

Вопросы старения изоляции в силовых трансформаторах и методы их снижения

Владимир САВЕЛЬЕВ,
Директор ТОО «Восток-Электрик»,
г. Алматы

Продление срока службы мощных силовых трансформаторов 110, 220, 500 кВ является сегодня одним из самых актуальных вопросов, так как в нынешних условиях, когда существует огромный парк физически устаревшего электрооборудования, при дефиците материальных средств замена такого оборудования требует больших капитальных вложений.

На длительность срока службы трансформаторов находящихся в эксплуатации влияет множество факторов, в том числе:

1. Соблюдение режима работы согласно ПТЭ;
2. Своевременное обслуживание трансформаторов, а именно:
 - чистка трансформаторного масла от механических примесей и влаги;
 - внимательное отношение к смешению различных сортов и марок трансформаторных масел;
 - своевременная сушка изоляции и поддержание влаги в твердой изоляции не более 1,5–2,0 % H₂O от массы твердой изоляции;
 - соблюдение температурного режима активной части трансформаторов.

Известно, что работа трансформаторов в диапазоне температур от 40 °С до 65 °С является наиболее благоприятной для сохранения электрической прочности твердой изоляции.

Превышение температурного режима активной части в диапазоне более 80 °С резко снижает срок службы изоляции – она становится хрупкой, уменьшается длина диполей целлюлозы и как следствие низкая электрическая прочность электрокартона. При нестандартных режимах – динамические удары при КЗ или перенапряжения в условиях эксплуатации приведут к потере диэлектрической прочности.

Схемы расположения охладителей ДЦ в навесном исполнении
Автотрансформаторы 125–200 МВ·А/220 кВ

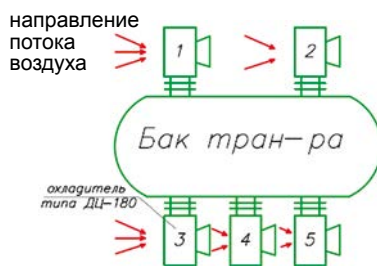


рис. 1

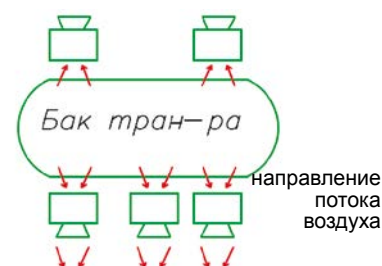


рис. 2

Силовые трансформаторы, выпущенные в 80–90 годы с целью экономии металла и удешевления продукции, имели систему охлаждения ДЦ, которая монтировалась на корпусе бака трансформатора, что имело ряд недостатков.

При такой схеме расположения охладителей резко снижается теплоотдача и эффективность работы охладителей.

По техническим характеристикам и требованиям к охладителям ДЦ-180 необходимо соблюдать следующие расстояния:

- при входе воздуха в охладитель расстояние от стены до бака трансформатора должно быть не менее 1,5 м;
- при выходе теплого воздуха расстояние до стены пожаротушения должно быть не менее 3 м.

При расположении охладителей, указанных на рис. 1, не соблюдается расстояние выноса теплового потока, и последующие охладители (2, 4, 5) используют уже нагретый воздух, где теряется эффективность охлаждения.

При расположении охладителей согласно рис. 2 расстояние между нагретым баком и рабочей поверхностью охладителей составляет не более 0,5÷0,6 м и всасывание теплого воздуха от бака трансформатора тоже приводит к снижению эффективности.

По информации СИГРЭ снижение температуры твердой изоляции на 5 °С (доведение до нормальной температурной зоны до 60 °С), срок старения изоляции увеличивается на 6–7 лет, что в конечном итоге позволяет продлить срок эксплуатации трансформатора на 12–15 лет.

Для достижения нормального температурного режима работы трансформатора, эксплуатация вынуждена устанавливать дополнительный охладитель (№6). Например, на трансформаторе ТДЦ-250000/220 Жамбылской ГРЭС блока № 4.

Нашей организацией был изучен вопрос снижения t⁰ режима работы трансформаторов и предложена схема установки охладителей ДЦ на отдельно стоящем фундаменте (выносная).

Предложенная система охлаждения ДЦ и разработанный алгоритм работы цепей управления системой даёт ряд преимуществ:

- снижение общей температуры активной части;
- чёткое реагирование работы электрооборудования (маслонасосы и электродвигатели обдува) по условиям внешних факторов;
- повышение нагрузочной способности трансформатора и способности трансформатора к кратковременным перегрузкам.

Такая – выносная система ДЦ применяется ПАО «ZTR» на трансформаторах выпуска 2005–2010 года.

Отличием наших разработок является применение коллекторной схемы выносной системы ДЦ, которая предоставляет возможность равномерного распределения потоков масла внутри бака трансформатора при работе любого количества охладителей: от двух до шести штук (см. рис. 3).

При такой схеме распределения потоков масла и контроля t^0 обмоток за счёт измененной схемы ШАОТ (шкаф автоматизированного охлаждения трансформатора).

Так как температура обмоток зависит от токовой нагрузки трансформатора и эффективности работы охладителей за счёт их количества, разработанная нами совместно с конструкторами ПАО «ZTR», схема управления ШАОТ позволяет эффективно, а значит экономно, расходовать электроэнергию на собственные нужды системы охлаждения. Мощность шести охладителей составляет 75 кВт. Построенный алгоритм работы ШАОТ позволяет включать в работу как минимум 2 охладителя на полную мощность, которые за счёт коллекторной схемы равномерно со всех заборных точек производит отбор масла и также равномерно подают в нижнюю часть бака (нижний коллектор).

Заводская (прежняя) схема забора масла при отключении одного из смонтированных рабочих охладителей неравномерно подаёт охлажденное масло в бак, что вызывает (может вызывать) застойные зоны и, как следствие, местные перегревы твердой изоляции и появление крекинга процессов в трансформаторном масле, в застойной зоне.

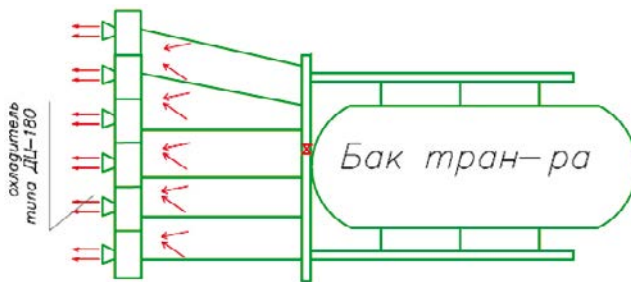


рис. 3

В 2013–2014 году по разработкам ТОО НВЦ «Восток-Электрик» в Актюбинских МЭС АО «KEGOC» выполнена реконструкция системы охлаждения на автотрансформаторе АДЦТНГ-200000/220 АТ-1, срок эксплуатации трансформатора составляет 22 года. После реконструкции автотрансформатор АТ-1 был подвергнут контролю режима работы и эффективной работы системы охлаждения. В качестве контрольного обследования сняты режимы и на параллельно работающем АТ-2 2010 года выпуска (срок эксплуатации 2 года, с навесной системой охлаждения, количество охладителей 5 шт.).

Диаграммы температурного режима обоих трансформаторов приведены на рис. 4, 5.

Из диаграмм можно проследить, что с заводской системой ДЦ АТ-2 работал при максимальной нагрузке 135 МВ·А, температура доходила до 55 °С и более.

Модернизированный автотрансформатор АТ-1 в это же время работал с нагрузкой 140 МВ·А, температура не превышала 50 °С.

Следует отметить нормальный температурный режим работы автотрансформаторов при резком изменении нагрузки.

13–14 августа 2014 г. АТ-2 был отключен, и вся нагрузка приходилась на автотрансформатор АТ-1, которая составляла максимальную нагрузку 200–210 МВ·А, а температура в этот период на автотрансформаторе АТ-1 за счёт автоматического включения форсирования реконструируемой системы охлаждения не превышала 40 °С, что наглядно свидетельствует об эффективности работы выносной системы охлаждения.

Подобная работа была выполнена нами на Шардаринской ГЭС на трансформаторах ТДЦ-80000/110, которая работает эффективно, выдерживается температурный режим работы трансформатора (не более 60 °С), что позволяет продлить срок эксплуатации трансформатора, а значит сэкономить деньги.

Если подобная работа заинтересует эксплуатирующие организации, мы готовы провести диагностику оборудования, обследование технического состояния трансформатора и системы охлаждения. Вы можете обратиться к нам:

ТОО НВЦ «Восток-Электрик»
050035, г. Алматы, 8 мкр.,
дом 4 «А» офис 222
Тел.: (727) 249-60-24, 249-60-25,
249-50-60
факс: (727) 249-60-02
e-mail: vostokeyelektrik@mail.ru

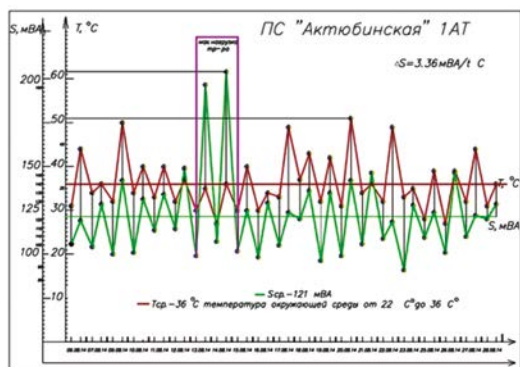


Рис. 4. С модернизированной системой ДЦ

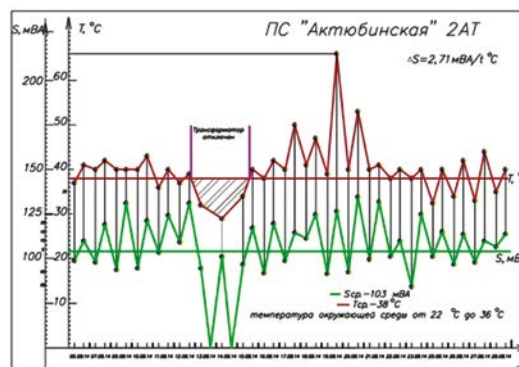


Рис. 5. С заводской системой ДЦ