**Практическое занятие №15. Испытания трехфазных силовых трансформаторов после ремонта**

**Цель:** изучить технологии проведения межремонтных испытаний силового трансформатора. Научиться оформлять протоколы испытаний.

**Оборудование и материалы:** силовой трансформатор, мнемосхема электрической подстанции, наряд-документ(форма ЭУ-44), протокол испытания, каски защитные, пояс предохранительный, диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, лестница, закоротки, мост Р333 или амперметр и вольтметр (постоянного и переменного тока), трансформатор однофазный на напряжение 10/0,23 кВ, мегомметры на напряжение 1000 и 2500В(или универсальный), ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, отвертки, емкости для отбора проб масла, силикагель, индикаторный силикагель, сухое трансформаторное масло, растворитель органический, обтирочный материал.

**Краткие теоретические сведения**

***Трансформатор***- это сложный и дорогостоящий электромагнитный статический аппарат на тяговой ил трансформаторной подстанции. Его надежная работа обеспечивает четкую работу подстанции и качественную переработку электроэнергии в вид, удобный для потребителя.

Во время работы трансформаторы изнашиваются, и вероятность их вывода из строя увеличивается. Чтобы это предотвратить, трансформаторы подвергаются ремонту(текущему, среднему, капитальному) в сроки, указанные в правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭЭП.

Кроме того, в межремонтный период и после ремонтов проводят испытания трансформаторов. Качественные проведение испытания показывают состояние трансформатора и необходимость в ремонте.

Текущий ремонт и испытания должны проводиться по технологическим картам, в них должны использоваться приборы, инструменты и приспособления, выпускаемые промышленностью и предназначенные для работы в электроустановках.

Порядок и технология испытания установлены соответствующими инструкциями ЦЭМПС.

При межремонтных испытаниях силовых трансформаторов, находящихся в эксплуатации, проводиться:

- измерение сопротивления изоляции R60 всех обмоток с определением отношения R60/R15,мегомметром на напряжение 2500 В до и после ремонта;

- измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tghttps://gigabaza.ru/images/79/157344/fba5a458.gif) изоляция обмоток силовых масляных трансформаторов напряжением 110 кВ и выше, мощностью свыше 1000 кВА.

Если трансформатор контролируется хромотографическим методом к указанным испытаниям добавляются:

-хромотографический контроль масла трансформаторов и вводов;

-испытания трансформаторного масла из трансформаторов;

-испытание трансформаторного масла из баков контакторов устройств РПН;

-испытание трансформаторного масла из негерметичных маслонаполненных вводов;

- измерение сопротивления изоляции измерительной и последней обкладок вводов бумажно-масляной изоляции относительно соединительной втулки мегомметром напряжением 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 500 МОм;

Перед проведением среднего ремонта трансформаторов проводится следующие испытания:

- хромотографический анализ газов, растворенных в масле вводов;

- испытание трансформаторного масла из трансформаторов.

- испытание трансформаторного масла из бака контакторов РПН;

- определение отношения C2/C50, https://gigabaza.ru/images/79/157344/4c477e0.gifС/С;

- измерение сопротивление обмоток постоянному току;

- измерение потерь тока холостого хода;

- испытание вводов;

- снятие круговой диаграммы РПН и проверка работы переключающего устройства;

- определение газосодержания масла в трансформаторах с пленочной защитой.

При капитальном ремонте трансформатора с расшлихтовкой стали сердечника и сменой обмоток необходимо провести дополнительные испытания и сравнить с имеющимися заводскими данными ( до ремонта):

- данные измерения тока и потерь холостого хода;

- данные измерения тока, напряжения и потерь короткого замыкания;

- данные испытания изоляции обмоток 35кВ и ниже маслонаполненных трансформаторов повышенным напряжением промышленной частоты;

- данные снятия круговой диаграммы РПН;

- данные проверки группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов; - данные проверки коэффициента трансформации;

- данные фазировки трансформаторов;

- данные испытания трансформаторов током на номинальное напряжение.

Потери могут увеличиваться от замыкания пластин электротехнической стали остова вследствие неудовлетворительной изоляции между ними из-за заусенцев. При опыте ХХ измерением потерь могут быть выявлены дефекты изоляции витков обмоток с двумя и более параллельными проводами, при этом потери увеличиваются, а ток ХХ не возрастает.

Значение потерь ХХ в эксплуатации не нормируется, т.к. со временем из-за ухудшения свойств стали потери ХХ повышаются.

У трансформатора с трехстержневым магнитопроводом потери чаще всего измеряют при однофазном возбуждении, производя три опыта с поочередным замыканием накоротко одной или двух фаз и возбуждением двух других, чтобы знать потери каждой фазы в отдельности, иметь возможность их сравнивать и убедиться, что трансформатор имеет правильное соотношение потерь и не имеет дефектов.

1. Первый опыт: возбуждаются фазы ВС, закорачивается фаза А (выводы АС)
2. Второй опыт: возбуждаются фазы АС, закорачивается фаза В (выводы АВ)
3. Третий опыт: возбуждаются фазы АВ, закорачивается фаза С (выводы ВС)

При этом потери, измеряемые по схемам с закорачиванием фаз А и С должны быть практически равными, а измеренные по схеме с закорачиванием фазы В – больше последних примерно на 35%. Для приведения потерь, измеренных при однофазном возбуждении, к номинальному напряжению вычисляют суммарные потери в трансформаторе:

Р0=0,5(РАВ+РВС+РАС),

где РАВ, РВС, РАС – измеренные потери при опытах, производимых при одном значении напряжения.

1. Результаты занесите в таблицу 2.1

Таблица 2.1

**Результаты испытаний ХХ трансформатора**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Измеряемые и расчетные величины | Подключаемые фазы трансформатора | | |
| АВ | ВС | АС |
| U,B |  |  |  |
| L0,A |  |  |  |
| P0,Bт |  |  |  |
| L0xx,% |  |  |  |
| y,% |  |  |  |

Разницу потерь при испытаниях с потерями при заводских испытаниях определяют по формуле:

https://gigabaza.ru/images/79/157344/78979aed.gif

где P0ном –потери ХХ, определенные при заводских испытаниях, Вт;

Р0-потери ХХ, определенные при эксплуатации, Вт.

Полученные при измерениях данные при новом включении сравниваются с данными заводских испытаний; они не должны отличаться более чем на 10% для однофазных трансформаторов, а для трехфазных трансформаторов, для которых нормируется соотношение потерь, последнее не должно отличаться более чем на 5%.

У трансформаторов, имеющих переключающие устройства с грубой ступенью регулирования, рекомендуется измерять сопротивления обмоток постоянному току на всех ответвлениях.

В аппаратах с нулевым выводом измеряются и сравниваются фазные сопротивления, а при отсутствии нулевого вывода – сопротивления обмоток между линейными выводами. За установившееся значения принимают ток, при котором стрелка измерительного прибора практически не изменяет своего положения в течение 1 мин.

Это сокращает время установления тока, а, следовательно, и измерения. При измерении сопротивления постоянному току следует использовать в измерительной цепи соединительные провода небольшой длины и соответствующего сечения (в зависимости от тока) для уменьшения погрешности. Цепи тока и напряжения выполняют раздельными. Вольтметр должен подключаться непосредственно к токоведущим шпилькам испытываемой обмотки.

Вывод: