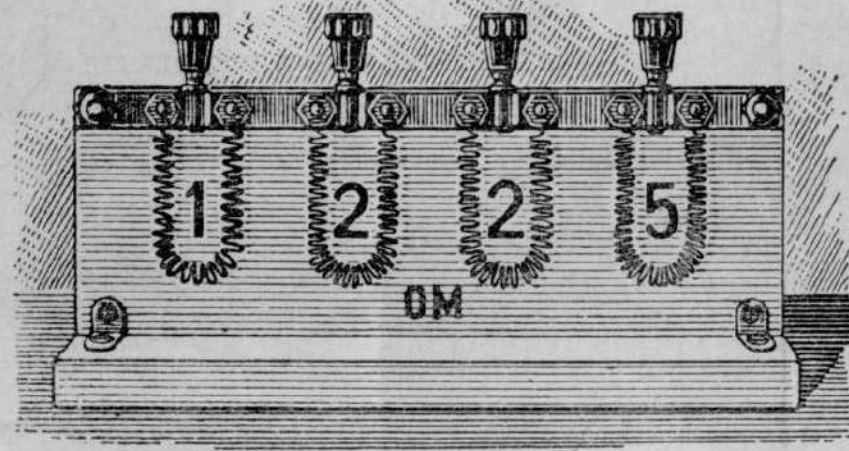


К прибору
прилагается
бесплатно

МАГАЗИН СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

1954

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГЛАВУЧТЕХПРОМ

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
УЧЕБНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГЛАВУЧТЕХПРОМ

**МАГАЗИН СОПРОТИВЛЕНИЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ**

Прибор предназначен для проведения опы-
тов по электричеству и замеров различных со-
противлений.

ПРИБОР ИЗГОТОВЛЯЕТСЯ
ЗАВОДОМ

«ФИЗЭЛЕКТРОПРИБОР»

г. Москва, Электrozаводская, 33

**МАГАЗИН СОПРОТИВЛЕНИЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ**

Назначение и устройство

Магазин сопротивлений демонстрационный (рис. 1) представляет собой набор отдельных калиброванных сопротивлений, которые могут быть введены в цепь по одному или в различных (последовательных) соединениях.

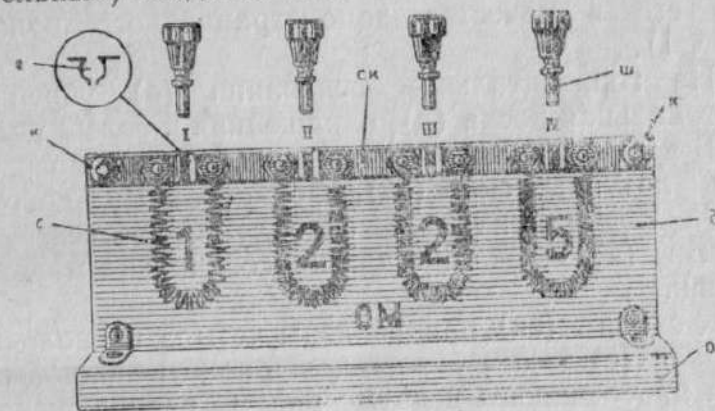


Рис. 1.

Магазин сопротивлений позволяет ввести в цепь любые сопротивления величиной от 1 до 10 омов включительно (целые значения омов).

Магазин сопротивлений может быть использован при проведении следующих демонстрационных опытов:

1. Определение величины сопротивления методом замещения.

2. Вывод закона Ома.

3. Определение величины сопротивления при помощи амперметра и вольтметра.

4. Изучение распределения напряжения на последовательных участках цепи.

5. Магазин можно использовать в качестве калиброванного сопротивления при мостовых измерениях сопротивлений на реохорде.

С помощью двух магазинов сопротивлений можно продемонстрировать:

1. Последовательное соединение сопротивлений.

2. Параллельное соединение сопротивлений.

3. Распределение тока между параллельно соединёнными сопротивлениями.

Устройство магазина рассчитано на использование его в качестве демонстрационного прибора (рис. 1).

На горизонтальном основании (о) укреплен вертикальная доска (д), окрашенная в белый цвет.

В верхней части вертикальной доски укреплены пять латунных скоб (ск), изолированных друг от друга. На крайних двух скобах установлены две клеммы (к), служащие для присоединения магазина к цепи.

К скобам (ск) прикреплены четыре проволочные спирали (с) таким образом, что концы каждой спирали присоединены к двум рядом расположенным скобам. Спирали изготовлены из константановой проволоки, сопротивление которой очень мало меняется с изменением температуры. Спирали имеют определённые величины сопротивлений с допуском $\pm 3\%$.

Сопротивление спиралей: 1 ом; 2 ома; 2 ома; 5 омов. На вертикальной доске около каждой спирали нанесены цифры, обозначающие величину сопротивления данной спирали в омах.

На горизонтальном основании нанесена таблица допустимых сил тока для каждой спирали.

Концы скоб (ск) загнуты в виде полуокружностей таким образом, что между двумя рядом расположенными скобами образуется разомкнутое, пружинящее гнездо (г).

Для замыкания спиралей накоротко скобы (ск) соединяют между собой, вставляя в гнезда (г) специальные штепсели (ш).

К магазину прилагаются четыре латунных штепселя с изоляционными головками. Если все штепсели вставлены в гнезда, то электрический ток проходит через скобы и штепсели, то есть по пути с очень малым сопротивлением (магазин замкнут накоротко).

Часть ответвлённого тока, проходящая при этом через спирали, неизмеримо мала, так как сопротивление спиралей во много больше сопротивления скоб и штепселей.

Когда нужно ввести в цепь какую-либо спираль в качестве определённого сопротивления, вынимают из соответствующего гнезда штепсель, и ток цепи проходит через эту спираль.

Для введения в цепь сопротивления необходимой величины рекомендуется располагать штепсели по таблице 1. Нумерация штепселей и гнезд соответствует рисунку 1.

Таблица 1

Сопротивление магазина в омах	Удалены штепсели из гнезд	Вставлены штепсели в гнезда
1	I	II, III, IV
2	II	I, III, IV
3	I, II	II, IV
4	II, III	I, IV

Сопротивление магазина в омах	Удалены штепсели из гнезд	Вставлены штепсели в гнезда
5		I, II, III
6	I	II, III
7	II	I, III
8	I, II, III	III
9	II, III, IV	I
10	I, II, III, IV	—

Подготовка прибора к демонстрации

Для того чтобы магазин сопротивлений сохранял точные величины сопротивлений, необходимо перед демонстрацией убедиться, что все штепсели плотно входят в свои гнезда. Поверхность штепселей и контактных гнезд в случае загрязнения надо зачистить мелкой шкуркой.

Необходимо также проверить отсутствие соприкосновения витков спиралей сопротивлений между собой. В случае обнаружения замыканий необходимо аккуратно раздвинуть витки.

При использовании магазина сопротивлений в демонстрационных опытах необходимо помнить, что каждая спираль сопротивления допускает прохождение тока не свыше определённой силы (см. табл. 2), зависящей от диаметра применённой для этого сопротивления проволоки.

Таблица 2

Сопротивление в омах	Допустимая сила тока в амперах
1	2
2	2
2	2
5	1

Включать в спирали ток большей величины, чем это указано в таблице, нельзя, так как превышение приведёт к чрезмерному нагреву проволоки и может вывести прибор из строя.

Если включены последовательно несколько спиралей сопротивлений, то допустимой силой тока будет наименьшая, указанная в таблице.

При составлении цепи, в которую включается при демонстрациях магазин сопротивлений, необходимо до проведения опыта подсчитать, какая наибольшая сила тока может оказаться в цепи.

Если получится, что сила тока превзойдёт допустимый предел, необходимо применить источник тока меньшего напряжения или ввести в цепь дополнительно реостат.

Во время пропускания через спирали сопротивлений указанного в таблице тока проволока спиралей заметно нагревается, поэтому не следует долгое время держать магазин сопротивлений под током.

Следует стараться замыкать ток в цепи только на время, необходимое для отсчёта показаний измерительных приборов.

Демонстрационный магазин сопротивлений является измерительным прибором, и применять его в качестве реостата не рекомендуется.

При работе надо всё время следить, чтобы штепсели были плотно вставлены в гнезда, во избежание появления добавочного переходного сопротивления в местах плохого контакта.

При вставлении штепселя в гнездо необходимо повернуть его несколько раз в ту и другую сторону. В случае, если штепсель шатается в гнезде, необходимо вынуть его и слегка поджать плоскогубцами концы скоб, образующих гнездо.

Для уменьшения посторонних сопротивлений в цепи последовательные соединения необходимо делать

толстыми проводами и хорошо зачистить концы этих проводов.

При подсоединении параллельно к цепи или к отдельным сопротивлениям вольтметра допустимо пользоваться более тонкими проводами, так как сопротивление самого вольтметра обычно сравнительно больше.

Проведение опытов

1. Определение величины сопротивления методом замещения. Как известно, два проводника считаются имеющими равное сопротивление, если при замещении одного проводника другим сила тока в данной цепи остаётся неизменной, при неизменном напряжении. Для демонстрации такого опыта необходимо составить последовательную цепь (см. схему 1), состоящую из источника тока (Б) (аккумулятор, батарея сухих элементов или другой источник постоянного тока напряжением 4—6 в), реостата (Р), демонстрационного магазина сопротивлений (М), амперметра и ключа замыкания тока (К).

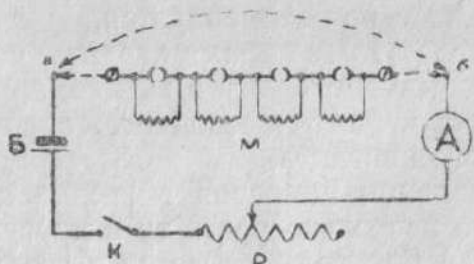


Схема 1.

Подготовьте кусок провода, величину сопротивления которого необходимо определить по сопротив-

лению магазина. Расположением щеток установите на магазине желаемое сопротивление.

Замкните цепь и при помощи реостата установите в цепи величину тока, не превышающую допустимую для сопротивления магазина, принимаемого за эталон.

Отметьте показание амперметра.

Для большей точности установите такой ток, в пределах допустимого, чтобы стрелка амперметра находилась против черты деления на шкале, но не между делениями.

Разомкнув цепь, отключите магазин сопротивлений и вместо него к точкам «а» и «б» подключите провод, сопротивление которого необходимо установить равным эталону. Вновь замкните цепь и заметьте показание амперметра.

Если сила тока в цепи увеличилась это означает, что введённое сопротивление меньше эталона, поэтому необходимо увеличить длину этого проводника.

Если же сила тока в цепи стала меньше, это означает, что введённое сопротивление больше эталона и необходимо уменьшить его длину. Так постепенно надо добиваться, чтобы стрелка амперметра точно установилась на то же деление, что и при включении эталона.

При этом сопротивление участка провода, введённого в цепь, соответствует сопротивлению эталона. Необходимо при демонстрации опыта учесть, что источник тока по своей мощности должен обеспечить выделение необходимой силы тока, без заметного падения напряжения. Лучше проводить опыт при потреблении небольшой силы тока.

Для ориентировки в выборе провода для определения величины сопротивления к этому опыту смотрите таблицу 3.

2. Вывод закона Ома. Для демонстрации

Таблица 3

Материал диаметр в мм	Длина проводника в метрах сопротивлением в 1 ом				
	Медь	Железо	Сталь средней твёрдост.	Констан- тан	Нихром
0,1	0,45	0,058	0,038	0,016	0,007
0,2	1,8	0,23	0,15	0,064	0,029
0,3	4,03	0,52	0,34	0,144	0,065
0,4	7,19	0,94	0,6	0,255	0,117
0,5	11,2	1,46	0,94	0,405	0,181
0,6	16,2	1,98	1,35	0,575	0,261
0,7	22,0	2,85	1,83	0,785	0,355
0,8	28,7	3,72	2,4	1,03	0,464
0,9	36,4	4,72	3,04	1,38	0,587
1,0	44,8	5,7	3,75	1,6	0,725

опытов, подтверждающих положения закона Ома, необходимо составить цепь (схема 2), состоящую из источника тока (B), реостата (P), магазина сопротивлений (M), вольтметра, амперметра и ключа замыкания тока (K).

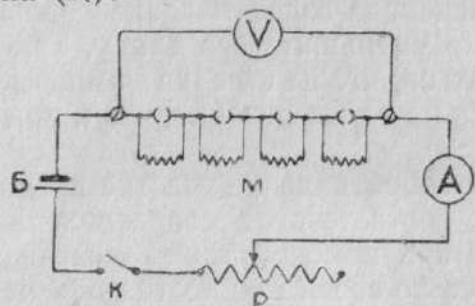


Схема 2.

Подбором штепселей надо установить на магазине сопротивление 8 омов. Регулируя реостатом, установить на магазине напряжение 4 вольта.

Заметьте показание амперметра, оно будет 0,5А. Разомкните цепь и установите на магазине сопротивление величиной 4 ома. Замкните цепь, установите

реостатом напряжение на магазине 4 вольта. Амперметр будет показывать силу тока — 1А.

Сравнивая полученные данные, сделайте вывод:

При одном и том же напряжении на участке цепи сила тока обратно пропорциональна сопротивлению этого участка.

По той же схеме 2 установите на магазине сопротивление величиной 2 ома. Регулируя реостатом, установите поочередно на магазине напряжение в 1, 2, 4 вольта и заметьте соответствующие силы тока, отмечаемые амперметром; они будут равны 0,5; 1; 2 А.

Сравнивая полученные данные, можно сделать вывод: сила тока при одном и том же сопротивлении проводника прямо пропорциональна напряжению на нём.

При объединении обоих выводов получается закон Ома для участка цепи:

сила тока прямо пропорциональна напряжению на отрезке проводника и обратно пропорциональна его сопротивлению.

Закон Ома для участка цепи можно выразить формулами:

$$I = \frac{V}{R}; \text{ или } R = \frac{V}{I}; \text{ или } V = IR.$$

Для всей цепи действует тот же закон, только вместо напряжения на участке цепи V в формулу входит ЭДС источника тока E и вместо сопротивления участка цепи R входит полное сопротивление цепи, состоящее из суммы сопротивления внешней цепи r_e и внутреннего сопротивления источника тока r_1 .

Формула закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{E}{r_e + r_1}.$$

Сила тока в цепи, выраженная в амперах, равна электродвижущей силе источника в вольтах, делённой на полное сопротивление цепи в омах.

3. Определение величины сопротивления при помощи амперметра и вольтметра. По закону Ома сопротивление участка цепи в омах численно равно частному от деления напряжения на концах этого участка в вольтах на силу тока в амперах, т. е.

$$R = \frac{V}{I}.$$

Следовательно, измерив напряжение и силу тока участка цепи, можно вычислить сопротивление этого участка. Для демонстрации этого опыта соберите цепь, состоящую из источника постоянного (Б) тока, магазина сопротивлений (М), амперметра, вольтметра и ключа замыкания тока (К) по схеме 3.

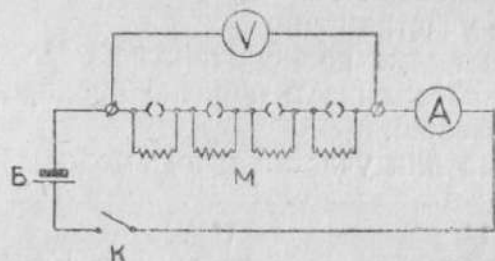


Схема 3.

На магазине установите любое сопротивление. Замкните ток в цепи и заметьте показания вольтметра и амперметра.

Частное от деления напряжения на силу тока и будет сопротивление магазина. Этот опыт можно повторить при разных установленных сопротивлениях магазина. Не забывайте о предельно допустимых силах тока для сопротивлений магазина. Для получения показаний приборов в целых цифрах удобно

пользоваться источником тока напряжением в 2—4—6 вольт.

При других источниках тока в цепь последовательно с магазином следует ввести реостат, которым и отрегулировать силу тока в целых цифрах.

Строго говоря, указанная схема не даёт правильного измерения сопротивления, так как сила тока, отмечаемая амперметром, есть сумма токов, текущих через магазин и катушку вольтметра. Но так как сопротивление вольтметра во много раз больше сопротивления магазина, можно пренебречь этой неточностью.

Возможна и другая схема измерения сопротивления при помощи вольтметра и амперметра (схема 4).

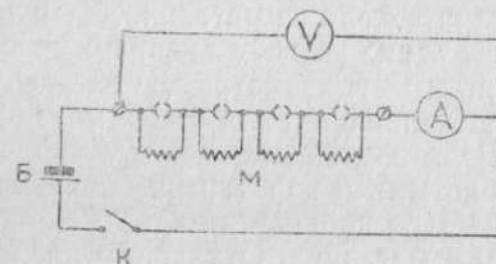


Схема 4.

В этой схеме вольтметр отмечает сумму падений напряжения на сопротивлении магазина и на шунте амперметра. Если сопротивление шунта во много раз меньше сопротивления магазина, то очевидно, что можно пренебречь неточностью расчёта.

Указанные замечания следует учесть, и при измерении небольшого сопротивления пользоваться схемой 3, а при измерении большего сопротивления пользоваться схемой 4.

4. Изучение распределения напряжения на последовательных участках

цепи. Составьте цепь, состоящую из источника постоянного тока, магазина сопротивлений и ключа замыкания тока, по схеме 5.

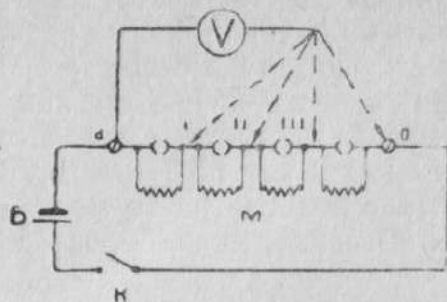


Схема 5.

Выньте все штепсели из магазина. Замкните цепь, измерьте напряжение на всём внешнем участке цепи демонстрационным вольтметром, подсоединив его к клеммам источника тока. Заметьте показание вольтметра. Если соединительные проводники будут достаточно толстыми и короткими, практически показания вольтметра не изменятся, если его подключить к клеммам магазина. Отключите провод вольтметра, идущий к клемме «б» магазина сопротивлений, и подключите его к точке I магазина сопротивлений, заметьте показания вольтметра. Перенесите этот провод по очереди к точкам II и III магазина и запишите показания вольтметра. Рассматривая полученные данные, можно сделать вывод:

1. Сумма падений напряжений на отдельных участках цепи равна напряжению на концах цепи.
2. Напряжение на каждом участке цепи прямо пропорционально его сопротивлению.
5. Последовательное соединение сопротивлений. Соберите цепь, состоящую из двух магазинов сопротивлений (все штепсели вынуть

из гнёзд, при этом сопротивление каждого магазина по 10 омов), источника тока, амперметра и ключа замыкания тока (схема 6).

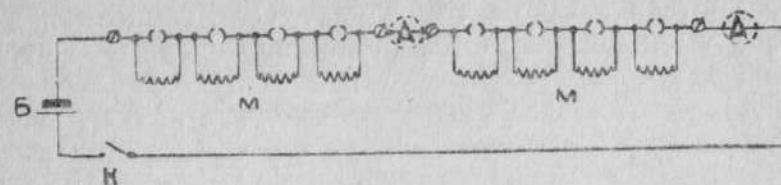


Схема 6.

Замкните цепь и заметьте показание амперметра.

Составьте другую цепь из этих же приборов, но амперметр подключите в другом месте цепи. Замыкая цепь, установите, что показание амперметра не изменилось. Следовательно, сила тока при последовательном соединении сопротивлений одинакова во всех участках цепи.

В указанной цепи можно, подобно опыту по измерению сопротивлений при помощи вольтметра и амперметра, определить величину сопротивления каждого магазина в отдельности и общее сопротивление всей цепи магазинов. На основании подсчётов можно сделать вывод: при последовательном соединении сопротивлений общее сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений всех участков этой цепи.

6. Параллельное соединение сопротивлений. Соберите цепь, состоящую из источника тока, магазина сопротивлений, амперметра и ключа замыкания тока (схема 7).

Замкните цепь и заметьте показание амперметра. Подключите второй магазин сопротивлений парал-

тельно первому, т. е.: клеммы «а» соединяем между собой, то же и клеммы «б»; замкните цепь и заметьте, что показание амперметра увеличилось, следовательно, сила тока в цепи стала больше. Это могло получиться только в том случае, если сопротивление цепи уменьшилось. Отсюда можно сделать вывод:

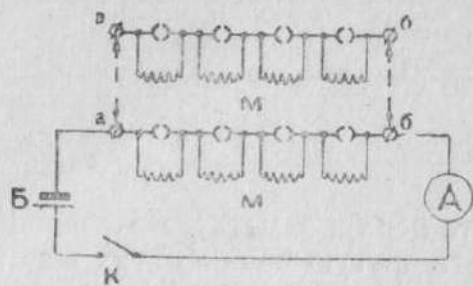


Схема 7.

общее сопротивление цепи из параллельно соединённых сопротивлений меньше сопротивления каждого отдельного сопротивления.

7. Распределение тока между параллельными сопротивлениями. Соберите цепь состоящую из источника тока, двух парал-

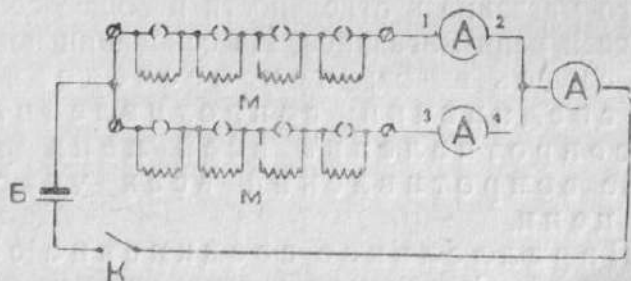


Схема 8.

лельно соединённых магазинов сопротивлений, амперметра и ключа замыкания тока. Замкните цепь и заметьте показания амперметра, подключите ампер-

метр к точкам 1, 2, а затем к точкам 3, 4, заметьте соответствующие показания амперметра. Рассматривая данные, можно сделать вывод: сила тока в неразветвлённой части цепи равна сумме сил токов в проводниках, соединённых параллельно.

При наличии трёх амперметров лучше всего подключать их сразу к соответствующим точкам, согласно схеме.

Если взять сопротивления обоих магазинов не равными, например: на одном магазине 6 омов, на другом 3 ома, то, рассматривая данные сил токов в отдельных сопротивлениях, можно сделать вывод: силы токов в проводниках, соединённых параллельно, обратно пропорциональны сопротивлениям этих проводников.

Хранение и ремонт прибора

Прибор желательно хранить в отдельной коробке, в сухом помещении. Все штепсели должны быть вставлены в гнезда.

Спирали прибора необходимо предохранять от соприкосновения с посторонними предметами. Время от времени рекомендуется проверять плотность поджатия концов спиралей сопротивлений и проверять величину всех сопротивлений с помощью мостика Уитстона.

Если по каким-либо причинам произошёл обрыв спирали, её необходимо заменить, но ни в коем случае не скручивать и не спаивать.

Замену производить следующим образом: отвернуть гайки, снять концы оборванной спирали и поставить на место новую спираль.

Перед установкой спирали необходимо подогнать её сопротивление, которое должно быть на 2—3%

больше номинала. После установки спирали следует проверить её сопротивление ещё раз и в случае необходимости укоротить её или уменьшить концы, поджатые под гайки. Спираль желательно делать из оксидированной константовой проволоки, особенно на 5 омов, для предотвращения возможности замыкания витков между собой при их случайном соприкосновении. Если нет оксидированной проволоки, нетрудно произвести оксидировку своими средствами, для этого надо пропустить по проволоке, до её скручивания в спираль, ток такой силы, чтобы проволока нагрелась до светлокрасного цвета, и продержать её в таком состоянии на воздухе около одной минуты.

В результате нагрева проволока покрывается тонкой плёнкой окалины, являющейся при небольших напряжениях достаточной изоляцией.

После оксидировки отрезать кусок проволоки нужной длины, свить в спираль, подогнать её сопротивление и установить на место.

При замене спиралей необходимо применять проволоку диаметра, указанного в таблице 4.

Таблица 4

Сопротивление спирали	Диаметр проволоки не менее
1 ом	0,7 мм
2 ома	0,7 „
5 ом	0,45 „

Редактор Л. И. Фёдоров. Техн. редактор Е. А. Веденеев.

Подп. к печати 17/IV 1954 г. А02947.

Бумага 70×108¹/₃₂—0,5 (0,68) п. л. Уч.-изд. л. 0,62.

Зак. 295. Бесплатно. Тираж 3000.

Типография 9-й ф-ки ГУТП, Москва, Озерковская наб., д. 4.