

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

В.В. Соколов - технический директор НИЦ «ЗТЗ-Сервис».
Руководитель рабочей группы СИГРЭ 12-18.
«Life-Management» - Регулирование жизни трансформаторов.

1. Общими (практически для всех стран) предпосылками формирования новой технической политики являются:

- старение парка оборудования, необходимость продолжения надежной эксплуатации
- уменьшение числа экспертов, способных участвовать в регулировании состояния парка;
- экономический пресс в части уменьшения расходов на обслуживание; внедрение системы обслуживания по техническому состоянию оборудования;
- организационные изменения (деление на организации по производству, передаче и распределению энергии) с вовлечением в процесс эксплуатации и обслуживания широкого круга инженеров и техников, не имеющих специального опыта и подготовки;
- интенсивное развитие новой диагностической техники.

2. Наиболее значительными международными организациями являются:

В части определения стратегии и тактики эксплуатации и обслуживания:

CIGRE, Комитеты клиентов DOBLE,

EPRI (исследовательский институт электроэнергетики США).

В части разработки стандартов и руководства:

МЭК (IEC) и IEEE. Последняя также дважды в год на своих зимних и летних сессиях рассматривает теоретические и практические аспекты различных проблем с оборудованием.

3. CIGRE - признанный лидер в электроэнергетике - осуществляет свою деятельность через 15 исследовательских комитетов, в том числе:

ИК 12 - трансформаторы;

ИК 15 - материалы для электротехнологии, в частности рабочая группа 15.01 - маслопропитанные изоляционные системы.

Постоянное участие в интересующем направлении деятельности CIGRE принимают ВЭИ (Россия, как приемник СССР), а также НИЦ «ЗТЗ-Сервис» (оба комитета), «Запорожтрансформатор» (ZTR) и ВИТ.

4. Деятельность ИК-12 в основном сосредоточена на решении проблем электроэнергетики.

В настоящее время действуют 5 рабочих групп:

12.15 Customer Specification * (технические требования заказчиков) – Разработан и представлен к утверждению проект ТТ, предназначенный помочь заказчикам трансформаторов в части определения функциональных требований при заказе оборудования.

12.16 Instrument Transformers * (измерительные трансформаторы) – Представлена к согласованию новая брошюра СИГРЭ из 5 частей:

1) Конструкция, 2) Изготовление и контроль качества, 3) Испытание, 4) Обзор повреждаемости, 5) Обслуживание и превентивная диагностика.

12.17 Particles in oil * (частицы в масле).

Представлен к согласованию обобщающий доклад, охватывающий: анализ причин

повреждений из-за загрязнения масла; идентификацию частиц; определение (подсчет) частиц; калибровку методов, сравнительный анализ сходимости результатов в 14 лабораториях мира, включая лабораторию НИЦ «ЗТЗ-Сервис»; методы контроля под напряжением; влияние частиц на электрическую прочность (обзор исследований в разных лабораториях); рекомендации, включая допустимые уровни загрязненности.

12.18 Life Management (регулирование жизни).

Главной задачей группы является разработка пакета руководящих указаний и рекомендаций по регулированию жизни, по уменьшению числа отказов и продлению срока службы трансформаторов.

В настоящее время группа исследует 4 направления:

TF 18.01 - Общие положения и теоретические основы

TF 18.02 - Контроль и диагностика

TF 18.03 - Операции на трансформаторах. Методы обслуживания.

TF 18.04 - Поляризационные методы.

В группе более 40 экспертов, представляющих наиболее крупные энергосистемы, международные организации (DOBLE, CIGRE 15.01, EPRI, IEEE), специализированные компании (Micafil, CD. Myers и др.) и заводы-изготовители.

Организационные заседания группы сочетаются с международными семинарами.

Май 1996 г. Запорожье - Семинар «Повышение надежности и эффективности контроля трансформаторов в эксплуатации». Сборник из 29 докладов.

Октябрь 1997 г. - Сидней «Практические аспекты регулирования жизни трансформаторов». Сборник из 22 докладов.

Июнь 1991 г. Лодзь-Белхатов. Польша. «Опыт обслуживания изоляции трансформаторов». Сборник из 12 докладов, а также сборник к тематическому семинару «Проблемы ухудшения и восстановления изоляционной системы».

Сентябрь 1998 г. Париж. Тематический семинар «Модели влагораспределения в трансформаторах и диэлектрические реакции на загрязнение изоляционной системы.

В 1999 г. будет представлен промежуточный доклад, обобщающий теоретические предпосылки системы диагностики, анализ эффективности методов диагностики и методов обработки изоляции.

12.19 Short-circuit performance (динамическая устойчивость) - имеет задачи: улучшить технические требования к условиям эксплуатации; исследовать различные конструкции и способы оценки воздействующих усилий, разработать рекомендации по улучшению стандарта МЭК 76-5. Анализировать и улучшить (совместно с 12.18) методы диагностики.

В 1998 г. создана новая группа 12.20 «Экономические аспекты регулирования жизни трансформаторов.

5. Исследовательское направление комитета ИК-15 (15.01) охватывает следующие основные проблемы:

- Рекомендации по диагностике по растворенным в масле газам (15.01.0);
- Новая техника по экстракции и анализам газов (15.01.07);
- Использование жидкостной хроматографии, в том числе выполнен анализ фурановых соединений в 5005 силовых трансформаторах, установленных в европейских странах (15.01.03);
- Электрические свойства бумаги, извлеченной из состаренного оборудования (15.01.02);
- Частичные разряды в маслопропитанной изоляционной системе (15.01.04);
- Физико-химические методы оценки состояния и стабильности, пропитанной изоляционной системы (15.01.05);
- Характеристики минерального трансформаторного масла по «отпечаткам пальцев» (15.01.06);
- Поляризационные процессы (новая группа с участием 12.18).

6. Комитеты клиентов DOBLE являются практически единственной в мире

организацией, систематически анализирующей состояние парка и тенденции, эффективность методов диагностики и поддержание технического состояния оборудования, новую технику и др.

Организация является примером добровольного объединения энергетических компаний, организации по испытаниям и обслуживанию оборудования на базе DOBLE ENGINEERING Co (Бостон, США).

Объединенный комитет консультантов (advisory committee) и 9 технических комитетов: 1) Разрядники, конденсаторы, кабели; 2) Вводы, изоляторы и измерительные трансформаторы; 3) Выключатели; 4) Изоляционные жидкости; 5) Масло; 6) Защитная аппаратура; 7) Вращающиеся машины; 8) Трансформаторы; 9) Евродобл ежегодно рассматривают текущие проблемы на осенней сессии, планируют специальное изучение наиболее актуальных тем, вызывающих особый интерес у энергосистем, и организуют ежегодную международную конференцию.

Комитеты клиентов Дoble являются по существу обществом защиты потребителей электротехнического оборудования.

Некоторые примерные темы, детально рассмотренные комитетами приведены в приложении.

НИЦ «ЗТЗ-Сервис» с 1993 г. активно принимает участие в комитетах по трансформаторам, вводам и измерительным трансформаторам, проблемам с жидкими диэлектриками и маслом, представил и опубликовал в материалах конференций 7 докладов.

7. Комитет Евродобл.

Организован 3 года назад из представителей европейских энергосистем (Англия, Франция, Испания, Ирландия, Португалия, Швеция, Дания, Греция, Италия, Финляндия, Украина - «ЗТЗ-Сервис»). В качестве обозревателей в совещаниях принимали участие представители энергосистем Польши, Румынии, Чехии, Литвы, Албании.

Примеры актуальных тем, рассмотренных на совещаниях комитета Евродобла, приведены в приложении. Комитет планирует разработку европейского руководства по приемке и эксплуатации трансформаторных масел, а также рекомендации по расширению данных исходных испытаний (на заводах, при вводе в эксплуатацию и после ремонта) для оценки при последующей эксплуатации.

8. EPRI - практически единственный институт, осуществляющий (инвестирующий, координирующий) исследования актуальных проблем по состоянию оборудования в эксплуатации. Тематика и основные результаты активности, приведенная в приложении 3, представляет несомненно широкий интерес. Исследования EPRI проводятся с привлечением ведущих университетов и исследовательских центров (Массачусетский технологический институт, Бостон, Монаш – университет в Мельбурне и др.).

9. Существующее положение НИЦ «ЗТЗ-Сервис», являющегося участником практически всех ведущих международных организаций, позволяет организовать приток обширной информации, необходимой для обеспечения работоспособности и эффективной эксплуатации парка трансформаторного оборудования в странах СНГ и Балтии, а также установить непосредственные связи с ведущими энергосистемами мира, изготовителями оборудования для обслуживания трансформаторов и др.

10. Наиболее эффективный и, по меньшему мнению, единственный путь существенного улучшения и рационализации технической политики по эксплуатации и обслуживанию парка оборудования является организация в СНГ и Балтии общества типа DOBLE ENG с последующим сближением таких организаций с целью широкого обмена опытом.

Необходимо также активизировать участие стран СНГ в СИГРЭ с созданием национальных комитетов и с организацией широкого участия ведущих специалистов энергосистем в рабочих группах СИГРЭ на корреспондентской основе.

Международный опыт показывает также полезность прямого участия представителей энергосистем в комитетах DOBLE на правах постоянного члена или обозревателя.

**Примеры некоторых актуальных проблем,
рассмотренных комитетами клиентов Doble за последние годы.**

1. Виды и причины повреждения оборудования. Статистика повреждаемости (ежегодно).
2. Описание характерных и необычных случаев повреждений.
3. Описание характерных случаев ремонтов, реконструкций, аномальных явлений.
4. Систематизация и анализ характерных недостатков конструкции отдельных изготовителей и рекомендации по повышению надежности (например, течи масла из вводов АВВ из-за некачественного материала уплотнений, недостатки конструкции контактных систем РПН АВВ, недостатки конструкции вводов производства «Вестингауз», «Дженерал электрик» и др.
5. Описание и анализ результатов испытаний и осмотра трансформаторов после длительной эксплуатации.
6. Методика испытаний. Опыт. Причины несоответствий, (фурановые соединения, поляризационные методы, частотные характеристики и др.).
7. Семинар: Старение целлюлозных материалов. Механизм. Методы оценки. Опыт.
8. Семинар: устройства РПН. Особенность конструкции. Испытания. Требования по обслуживанию.
9. Руководство по испытаниям высоковольтных вводов.
10. Обзор (дважды в год) результатов испытаний новых масел. Оценка изменений и тенденций.
11. Требования к трансформаторному маслу.
12. Методы сушки (обзор).
13. Растворенные газы в масле РПН, как диагностическое средство.
14. Методы непрерывного контроля газов. Панельная дискуссия шести производителей.

Примеры актуальных тем, рассмотренных комитетом Евродобл.

1. Основные причины повреждения измерительных трансформаторов (преимущественно трансформаторов тока) - Греция, Португалия, Чехия, Финляндия, Франция, Испания, Украина-Россия (НИЦ «ЗТЗ-Сервис», НИИПТ).

2. Программы по оценке остаточного срока службы трансформаторов (Ирландия, Франция, Англия, Бельгия, Швеция, Норвегия, Дания, Испания, Албания, Греция, НИЦ «ЗТЗ-Сервис»).

3. Требования к трансформаторным маслам при приемке и в эксплуатации. Методы обработки (DOBLE ENG, Англия, Ирландия, Бельгия, Франция, НИЦ «ЗТЗ-Сервис»).

4. Методы испытаний новых и отремонтированных трансформаторов: исходные данные для сравнения в эксплуатации (Англия, Ирландия, Польша, Швеция).

5. Опыт диагностики состояния трансформаторов в эксплуатации (Испания, Англия, Ирландия, Бельгия, Франция, ЗТЗ-Сервис»).

6. Опыт с применением новых методов по выявлению деформации обмоток (Frequency Response Analysis - частотный анализ) - Испания, Англия, Ирландия, Бельгия, Франция, Италия.

**EPRI (Electrical Power Research Institute). Исследовательский институт
электроэнергетики.**

Активность и основные результаты.

1. Статическая электризация.

Подозревается, как исходная причина повреждений более 24 крупных трансформаторов. Исследовались влияние температуры, влажность, интенсивность потока масла. Закончена программа полевых испытаний 330 МВА, 500 кВ до повреждения *. Намечены исследования на физической модели.

2. Образование пузырьков в масле при перегрузке (резком повышении температуры).

Показана возможность снижения электрической прочности на 40 %. Выявлены условия (температура, влажность, содержание воздуха) выделения пузырей. Например, при влажности бумаги 3-4 %, выделения пузырьков и резкого понижения электрической прочности можно ожидать при повышении температуры обмотки до 120-125 % *.

Продолжаются исследования влагообмена и распределения влаги в твердой изоляции*.

3. В/вольтные измерительные трансформаторы.

Классифицированы виды и причины повреждений, (доклад TR 100205). Исследованы влияния многократных перенапряжений на электрическую прочность и возможности снижения воздействий до 80 % путем включения резисторов (доклад TR104961).

В работе проект по организации мониторинга большого числа трансформаторов тока и вводов, включая ON-LINE контроль tgδ, ЧР и др.

* Материалы имеются в НИЦ «ЗТЗ-Сервис».

4. Тепловые модели для мониторинга в реальных промежутках времени.

Разработаны компьютерные программы и выполнены полевые исследования на двух подстанциях. Доклады опубликованы в сборниках IEEE PES 1994 (лето) и 1996 (зима).

5. Многокомпонентный микроэлектронный анализатор газа.

Закончена полевая демонстрационная программа (40 прототипов) с использованием полупроводящих датчиков непрерывного контроля H_2 , C_2H_2 , C_2H_4 и CO.

6. ON-LINE оценка состояния трансформаторов по схеме «Зеленый-Желтый-Красный».

7. Оценка остаточного ресурса изоляции.

• Обследование большого числа трансформаторов с анализом зависимости фурановых компонентов и степени полимеризации образцов изоляции.

Поиски новых химических компонентов в качестве индикаторов деградации изоляции.

• Исследование зависимости между действительным состоянием обмоток и вибрационными характеристиками и результатами FRA (частотный анализ до и после прессовки обмоток).

8. Экспертные системы.

Осуществляется разработка системы, учитывающей особенности конструкции, состояния, проблемы диагностики.

9. Руководство по продлению срока службы подстанций. Опубликовано в докладе TR-105070.

* Материалы имеются в НИЦ «ЗТЗ-Сервис».