



## НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Николай Павлов  
edu@ostec-group.ru

Об альтернативных источниках энергии сегодня слышал каждый, и солнечные элементы, пожалуй, наиболее известные из них. Многие уже держали в руках солнечные батареи, конструкция которых достаточно громоздка и легко уязвима – хрупка, деградирует, боится механических воздействий. Большинство подобных панелей выполнены по «классической» технологии, в которой преобразующим элементом являются кремниевые или им подобные кристаллы. Ведутся активные работы по созданию замены для них – гибких полимерных батарей, выполненных по печатным технологиям. Какие преимущества имеют эти разработки и почему ими активно занимаются лидеры отрасли?

Учитывая исчерпаемость большинства нынешних источников энергии (газ, нефть, уголь и т.д.) альтернативная энергетика, в частности солнечная, развивается активно и представляет большой интерес для многих стран. Энергия, получаемая Землей от Солнца за год (она же фотоэлектрическая или фотовольтаическая энергия), примерно в 20000 раз превосходит годовое потребление энергии всем человечеством. Использование всего лишь 0,0125% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние общемировые потребности, а использование 0,5% – полностью покрыть потребности в будущем. Россия не имеет идеальных зон для сбора солнечной энергии, но есть зоны оптимального размещения солнечных батарей (рис. 1).

Во многих регионах России среднегодовой приход солнечной энергии составляет 4–5 кВт•ч на квадратный метр в день (этот показатель соизмерим с югом Германии и севером Испании – стран-лидеров по внедрению фотоэлектрических систем). К примеру, в Московской области среднегодовое распределение уровня инсоляции (облучения поверхности солнечным светом) в летние месяцы превышает значение 150 кВт•ч на квадратный метр в месяц (рис. 2).

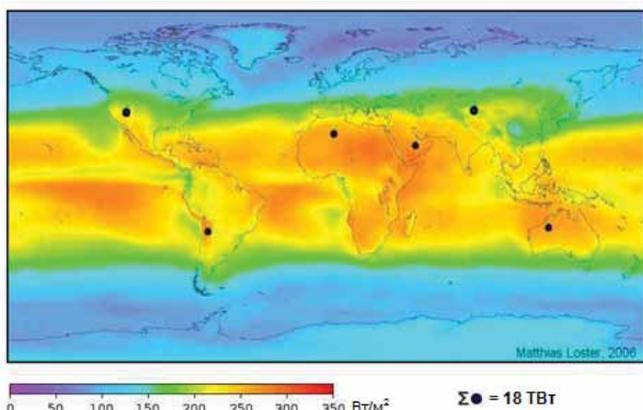


Рис. 1 Карты распределения мощности солнечного потока по миру

Немаловажным фактором можно считать не только общий уровень инсоляции, но и продолжительность солнечного сияния, т.е. продолжительность времени в течение суток, месяца, года (обычно многолетняя средняя), когда солнце в данной местности находится над горизонтом и не скрыто за облаками, туманом, мглой и т.п. Общий уровень инсоляции и продолжительности солнечного сияния в среднем по стране показаны на рис. 3.

Из представленных иллюстраций видно, что в России можно использовать солнечные батареи для получения энергии с положительным экономическим эффектом. Однако лидирующие фирмы-разработчики и фирмы-установщики комплексных систем автономного питания с применением солнечных батарей рекомендуют включать в комплекс систем тепловые генераторные установки для использования их в пасмурные дни. По статистике, в таких комплексных системах из 100% вырабатываемой энергии на солнечные элементы приходится порядка 90% и до 10% на тепловые источники.

При этом процент производимой и потребляемой солнечной энергии в общемировом объеме со временем будет только расти. Уже сегодня существуют промышленные станции преобразования солнечной энергии, вырабатывающие электричество в промышленных объемах.

На рис. 4 приведен пример горного подъемника в городе Тенна (Швейцария), работающего автономно исключительно на солнечной энергии. На верхней части подъемника размещены 80 солнечных панелей, которые генерируют энергию, достаточную для обслуживания 800 человек в час. Солнечные панели расположены опти-



Рис. 2 Среднемесячный уровень мощности солнечного потока в Московской области



Рис. 3 Карты распределения мощности солнечного потока в России

Таблица 1 Крупнейшие солнечные станции и их характеристики

Название станции	Страна	Номинальная мощность рабочая / максимальная (МВт)	Кол-во солнечных панелей	Общая площадь (га)
Agua Caliente Solar Project	США	247 / 397	5 200 000	972
Charanka Solar Park	Индия	214 / 500	-	2 000
Golmud Solar Park	Китай	200 / 317,2	-	564
Neuhardenberg Solar Park	Германия	145	-	-
Templin Solar Park	Германия	128,48	-	-
Toul-Rosi res Solar Park	Франция	115	1 400 000	367
Perovo Solar Park	Украина	100 / 133	440 000	-
Xitishan Solar Park	Китай	100 / 163	-	-
...				
Lieberose Photovoltaic Park	Германия	70,8	900 000	-
...				
Serpa Solar Power Plant	Португалия	11	52 000	

мально для максимального использования энергии и вращаются по направлению солнца. Во время грозы они наклоняются под прямым углом, так что снег и дождь не наносят им вреда. Подъемник длиной в 450 метров имеет годовую выработку энергии в 90000 кВт. Когда солнце находится в зените, подъемник генерирует больше энергии, чем потребляет. Эта избыточная энергия передается в сеть для выполнения других потребностей

и является источником доходов. По сравнению с первыми системами преобразования солнечной энергии прогресс очевиден (см. историческую врезку).

Существуют и солнечные станции с выработкой более 100 МВт, в таблице 1 приведены самые мощные солнечные станции. Внешний вид некоторых солнечных станций показан на рис. 5.

Общие тенденции развития солнечной энергетики представлены на рис. 6. Из приведенного



Lieberose Photovoltaic Park, Германия



Serpa Solar Power Plant, Португалия

Рис. 5 Солнечные станции



Рис. 4 Подъемник в Тенне, работающий на солнечной энергии

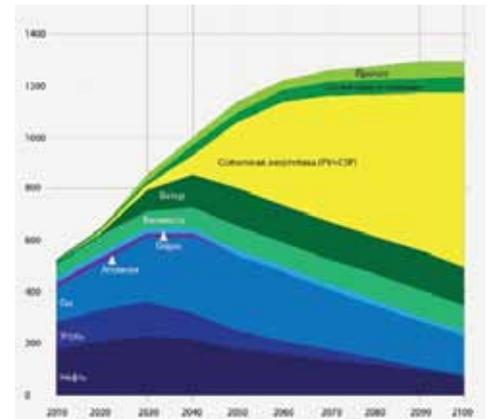


Рис. 6 Потребление энергии в Эксаджоулах (1 Эдж = 278 млрд кВт\*ч, 100 Эдж = Годовое потребление США). Источник: German Advisory Council



Рис. 7 Беспилотный самолет на солнечных батареях

графика видно, что прогнозируемая доля электричества, выработанного из солнечной энергии, должна стать преобладающей над всеми другими источниками энергии к концу текущего столетия.

На сегодняшний день существует огромное количество различных изделий, использующих солнечные элементы: от фонариков и калькуляторов на солнечных элементах до беспилотных самолетов (рис. 7), способных находиться в воздухе более суток и использующих для полета исключительно энергию солнца.

У всех этих применений базовыми значениями наравне с электрическими параметрами выступают массогабаритные характеристики и вопросы технологической сложности производства батарей. Для решения большинства из них и были разработаны технологии печатного изготовления солнечных элементов. Несмотря на молодость технологии, Ассоциация Производителей Органической и Печатной Электроники (ОЕ-А) оценивает перспективы её развития крайне оптимистично (рис. 8). Появление на рынке готовых изделий, выполненных по такой технологии, лишь подтверждает эти оценки.

Общие тенденции развития солнечных элементов (рис. 9) позволяют говорить:

- об увеличении эффективности (КПД преобразования солнечной энергии);
- об увеличении срока службы (времени жизни);
- о снижении стоимости (как производства, так и эксплуатации)

всех, без исключения, типов солнечных элементов. При этом печатные солнечные элементы развиваются динамичнее остальных технологий.

Наиболее активно устройства солнечной энергетики исследуются и внедряются в Китае. На рис. 10 показана среднегодовая получаемая мощность (от солнечной энергетики) в различных странах мира с 2001 до 2010 г. По статистике, например, в Индии, суммарная мощность солнечных батарей, установленных на крышах жилых домов, позволила произвести 87,8 МВт энергии за август 2012 года. Общая выработка энергии вместе с промышлен-

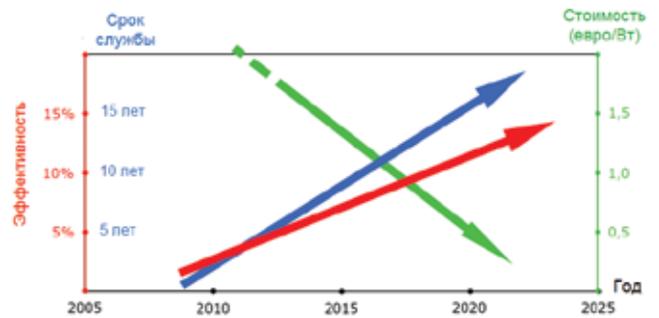


Рис. 9 Тенденции развития солнечных батарей

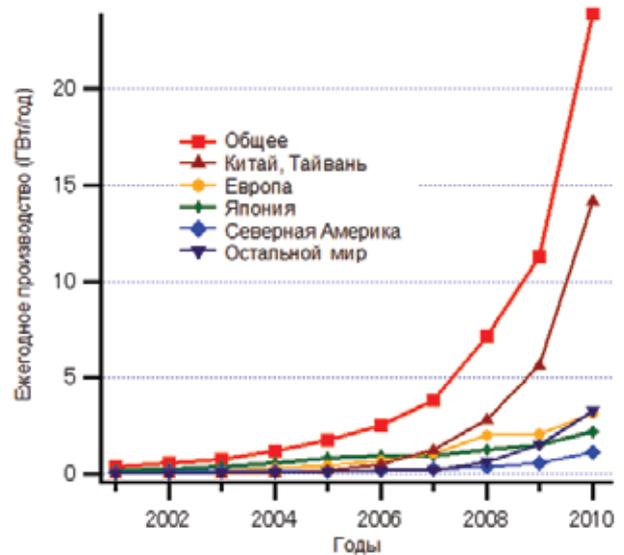


Рис. 10 Полученная (преобразованная в электричество) солнечная энергия

ными солнечными электростанциями составила порядка 1030 МВт. Возможно, именно печатные солнечные элементы станут теми устройствами, которые позволят осуществить качественный и количественный рывок в использовании солнечной энергетики. На рис. 11 представлены уже реализованные изделия одной из фирм с применением гибких печатных элементов.



Рис. 8 Перспективы развития печатных солнечных батарей по прогнозам ОА-Е. Источник: ОА-Е

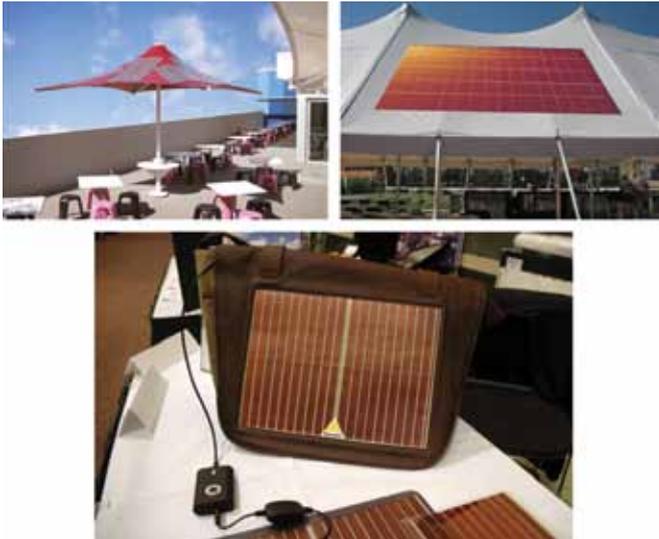
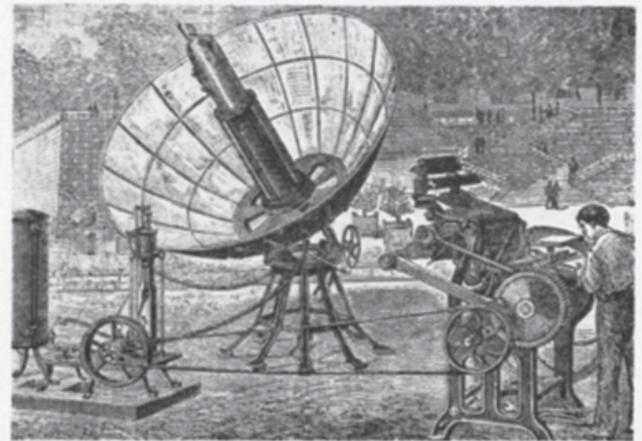


Рис. 11 Серийно выпускаемые гибкие органические солнечные батареи производства компании Koparka, размещенные на тентах, сумке. Источник: Koparka

На общем рынке печатной электроники направление солнечной энергетики является одним из приоритетных. Производители оборудования для струйной печати приводят оценку применения собственных установок, где видно, что более трети применений – это фотовольтаика (рис. 12).

В ближайшие годы направление солнечной энергетики продолжит активно развиваться и будет занимать все больший процент рынка производства электроэнергии.

В следующей статье мы расскажем о печатных солнечных элементах с подробным их сравнением с «классическими» кремниевыми элементами и представим общие аспекты технологии их производства, применения и эксплуатации. ■■



A SUN-POWER PLANT OF 1878 DRIVING A SMALL PRINTING PRESS.

The boiler had a capacity of 11 gallons : a hundred square feet of sunshine were collected. The reflector had a diameter of 11 feet 6 inches.

В 1878 году был установлен «солнечный элемент» (концентратор или, как назвал его автор, инсолятор). Он представлял собой прибор, концентрирующий солнечные лучи на емкости с носителем – жидкости, приводящей в действие двигатель, от которого работал небольшой печатный пресс. Концентратор не является прямым предшественником солнечных батарей, из этой разработки сформировалось свое направление солнечных преобразователей – нагревательные солнечные батареи. Емкость концентратора вмещала порядка 40 литров (11 галлонов) носителя. Эффективная площадь сбора солнечной энергии составила около 9 м<sup>2</sup> (100 футов<sup>2</sup>). Диаметр рефлектора был равен 3,5 метрам (11 футам и 6 дюймам). Инсолятор при помощи зеркала фокусировал лучи на паровом котле, который приводил в действие печатную машину, печатавшую по 500 отписок газеты в час. Подобный аппарат имел мощность в 15 лошадиных сил.

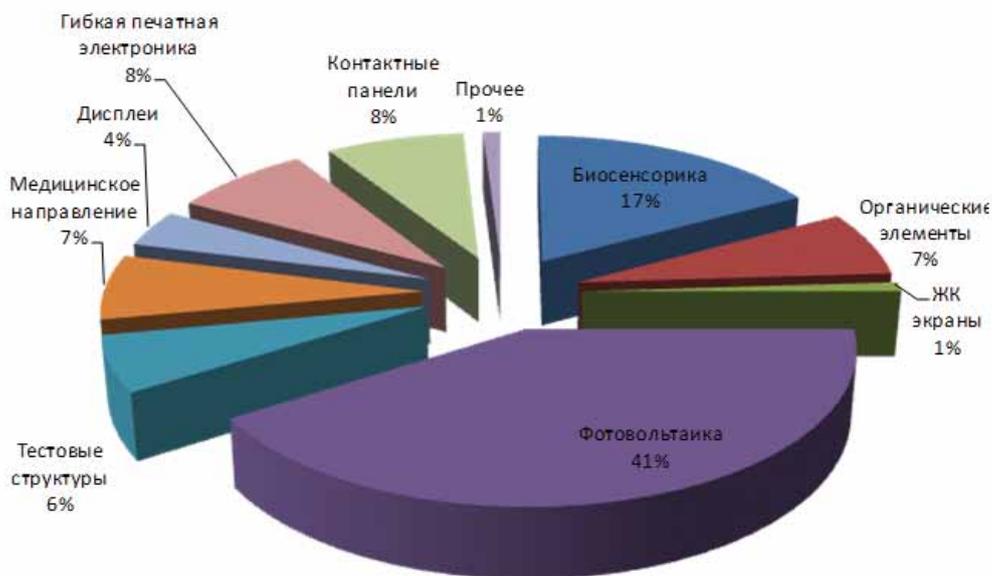


Рис. 12 Процент использования оборудования для изготовления изделий печатной электроники. Источник: SimTech Annual Mfg. Forum, July 25, 2012