

УДК 620.9.004.8

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БИОНИЧЕСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА

И.М. Кирпичникова, Н.С. Архипова

В статье приведено обоснование использования энергии солнца для преобразования ее в электрическую энергию. Показано, что для повышения эффективности преобразования необходимо использовать концентрирующие устройства. Рассмотрена классификация солнечных концентраторов, описаны их достоинства и недостатки. На основе бионики (изучении строения фасеточного глаза насекомых), предложена конструкция бионического концентратора солнечных лучей.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечные концентраторы, бионика, бионический концентратор.

В современном мире все большее количество стран переходит на использование возобновляемых источников энергии. Солнечная энергетика, по многим прогнозам, является одной из самых перспективных отраслей возобновляемой энергетики. Помимо того, что данный вид энергии является «экологически чистым», ее использование доступно в любой точке планеты. Однако использование возобновляемых источников энергии (в том числе солнечной энергии) в мировой энергетике на данный момент не превышает 2 %. По сравнению с другими видами возобновляемой энергетики, солнечная энергетика обладает наибольшим потенциалом долгосрочного роста (рис. 1).

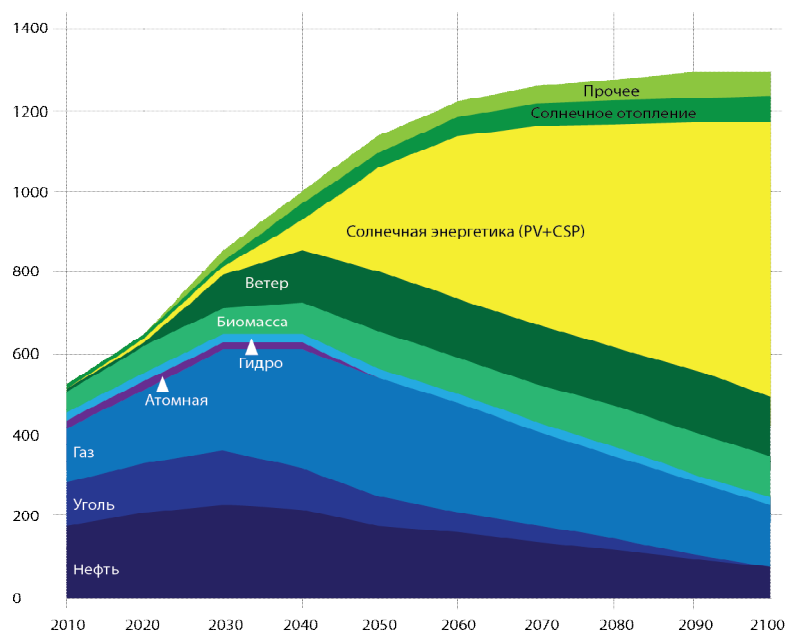


Рис. 1. Прогнозы развития солнечной энергетики

В мире ежегодно увеличивается количество солнечных электростанций, как теплового, так и фотоэлектрического принципа действия. Для частного использования существуют солнечные панели, которые уже заняли свою нишу на рынке. Но проблема заключается в том, для получения необходимых объемов энергии требуется большое количество солнечных модулей, что вызывает увеличение их стоимости для потребителя. В связи с этим создание энергетических солнечных установок, имеющих небольшие габариты и обладающих высокой эффективностью преобразования, является актуальной задачей.

В связи с тем, что солнечное излучение поступает на поверхность земли рассредоточено, появляется необходимость в использовании солнечных концентраторов. По принципу концентрации лучей они могут быть отражающими или преломляющими. В первом случае концентраторы фокусируют солнечное излучение с некоторой поверхности в одной точке. Преломляющие (линзы) фокусируют преломленные лучи в фокусе концентратора.

На сегодняшний день разработано большое количество солнечных концентраторов различных конструкций, принципом действия, степенью концентрации и т. д. Многие из них находятся в стадии тестирования, наиболее известные конструкции используются в промышленных масштабах.

Наиболее известные типы солнечных концентраторов [1]:

1. Преломляющие концентраторы имеют приемник излучения, вынесенный на тыльную сторону принимающей поверхности, благодаря чему поверхность не затеняется самим приемником и его опорами. К таким устройствам относятся:

- концентраторы на сферических линзах Френеля;
- концентраторы на линейных линзах Френеля.

Достоинства: простой дизайн, низкая стоимость энергии.

Недостатки: невысокая степень концентрации.

2. Отражающие концентраторы характеризуются тем, что фокусировка солнечного излучения на приемнике излучателя располагается на фокальной линии или в фокальной точке устройства. К ним относятся:

- параболические;
- параболоцилиндрические;
- параболоидные;
- солнечные башни.

Достоинства: опробованная технология, высокая эффективность.

Недостатки: дороговизна.

3. Призматические концентраторы (призмоканы) в поперечном сечении представляют собой призму, при этом солнечное излучение проходит через принимающую грань, отражается от задней грани, находящейся под углом α к принимающей, и направляется к поверхности выхода концентрированного излучения.

4. Фоклины и фоконы.

Достоинства: длительная работа в пределах параметрического угла концентратора без слежения за положением солнца

Недостатки: относительно большие значения величины высоты отражателя, что затрудняет их изготовление, увеличивает материалоемкость.

5. Голографические концентраторы, принцип действия которых заключается в том, что солнечный поток проходит через голограмму и далее, отражаясь многократно, концентрируется на воспринимающей поверхности.

6. Люминесцентные концентраторы строятся на принципе поглощения и дальнейшего излучения части солнечного спектра. Переизлученная радиация частично выходит за пределы пластины, а лучи с превышением угла полного внутреннего отражения начинают распространяться по пластине к ее торцам, где создается повышенная концентрация излучения.

Классификация солнечных концентраторов приведена на рис. 2.

Рассмотренные типы концентраторов имеют хорошие энергетические характеристики, высокую степень концентрации и повышают эффективность преобразования солнечных лучей в тепловых и фотоэнергетических энергоустановках.

Однако для получения стабильно высоких характеристик, концентраторы должны быть оборудованы системой слежения за солнцем (трекером), чтобы иметь возможность эффективной работы в течение всего светового дня. Это усложняет конструкцию и приводит к повышению ее массогабаритных показателей и стоимости, так как для поворота концентратора требуется приводная часть и система управления устройством.



Рис. 2. Классификация солнечных концентраторов

Задачей нашего исследования является разработка такой конструкции концентратора, которая бы не требовала слежения за солнцем и при этом эффективно улавливала солнечные лучи, концентрируя их в фокусе.

Идея такого концентратора была позаимствована у природы. Известно, что человек уже использует подобные изобретения живой природы, например, закрылки, светоотражающие материалы, клонирование, звукоизоляция, гидролокаторы, инфракрасное излучение и т. д. В нашем случае мы обратили внимание на органы зрения насекомых и взяли за основу фасеточное строение глаза стрекозы. Концентратор, который планируется создать, мы назвали бионический солнечный концентратор. В существующую классификацию (см. рис. 2) таким образом был добавлен блок с указанным названием, поскольку до сих пор подобных устройств не было.

Фасеточные глаза насекомых представляют собой полусферу, в редких случаях почти полную сферу. Благодаря таким глазам насекомые видят все вокруг себя на 360° . Структурно глаз состоит из отдельных ячеек, так называемых фасеток [2]. Рассмотрим подробнее строение фасетки (рис. 3):

Роговица – наружная прозрачная двояковыпуклая или плосковыпуклая линза.

Хрусталик – образование, имеющее конусовидную структуру и обращенное основанием к роговице. Оно играет роль второй преломляющей линзы (собирающей). Состоит из прозрачных клеток или является продуктом секреции особых клеток, лежащих вокруг него.

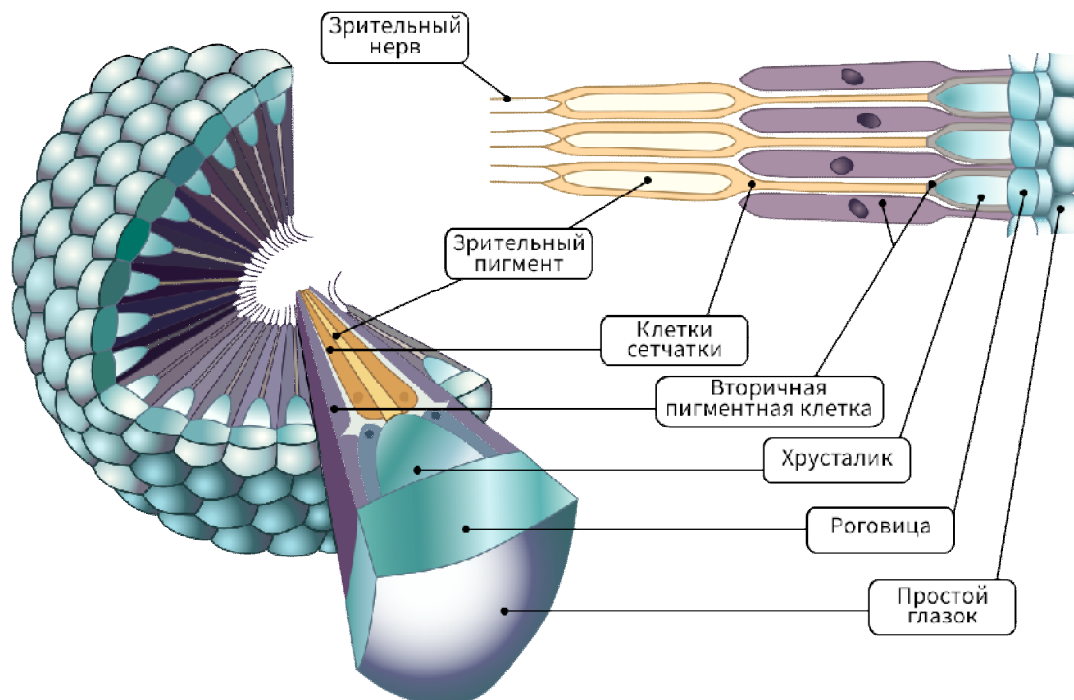


Рис. 3. Строение фасеточного глаза

В роговице происходит первичное преломление солнечных лучей. Благодаря конусообразной форме хрусталика, в нем лучи света получают дополнительное преломление. Применяя законы оптики, можно определить фокусное расстояние и точку концентрации для разрабатываемого устройства.

Преимущества, которые можно получить при использовании бионического концентратора, могут быть следующие:

– благодаря двухэтапному преломлению солнечных лучей увеличится степень их концентрации;

– нет необходимости в датчике слежения за Солнцем, поскольку он будет представлять собой полусферу, улавливающую излучения из любой точки светового пространства;

– отсутствие механизма для поворота концентратора, что значительно упростит конструкцию;

– концентратор будет состоять из отдельных элементов (ячеек), что позволит производить ремонтные работы или заменять отдельные элементы в то время, как все остальные будут работать в стационарном режиме.

Новый тип концентратора объединит в себе преимущества уже имеющихся концентраторов и максимально исключит их недостатки.

Бионический концентратор предназначен для солнечных энергоустановок малой мощности индивидуального применения, поэтому он будет иметь небольшую массу и габариты. В связи с отсутствием привода и датчика, отслеживающего положение Солнца, концентратор будет более дешевый, в сравнении с концентраторами других видов.

Дальнейшая работа в данном направлении будет связана с разработкой конструкции для серийного производства, в том числе и для солнечных электростанций большой мощности.

Библиографический список

1. Стребков, Д.С. Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения: учебное пособие для вузов / Д.С. Стребков, Э.В. Тверьянович; под ред. Д.С. Стребкова. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во Юрайт, 2020. – 265 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08777-2.

2. Тыщенко, В.П. Физиология насекомых [Текст]: учебное пособие для вузов по специальности «Биология» / В.П. Тыщенко. – Москва: Высшая школа, 1986. – 299, [4] с.: ил.; 22 см. CZ2 E691.89/T93.

[К содержанию](#)