

ВСЕ О ТРАНСФОРМАТОРАХ

ОВСЯННИКОВ А.Г., председатель Общественного Совета специалистов Сибири и Дальнего Востока по диагностике электрических установок

ТОЛЧИН В.М., секретарь Общественного Совета специалистов Сибири и Дальнего Востока по диагностике электрических установок

Общественный Совет специалистов Сибири и Дальнего Востока по диагностике электрических установок (ОСС ДЭУ), Совет специалистов по диагностике силового электрооборудования при ИТЦ «УралЭнергоИнжиниринг» и Новосибирский Государственный Технический Университет организовал и 15–17 апреля провел X Научно-практическую конференцию «Трансформаторы: эксплуатация, диагностирование, ремонт и продление срока службы», посвященную 75-летию В.В. Соколова. В работе конференции приняли участие более 80 человек, представляющих 47 организаций из России, Казахстана, Кыргызстана, Латвии и Китая. В числе участников было 7 докторов и 10 кандидатов технических и физико-математических наук. Было заслушано 35 докладов и сообщений по основным темам конференции.

Группу докладов темы «Трансформаторы: эксплуатация, диагностирование, ремонт и продление срока службы» открыл старейшина диагностического цеха Сибири **Вдовико В.П.** (ООО «ЭМА», Новосибирск) с докладом «**Об эффективности систем диагностирования высоковольтного оборудования**». В его докладе были обозначены функции систем диагностирования, а также предложена методика определения стойкости к отказу и остаточного ресурса оборудования.

В докладе **Осотова В.Н.** «**Практические аспекты оценки фактического срока службы силовых трансформаторов**» показано, что срок службы трансформаторов при правильной эксплуатации и своевременном устранении дефектов ограничен предельным состоянием одной из двух системы трансформатора – изоляционной и магнитной. Предельное состояние означает, что восстановление и ремонт этих систем становятся невозможными.

В докладе **Левина В.М.** (НГТУ) и **Керимкулова Н.Н.** (КЕГОК) «**Разработка критериев безаварийной эксплуатации маслонаполненного оборудования подстанций. Байсовский подход**» представлен метод статистической идентификации объекта, на основе которого разработаны эффективные практические приложения применительно к АТ-220 кВ одного из МЭС высоковольтной электрической сети Республики Казахстан (АО КЕГОС).



В докладе ООО «Болид» (Новосибирск) «О диагностике термического старения изоляции мощных масляных трансформаторов» приведен пример расследования аварии печного трансформатора мощностью 105 МВА, вызванного тепловым износом витковой изоляции.

В докладе китайских коллег «Диагностика силовых трансформаторов в Китае» был обобщен опыт обследования силовых трансформаторов, мало отличающийся от российского. Отмечено, что стандарт КНР по оценке остаточной деформации обмоток методом частотного анализа (FRA) еще проходит стадию проверки и доработки.

Оживленная дискуссия развернулась после доклада Чернышева В.А. (Смоленский филиал МЭИ) «Оценка состояния изоляционной системы маслонаполненных высоковольтных трансформаторов, находящихся в эксплуатации длительное время». В основе методики лежит регистрация токов поляризации в отдельных зонах изоляции трансформатора. Затем по ранее установленным эмпирическим зависимостям, полученным на силовых трансформаторах класса напряжения 110 кВ, проводится детальный анализ результатов измерений. В итоге авторы оценивают не только влажность масла и твердой изоляции, но и степень полимеризации бумаги, и даже остаточный ресурс. В отсутствие достаточного времени было решено продолжить дискуссию на полях «Форума» на сайте компании «Димрус» (Пермь). Желающие приглашаются следить за ходом дискуссии.

В докладе Таланова А.А. (Красноярская ГЭС) «Оценка состояния изоляционной системы маслонаполненных высоковольтных трансформаторов, находящихся в эксплуатации длительное время» предложена методика обработки данных тепловизионного обследования, основанная на сравнении приведенных к одинаковым условиям параметров распределения температуры в одинаковых зонах однотипных автотрансформаторов.

В докладе Живодерникова С.В. («Электросетьсервис ЕНЭС», Новосибирск) «Послеаварийное вскрытие

трансформаторов: идентификация дефектов и прогнозирование отказов» на конкретных примерах показано, что анализ отказов обеспечивает ключевой информацией, позволяющей определить «что случилось» и «что делать» для управления надежностью, оценки оставшегося ресурса аналогичных аппаратов, оптимизации ремонта, совершенствования конструкции и технологии производства.

Как и на предыдущей конференции, весьма интересными, хотя и не бесспорными показались методики оптического контроля трансформаторного масла и бумажной изоляции, представленные в докладе Козлова В.К. (КГЭУ, Казань). Особый интерес вызвала методика оценки степени полимеризации бумажной изоляции непосредственно на месте установки трансформатора с помощью эндоскопа, оптоволоконных кабелей и анализирующего прибора.

Завершила программу первого блока докладов презентация ООО «Логотех» (Снежинск) «Определение остаточных усилий прессовки обмоток трансформатора ТДН-10000/110 комплексом СДК 2Т». В ней было показано, что усилия прессовки обмоток при перекатке трансформатора могут сильно измениться, а потому подпрессовку необходимо проводить на месте установки трансформатора. Подпрессовку

обмоток каждой фазы необходимо осуществлять от внешних обмоток к внутренним. Вначале следует запрессовывать обмотки крайних фаз, а затем обмотки средней фазы.

В разделе программы «Контроль состояния высоковольтных вводов и измерительных трансформаторов» прозвучали пять презентаций. Четыре из них были посвящены вопросам регистрации частичных разрядов и других диэлектрических характеристик RIP-изоляции:

■ Грызунов П.А. (Ноябрьские сети ОАО «Тюменьэнерго») «Отчет по диагностике вводов с RIP-изоляцией, установленных на ПС «Новогодняя»;

■ Овсянников А.Г. («Электросетьсервис ЕНЭС») «Оценка кажущегося заряда частичных разрядов в изоляции конденсаторного типа»;

■ Устинов В.Н. (ОАО «Масса», Москва) «Значимость контролируемых параметров высоковольтных вводов при выпуске с завода и в эксплуатации»;

■ Кассихин С.Д. (ОАО «Масса», Москва) «Задачи совершенствования контроля высоковольтных вводов по характеристикам частичных разрядов».

В этом же разделе был заслушан доклад Таланова А.А. (Красноярская ГЭС) о методике обработки термографических изображений измеритель-





ных трансформаторов тока на примере ТТ типа ТФРМ-500 кВ.

В блоке «Системы непрерывного контроля состояния силовых трансформаторов» заслушаны три доклада: ■ **Монастырский А.Е.** (СПГТУ) в докладе «**Основы оптимизации построения систем непрерывного контроля силовых трансформаторов**» привел аргументы о необходимости разбиения трансформаторов на три группы ответственности и достаточной комплектации систем непрерывного мониторинга состояния для каждой из групп;

■ **Аристархов М.Ю.** («ЭМА», Новосибирск) в докладе «**Автоматическая система диагностирования высоковольтного оборудования в режиме мониторинга под рабочим напряжением**» рассказал о разработке системы мониторинга «Сигма», встраиваемой в АСУ ТП подстанции;

■ **Русов В.А.** (ООО «Димрус», Пермь) в докладе «**Типы критериев технического состояния трансформаторов, применяемые в системах мониторинга**» констатировал, что единственным возможным способом учета изменяющихся условий эксплуатации оборудования, возникновения и развития дефектов, является использование самонастраивающихся адаптивных алгоритмов, автоматически учитывающих изменения коэффици-

ентов и параметров математической модели.

В разделе «Экспертно-диагностические системы и базы данных» были заслушаны три доклада. **Чернышев В.А.** (Смоленский филиал МЭИ) в докладе «**Диагностическая система ESKSISO, предназначенная для оценки состояния изоляционной системы маслонаполненного оборудования**» рассказал о принципах и технологии обработки результатов регистрации токов поляризации, заложенных в указанной системе.

Владимирова М.Н. (ОАО «Тюменьэнерго») в докладе «**Опыт организации диагностирования маслонаполненного оборудования 35–110 кВ с применением экспертно-информационных систем**» говорила об эффективности ЭДИС «Альбатрос» и успешной ее интеграции с системой SAP в ОАО «Тюменьэнерго». Компания Тюменьэнерго сделала это первой среди структур, входящих в ОАО «Россети». Также докладчик рассказала о наработке собственных норм на предельные концентрации газов, растворенных в масле, отличие которых от общих отражает специфику эксплуатации аппаратов в суровых климатических зонах.

Давиденко И.В. (ООО «Энерго-Диагностика и Аналитика», Екатеринбург) в докладе «**Оценка техниче-**

ского состояния трансформатора с помощью базы данных поврежденных трансформаторов» сообщила о дальнейших направлениях в совершенствовании ЭДИС «Альбатрос» в части принятия тактических управленческих решений с сохранением приоритета стратегических целей обеспечения надежности работы электрооборудования и продления срока его эксплуатации.

Блок семинара «Частичные разряды» выделялся сугубо научной направленностью.

В докладе научных сотрудников СО РАН (Новосибирск) «**Моделирование частичных разрядов**» были представлены результаты численных экспериментов по моделированию электрических полей и гидродинамических явлений, сопровождающих горение частичных разрядов в газовых полостях твердых и жидких диэлектриков.

В докладе НГТУ (Новосибирск) «**Полевая модель частичного разряда**» на основе тщательных расчетов электрических полей проведено сопоставление кажущегося и истинного зарядов частичных разрядов и относительных размеров газовых полостей.

Монастырский А.Е. (СПГТУ) в своем докладе «**Некоторые особенности развития частичных разрядов в трансформаторной изоляции**» обратил внимание на существование двух видов сигналов частичных разрядов в моделях бумажно-масляной изоляции. Один из них имеет достаточно большую длительность, и именно с этим типом разрядов связана опасность разрушающего воздействия на изоляцию.

Бычков А.Л. (НГТУ, Новосибирск) исследовал частичные разряды в масле в резко-неоднородном поле и выявил три типа сигналов, существенно различающихся по длительности и полярированности тока.

В разделе «Масло» прозвучали две презентации. **Аникеева М.А.** (Электросетьсервис, Новосибирск) представила результаты исследований характеристик рапсового масла как изоляционной жидкости. В докладе **ОАО «Пергам-инжиниринг»** (Москва) «**Системы мониторинга растворенных**

газов и влагосодержания в жидких диэлектриках. Мировой опыт применения» обсуждались достоинства и недостатки указанных в названии систем разных производителей.

В разделе «Приборы для диагностирования и испытаний силовых трансформаторов» специалистами ОАО «Пергам-инжиниринг» и ООО «БрисЭнерго» (Москва) были представлены новинки испытательной и диагностической техники.

В блоке «Общие вопросы диагностирования электроустановок» были заслушаны два доклада. Доклад **Гайворонского А.С.** (СибНИИЭ) «К вопросу об аварийных отключениях ВЛ из разряда «причина не установлена» впечатлил комплексным подходом, в котором весь массив отключений анализировался по времени года и суток, сопоставлялся с временем восхода и захода солнца, метеорологическими условиями на момент отключений. Кроме того, проводились специализированные осмотры линий и различные высоковольтные испытания. В итоге преобладающая доля от-



ключений была связана с жизнедеятельностью птиц.

В докладе **Марюшко Е.А.** (НГТУ) приведены результаты регистрации частичных разрядов в КРУЭ 220 кВ. Центральным вопросом в исследованиях оказался вопрос селекции сигналов от разрядов внутри КРУЭ от разрядов в кабельных линиях и их вводах, а также от несущей составляющей высокочастотной связи, осуществляемой по проводам питающих линий.

Сверх программы в порядке обмена опытом были заслушаны несколько сообщений. В частности, **Левковский А.И.** (МЭС Центра) весьма убедительно объяснил причины повышенных напряжений на московских

подстанциях. **N. Kukla** (Латвия) рассказал об опыте непрерывного диагностического мониторинга силового трансформаторного оборудования и директивах Европейского Союза по этим вопросам.

Все презентации докладов доступны в интернет-ресурсе Совета www.sibdiag.ru. Там же размещены фотографии и видеозаписи семинара. Кроме того, доклады семинара будут изданы в бумажном виде с присвоением библиотечных идентификаторов. Сборники будут разосланы всем участникам мероприятия.

На совместном заседании Советов Урала, Сибири и Дальнего Востока принято решение о месте и времени проведения следующей и тоже совместной научно-практической конференции – в апреле 2016 года в городе Снежинск Челябинской области (принимающая сторона – НПО «ЛОГОТЕХ», член Совета при ИТЦ УЭИ). Специальной темой конференции определены «Акустические и вибрационные методы в системе диагностирования электротехнического оборудования».

Межрегиональный инженерно-энергетический центр Энерго

Основные направления деятельности компании:

- **Энергоэффективность:** энергетическое обследование; энергетический менеджмент; экспертиза энергосберегающих проектов.
- **Экология в энергетике:** проведение экологического обследования; оценка воздействия на окружающую среду на стадии проектирования и на действующих предприятиях.
- **Экспертиза и нормирование в энергетике:** расчет и экспертиза НТПЭЭ, НТПЭ, НУР; расчет тарифов электроэнергии, теплоты, воды; расчет и научное обоснование нормативов ТЭР на технологические нужды; судебно-техническая экспертиза.
- **Научно-техническая деятельность:** НИР, НИОКР в области энергетики и инженерных систем; научно-техническая деятельность в области естественных и технических наук; математическое моделирование; разработка программных расчетно-инженерных блоков.
- **Нормативно-техническая деятельность:** разработка стандартов, регламентов, методик; обучение в рамках повышения профессиональной квалификации; проведение научно-практических семинаров; проектирование и разработка элементов комплексной системы управления производственными активами.
- **Измерения и диагностика:** метрологические измерения ТТ, ТН, вторичных цепей ИК; обследование электромагнитной совместимости электрооборудования, заземления, молниезащиты; измерения качества электрической энергии; тепловизионное обследование электрооборудования, ограждающих конструкций зданий и сооружений; технический аудит промышленного энергетического оборудования.



www.miecenergo.ru

115201, г. Москва, Каширское шоссе,
д. 22, корп. 3, офис 314
тел. (495) 988-01-43
тел./факс: (499) 502-16-01, 613-51-27
e-mail: info@miecenergo.ru



190020, г. Санкт-Петербург,
наб. Обводного канала,
д. 138, корп. 1 литера Б, офис 201-204
тел./факс: (812) 445-28-29
e-mail: info@miecenergo.ru