

Силовой трансформатор для распределительных сетей

Андрей ГУСАКОВ,

главный конструктор ОСТ ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»

Основными потребителями силовых распределительных трансформаторов являются электрические сети, снабжающие энергией предприятия, городской транспорт, жилые дома, больницы, торговые центры и т.д. Рост потребления электроэнергии стимулирует строительство новых трансформаторных подстанций и модернизацию эксплуатируемых. Наиболее ответственный и дорогостоящий элемент подстанции — распределительный трансформатор, — должен обладать высокими эксплуатационными свойствами.

Современный трансформатор должен быть высоконадёжным, но при этом иметь малые габариты для создания компактных подстанций либо модернизации подстанций с увеличением их мощности. Кроме этого, трансформатор должен выдерживать перегрузки, в том числе и в экстремальных условиях окружающей среды. Учитывая плотность городской застройки, трансформаторы должны обладать такими качествами, как безопасность и экологичность.

Оптимальное решение, которое удовлетворяет изложенным требованиям — применение сухих распределительных трансформаторов с литой изоляцией.

В сухих трансформаторах, в отличие от маслонаполненных, отсутствует опасность утечки масла с загрязнением окружающей среды, а также снимается необходимость в периодической проверке и замене масла, что снижает

эксплуатационные затраты. Применение литой изоляции позволяет обеспечить высокий уровень пожаробезопасности, так как обмотки, залитые эпоксидным компаундом, не поддерживают горение. Следовательно, такие трансформаторы можно устанавливать максимально близко к потребителям, тем самым уменьшая потери при передаче электроэнергии в сетях низкого напряжения (НН). Обмотки литых трансформаторов обладают высокой механической прочностью и устойчивы к воздействию токов короткого замыкания. Литая изоляция обмоток пыле- и влагонепроницаема, что исключает процесс сушки перед вводом в эксплуатацию, в отличие от трансформаторов с воздушно-барьерной изоляцией.

Первым отечественным предприятием, освоившим технологию литой изоляции, стал ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» («СЗТТ»). На протяжении многих десятилетий такая технология применялась для производства измерительных трансформаторов, но с 2005 года завод начал осваивать производство силовых трёхфазных трансформаторов с литой изоляцией. В результате собственных разработок предприятием была освоена серия трансформаторов ТЛС мощностью от 10 до 3150 кВА.

Следует отметить, что на тот момент на рынке существовали трансформаторы с литой изоляцией, однако они были либо иностранного производства, либо отечественные, выполненные по лицензии опять же иностранных предприятий, либо изготовленные с импортными обмотками и комплектующими. Поэтому была поставлена задача — выпустить качественный, но недорогой трансформатор с минимальным использованием импортных материалов.

Для трансформаторов малой мощности основным требованием являются габаритные размеры, поэтому обмотки трансформаторов от 10 до 63 кВА решено было выполнить из меди. Трансформаторы мощностью 100 кВА и выше изготавливаются как с медными, так и с алюминиевыми обмотками. Медные трансформаторы имеют несколько меньшие габаритные размеры, но при этом масса их больше. Так же между ними есть незначительные различия по потерям холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ), но остальные эксплуатационные характеристики у них одинаковы, так что транс-



ТМГ-630



ТЛСЗ



ТЛС-40

форматоры могут использоваться в одних и тех же условиях.

При возникновении коротких замыканий в линии наибольшие усилия от токов КЗ возникают в обмотках НН. В трансформаторах мощностью 400 кВА и выше обмотки НН изготовлены из ленты. С применением ленты возможно снижение осевых составляющих этих усилий до нуля. Такое решение позволяет также уменьшить габариты обмотки и упростить технологию изготовления.

Учитывая наличие в России нескольких климатических районов, было принято решение разработать трансформаторы климатического исполнения УХЛ с нижним значением температуры при транспортировании, хранении и эксплуатации равной -60°C . Большой опыт производства литой изоляции позволил создать обмотки, которые выдерживают такую температуру без растрескивания. Для усиления механической прочности каждый слой обмотки армируется стеклотеткой.

Магнитопроводы трансформаторов изготавливаются на высокоточных линиях продольной и поперечной резки электротехнической стали. Применение стали с малыми удельными потерями и уменьшение магнитной нагрузки позволяют получить относительно низкий уровень потерь и тока холостого хода, а также снизить уровень шума.

В обмотках трансформаторов мощностью 250 кВА и выше установлены датчики, сигналы от которых передаются на тепловое реле. В функции реле входит отображение температуры в обмотках и магнитопроводе, формирование сигнала на включение вентиляторов и отключение трансформатора от сети при недопустимом перегреве. Применение вентиляторов позволяет перегружать трансформатор без снижения срока службы.

Применение современного оборудования для обработки металла с ЧПУ позволяет изготавливать кожухи для трансформаторов защищенного исполнения с различными степенями защиты и различными вариантами подключения к сети, а также трансформаторы с нестандартными характеристиками в максимально сжатые сроки.

В отличие от многих производителей ОАО «СЗТТ» изготавливает трансформаторы с нормальной изоляцией уровня «б». Таким образом, испытание электрической прочности изоляции приложенным напряжением промышленной частоты обмоток высокого напряжения (ВН) на 10 кВ проводится при 35 кВ, обмоток НН при 5 кВ.

Обладая большим количеством достоинств, сухие трансформаторы с литой изоляцией становятся всё более востребованными. Такие трансформаторы активно внедряются в системах распределения электроэнергии на объектах, где определяющее значение имеет высокий уровень безопасности для людей, окружающей среды, а также дорогостоящего оборудования.

При всех своих преимуществах сухие трансформаторы дороже масляных, поэтому там, где это оправдано, целесообразна установка трансформаторов с более низкой стоимостью. Руководством ОАО «СЗТТ» было принято решение приступить к разработке распределительных масляных трансформаторов ТМГ. На сегодняшний день освоено серийное производство трансформаторов мощностью 100—1000 кВА, на ВН — 6, 6,3, 10 и 10,5 кВ, на НН — 0,4 и 0,23 кВ, с различными схемами и группами соединения обмоток.

Так как тепловое расширение масла в трансформаторах ТМГ компенсируется за счёт упругой деформации гофрстенок, в таких трансформаторах не требуется применение расширителя, а следовательно, отсутствует контакт масла с воздухом. Благодаря этому свойству в трансформаторах нет необходимости в отборе проб масла в течение всего срока службы, что снижает затраты на эксплуатацию.

В заключение следует отметить, что обладая большими возможностями в области проектирования и изготовления сложных изделий, в том числе сложной и трудоёмкой оснастки, ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» активно занимается разработкой и изготовлением трансформаторов с нестандартными характеристиками под требования конкретного заказчика.