**Тема: Электрические станции и подстанции**

**Лекция№ 13** . **ВЫБОР И ПРОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СХЕМАХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК.**

Оглавление

[13.1 Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока. 1](#_Toc427493409)

[13.2 Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения. 3](#_Toc427493410)

# 13.1 Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока.

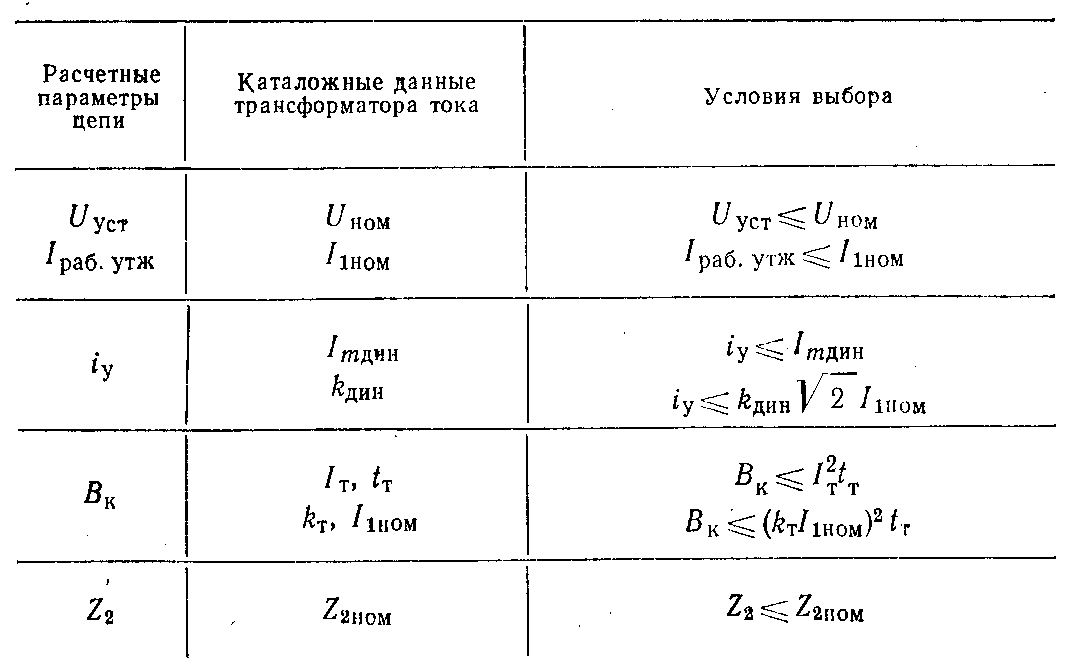
Трансформаторы тока характеризуются номинальным первичным током *I1ном*(стандартная шкала номинальных первичных токов содержит значения от 1 до 40 000 А) и номинальным вторичным током *I2ном*, который принят равным 5 или 1 А. Отношение номинального первичного к номинальному вторичному току представляет собой коэффициент трансформации *K=I1ном/I2ном.*

Трансформаторы тока характеризуются токовой погрешностью Δ*I*=(*I2K*—*I1*)100/*I* (в процентах) и угловой погрешностью *δ* (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 — класса 0,5, для присоединения щитовых измерительных приборов — классов 1 и 3.

Нагрузка трансформатора тока — это полное сопротивление внешней цепи *Z2*, выраженное в омах. Сопротивления *r*2 и *х2*представляют собой сопротивление приборов, проводов и контактов. Нагрузку трансформатора можно также характеризовать кажущейся мощностью *S2 = I22ном Z2* В-А. Под номинальной нагрузкой трансформатора тока Z2hом понимают нагрузку, при которой погрешности не выходят за пределы, установленные для трансформаторов данного класса точности. Значение Z2ном дается в каталогах.

Электродинамическую стойкость трансформаторов тока характеризуют номинальным током динамической стойкости *Imдин* или отношением *kдин=Imдин/(√2I1ном )* Термическая стойкость определяется номинальным током термической стойкости *IT* или отношением *kT = IT/I1ном* и допустимым временем действия тока термической стойкости *tТ*.

Условия выбора трансформаторов тока:



Рассмотрим подробнее, как рассчитывается нагрузка *Z2*. Индуктивное сопротивление токовых цепей невелико, поэтому *Z2 ≈r2*. Вторичная нагрузка состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

*Z2=rприб+rпр +rк*

Сопротивление приборов *rприб=Sприб/I22ном*, где *Sприб* — мощность, потребляемая приборами.

Трансформаторы тока установлены во всех цепях (цепи генераторов, трансформаторов, линий и пр.). Необходимые измерительные приборы в цепи выбираются по разработанным рекомендациям. Необходимо также учесть схемы включения и распределение приборов по комплектам или сердечникам трансформаторов тока.

Сопротивление контактов *rк* принимают равным 0,05 Ом при двух-трех и 0,1 Ом — при большем числе приборов.

Зная *Z2hом*, определяем допустимое сопротивление *rпр= Z2hом –* *rприб-rк* и площадь сечения провода *S=ρlрасч/rпр*, где *ρ* — удельное сопротивление материала провода; *lрасч*— расчетная длина, зависящая от схемы соединения трансформатора тока и расстояния *l* от трансформаторов тока до приборов: при включении в неполную звезду *lрасч* = √З *l* при включении в звезду *lрасч= l*; при включении в одну фазу *lрасч=2l*.

Для разных присоединений принимается приблизительно следующая длина соединительных проводов I (в метрах):

Все цепи ГРУ 6—10 кВ, кроме линий к потребителям . 40—60

Линии 6—10 кВ к потребителям . 4—6

Цепи генераторного напряжения блочных станций 20—40

Все цепи РУ 35 кВ 60—75

Все цепи РУ ПО кВ 75—100

Все цепи РУ 220 кВ 100—150

Все цепи РУ 330—500 кВ 150—175

Для подстанций указанные длины снижают на 15—20%.

Полученная площадь сечения не должна быть меньше 4 мм2 для проводов с алюминиевыми жилами и 2,5 мм2 для проводов с медными жилами — по условиям механической прочности. Провода с площадью сечения больше 6 мм2 обычно не применяются.

# 13.2 Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения.

Трансформаторы напряжения характеризуются номинальными значениями первичного напряжения, вторичного напряжения (обычно 100 В или 100/√З В), коэффициента трансформации *K=U1ном/U*2ном В зависимости от погрешности различают следующие классы точности трансформаторов напряжения: 0,2; 0,5; 1; 3.

Вторичная нагрузка трансформатора напряжения—это мощность внешней вторичной цепи ; под номинальной вторичной нагрузкой S2ном понимают наибольшую нагрузку, при которой погрешность не выходит за допустимые пределы, установленные для трансформаторов данного класса точности.

В установках напряжением до 18 кВ применяются трехфазные 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 двух обмоточные 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.

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, соединённые по схеме «звезда — звезда», или трёхфазный типа НТМИ, третья обмотка которого соединена в разомкнутый треугольник и используется для присоединения реле защиты от замыканий на землю. Так же соединяются в трёхфазную группу однофазные трехобмоточные трансформаторы типа ЗНОМ и НКФ.

Трансформаторы напряжения выбирают по условиям *Uуст≤U1ном*, *S2≤S2ном* в намечаемом классе точности. За *S2ном* принимают мощность всех трех фаз однофазных трансформаторов напряжения, соединенных по схеме звезды, и удвоенную мощность однофазного трансформатора, включённого по схеме неполного треугольника.

Перечень измерительных приборов для расчетной цепи принимается на основании рекомендаций. Расчетную нагрузку приборов для упрощения расчётов не разделяют по фазам, тогда получают . При определении вторичной нагрузки сопротивление соединительных проводов не учитывают, так как оно мало, однако сопротивление проводов создает дополнительную потерю напряжения. Согласно ПУЭ потеря напряжения в проводах от трансформаторов к счетчикам не должна превышать0,5%, а в проводах к щитовым измерительным приборам - 3%. Обычно площадь сечения проводов принимают из условия механической прочности равной 1,5 и 2 мм2 соответственно для медных и алюминиевых проводов.