

Возобновляемые источники энергии – основное направление в развитии энергетики

Игорь Петрик – компания Wärtsilä

In brief
Renewable energy sources – the main direction of power market development.

The global energy market is constantly evolving. Current market trends show the energy landscape is in transition towards more flexible energy systems with a rapidly increasing share of renewable energy, declining inflexible baseload generation and wider applications of storage technology. The declining costs of renewables have begun to reduce new investments into coal and other inflexible baseload technologies; a transition which will eventually cause renewables to become the new baseload. Wärtsilä aims to accelerate this transition towards a 100% renewable energy future. As a leading global energy system integrator offering a broad range of flexible and efficient solutions for the operational lifecycle. Wärtsilä can create optimal paths towards a 100% renewable energy future for its customers by analysing customer requirements and building optimal energy systems with total cost of ownership. This paper describes this transition – the dynamic nature of the energy market, the increasing requirements for the flexible assets in power systems.

Тенденции развития мирового энергетического рынка демонстрируют переход к более гибким энергосистемам с быстро увеличивающейся долей возобновляемой энергии. Снижение стоимости возобновляемой энергии ведет к сокращению инвестиций в угольные и другие негибкие технологии базовой нагрузки – возобновляемые источники энергии (ВИЭ) становятся генераторами базовой нагрузки. В 2017 году 14 % электроэнергии в мире было выработано солнечными и ветровыми станциями (СЭС и ВЭС).

Компания Wärtsilä поставила стратегическую цель – форсировать переход к возобновляемой энергетике. В данной статье представлены особенности этого перехода: динамический характер глобального энергетического рынка, возрастающие требования к источникам гибкости (маневренности) в энергосистемах, гибкость и надежность гибридных электростанций на базе СЭС в комбинации с энергоблоками на базе ДВС и системами накопления энергии (СНЭ), а также наиболее успешные проекты, реализованные компанией Wärtsilä. Сегодня компания в качестве глобального интегратора энергетических систем имеет целый ряд гибких и эффективных решений в данной области. Она разрабатывает для своих заказчиков пути перехода к полностью возобновляемой энергетике, основываясь на анализе потребностей заказчика и оптимизации затрат на жизненном цикле.

Революция в использовании ВИЭ

В последние годы наблюдается снижение объема инвестиций в строительство традиционных электростанций базовой нагрузки и стремительный рост инвестиций в возобновляемую энергетiku. В апреле 2019 г. суммарная мощность ВЭС и СЭС в США превысила мощность угольной генерации, а вывод из эксплуатации традиционных видов генерации (угольных, атомных, газовых и пр.) превысил ввод новых мощностей, и эта тенденция будет продолжаться. Благодаря увеличению объемов

производства оборудования и развитию технологий солнечной и ветрогенерации, на мировом рынке быстрыми темпами растет конкурентоспособность СЭС и ВЭС. За последние 20 лет стоимость одного кВт ВЭС снизилась на 40 %, а СЭС – на 90 %. В 2017 г. установленная мощность СЭС и ВЭС в мире была 1100 ГВт, а к 2024 г. этот показатель увеличится до 2000 ГВт. Аналогичные тенденции и на рынке систем накопления энергии – их общая установленная мощность в 2012 г. составляла 139 МВт, к 2017-му она выросла до 1179 МВт.

Такая трансформация отрасли и общая направленность на развитие ВИЭ начинают создавать проблемы для электростанций базовой нагрузки, составляющих основу централизованных энергосистем, в которых эффективность достигалась большими размерами генерирующих блоков. Стоимость электроэнергии ВЭС и СЭС приближается к точке равновесия с ценой тепловой генерации. Экономические причины заставляют энергокомпании менять портфели своих активов в пользу ВИЭ и гибкой генерации. Источники гибкости, такие как газопоршневые станции и системы накопления энергии, необходимы для обеспечения надежности энергосистем и доступности цен на электроэнергию.

С учетом капитальных затрат на строительство приведенная стоимость электроэнергии (LCOE) новых СЭС и ВЭС скоро станет ниже этого показателя для новых проектов парогазовых и угольных станций и вызовет дополнительный интерес к инвестициям в «зеленую» энергетiku, что уже сейчас явно просматривается в различных странах. Так, в Китае более конкурентоспособным считается строительство наземных ВЭС, чем угольных станций. В США уже сейчас капитальные затраты на строительство наземных ветропарков ниже, чем на строительство ПГУ.

Вторая критическая точка появится, когда энергия новых СЭС и ВЭС станет дешевле, чем продолжение эксплуатации существующих газовых или угольных станций, т.е. полная

себестоимость возобновляемой энергии с учетом затрат на строительство СЭС и ВЭС станет меньше, чем маржинальная себестоимость энергии, производимой традиционными станциями. Это приведет к их постепенному выводу из энергосистемы раньше экономически обоснованного срока службы и ускорению перехода к ВИЭ. В результате в скором будущем СЭС и ВЭС достигнут сетевого паритета, когда полная приведенная стоимость производимой ими электроэнергии будет ниже или равна стоимости электроэнергии, приобретаемой в энергосети, без дополнительных субсидий или господдержки.

Более того, негибкие генерирующие мощности будут выводиться из эксплуатации – ярким примером здесь является Австралия, реализующая процесс декарбонизации. Ведущая интегрированная энергетическая компания AGL Energy Ltd. планирует вывести из эксплуатации угольную электростанцию Liddell общей установленной мощностью 1000 МВт и заменить ее СЭС и ВЭС общей мощностью 1600 МВт, дополнительной газопоршневой электростанцией на 750 МВт и системой накопления энергии 250 МВт. Данная гибкая модель энергосистемы на базе ВИЭ обеспечивает полную приведенную стоимость электроэнергии: 83 AUS/МВт·ч по сравнению с 106 AUS/МВт·ч для угольной ТЭС.

Переход к энергосистемам с большой долей ВИЭ

Мировое движение к 100%-й возобновляемой энергетике будущего происходит впечатляющими темпами. Генерирующие компании и правительства стран пересматривают свои перспективные планы касательно негибких мощностей, заменяя тепловую генерацию возобновляемой. Поэтапный переход от энергосистем с 0...20 % «зеленых» электростанций к модели с 80...100 % возобновляемой генерации потребует серьезных инфраструктурных изменений, инвестиций и технологических инноваций.

В прошлые годы, когда технологии ВИЭ были дороже, чем производство электроэнергии из ископаемых видов топлива, основное количество энергии производилось негибкими угольными, атомными или газовыми станциями большой мощности. Они использовались как в базовом, так и в пиковом режиме, а экономически эффективное обеспечение вспомогательных услуг с помощью систем накопления энергии ограничивалось неразвитостью необходимых технологий. Более того, при такой модели («0 % ВИЭ») энергосистемы всех стран строились на базе централизованных сетей, в которых потребители энер-

гии были просто пассивными участниками рынка.

Сейчас доля ВИЭ в энергосистемах достигла 14 %, и негибкая генерация стала замещаться гибкой тепловой мощностью для обеспечения устойчивости сети, а электростанции на ВИЭ становятся более конкурентоспособными даже без дополнительных субсидий. Все чаще начинают применяться СНЭ для переноса энергии, а переменный характер возобновляемой генерации меняет устоявшиеся бизнес-модели. В скором времени будет достигнут сетевой паритет ВИЭ и СНЭ благодаря росту рентабельности их интеграции в состав энергосистем.

В модели энергосистемы с 80...100 % ВИЭ необходимость в негибких электростанциях отпадет, поскольку базовую выработку электроэнергии будут выполнять СЭС и ВЭС. Рост использования ВИЭ потребует высокоманевренной тепловой генерации для поддержания надежности энергосистемы, а накопители энергии станут ключевым компонентом в поддержании баланса при базовой нагрузке. Обладая информацией о производстве энергии, потребители начнут активно участвовать в управлении энергосистемой. Избытки энергии можно будет использовать для производства синтетического газа для гибких энергоблоков, применяемых в качестве резерва при сезонных колебаниях нагрузки.

Обеспечение гибкости – основная задача

Повышение эксплуатационной гибкости любой энергосистемы жизненно важно для достижения высокой степени интеграции ВИЭ, она позволяет энергосистеме адаптироваться к колебаниям как спроса, так и предложения экономически эффективным способом. Для традиционных систем ключевой задачей было обеспечить достаточную генерирующую мощность для покрытия пикового спроса. Для энергосистем с большой долей ВИЭ более важно иметь достаточную гибкость. Поскольку доля ВИЭ постоянно увеличивается, колебания

AGL Energy Ltd., Австралия

Компания Wärtsilä построит под ключ для AGL Energy Ltd. маневренную ГПЭС мощностью 211 МВт. Этот первый в Австралии проект по использованию газопоршневых агрегатов в национальной энергосистеме страны будет реализован на базе двухтопливных двигателей Wärtsilä 50DF. Станция будет выполнять быстрый старт, необходимый для компенсации колебаний вырабатываемой мощности СЭС и ВЭС, и выходить на номинальную мощность в течение нескольких минут, обеспечивая высокую надежность при работе в любых условиях.

спроса и предложения становятся все более значительными, вызывая потребность в эффективном регулировании мощности.

Гибкость энергосистемы позволяет регулировать мощность, увеличивая производство для балансирования системы в случае необходимости и уменьшая, когда потребление сокращается. Для краткосрочного балансирования важна скорость отклика, в более длительных периодах потребуется перенос энергии и использование СНЭ большой емкости. Гибкость будет необходима и для операционной безопасности, чтобы обеспечить наличие быстрых резервов для замещения потери генерирующей мощности.

Существуют три основных вида гибкости: суточная, недельная и сезонная. Суточные колебания, вызванные изменениями спроса и предложения, будут покрываться с помощью СНЭ, обеспечивающими регулирование частоты с секундным и минутным откликом на колебания выработки СЭС и ВЭС. В модели энергосистемы со 100 % ВИЭ гибкая тепловая генерация, работающая на сингазе, биогазе или синтетическом жидком топливе, заменит тра-

диционные станции базовой нагрузки для использования в качестве резерва на недельных интервалах. Сезонные колебания, связанные с погодными условиями (муссоны, длительные периоды полярного дня), будут заметно влиять на функционирование возобновляемой энергосистемы. Их можно будет компенсировать производством синтетических топлив как формы накопления энергии при использовании имеющейся инфраструктуры СПГ и систем «энергия-в-газ».

Дополнительно к инвестициям в увеличение гибкости, переход к энергосистеме со 100 % ВИЭ потребует больших инвестиций в строительство новых генерирующих мощностей. Поскольку существующие базовые электростанции будут заменены гибкими мощностями, ВИЭ и накопителями, то в силу прерывистого характера выработки энергии СЭС и ВЭС потребуется гораздо больший объем установленной мощности для покрытия пиковой нагрузки, чем в случае традиционной генерации. В энергосистеме с 80 % ВИЭ потребуется мощность возобновляемых источников, равная четырехкратному уровню пикового потребления. Аналогичным образом, при 100 % ВИЭ необходима пятикратная мощность возобновляемой генерации и четырехкратная мощность накопителей по сравнению с мощностью пиковой нагрузки. Эти инвестиции, хотя и являются огромными, обеспечат более низкую стоимость вырабатываемой электроэнергии в связи с постоянно снижающейся стоимостью СЭС и ВЭС.

Моделирование энергосистемы Филиппин (рис. 1), на уровне отдельно взятой страны, показывает, что общая установленная мощность растет с 24 735 МВт (при 20 % ВИЭ) до 64 271 МВт (при 100 % ВИЭ). Мощность накопителей увеличивается при этом с 0 МВт·ч до 44 000 МВт·ч.

Создание энергетических систем Понимание процесса

Интеграторы энергосистем должны понимать особенности развития энергетического рынка и постоянно анализировать экономические тенденции, чтобы найти возможности для предприятий энергетического и промышленного сектора. Оптимальная конфигурация современных энергосистем, требования к ней и долгосрочные планы развития определяются путем математического моделирования с использованием технологических ограничений гибкости, нагрузочных профилей ВИЭ высокого разрешения и совместной оптимизации энергии и резервов. Это дает понимание, какого типа активы должны быть интегрированы в

Электростанция Malicounda, Сенегал

Развитие энергетического сектора является центральным пунктом плана развития Сенегала, согласно которому к 2025 г. должен быть обеспечен доступ к электроэнергии во всех регионах страны. Сенегал имеет значительный потенциал для развития солнечной энергетики, ветроэнергетики, большие прибрежные запасы природного газа. Развиваются также и другие ключевые технологии, включая СНЭ.

Электростанция Wärtsilä Flexicycle, построенная в рамках контракта с Matelec Group, существенно увеличит выработку электроэнергии, снизятся эксплуатационные затраты благодаря высокой степени готовности, эффективности и надежности энергоснабжения. Кроме того, будет обеспечена необходимая гибкость для интеграции СЭС и ВЭС в энергосистему Сенегала, при этом существенно снизятся тарифы на электроэнергию в стране.

Для электростанции Malicounda в г. Мбур, в 85 км от столицы страны г. Дакар, будет поставлена высокоэффективная электростанция Flexicycle™ мощностью 130 МВт. На первом этапе в ее состав войдут 7 энергоблоков Wärtsilä 18V50, работающих на мазуте, в перспективе их планируется перевести на природный газ, как только он будет доступен в Сенегале. Станция будет эксплуатироваться в базовом режиме, а 10-летний контракт на техническое обслуживание, заключенный с компанией Wärtsilä, будет гарантировать высокую готовность и надежность.

Электростанции Wärtsilä Flexicycle объединяют гибкость станций простого цикла и высокий КПД комбинированного цикла, поэтому они могут работать в высокоэффективном комбинированном цикле для базового производства электроэнергии, а также в простом цикле при динамических режимах. Flexicycle проектируются на базе газовых, жидкотопливных и многотопливных энергоблоков и паровой турбины. Ввод электростанции Malicounda в коммерческую эксплуатацию запланирован на 2020 г.

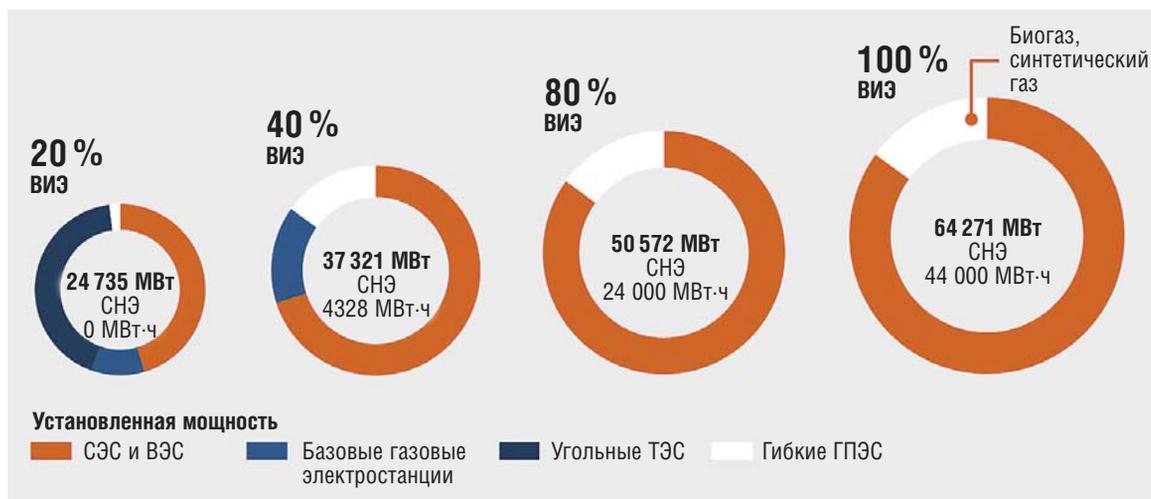


Рис. 1. Оптимальная модель построения энергосистемы на базе 100 % ВИЭ для Филиппин

энергосистему, каковы системные требования и какая технология обеспечит наименьшие затраты при максимальной эффективности и надежности.

Проектирование и строительство

На основе анализа и оптимизации энергосистемы можно проектировать и строить необходимые мощности в ее составе. Каждый актив должен рассматриваться индивидуально, например, строительство гибридной электростанции (СЭС и ДВС) или станции на базе какой-либо одной технологии. Это необходимо для того, чтобы определить различные подсистемы и инфраструктуру, подлежащие интеграции в единый объект, который будет функционировать в составе энергосистемы нужным образом. На данном этапе необходимо понимать особенности эксплуатации и технического обслуживания оборудования в зависимости от специфических особенностей энергосистемы и количества генераторов в ее составе.

Техническое обслуживание

Техническое обслуживание подразумевает всестороннее понимание специфических особенностей эксплуатации энергосистем, включая эксплуатацию интегрированных активов, применение передового программного обеспечения, а также наличие набора услуг для обеспечения жизненного цикла оборудования. Данный шаг включает анализ потребностей заказчиков на всем жизненном цикле оборудования и разработку путей оптимизации по использованию и поддержанию технического состояния мощностей энергосистемы.

Компания Wärtsilä в качестве интегратора энергосистем имеет достаточный опыт и возможности для моделирования и определения оптимальной конфигурации энергосистем и

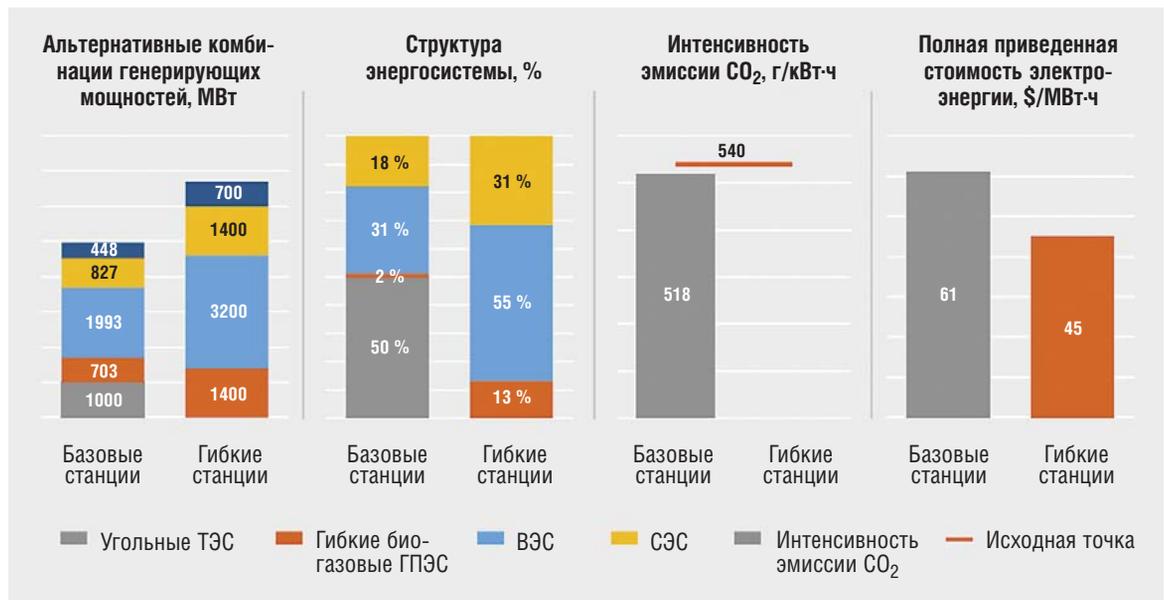
интеграции технических решений в существующие объекты. Компания также обладает навыками, способствующими созданию 100 % возобновляемых систем на уровне страны, региона или конкретного заказчика. Более того, в качестве генподрядчика и сервисного партнера компания может разработать индивидуальные решения по объединению различных технологий, таких как электростанции на базе ДВС, СЭС, СНЭ, блоки «энергия-в-газ» в составе единой энергосистемы.

Например, штат Нью-Мексико в США является одним из самых оптимальных регионов для построения энергосистемы на базе 100 % ВИЭ в связи с исключительными ресурсами ветра и солнца. При разработке модели энергосистемы штата компания Wärtsilä установила, что для увеличения доли ВИЭ с 10 % до 100 % потребуются установить 954 МВт гибкой газовой генерации и 700 МВт СНЭ дополнительно к существующим мощностям. Сравнение двух альтернативных сценариев для штата Нью-Мексико показывает, что дальнейшее инвестирование в негибкие мощности при-

Компания Tucson Electric Power, штат Аризона, США

Компания реализует проект по строительству интеллектуальной электростанции на базе оборудования Wärtsilä мощностью 200 МВт. Она обеспечит необходимую эксплуатационную гибкость энергосистемы для интеграции СЭС и ВЭС. Поставив задачу довести долю возобновляемой энергии в своем портфеле до 30 % к 2030 г., компания выбрала оборудование Wärtsilä благодаря быстрому пуску и способности справляться с проблемами, создаваемыми большой долей ВИЭ. ГПЭС будет построена на площадке существующей электростанции. Агрегаты Wärtsilä заменят устаревшие паротурбинные энергоблоки, что в результате повысит общий КПД станции. Кроме того, будут снижены уровни эмиссии NO_x примерно на 60 % (350 т/год). Важно отметить, что для энергоблоков Wärtsilä требуется минимальное количество воды для охлаждения, а это существенное преимущество для данного региона.

Рис. 2. Сравнение двух альтернативных сценариев для энергосистемы с благоприятными климатическими условиями на примере энергосистемы PNM в штате Нью-Мексико



ведет к нежелательным последствиям (рис. 2). В частности, интенсивность выбросов CO₂ возрастет до 518 г/кВт·ч по сравнению с практически нулевыми выбросами в случае сценария гибкой генерации.

Essakane Solar SAS, Буркина Фасо

Золотодобывающее предприятие Essakane SA получает требуемую мощность от крупнейшей в Африке гибридной электростанции СЭС–ДВС, проект реализован компанией Wärtsilä. СЭС мощностью 15 МВт установлена на площадке существующей ГПЭС Wärtsilä (55 МВт) на базе энергоблоков, работающих на мазуте. Гибридная станция имеет единую систему управления. В результате модернизации обшей КПД станции был существенно повышен. Энергоблоки ДВС обеспечивают резервирование и баланс нагрузки в энергосети, а СЭС вырабатывает электроэнергию в течение светлого времени суток.

СЭС позволяет сэкономить топливо, что в результате гарантирует дополнительную прибыль и экологические преимущества. Ожидаемая экономия топлива составит 6 млн л/год, а сокращение ежегодных выбросов CO₂ – 18 500 тонн. В рамках контракта компания Wärtsilä реализовала проект под ключ, включая поставку инверторов и распределительных устройств. Было поставлено более 130 000 солнечных панелей, кроме того, разработана единая система управления гибридной электростанции.

В состав интеллектуальной электростанции входит 11 агрегатов Wärtsilä 32. Они покрывают любые колебания мощности, вырабатываемой СЭС, для поддержания баланса в сети. Гибридная электростанция Essakane, одна из крупнейших станций данного типа в мире, является прорывным решением для промышленных предприятий, использующих дизельные энергоблоки в качестве единственно возможного источника энергии. Это также оптимальное решение для горнодобывающих предприятий, которые работают в островном режиме и нуждаются в электроэнергии круглосуточно. Для таких предприятий расходы на выработку энергии составляют 30 % всех эксплуатационных расходов. Включение в состав электростанции солнечных панелей сокращает затраты на электроэнергию, а также повышает устойчивость к колебаниям цен на топливо.

Интеллектуальное производство электроэнергии

Эксплуатационная гибкость и гибридные решения являются ключевыми факторами для перехода к 100 % возобновляемым энергосистемам. Концепция интеллектуального производства электроэнергии Wärtsilä предоставляет высшую степень маневренности для балансирования ВИЭ. Компания также разрабатывает различные гибридные решения на базе СНЭ и систем управления производством электроэнергии для стабилизации энергосистемы и интеграции большого количества СЭС и ВЭС. Особенностью электростанций Wärtsilä является высокий КПД, высокая эксплуатационная гибкость и работа на различных видах топлива. Они эффективно покрывают колебания нагрузки в энергосистеме и обеспечивают высокий уровень экономии эксплуатационных затрат, предоставляя следующие преимущества для энергосистемы:

- компенсация больших колебаний выработки ВЭС и СЭС;
- освобождение станций базовой нагрузки от несвойственных им циклических режимов путем замещения их в пиковых и переходных режимах;
- участие в первичном и вторичном регулировании частоты;
- предоставление быстрых не возвращающихся («холодных») резервов, которые не потребляют топливо в режиме ожидания, но могут выходить на номинальную мощность за две минуты, замещая таким образом «горячие» резервы на валу недогруженных турбогенераторов, в результате повышается общая эффективность энергосистемы.

Гибридные электростанции СЭС–ДВС

Солнечные станции составляли одну треть от всей новой мощности, установленной в мире в 2017 г. (100 ГВт), и почти 50 % от всех общемировых инвестиций в чистую энергетику. Очевидно, что сегмент СЭС является доминирующим на рынке ВИЭ – его рост намного превосходит рост ВЭС и ГЭС, равно как и любой тепловой генерации.

Компания Wärtsilä представила на рынок гибридные решения, включающие синхронизированные между собой СЭС и газопоршневые электростанции, предлагаемые к поставке под ключ. Двигатели предназначены для компенсации потери дневного света путем немедленного пуска и быстрого выхода на полную мощность со скоростью, измеряемой в МВт/мин. Этот тип ДВС представляет единственную технологию, обеспечивающую подобную степень маневренности. Компания реализует технические и сервисные решения для всего жизненного цикла гибридных проектов, включая поставку ДВС и СЭС, их интеграцию в единую систему, девелопмент и финансирование проектов.

При использовании гибридных электростанций СЭС–ДВС сокращается расход топлива, расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования. На рис. 3 в качестве примера представлена гибридная электростанция мощностью 150 МВт (100 МВт – ДВС, 50 МВт – СЭС), работающая в сети. Она позволяет экономить 21 % топлива по сравнению с электростанцией на базе ДВС – в течение года экономия составит 200 тыс. баррелей жидкого топлива. В данном случае электростанция расположена в экваториальном регионе с очень жарким климатом, основные пики потребления приходятся на полдень,

что связано с необходимостью кондиционирования воздуха.

Кроме того, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание на МВт·ч для гибридной электростанции могут быть на 50 % ниже, чем для отдельной СЭС. Наконец, экономической предпосылкой для использования гибридной станции является экономия топлива и, таким образом, направление дополнительных инвестиций в солнечные панели. Применение гибридной электростанции становится экономически оправданным, когда стоимость сэкономленного топлива превышает инвестиции в солнечные панели.

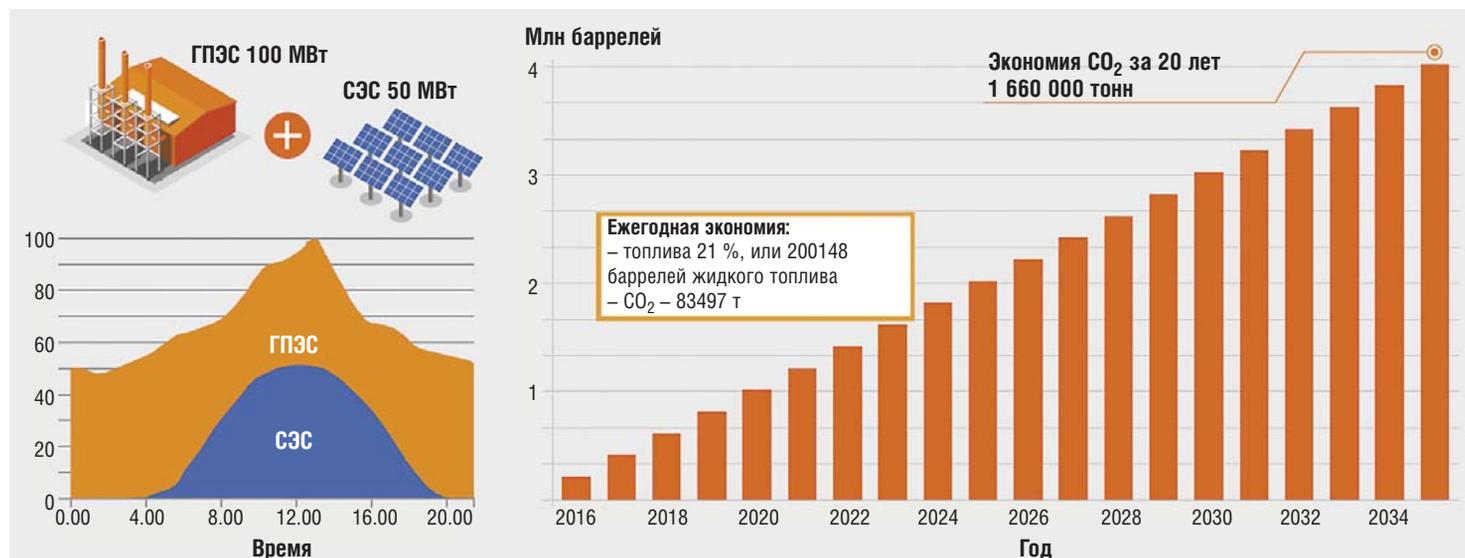
Гибридные решения на базе СНЭ

Системы накопления энергии являются важным компонентом полностью возобновляемых энергосистем. Ожидается, что емкость и мощность СНЭ возрастут в стократном размере, при этом более четверти электроэнергии в энергосистеме будет проходить через СНЭ. В настоящее время общая установленная емкость СНЭ в мире составляет 1,3 ТВт·ч, в перспективе прогнозируется ее рост до 1005 ТВт·ч. Технические решения Wärtsilä с использованием СНЭ существенно повышают эффективность энергосистем, увеличивая мощности резервирования и создавая новые возможности на энергетических рынках.

Благодаря приобретению компании Greensmith Energy, ведущего разработчика программного обеспечения для систем управления производством и передачей электроэнергии, Wärtsilä предлагает СНЭ сетевого уровня, гибридные системы на базе СЭС или ВЭС и энергоблоков ДВС и СНЭ.

Greensmith Energy специализируется на интеграции и оптимизации СНЭ. К настоя-

Рис. 3. Принятая цена поставки 50 \$/баррель, экономия на стоимости топлива \$10 млн в год. Объем эмиссии CO₂ снижен на 21 % (около 83000 т/год)



Экспериментальная СНЭ, Сингапур

Компания *CW Group*, одна из ведущих консалтинговых информационно-аналитических компаний, заключила контракт с *Wärtsilä* на поставку экспериментальной СНЭ мощностью 2,4 МВт и емкостью 2,4 МВт·ч. Цель государственной программы по развитию энергетики – 1 ГВт СЭС к 2020 г. и улучшение, таким образом, экологической ситуации в Сингапуре. Это первый проект по созданию СНЭ для муниципальных предприятий в стране.

Он стал ярким примером возможностей *Wärtsilä* в области применения передовых технологий и программного обеспечения GEMS.

Создание СНЭ поможет Сингапуру максимально использовать солнечную энергию благодаря обеспечению необходимого энергетического резерва и сокращению пиковых потребностей в электроэнергии. Кроме того, в процессе эксплуатации СНЭ можно будет оценить возможности применения данных технологий в условиях жаркого и сырого климата, их влияние на энергетические сети и выработать стратегию широкого применения СНЭ в энергосистеме.

За это время она реализовала более 70 проектов по всему миру. Программная платформа GEMS (Greensmith Energy Management System) является наиболее широко применяемой системой управления СНЭ в мире. Компания *Wärtsilä* предлагает уникальную комбинацию гибридных решений на базе ДВС, ВИЭ и СНЭ, объединенных, управляемых и оптимизированных с помощью системы управления GEMS. Основной функционал: регулирование частоты и первичный резерв; покрытие пиков потребления; закачка в период избыточного производства; перенос энергии.

Преимущества применения гибридного решения:

- максимальные доходы от ВИЭ за счет гарантирования графика поставки энергии ВИЭ;
- комбинация доходов от двух видов деятельности – продажи энергии и вспомогательных услуг;
- сбережение избыточной (ограниченной системным оператором) энергии;

Tornio Manga, Финляндия

Компания *Manga Terminal Oy* в настоящее время строит приемный терминал для СПГ в г. Торнио – он будет крупнейшим во всей Северной Европе. Эффективная логистическая цепочка, которая создается вокруг терминала, создаст диверсифицированный рынок топлива в данном регионе и принесет выгоды Финляндии и Швеции. СПГ является низкоэмиссионным видом топлива, поэтому он может использоваться на различных промышленных предприятиях, для судовых двигателей и при выработке электроэнергии.

Компания *Wärtsilä* заключила контракт на строительство терминала под ключ, включая оборудование для разгрузки, хранения, регазификации СПГ и распределительные трубопроводы. Объем резервуара для хранения газа – 50 000 м³. Реализация данного проекта наглядно продемонстрирует опыт компании *Wärtsilä* в данной области.

- выше эффективность производства энергии и ниже стоимость оборудования при подключении на стороне постоянного тока;
- адаптируемость к будущим изменениям рыночных, а также климатических условий, к конкуренции;
- перенос энергии: выдача вырабатываемой мощности сдвигается с дневных часов на пиковые периоды потребления;
- управление набором мощности: обеспечивается требуемая скорость набора мощности электростанции независимо от погодных условий;
- регулирование частоты: выдача реальной мощности по сигналу автоматической регулировки усиления или в ответ на изменение частоты в сети в течение одной секунды (рис. 4).

Система «газ-в-энергию»

В последние годы происходит глобальный переход на более чистые виды топлива, что уже привело к резкому спросу на сжиженный природный газ (СПГ). Он все более доступен на различных рынках, и появилась возможность транспортировать его в ограниченных количествах небольшим потребителям. Как показывают данные, СПГ вполне может конкурировать с углем по стоимости производства электроэнергии, и его роль в электроэнергетике быстро растет, так как СПГ начинает все чаще использоваться в качестве топлива для маневренных электростанций, интегрированных с СЭС и ВЭС.

Поскольку доля СЭС и ВЭС в энергосистемах быстро растет, а общая нагрузка тепловых электростанций снижается, газовые станции могут использоваться для снятия пиковых нагрузок и балансирования энергосистемы. Они имеют существенные преимущества по сравнению с электростанциями других типов: строительство и ввод в эксплуатацию осуществляется быстрее, капитальные затраты ниже, а экологическое воздействие на окружающую среду минимально.

Компания *Wärtsilä* является ведущим поставщиком технических решений для систем превращения газа в энергию не только в части газопоршневых генерирующих агрегатов, но и на всех остальных этапах цепочки распределения СПГ, включая технологии по его сжижению и регазификации. Компанией поставлено более трети всех установок регазификации для плавучих хранилищ газа. Кроме того, системы управления резервуарными парками СПГ используются на многих ведущих предприятиях-производителях сжиженного природного газа в мире.

Обслуживание на всем жизненном цикле оборудования

Одновременно с техническими решениями для энергетики компания Wärtsilä предоставляет поддержку своим заказчикам в течение всего жизненного цикла оборудования, оптимизируя его эффективность и производительность.

Одна из услуг – гарантированная производительность электростанции. За фиксированную плату Wärtsilä гарантирует поддержание показателей надежности и готовности станции, обеспечивающих способность включаться и выдавать требуемую мощность при возникновении спроса. Данная услуга включает техническую поддержку на месте эксплуатации, может предоставляться дистанционный мониторинг состояния оборудования из центров компетенции компании.

Заказчикам предоставляется также услуга по проведению упреждающей модернизации и модификации оборудования: Wärtsilä собирает и систематизирует данные по его работе, что позволяет прогнозировать состояние двигателей и планировать техническое обслуживание, а также упреждать возможные аварийные ситуации и выход оборудования из строя. Эксплуатация многоагрегатных электростанций осуществляется в зависимости от потребностей в энергосистеме. Попеременная работа двигателей обеспечивает оптимальную мощность, необходимую в конкретный момент, таким образом, снижается объем недополученной прибыли.

Еще одним сервисным решением компании Wärtsilä является топливная конверсия. Переоборудование двигателей на другой вид топлива помогает сократить эксплуатационные расходы, а также существенно продлить жизненный цикл электростанции. Топливная конверсия существующих двигателей дает такой же эффект, как и установка новых. При этом учитываются все аспекты – от безопасности до надежности – на тех же принципах, что и при поставке новых двигателей согласно последним конструкторским и проектным разработкам.

После конверсии новое адаптированное сервисное соглашение будет содействовать максимально быстрому возврату инвестиций. Работа на более экологически чистых видах топлива, например на газе, обеспечивает более высокую готовность оборудования к эксплуатации в связи с продлением интервалов технического обслуживания. Кроме того, значительно снижаются уровни эмиссии.

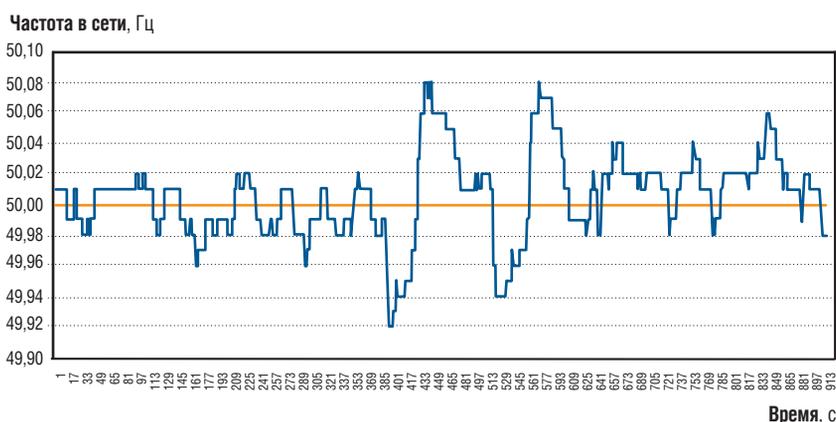


Рис. 4. Регулирование частоты в сети с помощью СНЭ

Электростанция Delimara, Мальта

Delimara – единственная местная станция, обеспечивающая электроэнергией Мальту и соседние острова совместно с линией, соединяющей Мальту с Сицилией. Общая мощность станции – 149,8 МВт. В ее составе эксплуатировались восемь агрегатов Wärtsilä 18V46, работающих на мазуте. На станции произведена топливная конверсия для работы на природном газе. На первом этапе 4 дизельных двигателя были конвертированы в двухтопливные Wärtsilä 50DF, на втором – остальные 4 двигателя конвертированы в газовые Wärtsilä 50SG. Двухтопливные двигатели Wärtsilä 50DF имеют высокий КПД при работе на природном газе, но также способны работать на легком нефтяном дистиллятном топливе в качестве резервного в случае перебоев с подачей газа.

После запуска станции в эксплуатацию на природном газе уровни эмиссии заметно снизились, что обеспечило выполнение экологических требований ЭЭС в регионе.

Заключение

Переход к 100 %-й возобновляемой энергетике сегодня активно реализуется. Уровень интеграции ВИЭ в состав энергосистем быстро повышается, при этом снижается конкурентоспособность негибких традиционных электростанций. Для успешной работы в будущем на экологически чистых и эффективных энергетических рынках необходимо максимально адаптировать свои стратегии к новым условиям.

Компания Wärtsilä, как интегратор энергетических систем, разрабатывает, строит и обслуживает оптимальные энергосистемы, обеспечивающие необходимую гибкость, надежность и эффективность, которые требуются для продвижения к энергетике будущего. **Т**