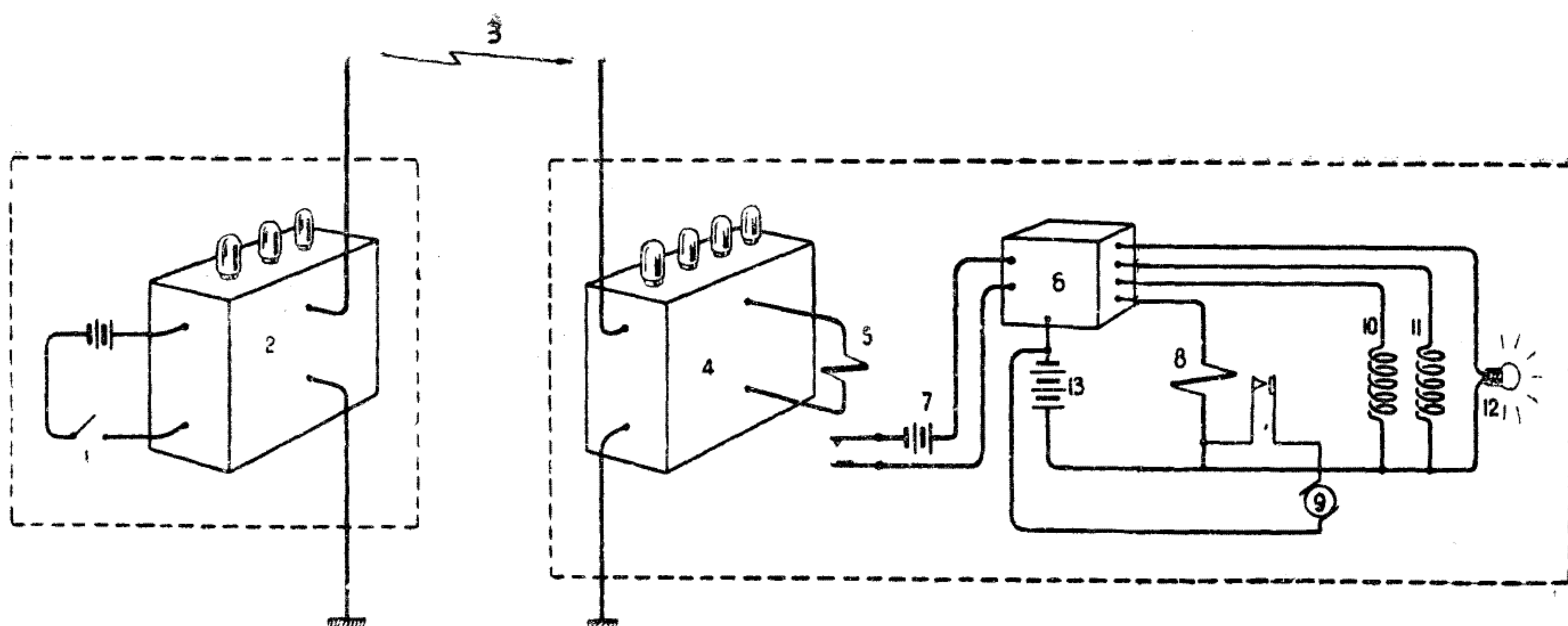


Рис. 52. Общая схема радиоуправления: 1—ключ, 2—передатчик с антенной, 3—электромагнитная волна (сигнал управления), 4—радиоприемник сигналов, 5—первичное (входное) реле, 6—селектор и реле времени, 7—батарея селектора, 8—промежуточное реле, 9—тяговый мотор модели, 10 и 11—соленоиды рулевого управления, 12—сигнальная лампочка, 13—силовая батарея для питания исполнительных цепей.

останавливаться на них поэтому не будем (журнал „Радиофронт“ за 1935 и 1936 гг., Асеев „Короткие и ультракороткие волны“ и др.).

Замыкая и размыкая ключ Морзе, включенный в анодную цепь лампового передатчика, можно передавать сигналы телеуправления. При одном нажатии ключа с передающей антенны в эфир поступает одна серия незатухающих колебаний. При нескольких нажатиях ключа в эфир поступает несколько таких серий. Электромагнитные волны, излучаемые антенной передатчика, воспринимаются антенной приемника, установленного на некотором расстоянии от передающего устройства.

Приходящие волны возбуждают в антенне приемника электрические колебания той же частоты, как и в антенне передатчика. Задача телемеханического радиоприемника заключается в том, чтобы превратить эти колебания в постоянный ток, который заставит сработать первичное реле, включающее цепь селектора (рис. 52).

Селектор включит цепи промежуточных реле и исполнительных механизмов совершенно так же, как в приемнике искровых затухающих колебаний.

Разница в аппаратуре радиоуправления с помощью затухающих и незатухающих колебаний та, что вместо индукционной катушки берется ламповый передатчик, а вместо когерера и декерера — ламповый приемник и усилитель.

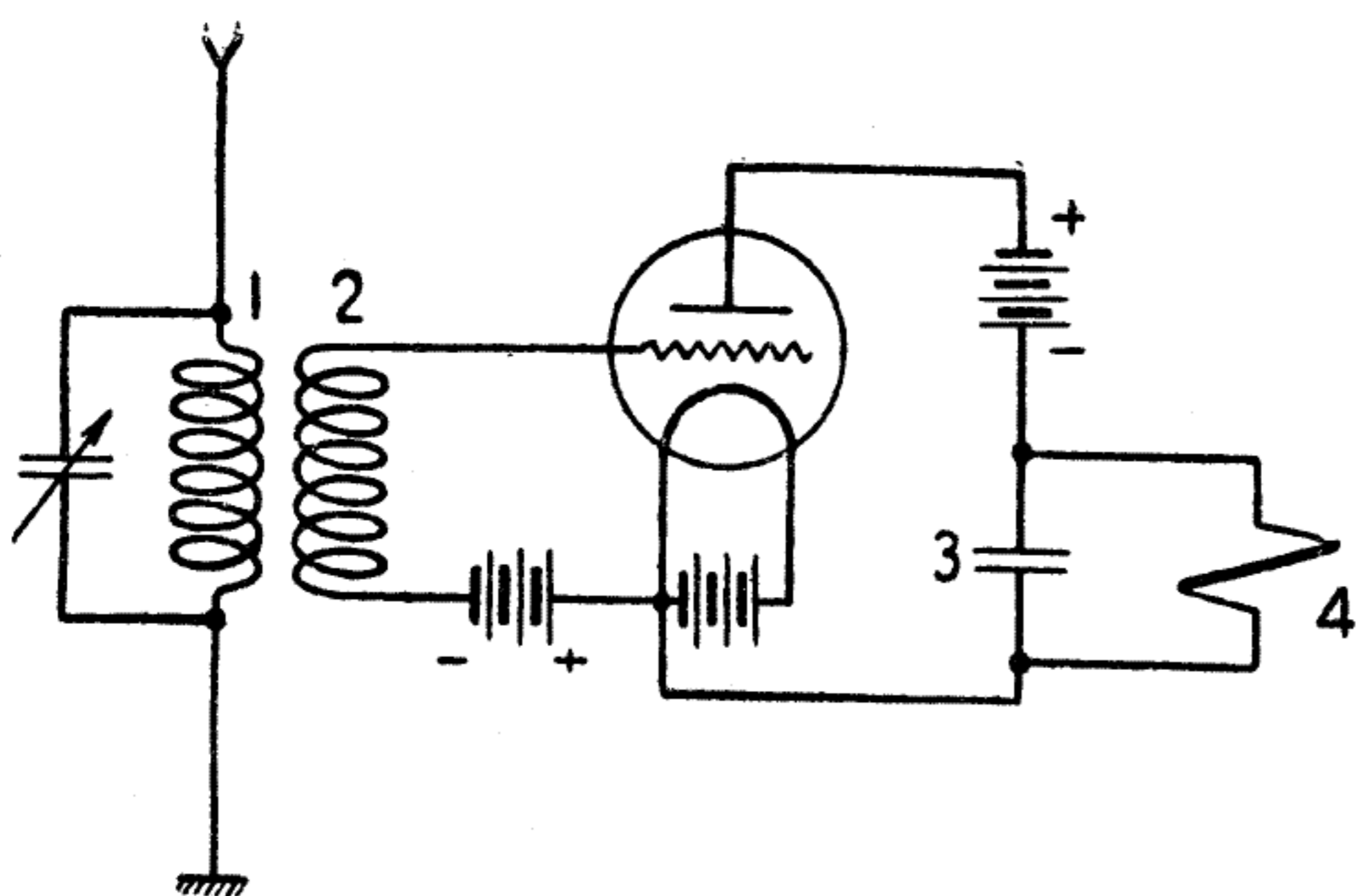


Рис. 53. Принципиальная схема простейшего приемника сигналов телеуправления: 1 — катушка антенного контура, 2 — катушка связи, 3 — блокировочный конденсатор, 4 — входное реле.

Казалось бы, что в качестве приемника, превращающего незатухающие колебания сигналов передатчика в постоянный ток, нужный нам для работы входного реле, можно применить обычный кристаллический детектор.

Детектор, как известно, состоит из кристалла и проволочки и обладает свойством пропускать ток только в одном направлении — от

проволочки к кристаллу. В обратную сторону детектор не пропускает тока, и поэтому, когда незатухающие колебания попадают в контур приемника, там они выпрямляются детектором.

Но кристаллический детектор работает неустойчиво, проволочка часто сбивается с „чувствительной точки“ кристалла, конец ее быстро окисляется и перестает проводить ток. Поэтому от применения кристаллического детектора для управления движущимися моделями на расстоянии нужно решительно отказаться.

Если кристаллический детектор откажет в работе во время движения модели, с ней может произойти авария, несмотря на исправность остальных механизмов радиоуправления.

Наиболее надежны для приема сигналов телеуправления, конечно, ламповые приемники. Они мало отличаются от длинно- и коротковолновых приемников для слушания радиопередач, но все же имеют некоторые особенности, связанные с применением ультравысоких частот. УКВ-приемники значительно меньше по размерам, и это позволяет устанавливать их на движущиеся модели.

Принципиальная схема простейшего радиоприемного устройства дана на рис. 53. Приходящие незатухающие колебания создают в антенне слабый переменный ток, который, проходя через катушку 1, индуцирует ЭДС в витках катушки 2.

Но, если включить даже очень чувствительное первичное реле непосредственно на зажимы катушки 2, оно не будет работать, потому что механическая инерция якоря реле велика, и он не сможет отзываться на весьма частые изменения ЭДС.

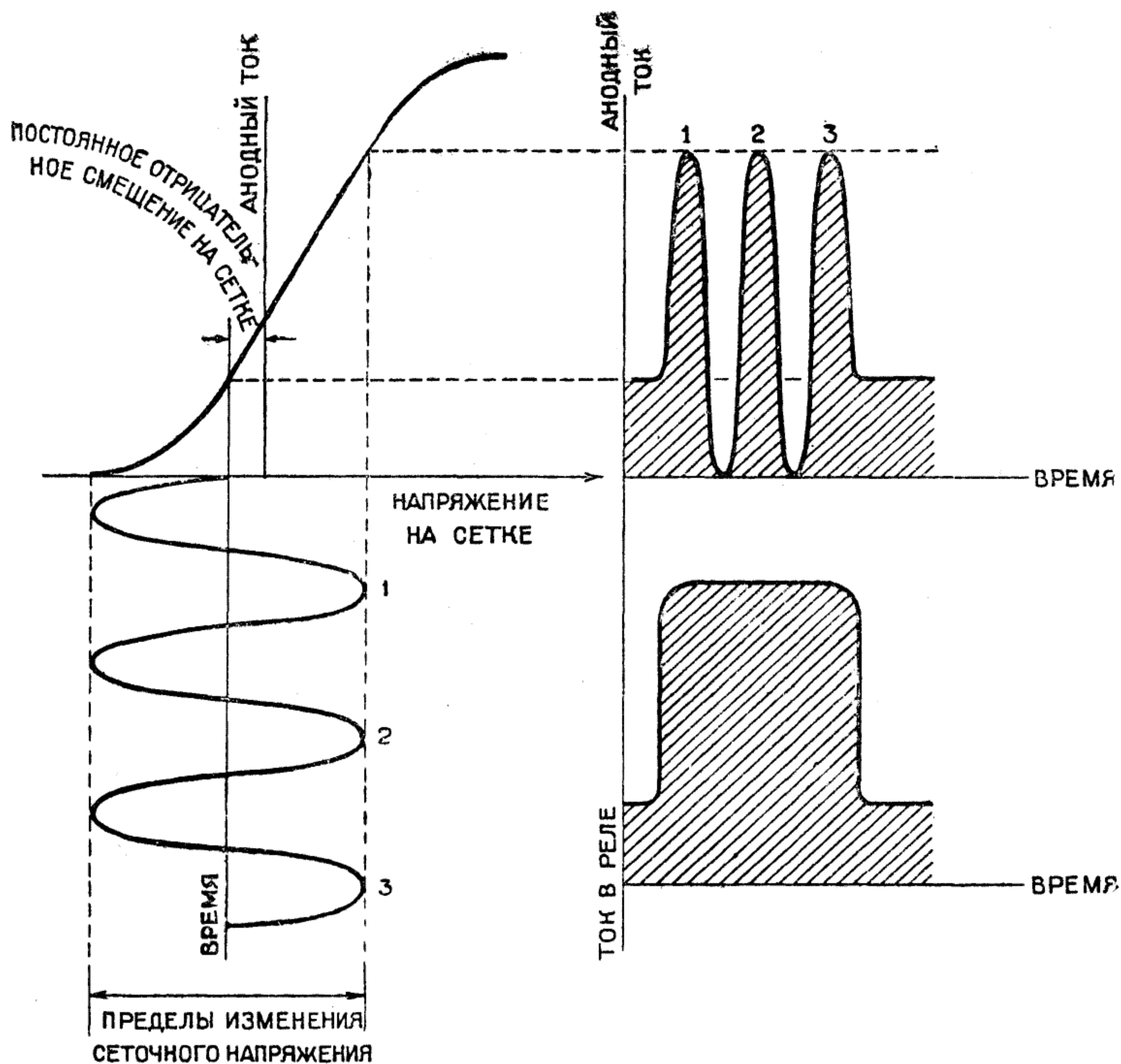


Рис. 54. Прием и детектирование сигналов.

Задача приемного контура — выпрямление этого переменного тока в пульсирующий постоянный ток такой величины, чтобы от него могло работать входное реле.

Эта задача осуществляется электронной лампой. Переменная ЭДС подается на сетку лампы и увеличивает анодный ток лампы до величины, достаточной для того, чтобы могло сработать очень чувствительное входное реле, включенное в анодную цепь.

Конденсатор  $\mathcal{C}$ , включенный параллельно реле, сглаживает пульсации анодного тока и называется блокировочным. Если анодный ток недостаточен для срабатывания входного реле, его усиливают ламповым усилителем.

На рис. 54 даны характеристики электронной лампы,

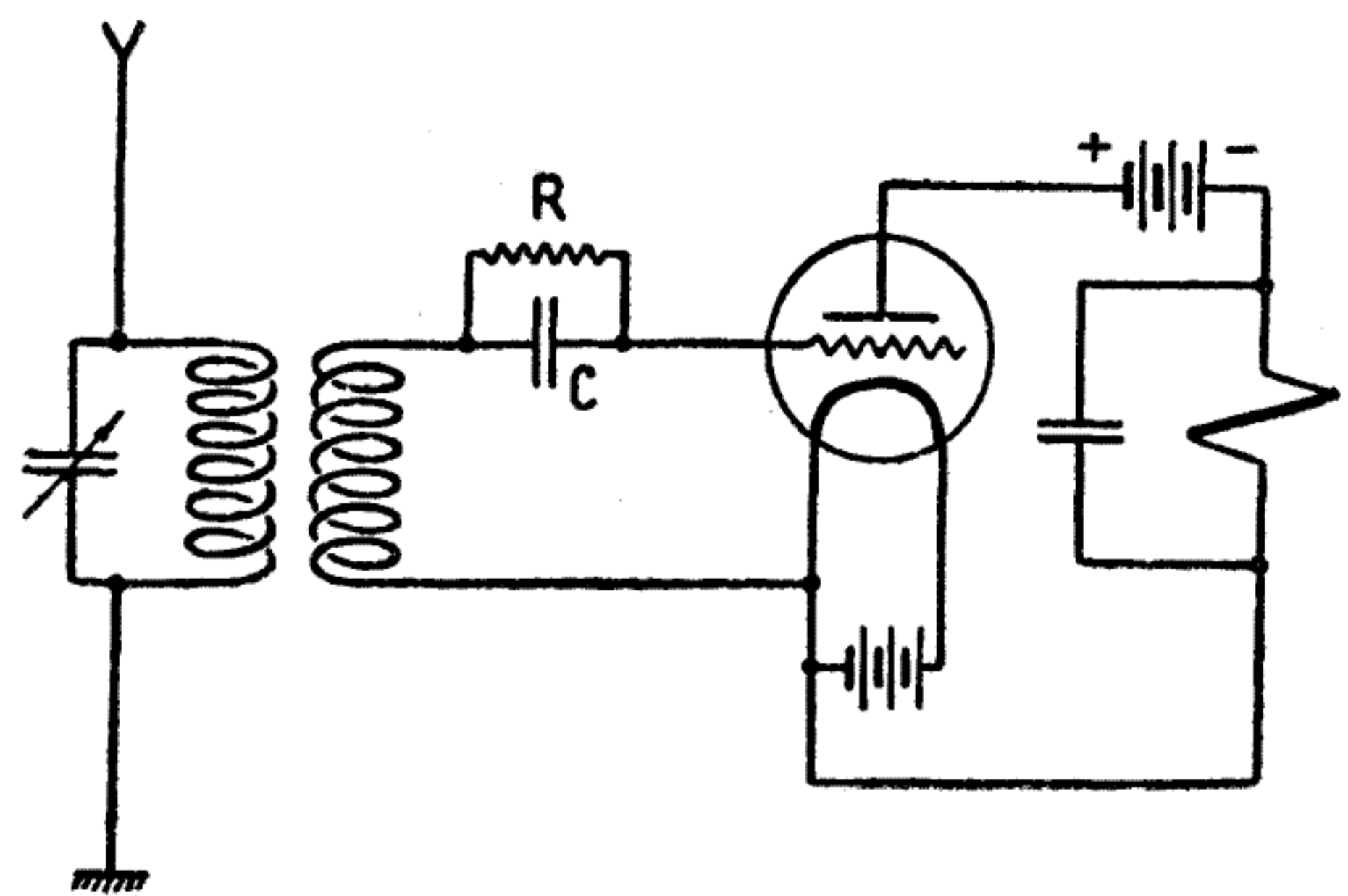


Рис. 55. Схема де Фореста.

кривые анодного тока и тока реле. Рассмотрев рисунок, легко понять, что происходит с принятым сигналом.

Практически оказался удобнее другой способ работы лампы, предложенный де Форестом (рис. 55): перед сеткой включается конденсатор  $C$  небольшой емкости и параллельно ему сопротивление  $R$  (утечка). Когда антенна не воспринимает колебаний, сетка лампы не имеет никакого потенциала. При приеме антенной колебаний они будут передаваться на сетку, так как для токов высокой частоты конденсатор представляет очень малое сопротивление. Положительные полупериоды проходящих колебаний высокой частоты дают сетке мгновенные положительные заряды и вызывают увеличение анодного тока. Но ведь не все электроны, пролетающие сетку, достигают анода. Часть электронов оседает на самой сетке и заряжает ее отрицательно. При следующем положительном полупериоде проходящих колебаний сетка будет иметь уже не нулевой потенциал, а некоторый отрицательный. Отрицательный заряд не может стечь к катоду, потому что его не пропустит конденсатор. Правда, по сопротивлению он может стечь, но так как сопротивление очень велико (мегаомы), то стекает он крайне медленно. Пока он стекает по сопротивлению на сетку, снова приходит положительный полупериод, и процесс повторяется. Таким образом, сетка всегда имеет некоторый отрицательный потенциал — отрицательное смещение (рис. 54).

Но эти схемы верны только в принципе, а практически даже для очень чувствительных реле усиление анодного тока, даваемое одной лампой, оказывается недостаточным, и реле сработать не может. Что же нужно сделать для того, чтобы еще больше усилить анодный ток?

Ответ напрашивается сам собой: надо поставить усилитель вместо реле, в анодную цепь лампы включить сетку второй лампы, а реле включить в ее анодную цепь. Еще лучше, если между анодом первой лампы и сеткой второй лампы включить трансформатор, тогда усиление будет еще больше. Если и этого окажется мало для срабатывания реле, можно поставить еще одну усилительную лампу с трансформатором. Получится двухкаскадный усилитель. На рис. 56 изображена схема однокаскадного усилителя вместе с приемным устройством.

Но будет ли такой усилитель давать непрерывное усиление сигнала? Оказывается, что не будет. Ведь в анодной цепи первой

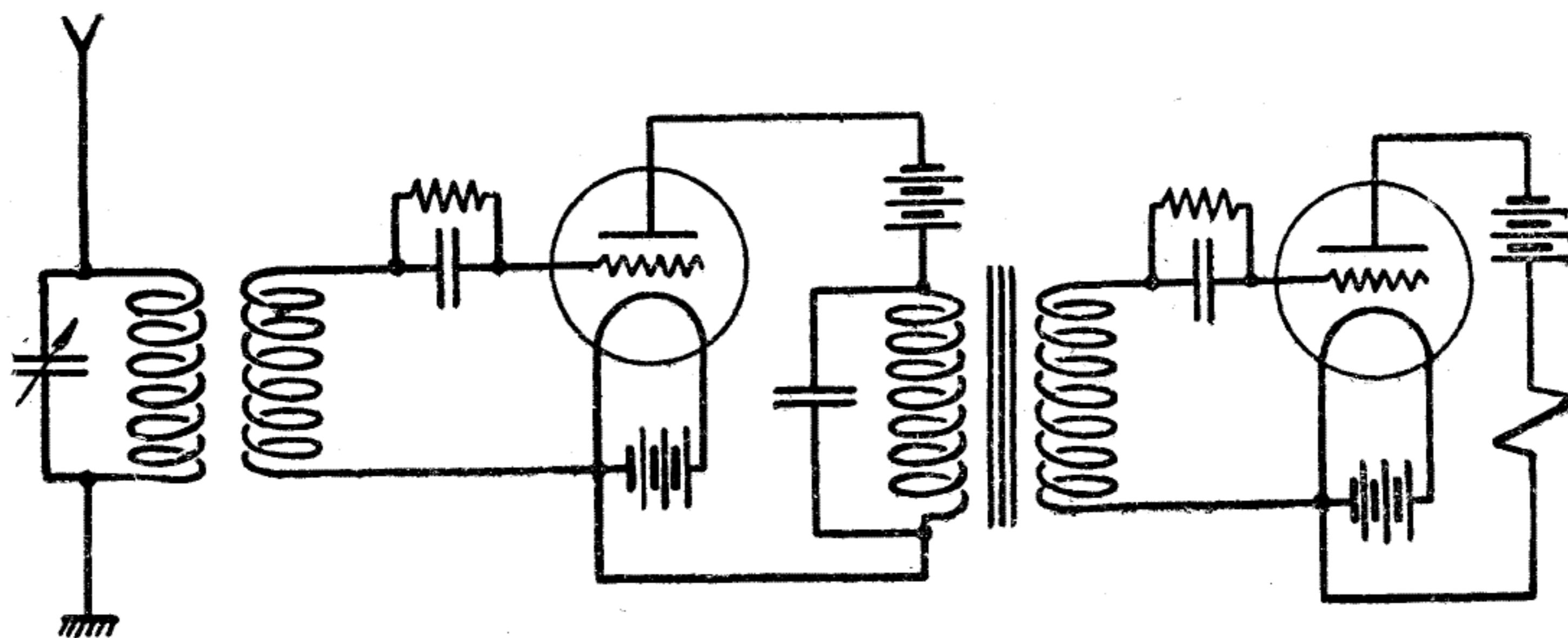
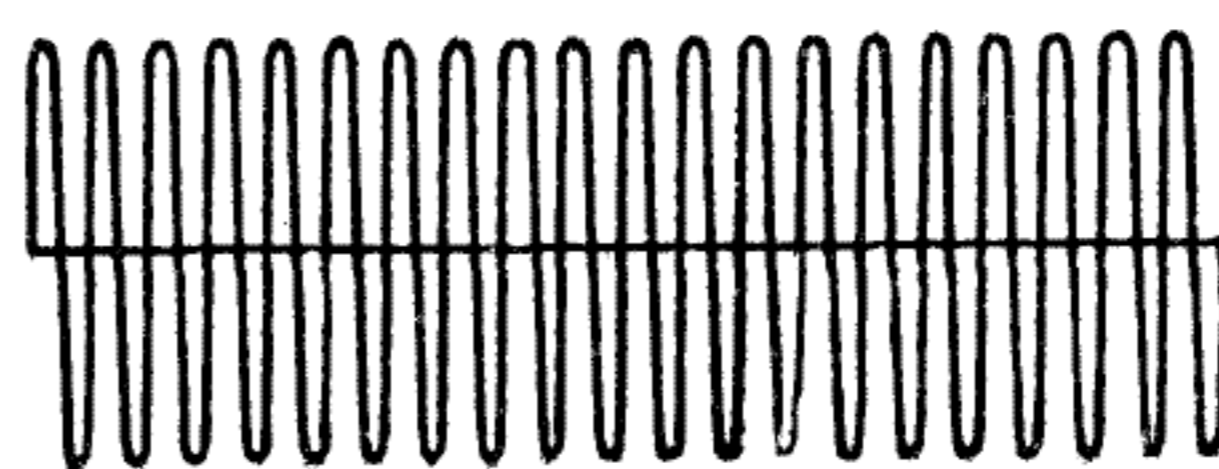


Рис. 56. Принципиальная схема приемника с однокаскадным усилителем на трансформаторе.

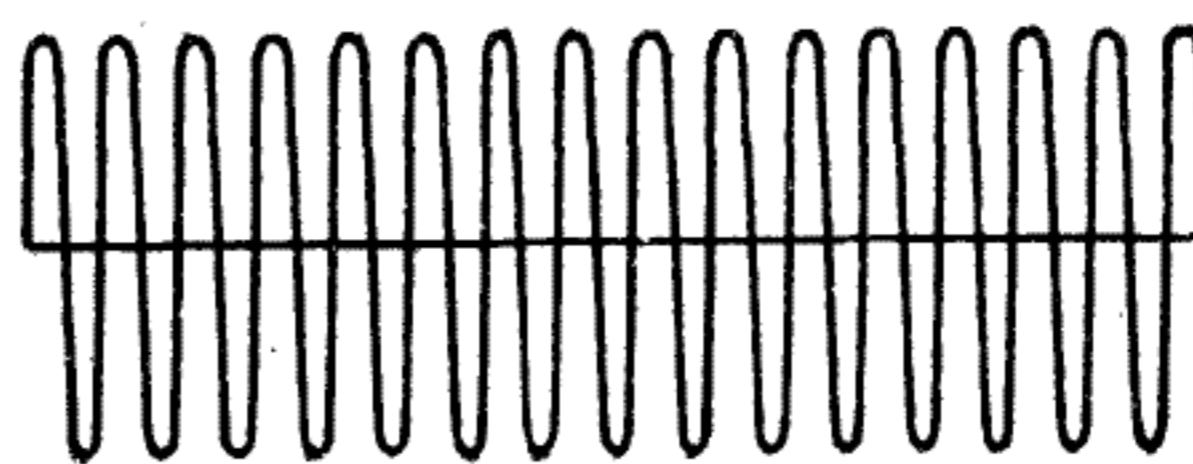
лампы у нас протекает пульсирующий постоянный ток. Трансформатор, как известно, на постоянном токе работать не может. Правда, в моменты нарастания и спадания анодного тока на его вторичных зажимах будет появляться ЭДС. Но время ее действия очень мало, и входное реле не будет успевать срабатывать. Для того чтобы получить непрерывное усиление, придумали специальные усилители на постоянном токе, но схемы их очень сложны, и описывать их здесь не стоит. Можно обойтись и без этих усилителей, если на входящие колебания наложить другие колебания, близкие к ним по частоте. Тогда получатся так называемые „биения“ колебаний (рис. 57).

Но для того чтобы получить эти близкие по частоте добавочные колебания, нужно делать специальный генератор. Этот генератор добавочных колебаний называется гетеродином. (В специальной радиотехнической литературе достаточно подробно описан принцип действия гетеродинного приемника.)

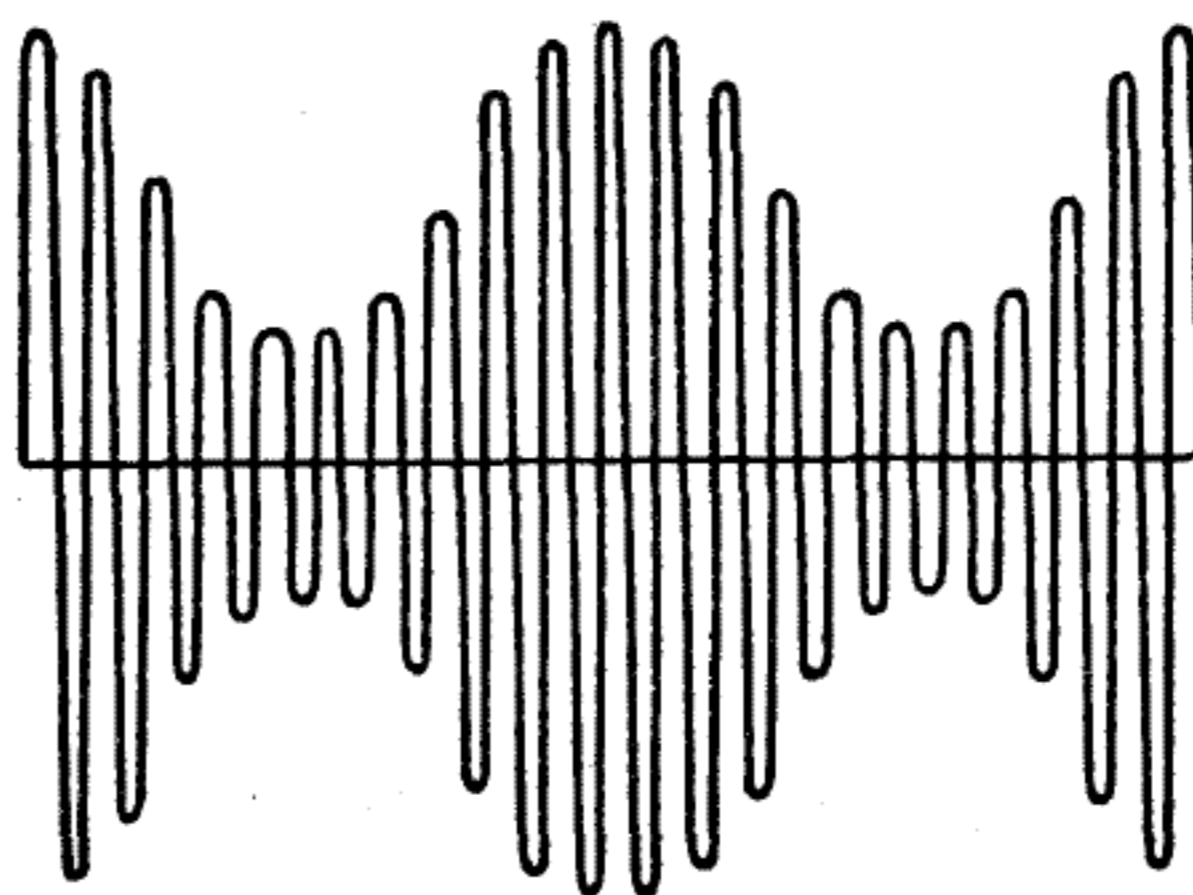
А можно ли обойтись без гетеродина и создавать биения на



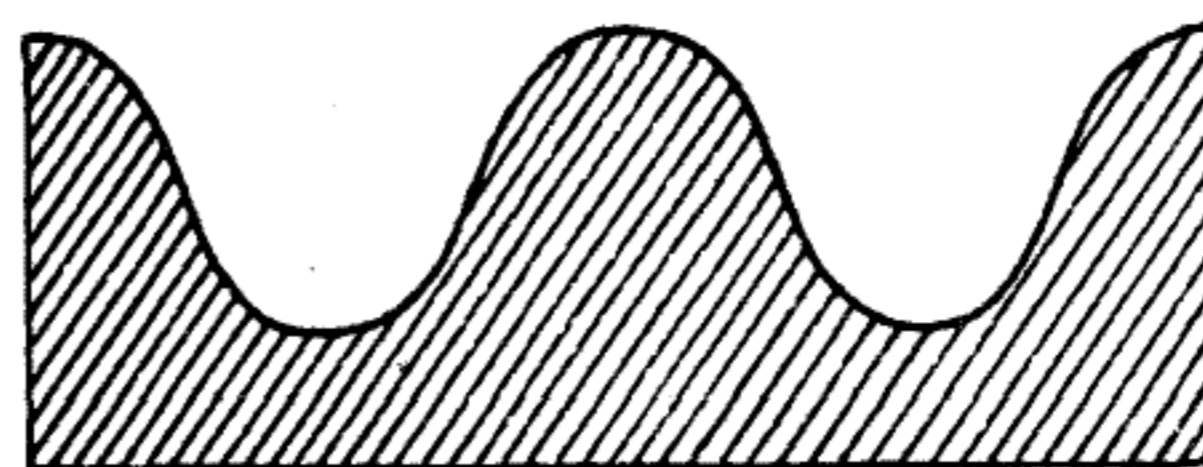
КОЛЕБАНИЯ, ПОСТУПАЮЩИЕ ОТ ПЕРЕДАТЧИКА



ДОБАВОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ, СОЗДАВАЕМЫЕ В ПРИЕМНИКЕ ГЕТЕРОДИНОМ



РЕЗУЛЬТАТ СЛОЖЕНИЯ ЭТИХ ДВУХ КОЛЕБАНИЙ



ТОК ЧЕРЕЗ УСИЛИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Рис. 57. Биение колебаний.

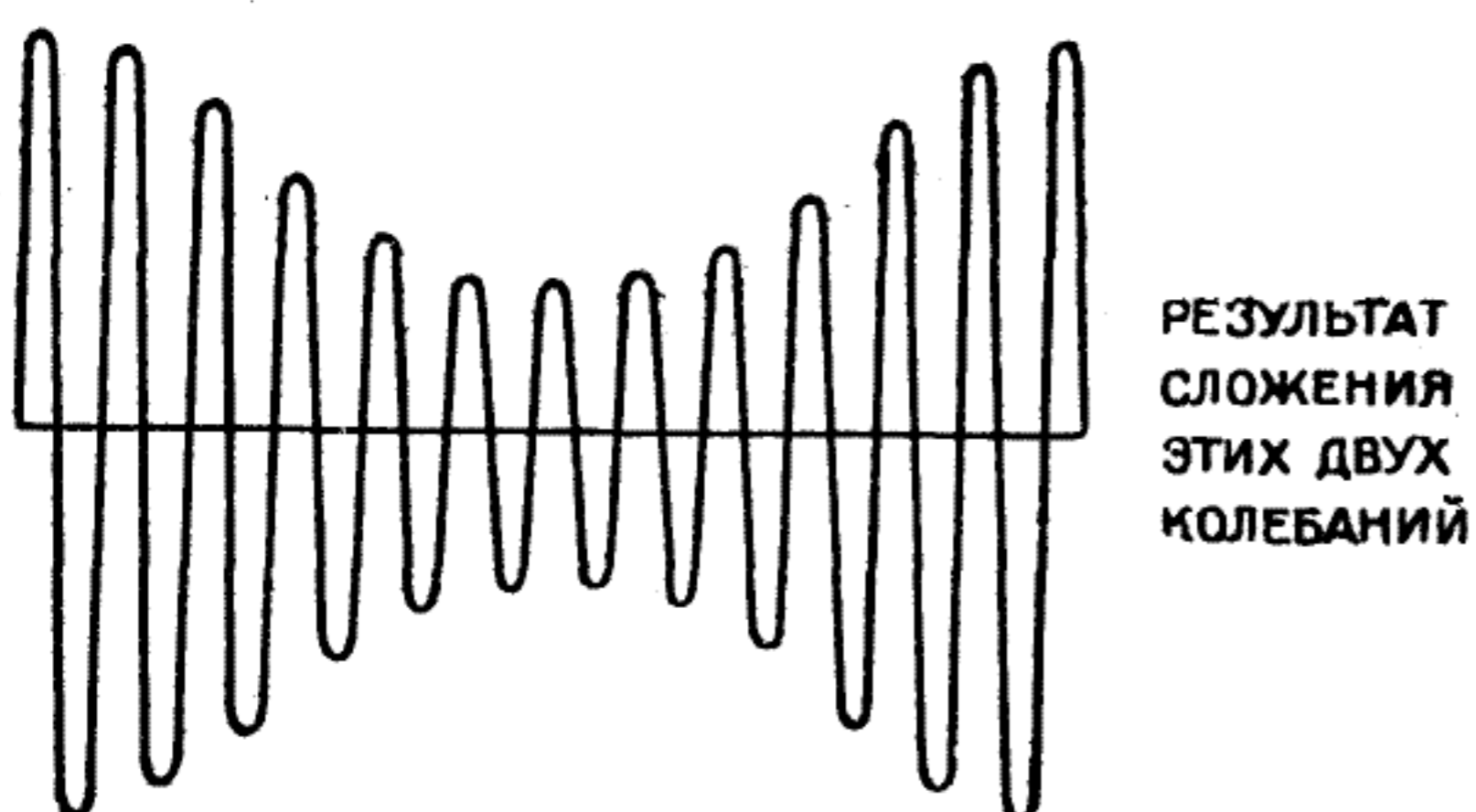
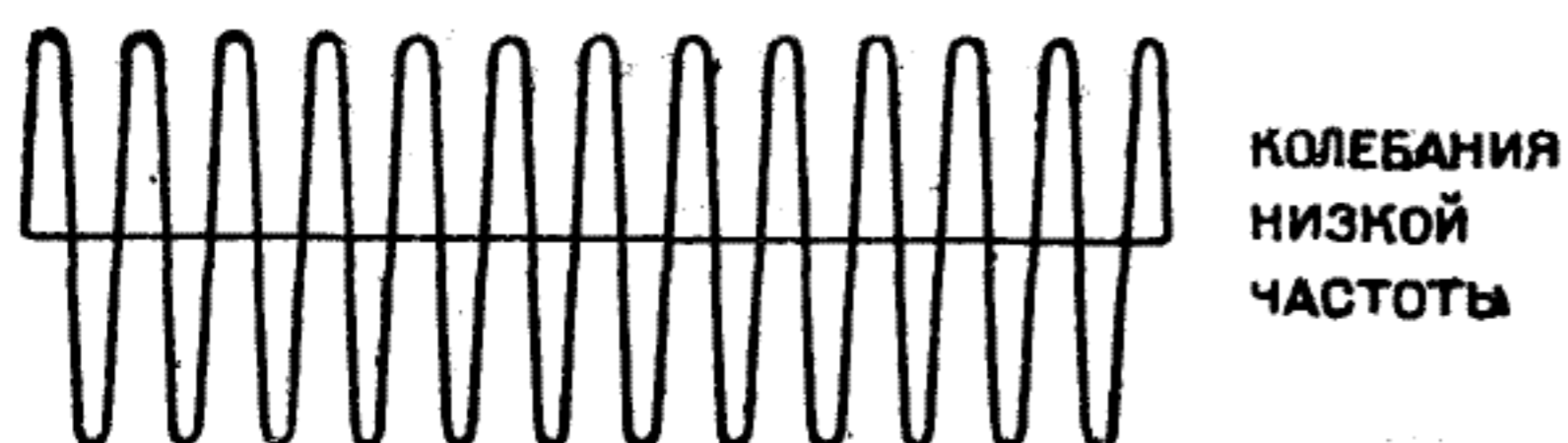
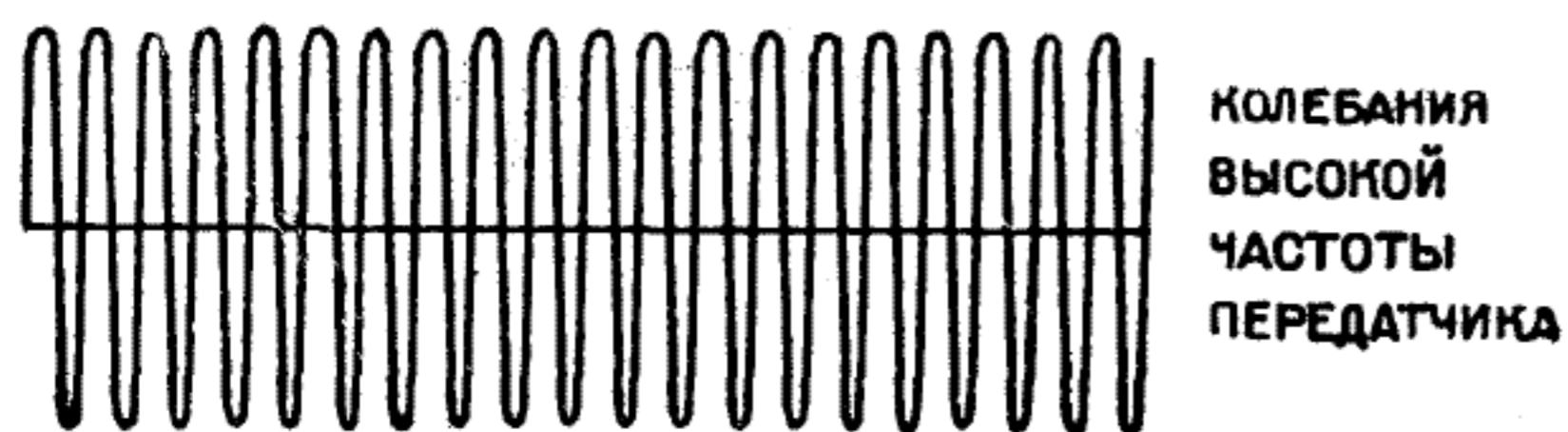


Рис. 58. Модуляция колебаний.

Схема работает при помощи комбинации емкости с сопротивлением — гридлика  $R-C$ . Гридлик осуществляет прерывистую генерацию. От

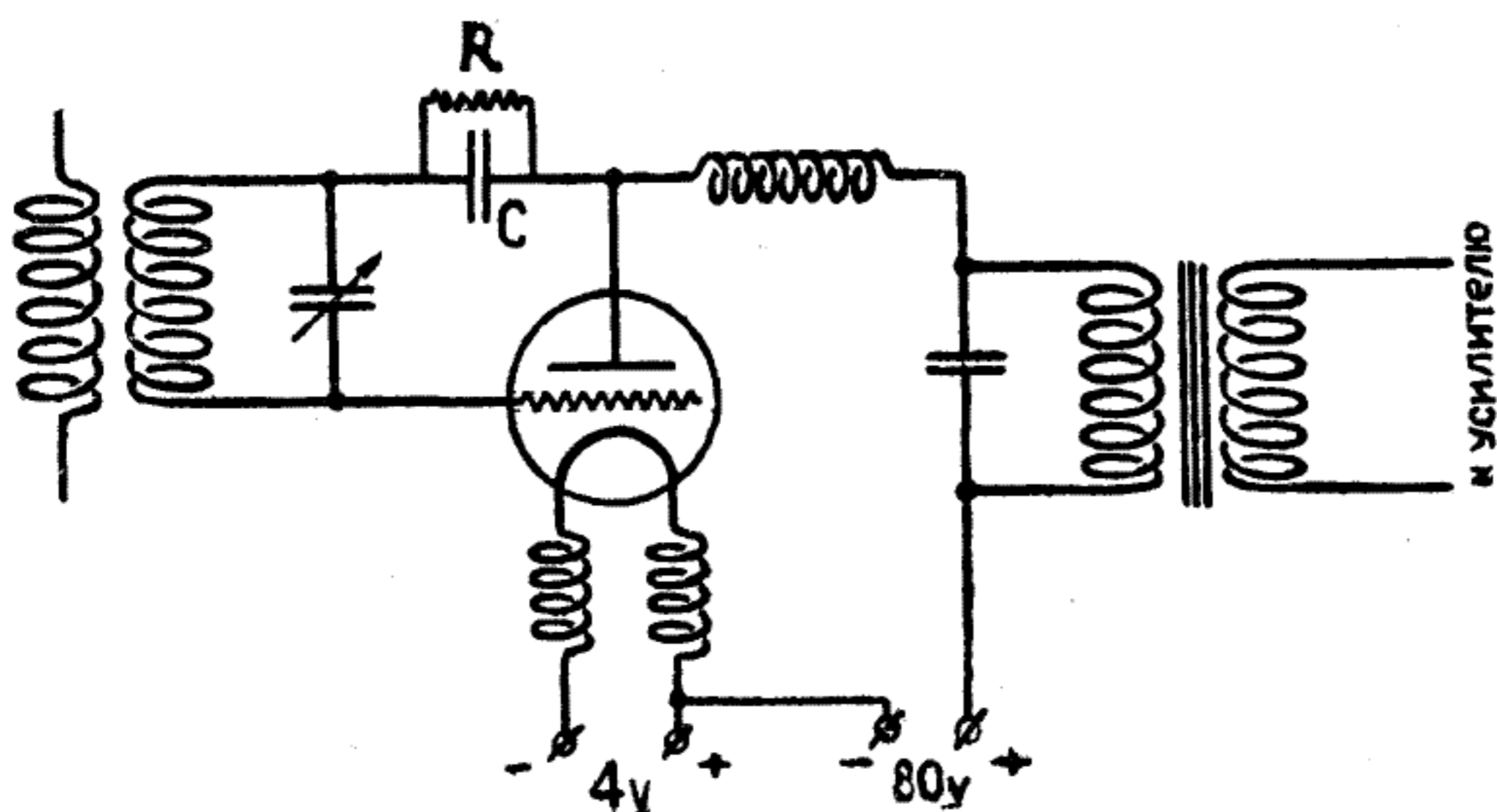


Рис. 59. Схема Флюэлинга.

передатчике? Оказывается, что и это сделать можно, если на высокую частоту передатчика наложить колебания низкой частоты или, как говорится, смодулировать их (рис. 58) с помощью хотя бы зуммера, включенного в анодную цепь передатчика. Высокая частота в приемнике отсеивается, а низкая усиливается трансформатором.

В радиотехнике разработано множество различных схем. Среди них есть и такие схемы приемников, в которых не требуется ни модуляции, ни гетеродина. Такие схемы часто применяются для УКВ-приемников.

Одной из лучших схем для приема ультракоротких волн считается схема Флюэлинга (рис. 59). Эта схема имеет много преимуществ перед другими: она устойчиво работает, очень чувствительна, проста и надежна.

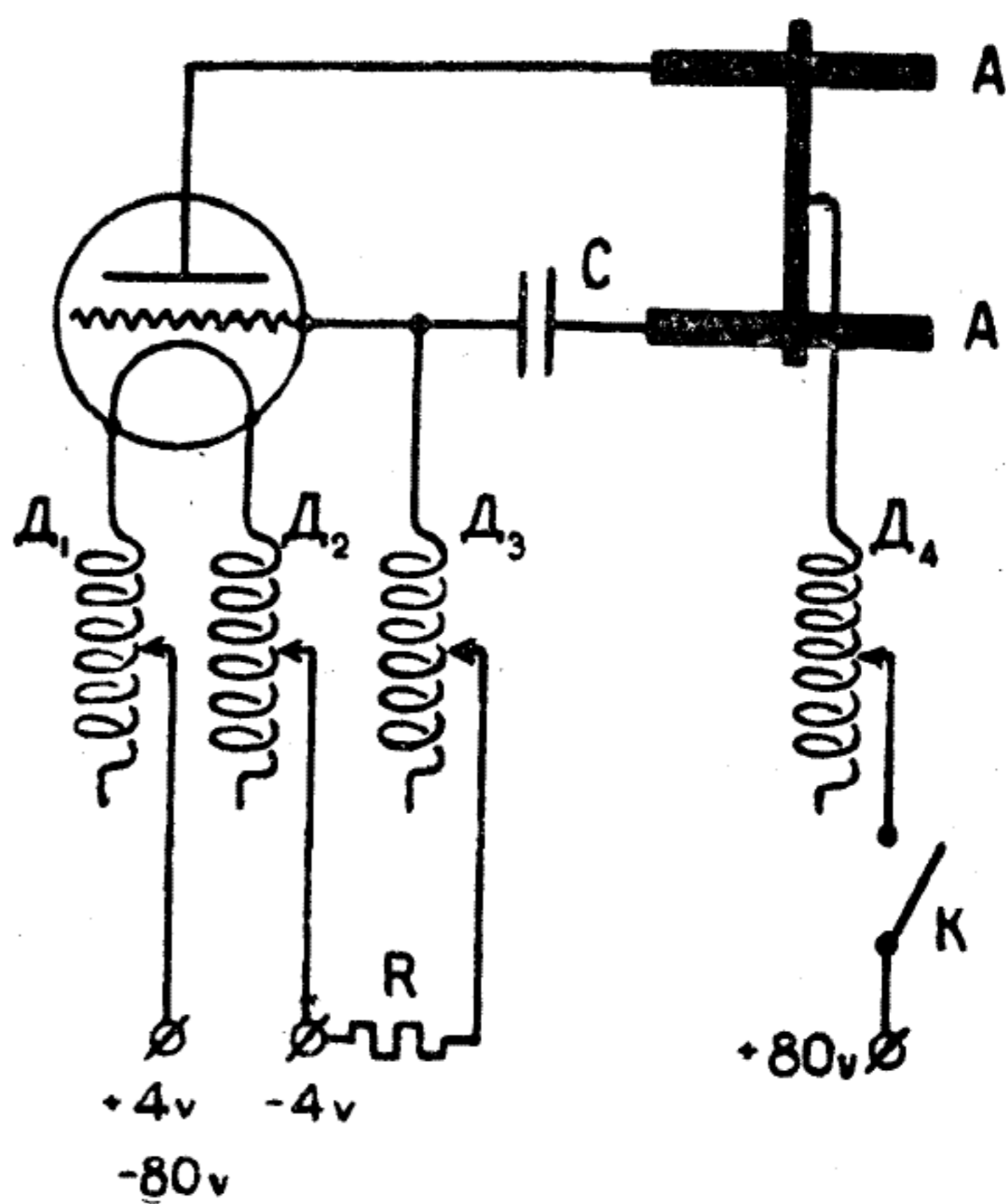


Рис. 60. Схема Вехсунга.

подбора величин  $R$  и  $C$  получается различная частота пульсаций.

Этот приемник обладает тупой настройкой, и верньера ставить не нужно: приемник имеет только две ручки — конденсатора переменной емкости и реостата накала. Оперирова этими двумя ручками, можно быстро и легко настроить приемник. Лампы применены обычные — УБ-107 или УБ-110. Можно применять лампу УБ-152, но в этом случае не забудьте, что ее нить требует не четырехвольтовой батареи накала, а всего двухвольтовой.

Если реле в анодной цепи усилителя будет недостаточно чувствительным, в усилительный каскад поставьте лампу УБ-155.

## II. ПЕРЕДАТЧИК УКВ

В настоящее время разработано довольно много различных схем для излучения ультракоротких волн.

Очень хороша, например, схема Вехсунга, изображенная на рис. 60. Эта схема в несколько измененном виде применена юным техником Ярочкиным в передатчике УКВ, построенном им для телеуправления пароходом.<sup>1</sup> Фото передатчика Ярочкина дано на рис. 61. На этом фото видны две лампы, включенные параллельно для увеличения мощности передатчика.

Колебательный контур этого передатчика состоит из внутренней емкости лампы, конденсатора и одного витка толстой проволоки в форме двух вертикальных проводов, по которым может двигаться горизонтальная металлическая перекладина. От положения этой перекладины зависит величина самоиндукции, включенной в контур, а значит, и длина волны передатчика.

Для того чтобы токи высокой частоты не попали в цепи батареи накала и сетки, включены дросселя  $D_1$ ,  $D_2$  и  $D_3$  (рис. 60). В анодную цепь включен дроссель высокой частоты  $D_4$ . Такой передатчик легко сделать самому. Возьмите эбонитовую, а если такой не найдете, деревянную, проваренную в парафине доску размером  $185 \times 90 \times 7$  мм и на расстоянии 40 мм от краев этой доски укрепите два толстых медных стержня диаметром 6 мм и высотой 320 мм (рис. 62). Эти стержни соедините медной пере-

---

<sup>1</sup> Постройка УКВ-передатчиков допускается только после получения предварительного разрешения Областного Управления Связи.



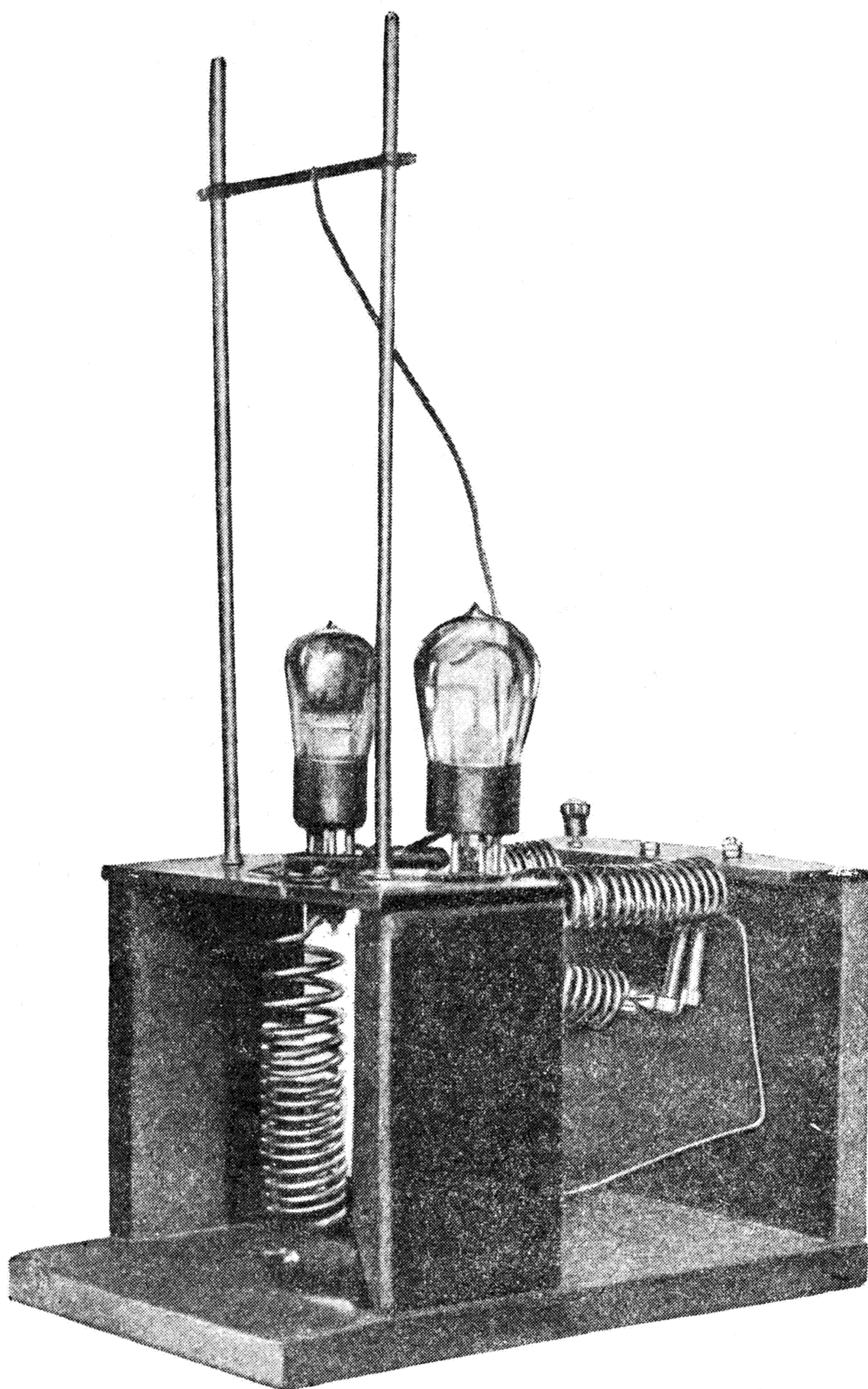


Рис. 61. Фото передатчика Ярочкина,

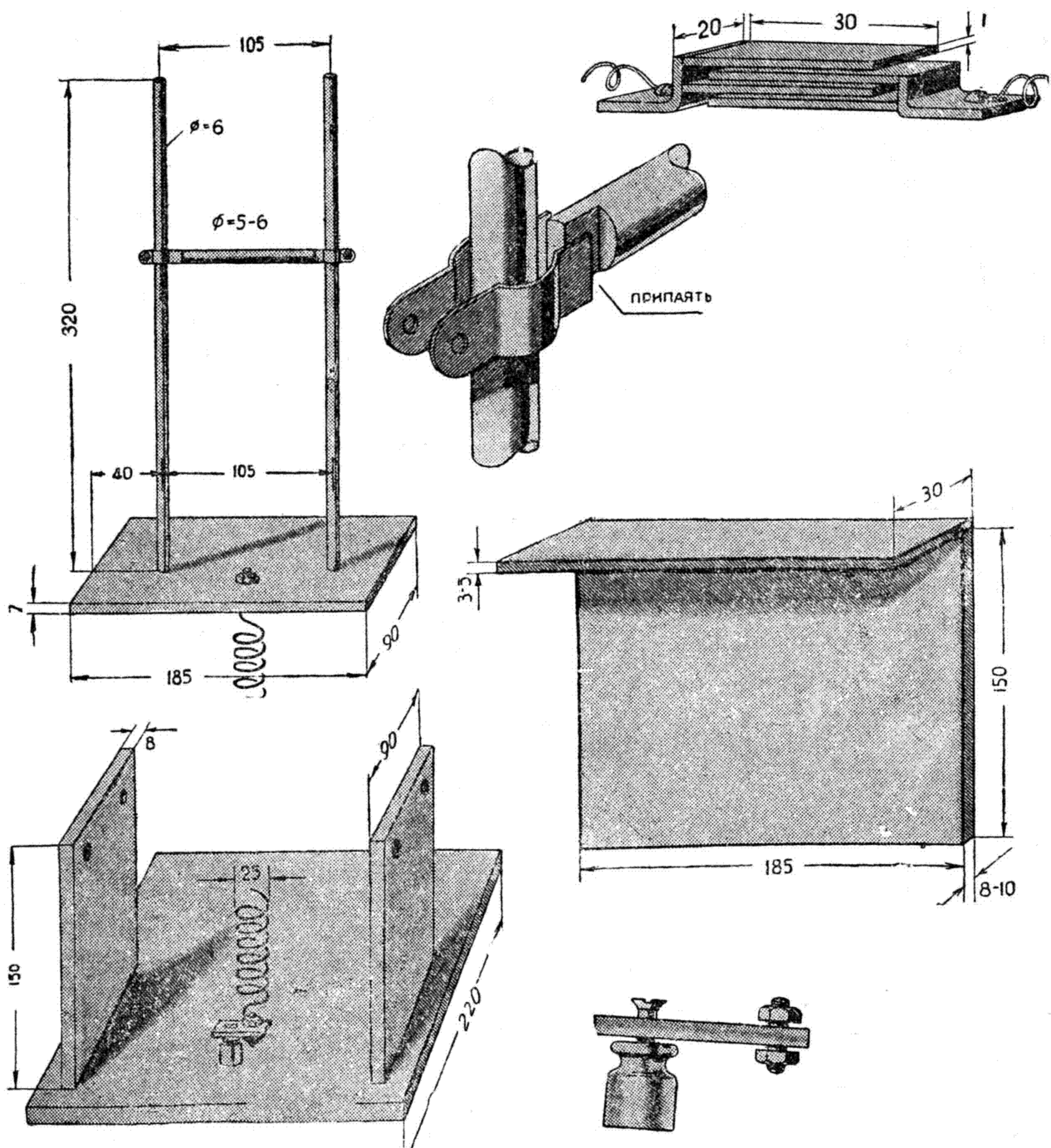


Рис. 62. Детали передатчика.

кладиной диаметром 5—6 мм. Перекладина должна двигаться вверх и вниз по стержням, оставаясь все время горизонтальной, и закрепляться винтами хомутиков в установленном положении.

Хомутики сделайте из латунных пружинящих полосок, припаянных к перекладине с обеих сторон. В хомутиках просверлите отверстия для крепящего винта. Не обязательно, конечно, употреблять именно такую конструкцию крепления перекладки, можно придумать и другой способ закрепления ее в установленном положении.

Панель со стержнями укрепите на двух вертикальных стойках размером  $150 \times 90 \times 8$  мм, врезанных в массивное основание.

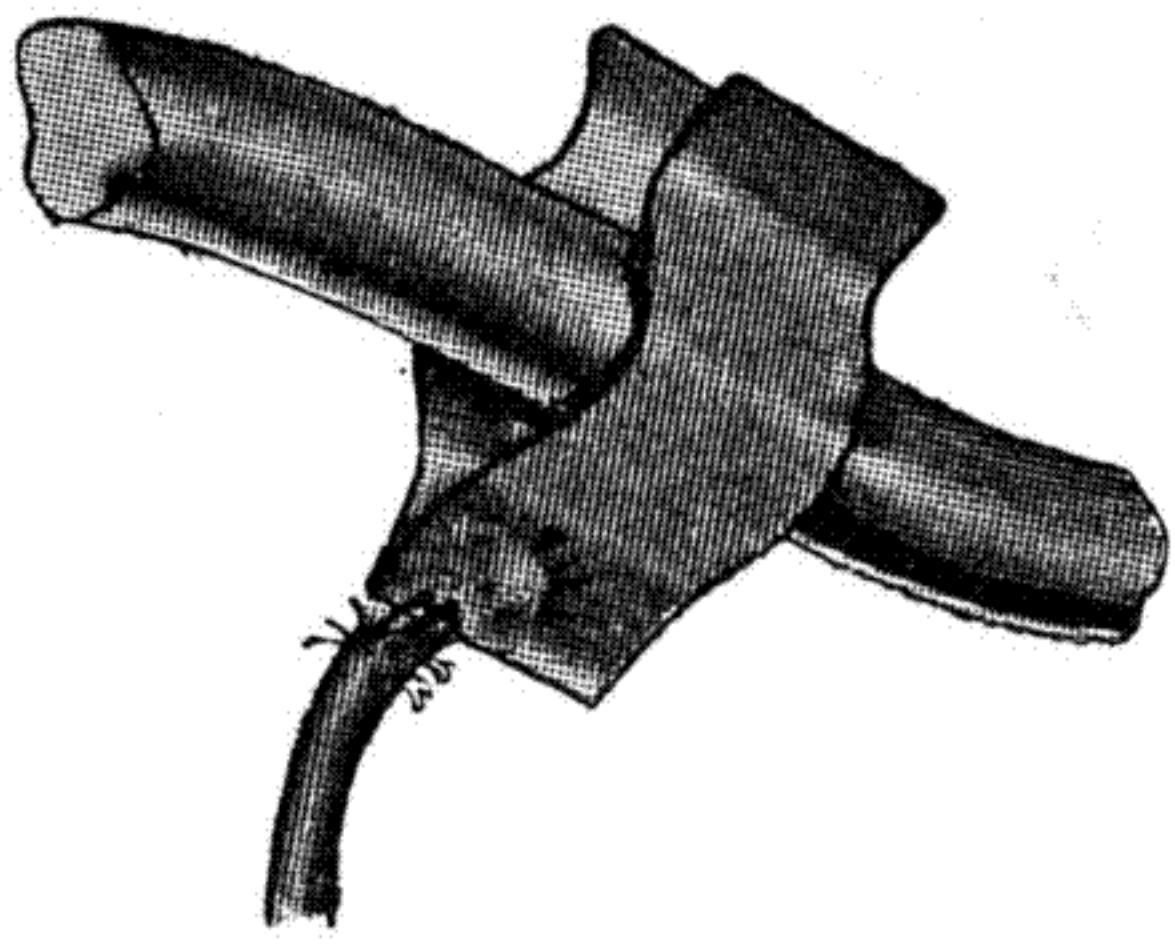


Рис. 63. Щипок.

Материал стоек и основания возьмите такой же, как и для панели. На основании укрепите три клеммы для подводки питания и привинтите ролик. Между головкой шурупа, крепящего ролик к основанию, подложите эбонитовую пластинку размером  $35 \times 15 \times 3$  мм. К ней будет крепиться нижний конец анодного дросселя передатчика. Верхний конец этого дросселя укрепите

на верхней панели под винты и гайки.

Все дросселя намотайте из голого медного провода диаметром 1,5 мм при диаметре дросселя 25 мм. Всего намотайте около 30 витков и растяните их так, чтобы расстояние между соседними витками получилось равным 3 мм.

Остальные дросселя укрепите горизонтально, так, чтобы два из них, включенные в цепь накала, были рядом, а сеточный дроссель под ними.

Для крепления их придется сделать еще одну вертикальную стойку из изолирующего материала (рис. 62, справа, внизу). Сверху ее привинтите небольшую планочку, к которой и будут крепиться остальные дросселя и сопротивление  $R$  Каминского. Это сопротивление равно примерно 5 000 ом.

Конденсатор  $C$  сделайте из трех пластин размером  $20 \times 30$  мм с зазором в 1 мм между пластинами, и укрепите его на основании передатчиков.

Как видно из схемы, дросселя могут иметь переменную самоиндукцию, так как включены в цепь не прямо, а через так называемые щипки (рис. 63). Щипки необходимы для регулировки и настройки передатчика.

Чтобы не вносить лишнего затухания в контур, реостат накала смонтируйте отдельно. Его можно установить на трансформаторе накала, если питание ламп производится от городской осветительной сети. Если передатчик питается от батареи, установите реостат вместе с батареей накала.

Анодную батарею можно составить из 20 штук сухих батареек от карманного фонаря. Поместите их в фанерный ящик, закройте крышкой, выведите два конца, и батарея готова (рис. 64).

Для питания нити накала возьмите 3—4 батарейки от карман-

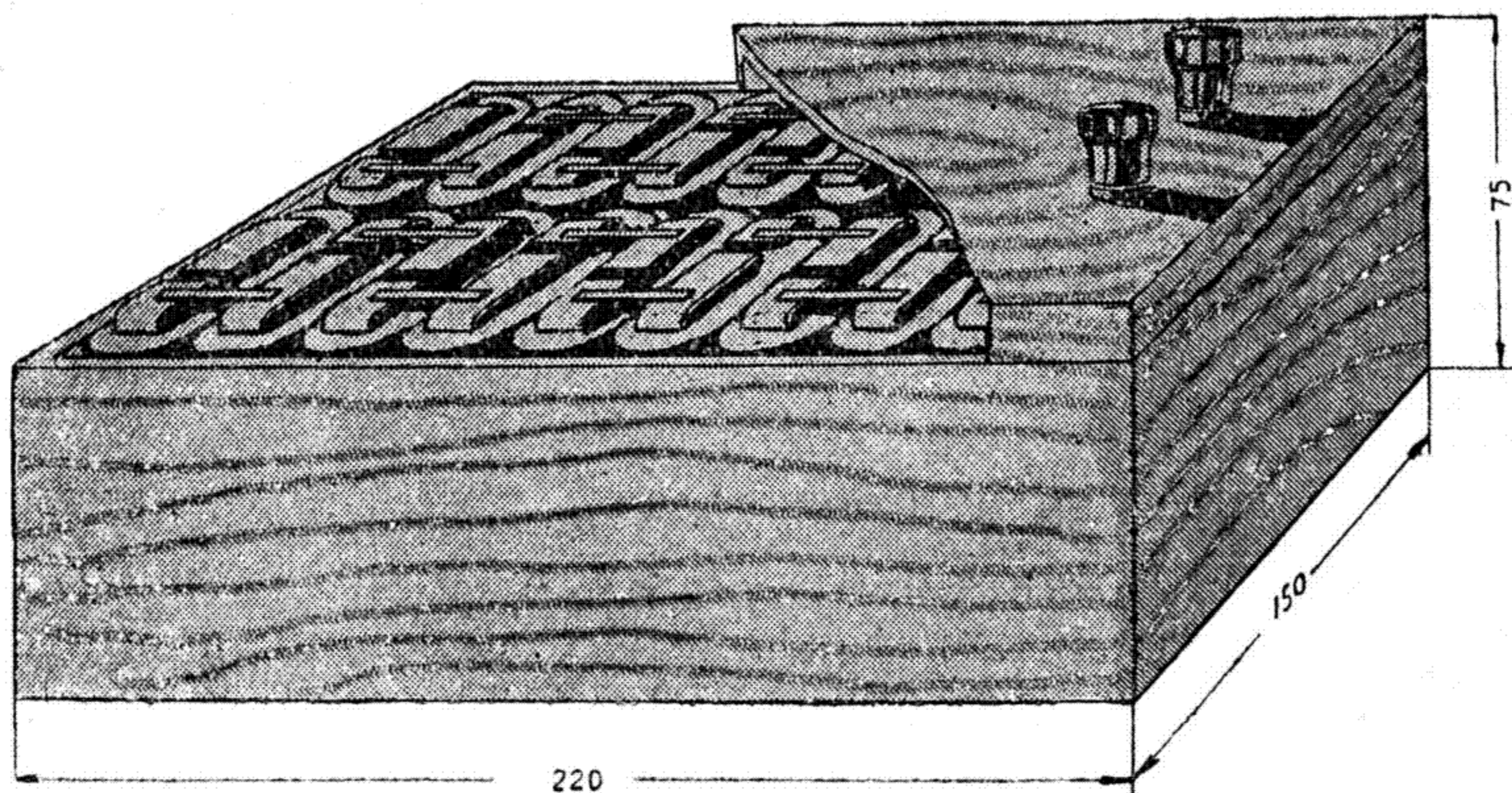


Рис. 64. Самодельная анодная батарея.

ного фонарика и соедините их параллельно. Неплохо, если вместо сухих батареек вы достанете небольшие аккумуляторы.

Передачик можно питать полностью от сети переменного тока. Для этого нужно поставить выпрямитель, а лампу УБ заменить лампой с подогревным катодом типа СО. Схему передачика, работающего на полном питании от сети переменного тока, попробуйте составить сами.

Итак, передачик готов. Но вот вопрос: генерирует он или нет? Это можно легко узнать. Установите щипки дросселей накала на крайние витки, щипки сеточного и анодного дросселей примерно на середину. Щипок провода, питающего колебательный контур, установите несколько ближе к тому вертикальному стержню, который присоединен к конденсатору сетки.

Возникновение колебаний можете обнаружить с помощью замкнутого витка проволоки, в который включена обычная четырехвольтовая лампочка карманного фонаря. При поднесении такого витка к контуру лампочка ярко вспыхивает в том случае, если передачик генерирует. Как только найдете то положение щипка, при котором лампочка горит наиболее ярко, припаяйте щипок в этом положении к спирали.

Если лампа не загорается или горит тускло, значит, генерации нет или она недостаточна. Проверьте правильность включения сеточного и анодного дросселей, проверьте, не потеряла ли эмиссию лампа, или, может быть, недостаточен накал.

Этот передачик может работать на лампе УБ-107, на лампе УБ-110 и имеет большую отдачу. Длина волны изменяется в пре-

делах от 2,5 до 8 м передвижением горизонтальной перекладины по вертикальным проводам. В приемнике, собранном Ярочкиным, одна лампа давала дальность передачи до 3 км, две лампы, включенные параллельно, — 6 км, а три лампы — 8 км.

Для управления нашей моделью такие огромные расстояния совершенно не нужны, и можно ограничиться только одной лампой.

Так как с передатчиком оперировать легче, чем с приемником, мы поведем всю дальнейшую работу по изготовлению модели так, что будем подгонять передатчик под приемник, а не наоборот: будем регулировать и настраивать не передаточное устройство, а приемное.

Лучше всего работать на волнах длиной 7—8 м. На них и передающая и приемная аппаратура работает гораздо надежнее и устойчивее, чем на более коротких волнах.

Особенно это заметно в городских условиях, где УКВ отражаются от крыш, стен домов и сильно ими поглощаются. Кроме того, на волне короче 7—8 м передатчик трудно возбуждать. Он должен быть собран особо тщательно, чтобы не было больших вредных емкостей. Желательно, хотя и не обязательно, в аппаратуре УКВ не применять дерева, а только высококачественный изоляционный материал. Количество точек крепления деталей старайтесь свести до минимума. Ни в коем случае не заменяйте воздушный конденсатор каким-нибудь другим конденсатором.

Расстояние между отдельными деталями должно быть по возможности большим. Чем это расстояние больше, тем меньше будут вредные емкости.

Чем выше вы поднимете передатчик, тем дальше он будет действовать. Если позволяют условия, попробуйте поставить его на крышу дома, на дерево, подняться с ним на холм, и вы убедитесь в том, что УКВ действительно распространяются прямолинейно, подобно лучам света, отражаются от больших зданий, экранируются лесом и строениями.

Этот передатчик, конечно, очень громоздок и, несмотря на хорошую работу, для переносных установок не удобен.

Попробуйте сконструировать сами более компактный передатчик. За основу можете взять схему, помещенную в журнале „Радиофронт“ № 8 за 1935 г. или № 10 за 1936 г. В этих номерах журнала описана любительская УКВ-передвижка, смонтированная

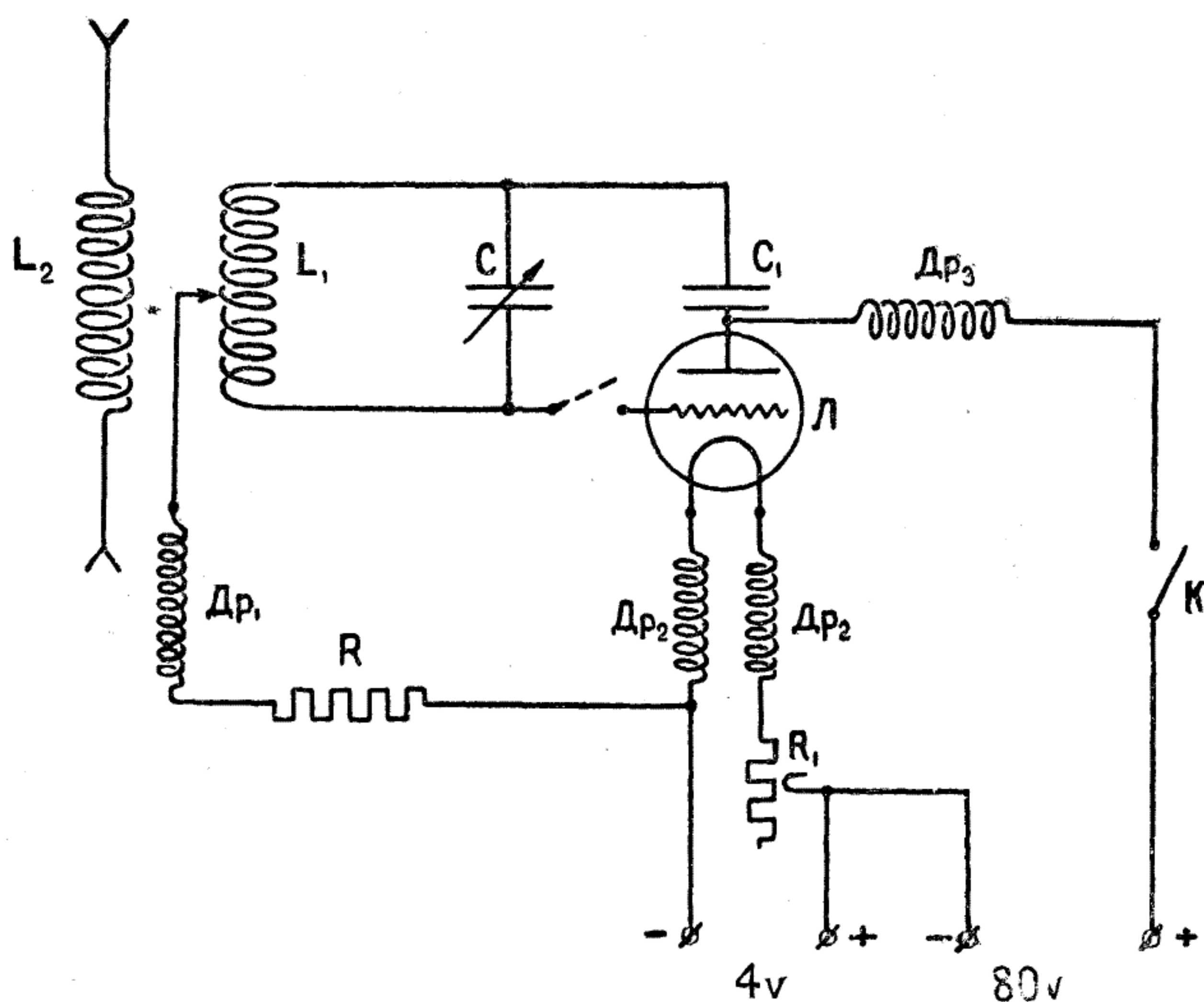


Рис. 65. Схема передатчика (второй вариант).

в чемодане. Она работает совершенно надежно на расстоянии нескольких сот метров без антенны. С антенной дальность передачи увеличивается до 1—1,5 км.

Схема этого передатчика показана на рис. 65. Она несколько изменена по сравнению с той, которая помещена в журнале „Радиофронт“, так как употребляется нами не для телефонных разговоров, а для передачи сигналов телеуправления. Совершенно излишни в этой схеме микрофон и микрофонный трансформатор. Они заменяются ключом Морзе. Дросселя  $Dr_1$ ,  $Dr_2$ ,  $Dr_3$  включены для того, чтобы в цепь питания не попали токи высокой частоты, сопротивление  $R$  — для того, чтобы задавать отрицательное смещение на сетку лампы. Ключ Морзе не обязательно включать в анодную цепь — его можно включить в цепь сетки (рис. 65, пунктиром). Где будете рвать цепь, в аноде или в сетке, на плюсе или на минусе, — это безразлично.

### III. ПРИЕМНИК И УСИЛИТЕЛЬ

Приемник сигналов телеуправления может быть рассчитан на прием немодулированных и модулированных колебаний.

Немодулированные колебания применены в радиопароходе Ярочкина. Схема его приемника изображена на рис. 66. Это —

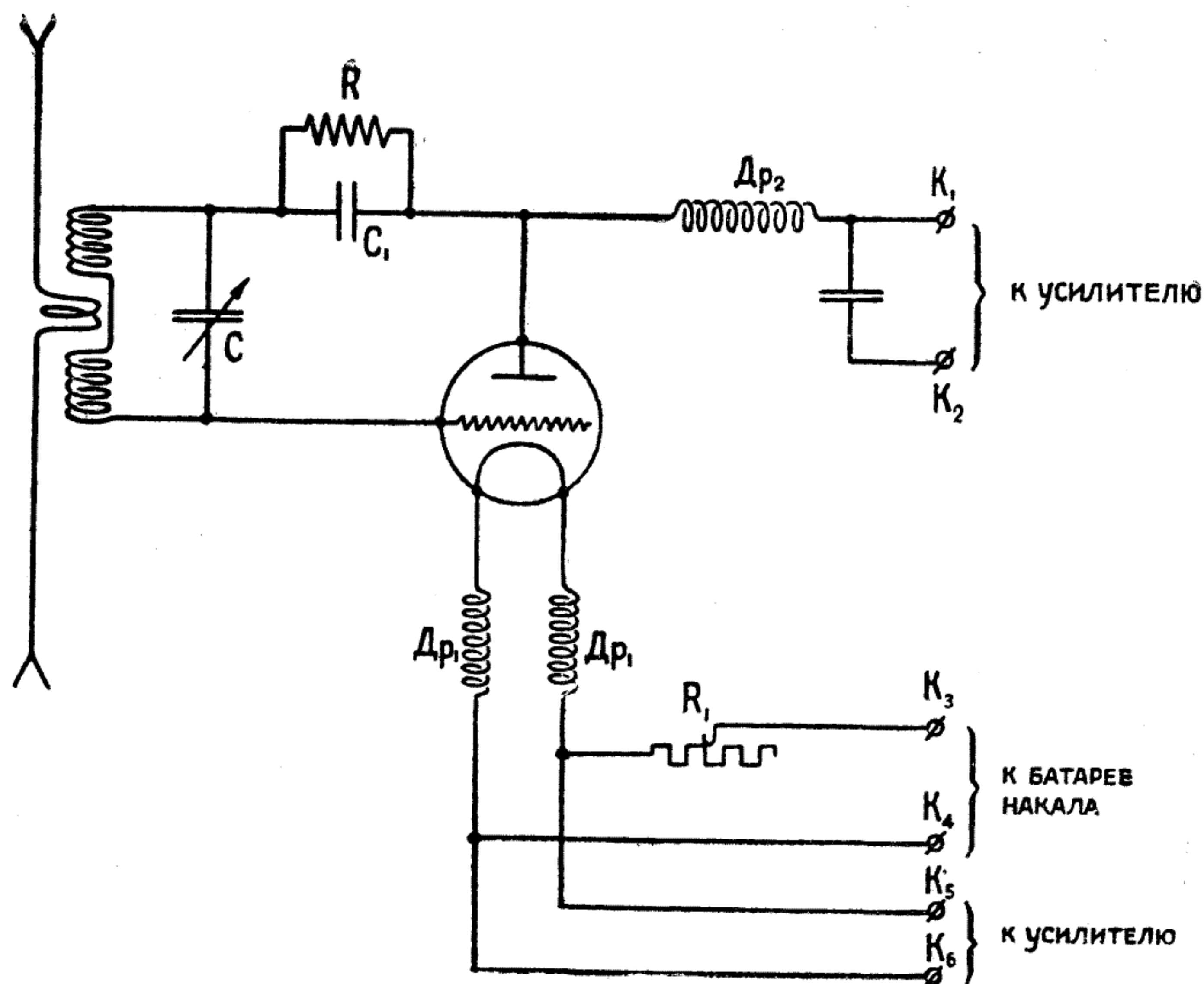


Рис. 66. Схема приемника сигналов телеуправления.

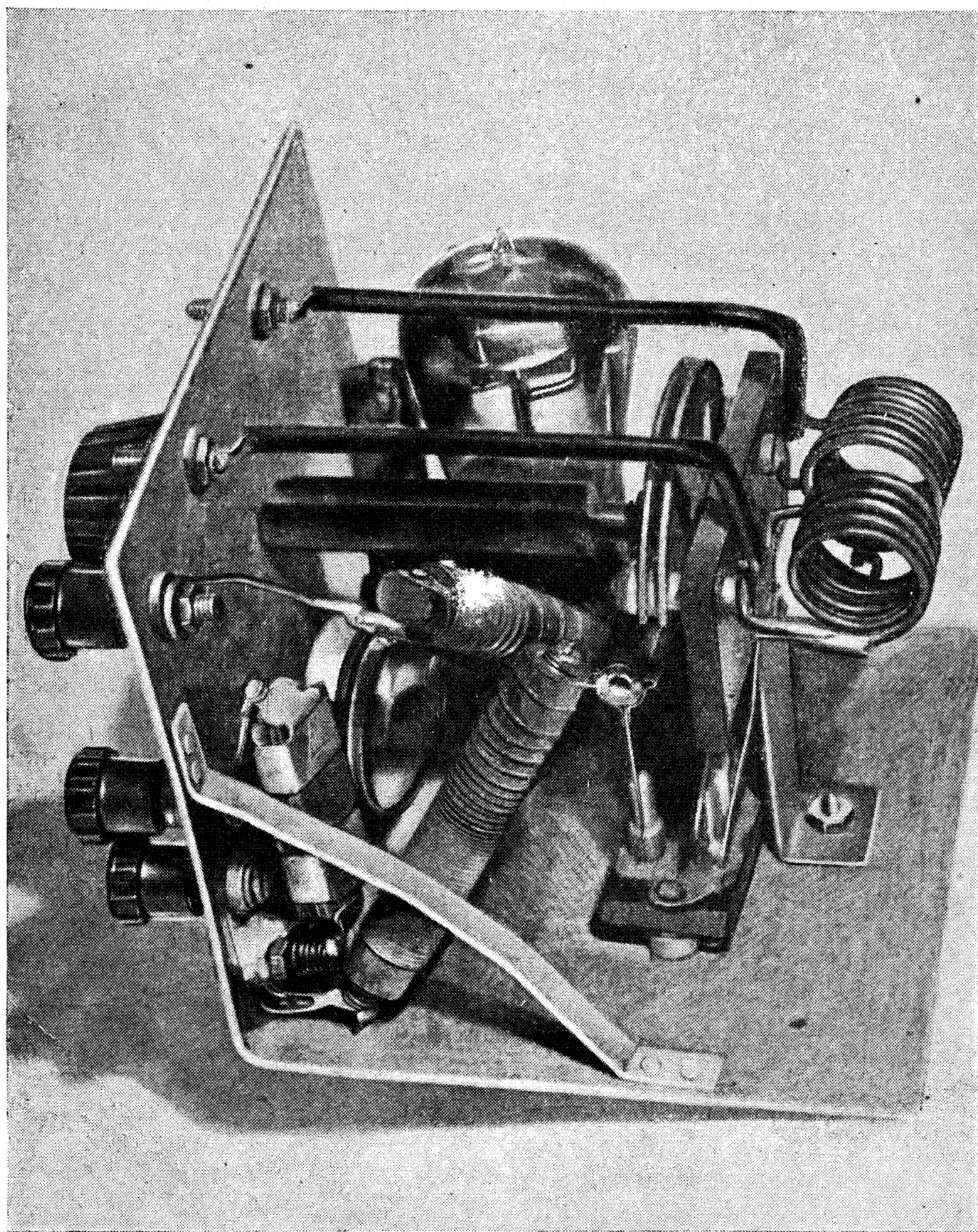
схема обычного суперрегенератора Флюэлинга. Суперрегенерация значительно увеличивает силу приема. Если силу сигналов детекторного приемника принять за единицу, то регенеративный прием дает десять таких единиц силы сигнала, а суперрегенеративный — сто шестьдесят. Вдобавок прием на суперрегенератор очень устойчив.

От усилителя Ярочкин заставлял работать обыкновенное телефонное реле, обмотка которого рассчитана на 24 вольта. Приемник и усилитель у него были смонтированы отдельно и соединялись друг с другом проводами. Питание анода и нити накала приемника и усилителя было общим. Эта схема работала на большом расстоянии без отказа. Общий вид приемника Ярочкина дан на фото (рис. 67).

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА

Антенный контур состоит из двух витков голой проволоки красной меди, желательно посеребренной, диаметром 2 мм. Внутренний диаметр спирали — 20 мм. Шаг витка спирали — 3 мм (рис. 68).

Контур связи (колебательный контур) сделайте из двух



*Рис. 67. Фото приемника Ярочкина.*



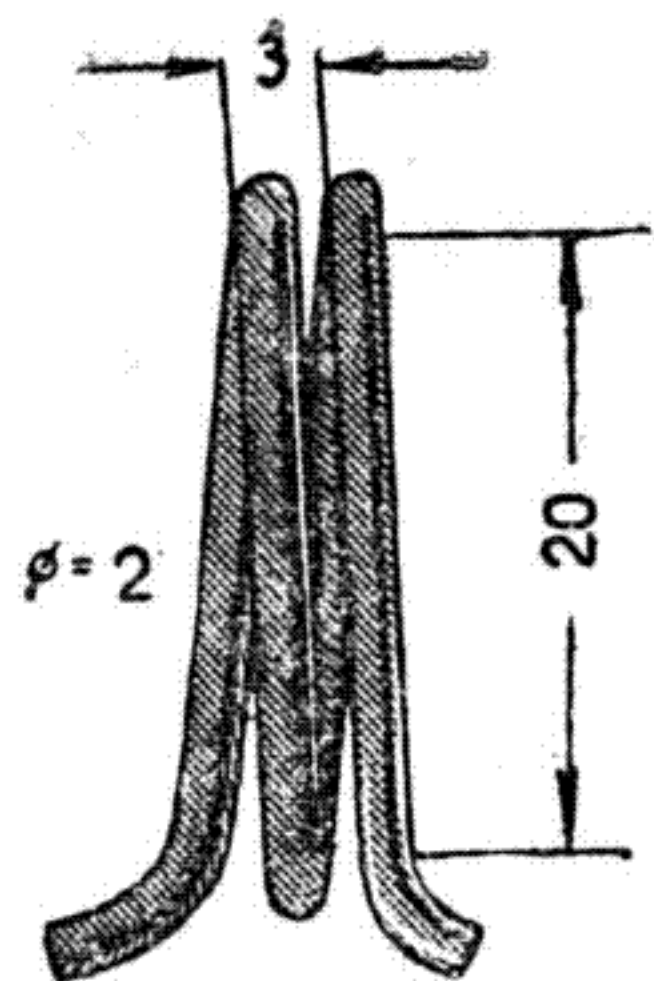


Рис. 68. Катушка антенного контура.

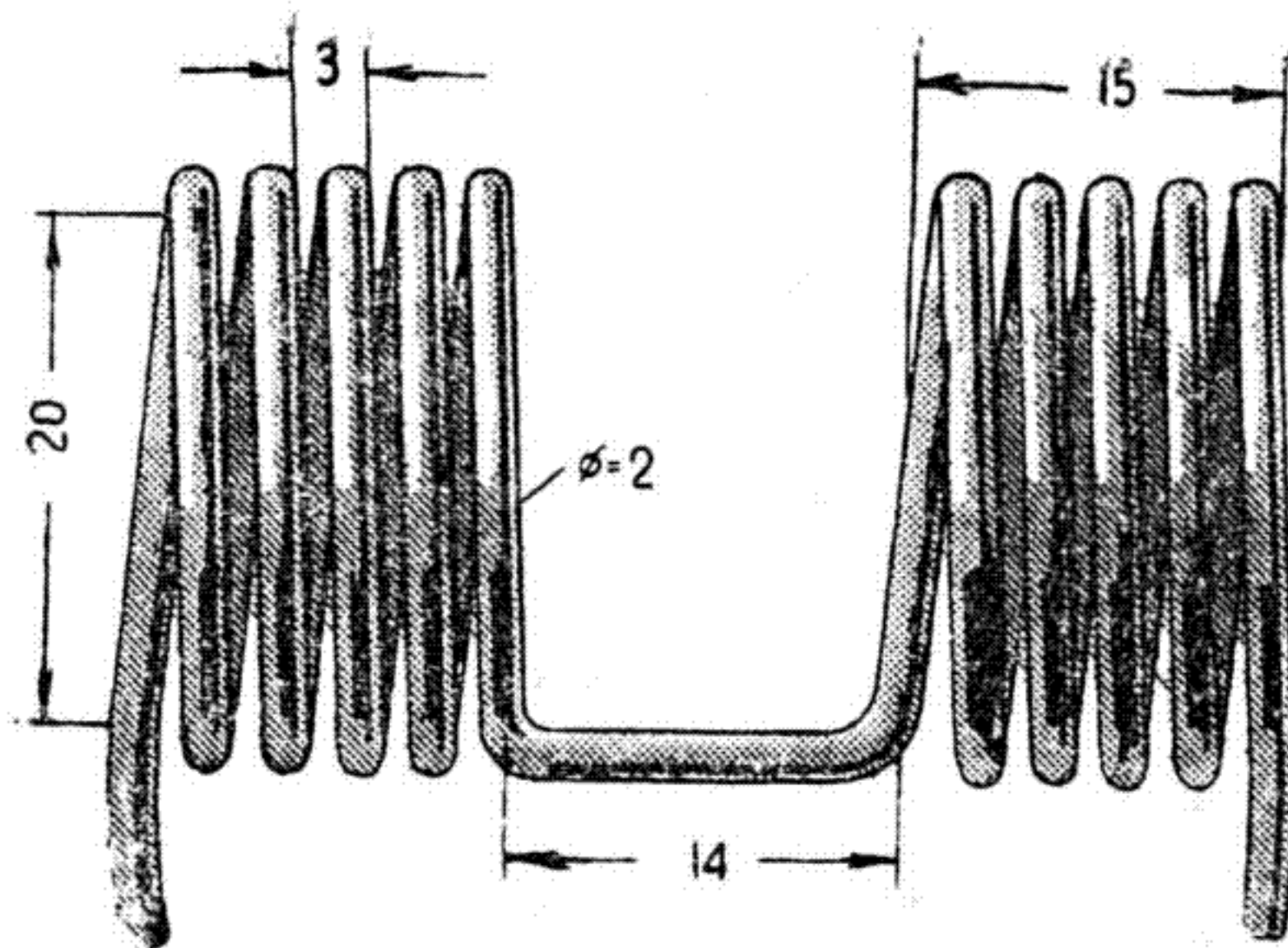


Рис. 69. Колебательный контур приемника.

спиралей по пять витков в каждой. Материал — тот же, что и для антенного контура.

Намотав на круглой деревянной оправке диаметром 18 мм пять витков, пропустите 14—16 мм и намотайте еще пять витков. Шаг витка возьмите равным 3 мм. Общие размеры контура показаны на рис. 69. Там указан внутренний диаметр катушек — 20 мм; это потому, что после намотки катушка оказывается большего диаметра, чем оправка.

В середине между двумя спиралями контура расположится антенная катушка. Назначение контура связи понятно без объяснений.

Конденсатор (переменной емкости) будет состоять всего-навсего из двух пластин: одной подвижной и одной неподвижной.

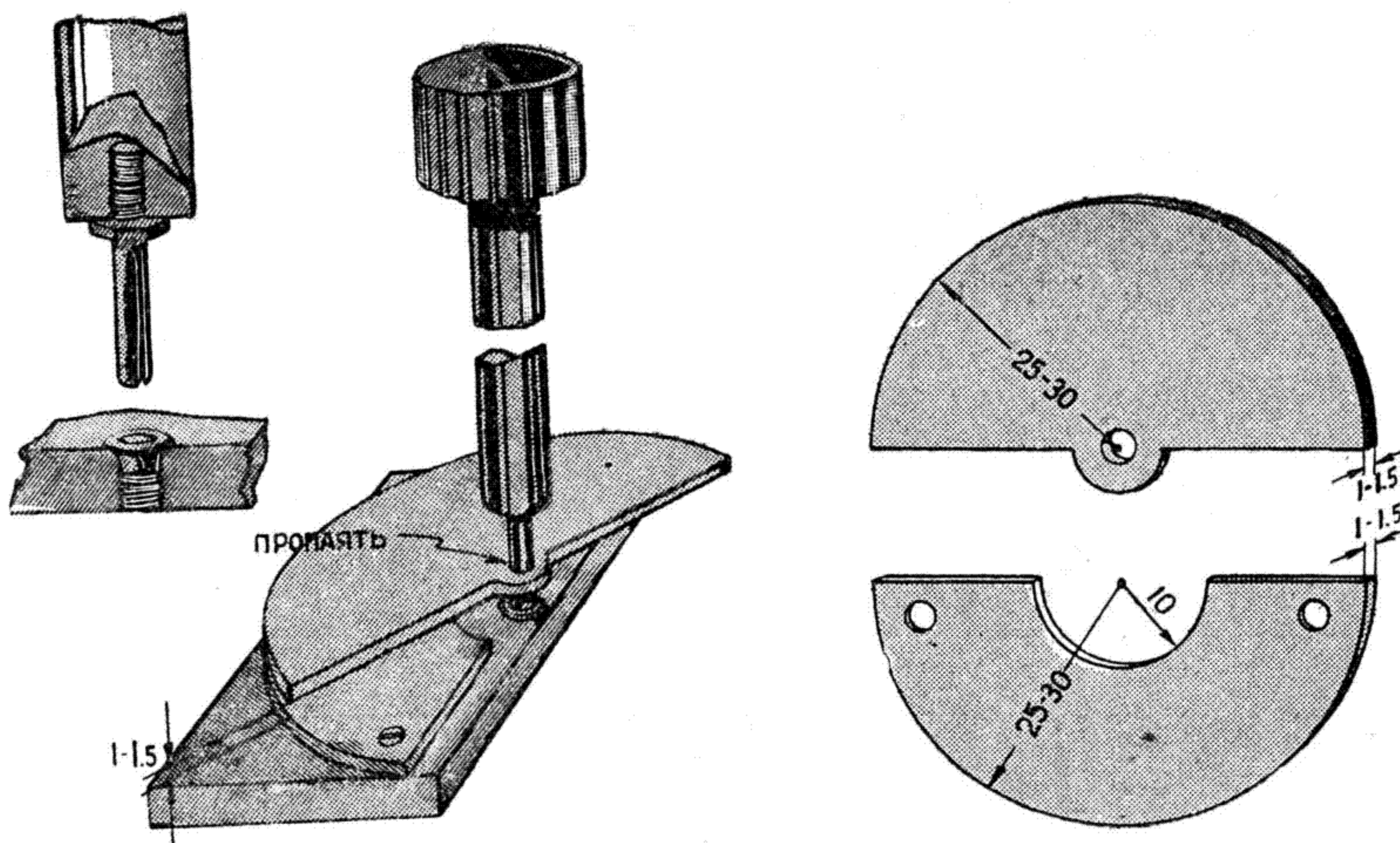


Рис. 70. Конструкция конденсатора переменной емкости.

Расстояние между пластинами 1,5—2 мм. Форму пластин можете взять любую, проще всего форма полукруга.

Самому сделать конденсатор очень легко. Из латуни или меди толщиной 1—1,5 мм вырежьте два полукруга (рис. 70). На этом же рисунке показано, как собирается конденсатор.

Конденсаторов постоянной емкости в приемнике будет два. Один емкостью от 100 до 300 см. Это конденсатор утечки сетки детекторной лампы. Точно величину его емкости найдете из опыта.

Второй, блокировочный, конденсатор емкостью 5 000—10 000 см.

Реостат накала возьмите обычный, от любого радиоприемника. Максимальное сопротивление его 10—15 ом.

Высокоомные сопротивления — системы Каминского. Величину их придется подобрать опытным путем в пределах от 1 до 5 мегомов.

Детекторная лампа — УБ-107 или УБ-110.

Анодный дроссель высокой частоты намотайте на эбонитовом круглом стержне диаметром 10—15 мм и длиной 60—70 мм. Отступя 8 мм от одного из концов, обмотайте стержень проволокой 0,15—0,20 мм ПЭШО. Намотку нужно сделать не обычную, а „прогрессивную“: сначала намотка ведется плотно, виток к витку, затем расстояние между витками постепенно увеличивается, доходя к концу намотки примерно до 5—7 мм.

Намотав плотно на длине 25 мм, начинайте мотать реже. Всего на прогрессивную обмотку пойдет около 60 витков проволоки. На концы готового, намотанного дросселя наденьте изолирующие шайбы для закрепления проводов (рис. 71).

Не обязательно делать обмотку дросселей на эбонитовом стержне. Его с успехом может заменить стеклянная трубочка, проваренный в парафине и свернутый в плотную трубку картон или пресшпан. Лучше всего было бы совсем не пользоваться каркасом для дросселя, но практически при такой тонкой проволоке, как ПЭШО 0,15—0,2 мм, обмотку иначе сделать невозможно.

Для дросселей в цепи накала возьмите такие же стержни или трубки, как и для анодного дросселя.

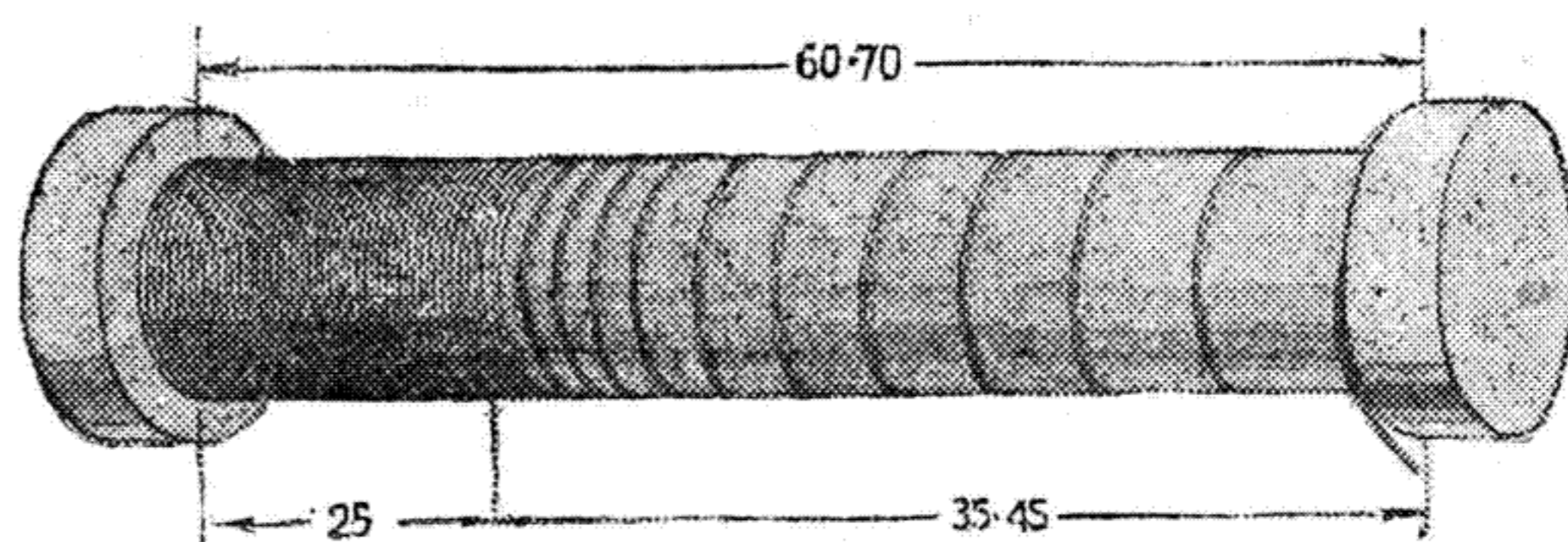


Рис. 71. Анодный дроссель.

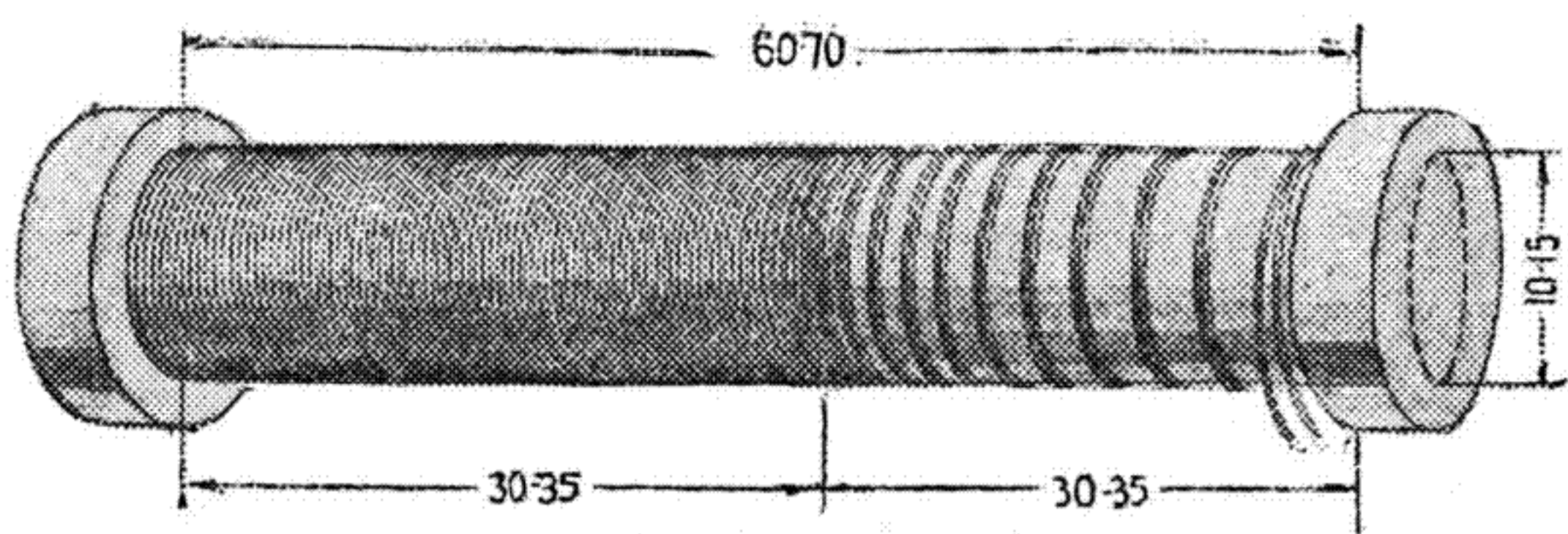


Рис. 72. Дроссель накала.

10 мм, остальные витки намотайте с прогрессирующим шагом. На оставшейся длине каркаса должно уложиться 11—12 витков. Дросселя накала можно намотать вместе. Возьмите два куска провода ПШД 0,25 мм и, сложив их вместе, намотайте двойную обмотку с прогрессирующим шагом.

Получится дроссель с более густой, двойной обмоткой (рис. 72).

Ни в коем случае не покрывайте обмотку дросселей ультравысокой частоты шеллаком или коллодием. Приемник с такими дросселями будет плохо работать, так как междувитковая емкость дросселей возрастает настолько, что ультравысокие частоты свободно проходят через нее, минуя самоиндукцию. Нельзя применять в качестве каркасов дросселей карандаши с графитом, как делают некоторые любители.

Клеммы возьмите любые, но тщательно изолируйте их от панели эбонитовыми втулками.

Соединительные провода — такие же по сечению, как и для передатчика. Желательно заключить их в эксцельсиоровые трубки. Они продаются в радиотехнических магазинах и стоят недорого. Они придают прибору красивый вид и предохраняют от случайных замыканий монтажных проводов.

Деталей крепления несколько: одни из них крепят конденсатор переменной емкости, антенный контур и контур связи; другие крепят конденсатор постоянной емкости и т. д.

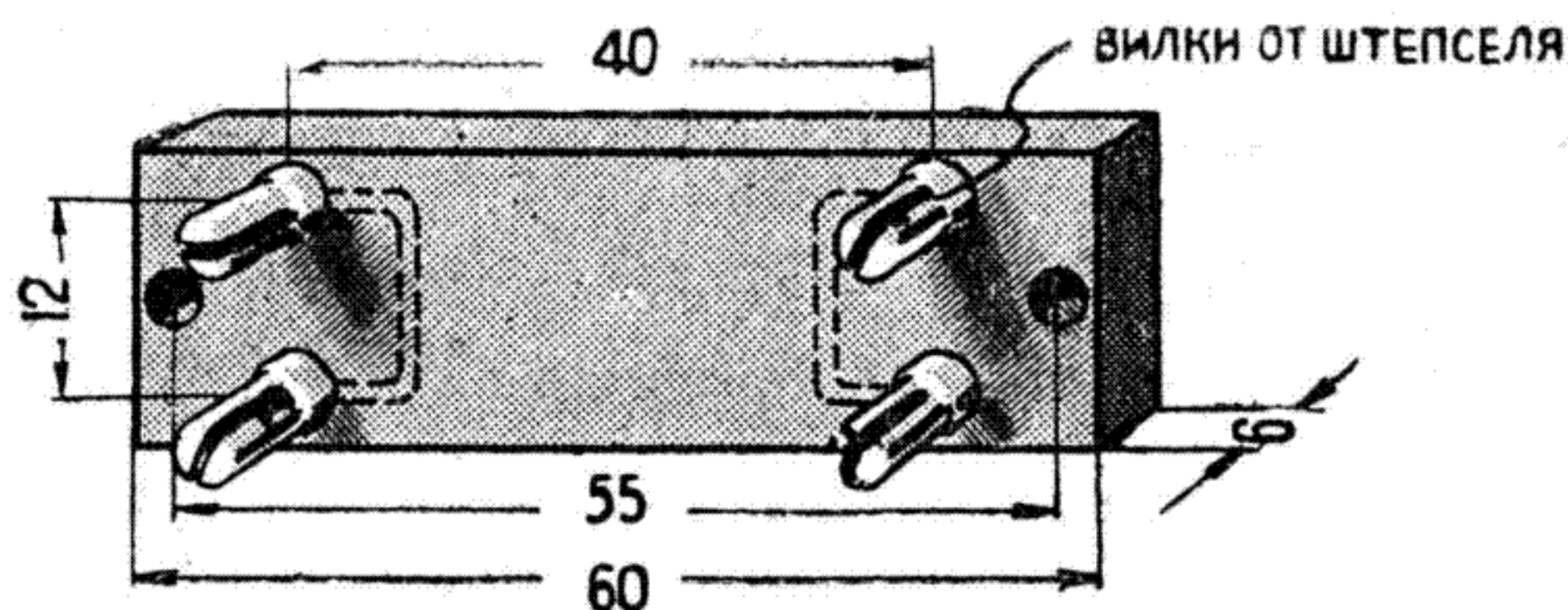


Рис. 73. Планка с вилками для деталей приемника.

Раздобудьте кусочек эбонита толщиной 6 мм и вырежьте из него планку 60 мм длины и 20 мм ширины. В планке просверлите шесть

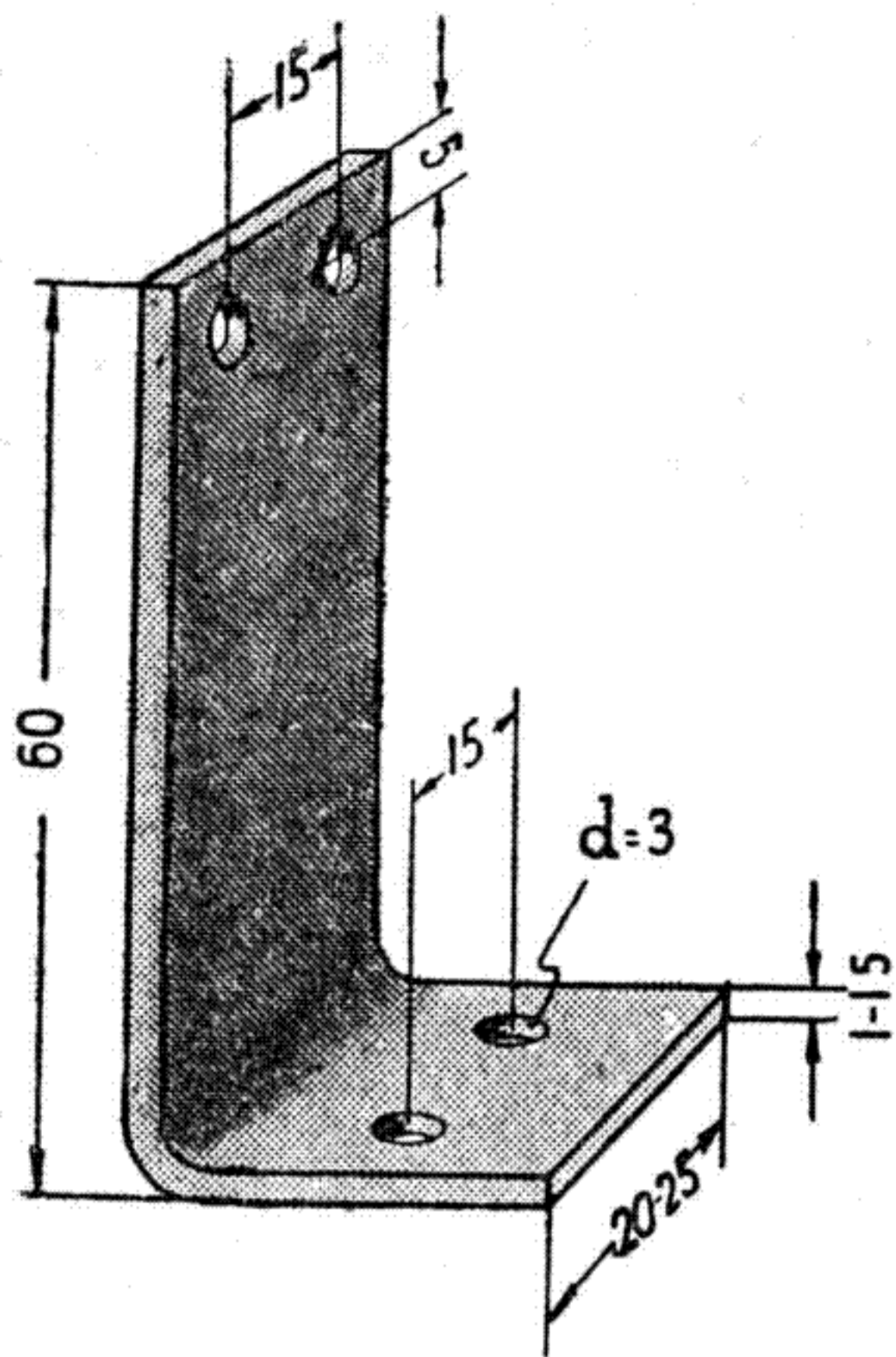


Рис. 74. Стойка.

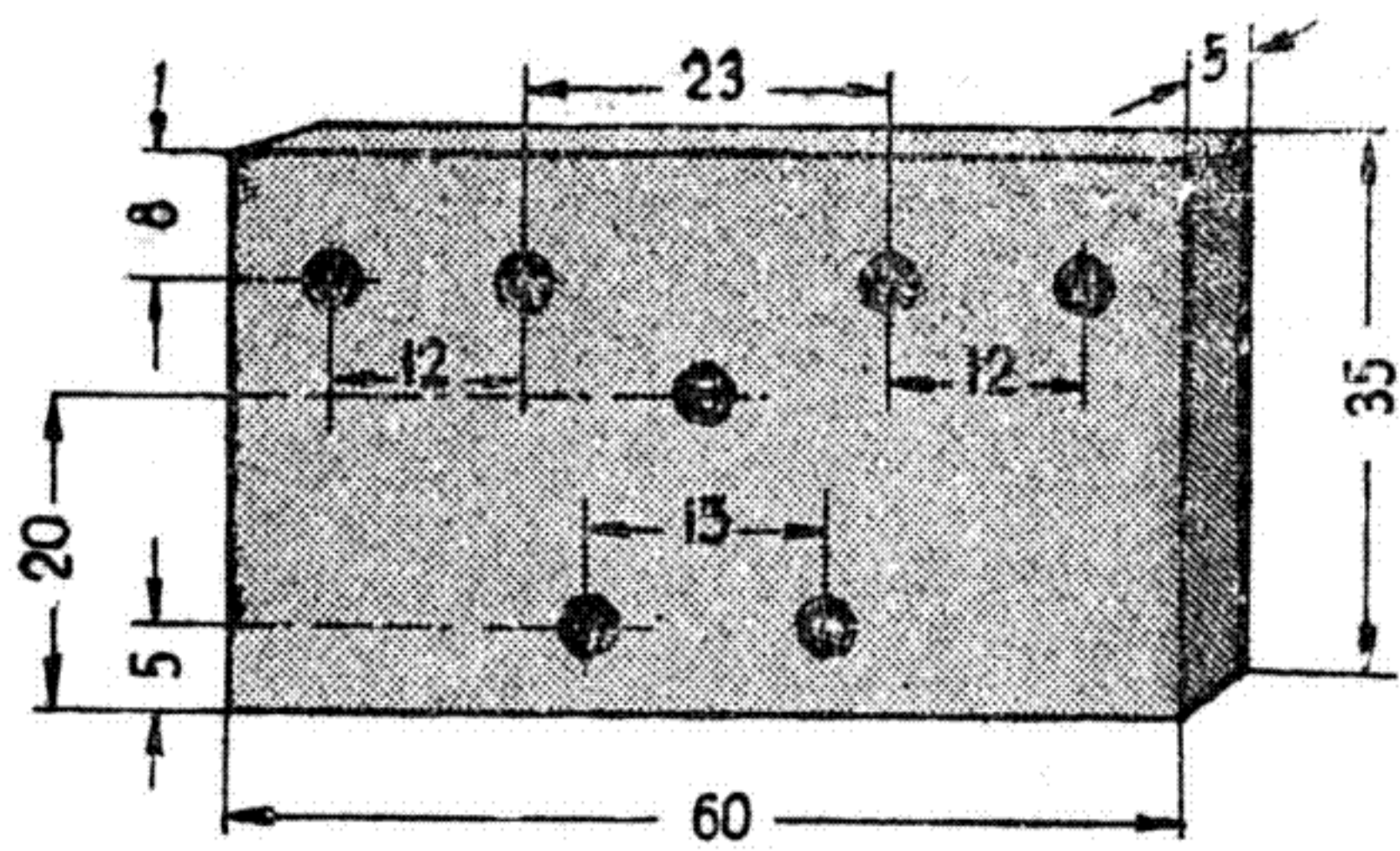


Рис. 75. Планка контура.

отверстий, два из них для крепления планки к панели, а в остальные вставьте четыре обыкновенные штепсельные вилки, как показано на рис. 73. В две вилки вставьте сопротивление Каминского, а в другие две — конденсатор постоянной емкости. Предварительно тщательно вычистите места соприкосновения от окиси и грязи. После подбора конденсатора и сопротивления припаяйте их к вилкам. Это даст надежный контакт и гарантирует от выпадания из вилок при тряске приемника. Соседние вилки соедините накоротко обрезками провода.

Из латуни или алюминия толщиной 1,5—2 мм согните угловую стойку (рис. 74). К этой стойке привинтите эбонитовую планку размером  $60 \times 35 \times 5$  мм (рис. 75). К этой планке крепится катушка антенного контура, катушки колебательного контура, телефонное гнездо для вращения подвижной пластины конденсатора переменной емкости и неподвижная пластина этого конденсатора.

Когда все детали заготовлены, можно приступить к монтажу.

### МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

Сначала привинтите к панели планку с четырьмя вилками и стойку. Как это сделать, ясно видно на фото общего вида приемника (рис. 67).

К стойке привинтите эбонитовую планку с привинченной к ней неподвижной пластиной конденсатора и установленными катушками.

В телефонное гнездо планки вставьте конец оси с заранее

надетой на нее подвижной пластиной конденсатора переменной емкости. Расстояние между пластинами должно быть 1—2 мм. Укрепите реостат накала и блокировочный конденсатор, припаяйте к дросселям провода, вставьте лампу в панель.

Прогрессивная намотка делается для того, чтобы уменьшить паразитные емкости между дросселем и землей; поэтому дросселя должны включаться к лампе концами с редким шагом витка.

Основное правило монтажа УКВ-аппаратуры — это короткие соединения между деталями. Чем короче соединительные провода, тем лучше будет работать приемник.

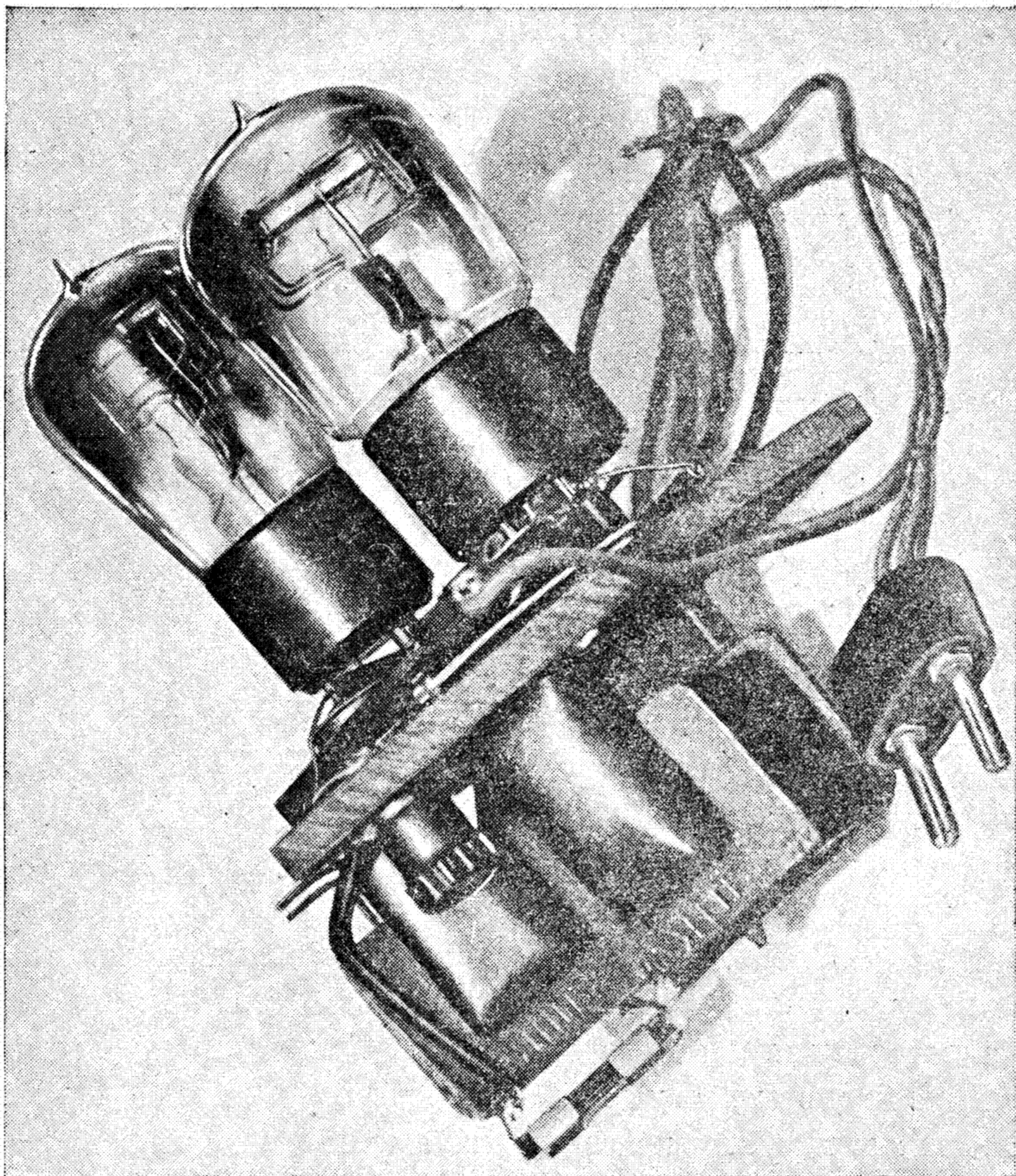
Нужно помнить, что монтаж УКВ-приемника должен быть сделан очень тщательно. При неудовлетворительном монтаже (плохие соединения проводов, окисленные контакты и т. д.) приемник работать не будет. При постройке УКВ-приемников некоторые любители выводят металлическую ось конденсатора настройки непосредственно на панель. К такому приемнику нельзя поднести руку: от этого сразу меняется емкость и настроиться на передатчик оказывается невозможным. Конденсатор настройки укреплять нужно жестко, причем подвижная пластина его должна плавно вращаться без свободного хода в отверстии для оси.

Чтобы металлическую ось подвижной пластины конденсатора не выводить за панель, сделайте ее короткой, а на конец насадите круглую деревянную или эбонитовую палочку. Это будет удлинитель. С другого конца палочку прикрепите к оси ручки настройки.

При полном экранировании приемника уменьшаются количество и длина монтажных проводов, так как в этом случае на панель можно подать плюс накала и минус анода.

Особо серьезное внимание обратите на конденсатор настройки. Если электрическое соединение подвижных пластин с цепью сетки плохое, приемник не работает. Соединение желательно сделать тугий плоской пружинкой.

Приемник ультракоротких волн чрезвычайно чувствителен к тряске: малейшие механические колебания влияют на его работу. Тут не поможет ни амортизация всего приемника (подкладывание под него резиновых прокладок), ни устройство ламповой панели на резиновой губке, ни монтаж приемника мягким шнуром. Для уничтожения пружинных свойств катушек самоиндукции медную проволоку, из которой они делаются, нужно предварительно от-



*Рис. 76.* Фото двухкаскадного усилителя Ярочкина (видны два трансформатора и конденсатор постоянной емкости).

жечь и дать медленно остыть,—тогда проводник не так пружинит. Емкостный эффект — приближение рук — сильно меняет настройку приемника. Для уменьшения этого можно было бы применять очень длинные изолированные ручки, но это не конструктивно и недостаточно помогает делу. Лучше всего приемник экранировать. Его нужно поместить в металлический (алюминиевый или медный) ящик, тогда можно обойтись без длинных ручек настройки, а приближение руки не будет так сильно влиять.

Если включить в анодную цепь этого приемника реле, оно не будет работать от проходящих УКВ-сигналов, потому что

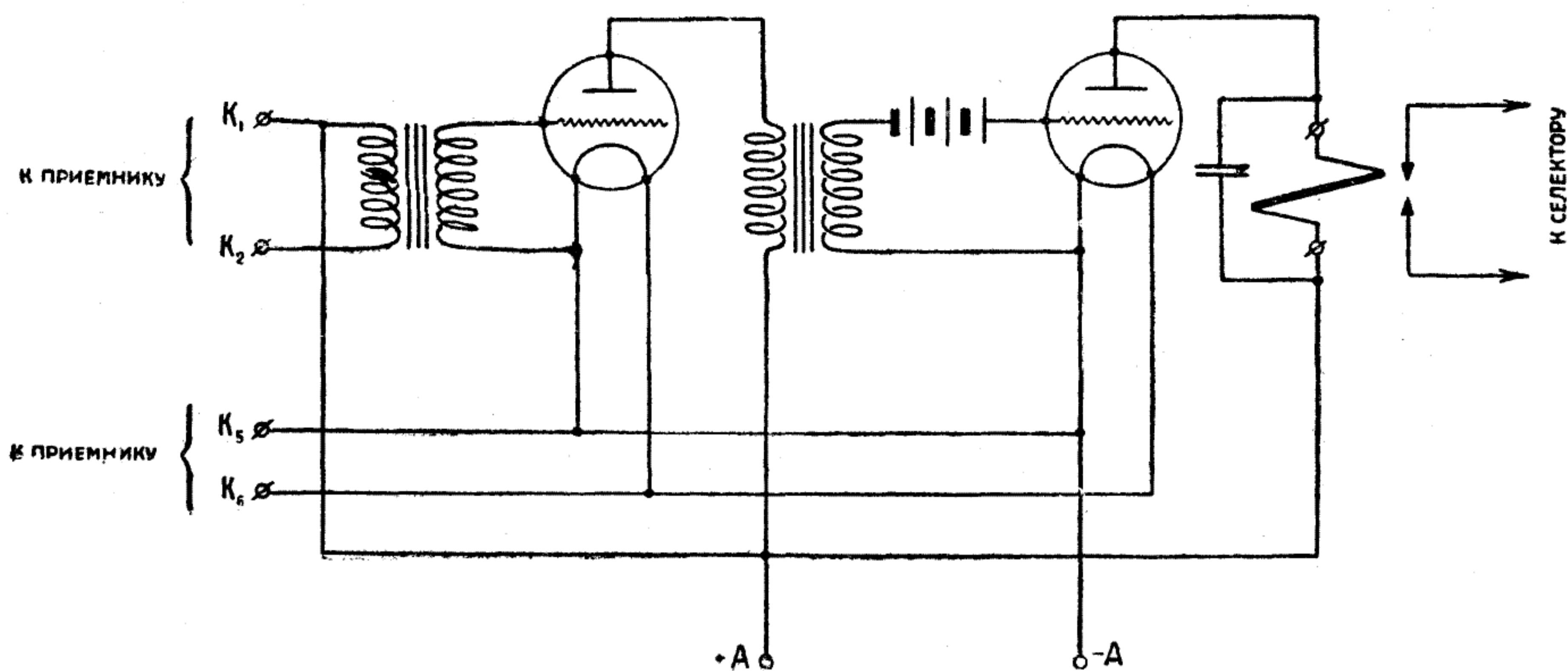


Рис. 77. Схема двухкаскадного усилителя низкой частоты.

изменение величины анодного тока лампы недостаточно. Для того чтобы реле работало, необходимо усилить анодный ток. Усилитель можно сделать на сопротивлениях или на трансформаторах. Усиление на трансформаторах будет более мощным. Для своего радиоуправляемого судна Ярочкин сконструировал и построил двухкаскадный усилитель на трансформаторах. Усиление, которое он давал, было достаточно для работы нормального телефонного реле с 24-вольтовой обмоткой, потребляющей ток 23 миллиампера. Фото этого усилителя дано на рис. 76. Там видны два трансформатора и две усилительные лампы. Схема усилителя—на рис. 77. Усилитель монтируется на деревянной дощечке толщиной 5—6 мм.

Приемник с усилителем соединяются штепсельной вилкой. Клеммы для включения реле на фото не видны: они находятся на нижней стороне панели, там, где установлены лампы.

Для предохранения от повреждений усилителя, и особенно ламп, его надо заключить в фанерный ящик. Для усилителя низкой частоты помехи уже не страшны, и поэтому металлический ящик для него делать не стоит.

Трансформаторы можете взять любые с соотношением чисел витков 1:4, 1:3 или 1:2.

В усилителе Ярочкина применены трансформаторы с числом витков 6 000 и 12 000 для первичной и вторичной обмоток (завода № 2 Наркомсвязи). Отрицательное смещение на сетку лампы—около 4—5 вольт. Точно оно подбирается опытным путем. Конденсатор—1—2 микрофарады.

## НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА

Настраивать приемник нужно с помощью телефона. Включите вместо входного реле обычный телефон. При повороте ручки реостата накала услышите суперный шум. Шум должен быть без свиста. Характер шума подбирается заменой конденсатора  $C_1$  и сопротивления  $R$ .

Иногда суперрегенерация бывает плохая от того, что связь с антенной слишком сильна. Уменьшите связь до получения ровного суперного шума на всем диапазоне настройки.

Когда заработает передатчик и сигналы его будут достаточно сильны, суперный шум на небольшом участке настройки пропадет. При слабых сигналах суперный шум может и не исчезнуть, но он мешать нам не будет, потому что мы пользуемся сигналами не для передачи и воспроизведения человеческого голоса, а только лишь для срабатывания входного реле.

## АНТЕННОЕ УСТРОЙСТВО

Антенное устройство на радиосудне сделайте из двух латунных или медных проволок диаметром 2—3 мм. Эти проволоки должны крепиться к бортам судна. Одна — к левому борту, дру-

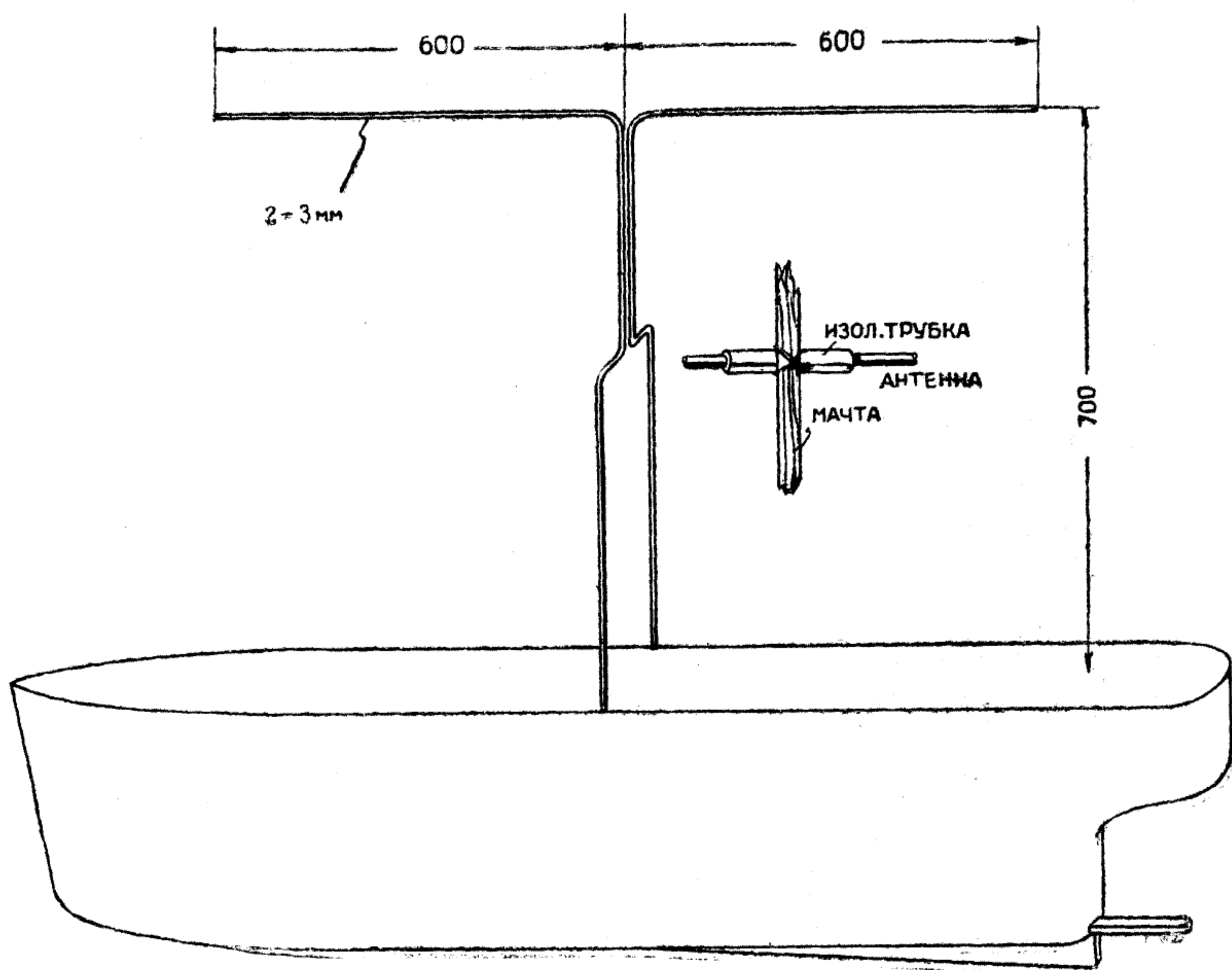


Рис. 78. Антенное устройство.



гая — к правому. На высоте 700 мм от палубы они изгибаются. Одна крепится к передней мачте, другая — к задней. Антенну нужно сначала изолировать от мачты кембриком и изолирующей лентой, а затем уже привязать шпагатом или изолированной проволокой к мачте.

Длина горизонтальной части каждой антенны — 600 мм.

Отводы к приемнику должны быть тщательно изолированы от корпуса и палубы судна стеклянными или резиновыми трубками (рис. 78).

#### IV. ВХОДНОЕ РЕЛЕ

При двухкаскадном усилении надежно работает телефонное реле. В продаже иногда бывают телефонные реле, изготовляемые заводом „Красная заря“ (Ленинград), но не всякое телефонное реле нам подойдет.

Разные реле имеют различные номера катушек и сердечников. Нам подойдет реле (рис. 79) с катушкой № 1091 и сердечником № 126, при контактной группе № 1 (один контакт на замыкание цепи селектора).

Это реле имеет обмотку из медной проволоки диаметром 0,14 мм, состоящую из 15 000 витков. Сопротивление обмотки 800 ом. При напряжении в 24 вольта (нормальное напряжение) в обмотке катушки этого реле протекает ток в  $\frac{24}{800} = 0,03$  ампера = 30 миллиампер. Этот ток для реле взят с большим запасом и его можно уменьшить. Надежно работает реле и при токе 12,5 миллиампера.

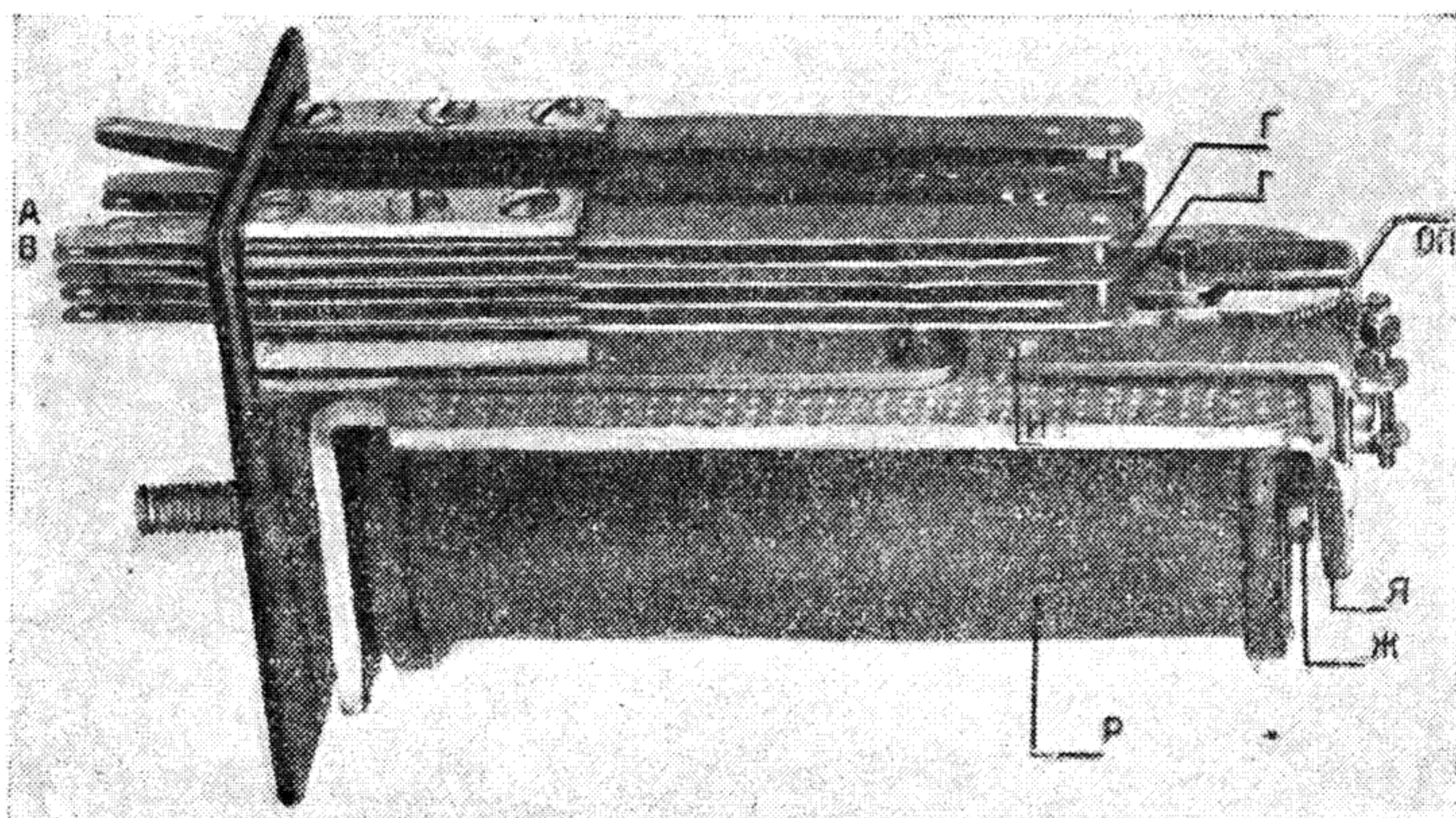


Рис. 79. Телефонное реле завода „Красная заря“.

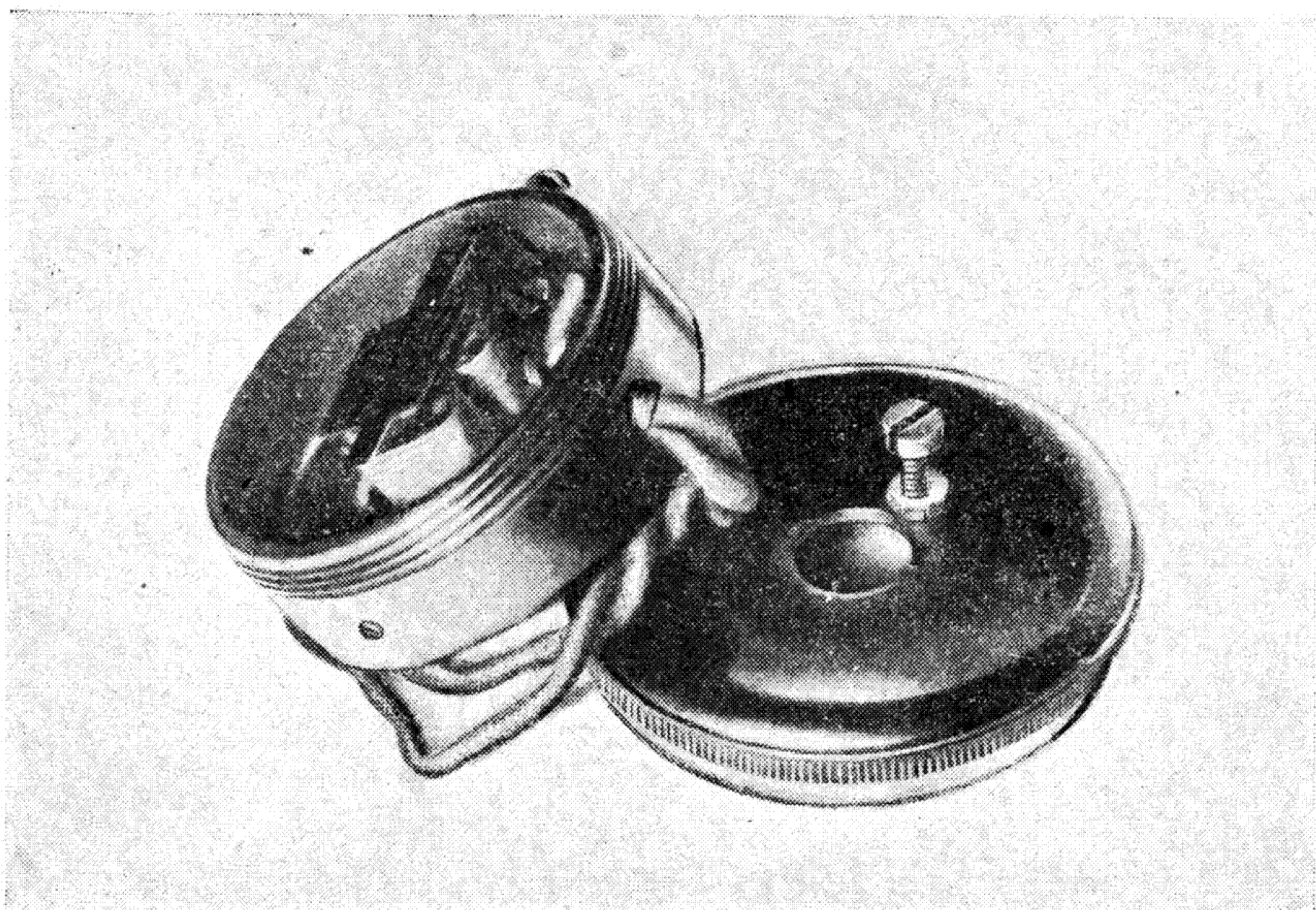


Рис. 80. Фото разобранного самодельного первичного реле из телефона.

Провода, идущие к селектору, припаяйте к контактам ГГ в точках А и В (рис. 79).

Для того чтобы избавиться от двух каскадов усиления и ограничиться только одним, нужно применить более чувствительное реле. Если сделать реле из обыкновенных высокоомных телефонных трубок, оно получается очень чувствительным и срабатывает при токе меньше 10 миллиампер.

Берется обыкновенная телефонная трубка (рис. 80 и 81), и ее мембрана вырезается так, чтобы получилась фигура, напоминающая пластинчатый якорь электромагнитного реле. Это будет якорь входного реле (рис. 82).

Кроме якоря, потребуются еще два винта. Один из них ввинчивается в крышку, а другой в боковую стенку корпуса телефона. Первый винт — это контакт, а второй — и контакт и регулировочный винт. В зависимости от силы нажатия этого винта на якорь изменяется зазор между якорем и полюсами постоянного магнита телефона.

Катушки телефона обычно соединены последовательно. Нам нужно их соединить параллельно, так, чтобы при пропускании то-

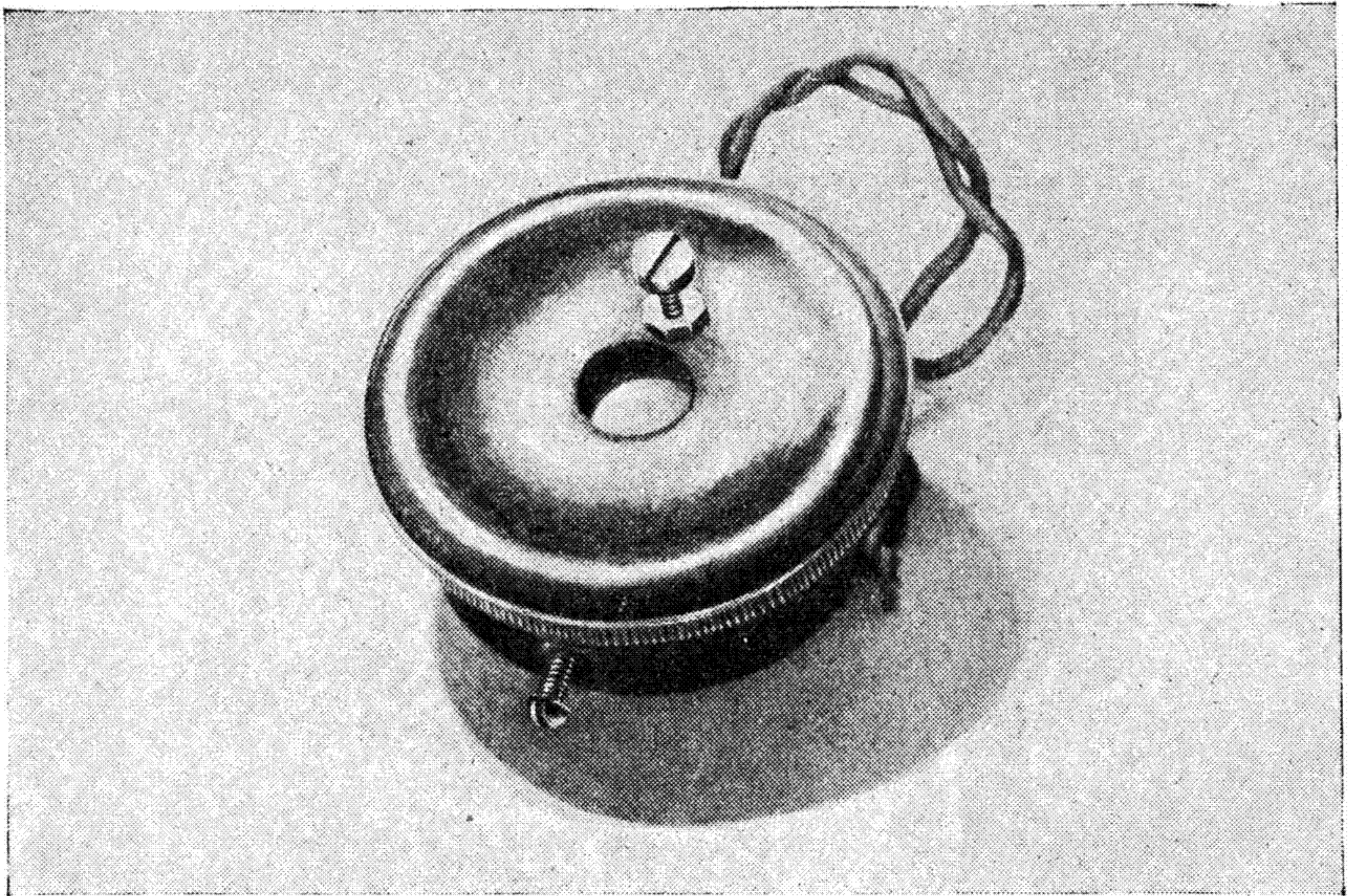


Рис. 81. Фото собранного самодельного первичного реле.

ка одна катушка намагничивала, скажем, северный полюс магнита телефона, а другая размагничивала южный.

Один конец якоря поджимается под гайку, крепящую северный полюс магнита, и обычно, когда телефон не включен, другой конец якоря притягивается к южному полюсу. При включении тока южный полюс размагничивается и отпускает якорь, северный еще сильнее намагничивается и отталкивает якорь. Якорь подскакивает вверх, при этом конец его касается винта, ввинченного в крышку телефона, и замыкает внешнюю цепь. Это поляризованное реле работает очень надежно.

Понятно, что якорь не обязательно поджимать именно под северный полюс магнита. С таким же успехом можно поджать его

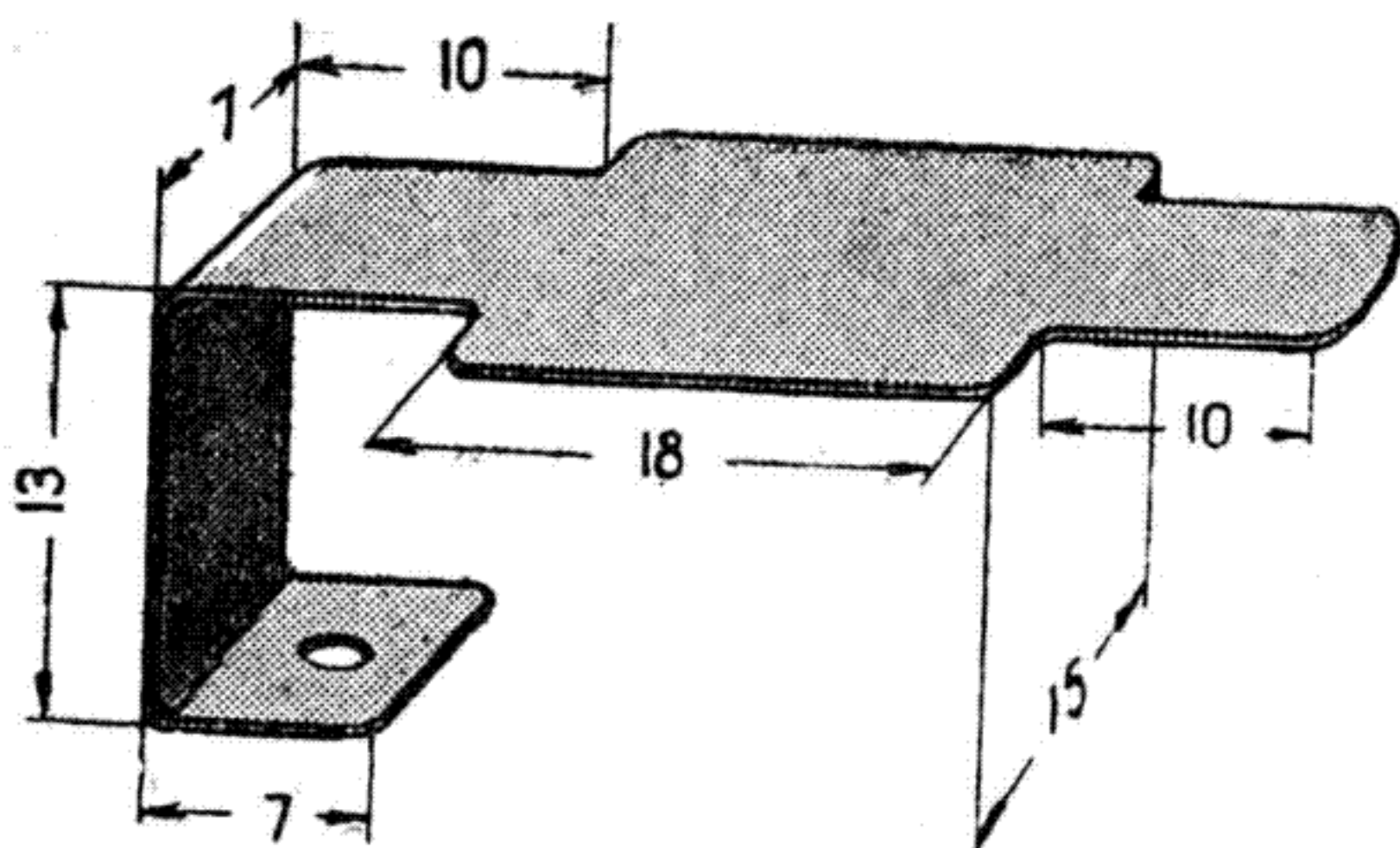


Рис. 82. Якорь входного реле.

и под гайку южного полюса. От этого изменятся только положения контактного и регулировочного винтов, и катушки придется включать наоборот: тот конец, который шел к аноду лампы, присоединить к плюсу батареи, а конец от плюса — к аноду.

## СЕЛЕКТОР

Селектор можно изготовить такой же, какой описан в первой части этой книги. Но можно сделать и другой.

Принцип его работы и устройства остается тем же, но конструкция меняется.

Основная часть селектора — подковообразный электромагнит (рис. 83). Электромагнит крепится в фанерном основании. Якорь, сделанный из мягкого отожженного железа, приклепан одним кон-

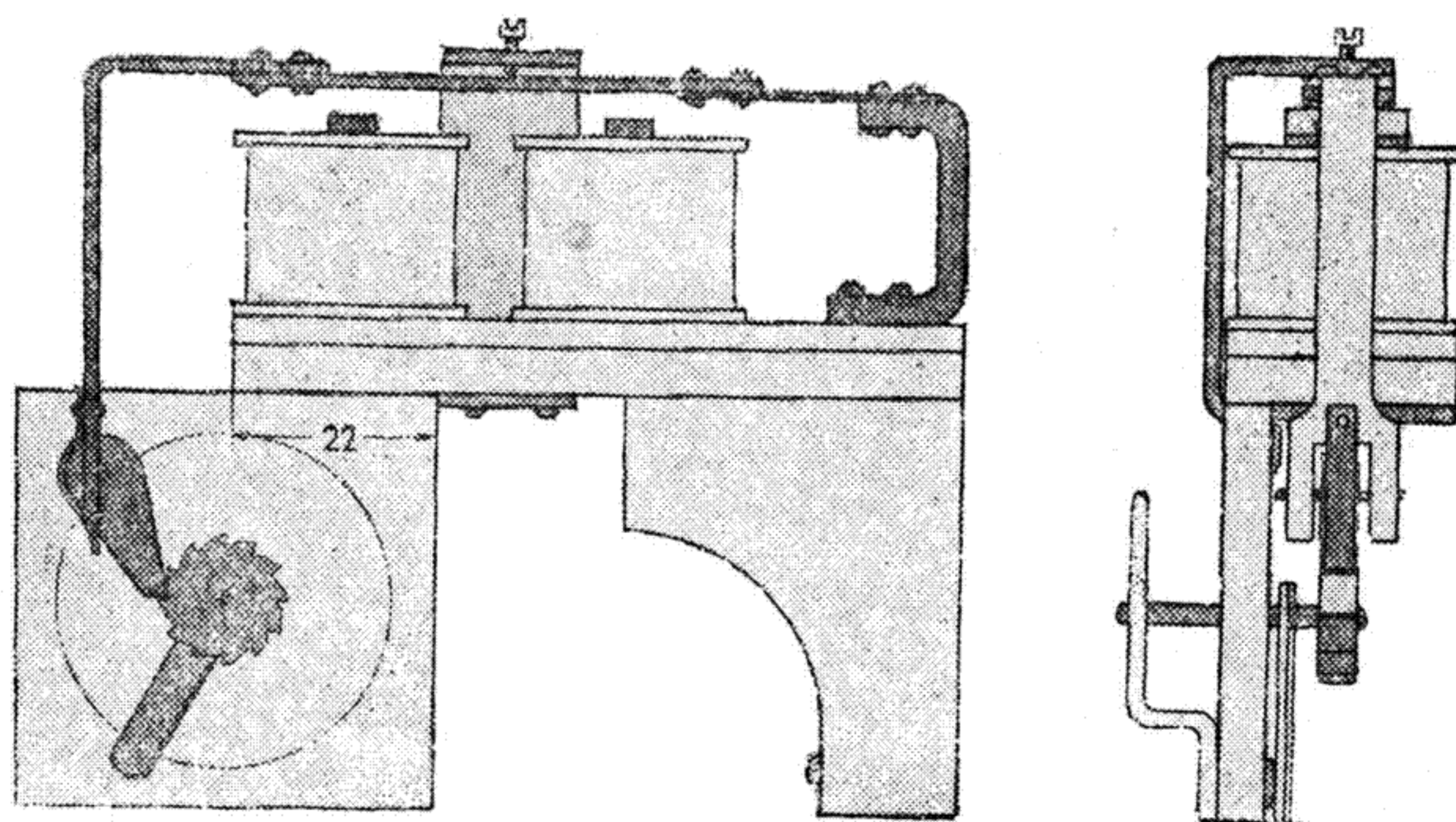
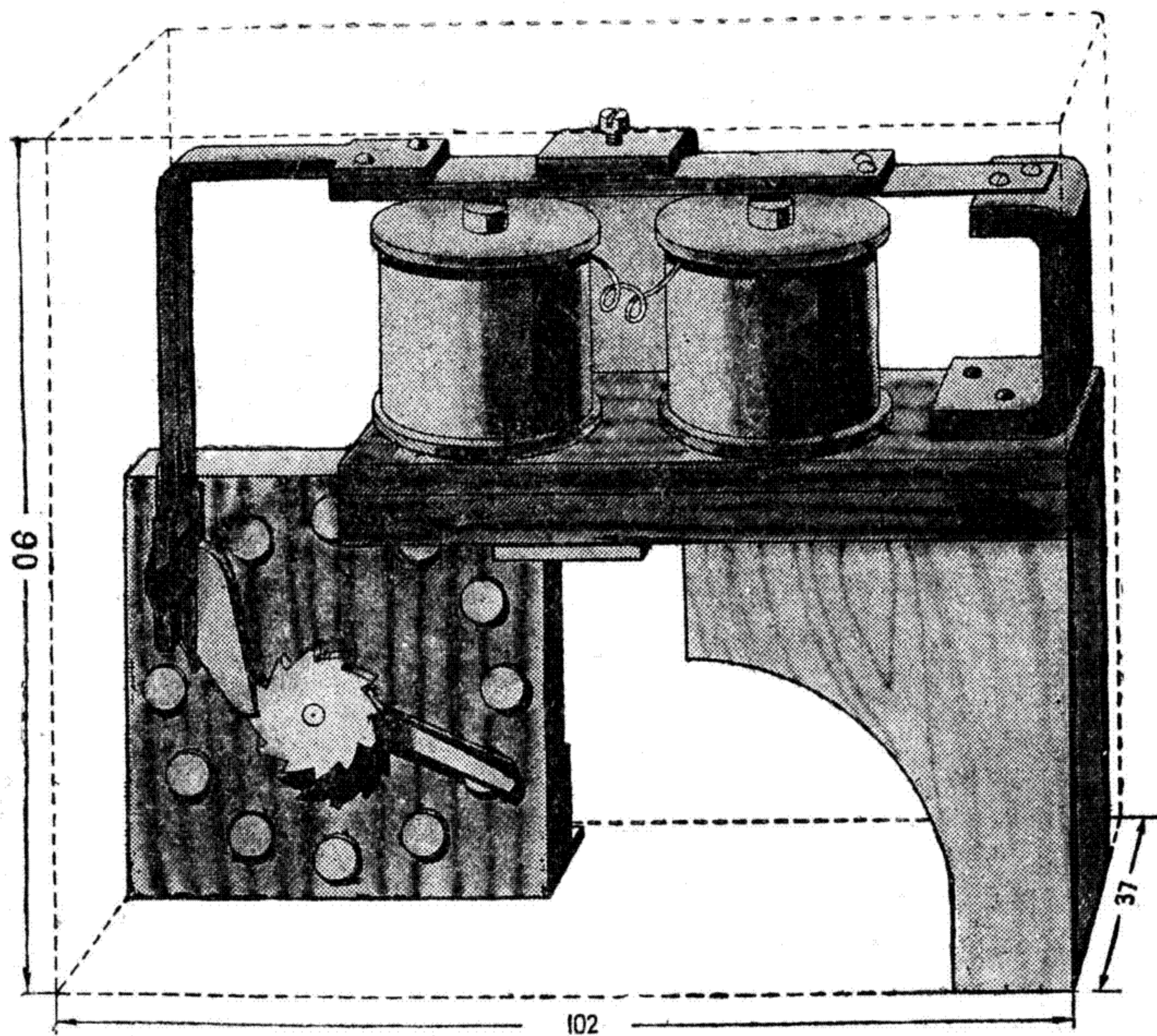


Рис. 83. Общий вид селектора.

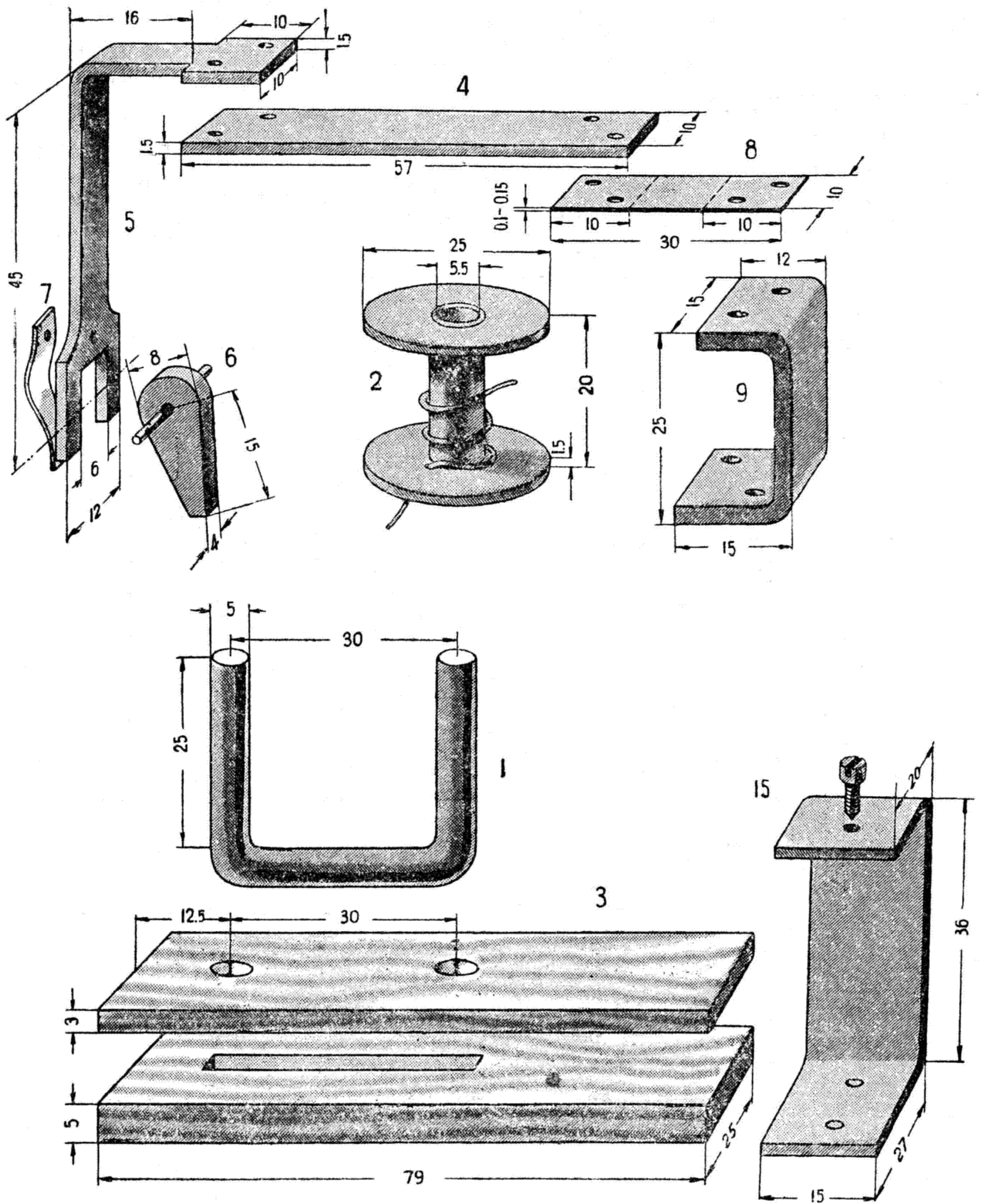


Рис. 84. Детали селектора (см. также рисунок на след. стр.): 1 — магнитная система, 2 — катушка, 3 — основание электромагнита, 4 — якорь, 5 — рычаг, 6 — собачка, 7 — пружинка собачки, 8 — пружинка якоря, 9 — стойка, 10 — храповое колесо с осью, 11 — щетка, 12 — спиральный подшипник, 13 — опорный подшипник, 14 — доска с контактами, 15 — регулировочная скоба.

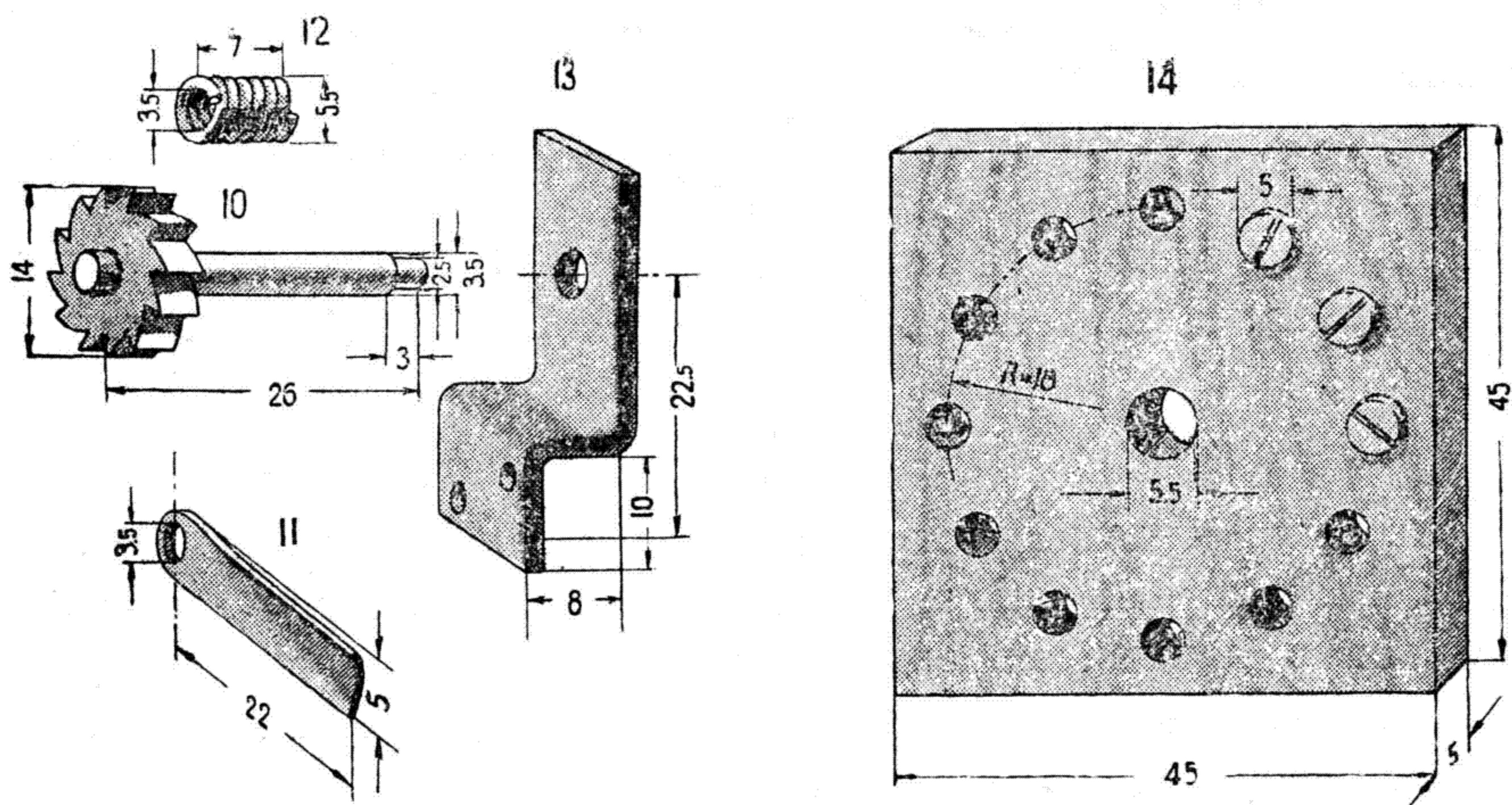


Рис. 84а. Детали селектора.

цом к рычагу собачки, поворачивающей храповик и контактную щетку, а другим концом — к тонкой бронзовой или стальной пружинке, скрепленной заклепками со стойкой. Эта пружинка стремится поднять якорь вверх до упорного винта, ввинченного в ограничивающий угольник. Собачка крепится на оси в вырезе рычага и прижимается к храповику пружинкой. Храповик можно взять от старого будильника. Он имеет 12 зубцов, по числу контактов селектора.

При пропускании тока через катушки сердечник электромагнита притягивает якорь, и собачка поворачивает храповик на  $\frac{1}{12}$  полного оборота. Связанная с храповиком контактная щетка сдвигается на соответствующий угол и замыкает следующий контакт.

Подшипник оси храповика сделайте из голой медной проволоки и вставьте в центральное отверстие контактной доски. Второй, упорный подшипник для оси привинтите с обратной стороны доски. Он может быть сделан из латунной или алюминиевой полоски.

Размеры деталей селектора даны на рис. 84 и 84а. Каркасы катушек намотайте до заполнения проводом диаметром 0,3 мм. Если возьмете провод ПБД, то на обе катушки поместится примерно 600 витков. Поворачивая регулировочный винт, можно менять длину хода якоря от нуля до 5 мм. Селектор должен быть отре-

гулирован так, чтобы длина хода якоря соответствовала шагу храповика. Если длина хода якоря будет велика, контактная щетка селектора будет проскакивать дальше нужного контакта, если мала — не доходить до него.

Примерно такой селектор (рис. 85) был построен Ярочкиным и Ермиловым для своего парохода и показал хорошую, четкую работу.

### РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Уже было сказано, что реле времени необходимо для того, чтобы при быстрой работе ключом не успевали сработать ненужные нам в данный момент исполнительные механизмы, присоединенные к контактам селектора, а сработал бы только тот механизм, который мы выбираем.

Если предположить, что нажатие ключом Морзе длится одну секунду, и учесть инерцию приемника и входного реле, то с небольшим запасом можно считать, что запаздывание должно равняться двум секундам.

Схему включения реле времени можно осуществить различно. Можно взять реле с замедленным действием при включении тока в его обмотку. Это будет прямая выдержка времени. Но реле можно сделать так, что при включении тока оно сразу сработает и разорвет цепь питания исполнительных механизмов, а при вы-

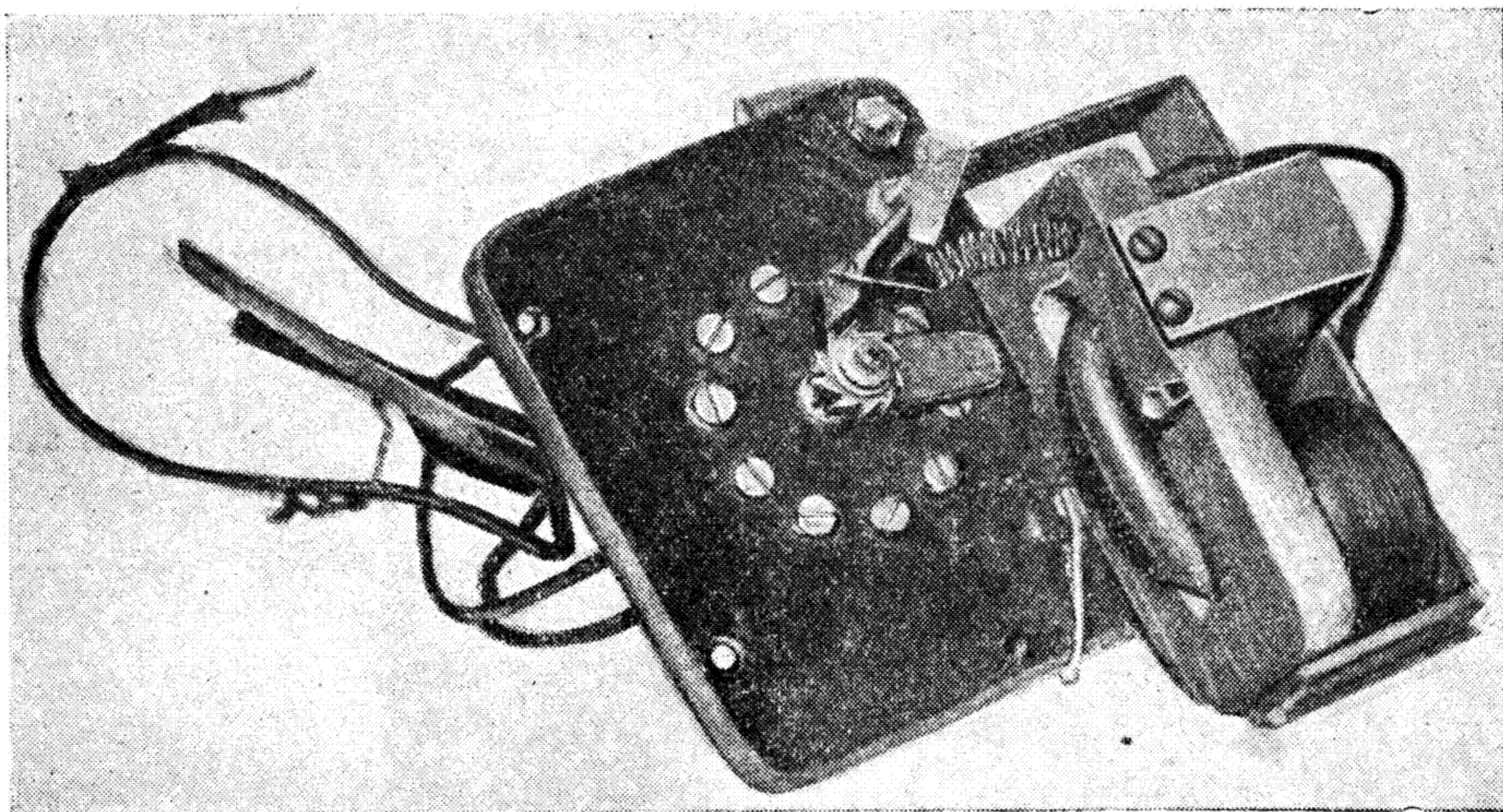


Рис. 85. Фото самодельного селектора Ярочкина.

ключении тока медленно отпустит якорь, который в конце хода замкнет контакты исполнительной цепи. Это будет обратная выдержка времени.

Разберем подробно оба случая.

## РЕЛЕ С ПРЯМОЙ ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ

Включенное параллельно с селектором, это реле одновременно с включением селектора притягивает якорь и замыкает контакты

цепи питания исполнительных механизмов. Но замыкание контактов его происходит значительно позже того, как якорь реле притянется сердечником. Схема включения такого реле дана на рис. 86. Если время, в течение которого притягивается якорь реле, обозначить через  $t_1$ , время срабатывания селектора через  $t_2$ , а время, протекшее между двумя замыканиями ключа на передатчике, через  $t_3$ , то можно написать такую формулу:

$$t_1 > t_2 + t_3,$$

т. е. время срабатывания реле должно быть больше, чем время срабатывания селектора плюс время между двумя последовательными нажатиями ключа.

Обычно  $t_2$  бывает не больше 0,25 секунды,  $t_3$  не больше 1 секунды и 0,75 секунды берется в запас. Будем считать, что  $t_1$  должно равняться 2 секундам. Обычное реле не даст такого времени включения, и поэтому приходится прибегать к специальным приспособлениям.

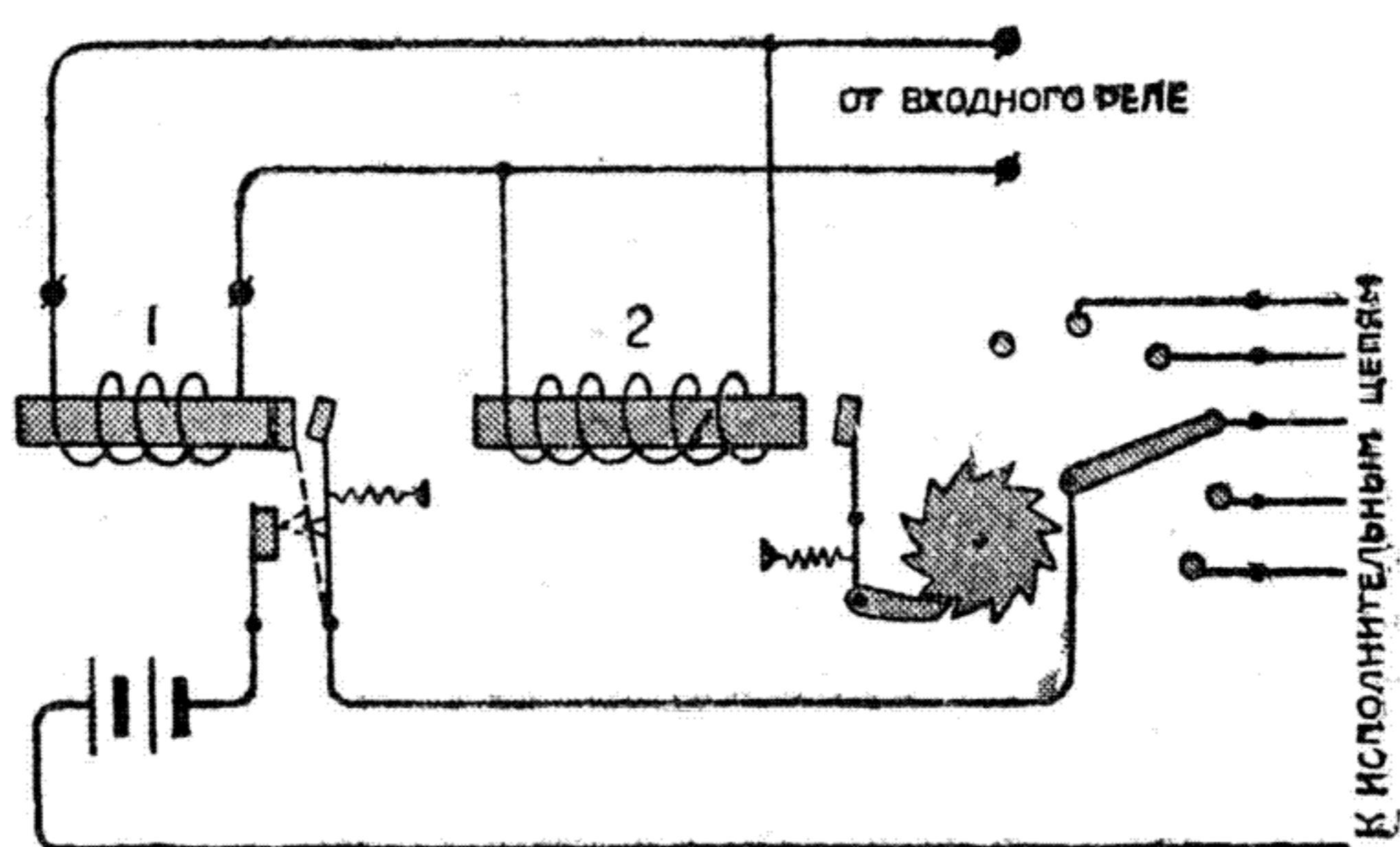


Рис. 86. Схема включения реле с прямой выдержкой времени: 1 — реле времени, 2 — селектор.

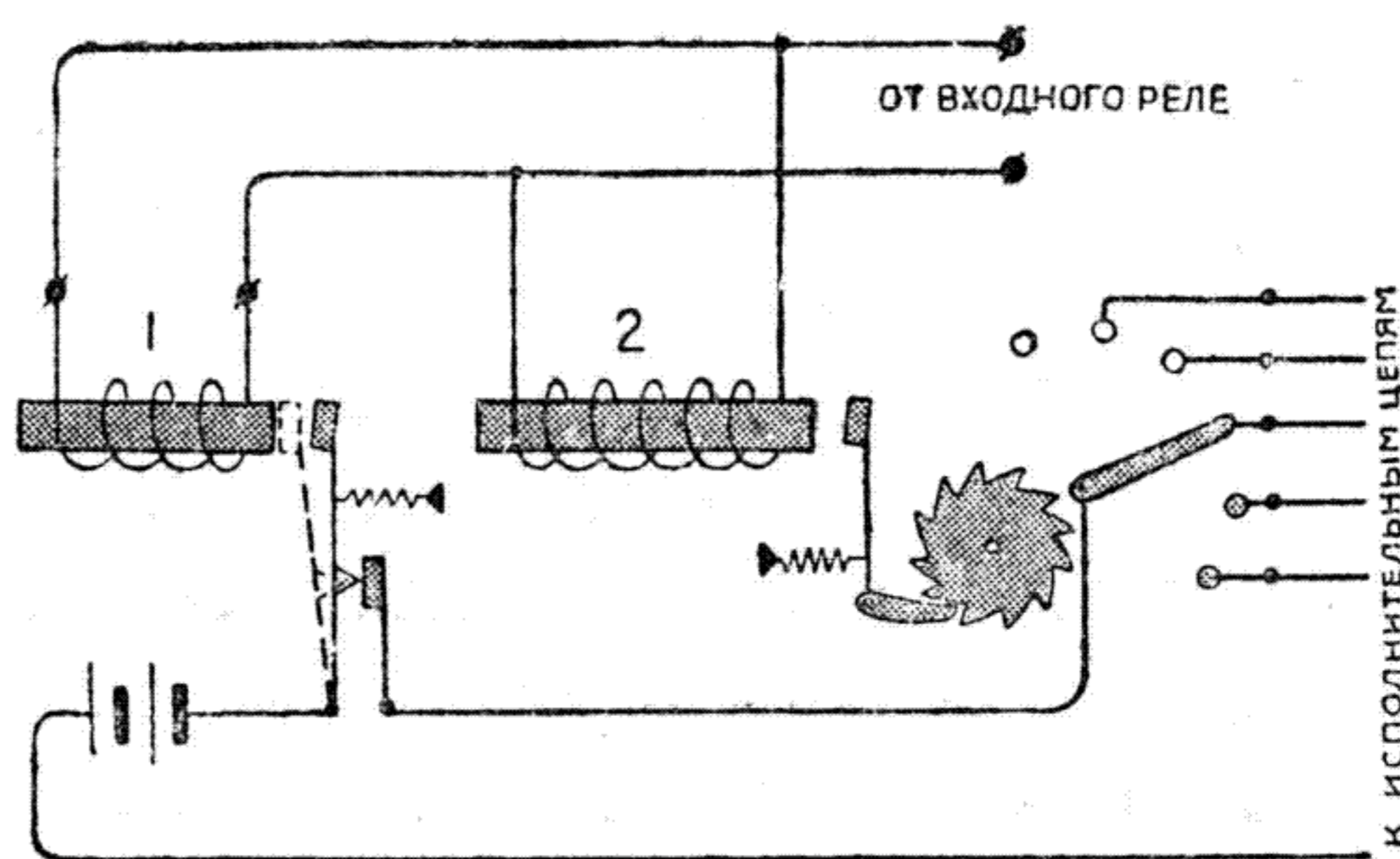


Рис. 87. Схема включения реле с обратной выдержкой времени: 1 — реле времени, 2 — селектор.



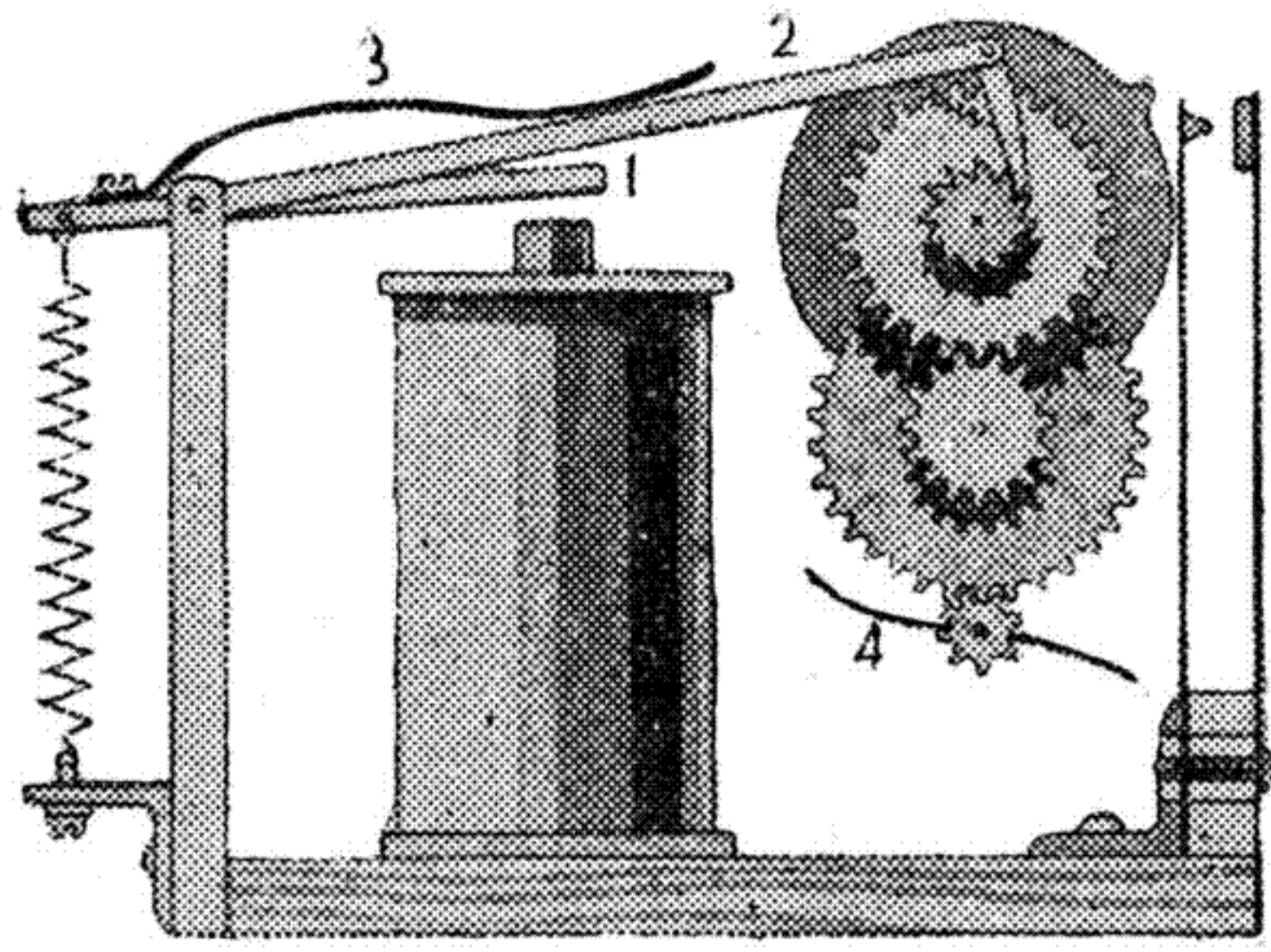


Рис. 88. Реле времени с часовым механизмом: 1 — якорь, 2 — рычаг, 3 — пружина, 4 — ветряк.

## РЕЛЕ С ОБРАТНОЙ ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ

Схема включения реле изображена на рис. 87. Так же как и первое, это реле срабатывает одновременно с селектором, но оно при этом разрывает контакты цепи питания исполнительных механизмов и промежуточных реле. Притянувшись к сердечнику, якорь затем медленно пойдет обратно и только в конце обратного хода снова замкнет контакты.

За время, пока якорь притягивается и под действием оттяжной пружины медленно отходит обратно, щетка селектора успеет переместиться на следующий контакт. Если за это время не последует нового сигнала, сработает тот исполнительный механизм, цепь которого будет включена селектором. Если же последует новый сигнал, якорь, не успев замкнуть контакт исполнительной цепи, снова притянется, а за это время щетка селектора перейдет на следующий контакт.

В случае применения схемы реле с обратной выдержкой времени величина  $t_1$  должна быть больше, чем для реле с прямой выдержкой, потому что она складывается из времени прямого и обратного ходов якоря. Как же осуществляется выдержка времени?

Реле с выдержкой времени есть нескольких типов. На рис. 88 показано реле с часовым механизмом. В этой конструкции якорь притягивается одновременно с включением тока, а контакты замыкаются только через некоторое время, зависящее от передаточного числа зубчатых колес и от величины сопротивления, оказываемого воздухом на лопасти замедляющего ветряка — демпфера. Якорь реле, обычно оттянутый пружиной, быстро притягивается при включении тока; тогда пружина, укрепленная одним концом на якоре, нажимает другим концом на рычаг, и укрепленная на оси рычага собачка стремится повернуть храповик. При движении храповика поворачивается, сидящее с ним на одной оси большое зубчатое колесо, а оно, будучи связано с малым зубчатым колесом, поворачивает и его, а с ним и второе большое зубчатое колесо, сидящее с малым на одной оси.

Это колесо сцеплено с другим малым колесом, на оси которого находится изогнутая металлическая полоска, называемая ветряком. Воздух тормозит вращение ветряка (рис. 89) и этим замедляет включение контактов. На рис. 89 направление давления воздуха показано стрелками. Чем бóльший взят размер лопастей ветряка, тем бóльшую выдержку времени даст такое реле. Контакты замыкаются нажатием кулачка, укрепленного на оси храпового колеса, на пружинящий подвижной контакт.

Вместо ветряка, увеличивающего выдержку времени благодаря сопротивлению воздуха, иногда ставят фрикционную систему. Такую систему трения можно увидеть в любом телефонном номеронабирателе. Для того чтобы диск номеронабирателя после набора равномерно возвратился назад, с его осью через зубчатую передачу сцепляют замедляющий механизм, состоящий из двух пружинящих полосок с грузиками на концах. Грузики при вращении трутся о внутреннюю поверхность обода и тормозят обратное движение диска номеронабирателя (рис. 90).

Максимально возможная выдержка времени этого реле зависит от передаточной длины хода якоря и упругости пружин. Обычно эта система применяется там, где требуются выдержки времени от 1 до 60 секунд.

Для радиоуправляемой модели парохода могут быть с успехом использованы обе эти системы. Зубчатые колеса можно взять от старого будильника или ходиков, остальное легко сделать самому. Если не найдете подходящих зубчатых колес, можно обойтись без них и построить реле времени по другому принципу.

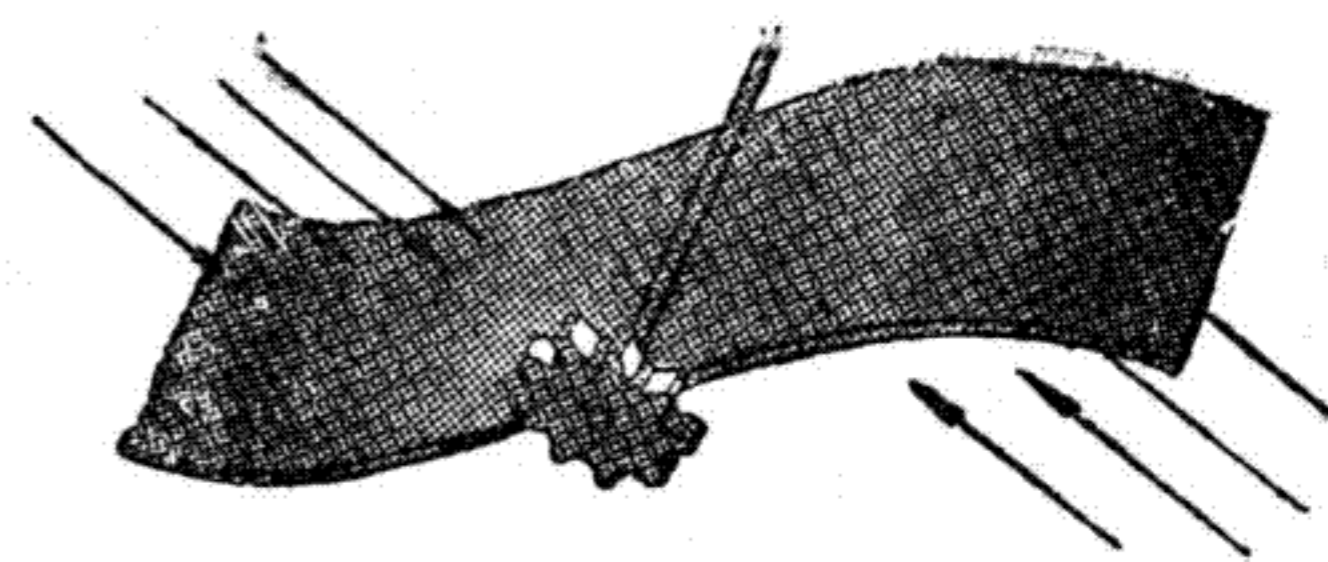


Рис. 89. Действие ветряка (воздушного демпфера). Стрелки указывают направление давления воздуха.

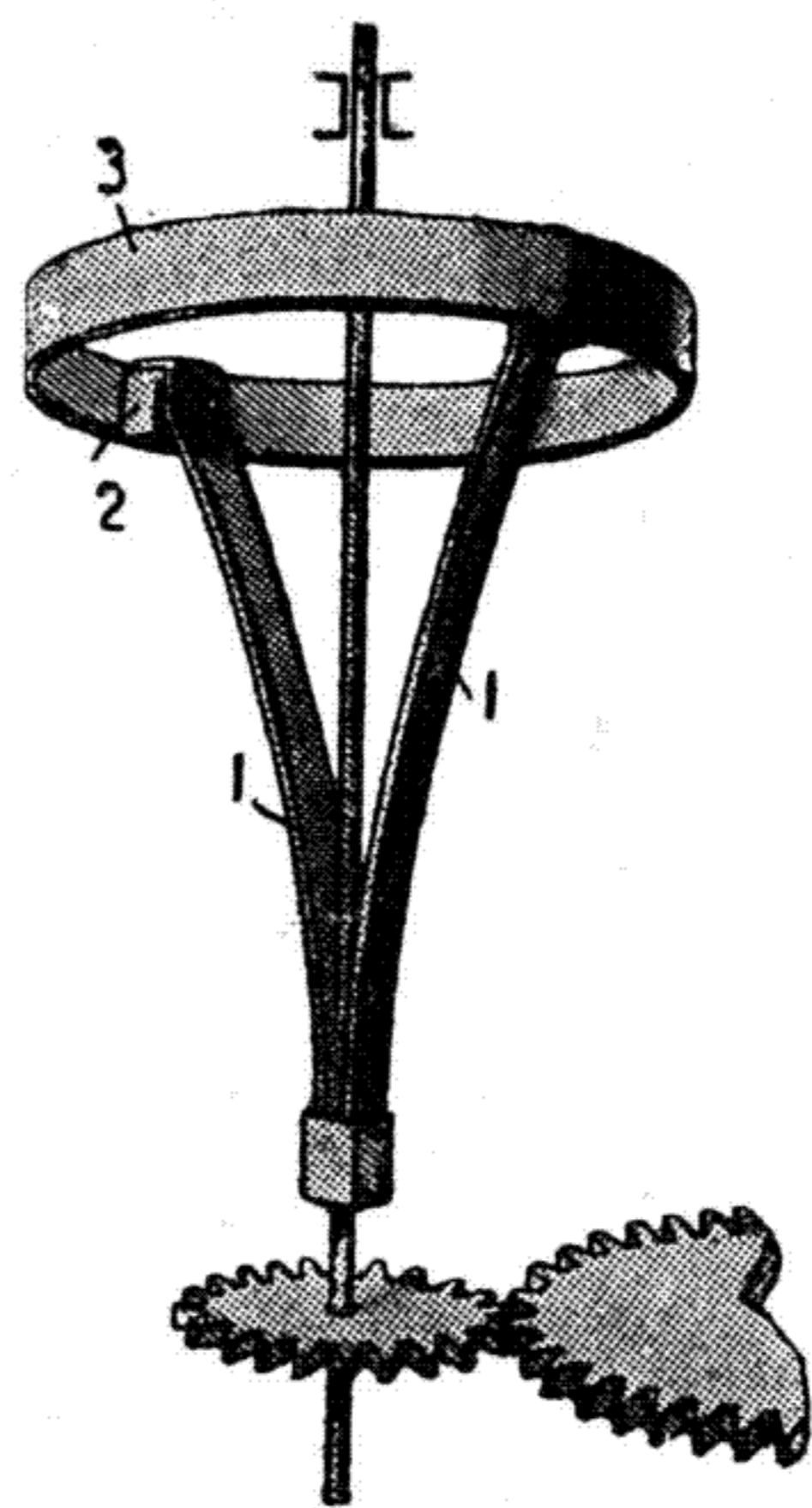


Рис. 90. Тормозящая система фрикционного действия: 1 — пружины, 2 — грузики, 3 — обод.

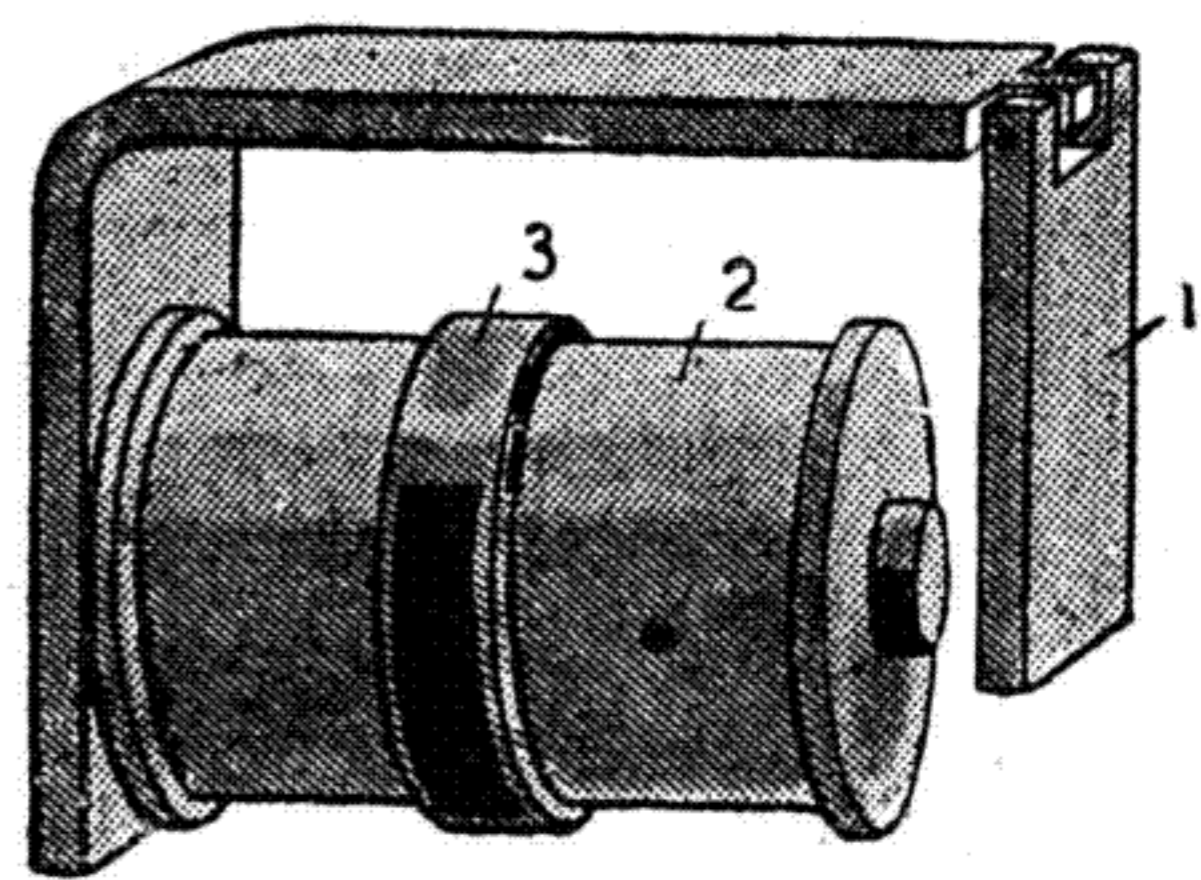


Рис. 91. Реле времени, основанное на действии токов Фуко: 1 — якорь, 2 — катушка, 3 — медное кольцо (бугель).

На рис. 91 показано реле времени, в котором выдержка времени осуществляется с помощью токов Фуко. Вспомним, что такое токи Фуко. Если в магнитном поле вращается виток медной проволоки так, что он пересекает силовые магнитные линии, то в нем образуется (индуцируется) электродвижущая сила. То же самое будет, если виток проволоки оставить неподвижным, а двигать магнитное поле относительно него. Но ЭДС можно получить в проволоке и в том случае, если и сама проволока и магнит, создающий магнитное поле, неподвижны. Что для этого надо сделать?

Очевидно, нужно менять величину магнитного поля. Этого тоже будет достаточно для наведения в проволоке ЭДС. В любом трансформаторе мы наблюдаем такое явление: во вторичной обмотке, не соединенной непосредственно с каким-либо источником тока, появляется ЭДС благодаря изменению магнитного потока, созданного первичной обмоткой трансформатора.

Возьмем обыкновенное реле и включим в его обмотку ток. При этом, как мы знаем, в сердечнике и в окружающем его пространстве появляется магнитное поле. Так как это магнитное поле пронизывает не только витки обмотки, но и железный сердечник, то при появлении оно индуцирует ЭДС как в обмотке катушки реле, так и в железном сердечнике. ЭДС, индуцируемые в катушке, сейчас нас мало интересуют, а ЭДС, наводимая в железном сердечнике, вызовет в нем появление токов, обладающих очень интересными свойствами. Они-то и называются токами Фуко. Токи Фуко возникают во всех металлических частях, находящихся в переменном магнитном поле. Появляются они и в железе якоря динамомашин, и в сердечниках трансформаторов и электромагнитов. Там от них стараются избавиться, потому что они вызывают излишние потери энергии, нагревают железные сердечники и создают вредные магнитные поля.

Замкнутые пути токов Фуко напоминают вихри, поэтому их называют иногда вихревыми токами. Чтобы от них избавиться или, по крайней мере, уменьшить их, в электрических машинах и аппаратах применяют не сплошное железо, а слоеное, составленное из отдельных пластин. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть на сердечник любого трансформатора или на якорь динамомашин.

Однако в данном случае для реле времени токи Фуко могут

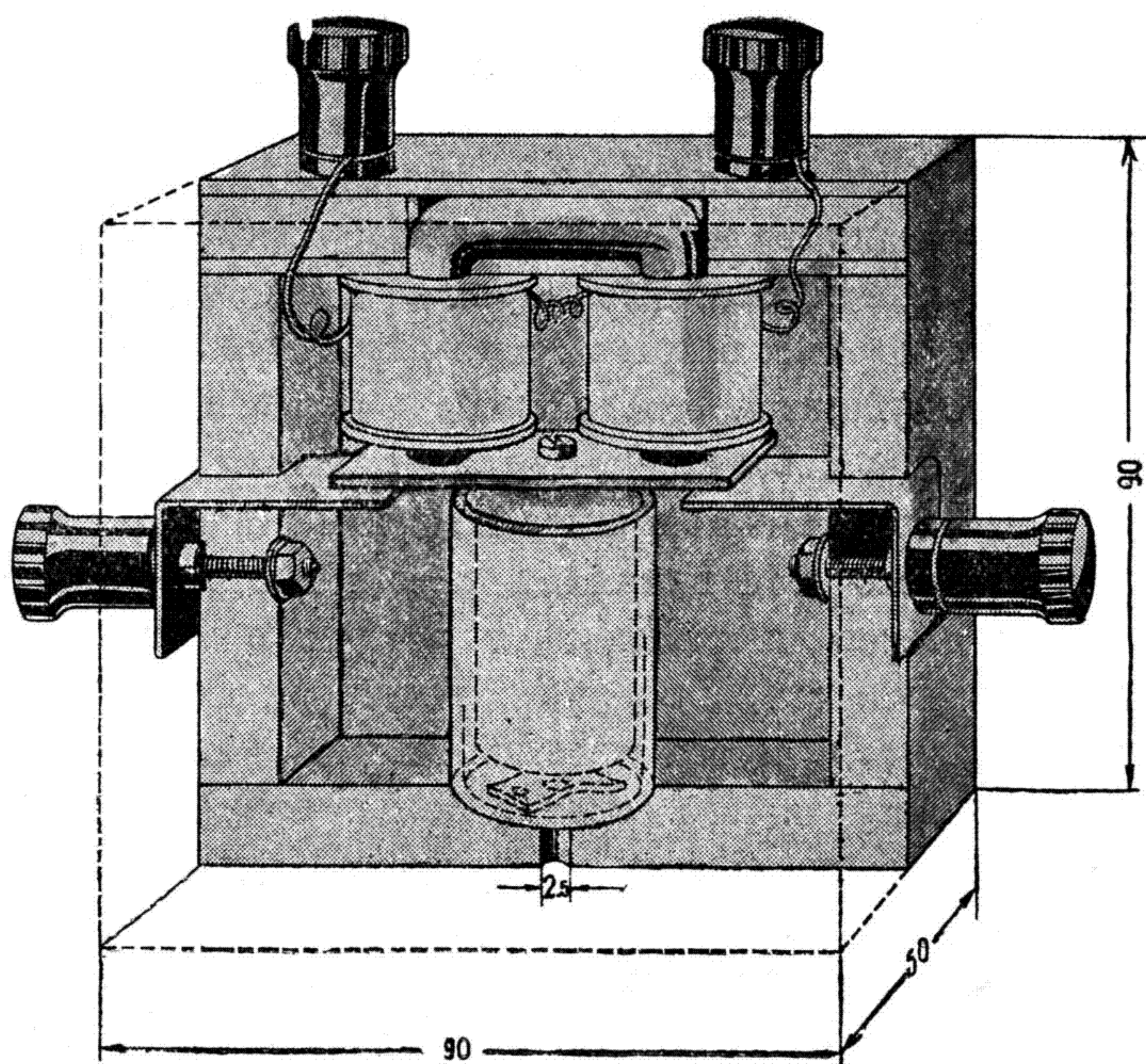


Рис. 92. Общий вид самодельного реле времени с воздушным демпфером.

быть очень полезны. Ведь основным свойством их является то, что они создают магнитные потоки, тормозящие нарастание основного магнитного поля, вызывают замедленное срабатывание реле. Поэтому в реле времени ярмо и якорь делаются из сплошного железа, каркас катушки — из латуни или красной меди, а поверх катушки надевают еще так называемый бугель — массивное медное кольцо.

Передвигая его по катушке, изменяют выдержку времени. Такое реле времени дает выдержку от 0,01 до 0,3 секунды и часто применяется в телемеханических устройствах. Если при включении этого реле обмотку его замкнуть накоротко каким-либо приспособлением, то время выдержки увеличится до 2—3 секунд.

Существует много разных систем реле с различными выдержками времени. В своем радиопароходе Ярочкин и Ермилов применили реле с воздушным демпфером. Только вместо ветряка они взяли поршень,двигающийся внутри полого цилиндра, а электромагнит сделали подковообразным. Получилось реле времени, изображенное на рис. 92.

Работает оно так. При получении сигнала от первичного реле подковообразный электромагнит притягивает якорь с прикрепленным к нему тяжелым металлическим поршнем. Поршень скользит внутри полого цилиндра и при подъеме вверх работает, как всасывающий воздушный насос. Когда поршень поднимается кверху, пространство внизу поршня разрезается. Через клапан, открывающий отверстие в дне цилиндра, входит воздух и заполняет нижнюю полость цилиндра. Это происходит довольно быстро, и якорь остается притянутым к сердечникам электромагнита, пока не прекратится сигнал. После этого под влиянием веса поршня якорь отпадает.

Однако падению якоря мешает воздух в цилиндре, потому что клапан закрывается, и воздух сжимается падающим поршнем. Воздуху приходится просачиваться через неплотности между поршнем и цилиндром. Это создает большую выдержку времени. В конце обратного хода якорь замыкает контакты и включает цепь питания исполнительных механизмов. За время подъема и опускания якоря селектор успевает не раз сработать и установить свою щетку на тот контакт, который соответствует переданному распоряжению.

Если будете делать такое реле, обратите внимание на то, чтобы поршень двигался в цилиндре без каких-либо перекосов и заеданий, иначе реле работать не будет. Кроме того, держите в чистоте якорь и контакты.

Контакты сделайте из полосок туговальцованной латуни или из жести, но так, чтобы они пружинили и, когда якорь их замкнет, немного прогибались. Давать им слишком большой прогиб не следует, так как их контакт с якорем должен нарушиться возможно быстрее, пока срабатывает селектор.

Вместо пластинчатых контактов можно ввинтить в стенки ящика по одному шурупу или в дно ящика вколотить вертикально два гвоздя, которые будут служить контактами.

Еще лучше контакты сделать из двух пар пластинок (рис. 93), — тогда не нужно заботиться о чистоте поверхности якоря и можно быть всегда уверенным в надежности контакта. Примерно так делаются контакты у

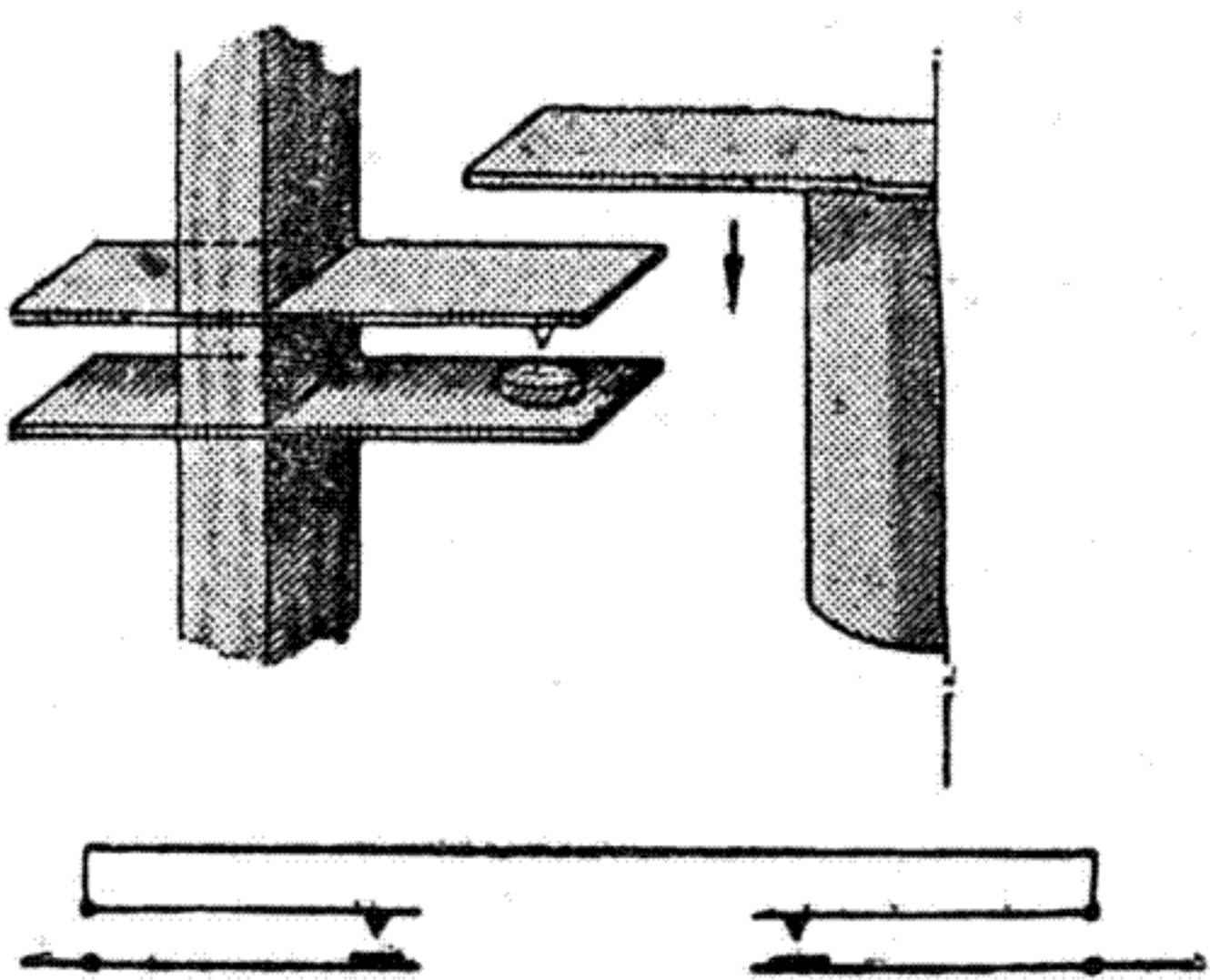


Рис. 93. Деталь реле времени с двумя парами контактных пружин.

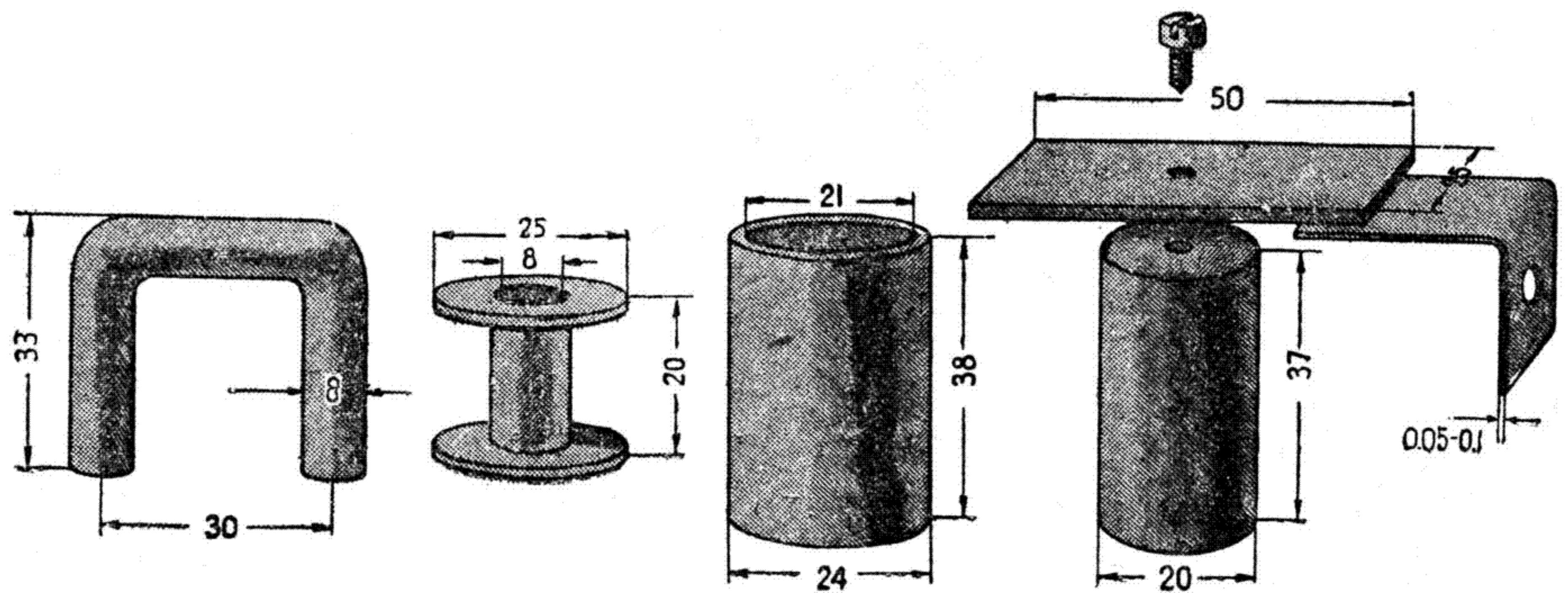


Рис. 94. Детали реле времени с воздушным демпфером.

телефонных и других реле промышленного назначения. Размеры основных деталей этого реле даны на рис. 94. Катушки электромагнита намотайте проводом ПШД или ПБД диаметром 0,3 мм по 600 витков в каждой. Длина хода реле — 4 мм. Подводимое напряжение — 12 вольт. Если поршень будет туго ходить, смажьте его слегка вазелином или машинным маслом.

В радиопароходе Ярочкина это реле работало вполне удовлетворительно. Единственный его недостаток — большие размеры и значительный потребляемый ток.

На рис. 95 дана схема включения реле времени с воздушным демпфером.

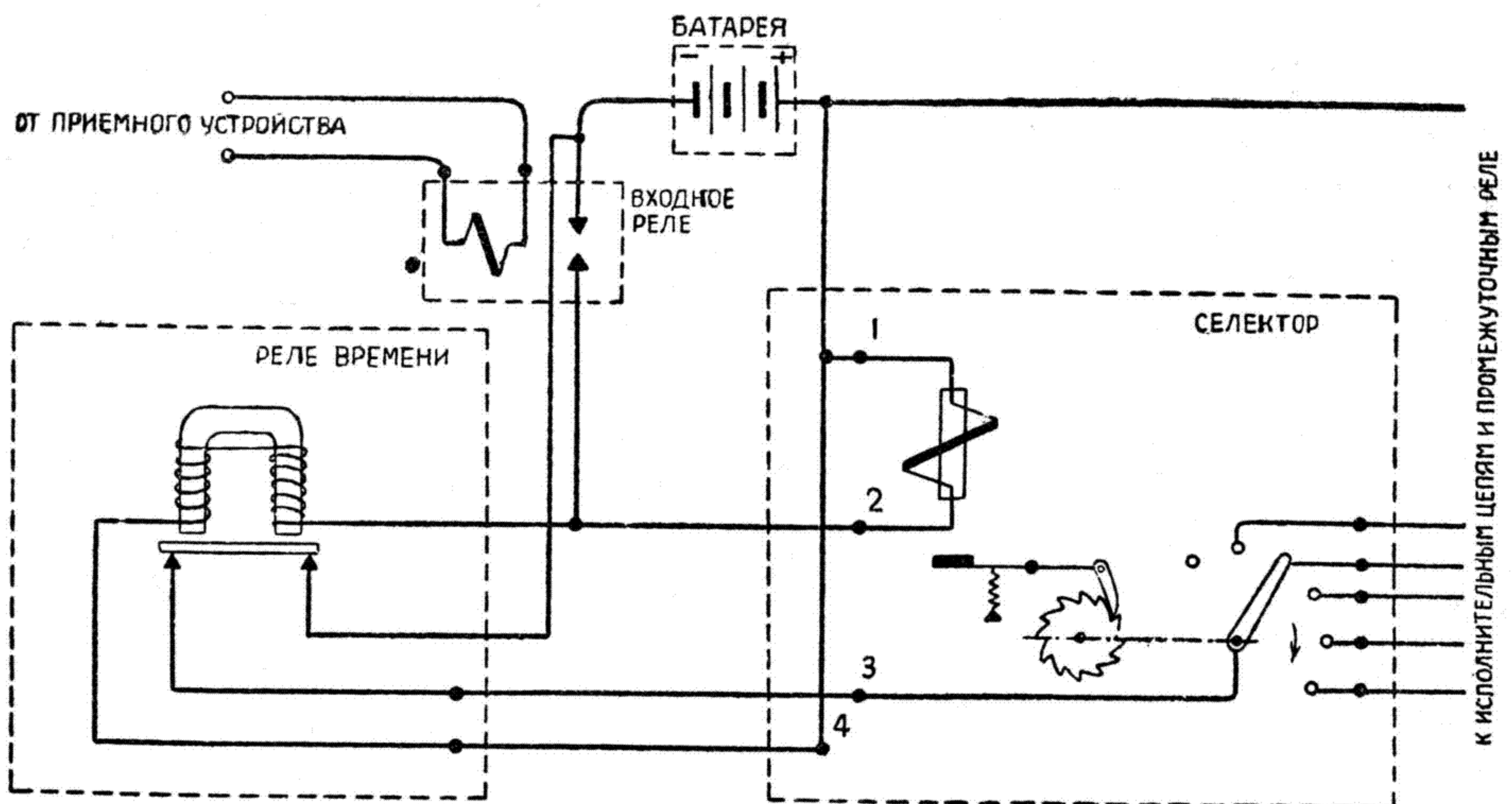


Рис. 95. Схема включения реле времени с воздушным демпфером.



Рис. 96. Изгиб биметаллической пластинки при нагревании:  
*A* — пластинка одного металла,  
*B* — другого.

Можно рекомендовать сделать еще одно реле времени, так называемое биметаллическое. Собственно говоря, это будет не одно реле, а система, состоящая из двух реле, но ее размеры гораздо меньше, чем у реле с воздуш-

ным демпфером, и работать она будет более четко.

Из курса физики известно, что все тела при нагревании расширяются. Если взять металлический стержень и нагреть его, он удлинится. Процент удлинения будет зависеть от свойств материала, из которого сделан стержень.

Так, например, медный стержень длиной в 1 м при нагревании на  $1^{\circ}\text{C}$  удлинится на 0,0165 мм. При нагревании на  $100^{\circ}$  удлинение будет 1,65 мм. Железный стержень той же длины и при том же повышении температуры удлинился бы на 1,15 мм, алюминиевый — на 2,38 мм и т. д.

Если взять две полоски металла с разным линейным расширением, или, как говорят, с разными коэффициентами линейного расширения и сварить или склепать их вместе, получится полоска биметалла, что значит двойного металла.

Биметалл обладает интересными особенностями. Если биметаллическую полоску нагреть, она изогнется. Это происходит потому, что один металл расширяется меньше, а другой больше, и, так как полоски склепаны, им остается либо разорвать соединение, либо изогнуться (рис. 96). Изогнуться им гораздо легче, чем разорвать соединение.

Если на биметаллическую полоску приклепать контакт, а на некотором расстоянии от него установить другой, неподвижный контакт, то при нагревании полоска изогнется и замкнет контакты. Понятно, что вместо замыкающего контакта можно установить разрывающий или установить на одну и ту же биметаллическую полоску и замыкающий и размыкающий контакты.

Полоску можно обмотать нихромовой или какой-либо другой проволокой, употребляющейся для нагревательных приборов, — тогда при пропускании по этой обмотке тока биметаллическая полоска нагревается и изгибается. Это и есть биметаллическое реле (рис. 97).

Биметалл для этих реле изготавливается из материалов с боль-

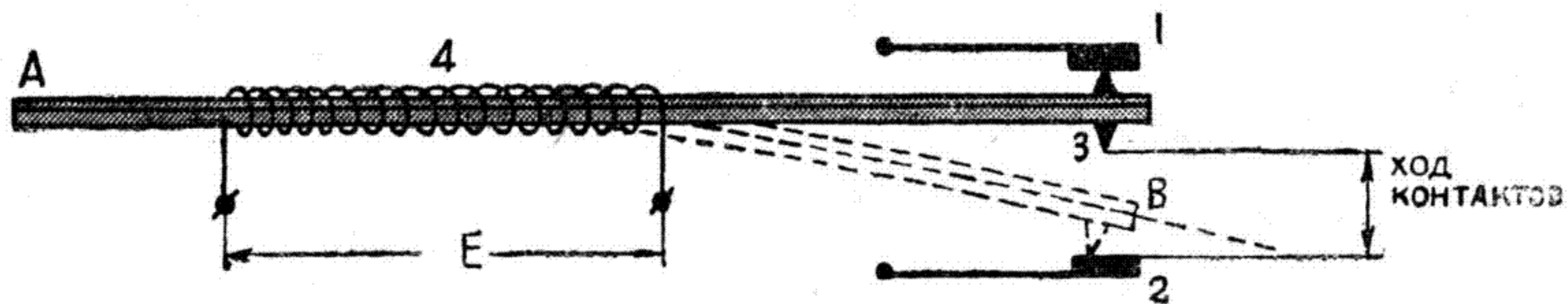


Рис. 97. Биметаллическое реле: 1 — неподвижный контакт на размыкание, 2 — то же на замыкание, 3 — контакты, вклепанные в биметаллическую пластинку, 4 — нагревательная обмотка.

шой разностью коэффициентов линейного расширения. Наибольшим успехом в электротехнике пользуется биметалл — никелевая сталь и инвар. Никелевая сталь имеет коэффициент линейного расширения  $18,5 \cdot 10^{-6}$ , инвар —  $0,33 \cdot 10^{-6}$ . Разница, как видите, огромная, и биметаллическая пластинка из этих материалов при нагревании изгибается весьма сильно.

Биметаллическое реле может дать очень большую выдержку времени.

Посмотрим теперь, как применить эти свойства биметалла для выполнения нашей задачи. Если биметаллическое реле включить вместо реле времени с воздушным демпфером (рис. 95), то ничего не получится. От одного импульса входного реле биметаллическая пластинка не успеет нагреться до такой температуры, чтобы она могла изогнуться на величину, необходимую для замыкания контактов. Очевидно, необходимо придумать что-то другое.

Разрешить задачу нетрудно. Нужно только поставить еще одно реле — электромагнитное, которое, сработав от одного импульса и притянув якорь, не отпускало бы его, несмотря на прекращение тока в обмотке.

Этого можно добиться, устроив для якоря какую-нибудь механическую защелку; но зачем это делать, когда в нашем распоряжении имеется электрическая энергия? Вместо защелки можно использовать контакт, который, замкнувшись, будет питать ток обмотку своего собственного реле. Такое включение реле называется самоблокировкой; реле само себя блокирует — включает на постоянное питание от сети. Это ясно видно на схеме рис. 98. Там показано реле времени, состоящее из двух вместе работающих реле: одного электромагнитного, другого биметаллического. Реле А — электромагнитное — имеет два контакта  $A_1$  и  $A_2$ . Один из них нормально замкнут, другой разомкнут. Реле В — биметаллическое —



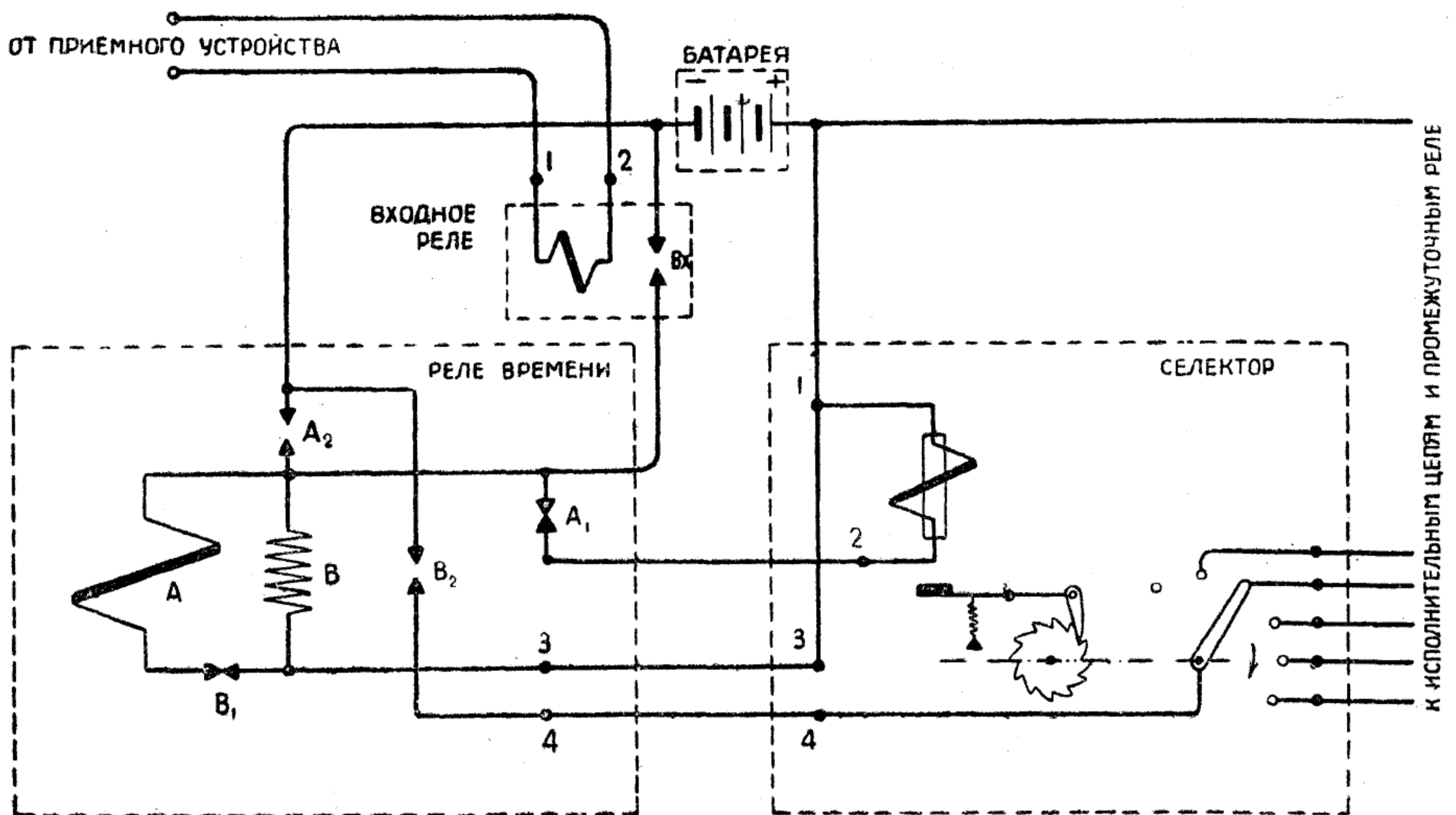


Рис. 98. Схема включения реле времени с биметаллическим демпфером.

имеет тоже два контакта  $V_1$  и  $V_2$ . Контакт  $V_1$  нормально (когда по обмотке биметаллического реле ток не идет) замкнут, а контакт  $V_2$  разомкнут. При получении импульса входное реле срабатывает и подает напряжение батареи на реле  $A$ . Реле  $A$  срабатывает и блокирует себя через свой контакт  $A_2$ . Одновременно разрывается контакт  $A_1$ , для того чтобы через него напряжение не подавалось на электромагнит селектора.

Контакт  $A_2$  питает не только свое реле, через него напряжение батареи подается в нагревательную обмотку биметаллического реле  $B$ .

Биметаллическое реле начинает нагреваться, изгибается и через некоторое время (выдержка времени) замыкает свой контакт  $V_2$ , который подает напряжение через щетку селектора на исполнительную цепь. Одновременно разрывается контакт  $V_1$ . При этом реле  $A$  разблокируется (выключится), так как цепь тока окажется разорванной. Разблокировавшись, оно разрывает контакт  $A_2$ . Если во входное реле сигналов больше не поступает, то этим самым прекращается питание нагревательной обмотки реле  $B$ . Если же сигналы продолжают поступать на входное реле, биметаллическое реле остается включенным через контакт  $V_x$  и питает исполнительную цепь,

Когда сигналы прекратятся, пластинка биметаллического реле станет остывать и, разомкнув контакт  $B_2$ , вернется в исходное положение: схема снова будет готова к приему следующего распоряжения.

Несмотря на некоторую сложность, эта система дает четкую работу с любой желательной выдержкой времени, занимает немного места (пластинка и маленькое электромагнитное реле), потребляет небольшой ток и приучает разбираться в простейших схемах блокировки реле. Если вы будете осуществлять эту схему, возьмите в качестве реле  $A$  любое реле с двумя контактами, из которых один работает на замыкание, а другой — на размыкание.

Так как контакты  $A_2$  и  $A_1$  имеют общую точку, то для этой цели может быть использовано входное реле, изображенное на рис. 25. Переключающий рычаг — контактную пластинку этого реле — соедините с контактом входного реле и с одним из концов обмотки реле  $A$ . Один из контактных винтов включите на минус батареи — это будет контакт  $A_2$ , а другой контактный винт, к которому пружинкой прижимается рычаг, соедините с селектором. Реле  $A$  готово. Остается сделать биметаллическое реле. Если не достанете специальных биметаллических пластинок заводского изготовления, можете сделать их сами.

По расчету оказывается, что достаточно взять самые простые металлы с разными коэффициентами линейного расширения. Можно взять, например, железо и цинк. Коэффициенты линейного расширения этих металлов разнятся больше чем вдвое: цинк имеет удлинение 2,91 мм на 1 м длины при повышении температуры на  $100^\circ\text{C}$ , железо — 1,21 мм.

Так как температура плавления цинка всего лишь  $419,4^\circ\text{C}$ , его можно заменить красной медью (удлинение — 1,67, температура плавления —  $1083^\circ$ ). Правда, разница в удлинении у красной меди и у железа невелика, но и этой разницы достаточно, чтобы сделать неплохое биметаллическое реле.

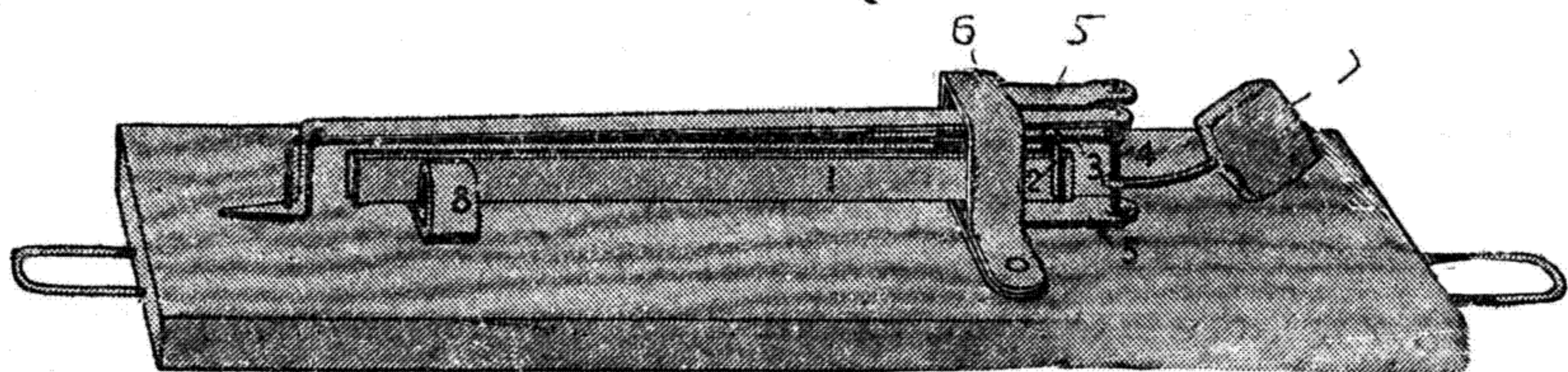


Рис. 99. Указатель температуры в помещении, изготовленный И. Фроловым.

Юным техником И. Фроловым было изготовлено очень чувствительное биметаллическое реле, изображенное на рис. 99. Оно состоит из биметаллической пластинки, сделанной из жести и цинка, и работает при очень небольшом нагреве: достаточно слегка подышать на пластинку, чтобы реле сработало. Оно очень быстро замыкает контакты, а размыкает медленно. При нагревании подвижной конец биметаллической пластинки 1 нажимает на один из шпеньков, образованных дугообразно согнутым кусочком железной проволоки 2 и припаянных в месте сгиба к рычагу 3. Когда пластинка давит на шпенец, рычаг поворачивается вместе с осью 4, на которой он сидит. Ось состоит из заостренного с обоих концов кусочка железной проволоки длиной 12 мм и с легким трением может вращаться в подшипниках 5. Подшипник собран из двух медных пластинок с накерненными на их концах углублениями.

Подшипники припаиваются к стойке 6, согнутой из полумиллиметровой медной полоски. На ось припаивается еще один кусок проволоки 20 мм длиной; к концу этой проволоки прикрепляется грузик 7. Этот грузик после прекращения нагрева приводит реле в положение равновесия. Другой конец биметаллической пластинки вставлен в губки 8, сделанные из пружинящей латуни. Они такие же, как у обыкновенных рубильников, только вместо ножа рубильника в них вставляется биметаллическая пластинка. Такая конструкция крепления очень удобна и позволяет быстро производить смену пластинок.

У Фролова рычаг не выполнял никакой механической нагрузки. Он работал как указатель изменения температуры в помещении, и от него требовалось не давление, а чувствительность. У нас — дело другое. Нам нужны и чувствительность и давление. Примерная конструкция биметаллического реле для моделей, управляемых по радио, показана на рис. 100. По этому рисунку не трудно разобраться в устройстве реле.

Рычаг реле нужно сделать посolidнее, чем у Фролова. Возьмите полоску жести шириной 6—7 мм и согните ее так, чтобы получился швеллер.

При нагревании пластинка будет изгибаться, очевидно, в сторону железа, так как при повышении температуры цинк удлиняется больше, чем железо. Судя по схеме рис. 98, контакты  $B_1$  и  $B_2$  объединить вместе никак нельзя — их придется изолировать

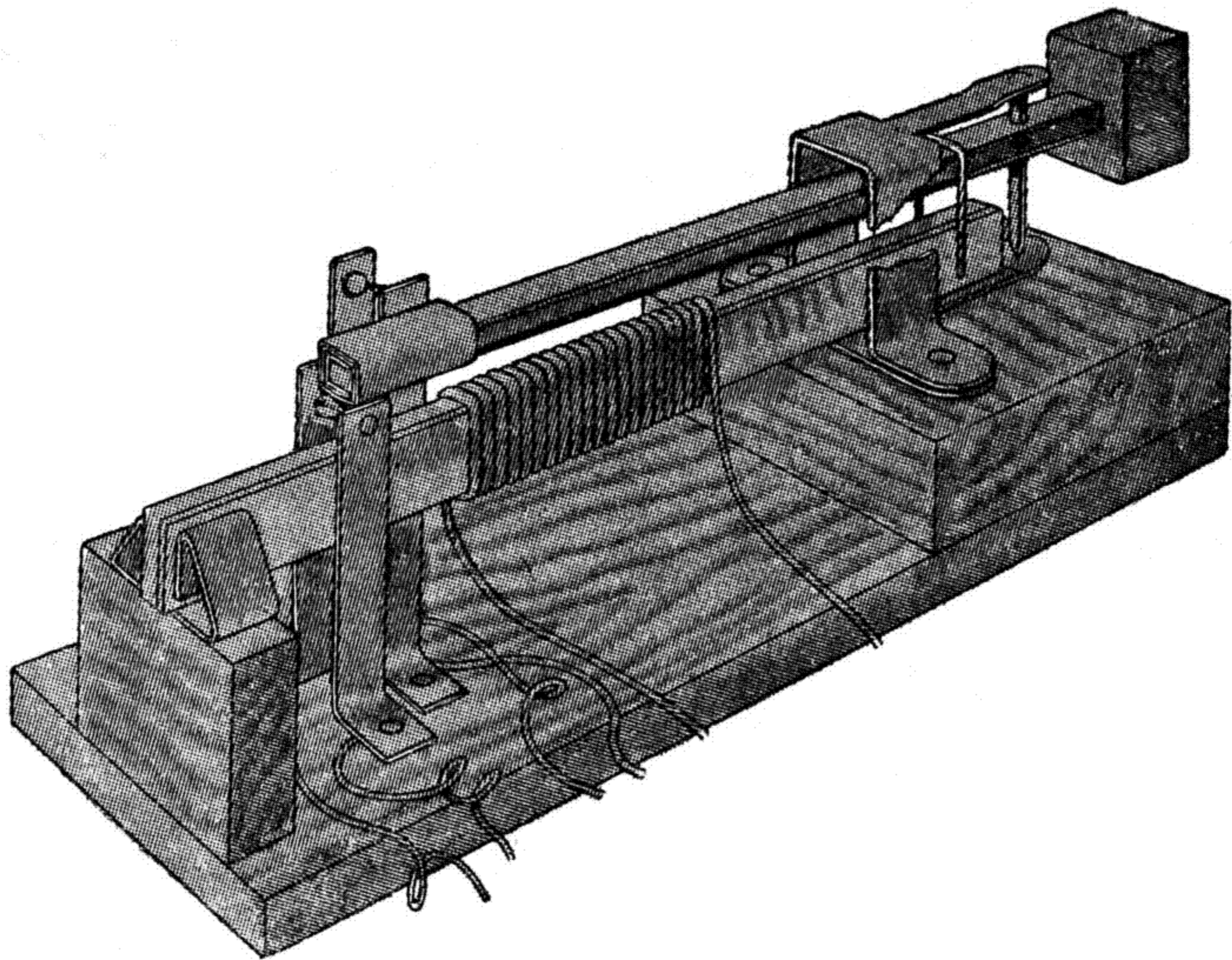


Рис. 100. Общий вид самодельного биметаллического реле.

друг от друга. Для этого конец рычага обмотайте изолирующей лентой. На расстоянии 4—4,5 мм установите две пары контактных пластинок. При изгибе биметаллической пластинки одна пара контактов замкнется, другая разомкнется. Контактные пластинки сделайте из пружинящей бронзы толщиной 0,05—0,1 мм и вклейте в них серебряные или медные контакты. Один контакт должен иметь форму усеченного конуса, а другой должен быть плоским, в форме тарелочки (рис. 101). Остальные детали реле даны на рис. 102.

Остается только намотать на биметаллическую пластинку нагревающую проволоку, и реле готово. Проволоку возьмите нихромовую или константановую диаметром 0,2—0,3 мм, изолированную эмалью и двойным слоем шелка. Придется намотать 15—20 витков этой проволоки. Обмотку сверху оберните изолирующей лентой для предохранения от повреждений и для уменьшения теплового излучения.

Выдержку времени реле можете регулировать реостатом, включив его последовательно с обмоткой. Детали реле смонтируйте на деревянной

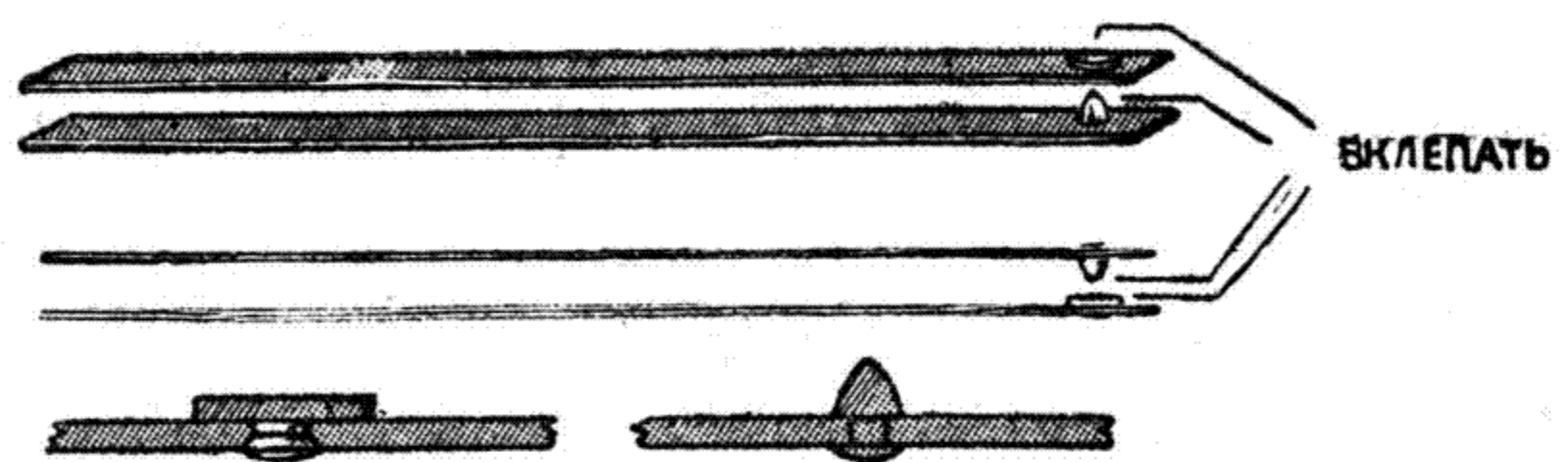


Рис. 101. Контактные пружины.

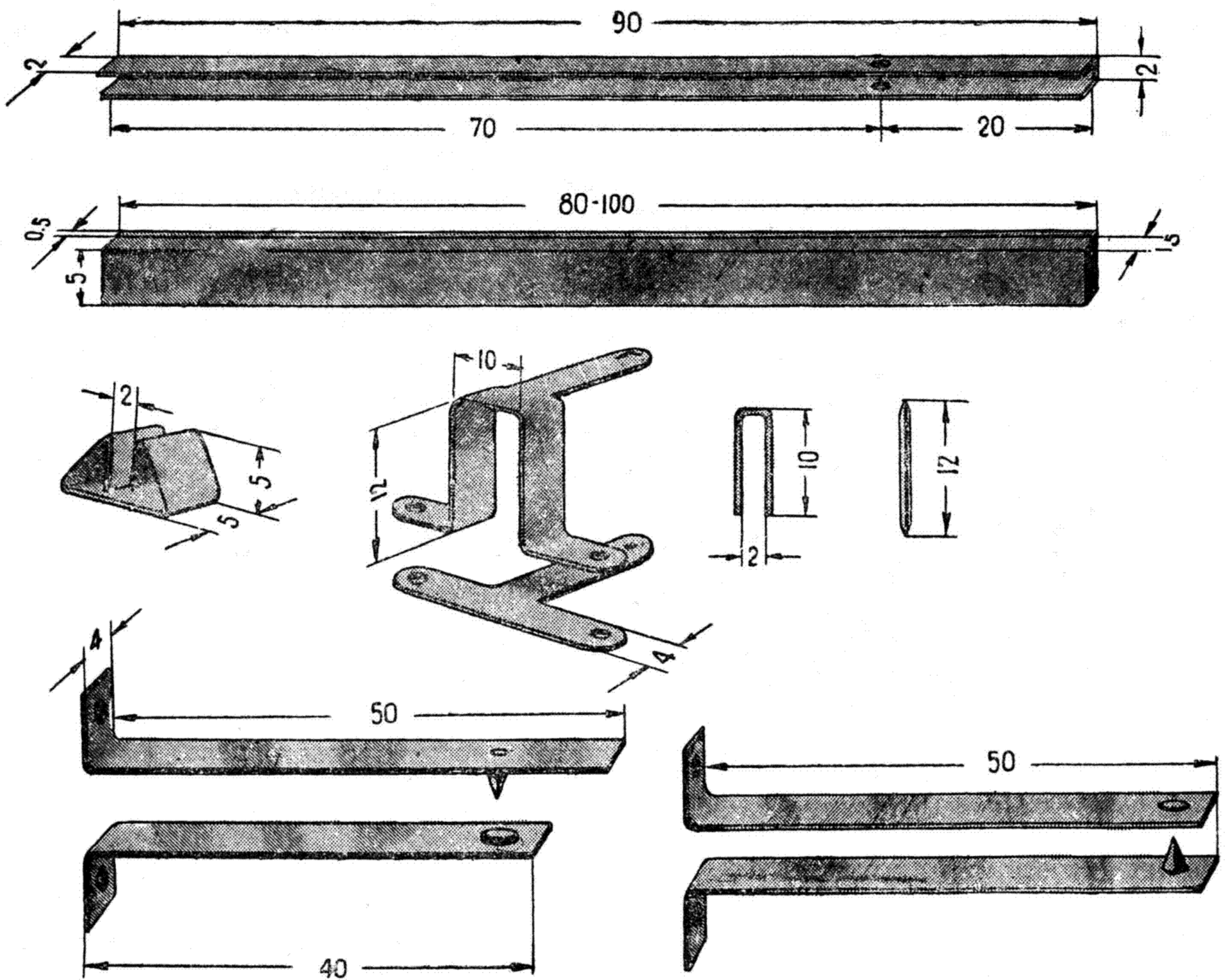


Рис. 102 Детали самодельного биметаллического реле.

дощечке и покройте крышкой для предохранения от попадания пыли, грязи, а также для того, чтобы избежать воздействия колебаний внешней температуры. Неплохо, если раздобудете пластинку асбеста и покроете им внутреннюю поверхность крышки. Не найдете асбеста — возьмите войлок или фланель.

Реостат накала можете смонтировать где угодно. Его конструкцию и крепление придумайте сами. Лучше, если он будет составлять одно целое с реле. После регулировки на нужную выдержку времени движок реостата закрепите, чтобы при работе он не сдвинулся и не нарушил регулировки реле.

Стартстопное реле для пуска — остановки мотора можете взять то же, что было описано для модели броневика.

Так как в модели судна мало места, лучше не ставить промежуточных реле соленоидов управления рулем, а включать их непосредственно через щетку селектора.

Реле, описанное для модели броневика, не всегда уверенно

работает, потому что его блокировка основана на трении, а это ненадежно. Лучше всего, если вы затратите некоторое время на изготовление хотя и более сложного, но зато более надежного моторного реле с магнитной блокировкой.

Это реле состоит из двух подковообразных электромагнитов и якоря между ними. К якорю приделан контакт, замыкающий цепь мотора. Общий вид реле показан на рис. 103, детали — на рис. 104.

Контакт может быть либо ртутным, либо металлическим. Ртутный контакт, конечно, лучше: он не окисляется с течением времени и не обгорает.

Особенностью этого реле является применение постоянного магнита в качестве сердечника. Верхний электромагнит имеет обычный железный сердечник и размеры катушек такие же, как у реле времени с воздушным демпфером. Нижний электромагнит отличается тем, что в качестве сердечника взят постоянный магнит от репродукторов „Зорька“ или „Рекорд“.

Обмотка катушек нижнего электромагнита такая же, как и у реле времени. Между полюсами этих двух электромагнитов помещается якорь, сделанный из мягкого железа толщиной 1,5—2 мм. Длину якоря возьмите 55—60 мм, ширину — 10 мм. К концу якоря приклепайте контактную пружинку, сделанную из туговальцованной латуни или бронзы, и вклепайте в нее медный, а еще лучше серебряный контакт.

Другой конец якоря приклепайте к упругой пластинке и укрепите ее также с помощью заклепок к стойке, сделанной из любого металла.

При работе реле контактные пружинки замыкаются или размыкаются в зависимости от того, в катушку какого электромагнита включен ток.

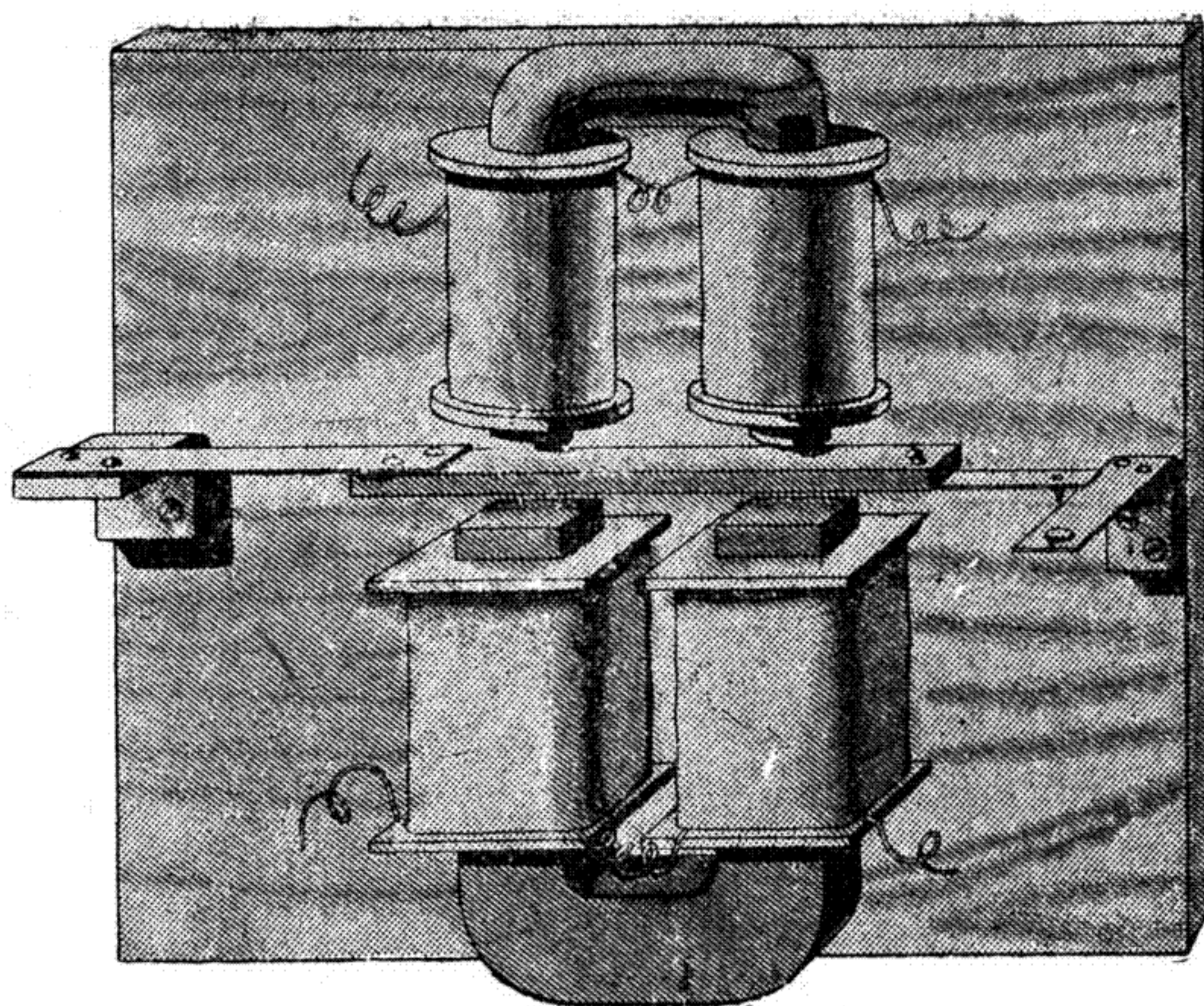


Рис. 103. Общий вид самодельного моторного реле с магнитной блокировкой.

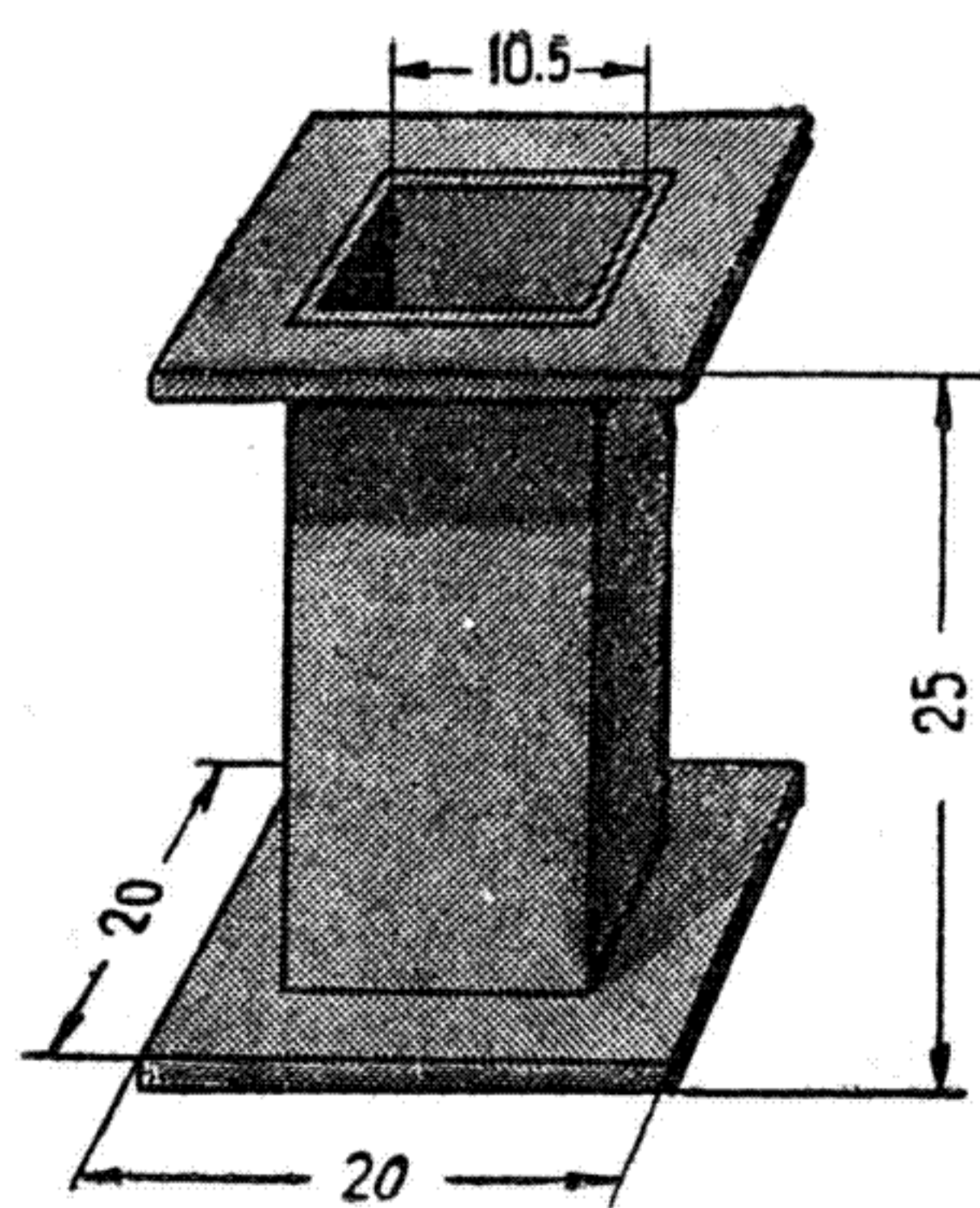
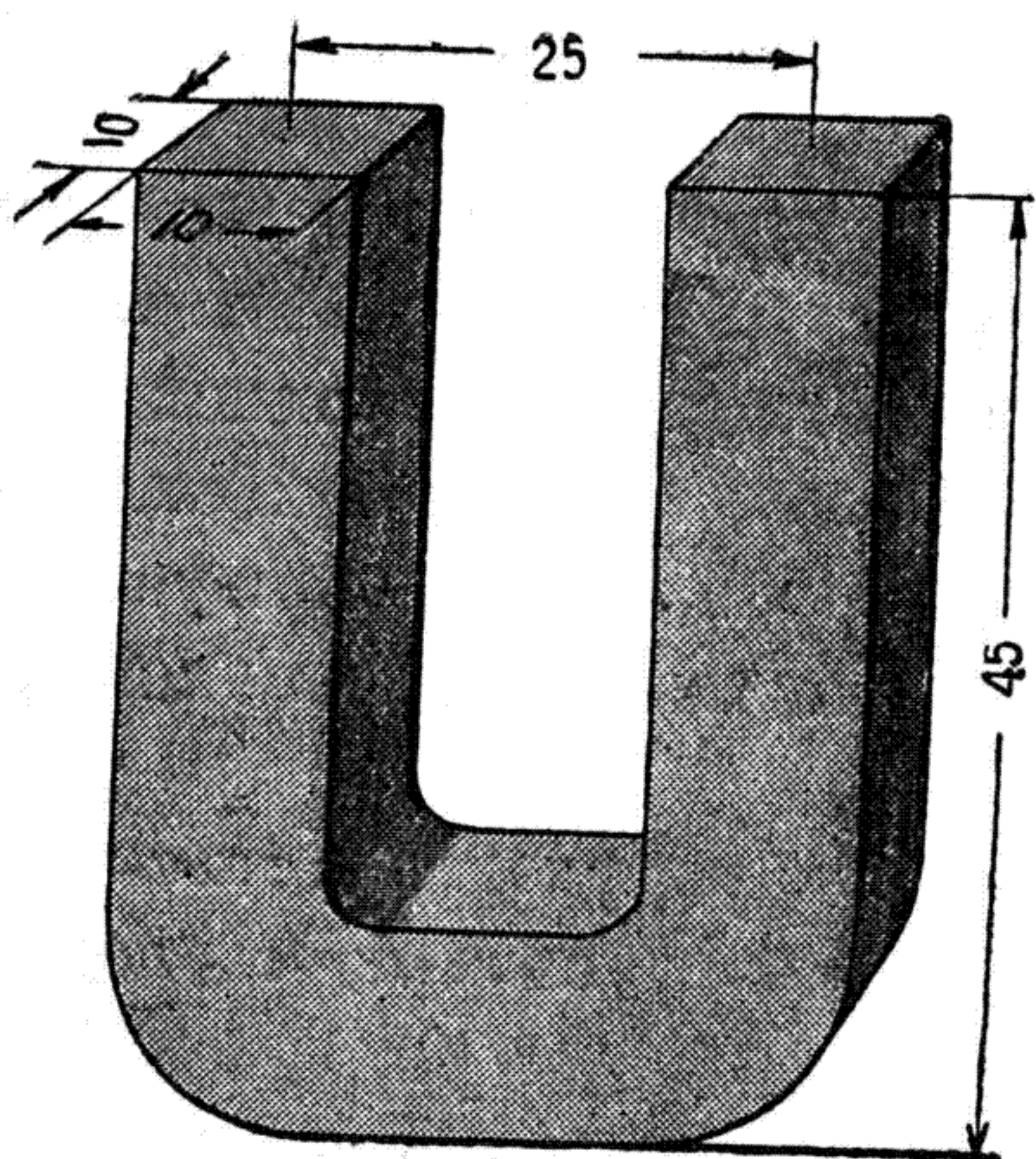
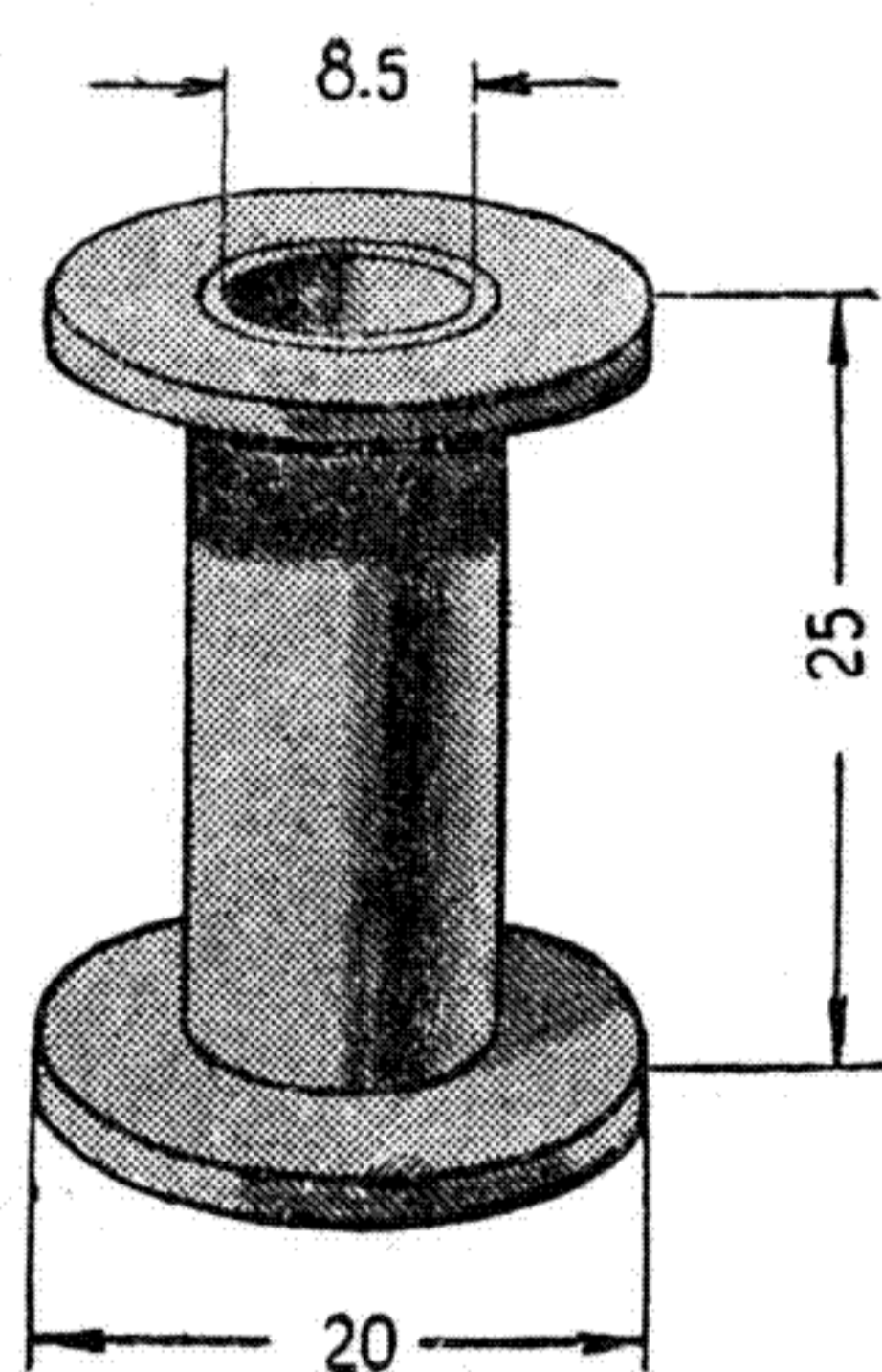
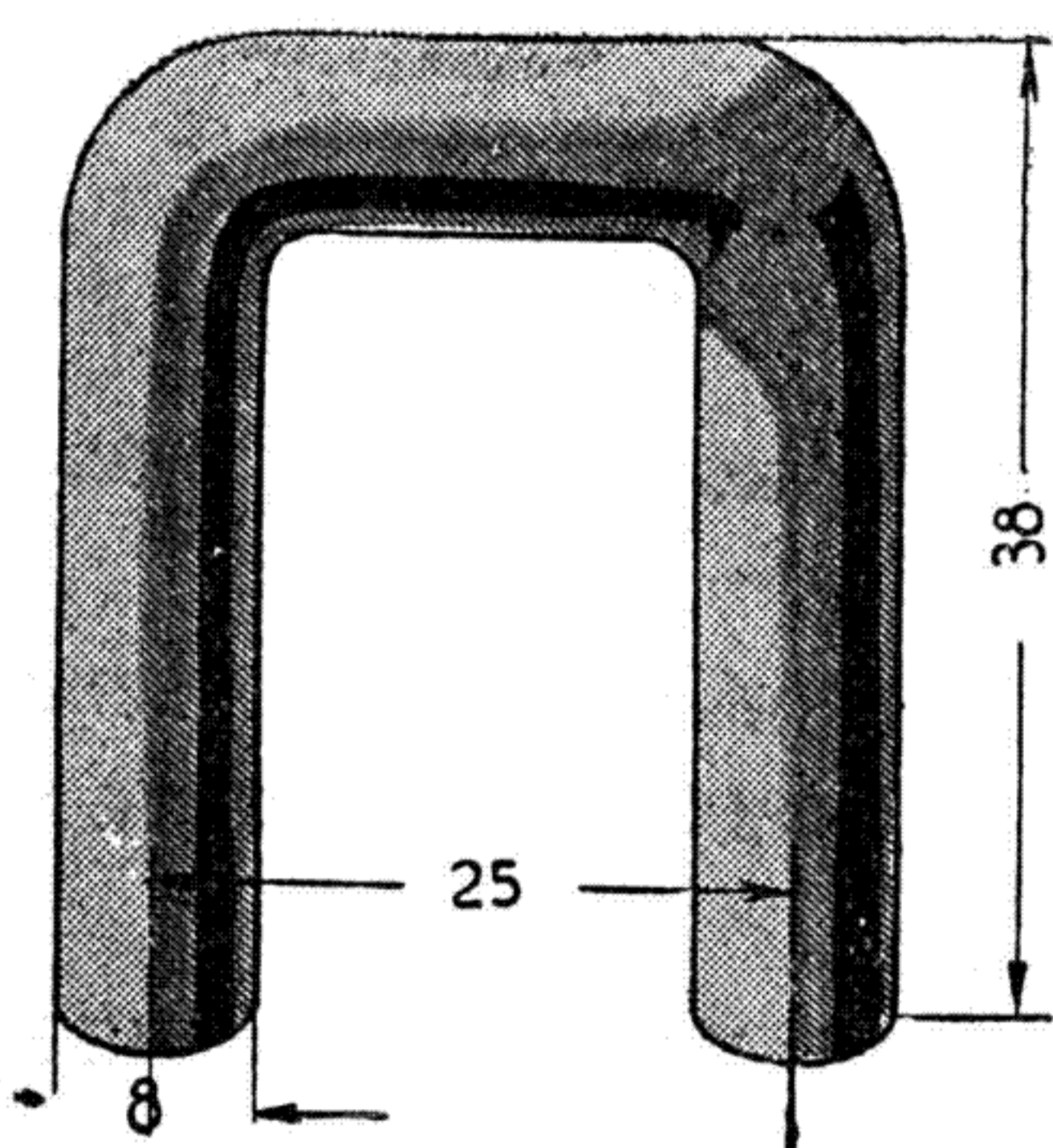
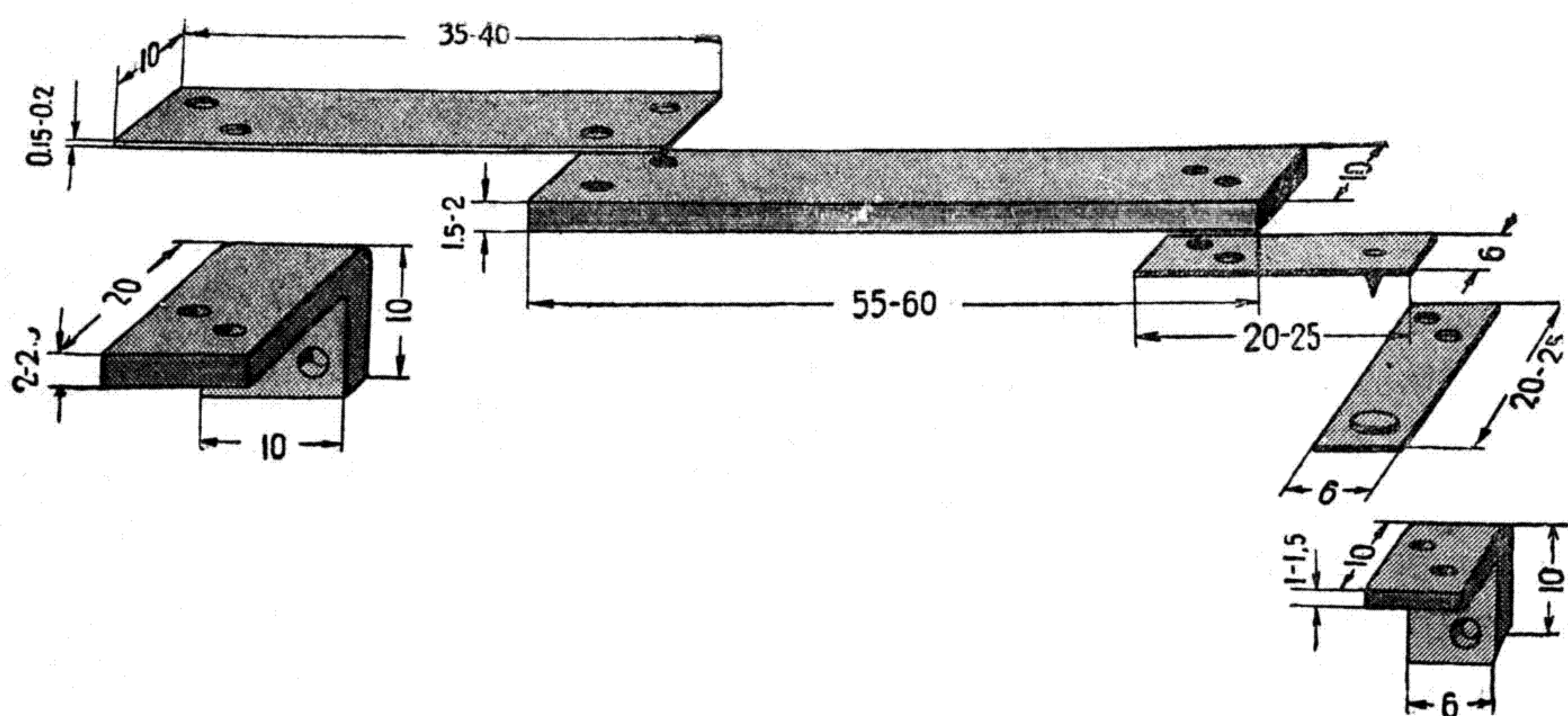


Рис. 104. Детали моторного реле.

Если ток включается в нижний электромагнит, контакты замыкаются, и тяговый мотор получает питание. Но при выключении тока из нижнего электромагнита контакты не размыкаются, потому что якорь удерживается постоянным магнитом. Так осуществляется магнитная блокировка моторного реле.

В этом положении на якорь моторного реле действуют три силы: первая, наибольшая, сила — это притяжение постоянным магнитом; вторая сила — упругость пружины, стремящейся поставить якорь реле в нейтральное положение; третья сила — упругость контактной пружинки. Если магнит обладает большим остаточным магнетизмом, первая сила будет больше двух других, и якорь останется притянутым.

Расстояние от нейтрального положения якоря до поверхности полюсов нижнего электромагнита — 3 мм, верхнего — 2 мм. При подаче команды „стоп“ в катушки верхнего электромагнита включается ток от батареи через соответствующий контакт селектора, создается магнитное поле, притягивающее якорь, возникает четвертая сила, воздействующая на якорь, — сила притяжения к верхнему электромагниту. Если силу остаточного магнетизма обозначить через  $P_1$ , силу упругости пружины якоря через  $P_2$ , силу упругости контактных пружинки через  $P_3$ , а силу притяжения верхнего электромагнита через  $P_4$ , то можно сказать, что при подаче команды, когда в верхний электромагнит поступает ток, сила  $P_1$  должна быть меньше суммы сил  $P_2 + P_3 + P_4$ .

Если окажется, что  $P_1 = P_2 + P_3$ , якорь будет в неустойчивом состоянии равновесия и при каком-нибудь толчке может отойти от нижнего электромагнита, разорвав цепь питания мотора.

Эти рассуждения нужны нам для того, чтобы уметь регулировать реле. Силу нажатия на контакты менять нельзя. Нажатие должно быть большим, чтобы обеспечить достаточно надежный контакт. Значит, при регулировке можно изменять только силу упругости пружины якоря — силу  $P_2$ .

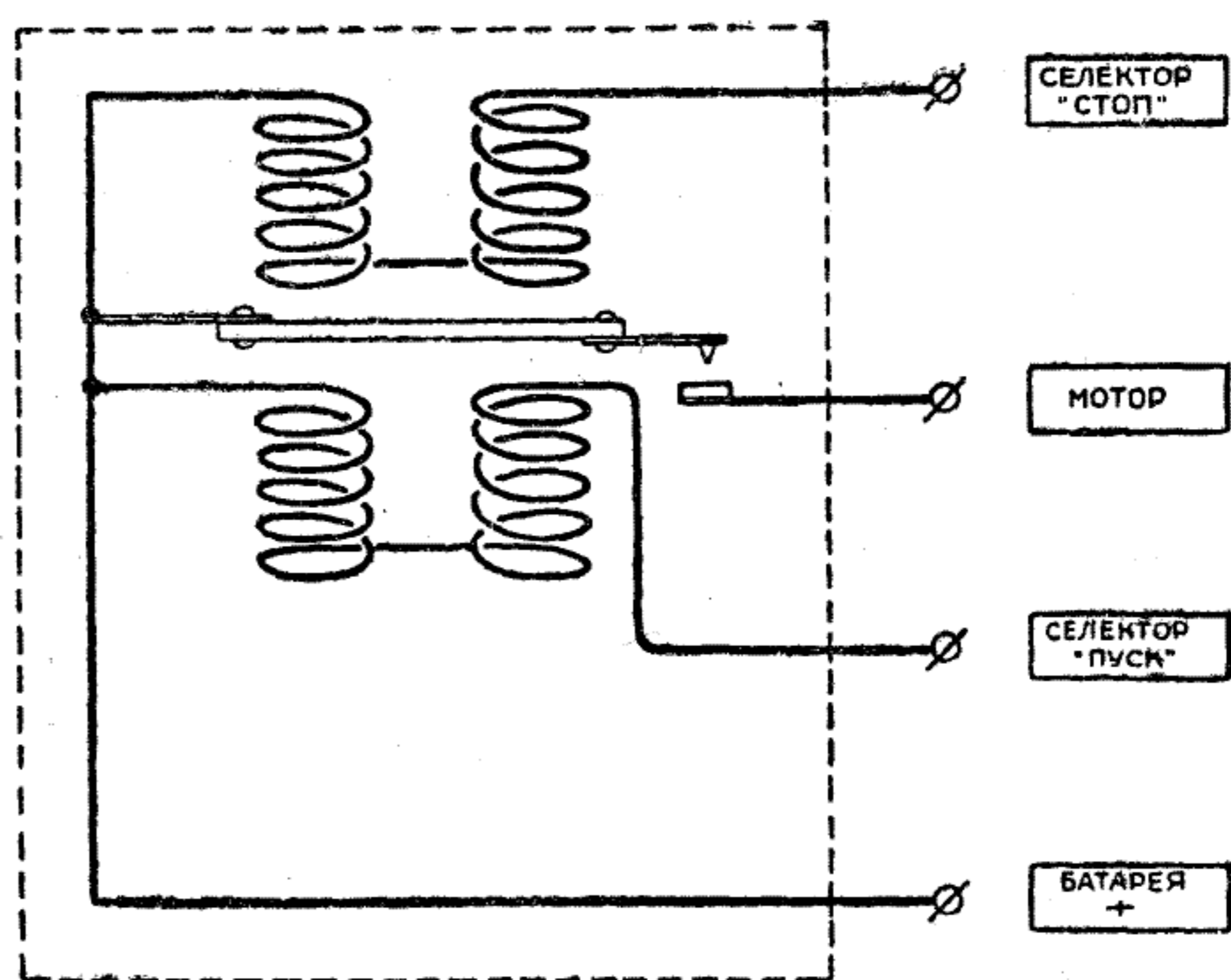


Рис. 105. Принципиальная схема соединений моторного реле.



Этого можно достигнуть, меняя расстояние между якорем (в нейтральном положении) и полюсами постоянного магнита. Расстояние это в среднем берется равным 3 мм, но передвижением сердечника нижнего электромагнита оно может быть изменено в пределах 1—2 мм.

Еще лучше иметь возможность регулировать реле, изменяя положение верхнего электромагнита, передвигая его сердечник.

После регулировки сердечники нужно укрепить так, чтобы они больше уже не сдвигались. Способ крепления сердечников придумайте сами.

Схема включения прибора дана на рис. 105. Чтобы при включении не перепутать клеммы, сделайте около них надписи.

Крепить прибор лучше вертикально, тогда к силе  $P_1$  прибавится еще вес якоря, а это облегчит условия работы прибора.

## V. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Механизм движения модели состоит из тягового мотора, зубчатой, или червячной, передачи и гребного вала с винтом. Связь между ними показана на рис. 106.

Обычно даже очень маломощные моторчики дают около 1500—3000 оборотов в минуту, и если вал такого мотора жестко сцепить с гребным винтом, винт будет вращаться слишком быстро.

Гребной винт сделайте трехлопастным (рис. 107).

Для втулки винта возьмите цилиндрок из железа или, лучше, латуни диаметром 10—12 мм и просверлите в центре основания отверстие для гребного вала диаметром примерно 4—4,5 мм.

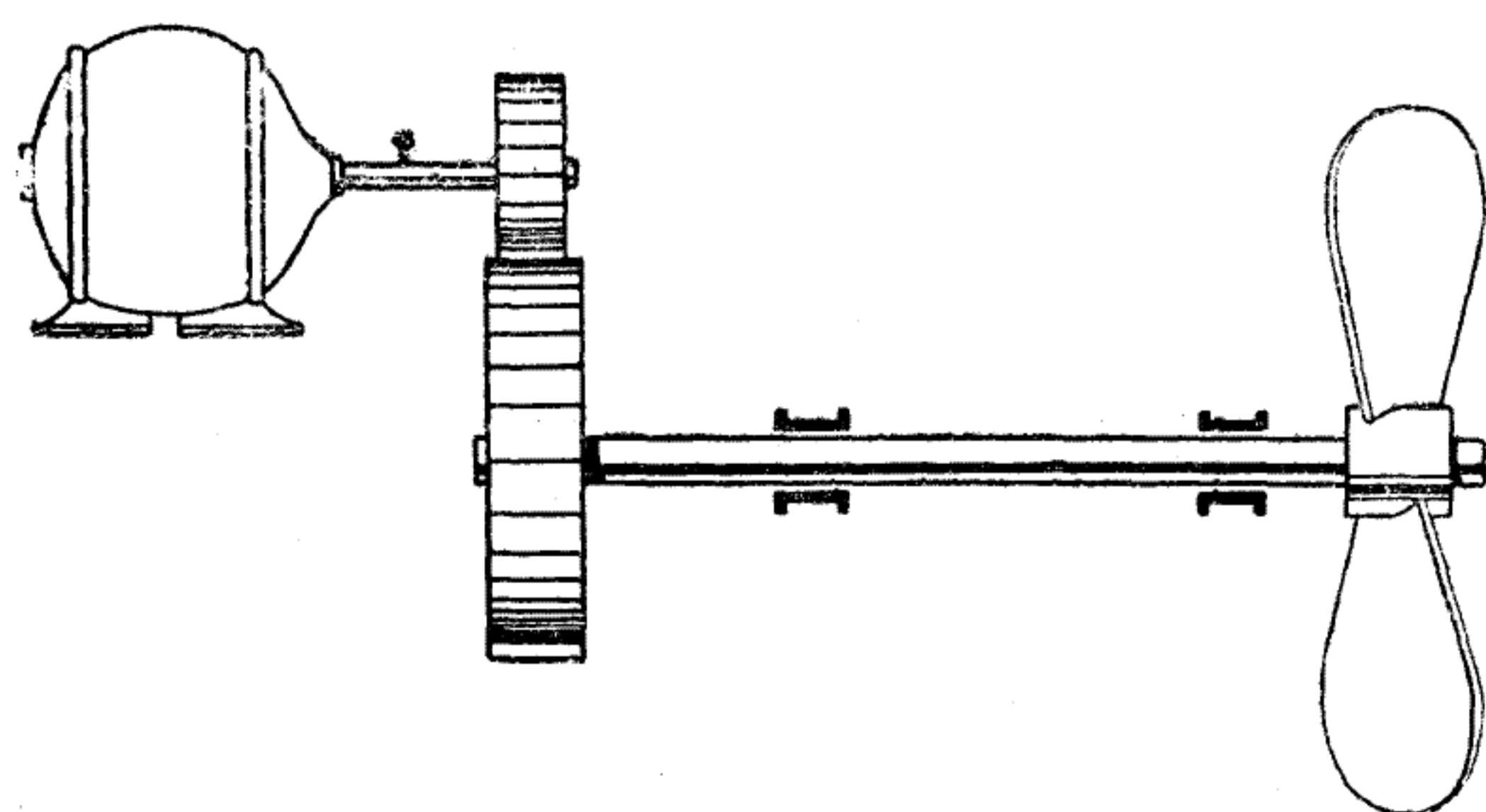


Рис. 106. Схема механизма движения модели.

Проще взять толстостенную трубку, так как точно просверлить отверстие в цилиндрке довольно трудно. Под углом  $45^\circ$  к оси цилиндра сделайте ножовкой три прореза. Прорезы должны находиться друг от друга на одинаковом расстоянии.

В прорезы втулки нужно

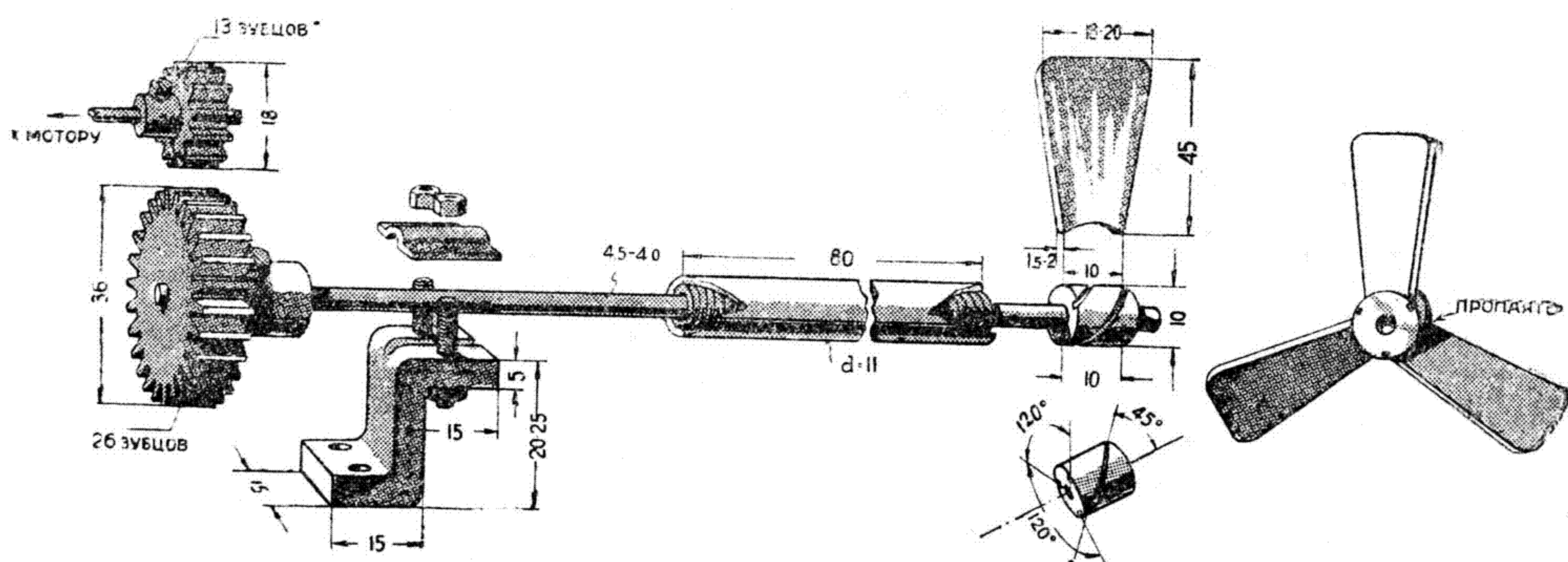


Рис. 107. Детали механизма движения модели.

вставить и хорошенько припаять лопасти. Лопасти сделайте из латуни толщиной 1,5—2 мм. Концы слегка закруглите напильником. Для гребного вала возьмите кусок круглой стали диаметром 4—4,5 мм и длиной 200—220 мм.

Гребной винт насадите на один конец гребного вала, а другой конец пропустите сквозь корму парохода и наденьте на него шестеренку с большим числом зубцов. В том месте, где гребной вал будет проходить через корму парохода, укрепите медную или латунную трубку — дейдвудную трубу — внутренним диаметром 7—8 мм и длиной 80 мм. В этой трубке помещаются подшипники гребного вала, а между ними набивается вазелин, чтобы не пропустить воду внутрь парохода.

Второй подшипник для вала сделайте, как показано на рис. 107, слева. Его можно согнуть из толстой латуни и выпилить канавку для оси. Чтобы ось не выскакивала, закройте подшипник сверху металлической скобкой. Подшипник должен быть укреплен на дне парохода совершенно устойчиво.

Если не удастся точно установить подшипник, зубчатую передачу и дейдвудную трубу, примените гибкую передачу стальной пружинкой. Разрежьте ось, отрежьте от каждого конца по 10—15 мм и соедините их пружинкой, как показано на рис. 108. Еще лучше, если вы также пружинкой соедините зубчатую пере-

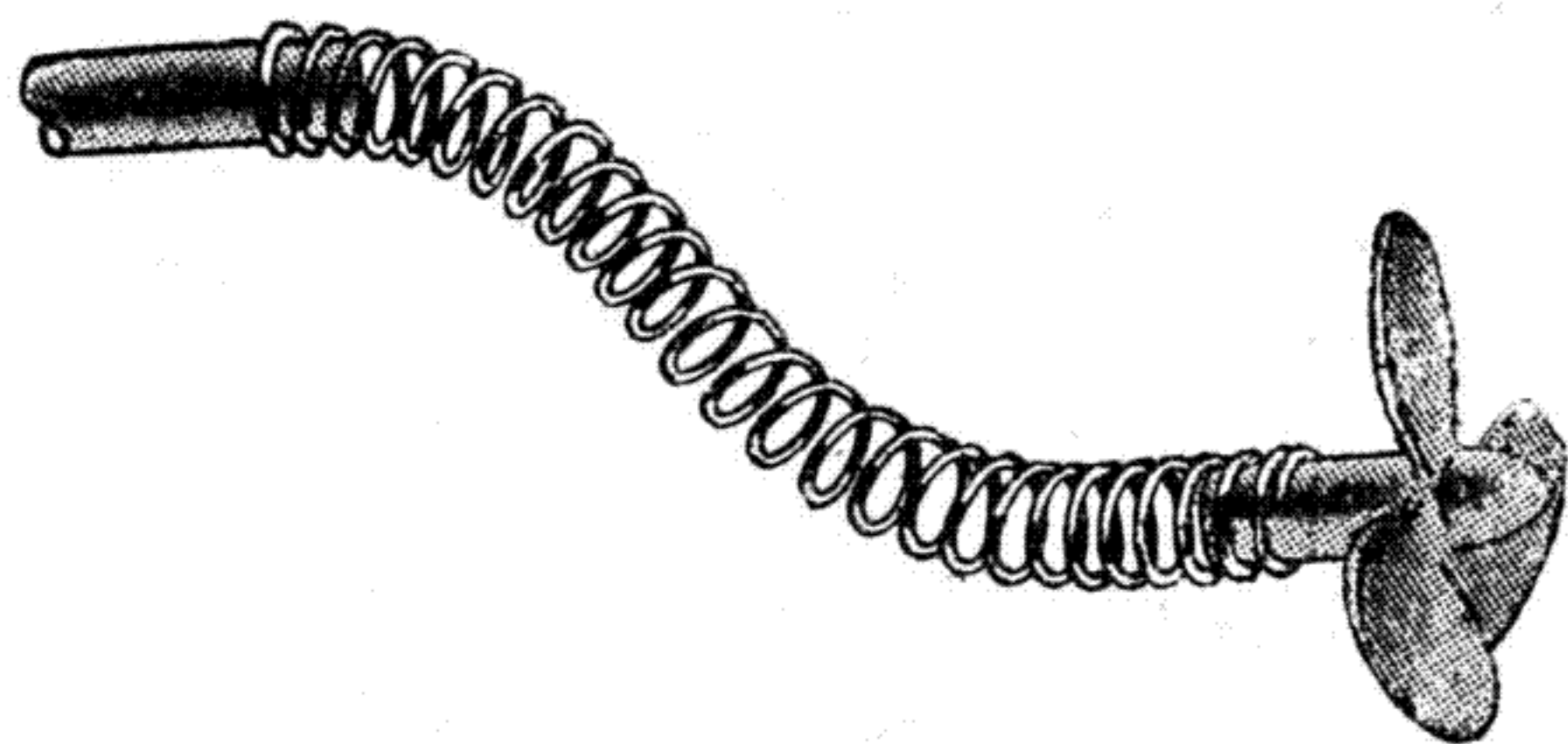


Рис. 108. Гибкое пружинное соединение вала мотора с гребным винтом.

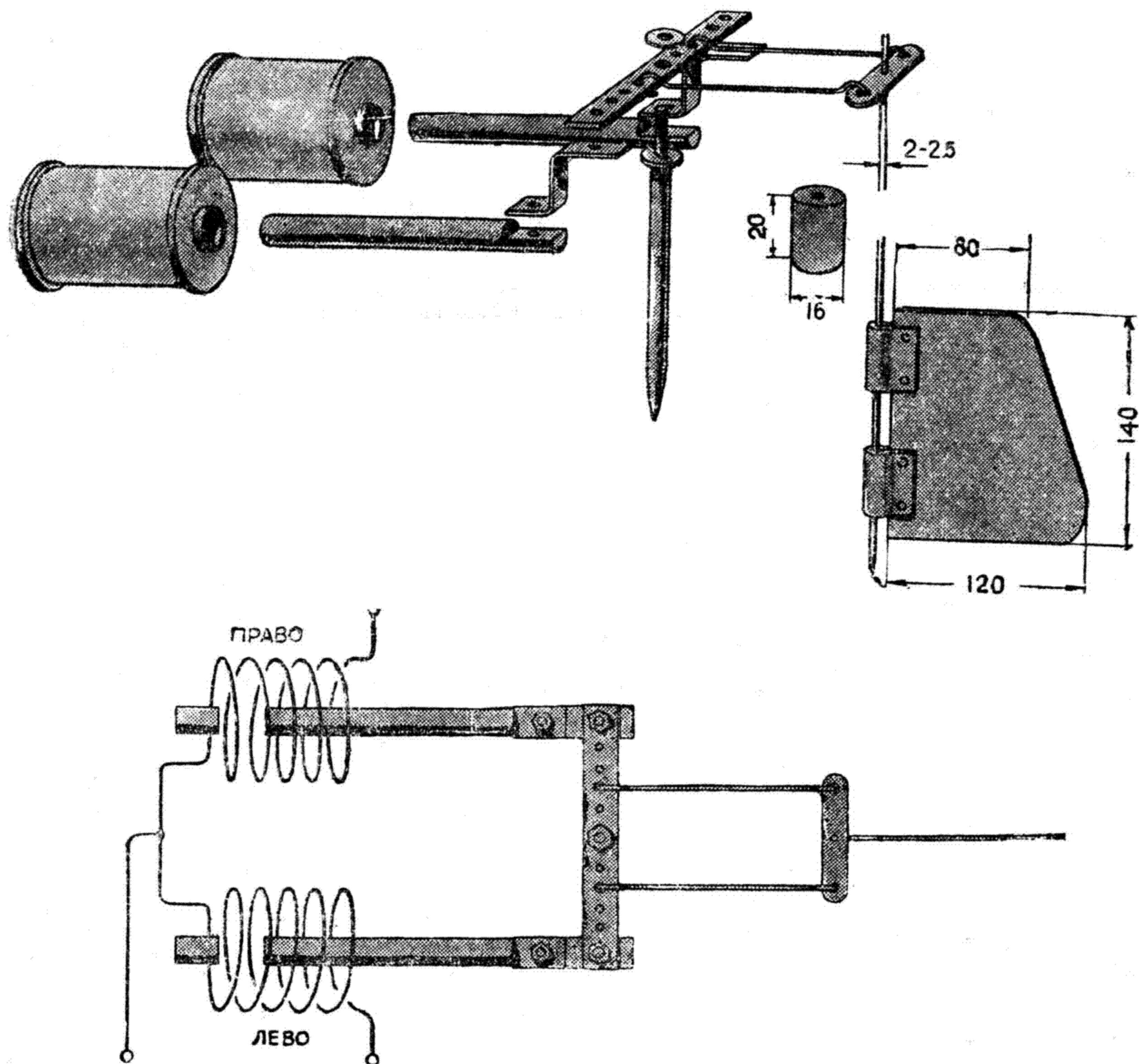


Рис. 109. Схема и общий вид механизма поворота модели.

дачу с осью мотора. Тогда не страшны будут никакие перекосы.

Механизм поворота право—лево состоит из руля, двух соленоидов и рулевых тяг.

Руль вырежьте из латуни или железа толщиной 1—1,5 мм. Размеры руля и устройство управления показаны на рис. 109. К рулю нужно приклепать две скобочки, обернув ими ось. В месте сгиба припаяйте скобочки к оси.

Из плотного картона толщиной 0,75—1 мм склейте две катушки соленоидов. Размеры даны на рис. 110. На катушки намотайте по 1 000 витков медной изолированной шелком или бумагой проволоки диаметром 0,4 мм. С одного конца катушек вставьте по кусочку мягкого железа диаметром 10 мм. Это будут стопы соленоидов, увеличивающие тяговое усилие. Если не найдете кусочков железа диаметром 10 мм, возьмите более тонкие и оберните их полосками жести так, чтобы они плотно входили в ка-

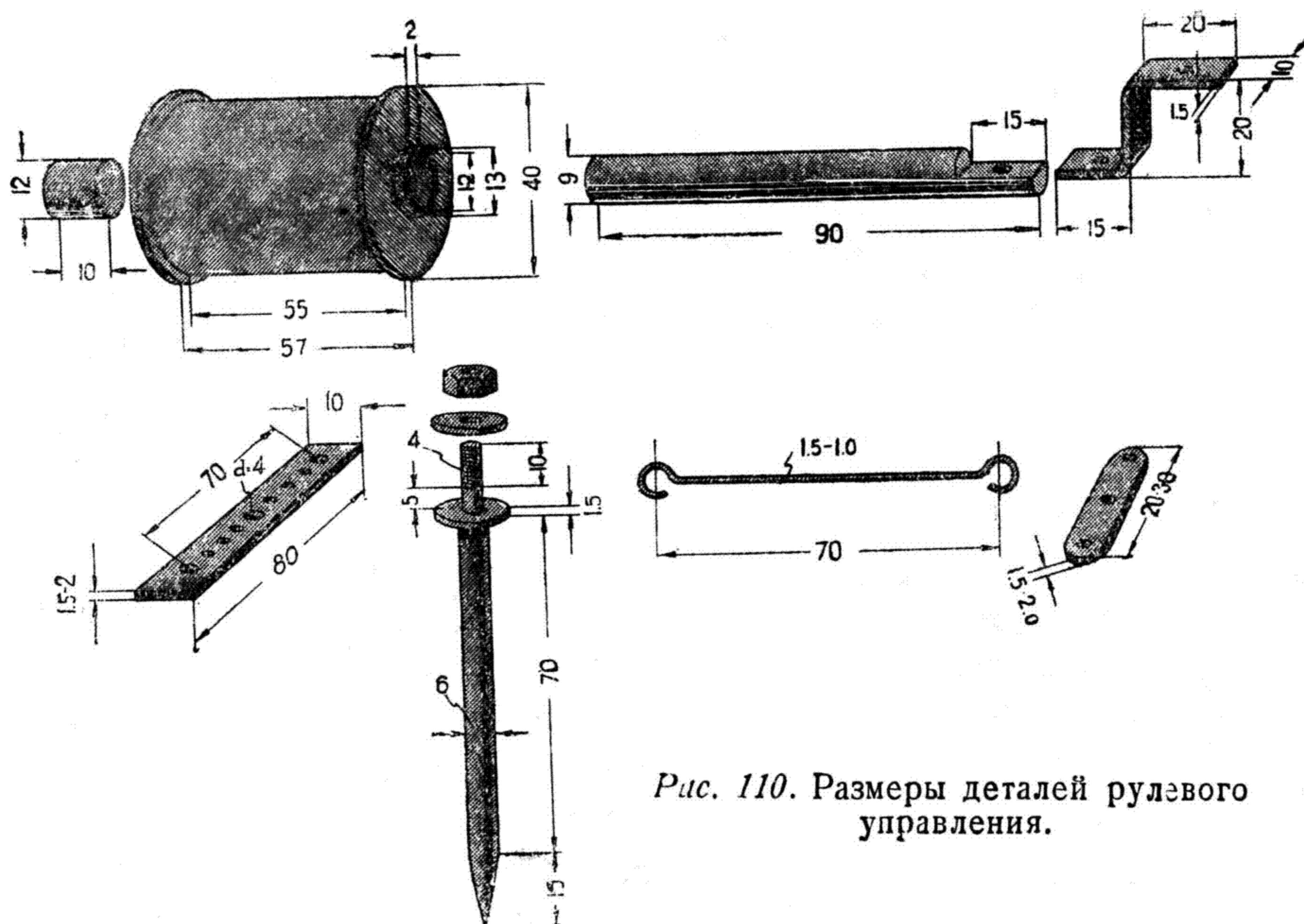


Рис. 110. Размеры деталей рулевого управления.

тушку соленоидов. Плунжеры (сердечники) сделайте из мягкого железа диаметром 9 мм. Длина каждого плунжера 90 мм. Одни концы плунжеров запилите напильником и приклепайте к ним Z-образные детали связи с поворотной рейкой. В центре рейки просверлите отверстие для оси диаметром 4 мм.

Z-образные детали соедините с рейкой болтиками. При включении тока в один из соленоидов плунжер будет втягиваться в него и тянуть рейку. Рейка повернется, потянет тяги и повернет руль. Катушки соленоидов при 12 вольтах дают возможность получить длину хода плунжера до 20 мм.

Для регулировки угла поворота модели в рейке лучше сделать не два, а несколько отверстий, к которым можно будет присоединить рулевые тяги.

Передачу от соленоидов на руль можно сделать иначе, — как показано на рис. 111. Если вы хотите, чтобы при небольших углах поворота вилки руль мог повернуться на большой угол, возьмите от „конструктора“ одну шестеренку в 50 зубцов и другую в 20 зубцов. Меньшую шестеренку насадите на ось руля и припаяйте. На железный стержень насадите свободно шестеренку в 50 зубцов и припаяйте к ней вилку.

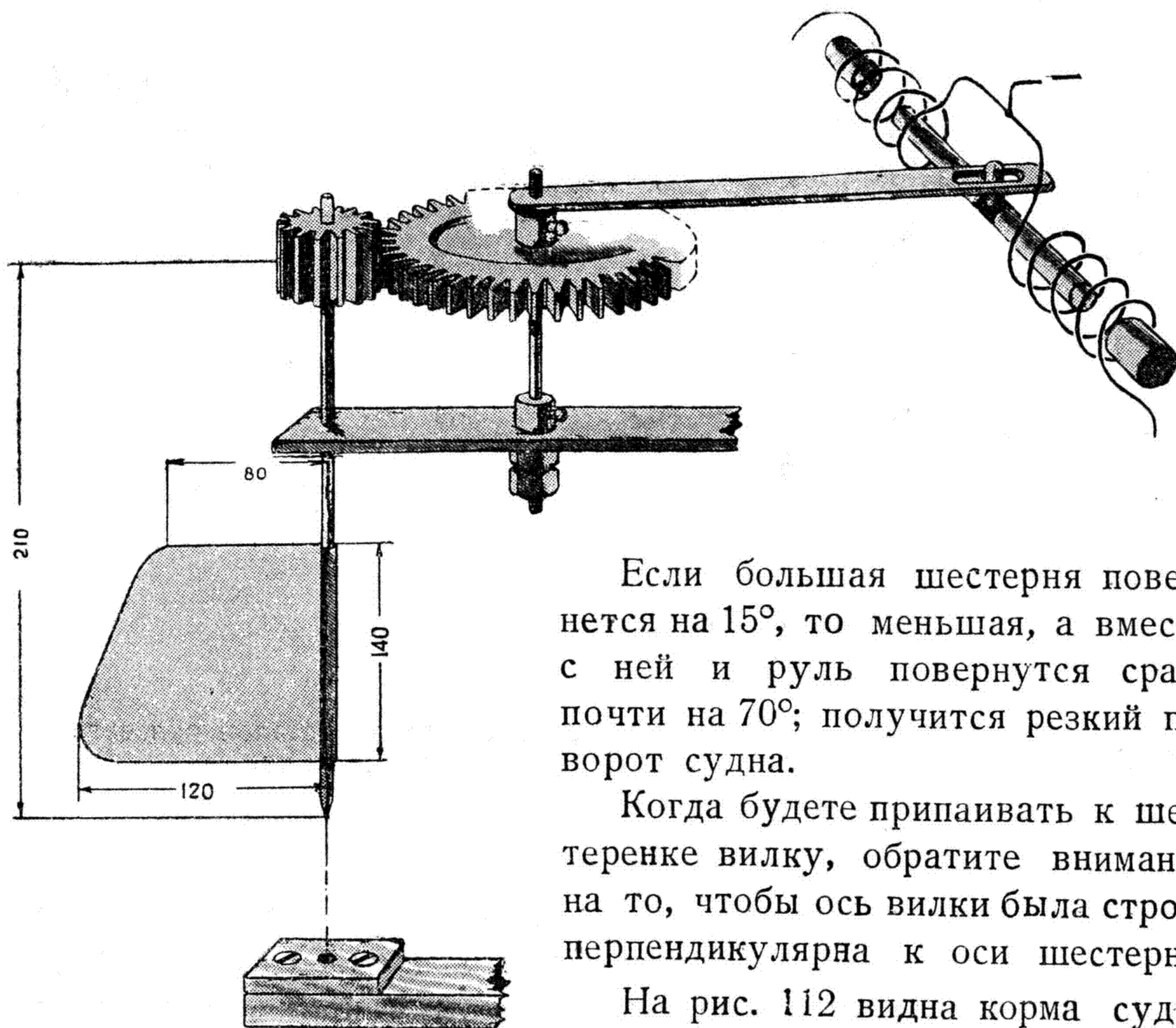


Рис. 111. Второй вариант механизма поворота модели.

Если большая шестерня повернется на  $15^\circ$ , то меньшая, а вместе с ней и руль повернутся сразу почти на  $70^\circ$ ; получится резкий поворот судна.

Когда будете припаивать к шестеренке вилку, обратите внимание на то, чтобы ось вилки была строго перпендикулярна к оси шестерни.

На рис. 112 видна корма судна Ярочкина с гребным винтом и рулем. На рис. 113 дано фото рулевого управления. Ясно видны рулевые тяги и соленоиды поворотов. Хорошо видны тяговый мотор, зубчатая передача и вал гребного винта.

Какие взять аккумуляторы, зависит от условий рынка. Найдете щелочные аккумуляторы — поставьте щелочные; они легки по весу, но дают меньшее напряжение и занимают больше места, чем свинцовые аккумуля-

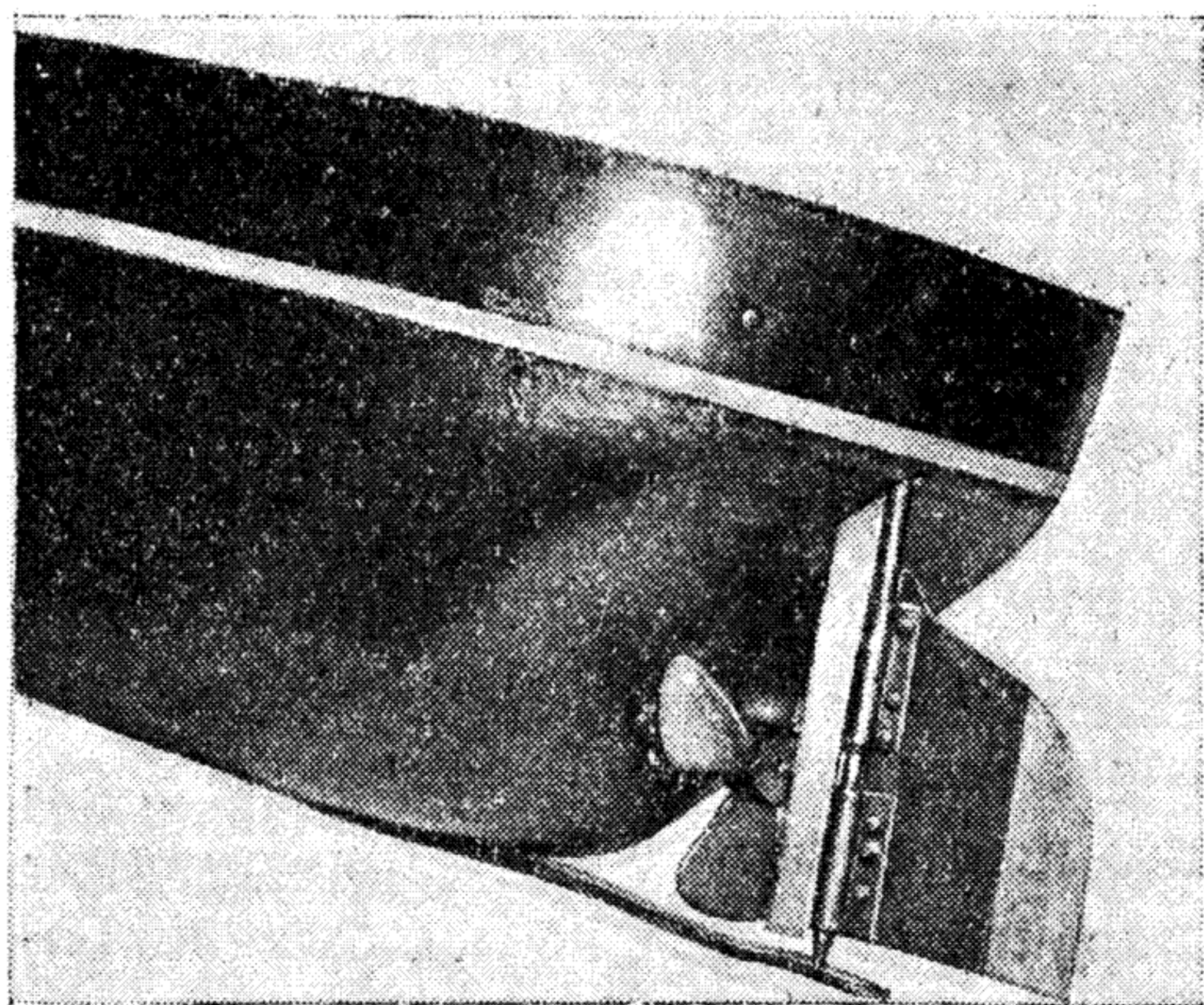


Рис. 112. Фото кормы судна Ярочкина.

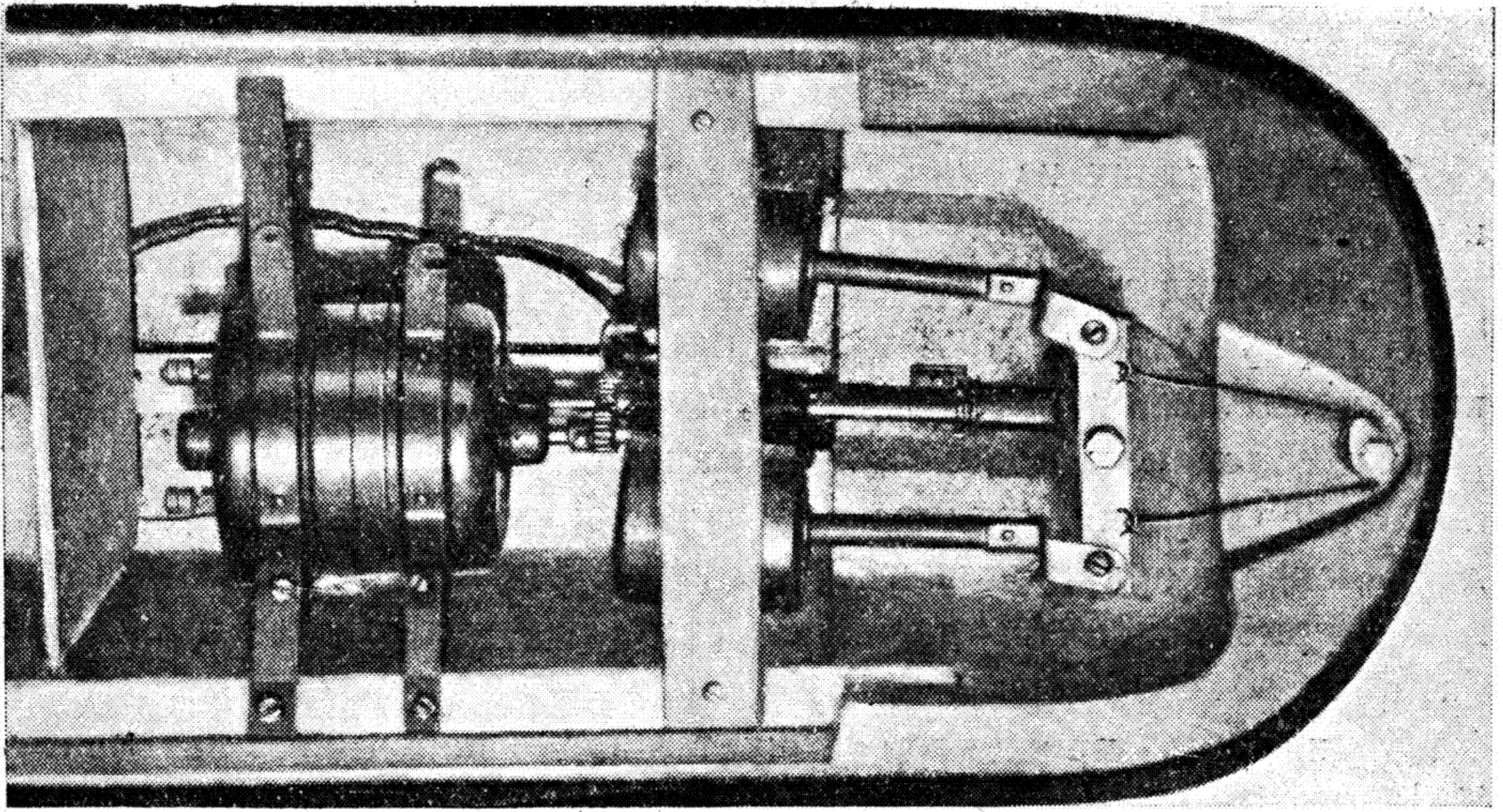


Рис. 113. Фото смонтированного рулевого управления и механизма движения модели Ярочкина.

торы. И тот и другой тип аккумуляторов имеет свои достоинства и недостатки.

Свинцовые аккумуляторы выделяют сернистые газообразные соединения, разъедающие места соединения проводов; у щелочных аккумуляторов этого нет.

Нужно иметь в виду, что допустимый разрядный ток для свинцовых аккумуляторов должен быть не более 10% их емкости. Иначе пластины коробятся и быстро приходят в негодность. Лучше поэтому пользоваться щелочными аккумуляторами, которые допускают большую разрядную силу тока.

В своей модели Ярочкин употребил щелочные аккумуляторы, емкостью по 2,5 ампер-часа и, соединив их последовательно по восемь штук в две параллельно включенные группы, получил батарею емкостью 5 ампер-часов, напряжением 12 вольт. Размер каждого такого аккумулятора  $130 \times 65 \times 20$  мм. Вся батарея Ярочкина занимает место  $250 \times 180 \times 130$  мм. При последовательном соединении батарея дает напряжение 24 вольта, а емкость — около 2,5 ампер-часа.

Можно взять свинцовые аккумуляторы размерами  $70 \times 20 \times 6$  мм; 20 штук таких аккумуляторов составят хорошую силовую батарею. Стоимость ее будет 56 рублей.

## VI. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СУДНА И МОНТАЖ ПРИБОРОВ

Судно состоит из корпуса, палубы, надпалубных надстроек и мачт.

Общий вид модели показан на рис. 114.

В корпусе судна размещены: приемник, усилитель, источники питания, селектор, реле времени, тяговый мотор, промежуточное реле и соленоиды поворота. На палубе могут быть размещены: прожектор, пушки, клеммы для зарядки аккумуляторов и ручка для настройки приемника. В надпалубных надстройках нет никаких приборов, за исключением сигнальных лампочек и анодной батареи.

С палубы прожектор может быть перенесен на мачту. К мачтам прикрепляются антенна, сигнальные лампочки и флажки. При постройке модели нужно исходить из размеров всех приборов, которые будут на ней размещены.

Приборы нужно помещать в корпусе судна как можно ниже,

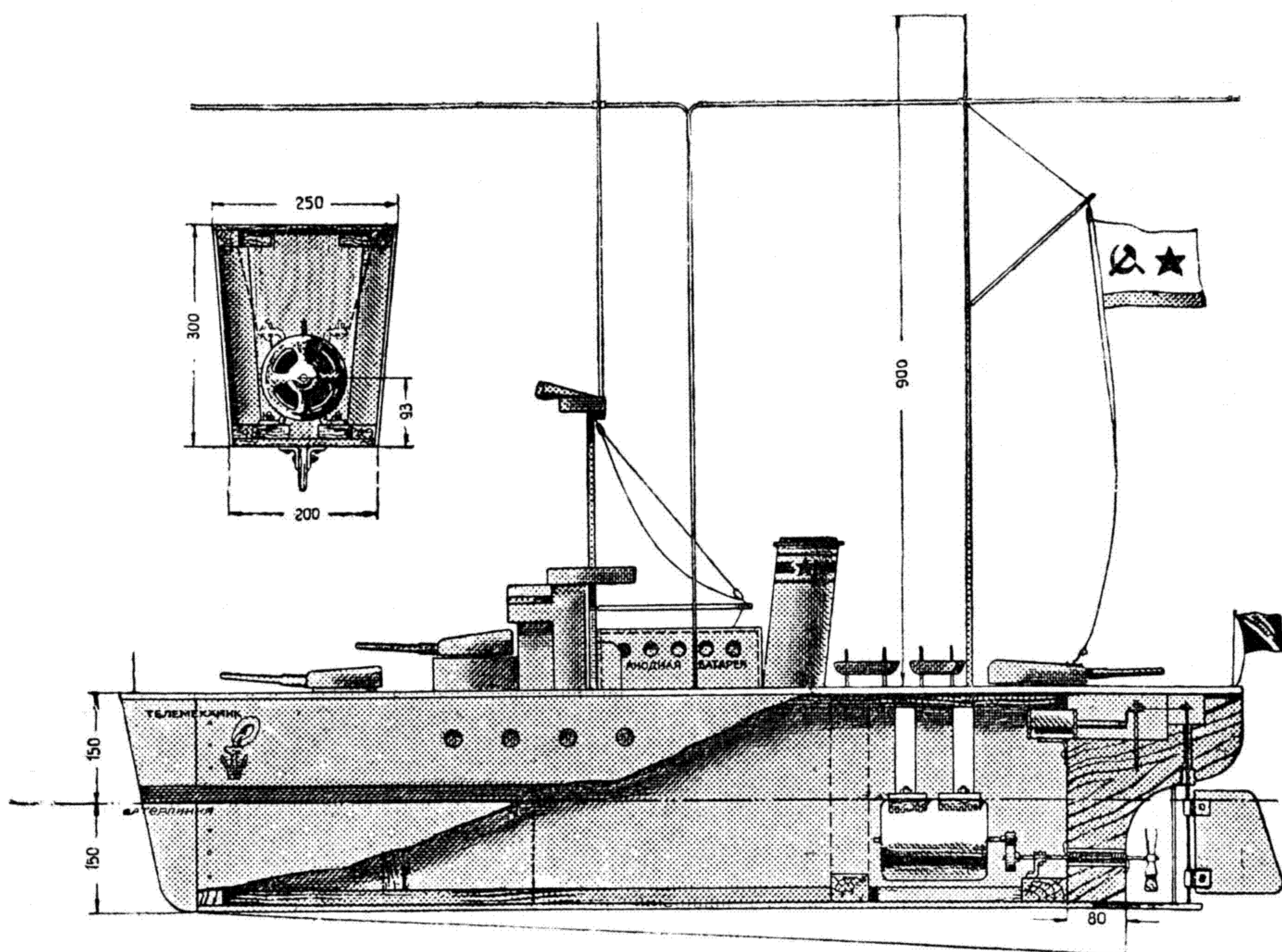


Рис. 114. Чертеж судна. Вид сбоку.

для того чтобы и центр тяжести всей модели лежал возможно ниже: чем ниже центр тяжести, тем устойчивее ведет себя судно.

На всех современных кораблях самые тяжелые части — машины, грузы — помещаются внизу, но отнюдь не на палубе. Правда, на больших военных судах очень тяжелые пушки находятся на палубе, но их вес по сравнению с весом других тяжелых предметов (машины, склады снарядов и т. д.) невелик, и центр тяжести всего корабля расположен все-таки низко, что придает военным судам очень большую устойчивость.

Прежде чем приступить к постройке модели, нужно сообразить, как расположатся все приборы. Надо прикинуть их взаимное расположение с таким расчетом, чтобы центр тяжести находился низко и примерно в середине судна, иначе оно будет крениться на бок или зарываться в воду носом или кормой.

Составьте список, или, как говорят, спецификацию, всех приборов, которые должны разместиться в корпусе судна. Это поможет при разработке проекта: каждый раз, когда нужно будет знать вес или размеры той или другой детали, не нужно будет рыться в записках и, не найдя данных, снова перевешивать прибор и измерять его размеры.

Спецификация приборов составлена. Теперь сделайте чертеж судна.

Чертеж сделайте в двух проекциях: вид сверху (рис. 115)

#### Спецификация приборов

Наименование прибора	Габаритные размеры (примерные) в мм	Вес (примерно) в кг
Приемник . . . . .	130 × 130 × 120	0,5
Усилитель и входное реле . . . . .	150 × 100 × 100	2,5
Селектор . . . . .	102 × 90 × 37	0,5
Реле времени . . . . .	90 × 90 × 50	0,5
Промежуточное реле . . . . .	140 × 100 × 40	0,5
Тяговый мотор . . . . .	100 × 80	3
Аккумуляторы . . . . .	250 × 180 × 130	10
Батарея накала . . . . .	65 × 180 × 130	1
Соленоиды поворота . . . . .	180 × 180 × 120	1
Анодная батарея . . . . .	220 × 150 × 75	1,5—2



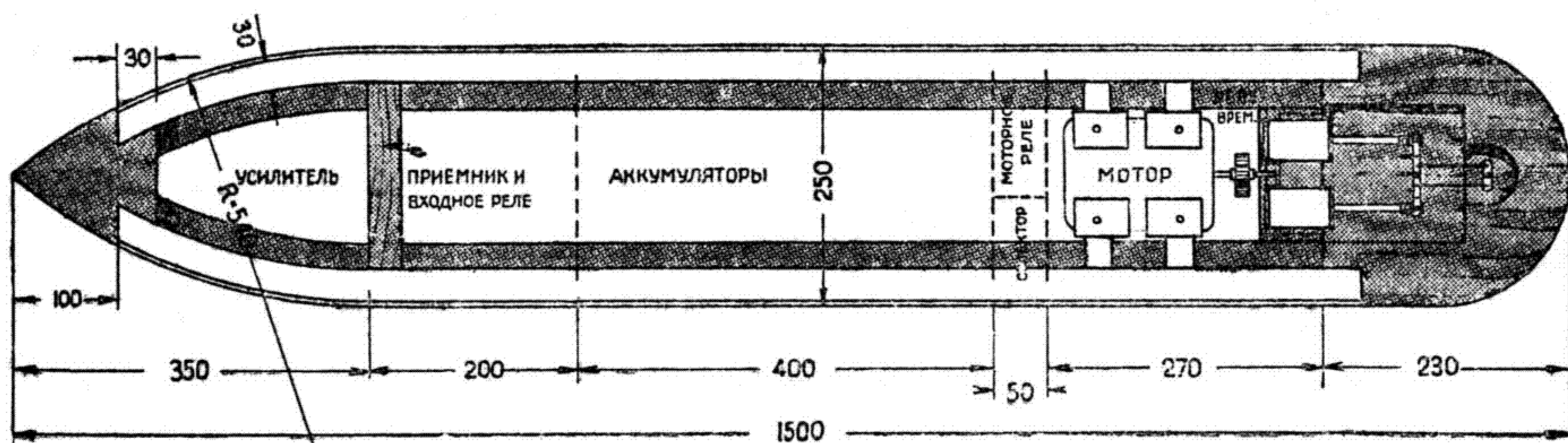


Рис. 115. Чертеж судна. Вид сверху.

и вид сбоку (рис. 114). Пока, не обращая внимания на форму судна, прикиньте примерно расположение приборов и только после этого, выяснив общие размеры судна, приступайте к его изготовлению.

Приемник и усилитель лучше всего разместить на носу судна, в середине поместятся аккумуляторы, а в кормовой части — промежуточные реле, селектор, тяговый мотор, реле времени и соленоиды управления рулем.

Правильное размещение приборов на судне важнее, чем на броневике, поэтому, прежде чем крепить приборы, нужно опустить его на воду и, передвигая приборы с места на место, добиться правильного положения судна.

В конструкции Ярочкина и Ермилова есть один большой недостаток — большое погружение судна. При нагрузке приборами весом в 25 кг судно погружается в воду почти до нижней палубы. Этого недостатка нам нужно будет избежать и, пойдя, может быть, на увеличение размеров, взять некоторый запас водоизмещения судна. Все эти соображения учтите при составлении чертежей.

Корму и нос судна можно изготовить из сухого, легкого и без трещин дерева, например из большого полена (рис. 116). Каркас корпуса судна (рис. 117) следует обшить тонкой фанерой.

На наших рисунках даны примерные размеры судна, получившиеся в результате проектирования.

Мачты судна сделайте из дерева, ни в коем случае не из металла, потому что к ним будет крепиться антенна. Длина мачты примерно 800—1 000 мм.

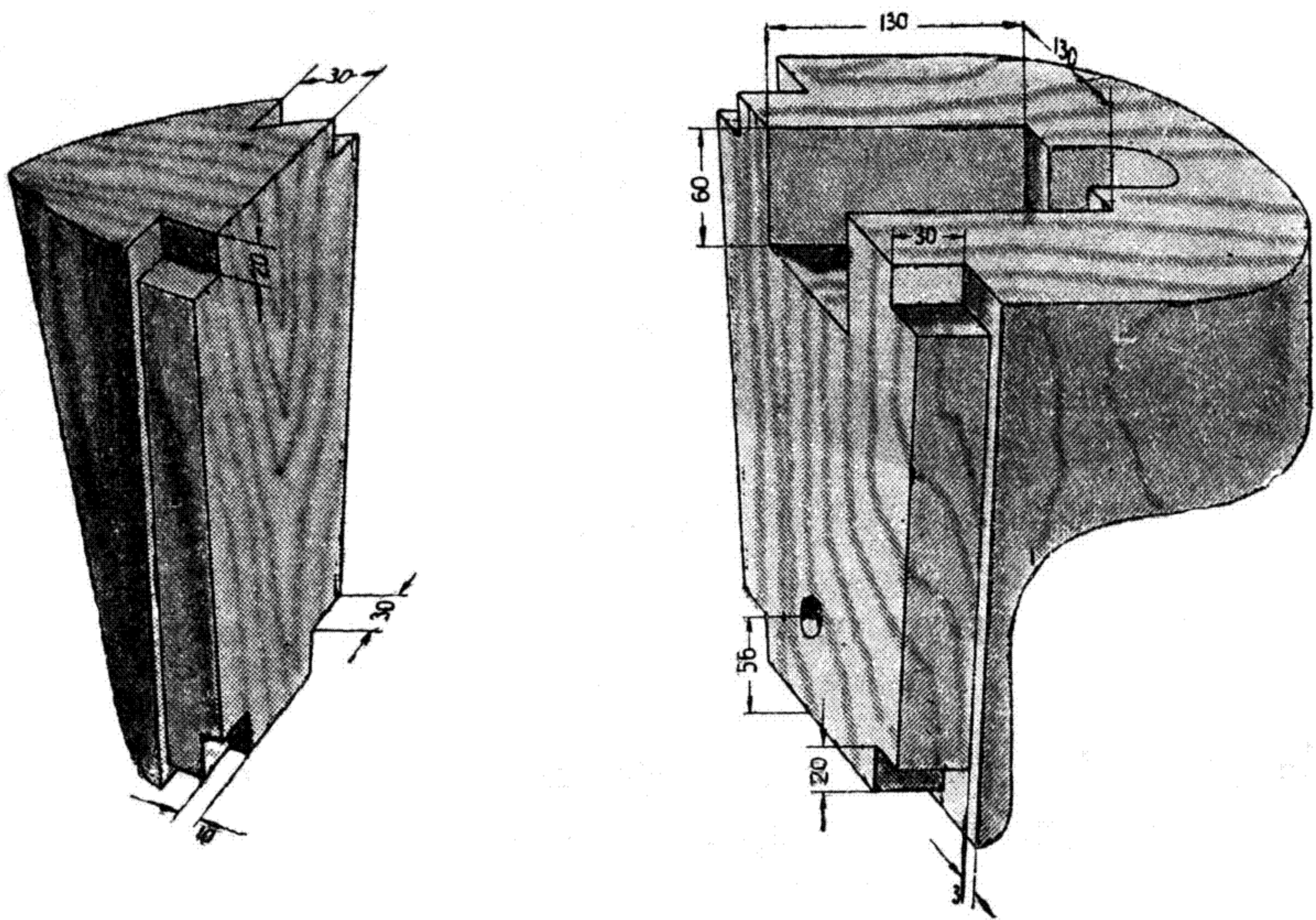


Рис. 116. Передняя и задняя части судна,

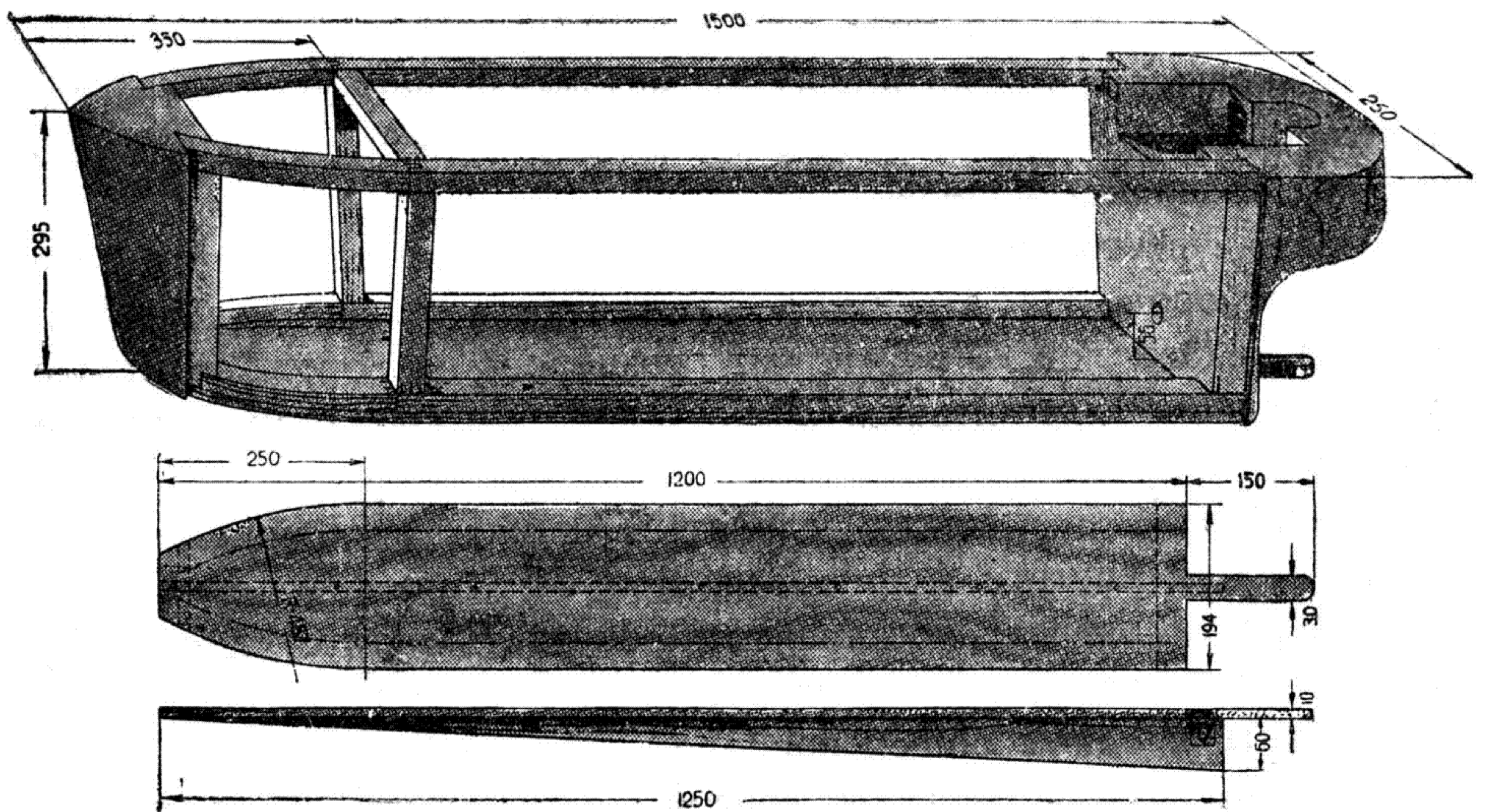
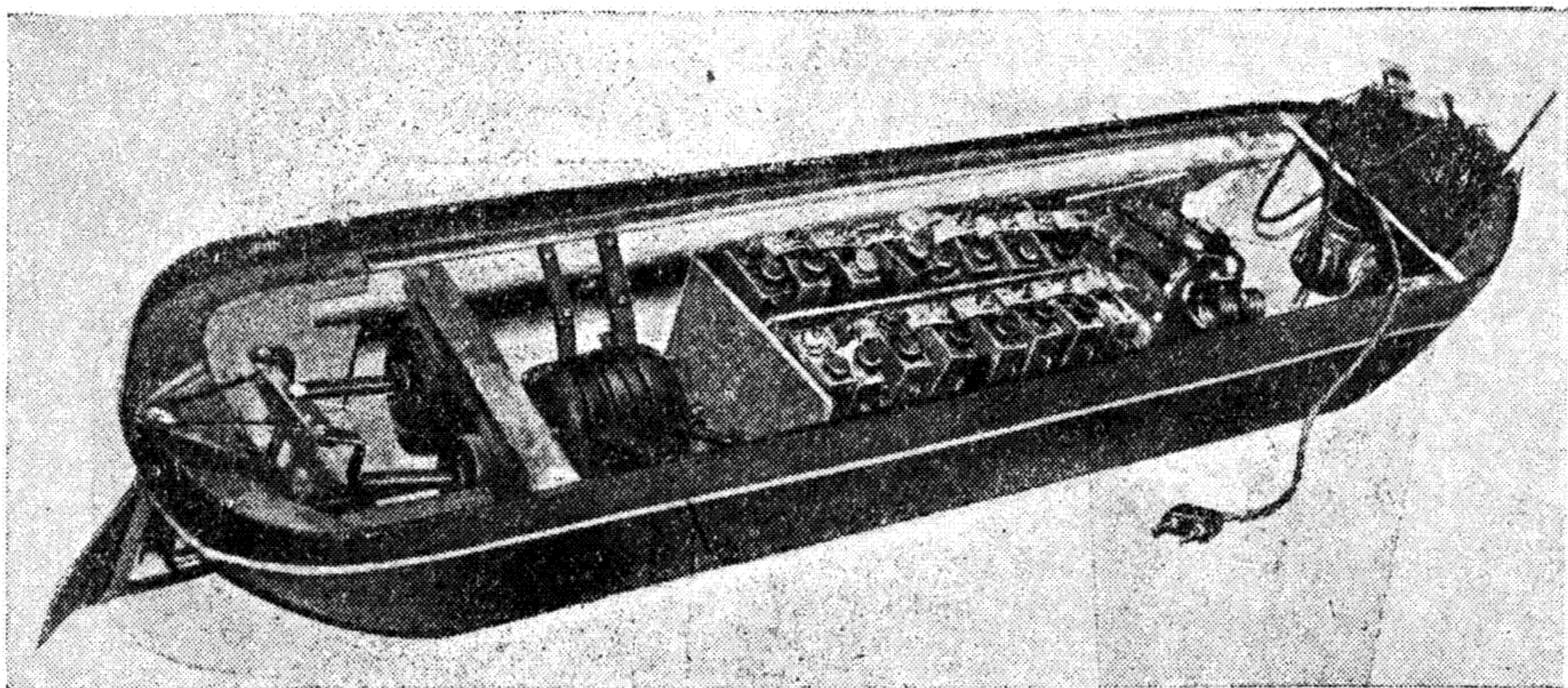


Рис. 117. Каркас судна,



*Рис. 118.* Фото корпуса судна Ярочкина с приборами и аккумуляторами.

На рис. 118 дано фото корпуса радиоуправляемого судна Ярочкина с приборами управления и аккумуляторами; видны приемник и усилитель в носовой части судна. На фото отсутствуют селектор, реле времени и входное реле.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно пожелать читателю побольше экспериментировать и искать путей к дальнейшему улучшению и усовершенствованию моделей.

Прежде всего нужно добиваться уменьшения размеров и веса всех приборов. Но это не должно идти в ущерб надежности работы механизмов. Уменьшение размеров приборов связано с уменьшением тока питания, а это влечет за собой уменьшение размеров аккумуляторов.

Посмотрим, что можно сделать с броневином, описанным в первой части книги.

В первую очередь постарайтесь облегчить стартстопное реле; может быть, вам удастся первичное реле, селектор и декогерер совместить в одном общем приборе.

В самом деле, если взять втяжной электромагнит (соленоид), потребляющий ток порядка 120—150 миллиампер, и на его сердечник надеть кусочек резины, которая будет ударять по когереру, к этому же сердечнику приделать собачку храпового колеса,

для передвижения контактной пластинки селектора, мы получим универсальный механизм.

Сделайте пластинку селектора и контакты его потолще, чтобы можно было пропускать через них ток в 1 ампер, и промежуточные реле для питания соленоидов поворота нам уже не нужны. Остается только стартстопное реле. Сделайте на селекторе, кроме одного ряда контактов, контактные ламели (рис. 119) для питания мотора — и отпадет надобность в стартстопном промежуточном реле. В перерывах между этими ламелями вы будете иметь „стоп“, а когда пластинка селектора скользит по ним — „ход“.

Значит, можно ликвидировать в процессе экспериментальной работы над построенной моделью: первичное реле, декогерер и промежуточное реле. В приемном устройстве останется один аппарат, который будет и селектором, и декогерером, и первичным реле. Это будет приемный автомат управления, сразу, без

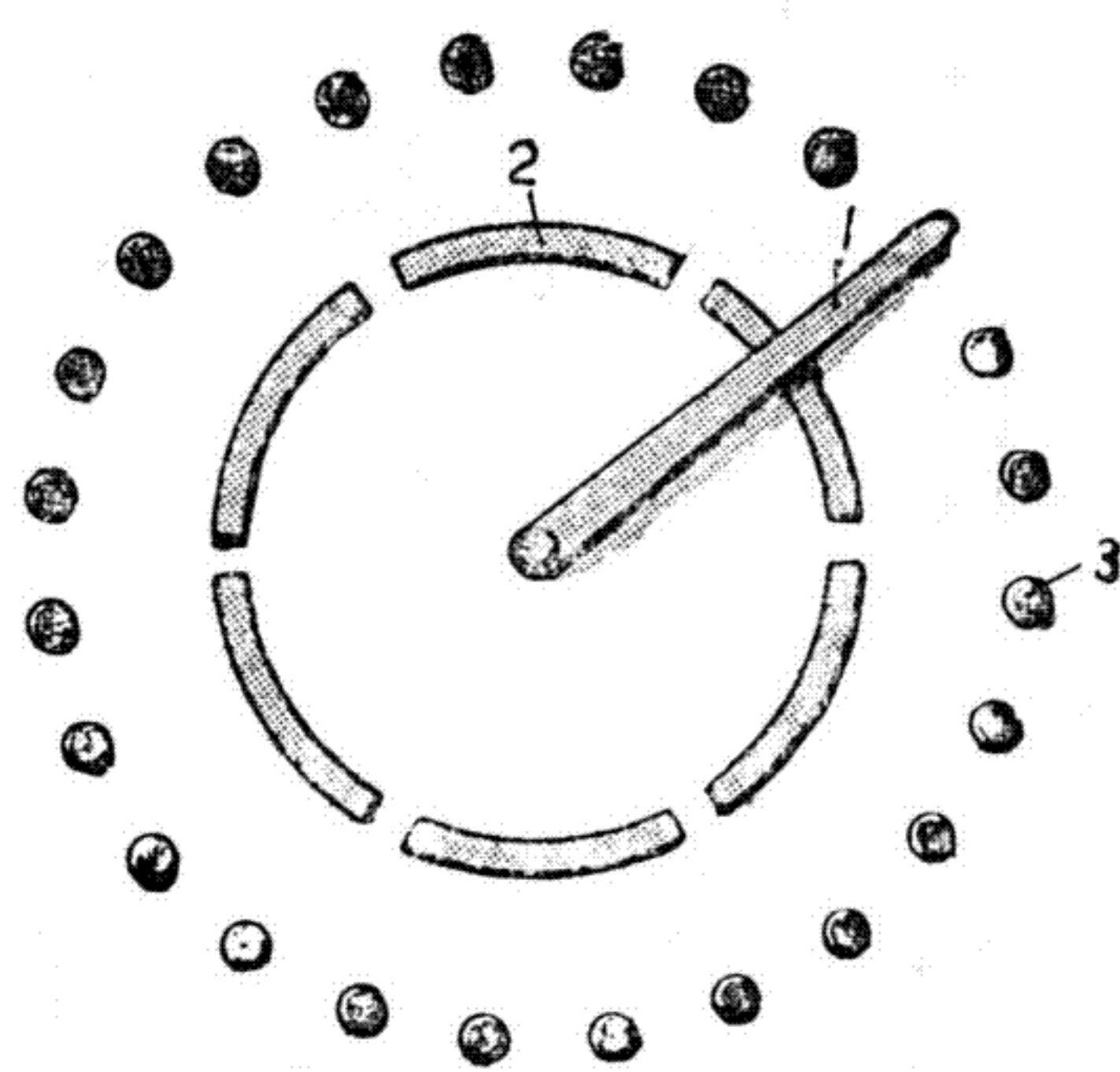


Рис. 119. Видоизмененный селектор: 1 — щетка, 2 — контактные ламели, 3 — контакты.

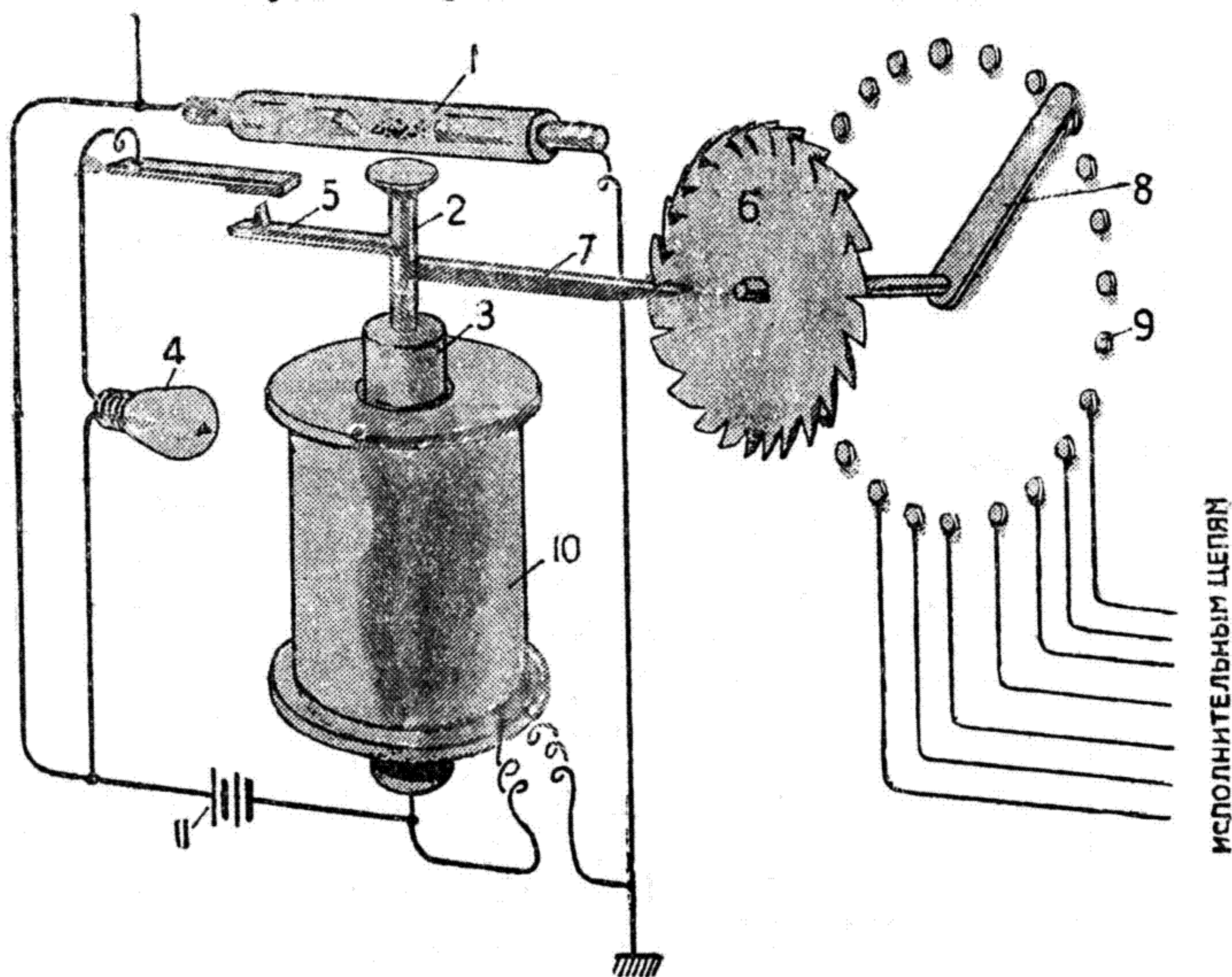


Рис. 120. Универсальный искровой приемник-селектор: 1 — когерер, 2 — декогерер, 3 — плунжер соленоида, 4 — контрольная лампа, 5 — контакты лампы, 6 — храповик, 7 — собачка, 8 — щетка, 9 — контакты, 10 — катушка, 11 — батарея.

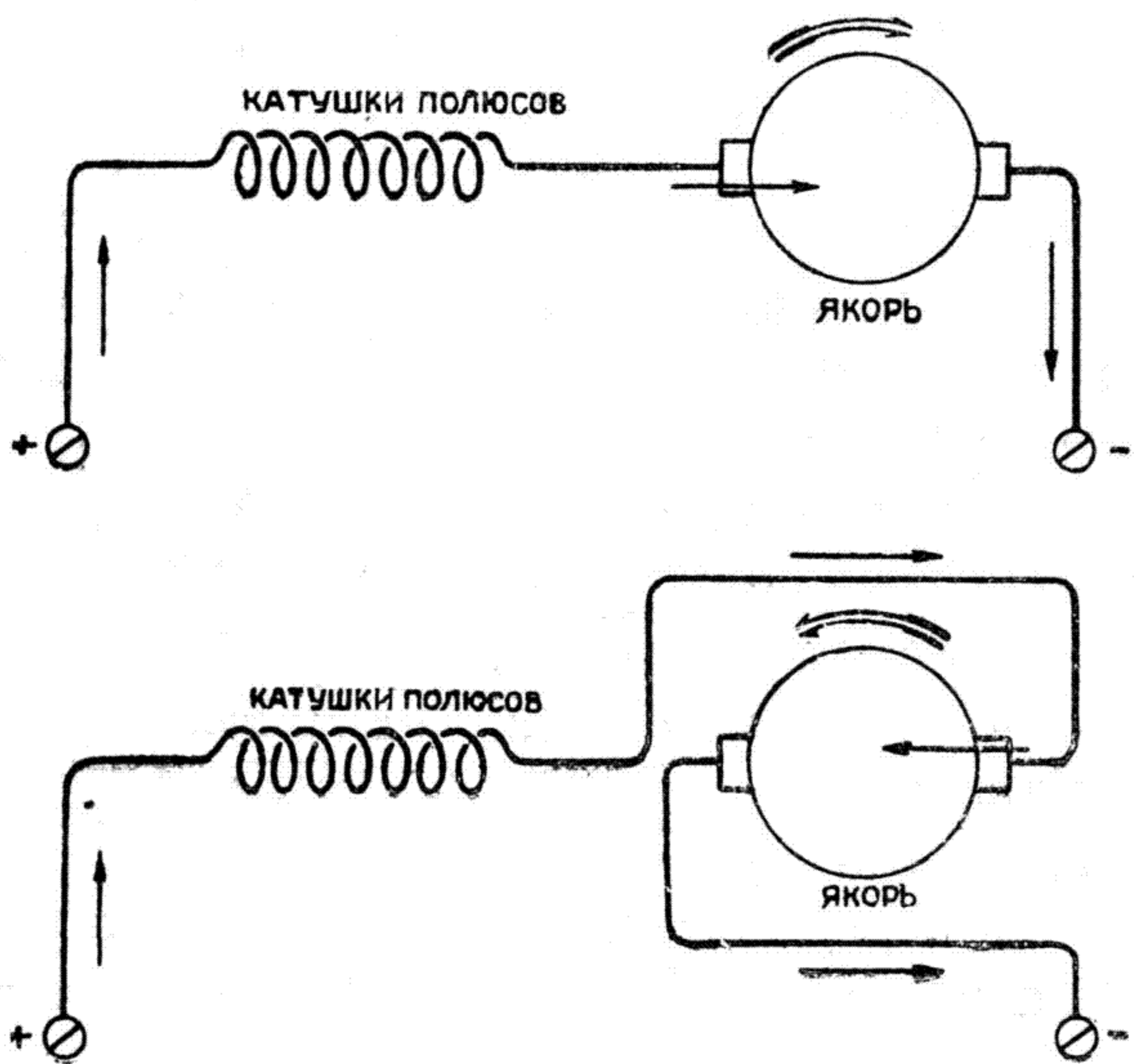


Рис. 121. Принципиальная схема перемены направления вращения мотора.

промежуточных реле, питающий цепи исполнительных механизмов (рис. 120).

Количество команд можно увеличить за счет упрощения конструкции модели. Несколько усложнив схему, можно давать мотору „задний ход“. Ведь для того чтобы изменить направление движения модели, нужно изменить направление вращения мотора, а это для моторов постоянного тока достигается

изменением направления тока либо в обмотке якоря, либо в обмотке полюсов. Лучше менять направление тока в обмотке якоря (рис 121). Для этого надо либо сконструировать специальный переключатель обмотки якоря, либо взять два стартстопных реле, каждое с двумя контактами и с двумя чашечками для ртути. Одно реле будет давать передний ход, другое — задний (рис. 122).

При такой комбинации двух стартстопных реле мы можем выбросить соленоиды рулевого управления и сделать моторный привод

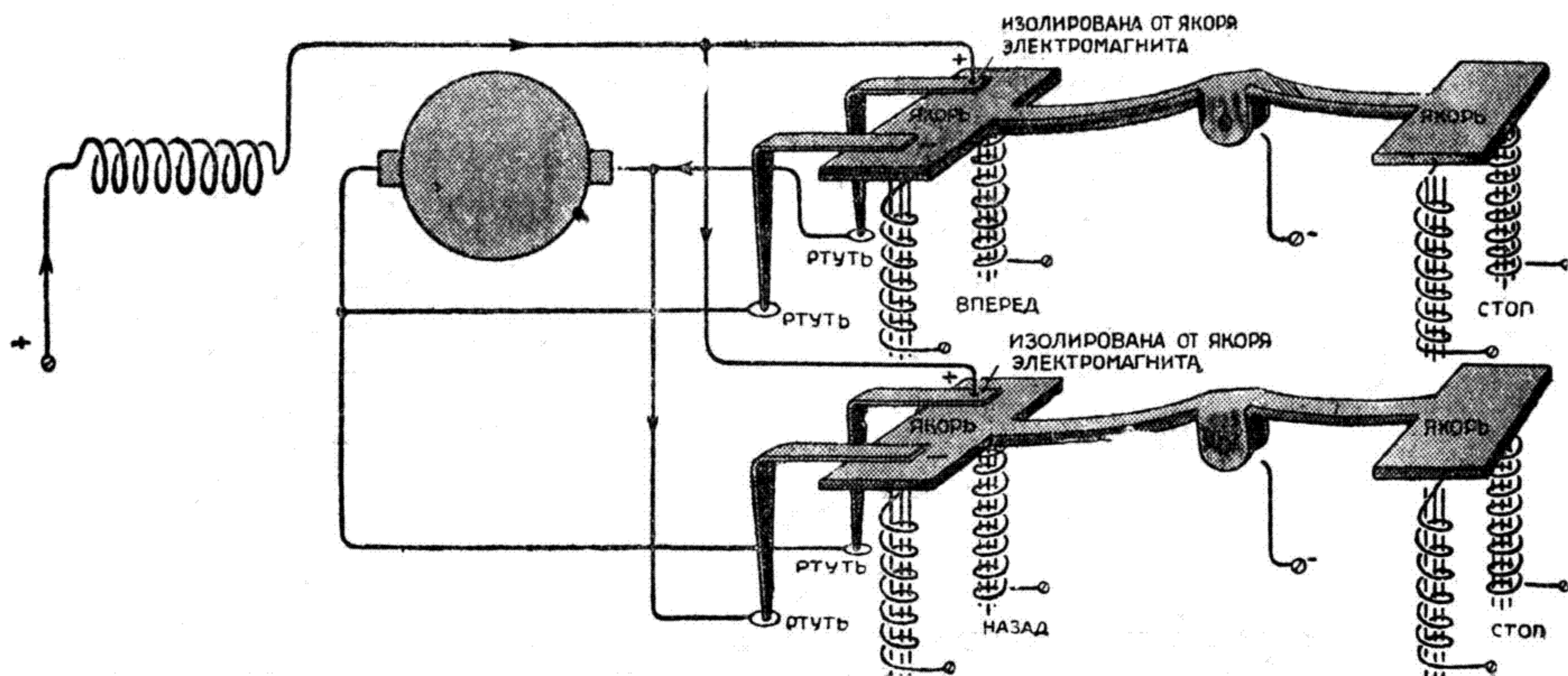


Рис. 122. Схема моторного реле для прямого и обратного хода.

механизма управления поворотами право — лево через червяк и шестеренку. Давая мотору то передний, то задний ход, мы можем поворачивать руль броневика или судна. Как это сделать, легко сообразить самому.

Можно сделать поворотной башню броневика, поставив мотор для поворота башни. Можно дать „дымовую завесу“ и многое другое. Мы не будем рассказывать обо всех этих устройствах. Подумайте сами и попробуйте осуществить.

Но прежде чем усложнять схему, прежде чем вводить новые команды, лучше начать с небольшого: собрать радиопередатчик и приемник по схеме А. Попова — знаменитого изобретателя радио, наловчиться работать с этими схемами, добиться получения безотказной работы всех механизмов, получить вполне надежно работающий законченный прибор, не нуждающийся ни в каких доделках и поправках во время работы модели, а потом, когда все это будет достигнуто, можно переходить на более усовершенствованные конструкции.

Сразу конструировать универсальный приемник — селектор без декодера и первичного реле — и выбрасывать промежуточные реле не стоит, так как, не имея опыта с более простыми схемами, сложные осуществить очень трудно.

Посмотрим теперь, что можно сделать с судном, описанным во второй части этой книги.

Судну так же, как и броневику, можно давать „задний ход“, его руль так же можно поворачивать мотором; все, что мы говорили о броневике, в равной степени относится и к судну, управляемому от электронного передатчика.

Приборы управления не обязательно ставить на броневик или судно. Можно их поставить на глиссер, на электрический трамвай, дрезину и т. д. По радио можно управлять любой движущейся моделью.

Наконец, двигатель можно взять не электрический, а бензиновый или паровой. Это будет еще эффектнее. Тогда не нужны будут громоздкие, тяжелые аккумуляторы для питания мотора, и можно будет ограничиться карманными батарейками, элементами Грене или очень небольшими аккумуляторами только для питания приемника и селектора.

Открывать вентиль паровой турбины или кран паровой машины можно электромагнитом. Повороты право — лево можно осущест-

вить паром. Наконец, в качестве движущей силы можно взять сжатый воздух или поставить реактивный двигатель. Здесь широкое поле деятельности для изобретательных моделлистов. Постепенно совершенствуя модель и механизмы управления, можно достичь очень больших результатов.

Представьте себе, что вы демонстрируете модель в работе. Все механизмы заранее проверены и отрегулированы. Короткий удар ключом передатчика — и модель плавно трогается с места. Еще удар — модель идет вправо, еще удар — влево, назад, загорается прожектор, пушка открывает огонь, дается дымовая завеса, стоп, опять вперед, опять стрельба из другой пушки, затем длительное нажатие ключом — поворот вправо на  $180^\circ$ , модель идет на вас и ваших товарищей, потом стоп — и она останавливается, снова готовая к приему приказаний.

Достигнув успехов в первых опытах, не останавливайтесь, а продолжайте совершенствовать модель — ознакомьтесь с теорией расчета реле, электромагнитов, с другими типами селекторов, чтобы не делать по готовым рецептам, а самому сначала подсчитать, что получится, и продумать каждую мелочь. Не отчаивайтесь, если у вас будут сначала неудачи в работе, не бросайте из-за них начатого дела, доведите его до конца.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. К и н — Азбука радиотехника.
2. К у б а р к и н — Как работает электронная лампа.
3. С п и ж е в с к и й — Азбука электротехника.
4. Ш е в ц о в — Как конструировать приемник.
5. А б р а м о в и Х л е б н и к о в — Самодельные электромоторы и трансформатор.
6. Ф а й в у ш и А р р и с о н — Радиотелемеханика.
7. Б ы к о в с к и й — Телемеханика и автоматика.
8. С о л о д о в н и к о в — Телемеханика и автоматика.
9. Д р о ж ж и н — Разумные машины.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

### РАСЧЕТ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Для того чтобы решить вопрос о том, какие потребуются аккумуляторы, нужно подсчитать расход энергии на исполнительные механизмы, селектор, реле времени и др.

Величину потребляемого тока можно измерить амперметром, включив его последовательно с исполнительными механизмами. Если амперметра не найдете или если исполнительные механизмы еще не готовы, а вы уже хотите подобрать подходящие аккумуляторы, можете заранее подсчитать требуемый расход тока. Возьмите, например, селектор: размеры его катушки даны на рис. 123.

По катушке видно, что на провод, заполняющий катушку, с каждой стороны приходится толщина, равная половине внешнего диаметра намотанной катушки минус половина диаметра сердечника с гильзой. Следовательно, если считать от центра сердечника по радиусу, то на толщину намотки приходится по  $12 - 3,5 = 8,5$  мм. Если провести две линии,  $AA$  и  $BB$ , параллельные оси катушки, то они поделят величину 8,5 мм пополам.

Расстояние между линиями  $AA$  и  $BB$  называется диаметром среднего витка катушки. Для катушки селектора он равен диаметру сердечника 5 мм плюс две толщины стенок каркаса 2 мм плюс два раза по 4,25 мм. Всего получится 15,5 мм. Длина среднего витка равняется его диаметру, помноженному на число  $\pi = 3,14$ .

Для нашего случая имеем:  $3,14 \times 15,5 = 48,67$  мм. Допустим,



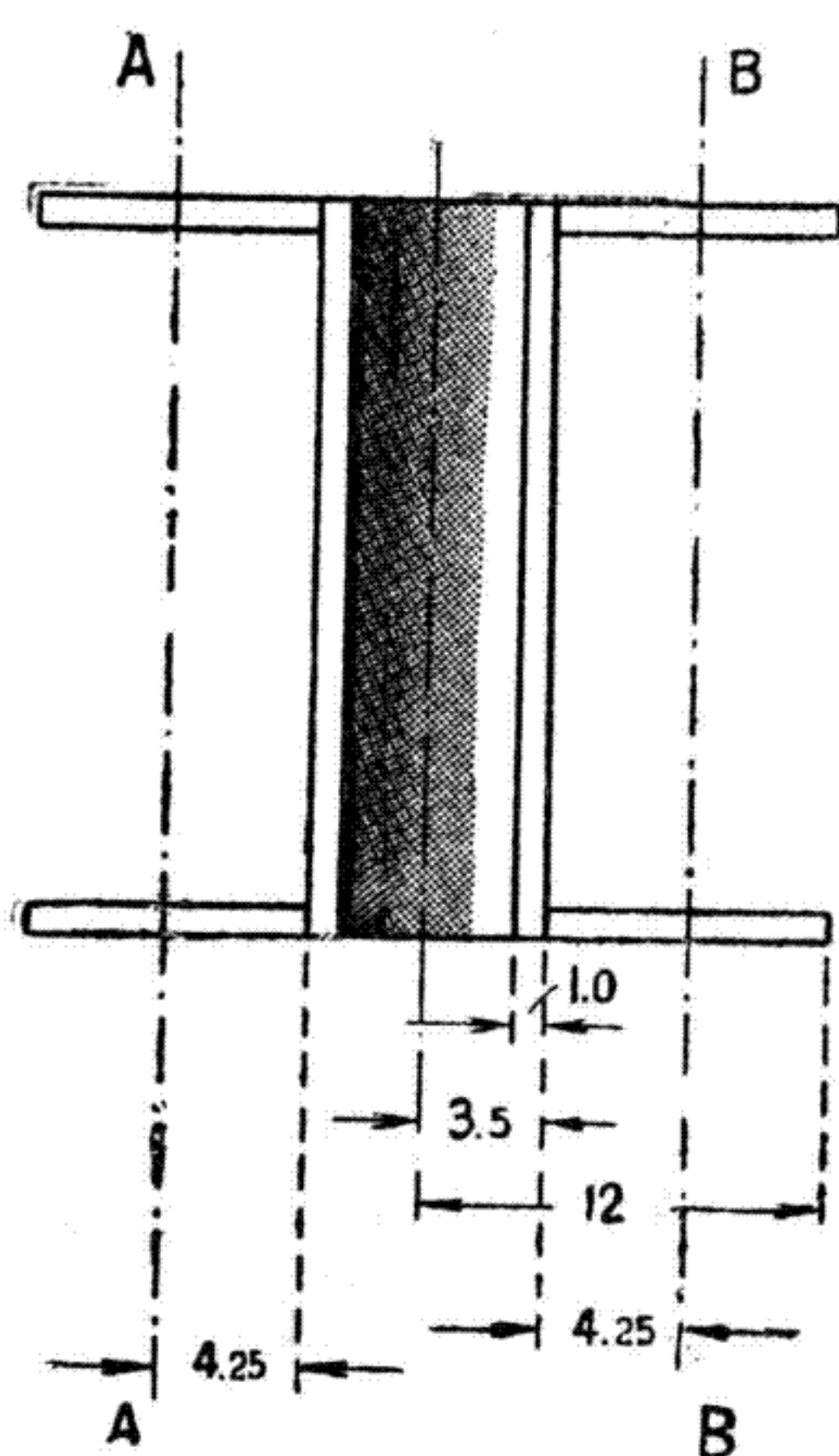


Рис. 123. Чертеж к расчету среднего витка.

что катушка селектора мотается проводом ПШД 0,3 мм. Диаметр провода ПШД 0,3 мм с учетом толщины изоляции (см. приложение II) будет равен 0,48 мм.

Значит, если мотать его виток к витку, то в одном слое поместится число витков, равное длине катушки и деленное на диаметр провода с изоляцией. Полная длина катушки 25 мм. Отсюда надо вычесть толщину картонных щек — 2 мм, получим 23 мм. Разделим это число на диаметр проволоки с изоляцией:  $\frac{23}{0,48} \cong 46$ .

Значит, в одном слое уместится 46 витков, если мотать плотно виток к витку. Но плотно мотать не всегда удается, и как бы вы плотно ни наматывали, всегда между витками будет оставаться хоть небольшой зазор. Будем считать, что этот зазор уменьшит число витков на 10—12% — на 6 витков — и что в один слой уложится только 40 витков.

Сколько же будет слоев в катушке? Это подсчитать еще легче. Мы выяснили, что толщина обмотки с одной стороны равна 8,5 мм. Разделим это число на диаметр провода и получим:  $\frac{8,5}{0,48} = 17$  слоев.

Значит, всего будет  $40 \times 17 = 680$  витков. Будем считать, что на каждую катушку с учетом неравномерности обмотки ляжет не 680, а еще на 10—12% меньше — только 600 витков. Теперь вычислим общую длину провода на катушке. Длина провода равна числу витков на катушке, помноженному на длину среднего витка:

$$l = 600 \times 48,67 \cong 30 \text{ м.}$$

Так как селектор имеет две последовательно соединенные катушки, то провода пойдет не 30 м, а 60.

Ток через катушки по закону Ома равен приложенному напряжению, деленному на сопротивление обмоток катушек.

Чему же равняется сопротивление?

Оно будет тем больше, чем длиннее провод, чем меньше его сечение и чем больше его проводимость.

В электротехнике сопротивление вычисляют по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{q}.$$

Здесь  $\rho$  — удельное сопротивление, равное сопротивлению провода длиной в 1 м и поперечным сечением в 1 кв. мм. Для меди эта величина равна  $\frac{1}{57}$  ома;  $l$  — длина провода в метрах;  $q$  — площадь поперечного сечения провода в квадратных миллиметрах; по известной из геометрии формуле она равна квадрату диаметра, помноженному на  $\pi$  и деленному на 4:

$$q = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Подставим вычисленные нами значения для обмотки селектора в эту формулу, и мы получим величину сопротивления обеих катушек в омах:  $l = 60$  м; провод медный, значит:  $\rho = \frac{1}{57}$ ; сечение провода:

$$q = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,3}{4} = 0,07 \text{ кв. мм.}$$

Следовательно, сопротивление обеих катушек селектора равно:

$$R = \rho \frac{l}{q} = \frac{1}{57} \cdot \frac{60}{0,07} = 15 \text{ ом.}$$

При напряжении 12 вольт получаем по закону Ома силу тока:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12}{15} = 0,8 \text{ ампера.}$$

Для удобства подсчетов можно пользоваться таблицами расчета катушек (приложение II).

Реле времени и моторное реле имеют такие же размеры катушек, как и селектор, провод такой же, поэтому можно считать, что каждый из них также потребляет ток 0,8 ампера.

Подсчитаем сопротивление каждого соленоида руля:  $R = 18,78$  ома, потребляемый ток 0,63 ампера. Сигнальные лампы и прожектор потребляют по 0,5 ампера при 4,5 вольта, пушка около 2,5 ампера.

Для того чтобы уменьшить вес аккумуляторов, а значит, и размеры судна, возьмем аккумуляторы такой емкости, чтобы их действия хватило без подзарядки на час работы.

В течение этого времени все механизмы сразу не работают, а работают по очереди. Ведь не будете же вы одновременно вклю-

чать соленоид и левого и правого поворотов, и не все время будут гореть лампочки. Пушка тоже больше одного раза выстрелить не может. Прикинем время работы каждого механизма в течение одного часа. Допустим, что тяговый мотор работает 40 минут, соленоиды поворотов по 10 минут, две пушки по 1 секунде, 4 сигнальные лампочки по 10 минут, прожектор 10 минут, реле времени, селектор и моторное реле по 10 минут. Такое соотношение примерно и будет на практике.

Теперь в нашем распоряжении имеются цифры расхода энергии и времени, в течение которого эта энергия расходуется. Мы можем составить таблицу расхода энергии, как говорят, таблицу баланса энергии.

Баланс электроэнергии за 1 час работы судна

Потребители тока	Потребляемый ток (в амперах)	Время потребления энергии (в минутах)	Количество ампер-минут
Тяговый мотор . . . . .	1	40	40
Моторное реле . . . . .	0,8	10	8
Селектор . . . . .	0,8	10	8
Реле времени . . . . .	0,8	10	8
Соленоиды поворотов . . . . .	0,63	2·10	12,6
Сигнальные лампочки . . . . .	0,5	4·10	20
Прожектор . . . . .	0,5	10	5
Пушка . . . . .	2,5	$2 \cdot \frac{1}{60}$	0,08
Всего . .			101,68

Это составит  $\frac{101,68}{60} = 1,69$  ампер-часа.

Исходя из этих данных, можно подбирать аккумуляторы. Лучше, конечно, взять аккумуляторы с большим запасом — емкостью около 5 ампер-часов.

Примечание. Сюда не включено питание накала ламп приемника и усилителя.

## ПРИЛОЖЕНИЕ II

### ТАБЛИЦА ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЧИСЛА ВИТКОВ И СОПРОТИВЛЕНИЯ КАТУШЕК ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ И РЕЛЕ

Количество витков и сопротивление подсчитывается по формулам (1) и (2).

Число витков:

$$n = W \cdot h (D - d), \quad (1)$$

где  $W$  — число из таблицы,  $h$  — высота катушки,  $D$  — внешний диаметр обмотки,  $d$  — внутренний диаметр.

Катушка изображена на рис. 124.

Сопротивление:

$$R = r \cdot h (D^2 - d^2), \quad (2)$$

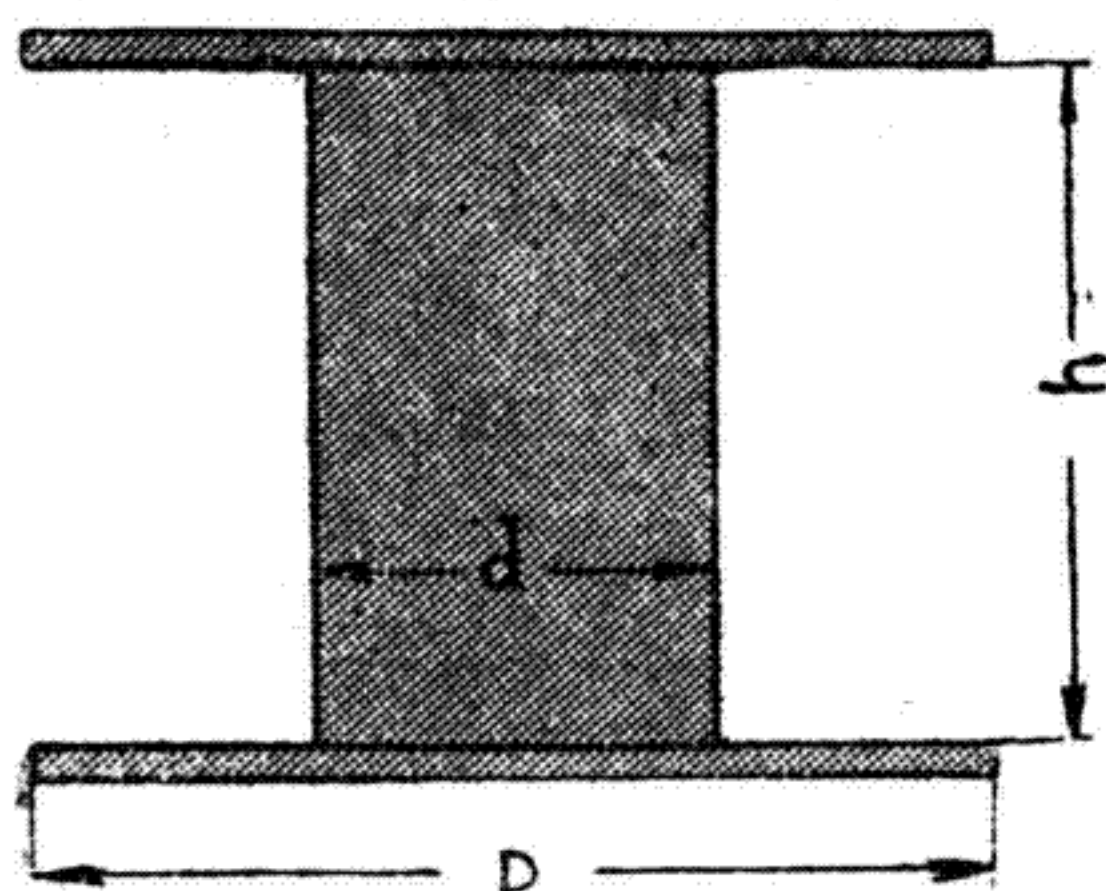


Рис. 124. Катушка электромагнита.

где  $r$  — число из таблицы.

В первой графе таблицы указан диаметр проволоки без изоляции, во второй графе — сечение проволоки в квадратных миллиметрах, в третьей — диаметр проволоки с изоляцией, в четвертой — число  $W$ , в пятой — число  $r$  для подсчета сопротивления по формуле (2).

### ПРИМЕР ПОДСЧЕТА

Для катушек селектора: проволока 0,3 мм ПШД; диаметр с изоляцией 0,48 мм. Предположим, что данные катушки такие:

$$D = 25 \text{ мм}, \quad d = 7 \text{ мм}, \quad h = 20 - 2 = 18 \text{ мм}.$$

Берем формулу (1) числа витков:

$$n = h \cdot W (D - d).$$

$W$  по таблице для ПШД 0,3 мм равно 1,84.

В формулу (1) подставляем численные значения и получаем  $n = 1,84 \cdot 18 (25 - 7) \cong 600$  витков.

Сопротивление находим по формуле (2):

$$R = r \cdot h (D^2 - d^2).$$

Для нашего провода ПШД 0,3 мм по таблице в пятой графе находим  $r = 0,0007$ ; высота катушки  $h = 18$  мм:

$$D^2 = 25^2 = 625; \quad d^2 = 7^2 = 49; \quad D^2 - d^2 = 576.$$

Подставляем в формулу (2) численные значения и находим, что  $R = 0,0007 \cdot 18 \cdot 576 = 7,28$  ома, а в обеих катушках  $7,28 \cdot 2 = 14,56$  ома.

Таблица расчета катушек

Диаметр го- лого провода (в миллимет- рах)	Сечение (в квадрат- ных милли- метрах)	ПЭ		ПШО		ПШД				
		Диаметр с изоляция (в миллиметрах)	W	r	Диаметр с изоляция (в миллиметрах)	W	r	Диаметр с изоляция (в миллиметрах)	W	r
0,1	0,00785	0,120	20,2	0,102	0,20	10,50	0,038	0,28	5,42	0,0188
0,15	0,01765	0,170	14,5	0,0226	0,25	6,72	0,0105	0,33	3,90	0,0060
0,20	0,0314	0,220	8,68	0,0076	0,30	4,45	0,0039	0,38	2,95	0,0025
0,25	0,0490	0,270	5,75	0,00329	0,35	3,43	0,0019	0,43	2,30	0,0013
0,30	0,0705	0,320	4,10	0,00160	0,40	2,62	0,0010	0,48	1,84	0,0007
0,40	0,1255	0,430	2,38	0,00050	0,50	1,68	0,0003	0,58	1,26	0,0003
0,50	0,1960	0,530	1,49	0,00020	0,65	0,995	0,00013	0,70	0,86	0,0001
0,60	0,282	0,630	1,06	0,000103	0,75	0,747	0,00007	0,80	0,66	0,00006
0,70	0,384	0,730	0,79	0,000056	0,85	0,582	0,00004	0,90	0,52	0,00004
0,80	0,502	0,830	0,61	0,000033	0,95	0,465	0,00002	1,00	0,42	0,00002

Цена 2 руб. 25 коп.