

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Тулкинов Илхом Дилшодивич

Студент Джизакского политехнического института

**Аннотация:** В этой статье были исследованы методика испытаний трансформаторов тока, а также пути оптимального управления режимами работы систем электроснабжения при высокоскоростном движении. На участках со скоростным и высокоскоростным движением система внешнего электроснабжения должна обеспечивать двухстороннее питание тяговых потребителей по высоковольтным линиям, подвешенным на отдельных опорах. Измерения могут производиться любым способом: одинарными и двойными мостами, методом амперметра-вольтметра. Зажимы мостов постоянного тока и выводы вторичных обмоток необходимо соединять в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. Одинарные мосты не рекомендуется использовать при значениях измеряемого сопротивления менее 1 Ом.

**Ключевые слова:** электроснабжение, энергосистемы, оптимальное управление, высокоскоростное движение, электроэнергетика, трансформаторы.

**Abstract:** In this article, the test methods of current transformers were investigated, as well as the ways of optimal control of the operating modes of power supply systems in high-speed traffic. In areas with high-speed and high-speed traffic, the external power supply system must provide two-way power to traction consumers via high-voltage lines suspended on separate supports. Measurements can be made in any way: by single and double bridges, by the ammeter-voltmeter method. The DC bridge terminals and the secondary winding terminals must be connected in accordance with the operating instructions of the device. It is not recommended to use single bridges when the measured resistance is less than 1 ohm.

**Keywords:** power supply, power systems, optimal control, high and low -speed traffic, electric power industry, transformers.

Трансформаторы тока играют важную роль в контроле и защите электроэнергетических систем. КТ - это измерительные трансформаторы, используемые для преобразования первичного тока в пониженный вторичный ток для использования со счетчиками, реле, управляющим оборудованием и другими приборами.

Важность испытаний измерительных трансформаторов часто недооценивается. Трансформаторы тока для измерительных целей должны иметь высокую степень точности для обеспечения точного выставления счетов, в то время как те, которые используются для защиты, должны реагировать быстро и правильно в случае неисправности.

Такие риски, как путаница измерительных трансформаторов для измерения и защиты или смешивание соединений, могут быть значительно снижены путем тестирования перед первоначальным использованием. В то же время электрические изменения в КТ, вызванные, например, старением изоляции, могут быть выявлены на ранней стадии.

По этим и многим другим причинам очень важно регулярно проверять и калибровать трансформаторы тока и подключенные к ним приборы.

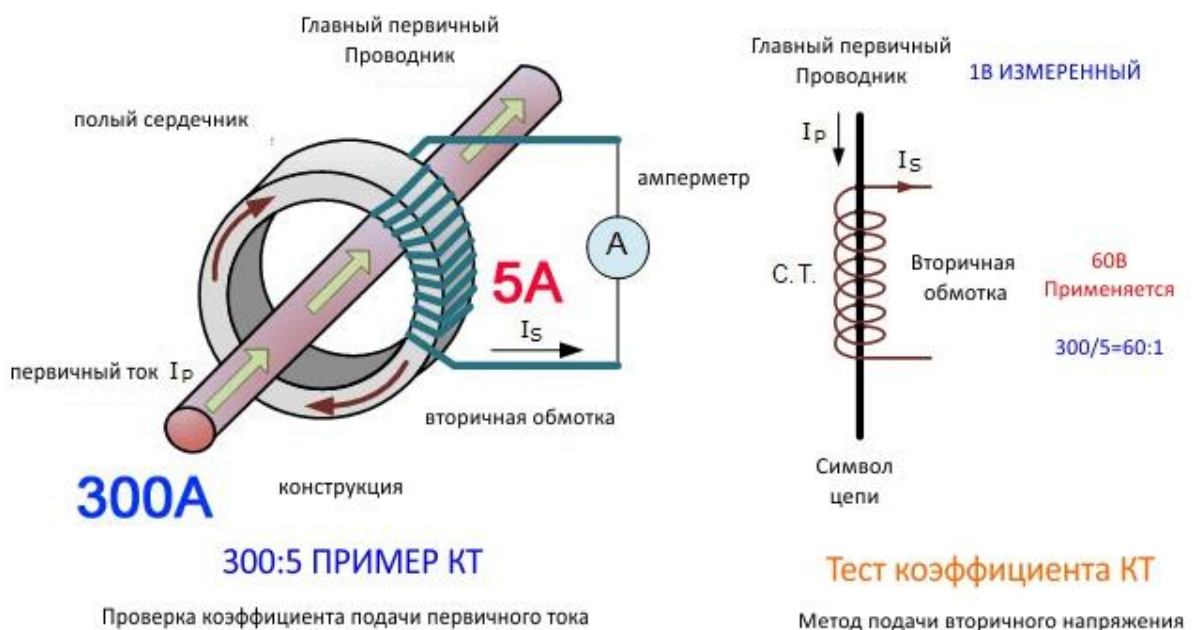
Существует разные методы электрических испытаний, которые должны быть выполнены на КТ, чтобы обеспечить точность и оптимальную надежность обслуживания:

### 1. Испытание Коэффициента

Коэффициент КТ описывается как отношение входного первичного тока к выходному вторичному току при полной нагрузке. Например, КТ с соотношением 300:5 будет производить 5 ампер вторичного тока, когда 300 ампер протекают через первичную. Если первичный ток изменится, то соответственно изменится и вторичный ток на выходе. Например, если 150 ампер протекают через 300 амперную номинальную первичную обмотку, то выход вторичного тока составит 2,5 ампера.

$$(300:5 = 60:1) (150:300 = 2.5:5)$$

В отличие от трансформатора напряжения или силового трансформатора, трансформатор тока состоит только из одного или очень небольшого числа витков в качестве первичной обмотки. Эта первичная обмотка может состоять либо из одного плоского витка, либо из катушки сверхпрочного провода, обернутого вокруг сердечника, либо просто из проводника или шины, помещенной через центральное отверстие.



Тест коэффициента КТ может быть выполнен путем введения первичного тока и измерения выходного тока или путем введения вторичного напряжения и измерения индуцированного первичного напряжения.

Тест соотношения проводится для доказательства того, что соотношение КТ соответствует указанному для проверки правильности соотношения при различных отводах многоотводного КТ. Коэффициент поворота эквивалентен

коэффициенту напряжения потенциальных трансформаторов и может быть выражен следующим образом:

$$N2 / N1 = V2 / V1$$

- $N2$  и  $N1$  - число витков вторичной и первичной обмоток.
- $V2$  и  $V1$  - это показания вторичного и первичного бокового напряжения

Проверка соотношения выполняется путем подачи подходящего напряжения (ниже уровня насыщения) на вторичную обмотку тестируемого ТТ., в то время как напряжение на первичной стороне измеряется для вычисления отношения витков из выражения выше.

Самое важное соблюдать осторожность при проведении проверки коэффициента трансформации трансформатора тока, нельзя подавать высокое напряжение, которое может вызвать насыщение трансформатора.

## 2. Проверка полярности

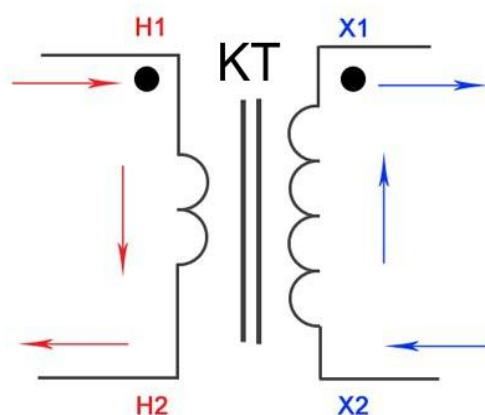
Полярность трансформатора тока определяется направлением намотки катушек вокруг сердечника трансформатора (по часовой стрелке или против часовой стрелки) и тем, как выводы выводятся из корпуса трансформатора. Все трансформаторы тока имеют вычитающую полярность и должны иметь следующие обозначения для визуальной идентификации направления тока:

$H1$  - первичный ток, направление линии

$H2$  - первичный ток, направление нагрузки

$X1$  - вторичный ток

### ПОЛЯРНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТОКА



Знаки полярности на трансформаторе тока обозначают относительные мгновенные направления токов.

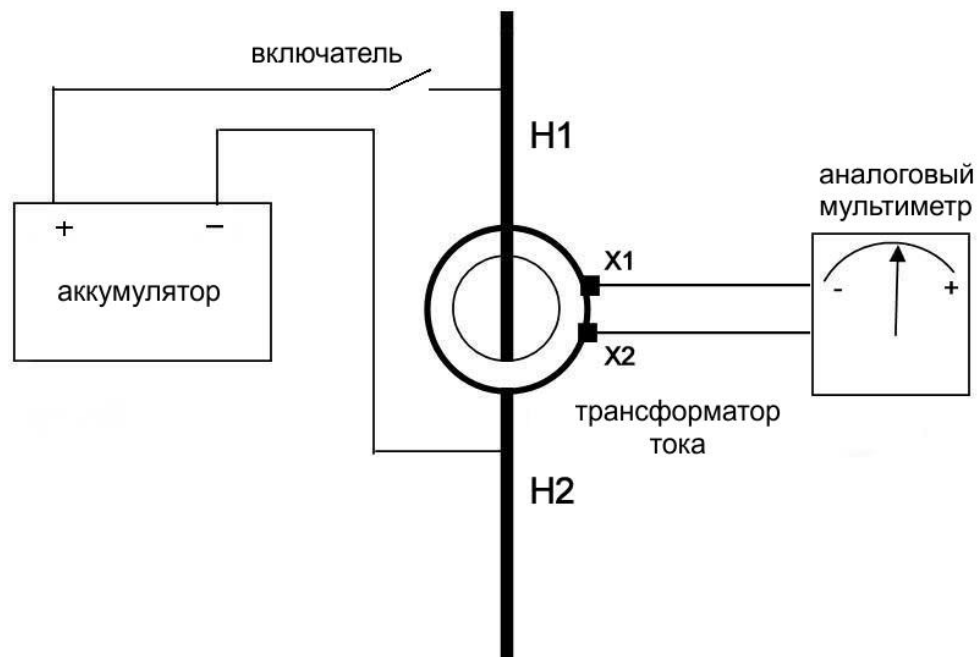
Предполагается, что испытуемый ТТ. имеет правильную полярность, если направления мгновенного тока для первичного и вторичного тока противоположны друг другу.

Знаки полярности на трансформаторе тока обозначают относительные мгновенные направления токов. Проверка полярности доказывает, что прогнозируемое направление вторичного тока ТТ. (уходящий) является правильным для данного направления первичного тока (входящего).

При установке и подключении трансформатора тока к реле измерения мощности и защитных реле важно соблюдать правильную полярность. В тот же момент, когда первичный ток поступает на первичный вывод, соответствующий вторичный ток должен покидать вторичный вывод, помеченный аналогичным образом.

Предполагается, что испытуемый ТТ имеет правильную полярность, если направления мгновенного тока для первичного и вторичного тока противоположны друг другу. Полярность ТТ критична, когда ТТ используются вместе в однофазных или трехфазных приложениях.

Большинство современного испытательного оборудования СТ способно выполнять тест соотношения автоматически, используя упрощенную настройку измерительных проводов, и отображает полярность как правильную или неправильную. Полярность трансформатора тока проверяется вручную с помощью батареи 9В и аналогового вольтметра со следующей процедурой проверки:



Маркировка трансформаторов тока иногда неправильно наносилась на заводе. Вы можете проверить полярность трансформатора тока в полевых условиях с помощью батареи 9 В.

#### Процедура проверки Полярности КТ

Перед тестированием отключите все источники питания и подсоедините аналоговый вольтметр к вторичной клемме тестируемого КТ. Положительная клемма счетчика соединена с клеммой X1 КТ, а отрицательная-с клеммой X2.

Пропустите кусок провода через верхнюю сторону окна КТ и вскоре соприкоснитесь с положительным концом 9-вольтовой батареи со стороны Н1 (иногда отмеченной точкой) и отрицательным концом со стороны Н2. Важно избегать постоянного контакта, который приведет к короткому замыканию аккумулятора.

Если полярность правильная, то мгновенный контакт вызывает небольшое отклонение аналогового измерителя в положительном направлении. Если отклонение отрицательное, то полярность трансформатора тока меняется на противоположную. Клеммы Х1 и Х2 должны быть перевернуты, и тест может быть проведен.

Полярность не важна при подключении к амперметрам и вольтметрам. Полярность важна только при подключении к ваттметрам, ваттчасовым счетчикам, варметрам и индукционным реле. Чтобы поддерживать полярность, сторона Н1 КТ должна быть обращена к источнику питания; тогда вторичная клемма Х1 является соединением полярности.

Тест полярности используется для подтверждения маркировки полярности на КТ первичной и вторичной и убедитесь, что она соответствует чертежу. Все больше и больше появляется идея о том, как соединить вторичные части, чтобы обеспечить защиту (как направленный, дифференциальный) и функция измерения правильная. Расширения диапазона измерения необходимы для измерения напряжений или токов, превышающих максимальное входное значение измерительного прибора. Обычно это происходит от 50 ампер или 1000 вольт. Затем используются трансформаторы тока или делители напряжения. Трансформатор тока для высоких токов лучше всего проверить с высоким током. Обычно это происходит в подходящих калибровочных лабораториях с нормальными измерениями амплитуды и фазового угла и источниками тока в диапазоне нескольких килоампер. Для анализа линейности преобразователя, смещения и угловой ошибки часто достаточно нескольких ампер. Если для КТ используется несколько ядер различных целей. Ядра могут быть идентифицированы во время первичного теста впрыска путем короткого замыкания ядра на самом терминале КТ и проверки тока только при соответствующей нагрузке. То же самое можно проверить и для других ядер.

Вводите 25% первичного номинального тока от фазы к фазе со всеми подключенными нагрузками. Измерьте вторичный ток во всех точках цепей трансформатора тока. Это должно быть сделано для других этапов.

Пределы: Вторичный ток должен наблюдаться только на соответствующих фазовых и нейтральных проводниках во время инъекции фазы - Земли.

Вторичный ток не должен наблюдать ток в нейтральном проводнике только в соответствующих фазах и во время фазовой инъекции.

В зависимости от класса точности трансформаторы тока делятся на две группы: измерительные и защитные (релейные). КТ может иметь оценки нагрузки для обеих групп.

### **Измерительные КТ обычно определяются как 0.2 В 0.5**

Последнее число указывает нагрузку в Омах. Для КТ с вторичным током 5 А номинальная нагрузка ВА может быть рассчитана следующим образом:

$$ВА = \text{Напряжение} * \text{Ток} = (\text{Ток})^2 * \text{Нагрузка} = (5)^2 * 0,5 = 12,5 \text{ ВА}$$

### Ретрансляционные КТ обычно задаются как 10С 400

Последнее число указывает максимальное значение. Вторичное напряжение в 20 раз превышает номинальный вторичный ток, не превышая погрешности отношения 10 %. Для КТ с вторичным током, рассчитанным на 5 А, 20-кратный номинальный ток вторичного тока даст нагрузку в 4 Ом.

$$\text{Бремя} = 400 / (20 \cdot 5) = 4 \text{ ом}$$

Нагрузка в ВА может быть определена следующим образом:

$$\text{ВА} = \text{Напряжение} \cdot \text{Ток} = (\text{Ток})^2 \cdot \text{Нагрузка} = (5)^2 \cdot 4 = 100 \text{ ВА}$$

При проверке, кроме определения нагрузки на вторичную обмотку трансформатора, необходимо знать значение расчётного первичного тока. Так как с увеличением первичного тока погрешность трансформаторов возрастает, за расчётный принимается максимальный ток к.з. при повреждениях в тех точках сети, где увеличенная погрешность может привести к неправильному действию защиты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lifanov V.N. Elektroizolyasiya i perenapryajeniya. Uchebnoe posobie. Vladivostok: DVGТУ, 2003-128s
2. S.S. Adler et al. (PHENIX Collaboration), Phys.Rev. C69, 0344910 (Mar.2004).
3. Pivnyak G.G., Vinaslovskiy V.N. i dr. Perexodnie processi v sistemax elektrosnabjeniya. Uchebnik dlya vuzov 3-izd, pererabotannie i dopolnennie. M.: Energoatomizdat, Dnepropetrovsk. Nacionalniy Gorniy institut. 2003-584s
4. Pravila texnicheskoj ekspluatatsii elektricheskix stansii i setey. M.: Izdatel'stva NS ENAS. 2003-454s
5. Akhmedovich, M. A., & Fazliddin, A. (2020). Current State Of Wind Power Industry. The American Journal of Engineering and Technology, 2(09), 32-36. <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue09-05>
6. Нариманов Б.А., Арзикулов Ф.Ф. Возобновляемые источники энергии, вопросы устойчивости и смягчения последствий изменения климата // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. 10(79). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10841> (дата обращения: 20.02.2021).
7. Nabijonovich J. A. Renewable energy sources in Uzbekistan // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – С. 769-774.
8. Sultanov M. M. et al. FITTING THE SPECTRA OF PIONS, KAONS, PROTONS, AND ANTIPROTONS IN RELATIVISTIC CU+ CU COLLISIONS // Euro-Asia Conferences. – 2021. – С. 96-98.
9. Fazliddin, A., Tuymurod, S., & Nosirovich, O. O. (2020). Use Of Recovery Boilers At Gas-Turbine Installations Of Compressor Stations And Thyristor Controls. The American Journal of Applied Sciences, 2(09), 46-50. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume02Issue09-08>
10. Arziqulov, F., & Majidov, O. (2021). O'ZBEKISTONDA OCHIQ MA'LUMOTLARDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI VA XALQARO TAJRIBA. Science and Education, 2(1), 153-157. Retrieved from <https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/966>