

## ТЕХНИЧЕСКИ ДЕТАЙЛИ

За производство на соларна клетка, в кристалната решетка на полупроводника се добавят умишлено други химични елементи, които установяват излишък или на позитивни носители на заряд (в р-проводимият полупроводников пласт) или отрицателни носители на заряд (в n-проводимият полупроводников пласт) в полупроводниковият материал. Когато две различни полупроводникови зони се комбинират, границата между пластове се нарича р-n преход.

В този р-n преход се създава вътрешно електрично поле, което води до разделяне на носители на заряд, които са освободени от падащата светлина. Чрез метални контакти този ел.заряд се отвежда навън. Ако външния контур се затвори (например с консуматор) протича електрически ток.

Силициевите клетки обикновено са приблизително 10см/10 см (напоследък също така и 15см/15 см). Прозрачен антиотразителен филм често се нанася над силиция, за да запази клетката и да намали рефлективната загуба от повърхността на клетката.

Има различни фотоволтаични технологии. Основните видове слънчеви клетки, базирани на тях са:

### Монокристални силициеви

Нарязани от парчета кристал от силиций, тези клетки се наричат на "филийки" от по 200 микрона. Изследваните клетки са достигнали ефективност почти 24%, а търговските модули на самостоятелните кристални клетки надвишават 15%.

### Поли кристални силициеви

Нарязани от силиций, тези клетки са по-евтини за производство и по-малко ефективни от единичните кристални силициеви клетки. Изследваните клетки достигат до 18% ефективност, а търговските модули достигат 14% ефективност.

### Галиум арсенидни

III-V Полупроводников материал, от който се правят високо ефективни фотоволтаични клетки, често използвани в концентраторни системи за слънчевата светлина. Ефективността на изследваните клетки е над 25% при нормални изолационни условия и почти 28% при концентрирана слънчева светлина.

### Технология с интегриран тънък пласт

Поликристален материал с тънък слой, достигнал до изследвана ефективност 17.7%, доставя най-високата модулна ефективност за енергийни модули с пълен размер достигачи над 11%.

### Некристализирал силиций (a-Si)

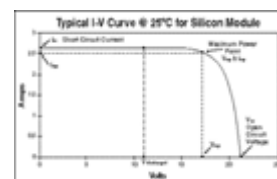
Освен, че се използва в продукти като слънчеви часовници и калкулатори, силициевата технология се използва също и в системи, интегрирани в сгради, при замяна на тъмните стъкла с полупрозрачни модули. Основното за силициевата технология е, че е с по-ниска ефективност в сравнение с други технологии и затова и има по-голямо изискване за помещение, по-високи разходи за инсталация и по-голямо тегло на модула.

### Кадмий Телурий

Поликристален материал на тънък слой, депозиран чрез електронаслабване, пръскане или вакуумно изпаряване. Малките лабораторни уреди са достигнали 16% ефективност, а модулите с търговски размер (за зона от 72000cm<sup>2</sup>) ефективност 8.34%, а производствените модули са достигнали 7%.

### Фотоволтаични модули

Гореописаните слънчеви клетки, състоящи се от полупроводникови материали като силиций, са основен градежен материал за фотоволтаичните технологии. Една индивидуална фотоволтаична клетка произвежда между 1 и 2 вата, което не е достатъчно, за да се посрещнат домакинските нужди. За да се увеличи производството, се групират клетките, за да образуват фотоволтаични модули. Модулите, които също така се наричат понякога и панели имат производителност от 10 до 300 вата за жилищни и бизнес енергийни приложения.



Производителността на фотоволтаичният модул се характеризира от V-A характеристика.

Стандартни тестови условия за фотоволтаични модули

Ефективността на фотоволтаичните модули се измерва при следните стандартни условия:

- 1) Слънчево греене 1000W/m<sup>2</sup>
- 2) Температура на клетката 25°C
- 3) Ъгъл на наклон 0°

### Температура на клетката при номинално опериране

Тъй като на практика модулите рядко работят при стандартни условия, температурата на клетката при номинално опериране се използва, за да харектиризира фотоволтаичният модул. Температурата на клетката при номинално опериране се определя като температура на клетката, когато модула оперира при следните условия в отворен кръг (когато няма потичане на ток): Излъчване 1000W/m<sup>2</sup>, въздушна маса 1,5, ъгъл на накланяне 0\*.

### Фотоволтаични редици

Фотоволтаичната редица е група от фотоволтаични модули. Свързвайки много модули помежду им проектантите на системи могат да създадат фотоволтаични редици с енергийно производство 15000 или повече вата. Модулите са свързани последователно, за да осигурят нужният волтаж на опериране.

Множество фотоволтаични модули се свързват последователно, за да увеличат генерираният волтаж и паралелно, за да увеличат генерираният ток.

Модулите, свързани в серии се наричат поредица, където се определя броят модули, Ns за генериране на избраният прав волтаж.

Броят на редиците, свързани паралелно, Nr, се определя за генериране на нужният ток от генератора.

### Балансиране на представянето на модула

Този анализ приема, че всички модули са идентични. В практиката модулите (и клетките) не са идентични и ще дадат резултат в по-ниска производителност, която може да се очаква.

Модулите в серийните редици се нагласят според тока и модула с най-ниско представяне ще определи тока на редицата а оттам и енергията. Предпазен диод се свързва към всеки модул, за да се избегне претоварване.

Паралелните редици трябва да се нагласят доколкото е възможно според волтажа, тъй като дисбаланса на волтажа ще доведе до обратен ток и опериране на някои от ивиците при невърхов волтаж. Загубите от неправилно съчетаване на модулите могат да се намалят като се пресортират модулите в редица от две партиди: висок и нисък волтаж. Пресортирането в повече партиди произвежда незначително намаляне на загубите от неправилно съчетаване.

Блокиращ диод се свързва последователно на всяка ивица, за да се избегне разреждането на батерията през нощта и да се предотвратят обратните токове течащи между неидеално комбинираните ивици (редици). Възможно е да се пропуснат блокиращите диоди, ако модулите си пасват добре, така че енергийните загуби поради несъчетаване да са по-малки, отколкото енергийните загуби поради блокирани диоди.

### **Оптимален ъгъл на наклон на фотоволтаичен модул**

За слънчеви местоположения със северни и южни географски ширини, фиксирана редица с наклон равен на географската ширина на мястото и гледаща към екватора ще произведе най-високото годишно производство.

Редиците могат да бъдат на постоянно място или да се местят (мястото се мести според позицията на слънцето на хоризонта).

Максимум производителност на редицата може да се постигне чрез двусово автоматично проследяване на позицията на слънцето (север-юг&изток-запад) като се произвежда до 40% повече енергия отколкото със статично поставена редица зависеща от мястото. Автоматичните проследители на позицията на слънцето на хоризонта изискват енергия и тяхната комплексност от движещи се части увеличава разходите за поддръжка и намаля надеждността на системата. Едноосовото автоматично проследяване (изток-запад) със сезонно ръчно нагласяне е може би най-изгодната опция за проследяване на позицията на слънцето, в зависимост от размера на инсталацията.

Малките и средни по размер редици се поставят на рамка или решетка от алуминий или стомана. Фиксираното място за модули е по-малко ефективно, но е по често срещано поради разходите за поддръжка и капиталните разходи на механизмите за поддръжка.

Наклоненият ъгъл на малки редици може да се наглася ръчно ежедневно или сезонно за да се увеличи производителността -тоест две дневни позиционирания и четири сезонни.

По-малък наклонен ъгъл (по-хоризонтален) ще бъде по-добър за места с висока пропорция на разпръснатата радиация и по-голям ъгъл на накланяне (по-вертикален) ще увеличи производителността през слънчеви зимни дни, помагайки за намаляне на сезонните изисквания за съхранение.

Близо до и между двата тропика ситуацията е по-сложна поради високата позиция на слънцето в небето, но по-големите нива на падаща слънчева светлина компенсират това.

### **Баланс на компонентите на системата**

Компонентите на системата за баланс включват всичко във фотоволтаична система освен фотоволтаичната редица и механичното и поставяне и включва: окабеляване(жици,предпазители), съхранение в батери, фотоволтаични контролиращи уреди, батерийни регулатори на заряда и инвертори за превръщане на прав във променлив ток.

### **Кабели и предпазители**

Фотоволтаичната система трябва да има кабел устойчив на ултравиолетова радиация и висока температура. Кабела трябва също така да е издръжлив по отношение на волтажа и възможността за пренасяне на ток. Кабела трябва да е такъв, че да може да понесе очакваният пиков ток.

Малка фотоволтаична система ще оперира при нисък волтаж и и сравнително висок ток. Съпротивлението на използваният кабел трябва да е достаъчно ниско, така че да се избягва значителния "пад на напрежение" в кабела.

Падането на волтажа директно се отразява в енергийна загуба като топлина в кабелите.

За по-големи фотоволтаични системи, опериращи на високи волтажи, загубата на енергия поради спад в напрежението не е проблем. За фотоволтаични системи, опериращи над 50 V се използва кабел с изолация за високо напрежение и трябва да се вземат мерки, поради опасният характер на електричеството с прав ток с висок волтаж. При опериращ волтаж над 100V кабела трябва да е двойно изолиран. Терминалите във високоволтажните системи трябва да използват сепаратори между полусите, за да избегнат ел/волтовата дъга.

Предпазители се използват за да предпазят ел.уредите при "късо съединение" в случай на повреда и са оразмерени да изключат при надвишаване на очакваният пиков ток. Фотоволтаичната система не може да осигури повече от тока на "малкия кръг" и през повечето време доставя много по-малко от това. Въпреки че няма нужда от предпазител за директно предпазване на модула, целите редици обикновено имат инсталирани предпазители, които да ги предпазят от аномално функциониране. В

допълнение се използват няколко предпазителя за всеки от компонентите на фотоволтаичната система. В частност батериите, поради много малкото "вътрешно съпротивление" могат да причинят много високи токове когато са били разредени повече от 30 %.

Фотоволтаичните редици се инсталират обикновено на или близо до повърхността на земята или сгради и не носят риск за светкавичен удар на мястото. Освен ако не са инсталирани на отдалечено място, няма нужда да се включи гръмоотвод в системата.

## Инвертори

Поради електричните си свойства, фотоволтаичните клетки произвеждат прав вместо променлив ток. Правият ток е ел.ток, който протича в една посока. Много уреди като например тези, които работят на батерии използват прав ток. За разлика от правият, променливият ток променя посоката си на протичане през определени интервали. Променливият ток е този, който се осигурява от мрежата и се изисква за функционирането на най-обичайните домакински и електронни уреди.

Инверторите се използват, за да превръщат прав във променлив ток и да осигуряват други енергийни настройки и функции по безопасността. Въпреки че се губи малко количество енергия при превръщането на прав в променлив ток, инверторите правят електричеството от фотоволтаиците като такова от мрежата и което може да бъде продадено обратно на мрежата или да се използва за опериране на ежедневно използвана техника като уреди, светлини и компютри.



## Батерии

Батериите се използват в самостоятелните фотоволтаични системи за енергията, която се доставя в различни количества от фв система в зависимост от търсенето.

Чрез разглеждане на разхода и представянето се прави баланс между средният капацитет за генериране на фотоволтаичните системи, капацитета за съхранение на батерията и средната нужда от натоварване. Два вида батерийни технологии се използват във фотоволтаичните системи: олово-киселинна и никел кадмиумна, всяка със своите си предимства и недостатъци. Двата вида батерии съдържат материали с различно въздействие върху околната среда и двете са предмет на съществуващо и предложено законодателство на Европейският съюз.

Батериите се състоят от редица клетки свързани в серии, които дават волтаж, който е умноженият волтаж на една клетка. Размера и конфигурацията на батерията определя капацитета измерен в ампер-часове и умножен по номиналният волтаж на батерията дава капацитета за енергийно съхранение във ватчасове.

Батерийният капацитет е цялото количество електричество, което може да се извлече от изцяло заредена батерия при определена скорост на изпускане на електричеството и електролитна температура, докато терминалният волтаж се намали до специфично минимално ниво. Колкото по висок е изпусаният ток толкова по-малък е капацитета. Повечето батерии са със степен C10, капацитета отговарящ на изпускане със постоянна скорост за период от десет часа. За фотоволтаичните системи се изискват по-дълги часове за изпускане на електричество, затова се използва скорост C100.

Няма реална батерия, която да оперира със 100% ефективност, повече енергия се зарежда в батерията отколкото да се извлича от нея. Една добра батерия оперира с ефективност 80-90% и има известна степен самоизпускане на енергия.

Батериите могат да се повредят чрез:

- при разреждане повече отколкото трябва –има определена степен, която не трябва да се надвишава
- при презареждане
- прекалено бързо зареждане или разреждане

-да се държи празна батерията

### **Уред за контролиране на зареждането на батериите (регулатор)**

Фотоволтаичните системи с батерии имат нужда от средство за предпазване на батерията от презареждане. Докато някои малки системи използват фотоволтаични модули, които се саморегулират, повечето имат нужда от уред за контролиране на заряда. Уреда за контролиране на заряда контролира колко ток се доставя на батериите.

### **Фотоволтаични системи**

Слънчевите електрични системи могат да се категоризират в три основни вида:

- Малки самостоятелни с прав ток
- Самостоятелни с прав-променлив ток
- Подръжни с променлив ток



### **Малка самостоятелна система с прав ток**

Самостоятелните видове системи обикновено заместват енергията от мрежата за отдалечени домове и лодки. Те обикновено включват модули зареждани от слънцето, батерии за съхранение и уреди за контролиране. Системи поставени на земята или покрива изискват наличието на структура за поставяне на модула и ако се изисква променлив ток със 220 волта (обичаен домакински ток), ще има нужда от инвертор от прав за променлив ток.

Батериите, които се използват за самостоятелни видове слънчеви електрични системи са различни от тези на автомобилите. Батериите за съхранение на енергия от слънцето се наричат батерии с дълбок цикъл. Тези батерии са проектирани така, че да могат да бъдат зареждани много пъти и да могат да осигуряват стабилно количество енергия за дълъг период от време.

Самостоятелните слънчеви системи използват уред за контролиране на зареждането, за да предотвратят презареждането на батерията на системата. Уреда за контрол на зареждането свързва чрез кабел модулите и батерията за наблюдаване и контролиране на енергията от модулите и може да изключи тока, когато батерията е напълно заредена. Това предотвратява презареждането и повредата на батериите.

Различните видове ефективни уреди за прав ток спомагат за да се изразходва електричеството по-икономично. Има такива телевизори, музикални уредби, флуоресцентни лампи и други. Трябва да бъде отбелязано, че правия ток изисква по-дебели кабели отколкото за променлив ток, така че разходите за окабеляване могат да са значителни, особено ако разстоянията са големи. За много малки системи това не е проблем. Някои приложения включват резервен генератор с енергия от вятърна или водна турбина. Обикновено такива хибридни системи споделят натоварването между слънчевият модул и резервната система. И все пак има нужда от батерии, както и от инвертор от прав за променлив ток, ако се използват стандартни уреди за променлив ток.

### **Самостоятелна система прав-променлив ток**

Тази система е същата както предишната като изключим употребата на инвертор от прав за променлив ток. Като се добави инвертор, могат да се използват компютри и обичайни домакински уреди като прахосмукачки, перални машини, домакински уреди.

Има висококачествени инвертори от прав за променлив ток с енергийно производство от 100 вата до над 10 киловата и ефективност на превръщане над 90 %. За да се осигури надеждно опериране на системата, инвертора трябва внимателно да се избере според натоварванията, на които ще работи. Повечето по-големи инвертори също така имат способността да служат като зарядни станции на батерии от резервен генератор, когато има нужда от повече енергия отколкото може да се достави от слънчевите модули. Често генератора се свързва със автоматично стартиращ уред. Тази

презапасеност е необходима за непрекъснатост на работата при информационните системи, хладилници и друга техника. За по-големи енергийни изисквания се изисква и по-голям капацитет на батерията за съхранение на енергия и по-големи редици от клетки.

### **Поддръжна система**

Поддръжна или самостоятелна слънчева електрична система с променлив ток обикновено ще има фотоволтаична редица с десет или повече модула, батериен резервоар и един или повече инвертори. Два или повече инвертора на едно място са идеални за този вид система, тъй като могат да работят заедно за доставяне на енергия за големи натоварвания и ако един се повреди, другите могат да продължат функционирането си с намалена производителност, докато трае ремонта. Ел. енергия от мрежата се използва за поддържане на соларната енергия, когато е необходимо. Ако се спре енергията от мрежата, тогава слънчевата енергия може да поддържа резервните системи.