УДК 621.316.722.076.12

М.С. БАЛАБАНОВ, главный инженер
(ООО «Международная Энергосберегающая Корпорация»)
г. Санкт-Петербург
Р.Н. ХАМИТОВ, д.т.н., профессор (ОмГТУ)
г. Омск

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТАМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ ЭНЕРГОРАЙОНОВ

В настоящее время в России создается интеллектуальная энергосистема с активно-адаптивной сетью - ИЭС ААС (за рубежом – Smart Grid). Сложность проектирования элементов архитектуры ИЭС ААС диктует необходимость создания PLM-системы для их реализации, способной прогнозировать улучшение в ходе НИОКР электрических и экологических показателей предприятия.

Важными векторами развития промышленности России являются модернизация энергетических (до ИЭС ААС) и промышленных объектов (до уровня шестого техноуклада). Как правило в настоящее время работы на указанных объектах ведутся точечно (пилотные проекты), без моделирования всего энергорайона (от генерирующих устройств до потребителей) и в разрыве от решения экологических задач. В связи с чем, по мнению специалистов, актуально:

1. Одновременное проведение комплексного энерго-экологического обследования на предприятиях и энергетических объектах [1].
2. Организация постоянного энергетического мониторинга через действующую ежегодную процедуру нормирования удельных расходов топлива и технологических потерь электрической и тепловой энергии [1].
3. Приведения статей топливно-энергетического баланса к экологическим показателям (например, к уровням ПДК или фоновым содержаниям химических элементов в объектах окружающей среды). Алгоритм перевода (идентификации) энергетических и экологических единиц целесообразно реализовать через условные единицы – тонны условного топлива (т.у.т.) [1].
4. Управление рисками по инвестированию в экологические и энергосберегающие программы предприятия, с учетом их взаимосвязей.

В ходе реализации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по построению САУ НРМ (системы автоматического управления напряжением и реактивной мощностью) специалисты ООО «МЭК» стараются реализовывать комплексный подход: обследование (энергетический аудит, экологический аудит), имитационное

моделирование, проектирование, изготовление FACTS-устройств с индивидуальными характеристиками, СМР, ПНР, последующий мониторинг основных показателей проекта и работы оборудования.

Несмотря на то, что «Энергетическая стратегии РФ» [2] закрепила в качестве приоритетных задач внедрение FACTS-устройств на промышленных и сетевых объектах, а так же построение архитектуры Smart Grid в масштабах страны, ее реализация сдерживается отсутствием специальной современной литературы, в том числе методики выбора конкретного типа и характеристик оборудования. В связи с актуальностью данной темы авторами (Балабанов М.С., Хамитов Р.Н.) разработана методология выбора FACTS-устройств. Методология запатентована [3, 4], а суть ее подробно раскрыта в монографии [5].

С 2010 года ООО «МЭК», под руководством автора данной статьи, реализовало в Кемеровской области ряд НИОКР (расчет, изготовление, поставка, наладка FACTS-устройств) для нужд холдинга ОАО «ЧЭМК», в том числе: ОСП "Юргинский ферросплавный завод" ОАО "Кузнецкие ферросплавы" (г.Юрга) – HF (harmonic filter), 15МВАр, 10кВ, 4 шт.; ОАО "Кузнецкие ферросплавы" (г.Новокузнецк) – HF, 10МВАр, 10кВ, 16 шт.

Все перечисленные работы были направлены на компенсацию реактивной мощности при наличии высших гармоник, которые вызывают потерю мощности ФСП и снижают энергоэффективность (надежность) в системе электроснабжения ферросплавных производств. Были выполнены имитационные модели систем электроснабжения с различными FACTS-устройствами и произведено исследование режимов работы системы электроснабжения предприятий, в т.ч. и при различных узлах подключения FACTS-устройств.

Ввод в эксплуатацию HF на «ЮФЗ» позволил стабилизировать режимы горения дуги, уменьшить износ футеровки, уменьшить расход электродов, стабилизировать и поднять напряжение, повысить производительность печей. В проводимых холдингом конкурсах среди ферросплавных печей «ЧЭМК», «КФ», «ЮФЗ» печи Юргинского завода в период работы с HF уверенно показывают наилучшие результаты по производительности и расходу электроэнергии на тонну продукции, что является подтверждением положительного результата апробации методологии ООО «МЭК» по внедрению FACTS-устройств и построению САУ НРМ. [5]

Опыт работы специалистов «МЭК» показывает, что исключительно индивидуальный подход при проектировании FACTS-устройств позволяет минимизировать сроки окупаемости. Например, с 2007 года ООО «МЭК» выполняет НИОКР для построения САУ НРМ энергорайона АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат» (Мурманская область) – второго по величине производителя апатитового концентрата в России и единственного производителя бадделеитового концентрата в мире.

Основная нагрузка комбината – это электродвигатели и частотные преобразователи. Генерируемые преобразователями высшие гармоники тока и напряжения распространяются по сети предприятия через точки общего подключения оборудования. Это наносит вред установленному электрооборудованию, уменьшает срок его службы, происходит ложное срабатывание релейных защит и устройств автоматизации.

Кроме технологического оборудования от ПС «КовГОКа» так же питается город Ковдор, и все искажения качества электроэнергии ГОКа сказываются на ЖКХ и прочих потребителях, в том числе ответственных – больницы, банки, школы, детские сады, здания культуры и т.д.

В ходе реализации проекта конструктивные решения FACTS-устройств отличали уникальные особенности: расчет и изготовление элементов, а так же металлоконструкций и фундаментов на сейсмоустойчивость в 7 баллов, так как место монтажа находится в непосредственной близости от карьера открытой добычи, где постоянно ведутся взрывные работы; учитывая географическое расположение объекта (заполярье), связанные с этим сложности по логистике и короткий промежуток времени для выполнения СМР на ОРУ, оборудование поставлялось в состоянии максимальной заводской готовности, особенно в части металлоконструкций фундаментов; в связи с малыми размерами помещений для установки оборудования разрабатывались технические задания для заводов изготовителей комплектующих; был выполнен расчет тепловыделений и электромагнитной совместимости FACTS-устройств в сборе.

Реализованная система автоматизированного управления FACTS-устройствами по достоинству была оценена диспетчерской службой Филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго», так как позволяет управлять оборудованием как в ручном, так и в полностью автоматическом режиме, записывать в память все события, предупреждает оператора об опасных режимах работы.

Имитационное моделирование режимов работы энергосистемы от «Кольской АЭС» до потребителей г.Ковдор и «КовГОКа» (нормальные и аварийные режимы) выполнялось в следующих целях:

- устранение выявленных отклонений параметров качества электроэнергии от ГОСТ;
- рассмотрение возможности подключения дополнительной нагрузки на ГПП 40Б (12,5 МВт);
- анализ возможности работы сети в аварийном режиме.

Моделирование (с учетом уже введенных в эксплуатацию FACTS-устройств и определение характеристик перспективных) позволило добиться следующих показателей [6]:

- потери активной мощности «КовГОК» сократить на 21%;

- напряжения на всех подстанциях сети установить на уровне номинальных;

- загрузку силовых трансформаторов снизить от 3 до 16%;

- оплату счетов за электроэнергию комбинатом сократить на 3 700 000 кВт·ч/год.

Технические специалисты «МЭК» не прекращают работу по совершенствованию характеристик оборудования, ПО, методологии реализации междисциплинарных проектов. В настоящее время в рамках Договора Гранта N162ГКС4/8805 от 12.02.2015г. с ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) ООО «МЭК» реализует инновационный проект «Коммерциализация Программно-Технического Комплекса «МЭК», обеспечивающего интеграцию FACTS-устройств для построения архитектуры SmartGrid (Умные сети) на промышленных предприятиях» по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники в Российской Федерации (согласно Указу Президента Российской Федерации от 07.06.2011 N899) «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика».

ПТК «МЭК» по мнению авторов сочетает наилучшие существующие междисциплинарные технологии по модернизации и строительству промышленных/энергетических объектов, что является одним из наиболее перспективных подходов к защите окружающей среды и энергосбережению/ энергоэффективности.

Список литературы:

1. Завадский, В. Экологические аспекты в энергосберегающей политике сетевых предприятий / В. Завадский, А. Кошелев. // Журнал Энергоаудит. - №3 2007г. с.22-26
2. Распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р «Об Энергетической стратегии РФ на период до 2030 г.»
3. 2014663236 от 23.12.2014г. программа для ЭВМ «Определение типа FACTS-устройств»
4. 2015617896 от 24.07.2015г. программа для ЭВМ «Определение типа FACTS-устройств V2.0»
5. Балабанов, М. С. FACTS-устройства. Выбор при проектировании электрооборудования предприятий : монография / М. С. Балабанов, Р. Н. Хамитов. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015. – 184 с. : ил.
6. Балабанов, М.С. Приведение параметров качества электроэнергии к требованиям ГОСТ в сети АО «Ковдорский ГОК» /М.С. Балабанов, А.Л. Виноградов // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XVIII Бенардосовские чтения). I том. Электроэнергетика: межвузовский сборник научных трудов / отв. ред. С.В.

Тарарыкин; редкол.: В.В. Тютиков, В.А. Шуин, Ю.Б. Казаков, В.А. Полетаев, В.Ф. Воробьев, С.В. Косяков, В.И. Колибаба, Е.Н. Бушуев, С.В. Клюнина. – Иваново: Изд-во ИГЭУ, 2015. – с.144-148.