

97 Обозначение трансформаторов тока.

Монтаж трансформаторов тока

Буквы в обозначении трансформаторов тока означают следующее: Т – трансформатор тока, П – проходной, О – одновитковый, М – многовитковый, Л – с литой изоляцией, Ф – с фарфоровой изоляцией. Также в обозначении могут быть цифры, определяющие номинальное напряжение. Отсутствие буквы П указывает на то, что трансформатор тока не проходной, а опорный. Может быть также указан класс точности, а при наличии двух сердечников под чертой указывают номинальный первичный ток. Кроме того, могут быть добавлены буквы, характеризующие исполнение трансформатора тока: нормальное (без дополнительных обозначений); усиленное по термической или динамической устойчивости (У); для дифференциальной защиты (Д); для защиты от замыканий на землю (З).

Трансформатор тока ТПЛ-10 (проходной с литой изоляцией), рассчитанный на номинальный ток до 400 А, применяется в КРУ внутренней установки. Он имеет один или два прямоугольных шихтованных сердечника 3 (рис. 13.25), на верхних стержнях которых расположены катушки вторичных обмоток 5 (одна или две). Первичную обмотку 7 изготавливают из изолированного провода (для малых токов) и шинной меди (для больших токов). Изоляция литой эпоксидной смолой выполнена между обмотками и от заземленных деталей.

Эпоксидные смолы – сиропообразные жидкости или твердые вещества желтой или светло-коричневой окраски широко применяются в электротехнике в качестве основы электроизоляционных заливочных

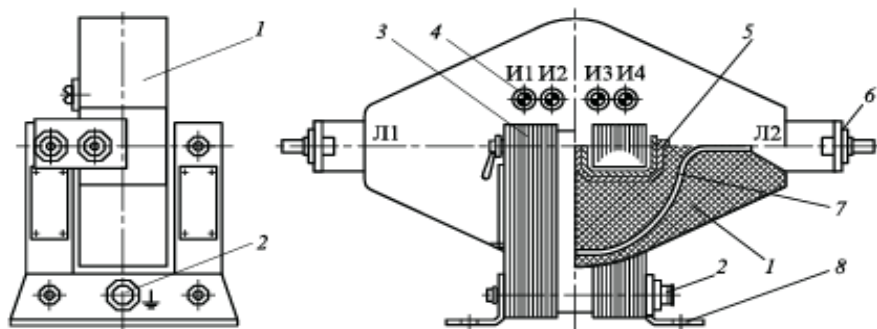


Рис. 13.25. Конструкция трансформатора тока ТПЛ-10:

1 – корпус; 2 – болт заземления; 3 – сердечник (магнитопровод); 4 – винт; 5, 7 – соответственно вторичная и первичная обмотки; 6 – контактные пластины; 8 – угольник

компаундов, а также в качестве клеящих лаков и клеев. Их достоинством является очень малая объемная усадка (0,6... 1,0 %) при отвердевании. Кроме того, затвердевшие эпоксидные смолы обладают большой механической прочностью и стойкостью к воде.

Монолитный эпоксидный корпус 1 защищает обмотки от механических повреждений. В нижней части стержня магнитопровода прикреплены два стальных угольника δ , которые служат основанием трансформатора, имеющего опорно-проходную конструкцию.

Одновитковый трансформатор тока ТШЛ-0,5 называется шинным, поскольку в качестве первичной обмотки в нем используется токопроводящая шина (рис. 13.26). Применяется он в закрытых установках с напряжением до 0,66 кВ. Имеет О-образный магнитопровод, на стержнях которого выполнена вторичная обмотка. Выводы первичной обмотки (линейные) – медные пластины с отверстиями для болтовых соединений, расположение которых в корпусе зависит от типа трансформатора тока. Начало и конец вторичных обмоток (измерительных) соединяют с внешними цепями специальными контактными пластинами и винтами, расположенными на одной из сторон монолитного корпуса.

Трансформатор тока ТПЛМ-10 (проходной с литой изоляцией модернизированный) внутренней установки, рассчитанный на номинальный первичный ток до 400 А, применяют в шкафах комплектных распределительных устройств. Он состоит из одного или двух прямоугольных шихтованных сердечников с обмотками. Катушечная группа, залитая эпоксидным компаундом, представляет

собой монолитный изоляционный блок. Основанием трансформатора служат два стальных угольника, укрепленных на сердечнике. В горизонтальных полках угольников имеются четыре отверстия для крепления трансформатора. На вертикальной полке одного из угольников расположен болт заземления, обозначенный буквой З. На сердечнике установлена табличка с техническими данными трансформатора.

Трансформатор тока ТПЛУ-10 рассчитан на токи от 10 до 100 А и имеет усиленное исполнение по защите от токов короткого замыкания. Класс точности сердеч-

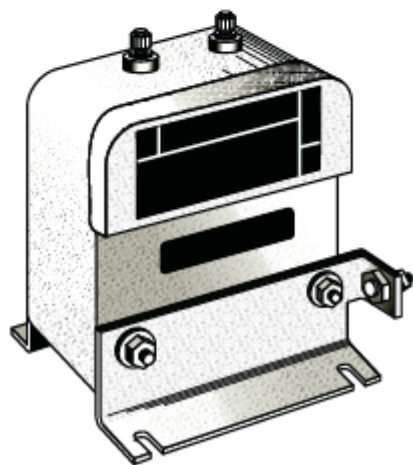


Рис. 13.26. Шинный трансформатор тока ТШЛ-0,5

ника 0,5. Если в обозначении этого трансформатора есть буква Р, это означает, что сердечник допускает присоединение вторичной цепи для питания релейной защиты. Так же, как и трансформаторы тока ТПЛ-10, он имеет один или два прямоугольных сердечника из трансформаторной стали, на верхние стержни которых надета вторичная обмотка из изолированного провода. Поверх вторичной обмотки размещается первичная, которая на малые токи выполняется из изолированного провода, а на большие – из голой меди. В последнем случае межвитковой изоляцией служат полосы электрокартона.

Трансформаторы тока серии ТПОЛ (рис. 13.27), рассчитанные для работы в любом положении (горизонтальном, вертикальном, наклонном), устроены по тому же принципу, что и трансформаторы серии ТПЛ, но их **первичная обмотка состоит из одного витка – стержня**, к которому с обеих сторон присоединяются шины первичной цепи. Изоляцией между их первичной и вторичной обмотками и между первичной обмоткой и заземленными деталями служит также литая эпоксидная смола. Эпоксидный корпус образует сплошной изоляционный слой, который обеспечивает надежную защиту внутренних частей от механических повреждений. Трансформатор тока ТПОЛ-10 применяют на подстанциях и в РУ промышленных предприятий.

Трансформатор ТПФ-10 (проходной с фарфоровой изоляцией на напряжение 10 кВ) состоит из одного или двух сердечников 1 (рис. 13.28), охватывающих фарфоровые изоляторы 2. Вторичная обмотка 3, состоящая из одной или двух катушек, надета на стержень сердечника, а первичная обмотка 4, состоящая из нескольких витков круглого изолированного провода или ленточной меди, продета через отверстия изоляторов. Начало и конец первичных обмоток Л1 и Л2 приварены к медным контактным пластинам 5, выведенным наружу через прямоугольные отверстия в торцевых крышках 6 трансформатора. На фланце 8 укреплены изолированные колодки 9, на которые через изоляционные трубки (втулки) выведены начало и конец вторичных обмоток И1 и И2, а также

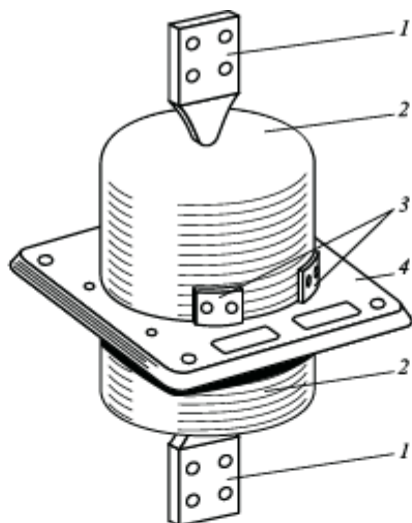


Рис. 13.27. Трансформатор тока серии ТПОЛ с литой изоляцией:
1 – выводы первичной обмотки; 2 – литой корпус; 3 – выводы вторичной обмотки; 4 – фланец

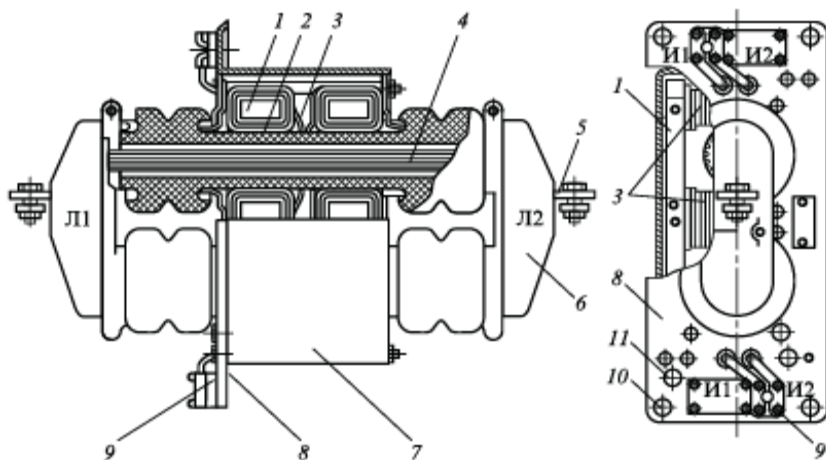


Рис. 13.28. Конструкция трансформатора тока ТПФ-10:

1 – сердечник; 2 – изолятор; 3, 4 – соответственно вторичная и первичная обмотки; 5 – контактная пластина; 6 – крышка; 7 – кожух; 8 – фланец; 9 – изолированная колодка; 10 – отверстие для крепления; 11 – болт заземления

болт заземления 11. По углам фланца расположены отверстия 10 для крепления трансформатора тока. От механических повреждений обмотки защищены прямоугольным кожухом 7. Габаритные размеры и масса трансформатора тока серии ТПФ-10 значительно больше, чем у трансформаторов серии ТПЛ.

В цепях с напряжением до 500 В для измерения тока и мощности, а также учета энергии применяют катушечные опорные трансформаторы тока простой конструкции, состоящие из магнитопровода, на который наложены две обмотки (первичная – для включения в измеряемую цепь и вторичная – для присоединения приборов).

Опорный катушечный трансформатор тока с фарфоровой изоляцией ТКФ-3 (рис. 13.29) применяют в закрытых установках с напряжением до 3 кВ. Катушка вторичной обмотки этого трансформатора, намотанная на каркас из пропитанного картона и расположенная внутри фарфорового изолятора 2, надета на магнитопровод 6. Катушка первичной обмотки трансформатора заложена в углубление изолятора и закрыта металлическим кожухом 3.

Для использования в наружных установках с напряжением 35 кВ и выше служат опорные трансформаторы тока в маслонаполненном фарфоровом корпусе серий ТФН, ТФНУ, ТФНД, ТФНДК (Н – наружный, У – усиленный, К – каскадный, Д – для дифференциальной защиты).

Трансформаторы тока серий ТФН, ТФНУ и ТФНД (рис. 13.30, а) выпускают на номинальные напряжения 35, 110 и 220 кВ и номинальные первичные токи до 2000 А.

Обмотки таких трансформаторов помещаются в фарфоровом корпусе 3, залитом трансформаторным маслом и укрепленном на металлическом основании 4. На верхнем торце фарфорового корпуса укреплен чугунный маслорасширитель 1 с маслоуказателем и зажимами 2 первичной обмотки.

Сердечник со вторичной обмоткой, укрепленный на основании, охватывается первичной обмоткой (в виде восьмерки). Концы вторичных обмоток выведены на зажимы, помещенные в чугунные герметичные коробки на основании трансформатора.

Трансформаторы тока серии ТФНКД (рис. 13.30, б) выпускают на номинальное напряжение до 500 кВ.

Для защиты линий от замыкания отдельных жил кабелей на землю выпускают трансформаторы тока серии ТЗР (для защиты от замыкания на землю, разъемный), имеющие разъемный магнитопровод, что позволяет надевать их на смонтированные трехфазные бронированные кабели диаметром не более 65 мм.

Такой трансформатор состоит из сердечника и ярма, набранных из отдельных полос электротехнической стали. На сердечнике размещается вторичная обмотка, концы которой выведены на изоляционную колодку.

Первичной обмоткой может служить кабель. Лапка трансформатора должна иметь болт диаметром 8 мм для присоединения заземляющей шины.

В нормальных условиях геометрическая сумма токов, проходящих по жилам кабеля, равна нулю или близка к нему, т. е. сердечник трансформатора почти не намагничивается, и во вторичной обмотке не образуется ЭДС, способная вызвать срабатывание присоединенного к ней реле.

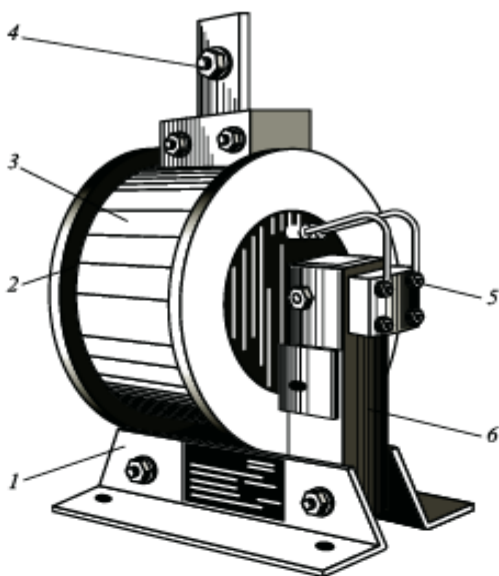


Рис. 13.29. Трансформатор тока ТКФ-3: 1 – установочный угольник; 2 – фарфоровый изолятор; 3 – защитный кожух; 4 – зажимы первичной обмотки; 5 – зажимы вторичной обмотки; 6 – магнитопровод

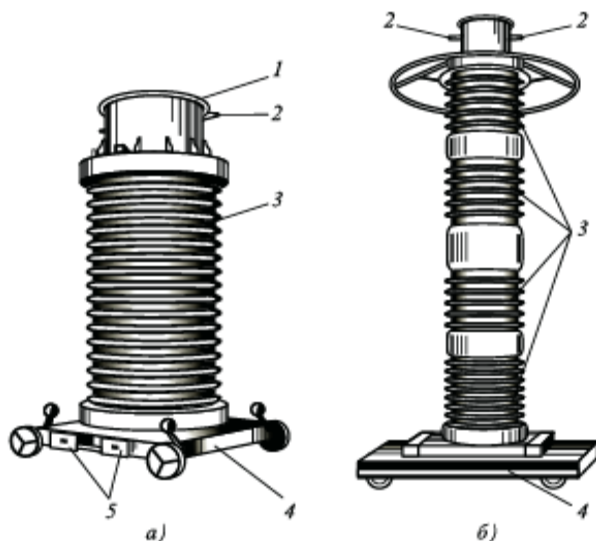


Рис. 13.30. Опорные трансформаторы тока для наружной установки:

a – ТФНД-220; *б* – ТФНКД-500; 1 – чугунный масло-расширитель (колпак); 2 – зажимы первичной обмотки; 3 – фарфоровый корпус; 4 – основание (тележка); 5 – зажимы вторичной обмотки

Если произойдет замыкание на землю одной из фаз защищаемой установки или участка сети либо нарушится равномерность загрузки по фазам, т. е. суммарный магнитный поток уже не будет равен нулю и вызовет ток во вторичной обмотке, замкнутся контакты в цепи сигнализации или отключится защита.

Выпускаются также другие трансформаторы аналогичного назначения, например с литой изоляцией серии ТЗЛ и хлопчатобумажной изоляцией серии ТЗ.

В схемах РУ и подстанций для питания отключающих обмоток приводов используются трансформаторы тока серии ТКБ с шихтованным сердечником, на боковых стержнях которого надеты первичная и вторичная обмотки.

Начала и концы обмоток выведены на щиток, укрепленный на верхней части магнитопровода.

Особенностями трансформаторов тока серии ТКБ являются быстрое насыщение железа и стабильность вторичного тока.

Для измерения силы тока и питания схем защиты в сетях с напряжением до 1 кВ применяются катушечные трансформаторы тока серии ТК с хлопчатобумажной изоляцией.

13.5. Монтаж трансформаторов тока

Монтаж трансформаторов тока включает в себя ревизию и проверку их перед установкой и непосредственно установку.

Предварительно трансформаторы тока проверяют в монтажных мастерских. Там же, если необходимо, сушат их обмотки. Если сопротивление изоляции обмоток менее 1 МОм, для этого используют тепловоздуходувку или сушильную камеру с температурой воздуха не выше 90 °С. Во время сушки сопротивление изоляции измеряют через каждые полчаса. Сушку трансформаторов с напряжением 1 ... 10 кВ можно считать законченной, когда сопротивление их изоляции будет не менее 10 МОм.

Ревизия трансформаторов. Подлежащие монтажу трансформаторы тока подвергают ревизии, проверяя комплектность аппарата и крепежных деталей, состояние фарфоровых частей и кожуха, целостность обмотки и колодки вторичных выводов, наличие обозначений выводов и паспортной таблички, правильность обозначений (полярность) выводов, состояние выводных стержней и резьбы на них, наличие и исправность гаек и шайб. Монтаж начинают с разметки по шаблонам расположения отверстий и крепежных конструкций (плит, угольников) в месте установки трансформаторов, затем сверлят необходимые отверстия и устанавливают соответствующие конструкции.

Проверка трансформаторов перед установкой. Принимая для монтажа, трансформатор осматривают, чтобы убедиться в отсутствии повреждений отдельных частей, наличии обозначений выводов и паспортной таблички. Кроме того, обязательно проводит-

ся серия электрических испытаний в центральных мастерских или наладочными бригадами.

Так, по схеме, приведенной на рис. 13.31, *а*, проверяют вторичные обмотки трансформатора, чтобы убедиться в том, что они не имеют обрыва (в случае обрыва стрелка мегомметра при вращении его рукоятки показывает бесконечность). Проверить вторичные обмотки можно и с помощью малогабаритного моста Уитстона. В этом случае об обрыве свидетельствует бесконечно большое сопротивление, получаемое при измерении.

Состояние изоляции первичной и вторичной обмоток проверяют по схемам, показанным на рис. 13.32, *б*, *в*. Проверка ведется с помощью мегомметра, рассчитанного на напряжение 1000...2500 В. Сопротивление изоляции не нормируется, но должно быть в первичной обмотке не менее 50 МОм, а во вторичных – не менее 10 МОм.

Окончательное решение о состоянии изоляции трансформатора тока принимается после испытания его повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1 мин (вторичные обмотки – напряжением 2000 В, а первичные – напряжением, определяемым ГОСТом).

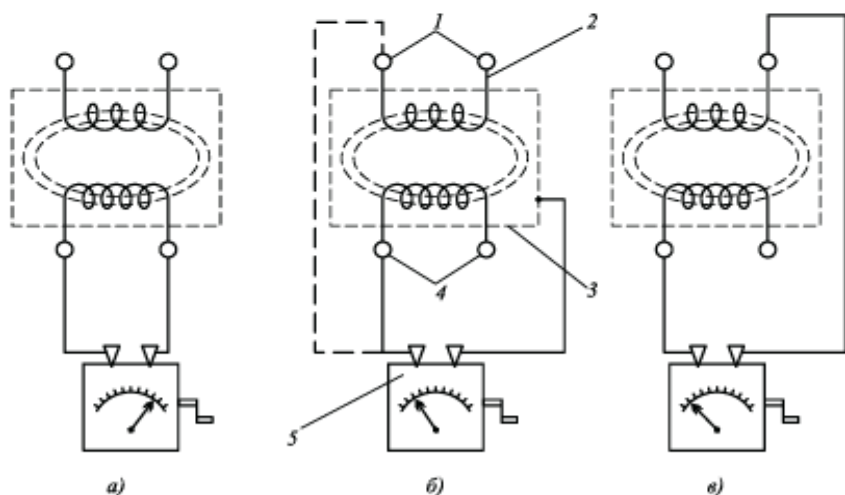


Рис. 13.31. Схемы для проверки трансформаторов тока:

а – отсутствия обрыва в цепи вторичной обмотки; *б* – сопротивления изоляции первичной (пунктир) и вторичной обмоток; *в* – сопротивления изоляции между первичной и вторичной обмотками; 1 – зажим первичной обмотки; 2 – первичная обмотка; 3 – корпус трансформатора; 4 – зажимы вторичной обмотки; 5 – мегомметр

Правильность маркировки выводов и соответствие их заводским обозначениям **проверяют** по схеме, приведенной на рис. 13.32, в которой используются **гальванометр с нулем посередине шкалы** и **батарейка от карманного фонаря или портативная аккумуляторная батарея на 6...12 В**.

Если полярность обмоток правильная, стрелка прибора в момент замыкания цепи батареи должна отклониться вправо. Отклонение стрелки прибора влево указывает на то, что полярность вторичной обмотки обратна полярности, обозначенной в заводской маркировке.

Установка трансформаторов. Трансформаторы тока монтируют на конструкциях или проходных плитах, а также на стальных перегородках в камерах КРУ. Их поднимают на проектные места вручную за фланцы и укрепляют болтами, сначала без затяжки.

Основные вертикальные оси трансформаторов должны находиться в одной плоскости или располагаться симметрично по отношению к осям ближайших элементов установки, с которыми они в дальнейшем будут соединяться шинами. Выверку осуществляют перемещением в пределах зазоров отверстий на плите или конструкции. По окончании выверки постепенно и равномерно затягивают крепящие болты.

При монтаже трансформаторов тока необходимо выполнять следующие требования:

при установке в проемах стен и перекрытий между корпусом трансформатора и стеной **необходимо оставлять по всему периметру зазор 2...3 мм** (в который затем закладывается лист толя) для обеспечения возможности его свободного демонтажа и предохранения корпуса от коррозии;

не следует устанавливать трансформаторы вплотную один к другому, поскольку это нарушает их охлаждение (между их корпусами должен оставаться просвет не менее 100 мм);

в горизонтальных перекрытиях и опорных конструкциях для удобства обслуживания трансформаторы тока нужно **устанавливать так, чтобы их плиты с паспортной табличкой были обращены вверх**

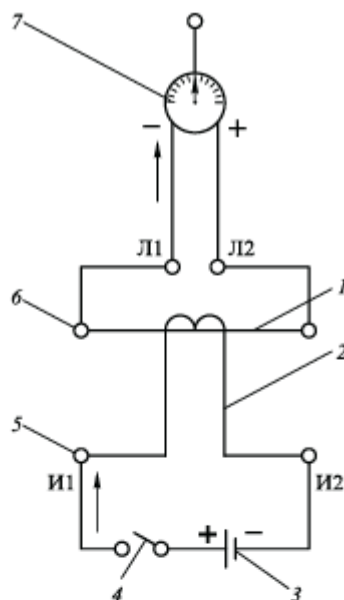


Рис. 13.32. Схема проверки полярности обмоток:

1 – первичная обмотка; 2 – вторичная обмотка; 3 – батарейка; 4 – рубильник; 5, 6 – зажимы обмоток; 7 – гальванометр

или в сторону коридора управления (при установке на вертикальных стенах ячеек);

при номинальном токе трансформатора более 1500 А обязательно **принимать меры для предотвращения нагрева близко расположенных стальных деталей;**

питающие шины высокого напряжения (например, подходящие от сборных шин) нужно присоединять к зажимам трансформатора с пометкой Л1 (начало обмотки), а отходящие шины – к зажимам Л2 (конец обмотки). В этом случае и зажимы вторичной обмотки с пометками И1 и И2 будут соответствовать началу и концу обмотки;

не допускать действия на токопроводящие стержни и изоляторы **изгибающих усилий** от присоединенных к зажимам трансформаторов шин и проводов.

Вторичные обмотки, не присоединенные к приборам, должны быть замкнуты накоротко и заземлены непосредственно на зажимы трансформатора. Установленный трансформатор тока также заземляют. Вторичную обмотку заземляют гибким медным проводом, присоединив его к болту заземления на корпусе трансформатора тока.