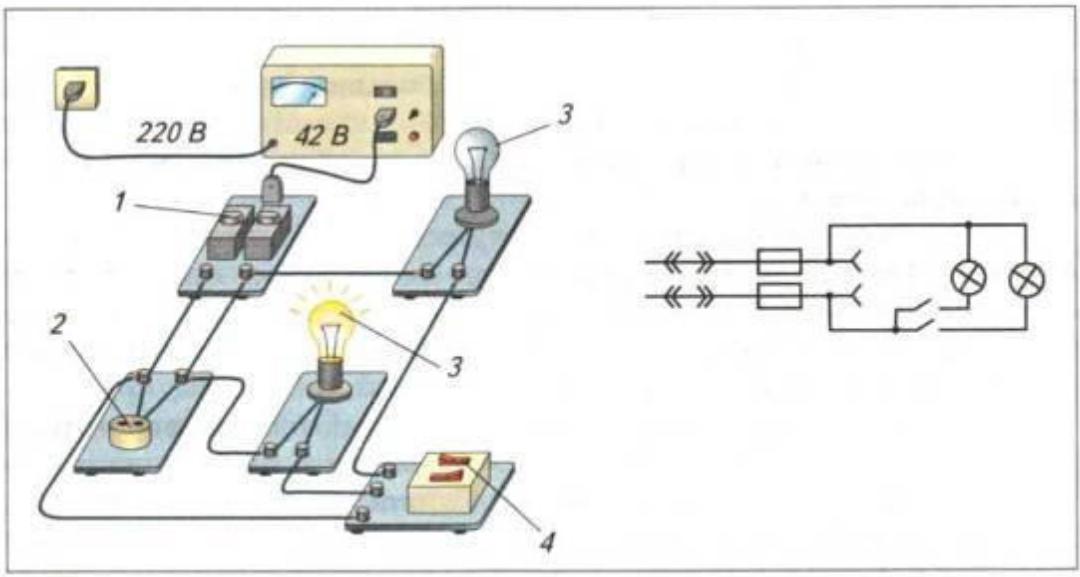
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



§ 34. Электроизмерительные приборы

Контроль параметров элементов электрической цепи производится с помощью электроизмерительных приборов. Сила тока, протекающего через нагрузку, измеряется амперметром, а напряжение на нагрузке – вольтметром. Амперметр включается в разрыв электрической цепи последовательно с нагрузкой, вольтметр – параллельно нагрузке.

Электроизмерительные приборы бывают двух типов: *стрелочные* и *цифровые*. Техника измерений с помощью цифровых приборов достаточно проста: прибор включается в электрическую цепь и на его экране высвечивается измеряемая величина. Не сложно пользоваться и стрелочными приборами с одним пределом шкалы: измеряемая величина определяется по делениям шкалы, на которые указывает стрелка.

Предел измерения измерительного прибора – это наибольшее значение измеряемой величины. На рисунке 58 приведены шкалы амперметра и вольтметра: амперметром можно измерить силу тока до 3 А, а вольтметром – напряжение до 6 В. При этом стрелка амперметра указывает силу тока 2,5 А, а стрелка вольтметра – напряжение 5 В.

Работа со стрелочными приборами немного осложняется, если приборы имеют несколько пределов измерений. Для изменения предела приборы имеют дополнительные клеммы или переключатель пределов измерения.

Допустим, что амперметр кроме предела 3 А имеет второй предел измерения – 6 А, а вольтметр – 30 В. При новых пределах измерения и тех же отклонениях стрелок приборов силу тока и напряжение определяют

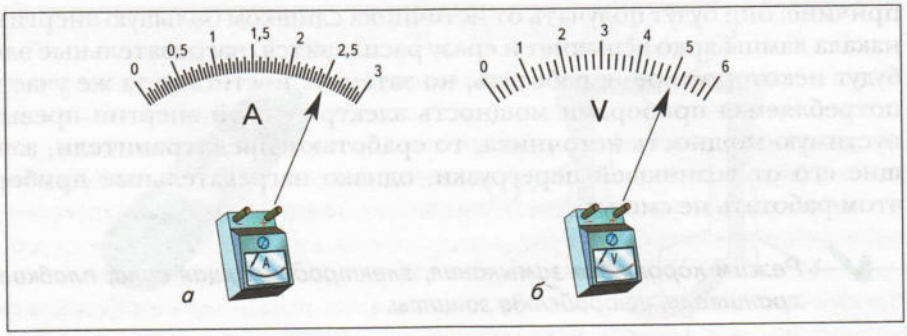


Рис. 58. Внешний вид школьных электроизмерительных приборов постоянного тока — амперметра и вольтметра — и их шкала

по количеству делений шкалы, на которое указывает стрелка прибора, умноженному на *цену деления*[1].

Цена деления прибора определяется по пределу измеряемой величины, делённому на число делений прибора.

В случае указанных пределов (см. рис. 58) цена деления амперметра равна: 6 А/60 дел. = 0,1 А/дел.; цена деления вольтметра: 30 В/30 дел. = = 1 В/дел.

Тогда амперметр показывает:

Сила тока *(I)*	=	Количество делений амперметра	·	Цена деления амперметра

50 дел. · 0,1 А/дел. = 5 А.

Показания вольтметра:

Напряжение *(U)*	=	Количество делений вольтметра	·	Цена деления вольтметра

25 дел. · 1 В/дел. = 25 В.

В цепях постоянного тока при включении измерительных приборов учитывают полярность источника тока и приборов. Для облегчения подключения измерительных приборов в электрическую цепь постоянного тока около их клемм указывается полярность (см. рис. 58).

[1] *Цена деления* прибора — это измеряемая величина, соответствующая одному делению шкалы.

При этом положительный электрод источника «+» всегда подключают к клемме «+» измерительного прибора, соответственно отрицательный электрод источника «–» – к клемме «–» измерительного прибора (**рис. 59**).

Сведения о типе электроизмерительного механизма прибора, о возможности его работы в цепях постоянного или переменного тока и некоторые другие можно узнать по условным знакам, нанесённым на шкале прибора:

— – прибор предназначен только для работы в электрических цепях постоянного тока;

~ – прибор предназначен для работы в электрических цепях переменного тока;

≃ – прибор предназначен для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока.

С амперметрами, вольтметрами и другими электроизмерительными приборами мы знакомимся на уроках физики или технологии. Однако в каждом доме имеется электроизмерительный прибор, которым пользуются в быту. Прибор этот называется ***электросчётчиком***. С его помощью измеряется количество потребляемой энергии, единицей измерения которой является киловатт-час (кВт · ч). Энергия, потребляемая из сети, регистрируется счётным механизмом счётчика.

Для определения расхода электроэнергии за некоторый промежуток времени, обычно за месяц, необходимо знать начальное и конечное показания счётчика. Разность конечного и начального показаний счётчика определяет количество израсходованной электроэнергии. Её стоимость вычисляется как произведение расхода электроэнергии на ***тариф***[1].

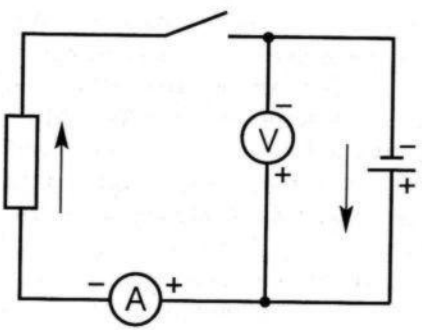


Рис. 59. Схема подключения измерительных приборов в электрическую цепь постоянного тока

Электрические параметры счётчика указываются на его щитке в застеклённом окошке корпуса: максимальное рабочее напряжение, сила тока, частота сети, в каких единицах измеряется электроэнергия, класс точности прибора и его ***передаточное число***, которое означает, скольким оборотам диска соответствует 1 кВт · ч.

Например, на щитке электросчётчика приведены следующие параметры:

[1] ***Тариф*** (здесь) – это стоимость 1 кВт · ч электроэнергии.

- максимальное напряжение 250 В;
- сила тока 10 А;
- частота сети 50 Гц;
- 1 кВт · ч = 2500 оборотов диска;
- класс точности 2,5 %.

По этим данным можно вычислить расчётную мощность счётчика:

$P = IU = 10$ А · 250 В = 2500 Вт.

Параметрами счётчика допускается увеличение этой мощности на 20 % (в 1,2 раза), тогда ***максимально допустимая мощность*** счётчика и нагрузки равна:

$P_{макс} = 1{,}2 \cdot 2500 = 3000$ Вт.

С помощью электросчётчика можно определить мощность любого электроприбора, если она неизвестна. Для этого в квартире отключают все электроприборы, кроме того, у которого определяют мощность. Исследуемый электроприбор подключают к сети, берут секундомер и начинают наблюдать за движением диска электросчётчика. В момент, когда метка на диске счётчика совпадет с риской или стрелкой на его щитке, включаем секундомер и отсчитываем время за 10–20 оборотов диска.

Допустим, что диск совершил 20 оборотов за 19 секунд ($N = 20$). По полученным данным определяем энергию, которую потребляет нагрузка в 1 секунду, т. е. её мощность. Для этого по передаточному числу счётчика вычисляем цену одного оборота диска, которая называется ***номинальной постоянной*** счётчика ($K_н$). Обычно постоянную счётчика выражают в Вт · с/об. Поэтому 1 кВт · ч переводим в Вт · с (1 кВт = 1000 Вт; 1 ч = 3600 с) и делим на 2500 об.:

$K_н = 1000 \cdot 3600$ Вт · с/2500 об. = 1440 Вт · с/об.

Номинальную постоянную умножаем на число оборотов (20) и вычисляем количество электроэнергии, полученное нагрузкой:

$A = K_н \cdot N = 1440$ Вт · с/об. · 20 об. = 28 800 Вт · с.

Израсходованную энергию A делим на время и получаем мощность:

$P = A/t = 28\,800$ Вт · с/19 с = 1516 Вт.

Зная, что напряжение в сети равно 220 В, по полученной мощности прибора P можем вычислить силу тока I:

$I = P/U = 1516/220 = 6{,}9$ А.

Каждый счётчик работает с некоторой погрешностью. В приведённом примере погрешность прибора не должна превышать 2,5 %.

Реальную погрешность показаний электросчётчика можно оценить практически, включая в сеть поочерёдно нагрузки с известной мощностью. Для примера рассмотрим несколько приборов разной мощности ***(P)***, кВт: кипятильник – 1; электрофен – 1,2; электрочайник – 1,25.

Как и в предыдущем случае, определяем с помощью секундомера время, равное 20 оборотам диска счётчика, для каждого электроприбора.

Для повышения точности измерение времени для каждого прибора производят 3–5 раз и по полученным данным вычисляют средний результат.

По затраченной энергии и среднему времени вычисляем мощность каждого электроприбора и сравниваем её с его паспортной мощностью. При значительных расхождениях экспериментальных и паспортных данных можно сделать заключение о завышенных или заниженных показаниях счётчика и обратиться в электрокомпанию для его замены.

Практическая работа № 24

1. Определите по параметрам электросчётчика максимально допустимую мощность вашей квартирной электросети.
2. Вычислите суточный расход электроэнергии в вашей квартире и её стоимость.
3. С помощью счётчика проверьте, соответствует ли заданная мощность лампочки в вашем светильнике её реальной мощности.

Предел измерения, цена деления; тариф; стрелочные и цифровые измерительные приборы; передаточное число, номинальная постоянная, максимально допустимая мощность.

1. Что такое энергия и мощность, в каких единицах они измеряются? **2.** Какие параметры электрической цепи измеряются с помощью амперметра и вольтметра? **3.** Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр? **4.** Можно ли амперметр включить параллельно источнику электрической энергии? **5.** Можно ли вольтметр включить последовательно с нагрузкой? **6.** Как с помощью электросчётчика измерить количество израсходованной за сутки электроэнергии и определить её стоимость? **7.** Как с помощью счётчика измерить мощность электрического прибора и мощность, которую он потребляет?