

57-58 Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Схемы подключения

Измерительные трансформаторы тока и напряжения предназначены для уменьшения первичных токов и напряжений до значений, наиболее удобных для подключения измерительных приборов, реле защиты, устройств автоматики. Применение измерительных трансформаторов обеспечивает безопасность работающих, так как цепи высшего и низшего напряжения разделены, а также позволяет унифицировать конструкцию приборов и реле.

Трансформаторы тока классифицируют:

- **по конструкции** — втулочные, встроенные, проходные, опорные, шинные, разъёмные;
- **роду установки** — наружные, для закрытых и комплектных распределительных устройств;
- **числу ступеней трансформации** — одноступенчатые и каскадные;
- **коэффициентам трансформации** — с одним или несколькими значениями;
- **числу и назначению вторичных обмоток.**

Буквенные обозначения:

- **Т** — трансформатор тока;
- **Ф** — с фарфоровой изоляцией;
- **Н** — наружной установки;
- **К** — каскадный, с конденсаторной изоляцией или катушечный;
- **П** — проходной;
- **О** — одновитковый стержневой;
- **Ш** — одновитковый шинный;
- **В** — с воздушной изоляцией, встроенный или с водяным охлаждением;
- **Л** — с литой изоляцией;

- М — маслonaполненный, модернизированный или малогабаритный;
- Р — для релейной защиты;
- Д — для дифференциальной защиты;
- З — для защиты от замыканий на землю.

Технические характеристики трансформаторов тока

Номинальный первичный и вторичный ток трансформаторов тока

Трансформаторы тока характеризуются номинальным первичным током $I_{НОМ1}$ (стандартная шкала номинальных первичных токов содержит значения от 1 до 40000 А) и номинальным вторичным током $I_{НОМ2}$, который принят равным 5 или 1 А. Отношение номинального первичного к номинальному вторичному току представляет собой коэффициент трансформации

$$KTA = I_{НОМ1} / I_{НОМ2}$$

Токовая погрешность трансформаторов тока

Трансформаторы тока характеризуются токовой погрешностью в процентах и угловой погрешностью (в минутах). В зависимости от токовой погрешности измерительные трансформаторы тока разделены на пять классов точности: 0,2; 0,5; 1; 3; 10. Наименование класса точности соответствует предельной токовой погрешности трансформатора тока при первичном токе, равном 1—1,2 номинального. Для лабораторных измерений предназначены трансформаторы тока класса точности 0,2, для присоединений счётчиков электроэнергии — трансформаторы тока класса 0,5, для присоединения щитовых измерительных приборов - классов 1 и 3.

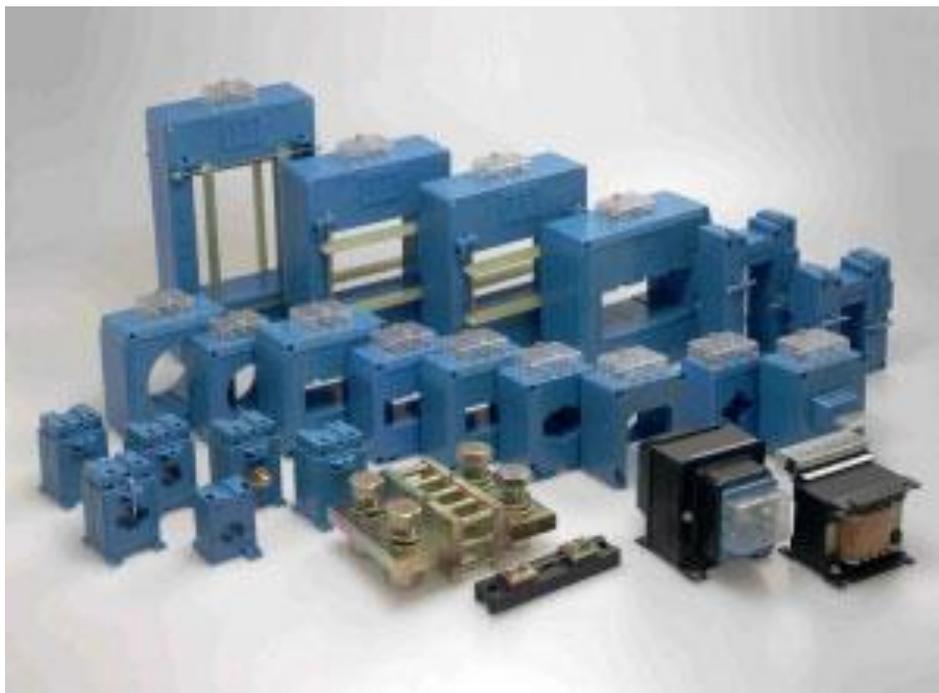
Нагрузка трансформаторов тока

Нагрузка трансформатора тока — это полное сопротивление внешней цепи Z_2 , выраженное в омах. Сопротивления r_2 и x_2 представляют собой сопротивление приборов, проводов и контактов. Нагрузку трансформатора можно также характеризовать кажущейся мощностью S_2 В*А. Под номинальной нагрузкой трансформатора тока $Z_{2НОМ}$ понимают нагрузку, при которой погрешности не выходят за пределы, установленные для

трансформаторов данного класса точности. Значение $Z_{2ном}$ даётся в каталогах.

Электродинамическая стойкость трансформаторов тока

Электродинамическую стойкость трансформаторов тока характеризуют номинальным током динамической стойкости $I_{м.дин}$. Термическая стойкость определяется номинальным током термической стойкости I_T или отношением $k_T = I_T / I_{ном}$ и допустимым временем действия тока термической стойкости t_T .



Конструкции трансформаторов тока

По конструкции различают трансформаторы тока катушечные, одновитковые (типа ТПОЛ), многovitковые с литой изоляцией (типа ТПЛ и ТЛМ). Трансформатор типа ТЛМ предназначен для КРУ и конструктивно совмещен с одним из штепсельных разъемов первичной цепи ячейки.

Для больших токов применяют трансформаторы типа ТШЛ и ТПШЛ, у которых роль первичной обмотки выполняет шина.

Электродинамическая стойкость таких трансформаторов тока определяется стойкостью шины.

Встроенные трансформаторы тока



Для ОРУ выпускают трансформаторы тока типа ТФН в фарфоровом корпусе с бумажно-масляной изоляцией и каскадного типа ТРН. Для релейной защиты имеются специальные конструкции. На выводах масляных баковых выключателей и силовых трансформаторов напряжением 35 кВ и выше устанавливаются встроенные трансформаторы тока. Погрешность их при прочих равных условиях больше, чем у отдельно стоящих трансформаторов.

Технические характеристики измерительных трансформаторов напряжения

Номинальные первичное и вторичное напряжение измерительных трансформаторов напряжения

Трансформаторы напряжения характеризуются номинальными значениями первичного напряжения, вторичного напряжения (обычно 100 В), коэффициента трансформации $K=U_{1ном}/U_{2ном}$.

В зависимости от погрешности различают следующие классы точности трансформаторов напряжения: 0,2;0,5; 1:3.

Нагрузка трансформаторов напряжения

Вторичная нагрузка трансформатора напряжения — это мощность внешней вторичной цепи. Под номинальной вторичной нагрузкой понимают наибольшую нагрузку, при которой погрешность не выходит за допустимые пределы, установленные для трансформаторов данного класса точности.

Конструкции трансформаторов напряжения

В установках напряжением до 10 кВ применяются трёхфазные и однофазные трансформаторы, при более высоких напряжениях — только однофазные. При напряжениях до 20 кВ имеется большое число типов трансформаторов напряжения: сухие (НОС), масляные (НОМ, ЗНОМ, НТМИ, НТМК), с литой изоляцией (ЗНОЛ). Следует отличать однофазные двухобмоточные трансформаторы НОМ от однофазных трехобмоточных трансформаторов ЗНОМ. Трансформаторы типов ЗНОМ-15, -20 -24 и ЗНОЛ-06 устанавливаются в комплектных токопроводах мощных генераторов. В установках напряжением 110 кВ и выше применяют трансформаторы напряжения каскадного типа НКФ и емкостные делители напряжения НДЕ.

Схемы включения трансформаторов напряжения

В зависимости от назначения могут применяться разные схемы включения трансформаторов напряжения. Два однофазных трансформатора напряжения, соединённые в неполный треугольник, позволяют измерять два линейных напряжения. Целесообразна такая схема для подключения счётчиков и ваттметров. Для измерения линейных и фазных напряжений могут быть использованы три однофазных трансформатора (ЗНОМ, ЗНОЛ), соединённые по схеме «звезда — звезда», или трехфазный типа НТМИ. Так же соединяются в трехфазную группу однофазные трёхобмоточные трансформаторы типа ЗНОМ и НКФ.

Присоединение расчётных счётчиков к трёхфазным трансформаторам напряжения не рекомендуется, т.к. они имеют, обычно, несимметричную магнитную систему и увеличенную погрешность. Для этой цели желательно устанавливать группу из двух однофазных трансформаторов соединённых в неполный треугольник.

Трансформаторы напряжения выбирают по условиям $U_{уст} \leq U_{1ном}$, $S_2 \leq S_{2ном}$ в намечаемом классе точности. За $S_{2ном}$ принимают мощность всех трёх фаз однофазных трансформаторов напряжения, соединённых по схеме звезды, и удвоенную мощность однофазного трансформатора, включённого по, схеме неполного треугольника.



Трёхфазный типа НТМИ
масляное охлаждение с
естественной циркуляцией
масла и воздуха



Двухполюсный незаземляемый
типа НИОЛ-СТ с литой изоляцией
воздушным охлаждением



Высоковольтный типа НИОЛ
заземляемый литой корпус со
встроенным предохранителем



Трёхфазная антирезонансная
группа типа ЗНОЛ литой
корпус с предохранителями



Однофазный заземляемый
типа НИОЛ-СТ с литым
корпусом встроенным
предохранителем



Однофазный типа ЗНОЛП
с литой изоляцией со
встроенным предохранителем



Заземляемый в виде опорной
конструкции типа ЗНОЛ-НТЗ
в литом корпусе



Однофазный с масляной
изоляцией типа ЗНОМ с
естественным охлаждением

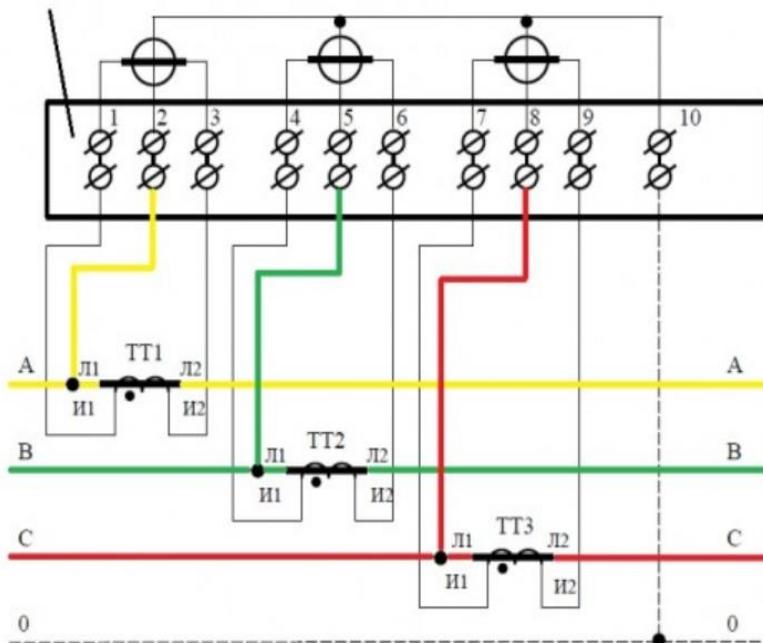


Однофазный опорный с
литой изоляцией типа НОЛ

В случае того, если потребление электроэнергии превышает показатель в 100 Ампер, прямое включение счётчика не подойдёт. В таких случаях прибор учёта подсоединяется через трансформаторы тока.

Схема подключения счётчика с трансформаторами тока

Клеммные зажимы электросчетчика



Под обозначением **ТТ1-ТТ3** подразумеваются трансформаторы тока.

Л1, Л2 – выводы линейных обмоток трансформаторов тока.

И1, И2 – выводы измерительных обмоток трансформаторов тока.

При высоком напряжении добавляются трансформаторы напряжения

Клеммные зажимы
электросчетчика

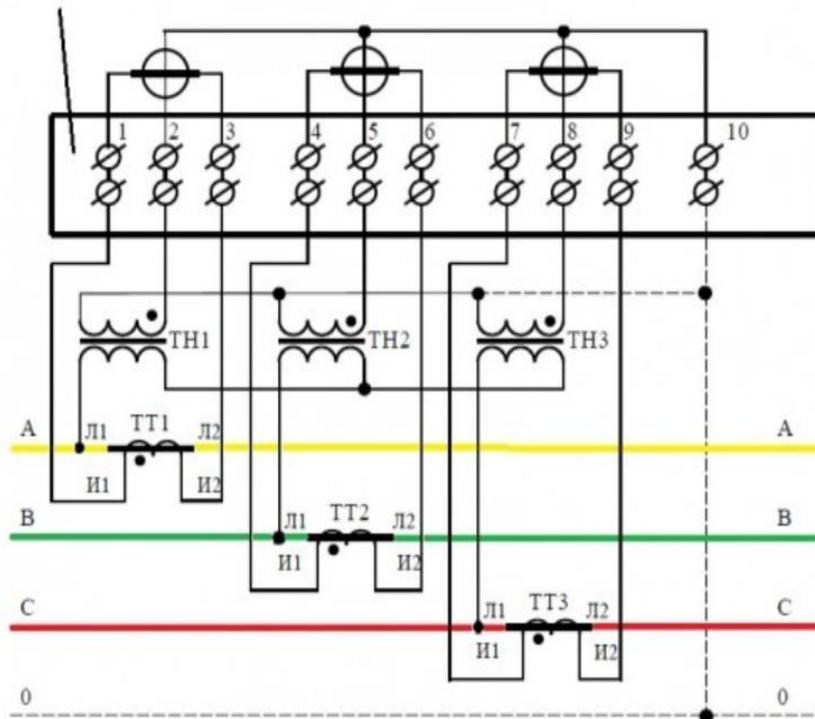


Схема подключения счётчика с трансформаторами тока и напряжения

Под обозначением **ТН1-ТН3** подразумеваются **трансформаторы напряжения**, а соответственно **ТТ1-ТТ3** - это **трансформаторы тока**. Также посмотрите на пунктирное обозначение: так показана общая точка заземления трансформаторов, которая выполняется с целью обеспечения безопасности, но она может также и отсутствовать.

Л1, Л2 – выводы линейных обмоток трансформаторов тока.

И1, И2 – выводы измерительных обмоток трансформаторов тока.