



Интеллектуальное производство энергии от Wartsila:

ГОТОВНОСТЬ К ЛЮБЫМ АВАРИЙНЫМ СИТУАЦИЯМ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

In brief

Prepared for all emergencies.

The first section of the Kiisa Emergency Reserve Power Plant is scheduled to begin operations in spring 2013. The plant, owned by Elering, Estonia's transmission system operator, is the first of its kind in the country for this application. Currently, there are no fast-start emergency power plants in Estonia. Emergency reserve power is purchased from Latvia under a contract that is due to expire at the start of April 2013. When this contract comes to an end, emergency reserve power will be provided by two new power plants – Sections 1 and 2 – built adjacent to each other. Both were supplied by Wartsila.

Раджив Арора, Матиас Бьерклунд, А. А. Никитин – Wartsila Corporation

Первый энергоблок аварийно-резервной электростанции Kiisa Reserve Power Plant в Эстонии запущен по графику весной текущего года.

Проект по строительству электростанции данного типа является первым в стране. Собственник станции – компания Elering, оператор энергетических сетей в Эстонии.

До настоящего времени в Эстонии не было резервных электростанций, обеспечивающих быстрый запуск. Мощность аварийного резерва приобреталась у Латвии в рамках контракта, срок которого истек в апреле текущего года. Теперь резервирование в национальной энергосети Эстонии будут обеспечивать две электростанции – Kiisa 1 и Kiisa 2, построенные на одной площадке.

Обе станции строятся компанией Wartsila в рамках контракта «под ключ» общей стоимостью 129 млн евро, по которому Wartsila поставит все оборудование электростанций, включая высоковольтное оборудование для подключения к энергосети, выполняет строительно-монтажные и пусконаладочные работы. Контрактом предусмотрено техническое обслуживание станций в течение 2 лет, а также возможность продления данной услуги до 10 лет.

Замещение 100 МВт аварийного резерва, ранее приобретавшегося у Латвии, дает компании Elering, государственному оператору энергосетей Эстонии, значительную экономию.

Общая мощность двух станций – 250 МВт, что составляет более 15 % всех пиковых потребностей страны в электроэнергии. ГПЭС предназначены для резервирования сети второй и третьей ступени в рамках реализации программы по развитию динамической генерирующей мощности энергетического сектора Эстонии в период до 2018 года. При возникновении любой аварийной ситуации в сети энергоблока способны в кратчайшее время восполнить большую часть зимней пиковой нагрузки Таллина.

Энергетическая система Эстонии: история вопроса

Когда в 2004 г. Эстония вступила в Евросоюз, ей пришлось внести ряд изменений в энергетический сектор. До этого производство, передачу и распределение электроэнергии обеспечивала государственная энергетическая компания Eesti Energia. Компания Elering, являясь одним из ее подразделений, осуществляла передачу электроэнергии потребителям по всей стране.

В соответствии с требованиями Евросоюза производство и передача электроэнергии были разделены – в результате Elering стала независимой компанией. Была разработана национальная программа по модернизации энергетического сектора в период 2008–2018 гг. Правительством были поставлены две основные задачи – надежное энергоснабжение потребителей и максимально низкие тарифы на электроэнергию.

Около 90 % из 2000 МВт установленной мощности обеспечиваются двумя электростанциями, работающими на горючих сланцах. Однако растет доля электроэнергии, вырабатываемой на ветровых станциях. Для поддержания баланса в энергосистеме периодически закупается электроэнергия, производимая гидроэлектростанциями Латвии, стоимость которой относительно высокая.

С либерализацией энергетического рынка в Латвии, возрастают риски резких скачков стоимости резервной электроэнергии, продаваемой в Эстонию. Компания Elering решила эту проблему, построив собственную электростанцию.

Выбор оборудования для резервной электростанции

Стремясь дополнить энергосистему мощностями, способными обеспечивать как регулирование сети, так и собственную аварийную мощность, компания Elering в 2010 г. объявила тендер на строительство электростанций, которые удовлетворяли бы указанным требованиям. Из пяти представленных на тендер предложений четыре основывались на газотурбинных технологиях. Пятое предложение было от компании Wartsila, предложившей решение на основе двухтопливных поршневых двигателей.

Конкурс проводился в соответствии с требованиями законодательства ЕС и с нормами FIDIC Silver Book как открытый публичный тендер. Материалы конкурса, включая всю переписку, предложения участников и принятые решения, публиковались в открытом доступе. (О степени детализации и технической проработки конкурсных предложений говорит тот факт, что бумажная версия предложения имела вес 40 кг). Процесс выбора технологии и генподрядчика был прозрачным и объективным: организаторы разработали формулу определения победителя тендера, которая учитывала не только капитальные затраты, но и стоимость жизненного цикла оборудования.

После тщательного анализа преимуществ представленного оборудования, его эксплуатационной и топливной гибкости, расходов за жизненный цикл были выбраны газопоршневые энергоблоки Wartsila. Предложенные компани-

ей решения имеют ряд преимуществ перед газотурбинными станциями. Электрический КПД газопоршневых блоков более высокий, и, что наиболее важно, они обеспечивают большую надежность выработки электроэнергии в сеть. Мощность каждого энергоблока – 10 МВт. При выходе из строя одного из них в составе многоагрегатной электростанции общая вырабатываемая мощность снижается незначительно. В случае же выхода из строя газотурбинного блока останавливается вся станция, и выработка электроэнергии прекращается.

Двухтопливные энергоблоки Wartsila: эксплуатационная гибкость

Газопоршневые энергоблоки обеспечивают более высокую надежность в эксплуатации благодаря возможности работать на различных видах топлива. Основное топливо электростанции Kiisa – природный газ, подаваемый из магистрального газопровода. При работе на полной мощности энергоблоки потребляют 55 000 м³/ч газа. В случае аварийного прекращения подачи газа они могут работать на дизельном топливе, потребление которого составит при этом 14 000 м³/ч. Аварийного запаса достаточно для работы станции на полной мощности в течение 120 часов (5 суток).

Двухтопливные энергоблоки компании Wartsila могут переходить с одного вида топлива на другой в автоматическом режиме, без остановки оборудования. Кроме того, возможен запуск энергоблоков с использованием пилотного жидкого топлива, что также является весомым преимуществом.

Двигатель Wartsila 34DF оснащен передовой топливной системой, которая состоит из трех частей. Одна система для газового топлива, вторая – для дизельного, третья – для подачи пилотного топлива для запуска двигателя.

Отдельное подсоединение системы подачи пилотного топлива обеспечивает его постоянное наличие вне зависимости от того, в каком топливном режиме работает двигатель.

Для впрыска пилотного топлива (небольшое количество легкого дистиллята) существует отдельная форсунка, в результате чего потребляется значительно меньшее его количество по сравнению с использованием единой форсунки для подачи жидкого топлива. Это объясняется тем, что расход топлива через главную форсунку невозможно снизить менее чем до 1 % от расхода при работе двигателя на полной мощности. Отдельная форсунка используется и для максимального снижения расхода пилотного топлива. Кроме того, существенно снижается расход более дорогого жидкого топлива при работе двигателя в газовом режиме.



Традиционно двигатели Wartsila 34DF запускаются в дизельном режиме при использовании основного и пилотного топлива. Когда достигнуто стабильное горение во всех цилиндрах, осуществляется переход на газовое топливо. При работе двигателя в газовом режиме расход пилотного топлива составляет менее 1 % от расхода на номинальном режиме. Количество пилотного топлива контролируется системой управления двигателя. При работе в дизельном режиме пилотное топливо также используется для охлаждения форсунок.

Двигатели могут поставляться заказчиком без системы подачи жидкого топлива – в этом случае при запуске используется пилотное топливо. Газообразное топливо подается после запуска двигателя, синхронизация и набор мощности осуществляются уже на газе.

Если все энергоблоки запускаются одновременно, потребление газа значительно возрастает. Это может приводить к снижению давления подаваемого газа, поскольку оператор газотранспортной сети должен оптимизировать давление в точке подачи в соответствии с возросшим расходом. Двухтопливные энергоблоки Wartsila могут запускаться и работать на жидком топливе и затем постепенно переходить на газ. Таким образом, давление газа в месте подачи останется в допустимых пределах.

При эксплуатации двигателей Wartsila 34DF может использоваться газ различного качества. В соответствии с расчетными характеристиками метановое число топливного газа должно быть 80 – двигатели 34DF могут работать на газе с более низким метановым индексом (но при этом будут снижаться их эксплуатационные характеристики). Предусмотрена также длительная эксплуатация двигателей на жидком топливе без снижения рабочих характеристик.

Двигатели работают на обедненной топливной смеси. Это обеспечивает снижение пиковых температур и, следовательно, снижение уровней эмиссии NO_x и тепловой нагрузки на компоненты двигателя. Таким образом, дости-

гается повышение *КПД* и мощности при отсутствии детонации.

Зажигание при использовании обедненной смеси достигается путем впрыска пилотного топлива в цилиндр. При его вводе в традиционный дизельный цикл обеспечивается стабильное зажигание. Для достижения оптимального *КПД* и низких уровней эмиссии каждый цилиндр контролируется индивидуально, что обеспечивает оптимальный состав топливоздушную смеси и периодичность впрыска пилотного топлива. Контроль процессов в двигателе осуществляется с помощью передовой системы автоматического управления, обеспечивающей оптимальные рабочие параметры и режимы независимо от окружающих условий или качества топлива.

Реализация проекта

В состав двух электростанций компании Elering входят 27 энергоблоков Wartsila 34DF: из них 12 двигателей установлены на станции Kiisa 1 (110 МВт) и 15 – на станции Kiisa 2 (140 МВт). Обе станции расположены рядом на одной площадке, в непосредственной близости к подстанции Kiisa (в 25 км от Таллина). Преимуществом такого расположения является то, что подстанция Kiisa соединена со всеми подстанциями в Эстонии.

Электростанции Kiisa 1 и Kiisa 2 подсоединены к энергосетям с напряжением, соответственно, 110 кВ и 330 кВ. Соединение их с высоковольтными сетями Эстонии обеспечивает компании Elering дополнительные резервные мощности и гибкость энергосистемы. Газотурбинная электростанция на базе одного энергоблока мощностью 150 МВт не обеспечивала бы таких преимуществ.

Важным критерием при выборе газопоршневых энергоблоков является также их быстрый пуск и выход на номинальную мощность. Одно из главных требований компании Elering при рассмотрении предложений, участвовавших в тендере, – обеспечить необходимую резервную

мощность в течение не более 15 минут. Энергоблоки Wartsila выходят на номинальную мощность в течение 10 минут. По расчетам специалистов, станции должны будут производить до 50 пусков ежегодно.

Средняя годовая наработка электростанций составит 200–500 часов. Эксплуатироваться ГПЭС будут в зависимости от ситуации в энергосистеме и требований по резервированию мощности в сети.

Станции полностью автоматизированы, наличие постоянного персонала не предусмотрено. Основное управление обеими станциями осуществляется из центрального диспетчерского пункта Elering в Таллине, где операторы могут выбирать режим в зависимости от потребности сети.

Дополнительно имеются центры управления на обеих станциях, обеспечен также удаленный доступ для авторизованного вмешательства в систему управления при необходимости. И хотя управление ГПЭС возможно из каждого центра, основным является диспетчерский пункт в Таллине, а в других пунктах только отслеживаются рабочие параметры оборудования.

Перспективы развития энергосистемы

Строительство резервной электростанции Kiisa было спланировано с учетом возможного роста дефицита электроэнергии в 2012–2021 гг. В этот период в стране предполагается ввод дополнительных мощностей около 750 МВт.

Компания Elering также планирует полностью закончить строительство станции к моменту ввода в эксплуатацию высоковольтной линии постоянного тока EstLink 2 между Эстонией и Финляндией – она станет частью суперсети, которая свяжет Скандинавские страны, через страны Балтийского побережья, с Центральной Европой. До момента ввода в эксплуатацию высоковольтной линии в 2014 г. Эстония обязана построить дополнительные резервные генерирующие мощности.

С вводом высоковольтной линии EstLink 2, компании Elering необходимо иметь 650 МВт резервных мощностей, что эквивалентно мощности самой большой электростанции в Эстонии. Для этого Elering заключила контракты с Россией, Беларуссией, Латвией и Литвой на поставку по 100 МВт резервной мощности – всего 400 МВт. Оставшиеся 250 МВт будут вырабатываться на электростанции Kiisa. Согласно графику работ, станция Kiisa 1 должна быть введена в коммерческую эксплуатацию к моменту окончания срока действия контракта на покупку электроэнергии с Латвией. Kiisa 2 начнет работать к моменту ввода высоковольтной линии электропередачи EstLink 2.

Разрешение на строительство и согласование проекта было получено в декабре 2011 г., после чего на объекте сразу начались строительные работы. В связи с высоким уровнем грунтовых вод и низкой несущей способностью грунта, для создания надежного фундамента было вбито более 1000 свай.

Поставка двигателей для станции Kiisa 1 началась в августе 2012 г., а через пять месяцев специалисты Wartsila приступили к поочередным испытаниям агрегатов. Дальнейшие испытания всей станции в целом подтвердили гарантируемые эксплуатационные характеристики, в частности, способность выдавать 110 МВт полной мощности через 10 минут после пуска. Это первая электростанция такого типа в Европе.

В соответствии с графиком, Kiisa 1 начала выдавать резервную мощность для поддержания баланса в энергосистеме в марте текущего года. На первом этапе станция работает на легком дистиллятном топливе, подключение к газовой

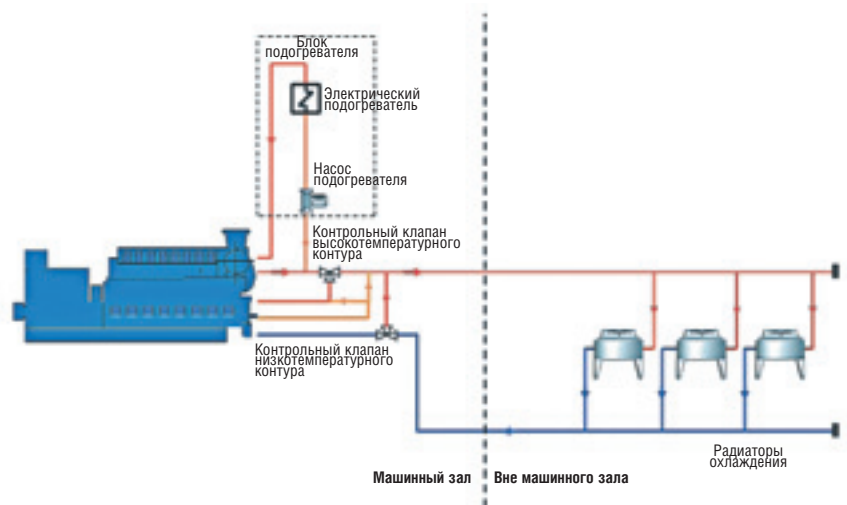


Рис. 1. Стандартная система подогрева двигателя

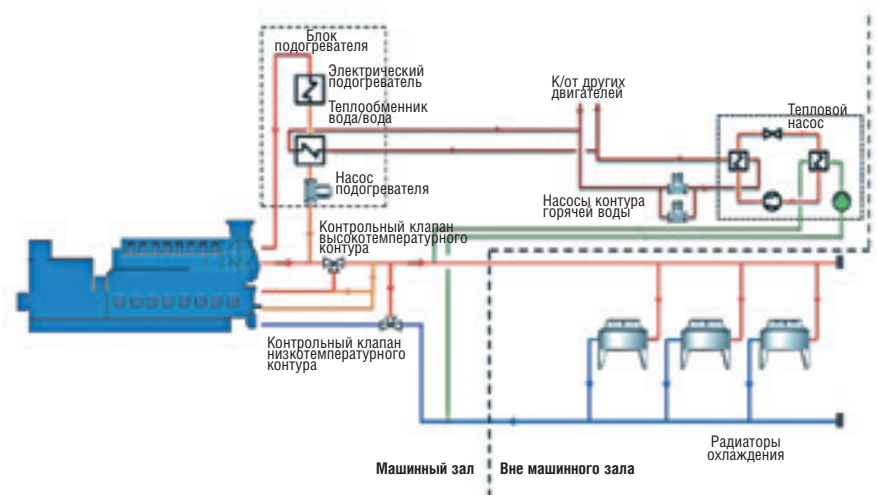


Рис. 2. Система подогрева двигателя с использованием воздушного теплового насоса, соединенного с радиаторами

магистрали планируется в июле-августе текущего года.

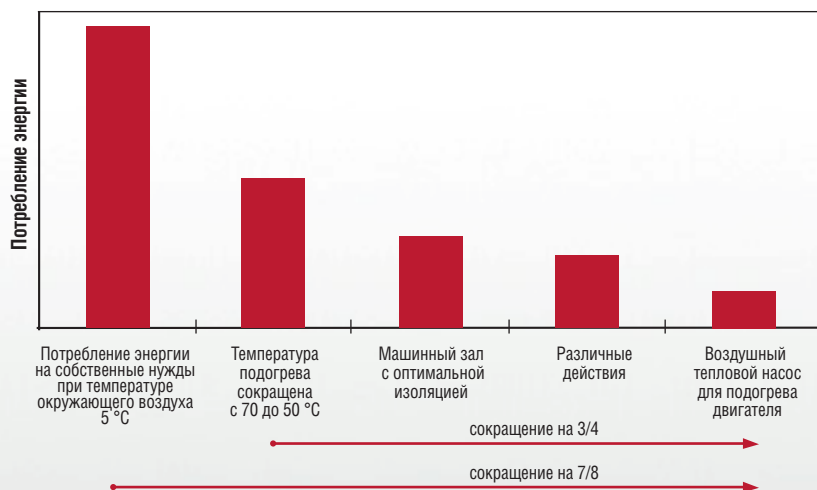
Работы по строительству энергоблока Kiisa 2 также осуществляются по графику. В настоящее время здание электростанции построено и завершены все строительные работы. Летом этого года будет проводиться монтаж вспомогательных и электротехнических систем, основное энергетическое оборудование поставят в 4-м квартале. Ввод станции Kiisa 2 запланирован на сентябрь 2014 г.

Технические решения при создании ГПЭС

При строительстве станций Kiisa 1 и Kiisa 2 применено большое количество инноваций, чтобы выполнить жесткие требования по потреблению энергии для собственных нужд станции, работающей в резервном режиме. Поскольку расчетная среднегодовая наработка станции составит 200–500 часов, то расход электроэнергии на собственные нужды должен быть низким. В связи с этим при реализации проекта были применены передовые технические решения:

- воздушный тепловой насос для предварительного прогрева двигателей (соединен с контуром радиатора) установлен без воздушно-водного радиатора. Вместо этого контур радиатора одного двигателя используется для предварительного подогрева всех двигателей в одном здании (рис. 1 и 2);
- пониженная температура предварительного подогрева двигателей;
- новое изолирующее лакокрасочное покрытие двигателя;
- шибер (заслонка) выхлопных газов для снижения утечки тепла из двигателя;
- для снижения тепловых потерь при конвективных потоках предусмотрен закрывающийся клапан на контуре радиатора;

Рис. 3. Потребление энергии на собственные нужды электростанции в резервном режиме



- для снижения потерь тепла и поддержания температуры масла поддон картера имеет термоизоляцию;
- для сокращения расхода воздуха управления предусмотрены цифровые преобразователи I/P для трехходовых клапанов контроля температуры;
- антиконденсационные подогреватели генераторов с контролем точки росы, функционирующие в зависимости от условий в машинном зале;
- расширительные баки закрытого типа внутри машинного зала и автоматическая система вентиляции двигателей исключают потери тепла и испарение воды;
- машинный зал оптимально изолирован и не требует вентиляции в резервном режиме.

Некоторые из технических решений, разработанные при проектировании станции Kiisa 1, уже применяются как стандартные для других электростанций. На ряд из них получены патенты. На рис. 3 представлен расчетный уровень снижения «паразитных» нагрузок в сравнении со стандартными электростанциями той же мощности и работающими в аналогичных условиях окружающей среды.

Концепция компании Wartsila: интеллектуальное производство электроэнергии для новых возможностей энергосистемы

Потребление электроэнергии будет стабильно расти во всем мире в течение последующих 25 лет. В то же время развитие технологий ее производства требует новых решений. Необходимо разрабатывать энергосистемы на возобновляемых источниках энергии. К 2008 году 68 % электроэнергии производилось с использованием ископаемых ресурсов, менее 3 % энергии, за исключением гидроэнергетики, — на основе возобновляемых источников. Причем нужно отметить, что их доля быстро растет, а это, в свою очередь, требует новых подходов к организации, структуре и управлению энергосистемами. Гибкое производство электроэнергии, основанное на принципах многотопливности и мультиагрегатности, играет существенную роль в создании устойчивых, надежных и эффективных энергосистем.

Используя установки интеллектуального производства энергии (Smart Power Generation, далее — SPG) в комплексе с модернизированными системами передачи и распределения энергии, можно вырабатывать электроэнергию в нужный момент времени и именно там, где это необходимо. В то же время эти установки делают потребление энергии более сбалансированным и контролируемым.

Установки интеллектуального производства энергии обеспечивают более эффективную и экономичную работу всей энергосистемы в целом, с минимальными уровнями эмиссии и максимальным использованием энергии солнца и ветра. Кроме того, они гарантируют бесперебойное электроснабжение потребителей за счет обеспечения оптимального баланса энергосистемы даже в периоды малых ветровых нагрузок или в аварийных ситуациях. Первый энергоблок аварийно-резервной электростанции Kiisa Reserve Power Plant в Эстонии компании Elering, запущенный по графику весной текущего года, является показательным примером данной концепции.

Установки SPG обеспечивают для энергосистем ряд ощутимых преимуществ. В частности, в их составе можно использовать большое количество ветровых и солнечных электростанций без нарушения баланса, вне зависимости от погодных условий. Кроме того, устраняется необходимость частых пусков и остановов, а также работа при частичной нагрузке больших электростанций, которые эксплуатируются в базовом режиме.

SPG предусмотрены для оптимальной эксплуатации всей энергосистемы в целом, повышения эффективности ее работы в любых погодных условиях, максимального снижения уровней эмиссии. Поскольку данные энергоблоки могут устанавливаться в непосредственной близости к потребителям, появляется возможность эффективно покрывать пиковые потребности в электроэнергии, а также максимально снизить размер необходимых инвестиций при строительстве энергосетей.

Эксплуатационная гибкость энергоблоков SPG обеспечивается их способностью эффективно работать не только в базовом, но и в любых других режимах:

- быстрое следование нагрузке в утренние часы;
- последовательный запуск энергоблоков по мере возрастания нагрузки в сети;
- пиковый режим работы в периоды максимальной нагрузки в сети;
- поддержание баланса энергосистемы, в составе которой работают ВЭС;
- быстрый пуск, принятие нагрузки и останов в зависимости от скорости ветра;
- быстрое регулирование по частоте и эффективный горячий резерв;
- холодный резерв для любых непредвиденных ситуаций;
- быстрый запуск при аварийном пропадании сети.

Перед независимыми производителями при использовании SPG открываются широкие

Компания Wartsila, ведущая свою историю со середины 1830-х гг., обладает огромным опытом в области проектирования, строительства и поставок электростанций на условиях «под ключ», ежегодно реализуя более 100 проектов, в том числе и на территории бывшего СССР. На данный момент Wartsila насчитывает 54 459 МВт установленной мощности на 4 706 электростанциях, созданных на базе 10 644 двигателей, в 169 странах мира. Из указанного количества 133 электростанции в 46 странах мира (530 двигателей общей электрической мощностью 5 436 МВт) – на базе многотопливных газодизельных двигателей. На постсоветском пространстве работают 53 многотопливных газодизельных двигателя общей электрической мощностью 626 МВт.

Более 1% мировой электроэнергии вырабатывается на электростанциях Wartsila. Кроме того, компания имеет более 140 ГВт установленной мощности основных или вспомогательных двигателей для морского флота, в том числе на торговых, оффшорных, круизных и специальных судах и паромах. Фактически каждое третье судно в мире оснащено двигателями Wartsila, а каждое второе – обслуживается ее специалистами.

Компания является ведущим поставщиком эффективных и гибких технологий производства электроэнергии на основе двигателей внутреннего сгорания, работающих на различных жидких и газообразных видах топлива. Модельный ряд Wartsila состоит из электростанций мощностью до 600 МВт и включает предложения для всех отраслей промышленности, исчерпывающий комплекс услуг от разработки проекта и его финансирования до эксплуатации и технического обслуживания станций.

Эксплуатационная гибкость, высокий КПД, низкий уровень выбросов и надежность – все это позволяет использовать электростанции Wartsila для стабилизации сети, покрытия пиковых нагрузок, в качестве базовых стационарных и плавучих источников электроэнергии, а также в области промышленной генерации и жилищно-коммунального сектора.

возможности для работы на различных рынках. В частности, можно продавать электроэнергию на оптовом рынке по конкурентным ценам, а также предлагать свои услуги по покрытию пиковых потребностей и при аварийных отключениях сети. Высокий КПД установок SPG компании Wartsila позволяет получать дополнительную прибыль.

Размещение вблизи потребителей является важным фактором для снижения эксплуатационных расходов. Кроме того, установки могут работать на различных видах топлива, что также очень важно для многих регионов. Одним из преимуществ SPG является их быстрая доставка и ввод в эксплуатацию, а также простота технического обслуживания, которое может выполняться персоналом станции. При этом доступна услуга по проведению ТО и ремонта в течение всего срока эксплуатации специалистами компании Wartsila. **TD**