

41 Назначение, устройство трансформаторов и их применение

Трансформатор – это статический электромагнитный аппарат, преобразующий посредством электромагнитной индукции переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте и мощности.

В трансформаторе нет вращающихся частей, поэтому он не является машиной в обычном смысле этого слова. Однако преобразование электроэнергии в нем происходит на основе тех же законов, что и в электрических машинах.

На электростанциях генераторы переменного тока вырабатывают электрическую энергию при напряжении 6, 10, 20 кВ, передавать же ее на дальние расстояния, с целью уменьшения потерь, выгодно при значительно больших напряжениях (110, 150, 220, 330, 500, 750, 1150 кВ).

Поэтому на каждой электростанции устанавливают трансформаторы, осуществляющие повышение напряжения.

Распределение электрической энергии между промышленными предприятиями, населёнными пунктами, в городах, а также внутри промышленных предприятий производится по воздушным и кабельным линиям при напряжении 35, 10 и 6 кВ. Следовательно, во всех узлах распределительных сетей должны быть установлены понижающие трансформаторы. На самом предприятии в сети и на приёмниках потребление электроэнергии производится при напряжениях 380/220 или 660/380 В, напряжение источников электроэнергии соответственно 400/230 или 690/400 В (ГОСТ 721-78), что также требует использование понижающих трансформаторов.

Таким образом, электрическая энергия при передаче от электрических станций к потребителям подвергается в трансформаторах многократному преобразованию (3–5 раз).

Классифицируют трансформаторы по нескольким признакам:

- назначению – на силовые и специальные (измерительные, согласующие, сварочные, автотрансформаторы, импульсные и т. д.);
- способу охлаждения – на сухие и масляные. В сухих трансформаторах охлаждение осуществляется при естественной или искусственной конвекции воздуха, а в масляных – при естественной или принудительной циркуляции трансформаторного масла;
- по числу фаз питающей сети – на одно-, трёх- и многофазные;

- количеству обмоток на одну фазу;
- соотношению напряжений первичной и вторичной обмоток на повышающие $U_2 > U_1$ и на понижающие $U_2 < U_1$, где U_1 – напряжение питания первичной обмотки, U_2 – напряжение, снимаемое со вторичной обмотки трансформатора.

Трансформатор характеризуется номинальными данными, которые указаны на его заводском щитке.

1 Номинальная мощность трансформатора S_n – полная мощность на зажимах вторичной обмотки, указываемая на щитке и выраженная в вольт- амперах (ВА) или киловольт-амперах (кВА).

2 Номинальное первичное напряжение $U_{1н}$ – напряжение сети, на которое рассчитан трансформатор.

3 Номинальное вторичное напряжение $U_{2н}$ – напряжение на зажимах вторичной обмотки при холостом ходе и номинальном первичном напряжении.

4 Номинальные токи обмоток – первичный $I_{1н}$ и вторичный $I_{2н}$ – токи, соответствующие номинальным значениям напряжений и мощности.

Для трёхфазных трансформаторов в качестве номинальных значений напряжений и токов указывают линейные величины.

Современный трансформатор состоит из следующих элементов: магнитопровода (сердечника), обмоток, вводов, бака и др. Магнитопровод с насаженными на его стержни обмотками составляет активную часть трансформатора. Остальные элементы трансформатора называют неактивными (вспомогательными) частями.

Магнитопровод выполняет две функции – он является магнитной цепью, по которой замыкается основной магнитный поток, а также служит для крепления обмоток, отводов, переключателей. Изготавливается он из ферромагнитного материала, который позволяет усилить магнитный поток и увеличить магнитную связь между обмотками.

Во избежание возникновения разности потенциалов между металлическими частями, что может вызвать пробой изоляционных промежутков, разделяющих эти части, в силовых трансформаторах магнитопровод и детали его крепления *обязательно заземляют*.

Для уменьшения потерь от вихревых токов магнитопровод собирают из листов или лент специальной электротехнической стали толщиной 0,35–0,5 мм.

Листы или ленты перед сборкой сердечника покрывают с обеих сторон лаком. Такая конструкция магнитопровода обусловлена стремлением ослабить вихревые токи, наводимые в нём переменным магнитным потоком, а следовательно, уменьшить величину потерь энергии в трансформаторе.

Магнитопроводы силовых трансформаторов собираются из листов электротехнической стали толщиной 0,35 или 0,5 мм марок 1511, 1512, 1513 или 3411, 3412, 3413. Межлистовая изоляция осуществляется путём односторонней оклейки листов стали изоляционной бумагой толщиной 0,03 мм или двустороннего покрытия изоляционным масляным лаком.

По конструкции магнитопроводы бывают пластинчатые и ленточные, и те и другие – броневого, стержневого и тороидальные.

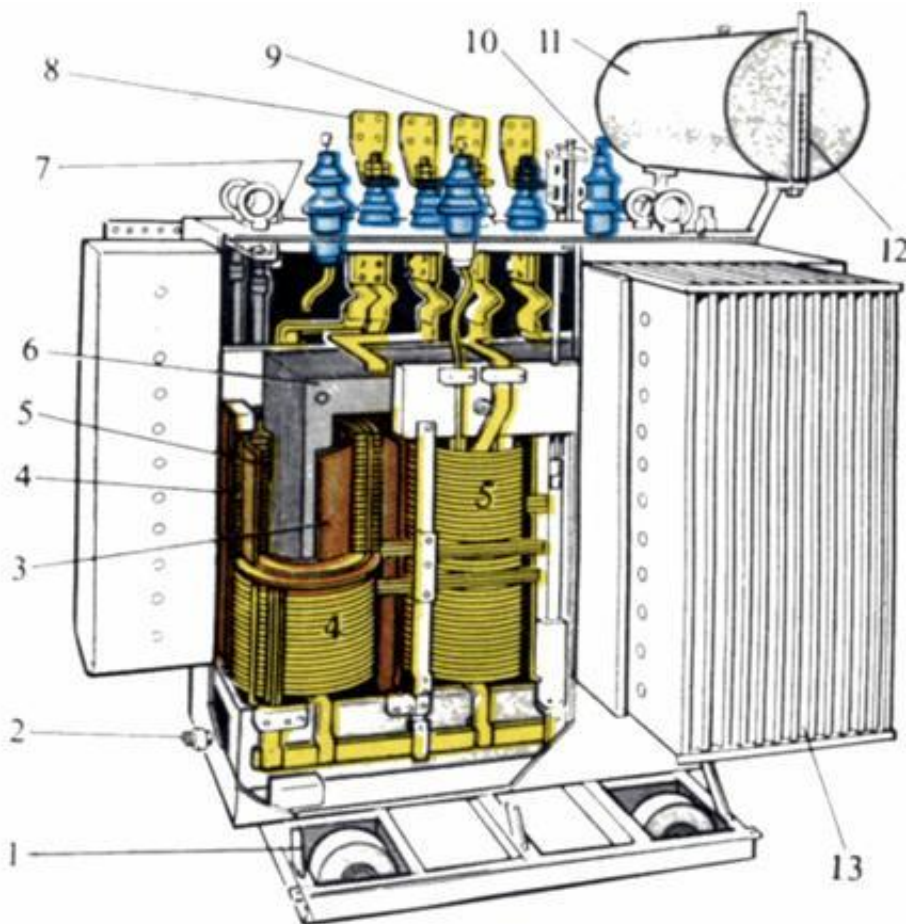


Индукция в стержнях трансформаторов мощностью 5 кВ·А и выше находится в пределах 1,2 – 1,45 Тл для горячекатаных сталей и 1,5 – 1,7 Тл для холоднокатаных сталей у масляных трансформаторов и соответственно 1,0 – 1,2 Тл и 1,1 – 1,5 Тл у сухих трансформаторов.

Медные или алюминиевые обмотки трансформаторов выполняют из проводов круглого или прямоугольного сечения, изолированных хлопчатобумажной пряжей или кабельной бумагой.

При правильной эксплуатации масляных трансформаторов когда температура изоляции в наиболее нагретом месте не превышает 105°C, трансформатор может служить 20–25 лет. Повышение температуры на 8°C приводит к сокращению срока службы трансформатора примерно в 2 раза.

В трансформаторах с масляным охлаждением магнитопровод с обмотками помещен в бак, наполненный трансформаторным маслом



Трёхфазный масляный трансформатор с трубчатым баком: 1 - катки, 2 - спускной кран для масла, 3 - изолирующий цилиндр, 4 - обмотка высшего напряжения, 5 - обмотка низшего напряжения, 6 - сердечник, 7 - термометр, 8 - выводы низшего напряжения, 9 - выводы высшего напряжения, 10 - расширитель для масла, 11 - газовые реле, 12 - указатель уровня масла, 13 - радиаторы.

Трансформаторное масло омывает обмотки и магнитопровод и отбирает от них теплоту, а затем через стенки бака и трубы радиатора отдает её в окружающую среду. Наличие трансформаторного масла обеспечивает более надёжную работу высоковольтных трансформаторов, так как электрическая прочность масла намного выше, чем воздуха.

Для компенсации объема масла при изменении температуры в контакте с воздухом применяют расширитель, представляющий собой цилиндрический сосуд, установленный на крышке бака и сообщающийся с ним. В процессе работы трансформаторов не исключена возможность выделения газов, что ведет к значительному увеличению давления внутри бака, поэтому во избежание повреждения баков мощные трансформаторы снабжают выхлопной трубой, которую устанавливают на крышке бака.

Модели трансформаторов ТМГ и ТМ чаще всего применяются для использования в составе комплектных трансформаторных подстанций, питающих электроэнергией городские и производственные объекты и составляющих основу распределительных сетей среднего напряжения.