

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы

УДК 620.91

Антонова Екатерина Александровна, Горячев Сергей Вениаминович**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ЗА СЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ИХ ГИБРИДИЗАЦИИ**

Данная статья посвящена солнечной энергетике, её основным процессам, развитию и распространению во всем мире. Применение энергии солнца для производства более экологически чистой и экономически выгодной электроэнергии для потребителей, способствующее укреплению энергетической независимости стран. В статье представлены уже реализующиеся виды преобразования солнечной энергии в электрическую, и новейшие разработки. Одним из таких нововведений является проектирование новых гибридных моделей и материалов, формирующих солнечные панели. Таких как, например, применение перовскитных панелей, позволяющее увеличить эффективность поглощения солнечного излучения и выработки энергии как альтернатива кремниевым. А также примеры их реализации в будущем.

Ключевые слова: Солнечная энергия, солнечные панели, перовскиты, фотогальванические элементы, солнечные электростанции, альтернативная энергетика.

Ekaterina Antonova, Sergey Goryachev**IMPROVING THE EFFICIENCY OF SOLAR BATTERIES OF NEW GENERATION
THROUGH THE USE OF NEW MATERIALS AND THEIR HYBRIDIZATION**

This article is devoted to solar energy, its main processes, development and distribution throughout the world. The use of solar energy to produce more environmentally friendly and cost-effective electricity for consumers, contributing to the strengthening of the energy independence of countries. The article presents the already implemented types of solar energy conversion into electrical energy, and the latest developments. One of these innovations is the design of new hybrid models and materials forming solar panels. Such as for example the use of perovskite panels, which allows to increase the efficiency of solar radiation absorption and energy production as an alternative to silicon. As well as examples of their implementation in the future.

Key words: Solar energy, solar panels, perovskites, photovoltaic cells, solar power plants, alternative energy.

Введение / Introduction. На сегодняшний день в неблагоприятном климате растущих энергетических потребностей и экологических проблем необходимо изучать и развивать альтернативы использованию невозобновляемых и загрязняющих окружающую среду видов энергии и топлива. Одной из таких альтернатив является энергия солнца, которая может внести значительный вклад в решение некоторых самых неотложных энергетических проблем, с которыми сталкивается мир в настоящее время [6–8].

Солнечная энергетика является одним из направлений альтернативной энергетики, основанных на использовании солнечного излучения для выработки энергии. Является «экологически чистой», то есть не производящей вредных отходов. Также немаловажную роль играют цены на обычные энергоносители, которые с каждым годом становятся всё выше. Вследствие чего всё больше людей во всём мире от них отказываются, переходя на выработку альтернативного тепла и электроэнергии за счёт солнца. При сравнении сразу становится очевидно, что использование солнечных ресурсов более эффективно с экономической точки зрения [4].

Солнце превращает свою массу в излучение – реконструирует формирующий его водород в гелий, излучая преизбыток энергии. Ежесекундно 700 тонн водорода превращается в 650 тонн гелия. Этот процесс позволяет получать тепло и электромагнитное излучение.

Электромагнитное излучение, включая видимый свет, инфракрасный свет и ультрафиолетовое излучение, течет в космосе во всех направлениях. Только очень малая часть общего излучения достигает Земли. Достигающее Земли излучение является косвенным источником почти всех видов энергии, используемой сегодня. Большая часть требующейся в мире энергии может подаваться непосредственно за счет солнечной энергии [2, 3].

Хотя это и дорого, солнечная энергетика предлагает чистый и возобновляемый источник энергии.

Количество используемой энергии солнца растет с поразительной скоростью. В 2017 году зафиксированная мощность солнечных станций перевалила за 400 ГВт, в сопоставлении с 5 ГВт в 2005 году это невероятный рост, который был достигнут благодаря сокращению расходов на изготовление и повышение продуктивности панелей.

Материалы и методы / Materials and methods. Солнечные электростанции модифицируют энергию солнечной радиации в электроэнергию. Трансформация в электрическую энергию реализуется за счёт:

- 1) переходного теплового процесса;
- 2) фотоэлектрических преобразователей (напрямую).

Фотоэлектрические станции выдают электроэнергию прямо в сеть, либо служат источником автономного электроснабжения потребителя.

Термодинамические превращают солнечную энергию в тепловую, а потом в электрическую.

Многие знакомы с так называемыми фотогальваническими элементами, или солнечными панелями (см. рис.), которые могут находиться на космических аппаратах, зданиях инфраструктуры или непосредственно на земле.

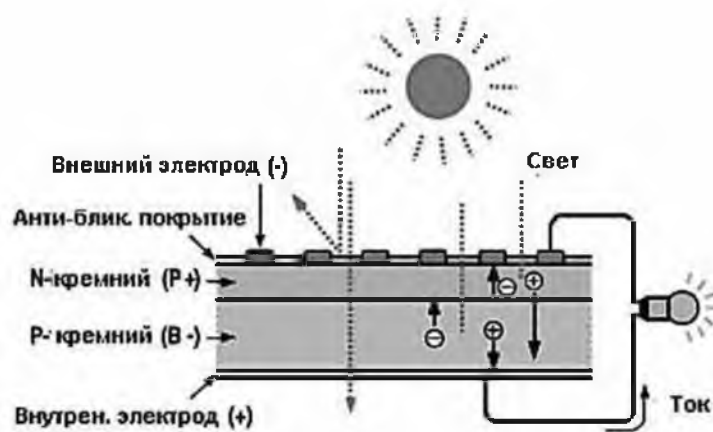


Рис. Солнечная панель

Специфика таких панелей в том, что в двух кремниевых пластинах, покрытых например бором и фосфором, под влиянием солнечного излучения создается электрический ток. В пластине, покрытой фосфором, появляются свободные электроны, в то время как на пластине с бором возникают отсутствующие частицы. Электроны начинают двигаться под действием света солнца, что и позволяет возникнуть электрическому току. Небольшие трубки из меди, которыми покрыта каждая панель, выводят ток по назначению.

В гораздо большем масштабе солнечно-тепловые электростанции используют различные методы, чтобы сконцентрировать энергию солнца в качестве источника тепла. Затем тепло используется для кипячения воды, чтобы управлять паровой турбиной, которая генерирует электричество таким же образом, как уголь, и атомные электростанции, обеспечивая электроэнергией тысячи людей [1, 5].

Солнце вырабатывает энергию на протяжении миллиардов лет. Каждый час солнце излучает на Землю больше энергии, чем нужно, чтобы удовлетворить глобальные потребности в энергии в течение всего года.

И с каждым днём технологии стремительно развиваются, и производство солнечных моделей не стоит на месте.

Но даже самые последние разработки по-прежнему не используют большую часть спектра солнечного излучения, хотя солнечные ячейки подвергаются его воздействию в достаточной мере.

Гибридизация материалов, формирующих солнечные панели, считается одним из вариантов улучшения коэффициента полезного действия, для этого проводятся всевозможные тесты и эксперименты с различными веществами, которые бы позволили увеличить положительные результаты.

Так, были разработаны перовскитные солнечные батареи. Перовскиты могут резко изменить рынок возобновляемых источников энергии, предлагая потенциал для панелей, чтобы захватить энергию практически любой поверхности, обращенной к солнцу.

Титанат кальция является экзотичным соединением для нашей планеты, этот минерал больше известен под названием перовскит. В ходе исследований полученные результаты выявили, что перовскиты плодотворно трансформируют энергию солнца в электричество. Такие панели считают достаточно многообещающими для производства солнечной энергии.

Прежде всего, титанат кальция использовался в роли диэлектрика, для создания керамических конденсаторов, включающих в себя большее количество слоев. В настоящее время применение этого элемента сосредоточено в направлении создания и усовершенствования солнечных панелей, которые бы отличались повышенной производительностью и высокими показателями.

Известно, что кремний и титанат кальция являются представителями полупроводников. Таким образом, оба этих элемента эффективно производят передачу электрической энергии вследствие воздействия на них светового потока. Тем не менее показатели эффективности пропуска электрических зарядов и, следовательно, КПД перовскита является значительно больше, чем у кремния. В то же время и затраты на производство перовскитных панелей имеют более низкую стоимость за счёт недорогой себестоимости самого титаната кальция, это позволит изготавливать элементы по более низкой цене, нежели кремний. А производство электрической энергии может оставаться на том же уровне или значительно выше.

При создании перовскитной пленки химическое покрытие накладывают на субстрат и нагревают до тех пор, пока материал полностью не кристаллизуется.

Панели, включающие в себя перовскит, являются дешевым аналогом кремниевых, в то время как их разработка не приносит вред окружающей среде. Также весомым плюсом является их гибкость и негромоздкость для более удобного и эффективного размещения [10].

В данный момент более высокую производительность выработки солнечного света в электроэнергию представляют гибридные перовскитные элементы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion. Эффективность экспериментальных моделей данных элементов была зафиксирована 22,7 %, в то время как кремниевые панели, используемые сегодня на крышах и в электростанциях общего назначения, как правило, достигают эффективности около 20 %. Вместе с тем коммерческое использование данных панелей является достаточно сложным из-за их низкой эксплуатационной стабильности – они очень быстро раз-

рушаются в течение работы в условиях внешней среды из-за термического и фотохимического разложения перовскитов. При продолжении исследований, учёные предполагают, что экспериментальный коэффициент полезного действия перовскитов может достигнуть 40 %.

Так как корпус таких образцов является достаточно тонким, то предполагается их объединение с уже имеющимися кремневыми панелями для более эффективной выработки электроэнергии. Используя эту методику, можно получить устройства, эффективно улавливающие и перерабатывающие ультрафиолетовые лучи. Эти устройства могут быть гибкими и полупрозрачными. Значит, их можно использовать не только как стационарные источники энергии, но и для портативной техники.

Солнечная энергия оценивается как неиссякаемый ресурс. Используемые технологии также разносторонни. Например, солнечные элементы генерируют энергию для отдаленных мест, таких как спутники на околоземной орбите так же легко, как они могут питать центральные здания и футуристические автомобили.

Также можно полностью обеспечить дом электроэнергией лишь за счёт солнечного изучения будучи полностью независимым от сторонних энергосетей. Если говорить о долгосрочной перспективе, то при непрерывном повышении тарифов на электроэнергию экономия будет ещё существеннее. В то время как энергоносители будут дорожать, солнечная энергия останется бесплатной, и дело будет лишь за оптимизированием и повышением эффективности солнечных батарей.

Но у солнечной энергии есть недостаток – ее зависимость от состояния атмосферы, времени суток и года. Солнечная энергия не работает в ночное время без накопителя, такого как батарея, и облачная погода может сделать технологию ненадежной в течение дня. Солнечные технологии также очень дороги и требуют много пространства для эффективного сбора энергии солнца. Лучше всего солнечные электрические системы работают в тёплом климате с мягкой или короткой зимой.

Несмотря на недостатки, за последнее десятилетие выработка солнечной энергии возросла на 20 % в год, благодаря снижению цен на производство и повышению эффективности самих панелей. В данный момент такие страны, как Япония, Германия и Соединенные Штаты считаются передовыми рынками для солнечных батарей. Ведущие страны мира делают акцент на альтернативное генерирование электроэнергии Солнца. Правда, с одной оговоркой: пока она нуждается в серьезной поддержке государства. Ей предоставляются самые льготные условия для интенсивного развития.

Заключение / Conclusion. Формирование и поддержка новых альтернативных и восполняемых видов энергии имеет большое значение в перспективе долгосрочной выгоды. Ведь в таком случае страны получают полную автономию, не завися от импорта энергетических ресурсов, обеспечивая себе полную самостоятельность. Также использование экологически чистой энергии благотворно повлияет на уменьшение выбросов загрязнений в окружающую среду и снизит риски увеличения темпов глобального потепления [9].

В нашей стране также можно выйти на ведущие показатели в этой отрасли, если увеличить налоговые льготы, а также построить эффективные отношения с энергетическими компаниями.

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Глиberman А. Я., Зайцева А. К. Кремниевые солнечные батареи. М.: Госэнергоиздат, 1961. 74 с.
2. Павлов Н. Солнечная энергия – энергия будущего // Электроника: наука, технология, бизнес. 2013. № 1(123). С. 130–137.
3. Умаров Г. Я., Ершов А. А., Солнечная энергетика. М.: Знание, 1974. 64 с.
4. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М.: Энергоатомиздат, 1991. 208 с.
5. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. М.: ДМК Пресс, 2011. 144 с.
6. Голицын М. В., Голицын А. М., Пронина Н. В. Альтернативные энергоносители. М.: Наука. 2004. 159 с.

7. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики: учебник. М.: ИНФРА-М, 2007. 278 с.
8. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. 459 с.
9. Садчиков А. В., Соколов В. Ю., Митрофанов С. В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения. Новосибирск. Изд-во АНС «СибАК», 2016. 178 с.
10. Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы. М.: Мир. 1986. 435 с.

REFERENCES AND INTERNET RESOURCES

1. Gliberman A. Ya., Zaitseva A. K. Kremnievye solnechnye batarei (Silicon solar panels). М.: Gosenergoizdat, 1961. 74 s.
2. Pavlov N. Solnechnaya energiya – energiya budushchego (Solar energy – the energy of the future) // Elektronika: nauka, tekhnologiya, biznes. 2013. No 1 (123). S. 130–137.
3. Umarov G. Ya., Ershov A. A. Solnechnaya energetika (Solar energy). М.: Znanie, 1974. 64 s.
4. Kharchenko N. V. Individual'nye solnechnye ustanovki (Individual solar installations). М.: Energoatomizdat, 1991. 208 s.
5. Kashkarov A. P. Vetrogeneratory, solnechnye batarei i drugie poleznye konstruksii (Wind turbines, solar panels and other useful structures). Moskva. М.: DMK Press, 2011. 144 s.
6. Golitsyn M. V., Golitsyn A. M., Pronina N. V. Al'ternativnye energonositeli (Alternative energy sources). М.: Nauka. 2004. 159 s.
7. Bystritskii G. F. Osnovy energetiki: uchebnik (Energy basics). М.: INFRA-M, 2007. 278 s.
8. Udalov S. N. Vozobnovlyаемые istochniki energii (Renewable energy sources). Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2014. 459 s.
9. Sadchikov A. V., Sokolov V. Yu., Mitrofanov S. V. Energoberezhnie v sistemakh zhizneobespecheniya (Energy saving in life support systems). Novosibirsk: Izd-vo ANS SibAK, 2016. 178 s.
10. Chopra K., Das S. Tonkoplennochnye solnechnye element (Thin-film solar cells). М.: Mir. 1986. 435 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антонова Екатерина Александровна, студент, 2 курс, Электроэнергетический факультет, кафедра электро- и теплоэнергетики, Оренбургский государственный университет. E-mail: katjuha_104@mail.ru
Горячев Сергей Вениаминович, кандидат технических наук, доцент кафедры электро- и теплоэнергетики, Оренбургский государственный университет. E-mail: gsv_brent@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina Antonova, student of the 2nd year, the faculty of electrical engineering, Department of electro- and power system of the Orenburg state University. E-mail: katjuha_104@mail.ru
Sergey Goryachev, Ph. D., associate Professor of electrical and heat power engineering, Orenburg state University. E-mail: gsv_brent@mail.ru