

Секция ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ

Покривна фотоволтаична инсталация в обществена сграда с плосък покрив

гл.ас.инж. Пламен Минков

A Training Model of a Microprogramming Unit for Operation Control: *Going deep fossil-fuel energy deficiency grows in European countries, including in our country, their prices go up. For this reason new European Union policy is directed on sharp increasing alternative renewable energy sources share. This paper presents an investigation on possibilities for installing on the roof of a public building in Silistra a Photovoltaic Power Plant, able to cover its needs for electric energy*

Key words: *Solar electric photovoltaic, Photovoltaic Power Plant*

ВЪВЕДЕНИЕ

Енергийните нужди на човечеството непрекъснато нарастват. Съвсем скоро те ще бъдат много по-големи, отколкото са днес, заради непрекъснатото повишаване на качеството на живота ни.

Източниците на енергия като нефт и въглища, които основно се употребяват в момента, са ограничени и замърсяват околната среда. Тяхното използване води до промяната в климата, която заплашва както качеството на живота ни, така и биосферата на цялата планета.

Продължаващият и задълбочаващ се енергиен дефицит на изкопаеми горива в европейските държави, включително и нашата, нараства. Увеличава се икономическата зависимост на евродържавите от страните - износители на петрол, природен газ и други първични енергоизточници. В тази връзка в Европа започна подготовката на нова програма за развитие на възобновяемите енергийни източници. Тя предвижда рязко нарастване на дела на алтернативните и възобновяемите източници при покриване на енергийните нужди на евродържавите.

Енергийните ресурси на бъдещето очевидно ще се наложи да бъдат различни. Необходими са възстановими източници, т.е. такива, които теоретично са вечни: например вятър, водата и слънчевата светлина. Процесите в природата обикновено не отделят токсични отпадъци и освен това слънчевата светлина, вятърът и движението на водата са и практически безплатни. За съжаление обаче вятърните генератори и хидроцентралите за момента не са много ефективни. За сметка на това слънцето буквално залива Земята с енергия - средно с 10^{17} джаула всяка секунда. Затова без съмнение то е най-природосъобразният възобновяем енергиен източник. Трансформацията на естествената дневна светлина в електрически ток, чрез фотоволтаични модули, е най-екологичният начин на преобразуване на слънчевата светлина в електричество. Използва се термина "светлина", за да се подчертае, че не е необходимо, нито пряко слънчево греене, нито е задължително южно изложение на фотоволтаиците, за да могат те да генерират електроенергия.

В унисон с вече съществуващата и новата, още по-строга политика на ограничаване използването на изкопаемите неекологични източници на енергия е и българската вътрешна икономическа политика, която стимулира развитото на сектора на естествено възстановяеми източници. От 1 януари 2007 г. вече са в сила новите преференциални тарифи за изкупуване на генерираната енергия от фотоволтаични генератори, които достигат до 0,94 лв. с ДДС за произведен киловатчас, и то без квотни или други ограничения. Това означава, че се изкупува безотказно 100% от произведената електроенергия на преференциалната цена. С последните изменения от есента на 2008 година, се узакони действието на тази

тарифа. Тя се приема като минимална, за 25 годишен период от пускането в действие на фотоволтаичната електроцентрала. В това отношение режимът за изкупуване на електроенергията, произведен за сметка на слънчевото греене, е един от най-благоприятните в света, което естествено порожи и голям интерес от чуждите инвеститори, не само от Европа, но и от САЩ и други страни.

България, със слънчевата светлина, съчетана с другите климатични условия, е една от най-подходящите територии в Европа за печеливша експлоатация на слънчевата светлина, чрез фотоволтаици [7]. В нашата страна има много благоприятни условия за високи печалби от инвестициите в слънчеви енергийни системи и по специално от покривни, стенни и наземни фотоволтаични инсталации. Разбира се, в различните региони се използват различни технологии и технически средства за комплектоването на оптималните слънчево енергийни инсталации. В зависимост от технологията и типа на използваните фотоволтаични преобразуватели произведената от 1 m² електрическа енергия е от 50 W до 300 W.

В региона на гр. Силистра използването на слънчевата енергия все още е въпрос на бъдещи проекти. Фирма "Солар про"АД [5] изгради една покривна фотоволтаична инсталация с експериментални цели, която функционира от около 1 година. Тя се състои от 90 фотоволтаични панела с площ 0,8 m² и максимална мощност 40 Wp всеки. Фотоволтаичните панели са изработени по технологията двупреходен тънкослоен аморфен силиций. Тази технология е сравнително евтина и производителността на фотоволтаика се влияе по – слабо от ъгъла на падане на слънчевите лъчи, но коефициентът на преобразуване на слънчевата енергия е нисък (5 ÷ 9)%. Общата площ на фотоволтаичното поле е 72 m² и максимална инсталирана мощност 3,6 kWp. От публикуваните в сайта на фирмата [5] данни се отчита годишна производителност на полето 4620 kWh. Тази реална производителност е много по – малка от максимална разчетна, която е 14400 kWp. Резултатите от нейната експлоатация представляват база за разработка на фотоволтаични електрически централи (ФЕЦ) с промишлено значение за региона на Силистра.

ИЗЛОЖЕНИЕ

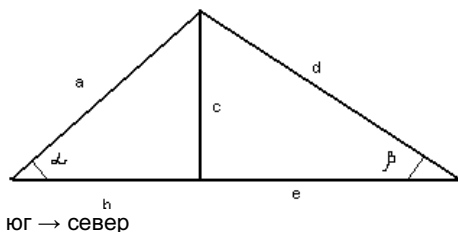
ПЛЪТНОСТ НА ИНСТАЛИРАНЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ ПАНЕЛИ

Съотношението (k) на площта на инсталираните фотоволтаични панели (S_F) на единица хоризонтална площ (S) може да се изчисли имайки предвид ъгълът на наклон на панела спрямо хоризонта, който за региона на Силистра се препоръчва да е 34° (ъгъл α) по меридиана [1] и незасенчване на съседните панели през месец декември (фиг.1). Височината на слънцето над хоризонта тогава е най – малка и на географската ширина на Силистра е около 21° (ъгъл β).

$$k = \frac{S_F}{S} \quad (1)$$

$$\alpha = 34^\circ \quad \beta = 21^\circ$$

$$k = \frac{a}{b + e} = \frac{a}{a \cos \alpha + a \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta}} = \frac{1}{\cos 34^\circ + \frac{\sin 34^\circ \cos 21^\circ}{\sin 21^\circ}} = \frac{1}{0,83 + \frac{0,56 \cdot 0,92}{0,39}} = 0,45 \quad (2)$$



фиг.1

Площта на фотоволтаиците при спазване на условието за незасенчване е много малка за ефективното им използване през летния сезон, когато производителността на фотоволтаичното поле ще бъде в пъти по – голяма от зимния [5]. Тогава производителността е много по голяма поради по – дългия ден, по – добрите климатични условия (ясно време) и по – големия интензитет на слънчевия поток. Поради по – голямата височина на слънцето над хоризонта дебелината на атмосферния слой, която пресича слънчевия лъч, е по – малка, което води до по – малка промяна на интензитета и спектъра на слънчевата светлина. Ако се приложи условието за незасенчване през периода от март до септември, минималната височина на слънцето над хоризонта може да се приеме равна на географската ширина на гр.Силистра, която е 44° (ъгъл β). За площта на фотоволтаиците инсталирани на единица площ S_F се получава:

$$\begin{aligned} \alpha &= 34^\circ & \beta &= 44^\circ \\ k &= \frac{a}{b+e} = \frac{a}{a \cos \alpha + a \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta}} = \frac{1}{\cos 34^\circ + \frac{\sin 34^\circ \cos 44^\circ}{\sin 44^\circ}} = \\ &= \frac{1}{0,83 + \frac{0,56 \cdot 0,7}{0,72}} = 0,73 \end{aligned} \quad (3)$$

Необходимото минимално разстояние между два съседни реда фотоволтаични панели за технологичното обслужване на полето е 0.60 m. Отсечката е от фиг.1. Минималната височина на панела а (фиг.1) се изчислява по (4):

$$a = e \frac{\sin \beta}{\sin \alpha \cos \beta} = 0,60 \frac{0,72}{0,56 \cdot 0,7} = 1,10 \text{ m} \quad (4)$$

Произвежданите в момента фотоволтаични панели са с много и нестандартизирани размери. Височината на произвежданите от фирма “Соларпро” АД панели е 1,25 m. Този размер удовлетворява изискването за минимално разстояние между панелите.

В периода от септември до март, въпреки засенчването, ефективната площ на фотоволтаичното поле ще бъде по – голяма от изчислената по (2). Засенчването се получава само в периода, когато слънцето е на юг.

ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ИНСТАЛАЦИЯ

В доклада се разглеждат възможностите за изграждане на покривна фотоволтаична инсталация в обществена сграда. Тя се намира в район от града с минимална запрашеност и задименост на атмосферата. Това създава възможност за максимално оползотворяване на слънчевата енергия, поради по – малкото и поглъщане от приземните слоеве на атмосферата.

Сградата е изградена на няколко различни нива. Това намалява площта на покрива, която може да се използва, поради засенчването от по – високите нива. Въпреки това голяма част от него е подходящ за изграждане на такава инсталация. Общата площ на покрива е 3 700 m², като 3 400 m² не се засенчват целогодишно през целия ден. Фотоволтаични панели ще се инсталират само на тези площи.

На тази площ могат да се инсталират фотоволтаични панели със сумарно площ:

$$S_{\Sigma} = k \cdot S_{\Pi} = 0,73 \cdot 3400 = 2482 m^2 \quad (5)$$

На нея могат да се инсталират 3102 фотоволтаични панела произведени от фирма "Соларпро" АД. При 40 Wp на панел максималната инсталирана мощност ще бъде: 125 kWp.

$$P_{solarpro} = 3102 \cdot 40 = 124080 \approx 124 kWp \quad (6)$$

Имайки в предвид резултатите от експерименталното фотоволтаично поле на фирмата [5] може да се изчисли реално произведената енергия за m²:

$$E_{m^2} = \frac{E_{solarpro}}{S_{solarpro}} = \frac{4620}{72} \approx 64,17 kWh \quad (7)$$

и енергията която ще произвежда покривното фотоволтаично поле годишно:

$$E = S_{\Sigma} E_{m^2} = 2482 \cdot 64,17 = 159262 kWh \quad (8)$$

Потребление на електроенергия за 2008 год. в сградата е 135118 kWh. Следователно произвежданата от фотоволтаичното поле електроенергия е напълно достатъчна да покрие нуждите.

По предварителни разчети, при цена 3,50 € на Wp инсталирана мощност (цена на фирма "Соларпро" АД) необходимите средства за изграждането на такова фотоволтаично поле са 434 000 € или 846 300 лв.

Приходите от изграждането и експлоатацията му за 10 годишен период ще бъдат 1 500 000 лв. при гарантирано изкупуване и преференциална цена от 0,94 лв. с ДДС на киловатчас.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на направените проучвания и изчисления могат да се направят следните изводи:

1. Независимо от различните нива на покрива на сградата, той е подходящ за изграждане на фотоволтаична инсталация с максимална мощност 124 kWp;
2. Реално очакваното годишно производство на електроенергия е по – голямо от консумираната в сградата електроенергия през 2008 година;
3. В рамките на 10 години инвестициите за изграждането на инсталацията се възвръщат.

ЛИТЕРАТУРА

- 2007
- [1]. Младенчева, Райна. Фотоволтаични генератори. София: Ековат технологии,
 - [2]. www.ecowat.eu
 - [3]. www.bgsolar.com
 - [4]. www.primesolar.com
 - [5]. www.solarpro.bg
 - [6]. www.tlmedia.bg/engineering-statii.aspx?br=38&rub=388&id=1009
 - [7]. www.re.jrc.ec.europa.eu/pvgis

За контакти:

Гл.ас.инж. Пламен Георгиев Минков, РУ “Ангел Кънчев” Филиал – Силистра,
тел.0887041198, pgm@fs.ru.acad.bg

Докладът е рецензиран