

Измерительные трансформаторы напряжения.

а) Общие сведения и схемы соединения

Трансформатор напряжения предназначен для понижения высокого напряжения до стандартного значения 100 или 100/√3 В и для отделения цепей измерения и релейной защиты от первичных цепей высокого напряжения. Схема включения однофазного трансформатора напряжения показана на **рис. 1**; первичная обмотка включена на напряжение сети U₁, а ко вторичной обмотке (напряжение U₂) присоединены параллельно катушке измерительных приборов и реле.

Для безопасности обслуживания один выход вторичной обмотки заземлен. ТН в отличие от трансформатора тока работает в режиме, близкому к ХХ, т.к. сопротивление параллельных катушек приборов и реле большое, а ток, потребляемый ими, не велик.

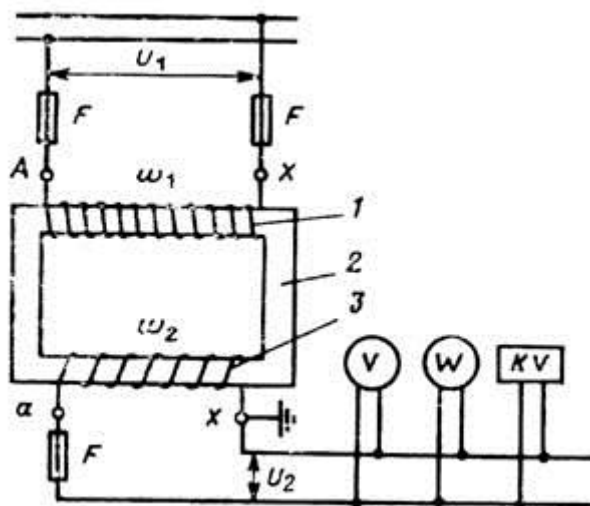


Рис.1 Схема включения трансформатора напряжения :

- 1- первичная обмотка;
- 2- магнитопровод;
- 3- вторичная обмотка;

Номинальный коэффициент трансформации определяется следующим выражением:

$$K_U = \frac{U_{1ном}}{U_{2ном}}$$

где U_{1ном}, U_{2ном} – номинальные первичное и вторичное напряжение соответственно.

Рас рассеяние магнитного потока и потери в сердечнике приводят к погрешности измерения

$$\Delta U\% = \frac{K_U U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100$$

Так же как и трансформаторах тока, вектор вторичного напряжения сдвинут относительно вектора первичного напряжения не точно на угол 180°. Это определяет угловую погрешность.

В зависимости от номинальной погрешности различают классы точности 0,2; 0,5; 1; 3.

Погрешность зависит от конструкции магнитопровода, магнитной проницаемости стали и от cos φ вторичной нагрузки. В конструкции трансформаторов напряжения предусматривается компенсация погрешности по напряжению путем некоторого уменьшения числа витков первичной обмотки, а также компенсация угловой погрешности за счет специальных компенсирующих обмоток.

Суммарное потребление обмоток измерительных приборов и реле, подключенных ко вторичной обмотке ТН, не должно превышать номинальную мощность ТН, т.к. в противном случае это приведет к увеличению погрешностей.

В зависимости от назначения могут применяться ТН с различными схемами соединения обмоток. Для измерения трех междуфазных напряжений можно использовать два однофазных двухобмоточных трансформатора НОМ, НОС, НОЛ, соединенных по схеме открытого треугольника (рис. 2, а), а также трехфазный двухобмоточный трансформатор НТМК, ЗНОЛ, обмотки которого соединены в звезду (рис.2,б). Для измерения напряжения относительно земли могут применяться 3 однофазных трансформатора, соединенных по схеме Y0/Y0, или трехфазный трехобмоточный трансформатор НТМИ (рис.2, в). В последнем случае обмотка, соединенная в звезду, используется для присоединения измерительных приборов, а к обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, присоединяется реле

защиты от замыканий на землю. Таким же образом в трехфазную группу соединяются однофазные трехобмоточные трансформаторы типа ЗНОМ и каскадные трансформаторы НКФ.

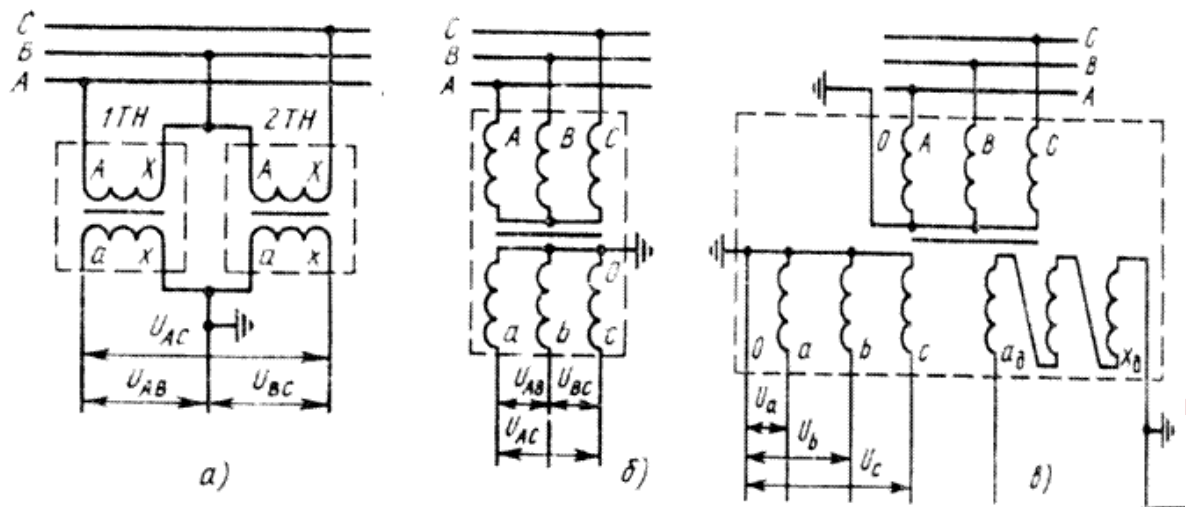


Рис. 2. Схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.

б) Конструкции трансформаторов напряжения

По конструкции различают трехфазные и однофазные трансформаторы. Трехфазные трансформаторы напряжения применяются при напряжении до 18 кВ, однофазные – на любые напряжения. По типу изоляции трансформаторы могут быть сухими, масляными и с литой изоляцией.

Обмотки сухих трансформаторов выполняются проводом ПЭЛ а изоляцией между обмотками служит элетрокартон. Такие трансформаторы применяются в установках до 1000 В (НОС-0,5-трансформатор напряжения однофазный, сухой, на 0,5 кВ).

Трансформаторы напряжения с масляной изоляцией применяются на напряжение 6-1150 кВ закрытых и открытых РУ. В таких трансформаторах обмотки и магнитопровод залиты маслом, которое служит для изоляции и охлаждения. Следует отличать однофазные двухобмоточные трансформаторы НОМ-6, НОМ-10, НОМ-15, НОМ-35 от однофазных трехобмоточных ЗНОМ-15, ЗНОМ-20, ЗНОМ-35.

Схема обмоток первых показана на рис.3,а.Такие трансформаторы имеют два ввода ВН и два ввода НН, их можно соединить по схемам открытого треугольника, звезды, треугольника. У трансформаторов второго типа (рис.3,б) один конец обмотки ВН заземлен, единственный ввод ВН расположен на крышке, а вводы НН – на боковой стенке. Обмотка ВН рассчитана на фазное напряжение, основная обмотка НН – на $100/\sqrt{3}$ В, дополнительная обмотка – на $100/3$ В. Такие трансформаторы называются заземляемыми и соединяются по схеме, показанной на рис. 2,в.

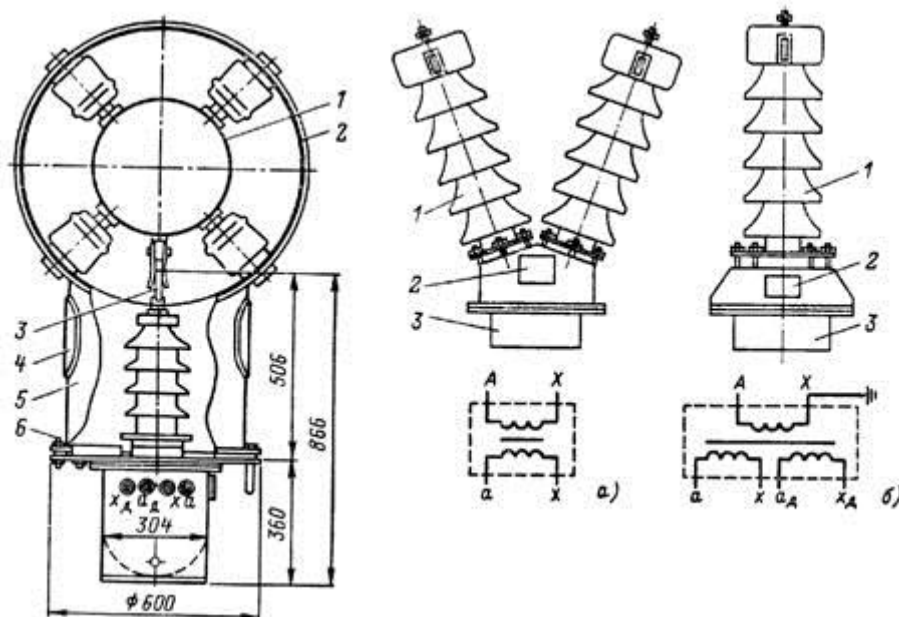


Рис.3. Трансформаторы напряжения однофазные масляные: а)- НОМ-35; б)- ЗНОМ-35; 1- ввод ВН; 2- коробка вводов НН; 3- бак.

Рис. 4. Установка трансформатора напряжения ЗНОМ-20 в комплектном токопроводе.

Трансформаторы типов ЗНОМ-15, ЗНОМ-20, ЗНОМ-24 устанавливаются в комплектных шинопроводах мощных генераторов. Для уменьшения потерь от намагничивания их баки выполняются из немагнитной стали.

На рисунке 3 показана установка такого трансформатора в комплектном токопроводе. Трансформатор с помощью ножевого контакта 3, расположенного на вводе ВН, присоединяется к пружинящим контактам, закреплённым на токопроводе 1, закрытом экраном 2. К патрубку 5 со смотровыми люками 4 болтами 6 прикреплена крышка трансформатора. Таким образом, ввод ВН трансформатора находится в закрытом отростке экрана токопровода. Зажимы обмоток НН выведены на боковую стенку бака и закрываются отдельным кожухом.

Трёхфазные масляные трансформаторы типа НТМИ имеют пятистержневой магнитопровод и три обмотки, соединенные по схеме, показанной на рисунке 2, в. Такие трансформаторы предназначены для присоединения приборов контроля изоляции.

Все шире применяются трансформаторы напряжения с литой изоляцией. Заземляемые трансформаторы напряжения ЗНОЛ-06 имеют пять исполнений по номинальному напряжению: 6, 10, 15, 20 и 24 кВ. Магнитопровод в них ленточный, разрезной, С-образный, что позволило увеличить класс точности до 0,2. Такие трансформаторы имеют небольшую массу, могут устанавливаться в любом положении, пожаробезопасны. Трансформаторы ЗНОЛ-06 предназначены для установки в КРУ и комплектных токопроводах вместо масляных трансформаторов НТМИ и ЗНОМ, а трансформаторы серии НОЛ.08 – для замены НОМ-6 и НОМ-10.

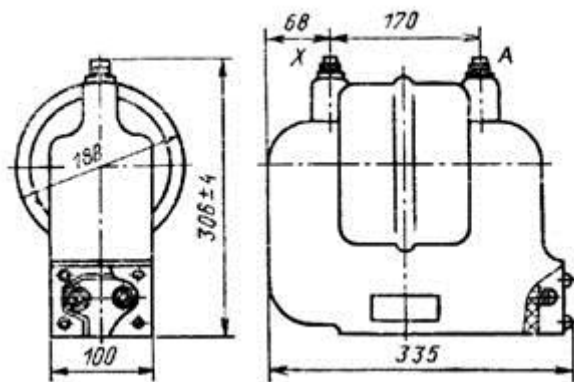


Рис. 5. Трансформатор напряжения на переднем торце трансформатора НОЛ.08-6.

На рис. 5. показан однофазный двух обмоточный трансформатор с незаземленными выводами типа НОЛ.08-6 на 6 кВ. Трансформатор представляет собой литой блок, в который залиты обмотки и магнитопровод. Выводы первичной обмотки А,Х, выводы вторичной обмотки расположены и закрыты крышкой.