

Сбалансированное обеспечение потребителей «зеленой» энергией

В. А. Кириченко – ООО «Альфа Балт Инжиниринг»

Компания «Альфа Балт Инжиниринг» активно использует все новейшие экологические разработки в процессе производства источников электроэнергии на базе дизельных электростанций, ветрогенераторов и газопоршневых установок.

In brief

Balanced provision of consumers with green energy.

Alfa Balt Engineering actively uses all the latest environmental developments in the production of power sources based on diesel power plants, wind generators and gas engine power plants. Today the most environmentally friendly option of traditional technologies for electric power generation by burning fossil fuels are combined-cycle, gas engine and gas turbine power plants. The use of gas engine power plants powered by natural gas instead of coal-fired power plants reduces CO₂ emissions by 25...50%. Carbon neutrality is becoming a key goal that the European Union plans to achieve by 2050, but the transition to natural gas power generation and increasing the efficiency of power plants are only the first steps.

На сегодня самым экологичным вариантом из традиционных технологий производства электроэнергии при сжигании ископаемого топлива являются газопоршневые и газотурбинные электростанции комбинированного цикла. Использование ГПУ, работающих на природном газе, вместо угольных электростанций снижает выбросы CO₂ на 25...50 % (средние показатели уровня эмиссии CO₂: угольных ТЭЦ – 750...1000 г/кВт·ч; ГТЭС простого цикла при работе на природном газе – 490...565 г/кВт·ч).

Углеродная нейтральность становится ключевой целью на мировой арене, в частности, Европейский союз планирует достичь углеродной нейтральности к 2050 году, но переход на производство электроэнергии на природном газе и повышение КПД электростанций – это только первые шаги.

Доказано, что смешивание природного газа и водорода может существенно снизить выбросы углекислого газа. Для водородных топливных смесей зависимость между сокращением CO₂ и содержанием водорода является нелинейной. Уровень выбросов углекислого газа зависит от объемного содержания водорода в топливе. В долгосрочной перспективе замена природного газа водородом приведет к нейтральному содержанию углерода в выхлопных газах, поскольку при его сжигании не образуется CO₂.

Поэтапная замена природного газа водородом в перспективе означает, что инвестиции в газовые электростанции будут окупаться, так как смешивание водорода и природного газа для работы ГПУ и ГТУ обеспечит соблюдение жестких экологических норм.

Технология топливных элементов

С повышением экологических требований все большее распространение получает технология топливных элементов (ТЭ). Если говорить об оптимальном использовании возобновляемых источников энергии для производства чистой электроэнергии, то топливные ячейки являются лидерами среди других видов систем, что ведет к расширению их применения в различных областях. Уже сегодня ТЭ могут использоваться для эффективного энергоснабжения стационарных автономных объектов, а также для питания наземных транспортных средств и судов.

Важнейшее преимущество водородных топливных элементов заключается в том, что при использовании «зеленого» водорода выбросы CO₂ (как для судов, так и для стационарных электростанций) снижаются до нуля.

«Альфа Балт Инжиниринг» является партнером одной из ведущих компаний-разработчиков системы топливных элементов Rolls-Royce Power Systems AG, которая развивает будущие технологии силами недавно созданного подразделе-





ния – Power Lab. В центре внимания находятся системы топливных элементов, а также производство и использование синтетического топлива. Цель подразделения – активно развивать востребованные рынком технологии, предлагая новые, климатически нейтральные решения.

Потенциал технологии топливных ячеек и применения водорода для хранения энергии очень высок. Вескими аргументами в пользу использования и продвижения этой технологии являются надежность, масштабируемость и возможность интеграции с возобновляемыми источниками энергии. Благодаря модульной конструкции, энергосистемы на базе топливных ячеек легко адаптируются под запросы потребителей, а низкие эксплуатационные расходы делают решения на их базе экономически привлекательными. Технология топливных элементов готова к выходу на рынок и пригодна для коммерческого использования.

Рассматривается применение стационарных водородных энергоустановок для получения электроэнергии на отдельных предприятиях, в отелях, жилых домах, медицинских учреждениях и других объектах. Это будет способствовать децентрализации большой энергетики, замене ими городских ТЭС, АЭС. Для производства электроэнергии могут использоваться как паротурбинные установки, так и электрохимические генераторы на топливных элементах. Децентрализация позволит не только более сбалансированно обеспечивать энергией потребителей, но и избежать негативных последствий, связанных с протяженными энергосетями.

Водород как энергоноситель

Одной из проблем большой энергетики является суточная неравномерность потребления электроэнергии. Водород – единственный универсальный энергоноситель, способный аккумулировать и конвертировать электроэнергию в больших объемах. Поэтому сглаживание графика пиковых нагрузок может быть достигнуто с помощью водородных блоков,

ООО «Альфа Балт Инжиниринг» постоянно работает над безопасными решениями в области генерации электроэнергии и в этом направлении сотрудничает с компанией Rolls-Royce Power Systems AG, выпускающей продукцию под брендом *mtu*, и ее подразделением в России – «Роллс-Ройс Солюшенс РУС».

Экологически безопасными решениями для когенерации являются генераторные установки с новыми газовыми двигателями *mtu Series 500* и *Series 4000* производства Rolls-Royce Power Systems AG. Диапазон электрической мощности генераторных установок *mtu* составляет 250...2538 кВт, а максимальный КПД – до 44,4 %. Как отметил Андреас Шелл (Andreas Schell), вице-президент Rolls-Royce Power Systems AG, новые двигатели оснащены оборудованием будущего с точки зрения эффективности и экологичности. Благодаря высокому КПД, низким затратам в течение жизненного цикла и высокой эксплуатационной готовности операторы получают значительную выгоду.

устанавливаемых на крупных ТЭС, АЭС. Огромные затраты на строительство специальных гидроаккумулирующих электростанций могут быть направлены на модернизацию и повышение эффективности работы действующих энергообъектов.

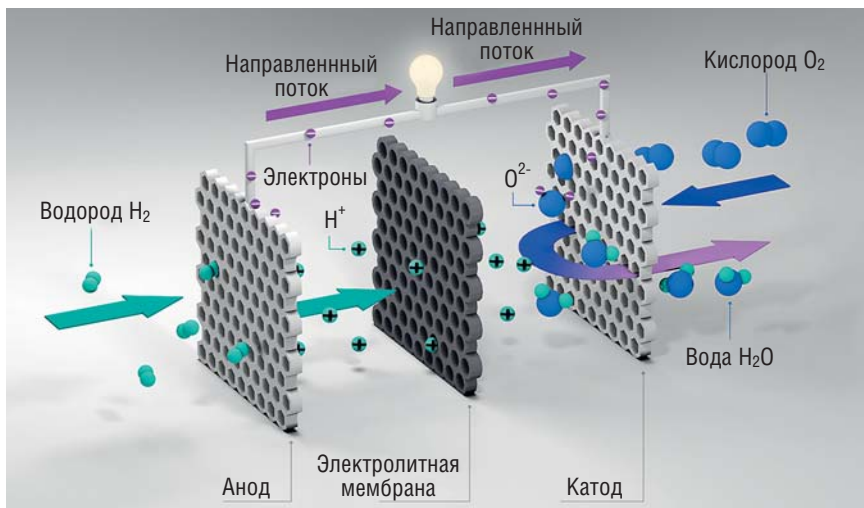
Применение водородных блоков на установках ВИЭ позволяет накапливать электроэнергию в периоды отсутствия ветра, солнца и др. В отличие от кислорода, водород практически не встречается на земле в чистом виде, поэтому он извлекается из других соединений с помощью различных химических методов. В зависимости от способа получения, его разделяют на цветовые градации:

- **зеленый** – производится из возобновляемых источников энергии методом электролиза воды. Для этого нужны вода, электролизёр и электроэнергия из возобновляемых источников;
- **голубой** – производится из природного газа, а вредные отходы улавливаются для вторичного использования. Но к идеально чистым способам он не относится;
- **розовый или красный** – производится при помощи атомной энергии;
- **серый** – получают путем конверсии метана, при этом вредные отходы выбрасываются в атмосферу;
- **коричневый** – получают в результате газификации угля, но при этом образуются парниковые газы.

Кроме того, существуют технологии получения биоводорода из мусорных отходов и из этанола, но его доля чрезвычайно мала.

Топливные ячейки – ключевой компонент декарбонизации

Топливные ячейки работают иначе, чем двигатели внутреннего сгорания и энергетические системы на их базе. Они преобразуют химическую энергию топлива непосредственно в элект-



троэнергию. Такое преобразование более эффективно, чем у двигателей внутреннего сгорания, так как устраняются промежуточные термомеханические ступени, необходимые для традиционного преобразования энергии.

Максимальный эффект проявляется в том случае, когда в качестве топлива используется регенерированный водород, поскольку он позволяет свести к нулю выбросы загрязняющих веществ. Благодаря этому топливные ячейки обладают огромным потенциалом, чтобы стать важным технологическим компонентом для декарбонизации энергетических и приводных систем.

PEM – перспективная технология ТЭ

PEM FC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, Proton Exchange Membrane Fuel Cell) – топливный элемент с полимерной мембраной. В качестве электролита в таких ТЭ используется полимерная мембрана. Восстановителем выступает чистый водород, причем максимально допустимая доля примесей оксида углерода 10...100 мг/кг. Топливные элементы PEM обладают высоким выходом мощности – 0,7 В на ячейку мембраны.

В настоящее время PEM представляет собой наиболее перспективную технологию топливных ячеек. Этот тип ячеек обладает высокой плотностью мощности, позволяющей даже небольшим агрегатам достигать значительной производительности. Рабочая температура PEM-ячеек составляет около 100 °С. Это представляет минимальную опасность для людей и оборудования, в то время как высокотемпературные топливные ячейки работают при температурах 250...1000 °С.

В отличие от других типов, топливные элементы PEM имеют хорошие нагрузочные характеристики, позволяющие быстро реагировать на изменение потребления мощности.

Одним из важнейших их преимуществ является высокая электрическая эффективность, особенно при частичной нагрузке. Обычно они работают на водородном топливе, однако могут использоваться и углеводороды: метанол, дизельное топливо или природный газ. Это достигается путем применения хорошо известных методов риформинга для превращения их в водород. Все перечисленные свойства обеспечивают PEM-элементам очень широкую область применения.

Как работает топливная ячейка PEM

Топливная ячейка – это гальванический элемент, внутри которого протекает электрохимическая реакция между топливом и окислителем (обычно воздух) с получением электричества и выделением отработавших газов. Ячейка работает без шума и практически без вибраций. Подобно аккумуляторным батареям, топливные элементы генерируют постоянный ток, но в отличие от аккумуляторов они требуют постоянного притока топлива и окислителя.

В топливных элементах PEM между электродами (анодом и катодом) происходит химический процесс, в котором положительные ионы (протоны) мигрируют от анода к катоду, а электроны проходят снаружи, через электрический проводник, также от анода к катоду. Продуктом химического процесса является электрическая энергия. Electroды покрыты платиновым или палладиевым катализатором и отделены друг от друга электролитом. Электролит состоит из ионопроводящей мембраны, при этом важно, чтобы эта мембрана была проницаемой для протонов и непроницаемой для электронов.

Название «полимерно-электролитный мембранный топливный элемент» указывает на то, что мембрана является ключевой составляющей данного ТЭ. Корпус ячейки обычно делается из пластика. Водонасыщенная полимерная мембрана, служащая электролитом, позволяет только протонам проходить от анода к катоду. Вода в составе мембраны необходима для обеспечения ионной проводимости и ограничения рабочей температуры (не более 100 °С). Количество драгоценных металлов, например платины, необходимое для протекания химической реакции, в последние годы постоянно сокращается, что ведет к снижению стоимости топливных элементов.

Благодаря высокой плотности мощности, масштабируемости и модульной конструкции топливные элементы PEM идеально подходят для применения в энергетических системах Rolls-Royce. Они могут быть внедрены в системы, работающие от аккумуляторов или от клас-

сических источников электроэнергии: дизельных и газовых электрогенераторов, внешней сети. Ячейки обладают высокой электрической эффективностью (около 50 %) и высокой энергетической плотностью (соотношение размера и производительности), а также совершенно безопасны в применении. Это позволяет использовать их в качестве стационарного источника питания и аварийного генератора или источника бесперебойного питания, а также для мобильного применения, например на борту кораблей и т.д.

Насколько безопасен водород

Водород невидим, нетоксичен, не имеет запаха, не вызывает коррозии и не опасен для воды. Он не воспламеняется сам по себе, но при смешивании с воздухом является воспламеняемым газом в широком диапазоне концентраций – от 4 % до 75 %. С учетом этого предъявляются повышенные требования к его производству, хранению, транспортированию и использованию.

Одно из специфических свойств водорода – высокая летучесть, которая является преимуществом, так как риск воспламенения быстро уменьшается за счет быстрого снижения концентрации. Потенциальная опасность водорода сравнима с опасностью природного газа. Меры предосторожности разработаны соответствующим образом, и обращение с водородом регулируется набором стандартов.

Без кислорода водород не взрывоопасен, поэтому хранение в резервуарах само по себе не является опасным. Предохранительные клапаны хранилищ настраиваются таким образом, чтобы стравливаемый водород улетучивался, не образуя опасной концентрации. При необходимости стравливаемый водород может быть воспламенен, не вызывая взрыва.

Чтобы увеличить плотность мощности, современные системы на базе топливных элементов оборудуются воздушными компрессорами или электрическими турбокомпрессорами. Как и в случае с двигателями внутреннего сгорания, компрессоры нагнетают воздух в воздушную систему под давлением 0,2...0,3 МПа. Несколько отдельных топливных элементов могут быть соединены последовательно, образуя стек, тем самым увеличивая напряжение на выходе. Для достижения большей силы тока ячейки могут соединяться параллельно.

При развитии и внедрении технологии топливных элементов компания Rolls-Royce Power Systems AG опирается на глубокие знания и многолетний опыт. В период 1999–2011 гг. компанией было установлено 26 высокотемпературных топливных элементов (MCFCs), которые

успешно эксплуатировались в различных сферах применения. Средняя наработка систем составила около 22 тыс. часов. Все рабочие параметры ТЭ фиксировались и анализировались. Рыночные условия и тенденции того времени не позволили запустить массовое производство топливных элементов PEM, теперь же созданы условия для их широкого внедрения в качестве альтернативного источника энергии.

Основные преимущества ТЭ:

- высокая электрическая эффективность – около 50 %, что выше, чем у ДГУ, эффективность которых составляет около 40 %;
- при работе на водороде отсутствуют вредные выбросы (CO₂, NO_x, сажа), кроме водяного пара;
- отсутствие шума и вибрации;
- высокая надежность и минимальное обслуживание, обусловленное отсутствием движущихся частей;
- возможность работы на регенерированном водороде.

Даная технология идеально подходит для питания удаленных и мобильных объектов с высокими требованиями к мощности и непрерывности работы.

Применение топливных элементов

Центры обработки данных являются частью глобальной инфраструктуры, обеспечивающей работу больниц, аэропортов, телекоммуникационных систем. Безотказная работа ЦОД критически важна для поддержания необходимого качества жизни. В настоящее время аварийное энергоснабжение дата-центров обеспечивается дизельными электростанциями, которые автоматически запускаются и принимают нагрузку в случае сбоев в работе внешней сети.

Аварийные ДЭС, изготовленные ООО «Альфа Балт Инжиниринг» на базе дизель-генераторов mtu, обладают высокой надежностью и соответствуют современным экологическим нормам по уровню эмиссии отработавших газов.



Тем не менее, сжигание ископаемого топлива (дизельного топлива) неизбежно приводит к выбросам вредных веществ. При работе топливных элементов, которые могут заменить ИБП и ДЭС в качестве резервных источников энергии, выделяются только тепло и влажный воздух.

Система ТЭ не имеет движущихся частей, что сводит к минимуму возможность поломки и требования к обслуживанию. Топливные элементы также имеют преимущества по энергоэффективности. В то время как в двигателе внутреннего сгорания механическая энергия преобразуется в электричество с помощью отдельного генератора, ТЭ производит электроэнергию без какого-либо дополнительного оборудования. Системы на базе топливных элементов можно легко масштабировать: больше модулей – больше мощности. С расширением ЦОД можно увеличивать и количество ТЭ.

В будущем основные потребности дата-центров в электроэнергии могут обеспечиваться возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные батареи и ветроэлектростанции. Резервное и пиковое электропитание может осуществляться топливными элементами, работающими на водороде. При избыточном количестве электроэнергии от возобновляемых источников водород можно будет получать из воды путем электролиза и хранить его на месте производства. Также возможен вариант, когда потребность топливных элементов в водороде будет покрываться внешней распределительной сетью (водородная сеть), которая будет создана в перспективе. В случае отсутствия внешней сети ТЭ немедленно включатся в работу и предотвратят сбой в работе ЦОД.

Экономичность топливных элементов может быть дополнительно повышена в будущем за счет хранения излишков произведенной электроэнергии и использования ее в пиковые периоды нагрузки. Альтернативным вариантом является подача 20...30 % производимой электроэнергии в сеть и, таким образом, получение дополнительной выгоды. В дополнение к экономической выгоде это снизит давление на общую сеть.

Водородная энергетика удовлетворяет всем важнейшим требованиям, предъявляемым к новым технологиям, – экологической чистоты, высокой эффективности и децентрализации.



Отсканируйте
и узнайте больше о нас

AB ENGINEERING

Тел. (812) 643-20-48
e-mail: info@abespb.ru
www.abespb.ru

Компания «РусГидро» приступила к подготовительным работам на площадке Хабаровской ТЭЦ-4.

В зоне застройки будущей ТЭЦ-4 начался демонтаж зданий и сооружений. Электростанция возводится на территории действующей Хабаровской ТЭЦ-1, которая продолжит работу до ввода новой станции.

Современная станция заменит изношенную ТЭЦ, введенную в 1954 году, и надежно обеспечит потребителей электроэнергией и теплом. Проектная электрическая мощность ТЭЦ-4 составит 320,8 МВт, тепловая – 1368,3 Гкал/ч, среднегодовое производство электроэнергии – 1,7 млрд кВт·ч.

В состав станции войдут четыре газотурбинные установки с котлами-утилизаторами, а для производства тепловой энергии будет построена новая водогрейная котельная с пятью водогрейными котлами. Применение газотурбинных установок 6F.03 производства ООО «Русские газовые турбины» значительно повысит маневренные возможности станции, позволит ей гибко реагировать на изменения в энергосистеме.

Топливом будет природный газ, что улучшит экологическую ситуацию в регионе (в настоящее время часть котлов существующей ТЭЦ-1 работает на угле). Благодаря применению газотурбинного оборудования значительно снизится водопотребление станции.

Хабаровская ТЭЦ-4 – один из четырех проектов, реализуемых компанией «РусГидро» в рамках государственной программы модернизации тепловой энергетики России, обеспечивающей окупаемость инвестиций в строительство и модернизацию электростанций. Помимо нее, будет построена Артемовская ТЭЦ-2 и модернизирована Владивостокская ТЭЦ-2 в Приморском крае, а также возведена вторая очередь Якутской ГРЭС-2.

RusHydro has started preparatory work at the site of Khabarovsk TETs-4 thermal power station.

The modern station will replace the worn-out thermal power plant commissioned in 1954 and will provide reliable power supply to consumers with electricity and heat. The design electric capacity of TETs-4 will be 320.8 MW, thermal – 1368.3 Gcal/h, average annual electricity production – 1.7 billion kWh.

The station will include four gas turbine plants equipped with heat recovery boilers, and a new hot-water boiler house with five hot-water boilers will be built for the production of thermal energy. The use of 6F.03 gas turbine plants will significantly increase the station's maneuverability capabilities.