

УДК 621.3

Измерительные трансформаторы тока: назначение, типы, принцип работы

Петрович А.И., Попов Д.А., Маковик В.И., Махнач П.В.
Научный руководитель – ст. препод. ПЕТРАШЕВИЧ Н.С.

Измерительный трансформатор тока — это специальный прибор узкого направления, который предназначен для измерения переменного тока и его контроля. Чаще всего применяется в системах релейной защиты (автоматики) и измерительных приборов. Его использование необходимо тогда, когда непосредственное присоединение прибора для измерения, к электрической сети с переменным напряжением невозможно или небезопасно для персонала обслуживающего его. А также для организации гальванической развязки первичных силовых цепей от измерительных. Расчёт и выбор измерительного трансформатора тока выполняется таким образом, чтобы изменения формы сигнала были сведены к нулю, а влияние на силовую контролируемую цепь было минимальным.

Главная функция этого измерительного прибора — это отображение изменений тока, максимально пропорционально. Трансформаторы тока гарантируют полную безопасность измерений, отделяя измерительные цепи от первичных с опасным высоким напряжением, которое чаще всего составляют тысячи вольт. Требования, предъявляемые к их классу точности очень велики, так как от этого зависит работа дорогостоящего мощного оборудования.

Трансформаторы измерительные выпускают с двумя и больше группами вторичных обмоток. Первая применяется для включения устройств релейной защиты и сигнализации. А другая, с большим классом точности, для подключения устройств точного измерения и учёта. Они помещены на специально изготовленный ферромагнитный сердечник, который набран из листов специальной электротехнической стали довольно тонкой толщины. Первичную обмотку непосредственно включают последовательно в измеряемую сеть, а ко вторичной обмотке подключают катушки различных измерительных приборов, чаще всего амперметров и счетчиков электроэнергии.

В трансформаторах тока, как и в большем количестве других таких электромагнитных устройств, величина первичного тока больше, чем вторичного. Первичная обмотка выполняется из провода разного сечения или же шины, в зависимости от номинального значения тока. В трансформаторах тока 500 А и выше, первичная обмотка чаще всего выполнена из 1-го единственного витка. Он может быть в виде прямой шины из меди или алюминия, которая проходит через специальное окно сердечника. Корректность измерений любого измерительного трансформатора характеризуется погрешностью значения коэффициента трансформации. Для того чтобы не перепутать концы, на них обязательно наносится маркировка.

Аварийная работа, связана с обрывом вторичной цепи ТТ при включенной в цепь первичной, это приводит к очень сильному намагничиванию сердечника и даже при обрыве вторичной обмотки. Поэтому при включении без нагрузки вторичные обмотки соединяются накоротко. По классу точности все измерительные ТТ разделены на несколько уровней. Особенно точные, называются лабораторные и имеют классы точности не больше 0,01–0,05.

Измерительные токовые трансформаторы выпускаются различных типов. Все они имеют одно и то же назначение, но отличаются составными элементами и принципом действия. Каждая разновидность применяется для достижения определённых целей, что позволяет выбирать оптимальный вариант для каждого случая.

По конструкции и исполнению трансформаторы тока используемые в измерительных цепях делятся на:

Катушечные. Этот вид измерительных трансформаторов считается наиболее простым по конструкции. Свою популярность он приобрёл ещё в советские времена, когда не было более качественных и эффективных устройств. Такие трансформаторы имеют небольшие

размеры и приемлемую цену, которая обусловлена возможностью механизации обмоточных работ.



Рисунок 1 – Катушечный трансформатор тока

Проходные. Эти устройства считаются наиболее часто используемыми. Они нашли широкое применение в различных распределительных приборах, рассчитанных на напряжение от 6 до 35 кВ. Их устройство не отличается особой сложностью. Трансформаторы этого типа ценятся за то, что дают возможность в закрытых распределительных устройствах сэкономить проходной изолятор.



Рисунок 2 – Проходной трансформатор тока

Стержневые. Данные трансформаторы часто называют одновитковыми. Главная их особенность — увеличение точности при повышении силы тока и уменьшение — при понижении. Она обусловлена тем, что первичная обмотка только один раз проходит через

отверстие сердечника, что приводит к численному равенству количества ампер-витков и номинального тока.

Шинные трансформаторы. Они представляют собой изделия, в конструкцию которых входят сердечники со вторичной обмоткой, а первичная — отсутствует. В главной изоляции прибора предусмотрено специальное отверстие, через которое пропускается шина распределительного устройства, выполняющая роль первичной обмотки. Эта разновидность трансформатора очень похожа на стержневую. Лишь при малых показаниях напряжения через отверстие в сердечнике прокладывают несколько витков проводника, что даёт возможность получить многovitковую конструкцию прибора.



Рисунок 3 – Шинный трансформатор тока

Переносные. Это устройство электрики называют токоизмерительные клещи. Они являются переносным и удобным измерительным трансформатором тока, у которого магнитная система размыкается и замыкается уже вокруг того провода в котором и нужно измерять значение тока.



Рисунок 4 – Переносной трансформатор тока

При выборе трансформатора тока стоит знать главное, что при протекании по первичной обмотке номинального тока в его вторичной обмотке, которая замкнута на измерительный прибор, будет обязательно 5 А. То есть если нужно проводить измерение токовых цепей где его расчётная рабочая величина будет примерно равна 200 А. Значит, при установке измерительного трансформатора 200/5, прибор будет постоянно показывать верхние пределы измерения, это неудобно. Нужно чтобы рабочие пределы были примерно в середине шкалы, поэтому в этом конкретном случае нужно выбирать трансформатор тока 400/5. Это значит что при 200 А номинального тока оборудования на вторичной обмотке будет 2,5 А и прибор будет показывать эту величину с запасом в сторону увеличения или уменьшения. То есть и при изменениях в контролируемой цепи будет видно насколько данное электрооборудование вышло из нормального режима работы.

Литература

1. Трансформаторы силовые и измерительные. Справочник. Том 1 / Под ред. Акимова Е. Г. — 2005
2. Трансформаторы тока. В. В. Афанасьев, Н. М. Адоньев, Л. В. Жалалис и др. — Л.: Энергия, 1980
3. Справочник по электроизмерительным приборам. Под ред. К. К. Илюнина — Л.: Энергоатомиздат, 1983