

МОГУТ ЛИ СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ РАБОТАТЬ НОЧЬЮ?



Гелиоэнергетика стремительно набирает обороты. По мнению экспертов Международного энергетического агентства (IEA), при соответствующем уровне распространения передовых технологий уже через 40 лет она будет вырабатывать 20–25 % всего необходимого электричества. Кроме безвредного производства как такового, это обеспечит сокращение выбросов углекислого газа на 6 миллиардов тонн ежегодно. И все-таки, несмотря на такие радужные перспективы, у гелиоэнергетики немало недостатков. Но так ли они непреодолимы?

НАДЕЖДЫ И СОМНЕНИЯ

Первые солнечные батареи были созданы в 1954 г. А уже в 1958-м с их использованием запустили два спутника — сначала «Авангард-1» (США), затем «Спутник-3» (СССР). С тех пор солнечные батареи — один из основных способов получения электрической энергии на космических аппаратах. По сути, область применения гелиоэнергетики — огромна. Например, в 2016 г. ученые из Южной Кореи разработали подложную солнечную батарею, которая в 15 раз тоньше волоса. Такой миниатюрный источник энергии может бесперебойно обеспечивать работу приборов, имплантированных в организм, допустим, кардиостимулятора.

Казалось бы, подобные впечатляющие результаты рисуют перед нами триумфальное будущее гелиоэнергетики. Но пока что надежды оптимистов разбиваются об огромный перечень недостатков солнечных батарей. Среди них — высокая стоимость конструкции, необходимость периодической очистки поверхностей, использование больших площадей и,

конечно же, зависимость от погоды и времени суток.

Рассматривать каждый пункт в отдельности не будем, остановимся на самом очевидном. Вы решили установить солнечные батареи у себя дома, но любите посидеть допоздна, посмотреть фильмы или, к примеру, вам лучше работается в ночное вре-

мя. Но когда нет света, установленные панели становятся неэффективными. Так что использование солнечных батарей в быту автоматически наталкивается на серьезную проблему, ведь пик электропотребления приходится именно на вечерние часы. Но наука не стоит на месте и первые шаги в этом направлении уже есть.



Солнечные батареи на МКС



РАЗНООБРАЗИЕ ИДЕЙ

Если быть точнее, один из вариантов уже активно используется. Все просто: в дневные часы аккумуляторные батареи накапливают электроэнергию, чтобы использовать ее в ночное время. Мало кто не видел уличные фонари с солнечными панелями над ними. Днем они накапливают энергию, а ночью с их помощью освещается улица. Вот и весь принцип в действии.

Но все-таки ученые не удовлетворяются этим вариантом и активно ищут способ заставить солнечные батареи работать и ночью. Еще в 2010 г. Стивен Новак из Национальной лаборатории Айдахо заявил, что в конструкцию батарей можно добавлять несколько слоев солнечных антенн, настраивая при этом каждый слой на отличную от остальных оптическую частоту. По словам ученого, это должно позволить накапливать инфракрасное излучение, ведь на него приходится половина энергии Солнца. И именно оно доступно даже в ночное время.

Кроме этого, американские ученые разрабатывают идею о том, что панели смогут преобразовывать не только солнечный свет, но и другие волны, которые ночью производят здания, земля, дороги, за день нагретые солнцем. Эта схема также позволит модулям продолжить работу в темное время суток.

В 2014 г. исследователи из Гарварда и Массачусетского техноло-

гического института ввели в состав фотоэлементов особый тип молекулы, отличающийся важным свойством — существовать в двух разных типах конфигураций. Этот тип молекулы (азобензол) получил название «фотовыключатель». Его структура искажается, когда на нее воздействуют солнечные лучи, а при воздействии катализатора или нагревания молекула азобензола возвращается в исходную форму. Во время восстановления первоначальной структуры фотовыключателя выделяется тепло, которое можно использовать для тех или иных целей.

ПРОРЫВ КИТАЙСКИХ УЧЕНЫХ

Продолжением уже названных вариантов решения проблемы стала разработка ученых из Юньнаньского педагогического университета и Окееанского университета Китая. В 2017 г. они представили новый материал под названием «люминофор длительного послесвечения» (LPP). Он способен сохранять энергию солнечного света днем и преобразовывать ее в электричество ночью. Исследование было опубликовано в нескольких научных изданиях, в том числе в *Nano Energy*, *ACS Nano* и европейском журнале *Chemistry*.

«Исследования в области солнечной энергии до сих пор были в основном сосредоточены на повышении эффективности преобразования прямого солнечного света, — рассказывает руководитель исследовательской группы, профессор Тан Цюньвэй. — Мы решили заставить работать обычно неиспользуемый спектр солнечного излучения, который позволит вырабатывать электричество во время дождя, тумана, атмосферной дымки или даже ночью».

Если покрыть панели люминофором, их эффективность во время светового дня увеличится незначительно. Зато этот инновационный

материал сохранит энергию близкого к инфракрасному участку спектра света, который не поглощается днем фотоэлементами. Ночью эти «запасы» станут электричеством. По словам Тана Цюньвэя, эффективность преобразования солнечной энергии в темное время суток составляет около 25 % от дневной. Это позволяет батареям работать несколько дополнительных часов.

«Традиционная фотовольтаика (раздел науки на стыке физики, фотохимии и электрохимии, изучающий процесс возникновения электрического тока в различных материалах под действием падающего на него света. — Прим. ред.) способна обрабатывать ограниченную часть световых волн, которая затем преобразовывается в электричество. Но солнечная энергия невидимой части спектра, например инфракрасное излучение, может храниться в LPP, а ночью высвобождать монохроматический видимый свет, — объясняет Тан. — Тогда испускаемый свет снова конвертируется в электроэнергию, обеспечивая постоянную производительность в любое время суток». По заявлению ученых, их изобретение может стать началом «фотовольтаической революции».

«АНТИСОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ»

В 2019 г. за решение «ночной» проблемы солнечных батарей взялись исследователи из США и Японии. Они разработали и сконструировали устройство, которое можно назвать «солнечной батареей наоборот»: изобретение вырабатывает ток, не поглощая фотоны, а излучая их. Такой источник энергии в перспективе сможет питать различное оборудование в темное время суток.

В основе разработки лежит эффект отрицательной освещенности. Он заключается в том, что фотодиод может не только поглощать входя-



Люминофор

щие из внешней среды фотоны (как в обычной солнечной батарее), но и, наоборот, отдавать их. На этот процесс тратится энергия, запасенная в устройстве в виде тепла, вследствие чего оно начинает остывать. А там, где есть разница температур, ее можно использовать для генерации электричества.

Классическая тепловая машина — это концепция в термодинамике, которая описывает универсальное устройство с нагревателем и холодильником. Примеры таких машин, где нагревание обеспечено сгорающим топливом, а охлаждение — окружающей средой, — это двигатель внутреннего сгорания, паровая машина, реактивная турбина. Если заменить сгорание топлива иным источником энергии, суть не поменяется, полезная работа будет получаться за счет потока тепла от горячего к холодному.

Идея, лежащая в основе изобретения, очень проста: днем поток энергии идет от Солнца к предметам на поверхности Земли, а ночью нагретые днем предметы отдают тепло в космическое пространство. А там, где есть поток тепла, его можно использовать для генерации электричества за счет тех или иных устройств — от классических тепловых машин до разного рода термоэлектрических преобразователей. Правда, для работы такого устройства нужна «бесконечно» холодная среда, в которую излучение будет уходить, не возвращаясь обратно. И такая среда у нас под рукой, вернее, над головой — это открытый космос.

«Бескрайняя вселенная — это термодинамический ресурс. И между сбором исходящего и входящего излучения, с точки зрения оптоэлектроники, наблюдается удивительная симметрия», — отмечает соавтор исследования Шаньху Фан.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для того чтобы устройство могло отдавать тепло как можно большей площади неба, ученые использовали полусферическую линзу из арсенида галлия (GaAs) и прозрачное для инфракрасного излучения окно из феррида бария (BaFe_2), а также большое параболическое зеркало — последнее, образно говоря, фокусирует темноту. В фокусе зеркала находится выполненный из соединения ртути, кадмия и теллура фотодиод, эффективно излучающий фотоны в среднем инфракрасном диапазоне (на этих

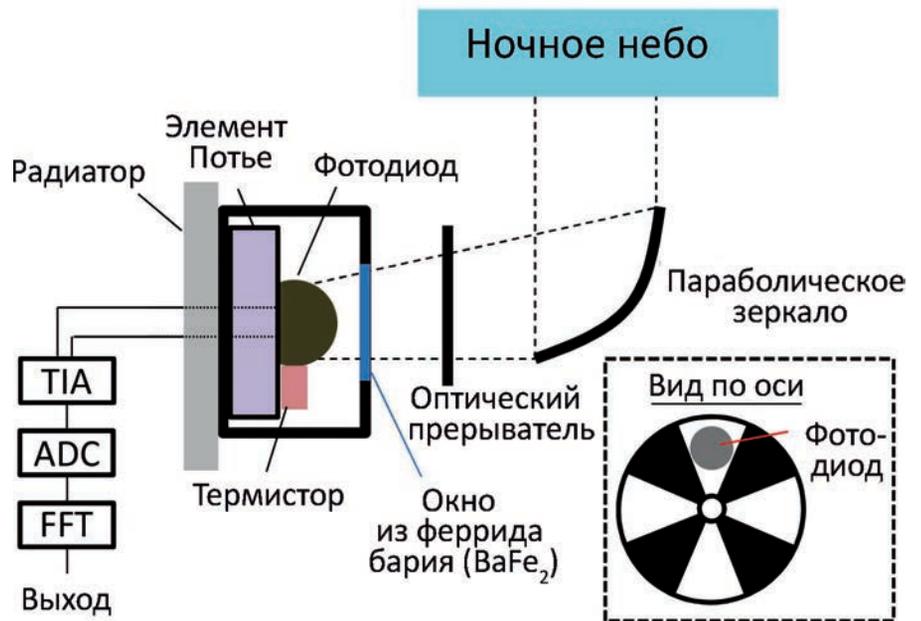


Схема «антисолнечной батареи»

длинах волн атмосфера достаточно прозрачна). Вопрос с пополнением энергии для фотодиода ученые решили, обеспечив устройству тепловой контакт с нагретой за день поверхностью планеты при помощи радиатора, способного улавливать идущее с земли тепло, и металлической подложки, позволяющих восполнять дефицит энергии за счет теплопроводности.

Таким образом, днем фотодиод работает как солнечный фотоэлемент, а ночью остывает за счет испускания инфракрасных лучей напрямую в ночное небо. В результате его температура оказывается ниже, чем у подложки. Преобразование же разницы температур возложено на элемент Пельтье, давно известное полупроводниковое устройство. При пропускании элект-

рического тока одна сторона его нагревается, а другая остывает (этот эффект используют в компактных холодильниках), и наоборот: при нагреве одной стороны и охлаждении другой, элемент Пельтье выдает электрическое напряжение. Расположив такое устройство в своей установке (подсоединив одну его часть к подложке, а другую — к фотодиоду), ученые смогли извлечь немного электроэнергии «из холода вселенной».

В проведенном эксперименте исследователи получили ничтожно малую мощность — 64 нановатта на квадратный метр поверхности. Этого мало даже для самых нетребовательных приборов. Но, во-первых, это все равно больше, чем ноль, а во-вторых, теоретические расчеты показывают, что мощность можно поднять вплоть до 4 ватт на квадратный метр. Это также гораздо меньше, чем у современных солнечных батарей (100–200 ватт на квадратный метр), но вполне достаточно для питания некоторых устройств.

В настоящее время авторы заняты поисками химических соединений для фотодиода, которые позволят сделать эффект отрицательной освещенности более выраженным. Интересно, что, по словам авторов разработки, технологию можно будет использовать не только для выработки электроэнергии ночью, но и для утилизации тепла, выделяющегося при работе различных механизмов, например станков на производстве.

Что ж, остается ждать, когда любую из вышеназванных разработок усовершенствуют, и она станет доступной для обычных пользователей.

