

9-26-2018

ON THE DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY CONVERTERS AS A SOURCE OF ELECTRICITY

Turdimukhammad Tukhtamatovich Rakhmonov

Senior teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Sherzod Khashimovich Kamilov

Senior teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Shavkat Rakhmatovich Khamidov

Teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Shavkiddin Ubaydullaevich Abdullaev

Teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/buxdu>

Recommended Citation

Rakhmonov, Turdimukhammad Tukhtamatovich; Kamilov, Sherzod Khashimovich; Khamidov, Shavkat Rakhmatovich; and Abdullaev, Shavkiddin Ubaydullaevich (2018) "ON THE DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY CONVERTERS AS A SOURCE OF ELECTRICITY," *Scientific reports of Bukhara State University*: Vol. 1 : Iss. 4 , Article 6.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/buxdu/vol1/iss4/6>

УДК 631.383.624

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ МАНБАИ СИФАТИДА ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИ
ЎЗГАРТИРГИЧЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ ҲАҚИДА**

**О РАЗВИТИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ КАК
ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**ON THE DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY CONVERTERS AS A SOURCE OF
ELECTRICITY**

Rakhmonov Turdimukhammad Tukhtamatovich

Senior teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Kamilov Sherzod Khashimovich

Senior teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Khamidov Shavkat Rakhmatovich

Teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Abdullaev Shavkiddin Ubaydullaevich

Teacher of the Department of Natural sciences, Military-technical Institute of National Army of RU, candidate of physics-mathematics

Таянч сўзлар: альтернатив энергетика, қуёш элементлари, фотоўзгартиргичлар, кремнийли қуёш элементлари, чиқиш кучланиши, фойдали иш коэффициенти, органик фотоэлементлар, графен, органик қуёш батареялари, кўпқатламли фотоэлементлар.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, солнечные элементы, фотопреобразователи, кремниевые солнечные элементы, выходное напряжение, коэффициент полезного действия, органические фотоэлементы, графен, органические солнечные батареи, многослойные фотоэлементы.

Key words: alternative energy, solar cells, photoconverters, silicon solar cells, output voltage, efficiency, organic photocells, graphene, organic solar cells, multilayered photocells.

Мақолада анъанавий қуёш энергияси ўзгартиргичларининг ишлаб чиқарилиши тўғрисида қисқа маълумотлар келтирилган. Ундан ташқари, графен асосида оптимал қуёш энергияси ўзгартиргичларини яратиш истиқболлари қайд этилган.

В статье приведены краткие сведения о разработке традиционных преобразователей солнечной энергии. Кроме того, отмечены перспективы создания оптимальных преобразователей солнечной энергии на основе графена.

The article gives brief information about the development of traditional solar energy converters. Furthermore, prospects for the creation of optimal solar energy converters based on graphene have been noted.

Альтернативная энергетика - совокупность перспективных способов получения энергии, которые распространены не так широко, как традиционные возобновляемые источники энергии: ветроэлектростанции, солнечные электростанции, геотермальные источники энергии.

Известно, что способ **получения электроэнергии из солнечного света** был открыт 130 лет тому назад. Явление **фотоэффекта** впервые наблюдал Эдмон Беккерель в 1839 году. Это случайное открытие оставалось незамеченным вплоть до 1873 года, когда Уиллоуби Смит обнаружил подобный эффект при облучении светом селеновой пластины. И хотя его первые опыты были далеко несовершенны, они знаменовали собой начало истории полупроводниковых солнечных элементов. В поисках новых источников энергии в лаборатории Белла был изобретен кремниевый солнечный элемент, который стал предшественником современных солнечных

фотопреобразователей. Лишь в начале 50-х годов XX века солнечный элемент достиг относительно высокой степени совершенства.

Преобразование энергии в солнечных элементах (ФЭП) основано на фотовольтаическом эффекте в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. В данной работе мы не будем вдаваться в физику этого непростого явления [1,2], а вкратце опишем практическую сторону дела.

Использовать энергию **солнечных элементов** можно также как и энергию других источников питания, с той разницей, что солнечные элементы не боятся короткого замыкания. Каждый из них предназначен для поддержания определенной силы тока при заданном напряжении. Но в отличие от других источников тока характеристики солнечного элемента зависят от количества падающего на его поверхность света. Например, набежавшее облако может снизить выходную мощность более чем на 50%. Кроме того, отклонения в технологических режимах влекут за собой разброс выходных параметров элементов одной партии. Следовательно, желание обеспечить максимальную отдачу от фотоэлектрических преобразователей приводит к необходимости сортировки элементов по выходному току.

Кремниевые солнечные элементы являются нелинейными устройствами, и их поведение нельзя описать простой формулой типа закона Ома [3,4]. Вместо нее для объяснения характеристик элемента можно пользоваться семейством простых для понимания кривых вольтамперных характеристик (рис. 1)

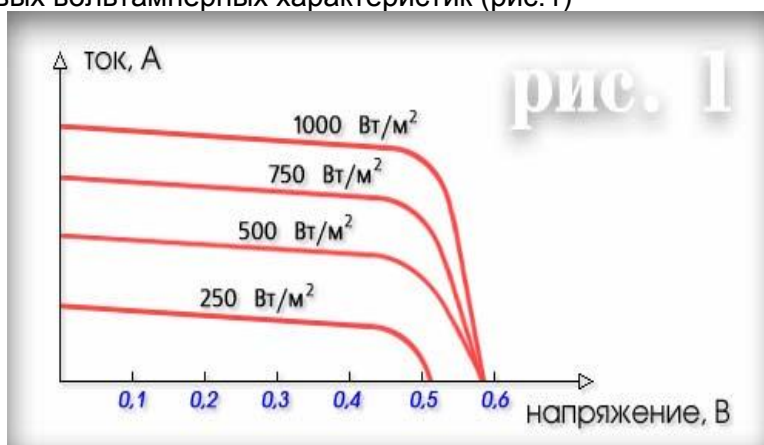


Рис.1. Кривые вольтамперных характеристик (ВАХ)

Напряжение холостого хода, генерируемое одним элементом, слегка изменяется при переходе от одного элемента к другому в одной партии и от одной фирмы изготовителя к другой и составляет около 0,6 В. Эта величина не зависит от размеров элемента. По иному обстоит дело с током. Он зависит от интенсивности света и размера элемента, под которым подразумевается площадь его поверхности. Элемент размером 100*100 мм в 100 раз превосходит элемент размером 10*10 мм и, следовательно, при той же освещенности он выдаст ток в 100 раз больше.

Нагружая элемент, можно построить график зависимости выходной мощности от напряжения, получив нечто подобное, изображенное на рис.2

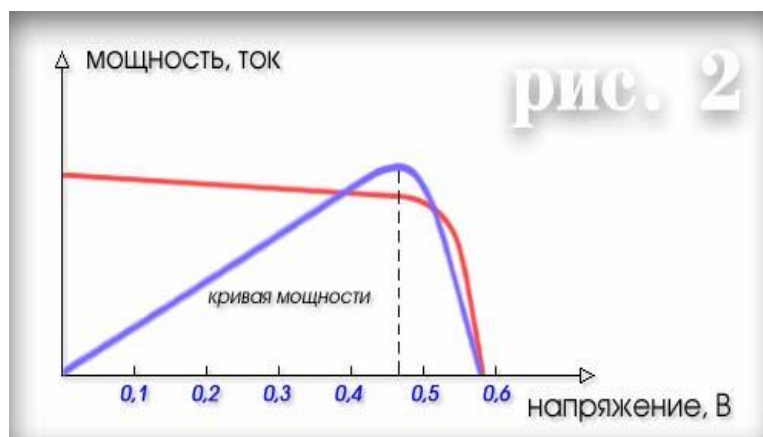


Рис.2. Зависимость мощности от напряжения

Пиковая мощность соответствует напряжению около 0,47 В. Таким образом, чтобы правильно оценить качество солнечного элемента, а также ради сравнения элементов между собой в одинаковых условиях, необходимо нагрузить его так, чтобы выходное напряжение равнялось 0,47 В. После того как солнечные элементы подобраны для работы, необходимо их спаять. Серийные элементы снабжены токосъемными сетками, которые предназначены для припайки к ним проводников. Батареи можно составлять в любой желаемой комбинации. Простейшей батареей является цепочка из последовательно включенных элементов. Можно также соединить параллельно цепочки, получив так называемое последовательно-параллельное соединение.

Важным моментом работы солнечных элементов является их температурный режим. При нагреве элемента на один градус выше 25°C он теряет в напряжении 0,002 В, т.е. 0,4 %/градус. На рис.3 приведено семейство кривых ВАХ для температур 25°C и 60°C .

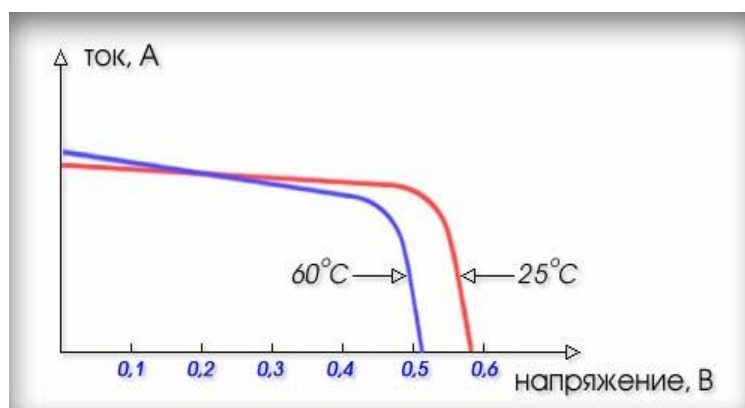


Рис.3. Семейство кривых ВАХ для температур 25°C и 60°C

В яркий солнечный день элементы нагреваются до 60° - 70°C , теряя 0,07- 0,09 В каждый. Это и является основной причиной снижения КПД солнечных элементов и приводит к падению напряжения, генерируемого элементом.

КПД обычного солнечного элемента в настоящее время колеблется в пределах 10-16 %. Это значит, что элемент размером 100×100 мм при стандартных условиях может генерировать 1-1,6 Вт. Стандартные условия для паспортизации элементов во всем мире признаются следующие: освещенность- 1000 Вт/м^2 ; температура -25°C ; спектр -АМ 1,5 (солнечный спектр на широте 45°).

Группа ученых из Калифорнийского университета прогнозировали, какими будут экономичные и **гибкие солнечные батареи** нового поколения в ближайшем будущем. После нескольких десятилетий работы над **органическими фотоэлементами** были

изготовлены новые прототипы солнечных элементов, которые имеют легкий вес, гибкую подложку, низкую стоимость изготовления и технологическую эффективность. В настоящее время исследования проводятся именно над такими солнечными элементами.

Наличие в органических фотоэлементах прозрачных проводящих электродов позволяет свету взаимодействовать с активными веществами внутри элемента, генерируя при этом электричество. Сегодня для создания крупных сборок гибких солнечных элементов используют полимерные листы на основе **графена**. **Графен** - двумерная аллотропная модификация углерода, **слой атомов углерода толщиной в один атом**. **Графен** является двумерным кристаллом, состоящим из одиночного слоя атомов углерода, собранных в гексагональную решётку (рис.4). Эти листы используются для преобразования энергии солнечного излучения в электричество, обеспечивая получение дешевой солнечной энергии.

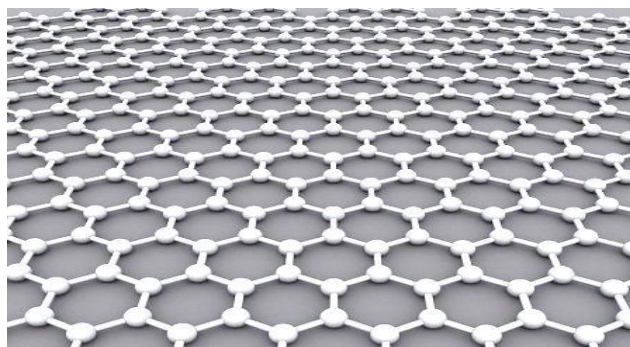


Рис.4. Полимерные листы на основе графена

Группа исследователей под руководством Chongwu Zhou, профессора электротехники из USC Viterbi School of Engineering, выдвинула теорию, что графен, как атом-лист толщиной в один атом углерода, без труда может быть интегрирован в очень гибкие листы полимера, из которых после нанесения термопластического слоя защиты можно формировать ячейки органических солнечных элементов. А так как методом химического осаждения паров качественный графен могут теперь получать в достаточном количестве, цена таких солнечных батарей минимальна.

Традиционные **кремниевые солнечные элементы** пока что более эффективны. Так с их помощью 14 Вт электроэнергии будут генерироваться с 1000 Вт солнечного света, при этом органические солнечные батареи позволяют получить всего лишь 1,3 Вт энергии с 1000 Вт солнечного света. Но **органические солнечные батареи** будут компенсировать это за счет таких преимуществ, как гибкость и меньшая стоимость.

Гибкость ячеек таких солнечных элементов дает дополнительное преимущество, они будут работать и после многократных изгибов в отличие от Indium-Tin-Oxide солнечных элементов. Низкая стоимость, электропроводность, стабильность, совместимость электродов с органикой и доступность наряду с гибкостью - все это дает ячейкам из графена решительные преимущества перед другими солнечными батареями.

Институты Fraunhofer по изучению систем солнечной энергии, Soitec, CEA-Leti и Берлинский центр Гельмгольца объявили, что достигли нового мирового рекорда эффективности преобразования энергии Солнца в электрическую энергию, используя новую структуру солнечных элементов с четырьмя слоями. Как и некоторые другие многослойные фотоэлементы эта микросхема предназначена для работы с концентратором, который концентрирует поток солнечных лучей в 297,3 раза, то есть площадь линз концентратора примерно в 300 раз больше площади фотоэлемента. КПД 44,7% относится к широкому спектру солнечного излучения: от ультрафиолета до инфракрасного. Энергия волн длиной 200-1800 нм забирается четырьмя слоями ячейки. Это важный шаг к удешевлению использования солнечной электроэнергии и приближение к важному рубежу в 50% эффективности.

В мае 2013 года немецко-французская команда из Fraunhofer ISE, Soitec, CEA - Leti и Helmholtz Center Berlin уже объявляла о создании солнечных элементов эффективностью в 43,6%. На базе этого результата и, благодаря дальнейшей интенсивной исследовательской работе и шагов по оптимизации, была получена эффективность в 44,7%.

Эти солнечные элементы используются в фотоэлектрическом концентраторе (ФЭК), технологии, эффективность которой более чем вдвое превышает эффективность обычных фотоэлектрических станций в богатых солнечными лучами местах. Использование III-V группы элементов полупроводников, которые изначально использовались в космических технологиях, помогло реализовать высокую эффективность для преобразования солнечного света в электричество. При этом соединении солнечные элементы ячейки, сделанные из полупроводников III-V, уложены друг на друга. Каждый слой поглощает волны различной длины из солнечного спектра (рис.5).

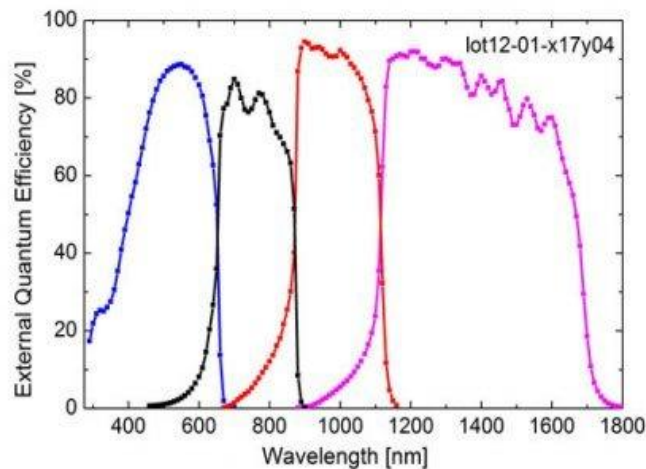


Рис. 5. Внешняя квантовая эффективность четырехэлементной солнечной батареи (для каждого из четырех слоев - свой цвет).

Заключение. В статье кратко изложены разработки традиционных преобразователей солнечной энергии. Кроме того, проанализированы последние сведения о солнечных элементах и отмечены перспективы создания оптимальных преобразователей солнечной энергии на основе графена.

REFERENCES

1. Bonch-Bruевич V.L., Kalashnikov S.G. Fizika poluprovodnikov. - M.: Nauka, 1977. - 670 s.
2. Chopra K., Das S. Tonkoplennochnie solnechnie elementi: Per.s angl./Pod red. M.M. Koltuna. - M.: Mir, 1986. - 234 s.
3. Farenbux A., Byub R. Solnechnie elementi: Teoriya i eksperiment: Per.s angl./Pod red. M.M. Koltuna. - M.: 1987. - 312 s.
4. Alferov J. I., Andreev V.M., Romyantsev V.D. Tendentsii i perspektivi razvitiya solnechnoy fotoenergetiki// Fizika i texnika poluprovodnikov. - 2004. - T 38. - Vip - S. 937-948