

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИЗОЛИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ЛОКАЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

ТОЩЕНКО В.В., к.э.н., генеральный директор ООО «Арктик Пауэр Кэпитал», Москва

РЕБРОВ В.В., генеральный директор ООО «Лаборатория преобразовательной техники», Санкт-Петербург

МУРАВЬЕВ Д.И., к.т.н., ведущий инженер ООО «Лаборатория преобразовательной техники», Санкт-Петербург

Сегодня в Дальневосточном федеральном округе и Арктической зоне Российской Федерации действует 471 объект локальной генерации, при этом средний уровень износа их оборудования составляет 50 %. Для повышения надежности работы изолированных энергосистем практикуется применение на объектах малой и распределенной генерации выработка электрической энергии на базе возобновляемых и топливных источников энергии. В статье представлено положительный опыт использования такого технического решения.

Ключевые слова: изолированные энергосистемы, локальная генерация, автоматизированные гибридные энергокомплексы (АГЭК), ВИЭ, системы накопления энергии (СНЭ), АСУ ТП

В целях компенсации разницы между экономически обоснованным и фактическим тарифом государством предусмотрены субсидии по целевым программам для производителей электроэнергии. В основном, это субсидии для населенных пунктов, находящихся на изолированных территориях. По данным Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [1] объем подобного субсидирования в Дальневосточном федеральном округе (далее – ДФО) и Арктической зоне Российской

Федерации (далее – АЗРФ) составляет в среднем 20 млрд руб. в год и складывается из следующих особенностей локальной энергетической инфраструктуры:

- высокой доли дизельного топлива в топливном балансе локальных объектов генерации;
- поступательной эскалации стоимости завозимого дизельного топлива;
- низкой эффективности производства электроэнергии на местах.

Общее количество локальных объектов генерации, осуществляющих

электроснабжение в ДФО и АЗРФ, по данным субъектов Российской Федерации (далее – РФ), составляет 471 единицу, в том числе 459 дизельных, 12 газотурбинных и газопоршневых электростанций, их суммарная установленная электрическая мощность составляет более 823 МВт. При этом техническое состояние этих объектов является неудовлетворительным: средний уровень износа оборудования превышает 50 %, что приводит не только к снижению надежности и повышению вероятности возникновения аварийных ситуаций, но и оказывает негативное влияние на эффективность самой генерации.

Также важно учитывать существенное количество промышленных объектов в ДФО и АЗРФ с локальной генерацией: в горнорудной, нефтяной, газовой и других отраслях, установленная мощность которых составляет от 3 до 15 МВт. Таким образом, по разным оценкам, общая мощность локальной генерации в РФ может превышать 4 ГВт, при этом продол-



Рис. 1. Солнечная электростанция в составе автоматизированного гибридного энергокомплекса в селе Хонуу, Момский район, Республика Саха (Якутия), Россия

жают вводиться в эксплуатацию новые промышленные объекты с локальной генерацией, в основном, горно-обогатительные комбинаты и предприятия нефтегазового сектора.

Сегодня для целей модернизации энергетической инфраструктуры РФ практикуется сооружение объектов малой и распределенной генерации с применением прогрессивных технологий комбинированной выработки электрической энергии на базе возобновляемых (далее – ВИЭ) и топливных источников энергии. Подобные технические решения были успешно реализованы ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» в крупнейшей в российском Заполярье солнечной электростанции установленной мощностью 1,5 МВт в с. Хонуу Момского района Республики Саха (рис. 1) и в ряде других объектов АЗРФ [2, 3]. Построены и введены в эксплуатацию эти объекты дочерней структурой ООО «Арктик Гибридная Генерация».

С осени 2021 года запущено пять гибридных электростанций, включая названную в с. Хонуу, общей мощностью 5 МВт дизель-генерации и 2,3 МВт солнечной генерации в Верхоянском и Момском районах Республики Саха (Якутия). Проекты осуществлялись полностью за счет собственных средств ООО «Арктик Пауэр Кэпитал», общий объем инвестиций составил 1,067 млрд рублей.

По мнению специалистов ООО «Арктик Пауэр Кэпитал», достижение высоких показателей экономии топлива (до 30 % в среднем за год и до 70 % в летний период) подтверждает эффективность концепции автоматизированных гибридных энергокомплексов (далее – АГЭК) и механизма реализации комплексной модернизации энергетических объектов на основе энергосервисного договора. В свою очередь, в 2024 году ПАО «РусГидро», крупнейший оператор сети АГЭК, совместно с Минвостокразвития России и регионами ДФО были определены 80 объектов дизельной генерации общей мощностью 167 МВт, в отношении которых целесообразно провести переоснащение в целях повышения надежности и энергетической эффективности [4]. Значимые и актуальные вопросы модернизации локальной генерации остаются одними из центральных на дискуссионных площадках России, эта

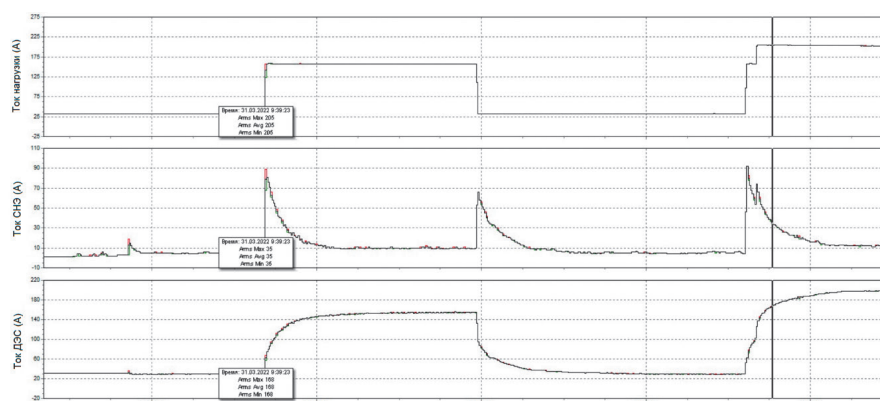


Рис. 2. Результаты испытания параллельного режима работы ДЭС и СНЭ ООО «Лаборатория преобразовательной техники»

тема также была затронута на прошедшем в сентябре во Владивостоке «Восточном экономическом форуме».

Предложения ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» для дальнейшего успешного тиражирования наработанного опыта в анонсированных проектах ПАО «РусГидро» направлены, в первую очередь, на решение вопросов устойчивой работы АГЭК в изолированных энергорайонах, вызванной ростом доли ВИЭ в общем энергобалансе, а также в условиях резкопеременной мощности. Также важны:

- максимальная заводская готовность оборудования для быстрого ввода в эксплуатацию на объекте (с минимальными расходами на строительномонтажные работы);
- оптимизация логистики (в том числе за счет компоновки оборудования);
- минимизация объема работ на удалённом объекте.

Для осуществления столь комплексной технической задачи ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» внедряет новейшие энергетические решения ГК «Системотехника» (подразделение ООО «Лаборатория преобразовательной техники»), зарекомендовавшие себя на рынке.

Для решения вопросов устойчивой работы АГЭК на объектах ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» применялись системы накопления электроэнергии (далее – СНЭ), дополненные интеллектуальными автоматизированными системами управления технологическим процессом (далее – АСУ ТП) с использованием отечественного программного обеспечения IPMon. СНЭ производства ООО «Лаборатория преобразовательной техники», использующие технологии литиевых аккумуляторных батарей или суперконденсаторных

ров, позволяют не только сглаживать пики потребления электроэнергии, но и максимально замещать топливную генерацию в сочетании с ВИЭ, оптимально загружать генераторные установки по критерию удельного расхода натурального топлива и при этом обеспечивать повышение устойчивости энергосистемы через повышение надежности электроснабжения. В то же время, АСУ ТП производства ООО «Лаборатория преобразовательной техники» способна мгновенно реагировать на изменения потоков мощности в АГЭК, переводя систему в наиболее оптимальный режим (состояние), добиваясь экономической и технической эффективности.

На рис. 2 показаны результаты испытаний ООО «Лаборатория преобразовательной техники» параллельного режима работы дизельной электрической станции (далее – ДЭС) совместно со СНЭ в составе солнечно-дизельной электрической станции. Помимо обеспечения оптимального расхода топлива, СНЭ обеспечивает устойчивость энергосистемы: СНЭ реализует «перехват» набросов и спадов мощности, обусловленных резким изменением генерации ВИЭ и/или нагрузки, без задержек по времени. ДЭС подобные набросы, спады мощности, не «ощущает». На третьем графике рис. 2 виден данный положительный эффект. Таким образом, СНЭ, являясь самым быстрым регулируемым источником мощности, позволяет обеспечить не только статический баланс мощностей с учетом оптимального удельного расхода топлива ДГУ, но и быстродействующий резерв мощности, и добиваться максимальной надежности энергосистемы.

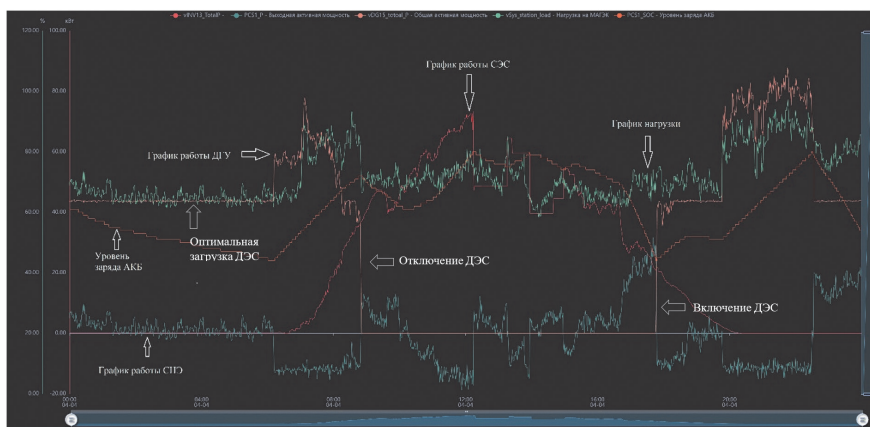


Рис. 3. Ретроспективный график активных мощностей SCADA АГЭК производства ООО «Лаборатория преобразовательной техники»

Благодаря разработанным ООО «Лаборатория преобразовательной техники» алгоритмам работы, задержка реакции СНЭ на изменения баланса мощностей близка к нулю, что не обеспечивается стандартными СНЭ, поставляемыми на мировом рынке. Это объясняется тем, что задача работы СНЭ в изолированных энергосистемах не является массовой в общемировой практике. Подобными задачами занимаются всего несколько инженеринговых компаний в мире. В России данную компетенцию успешно развивает инженеринговая команда ООО «Лаборатория преобразовательной техники», имеющая 12-летний опыт разработки решений для проектов автономных энергосистем (Microgrid). Нарботанный командой опыт позволил внедрить важную разработку – замену вращающегося резерва за счет СНЭ. При unplanned отключении одного из генераторов его мощность без задержки «принимается» СНЭ, далее поступательно или после запуска резервного генератора, мощность распределяется между работающими (вращающимися) генераторными установками. Данная функциональная разработка для СНЭ позволяет обеспечивать важный переход в АГЭК из режима (состояния) параллельной работы «СНЭ-СЭС-ДЭС» в режим (состояние) «СНЭ-СЭС» без токовой паузы (без прерывания формирования напряжения). При таком переходе последняя ДГУ отключается, формирование сети (напряжения и частота) обеспечивается только за счет СНЭ (сетевые солнечные инверторы и нагрузка не испытывают прерывания).

Возможно, описанный переход выглядит не столь значимо в рамках большого перечня функций и режимов (состояний) АГЭК и СНЭ, однако на практике он уже успел стать головной болью для энергосервисных компаний, развивающих направление АГЭК. ООО «Лаборатория преобразовательной техники» (ГК «Системотехника») совместно с ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» успешно решили данную проблему на уже работающих энергетических объектах на территории РФ.

Для эффективной работы АГЭК необходим исчерпывающий функциональный арсенал, сосредоточенный в АСУ ТП и СНЭ. Успешно реализованные объекты подтвердили надежность работы согласованной системы управления и СНЭ. Пример суточного графика непрерывной работы с одного из объектов приведен на рис. 3. На нем виден момент полного отключения ДЭС, а также оптимальная нагрузка ДЭС без набросов и спадов мощности на ней.

Помимо возможностей, описанных выше, ГК «Системотехника» (подразделение ООО «Лаборатория преобразовательной техники») обеспечивает также максимальную заводскую готовность оборудования, его качественную компоновку с возможностью быстрого ввода в эксплуатацию на объекте, позволяя оптимизировать время на строительно-монтажные работы, а также планирование сложной по проходимости логистики. Дистанционное сопровождение наладки и шеф-монтажных работ позволяет минимизировать сроки ввода в эксплуатацию оборудования на удаленном объекте, а также позволяет точнее оценить расходы на

модернизацию энергетической инфраструктуры и прибыль, которую эта модернизация обеспечит.

Таким образом, при комплексном подходе к энергетическим решениям, где присутствует задача интеграции СНЭ и АСУ ТП с объектами топливной генерации и ВИЭ, перспективно рассматривать системы производства ГК «Системотехника» (подразделение ООО «Лаборатория преобразовательной техники»), обладающие рядом бесспорных практических преимуществ, а также исчерпывающими техническими характеристиками. При их использовании становится возможным намеченное развитие систем электроснабжения при работе с топливными генераторными установками не только киловаттного, но и мегаваттного класса. Применение подобных технологических комбинаций уже сегодня позволило в достаточном объеме применить «гибкие» технические решения для современной и развивающейся энергетики в рамках развития общемировых тенденций Microgrids и SmartGrids: автоматизированные системы управления с распределенными измерителями и динамическим регулированием баланса мощностей, оптимизацию режимов топливных генераторных установок и замену вращающегося резерва, оптимизацию капитальных и операционных издержек собственников генерации, а также интеграцию ВИЭ с максимальной эффективностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации: [Электронный ресурс]. Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях России. URL: ссылка. (Дата обращения: 15.08.2024).
2. Neftegaz.RU: [Электронный ресурс]. РусГидро ввело в эксплуатацию 4 современных ВИЭ-энергокомплекса в Якутии. URL: ссылка. (Дата обращения: 15.08.2024).
3. РусГидро: [Электронный ресурс]. Солнечная генерация. URL: ссылка. (Дата обращения: 15.08.2024).
4. RusCable.Ru: [Электронный ресурс]. Минэнерго рассказало о программе модернизации в удаленных и изолированных районах Дальневосточного федерального округа. URL: ссылка. (Дата обращения: 15.08.2024).