**Измерение электрического сопротивления**

**Измерение методом амперметра и вольтметра.** Сопротивление какой-либо электрической установки или участка электрической цепи можно определить с помощью амперметра и вольтметра, пользуясь законом Ома. При включении приборов по схеме рис. 339, а через амперметр проходит не только измеряемый ток Ix, но и ток Iv, протекающий через вольтметр. Поэтому сопротивление

***Rx = U / (I – U/R*v*)***(110)

где ***Rv*** — сопротивление вольтметра.

При включении приборов по схеме рис. 339, б вольтметр будет измерять не только падение напряжения Ux на определенном сопротивлении, но и падение напряжения в обмотке амперметра UA = IRА. Поэтому

***Rx = U/I – RА*** (111)

где ***RА*** — сопротивление амперметра.

В тех случаях, когда сопротивления приборов неизвестны и, следовательно, не могут быть учтены, нужно при измерении малых сопротивлений пользоваться схемой рис. 339,а, а при измерении больших сопротивлений — схемой рис. 339, б. При этом погрешность измерений, определяемая в первой схеме током Iv, а во второй — падением напряжения UА, будет невелика по сравнению с током Ix и напряжением Ux.

**Измерение сопротивлений электрическими мостами.** Мостовая схема (рис. 340,а) состоит из источника питания, чувствительного прибора (гальванометра Г) и четырех резисторов, включаемых в плечи моста: с неизвестным сопротивлением Rx (R4) и известными сопротивлениями R1, R2, R3, которые могут при измерениях изменяться. Прибор включают в одну из диагоналей моста (измерительную), а источник питания — в другую (питающую).

Сопротивления R1 R2 и R3 можно подобрать такими, что при замыкании контакта В показания прибора будут равны нулю (в та-

*Рис. 339. Схемы для измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра*

*Рис. 340. Мостовые схемы постоянного тока, применяемые для измерения сопротивлений*

ком случае принято говорить, что мост уравновешен). При этом неизвестное сопротивление

***Rx = (R1/R2)R3****(112)*

В некоторых мостах отношение плеч R1/R2 установлено постоянным, а равновесие моста достигается только подбором сопротивления R3. В других, наоборот, сопротивление R3 постоянно, а равновесие достигается подбором сопротивлений R1 и R2.

Измерение сопротивления мостом постоянного тока осуществляется следующим образом. К зажимам 1 и 2 присоединяют неизвестное сопротивление Rx (например, обмотку электрической машины или аппарата), к зажимам 3 и 4 — гальванометр, а к зажимам 5 и 6 — источник питания (сухой гальванический элемент или аккумулятор). Затем, изменяя сопротивления R1, R2 и R3 (в качестве которых используют магазины сопротивлений, переключаемые соответствующими контактами), добиваются равновесия моста, которое определяется по нулевому показанию гальванометра (при замкнутом контакте В).

Существуют различные конструкции мостов постоянного тока, при использовании которых не требуется выполнять вычисления, так как неизвестное сопротивление Rx отсчитывают по шкале прибора. Смонтированные в них магазины сопротивлений позволяют измерять сопротивления от 10 до 100 000 Ом.

При измерении малых сопротивлений обычными мостами сопротивления соединительных проводов и контактных соединений вносят большие погрешности в результаты измерения. Для их устранения применяют двойные мосты постоянного тока (рис. 340,б). В этих мостах провода, соединяющие резистор с измеряемым сопротивлением Rx и некоторый образцовый резистор с сопротивлением R0 с другими резисторами моста, и их контактные соединения оказываются включенными последовательно с резисторами соответствующих плеч, сопротивление которых устанавливается не менее 10 Ом. Поэтому они практически не влияют на результаты измерений. Провода же, соединяющие резисторы с сопротивлениями Rx и R0, входят в цепь питания и не влияют на условия равновесия моста. Поэтому точность измерения малых сопротивлений довольно высокая. Мост выполняют так, чтобы при регулировках его соблюдались следующие условия: R1 = R2 и R3 = R4. В этом случае

***Rx = R0R1/R4*** (113)

Двойные мосты позволяют измерить сопротивления от 10 до 0,000001 Ом.

Если мост не уравновешен, то стрелка в гальванометре будет отклоняться от нулевого положения, так как ток измерительной диагонали при неизменных значениях сопротивлений R1, R2, R3 и э. д. с. источника тока будет зависеть только от изменения сопротивления Rx. Это позволяет проградуировать шкалу гальванометра в единицах сопротивления Rx или каких-либо других единицах (температура, давление и пр.), от которых зависит это сопротивление. Поэтому неуравновешенный мост постоянного тока широко используют в различных устройствах для измерения неэлектрических величин электрическими методами.

Применяют также различные мосты переменного тока, которые дают возможность измерить с большой точностью индуктивности и емкости.

**Измерение омметром.** Омметр представляет собой миллиамперметр 1 с магнитоэлектрическим измерительным механизмом и включается последовательно с измеряемым сопротивлением Rx (рис. 341) и добавочным резистором RД в цепь постоянного тока. При неизменных э. д. с. источника и сопротивления резистора RД ток в цепи зависит только от сопротивления Rx. Это позволяет отградуировать шкалу прибора непосредственно в омах. Если выходные зажимы прибора 2 и 3 замкнуты накоротко (см. штриховую линию), то ток I в цепи максимален и стрелка прибора отклоняется вправо на наибольший угол; на шкале этому соответствует сопротивление, равное нулю. Если цепь прибора разомкнута, то I = 0 и стрелка находится в начале шкалы; этому положению соответствует сопротивление, равное бесконечности.

Питание прибора осуществляется от сухого гальванического элемента 4, который устанавливается в корпусе прибора. Прибор будет давать правильные показания только в том случае, если источник тока имеет неизменную э. д. с. (такую же, как и при градуировке шкалы прибора). В некоторых омметрах имеются два или несколько пределов измерения, например от 0 до 100 Ом и от 0 до 10 000 Ом. В зависимости от этого резистор с измеряемым сопротивлением Rx подключают к различным зажимам.

**Измерение больших сопротивлений мегаомметрами.**Для измерения сопротивления изоляции чаще всего применяют мегаомметры магнитоэлектрической системы. В качестве измерительного механизма в них использован логометр 2 (рис. 342), показания кото-

*Рис. 341. Схема включения омметра*

*Рис. 342. Устройство мегаомметра*

рого не зависят от напряжения источника тока, питающего измерительные цепи. Катушки 1 и 3 прибора находятся в магнитном поле постоянного магнита и подключены к общему источнику питания 4.

Последовательно с одной катушкой включают добавочный резистор Rд, в цепь другой катушки — резистор сопротивлением Rx.

В качестве источника тока обычно используют небольшой генератор 4 постоянного тока, называемый индуктором; якорь генератора приводят во вращение рукояткой, соединенной с ним через редуктор. Индукторы имеют значительные напряжения от 250 до 2500 В, благодаря чему мегаомметром можно измерять большие сопротивления.

При взаимодействии протекающих по катушкам токов I1 и I2 с магнитным полем постоянного магнита создаются два противоположно направленных момента М1 и М2, под влиянием которых подвижная часть прибора и стрелка будут занимать определенное положение. Как было показано в § 100, положение подвижной

*Рис. 343. Общий вид мегаомметра (а) и его упрощенная схема (б)*

части логометра зависит от отношения I1/I2. Следовательно, при изменении Rx будет изменяться угол ? отклонения стрелки. Шкала мегаомметра градуируется непосредственно в килоомах или мегаомах (рис. 343, а).

Чтобы измерить сопротивление изоляции между проводами, необходимо отключить их от источника тока (от сети) и присоединить один провод к зажиму Л (линия) (рис. 343,б), а другой — к зажиму 3 (земля). Затем, вращая рукоятку индуктора 1 мегаомметра, определяют по шкале логометра 2 сопротивление изоляции. Имеющийся в приборе переключатель 3 позволяет изменять пределы измерения. Напряжение индуктора, а следовательно, частота вращения его рукоятки теоретически не оказывают влияние на результаты измерений, но практически рекомендуется вращать ее более или менее равномерно.

При измерении сопротивления изоляции между обмотками электрической машины отсоединяют их друг от друга и соединяют одну из них с зажимом Л, а другую с зажимом 3, после чего, вращая рукоятку индуктора, определяют сопротивление изоляции. При измерении сопротивления изоляции обмотки относительно корпуса его соединяют с зажимом 3, а обмотку — с зажимом Л.