

УДК 621.311

Н.С. ОЖИГАНОВ, студент гр. ЭЭб-153 (КузГТУ)
Научный руководитель Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

СРАВНЕНИЕ СУХИХ И МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

На энергоэффективность сетевых компаний влияют не только затраты на собственные нужды подстанций, но и потери электрической энергии в линиях электропередач и в трансформаторах. В связи с этим при сравнении сухих и масляных трансформаторов необходимо оценивать и потери в них, которые являются показателем энергоэффективности электрооборудования. Потери в трансформаторах подразделяются на условно постоянные – потери в его магнитной системе (потери холостого хода) и нагрузочные – потери в обмотках (потери короткого замыкания). Все новые технологии в трансформаторостроении направлены на снижение потерь холостого хода. Это и использование магнитных материалов, которые легко намагничиваются и перемагничиваются, т.е. в них меньше потери на гистерезис (например, аморфная сталь). А также использование новых технологий шихтовки магнитопроводов, способствующие снижению еще одного вида потерь в магнитной системе – на вихревые токи.

До недавнего времени в электрических сетях России преимущественно использовались силовые масляные трансформаторы. Этот факт был обусловлен их относительно невысокой стоимостью. При этом недостатком масляных трансформаторов является их пожароопасность, что не позволяет располагать эти трансформаторы максимально близко к потребителям [3]. Кроме этого, необходимо отслеживать состояние трансформаторного масла, которое выполняет функцию не только охлаждающей среды, но и главной изоляции, что приводит к значительно большим эксплуатационным затратам, чем при использовании сухих трансформаторов.

Сухие трансформаторы представляют собой один из современных экологически- и пожаробезопасных типов оборудования. Они могут устанавливаться в непосредственной близости от потребителей, а также в жилых домах, что приводит к значительному сокращению длины низковольтных линий, а значит и потерь в них.

На характеристики сухих трансформаторов влияет технология их изготовления.

Наиболее дешевой в производстве и поэтому наиболее распространенной является технология заливки обмотки высокого напряжения распределительного трансформатора 6(10)/0,4кВ изоляционным компаундом с вакуумировкой. Это так называемые трансформаторы с литой изоляцией (ТСЗГЛ).

При выборе того или иного типа трансформатора обычно руководствуются как техническими характеристиками (потери, условия охлаждения, длительность перегрузок), так и экономическими показателями (стоимость, частота обслуживания, ремонтопригодность и др.)

Как маслонаполненные, так и сухие трансформаторы имеют ряд преимуществ и недостатков.

Маслонаполненные трансформаторы, как правило, являются более энергоэффективными, чем сухие. Кроме этого, масляные трансформаторы допускают большие перегрузки, чем сухие.

Именно это обстоятельство обуславливает тот факт, что предприятия реже приобретают сухие трансформаторы. На рис.1. приведено сравнение потерь электроэнергии в сухих и масляных трансформаторах при полной их загрузке.

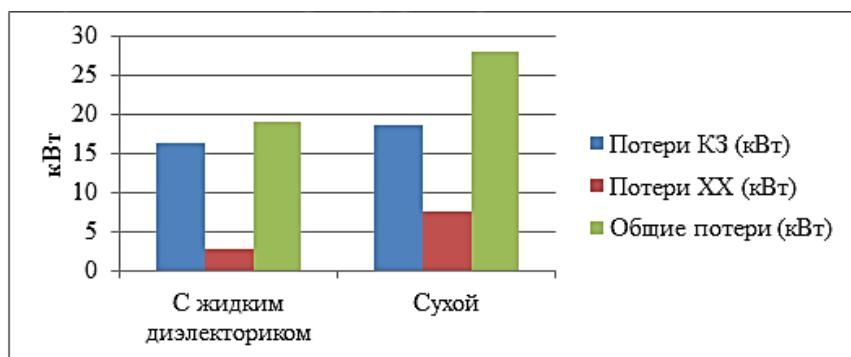


Рис. 1. Потери при 100% загрузке сухих и маслонаполненных трансформаторов мощностью 2500 кВА

Однако, сухие трансформаторы широко применяются на промышленных предприятиях, химических производствах, металлургических комбинатах, объектах нефтегазовой отрасли. Это объясняется тем, что, во-первых, отсутствует необходимость в системе пожаротушения, во-вторых, появляется возможность разместить трансформаторы в непосредственной близости от центра электрических нагрузок, что позволяет оптимизировать схему электроснабжения, а также свести к минимуму использование линий низкого напряжения.

Поэтому, даже при значительных начальных капитальных вложениях, современное оборудование позволяет существенно экономить электроэнергию за счёт снижения потерь в кабельных сетях низкого напряжения.

Еще одним важным фактором, влияющим на выбор того или иного трансформатора является продолжительность его эксплуатации.

Срок службы сухого трансформатора 15-25 лет, что примерно на 10 лет меньше срока службы масляного трансформатора (25-35 лет). Так как масляные трансформаторы эксплуатируются дольше, чем сухие трансфор-

маторы, они позволяют существенно экономить материальные, так как их приходится реже заменять.

Рекомендуемое ежегодное обслуживание типичного сухого трансформатора заключается в осмотре, инфракрасном обследовании болтовых соединений, а также чистке пылесосом обмоток и решеток для поддержания требуемого охлаждения и для предотвращения образования воспламеняющегося материала.

Чистка решеток и обмоток может сопровождаться нежелательным отключением трансформатора, поэтому часто отказываются от чистки. Пропуск чистки приводит к снижению потока воздуха, из-за чего уменьшается эффективность трансформатора, а также повышается опасность возгорания.

Профилактическое обслуживание маслонаполненного трансформатора, чаще всего, включает в себя забор и анализ проб масла (исключение составляет герметичные трансформаторы). Анализ масла дает возможность достаточно точно оценить состояние трансформатора, что невозможно в случае трансформаторов сухого типа [4].

Ремонтопригодность масляных трансформаторов также является их несомненным плюсом, т.к. залитые смолой обмотки сухих трансформаторов не подлежат ремонту, их необходимо заменять.

Трансформаторы с жидким диэлектриком имеют более низкие уровни шума при работе, чем сухие. Однако существенно снизить уровень шума позволяет конструкция сердечника трансформатора с перекрывающимися соединениями по технологии «Step Lap».

Таким образом, нельзя сделать однозначный вывод о том, какой из трансформаторов является более энерго- и экономически эффективным. Современные технологии позволяют компенсировать имеющиеся ранее недостатки как сухих, так и масляных трансформаторов. Поэтому можно сделать вывод о взаимодополнении сухих и масляных трансформаторов. Решение о необходимости использования того или иного трансформатора определяется с учетом индивидуальных потребностей заказчика и условий его эксплуатации.

Список литературы:

1. Выбор сухого и маслонаполненного трансформатора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forca.ru/stati/podstancii/vybor-suhogo-ili-maslonapolnennogo-transformatora.html>.
2. Сухие силовые трансформаторы. Выбор, устройство, характеристики трансформаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eti.su/articles/visokovoltnaya-tehnika/visokovoltnaya-tehnika_327.html.
3. Новости электротехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arch/2011/68/13.php>.