

# Сухие трансформаторы итальянского производителя SEA SpA – обоснованное капиталовложение

*А. Довгий, менеджер отдела электротехники ООО «СЭА Электроникс»*



Трансформатор – один из важнейших и обязательных элементов энергосистемы. Изобретение трансформатора более 120 лет назад обеспечило возможность генерировать электроэнергию на одном уровне напряжения, а для минимизации потерь на ее передачу использовать более высокое напряжение. Также трансформаторы позволяют осуществить обратное преобразование (понижение) напряжения непосредственно перед потребителем до уровня, рассчитанного на параметры электроприемников. На сегодняшний день парк трансформаторов быстро стареет, поскольку, в основном, установлен в 60-70-х гг. прошлого столетия. На большинстве объектов установлены и устанавливаются масляные трансформаторы. В большинстве случаев это обусловлено их относительно невысокой стоимостью. Однако масляные трансформаторы обладают рядом серьезных недостатков, такими как: пожароопасность и экологическая

опасность утечки масла. Кроме этого существует постоянная необходимость осуществлять контроль уровня и качества масла. Также их масса и габаритные размеры превышают аналогичные по мощности сухие трансформаторы. Это, безусловно, усложняет их эксплуатацию и не позволяет применять масляные трансформаторы на объектах, расположенных максимально близко к потребителям. Исходя из выше изложенных условий и быстрого развития научного прогресса, а также повышенных норм безопасности при эксплуатации высоковольтного оборудования, все это позволило ввести в эксплуатацию другой тип оборудования— сухие трансформаторы. При этом значительно снижаются потери при передаче электроэнергии в сетях низкого напряжения и отпадает необходимость отводить под застройку отдельного здания ТП столь дорогую нынче землю. К тому же нет необходимости строить само здание.

Режим работы трансформатора сегодня определяется ростом потребления электроэнергии: ключевой элемент подстанции должен выдерживать огромные нагрузки, причем нередко в экстремальных условиях окружающей среды. При этом, современная эксплуатация предъявляет жесткие требования не только к основным техническим характеристикам оборудования, но и к его экологичности. Растущий спрос на безопасное, в том числе и экологически безопасное электрооборудование, обладающее вместе с тем высоким энергетическим КПД, могут удовлетворить только сухие трансформаторы, изготовленные по технологии, которая за последние десятилетия доказала свою надежность. Сухие трансформаторы с литой изоляцией объединили в себе идеи нескольких смежных областей науки и техники. Эта оборудование, в отличие от маслonaполненного, обеспечивает высокий уровень экологической и эксплуатационной безопасности. Такие трансформаторы компактны, устойчивы к воздействию влаги, не требуют

дополнительных противопожарных мер в местах установки. Затраты на их эксплуатацию минимальны. Благодаря своим многочисленным достоинствам сухие трансформаторы приобретают все большую популярность во всем мире. Их широко применяют в системах распределения электроэнергии в торговых центрах, больницах, на заводах и фабриках, на судах, объектах нефтегазодобывающей промышленности, словом везде, где особое значение имеет высокий уровень безопасности людей, оборудования и окружающей среды. Те компании и предприятия, которые приняли решение применять сухие трансформаторы и установили это оборудование, уже сейчас считают прибыль от их использования.

**На вопрос: «Почему вы применяете сухие трансформаторы?», ответ простой: «Это обоснованное капиталовложение!».**

Если говорить об особенностях различных вариантов конструктивного исполнения и технологий изготовления сухих трансформаторов, представленных на рынке, то наиболее критичный и ответственный элемент конструкции сухого трансформатора, определяющий его потребительские свойства, это обмотки высокого напряжения. Их качество зависит от используемых материалов и технологии изготовления. В них механическая жесткость конструкции обмотки обеспечивается применением специальных наполнителей. Она состоит из эпоксидной смолы с инертными и огнестойкими наполнителями. При этом, процесс смешивания и заливки осуществляется в вакууме. Это позволило существенно улучшить механические, теплопроводящие и противопожарные свойства трансформаторов с литой изоляцией. Такая технология придает обмоткам высокие диэлектрические свойства с предельно низким уровнем возникновения частичных разрядов.

Кроме этого, литая обмотка дает возможность в небольших габаритных размерах получить мощные сухие трансформаторы для использования в сетях с более высоким уровнем напряжения. Пример исполнения сухого трансформатора большой мощности итальянского производителя SEA SpA приведен на рис. 1



Рис. 1.

В дополнение к вышесказанному, хотелось бы отметить, что на производстве компании SEA SpA обмотка высокого напряжения изготавливается с применением автоматической намотки (см. рис. 2, 3) и состоит из набора катушек, выполненных из ленточного алюминия:

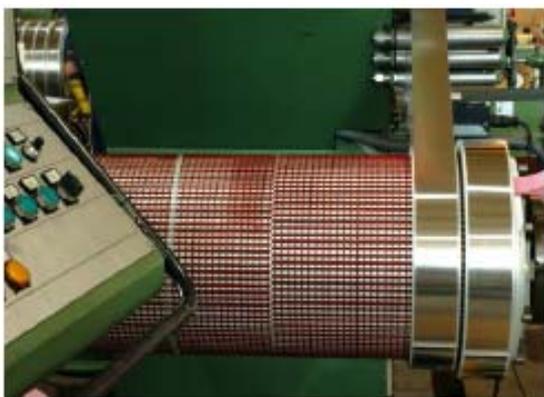


Рис. 2.



Рис. 3.

Изоляция между витками выполняется с помощью полиэфирной пленки. Катушка армируется стекловолокном, подвергается глубокой сушке и затем заливается в вакууме эпоксидной смолой класса «F», смешанной с кварцем и тригидроксидом алюминия. Благодаря такой технологии достигаются превосходные механические характеристики и соответствие классам C1 и C2 нормативной документации CENELEC. Многолетний опыт использования автоматического оборудования на производстве (контроль всех процессов производства) позволяет обеспечить крайне низкий уровень частичных разрядов и, как следствие, высокую надежность и длительный срок службы.

Выводы регулировки напряжения (как правило,  $\pm 2 \times 2,5\%$ ) выполнены непосредственно по центру обмотки. Контактные соединения осуществляются с помощью латунных перемычек (пластин), фиксируемых болтами.

Обмотка низкого напряжения выполнена из алюминиевой фольги, изолированной диэлектрической пленкой класса «F». Сборка обмотки выполняется по технологии «pre-preg» с сушкой в печи. Выводы обмотки НН выполнены из набора алюминиевых пластин, сваренных в инертной среде и жестко закрепленных к каркасу при помощи опорных изоляторов.

Такая конструкция обеспечивает:

- ✓ повышенную стойкость к влажности и агрессивной промышленной среде;
- ✓ большую диэлектрическую прочность;
- ✓ высокую электродинамическую стойкость трансформатора в режиме короткого замыкания.

По желанию заказчика обмотки могут быть выполненными из меди или изготовлены со специфическими свойствами. Выводные зажимы обмоток, механически прикрепленные к держателям, – практичны, компактны и легкодоступны.

Еще одним важным элементом сухого трансформатора является магнитный сердечник, который изготавливается из магнитной пластины с ориентированной зернистой структурой, которая защищена от удельных потерь и обладает высокой магнитной проницаемостью, благодаря тонкой прокладке из неорганического материала Carlyte, установленной с обеих сторон. Составные части расположены под углом 45 град., с перекрывающимися соединениями по технологии step lap, что снижает потери и ток холостого хода, а также уровень шума трансформатора.

Особенности высокотехнологичной сборки трансформаторов SEA SpA, которые повышают надежность:

- обмотка низкого напряжения насаживается на сердечник и удерживается в этом положении при помощи специальных пластин из стекловолокна;
- вводы низкого напряжения, выполняются из медных шин, соединяются между собой и фиксируются на профиле сердечника с помощью стекловолоконных распорок;
- обмотка высокого напряжения фиксируется изолирующими распорками, с расчетом возникновения температурных расширений под воздействием тока нагрузки.

**Возможны также специальные индивидуальные исполнения:**

- для эксплуатации при температуре окружающей среды от  $-50$  до  $+55$  град С;

- сейсмостойкие, в специальном усиленном исполнении с внутренними каркасами жесткости (выдерживают без повреждений землетрясения силой до 9 баллов по шкале MSK);
- класса нагревостойкости Н/Н;
- с уменьшенными потерями и улучшенными шумовыми характеристиками;
- с противовибрационными приспособлениями;
- с вентиляторами принудительного охлаждения и приборами автоматики;
- в специальном исполнении для эксплуатации на высоте более 1000 м над уровнем моря;
- с блоком контроля температуры трансформатора;
- с защитным кожухом IP21, 23, 31.

Трансформаторы производства SEA SpA подвергаются типовым испытаниям согласно предписаниям нормативной документации IEC60076-11. По желанию могут быть проведены все типовые и специфические испытания, предусмотренные нормативно-технической документацией заказчика:

- нагрев трансформатора под нагрузкой (имитация),
- метод последовательного включения машин (проверка потерь),
- устойчивость к грозовым и остаточным перенапряжениям,
- измерение уровня шума,
- измерение содержания гармонических составляющих тока холостого хода,
- измерение полярного сопротивления,
- измерение емкостей обмоток,
- испытание динамической стойкости току короткого замыкания (проводятся в независимой аккредитованной лаборатории),
- испытание на огнестойкость и проверка соответствия климатическим классам (проводятся в независимой аккредитованной лаборатории),
- другие специфические испытания, по желанию заказчика (электромагнитная эмиссия, тепловые удары и пр.).

Трансформаторы производства SEA SpA поставляются во многие страны мира, исключением не является и Украина.

По вопросам получения дополнительной технической информации и приобретения продукции SEA SpA обращайтесь к официальному поставщику SEA SpA в Украине компании «СЭА Электроникс»

т/ф 8-044-296-24-00, [info@sea.com.ua](mailto:info@sea.com.ua).

Детальную техническую информацию по продукции SEA SpA можно найти на сайте [www.seatrasformatori.it](http://www.seatrasformatori.it)