

Наука продолжает открывать тайны передачи и производства электричества

Евгений Арсюхин



Пять новых трендов

Когда-то именно исследования в области электричества двигали физику вперед. Так было во времена Аристотеля — физик пытался понять природу молний и той силы, что заставляет притягиваться пух к шелку, причем не видел связи между этими явлениями. С опытов по электричеству началась и современная инженерия в XVIII столетии. Сейчас, когда мы увлечены «опытами» на мониторах собственных компьютеров и гаджетов, кажется, что сфера чистого электричества давно изучена, оно исправно служит людям. Но это не так. Ученые продолжают делать фундаментальные открытия, помогающие лучше понять свойства электрона, а также улучшают давно известные устройства для передачи и производства электричества.

Умные сети

Перед учеными стоит задача построения интеллектуальных электрических сетей. Российские специалисты активно заняты такими разработками. Но что это такое, как кабель может быть умным, а главное, зачем? Речь, конечно, не о том, что «умным» станет сам провод, по которому передается электричество. Тут дело в системе, которая будет управлять процессом передачи. А нужно такое управление вот для чего.

Во-первых, энергетики знают, что линии электропередачи должны работать то на высокой нагрузке, то на низкой. Скажем, днем города потребляют много электричества, ночью мало, причем есть и более дробные пики. Частные потребители берут больше энергии вечером, когда они возвращаются с работы и включают освещение, бытовую технику. Зато днем растет энергопотребление в офисах. Вечером нужно освещать улицы, днем не нужно. И так далее. Есть и сезонные различия — скажем, зимой люди пытаются обогреть свои жилища с помощью электричества, если им не хватает обычного отопления, а летом практически все так или иначе имеют дело с кондиционерами.

У промышленности свой график потребления, который сильно зависит от отрасли, региона, от того, как именно предприятие покупает электроэнергию.

Все эти перепады — не очень хороши для сетевого хозяйства, но они неизбежны. Однако они вызывают более или менее серьезные потери. Передача тока по кабелю осуществляется при высоком напряжении, так ниже потери, затем высокое напряжение в несколько этапов доводят до нужного уровня (для рядовых потребителей — 220 В) с помощью трансформаторных подстанций. И одна история, если эта

процедура делается для большого количества потребителей, тогда она оправдана. И другая — если для малого. Но как быть, когда потребление на одной линии, на одном трансформаторе то низкое, то высокое? Тут-то и нужны интеллектуальные сети, которые позволяют задействовать только тот объем ресурсов, который имеет смысл задействовать.

Во-вторых, от одной и той же сети запитываются и заводы, потребляющие много электричества на высоком напряжении, и граждане. При этом сеть пока не умеет подстраиваться под тех и других и вынуждена дублировать свои функции: часть ресурсов постоянно занята под мелких потребителей, часть — под крупных.

Наконец, в-третьих, ток в сеть поставляют как крупные станции с постоянной выработкой, так и столь же крупные станции, выработка которых меняется (например, ГЭС производят неравное количество мощности в зависимости от того, что творится на реке: паводок, засуха, а то и вовсе лед стоит). А с развитием альтернативных источников энергии встает и вовсе сложная задача включить в единую энергосистему таких поставщиков, как ветровые генераторы, малые ГЭС, солнечные станции, во всех этих случаях перепады генерации очень значительны, настолько, что именно неадаптированные к ним сети ставят предел развитию альтернативной энергетики.

«Умные» сети позволяют решать эти проблемы. С точки зрения физики никаких загадок тут нет, теория давно разработана, аппараты созданы. Это дорого и непривычно для многих инженеров — другой вопрос. И — наука может предложить новые, еще более продвинутое решения, так что инженерам постоянно приходится подстраиваться к новым разработкам.

Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью (Концепция ИЭС ААС), разработанная по поручению ООО «ФСК ЕЭС» в консорциуме во главе с НТЦ электроэнергетики.

Передать без потерь

Сверхпроводимость — в буквальном смысле вековая мечта человечества. Электричество является основой нашей цивилизации — грубо — примерно сто лет. И все эти сто лет ученые и инженеры знают о таком явлении, как сопротивление. И все столетие мечтают, как его преодолеть.

Если вы возьмете в руки проводник, по которому идет ток, вы заметите, что он теплый. Часть тока ушла на разогрев материала, до по-

Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью (Концепция ИЭС ААС), разработанная по поручению ООО «ФСК ЕЭС» в консорциуме во главе с НТЦ электроэнергетики

В 50-е годы молнии создавали главные помехи для сетевого и генерирующего хозяйства. Сегодня внедряются устройства, генерирующие собственное поле, отталкивающее помехи

требителя не дошла. Виноваты атомы проводника. Они находятся в движении, поскольку проводник, понятно, имеет какую-то температуру, отличную от абсолютного нуля, атомы просто обязаны двигаться. При абсолютном нуле атомы прекращают движение. Теоретически давно было понятно, что, если охладить проводник до абсолютного нуля, ток по нему можно будет передавать без потерь. Но чтобы охладить, нужно потратить такую энергию, которая сделает всю затею бессмысленной. Вообще, мы здесь сталкиваемся с законом сохранения энергии в несколько своеобразном преломлении. Но тем не менее сверхпроводимость возможна и при относительно высоких температурах. Это и есть высокотемпературная сверхпроводимость.

Чтобы сделать такой сверхпроводник, нужно создать материал особой структуры. В нем движение атомов, или скорее атомных блоков, будет, но это движение почти не будет тормозить передачу тока потому, что атомы будут, грубо говоря, двигаться в пределах некоторых плоскостей, а электроны — ток — будут между этими плоскостями проскальзывать. В 1993 году ученые из МГУ Путилин и Антипов предложили вещество $HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$, которое позволяет достигать сверхпроводимости при температуре 135 градусов выше абсолютного нуля (это все равно очень холодно, на бытовом уровне, но на фи-

зическом уровне не так чтобы очень). Пока это лучшее достижение. Но материал со столь мудреной формулой редкий и дорогой. Поэтому постоянно идут поиски новых материалов, также разрабатываются системы охлаждения. В НТЦ электроэнергетики всю трудятся над кабелем длиной 2 км, который будет работать под напряжением в 20 кВ. Но это еще в разработках. А вот кабель длиной 200 м для подстанции «Динамо» — это уже конкретный проект, который скоро будет реализован.

Никель, водород и... коммерция

Холодный термоядерный синтез (получение энергии в результате взаимодействия элементарных частиц, причем при низкой температуре) — фантом, за которым гонятся поколения ученых. И вот, если верить западной прессе, прогресс есть. Первая сделка по продаже энергопроизводящей установки на основе реактора холодного термоядерного синтеза мощностью 1 МВт состоялась 28 октября 2011 года. Авторство принадлежит некоему Андреа Росси.

Для получения энергии необходимы водород и никель, причем в ничтожных количествах. Для подпитки реактора нужна электроэнергия, но очень немного. Установка Росси — это 50-100 модулей, каждый из которых состоит из трех маленьких реакторов холодного термоядерного синтеза. Все модули собраны внутри обычного

стального контейнера (размером 5x2,6x2,6 м). С точки зрения радиации опасности нет. Стоит это чудо 2 млн долларов, то есть за киловатт — 2 тыс. долларов, что очень дорого. Но через полгода цена энергии уже будет сопоставима с той, что получена обычным способом, оборудование окупится, дальше того — прибыль, говорит инженер. Топлива как раз на полгода и хватает.

Росси собирается продать за год до ста установок, ими торгует его собственная компания Leonardo Corporation. Впрочем, итальянца уже обвинили в шарлатанстве. Некоторые ученые заявили, что на самом деле установка дает столько же тока (за минусом потерь), сколько потребляет сама. Так или нет, предстоит установить первым владельцам. Но саму идею холодного термояда никто из физиков со счетов не списывает, научно она доказана безупречно. С технической реализацией проблемы — это да.

Победить молнию

В 1950-е годы молнии были едва ли не главным противником энергетики. В то время сетевое и генерирующее хозяйство было уже достаточно сложным, использовались довольно чувствительные приборы. Но защищать от помех их не умели. А помехи создаются главным образом молниями.

Сегодня техника сделала серьезные шаги вперед, так, защищать оборудование в пределах строений мы научились. Даже в частном доме защита от молнии — это не примитивный громоотвод, как раньше, а (если владелец не жалеет денег) довольно серьезная система замедления. Но на «трассах», по которым передается электричество, битва еще не выиграна. Тем более что оборудование становится все более тонким и требует все более серьезной защиты.

Российские специалисты в последние годы уделяют этой проблематике все более серьезное внимание. Создается новая геометрия для вроде бы классических громоотводов (в принципе это выглядит как обычный стержень, который «принимает» на себя атмосферное электричество и уводит его в землю, но конфигурация приемных антенн сложна). Появляются устройства, которые генерируют собственное поле, как бы отталкивающее помехи. Внедряются другие решения.

Задача становится все более актуальной, поскольку к диспетчеризации энергетики (ею в России занимается монополия структура, Системный оператор ЕЭС) предъявляются все более жесткие требования. Приходит понимание, что систему нужно защищать, в том числе от ошибок диспетчера. Но чего будет стоить

эта борьба, если команда диспетчера будет искажена помехами?

Свет из пустоты

В завершение поговорим о том, что пока не получило прикладного значения, но в будущем, возможно, перевернет наше представление об электроэнергетике. Ученые смогли получить свет из вакуума. То есть из пустого пространства. В принципе это не выглядит вызовом устоям современной физики. Ведь так называемый вакуум на самом деле не пуст, в нем как минимум есть бездна энергии, которую переносят или поля, или частицы. Но одно дело понимать это теоретически, другое — получить нечто (свет) из ничего.

В исследованиях отличился Тим Дьюти из Университета Нового Южного Уэльса в Сиднее (Австралия). Он вспомнил феномен — динамический эффект Казимира, известный уже достаточно давно. Суть феномена в том, что — очень грубо — зеркало может не только отражать свет, но и продуцировать собственный.

Как следует из его статьи, которая появилась недавно в журнале Nature, речь идет о квантовых флуктуациях, когда пары элементарных частиц то возникают, то исчезают в вакууме. При этом выделяется некая энергия, которая в норме тратится на образование новых пар частиц, следовательно, остается «внутри» вакуума и бесполезна. Но ученому удалось ее высвободить.

Чтобы добиться этого эффекта, зеркало необходимо двигать почти со скоростью света. Как это сделать? Практически нереально. Ученые применили крошечную микросхему. Она действует как электронный отражатель виртуальных фотонов. Таким образом это как бы зеркало перехватывает и отражает вонне некоторые фотоны до того, как они исчезнут.

Пока это открытие, повторимся, неприменимо на практике. И мы не знаем, будет ли применимо в ближайшем будущем. Так, передача энергии на расстояние без проводов, посредством сигналов, была теоретически понятна еще в начале XX века. Мы и сейчас пользуемся теми открытиями, когда слушаем радио. Однако передавать таким образом электричество по ряду причин все еще невозможно. Сталкивается с серьезными техническими трудностями и плазменная генерация, хотя еще в 1980-е годы казалось, что получить ток из плазмы уже почти получилось. Но кто знает, может, именно это направление окажется счастливым, и уже скоро для генерации света, энергии не нужно будет ничего, кроме... ничего. ■

Суть феномена динамического эффекта Казимира в том, что зеркало может не только отражать свет, но и продуцировать собственный

