

Приборы учета электрической энергии и системы учета электроэнергии

- Электрическая энергия учитывается с помощью измерительных устройств, называемых электрическими счетчиками
- ***Счетчик (электрический)*** – интегрирующий прибор, измеряющий электрическую энергию



Классификация и технические характеристики счетчиков

По виду измеряемой энергии

- Существуют электрические счетчики, измеряющие **активную** энергию и мощность, и счетчики, измеряющие **реактивную** энергию и мощность.

По конструктивному исполнению различают счетчики ***индукционные и электронные.***

- *Счетчик индукционный* – счетчик, в котором магнитное поле неподвижных токопроводящих катушек влияет на подвижный элемент из проводящего материала, обычно на диск, по которому текут токи индуцированные магнитным потоком катушки.

- *Электронный счетчик* – счетчик, в котором ток и напряжение воздействуют на твердотельные (электронные) элементы для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой электрической энергии.

По типу сети

```
graph TD; A[По типу сети] --> B[ОДНОФАЗНЫЕ]; A --> C[ТРЕХФАЗНЫЕ];
```

ОДНОФАЗН
ЫЕ

ТРЕХФАЗН
ЫЕ

Однофазные
счетчики
применяются для
учета
электроэнергии у
потребителей,
питание которых
осуществляется
однофазным
ТОКОМ
(в основном,
бытовых).



Для учета электроэнергии трехфазного тока применяются трехфазные счетчики.



Трехфазные счетчики можно классифицировать следующим образом.



В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Трехпроводные счетчики,
работающие в сети без
нулевого провода

Четырехпроводные
счетчики, работающие в
сети с нулевым проводом

По подключению к электрической сети

Счетчики
непосредственного
включения

Счетчики
полукошвенного
включения

Счетчики косвенного
включения

Счетчики непосредственного включения (прямого включения), включаются в сеть без измерительных трансформаторов. Такие счетчики выпускаются для сетей 0,4/0,23 кВ на токи до 100 А.

Счетчики полукошвенного включения, своими токовыми обмотками включаются через трансформаторы тока. Обмотки напряжения включаются непосредственно в сеть. Область применения — сети до 1 кВ.

Счетчики косвенного включения, включаются в сеть через трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Область применения — сети выше 1 кВ.

Счетчики косвенного включения изготавливаются двух типов.

Трансформаторные

счетчики — предназначены для включения через измерительные трансформаторы, имеющие определенные наперед заданные коэффициенты трансформации. Эти счетчики имеют десятичный пересчетный коэффициент (10^n).

Трансформаторные

универсальные счетчики — предназначены для включения через измерительные трансформаторы, имеющие любые коэффициенты трансформации. Для универсальных счетчиков пересчетный коэффициент определяется по коэффициентам трансформации установленных измерительных трансформаторов.

ТИП СЧЕТЧИКА

- *Тип счетчика* – конкретная конструкция счетчика, изготавливаемого конкретным изготовителем.
- Тип счетчика имеет:
 - а) одинаковые метрологические характеристики;
 - б) единое конструктивное исполнение;
 - в) одно и то же отношение максимального тока к номинальному.

Тип счетчика может иметь несколько значений номинального тока и номинального напряжения

- *Все типы счетчиков должны соответствовать определенным техническим требованиям, изложенным в ГОСТ - ах и других нормативных документах.*
- Технические требования к счетчикам могут быть общими для всех видов и типов и отдельными в зависимости от вида, типа и других особенностей счетчика.

Класс точности электрического счетчика

- – число, равное пределу допускаемой погрешности, выраженной в процентах, для всех расчетных значений, заданных техническими требованиями при коэффициенте мощности равном единице при испытании счетчика в нормальных условиях заданных стандартами.

- *Погрешность счетчика* - величина, полученная как частное от деления разности между энергией учтенной счетчиком и истинным значением энергии, на истинное значение энергии

- По точности учета электроэнергии счетчики активной энергии изготавливаются следующих классов точности: 0,2; 0,5; 1,0; 2,0.
- В нормативной литературе приводятся пределы допустимой систематической относительной погрешности в зависимости от значения тока в процентах от номинального, коэффициента мощности, класса точности счетчика.

Класс точности устанавливается для условий работы, называемых **нормальными**.

К ним относятся:

1. прямое чередование фаз;
2. равномерность и симметричность нагрузок по фазам;
3. синусоидальность тока и напряжения (коэффициент линейных искажений не более 5%);
4. номинальная частота ($50 \text{ Гц} \pm 0,5\%$);
5. номинальное напряжение ($\pm 1\%$); номинальная нагрузка;
6. $\cos\varphi=1$ (для счетчиков активной энергии) и $\sin\varphi=1$ (для счетчиков реактивной энергии);
7. температура окружающего воздуха $20^\circ \pm 3^\circ \text{C}$ (для счетчиков внутренней установки);
8. отсутствие внешних магнитных полей (индукция не более 0,5 мТл);
9. вертикальное положение счетчика.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЧЕТЧИКА

- *Номинальный ток счетчика* – значение тока, являющееся исходным при установлении метрологических требований стандартов
- *Максимальный ток счетчика* – максимальное значение тока, указанное на щитке счетчика, при котором счетчик еще удовлетворяет требованиям стандарта

- *Номинальное напряжение счетчика* – напряжение, на которое он рассчитан для включения в электрическую сеть.
- Например, для индукционных счетчиков номинальные токи могут быть от 0,2 до 100А; максимальные токи от 125 до 1000% от номинального; номинальное напряжение от 57,7 до 660В

- Счетчики трансформаторного включения имеют номинальные токи от **1 до 10А**, номинальное напряжение линейное **100В**, фазное **57,7В**.
Номинальное напряжение счетчиков трансформаторного включения определяется номинальным напряжением вторичной обмотки трансформаторов напряжения, которое, как правило, равно **100В**

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДУКЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

- *Порог чувствительности* – наименьшее нормируемое значение тока, при котором имеет место непрерывное вращение диска индукционного счетчика при номинальных значениях напряжения и частоты и коэффициента мощности равного единицы.
- Например, для однофазных счетчиков класса точности 2,0 порог чувствительности равен 0,5%

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДУКЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

- *Самоход счетчика* – движение диска индукционного счетчика под действием напряжения, поданного на зажимы параллельной цепи, и при отсутствии тока в последовательной цепи.
- При напряжении от 80 до 100% от номинального при отсутствии тока в последовательной цепи диск счетчика не должен совершать более одного оборота.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДУКЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

- *Номинальное число оборотов счетчика* – число оборотов подвижной части индукционного счетчика в минуту при номинальном напряжении и номинальном токе и коэффициенте мощности равном единице

- *Емкость учета счетного механизма* – время, в течение которого счетный механизм способен считать измеренную энергию при максимальном токе, номинальном напряжении и коэффициенте мощности равном единице без повторного прохождения через нулевое значение.

- *Допустимое изменение частоты* для счетчика, при которой он сохраняет класс точности, составляет $\pm 5\%$ от номинальной.

Влияющие величина на счетчик

- - любая величина, обычно внешняя, по отношению к счетчику, которая может оказать влияние на его рабочие характеристики.
- Влияющие величины: электромагнитные помехи, несинусоидальность тока, частота тока, температура окружающей среды, рабочее положение счетчика, другие причины.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЧЕТЧИКАМ

- по температуре окружающей среды;
- по относительной влажности;
- по габаритам, установочным размерам, массе;
- по установке;
- по потребляемой мощности;
- по средней наработке до отказа;
- сроку службы до первого КР;
- другие.

Маркировка счетчика

- название или фирменный знак завода изготовителя;
- обозначение типа счетчика;
- число фаз и число проводов цепи, для которой счетчик предназначен (например: однофазная двухпроводная, трехфазная трехпроводная, трехфазная четырехпроводная);

Маркировка счетчика

- **номинальное напряжение** (например: двухэлементный счетчик для работы в трехфазной трехпроводной цепи – $3 \times 120\text{В}$; трехэлементный счетчик для работы в трехфазной четырехпроводной сети – $3 \times 230/400$);

Маркировка счетчика

- номинальный и максимальный токи. Для счетчиков непосредственного включения, например, 10 - 40А или 10(40) А. Для трансформаторных счетчиков номинальный вторичный ток трансформатора, к которому счетчик подключается (например, 5А)

- Счетчики допускают длительную перегрузку по току без нарушения правильности учета: трансформаторные и трансформаторные универсальные—120%; счетчики прямого включения — 200% и более (в зависимости от типа).

Маркировка счетчика

- постоянная счетчика. Для электронного счетчика – X , кВтч / имп. или X имп/кВтч. Для индукционного счетчика – $1\text{кВтч} = A$ оборотов диска или один оборот = A кВтч.;
- *Постоянная электронного счетчика* – значение, выражающее соотношение между энергией, учитываемой счетчиком, и числом импульсов на выходе. Постоянная счетчика выражается либо в импульсах на кВтч (имп/кВтч), либо в Втч на импульс (Втч/имп).

В зависимости от назначения счетчику присваивается условное обозначение. В обозначениях счетчиков буквы и цифры означают:

С—счетчик;

О — однофазный;

А - активной энергии;

Р — реактивной энергии;

У — универсальный (по ГОСТ 6570-96 обозначение У - со вторичным или смешанным счетным механизмом (универсальный);

3 или **4** для трех- или четырехпроводной сети.

Пример обозначения:

СА4У — трехфазный трансформаторный универсальный четырехпроводный счетчик активной энергии.

Если на табличке счетчика поставлена буква **М**, это значит, что счетчик предназначен для работы и при отрицательных температурах (-15° — +25°С).

Счетчики активной и реактивной энергии, снабженные дополнительными устройствами, относятся к счетчикам специального назначения. Перечислим некоторые из них.

Двухтарифные счетчики — применяются для учета электроэнергии, тариф на которую изменяется в зависимости от времени суток.

Счетчики с предварительной оплатой — применяются для учета электроэнергии бытовых потребителей, живущих в отдаленных и труднодоступных населенных пунктах.

Счетчики с указателем максимальной нагрузки — применяются для расчетов с потребителями по двухставочному тарифу (за израсходованную электроэнергию и максимальную нагрузку).

Телеизмерительные счетчики — служат для учета электроэнергии и дистанционной передачи показаний

К счетчикам специального назначения относятся и образцовые счетчики, предназначенные для поверки счетчиков общего назначения.

- **Номинальное напряжение счетчиков прямого и полукосвенного включения** должно соответствовать номинальному *напряжению сети*, а счетчиков **косвенного** включения — *вторичному* номинальному напряжению трансформаторов напряжения.
- Точно так же **номинальный ток счетчика косвенного или полукосвенного включения** должен соответствовать *вторичному* номинальному току трансформатора тока (5 или 1 А). Счетчики допускают длительную перегрузку по току без нарушения правильности учета: трансформаторные и трансформаторные универсальные—120%; счетчики прямого включения — 200% и более (в зависимости от типа).

Передаточное число счетчика — это число оборотов его диска, соответствующее единице измеряемой энергии. Например, 1 кВт·ч равен 450 оборотам диска. Передаточное число указывается на табличке счетчика.

Постоянная счетчика — это значение энергии, которое он измеряет за 1 оборот диска. Если передаточное число N имеет размерность «оборот на киловатт-час», то его постоянная C , Вт·с/оборот определится по выражению

$$C = \frac{3600 \cdot 1000}{N}$$

Чувствительность счетчика — определяется наименьшим значением тока (в процентах к номинальному) при номинальном напряжении и $\cos\varphi=1$ ($\sin\varphi=1$), который вызывает вращение диска без остановки. При этом допускается одновременное перемещение не более двух роликов счетного механизма. Порог чувствительности не должен превышать: 0,4% — для счетчиков класса точности 0,5; 0,5% — для счетчиков классов точности 1,0; 1,5; 2 и 1,0% — для счетчиков класса точности 2,5 и 3,0.\

Емкость счетного механизма — определяется числом часов работы счетчика при номинальных напряжениях и токе, по истечении которых счетчик дает первоначальные показания. Согласно ГОСТ 6570-75 емкость должна быть не менее 1500 ч.

Собственное потребление мощности (активной и полной) обмотками счетчиков — ограничено стандартом. Так, для трансформаторных и трансформаторных универсальных счетчиков потребляемая мощность в каждой токовой цепи при номинальном токе не должна превышать 2,5 В·А для всех классов точности, кроме 0,5. Мощность, потребляемая одной обмоткой напряжения счетчиков до 250В: для классов точности 0,5; 1; 1,5 — активная 3 Вт, полная 12 В·А, для классов точности 2,0; 2,5; 3,0 — соответственно 2 Вт и 8 В·А.