

## ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА

Ключевые слова: солнце, энергия.

Выполнен обзор существующих способов преобразования энергии солнечного излучения в электрическую и тепловую энергию. Освещены история, современное состояние и перспективы использования гелиоустановок.

Keywords: sun, energy.

The review of ways applied now and means of transformation of energy of sunlight in electric and thermal energy is executed. The history, current state and prospects of use of solar power plants are reflected.

Энергетика – основа современной цивилизации. Она использует, трансформирует и транспортирует топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) и энергию. ТЭР делится на невозобновляемые (нефть, газ, уголь и продукты их переработки, уран), запасы которых ограничены, и возобновляемые (энергия солнца, ветра, мирового океана, водных потоков, биомассы, воздушного бассейна, отходов производства и жизнедеятельности человека, тепло Земли), запасы которых неистощимы или возобновляются в приемлемые сроки [1-6].

Солнечную энергию человечество использует с древних времен (например для сушки пищевых продуктов). В древней Греции энергию Солнца использовали для освещения, обогрева и строительства домов. Архимед, находясь на берегу, уничтожил римский флот с помощью зажигательных зеркал. Со временем солнечную энергию начали использовать для нагрева воды, обогрева теплиц и т.д.

В 1839 году французский естествоиспытатель Эдмон Беккерель открыл фотогальванический эффект: при освещении платиновых пластин, погруженных в раствор электролита, появлялась электродвижущая сила. В 1883 году американец Чарльз Фритс сделал первый фотоэлемент из тонкого слоя селена, расположенного между пластинками золота и меди. Джозеф Томсон в 1909 году и Филипп Ленард в 1900 году открыли фотоэффект: свет выбивал из металлической поверхности электроны (фототок). В 1905 году природу этого явления объяснил Альберт Эйнштейн. Каждый фотон, при взаимодействии с электроном передает ему свою энергию  $h\nu$  ( $h$ - постоянная планка,  $\nu$ - частота падающего света). Эта энергия частично затрачивается на работу выхода  $A$ , частично превращается в кинетическую энергию электрона:  $h\nu = A + 0,5mv^2$ . Появление полупроводников привело к рождению кремниевого фотоэлемента. На пластине кремния n-Si с электронным типом проводимости (основные носители заряда-свободные электроны) помещают слой кремния p-Si с дырочной проводимостью (носители заряда атомы, потерявшие электрон-«дырки»). При освещении фотоэлемента в зоне p-n перехода возникает разность потенциалов около 0,5В, что и используют для изготовления солнечных батарей. Объединяя фотоэлементы в модули, получают

солнечные батареи с напряжением до нескольких сот вольт.

Солнце – гигантское светило, с диаметром 1392 тыс. км. Его масса ( $2 \cdot 10^{30}$  кг) в 333 000 раз больше массы Земли. Химический состав Солнца – 81,76 % водорода, 18,14 % гелия, 0,1 % азота. Внутри Солнца происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий и ежесекундно 400 млрд кг материи преобразуется в энергию, излучаемую Солнцем в космическое пространство в виде электромагнитных волн различной длины. В центре Солнца давление достигает огромного значения в  $2 \cdot 10^{10}$  МПа (около 204 млрдат), а температура по разным оценкам составляет 8-40 млн. К, температура фотосферы на поверхности Солнца примерно равна 5900К. За год на Землю поступает  $1,05 \cdot 10^{18}$  кВт·ч солнечной энергии ( $1 \text{ кВт} \cdot \text{час} = 3600 \text{ кДж}$ ). Без ущерба для экологии может быть использовано 1,5% всей поступающей на Землю солнечной энергии, т.е.  $1,62 \cdot 10^{16}$  кВт·ч в год (это эквивалентно  $2 \cdot 10^{12}$  т условного топлива).

Способы получения электричества и тепла из солнечного излучения: 1) фотовольтаика (получение электроэнергии с помощью фотоэлементов); 2) гелиотермальная энергетика – нагревание твердой поверхности за счет солнечного излучения и последующее распределение и использование тепла; 3) биологический способ (чаще всего-сжигание древесины). В гелиотермальной энергетике применяют солнечные коллекторы и систему линз и зеркал для концентрирования солнечного излучения, при этом солнечные лучи нагревают рабочую жидкость (например, воду), используемую для электрогенерации по аналогии с обычными теплоэлектроцентралями.

Различают 3 поколения фотоэлектрических элементов (ФЭП): 1) кристаллические (монокристаллические кремниевые; поликристаллические кремниевые; технологии выращивания тонкопленочных заготовок); 2) тонкопленочные (кремниевые- аморфные; микрокристаллические; нанокристаллические; на основе теллурида кадмия; на основе селенида меди-индия (галлия); 3) ФЭП 3 поколения (фотосенсибилизированные красителем; органические (полимерные); неорганические; на основе каскадных структур).

Большая часть солнечных коллекторов построена в Китае, на втором месте – Европа. Лидером по мощности фотоэлектрических станций является – Германия.

В 2010 году введена в эксплуатацию самая большая в России гелиоустановка в райцентре Усть-Лабинск Краснодарского края площадью 600 м<sup>2</sup>. В 2011 году завершено строительство комбинированной гелиотермально-солнечной установки в пос. Розовом Краснодарского края, площадью 144 м<sup>2</sup>. Сегодня общая площадь гелиоустановок, эксплуатируемых в России составляет около 15 тыс м<sup>2</sup> (в мире более 140 млн. м<sup>2</sup>).

Основными поставщиками фотогальванического оборудования являются Китай (33% мирового рынка), ФРГ (19%) и Япония (16%). Российские компании так же работают в сфере гелиотехники. Пять из них («Солнечный ветер», научно-производственное объединение «Квант», АОЗТ «Амекс», «Энергомер», Подольский химико-металлургический завод) в 2007 году представили свою продукцию на международной выставке по солнечной энергетике в Милане. Причем фирма «Солнечный ветер» кроме односторонних солнечных модулей производит и двусторонние, что позволяет повысить их эффективность на 5-7%.

КПД первого фотоэлемента составлял всего 1%. Современные серийные фотоэлементы имеют КПД 14%, КПД американских опытных образцов многослойных элементов более 40%.

Стоимость электроэнергии, произведенной с помощью солнечных батарей, ежегодно снижается: в 1985 году - 5\$/Вт, в 2011 году впервые упала ниже 1\$/Вт.

По мнению специалистов, решающего прорыва удастся достичь за счет массового строительства гибридных станций, когда солнечные электростанции станут частью существующих ТЭЦ и ТЭС. Солнечную энергию на первых порах необходимо использовать параллельно с другими видами энергоносителей (нефтью, природным газом или углем). Это позволит плавно и безболезненно перейти от ископаемого топлива к солнечной энергетике.

Наиболее перспективен фотоэлектрический способ производства энергии. Солнечные батареи мобильны и долговечны, но традиционная кремниевая технология дорога. Поэтому в гелиоэнергетике заняты поиском новых перспективных материалов и дешевых технологий получения кремниевых наноструктур. Американская фирма Nanosolar производит пленки, на которые наносятся наночастицы из меди, индия, галлия и селена. Благодаря этим

инновациям эта фирма рассчитывает довести себестоимость продукции до 30-35 центов за ватт.

Солнечная энергетика имеет ряд достоинств: 1) общедоступность, неисчерпаемость источника; 2) безопасность с точки зрения экологии и биологии; 3) у фотоэлектрических преобразователей нет движущихся частей; 4) уход за гелиоустановками не требует высокой квалификации персонала; 5) большой срок службы гелиоустановок; 6) может использоваться модульный принцип (можно собирать различные системы преобразователей). Однако, гелиоэнергетика не лишена недостатков: 1) зависимость от времени суток и погоды; 2) необходимость аккумуляции энергии; 3) большие капитальные затраты (применяются редкие элементы, например, индий и теллур); 4) необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли; 5) нагрев атмосферных слоев над электростанцией; 6) по теории альбедо переход гелиоэнергетики на промышленный уровень может изменить климат из-за изменения отражательной способности планеты. Эти недостатки не столь существенны, и гелиоэнергетику можно отнести к перспективным отраслям альтернативной энергетике, что доказано успешной эксплуатацией гелиоустановок во многих странах мира.

Солнечная энергетика становится все перспективнее и дешевле. Со временем она войдет в наш повседневный быт: в виде телефонов, работающих на солнечных батареях, аккумуляторов, обогревающих небоскребы, солнечных панелей на крышах домов и каскадов солнечных электростанций в пустынях.

#### Литература

1. Саликеева С.Н., Галева Ф.Т. Обзор методов получения альтернативной энергии. *Вестник Казанского технологического университета*. Т.15, № 8, 57-59 (2012).
2. Шинкевич А.И., Зарайченко И.А. Повышение инновационной активности в энерго- и ресурсосбережении на основе концепции «Технологических окон возможностей». *Вестник Казанского технологического университета*, №9, 897-900 (2010).
3. Юдасин Л.С. Энергетика: проблемы и надежды. М.: Просвещение, 1990.-207с.
4. Перминов Э.М. О стратегии развития энергетике. – Энергетик, СПб: издательство ПЭИПК, №9, 19-24 (2008).
5. Бутузов В.А. Перспективы Российской гелиоэнергетики. – Энергосбережение, Москва: издательство «В2ВПринт», №4, 72-74 (2012).
6. Хорт В. Со своей розеткой. – Наука и жизнь. Москва, №10, 58-61 (2008).