

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

© 2016 А. А. Атепин, А. Г. Юрочкин

*Воронежский институт высоких технологий  
Воронежский филиал Российской Академии государственной службы  
при Президенте Российской Федерации*

*В статье рассматриваются возможности использования возобновляемых источников энергии. Указаны виды взаимодействий при процессах прохождения коротковолнового солнечного излучения через атмосферу. Проведена классификация солнечных коллекторов. Рассмотрены случаи нежелательного воздействия на экологические характеристики.*

*Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, экология, природные ресурсы.*

На территории России находится 45 % от общих запасов в мире природного газа, 13 % – нефтяных, 23 % – по углю, 14 % – по руну.

Указанные запасы по топливно-энергетическим ресурсам могут дать потребности России для тепловых и электрических энергий в течение нескольких сотен лет. Но при этом их использование на практике связано с большими трудностями и опасностями, не обеспечивается потребность многих областей в энергии, что определяет безвозвратные потери по топливно-энергетическим ресурсам (до 50 %), дает угрозы возникновения экологической катастрофы в местах, где идет добыча и производство различных топливно-энергетических ресурсов.

Природа может не выдержать такого испытания. Приблизительно 22-25 млн. человек живут в местах с автономным энергообеспечением или ненадежным централизованным энергообеспечением, занимающих более 70 % территории России.

Каждую секунду солнце дает излучение 88 1024 кал. или 370 1012 ГДж теплоты. Из такого количества теплоты на Землю идет в энергетическом эквиваленте только 1,2 1012 Вт, т. е. за год 1018 квт/ч, или в 10000 раз больше той энергии, которая в настоящее время потребляется по всему миру. Если сравнивать с ним все остальные источники энергии, то получается, что количество теп-

лоты довольно небольшое. Если, к примеру, потенциал Солнца определять по солнечной энергии, падающей только на свободные необрабатываемые земли, то среднегодовая мощность составит около 10000 Гвт, что примерно в 5000 раз больше, чем мощность всех современных стационарных энергетических установок мира. Практическую целесообразность использования солнечной энергии устанавливают исходя из максимального солнечного излучения, равного 1квт/м<sup>2</sup>. Это так называемая наибольшая плотность потока солнечного излучения, приходящего на Землю.

Для населенных районов в зависимости от того, какое место, время суток и погода среднее солнечное излучение составляет 200-250 вт/м<sup>2</sup>. Но и это очень много, с точки зрения производственной деятельности. К примеру, средняя плотность искусственной энергии, обусловленной хозяйственной деятельностью равна всего 0,02 вт/м<sup>2</sup>, т. е. в 10 тыс. раз меньше средней плотности солнечной энергии. В отдельных местах Земного шара этот показатель значительно выше (в Японии – 2 вт/м<sup>2</sup>, в Русском районе в Германии – 20 вт/м<sup>2</sup>). Расчеты показали, что для удовлетворения современного энергопотребления достаточно превратить солнечную энергию, падающую на 0,0025 % поверхности Земли, в электрическую.

В связи с изысканием путей использования возобновляемых и экологически чистых источников энергии важным является оценка гелиоресурсов страны и районирование территории по потенциалу солнечной радиации.

Такие исследования основываются на климатическом обобщении метеостанций станции с применением вероятностно-ста-

---

Атепин Артем Андреевич – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: aterinaa1984@yandex.ru

Юрочкин Александр Геннадьевич – Воронежский филиал Российской Академии государственной службы при Президенте Российской Федерации, д. т. н., профессор, e-mail: kafec@vtn.ranepa.ru

тистического подхода; согласно результатам исследований в России выделено 11 районов по приоритету обеспеченности гелиоресурсами. Барнаул расположен в 4-ом по обеспеченности районе, республика Алтай – в 3-ем и 4-ом районах.

Таким образом, можно отметить «бесплатность», возобновляемость и огромные масштабы (можно сказать неисчерпаемость) ресурсов солнечной энергии. Однако низкая плотность солнечной радиации у поверхности Земли (в среднем  $250 \text{ Вт/м}^2$ , в наиболее благоприятных районах –  $1 \text{ кВт/м}^2$ ) и нерегулируемый режим поступления к поверхности Земли (вращение Земли, облачность) создают значительные технические трудности ее использования (необходимость больших отражающих и поглощающих поверхностей, систем ориентирования, аккумуляторов и пр.).

Солнечное излучение – это энергетический поток от доступного источника гораздо более высокой температуры ( $T$  поверхности солнца  $=6000^\circ \text{ К}$ .), чем у традиционных источников.

Тепловая энергия его может быть использована с помощью стандартных технических устройств (например, паровых турбин) и, что более важно, методами, разработанными на основе фотохимических и фотофизических взаимодействий. Солнечные устройства, использующие энергию солнечного излучения, могут располагаться как на поверхности Земли, так и вне атмосферы Земли.

В процессе прохождения коротковолнового солнечного излучения через атмосферу различают следующие виды взаимодействий:

1. поглощение – переход энергии излучения в тепло, возбуждение молекул, с последующим излучением света большой угол.
2. рассеяние – изменение направления распространения света в зависимости от угла.
3. отражение не зависит от угла, в среднем около 30% интенсивности космического солнечного излучения отражается обратно в космическое пространство. Большую часть излучения отражают облака, меньшую – снег и лед на поверхности земли.

Таким образом, установкой приемника солнечной энергии необходимо определить, какое количество энергии требуется собрать, как предлагается использовать собранную энергию. Тогда можно рассчитать размер приемника.

Наиболее очевидная область использования солнечной энергии это подогрев воды, воздуха. В районах с холодным климатом необходимо отопление жилых помещений и горячее водоснабжение. Энергия Солнца используется в нагревателях воды, воздуха, солнечных дистилляторах, зерносушилках, солнечных башнях (солнечная энергетическая установка башенного типа). Солнечные системы, которые предназначены для выработки электрической энергии, называются СЭС (солнечные энергетические станции).

Концентрация солнечной энергии позволяет получить температуры от  $100$  до  $700^\circ \text{ C}$ , т. е. достаточно высокие для работы теплового двигателя с приемлемым к.п.д. Изготовление параболических концентраторов с диаметром, превышающим  $30 \text{ м}$ , довольно сложно, тем не менее мощность одного такого устройства составляет  $700 \text{ кВт}$ , что позволяет получить до  $200 \text{ кВт/час}$  электроэнергии. Этого достаточно для небольших энергосистем, но не для стационарных коммунальных сетей.

Основным конструктивным элементом солнечной установки является коллектор, в котором происходит улавливание солнечной энергии и ее преобразование в теплоту и нагрев воздуха, воды или другого теплоносителя.

Различают два типа солнечных коллекторов:

1. плоский,
2. фокусирующий.

В плоских коллекторах солнечная энергия поглощается без концентрации, а в фокусирующих – с концентрацией, т. е. с увеличением плотности поступающего потока радиации.

Концентраторы солнечной энергии.

Концентраторы – это оптические устройства в виде зеркал или линз, в которых достигается повышение плотности потока солнечной энергии.

Зеркала плоские, параболические или параболическоцилиндрические изготавливаются из тонкого металлического листа или фольги или др. материалов с высокой отражательной способностью.

Сравнительная характеристика коллекторов различных типов

Солнечные станции строятся в основном двух типов:

- 1 – СЭС башенного типа,
- 2 – СЭС модульного типа.

Система, состоящая из множества небольших концентрирующих коллекторов,

каждый из которых независимо следит за солнцем - модульная СЭС.

Концентраторы не обязательно должны иметь форму параболоида, но обычно это предпочтительно. Каждый концентратор передает солнечную энергию жидкости теплоносителя. Горячая жидкость ото всех коллекторов собирается в центральной энергостанции. Тепло несущая жидкость может быть водяным паром, если она будет прямо использоваться в паровой турбине или какой-нибудь термохимической средой, например, диссоциированный аммиак.

Солнечный пруд представляет собой оригинальный нагреватель, в котором теплозащитной крышкой является вода.

Достаточно большой водоем может быть просто вырыт (могут быть использованы и природные водоемы, например, в Израиле использовано Мертвое море в качестве солнечного пруда), что относительно недорого.

Солнечные пруды содержат в себе и накопители тепла, поэтому область их использования может быть довольно широкой. Солнечные пруды могут быть использованы в гелиосистемах отопления и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий, для получения технологической теплоты, в системах кондиционирования воздуха абсорбционного типа, для производства электроэнергии, т. е., солнечный пруд служит одновременно коллектором и аккумулятором теплоты.

В солнечный пруд заливается несколько слоев воды с различной степенью солености, причем наиболее соленый слой (0,5 м) располагается на дне. Солнечное излучение поглощается окрашенным в темный цвет дном водоема – и придонный слой воды нагревается.

Придонный слой воды берется настолько более соленым, чем слой над ним, что плотность его хотя и уменьшается при нагревании, но все-таки остается выше плотности более высокого слоя. Поэтому конвекция (подъем вверх более теплой – более легкой воды) подавляется и придонный слой нагревается все сильнее до 90° С, иногда – до кипения, при этом температура поверхностного слоя остается на уровне температуры окружающей среды. Пруд глубиной до 2-х м способен обеспечить непрерывную работу СЭС при прекращении инсоляции на срок до недели, пруды большей глубины могут обеспечить сезонный цикл аккумуляции. Правда, для этих СЭС требуются боль-

шие площади земельных угодий, в остальном – экологически приемлемые сооружения, тем более, что соленые пруды в естественных условиях существуют веками.

Солнечные станции являются еще недостаточно изученными объектами, поэтому отнесение их к экологически чистым электрическим станциям нельзя назвать полностью обоснованным, в лучшем случае, к экологически чистой можно отнести конечную стадию, т. е. стадию эксплуатации СЭС, и то относительно. Солнечные станции являются достаточно землеемкими. Удельная землеемкость СЭС изменяется от 0,001 до 0,006 Га/кВт с наиболее вероятными значениями от 0,003 до 0,004 Га/кВт. Это меньше, чем для ГЭС, но больше, чем для ТЭС и АЭС. При этом надо учесть, что СЭС весьма материалоёмкие: Ме, стекло и т. д.

В случае создания СЭС солнечными рудами удельная землеемкость еще повышается, а также увеличивается опасность загрязнения подземных вод рассолами.

Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т. д.

Нежелательное экологическое воздействие вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения сконцентрированного зеркальными отражателями, это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветра, в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем использующих концентраторы.

Применение низкокипящих жидкостей при неизбежной их утечке могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитраты, являющиеся высокотоксичными.

Низкий коэффициент преобразования солнечной энергии в электрическую поднимает серьезные проблемы, связанные с охлаждением конденсата, при этом тепловой сброс в биосферу более, чем в вдвое превышает сброс от традиционных станций, работающих на горючих ископаемых.

Гелиотехника косвенным образом оказывает влияние на биосферу. Во время изготовления кремниевых, кадмиевых и арсенидгелиевых фотоэлектрических элементов в воздухе появляются:

- кремниевая пыль,
- кадмиевые и арсенидные соединения, опасные для здоровья людей.

Космические СЭС за счет СВЧ излучения могут оказывать влияние на климат, создавать помехи теле- и радиосвязи, воздействовать на незащищенные живые организмы, попавшие в зону его влияния.

Природные ресурсы энергии ветра – это содержащаяся в нем кинетическая энергия. Наибольшая доля кинетической энергии ветра, которая в соответствии с законами природы и современным уровнем развития техники может быть преобразована в полезную энергию, составляет ресурсы, пригодные для практического использования. Доля энергии, которую можно преобразовать в традиционный вид энергии с экономически оправданными затратами по сравнению с обычными энергоресурсами, относится к экономическим ресурсам.

Скорость ветра классифицируется метеослужбами по исторически сложившейся шкале Бофорта, в основе которой лежат визуальные наблюдения. Скорость ветра при стандартных метеорологических измерениях определяется осреднением за 10-минутный отрезок времени показаний анемометра, находящегося на 10-метровой высоте. Эти измерения могут повторяться каждый час, но обычно они проводятся значительно реже, поэтому по ним трудно судить о флуктуациях скорости ветра и его направления, что необходимо для расчета характеристик ветроустановок. Для непрерывного измерения скорости ветра можно использовать специальные анемометры, но они тоже довольно инерционны.

Направление ветра определяется стороной света, откуда дует ветер. Метеоданные о направлении ветра обычно представляют в виде розы ветров, показывающей среднюю скорость ветра в различных направлениях. На розе ветров вместо средней скорости могут быть показаны для каждого направления распределения ветра по скорости. Информация о направлении ветра чрезвычайно важна, когда ветроустановки размещают в горной местности, вблизи зданий или других ветроустановок, т. е. в тех случаях, когда возможно их затенение при некоторых направлениях ветра.

Зависимость параметров ветра от высоты. Скорости ветра на разных высотах различны, естественно, различны и воздействия ветра на ветроколеса, расположенные на разной высоте. На поверхности земли ( $z=0$ ) скорость ветра всегда равна нулю. Затем до высоты, равной примерно высоте расположенных в данном месте различных препят-

ствия (зданий, деревьев и т. п.), скорость ветра увеличивается очень сложным образом, при этом его направление может изменяться практически случайно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский Ю. П. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Ю. П. Преображенский, Р. Ю. Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6. – № 5. – С. 99-102.
2. Мохненко С. Н. Альтернативные источники энергии / С. Н. Мохненко, А. П. Преображенский // В мире научных открытий. – 2010. – № 6-1. – С. 153-156.
3. Львович И. Я. Альтернативные источники энергии / И. Я. Львович, С. Н. Мохненко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7. – № 2. – С. 50-52.
4. Олейник Д. Ю. Вопросы современной альтернативной энергетики / Д. Ю. Олейник, К. В. Кайдакова, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 46-48.
5. Львович И. Я. Альтернативные источники энергии / И. Я. Львович, С. Н. Мохненко, А. П. Преображенский // Главный механик. – 2011. – № 12. – С. 45-48.
6. Горбенко О. Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии / О. Н. Горбенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 16-20.
7. Горбенко О. Н. О проблемах солнечной энергетики / О. Н. Горбенко, А. А. Макарова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 97-101.
8. Милошенко О. В. О проблемах использования водорода в энергетике / О. В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 312-315.
9. Милошенко О. В. О возможностях использования космической энергетики / О. В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. С. 316-322.
10. Петрашук Г. И. О некоторых исследованиях управления в сфере экологии / Г. И. Петрашук // В мире научных открытий. – 2010. – № 6-1. – С. 310-313.

11. Горбенко О. Н. Вопросы использования воды в качестве альтернативного источника энергии // О. Н. Горбенко, А. А. Макарова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 303-307.

12. Милошенко О. В. Проблемы распределенного производства энергии / О. В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 40-45.

13. Горбенко О. Н. Проблемы использования солнечной энергии / О. Н. Горбенко, А. А. Рожкова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 38-39.

14. Горбенко О. Н. Построение подсистемы анализа альтернативных источников энергии / О. Н. Горбенко, А. А. Рожкова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2. – С. 6.

## **THE POSSIBILITY OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES**

© 2016 A. A. Atepin, A. G. Yurochkin

*Voronezh institute of high technologies*

*The Voronezh branch of the Russian Academy of state service when the President  
of the Russian Federation*

*The paper provides consideration of possibilities for renewable energy. The types of interactions during the passage of short-wave solar radiation through the atmosphere are indicated. The classification of solar collectors is given. The cases of undesirable effects on environmental performance are considered.*

*Keywords: renewable energy, ecology, natural resources.*