

УДК 621

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Тимофеев В.И., Сергеенко И.М., Николаюк А.А.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Петрашевич Н.С.

В электроустановках напряжение доходит до 750 кВ и выше, а токи устанавливаются в десятки килоампер и более. Для “прямого” измерения потребовались бы громоздкое и дорогое оборудование, а иногда измерения вообще не возможно было бы произвести. Также, при обслуживании приборов, напрямую подключенных к сети высокого напряжения, персонал подвергался бы опасности поражения током.

Измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН) способствуют расширению пределов измерений обычных измерительных устройств и одновременно изолируют их от цепей высокого напряжения. Измерительные трансформаторы создаются с высоким классом точности. Во время эксплуатации их метрологические характеристики подлежат первичной и периодической проверке на правильность работы.

Наиболее часто в сетях переменного тока применяются электромагнитные трансформаторы. Они состоят из магнитопровода, первичной и одной или нескольких вторичных обмоток. ТТ преобразовывает измеряемый высокий ток в малый, а ТН — измеряемое высшее напряжение в низшее. Измерительные трансформаторы включаются в цепи между высоковольтным оборудованием и контрольно-измерительными приборами: амперметрами, вольтметрами, ваттметрами, приборами релейной защиты, телемеханики и автоматики, счетчиками энергии.

Измерительные трансформаторы напряжения относятся к преобразователям электрической энергии, которые:

- трансформируют напряжение участка сети или установки в напряжение приемлемой величины для осуществления измерений с помощью стандартных измерительных устройств, питания релейной защиты, устройств сигнализации, автоматики, телемеханики;
- изолируя вторичные приборы и цепи, защищают оборудование от высокого напряжения и персонал, имеющего доступ к обслуживанию электроустановок, от поражения током.

Подключение ТН к высоковольтной части электроустановки осуществляется соединением его первичной обмотки “в параллель” к цепи высокого напряжения. Номинал вторичных обмоток трансформатора напряжения составляет обычно 100 В. Так как сопротивление измерительных приборов, подключаемых к вторичной обмотке, велико, током можно пренебречь. Поэтому основной режим работы ТН подобен режиму холостого хода типового силового трансформатора.

Трансформаторы напряжения подразделяются:

- по числу фаз: на одно- и трехфазные;

- по числу вторичных обмоток: двухобмоточный ТН имеет одну вторичную обмотку, трехобмоточный — две: основную и дополнительную;
- по назначению вторичных обмоток: с основной вторичной обмоткой, с дополнительной, со специальной компенсационной — для контроля изоляции цепи;
- по особенностям исполнений — на трансформаторы защищенного типа, водозащищенного типа (защита от капель и влаги), герметичные, со встроенным предохранителем и с антирезонансной конструкцией;
- по принципу действия и особенностям конструкций: на каскадные, ёмкостные, заземляемые и не заземляемые.

У каскадного ТН первичная обмотка разделена на несколько поочередно соединенных секций, передача энергии от которых к вторичным обмоткам происходит посредством связующих и выравнивающих обмоток. У ёмкостного ТН в конструкции имеется ёмкостный делитель. Заземляемый однофазный ТН — устройство, у которого один конец первичной обмотки должен быть заземлен.

Виды трансформаторов напряжения:

- Заземляемый трансформатор напряжения — однофазный трансформатор напряжения, один конец первичной обмотки которого должен быть наглухо заземлён, или трёхфазный трансформатор напряжения, нейтраль первичной обмотки которого должна быть наглухо заземлена (трансформатор с ослабленной изоляцией одного из выводов — однофазный ТН типа ЗНОМ или трёхфазные ТН типа НТМИ и НАМИ).



Рисунок 1. Заземляемый трансформатор напряжения

- Незаземляемый трансформатор напряжения — трансформатор напряжения, у которого все части первичной обмотки, включая зажимы, изолированы от земли до уровня, соответствующего классу напряжения.



Рисунок 2. Незаземляемый трансформатор напряжения

- Каскадный трансформатор напряжения — трансформатор напряжения, первичная обмотка которого разделена на несколько последовательно соединённых секций, передача мощности от которых к вторичным обмоткам осуществляется при помощи связующих и выравнивающих обмоток.



Рисунок 3. Каскадный трансформатор напряжения

- Ёмкостный трансформатор напряжения — трансформатор напряжения, содержащий ёмкостный делитель.



Рисунок 4. Ёмкостный трансформатор напряжения

Трансформаторы напряжения в сетях с изолированной нейтралью могут входить в феррорезонанс с паразитными ёмкостями распределительных сетей (особенно это нежелательное явление характерно для кабельных сетей).

Феррорезонанс — нелинейный резонанс. Причина нелинейности индуктивности — материал магнитопровода индуктивного элемента, нелинейно реагирующий на магнитное поле. Феррорезонанс может возникать в электрических сетях как вредное явление, приводящее к серьёзным повреждениям оборудования. Наиболее вреден режим с периодом системы; характерны также субгармонические режимы на $1/3$ и $1/5$ частоты, с меньшими действующими токами. Значительное количество аварий в энергосистемах с неустановленными причинами объясняется феррорезонансом. Для предотвращения порчи трансформаторов напряжения в результате феррорезонанса разработаны антирезонансные трансформаторы напряжения типа НАМИ.

Литература

1. В. Н. Вавин Трансформаторы напряжения и их вторичные цепи М., «Энергия», 1977.-104 с.
2. Трансформаторы силовые и измерительные. Справочник. Том 1. / Под ред. Акимова Е. Г. — 2005.- 384 с.
3. Справочник по электроизмерительным приборам. Под ред. К. К. Илюнина — Л.: Энергоатомиздат, 1983.- 784 с.