

Активный энергокомплекс: что нужно, чтобы стать «пилотом»?



Олег Калинин,
советник директора АО
«Системный оператор Единой
энергетической системы»



Михаил Говорун,
главный диспетчер ЕЭС АО
«Системный оператор Единой
энергетической системы»

Развитие современных технологий энергетического оборудования и уровень проникновения и применения информационно-телекоммуникационных технологий в электроэнергетике позволяют создавать новые типы энергетических объектов. Им свойственны повышенный уровень наблюдаемости, управляемости, безопасности и надежности энергообеспечения, широкий набор экономических моделей, доступных для создания новых типов отношений, выгодных для всех их участников. Все эти свойства интеллектуальной энергетики в условиях экономической доступности обеспечивающих ее устройств и решений и создают новый технологический уклад в электроэнергетике.

Наиболее заметно новый технологический уклад проявляется в локальных микроэнергосистемах — электрически связанных энергокомплексах, расположенных на компактных территориях, находящихся в единых границах балансовой принадлежности и располагающих в своем составе энергопринимающими, генерирующими, электросетевыми, возможно, аккумулирующими и иными элементами,

а также системами управления. В терминологии, бытующей сегодня в научно-технической среде, такие микроэнергокомплексы получили видовое название «активный энергокомплекс» (АЭК)¹.

Интенсивнее других в настоящее время прорабатывается и обсуждается тип АЭК в формате ЭССО — энергоснабжающей самобалансирующей организации. АЭК/ЭССО² — это особый подвид

интеллектуальных микроэнергокомплексов, который решает задачи достижения максимального экономического эффекта от внедрения АЭК при условии исключения либо минимизации негативного экономического и технологического воздействия на внешнюю энергосистему. Ключевое условие здесь — минимизация перетока из внешней энергосистемы в локальный микроэнергокомплекс, которая обеспечи-

¹ Концепция российской версии цифрового энергорынка на основе АЭК в настоящее время разрабатывается широким кругом экспертов под эгидой Ассоциации «НП Совет рынка», а первая версия данной концепции обсуждается профессиональным сообществом в тематической группе НТИ.EnergyNet в социальной сети Фейсбук.

² См. статью «Энергоснабжающая самобалансирующая организация — действенная перспектива развития розничного рынка электроэнергии», «ЭнергоРынок», 2017, №4.

вается современными устройствами и решениями интеллектуальной энергетики и влечет необходимость обязательного самобалансирования микроэнергокомплекса. Обе функции — минимизация перетока и самобалансирование — выполнимы при условии ответственной реализации набора специальных технических требований, предъявляемых к АЭК/ЭССО со стороны регулятора и инфраструктурных организаций.

Технологическая и экономическая эффективность АЭК/ЭССО должна подтверждаться в регуляторных экспериментах на пилотных площадках. В ходе экспериментов будут отработаны ключевые элементы организационных и юридических взаимоотношений внутри АЭК/ЭССО, технологического взаимодействия между микроэнергокомплексом и Единой энергосистемой России, экономических отношений между АЭК/ЭССО и другими заинтересованными сторонами.

Промышленный энергетический комплекс в г. Тихвин, о котором идет речь в статье «Пилотный проект в Тихвине: интеллектуальная система энергоснабжения промышленного кластера», опубликованной в №6 (151) журнала «ЭнергоРынок», декларирует готовность выступить в качестве пилотной площадки для регуляторных экспериментов по созданию высокоинтеллектуальных микроэнер-

гокомплексов. Статья дает общее представление о промышленной площадке в г. Тихвин как о возможном пилотном проекте АЭК/ЭССО, содержит перечень инновационных технологий и технических решений, которые предполагается применить на данном пилотном объекте.

Площадка г. Тихвин действительно может стать той самой «первой ласточкой», которая заложит практические основы АЭК/ЭССО и позволит сформировать комплект модельных документов для дальнейшего масштабирования и тиражирования подобных объектов. Однако вспомним, что важнейшим условием функционирования АЭК/ЭССО является минимизация негативных экономических последствий для энергосистемы в целом, а это достижимо лишь через выполнение специальных технических требований. Таким образом, прежде чем рассматривать тихвинскую площадку как пилотный проект АЭК/ЭССО, целесообразно определить:

- насколько полно площадка г. Тихвин соответствует специальным техническим требованиям, разработанным для АЭК/ЭССО;
- какие организационные и технические мероприятия необходимо дополнительно провести на площадке г. Тихвин для реализации на ней регуляторного эксперимента по созданию АЭК/ЭССО.

ТИПЫ АЭК/ЭССО

В зависимости от состава потребителей и целей формирования энергокомплекса АЭК/ЭССО будут формироваться и функционировать по-разному.

1. Варианты состава потребителей:

1.1. Только промышленные потребители.

1.2. Промышленные и бюджетные потребители.

1.3. Промышленные и бюджетные потребители, а также население.

1.4. Промышленные и бюджетные потребители, население, а также потребители, не входящие в АЭК/ЭССО, но запитанные по типовым линиям от АЭК/ЭССО.

2. Варианты целей формирования энергокомплекса (см. таблицу).

Промышленная площадка г. Тихвин относится к группам 1.1. и 1.4. и является сложным примером АЭК/ЭССО, реализация которого не должна отражаться на результатах деятельности субъектов электроэнергетики Ленинградской области, в первую очередь сетевых организаций.

СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К АЭК/ЭССО В РАЗРЕЗЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ Г. ТИХВИН

Общий набор технических требований к АЭК/ЭССО был разработан в Системном операторе Единой энергосистемы для целей обеспе-

Табл. 1. Варианты целей формирования энергокомплекса

		Электрическая нагрузка на площадке до начала проекта	
		Нет	Есть
Генерирующие мощности на площадке до начала проекта	Нет	1.1. Создание генерации для нужд нового потребления	1.2. Создание генерации для расширения существующего потребления
	Есть	1.3. Создание нового потребителя для дозагрузки существующей генерации	1.4. Реализация проекта для сокращения оплаты услуг по передаче электрической энергии

чения эффективной интеграции этого типа АЭК с ЭЭС. Для проведения регуляторного эксперимента на базе промышленной площадки в г. Тихвин необходимо добиться полного соответствия этой площадки всем предъявляемым требованиям.

Общие требования

- технологическое присоединение АЭК/ЭССО допускается в сети общего пользования напряжением менее 220 кВ только в одной точке присоединения для исключения транзитных перетоков мощности;

- максимальная нагрузка потребления активной мощности в АЭК/ЭССО не должна превышать 50 МВт;

- объекты распределенной генерации установленной мощностью более 25 МВт могут быть включены в АЭК при условии их ввода в эксплуатацию не ранее 1 января 2017 г.;

- основной объем электроэнергии, необходимой потребителям, вырабатывается генераторами АЭК/ЭССО.

Требования к организации учета

В АЭК/ЭССО должен быть обеспечен интеллектуальный учет всех значимых параметров обмена электроэнергией и связанных с ней товаров и услуг, в том числе:

- объемов потребляемой электрической энергии за установленные периоды;

- значений мгновенной и максимальной мощности за установленные периоды;

- параметров, позволяющих измерить качество электроэнергии.

Все значимые события, в том числе недопустимое вмешательство в работу системы, должны фиксироваться.

Требования к управлению и информационному взаимодействию

Организация управления и информационного взаимодействия АЭК/ЭССО с внешней средой должна предусматривать:

- возможность автоматической блокировки обратных (из АЭК/ЭССО в сеть) перетоков;

- автоматическое ограничение активной мощности при выходе перетока в АЭК/ЭССО за установленные границы;

- наличие технических средств, обеспечивающих требуемое качество электроэнергии в точке присоединения АЭК/ЭССО к энергосистеме;

- возможность автоматизированного обмена данными о коммерческих и технических условиях взаимодействия;

- предоставление регламентированных прав доступа к управляющей и измерительной информации для внешних запросов.

Требования к обеспечению гарантированных финансовых расчетов

- За оператором энергосистемы (ЭССО) должен быть закреплен финансовый лицевой счет, с которого будут осуществляться расчеты за электроэнергию и связанные с ней товары и услуги.

- Должна быть предусмотрена техническая возможность дистанционного отключения АЭК в случае нарушения условий оплаты.

Требования к условиям параллельной работы с сетью общего пользования

- Соответствие актуальным технологическим требованиям на границе балансовой принадлежности с сетью общего пользования.

- Возможность электроснабжения энергопринимающих устройств от собственной генерации с заданными управляемыми параметрами качества и надежности во всех возможных режимах работы с сетью общего пользования.

В настоящее время технологическое присоединение промышленного комплекса в г. Тихвин обеспечивает (при условии подключения в работу всех имеющихся линий) полное покрытие существующих электрических нагрузок. Нали-

чие полноценного перетока ставит под сомнение технологическую необходимость создания АЭК на территории данной площадки. Вместе с тем планы по вводу новой нагрузки — ферросплавного завода — определяют потенциальную возможность реализации пилотного проекта АЭК/ЭССО на базе указанной площадки.

Поскольку экономический эффект АЭК/ЭССО достигается при экономически и технологически обоснованном ограничении величины перетока активной мощности в микроэнергосистему из сети общего пользования, целесообразно определить, позволит ли характер электрической нагрузки тихвинского промышленного комплекса добиться такого ограничения.

Стохастический характер нагрузки дуговой сталеплавильной печи литейного производства ферросплавного завода чреват мгновенными небалансами активной мощности, компенсацию которых невозможно обеспечить силами генерирующего оборудования АЭК. Подобный небаланс возможно компенсировать установкой маневренных мощностей накопителей энергии либо перетоком из сети общего пользования. Высокая (к сожалению, пока еще очень высокая) стоимость накопителей заставляет рассматривать переток из сети как единственно возможный вариант компенсации небаланса. При этом в простейшем случае максимальная величина перетока определяется как удвоенное значение активной мощности наибольшего электроприемника АЭК, являющегося источником нелинейных колебаний.

Резкопеременный характер электрической нагрузки тихвинского промышленного комплекса с включенным в него ферросплавным заводом определяет высокую вероятность возникновения условий превышения предельно допустимой величины перетока активной мощности, что требует

реализации ряда технических мероприятий в точке технологического присоединения к внешней сетевой организации для обеспечения следующих требований:

- в случае превышения допустимой длительности выхода перетока активной мощности в АЭК/ЭССО из сети общего пользования за установленные границы должно производиться отключение АЭК/ЭССО в точке его присоединения к сети общего пользования за счет работы противоаварийной автоматики;

- допустимая длительность выхода величины перетока активной мощности в АЭК/ЭССО из сети общего пользования за установленные границы составляет 10 секунд. Данное требование обеспечивает сохранение параллельного режима работы на время работы сетевой автоматики, режимной автоматики и противоаварийной автоматики ЭССО.

Одно из неотъемлемых свойств АЭК — возможность многократного безопасного перехода в изолированный режим работы и обратно с сохранением надежного электропитания энергопринимающего оборудования. Наличие данной возможности на промышленной площадке в г. Тихвин определяет требования к участию в решении системных задач по поддержанию параметров режима в энергосистеме за счет выделения АЭК на изолированную работу действием противоаварийной автоматики, расположенной в энергосистеме. Указанное отключение АЭК должно производиться при следующих параметрах режима:

- при снижении частоты электрического тока в сети общего пользования до 49,2 Гц;

- при снижении напряжения в точке присоединения АЭК ниже аварийно допустимого значения в течение 1 секунды.

Общим требованием к АЭК является сохранение качественных параметров электроснабжения су-

ществующих потребителей вне его и поддержания безаварийной работы внешней сети. В случае если расчетное значение токов короткого замыкания выше или равно 90% отключающей способности коммутационных аппаратов термической или электродинамической стойкости оборудования, должны быть выполнены мероприятия по ограничению токов короткого замыкания и (или) замене необходимого оборудования в электрической сети.

Кроме того, важнейшим требованием к АЭК промышленной площадки г. Тихвин является гарантированная расчетами электрических режимов динамическая устойчивость генерирующего оборудования, расположенного вне АЭК, при нормативных возмущающих воздействиях в электрической сети (прилегающей к АЭК и в пределах АЭК) с учетом действия противоаварийной автоматики. Для этого на объектах сетевой организации в точке присоединения АЭК промышленной площадки г. Тихвин должны быть установлены микропроцессорные устройства противоаварийной автоматики, обеспечивающие (с учетом необходимого резервирования в аппаратно-независимых устройствах):

- отключение АЭК от электрической сети при выходе параметров режима ее работы за допустимые пределы;

- автоматическую ликвидацию асинхронного режима.

Наличие генерирующих объектов определяет повышенные требования к устройствам релейной защиты, расположенным на объектах сетевой организации и в АЭК:

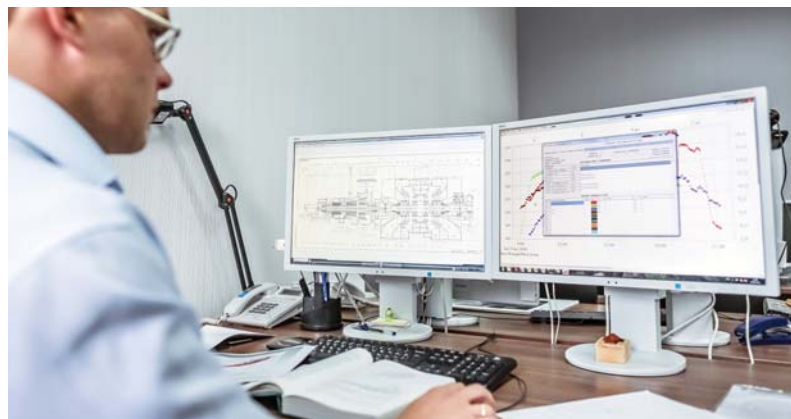
- релейная защита на каждой стороне линии электропередачи должна реализовываться в двух микропроцессорных устройствах и включать в себя основную и резервную защиту;

- в качестве основной защиты линии электропередачи должна предусматриваться быстродействующая защита от всех видов коротких замыканий с абсолютной селективностью;

- если на линии электропередачи при отсутствии основной защиты время отключения короткого замыкания не удовлетворяет требованиям обеспечения устойчивости энергосистемы, должна предусматриваться установка двух основных защит.

Как было отмечено выше, одним из основных требований к АЭК на промышленной площадке г. Тихвин является возможность безопасного перехода в изолированный режим работы и обратно, что определяет повышенные требования к устройствам автоматического повторного включения и синхронизации:

- с каждой стороны линии электропередачи связи АЭК и сети общего пользования должны устанавливаться трехфазные устройства автоматического повторного включения. Со стороны АЭК — с контролем синхронизма. Со стороны



электрической сети — с контролем наличия напряжения на шинах и с контролем отсутствия напряжения на ЛЭП;

- на объектах АЭК в точке присоединения к сети общего пользования должны быть установлены устройства точной ручной и /или автоматической синхронизации.

Заключительным, но не менее важным, требованием является обеспечение регистрации аварийных событий на объектах АЭК в точке присоединения к сети общего пользования. Данное требование обусловлено необходимостью обеспечить наблюдаемость АЭК с целью технического контроля и анализа аварийности.

**ТРЕБОВАНИЯ
К ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ
ЭНЕРГОПРИНИМАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ ОТ СОБСТВЕННОЙ
ГЕНЕРАЦИИ**

Данная группа требований определяет условия для обеспечения процесса самобалансирования внутри АЭК (переход в изолированный режим и обратно, работа в изолированном режиме) и в общем виде сводится к задачам по обеспечению надлежащего качества электроснабжения энергопринимающих устройств, параметры которого соответствуют требованиям ГОСТ 32144–2013 для систем электроснабжения общего пользования. Для решения данной задачи требуется детальное изучение особенностей генерирующего оборудования промышленной площадки г. Тихвин, характера и параметров нагрузок, технологического процесса с целью определения:

- влияния нагрузки на работу генерирующих установок;
- влияния особых режимов работы генерирующих устройств на надежность электроснабжения потребителей промышленной площадки;
- параметров и настроек автоматической системы управления

(регулирования) генерирующих установок;

- конструктивных особенностей (технологических ограничений и защиты).

ВЫВОДЫ

Получение статуса пилотной площадки АЭК/ЭССО для проведения регуляторного эксперимента открывает перед его участниками широкие возможности для диалога с регулирующими и инфраструктурными организациями по идентификации излишних ограничительных требований, по согласованию принципиальных организационных решений для создания и технологического управления энергетической инфраструктурой площадки. Однако любые эксперименты, особенно эксперименты с правовыми нормами, целесообразно проводить на технически подготовленных площадках. В противном случае заявитель на статус пилотного проекта несет серьезные финансово-экономиче-

ские риски, связанные с запуском проекта при непроработанных технических решениях, а регулятор получит искаженные сигналы от эксперимента.


Выполнение специальных технических требований позволит снять экономическую нагрузку с сети общего пользования и гарантирует качественное энергоснабжение потребителей АЭК/ЭССО при минимальном перетоке из сети. Только при этих условиях может начаться регуляторный эксперимент, который позволит тихвинской промышленной площадке рассчитывать на освобождение от обязательств оплачивать в полном объеме тариф на содержание сетевого хозяйства в отношении всей потребленной электроэнергии, а также от обязанности вывести на оптовый рынок электроэнергию и мощности генерацию мощностью более 25 МВт, т.е. на снятие основных барьеров, ограничивающих в настоящее время промышленное развитие г. Тихвин. 

Рис. 1. Необходимые условия функционирования ЭССО

