

Другой способ получения высокого КПД — прямое электрохимическое преобразование химической энергии топлива в электрическую энергию и тепло с помощью топливных элементов. В топливном элементе водород, природный газ или каменноугольный газ взаимодействуют с кислородом или воздухом с целью получения электричества и тепла. Топливные элементы имеют практически нулевой уровень выбросов оксида углерода и двуокиси серы и очень низкий уровень выбросов оксида азота. Объем выбросов углекислого газа зависит от используемого топлива, причем из-за высокого КПД этот уровень является очень низким для природного газа и нулевым при применении водорода. Компания «Сименс» является мировым лидером по твердооксидным топливным элементам. Электростанции на таких элементах имеют КПД около 50% для простых систем и до 70% — для гибридных систем типа твердооксидный элемент/газовая турбина. Полупромышленная модель SOFC-200 имеет электрическую мощность 125 кВт и тепловую — 100 кВт.

**СЕТЕВАЯ ПЕРЕДАЧА** Однако важно не только произвести, но и передать электроэнергию с минимальными потерями. Для единой национальной энергосети (ЕНЭС) Минэнерго ежегодно устанавливает для ОАО «Федеральная сетевая компания» (ФСК; владеет всеми магистральными сетями РФ) нормативный предел технологических потерь. С каждым годом он уменьшается: в 2008 году норма составляла 5,2%, в этом — уже 5%. «В каждом деле есть свои особенности. Несмотря ни на какие современные методы, доставить по сетям все 100% выработанной генераторами электроэнергии потребителям технологически невозможно, — говорят в ФСК. — При передаче электроэнергии на расстояние возникают неизбежные потери, обусловленные объективными факторами и физическими законами».

Объем фактических потерь электрической энергии в ЕНЭС определяется как разница двух величин — фактического поступления электроэнергии в сети от объектов генерации и ее отпуска из сетей потребителям. То есть если в 2008 году в ЕНЭС поступило 510 528,618 млн кВт•ч от выработанной станциями электроэнергии, а российским потребителям и в соседние страны было отпущено 488 662,881 млн кВт•ч, то фактические потери составили 21 865,74 млн кВт•ч (4,63%).

Можно выделить несколько ключевых направлений в работе по снижению потерь в ЕНЭС — это оптимизация режимов эксплуатации и управления электрическими сетями, снижение расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций, внедрение энергосберегающего оборудования в процессе технического перевооружения и модернизации линий и подстанций компании. В основном диспетчер имеет дело с двумя типами оборудования на подстанциях, управление которым позволяет ему выдерживать схемно-режимные параметры сети и оптимизировать потери. Это устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) силовых трансформаторов и средства компенсации реактивной мощности (СКРМ). РПН трансформаторов позволяют регулировать и оптимизировать уровни напряжения в электрической сети и снижать потери на корону.

Корона — негативное явление, возникающее на проводах линий электропередачи и элементах оборудования, находящихся под высоким напряжением. Вызывает до 20% всех потерь электроэнергии в ЕНЭС. Проявляется, в частности, хорошо знакомым «гудением» высоковольтных проводов, которое порождается коронными разрядами.

СКРМ уменьшают потоки реактивной мощности по высоковольтным линиям и тем самым снижают потери в проводах, а также снижают потери на корону, поддерживая оптимальное напряжение в сети.

Реактивная мощность (единица измерения — вар) — часть передаваемой по сетям мощности, которая, в отличие

### РОСТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ — ДВА ФАКТОРА, КОТОРЫЕ УЖЕ УЧИТЫВАЮТСЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭНЕРГОСЕТЕЙ

от активной, не преобразуется потребляющей установкой в полезную энергию — механическую, тепловую и пр. — и является одной из основных причин потерь электроэнергии.

В ФСК рассказывают, что на подстанциях 500 кВ «Ново-Анжерская», «Заря» и подстанции 220 кВ «Кирилловская» в течение последнего года введены в эксплуатацию устройства компенсации реактивной мощности — статические тиристорные компенсаторы общей установленной мощностью 350 Мвар, годовой энергосберегающий эффект работы установок за счет снижения потерь на корону оценивается в 3 млн кВт•ч.

В 2009 году планируется ввести реакторной мощности на 75% больше, чем в прошлом году, когда суммарная установленная мощность введенных средств компенсации реактивной мощности составила 1285 Мвар. Только за счет оптимизации электрических режимов по реактивной мощности и напряжению в текущем году планируется снизить потери электроэнергии на 164 млн кВт•ч.

Отключение оборудования подстанций (как правило, это силовые трансформаторы) применяется при малых нагрузках. В весенне-летний период в не густо населенных районах потребляемая мощность может значительно снижаться, что, соответственно, будет уменьшать нагрузку на сетевое оборудование. В эти моменты становится эффективнее временно вывести в резерв часть трансформаторов, а имеющуюся нагрузку распределить между работающими трансформаторами подстанций.

Периодическое отключение в режимах малых нагрузок трансформаторов, установленных на подстанциях с двумя и более трансформаторами, например, позволит отдельному филиалу ФСК снизить потери электроэнергии на 3 млн кВт•ч.

Снижение расхода электроэнергии ФСК на собственные нужды подстанций (до 20% от общего эффекта) подразумевает оптимизацию работы вентиляторов охлаждения трансформаторов и автотрансформаторов, а также средств отопления и освещения зданий управления подстанциями. За счет реализации этих мер в 2009 году в целом по ЕНЭС запланировано уменьшение потерь на 44,8 млн кВт•ч.

Модернизация объектов ЕНЭС является одной из задач реализуемой инвестиционной программы компании. Например, в первом квартале 2009 года МЭС Юга завершили монтаж термостойкого провода на линии электропередачи 220 кВ «Афипская» — «Крымская» протяженностью 210 км. Новый провод обладает уникальной конструкцией и не подвержен коррозии и гололедообразованию, что особенно актуально в климатических условиях юга России, для которого характерны резкие перепады температур и высокая влажность. В результате выполненных работ пропускная способность линии была увеличена с 200 до 360 МВт, что не только повысило надежность электроснабжения Абинского, Крымского и Северского районов Краснодарского края, но и позволило снизить на 15% потери передаваемой электроэнергии.

Не так просто создать устойчивые сети, способные быстро и гибко реагировать на изменения нагрузки, говорят в «Сименс». Рост возобновляемых источников электроэнергии и международной торговли электроэнергией — два фактора, которые уже учитываются при строительстве сетей передачи электроэнергии. В связи с этим дальновидные и инновационные концепции передачи электроэнергии и ее распределения сегодня стали более важными, чем когда-либо прежде.

Линии передачи высокого напряжения на постоянном токе (HVDC) уже проверены как жизнеспособное средство транспортировки электроэнергии от производителей до потребителей во всем мире на большие расстояния с минимальными потерями в многочисленных проектах. В целом чем выше напряжение, тем ниже потери. Один из показательных проектов «Сименс» по технологии и работе HVDC

#### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ OSRAM В РОССИИ

В первом квартале 2009 года компания Osram подписала соглашение о сотрудничестве с «Мосэнергосбытом» — одной из крупнейших энергосбытовых компаний в России. Цель соглашения — внедрение энергоэффективных технологий в Москве и области в рамках федеральной целевой программы «Энергосбережение России».

В ближайшее время на примере одного жилого многоквартирного дома «Мосэнергосбыт» проведет комплексное внедрение системы энергосберегающих технологий на базе продукции Osram. Главное преимущество российской Osram перед конкурентами — собственный завод в Смоленске. Там налажен выпуск современных энергосберегающих линейных ламп. А в настоящее время на заво-

— это «электрическое шоссе» между провинцией Юньнань в юго-западном Китае и провинцией Гуандун в южном Китае. Эта дальняя линия передачи будет иметь мощность 5 тыс. МВт при напряжении 800 кВ — причем оно выше, чем у других подобных линий в мире. Когда эта линия начнет работать в середине 2010 года, электроэнергия, производимая несколькими гидроэлектростанциями, будет транспортироваться по ней на линии постоянного тока длиной 1,4 тыс. км (870 миль). Производство электроэнергии на гидроэлектростанциях экономично, безвредно для окружающей среды и не сопровождается выделением углекислого газа. Такая линия HVDC поможет исключить выброс в атмосферу более 30 млн тонн разрушительного для климата углекислого газа в год, который в противном случае производился бы на обычных тепловых электростанциях.

Технология передачи высокого напряжения на постоянном токе будет все чаще использоваться европейскими поставщиками, считают в «Сименс». Она уже используется для передачи электроэнергии по подводному кабелю через пролив Сторебелт между датскими островами Фиония и Зеландия, а также между Нидерландами и Великобританией. Новейшим проектом является прокладка линии передачи между материковой Испанией и Балеарскими островами. Начиная с мая 2011 года подводный кабель HVDC длиной 250 км (155 миль) с напряжением 250 кВ и пропускной способностью 400 МВт обеспечит туристический остров Мальорка электропитанием с территории Испании. Основной целью строительства этой линии является обеспечение пиковой нагрузки в течение основного сезона отпусков. При этом выбросы углекислого газа будут сокращены более чем на 1,2 млн тонн год — столько составили бы выбросы углекислого газа, если бы электроэнергия производилась на месте традиционными тепловыми электростанциями.

HVDC PLUS позволяет транспортировать электроэнергию с малыми потерями от прибрежных парков ветроустановок на побережье и экономичными эффективные безвредные для окружающей среды средства передачи электроэнергии к буровым платформам для бурения нефтяных скважин от сети передачи электроэнергии на суше. Эту технологию можно использовать для организации линий передачи на постоянном токе с пропускной способностью во всем диапазоне до 1 тыс. МВт, в котором в настоящее время используются исключительно классические преобразователи с линейной коммутацией.

Кроме того, эта ключевая технология передачи электроэнергии позволяет передавать ее на нефтяные и газовые платформы с береговых систем по подводному кабелю. Таким образом, используя технологию HVDC PLUS, можно устранить выбросы углекислого газа и оксида азота небольшими электростанциями, работающими на морских платформах.

Система сети передачи электроэнергии постоянного тока среднего напряжения Siplink (линия электропередачи «Сименс») обеспечивает гибкую и надежную передачу электроэнергии между различными распределительными сетями. Система Siplink поддерживает взаимный обмен электроэнергией, а также повышает стабильность напряжения и надежность без электрического соединения сетей.

Технология Siplink используется для соединения муниципальных систем передачи электроэнергии, например в Ульме и Новом Ульме в Германии, которые невозможно было соединить, используя старую технологию. Система Siplink повышает стабильность напряжения в обеих сетях и обеспечивает обмен электроэнергией между сетями.

Стоящие на якоре в портах суда могут питаться из системы передачи электроэнергии гавани по Siplink. Обычно бортовые системы передачи электроэнергии питаются от двигателей судна, в которых сжигают неочищенную нефть. Используя систему Siplink, можно подключить 60-герцевую бортовую систему к 50-герцевой сети гавани. Пе-

де ведется подготовка к массовому производству цокольных энергосберегающих ламп со встроенным электронным пускорегулирующим устройством. Инновационные и наиболее благоприятные для климата галогенные лампы компании Osram не только обеспечивают высокое качество освещения, но и дают экономию электроэнергии до 30% по сравнению с обычными лампами накаливания.

Светодиоды имеют срок службы во много раз больший, чем обычные лампы накаливания, кроме того, они потребляют значительно меньше электроэнергии и все чаще используются в лампах сигналов на автомобилях. Они могут также заменить лампы накаливания, применяемые для обозначения границ взлетно-посадочных полос в аэропортах.

**«СИМЕНС»**

редача электроэнергии на контейнеровоз среднего размера из системы электропитания гавани снижает выбросы углекислого газа на 12,6 метрической тонны в сутки, кроме того, не образуется значительный объем сажи и мелкой пыли, а также значительно снижается уровень шума.

**СТРОИМ И БЕРЕЖЕМ** Внедрением решений по энергоэффективности занимаются в том числе и подрядчики, которые привлекают энергетические и сетевые компании для строительства и ремонта своих мощностей. Александр Невейко рассказывает, что группа E4 предлагает комплексные решения по строительству электростанций, а также налаживанию систем энергосбережения. «Есть предприятия, которые специализируются на проведении энергоаудита и энергообследований электростанций и промышленных предприятий. E4 оценивает имеющийся потенциал энергосбережения, разрабатывает комплекс мер, позволяющих снизить энергозатраты путем оптимизации режимов работы оборудования, внедрения новых энергоэффективных технологий», — говорит он. В частности, в НПО ЦКТИ создана специальная программа «Дополнительная мощность» по разработке нестандартных малозатратных, быстро реализуемых технических мероприятий, обеспечивающих повышение мощности действующего оборудования. «Наши предприятия внедряют самые передовые экологически чистые технологии водоподготовки. Это испарители мгновенного вскипания, мембранные технологии очистки воды. Наш институт ЦКТИ совместно с партнерами ВТИ, «Медиана-фильтр» ведут работу по оптимизации технологии снижения расхода электроэнергии на собственные нужды, снижению стоков», — рассказывает господин Невейко.

Большой опыт по модернизации существующих электростанций есть у компании «Сименс». По данным компании, в одной только Германии до 2020 года необходимо заменить электростанции с общей мощностью 40 тыс. МВт, поскольку к этому времени они выработают свой ресурс, составляющий 40 лет. Модернизация существующих электростанций также предлагает много возможностей повышения эффективности работы и снижения уровня воздействий на окружающую среду. На электростанции в городе Фарге (Германия) в результате модернизации был увеличен КПД почти на 3%. В пересчете на полный баланс энергии это означает ежегодное снижение потребления угля на 40 тыс. тонн для производства такого же объема электроэнергии, что приводит к сокращению уровня выбросов CO2 на 100 тыс. тонн в год. Работающие на угле электростанции в 1900 году имели КПД 7%, в то время как современные имеют КПД до 47%. Это означает, что они при производстве 1 кВт•ч электроэнергии потребляют 270 г угля и выбрасывают 700 г углекислого газа.

Дальнейшее повышение эффективности зависит прежде всего от двух составляющих — повышения давления и температуры пара и снижения потерь в пароводяном цикле. Предполагается, что к 2020 году коэффициент полезного действия превысит 50%.

Чтобы извлечь максимальную энергию из топлива, сжигаемого на электростанциях, которые работают на ископаемом топливе, эти электростанции должны работать в оптимальной с точки зрения термодинамики точке, кроме того, необходимо избегать ненужных операций пуска и остановки, считают в «Сименс». Решение компании в области информационных технологий Energy Management Suite (набор программ для управления энергией) помогает операторам эксплуатировать электростанции. Входящий в этот набор программный модуль Thermodynamics позволяет с помощью моделирования определить оптимальные параметры работы для обеспечения высокого КПД. Выбор оптимальной стратегии эксплуатации компонентов электростанций и использования диагностических систем и средств раннего обнаружения также повышает надежность электростанции в целом. ■