

Применение встроенных трансформаторов тока в современных условиях

Аничкин Алексей Николаевич, инженер-конструктор ОАО «СЗТТ»
Смирнов Александр Сергеевич, ведущий специалист по маркетингу

В современных условиях, в связи с обновлением оборудования, устаревшего не только морально, но что еще хуже – физически, совершенствованием релейной защиты и внедрением АИИСКУЭ, идет активная замена старых трансформаторов тока на новые, отвечающие современным требованиям. И если на класс напряжения 10 кВ стоимость трансформатора тока не велика и не является определяющей при проведении реконструкции, то с увеличением класса напряжения картина меняется. Связано это с тем, что с ростом класса напряжения растет сложность конструкции трансформатора тока, резко увеличивается расход электротехнической стали, меди и изоляционных материалов. Соответственно, резко возрастает и стоимость оборудования. Существует ли возможность решить эту проблему? Безусловно, существует. За счет применения встроенных трансформаторов тока (ТВ).

Обновление оборудования подстанций касается не только трансформаторов тока. Зачастую оно включает в себя замену высоковольтных вводов выключателей и силовых трансформаторов, как наиболее важных и ответственных элементов подстанции. Следовательно, при этом возможна полная или частичная замена ТВ.

Новые высоковольтные вводы имеют диаметр значительно меньший, чем у их более старых аналогов. Это, в свою очередь, дает возможность уменьшить внутренний диаметр трансформаторов тока, и, следовательно, улучшить его метрологические характеристики. Кроме того, применение аморфных или нанокристаллических сплавов, позволяет изготавливать ТВ высоких классов точности 0,2S и 0,5S начиная с первичных токов 100–300А, в зависимости от размеров трансформатора. Меньшие размеры вводов позволяют также значительно сократить габариты ТВ, применяемых для релейной защиты.

Поскольку ТВ относятся к электрооборудованию класса напряжения 0,66 кВ, то в их стоимости отсутствуют затраты на высоковольтную изоляцию – она обеспечивается вводом. По этой же причине конструкция ТВ, относительно простая среди трансформаторов тока, не изменяется с ростом класса напряжения электрооборудования.

Основным фактором, влияющим на стоимость ТВ, являются затраты на магнитопровод. Для производства магнитопроводов используется два основных материала: электротехническая сталь – для защитных или комбинированных трансформаторов; аморфные или нанокристаллические сплавы – для измерительных. Стоимость остальных материалов на цене встроенных трансформаторов сказывается незначительно. Поэтому, как правило, затраты на приобретение ТВ получаются значительно ниже, чем стоимость отдельного трансформатора тока. Например, комплект из 6-ти трансформаторов тока – 2 шт. – ТВ-110-I-1 – измерительные 0,2S и 0,5S
4 шт. – ТВ-110-IV – комбинированные 0,5-10P
выполняет те же самые функции, что и опорные трансформаторы типа ТФЗМ-110 или ТГФ-110, но при этом стоимость комплекта ТВ будет в полтора-два раза ниже.

На ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» выпускается широкая номенклатура встроенных трансформаторов тока – 39 типов для различных нужд эксплуатации. В их число входят и измерительные трансформаторы высоких классов точности 0,2S и 0,5S – 14 типов. Завод так же изготавливает трансформаторы ТВ под заказ, с техническими характеристиками, необходимыми потребителю. Таким образом, ОАО «СЗТТ» обеспечивает практически любые потребности потребителя в части трансформаторов со стандартными и специальными характеристиками.

Однако в случае, когда нет необходимости замены высоковольтных вводов, широкому использованию ТВ высоких классов точности (0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5) препятствует ряд факторов:

1. Замена существующих ТВ на новые, более высоких классов точности, связана с трудоемкой и продолжительной (а значит и капиталоемкой) работой по их переустановке: демонтаж ввода, установка трансформатора в бушинг, монтаж ввода.
2. Возможный срок выполнения этой работы ограничивается климатическими условиями нашей страны, т. е. установка в зимний период затруднена и, как правило, невозможна.
3. Количество ТВ, устанавливаемых внутри выключателей, ограничено. Встроенные трансформаторы тока высоких классов точности обладают низкими кривыми предельных кратностей, что связано с использованием при изготовлении магнитопроводов аморфных сплавов. Это требует перенастройки релейной защиты, что нежелательно или технически невозможно.
4. После работ по замене встроенных трансформаторов тока необходима регулировка выключателя.

Решением этих проблем является применение трансформаторов тока наружной установки с внутренним диаметром, достаточным для установки снаружи на ввод выключателя. Это позволяет проводить установку ТВ в любое время года. В этом случае решается и вопрос с релейной защитой, так как нет необходимости замены ранее установленных ТВ.

Первый в России встроенный трансформатор тока наружной установки с литой изоляцией был разработан, изготовлен и испытан на ОАО «СЗТТ» в 2006 году. В том же году трансформатор успешно прошел аттестацию в ОАО «ФСК ЕЭС». В настоящее время трансформаторы ТВ-110-IX, предназначенные для установки на вводы 110кВ, серийно выпускаются на токи от 100 до 1000А и классами точности 0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5, 10P.

Трансформатор ТВ-110-IX представляет собой размещенный в литом корпусе, выполненном из компаунда, тороидальный магнитопровод, на который равномерно намотана вторичная обмотка, и экран, выполненный из электропроводящего материала. Экран служит для защиты вторичной обмотки трансформатора от высокого напряжения. Для получения различных коэффициентов трансформации вторичная обмотка имеет несколько ответвлений.

Первичной обмоткой трансформатора служит высоковольтный ввод выключателя или силового трансформатора. Высоковольтная изоляция при этом обеспечивается изоляцией ввода. Выводы вторичных обмоток закрываются защитной пломбируемой крышкой.

В настоящее время на ОАО «СЗТТ» налажен серийный выпуск ТВ наружной установки для вводов 35, 110 и 220кВ, соответственно ТВ-35-IX, ТВ-110-IX-3 и ТВ-220-IX. Конструкция их аналогична ТВ-110-IX. Кроме того, трансформатор ТВ-110-IX-3 имеет три вторичных обмотки (измерительные и защитные), которые комплектуются в зависимости от заказа.

Важным условием для ТВ наружной установки является то, что верхняя часть трансформатора должна быть ниже последнего ребра высоковольтного ввода, чтобы не шунтировать его. Поэтому подставки трансформаторов сделаны сменными, чтобы можно изменять их высоту в зависимости от заказа.

Выводы:

1. При замене высоковольтных вводов появляется возможность замены встроенных трансформаторов тока, что позволяет значительно снизить расходы при создании АИИСКУЭ и совершенствовании релейной защиты.
2. Широкому применению встроенных трансформаторов тока (когда нет замены высоковольтных вводов) высоких классов точности (0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5) мешает ряд причин, связанных с конструктивной особенностью встроенных трансформаторов.
3. Конструкция трансформаторов тока ТВ-110-IX, ТВ-35-IX, ТВ-110-IX-3 и ТВ-220-IX наружной установки позволяет обойти проблемы, препятствующие широкому распространению встроенных трансформаторов тока.
4. Трансформаторы тока серии ТВ для наружной установки являются наиболее экономичным вариантом модернизации подстанций, где требуется внедрение АИИС КУЭ и совершенствование релейной защиты.