Опорный конспект Преподаватель Поддубный М.Г

**Тема: Классификация электроизмерительных приборов и погрешности измерений. Класс точности.**

Для контроля за правильностью работы электротехнических установок, испытания их, определения параметров электрических цепей, учета расходуемой электрической энергии и т. д. производят различные электрические измерения. В технике связи, как и в технике сильных токов, электрические измерения имеют важное значение. Приборы, с помощью которых измеряются различные электрические величины: ток, напряжение, сопротивление, мощность и т. д., — называются электрическими измерительными приборами.

Щитовой амперметр:



Существуют большое количество различных электроизмерительных приборов. Наиболее часто при производстве электрических измерений используются: амперметры, вольтметры, гальванометры, ваттметры, электросчетчики, фазометры, фазоуказатели, синхроноскопы, частотомеры, омметры, мегомметры, измерители сопротивления заземления, измерители емкости и индуктивности, осциллографы, измерительные мосты, комбинированные приборы и измерительные комплекты.

Осциллограф:



Электроизмерительный комплект К540 (в его состав входит вольтметр, амперметр и ваттметр):



**Классификация электроизмерительных приборов по принципу действия**

По принципу действия электроизмерительные приборы подразделяются на следующие основные типы:

1. **Приборы магнитоэлектрической системы**, основанные на принципе взаимодействия катушки с током и внешнего магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом.

2. **Приборы электродинамической системы**, основанные на принципе электродинамического взаимодействия двух катушек с токами, из которых одна неподвижна, а другая подвижна.

3. **Приборы электромагнитной системы**, в которых используется принцип взаимодействия магнитного поля неподвижной катушки с током и подвижной железной пластинки, нaмагниченной этим полем.

4. **Тепловые измерительные приборы**, использующие тепловое действие электрического тока. Нагретая током проволока удлиняется, провисает, и вследствие этого подвижная часть прибора получает возможность повернуться под действием пружины, выбирающей образовавшуюся слабину проволоки.

5. **Приборы индукционной системы**, основанные нa принципе взаимодействия вращающегося магнитного поля с токами, индуктированными этим полем в подвижном металлическом цилиндре.

6. **Приборы электростатической системы**, основанные на принципе взаимодействия подвижных и неподвижных металлических пластин, заряженных разноименными электрическими зарядами.

7. **Приборы термоэлектрической системы**, представляющие собой совокупность термопары с каким-либо чувствительным прибором, например магнитоэлектрической системы. Измеряемый ток, проходя через термопару, способствует возникновению термотока, воздействующего на магнитоэлектрический прибор.

8. **Приборы вибрационной системы**, основанные нa принципе механического резонанса вибрирующих тел. При заданной частоте тока наиболее интенсивно вибрирует тот из якорьков электромагнита, период собственных колебаний которого совпадает с периодом навязанных колебаний.

9. **Электронные измерительные приборы** - приборы, измерительные цепи которых содержат электронные элементы. Они используется для измерений практически всех электрических величин, а также неэлектрических величин, предварительно преобразованных в электрические.

По типу отсчетного устройства различают аналоговые и цифровые приборы. В аналоговых приборах измеряемая или пропорциональная ей величина непосредственно воздействует на положение подвижной части, на которой расположено отсчетное устройство. В цифровых приборах подвижная часть отсутствует, а измеряемая или пропорциональная ей величина преобразуется в числовой эквивалент, регистрируемый цифровым индикатором.

Индукционный счетчик электроэнергии:



Отклонение подвижной части у большинства электроизмерительных механизмов зависит от значений токов в их катушках. Но в тех случаях, когда механизм должен служить для измерения величины, не являющейся прямой функцией тока (сопротивления, индуктивности, емкости, сдвига фаз, частоты и т. д.), необходимо сделать результирующий вращающий момент зависящим от измеряемой величины и не зависящим от напряжения источника питания.

Для таких измерений применяют механизм, отклонение подвижной части которого определяется только отношением токов в двух его катушках и не зависит от их значений. Приборы, построенные по этому общему принципу, называются логометрами. Возможно построение логометрического механизма любой электроизмерительной системы с характерной особенностью - отсутствием механического противодействующего момента, создаваемого закручиванием пружин или растяжек.

Условные обозначения на вольтметре:



На рисунках ниже приведены условные обозначения электроизмерительных приборов по принципу их действия.

Обозначение принципа действия прибора



Обозначения рода тока



Обозначения класса точности, положения прибора, прочности изоляции, влияющих величин



**Классификация электроизмерительных приборов по роду измеримой величины**

Электроизмерительные приборы классифицируются и по роду измеряемой ими величины, так как приборы одного и того же принципа действия, но предназначенные для измерения разных величин могут значительно отличаться друг от друга по своей конструкции, не говоря уже о шкале прибора.

В таблице 1 приведен перечень условных обозначений наиболее употребительных электроизмерительных приборов.

Таблица 1. Примеры обозначения единиц измерения, их кратных и дольных значений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Обозначение** | **Наименование** | **Обозначение** |
| Килоампер | kA | Коэффициент мощности | cos φ |
| Ампер | A | Коэффициент реактивной мощности | sin φ |
| Миллиампер | mA | Тераом | TΩ |
| Микроампер | μA | Мегаом | MΩ |
| Киловольт | kV | Килоом | kΩ |
| Вольт | V | Ом | Ω |
| Милливольт | mV | Миллиом | mΩ |
| Мегаватт | MW | Микром | μΩ |
| Киловатт | kW | Милливебер | mWb |
| Ватт | W | Микрофарада | mF |
| Мегавар | MVAR | Пикофарада | pF |
| Киловар | kVAR | Генри | H |
| Вар | VAR | Миллигенри | mH |
| Мегагерц | MHz | Микрогенри | μH |
| Килогерц | kHz | Градус стоградусной температурной шкалы | oC |
| Герц | Hz |  |  |
| Градусы угла сдвига фаз | φo |  |  |

**Классификация электроизмерительных приборов по степени точности**

**Абсолютной погрешностью прибора называют разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины.**

Например, абсолютная погрешность амперметра равна

δ = I - Iэ,

где δ (читать "дельта") - абсолютная погрешность в ампеpax, I - показание прибора в амперах, Iэ - истинное значение измеряемого тока в амперах.

Если I >Iэ, то абсолютная погрешность прибора положительна, а при I < Iэ, она отрицательна.

Поправкой прибора называют величину, которую надо прибавить к показаниям прибора, чтобы получить истинное значение измеряемой величины.

Iэ = I - δ = I + (-δ)

Следовательно, поправка прибора - величина равная абсолютной погрешности прибора, но противоположная ей по знаку. Например, если амперметр показал 1 = 5 А, а абсолютная погрешность прибора равна δ=0,1 а, то истинное значение измеряемой величины равно I = 5+ (—0,1) = 4,9 а.

**Приведенной погрешностью прибора называется отношение абсолютной погрешности к наибольшему возможному отклонению показателя прибора (номинальному показанию прибора).**

Например, для амперметра

β = (δ/In) · 100% = ((I - Iэ)/In) · 100%

где β - приведенная погрешность в процентах, In - номинальное показание прибора.

Точность прибора характеризуется величиной его максимальной приведенной погрешности. Согласно ГОСТ 8.401-80 приборы по степени их точности разделяются на 9 классов: 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 1,5, 2,5 и 4,0. Если, например, данный прибор имеет класс точности 1,5, то это значит, что его максимальная приведенная погрешность равна 1,5%.

Электроизмерительные приборы, имеющие классы точности 0,02, 0,05, 0,1 и 0,2, как наиболее точные, применяются там, где требуется весьма большая точность измерения. Если прибор имеет приведенную погрешность выше 4%, то он считается внеклассным.

Прибор для измерения угла сдвига фаз с классом точности 2,5:



**Чувствительность и постоянная измерительного прибора**

Чувствительностью прибора называют отношение углового или линейного перемещения указателя прибора, приходящееся на единицу измеряемой величины. Если [шкала прибора равномерна](http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/1717-shkala-izmeritelnogo-pribora-cena.html), то чувствительность его по всей шкале одинакова.

Например, чувствительность амперметра, имеющего равномерную шкалу, определяется формулой

S = Δα/ΔI,

где S - чувствительность амперметра в делениях на ампер, ΔI - приращение тока в амперах или миллиамперах, Δα - приращение углового перемещения показателя прибора в градусах или миллиметрах.

Если шкала прибора неравномерна, то чувствительность прибора в различных областях шкалы различна, так как одному и тому же приращению (например, тока) будут соответствовать разные приращения углового или линейного перемещения показателя прибора.

Величина, обратная чувствительности прибора, называется постоянной прибора. Следовательно, постоянная прибора — это цена деления прибора, или, иначе, величина, на которую должен быть помножен отсчет по шкале в делениях, чтобы получить измеряемую величину.

Например, если постоянная прибора равна 10 мА/дел (десять миллиампер на деление), то при отклонении его указателя на α = 10 делений измеряемая величина тока равна I = 10 · 10 = 100 мА.

Ваттметр:



Схема подключения ваттметра и обозначения на приборе (ферродинамический прибор для измерения мощности постоянного и переменного тока с горизонтальным положением шкалы, измерительная цепь изолированна от корпуса и испытана напряжения 2 кВ, класс точности - 0,5):



**Калибровка измерительных приборов** — определение погрешностей или поправок для совокупности значений шкалы прибора путем сравнения в различных сочетаниях отдельных значений шкалы друг с другом. За основу сравнения берется одно из значений шкалы. Калибровка широко применяется в практике точной метрологической работы.

Простейший способ калибровкой — сравнение каждого размера с номинально равным ему (принимаемым за достаточно верный) размером. Это понятие не следует смешивать (как это часто делают) с градуированием (градуировкой) измерительных приборов, представляющим собой метрологическую операцию, при помощи которой делениям шкалы измерительного прибора придаются значения, выраженные в установленных единицах измерения.

**Мощность потерь энергии в приборах**

Электроизмерительные приборы потребляют при работе энергию, которая в них преобразуется обычно в тепловую энергию. Мощность потерь зависит от режима в цепи, а также от системы и конструкции прибора.

Если измеряемая мощность относительно мала, а следовательно, относительно малы ток или напряжение в цепи, то мощность потерь энергии в самих приборах может заметно влиять на режим исследуемой цепи и показания приборов могут иметь довольно большую погрешность. При точных измерениях в цепях, где развиваемые мощности сравнительно малы, необходимо знать мощность потерь энергии в приборах.

В табл. 2 приведены средние величины мощности потерь энергии в различных системах электроизмерительных приборов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Система прибора** | **Вольтметры на 100 В, Вт** | **Амперметры на 5А, Вт** |
| Магнитоэлектрическая | 0,1 - 1,0 | 0,2 - 0,4 |
| Электромагнитная | 2,0 - 5,0 | 2,0 - 8,0 |
| Индукционная | 2,0 - 5,0 | 1,0 - 4,0 |
| Электродинамическая | 3,0 - 6,0 | 3,5 - 10 |
| Тепловая | 8,0 - 20,0 | 2,0 - 3,0 |