

## КОГЕНЕРАЦИОННАЯ ГЕЛИОУСТАНОВКА «ЛУЧ»

**Северянин В.С., Янчилин П.Ф.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig\_bstu@tut.by

*In Belarus level of solar illuminance is sufficient for development and application of devices catching solar energy and reformative it in other kinds of energy. The solar power plant in which there is an operation of energy of high potential at first in solar converters, and the remnant of the energy which has passed in a kind of a thermal stream through photo cells is offered, transferred to the cooled heat-carrier. So the principle cogeneration is realised. The technical and economic effect consists in achievement energy-saving actions at the combined development of the electric power and warmth.*

### **Введение**

Солнечная энергетика – использование солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует возобновляющийся источник энергии и является экологически чистой, то есть не производящей вредных отходов. Сегодня солнечная энергетика широко применяется в случаях, когда малодоступность других источников энергии в совокупности с избытком солнечного излучения оправдывает её экономически.

Солнечная константа – это количество солнечного электромагнитного излучения (солнечной радиации) на единицу площади, измеренной на внешней поверхности земной атмосферы на борту самолета, перпендикулярной к лучам. Солнечная постоянная включает в себя все виды солнечного излучения, а не только видимый свет. Она измеряется с помощью спутника и составляет примерно 1,366 Вт на квадратный метр ( $\text{Вт/м}^2$ ), хотя это и колеблется примерно на 6,9 % в течение года (с  $1,412 \text{ Вт/м}^2$  в начале января до  $1,321 \text{ Вт/м}^2$  в начале июля) из-за разной удаленности земли от Солнца, а также несколько тысячных изо дня в день. Таким образом, для всей Земли (которая имеет поперечное сечение  $127400000 \text{ км}^2$ ) мощность составляет  $174001017 \text{ Вт}$ , плюс-минус 3,5 %. Солнечная постоянная остаётся неизменной на протяжении длительных периодов времени ( $1366 \text{ Вт/м}^2$  эквивалентно 1,96 калории в минуту на квадратный сантиметр) [1].

### **Природный потенциал Беларуси**

Солнце поставляет на планету излучение, в 7 тыс. раз превышающее нынешнее потребление энергии во всем мире. В Беларуси общий потенциал солнечной энергии оценивается в  $2,7 \times 10^6$  т у.т. в год, а технически возможный – в  $0,6 \times 10^6$  млн. т у.т. ежегодно. КПД преобразований при этом равен 12 %. Только в республике каждый год излучается до 1,2 МВт-ч на  $1 \text{ м}^2$  территории, что эквивалентно 60 л нефти.

Территория Беларуси расположена между 56-м и 51-м градусами северной широты, что определяет угол падения солнечных лучей, продолжительность дня и солнечного сияния, с чем связано количество поступающей солнечной радиации. В течение года угол падения солнечных лучей в полдень изменяется на  $47^\circ$ , продолжительность дня – более чем на 10 часов. Годовой

приход суммарной солнечной радиации увеличивается от северных к южным районам – от 3500 до 4050 МДж/м<sup>2</sup> (84–97 ккал/см). В год пасмурных дней насчитывается от 175 (на северо-западе) до 135 (на юго-востоке), ясных — от 30–35 (на северо-западе) до 40–42 (на юго-востоке).

На большей части территории республики максимум безоблачных дней приходится на март–апрель, и только на юго-востоке – на июль–сентябрь. Продолжительность солнечного сияния составляет в среднем за год 1730–1950 часов, возрастая к юго-востоку. Она минимальна в осенне-зимний период (когда бывает до 20 дней в месяц без яркого солнца), а в остальные дни насчитывает в среднем по 3 часа. В мае–июле солнце не показывается только 1–3 дня в месяц, при этом в отдельные дни продолжительность сияния достигает 16 часов. Май, июнь и июль вместе дают примерно 48 % годового прихода суммарной солнечной радиации, а ноябрь, декабрь и январь – только 5 %. Таким образом, в Беларуси уровень солнечной освещенности выше, чем, к примеру, в ряде земель Германии, где, как известно, преобразование солнечной энергии сильно распространено [2].

### **Преобразование солнечной энергии**

На сегодняшний день существует множество различных конструкций для улавливания энергии Солнца. Солнечные установки по принципу улавливания солнечной энергии делятся на два типа:

гелиоколлекторы — представляют собой лёгкие, компактные конструкции, собираемые по модульному принципу. Основой является плёночно-трубчатый адсорбирующий коллектор;

гелиоконцентраторы — представляют собой установки, фокусирующие параллельные солнечные лучи с помощью линзы в одной точке для выработки электричества или тепла.

Функция солнечного коллектора проста: он перехватывает солнечную инсоляцию и преобразует ее в такую форму энергии, которая необходима для потребителя. Большая пластина из черного материала ориентирована перпендикулярно солнечным лучам, которые поглощаются ею и преобразуются в тепловую энергию, нагревая пластину. Для отвода тепла внутри пластины предусмотрены трубопроводы для жидкости или газа, являющихся теплоносителями. Для уменьшения потерь тепла в атмосферу перед коллектором устанавливается одна (или более) прозрачная (стеклянная или пластиковая) пластина. На задней поверхности для той же цели размещают термоизоляцию.

Плоский фотоэлектрический коллектор содержит множество отдельных фотоэлектрических элементов, соединенных параллельно-последовательно, и закрытых сверху стеклянной или пластиковой прозрачной панелью. Солнечная энергия преобразуется этими элементами в электроэнергию с малым постоянным напряжением. В отличие от тепловых коллекторов, их задняя поверхность не нуждается в теплоизоляции. Наоборот, необходимо не допустить перегрева фотоэлектрических панелей, чтобы сохранить их КПД.

Для достижения более высоких температур используется фокусировка солнечных лучей. Солнечная энергия отражается большой поверхностью на коллектор с меньшей площадью поверхности, где уже и преобразуется в тепло. Вследствие концентрации энергии на меньшей площади, достигается больший ее нагрев, и меньшие потери тепла от излучения и конвекцию. Большинство таких коллекторов должны ориентироваться на лучи, приходящие непосредственно с диска Солнца – прямая инсоляция (следить за Солнцем в его движении по небу).

Существуют энергетические установки, производящие одновременно электроэнергию и теплоту в режиме комбинированной выработки этих видов энергии – так называемая «когенерация». Эти установки действуют за счёт сжигания органического топлива [4] в топках котлов, питающих паросиловую установку.

В НИЛ «Пульсар» БрГТУ разработана гелиоустановка «Луч» [5], которая состоит из гелиоконцентратора в виде комплекса конусных зеркал, механизма его поворота и наклона, теплоприёмника. Установка производит теплоту в виде горячей воды, нагреваемой Солнцем в теплоприёмнике. Отсутствие оптической изоляции теплоприёмника приводит к переизлучению тепла в окружающую среду и как следствие — недостаточное преобразование уловленной солнечной энергии.

Фотоэлектрические элементы имеют специальное селективное покрытие на своей лучепоглощающей поверхности. Оно обладает высоким коэффициентом поглощения  $\alpha_c$  коротковолнового солнечного излучения (короче 2 мкм), низкой излучательной способностью  $\varepsilon_T$  в инфракрасной области (длиннее 2 мкм), стабильной величиной степени селективности  $\alpha_c/\varepsilon_T$ , способностью выдерживать кратковременный перегрев, хорошей коррозионной стойкостью. Для идеальной селективно-поглощающей поверхности  $\alpha_c = 1$  и  $\varepsilon_T = 0$  [6].

Вследствие этого была предложена когенерационная гелиоустановка (рисунок), в которой уменьшены оптические потери энергии за счёт размещения на теплоприёмнике фотоэлектрических элементов и выработки электроэнергии, при одновременном сохранении выработки теплоты, реализуя принцип когенерации – энергоустановка как аналог теплоэлектроцентрали с высоким коэффициентом использования энергоресурса.

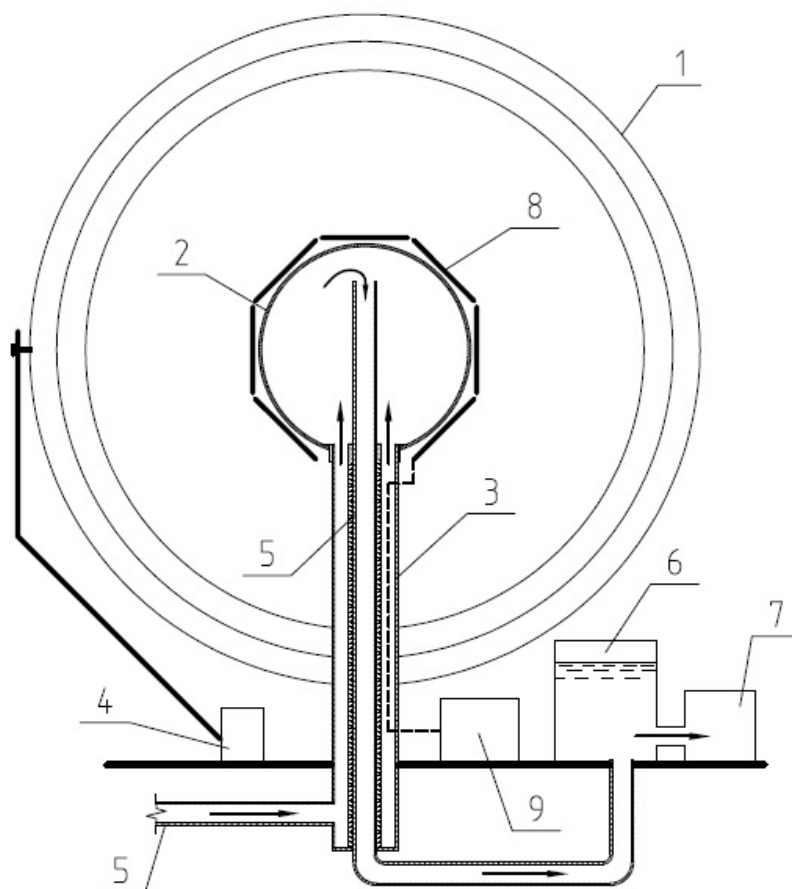
Когенерационная гелиоустановка работает следующим образом. Гелиоконцентратор 1 наводит солнечные лучи на поверхность теплоприёмника 2 со всех его сторон механизмом поворота 4. По трубам 5 через колонну 3 подводится теплоноситель (вода), он нагревается в теплоприёмнике, выводится в бак-аккумулятор 6 и далее – тепловому потребителю 7. В солнечных фотоэлементах 8 вырабатывается постоянный электрический ток и через систему регулирования (блокировки, распределители и т.д.) подаётся потребителю электроэнергии 9. Солнечные фотоэлементы нагреваются от солнечных лучей и отдают теплоту стенке теплоприёмника (теплопроводностью, лучистым и конвективным теплообменом), далее – теплоносителю в нём. При этом происходит охлаждение солнечных фотоэлементов и передача тепла тепловому потребителю.

### **Заключение**

Таким образом, в Беларуси уровень солнечной освещённости достаточен для развития и применения в народном хозяйстве устройств, улавливающих солнечную энергию и преобразующих её в другие виды энергии.

Особенность действия предлагаемой гелиоустановки – срабатывание энергии высокого потенциала сначала в солнечных преобразователях, а остаток энергии, прошедшей в виде теплового потока через фотоприёмники, передаётся охлаждённому теплоносителю. Так реализуется принцип когенерации. Тепловому потребителю отдаётся энергия материального или энергетического потока, который вначале выработал высокий потенциал (на ТЭЦ: сначала вырабатывается электроэнергия на турбогенераторах, а оставшаяся энергия пара отдаётся на теплофикацию).

Технико-экономический эффект заключается в достижении энергосберегающего действия при комбинированной выработке электроэнергии и теплоты.



1 – гелиоконцентратор, 2 – теплоприёмник, 3 – колонна, 4 – механизм поворота, 5 – трубы, 6 – бак-аккумулятор, 7 – тепловой потребитель, 8 – солнечные батареи (фотоприёмники), 9 – потребители электроэнергии; стрелки – теплоноситель, пунктирные – электропроводка

**Рисунок** – Конструкция когенерационной гелиоустановки

#### **Список цитированных источников**

1. Северянин, В.С. Возможности использования солнечной энергии в Республике Беларусь / В.С. Северянин, А.Л. Тимошук А.Л. // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2007. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика – С. 37–41.

2. В выгодном свете. Гелиоэнергетика в Беларуси: от частного к общему // Энергосбережение в строительстве и ЖКХ. – Минск, 2009. – № 12.

3. <http://www.eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/>

4. Теплогенерирующие установки / Г.Н. Делягин [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1986. – 78 с.

5. Гелиоустановка: пат. РБ №6325–У, F 24 J 2/00 / В.С. Северянин, П.Ф. Янчин. – 2009.

6. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В.Харченко. – Москва: Энергоатомиздат, 1991.