**Лекция на тему «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ»**

 Для включения электроизмерительных приборов в цепи переменного тока служат измерительные трансформаторы, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала при выполнении электрических измерений в цепях высокого напряжения. Включение электроизмерительных приборов в эти цепи без таких трансформаторов запрещается правилами [техники безопасности](https://pandia.ru/text/category/tehnika_bezopasnosti/). Кроме того, измерительные трансформаторы расширяют пределы измерения приборов, т. е. позволяют измерять большие токи и напряжения с помощью несложных приборов, рассчитанных для измерения малых токов и напряжений.



Измерительные трансформаторы подразделяют на трансформаторы напряжения и трансформаторы тока. Трансформатор напряжения 1 (рис. 4, а) служит для подключения вольтметров и других приборов, которые должны реагировать на напряжение. Его выполняют, как обычный двухобмоточный понижающий трансформатор: первичную обмотку подключают к двум точкам, между которыми требуется измерить напряжение, а вторичную — к вольтметру 2.

На схемах измерительный трансформатор напряжения изображают как обычный трансформатор (на рис. 4, а показано в круге).

Так как сопротивление обмотки вольтметра, подключаемого к трансформатору напряжения, велико, трансформатор [практически работает](https://pandia.ru/text/category/prakticheskie_raboti/) в режиме холостого хода, и можно с достаточной степенью точности считать, что напряжения U1 и U2 на первичной и вторичной обмотках будут прямо пропорциональны числу витков w1 и w2 обеих обмоток трансформатора, т. е.

U1/U2 = w1/w2 = n (108)

Таким образом, подобрав соответствующее число витков w1 и w2 обмоток трансформатора, можно измерять высокие напряжения, подавая на электроизмерительный прибор небольшие напряжения.

Напряжение U1 может быть определено умножением измеренного вторичного напряжения U2 на коэффициент трансформации трансформатора n.

Вольтметры, предназначенные для постоянной работы с трансформаторами напряжения, градуируют на заводе с учетом коэффициента трансформации, и значения измеряемого напряжения могут быть непосредственно отсчитаны по шкале прибора.

Для предотвращения опасности поражения обслуживающего персонала электрическим током в случае повреждения изоляции трансформатора один выэод его вторичной обмотки и стальной кожух трансформатора должны быть заземлены.

Трансформатор тока 3 (рис. 15) служит для подключения амперметров и других приборов, которые должны реагировать на протекающий по цепи переменный ток. Его выполняют в виде обычного двухобмоточного повышающего трансформатора; первичную обмотку включают последовательно в цепь измеряемого тока, к вторичной обмотке подключают амперметр 4.



Рис. 15. Включение электроизмерительных приборов посредством измерительных трансформаторов напряжения (а) и тока (б)

Схемное обозначение измерительных трансформаторов тока показано на рис. 4, б в круге.

Так как сопротивление обмотки амперметра, подключаемого к трансформатору тока, обычно мало, трансформатор практически работает в режиме короткого замыкания, и с достаточной степенью точности можно считать, что токи I1 и I2, проходящие по его обмоткам, будут обратно пропорциональны числу витков w1 и w2 этих обмоток, т. е.

I1/I2 = w1/w2 = n (109)

Следовательно, подобрав соответствующим образом число витков w1 и w2 обмоток трансформатора, можно измерять большие токи I1, пропуская через электроизмерительный прибор малые токи I2. Ток I1 может быть при этом определен умножением измеренного вторичного тока I2 на величину n.

Амперметры, предназначенные для постоянной работы совместно с трансформаторами тока, градуируют на заводе с учетом коэффициента трансформации, и значения измеряемого тока I1 могут быть непосредственно отсчитаны по шкале прибора.

Для предотвращения опасности поражения обслуживающего персонала электрическим током в случае повреждения изоляции трансформатора один из зажимов вторичной обмотки и кожух трансформатора заземляют.

На э. п. с. применяют так называемые проходные трансформаторы тока (рис. 5). В таком трансформаторе магнитопровод 3 и вторичная обмотка 2 смонтированы на проходном изоляторе 4, служащем для ввода высокого напряжения в кузов, а роль первичной обмотки трансформатора выполняет медный стержень 1, проходящий внутри изолятора.

Условия работы трансформаторов тока отличаются от обычных. Например, размыкание вторичной обмотки трансформатора тока при включенной первичной обмотке недопустимо, так как это вызовет значительное увеличение магнитного потока и, как следствие, температуры сердечника и обмотки трансформатора, т. е. выход его из строя. Кроме того, в разомкнутой вторичной обмотке трансформатора может индуцироваться большая э. д. с, опасная для персонала, производящего измерения.

При включении приборов посредством измерительных трансформаторов возникают погрешности двух видов: погрешность в коэффициенте трансформации и угловая погрешность (при изменениях напряжения или тока отношенияU1/U2 и I1/I2 несколько изменяются и угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжениями и токами отклоняется от 180°). Эти погрешности возрастают при нагрузке трансформатора свыше номинальной. Угловая погрешность оказывает влияние на результаты измерений приборами, показания которых зависят от угла сдвига фаз между напряжением и током (например, ваттметров, счетчиков электрической энергии и пр.). В зависимости от допускаемых погрешностей измерительные трансформаторы подразделяют по классам точности. Класс точности (0,2; 0,5; 1 и т. д.) соответствует наибольшей допускаемой погрешности в коэффициенте трансформации в процентах от его номинального значения.

- 

Рис. 5. Проходной измерительный трансформатор тока