

## Використання сонячних модулів без акумуляторних батарей в цілях електропривода

Скібчик О.С ,бакалавр, гр. ЕП-62

### Короткий опис елементної бази сонячної енергетики

В наш час впровадження альтернативних джерел енергії, автономних і децентралізованих, в багатьох державах поступово стає більш вигідне, як з економічної, так і з екологічної точки зору. Традиційне паливо стає джерелом енергії вчорашнього дня, яке не може забезпечити стійкий розвиток людства в довгостроковій перспективі. Сьогодні сміливо завойовують позиції інші форми енергії, одна із яких – енергія сонця. *Сонячна фотоелектрична система* – це сонячна електростанція, в якій використовується принцип прямого перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію. Установка складається з набору *сонячних модулів(панелей)* розміщених на опорній конструкції (наприклад дах будинку). Сонячні панелі збираються з окремих *сонячних елементів*, принцип роботи яких ґрунтується на основі явища внутрішнього фотоефекту в напівпровідниках(розглянутий нижче). В фотоелектричних перетворювачах використовується кремній з домішками інших елементів що утворюють структуру з р-п переходом. Причому товщина провідника не перевищує 0,2 – 0,3 мм.

Сонячні модулі володіють рядом таких переваг:

- Їхня робота відносно проста, немає обертових частин і непотрібне експлуатаційне обслуговування крім періодичної очистки поверхні панелей
- виробництво електроенергії зовсім безшумне і не приводить до утворення токсичних та вуглецевих викидів, не потребує великої площі так як можуть широко використовуватись житлові та інші будівельні споруди що дозволяють монтувати на собі сонячні модулі( дахи та стіни будинків, конструкції мостів, дамб, гребель,тощо)
- Сонячні панелі незамінні в труднодоступних і віддалених районах, де прокладання ліній електропередач може бути економічно не вигідне
- Досить великий строк експлуатації що перевищує 30 років
- Кремній, з якого виготовляють сонячні елементи називають нафтою 21-го століття. Розрахунки показують, що сонячний елемент з ККД 15% на який пішов 1кг кремнію за 30 років служби може виробити 300Мвт\*год електроенергії. Таку ж кількість електроенергії можна отримати, використавши 75т нафти (з урахуванням ККД електростанції 33% і теплоутворюючої здатності нафти 43,7 Мдж/кг.

Недоліки сонячних модулів:

- Основним недоліком в наш час є досить висока вартість сонячних модулів, що зумовлено перш за все складністю виготовлення. При цьому вартість 1Вата становить в середньому 5USD, тобто батарея 100-ватної потужності коштує зараз приблизно 500USD. Але варто відмітити поступове зменшення їх вартості та приріст ринка продукції приблизно на 30% щороку.
- Ще одним суттєвим недоліком є невисокий ККД ( до 20%). Проте існує стійка тенденція збільшення ККД. Перші зразки фотоелементів мали ККД 1%. Зараз експериментальні установки сонячних панелей мають ККД більше 40%. За кілька десятків років вчені прогнозують збільшення ККД до 85-90%.

## Принцип дії

Сонячний фотогальванічний елемент А(рис.1) складається з двох кремнієвих напівпровідників, розміщених між металевими контактами. Один з напівпровідників n-типу (1), а інший р-типу (2). *Внутрішній фотоефект(фотогальванічний ефект)*(процес, в результаті якого утворюється різниця потенціалів), проявляється тоді, коли фотони світла попадають на р-п перехід між провідниками (4). Металеві контакти (3) з'єднують дві зарядженні області використовуючи різницю потенціалів і створюючи електричний струм.

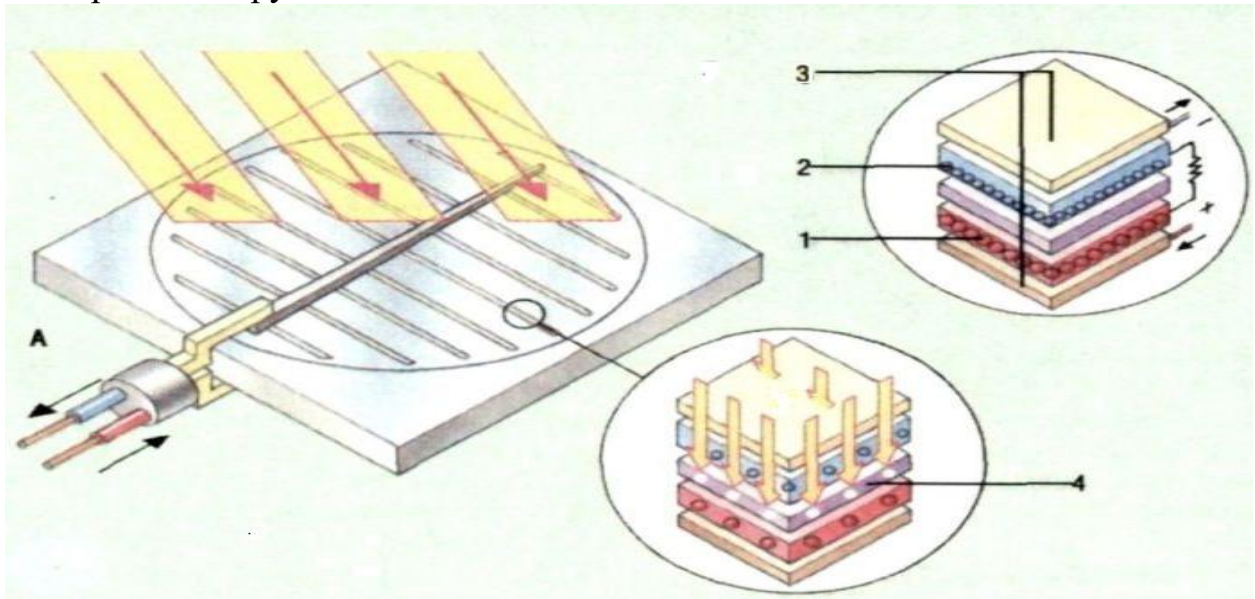


Рисунок1- Сонячний фотогальванічний елемент

Такий вид внутрішнього фотоефекту спостерігається в контакті електронного і діркового напівпровідників. В цьому випадку під дією світла виникають електрони і дірки, які розділяються електричним полем р-п-перехода: електрони переміщуються в напівпровідник n-типу, а дірки - в напівпровідник р-типу. При цьому між дірковим і електронним напівпровідниками змінюється контактна різниця потенціалів в порівнянні з рівноважною, тобто виникає фотоелектрорушійна сила. Таку форму внутрішнього фотоефекту називають ще вентильним фотоефектом.

## Розрахунок сонячної станції

Розрахуємо сонячну станцію, що складається з модулів українського виробника ВАТ «Квазар». В нашому випадку потрібна електроенергія для живлення невеликого млина або молотилки у віддаленому гірському районі, де немає електричної мережі. механізм приводиться в дію двигуном постійного струму потужністю в 1кВт. Двигун постійного струму вибираємо з економічних міркувань, так як непотрібний інвертор напруги, а ціна даного двигуна приблизно однакова з АД з коротко замкнутим ротором.

-Розрахунок необхідної площі для отримання енергії.

Для того щоб мати уявлення про сонячну енергію розглянемо карту інсоляції України на рисунку2



Рисунок 2- карта інсоляції України

Бачимо, що в середньому в Україні на  $1 \text{ м}^2$  площі за рік потрапляє приблизно  $1000 \text{ кВт*год}$  електроенергії, що відповідає енергоємності приблизно 100 літрів дизельного палива або  $100 \text{ м}^3$  природного газу. (Цікавий факт: кількість сонячної енергії, що потрапляє на Землю протягом дня, в десятки тисяч разів більше, ніж споживається населенням всієї Землі)

Наша установка знаходиться в третій зоні, тому інсоляція для неї  $1160 \text{ кВт*год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$ . Електропривод працює в теплу половину року (з кінця квітня до початку жовтня). Знайдемо сонячну енергію, що можна отримати за цей період, виходячи з міркувань, що для наших широт сонячний потік взимку в 2 рази менший ніж літом. За допомогою простого математичного розрахунку знаходимо інсоляцію для літа:  $773,3 \text{ кВт*год}/\text{м}^2$ . Але на жаль не вся ця енергія може бути використана, а тільки невелика її частина. ККД сонячних панелей ВАТ «Квазар» становить 16%. Тому корисна інсоляція дорівнює  $0,16 \cdot 773,3 \text{ кВт*год}/\text{м}^2 = 123,7 \text{ кВт*год}/\text{м}^2$ . Сонячна станція повинна працювати 5 годин в день. Тобто двигун споживає за день  $W = 5 \text{ кВт*год}$ . А за 6 місяців  $W = 180 \cdot 5 \text{ кВт*год} = 900 \text{ кВт*год}$ . Далі знаходимо площу, необхідну для забезпечення двигуна такою енергією:

$$S_1 = 900 \text{ кВт*год} / 123,7 \text{ кВт*год} = 7,3 \text{ м}^2$$

- Розрахунок кількості сонячних модулів.

Для даної станції використаний модуль, з параметрами, вказаними в таблиці 1

Тип сонячного модуля	KV-180/24M
Максимальна потужність, $P_{\max}, W$	180
Напруга при $P_{\max}, V_{\text{mp}} , V$	36
Струм при $P_{\max} I_{\text{mp}} , A$	5
Діапазон робочих температур, $^{\circ}N$	Від -40 до +85
Максимальна напруга системи, $V$	1000
Корисна площа модуля, $S , \text{ м}^2$	1.275

Таблиця 1 – параметри сонячного модуля

Вибираємо ДПТ тривалого режиму (ПВ=100%) П-32 з параметрами:

Частота обертання,  $n$  об/хв. – 750

Номинальна напруга  $U_{н,В}$  - 220

Номинальний струм  $I_{н,А}$  – 4.2

Номинальний струм обмотки збудження  $I_{н,зб А}$  – 0.6

Момент інерції  $J, кг \cdot м^2$

Визначаємо кількість сонячних панелей:  $n = 1000W/180W \approx 6$

Площа сонячних панелей  $S_2 = n \cdot S = 6 \cdot 1.275 м^2 = 7.65 м^2$

-Економічна доцільність

Вартість даної сонячної установки складатиме приблизно 5400USD.

Порахуємо витрати, що повинна зробити енергокомпанія, для підключення віддаленого споживача, якщо наш механізм знаходиться в районі куди потрібно підвести мережу на 8км. Для цього ведуть лінію 10кВ з трьома проводам, отже сумарна довжина провода –  $8 \cdot 3 = 24$ км. використовується неізолюваний кабель марки А з поперечним перерізом  $16 мм^2$ . Коефіцієнт перерахунку з кілометра в тони для нього становить 23.256км/т. Тоді маса кабеля  $m = 24км/23.256(км/т) = 1.03$ т. Ціна кабеля в масі алюмінія і без доданої вартості виробництва складає 3036USD. В кінці лінії ставиться понижувальний трансформатор що коштує приблизно 6000USD. Через кожні 50м ставляться опори, кількість яких на 8км становить  $n_1 = 8 \cdot 20 + 1 = 161$ . Ціна однієї 40USD ,отже загальна ціна всіх опор 6440USD.

Загальна ціна необхідних матеріалів для підключення  $3036USD + 6000USD + 6440USD = 15476USD$

### **Висновки:**

Бачимо що  $S_2 \geq S_1$  з цього робимо висновок, що установка забезпечить необхідну потужність з раціональним використанням сонячних панелей, а значення часу роботи 5 год наближається до оптимального значення при даних умовах, та відсутності акумуляторної батареї. Подальше збільшення необхідного часу роботи призводить спочатку до необхідності збільшення кількості панелей(що є причиною нерационального їх використання, так як вихідна потужність більша за потрібну), а потім до необхідності запасання електроенергії в акумуляторних батареях(бо надлишок потужності стає небезпечним , і частина сонячних панелей заряджає акумулятори, які живлять двигун при зменшенні напруги на основних панелях, що живлять двигун.) В масштабах держави простежується значна економія ресурсів при використанні сонячної енергії. Впровадження сонячної енергетики призводить також до економії вичерпних джерел енергії , покращення екологічної ситуації, збільшення енергетичної безпеки.

### **Перелік посилань:**

1)<http://solar.atmosfera.ua>

2)<http://nts.sci-lib.com>

3)<http://www.solar-ct.com/photoelectr>

4)Каталог сонячних модулів ВАТ «Квазар»

5)Вешеневський «Характеристики двигунів в електроприводі»1977р