

УДК 621.311

Область применения сухих трансформаторов

Геращенко В.Л.

Научный руководитель Трифонова О.А.

Большая разветвленная сеть электроснабжения в нашей стране включает в себя огромное число понизительных подстанций и трансформаторных пунктов. Уровень напряжения 0,4 - 0,6 кВ является характерным для наиболее массовых потребителей внутрицеховых сетей. При передаче и распределении энергии самый распространенный уровень напряжения в Беларуси 1-20 кВ с суммарной мощностью около 7,5 ГВА. Из-за большой степени износа сетей нарушается энергоснабжение потребителей. При регламентированном сроке службы трансформаторного оборудования 25 лет, реальный срок их работы составляет зачастую свыше 40 лет. Надежность электроснабжения определяется в существенной мере техническим уровнем трансформаторного оборудования. Очевидна необходимость планомерной замены стареющего трансформаторного оборудования, технического перевооружения и реконструкции сетей.

Преимущества сухих трансформаторов.

Структура энергоснабжения внутри большинства предприятий сформирована в советское время и содержит значительную долю масляных трансформаторов. Происходящая в последнее время перестройка производственных мощностей предприятий связана с заменой станочного парка, с переходом на новые энергосберегающие технологии и требует зачастую замены систем цехового энергоснабжения предприятий. Это и определяет потребность производства новых трансформаторов на напряжение 3-10 кВ мощностью до 1600 кВА.

Отказ от применения масляных трансформаторов и замена их на сухие дает возможность размещать понизительные трансформаторные пункты максимально близко к потребителям низкого напряжения. А это, даже при больших начальных капиталовложениях в сухие трансформаторы, позволяет экономить электроэнергию за счет снижения потерь в кабельных сетях низкого напряжения. Кроме того, нет необходимости в организации маслоприемника, снимаются количественные ограничения на расположение трансформаторов в одной камере, появляются более широкие возможности размещения трансформаторов по различным этажам здания. Это в какой-то степени отражает общую тенденцию распределения электроэнергии в сетях на более высоком уровне напряжений.

При сооружении новых распределительных сетей преимущества сухих трансформаторов становятся более очевидными. Их применение обеспечивает снижение затрат на строительство, поскольку:

- нет опасности утечки масла;
- обычно габариты и масса сухих трансформаторов меньше аналогичных по мощности масляных;
- сухие трансформаторы могут располагаться существенно ближе к потребителям, чем масляные.

Обычное промышленное использование трансформаторов характеризуется достаточно длительными нагрузками в течение рабочего дня с пиками потребления. Потери электроэнергии в трансформаторе под нагрузкой увеличиваются пропорционально квадрату тока и, следовательно, становится невыгодно использовать трансформаторы с большими перегрузками по току или при длительных режимах близких к номинальному. Это вызывает необходимость выбора трансформаторов с

запасом мощности 20-25%. В таком случае сокращается количество типоразмеров трансформаторов в сетях. А значит, в свою очередь, становятся проще организация резервирования питания потребителей, обслуживание и ремонт трансформаторов. В результате (и это становится особенно важным при росте стоимости электроэнергии),

Сухие трансформаторы по технологии "монолит".

На заводах Беларуси и СНГ была широко освоена для производства двигателей и сухих трансформаторов технология "монолит", которая достаточно хорошо себя зарекомендовала за многолетний период ее использования.

Электропрочность обмоток сухих трансформаторов обеспечивается применением соответствующей изоляции проводов. Механическая прочность конструкции достигается благодаря использованию бандажных лент, гарантирующих монолитность после пропитки лаками и последующим запеканием. Правда, после пропитки несколько снижается электропрочность изоляции, но из-за разнесения функций обеспечения изоляции и механической жесткости на разные материалы, такая технология дает возможность длительной эксплуатации оборудования при циклических тепловых нагрузках без снижения электрических характеристик изоляции.

Сухие трансформаторы с литой обмоткой.

В последнее время появились сухие трансформаторы с литой обмоткой. В них механическая жесткость конструкции обмотки обеспечивается технологией ее изготовления. Применение специальных наполнителей позволило существенно улучшить механические, теплопроводящие и противопожарные свойства трансформаторов с литой изоляцией.

Однако, поскольку масса изоляционного материала в конструкции литой обмотки существенно больше, а так же из-за имеющихся неоднородностей материала при вакуумной пропитке, увеличивается вероятность возникновения частичных разрядов.

Большая толщина изоляции создает определенные проблемы и с охлаждением обмотки высокого напряжения. Кроме того, чаще возникают механические напряжения в изоляции при перепаде температур обмотки и воздуха. Это особенно важно учитывать при работе в тяжелых климатических условиях и резко переменных нагрузках. При низких температурах окружающей среды (ниже -25 C) в изоляции на основе эпоксидных смол наблюдаются деструктивные изменения, что делает невозможным использование таких трансформаторов для работы в морозном климате.

Литая обмотка дает возможность в тех же габаритах получить трансформаторы для использования в сетях с более высоким уровнем напряжения. В будущем трансформаторы с такой технологией изготовления можно будет успешно применять при переходе распределения энергии на более высокий уровень напряжения 35 кВ.

Сухие трансформаторы с открытой обмоткой.

В отличие от трансформаторов с жидким диэлектриком или литой изоляцией, в сухих трансформаторах с открытой обмоткой, пропитанной под вакуумом полиэстерными смолами, частичные разряды не возникают из-за малой массы и толщины изоляции.

Изоляционные свойства проводников обмотки из стекло-шелка или номекса и твердые изоляционные материалы в виде специальных пресованных профилей (придающих одновременно и механическую жесткость конструкции) обеспечиваются изоляционные свойства трансформатора.

При использовании изоляционных профилей и высокопрочных изоляторов из фарфора, в конструкции трансформатора формируются вертикальные и горизонтальные каналы для охлаждения, что эффективно охлаждает обмотки.

Благодаря конвекционным потокам воздуха при охлаждении трансформатор устойчив к загрязнениям.

Слабая чувствительность изоляции к воздействию влаги и химическая инертность используемых материалов дают возможность использовать трансформаторы во влажных условиях и с химически агрессивной атмосферой. Высокие противопожарные свойства придает ему минимальное использование в конструкции горючих материалов.

Изоляционный цилиндр между обмотками обеспечивает надежную изоляцию между обмотками. Использование высокотемпературных изоляционных материалов и эффективное конвекционное охлаждение позволяют трансформаторам с сухой изоляцией работать при более высокой температуре, поэтому они оказываются меньше и легче трансформаторов с жидким диэлектриком.

Современные сухие трансформаторы обеспечивают уровень прочности изоляции такой же, как и трансформаторы с жидким диэлектриком, а по удобству в обслуживании и монтажу существенно их превосходят. Преимущества сухим трансформаторам дают новые изоляционные материалы, современные принципы конструирования и технологии изготовления.

Высокая механическая прочность гарантирует сейсмостойкость и вибрационную устойчивость этих аппаратов. Сухие трансформаторы с открытой обмоткой оптимальны для использования на атомных электростанциях и в подземных сооружениях, где необходима значительная устойчивость к вибрациям. Высокий уровень безопасности обеспечивает возможность использования таких трансформаторов с высокой рабочей температурой обмоток (класс Н 155 - 180 С) в районах высокого риска, в том числе в шахтах и взрывоопасных зонах.

Недостатки сухих трансформаторов.

Наряду с преимуществами по сравнению с масляными трансформаторами по условиям размещения имеется и недостаток. Перегрузочная способность «сухих» трансформаторов невелика и не превышает 5...10% в зависимости от времени перегрузки. Это вызывает необходимость установки «сухих» трансформаторов, рассчитанных на всю мощность нагрузки каждый. Соответственно в нормальном режиме установленная (трансформаторная) мощность используется неэффективно. Тем не менее «сухие» трансформаторы широко применяются при строительстве административных зданий, и их следует считать более предпочтительными, чем масляные трансформаторы.

Благодаря своим эксплуатационным качествам трансформаторы с сухой изоляцией постепенно должны заместить масляные трансформаторы внутрицеховых сетей.