ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМИТЕТ А1 «ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

ОТ РЕДАКЦИИ

Главными задачами в деятельности ИК А1 являются содействие прогрессу в области вращающихся электрических машин, организация обмена информацией и знаниями, анализ и обобщение опыта эксплуатации, а также разработка новых рекомендаций. Поле деятельности ИК А1 охватывает исследования новых технологий производства и эксплуатации больших вращающихся электрических машин. ИК А1 работает в области турбогенераторов, гидрогенераторов и больших двигателей.

На сегодня ИК А1 состоит из 24 постоянных членов, 14 наблюдателей, восьми консультантов, председателя и секретаря, а также 290 экспертов из более чем 40 стран, работающих в ИК и принимающих участие в его мероприятиях. Членами ИК являются представители энергетических компаний, промышленных предприятий, научных институтов и университетов.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАБОЧИХ ГРУПП (РГ)

В ИК А1 в настоящее время успешно работают 23 РГ по разным направлениям, например:

- Экономические вопросы модернизации и замены;
- Диагностика состояния генераторов ветровых установок;
- Разработка Руководящих указаний по взаимодействию генератор/система;
- Поведение гидрогенераторов в аномальных условиях работы;
- Проблемы вибрации и устойчивости гидрогенераторов;
- Исследования крепления обмотки статора в турбогенераторах;
- Современное состояние крепления статорных обмоток в гидрогенераторах;

Гидроэлектростанция «Три ущелья» (Китай, 22500 МВт)

- Оснащение гидрогенераторов средствами мониторинга;
- Анализ методов и средств измерения температуры роторов;
- Подготовка Руководства по испытаниям турбо- и гидрогенераторов;
- Подготовка Руководства по оценке состояния больших электрических двигателей;
- Испытательные напряжения обмоток ротора асинхронных машин генератор/двигатель для насосов в системах накопления.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИК

Основными направлениями деятельности ИК являются:

1. Оценка состояния вращающихся машин и выбор оптимальной стратегии обслуживания с учетом возникающих рисков отказов.
2. Взаимодействие электрической машины с энергосистемой.
3. Генерация возобновляемыми источниками.
4. Двигатели для электроэнергетики.
5. Контроль состояния, диагностика и прогноз работы вращающихся машин.
6. Эффективность электрических машин.

НАПРАВЛЕНИЕ 1: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ МАШИН И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ С УЧЕТОМ ВОЗНИКАЮЩИХ РИСКОВ ОТКАЗОВ

Это направление занимается изучением вопросов эксплуатации, видов повреждений, сопутствующих условий, эксплуатационных качеств машин и т.д. Для изучения и анализа перечисленных вопросов образованы рабочие группы. Можно привести некоторые результаты их деятельности:

- РГ А1.22 выпущены Рекомендации (ТВ 574) по практике эксплуатации и процессов старения обмоток генераторов, влияния режимов работы и способов контроля и выявления возникновения повреждений;
- РГ А1.14 выпущены Рекомендации (ТВ 573) по минимизации повреждения обмоток статора генератора при замыканиях на землю;
- РГ А1.25 выпущены Рекомендации (ТВ 582) по методам чистки гидрогенераторов.

Существенный вклад внесен в изучение процессов старения генераторов, оценку их состояния, оснащение машин системами и средствами контроля параметров их работы, а также разработку рекомендаций по своевременному ремонту и продлению срока эксплуатации. Решение перечисленных проблем проводилось специалистами РГ А1.05, РГ А1.41, РГ А1.36, РГ А1.22.

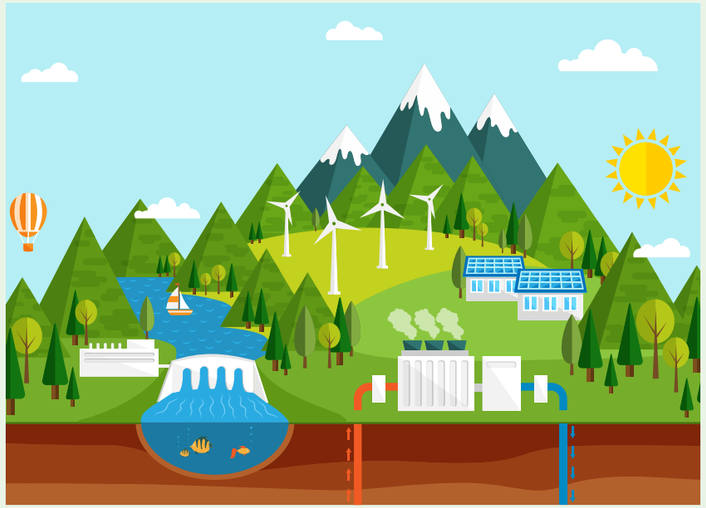
НАПРАВЛЕНИЕ 2: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

Поведение генераторов прямо влияет на поведение нагрузки и наоборот. Поэтому чрезвычайно важно исследовать и понимать процесс этого взаимодействия для обеспечения устойчивой работы сети, а также длительного срока службы генерирующего оборудования.

РГ А1.29 была создана с целью разработки общих требований к энергосистеме, определения максимальных требований в соответствии со стандартами IECи IEEE/ANSI, в частности, по напряжению, частоте, наличию гармоник и др.

Для изучения влияния подключенных к энергосистеме больших

ИСТОЧНИКИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ



мощностей генерации возобновляемой энергетики на режим работы гидрогенераторов, а также подготовки рекомендаций по улучшению их эксплуатационных характеристик была образована РГ A1.35.

РГ A1.38 провела большую работу по подготовке Технической брошюры с рекомендациями по работе генераторов в режимах выдачи и потребления реактивной мощности, где особое внимание фокусируется на нагреве обмотки статора в режиме недовозбуждения.

НАПРАВЛЕНИЕ 3: ГЕНЕРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Производство электроэнергии на ветровых установках в последнем десятилетии удваивалось каждые три года. К 2050 г. оно может достичь 18%. Было решено сосредоточить работу некоторых РГ на изучении свойств электрооборудования на ветроэнергетических станциях. Так, РГ A1.51 и РГ A1.52 проводят исследования в области технологии производства генераторов, также РГ A1.51 занимается вопросами мониторинга надежности и т.д.

НАПРАВЛЕНИЕ 4: ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Исторически ИК занимался двигателями мощностью более 800 кВт и напряжением 1000 В механизмов собственных нужд электростанций. В последнее время тематика его деятельности расширилась и включила в себя более мелкие двигатели, применяемые в распределенной генерации.

Более 43% суммарной электроэнергии потребляется электродвигателями различного назначения, поэтому большое значение придается повышению эффективности их работы.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД

Так, повышение эффективности находящихся в эксплуатации двигателей на 5% приведет, по оценке экспертов, к увеличению выработки электроэнергии на электростанциях на 160 ГВт.

Для решения этих вопросов были созданы две рабочие группы — РГ A1.46 и РГ A1.47.

НАПРАВЛЕНИЕ 5: КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ, ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ МАШИН

Для эффективного управления электромашинным оборудованием на электрических станциях в последние годы широко внедряются системы мониторинга и диагностики состояния оборудования в процессе его эксплуатации. В этой области в ИК A1 работают три рабочие группы:

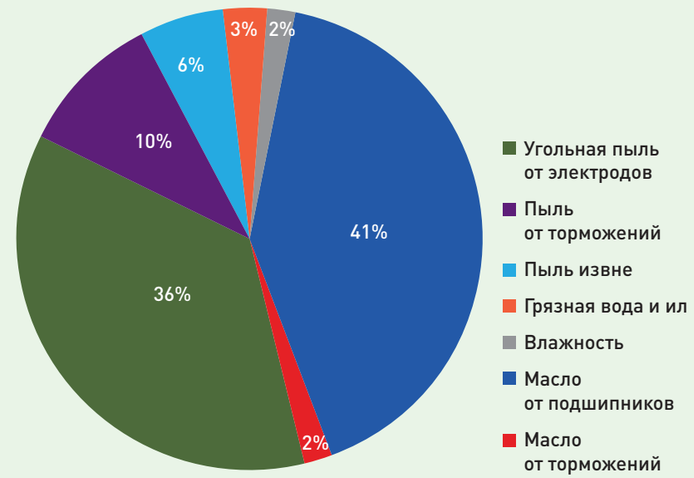
- РГ A1.40 — мониторинг состояния гидрогенераторов;
- РГ A1.43 — разработка систем измерений температуры в роторах;
- РГ A1.51 — мониторинг и надежность генераторов для ветроэнергетических установок.

НАПРАВЛЕНИЕ 6: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Применение новых материалов, улучшение охлаждения и изоляции в генераторах и двигателях приводит к повышению эффективности их работы в системах и снижению потерь. Перспективным считается применение полимерных нанокомпозитных материалов для высоковольтной изоляции в электрических машинах.

В ИК образована РГ A1.46 для разработки Рекомендаций по применению двигателей повышенной эффективности.

СОСТАВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ГЕНЕРАТОРЕ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ОБМОТКИ



ТЕХНИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

В 2014 г. во время проведения 45-й сессии СИГРЭ состоялась Техническая конференция ИК A1, в которой приняли участие 150 специалистов — участников сессии. Было представлено и обсуждено 29 докладов по следующим темам:

1. Достижения в области электромашиностроения.
2. Продление срока службы генераторов.
3. Вращающиеся машины для распределенной генерации.

В 2015 г. состоялся коллоквиум «Вращающиеся электрические машины: требования и эксплуатация». Рассматривались следующие вопросы: оценка состояния больших электрических машин (диагностика, риски управления, модернизация, замена, контроль за состоянием и др.); качество изготовляемых и ремонтируемых машин; новые разработки; работа электрических машин (требования, стандарты, допустимые частоты, крутильные колебания и т.д.); возобновляемая ветроэнергетика.

НАПРАВЛЕНИЯ БУДУЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Деятельность ИК A1 в ближайшее время будет направлена на изучение новых технологий по улучшению характеристик вращающихся электрических машин, в частности, по следующим темам:

- улучшение конструкции, материалов, изоляции, охлаждения, подшипников, надежности, эффективности и эксплуатации машин;
- управление сроком жизни;
- большие генераторы и двигатели;
- возобновляемая энергетика;
- взаимовлияние машина/система;
- контроль, диагностика и прогнозирование;
- достижения в области систем возбуждения;
- машины со сверхпроводимостью;
- применение нанокомпозитных материалов для изоляции вращающихся машин.

В 2014 и 2015 г. членами ИК A1 было подготовлено 15 материалов (Руководящие указания и Доклады рабочих групп). В качестве примеров можно привести следующие:

Техническая брошюра (ТВ) 574 — Руководящие указания по оценке состояния обмоток. В ТВ рассмотрены вопросы старения обмоток и возможные последствия этого процесса, проблемы контроля и выявления возникновения повреждений, особенности практики эксплуатации различных генераторов.

ТВ 573 — Руководящие указания по минимизации повреждения обмотки гидрогенераторов при замыканиях на землю. Целью этого Указания был пересмотр влияния однофазных замыканий на землю на генераторы, а также исследование различных вариантов схем заземления статорных обмоток и систем защиты.

ТВ 582 — Мероприятия по поддержанию гидрогенераторов чистыми. Загрязнение гидрогенераторов, как правило, происходит через систему охлаждения. Проведение плановой очистки оказывает положительное воздействие на срок жизни генераторов.

ТВ 581 — Руководящие указания по испытаниям на корону (TVA). Обычно применяемые методы регистрации частичных разрядов не позволяют определить место их нахождения. Метод TVA позволяет решить эту задачу.