

ВТОРИЧНЫЕ ЦЕПИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока

Трансформаторы тока (ТТ) имеют следующую маркировку выводов: L_1 и L_2 – первичные обмотки, I_1 и I_2 – вторичные обмотки. Однополярными выводами являются L_1 и I_1 . Трансформаторы тока, как правило, устанавливаются выводом L_1 к шинам, а вывод к защите берется с I_1 . На рис. 1-18 представлены типовые схемы соединения вторичных цепей трансформаторов тока.

На рис. 1-18, а представлена схема соединения в звезду при установке ТТ в каждой фазе. При такой схеме в симметричном режиме в нулевом проводе проходит только ток небаланса, обусловленный погрешностями ТТ. В нулевом проводе ток появляется при однофазных коротких замыканиях (к. з.), поэтому можно считать, что реле, включенные в нулевой провод, включены на фильтр тока нулевой последовательности. Схема соединения ТТ в звезду наиболее распространенная, широко применяется для защиты от междуфазных и однофазных к. з., для устройств автоматики и измерений.

Если реле, установленные в фазных проводах, не используются, то эта схема упрощается и принимает вид схемы на рис. 1-18, б.

На рис. 1-18, в дана схема соединения ТТ в неполную звезду при установке ТТ в двух фазах. Такая схема используется для выполнения защит от междуфазных к. з. в двух- и трехрелейном исполнении, особенно присоединений с изолированной нейтралью. В нулевом проводе проходит сумма токов двух фаз.

На рис. 1-18, г приведена схема соединения ТТ в треугольник при установке ТТ в трех фазах. Схема применяется для выполнения дифференциальных защит трансформаторов, когда необходимо компенсировать фазовый сдвиг токов при соединении обмоток

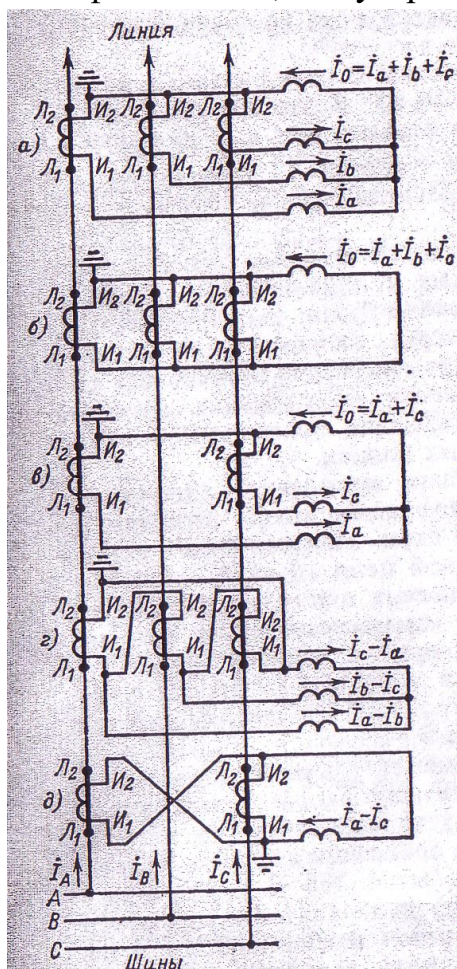


Рис. 1-18. Схемы соединения вторичных обмоток ТТ.

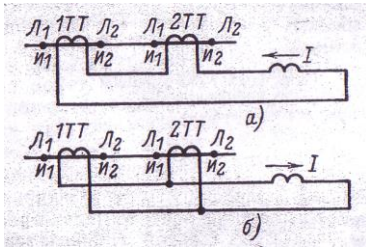


Рис. 1-19. схемы последовательного и параллельного включений вторичных обмоток ТТ.

трансформатора звезда – треугольник. В фазном проводе проходит разность токов двух фаз.

На рис. 1-18, д дана схема соединения ТТ на разность токов двух фаз, используется для выполнения защиты от междуфазных к. з. в однорелейном исполнении.

В некоторых случаях для уменьшения нагрузки на ТТ применяются схемы с последовательным соединением ТТ (рис. 1-19, а). У установленных в одной фазе ТТ с соблюдением полярностей соединяются первичные обмотки (L_2 1ТТ и L_1 2ТТ) и вторичные обмотки (I_2 1ТТ и I_1 2ТТ), выводы вторичных цепей в этом случае берут с I_1 1ТТ и I_2 2ТТ. Такое включение ТТ обеспечивает неизменный вторичный ток, равный $I_2 = I_1 / n_{ТТ}$, но позволяет в 2 раза увеличить нагрузку на ТТ. Схема имеет тот же коэффициент трансформации, что и каждый ТТ.

Значительно реже применяются схемы с параллельным включением вторичных обмоток ТТ (рис. 1-19, б). В этом случае коэффициент трансформации схемы в 2 раза меньше, чем $n_{ТТ}$ каждого ТТ, а нагрузка на него вдвое больше. Это свойство ТТ используют, когда необходимо получить малые или нестандартные коэффициенты трансформации.

Проверка правильности соединения вторичных цепей трансформаторов тока

Полностью собранные и подключенные к защите или устройству электроавтоматики токовые цепи, как правило, проверяются первичным током. Эта проверка является завершающей, поэтому желательно замеры производить прибором ВАФ-85 (или другим аналогичным) без разрыва токовых цепей. При необходимости подключения приборов непосредственно в токовую цепь подключение производится на испытательных зажимах или испытательных блоках.

Проверка токовых цепей может быть выполнена однофазным или трехфазным током. Проверка однофазным током выполняется по одной из приведенных на рис. 1-20 схем. Нагрузочным устройством $HУ$ устанавливают ток в первичной цепи 10-20% номинального значения и, измеряя токи во вторичных цепях, проверяют выполнение токовых цепей. Соотношения измеряемых токов при правильном выполнении токовых цепей и при наиболее вероятных ошибках и неисправностях приведены в табл. 1-7 – 1-10. Проверку токовых цепей ТТ, соединенных в треугольник, производят дважды, например при подаче тока в фазы $A - B$ и $B - C$.

Проверка трехфазным током применяется главным образом при наладке дифференциальных защит трансформаторов, генераторов, мощных электродвигателей. Для этого устанавливается трехфазная закоротка на одной из сторон силового трансформатора, а на другую подается трехфазное напряжение, обычно 380 В, но иногда и 6 кВ в зависимости от реактивного сопротивления трансформатора. До испытаний предварительно рассчитывается возможный ток и определяется, с какой стороны трансформатора необходимо установить закоротку. Ожидаемый испытательный ток $I_{исп}$, А, можно оценить по упрощенной формуле, не учитывающей падение напряжения в источнике питания:

$$I_{исп} = I_n U_{исп} 100\% / U_n u_k \%,$$

где $U_{исп}$ – испытательное напряжение, подводимое к трансформатору; I_n и U_n – номинальные ток и напряжение той обмотки трансформатора, на которую подается испытательное напряжение; $u_k\%$ – напряжение короткого замыкания испытываемого трансформатора. Полученное значение $I_{исп}$ не должно превышать номинального тока трансформатора и должно быть меньше допустимого тока источника питания.

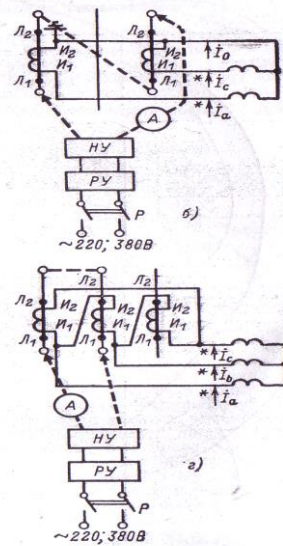
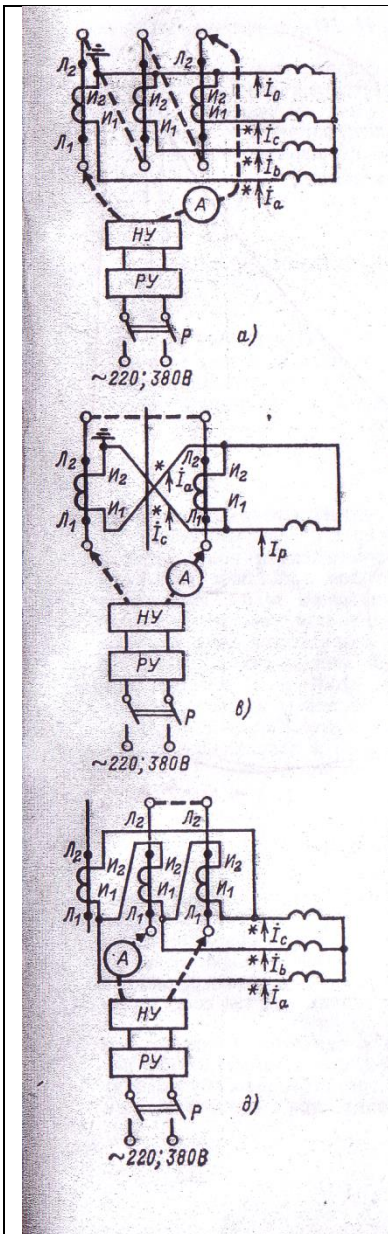
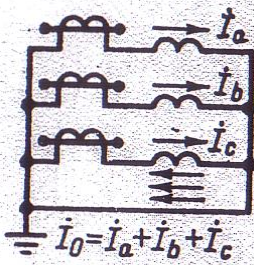
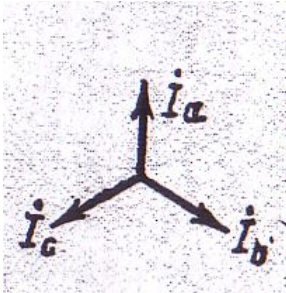

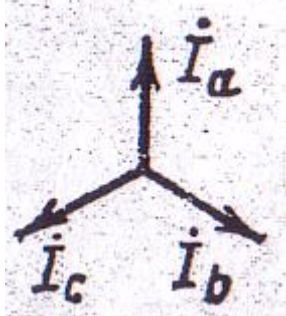
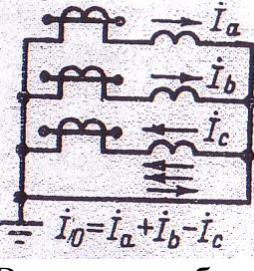
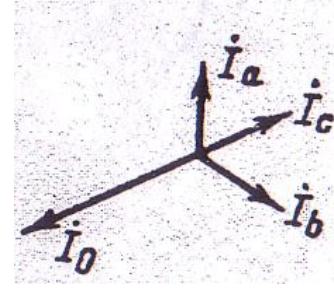


Рис. 1-20. Схемы проверки токовых цепей первичным однофазным током. *а* – по схеме полной звезды; *б* – по схеме неполной звезды; *в* – по схеме на разность токов; *г* – по схеме треугольника, ток подан на фазы *АВ*; *д* – по схеме треугольника, ток подан на фазы *ВС*; *Р* – рубильник; *РУ* – регулировочное устройство; *НУ* – нагрузочное устройство; *А* – прибор для измерения первичного тока, стрелками указаны места измерения вторичных токов ВАФ-85; — — — соединения первичной испытательной схемы.

Таблица 1-7

Выполнение схемы токовых цепей	Вторичные токи при проверке первичным током по однофазной схеме на рис. 1-20, а	Проверка трехфазным током от постороннего источника или током нагрузки	
		Вторичные токи	Векторная диаграмма токов для режима активной нагрузки
 <p>Схема выполнена правильно</p>	$I_a = I_b = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = 3 I_1/n_{\text{ТТ}}$	$I_a = I_b = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = I_{\text{нб}}$	
 <p>Обрыв нулевого провода</p>	$I_a \approx I_b \approx I_c \approx 0$ <p>или $\ll I_1/n_{\text{ТТ}}$</p> $I_0 = 0$	$I_a = I_b = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = 0$	
 <p>Вторичная обмотка ТТ в фазе С включена с обратной полярностью</p>	$I_a = I_b = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = I_1/n_{\text{ТТ}}$	$I_a = I_b = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = 2 I_1/n_{\text{ТТ}}$	

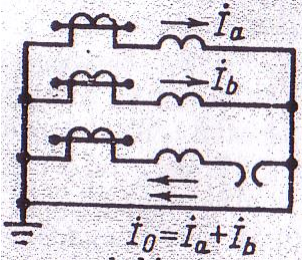
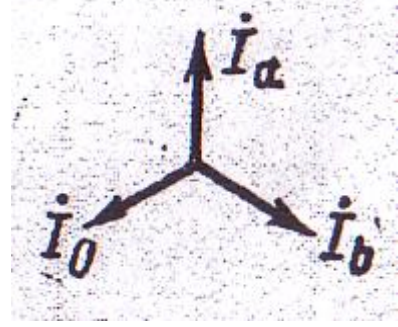
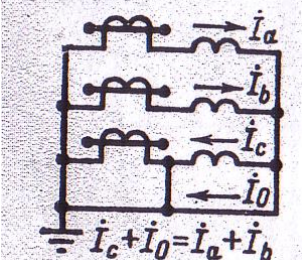
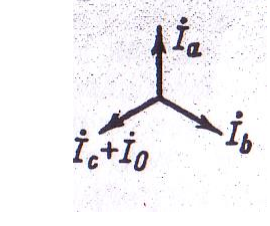
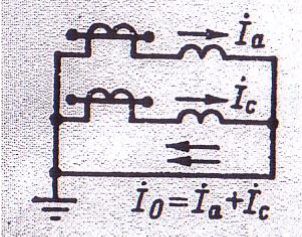
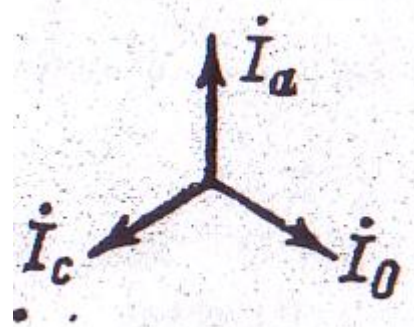
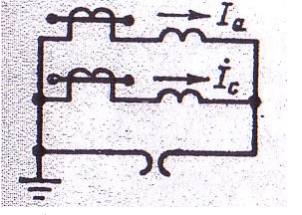
 <p>Обрыв цепи или вторичной обмотки III фазы С</p>	$I_a = I_b = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_c = 0;$ $I_0 = 2 I_1/n_{\text{ТТ}}$	$I_a = I_b = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_c = 0;$ $I_0 = I_1/n_{\text{ТТ}}$	
 <p>Закорочен ТТ фазы С</p>	$I_a = I_b = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_c + I_0 = 2 I_1/n_{\text{ТТ}}$	$I_a = I_b = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_c + I_0 = I_1/n_{\text{ТТ}}$	

Таблица 1-8

Выполнение схемы токовых цепей	Вторичные токи при проверке первичным током по однофазной схеме на рис. 1-20, а	Проверка трехфазным током от постороннего источника или током нагрузки	
		Вторичные токи	Векторная диаграмма токов для режима активной нагрузки
 <p>Схема выполнена правильно. Схема выполнена правильно</p>	$I_a = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = 2 I_1/n_{\text{ТТ}}$	$I_a = I_c = I_1/n_{\text{ТТ}}$ $I_0 = I_1/n_{\text{ТТ}}$	
 <p>Обрыв нулевого провода</p>	$I_a = I_c \approx 0$ <p>или $\ll I_1/n_{\text{ТТ}}$</p> $I_0 = 0$	$I_a = I_c$ $I_0 = 0$ <p>Токи малы, зависят от параметров ТТ</p>	<p>Векторная диаграмма неопределенная</p>