

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

ISSN 0201-4564

2005 5

К 60-летию ПОБЕДЫ
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

Электроэнергетика страны
в годы Великой Отечественной войны
и журнал "Электрические станции"

Энергетика и электрификация —
надежная основа развития
всех отраслей народного хозяйства

Энергетики Мосэнерго
в годы Великой Отечественной войны

Ленинградские энергетики
в годы блокады 1941 – 1944 годов

Победа под Ленинградом

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

О коэффициенте использования
установленной мощности энергоблока
БН-600 за 25 лет эксплуатации

Опыт эксплуатации регулируемых
электроприводов главных циркуляционных
насосов реактора БН-600

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Опыт пуска и ввода в эксплуатацию
мощного энергоблока 800 МВт
Нижевартовской ГРЭС в современных
экономических условиях

Расширение технологических возможностей
схем рециркуляции продуктов сгорания
на газомазутных котлах

Модернизация парораспределения
паровых турбин: достижения и перспективы

Электронный автомат безопасности
как элемент защиты турбоагрегатов

Современные технические решения
и перспективы их применения в энергетике

ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Диагностика развивающихся дефектов
силовых трансформаторов

Об особенностях структуры
параметра потока отказов выключателя

Электродинамическая модель
электроэнергетических систем

Взаимосвязь точности прогнозирования
и неравномерности графиков
электропотребления

Универсальный прибор контроля
высоковольтных выключателей ПКВ/УЗ

Релейная защита и автоматика ответственной
однотрансформаторной подстанции 110 кВ

"Холодное" цинкование
от НПП "Высокодисперсные металлические
порошки" гарантирует надежную защиту
опор ВЛ

ОБМЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЫТОМ

Полная автоматизация технологических
операций на энергоблоке 800 МВт
на Березовской ГРЭС-1

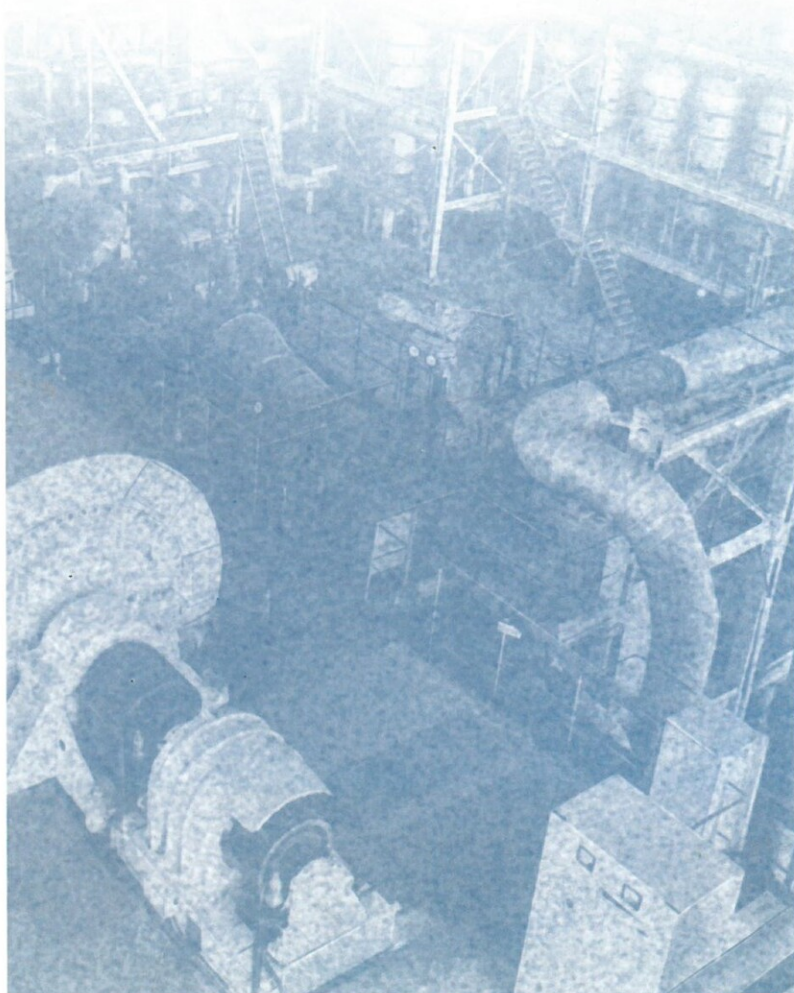
Цена невнимательности

ХРОНИКА

Особенности углеснабжения ТЭС
и рынки энергетических углей

ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Опыт применения метода
ступенчатого сжигания на ТЭС Sherer
По страницам зарубежных журналов





ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

ISSN 0201-4564

2005 5

УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
РОССИЙСКОЕ ОАО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ",
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
"КОРПОРАЦИЯ ЕЭЭК",
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИРМА
"ЭНЕРГОПРОГРЕСС",
РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКОВ
И ЭЛЕКТРОТЕХНИКОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Ольховский Г.Г.

Зам. главного редактора

Антипов К.М.

Бондаренко А.Ф., Волков Э.П., Денисов В.И.,
Зотов В.М., Корниенко А.Г., Кошцев Л.А.,
Ляшенко В.С., Мисриханов М. Ш.,
Неклепаев Б.Н., Нечаев В.В., Орфеев В.М.,
Охотин В.Н., Ремезов А.Н., Решетов В.И.,
Савваитов Д.С., Седлов А.С., Соловьева Т.И.,
Федосеев Б.С., Широкова М.И.

РЕДАКЦИЯ

Зам. главного редактора

Соловьева Т.И.

Ответственный секретарь

Широкова М.И.

Научный редактор

Шишорина Г.Д.

Литературный редактор

Евсеева Е.Б.

Секретарь редакции

Васина С.А.

Компьютерный набор

Коновалова О.Ф.

Раздел "Энергохозяйство за рубежом"

Научные редакторы

Алексеев Б.А., Котлер В.Р.**АДРЕС РЕДАКЦИИ**

115280, Москва,
ул. Ленинская слобода, 23

ТЕЛЕФОНЫ

Редакция

(095) 234-7417, 234-7419

Главный редактор

(095) 234-7617

Факс

(095) 234-7417

Internet

www.energy-journals.ru/elst

E-mail

tis@mail.magelan.ru

Сдано в набор 28.03.2005

Подписано в печать 25.04.2005

Формат 60×84 1/8

Бумага офсетная № 1. Печать офсетная

Печ. л. 9. Тираж 2000. Цена свободная

Оригинал-макет

выполнен в издательстве "Фолиум"

127238, Москва, Дмитровское ш., 58

Тел/факс: (095) 482-5590, 482-5544, 488-7210

Internet: www.folium.ru

E-mail: prepress@folium.ru

Отпечатано

в типографии издательства "Фолиум"

Издается
с января 1930

Содержание**К 60-летию ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ**

Электроэнергетика страны в годы Великой Отечественной войны и журнал "Электрические станции"	2
Борисов И. И. Энергетика и электрификация – надежная основа развития всех отраслей народного хозяйства	5
Кириллов Ю. Н. Энергетики Мосэнерго в годы Великой Отечественной войны	7
Груздев В. Б. Ленинградские энергетики в годы блокады 1941 – 1944 годов	9
Козырев В. Ф. Победа под Ленинградом	10

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Ошканов Н. Н., Баканов М. В., Говоров П. П. О коэффициенте использования установленной мощности энергоблока БН-600 за 25 лет эксплуатации	15
Черемисин В. В., Шилев Е. А., Анишев Е. Ю. Опыт эксплуатации регулируемых электроприводов главных циркуляционных насосов реактора БН-600	19

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Коган Л. И., Бахтеев С. Ф., Шайхулин А. Л., Зайцев В. А., Моисеенко С. П., Финский Э. Э., Беликов И. Н. Опыт пуска и ввода в эксплуатацию мощного энергоблока 800 МВт Нижневартовской ГРЭС в современных экономических условиях	23
Ульянов В. В., Титов Р. В., Юрков Д. А., Архипов А. М., Липов Ю. М., Третьяков Ю. М. Расширение технологических возможностей схем рециркуляции продуктов сгорания на газомазутных котлах	30
Агафонов Б. Н., Кольванов В. Г., Фрагин М. С. Модернизация парораспределения паровых турбин: достижения и перспективы	36
Беликова Н. З., Юланов О. А., Гладченко В. М., Леснов В. В., Гладченко А. В. Электронный автомат безопасности как элемент защиты турбоагрегатов	40
Кутузов И. В., Российсков Е. В., Ганжин А. А. Современные технические решения и перспективы их применения в энергетике	47

ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Долин А. П., Ленков А. Ю. Диагностика развивающихся дефектов силовых трансформаторов	49
Абдурахманов А. М., Мисриханов М. Ш., Неклепаев Б. Н., Шунтов А. В. Об особенностях структуры параметра потока отказов выключателя	54
Шаров Ю. В., Бейм Р. С., Карымов Р. Р., Сыромятников С. Ю. Электродинамическая модель электроэнергетических систем	58
Макоклюев Б. И., Ёч В. Ф. Взаимосвязь точности прогнозирования и неравномерности графиков электропотребления	64
Чернышев Н. А. Универсальный прибор контроля высоковольтных выключателей ПКВ/УЗ	69
Маруда И. Ф. Релейная защита и автоматика ответственной однострановой подстанции 110 кВ	70
"Холодное" цинкование от НПП "Высокодисперсные металлические порошки" гарантирует надежную защиту опор ВЛ	74

ОБМЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЫТОМ

Савостьянов В. А. Полная автоматизация технологических операций на энергоблоке 800 МВт на Бе-резовской ГРЭС-1	76
Горбунов И. В., Тарасов О. В. Цена невнимательности	79

ХРОНИКА

Алешинский Р. Е., Векслер Ф. М., Говсиевич Е. Р., Селиверстова О. Д., Эдельман В. И. Особенности углеснабжения ТЭС и рынки энергетических углей	82
--	----

ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Штегман А. В., Серков Д. Е., Котлер В. Р. Опыт применения метода ступенчатого сжигания на ТЭС Sherer	84
По страницам зарубежных журналов	85

Диагностика развивающихся дефектов силовых трансформаторов¹

Долин А. П., канд. техн. наук, Ленков А. Ю., инж.

Московский энергетический институт (Технический университет) – НПО “Техносервис – Электро”

В настоящее время комплексные диагностические обследования (КДО) или испытания [1] все шире используются для оценки состояния силовых трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов (далее трансформаторов), определения характера и уровня развития дефектов всех систем и узлов этих электрических машин. Для успешной реализации основных задач КДО трансформаторов, как правило, используется следующая программа работ [1 – 5]:

анализ аварийности и характерных дефектов данного типа трансформатора;

осмотр трансформатора и сбор технической информации (о режимах работы, нагрузке, уровнях токов КЗ и рабочего напряжения, особенностях эксплуатации, потребителях, климатических условиях, загрязненности атмосферы и др.);

анализ технической документации и результатов эксплуатационных измерений;

проведение электрических измерений на отключенном трансформаторе [$\tan \delta$ и R изоляции обмоток и вводов, сопоставления обмоток постоянного тока, потерь холостого хода и сопротивления (напряжения) КЗ и др.];

проведение измерений на работающем трансформаторе в режимах нагрузки и холостого хода (измерения частичных и других электрических разрядов, локация разрядов акустическими приборами, тепловизионное обследование всех узлов трансформатора, вибрационное обследование бака, а также маслонасосов системы охлаждения);

отбор проб масла из бака, маслонаполненных вводов, контакторов РПН (а также предызбирателей в трансформаторах с выносными РПН) и проведение физико-химических анализов масла в лаборатории, по крайней мере, в объеме требований [1];

подготовка и выпуск технического отчета, в котором приводятся результаты обследования, анализ полученных результатов, заключение о состоянии трансформатора и рекомендации по дальнейшей эксплуатации и текущем диагностическом

контроле, а при необходимости объеме и методике проведения ремонтных работ.

Результаты обследования более 500 трансформаторов, а также проведенные ремонты примерно 60 трансформаторов подтвердили, что это необходимый минимум работы, который обеспечивает достоверную оценку диагностического состояния этих электрических машин, позволяет устранить неопределенность в оценке технического состояния трансформаторов и существенно снизить вероятность ошибок как первого, так и второго рода [6].

Например, переток масла из бака контактора РПН в бак трансформатора, вызванный дефектом уплотнения (сальника) может приводить к неудовлетворительным результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ) из бака трансформатора. Этот дефект диагностируется по сравнению результатов ХАРГ из баков контактора и трансформатора, а также (для контроля) сопоставлением результатов других физико-химических параметров этих масел, которые должны быть близки. Как правило, дефект, вызванный перетоком масла, достаточно успешно диагностируется. Однако, дефекты термического и электрического характера в активной части трансформатора в этом случае по результатам ХАРГ не выявляются. В этом случае основную роль в диагностике состояния активной части выполняют такие методы, как измерение электрических разрядов, акустическое и тепловизионное обследование.

Для повышения эффективности комплексных диагностических обследований реализуется программа, включающая выполнение следующих работ:

создание базы данных аварийности и характерных дефектов трансформаторов различных типов;

систематизация основных видов дефектов и разработка базы данных дефектов (включая иллюстративный материал) и их диагностических признаков;

сопоставление результатов комплексных диагностических обследований и ремонтов (вскрытый трансформаторов);

разработка и внедрение новых и развитие известных диагностических методов;

¹ К 75-летию Московского энергетического института. Продолжение. Начало см. “Электрические станции”, 2005, № 4.

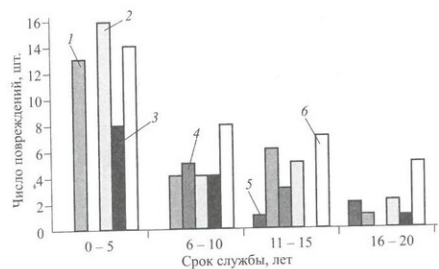


Рис. 1. Диаграмма числа повреждений трансформаторов типа ТДЦ-125000/110 в зависимости от срока службы:

1 – заводской дефект обмоток; 2 – повреждения навесного оборудования; 3 – повреждения устройств переключения ответвлений обмоток без возбуждения; 4 – повреждения вводов; 5 – естественное старение изоляции; 6 – прочие причины

статистическая обработка полученных результатов и оценка достоверности и эффективности отдельных методов КДО;

разработка рекомендаций по оценке уровня и опасности развития дефектов, а также сроков проведения капитальных ремонтов.

Формирование базы данных аварийности и характерных дефектов различных типов трансформаторов основано на статистике отказов (аварий) трансформаторов, а также результатах, выполненных НПО «Техносервис-Электро» и другими организациями диагностических обследований и ремонтов трансформаторов. В качестве примера на рис. 1 показана диаграмма числа повреждений наиболее массового отечественного трансформатора типа ТДЦ-125000/110. Создание базы данных позволяет уточнить рабочую программу обследования и включить при необходимости дополнительные методы измерений и анализов, уделить особое внимание диагностированию наиболее вероятных или опасных дефектов.

Опыт проведения КДО, ремонтов и вскрытий трансформаторов позволил приступить к созданию иллюстрированной базы данных дефектов и их основных признаков. Дефекты условно разделены на две группы: конструкционные (обусловленные несовершенством конструкции, недостатками сборки и монтажа) и развивающиеся под действием внешних и внутренних факторов. Кроме того, все дефекты классифицированы по узлам и системам трансформатора: дефекты твердой изоляции, масла, обмоток, магнитопровода, системы регулирования и др. Указана связь между различными дефектами.

Например, один узел крепления изоляции нижней ярмовой балки от днища бака трансформатора типа ТДТН-40000/110 имел уменьшенные изоляционные расстояния (рис. 2, а). В результате за-

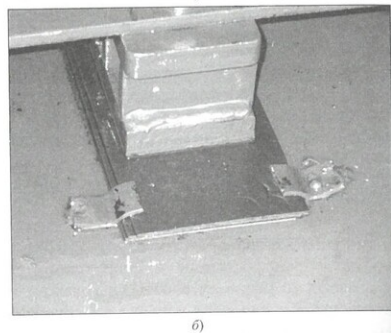
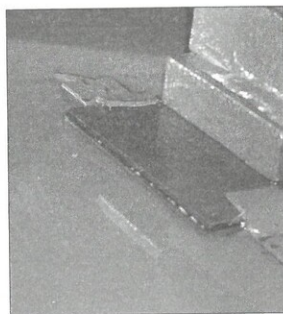


Рис. 2. Узел крепления изоляции нижней ярмовой балки от днища трансформатора ТДТН-40000/110 с уменьшенным (а) и нормальным (б) изоляционными расстояниями

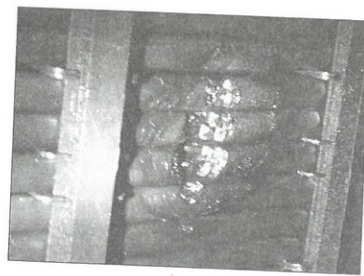
шламления и загрязнения активной части в этом узле произошло значительное снижение сопротивления изоляции ярмовой балки относительно бака и образование короткозамкнутого контура. Дефект диагностировался ростом концентрации углеводородных газов (в том числе появлением ацетилена в незначительных концентрациях), растворенных в масле, а также измерением электрических разрядов и их локацией акустическими приборами.

На рис. 3, а показано повреждение обмотки автотрансформатора АОТДЦТН-167000/500/220, вызванное межвитковым замыканием. Быстрое развитие этого повреждения было обусловлено локальным увлажнением изоляции вследствие дефекта уплотнения токоведущей лопатки ввода 220 кВ и «подсосом» воздуха, а также спровоцировано коротким замыканием в сети 220 кВ, предшествующим отказу автотрансформатора.

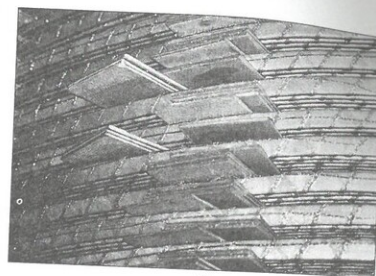
На рис. 3, б показан сдвиг дистанционных прокладок, вызванный значительным снижением уровня пресовой обмотки трансформатора типа ТДГ-40500/110. Этот дефект характерен для трансформаторов с длительным сроком службы.



а)



а)



б)

Рис. 3. Повреждение обмотки автотрансформатора АОТДЦТН-167000/500/220 (а) и сдвиг дистанционных прокладок трансформатора ТДГ-40500/110 (б)

Потеря дистанционных прокладок обмоток трансформатора сопряжена с риском деформации обмоток при токе КЗ даже ниже тока электродинамической стойкости.

Систематизация и накопление материала по характерным дефектам, их диагностическим признакам позволяет существенно повысить эффективность и достоверность результатов КДО. Кроме того, такая база данных создает реальные предпосылки формализации экспертных оценок диагностического состояния силовых трансформаторов.

Дальнейшее развитие диагностики электрооборудования невозможно без использования новой современной измерительной аппаратуры, развития известных и внедрения новых диагностических подходов, например, приведенных в [7, 8]. В этом плане весьма перспективным оказалось проведение измерений магнитной индукции на стенке бака трансформатора. В [10] эти измерения рекомендуются проводить только вдоль разъема бака (колокола) трансформатора. При этом аномальными считаются значения индукции магнитного поля, отличающиеся на порядок от остальных значений.

Вместе с тем, опыт обследований показывает, что измерения индукции магнитного поля (МП) целесообразно проводить не только вдоль разъема, но и на других уровнях от дна бака трансформатора, в частности, вдоль нижнего и верхнего ярма магнитопровода, а также середины обмотки в двух режимах: нагрузки и холостого хода. Зонами развивающихся дефектов в магнитной системе трансформатора считаются области с повышенным уровнем магнитной индукции В. Однако при обработке данных следует учитывать ряд конструктивных особенностей, которые влияют на повышенные значения В, в том числе близость обмоток и отводов к стенке бака, наличие смотровых люков и другие факторы. Кроме того, увеличение индукции магнитного поля, вызванное дефектами магнитной системы (например, образование короткозамкнутых контуров) коррелируется с результата-

ми измерений и акустической локации электрических разрядов, тепловизионного обследования, а также хроматографического анализа растворенных в масле газов из бака трансформатора.

На рис. 4, а показаны эффективные значения индукции МП, измеренные по периметру бака трансформатора типа АТДЦТН-200000/330/110 на высоте 2 м от дна бака в режиме нагрузки. По оси абсцисс отложены номера секторов на стенке бака, в которых проводились измерения. Разбивка по секторам со стороны ВН трансформатора показана на рис. 4, б. По периметру трансформатор разделяется на сектора, привязка проводится к ребрам жесткости. Отсчет номеров секторов проводился от левого сектора на стороне ВН трансформатора (фаза А) в сторону фазы С и далее против часовой стрелки.

Измерения магнитной индукции проводились с помощью анализатора переменного магнитного поля типа EFA-1, выпускаемого компанией «Wandel & Goltermann» (Германия). Анализатор переменного магнитного поля EFA-1 имеет трехкоординатный датчик, встроенный в корпус прибора, позволяющий автоматически определять максимальный модуль индукции МП при любом положении в данной точке пространства, а также встроенный частотомер. Анализатор позволяет проводить измерения индукции МП в широком диапазоне частот, в том числе при фиксированной частоте $50 \pm 5\%$ Гц. Отсчет показаний возможен в действующих и максимальных значениях; имеются различные функциональные возможности, например, непрерывный отсчет показаний или выделение наибольшего значения в данной точке измерений и др. Измерения проводятся на минимально возможном расстоянии от стенки бака (практически на ее внешней поверхности).

Увеличения значений магнитной индукции (рис. 4, а) в секторах 6, 11, 15 и 33 обусловлены смотровыми люками, расположенными в этих зонах, магнитная проницаемость резиновых уплот-

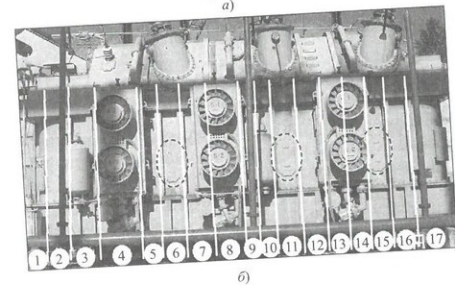
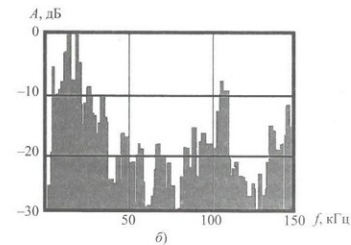
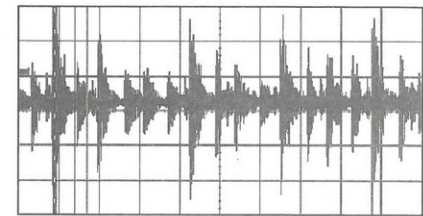
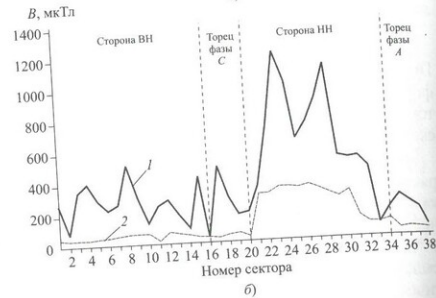
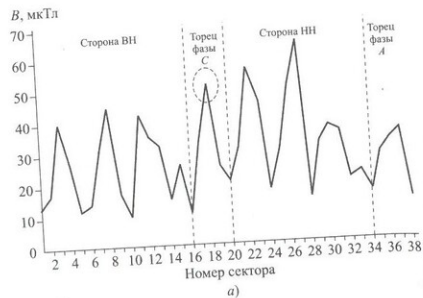
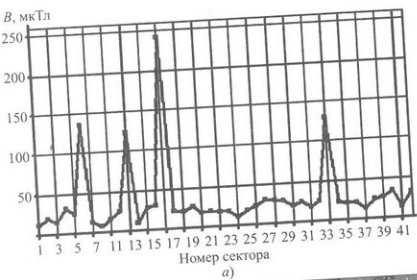


Рис. 4. Эффективные значения индукции магнитного поля (а) у стенки бака по периметру трансформатора типа АТДЦТН-200000/330/110 на высоте 2 м от дна бака в режиме нагрузки

Рис. 5. Эффективные значения индукции магнитного поля у стенки бака по периметру трансформатора типа ТЦ-250000/500 на уровне разъема колокола бака в режиме холостого хода (а) и на уровне разъема бака и середины обмотки в режиме нагрузки (б):

нений которых на несколько порядков меньше магнитной проницаемости стальной стенки.

1 - разем; 2 - середина обмотки

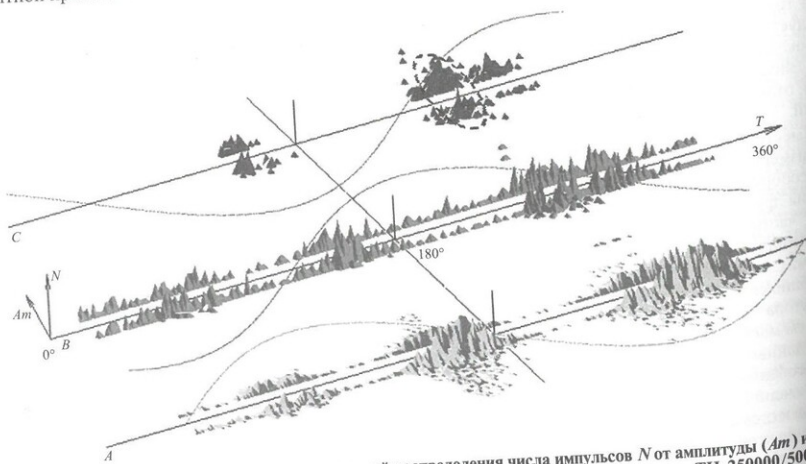


Рис. 6. Гистограмма высокочастотной составляющей распределения числа импульсов N от амплитуды (A_m) и времени возникновения (T) импульсов через изоляцию вводов 500 кВ фаз А, В, С трансформатора ТЦ-250000/500 (снизу вверх) и напряжения промышленной частоты в режиме холостого хода (соотношение амплитуд для фаз А, В и С - 1:2:2)

На рис. 5 показаны эффективные значения индукции магнитного поля, полученные при обследовании трансформатора ТЦ-250000/500 в режимах холостого хода и нагрузки. В результате анализа полученных значений были сделаны следующие выводы. Увеличения значений магнитной индукции в секторах 3, 8, 11, 22, 27, 30 обусловлены близким расположением отводов обмоток (т.е. конструктивной особенностью трансформатора). Вместе с тем, в режиме холостого хода обнаружено нехарактерное увеличение индукции магнитного поля в секторе 18 (на рис. 5, а выделено пунктиром), что, вероятно, связано с наличием дефекта в магнитной системе в районе фазы С. Данное предположение подтверждается результатами обследования другими диагностическими методами.

Так, хроматографический анализ растворенных в масле газов указывает на наличие развитого дефекта, который заметно проявлялся в режиме холостого хода, когда концентрация ацетилена в масле из бака достигала 37 ppm. Вместе с тем, при работе трансформатора в режиме нагрузки рост ацетилена был весьма умеренным.

В результате измерений с помощью индукционных датчиков, подключенных к измерительным выводам вводов ВН, в фазе С обнаружены электрические разряды, наибольший уровень которых возникает при напряжениях, близких к нулю, т.е. максимуму тока (рис. 6). Поэтому сделан вывод, что источник разрядов находится в магнитной системе трансформатора. Интенсивность разрядов в режиме холостого хода была значительно выше, чем в режиме нагрузки.

В результате акустического обследования в торце трансформатора фазы С зафиксирован ряд сигналов (рис. 7, а). Спектр акустических сигналов (рис. 7, б) имеет два пика: низкочастотный, характерный для источника, имеющего механическую природу, и в зоне более 100 кГц, вызванный электрическими разрядами. Таким образом, вполне вероятно, что электрические разряды связаны с механическими вибрациями элементов магнитной системы.

Проведенное вскрытие этого трансформатора подтвердило наличие дефекта, связанного с развитием искровых или дуговых разрядов в недоступном для осмотра месте магнитной системы. Проявление дефекта сопровождается значительным выделением углерода.

В последнее время при работе трансформатора в режиме нагрузки проявление дефекта незначительно. Это подтверждает регулярное проведение ХАРГ.

Выводы

1. Эффективность комплексных диагностических обследований достигается в результате использования различных методов измерений как на

Рис. 7. Осциллограмма (а) и спектр (б) акустического сигнала, зафиксированного с горшка фазы С трансформатора ТЦ-250000/500

отключенном, так и на работающем трансформаторе в режимах нагрузки и холостого хода, а также проведением физико-химических анализов масла из бака трансформатора, маслонаполненных вводов и контакторов РГН.

2. Создание баз данных и систематизация характерных дефектов силовых трансформаторов на основании результатов вскрытий (ремонтов), а также комплексных диагностических обследований позволяет повысить достоверность экспертизы результатов КДО и создать реальные предпосылки формализации этой процедуры.

3. Одним из перспективных методов диагностики силовых трансформаторов является измерение магнитной индукции у стенки бака, позволяющее наряду с другими методами выявить и локализовать дефекты в магнитной системе.

Список литературы

1. РД 34.45-51.300.97. Объем и нормы испытаний электрооборудования. 6-е изд. М.: ЭНАС, 1998.
2. Долин А. П., Першина Н. Ф., Смекалов В. В. Опыт проведения комплексных обследований силовых трансформаторов. - Электрические станции, 2000, № 6.
3. Основные концепции комплексного диагностического обследования силовых трансформаторов / Дегтярев С. А., Долин А. П., Першина Н. Ф., Смекалов В. В. - Электростанции, 2003, № 2.
4. Повреждаемость, оценка состояния и ремонт силовых трансформаторов / А. П. Долин, В. К. Крайнов, В. В. Смекалов, В. Н. Шамко - Энергетик, 2001, № 7.
5. Smekalov V. V., Dolin A. P., Pershina N. F. Condition assessment and life extension of power transformers. CIGRE Session 2002, S 12 - 102, p. 1 - 6.

Московский завод «Изолятор» им. А. Баркова представляет высоковольтные вводы с принципиально новым типом твердой внутренней изоляции собственной разработки и производства. Вводы рассчитаны на номинальный ток 630 и 800 А и имеют удлиненную нижнюю часть.

ВНУТРЕННЯЯ ИЗОЛЯЦИЯ

RIP

КЛАСС НАПРЯЖЕНИЯ

110 кВ

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВВОДЫ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

RIP-изоляция конденсаторного типа изготовлена из электроизоляционной бумаги, пропитанной эпоксидным компаундом под вакуумом с последующим отверждением. На верхнюю часть ввода надета фарфоровая крышка, пространство между которой и изоляционным остом заполнено трансформаторным маслом, являющимся хладагентом. Температурные изменения объема масла компенсируются газовой подушкой. Нижняя фарфоровая крышка отсутствует.

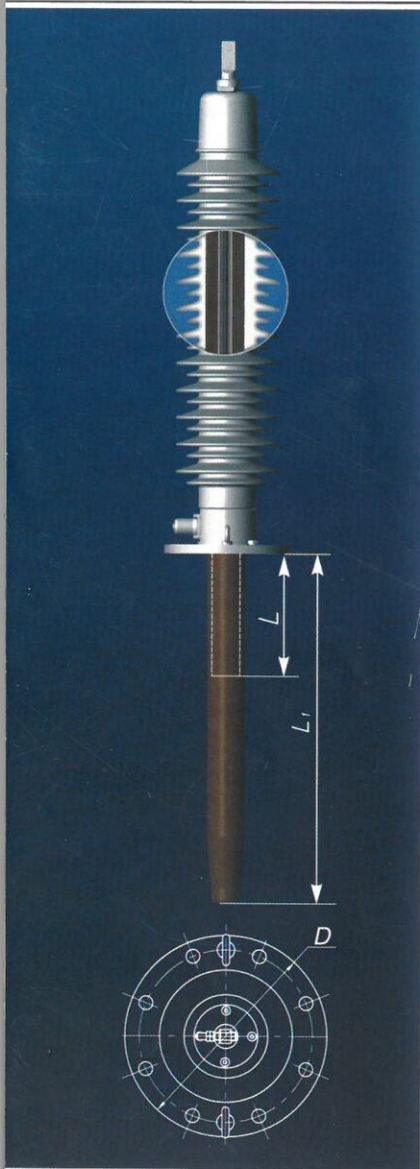
Реализованная RIP-технология позволила:

- обеспечить низкие диэлектрические потери и уровень частичных разрядов;
- минимизировать массо-габаритные характеристики вводов.

Вводы взаимозаменяемы с вводами предшествующих конструкций на 110 кВ, 630 и 800 А. Они удобны при монтаже и в эксплуатации, экологически безопасны.

Технические характеристики

Тип ввода Заводской чертеж	ГКДТИ-60-110/630 01 ИВЕО.686351.028-03	ГКДТИ-60-110/800 01 ИВЕО.686351.028-02
Номинальное напряжение, кВ	110	110
Наибольшее рабочее напряжение 50 Гц, кВ	126	126
Уровень ЧР: при $U_{исп.}=126$ кВ, пКл	≤ 10	≤ 10
при $1.05 U_{нрф}=76$ кВ, пКл	≤ 3	≤ 3
Номинальный ток, А	630	800
Ток термической стойкости в течение 3с I_{th} , кА	16	16
Ток динамической стойкости I_d , кА	40	40
Длина пути утечки mip , мм	2800	2800
Температура окружающей среды, °С	-60 + +55	-60 + +55
Угол установки, геом. градус	0...60	0...60
Испытательная консольная нагрузка, Н	1250	1250
Размер под установку трансформаторов тока L, мм	200	500
Длина нижней части L_1 , мм	970	970
Диаметр опорного фланца D, мм	535	290
Масса, кг	110	100



ЗАО «МОСКОВСКИЙ ЗАВОД «ИЗОЛЯТОР» ИМ. А. БАРКОВА»

РОССИЯ, 125315, Москва, Ленинградский пр., 72

тел.: (095) 151 6603, факс: (095) 151 3981

e-mail: mosizolyator@sovintel.ru

