

АВАРИЙНОСТЬ, ЕЁ ПРИЧИНЫ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

А.В. Коношенко, Е.В. Шведова

Проведен анализ статистических данных повреждаемости силовых высоковольтных трансформаторов за период времени 2002–2007 гг. по подстанциям АО «Челябэнерго». Установлено, что повреждаемость конструктивных элементов трансформатора, напрямую связанных с состоянием жидкой изоляции (трансформаторным маслом) достигает значительных величин в процентном содержании. Диагностирование состояния трансформаторного масла и выявление причин возникновения дефектов на ранней стадии позволяет предотвратить развитие аварийной ситуации.

Ключевые слова: аварийность силовых трансформаторов, износ изоляции, надежность маслонаполненного высоковольтного электрооборудования.

В энергосистемах и на промышленных предприятиях эксплуатируется большое количество дорогостоящего силового маслонаполненного оборудования, в том числе и маслонаполненных трансформаторов. Силовые

трансформаторы являются одним из наиболее массовых и значимых элементов энергосистем. Повреждения и аварии силовых трансформаторов в электрических сетях вызывают не только экономический ущерб – недоотпуск электроэнергии, но и ухудшают условия труда и безопасность обслуживающего персонала электрических сетей

Исследование повреждаемости и её причин, а также методов диагностирования является важным вопросом развития теории и практики диагностирования технического состояния электрооборудования.

Важность проблемы износа маслонаполненного электрооборудования актуальна в настоящее время. Кроме того, особую ценность представляет анализ повреждаемости силовых трансформаторов по нашему региону. Выводы из такого анализа покажут динамику развития повреждений в настоящий момент в нашем регионе. Для этого был проведен анализ всех актов повреждений Челябинэнерго за 6 лет. В качестве источника данных случаев по авариям использовалась электронная информационно-поисковая система «ARTH-200». При этом анализировались следующие группы повреждений силовых трансформаторов:

- а) старение изоляции, ухудшение свойств;
- б) межвитковое и межфазное замыкание;
- в) перекрытие изоляции в результате атмосферного перенапряжения;
- г) заводские дефекты, некачественный ремонт;
- д) внешние КЗ, перенапряжения в результате однофазных замыканий на землю;
- е) неправильная эксплуатация, ошибки персонала;
- ж) снижение уровня масла, неисправность газовой защиты [1, 2].

Каждая группа связана с состоянием обмоток силовых трансформаторов, а значит и с состоянием жидкой изоляции.

Особое внимание заслуживают повреждения:

- а) старение изоляции, ухудшение свойств;
- б) межвитковое замыкание и межфазное замыкание [5].

Так как появление этих повреждений напрямую зависит от технического состояния жидкой изоляции, кроме того, эти группы повреждений возникают чаще остальных.

Примеры случаев аварий по причине старения изоляции и ухудшения свойств:

а) 29.04.02 в 13:50 в ЗЭС Челябинэнерго поступило сообщение от потребителей ТП-15 об отсутствии напряжения. При осмотре выявлено: повреждение силового трансформатора с выбросом масла, перегорели плавкие вставки 10 кВ. Была установлена причина повреждения – старение изоляции в результате длительной эксплуатации. Также было принято решение о замене других трансформаторов с длительным сроком эксплуатации;

б) 21.11.03 в 14:10 на 1 СШ ПС Северная появилась «земля». ОВБ КРЭС обнаружила повреждение КПТС-6 кВ Т-1 в ТП-4097. Причиной

повреждения явилось изменение свойств изоляционных материалов со временем в процессе эксплуатации.

Гистограмма, показывающая количество случаев аварий силовых трансформаторов в Челябинэнерго за последние 6 лет по причине старения изоляции и ухудшение свойств, изображена на рис. 1.

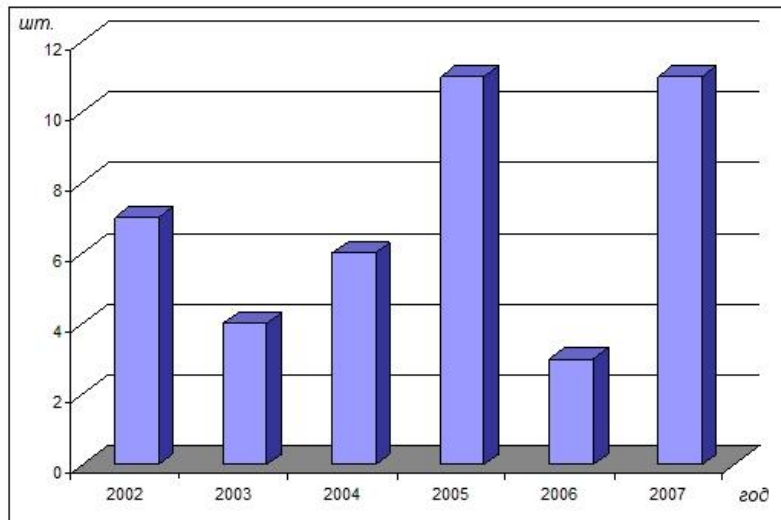


Рис. 1.Случаи аварий по причине старение изоляции и ухудшение свойств за 6 лет

Примеры случаев аварий по причине межвиткового и межфазного замыкания:

а) 27.02.03 в 2:20 в Центральных ЭС «Челябэнерго» на ПС «Смолино Т» отключилась ВЛ 10 кВ № 3 Сосновского РЭС. Произошло витковое замыкание в обмотке трансформатора ТМ 250 кВА ТП № 1030 Сосновского РЭС из-за недопустимой перегрузки потребителем. Для профилактики такого вида аварий был произведен внеочередной рейд контролеров с целью выявления и отключения сверхдоговорной нагрузки потребителей;

б) 27.07.03 в 19:00 в Центральных ЭС Челябинэнерго в ТП № 350 от ВЛ № 1 «Совхоз» отключился ТМ 250 кВА Еткульского РЭС. Произошло витковое замыкание в обмотке трансформатора ТМ 250 кВА;

в) 22.03.07 в 19:52 в Центральных ЭС «Челябэнерго» при «земле» в сети 10 кВ отключена ТП № 1790 по ВЛ 10 кВ № 13 «Больница» от ПС 110/10 кВ «Миасская» Красноармейского РЭС. Произошло витковое замыкание обмотки ВН ТМ 100 кВ. Трансформатор был заменен.

Гистограмма, показывающая количество случаев аварий силовых трансформаторов в «Челябэнерго» за последние 6 лет по причине межвиткового и межфазного замыкания, изображена на рис. 2.

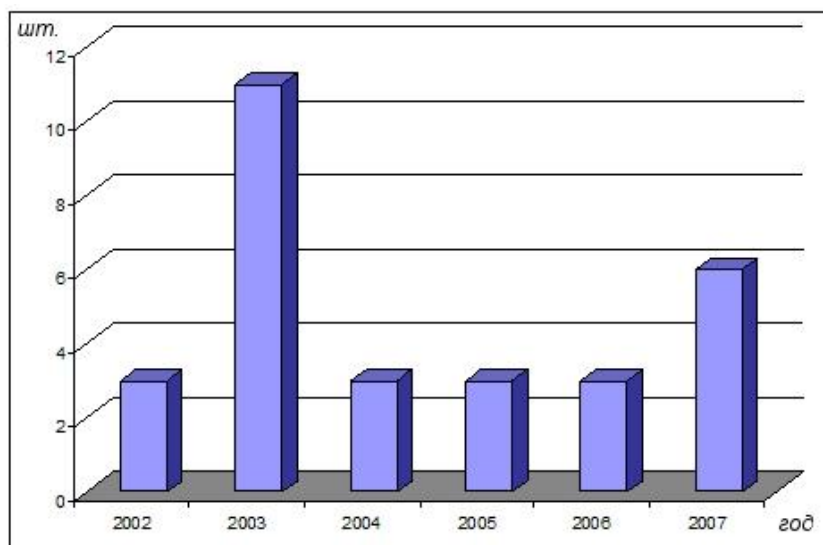


Рис. 2. Случаи аварий по причине межвиткового и межфазного замыкания за 6 лет

Проанализировав таким образом все остальные группы повреждений, результаты анализа повреждаемости силовых трансформаторов за 2002–2007 годы сводятся в табл. В таблице напротив каждой группы повреждения указано число аварий за конкретный год. Предпоследняя графа таблицы содержит информацию о количестве всех аварий электрооборудования за конкретный год. Последняя графа показывает процентное соотношение количества повреждений за год к числу всех повреждений.

Таблица
Основные повреждения силовых трансформаторов за 7 лет в Челябинэнерго

Повреждения	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Старение изоляции, ухудшение свойств	7	4	6	11	3	11
Перекрытие изоляции в результате атмосферного перенапряжения	7	2	2	0	6	6
Межвитковое замыкание	3	11	3	3	3	6
Заводские дефекты, некачественный ремонт	5	3	4	5	1	1
Внешние КЗ, перенапряжения в результате однофазных замыканий на землю	2	2	0	2	2	2
Неправильная эксплуатация, ошибки персонала	2	3	2	3	1	0
Снижение уровня масла, неисправность газовой защиты	0	0	2	1	1	0
Сумма перечисленных повреждений за год	26	25	19	25	17	26
Количество всех повреждений за год	847	840	838	811	757	665
Процентное соотношение повреждений главной изоляции к общему числу повреждений, %	3,07	2,98	2,27	3,08	2,25	3,91

Такой тип данных для большей наглядности удобнее представить в виде гистограммы. Количество случаев повреждений главной изоляции и процентное соотношение повреждений главной изоляции к общему числу повреждений иллюстрируется в виде гистограммы на рис. 3.

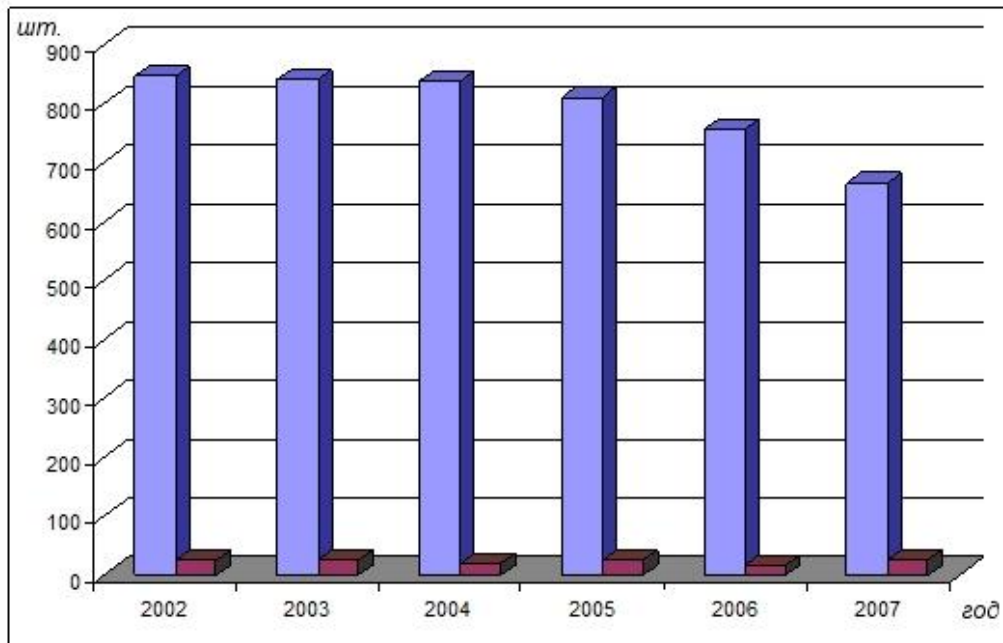


Рис. 3. Количество всех повреждений за каждый год и процентное соотношение повреждений главной изоляции к общему числу повреждений

Заключение. На основе анализа статистических данных повреждаемости силовых высоковольтных трансформаторов за периоды времени 2002–2007 гг. по подстанциям АО «Челябэнерго» можно сделать следующие выводы:

1. Повреждаемость конструктивных элементов трансформатора, напрямую связанных с состоянием жидкой изоляции (трансформаторным маслом) достигает значительных величин в процентном содержании.
2. С увеличением срока эксплуатации трансформаторов, их старением, а следовательно, износом изоляции обмоток трансформатора, повышается роль трансформаторного масла, диагностирования его состояния.
3. Диагностирование состояния трансформаторного масла и выявление причин возникновения дефектов на ранней стадии позволяет предотвратить развитие аварийной ситуации (обмотки, РПН, ввода).
4. Развитие нетрадиционных методов диагностирования является приоритетной задачей сегодняшнего дня.

Библиографический список

1. Сазыкин, В.Г Системный подход к проблеме изношенного электрооборудования / В.Г. Сазыкин.

2. Львов, М.Ю. Оценка предельного состояния силовых трансформаторов и автотрансформаторов / М.Ю. Львов, Л.Г. Мамиконянц // Электрические станции. – 2008. – № 1.

3. РД 34.45-51.300-97. Объемы и нормы испытания электрооборудования.

4. Алексеев, Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов / Б.А. Алексеев. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.

5. Обзор аварий и случаев брака в работе на электростанциях и в электрических сетях энергосистем за 1969 год / под ред. М.С. Улицким, З.Ф. Зябкиной, И.Л. Энтиной. – М.: Изд-во Информэнерго, 1970.

6. Государственная инспекция по эксплуатации электростанций и сетей / под ред. Г.А. Асмолов. – М., 1969.

7. Государственная инспекция по эксплуатации электростанций и сетей / под ред. А.Д. Щербаков. – М., 1988.

8. Повреждаемость, оценка состояния и ремонт силовых трансформаторов / А.П. Долин, В.К. Крайнов, В.В. Смекалов, В.Н. Шамко // Энергетик. – 2001. – № 7.

[К содержанию](#)