



Некоммерческое партнерство «Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения» (РНК СИГРЭ)
109074, Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, дом 7, стр.3. ОГРН 1037704033817. ИНН 7704266666 / КПП 770401001. Тел.: +7 (495) 627-85-70. E-mail: cigre@cigre.ru

ОТЧЕТ

Об участии в Международной конференции по мониторингу, диагностике и техническому обслуживанию CMDM 2017

Бухарест, Румыния 25-27 сентября 2017 г.



Отчет подготовил:

Славинский Александр Зиновьевич
д.т.н., Представитель РНК СИГРЭ в
Исследовательском Комитете D1,
Руководитель Подкомитета D1 РНК СИГРЭ
«Материалы и разработка новых методов
испытаний и средств диагностики»
Председатель Совета директоров ООО «Масса»

Контактные данные:

E-mail alexander.slavinskiy@mail.ru

Дата составления отчета:

октябрь 2017г

Москва 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Обзор докладов	4
3. Техническая выставка	24
4. Заключение	25

1. Введение

В период с 25 по 27 сентября 2017 года в г. Бухарест, Румыния состоялась **Международная конференция по мониторингу, диагностике и техническому обслуживанию CMDM 2017.**

Проводимая раз в два года при поддержке Парижа СИГРЭ и организатора CNTEE Transelectrica (румынский TSO) конференция - это крупное событие для электротехнической промышленности, которое является важным для членов CIGRE и заинтересованных сторон в плане продвижения: Инновации для эффективного и действенного управления, решения для энергетических систем будущего!

Конференция объединяет инженеров, руководителей, экономистов, ученых, студентов и других заинтересованных лиц. Конференция также способствует CIGRE как сильной технической организации, способной содействовать техническим знаниям и ноу-хау через свои комитеты по изучению, материалов конференции и технических документов.

В своем четвертом издании **CMDM 2017**- это важное событие для национальной энергетической системы, которое предоставляет исключительные возможности членам CIGRE и заинтересованным сторонам для презентации фундаментальных и технологических разработок и продвижения ключевых поставщиков продуктов и услуг для систем электроснабжения.

Официальная церемония открытия конференции началась с доклада Председателя Румынского национального комитета СИГРЭ доктора Dr. Ciprian Diaconu. С приветственным словом выступили вице-председатель Румынского национального комитета СИГРЭ Dr. Constantin Moldoveanu и секретарь Dr. Ioan Dorin Hategan.

В 2017 году в конференции приняли участие технические специалисты из 12 стран.

CMDM 2017 включает также учебные пособия, технические доклады и трехдневную выставку. На конференции было представлено 52 доклада, а также 6 учебных пособий. Основные темы **CMDM 2017** охватывают техническую деятельность минимум 7 (семи) Исследовательских комитетов CIGRE:

- A1 «Вращающиеся электрические машины»,
- A2 «Трансформаторы»,
- A3 «Высоковольтное оборудование»,
- B1 «Изолированные кабели»,
- B2 «Воздушные линии»,
- B3 «Подстанции»,
- D1 «Материалы и разработка новых методов испытаний и средств диагностики».

Среди тем **CMDM 2017** можно отметить:

1. Интеллектуальные сетки;
2. Контроль состояния и диагностика силового оборудования и высоковольтных линий;
3. Мониторинг и диагностика состояния на электростанциях;
4. Неисправности, связанные с электрическими, механическими, химическими и тепловыми причинами;
5. Оценка деградации энергетического оборудования;
6. Современные средства и технологии технического обслуживания;
7. Передовые методы измерения для мониторинга состояния и диагностики;
8. Применение искусственного интеллекта для анализа данных и оценки состояния;
9. Автоматизация и автоматизация учета подстанций;
10. Инструменты управления активами для энергетического оборудования;
11. Распределенные ресурсы и возобновляемые источники энергии.

Доклады были представлены презентациями и имелась возможность непосредственного общения и дискуссии с авторами докладов.

2. Обзор докладов

1. *Field Experience with Non-intrusive In-service Diagnostics of Circuit Breaker Based on Transient Electromagnetic Emissions* (Практический опыт диагностики выключателей без отключения на основе переходной электромагнитной эмиссии) **R. DOCHE, R. PATER, S. POIRIER, M. GERMAIN, S. GINGRAS,** **Hydro-Québec, Canada (Канада).**

Мониторинг непрерывного состояния существующих высоковольтных выключателей (ВВ) предполагает сложную и дорогостоящую модернизацию. Сегодня, главным образом, вся диагностика выполняется с отключением ВВ. Это связано с плановыми отключениями и может потребовать его демонтажа. Возрастает необходимость внедрения новых эффективных методов диагностики. В этом контексте была сформирована рабочая группа СИГРЭ (WG А3.32) с задачей определения современных методов диагностики распределительных устройств высокого напряжения. В РГ А3.32 определены два уровня оценки состояния: рабочее и нерабочее. Сообщается о возникающих методах: анализ переходных электромагнитных излучений (ТЭЕ), расширенный анализ данных с защитных реле и цифровых регистраторов неисправностей, определение частичного разряда, измерение динамического контактного сопротивления, анализ вибрации, обнаружение утечки газа, оценка целостности вакуума, анализ продуктов разложения газа и т. д. Анализ ТЭЕ - это новый метод, который является полностью работоспособным, универсальным, т.е. применяется ко всем видам ВВ, является общим, то есть позволяет оценивать многие диагностические показатели и позволяет определять местоположение источника выбросов, т. е. анализ прерывания. Первая система, использующая этот метод на регулярной основе, называемый UNIC, была разработана Hydro-Quebec (HQ) в 2013 году. В этом докладе представлено несколько тематических исследований по HQ с использованием этой системы, включая анализ переходов, ввод в эксплуатацию тестов на контролируемое переключение, непредвиденные разрядки на соседнем оборудовании во время операций переключения, напряжение на образцовых конденсаторах, вызванное неравномерным распределением напряжения в динамических условиях, а также оптимизация мониторинга и оптимизации срока службы.

2. *Maintenance method for spring operating mechanism of gas circuit-breaker based on its deterioration investigation* (Метод техобслуживания пружинного механизма работы газового автоматического выключателя на основе исследования его износа)

M. KATSUMATA¹, K. KAWAKITA¹, T. MORI², H. OTANI², K. ITO²
¹Chubu Electric Power Co., Inc. ²Mitsubishi Electric Co

В докладе предложены методы работы и технического обслуживания пружинного механизма для газовых выключателей. Механизмы работы первого газового выключателя (GCB) были пневматическими из-за их простой структуры и низкой стоимости производства. Пружинные рабочие механизмы были применены из-за их большей ремонтпригодности, чем гидравлические механизмы. Сообщается, что частота отказов пружинных рабочих механизмов составляет менее 25% от частоты гидравлических рабочих механизмов. Пружинные рабочие механизмы состоят из трех основных компонентов, включая часть зарядки энергии, часть с малой энергией и большую энергетическую часть, которые называются в соответствии с условиями их механической нагрузки. Все три части имеют смазку на их поверхности. Содержание масла в консистентной смазке составляет менее 50%, что считается критерием смазки. Рабочие характеристики GCB были проверены с помощью теста ускоренного старения с изношенной смазкой, эквивалентной 50-летнему

или 60-летнему покрытию на каждой скользящей части пружинного механизма. Были получены следующие результаты:

- Значительная задержка в времени срабатывания фиксатора отключения при движении катушки отключения наблюдалась при минимальном напряжении (DC 60 В), в то время как его не наблюдалось при номинальном напряжении (DC 100 В).

- Время зарядки пружины было отложено примерно на 1 секунду при номинальном рабочем напряжении (DC 100 В), тогда как при минимальном рабочем напряжении (DC 75 В) наблюдалась задержка около 5 секунд по сравнению с временем зарядки пружины при номинальной рабочей нагрузке до ускоренного испытания. Изменение характеристик движения GCB, по-видимому, связано с увеличением трения из-за ухудшения смазки. Периодическое измерение времени срабатывания фиксатора отключения и времени зарядки пружины может способствовать распознаванию уровня износа смазки. Следовательно, техническое обслуживание пружинного приводного механизма может быть соответствующим образом реализовано. Метод обслуживания пружинного механизма работы GCB был учтен для более длительного использования оборудования на основе приоритета обслуживания и сложности замены деталей каждого компонента. В будущем необходимо накапливать эксплуатационные данные и понимать связь между старением или количеством операций и ухудшением функционирования пружинного механизма.

Пружинные рабочие механизмы были применены к GCB с наивысшим номинальным напряжением 550 кВ. Сообщается, что частота отказов пружинных рабочих механизмов составляет менее 25% от уровня гидравлических механизмов работы.

3. Evaluation of Electrical degradation in High Voltage Circuit Breaker Monitoring (Оценка электрической деградации в высоковольтных автоматических выключателях)

N. GARIBOLDI₁, P.L. CORLISS₂

¹Qualitrol LC, Switzerland, ²PMC-Consulting LLC, USA

Учитывая результаты опроса, очевидно, что старение и износ, безусловно, являются основными движущими факторами, влияющими на надежность автоматического выключателя, которые ответственны за более чем 43% основных сбоев и 55% второстепенных. Для достижения более эффективного управления активами, сочетающего снижение затрат с повышенной надежностью, ожидается, что в ближайшие годы все больше и больше будут применяться условия обслуживания и мониторинга автоматических выключателей. Активная работа CIGRE WG A3.32, работающая над неинтрузивными системами диагностики и мониторинга, подтверждает интерес к этим темам. Помимо раннего обнаружения незначительных пропущенных функций, которые могут развиваться при серьезных авариях, оценка механического и электрического ухудшения характеристик имеет решающее значение для эффективного профилактического обслуживания. Для оценки механического износа доступны многие контролируемые параметры. Анализ кривых движения, наблюдение за обмотками катушек, методы вибрации, частичные разряды могут дополнительно предоставить достаточно полный набор диагностических инструментов для оценки механического состояния автоматического выключателя. Тщательный анализ каждой операции выключателя и более точный учет возникающего контакта и износа позволит менеджерам по техническому обслуживанию разобраться и конкретно спроектировать выключатели, требующие ремонта, прежде чем произойдет отключение, приводящее к разрушительным потерям доходов, дорогостоящему повреждению оборудования и, возможно, проблемы безопасности персонала, вызванные неисправностью выключателя. В докладе приводятся основные причины возникновения электрического разложения автоматического выключателя, которые указывают на трудности, связанные с надежной оценкой и необходимостью улучшения как методологии оценки, так и определения предела.

4. The role of condition assessment in the management of asset maintenance and replacement. *(Роль оценки условий в управлении обслуживанием и заменой активов)*

A. WILSON₁, H. CUNNINGHAM₂

₁Doble Engineering UK, ₂ESB International Ireland

В рабочей группе CIGRE B3.32 была выпущена техническая брошюра CIGRE 660 с описанием международного опыта, оптимизирующего затраты на обслуживание. Одним из аспектов, уделяющих особое внимание, было увеличение использования оценки состояния, что позволило применять более прогрессивные стратегии обслуживания. Важные решения об активах подстанции относятся к срокам технического обслуживания, реконструкции и замене. Традиционный подход основан на временном интервале для каждого из этих этапов. Этот подход в настоящее время лежит в основе большинства методов определения технического обслуживания. Для того, чтобы эти подходы работали, ключевым критерием является достижение максимально возможной информации без сбоев. Это включает в себя в качестве первого этапа расширение регулярного отслеживания для определения методов диагностики, таких как инфракрасные излучения и радиопомехи, анализ масла и газа и систематическое использование результатов. Рекомендуется постоянный мониторинг, который может смягчать ситуации, когда имеют неприемлемый высокий риск отказа. В качестве второго этапа для изучения и принятия наиболее подходящего варианта применяется более широкий опыт, когда отслеживаются вероятности отказа в определенные интервалы времени.

Оценки состояния, связанные с первичными активами, стали гораздо важнее, чем раньше. Основным драйвером является то, что требуется сокращение запланированных отключений для проведения таких мероприятий, как техническое обслуживание, ремонт и замена, выбранные по расписанию, основанному на сроках.

5. The Role of Condition Monitoring in an Asset Management Organization *(Роль мониторинга состояния в организации управления активами)*

T. MCGRAIL₁, R. HEYWOOD₂

₁Doble Engineering USA, ₂Doble PowerTest UK1USA, ₂UK

В настоящем докладе рассматривается контекст управления активами для применения мониторинга условий и последующего получения результатов. Начиная с обзора принципов управления активами, обсуждаются бизнес-обоснование и мотивация мониторинга состояния, в качестве примера приведен пример простой таблицы. Успешные приложения мониторинга состояния представлены как при применении мониторинга прерывистого состояния в виде обследования частичного разряда (ЧР) на комплексном распределительном устройстве, так и путем анализа величины тока утечки ввода через непрерывный монитор. Обсуждаются аспекты мониторинга состояния в контексте управления активами: необходимость предвидения и планирование в применении мониторинга, и необходимость обеспечения того, чтобы организация включала мониторинг состояния, а не рассматривала его как деятельность вне "нормальной деятельности".

6. Hydro power plant structural monitoring integrated to the Smart Grid by Internet of Things technology *(Структурный мониторинг гидроэлектростанций, интегрированный в Smart Grid по технологии Интернета Things)*

L.C. MAGRINI₁, P.S.D. KAYANO₁, F. CRISPINO₁, E.F. CARNEIRO₂, T.P.A. CAPPI₂, A.L.C. SANTOS₂

₁FDTE - Foundation for the Technological Development of Engineering

₂CESP - Companhia Energética de São Paulo – Brazil

Отправка гидроэлектрических генераторов обычно выполняется Системой управления энергией (СУЭ) с учетом только состояния генерирующих агрегатов и уровня воды в

резервуаре, пренебрегая реальным состоянием конкретной структуры плотины, которая содержит генераторные установки, а также состояние заполненной землей части плотины. Это происходит потому, что механические напряжения, которые подвергаются сезонным изменениям, периодически анализируются инженерами-строителями с помощью инструментов, встроенных в конструкции плотин в период строительства. Обычно эти приборы считываются вручную и расположены далеко от диспетчерской станции, в местах с трудным доступом, без инфраструктуры для передачи энергии и передачи данных. В настоящее время инструментом IEDs, данные будут собираться системой SCADA. Однако они производят небольшие данные, каждый из которых измеряет только одну переменную (давление, расстояние, поток, уровень, смещение и т. д.), Используя различные физические принципы (оптический, электрический, ультразвук и т. д. Такое разнообразие технологий делает использование стандартов связи, рекомендованных для Smart Grid, довольно дорогостоящим, поскольку на больших плотинах мы можем найти около пяти тысяч распределенных точек измерения. Кроме того, следует также рассмотреть возможность взаимодействия с системой EMS. В этих приложениях использование технологии Internet of Things (IoT) дает некоторые преимущества, такие как низкая стоимость, снижение потребления энергии и более легкая функциональная совместимость с конкретными протоколами Smart Grid. В этой статье анализируется использование технологии Internet of Things (IoT) и протоколов, которые разрабатываются для технологии IoT, и перечислены преимущества и недостатки ее внедрения в Smart Grids.

Эта работа была поддержана CESP (Companhia Energética de São Paulo, Бразилия) в рамках программы R & D ANEEL (Национальная программа развития Energia, Бразилия).

7. Developing a Framework for Qualitative Assessment of Threats to Transmission System Operators Security *(Разработка основы для качественной оценки угроз безопасности операторов системы безопасности)* **S. VORONCA CNTEE Tranelectrica SA Romania**

В этом докладе разработана структура для сбора информации для ранжирования угроз и проведено экспериментальное исследование по этому подходу. Результаты показывают, что ANP является подходящим методом для этой цели, и дальнейшее продолжение работы в этом направлении будет перспективным для уточнения результатов.

8. Existing solutions for digital substations *(Существующие решения для цифровых подстанций)*

I.V. BĂRBURAȘ, I. VOICIUC, S. BUGNAR, B. BORBELY EnergoBit S.A., Roman

В этом докладе акцентируется внимание на анализе и сравнение различных решений для цифровых подстанций. Одним из наиболее известных решений для цифровой подстанции является использование совместимых и перспективных решений на основе протокола IEC 61850 в сочетании с кибер-безопасностью, сетью реального времени и синхронизированной по времени сетью. В качестве решения на основе IEC61850 TiDL включает модульный полевой блок данных, который оцифровывает аналоговые сигналы в детерминированные волоконные связи, которые напрямую соединяют реле, расположенные в контрольном блоке, однако разница заключается в сети связи, которая в случае отсутствия TiDL отсутствует.

Решения IEC 61850 могут быть защищены с использованием разделенных сетей и объединения технологий, таких как SDN, для обеспечения выделенной полосы пропускания. Напротив, TiDL - это простое и кибербезопасное решение, которое работает, используя выделенную сеть. В целом оба решения имеют свои преимущества и обеспечивают проектирование и строительство силовых подстанций на другом уровне.

9. Considerations on Wide Area Back-up Protection of Power System using Phasor Measurement Units (*Рассмотрение широкомасштабной резервной защиты энергосистемы с использованием блоков измерения фаз*)

A. MIRON¹, M. DRAGOMIR², R. PENTIUC¹, C. POPA¹, C. BOBRIC¹

¹University of Suceava ²CNTEE Transelectrica SA

В докладе предлагается новая идея для защиты от резервного копирования с использованием блоков измерения Phasor (PMU) в широкополосной системе.

10. Residential Load Management through Smart Plugs in Smart Grids (*Управление домашними нагрузками через Smart Plugs в интеллектуальных сетях*)

O. AYAN, M. SAÇLI, B. EMRE Istanbul Technical University Istanbul, TURKEY

В последние годы растут пиковые нагрузки из-за роста населения, новых технологий, неправильного использования электроприборов и индустриализации. Для управления пиковой нагрузкой предлагается управление стороной спроса (DSM). Нагрузки могут задерживаться, контролироваться или перемещаться с помощью методов DSM. Смарт-штекеры могут использоваться для смещения нагрузки, контроля отложенных нагрузок. В этом докладе некоторые домашние нагрузки были сдвинуты с пиковых часов до непиковых часов, что приводит к финансовым выгодам для клиентов и финансовой деятельности с эксплуатационными выгодами для коммунальных предприятий с использованием интеллектуальных разъемов и интеллектуального хранилища. В пиковые времена пиковые нагрузки могут быть уменьшены путем смещения нагрузок.

11. Investigation of Power Quality Analysis of Single-Phase Inverter Topologies for Solar Energy Systems (*Исследование анализа качества электроэнергии однофазных инверторных технологий для солнечных энергетических систем*)

M. SAÇLI, O. AYAN, M. SİLSÜPÜR, B. EMRE Istanbul Technical University Istanbul, Turkey

В этом проекте представлена разработка различных инверторных однофазных технологий. Приведены модели с полумостовым инвертором и полномостовым инвертором как однофазные, которые используют IGBT, управляемые с двухуровневым PWM-генератором с помощью программного обеспечения Simulink, двухмоторного полномостового SPWM и трехуровневого полномостового инвертора SPWM, который использовал MOSFET управляющий сигнал с двухуровневым SPWM и 3-уровневым SPWM как однофазный с помощью PSIM. Приведены преимущества и различия.

12. Philosophy Protection OHL from ETN 400 kV of India and Romania (*Концепция защиты OHL от ETN 400 кВ Индии и Румынии*)

V. VÎLCU TRANSELECTRICA, UNO - DEN ROMANIA

Конструкция характеристик, связанных с OHL дистанционных защит в сложной плоскости подразумевает несколько сценариев дефектов, так что между ними можно координировать дистанционную защиту. В качестве примера в статье взяли две линии: первую из ETS Индии и вторую из ETS Румынии с идентичными физическими характеристиками и приблизительной длиной, которые работают на сетевых диаграммах, представленных в докладе. Согласование мер защиты, основанных на принципах разработки контроля в OTS в Индии (KPCL, KPTCL, NPCIL, NTECL, PowerGrid) и в Румынии (Transelectrica), позволяет сравнивать результаты, которые приводят к оптимизации этой концепции.

13. Practical Experience with GSU Transformer Condition Monitoring: Managing Expectations, Extracting Value *(Практический опыт мониторинга состояния трансформатора GSU: управление ожиданиями, извлечение ценности)*

T. MCGRAIL₁, R. HEYWOOD₂

₁Doble Engineering USA, ₂Doble PowerTest UK₁USA, ₂UK

В докладе рассматривается подход к применению и использованию мониторинга состояния на независимой станции генерации мощности, посредством мониторинга блоков генератора Step Up (GSU). Пересмотрен контекст управления активами для мониторинга состояния и подход, необходимый для обеспечения реалистичного бизнес-плана и последующего планирования действий для обеспечения того, чтобы мониторинг состояния использовался для поддержки бизнеса. Приводятся примеры фактических данных от GSU и соответствующего оборудования, которые дают не только данные, но и контекст для принятия решений.

14. Actual issues of HV bushing condition monitoring *(Актуальные проблемы мониторинга состояния высоковольтных вводов)*

A. KRAIACHICH, A. MORDKOVICH, G. TSFASMAN

ASU-VEI LLC, Russia

Мониторинг состояния высоковольтных вводов в течение их срока службы обсуждался в течение длительного времени. Раньше проблема была более критической, поскольку повреждение бумажно-масляных вводов могло привести к взрыву и возгоранию трансформаторного бака. Появление высоковольтных вводов с твердой (RIP, RBP) изоляцией создало иллюзорные надежды на то, что проблема уже решена, и нет необходимости совершенствовать существующие методы и разрабатывать новые для защиты и мониторинга вводов. Однако опыт, накопленный за последнее десятилетие, не оправдал надежд. Как и прежде, до 30% отказов трансформаторного оборудования вызваны повреждениями вводов. В статье большое внимание уделено результатам долгосрочного исследования в области разработки, внедрения и применения приборов для непрерывного мониторинга высоковольтных вводов с использованием метода для непосредственного измерения емкости вводов и тангенса δ . Сформулированы основные проблемы мониторинга состояния высоковольтных вводов и предложены некоторые решения.

15. Development of Online Transformer Monitoring Programs *(Разработка интернет-программ мониторинга трансформаторов)*

M. TOSTRUD DYNAMIC RATINGS

USA

В докладе рассмотрен проект системы, инфраструктура, процессы и организационная структура изменения, которые были реализованы на нескольких утилитах для создания успешного мониторинга парка программ.

16. Power transformer on-line monitoring & diagnostic system as a Smart grid solution *(Он-лайн системы мониторинга и диагностики силовых трансформаторов в качестве решения Smart grid)*

C. MOLDOVEANU₁, I. HATEGAN₂, V. BREZOIANU₁, A. VASILE₁, S. ZAHARESCU₁

₁NOVA INDUSTRIAL SA, ₂CNTEE TRANSELECTRICA SA,

Romania

В докладе представлено несколько из принятых решений румынской энергосети «CN Transelectrica SA» - (системный оператор румынской энергосистемы) для снижения затрат на эксплуатацию и силового трансформатора от транспорта («Интеллектуальные сети»), которые включают в себя онлайн-мониторинг, системы информатики,

предназначенные для создания базы данных RCM, а также результаты онлайн-мониторинга и автономного мониторинга. Кроме того, в документе представлены новые функции, которые должна иметь система онлайн-мониторинга силового трансформатора, чтобы пользователь мог контролировать определенные ограничительные условия, установленные стандартом IEC 60076-1 в отношении нормальной работы, и доказать поставщику, что эти условия соблюдаются, по крайней мере, в течение гарантийного срока.

17. Online Monitoring roadmap (OLCM) «Дорожная карта мониторинга трансформатора» (OLCM)

A. AL QABTAN, A. AL RAHBI, I. AL BLUSHI, A. SHARMA

Oman Electricity Transmission Company Sultanate of Oman

Оманская электросетевая компания (OETC) приступила к реализации программы по внедрению передовой практики управления активами в соответствии с рекомендациями ISO55000, а недавно OETC получила аккредитацию ISO55001, которая демонстрирует приверженность OETC. Также устанавливается политика управления активами. OETC выразила готовность продолжать эксплуатацию стабильной и безопасной сети передачи для обеспечения надежного снабжения электроэнергией и развития сети для удовлетворения потребностей страны для экономического и промышленного роста. Система управления активами в OETC охватывает все операционные активы, связанные с сетью передачи, в рамках лицензии OETC.

В документе предполагается представить полный обзор дорожной карты непрерывной системы оценки OLCM, а также провести анализ затрат и выгод и реализовать преимущества.

18. Online Detection of Windings Distortion in Power Transformers by Direct Vibration Measurement Using a Thin Fiber Optics Sensor

(Онлайн-обнаружение искажений обмоток в силовых трансформаторах путем прямого измерения вибрации с использованием тонкого оптоволоконного датчика)

P. KUNG, R. IDSINGA, J. BIN FU, H.-CHASKA V.-DURAND, C. SHUI YANG

QPS PHOTRONICS, Montreal, Canada

Искажения в обмотке могут быть вызваны многими способами, они могут быть механически индуцированными во время транспортировки, или импульсные, вызванные грозовыми разрядами или коротким замыканием, или в результате постепенного смыкания зазора в старых трансформаторах. Искажения в обмотке приводят к увеличению электромагнитных сил между обмотками и стержнем. Искажения в обмотке могут быть полезны в качестве мониторинга онлайн состояния. К сожалению, этот метод сложен при использовании электрических датчиков сильно зависят от места установки, шума от масляных насосов, вентиляторов охлаждения. Впервые, тонко-оптоволоконный датчик была разработана, для зазора 2 мм между обмотками при измерении вибрации.

В этом докладе приведены обсуждения эксплуатационных испытаний, проведенных QPS и Xian E-Sys Automation Engineering Co., Ltd в Китае.

Испытуемый датчик имел толщину 2 мм, ширину 50 мм и ширину 20 мм, с пределом измерений вибрации от 1 Гц до 2000 Гц.

Эта работа была вдохновлена обширной исследовательской программой в Университете Западной Австралии. Приведены при помощи моделирования примеры обнаружения значительных искажений обмотки, такие как изгиб и выпучивание, открытые и короткие цепи и ослабление зажима. Отсутствие разделения между обмотками также можно определить по мере амплитуды колебаний при удвоенной частоте сигнала линии.

Специальный датчик также способен измерять температуру нагрева. Это экономичное решение для мониторинга, позволяющее продлить срок службы трансформаторов, обеспечивая эффективную диагностику.

19. Analysis of the monitoring solutions of the transformer units within CNTEE Transelectrica SA, in order to implement the concept of digital substation (*Анализ решений мониторинга трансформаторных блоков в CNTEE Transelectrica SA для реализации концепции цифровой подстанции*)

E. STOICESCU, C. LISMAN, T. CHIULAN CNTEE TRANSELECTRICA SA Romania

Мониторинг трансформаторного блока является частью интегрированной системы мониторинга подстанций, он представляет собой важный компонент решения SMART GRID в CNTEE Transelectrica SA, а также часть цифровой подстанции. В докладе рассмотрены решения мониторинга трансформаторных блоков в CNTEE Transelectrica SA, предназначенные для реализации концепции цифровых подстанций. CNTEE Transelectrica SA уже имеет стратегию и внутренние стандартизированные решения, касающиеся мониторинга трансформаторного блока. Доклад содержит обзор оборудования для мониторинга трансформаторного блока в установках CNTEE Transelectrica SA с начала мониторинга до настоящего времени. Также в докладе представлены планы CNTEE Transelectrica SA для будущего мониторинга трансформаторных установок в отношении внедрения цифровых подстанций.

20. Strategies for increasing the mechanical safety of Romanian overhead lines network. Overview of developments in design standards and their implications on future

performance (*Стратегии повышения механической безопасности румынской сети воздушных линий. Обзор разработок в области стандартов проектирования и их последствий для будущей работы*)

E. MATEESCU¹, G. GHEORGHITA¹, S. WECHSLER¹, D. MĂRGINEAN¹, I. HAȚEGAN², L. IACOBICI², M. VÂJU²

¹GOPA International Energy Consultants ROENG-T.E.C., ²CNTEE TRANSELECTRICA SA , Romania

Румынские сети воздушных линий ежегодно сталкиваются с событиями и сбоями из-за экстремального ветра, экстремального льда или комбинации ветер и лед, явлений, которые увеличились по интенсивности и из-за изменения климата. С трудом в сокращении экстремальных климатических нагрузок, особенно связанных с нагрузкой с большими штормовыми событиями всех видов, TSO и DNO постоянно ищут эффективные способы для улучшения непрерывности обслуживания своей сети электропередач.

В докладе обобщены знания, полученные румынским TSO «Transelectrica », о том, что вызывает сбой в воздушной линии и как повысить механическую надежность и безопасность линии передачи по стратегиям и методам смягчения, которые оказались успешными.

В этом плане основными направлениями деятельности Румынского TSO :

- улучшение зонирования территории в отношении метеорологических факторов, используемых для проектирование и ведение воздушных линий на основе исследований, проведенных румынским Национальное агентство по метеорологии;
- подготовка и продвижение новых законодательных положений для проектирования ОНЛ на основе как европейского регулирования, так и национальные аспекты;
- идентификация и применение самых современных и практичных методов проектирования, с профилактическим и / или эффективным характером.

Для лучшего понимания необходимости этих действий в докладе представлена эволюция Румынских стандартов структуры строчной линии, вместе с некоторыми примерами. Неисправности линий, которые подчеркивают необходимость использования адекватного

стандартного дизайна и современной методологии проектирования для разработки новых OHL и проверки существующих OHL.

21. How to decrease or even avoid the conductor galloping in the case of single phase conductors and shield wires. A Romanian approach. *(Как уменьшить или даже избежать проскальзывания проводника в случае однофазных проводников и экранирующих проводов. Румынский подход.)*

G.A. FLOREA¹, A. LIPAN¹, E. MATEESCU², A.C. RUSU³, I. RODEAN³, C. BACIU³, M. FLOREA⁴, L. LIPAN⁵

¹Power& Lighting Tehnorob S.A. ²ROENG-TEC SRL³ C. N. Transelectrica S. A.

**⁴Electroprecizia Sacele AG SRL⁵ University Politehnica Bucharest
Romania**

В докладе рассматриваются все возможные устройства, которые будут использоваться на отдельных проводниках воздушных линий 220 кВ в Румынии.

А также рассматривались воздушные линии 400 кВ,

Основываясь на предыдущем опыте работы с фазовыми настройками предлагается новый тип устройства для одиночных проводников, основанный на настройке и демпферном решении.

Отстройка крутильной частоты от вертикальных гармонических частот является первым шагом. Но второй шаг рассматривается далее, чтобы создать возможность быстрого затухания на самой высокой частоте вертикальных изменяющихся гармоник. Предлагаются различные типы одиночных проводники фаз и экранирующих экранов, в зависимости от физических характеристик проводника.

22. Evaluating the safety condition of high voltage composite insulators using the online leakage current monitoring and diagnostic systems, a Romanian experience

(Онлайн-обнаружение искажений обмоток в силовых трансформаторах путем прямого измерения вибрации с использованием тонко-оптоволоконного датчика, румынский опыт)

C. MOLDOVEANU¹, I. HATEGAN², L. IACOBICI², V. BREZOIANU¹, A. VASILE¹, M. PLOPEANU¹, V. FLOREA¹, E. MUNTEANU², C. BACIU²

¹NOVA INDUSTRIAL SA, ²CNTEE TRANSELECTRICA SA

Romania

Изоляторы линий электропередачи подвергаются воздействию различных условий, таких как перенапряжения, коронные разряды, загрязнение окружающей среды, в различных климатических и географических условиях, а также загрязнений и влажности. Эти факторы приводят к электрическому разряда на поверхности диэлектриков, следовательно, увеличению тока утечки и в некоторых случаях повреждения композитных изоляторов.

Измерением поверхностных токов утечки можно определить производительность полимерных изоляторов во время работы.

В докладе описывается возможные причины возникновения токов утечки, он-лайн система мониторинга, которая связана с воздушными линиями электропередач и системы онлайн-мониторинга для определили фактических причины повторных повреждений полимерных изоляторов на 400 кВ от срока службы. А также описывается он-лайн система мониторинга в тестовом режиме, которая помогает определить реальные причины повторного повреждения 400 кВ полимерных изоляторов.

23. Monitoring system of transmission pylons' integrity (*Система контроля целостности опор*)

F. CAPECE, S. ATEK, L. LAMPANI, P. GAUDENZI

Smart Structures Solutions Italy

Предложенная идея - это службы мониторинга, работающие в постоянном состоянии и дистанционно, предоставляя постоянно обновляемую оценку структурного и механического состояния контролируемых инфраструктур. Служба основана на непрерывном мониторинге параметров чувствительных к повреждениям пилонов и постоянном предоставлении обновленной информации группам технического обслуживания. Эта услуга значительно улучшит текущую ситуацию; на самом деле такая возможность будет:

- включать методы On-Condition и Predictive Maintenance, представляющие возможность удержать затраты из-за процедур обслуживания;
- повысить безопасность и надежность сети электроснабжения;
- снизить риск отказа системы и, следовательно, экономический эффект, вызванный прерываниями обслуживания. Снижение риска отказа системы достигается за счет постоянного контроля состояния пилонов. Непрерывный мониторинг может поддерживать в определении и улучшении стратегий и процессов обслуживания, а также в улучшении процедур восстановления после возникновения повреждений. Служба может оперативно локализовать источник проблемы, помогая пользователю разработать более эффективный план восстановления. В случае повреждения / скольжения / аномалии, влияющих на целевые пилоны, предлагаемая служба может быстро предупредить пользователя о проблеме: своевременная диагностика повреждений жизненно важна для поддержки пользователя в предотвращении отказа от катастрофических структур

24. Big Data approach to monitoring of energy systems and partial discharge (PD)

detection (*Сбор большого количества данных для мониторинга энергетических систем и обнаружения частичного разряда (ЧР)*)

A. SINAI, B. BOETTCHER, M. MENGE, T. GRÄF, T. HUECKER

University of Applied Sciences - HTW Berlin, Germany

Активность частичного разряда (ЧР) является хорошим показателем целостности изоляционных материалов. ЧР излучают высокочастотные электрические сигналы в виде стохастических последовательностей импульсов и могут быть отличены от сигналов фонового шума с помощью распознавания образов и алгоритмов глубокого обучения. В этом докладе предлагается избыточная диагностическая система ЧР для высоковольтного оборудования. В этой системе используются 3 независимых метода изучения измеренных данных ЧР по известным типам дефектов. Предлагаемая система проверяется с помощью более 1300 измерений, включая шум и помехи. Система была изучена приблизительно 600 наборами данных и была протестирована с остальными данными. 82% записанных данных были четко распознаны с правильной первопричиной. 10,4% измерений были назначены как «нет решения» и 7,6% данных были неправильно классифицированы. Чтобы улучшить результаты, следует применять более точные подходы к данным. Обсуждается, как местоположение датчика, информация от соседних датчиков или подходы с несколькими датчиками могут улучшить качество мониторинга.

25. Prevent degradation of Insulation in Transformers & Enhance Asset Life.

(Предотвращение деградации изоляции в трансформаторах и увеличение срока службы)

RAJARAM SHINDE Cargill Inc. India

В настоящее время Трансформаторы / Подстанций является самой большой проблемой, особенно когда они расположены в густонаселенных районах. Из-за возникновения электрической неисправности, возникает пожар на трансформаторах с минеральным маслом. Минеральное масло, имеющее точку воспламенения менее 165 ° C, ускоряет воспламенение и опасно вблизи объекта с трансформатором. Деградация изоляции также увеличивает шансы на отказ и пожар. Для проектирования и разработки долговечных, пожарных, компактных и экологически чистых в электрических установках создали технологию, такую как трансформатор, заполненный природным сложным эфиром. Точка воспламенения является наиболее важным фактором при определении пожарной безопасности трансформатора. Согласно IEC 60076, часть 14, таблица C.2 и IEEE C57.100, диэлектрическая жидкость Natural Ester имеет термически превосходную над минеральным маслом, даже трансформатор, работающий при более высокой температуре, не ухудшает срок службы трансформатора. Согласно IEC 61039: 2008, FR3 классифицируется как жидкость класса K с наивысшей точкой воспламенения (360 ° C) среди всех жидкостей класса K.

В настоящем докладе автор предлагает к обсуждению и делится опытом работы на 20MVA, 33/11 KV, трансформаторе с жидкостным наполнением Natural Ester, установленном в Torrent Power India.

26. Diagnostic methods for detection of electrical equipment's faults, defects.

(Диагностические методы обнаружения дефектов электрооборудования)

A. YU. KHRENNIKOV, T.V. RYABIN, N.M. ALEKSANDROV

Scientific & Technical Center of Federal Grid Company of United Energy System, SPE "Dynamics", Russia

В докладе представлен опыт применения тестов LVI и SFRA для проверки состояния обмоток трансформатора, результатов инфракрасного управления (ИК-контроля) электрооборудования, проверок трансформаторов тока изоляции SF6 посредством тепловизионного контроля, измерения акустической активности частичных разрядов (ЧР) в изоляции трансформаторов, давления газа в корпусе, данных электрических испытаний, результатов анализа качества SF6 различными способами. ИК-контроль использовался для обнаружения перегрева контактов разъединителя, состояния вводов силовых трансформаторов, состояния выключателей, разрядников и ограничителей перенапряжений, трансформаторов связи, измерительных трансформаторов тока, измерительных трансформаторов напряжения и других. Метод LVI и измерения индуктивного реактивного сопротивления короткого замыкания чувствительны для обнаружения таких неисправностей, как радиальные, осевые деформации обмотки, скручивание низковольтной или регулируемой обмотки, потеря намотки и другие.

Инфракрасное управление было эффективным для обнаружения неисправностей, дефектов и слабых мест электрооборудования: перегрева контактов разъединителя, состояния вводов силовых трансформаторов, состояния выключателей, разрядников и ограничителей перенапряжений, трансформаторов связи, измерительных трансформаторов тока, измерительных трансформаторов напряжения, управления качества пайки соединительных головок обмоток статора турбогенератора. Низковольтные импульсные испытания - очень чувствительный и надежный метод детектирования деформаций обмоток трансформатора.

27. Effect of Oxygen on Cellulose Aging Marker Behavior in Oil-immersed Power

Transformers (*Влияние кислорода на поведение маркера старения целлюлозы в масляных силовых трансформаторах*)

F. KATO, R. KURIYAMA, M. MIASHITA, T. MINAGAWA, R. NISHIURA, H. ITO
Mitsubishi Electric Corporation Japan

В настоящей работе представлены влияния как на образование фурфурола, так и на ADP в силовых трансформаторах. Для моделирования трансформаторов с открытым доступом проводились испытания на нагрев в средах, где сухой воздух непрерывно наносился на поверхность изолирующего масла. Испытания на нагрев также проводились в азотных средах, имитирующих трансформаторы герметичного типа для использования в качестве эталона. В качестве изоляции использовались прессовый лист, крафт-бумага и термически модифицированная крафт-бумага, а также измерялись содержание ADP, фурфурола и метанола. Результаты этих испытаний на нагрев показали, что фурфурол применим в качестве маркера старения целлюлозы, несмотря на влияние кислорода как на образование фурфурола, так и для оценки состояния старения для трансформаторов с открытым доступом.

28. Investigation of Indicator Gas for Internal Fault on Ester Oil-immersed Transformer

(*Исследование индикаторного газа для внутренней неисправности трансформатора с масляным фильтром*)

R. KURIYAMA, F. KATO, M. MIYASHITA, T. MINAGAWA, R. NISHIURA, H. ITO
Mitsubishi Electric Corporation Japan

В настоящем докладе описываются поведения генерации газа, полученные путем испытания на нагрев синтетических и природного сложноэфирного масла, имитирующего перегрев трансформатора, содержащего сложный эфир. Оба эфирных масла непрерывно нагревают в течение 10 минут при температуре от 100 °C до 900 °C с шагом 100 °C. После испытаний на нагрев горючих газ, таких как водород, метан, этилен, ацетилен и этан наблюдалась корреляция между температурой нагрева и концентрацией в отношении разлагаемых газов.

29. Key aspects of insulating fluids - HV performance, ageing behavior & fault markers

(*Основные аспекты теплоизоляционных жидкостей - производительность высоковольтных устройств, поведение старения и маркеры неисправностей*)

C.P. WOLMARANS¹, B. PAHLAVANPOUR²
NYNAS AB SWEDEN¹, UK²

В этой статье в отношении изолирующей жидкости обсуждаются три ключевые области «характеристики»:

- Поведение под напряжением ВЧ - которое включает такие свойства, как диэлектрическая проницаемость, пробивное напряжение (как при равномерном, так и неравномерном поле, переменные и импульсные условия), частичный разряд (ЧР), поведение распространения стримеров, коэффициент рассеяния диэлектрика (DDF) и электростатический
- Поведение старения - которое включает в себя понимание как показателей, трендов, так и последствий (относится к изменению свойств) жидкости при термическом окислении и действии воды (гидролиз). В основном покрыты испытаниями на устойчивость к окислению (IEC 61125 и ASTM D2440).
- Поведение маркера ошибок, которое включает в себя создание основы для таких практик, как анализ растворенных газов (DGA) - как реагирует жидкость и изменяется на «ненормальные» условия в трансформаторах и того, как эти изменения могут использоваться в качестве индикаторов.

30. Design and Maintenance Protection and Automation Systems in Romanian Power Grid (Системы защиты и автоматизации проектирования и обслуживания на румынской энергосистеме)

G. MORARU

SMART Romania

В докладе представлены некоторые вопросы, касающиеся проектирования и поддержания обновления защиты и управления в румынской энергосистеме. Примерное исследование используется для замены для системы защиты и управления на подстанции 400/220 кВ, а также на необходимые тесты, которые необходимо выполнить.

31.Substation automation system data base (База данных системы автоматизации подстанций)

A. ROMANESCU1, S. GHEORGHE2, C.P. LIŞMAN3, V. ZAHARESCU4, S. KOVÁCS5, L.N. IACOBICI6, M. MARCOLT7

1Expert, 2,7Engineer, 3Manager, 4Director Sibiu Branch, 5Engineer Sibiu Branch, 6Director Timișoara Branch

1,2,3Technical & Grid Development Division

4,5,6,7Romanian Power Grid TRANSELECTRICA

Основная цель этой статьи - представить базу данных автоматизации подстанций для повседневной деятельности, где специализированные пользователи могут получать очень быструю жизненно важную информацию, такую как: техническое руководство, данные настроек ретрансляции, дизайн, установка, отчет об обслуживании. Созданная база данных является собственной платформой, предназначенной для подстанции, доступ к которой возможен только в CNTEE TRANSELECTRICA SA. Представленные заявки были реализованы с минимальным бюджетом и имеют следующие преимущества: - он был полностью выполнен:

- не требует дополнительных лицензионных расходов;
- используются ресурсы, широко распространенные и с открытым исходным кодом;
- приложение переносится на основные операционные системы (Windows, Linux и т. д.).

Самая большая цель приложения была достигнута благодаря тому, что ей удалось организовать все документы подстанции в очень дружелюбном интерфейсе, легко получить доступ, сократить время и бумажные депозиты и все это оптимизировать график работы для сотрудников.

32.DirectionaI comparison zero sequence overcurrent protection scheme (Схема максимальной токовой защиты нулевой последовательности направленного сравнения)

I.C. CONSTANTIN, I.M. IONESCU

CNTEE Transelectrica S.A. Romania

В этой статье представлена схема защиты направленного сравнения для линий передачи. Схема защиты имеет некоторые преимущества перед обычной схемой защиты линии, обычно используемой для защиты линий передачи, определения более быстрого обнаружения ошибок и мгновенного покрытия почти 100% в ситуации с высоким сопротивлением. Неисправность определяется защитой системы и связи между локальными и удаленными терминалами защиты.

33. Communications schemes used for transmission power lines (*Коммуникационные схемы, используемые для линий электропередач*)

A. IAMANDI, I.C. CONSTANTIN

CNTEE Transelectrica SA

Romania

Цель статьи - описать традиционные схемы телезащиты, которые были разработаны для использования с оборудованием линейной несущей (PLC) и современными телекоммуникационными технологиями, которые использовать оптическое волокно или микроволновую среду. Также предлагается гибридная схема телезащиты для улучшения функциональности трех концов линии передачи.

34. Connection solutions for RES in the Romanian power system - protection systems point of view (*Соединительные решения для RES в румынской энергосистеме - точка зрения систем защиты*)

A.G. IANȚOC, V. CONSTANTINESCU

CNTEE Transelectrica SA Romania

Чтобы разработать устойчивую и безопасную сеть передачи в соответствии с правилами окружающей среды, необходимо учитывать атрибуты энергосистемы: доступные первичные ресурсы, расстояние между спросом и источником, гибкость генерирующих мощностей и т. д. Поскольку потенциал возобновляемых ресурсов зависит от условий доступных источников, сеть должна быть расширена для подключения новых электростанций и для эвакуации производимой мощности. Наиболее частым подключением к энергосистеме 110 кВ возобновляемых источников энергии (RES) в румынской электроэнергетической системе (EPS) является новая подсистема ввода-вывода в существующей линии и соединение линии связи. Для безопасной работы каждой из этих возможностей подключения определена определенная схема защиты. Характеристики генерации возобновляемой энергии влияют на мощность короткого замыкания и уровень тока неисправности. В обеих технологиях сети схема защиты сконструирована таким образом, чтобы обеспечить выполнение максимальных критериев избирательности и чувствительности. Решение защиты для каждой схемы подключения должно быть в состоянии устранить неисправности в течение максимального времени, чтобы поддерживать непрерывность в системе с питанием, чтобы предотвратить потерю стабильности системы, чтобы обеспечить нормальные рабочие условия после устранения неисправности, для предотвращения перенапряжений, для минимизации поврежденного участка и для поддержания параметров качества энергии, поставляемой потребителям. В тематическом исследовании подразумевается точка системы защиты для интеграции нового RES в существующую сетку с учетом двух возможностей: подсистемы ввода-вывода и соединения линии связи. Цель данной статьи - представить схемы защиты, используемые для каждого из этих двух типов соединений с системой 110 кВ EPS.

35. Operating and Maintenance Evolution (*Эволюция работы и обслуживания*)

I. RODEAN, D. MORAR CNTEE "TRANSELECTRICA"-SA

В докладе представлена эволюция последних лет эксплуатации и технического обслуживания в национальной энергосистеме. Знание решений основывается на опыте эксплуатации и техобслуживания оборудования (вся база данных прошлых технических анализов) помогает найти наиболее эффективные способы разработки высоковольтной сети. Доклад включает в себя акции незначительного обслуживания, надзора и эксплуатации, осуществляемые н компанией для управления установками. В докладе представлен краткий обзор исторических событий в энергетической области. Все это привело к нынешней организации системы рыночной энергетики. Также будут представлены аспекты технологической эволюции, связанные с системой передачи

энергии: эксплуатация и обслуживание основного оборудования, связанного с сетевыми узлами, стороны сети - преобразование параметров, эксплуатация и обслуживание вторичного оборудования, связанное с защитой и автоматизацией и дистанционным управлением - телеметрия, эксплуатация и техническое обслуживание вспомогательного оборудования, эксплуатация оборудования для сетевого режима. В докладе кратко описываются результаты применения новых технологий и проведенного технического анализа.

36. Application of data visualization tool to assist the management of power equipment

(Применение инструмента визуализации данных для содействия управлению энергетическим оборудованием)

Y. YAO¹, L. ZHANYING², W. SONG¹, L. RUIHAI¹

¹Electric Power Research Institute of CSG, ²China Southern Grid

^{1,2}Guangzhou 510080, China

Отдел управления активами China Southern Grid провел анализ результатов визуализации данных с 2015 года. Внедрено программное обеспечение для визуализации данных, с помощью которого проведен многомерный анализ данных и эффективность и использование анализа данных значительно улучшились. Работа по визуализации может служить ориентиром для рабочих и менеджеров, чтобы изменить режим управления с «зависимости опыта» до «данных, управляемых», и привести к принятию решений по управлению активами более научными, своевременными и полезными. В настоящее время отдел управления активами China Southern Grid проводит большую работу с этим инструментом визуализации данных, включая ежедневную статистику отчетов, сводку годовой эксплуатации оборудования, анализ дефектов оборудования и оценку качества работы производителей. В докладе анализируется дефект автоматического выключателя и оценка качества работы производителей как два случая с использованием и опытом инструмента визуализации данных.

37. Risk Factors and Prevention in Live Line Maintenance *(Факторы риска и профилактика при обслуживании в режиме реального времени)*

M.N. OLTEAN, T. FAGARASAN, G. COTRIGASAN

Smart Bucharest, Romania

Обслуживание в режиме реального времени - это всемирно используемая технология на всех уровнях напряжения (низкое, среднее и высокое напряжение) и во всех типах сетей. Основной объем такого рода работ заключается в обеспечении высокой степени безопасности с использованием эффективного управления, специального оборудования, методов и процедур в соответствии с требованиями безопасности. За 38 лет Live Work в высоковольтной национальной электрической сети в Румынии не происходит несчастного случая, поэтому можно поставить Live Work на ярлык «работать в полной безопасности». С другой стороны, отмечено, что Live Work - это не рискованная деятельность. Риски должны были быть идентифицированы и проанализированы, и известно, что такие работы иногда выполняются с использованием уникальных технологий. Определение и предотвращение рисков является обязательным.

38. Using RFI survey methods to detect faulty high voltage equipment *(Использование методов исследования RFI для обнаружения неисправного высоковольтного оборудования)*

A. WILSON¹, M. HUGHES-NARBOROUGH¹, S. KRAKENES²

^{1,2}Doble Engineering Co1 UK, ²Norway

В технической брошюре CIGRE TB 660 был определен ряд диагностических методов, которые будут использоваться как часть обследования оборудования HV на подстанции. Их ценность проистекает из возможности сократить расходы на техническое обслуживание

и избежать сбоев за счет обнаружения неисправного оборудования в рамках обычного обследования или осмотра. В докладе описывается разработка и применение одного из тех методов, которые используются в этом контексте. Начало частичного разряда (ЧР) является одной общей проблемой, ведущей к ранним отказам высоковольтного оборудования. Метод МЭК 60270 используется как часть заводских приемочных испытаний для выявления недостатков, вызывающих ЧР при проектировании или производстве. Однако, как только оборудование находится на подстанции, трудно повторить этот тест, и неизменно успех ограничен высокими уровнями электрических помех. Это привело к разработке целого ряда «нетрадиционных» электрических методов обнаружения. Один из методов для оборудования без обслуживания, который использовался в Великобритании в течение 30 лет, применяет традиционную методику RFI с антенной для штыря и сканером, работающим в диапазонах УВЧ. Это обнаруживает излучаемые сигналы от участка частичного разряда по его частоте и импульсно-фазовому отклику. Второй этап - исследование и локализация с использованием направленной антенны, HFCT или UHF-зондов. Объединение простых методов диагностики - экономически эффективный способ определения использования ресурсов обслуживания на основе состояния основного оборудования, а не проведения ремонтных работ, поскольку они являются рутинными.

39. Online Cable Insulation Testing using Partial Discharge Measurement under High Noise Environment

(Онлайн-тестирование изоляции кабелей с использованием измерения частичного разряда в среде с высоким уровнем шума)

A.A. KHAN, E. MORALES CRUZ

Qualitrol LLC USA

В докладе представлена методика выполнения онлайн-измерений ЧР. Представлены различные тематические исследования для определения уровня шума и помех, которые можно ожидать в лаборатории по сравнению с измерениями в эксплуатации. Шум в эксплуатации можно ожидать в 100 раз больше, чем в защищенной лаборатории HV. С применением импульсных характеристик и сложных инструментов можно выделить из пульса ЧР шум и классифицировать его.

40. Demonstration of an Online Continuous Monitoring System for Partial Discharge on Critical HV Cables

(Демонстрация онлайн-системы непрерывного мониторинга для частичного разряда на критических кабелях высокого напряжения)

G.K. EARP₁, S. BAIRD₂

1EA Technology Ltd., 2INEOS O&P Ltd., United Kingdom

В докладе описывается совместное экспериментальное исследование между двумя компаниями для установки онлайн-кабеля ЧР на 18 критических кабелях XLPE емкостью 33 кВ, которые связывают принадлежащую INEOS комбинированную теплоту и мощности (ТЭЦ) на главную распределительную подстанцию на производственной площадке INEOS 'O & P UK по адресу: Гранджемут. Система начала функционировать в Октябре 2016 года и с тех пор обнаружила и зарегистрировала активность ЧР на трех из 18 кабелей. В докладе объясняется, как уровни ЧР (которые меняются со временем) контролируются с помощью трендовых и пороговых аварийных сигналов для управления кабелями, пока они остаются в работе. Таким образом, этот мониторинг позволяет заменять части при следующем плановом отключении технического обслуживания вместо того, чтобы предпринимать более раннее вмешательство, избегая ненужного простоя ТЭЦ. Кроме того, были созданы ресурсы и меры личной безопасности для управления отключением если это произойдет в то же время.

41. Bridging the gap between analog, smart grid and digital substation (*Преодоление разрыва между аналоговой, интеллектуальной сетью и цифровой подстанцией*)

L.N. IACOBICI¹, A. ROMANESCU², V. ZAHARESCU³, S. GHEORGHE⁴, M. MARCOLȚ⁴

**¹Director Timisoara Branch , ²Director Sibiu Branch, ³Expert, ⁴Engineer
Technical & Grid Development Division
Romanian Power Grid TRANSELECTRICA**

Цифровые подстанции позволяют повысить производительность, уменьшить площадь, повысить функциональность, повысить надежность активов и, что особенно важно, повысить безопасность обслуживающего персонала. Также используются преимущества цифровой защиты, управления и коммуникационных технологий, отражая тенденцию к цифровизации. В настоящей работе представлено тематическое исследование, в котором подстанция Darste 400/110 кВ может развиваться из аналоговой подстанции в интеллектуальную сеть и, наконец, достигать цифровой подстанции.

42. Using Drones, a new challenge in Live Line Maintenance (*Использование беспилотных летательных аппаратов - новая задача в обслуживании*)

T. FĂGĂRĂȘAN, M.N. OLTEAN
Smart SA Bucharest, Romania

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) теперь является обычным местом в повседневной деятельности. Обследование на воздушных линиях электропередачи уже сделано во многих странах, используя беспилотные летательные аппараты. Как и в каждой новой технологии, возможности большие, а некоторые из них еще не доказаны. Основная задача - проверка в реальном времени с помощью беспилотных летательных аппаратов. Такой осмотр имеет преимущества и недостатки по сравнению с проверкой вертолета.

Интегрируя Drone с системой камер, возможно производить проверки энергетических сетей с предпосылкой предоставления качественного сервиса. Эта система позволяет идентифицировать различные типы неисправностей или неизбежные сбои, а также функциональность выполнения планового технического обслуживания с отличной точностью. С другой стороны, возможно сократить время проверки и снизить денежные затраты. Это решение по проверке позволило сократить время визуальной проверки до 10%, с преимуществами, требующими меньше технических специалистов и устранения рисков, связанных с инспекторами.

43. Electric Energy Storage Systems from theory to applied projects (*Системы хранения электрической энергии от теории к прикладным проектам*)

M. MARCOLȚ, L.N. IACOBICI, I.D. HAȚEGAN
CNTEE Transelectrica SA , Romania

В докладе представлены общие сведения о системах хранения электрической энергии, которые могут использоваться в электрической сети, и о преимуществах внедрения этой технологии. Другим полезным аспектом является интеграция хранилища в рамках концепции Smart Grid, разработанной в национальной энергетической сетке. Накопление электрической энергии тесно связано с возобновляемыми источниками энергии и ростом производства, которое оценивается в разных планах и стратегиях на следующие десятилетия.

44. Developing a power generation and storage system based on Smart Grids (Micro-Grid) solutions and technologies. Case study: Supply of internal services from

Brazi Vest 400/220/110 kV substation from renewable energy (*Разработка системы генерации и хранения энергии на основе решений и технологий Smart Grids (Micro-Grid).*)

Тематическое исследование: Поставка внутренних услуг от подстанции Brazi Vest 400/220/110 кВ от возобновляемых источников энергии)

D. BALACI, I. PĂVĂLOAIA, C. BOGUȘ

CNTEE Transelectrica SA, Romania

Национальная электросетевая компания Transelectrica SA, в качестве оператора передачи и системного оператора (TSO), получила миссию по поддержанию безопасной эксплуатации Национальной энергосистемы при соблюдении стандартов качества в Техническом кодексе RET. В целях обеспечения работы SEN в условиях максимальной безопасности и стабильности в соответствии со стандартами качества, указанными в лицензии на передачу, Компания нуждается в поддержке для внедрения новых технологий. Использование инновационных технологий будет играть ключевую роль в создании более эффективной системы электроснабжения. В докладе основное внимание уделяется роли, которую может играть накопление энергии в этой связи, и о ключевых проблемах, которые необходимо решить. Смарт-сетка решает некоторые проблемы, с которыми сталкиваются существующие энергосистемы. Есть еще много проблем, которые необходимо преодолеть в погоне за умной сетью. Хранение энергии - один из самых больших препятствий, с которыми сталкиваются сегодня инженеры. Это решение для интеллектуальных сетей предназначено для обеспечения резервного энергоснабжения для подстанции 400/220 кВ / 110 кВ на базе Brazi West, а также для удовлетворения национальных и международных требований к энергоэффективности (рекомендации, директивы, решения, правила, коды и дорожные карты). Общая цель заключается в управлении потреблением электроэнергии для внутренних потребителей подстанции путем повышения эффективности затрат на энергию и сокращения потребления. Проект намерен преследовать следующие конкретные цели:

- внедрение решений, направленных на повышение безопасности в области электроснабжения этих внутренних потребителей;
- использование современного оборудования и технологий с низким уровнем воздействия на выбросы CO₂;
- использование концепции интеллектуальной сети для управления доступными источниками, включая возобновляемые;
- увеличение доли возобновляемых источников энергии, используемых в общем потреблении энергии.

45. Unbundled Smart Meter as a tool for empowering the end customer *(Разделенный Smart Meter как инструмент для расширения возможностей конечного пользователя)*

M. SÂNDULEAC¹, M. ALBU¹, D. STĂNESCU², C. DIACONU³, C. STĂNESCU³

¹University “Politechnica” of Bucharest, ²South Transilvania Electrica, ³Transelectrica

В первой части доклада дается краткое описание новых требований к интеллектуальному счетчику и корреляция с концепцией «Unbundled Smart Meter» в соответствии с новой редакцией Кодекса измерения электричества 2015 года. Он рассматривает измерители энергии как основные элементы в структуре Smart Grid и включает требования к интеллектуальным измерительным системам. Этот пересмотр обеспечивает технические условия для функционирования энергетического рынка и развития энергетических услуг и будущих динамичных энергетических рынков. Вторая часть статьи подчеркивает очень важную тему в разработке Smart Grid - осведомленность конечного потребителя. В третьей и четвертой части статьи представлены некоторые результаты использования решения Unbundled Smart Meter, которое уже развернуто в реальных средах пилотов распределительной электросети, таких как промышленный или общественный заказчик. В статье представлены аспекты осведомленности о производстве энергии и потреблении. В заключительной части содержатся выводы, рекомендации и следующие шаги по поддержке и совершенствованию автоматизированного учета, мониторинга и обслуживания сети.

46. Research on the classification of defect data of power equipment by using Naive-Bayes method (*Исследование классификации дефектных данных энергетического оборудования с использованием метода Наиви-Байеса*)

Y. YAO¹, L. ZHANYING², W. SONG¹, L. RUIHAI¹

¹Electric Power Research Institute of CSG, ²China Southern Grid

^{1,2}Guangzhou 510080, China

Качество данных является основой для проведения в режиме реального времени анализа рабочих данных о мощности оборудования. Из-за низкого качества данных дефектов и низкой эффективности очистки данных мощности оборудования, автоматической классификационной модели для дефектных данных трансформаторов, ГИС и выключателей предложенный в этой статье на основе принципа Наиви-Байеса путем создания функциональной лексики данных о дефектах. Эта модель состоит из 5 этапов: создание обучающих наборов, лексикона функциональных возможностей здания, кодирование текстовой классификации и функциональных слов, модель обучения и модель тестирования. Основываясь на этой модели, количество данных о дефектах энергетического оборудования в 23 000 единиц с 2012-2016 годов собрано в качестве учебных комплектов для обучения модели, и установлено, что точность этой модели достигает 80%, а точность у трансформаторов может быть выше 90%.

Этот метод может не только идентифицировать дефектный компонент, но также иметь возможность классифицировать данные о типе дефекта и причины дефекта. Кроме того, он может применяться в области очистки текстовых данных.

47. Planning of voltage regulation in the Romanian transmission system taking into account power electronics based technologies (*Планирование регулирования напряжения в румынской системе передачи с учетом технологий силовой электроники*)

D. BOLBORICI, A. CONSTANTIN, A. TALPOȘ

CNTEE Transelectrica SA , Romania

В докладе представлены системные анализы, необходимые для выявления необходимости внедрения новых устройств регулирования напряжения в румынской энергосистеме, преимуществ технологий на основе силовой электроники и возможности иметь централизованную систему регулирования напряжения. Контрольные узлы и регулируемые области были выбраны с учетом влияния напряжения в определенных узлах по значениям в других узлах. Учитывая 5-10-летний прогноз румынской энергосистемы, была обнаружена необходимость установки устройств компенсации реактивной мощности.

48. An IoT Based Approach for Grid Assets Analysis (*Подход, основанный на IoT сетевых активов для анализа*)

A. DUMITROF, A. NEAGU, C. ROTĂRESCU

GE Grid Solutions Romania

Сбор и анализ операционных и исторических данных для разработки более совершенных моделей, улучшения прогнозов и капиталовложений, способствующих прогностическому обслуживанию на подстанциях и линиях электропередачи.

Было разработано приложение для получения волновых записей с компьютера на подстанции, где данные сохраняются автоматически. Приложение может работать с любыми типами записей не только от реле защиты или СВУ, но также от газоанализаторов, устройств контроля состояния в режиме реального времени, интеллектуальных автоматических выключателей, мониторов SF6 и т. д. Данные поступают либо в приложение, установленное на ПК в любой точке внутренней сети Utility или на платформе на базе Cloud. Он генерирует уведомления о серьезных недостатках или критическом статусе для квалифицированного персонала, а в будущем он будет интегрирован в платформу ERP компании. Уведомления по электронной почте или SMS - это самый

простой способ для инженеров получить сообщение об ошибке. Когда приложение работает на платформе Cloud, оно извлекает выгоду из существующей аналитики и от простого подхода к созданию персональных моделей, графики или таблиц. IoT будет генерировать значительно более быстрое время при анализе производительности сети, тем самым делая ее «более умной». IoT улучшит использование огромных данных, доступных в настоящее время на подстанциях, и предлагает удобный доступ к Utilities, особенно на мобильных устройствах.

49. Under-Frequency Load Shedding - new approaches in the Romanian Electric Power System *(Недостаточная нагрузка на нагрузки - новые подходы в румынской электроэнергетической системе)*

I.M. IONESCU, C. CONSTANTIN

CNTEE Transelectrica S.A. Romania

Взаимосвязанная электроэнергетическая система должна балансировать нагрузку, включая международные балансы мощности и генерацию, чтобы поддерживать частоту в надежном диапазоне. Значительные дисбалансы между генерируемой активной энергией и потребляемой активной мощностью, которые превышают возможности автоматизированных систем управления - резервы сохранения частоты (FCR), резервы восстановления частоты (FRR), резервы замены (RR) - могут привести к важным и быстрым изменениям частоты, существенные изменения потока активной и реактивной мощности на элементах или конкретных участках сети передачи, ухудшение условий эксплуатации генерирующих агрегатов, а также нарушения для некоторых чувствительных потребителей. В некоторых случаях, в результате определенных цепочечных событий, таких как каскадное отключение линий электропередачи, срабатывание отключающих устройств, большие участки электроэнергетической системы могут испытывать частичный или даже полный затухание. Во избежание таких сценариев, в зависимости от уровня частоты, используются автоматические, а иногда и ручные меры. Одной из наиболее важных мер, когда имеем дело с режимом пониженной частоты, является Under-Frequency Load Shedding (UFLS) или, в соответствии с ENTSO-E «Сетевой код при экстренной помощи и восстановлении» - версия 2014, Low Frequency Demand Disconnection (LFDD) , Основная цель статьи - представить новый подход к автоматизации по снижению нагрузки в румынской электроэнергетической системе (EPS), созданный в соответствии с требованиями, изложенными в документе ENTSO-E «Оперативное руководство - Политика 5: Аварийные операции ».

В докладе иллюстрируется важность автоматизации UFLS и того, как структура генерации электрической энергии влияет на отклик EPS на снижение частоты. Отбрасывание низкой частоты единогласно принимается как необходимость и выполняется (в более или менее сложной формуле) в большинстве EPS.

50. Wireless Devices for Electrical Equipment's Thermal Stress Monitoring *(Беспроводные устройства для контроля теплового напряжения электрооборудования)*

M. DRAGOMIR¹, A. DRAGOMIR², A. MIRON³

¹CNTEE Transelectrica SA, ²Technical University "Gh. Asachi" of Iasi,

³Technical University "Stefan cel Mare" of Suceava

Romania

В статье представлены несколько методов контроля теплового напряжения, которые применяются к мониторингу электрооборудования. Также представлено влияние ветра на устройства беспроводного мониторинга и то, как оно может повлиять на размещение тяжелой категории неисправного оборудования. Данные исследования были получены от реального оборудования, работающего на наружной высоковольтной подстанции. Полученные результаты показывают, что если ветер не учитывается при проведении

беспроводного мониторинга электрооборудования, классификация в категории тяжести может быть неправильной.

51. Electric field modelling of high voltage composite insulators with the purpose of identifying fault causes (*Электрическое поле моделирование высоковольтных композитных изоляторов с целью выявления причин сбоя*)

A. TALPOȘ, A. CONSTANTIN, L.N. IACOBICI

CNTEE Transelectrica SA Romania

Изоляторы являются одним из наиболее важных строительных блоков электрической сети, и среди них композитные изоляторы могут представлять собой идеальные: легкие, почти безопасные от загрязнения, влажности и вандализма. Однако их нерегулярное поведение в электрических полях требует более глубокого изучения этого вопроса. Таким образом, в докладе основное внимание уделяется как причинам отказа для композитных изоляторов, так и методам расчета электрического поля. Причины сбоя композитного изолятора довольно хорошо известны: неправильное обращение, вандализм, дефекты производства, переполнение и деградация короны. Более важные из этих причин, деградация короны и перегорание имеют общие электрические поля высокой интенсивности. Поэтому возникает необходимость в вычислении электрического поля. Методы расчета электрического поля могут быть экспериментальными, аналитическими или численными. Проект будет завершен с использованием всеобъемлющей базы данных композитных изоляторов, найденной в румынской сетке передачи, которая включает результаты упомянутого выше анализа.

52. Optimal electrical vehicle charging strategy for operating conditions improvement in distribution electrical grid (*Оптимальная стратегия зарядки электрических транспортных средств для улучшения рабочих условий в распределительной электрической сети*)

A.T. RADU, M. EREMIA, L. TOMA

University "Politehnica" of Bucharest

Romania

В статье предлагается оптимизированная стратегия зарядки электрических транспортных средств для улучшения работы электрической сети в качестве стратегии управления энергией для поддержки основной интеграции EV и возобновляемых источников энергии (RES). Моделирование выполняется в тестовой сети, а математическая модель реализована в инструменте Microsoft CPLEX. Результаты показали, что для того, чтобы справиться с проблемами, вызванными большим количеством EV, координация зарядки EV не только уменьшает разницу между пиком и долей спроса на нагрузку, но также создает ряд благоприятных факторов, таких как как снижение потерь мощности и улучшение работы сети. В докладе предлагается математическая проблема, основанная на линейном программировании, используемая для оптимизации зарядки EV, при рассмотрении главным образом цены на электроэнергию, технических и эксплуатационных характеристик транспортных средств и интеграции возобновляемых источников энергии.

3. Техническая выставка

В период с 25 по 27 сентября 2017 года проходила техническая выставка.

Основной целью выставки является ознакомление профессионального сообщества инженеров, специалистов, ученых, экспертов, менеджеров и инвесторов, а также делегатов конференции с передовыми достижениями мировой науки и техники в электроэнергетике. Это площадка для демонстрации новейших технологий, оборудования, продуктов и решений в области электрических систем высокого напряжения и обмена научно-технической информацией.

На выставке свои стенды представили широко известные компании современного электротехнического высоковольтного оборудования такие как SIEMENS; TEMA ENERGY; CNTEE Transelectrica; DE ANGELI PRODOTTI; CTC GLOBAL; DYNAMIC RATINGS INC; ENERGOTECH; EXIMPROD; NOVA INDUSTRIAL SA; SMART SA.

Заключение

По итогам конференции можно отметить следующие ключевые вопросы:

- диагностика выключателей без отключения на основе переходной электромагнитной эмиссии;
- оценка электрической деградации в высоковольтных автоматических выключателях посредством анализа с использованием технологии Internet of Things (IoT) и протоколов, которые разрабатываются для технологии IoT, (преимущества и недостатки ее внедрения в Smart Grids);
- разработка системы генерации и хранения энергии на основе решений и технологий Smart Grids (Micro-Grid);
- структура для сбора информации для ранжирования угроз с акцентом на анализе и сравнении различных решений для цифровой подстанции;
- идея для защиты от резервного копирования с использованием блоков измерения Phasor (PMU) в широкополосной системе;
- долгосрочные исследования в области разработки, внедрения и применения приборов для непрерывного мониторинга высоковольтных вводов с использованием метода для непосредственного измерения емкости вводов и тангенса δ ;
- основные проблемы мониторинга состояния высоковольтных вводов;
- диагностические методы обнаружения дефектов электрооборудования;
- дорожная карта непрерывной системы оценки OLCM;
- стратегии повышения механической безопасности румынской сети воздушных линий;
- улучшение зонирования территории в отношении метеорологических факторов, используемых для проектирования воздушных линий на основе исследований, проведенных румынским Национальное агентство по метеорологии;
- подготовка и продвижение новых законодательных положений для проектирования ОНЛ на основе как европейского регулирования, так и национальные аспекты;
- Онлайн-обнаружение искажений обмоток в силовых трансформаторах путем прямого измерения вибрации с использованием тонкого оптоволоконного датчика;
- поведения генерации газа, полученные путем испытания на нагрев синтетических и природного сложноэфирного масла, имитирующего перегрев трансформатора, содержащего сложный эфир.
- Онлайн-тестирование изоляции кабелей с использованием измерения частичного разряда в среде с высоким уровнем шума.
- использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) - новая задача в обслуживании воздушных линий электропередач;
- факторы риска и профилактика при обслуживании в режиме реального времени;
- разработка интернет-программ мониторинга трансформаторов.

Общим итогом работы конференции и всех состоявшихся встреч стали расширение международных связей по научно-техническому обмену, результативный диалог по актуальным вопросам развития мировой электроэнергетики, формирование договоренностей и планов дальнейшего сотрудничества.