



ХРОНИКА

Энергосбережение и повышение энергоэффективности в тематике докладов предстоящей сессии СИГРЭ 2014 г.

Жуков В. В., доктор техн. наук, Минеин В. Ф., канд. техн. наук
НИУ МЭИ, Москва

Рассмотрены особенности основных технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности энергетики, характерные для Российской Федерации. Приведена предпочтительная тематика докладов сессии СИГРЭ 2014 г.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, вращающиеся электрические машины, трансформаторы, высоковольтное оборудование, линии электропередачи, подстанции, защита и автоматика, управление и эксплуатация, рынок электроэнергетики, возобновляемые источники энергии.

24 – 30 августа 2014 г. в Париже состоится 45-я сессия СИГРЭ, на которой будут обсуждаться актуальные вопросы современной электроэнергетики. В приведенной ниже тематике докладов [1] значительное внимание уделяется таким направлениям, как энергосбережение и повышение энергоэффективности. Основные предпосылки (правовые, экономические и организационные) для их реализации в РФ были разработаны и представлены в соответствующих отечественных нормативных документах [2, 3]. Анализ подходов к энергосбережению и энергоэффективности в технической политике России дает возможность оценить, насколько она соответствует передовым технологиям мирового уровня.

Осуществление структурных преобразований в экономике РФ позволит снизить энергоемкость внутреннего валового продукта (ВВП) к 2020 г. на 26,5 %, а проведение организационно-технических мероприятий должно уменьшить ее на 13,5 %. Таким образом, суммарное прогнозируемое значение энергоемкости ВВП сократится на 40 % [4].

Энергоэффективность и энергосбережение в электроэнергетике определяются прежде всего надежностью работы всего оборудования электрических станций, линий электропередачи, подстанций, систем управления, релейной защиты и противоаварийной автоматики, а также экономичным функционированием с высокими технико-экономическими показателями, которые в конечном итоге обуславливают снижение цены на электроэнергию для потребителя.

В сфере генерации повышение энергосбережения и энергоэффективности направлено на снижение себестоимости производимой электроэнергии в результате проведения следующих основных мероприятий: замещения устаревшего оборудования новым, использующим газотурбинные и парогазовые технологии; технического перевооружения и реконструкции угольных ТЭС; строительства угольных энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара, что повышает их КПД до 45 – 46 %; совершенствования и внедрения новых технологий сжигания твердого топлива; замены котельных на ГТУ – ТЭЦ; внедрения асинхронизированных турбогенераторов.

При передаче электроэнергии повышению энергосбережения и энергоэффективности будет способствовать применение усовершенствованного оборудования: гибких управляемых линий электропередачи переменного и постоянного тока, включающих управляемые шунтирующие реакторы; управляемых статических компенсаторов реактивной мощности; фазоповоротных трансформаторов; управляемых устройств продольной компенсации.

Самым значительным резервом экономии электроэнергии следует считать доведение баланса реактивной и активной мощности до значения 0,5 – 0,6 квар/кВт, экономически обоснованного для отечественной энергетики.

Реализация перечисленных мероприятий должна обеспечить к 2020 г. снижение потерь в электрических сетях на 8 – 9 % [5].

Определяющим показателем эффективности работы энергетических компаний —

субъектов ЕЭС России на рынке электроэнергии (мощности) — должно быть снижение цен на электроэнергию и теплоту. Продолжающийся рост тарифов уменьшает общую экономическую активность в стране, создает проблемы для крупной промышленности, малого и среднего бизнеса.

Данные исследований, проведенных комитетом МИРЭС, позволили установить, что рынок электроэнергии может эффективно функционировать только при наличии в энергосистеме резервов по генерации (40 %) и по пропускной способности ЛЭП (30 %). К сожалению, таких резервов в России сейчас нет.

Важной проблемой в электроэнергетике является техническое состояние оборудования. Срок его службы можно продлевать в условиях, когда оно своевременно и качественно проходит техническое диагностирование, а элементы, исчерпавшие физический (предельный) ресурс, своевременно ремонтируются или заменяются. В настоящее время не существует отраслевых критериев оценки степени износа и технического состояния энергетического оборудования, отсутствуют меры по выводу его из эксплуатации, продлению ресурса или срока службы.

Немаловажный резерв сбережения органического топлива, сжигаемого на тепловых электростанциях, — внедрение нетрадиционных и возобновляемых видов энергии. Но для того, чтобы нетрадиционная энергетика составила в энергобалансе электроэнергетики значительную долю, нужна поддержка государства как на стадии разработки необходимого для этого оборудования, так и в процессе его эксплуатации.

По содержанию решаемых проблем повышения энергосбережения и энергоэффективности на период до 2030 г. энергетическая стратегия России отвечает современным техническим требованиям, но по многим позициям тематики докладов СИГРЭ российская наука серьезно отстает.

Ниже представлена предпочтительная наиболее актуальная для современного развития электроэнергетики тематика докладов для предстоящей 45-й сессии СИГРЭ.

Группа SC A1.

Вращающиеся электрические машины

1. *Новые разработки электрических машин:* усовершенствование конструкций, производства, управления и обслуживания, повышение эффективности. Разработка современ-

ных изоляции, подшипников и материалов, повышение энергоемкости машин и надежности их охлаждения;

запросы клиентов и требования системы* на эксплуатацию, конструкцию и стоимость машин;

новые разработки сверхмощных генераторов.

2. *Управление сроком службы генераторов:*

капитальный ремонт и замена, повышение номинальной мощности и КПД, экономические аспекты и влияние правил системы на проведение капитального ремонта;

влияние торсионных колебаний на износ вала генератора;

анализ аварий — определение основных причин и их предотвращение, включая автоматический контроль.

3. *Электрические машины для распределенной генерации:*

конструкции, производство, новые разработки, характеристики, стоимость генерации и проблемы управления, эффективность, мониторинг и диагностика;

влияние аварий и системных возмущений на конструкцию и управление машинами;

новые направления создания машин для распределенной генерации.

Группа SC A2. Трансформаторы

1. *Примеры успешного управления активами:* индекс готовности как средство оценки состояния и классификации парка трансформаторов по состоянию;

примеры успешной стратегии эксплуатации, маркеры старения твердой изоляции, мониторинг и диагностика на работающем оборудовании, роль обследований отработавших трансформаторов;

методы и практика ослабления неблагоприятных событий, необходимость в резервных трансформаторах.

2. *Трансформаторы для специального применения:*

фазоповоротные, преобразовательные, индустриальные и морские, подводного базирования, шунтирующие реакторы и другие специальные разработки;

спецификации, конструкции, производство и испытания;

характеристики, надежность, режимы работы, обслуживание.

* Здесь и далее: электроэнергетическая система.

3. *Практический опыт использования нетрадиционных материалов и технологий:*

применение альтернативных изолирующих жидкостей, газов и твердой изоляции, усовершенствованных обмоток, магнитных материалов и технологий;

опыт использования новых технологий для компонент-вводов, РПН и других комплектующих;

высокотемпературная сверхпроводимость в трансформаторах — практическое применение.

Группа SC A3.

Оборудование высокого напряжения

1. *Оборудование, меняющее условия работы системы:*

оборудование переменного и постоянного тока, отвечающее новым требованиям;

перспективное оборудование распределительных систем;

новые требования к моделированию конструкций, испытаниям и самому оборудованию.

2. *Управление сроком службы, износом оборудования для передачи и распределения электроэнергии:*

обслуживание, мониторинг и диагностика оборудования;

влияние управления активами, режима работы и стрессов на надежность работы оборудования.

3. *Влияние экстремальных условий работы на оборудование для передачи и распределения электроэнергии:*

стрессы окружающей среды, например, повышенные температура и влажность, землетрясения, ветры, проливные дожди;

экстремальные показатели системы, например, повышенные значения тока КЗ, кратковременных перенапряжений, переходного восстанавливающегося напряжения, рабочего напряжения;

аномальные эксплуатационные режимы.

Группа SC B1.

Кабели

1. *Опыт эксплуатации подземных и морских кабельных систем, вновь установленных или с повышенными параметрами:*

конструкции, технологии прокладки, эксплуатация;

проблема окружающей среды, ослабление числа нежелательных последствий;

опыт получения разрешения на прокладку кабелей и связанных с ее выполнением работ.

2. *Существующие кабельные системы электропередачи и распределения:*

оценка состояния и диагностические испытания кабельных систем;

направления развития мониторинга кабелей и их комплектующих;

методы апгрейдинга и имеющийся опыт; новое в стратегии обслуживания.

3. *Кабели в сетях будущего:*

наивысшие уровни напряжения для кабелей переменного и постоянного тока;

новые возможности кабельных систем;

проблемы, возникающие с кабелями большой длины;

новейшие виды кабелей.

Группа SC B2.

Воздушные линии электропередачи

1. *Минимизация воздействия ЛЭП на окружающую среду:*

проекты, конструкции и эксплуатация;

учет экологических аспектов, воздействия на растительность и животных;

согласование трассы и внешнего вида ЛЭП;

разработки и опыт перевода части линий электропередачи под землю.

2. *Надежность и оптимизация проектов:*

средства и методы;

влияние разных проектных решений на капитальные затраты и расчетные затраты за весь срок службы;

влияние на затраты нормативных экологических требований и запросов общественности.

3. *Проводники — монтаж и срок службы:*

монтаж, обслуживание и методы замены, включая операции под напряжением;

ползучесть и усталость проводников новых типов;

механическое поведение пучков кабелей новых конфигураций.

Группа SC B3.

Подстанции

1. *Перспективные разработки:*

внедрение новой автоматики на подстанциях;

влияние развития систем нового типа на проекты подстанций;

прибрежные подстанции;

малобюджетные и быстро возводимые распределительные подстанции.

2. Эксплуатация подстанций:

восстановление, капитальный ремонт, расширение и повышение номинальных параметров;

управление активами, обслуживание, мониторинг, надежность;

управление рисками при проектировании, монтаже и управлении подстанциями.

Группа SC B4.

Постоянный ток высокого напряжения и промышленная электроника

1. Применение систем постоянного тока:

технологические разработки, включающие системы постоянного тока высокого напряжения;

подключение возобновляемых источников энергии;

проблемы планирования, норм и правил, экологии;

выполненные проекты и опыт эксплуатации.

2. Применение гибких линий передачи переменного тока:

подключение возобновляемых источников;

повышение качества сети;

проблемы планирования, экологии, норм и правил;

выполненные проекты и опыт эксплуатации.

3. Разработки оборудования промышленной электроники:

конверторы для возобновляемых источников и накопителей энергии;

выключатели переменного тока, контроллеры постоянного тока, ограничители тока КЗ;

новые полупроводниковые приборы и схемы конверторов.

Группа SC B5.

Защита и автоматика

1. Новые схемы защиты и автоматики, базирующиеся на современных возможностях коммуникации:

новые алгоритмы защиты и автоматики и их применение;

преимущества новых схем автоматики и защиты;

улучшение обслуживания и работы устройств автоматики и защиты благодаря дистанционной конфигурации и тестированию;

использование улучшенной коммуникации и информации в реальном времени для повышения уровня обслуживания другого оборудования.

2. Ожидания держателей акций в связи со стандартом IEC 61850:

ожидания пользователей, продавцов и системных интеграторов в связи с появлением стандарта IEC 61850;

необходимый уровень знаний стандарта IEC 61850 системными операторами, пользователями и продавцами;

примеры обучения, стандартизации, ведения документации, а также обмена пользователями, системными интеграторами и продавцами информацией о решениях, основанных на стандарте IEC 61850.

Группа SC C1.

Развитие системы и экономика

1. Прогресс в характеристиках систем и активов благодаря улучшенным методам управления активами:

применение методов управления активами для увеличения обмена мощностью и передачи малой мощности при значительном использовании возобновляемых источников энергии;

отказ от стареющей инфраструктуры; стоимость поставки оборудования клиенту; опыт применения действующих и предлагаемых стандартов управления активами.

2. Новые системные решения и методы планирования:

маневренность генерации; средства, способствующие широкому использованию возобновляемых источников энергии;

энергетические системы, включаемые в супер- или микросистемы;

изменяющиеся технологии.

3. Страхование инвестиций в передающие сети при увеличении долей возобновляемых источников энергии:

управление неопределенностью при принятии решений об инвестициях;

демонстрация значимости проекта перед инвесторами;

показ выгоды потребителям от снижения расходов на транспорт электроэнергии.

Группа SC C2.

Управление и эксплуатация системы

1. Методы оперативного планирования и управления в реальном времени электроэнергетическими системами:

анализ стабильности, мониторинг и управление (например, контроль напряжения, частоты, фазы);

использование нагрузочной способности линий и маневренности;

дополнительные средства, включающие оперативные резервы.

2. Взаимодействие передачи и распределения электроэнергии:

представление данных о передаче, распределении и потреблении;

передача данных в центры управления и сбыта;

обучение и тренировка операторов;

визуализация и достоверность команд управления;

моделирование потребностей в электроэнергии и обмен данными;

управляемость распределенной генерацией;

управление уровнем отказов;

реакция на запросы.

Группа SC C3.

Экология и система

1. Накопители энергии и экология:

оценка перспектив электроэнергетической системы с точки зрения сохранения окружающей среды;

сопоставление технологических альтернатив с экологической точки зрения;

социальное одобрение и вовлеченность общественности.

2. Общий подход к развитию передачи и распределения электроэнергии:

новые концепции стратегии проектирования с привлечением держателей акций (включая покупку, монтаж, обслуживание и списание);

экологическое улучшение путем использования новых материалов, оборудования, информационных коммуникаций (ICT solution);

оценка срока службы нового и эксплуатируемого оборудования.

3. Мнение общественности о применении высоковольтного оборудования линий электропередачи вблизи городской среды:

разрешение на размещение новой ЛЭП, кабельных линий или подстанций;

экономическая оценка с точки зрения экологии;

коммуникативная стратегия — роль социальных сетей для держателей акций и компаний.

Группа SC C4.

Технические характеристики системы

1. Характеристики энергетической системы при масштабном применении силовых конверторов:

влияние на стабильность и надежность энергетической системы большого количества

инверторов ветровых и солнечных станций, а также устройств постоянного тока;

проблема качества электроэнергии при подключении ветровых, солнечных и приливных электростанций;

влияние мощных конверторов напряжения на электромагнитную совместимость и качество электроэнергии.

2. Методы и средства оценки характеристик молнии и координация изоляции:

оценка характеристик молнии и моделей молнии (например, лидерная модель или электрогеометрическая) применительно к ЛЭП сверх- и ультравысокого напряжения переменного и постоянного тока;

защита открыто установленного оборудования нового типа, например ветровых турбин;

координация изоляции сверх- и ультравысокого напряжения систем переменного тока, включая адекватное моделирование аппаратов.

3. Передовые методы, модели и средства анализа характеристик энергетических систем:

применение гибридных средств для трехфазного моделирования энергосистемы;

характеристики и моделирование токов, наведенных геомагнитным полем;

анализ характеристик системы с большим количеством кабелей с точки зрения гармонического резонанса.

Группа SC C5.

Рынок электроэнергии и его регулирование

1. Управление рынком электроэнергии, модели рынков и цели их развития:

политическое влияние, механизмы реализации и юрисдикция;

аспекты выбора типа рынка;

процессы пересмотра характеристик рынка и изменения правил.

2. Влияние взаимодействия между меняющимися запросами и составом нагрузки на проектирование и работу рынка:

изменения в ценовой политике;

бизнес-модели реакции на запрос для участия в рынке;

участие потребителей и влияние распределенной генерации на рынки.

3. Интеграция возобновляемых источников с точки зрения перспектив рынка электроэнергии:

опыт и рекомендации для будущего объединения возобновляемых источников энергии;

приспособление модели рынка к оптимизационному управлению возобновляемыми источниками энергии;

привлечение бизнеса для создания моделей системы с возобновляемыми источниками энергии и альтернативными источниками.

Группа SC C6.

Системы распределения и распределенная генерация

1. *Объединенные и удаленные системы, микросистемы, низковольтные сети постоянного тока:*

возрастающая способность принять распределенные источники энергии и новые нагрузки, например электрический транспорт; влияние изменяющегося графика нагрузки.

2. *Работа и управление активными распределительными сетями распределенной генерации:*

инновации в системах управления распределением (возросшая прозрачность, пути интеграции местных генераторов и активных потребителей);

опыт возрастающего распространения распределенных источников энергии;

применение передовых коммуникационных решений.

3. *Новые роли и значение систем распределения для работы систем передачи:*

локальное управление производством и потреблением энергии;

вспомогательный гибкий сервис.

Группа SC D1.

Материалы и испытания

1. *Системы электрической изоляции под напряжением постоянного тока:*

свойства материалов;

объемные и поверхностные заряды и распределение потенциалов;

долгосрочные характеристики.

2. *Новые методы испытаний и средства диагностики:*

ультравысокие напряжения переменного и постоянного тока;

поправки на атмосферу и высоту, экстра-тяжелые условия;

новые диагностические и аналитические методы оценки состояния оборудования.

3. *Свойства и возможные области применения новых материалов:*

для градирования поля;

экологически чистых;

сверхпроводящих.

Группа SC D2.

Информационные системы и телекоммуникация

1. *Информационные и телекоммуникационные технологии для связанных источников распределенной энергии:*

оборудование для управления, мониторинга, обеспечения безопасности и надежности;

использование существующих стандартов, управляемость и киберзащита;

условия работы, помехи, проблемы монтажа и обслуживания.

2. *Оперативная эксплуатация, ее надежность в реальных условиях:*

виртуализация операций в энергетической системе и послеаварийное восстановление;

облачный сервис и безопасность;

влияние операционных систем на информационно-технологическое управление, опыт и эксперименты.

3. *Пути развития управления коммуникационными сетями энергосистем:*

коммуникационные сети умных систем и их обслуживание;

эволюция оперативных систем поддержки;

защита коммуникаций и систем управления.

Список литературы

1. Call for Papers CIGRE Session 45. — Electra, decembre 2012, № 265.
2. **Федеральный** закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ “Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации”. — Российская газета, 2009, 27 ноября.
3. **Государственная** программа Российской Федерации “Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 года” (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.12.2010 г. № 2446-р).
4. **Дьяков А. Ф.** Энергосбережение и повышение энергоэффективности при производстве и передаче электроэнергии. — Энергетик, 2012, № 2.
5. **Энергетическая** стратегия России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 г. № 1715-р).

MineinVF@mpei.ru