

Общие сведения. Объемы и нормы приемосдаточных испытаний силовых трансформаторов устанавливаются ПУЭ. В программу приемосдаточных испытаний трансформаторов общего назначения входят:

- измерение сопротивления обмоток постоянному току и сопротивления изоляции;
- проверка коэффициента трансформации и группы соединения обмоток;
- испытание пробы масла;
- испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (50 Гц), приложенным от внешнего источника; измерение тока холостого хода и др.

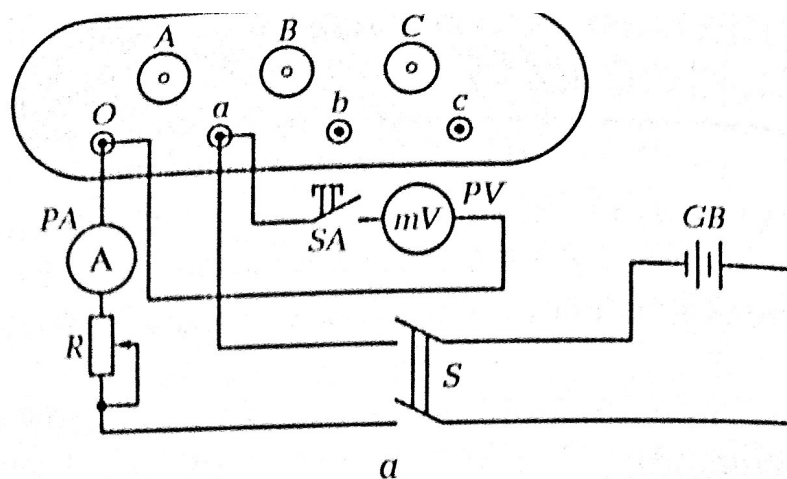
Перед испытаниями трансформаторов следует ознакомиться с технической документацией (проектной и завода-изготовителя), а также произвести их осмотр в целях установления комплектности смонтированного оборудования, его соответствия проекту, отсутствия видимых повреждений конструктивных элементов, изоляции, выводов. Испытания проводят при температуре окружающего воздуха 10...40 °С.

Измерения сопротивления обмоток постоянному току и сопротивления изоляции. При измерении *сопротивления обмоток* трансформаторов постоянному току необходимо использовать приборы повышенной точности класса 0,5; 1,0, поскольку по результатам этих измерений выявляют характерные дефекты: недоброкачественную пайку и плохие контакты в обмотке и в присоединении вводов; обрыв одного или нескольких из параллельных проводов в обмотках.

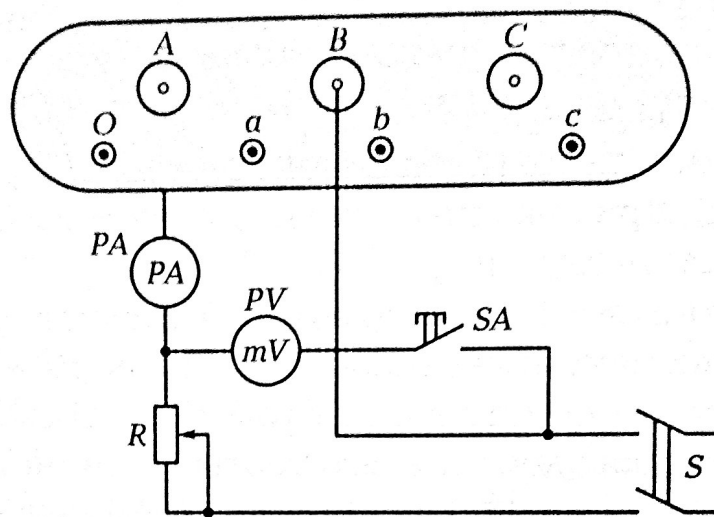
Измерения сопротивления обмоток выполняют преимущественно мостовым методом или методом вольтметра-амперметра.

При измерении малых сопротивлений (менее 1 Ом) провода цепи вольтметра подсоединяют к зажимам трансформатора непосредственно (рис. 8.3, а), при измерении больших сопротивлений применяют схему, показанную на рис. 8.3, б. Сопротивление проводов цепи вольтметра не должно превышать 0,5% его сопротивления. Вольтметр следует включать после того, как ток в цепи измеряемой обмотки достигнет установившегося значения, а отключать — до разрыва цепи тока с помощью кнопки SA.

Сопротивление изоляции определяют мегомметром на 1 000, 2 500 В с верхним пределом измерения не ниже 10 000 МОм. Перед



а



б

Рис. 8.3. Схема измерения сопротивлений постоянному току:
а — малых; б — больших

измерениями испытываемую обмотку заземляют на 2...5 мин для снятия возможного емкостного заряда. Измерения осуществляют между каждой обмоткой и корпусом и между обмотками при отсоединенных и заземленных на корпус остальных обмотках. Состояние изоляции обмоток определяют не только абсолютным значением ее сопротивления, но и коэффициентом абсорбции.

Измерение сопротивления изоляции позволяет судить как о местных дефектах, так и о степени увлажнения изоляции обмоток трансформатора. Значение сопротивления изоляции R_{60} не нормируется, но его необходимо сравнивать с данными заводских испытаний. Коэффициент абсорбции также не нормируется, но обычно при 10...30 °С для трансформаторов с неувлажненными обмотками напряжением до 35 кВ включительно он находится в пределах 1,3 и выше; для трансформаторов 110 кВ и выше — в пределах 1,5...2,0. Для трансформаторов с увлажненными обмотками этот коэффициент близок к 1,0.

Во время пусконаладочных работ сопротивление изоляции измеряют при различных температурах. Для сравнения пересчитывают измеренные результаты сопротивления R_{60} изоляции при разных температурах и с помощью коэффициента K приводят к среднему значению. При этом учитывают, что с понижением температуры на каждые 10°C сопротивление увеличивается в 1,5 раза.

Далее приведены значения коэффициента K для пересчета сопротивления изоляции в зависимости от разности температур:

| | | | | | | | |
|---------------------------|------|-----|------|------|------|-----|------|
| Разность температур | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Коэффициент | 1,22 | 1,5 | 1,84 | 2,25 | 2,75 | 3,4 | 4,15 |

Сопротивление изоляции R_{60} , измеренное при пусконаладочных работах и приведенное к температуре измерения, указанной в паспорте, должно быть не менее 70 % сопротивления, приведенного в этом паспорте.

Измерение отдельных параметров трансформаторов. При измерениях проверяют коэффициент трансформации на всех ответвлениях обмоток и для всех фаз, его соответствие паспортному, а также правильность установки переключателя напряжения на ступенях. Коэффициент трансформации определяют по отношению напряжений обмоток ВН, СН, НН с учетом схемы их соединения.

Для измерения коэффициента трансформации применяют метод двух вольтметров, причем выбирают приборы класса 0,5. При испытании трехфазных трансформаторов одновременно измеряют линейные напряжения, соответствующие одноименным линейным зажимам проверяемых обмоток. Подводимое напряжение должно быть от одного до нескольких десятков процентов номинального, причем большие значения относятся к трансформаторам меньшей мощности, а меньшие значения — к трансформаторам большей мощности. Как правило, коэффициент трансформации измеряют при трехфазном возбуждении обмоток трансформатора.

Проверка группы соединения обмоток силовых трансформаторов. Группа соединения трансформатора имеет важное значение для параллельной его работы с другими. Одним из основных условий допустимости параллельной работы трансформаторов является тождество групп соединения их обмоток. При отсутствии паспортных данных или при сомнениях в их достоверности группу соединений обмоток обычно проверяют до монтажа. Она должна соответствовать паспортным данным и обозначениям на щитке. Проверку группы соединений осуществляют двумя вольтметрами, методом импульсов постоянного тока, фазометром. В практике наладочных работ широко распространены первые два метода.

Метод двух вольтметров для определения группы соединения основан на совмещении векторных диаграмм первичного и вторичного напряжений. Пользуясь полученными результатами, строят векторную диаграмму для определения значений напряжения.

Метод импульсов постоянного тока сводится к поочередному определению полярности («+» или «-») зажимов ab , bc , ca трансформатора гальванометром. При этом к выводам AB , BC , CA обмотки высшего напряжения подводят напряжение 2—12 В от гальванической батареи. В обмотке низшего напряжения индуктируется ЭДС определенного знака.

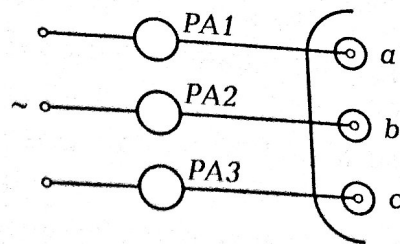
Полученные результаты сравнивают с данными, приведенными в специальной таблице. В качестве гальванометра используют любые гальванометры магнитоэлектрической системы, например М106, М45М, М250.

Обычно силовые трансформаторы I и II габаритов прибывают на монтаж заполненными маслом. В таких случаях при наличии удовлетворяющих нормам заводских испытаний, проведенных не более чем за 6 мес до включения в работу трансформатора, разрешается испытывать масло по сокращенной программе: на электрическую прочность и визуальное определение содержания механических примесей. Пробу масла отбирают из нижней части бака, предварительно промыв сливное отверстие. Посуда, в которую отбирают пробу масла, должна быть чистой, хорошо высушенной и плотно закрытой.

Минимальное пробивное напряжение масла определяют на аппаратах АИИ-70 в маслопробном сосуде со стандартным разрядником, который выполнен в виде двух латунных электродов диаметром 25 мм с закругленными краями и расстоянием между электродами 2,5 мм. Залитое в сосуд масло выдерживается 30 мин для удаления воздушных пузырьков. Повышение напряжения до пробоя осуществляется плавно со скоростью до 2 кВ/с, причем выполняется пять-шесть пробоев с интервалом 10 мин между ними. Первый пробой не учитывают. Электрическую прочность масла определяют как среднее арифметическое и сравнивают с табличными данными в ПУЭ. При отсутствии протокола заводских испытаний делают полный анализ пробы масла. Допустимое значение электрической прочности масла для трансформаторов напряжением 15 кВ составляет 30 кВ.

Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (50 Гц) проводят вместе с зажимами (вводами) от постороннего источника повышенного напряжения. В практике пусконаладочных работ их выполняют специальные автоэлектро-

Рис. 8.4. Схема измерения тока холостого хода:
P — прибор; *A* — амперметр



лаборатории. Испытательные напряжения промышленной частоты в зависимости от класса напряжения обмотки имеют следующие значения:

| | | | | |
|--|---------|------|------|------|
| Класс напряжения обмотки, кВ | До 0,69 | 3 | 6 | 10 |
| Испытательное напряжение по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ: | | | | |
| для нормальной изоляции..... | 4,5 | 16,2 | 22,5 | 31,5 |
| для облегченной изоляции..... | 2,7 | 9 | 15,4 | 21,6 |

Измерение тока холостого хода. Схема измерения тока холостого тока представлена на рис. 8.4. Во время этого испытания проверяют состояние магнитопровода трансформатора. При его повреждении, например нарушении изоляции между листами, потери и ток холостого хода увеличиваются. Кроме того, резкое увеличение тока холостого хода — показатель наличия замыкания между витками одной из обмоток, местного нагрева и пр.

При измерении холостого хода к обмотке низшего напряжения при разомкнутых остальных обмотках подают номинальное напряжение синусоидальной формы и номинальной частоты. Ток холостого хода измеряют по схеме, показанной на рис. 36. Полученный при измерениях ток не должен отличаться от заводских данных более чем на 30 %.

83

ПРОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Проверку измерительных трансформаторов начинают с внешнего осмотра и установления соответствия паспортных данных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения требованиям проекта для данной электроустановки.