

## **ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЪНКОСЛОЙНИ ФОТОВОЛТАИЦИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИЯ ТРАНСПОРТ**

**Теодоро Тодоров**

[tedi\\_610624@abv.bg](mailto:tedi_610624@abv.bg)

**БЖК АД, София, ул. „Чам кория” 9**

**БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** соларни панели, електромобили, нови технологии*

***Резюме:** В последните години с бързи темпове се развиват редица нови технологии за производство на соларни панели. Една такава технология позната като "thin-film solar cells" доведе до възможността за производството на тънкослойни фотоволтаици. Тя позволява значително да се намали количеството на влагания силиций Si. Освен това се постига значително по-високо КПД - около 16% при досегашните 6-8%, при това с по-ниска цена.*

*В доклада са разгледани и анализирани възможностите и перспективите за приложение на тази нова технология в електрическия транспорт. Разгледана е и друга нова технология при която се използват слънчеви концентратори и която позволява да се увеличи значително КПД на фотосоларните модули.*

### **1. УВОД**

Слънчевата енергия е най-големият напълно възобновяем ресурс за производство на електроенергия, не само на Земята, но и на всички планети и спътници в слънчевата система. Всички космически кораби и извънземни станции, изпратени от Земята, ползват за основен енергиен източник слънчева енергия. В първите години на приложение на слънчевата енергия се използват т. н. Фотоволтаици, които директно преобразуват слънчевата енергия в електрическа. Фотоволтаичните системи са с много висока степен на технологичност и са с много дълъг икономически живот – до 30 години. Тяхното използване е свързано с два известни факта – дефицит на конвенционалните горива и напълно природосъобразното производство на електричество, което не е свързано със замърсяване на околната среда.

### **2. ИСТОРИЧЕСКИ ПРЕГЛЕД НА ВЪЗНИКВАНЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ СЛЪНЧЕВИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

През 1883 г. е създадена първата селенова фотоволтаична клетка, представляваща пластинка от селен, покрита с много тънък слой злато. Коефициентът на преобразуване на тази първа соларна клетка е бил по-малко от 1 %.

През 50-те години на миналия век е усвоен процесът за производство на чист кристален Si. По-късно през 1954 г. Bell Telephone Laboratories достигат 4 % КПД, а не след дълго и 11 % КПД на фотоволтаичен преобразовател от кристален Si. През 1957 г. Hoffman Electronics достигат КПД от 8 %, а през 1960 г. КПД достига 14 %. В началото на производството си фотоволтаичните панели са с много висока цена – от 1 800\$/W

през 1955 г. През последните години протичащият „бум“ в производството на фотоволтаични панели доведе до тяхното съществено поевтиняване и спада на цените в световен мащаб.

### **3. ЕТАПИ В РАЗВИТИЕТО НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ**

Известни са няколко основни етапа в развитието на фотоволтаичните модули.

- Първи етап – това са фотоволтаични клетки от кристален Si. Тези модули се произвеждат и сега от водещи фирми, като КПД достига 20%. В началото на 2000 години се появиха двустранни фотоволтаични клетки. Те са с по-добро съотношение цена-ефективност. Подходящи са за отдалечени от електропреносната мрежа райони с висока стойност на отразената светлина (пустинни, полупустинни, планински и силно заснежени места).
- Втори етап – през 80-те години на миналия век се появяват и тънкослойните фотоволтаични панели. Названието им е продиктувано от факта, че това са много тънки слоеве (няколко микрометра) от полупроводников материал, които формират проводими и отвеждащи зарядите участъци. Прилагат се аморфен Si, кадмиев телурид (CdTe) и др. Те са евтини и надежни.

Усъвършенстването на технологиите на тънкослойните фотоволтаични клетки позволява да се изработват и гъвкави панели. При тях не са необходими стойки и укрепване, транспортирането им е лесно, а монтажът върху покривните съоръжения става чрез залепване.

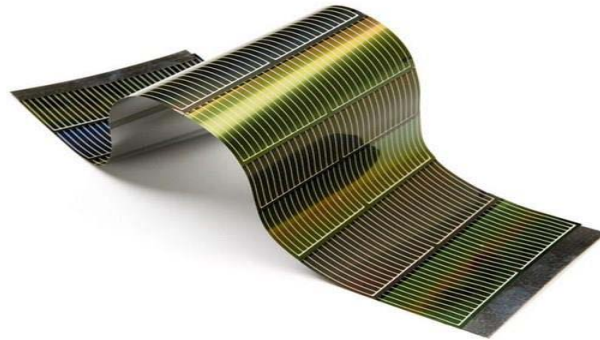
- Трети етап – това са многопреходни соларни клетки, при които чувствителността към различните части от светлинния спектър е повишена, т.е. ефективността на клетката се увеличава рязко. Характерни са оптичните концентратори и увеличаването ефективността на преобразуване при слабо лъчение. Прилагат се Френолови лещи върху клетката с размери от порядъка на 2x2 mm се концентрира светлина от 700 до 1000 пъти по-голяма площ. Така се получава максимално натоварване на клетката и се икономисва скъп полупроводников материал. КПД на такива модоли достига 40 %. Прилагат се полупроводникови елементи, като галиев арсенит (GaAs). Известни са и концентриращи системи за фотоволтаични преобразователи с огледални отражатели, предназначени за райони с пряко лъчение.
- Четвърти етап – това е генерацията на конструкциите със смесено (комбинирано) производство на енергия. Генерира се електричество от фотоволтаичните клетки и едновременно с това се нагрява някъкъв топлоносител – въздух, вода, масло или друг флюид. Усложнява се конструкцията на фотоволтаичния панел, но се постига ефективност на преобразуване около 80 %.

### **4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЪНКОСЛОЙНИТЕ ФОТОВОЛТАИЦИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИЯ ТРАНСПОРТ**

Фотосоларната генерация може успешно да се използва за производство на електрическа енергия при монтиране на панелите върху самите електрически транспортни средства. Появата на тънкослойни фотоволтаични панели с КПД достигащо 16% откри нови по-широки възможности за ефективно приложение. Те позволяват увеличаване на ефективно използваната площ като в същото време опростяват монтажа и поддръжката на фотоволтаичната система (фиг. 1).

Дебелината на гъвкавите тънкослойни фотоволтаични панели е около 3 мм. Те имат повърхностен защитен слой срещу външни механични и атмосферни

въздействия. Долната повърхност на панела е покрита със залепващ слой позволяващ бърз и лесен монтаж върху гладки повърхности (фиг. 2 и 3).



**Фиг.1. Гъвкав тънкослоен панел**

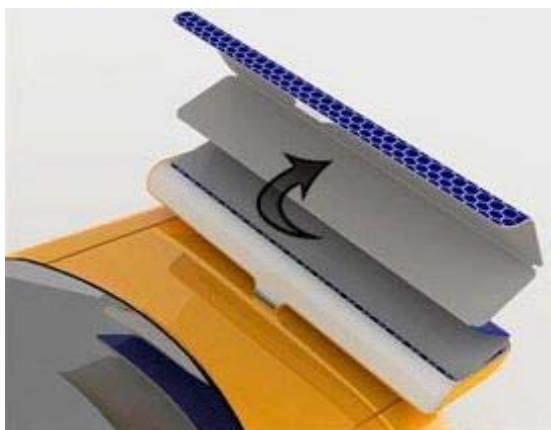


**Фиг.2. Монтаж на фотопанел върху преден капак на електромобил**



**Фиг.3. Монтаж на фотопанел върху покрива на електроомобил**

Конструктивно решение представляващо интерес, при което фотоволтаичния панел е съгваем. Той може да се разгъне и покрие колата при паркиране за евентуално предпазване на електромобила от преките слънчеви лъчи и за дозареждане на акумулаторната батерия (фиг. 4).



**Фиг. 4. Монтаж на сгъваем фотопанел върху електромобил**

Гъвкавите панели могат да се прилагат успешно дори при електровелосипеди и електроскутери. На фиг. 5 е показано интересно предложение за монтиране на гъвкави тънкослойни панели в самите ходови колела, което за сега е само идеен проект.



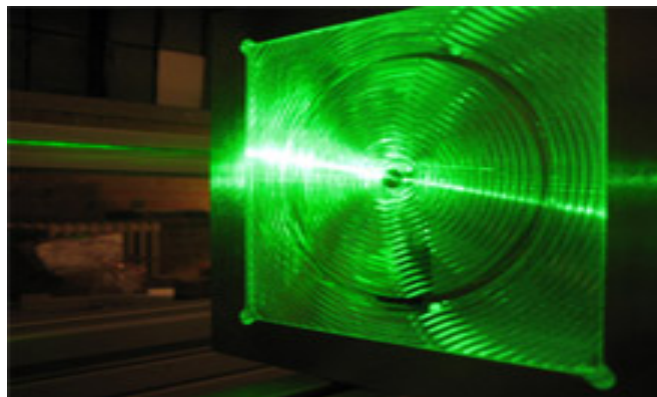
**Фиг.5. Монтаж на фотопанел върху електровелосипед**

Търсенето на по-ефективни решения доведе до прилагането и на фотопанели с концентратори на светлина. На фиг.6 е показано такова решение с монтаж върху покрива на електромобил. Соларните концентратори имат голям потенциал поради факта, че минимизират значително соларните клетки във фотоволтаичните панели и по този начин намаляват цената им.



**Фиг.6. Монтаж на фотопанел с концентратори**

В последните години бяха разработени нов тип соларни концентратори, , който за разлика от съществуващите досега предлагат дизайн, в който няма огледала, сложна оптика или специални химикали за улавяне и направляване на светлината. „Това е чисто геометрична оптика” .Новият концентратор представлява плоска, тънка акрилна оптика, която улавя светлината и я насочва към центъра. Там е поставен друг, кръгъл оптичен елемент, изработен от стъкло. Той концентрира допълнително светлината около 20 пъти и я пречупва под 90 градуса. Фотоволтаична клетка с миниатюрни размери е вградена точно в центъра, под стъклената леща, където абсорбира пречупената светлина. Няма въздушна камера, няма капризни елементи, които могат да се разместят (фиг. 7).



**Фиг.7.Акрилен слънчев концентратор**

## ИЗВОДИ

- Фотосоларните генериращи системи могат успешно да се прилагат на електрическите транспортни средства като допълнителна възможност за осигуряване на електрическа енергия.
- С навлизането на новите технологии може да се постигне значително увеличение на генерираната фотосоларна енергия.
- Новите технологии позволяват да се постигне значително намаляване на цената, а това спомага за все по-широкото им използване на електрическите транспортни средства.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Евтимов И. , Иванов Р. , Попов Г. „Възобновяеми енергийни източници“, Русе, 2013
- [2] Евтимов И. „Електромобилността една реалност за устойчиво развитие на транспорта и опазване на околната среда“, Русе, 2015
- [3] Калчевски Ст. „Възобновяеми енергийни източници, вторични енергийни ресурси и съвременни аспекти при тяхното оползотворяване“, София, 2013
- [4] Сибикин Ю. Д., Сибикин, „Нетрадиционны́е и возобновляемые источники энергии“, Учебное пособие, Москва, Издательство КноРусе, ISBN: 978-5-406-00378-0, 2010

## ANNEX TO THIN – FILM PHOTOVOLTAICS IN ELECTRICAL TRANSPORT

**Teodoro Todorov**  
[tedi\\_610624@abv.bg](mailto:tedi_610624@abv.bg)

***Bulgarian Railway Company AD, Sofia, 9 “Cham Koriya” Street  
BULGARIA***

***Keywords:*** solar panels, electric vehicles, new technologies

***Abstract:*** In recent years, a number of new technologies for production of solar panels develops rapidly. One such technology known as “thin-film solar cells” lead to the possibility for the production of thin-film photovoltaics. It allows to significantly reduce the amount of used silicon- Si. Moreover it achieves significantly higher efficiency – approximately 16% with the present 6-8%, still with lower cost. The report examined and analyzed the possibilities and prospects for the application of this new technology in electric transport. Also here is examined another new technology that uses solar concentrators, which allows to significantly increase the efficiency of photovoltaic modules.