**ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА, НАПРЯЖЕНИЯ И МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ**Выбор измерительных приборов и включение их в проверяемую электрическую цепь


Рис. 78. Электрическая цепь:
а —без измерительных приборов, б — с включенными приборами для измерения тока, напряжения и мощности
Рассмотрим простейшую электрическую цепь (рис. 78, а), в которой нагрузка (сопротивление rн) подключена к зажимам источника питания с напряжением U. Режим, работы этой цепи характеризуется силой тока /, протекающего по ней, напряжением U на нагрузке и мощностью Р. Для их измерения в проверяемую цепь включены соответствующие электроизмерительные приборы: амперметр А и токовая катушка ваттметра W последовательно с нагрузкой, а вольтметр V и катушка напряжения ваттметра W — параллельно нагрузке (рис. 78, б).
Следует иметь в виду, что только при правильном выборе электроизмерительных приборов и их включении в проверяемую цепь возможно с достаточной точностью измерить соответствующие величины.
При пусконаладочных работах используют обычно переносные приборы класса точности 0,5—1 и лишь в отдельных случаях, например при измерении параметров и характеристик электрических машин, электроизмерительные приборы повышенной точности. Для измерения в цепях постоянного тока следует применять магнитоэлектрические приборы, имеющие равномерную шкалу, обладающие высокой точностью и стабильностью показаний и не подверженные влиянию внешних магнитных полей. Для измерения силы тока и напряжения в цепях переменного тока, как правило, используют электромагнитные приборы, а для измерения мощности — электродинамические или ферродинамические ваттметры. Необходимо оценивать порядок измеряемой величины и подбирать прибор на такой предел измерения, чтобы показания его можно было снимать в конце шкалы или во второй ее половине.
Нужно помнить, что любой электроизмерительный прибор имеет определенное электрическое сопротивление и, будучи включенным в электрическую цепь, потребляет некоторую мощность. Следовательно, включение электроизмерительных приборов в проверяемую электрическую цепь в какой-то мере изменяет ее параметры и режимы, а сами измерительные приборы покажут не действительные величины, определяющие режим работы проверяемой цепи, а характеризующие режим работы уже другой электрической цепи, образованной после включения в нее электроизмерительных приборов.
Допустим, что общее сопротивление амперметра и токовой катушки ваттметра в электрической цепи (см. рис. 78) только на порядок (в 10 раз) меньше сопротивления нагрузки rн. Тогда сила тока в этой цепи уменьшится за счет включения в нее приборов в 1,1 раза (почти на 10%). Такого же результата следует ожидать в этом случае и от измерения силы тока в проверяемой цепи, т. е. ошибка измерения составит 10% независимо от того, какого класса точности будет взят амперметр. Особенно внимательно следует относиться к подбору электроизмерительных приборов при измерениях в высокоомных цепях, например, в различных электронных схемах, сопротивление отдельных цепей которых составляет сотни тысяч и даже миллионы Ом, в то время как сопротивление многих магнитоэлектрических вольтметров на пределе измерения 100—300 В составляет порядка 100 000 Ом, а электродинамических приборов— 10000 Ом.
Таким образом, во избежание больших ошибок при измерениях надо выбирать приборы с внутренним сопротивлением, по крайней мере на два порядка (в 100 раз) меньшим для токовых обмоток и большим для обмоток напряжения по сравнению с сопротивлением нагрузки проверяемой цепи.
При подборе приборов следует обращать внимание на условные обозначения на их шкалах, характеризующие как сами приборы, так и условия их эксплуатации.

**Характеристика переносных показывающих электроизмерительных приборов общего назначения для измерения напряжения, силы тока и мощности**

Магнитоэлектрические приборы (табл. 4) применяют для измерений в цепях постоянного тока. Они надежны в работе, позволяют получать измерения с большой точностью, имеют равномерную шкалу, не подвержены влиянию магнитных полей и колебаниям температуры окружающего воздуха. На основе этих приборов изготовляют приборы, предназначенные для измерения в цепях переменного тока, снабжая их выпрямителями или термопреобразователями.
Магнитоэлектрические приборы широко используют при общеналадочных работах, не требующих высокой точности измерения, при специальных видах наладочных работ, связанных с определением параметров отдельных видов оборудования, а также при проверке других электроизмерительных приборов, при которых требуется повышенная точность измерения.
Для расширения пределов измерения силы постоянного тока применяют шунты. Последовательно с нагрузкой Н включают шунт, а уже к нему подключают амперметр (рис. 79). Очевидно, зная сопротивление шунта гш, сопротивление обмотки прибора гА, можно определить коэффициент К, показывающий,,

Рис. 79. Схема включения амперметра с шунтом
во сколько раз возможно расширить предел измерения по току из соотношения


Если же известны коэффициент К и сопротивление обмотки прибора, можно, пользуясь тем же соотношением, определить сопротивление шунта. Например, требуется с помощью миллиамперметра на 50 мА, сопротивление обмотки которого 10 Ом, измерить ток в 1 А. Коэффициент/С=— =20, тогда/С—1=20—1 = 19 и
Для расширения пределов измерения вольтметров на постоянном токе применяют добавочные резисторы (рис. 80). Если вольтметр без добавочного резистора рассчитан на измерение напряжения до U В и имеет сопротивление гв Ом, то для измерения напряжения в К раз большего необходимо, чтобы общее сопротивление обмотки вольтметра и добавочного резистора было также в К раз больше сопротивления обмотки вольтметра. Промышленностью выпускаются различные шунты (табл. 5) и добавочные резисторы (табл. 6) для расширения пределов измерения приборов постоянного тока.

Электромагнитные приборы используют преимущественно для измерения в цепях переменного тока. Они надежны в эксплуатации, просты по конструкции и недороги, а также позволяют производить измерения при выполнении большинства общеналадочных работ с достаточной точностью.

### Измерение силы тока и напряжения

#### Амперметр

***Амперметр****— это прибор для измерения силы электрического тока.*

Большинство аналоговых амперметров работает за счёт поворота катушки с током в магнитном поле. Это возможно, так как угол поворота катушки пропорционален силе тока, протекающего через неё.

Амперметр включается в цепь последовательно, чтобы через него протекал весь измеряемый ток. Но как и любой электроприбор, амперметр имеет сопротивление, следовательно, после включения его в цепь её полное сопротивление увеличится, а сила тока уменьшится (по [закону Ома](http://school56.pips.ru/zakon-oma.html)), поэтому амперметр покажет силу тока меньшую, чем та, которая была до его включения в цепь. Следовательно, амперметр должен иметь очень маленькое сопротивление, во много раз меньшее, чем сопротивление цепи.

Предельный угол поворота катушки в конструкции прибора ограничивает максимальную силу тока, измеряемую с помощью данного амперметра. Для измерения большей силы тока параллельно амперметру присоединяют **шунт**, через который проходит часть измеряемого тока.

***Шунт****— это проводник, присоединяемый параллельно амперметру для увеличения предела его измерений.*

#### Вольтметр

***Вольтметр****— прибор для измерения электрического напряжения.*

Принцип действия вольтметра такой же, как и у амперметра.

Вольтметр включается параллельно тому участку цепи, на котором необходимо измерить напряжение, но при этом сопротивление уменьшается, следовательно, уменьшается и напряжение (по [закону Ома](http://school56.pips.ru/zakon-oma.html)), поэтому вольтметр покажет напряжение меньшее, чем то, которое было на участке до его подключения. Следовательно, вольтметр должен иметь большое сопротивление, значительно превосходящее сопротивление цепи.

Для увеличения предела измерений вольтметра, последовательно ему подключают **дополнительное сопротивление**.

***Дополнительное сопротивление****— это проводник, присоединяемый последовательно с вольтметром для увеличения предела его измерений.*