

Проучване възможностите за използване енергията на слънцето

Константин Коев, Валентин Пеев, Димо Димов

An investigation of potentialities for using solar energy: The paper presents a part of meteorological data for concrete region of Bulgaria with the purpose of evaluating its solar potentiality for energy supply of a social building. The part of data has been analysed and generalized for two solar systems – a travelling and a standing. The efficiency of using solar energy has been evidenced for electrical and thermal supply during most months of the year.

Key words: Solar energy, Solar irradiation, Solar systems, Transforming energy.

ВЪВЕДЕНИЕ

Усвояването на енергията от възобновяемите източници, в частност енергията на слънцето, е свързано с предварително проучване на възможностите, които предлагат климатичните условия. Обработката и анализът на тази информация, в съчетание с натрупания опит, позволява да се изберат подходящите технологии за добив и оползотворяване на енергия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Разгледани са климатичните особености, с които се характеризира районът на гр. Силистра, с цел оценка възможностите за използване слънчевата енергия за енергоосигуряване на съществуващ обществен обект - сградата на Филиала на Русенския университет "Ангел Кънчев". Събрани и анализирани са данни от наши и чуждестранни метеорологични станции за периода (1981...2008) г.

Количеството слънчева енергия, падаща върху определена повърхност на земята, зависи от ъгъла, под който падат лъчите през атмосферата (т.е. от дължината на пътя им през атмосферата) и от наклона на повърхността спрямо тези лъчи. Малката височина на Слънцето над хоризонта, съчетана с отслабване на енергията на слънчевия лъч, изминаващ по-дълъг път в атмосферата, е причина за намаляване притока на слънчево лъчение през зимата. През лятото притокът на слънчева енергия е значителен поради голямата височина на Слънцето над хоризонта и по-късия път на лъча до земната повърхност. Освен това, при преминаването на слънчевите лъчи през атмосферата, те отдават част от енергията си на срещнатите по пътя прах, влага, газове. В зависимост от състоянието на атмосферата над определена част от земната повърхност, поглъщането на енергия е различно. Поради тези фактори, падащата върху земната повърхност слънчева енергия намалява с (10...90) % [3]. Въпреки това и при непрекъснатото нарастване на инсталираните соларни мощности в света (увеличението за 2004 г. е с 44,5 %, в сравнение с 2003 г.), много малка част от тази енергия (1,5% през 2004 г.) се използва за осигуряване на различни дейности и процеси. Съотношението между достигащата земната повърхност слънчева енергия и общо консумираната енергия в света през 2004 г. е 5933:1 [4,6]!

Разпределението на сумарната годишна стойност на енергията от слънчевото лъчение по територията на България, за единица площ (m^2) от земната повърхност, е в границите от 1300 kWh/m^2 в низините и котловините, до 1700 kWh/m^2 по най-високите части на планините. В Североизточна България, териториите на Силистренска и Добричка области, с малки изключения, се характеризират с най-голямата стойност на сумарното годишно слънчево лъчение за равнините – 1550 kWh/m^2 [1,4,5].

Освен прякото лъчение, върху дадена повърхност попада и дифузно лъчение, което е резултат на отражение на слънчевите лъчи от атмосферата и от повърхността. Например, в облачен зимен ден интензитетът на дифузното лъчение

е (50...100) W/m². Сумата от стойностите на прякото, отразеното и дифузното слънчево лъчение определя енергията, която достига до дадена повърхност в определен момент. Възможно е, при благоприятни условия, тази енергия да има стойност (950...1100) W/m². Получената енергия от дифузното лъчение е приблизително същата по количество, както и тази от прякото лъчение. През зимата дифузното лъчение е с по-голям дял в общото лъчение - (65...70) %, а интензитетът му се разпределя равномерно по територията на страната [3].

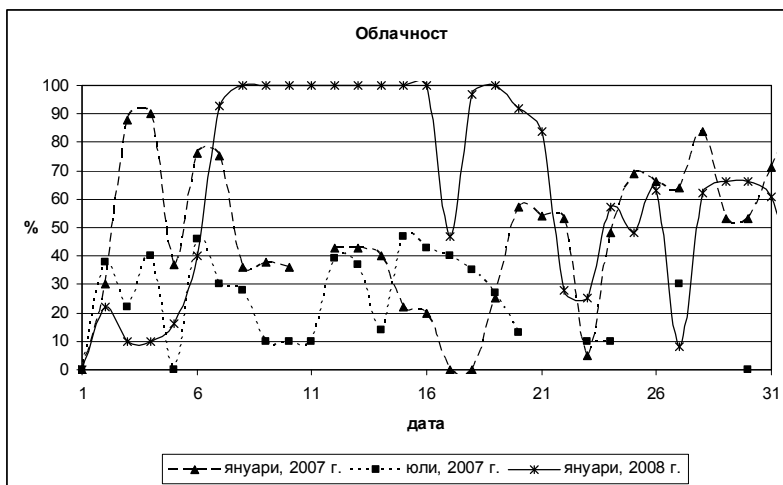
Възможностите на една слънчева инсталация за добив на енергия, се определят и от следните фактори:

- Годишна продължителност на слънчевото греене;

Според статистически данни за България [3], този параметър има стойност около 2100 часа, за Дунавската равнина, включително района на гр. Силистра. По-малки стойности са характерни за планинските райони, а по-големи – до (2200... 2300) часа – в югоизточните райони и по морското крайбрежие.

- Дневно изменение на продължителността на слънчевото греене;

Годишната, както и дневната продължителност на слънчевото греене, зависят от положението на земната повърхност спрямо Слънцето и от облачността над разглежданата територия. Нашата страна е малка по площ и затова за цялата територия може да се приеме, че през лятото слънчевото греене, при безоблачно небе, е с продължителност около 15 часа, а през зимата – приблизително 8 часа, колкото е времетраенето на деня. Слънчевото греене, при безоблачно небе, е максимално през обедните часове – (10...14) часа. За района на гр. Силистра са представени измененията на средноденонощните стойности на облачността за типични месеци от годината – януари и юли (фиг.1).



Фиг. 1. Изменение на средноденонощните стойности на облачността (%) за гр. Силистра.

При облачност 100 %, небето е покрито с облаци, без да се отчита плътността им, а при 0 % - небосводът е ясен [2]. За някои от дните липсват данни и затова тези точки от графиките не са свързани с линията на изменение. През м. юли, 2007 г., изменението на облачността е (0...60) %, което е в много по-тесни граници, в сравнение с изменението през м. януари на 2007 г. и на 2008 г., съответно (0...93) %

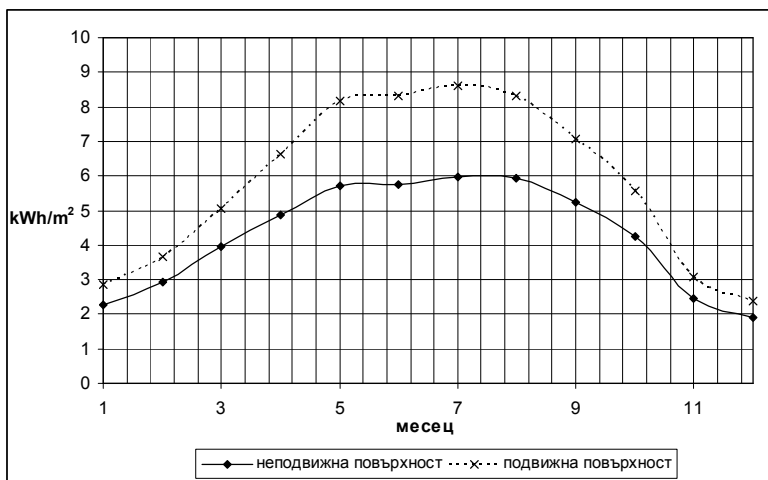
и (0...100) %. Средните стойности на облачността за трите месеца е както следва: януари, 2007 г. – 49 %, юли, 2007 г. – 26 % и януари, 2008 г. – 65 %. Следователно, по-добро усвояване на слънчевата енергия е възможно през лятото, когато облачността и дължината на пътя, който изминават слънчевите лъчи, са по-малки.

- Вероятност за слънчево греене;

Този статистически параметър пряко зависи от разположението на облаците по небосвода и от плътността им. Така например, ако 30 % от небето е покрито с облаци (облачността е 30 %) и те са съсредоточени така, че не препятстват слънчевите лъчи към даден участък от земната повърхност, то слънчевото греене е максимално в този участък. Приема се, че ако годишната вероятност за слънчево греене е по-малка от 20 %, на разглежданото място от земната повърхност не е икономически изгодно да се монтира слънчева инсталация [3].

- Сумарен поток върху ориентирана на юг повърхнина, включваща различен ъгъл с хоризонта;

За ориентирана на юг повърхност, при различен наклон - 0° (хоризонтално разположение), 15° , 25° , 40° и 90° (вертикално разположение), сумарната годишна стойност на слънчевото лъчение, за разглеждания район, е съответно: 3748, 4102, 4237, 4265 и 2852 Wh/m². Най-голяма е при ъгъл на наклона 40° , който е най-близък по стойност до северната географска ширина – за гр. Силистра тя е $44^\circ 07'$. Изменението на сумарния слънчев поток, при оптимален ъгъл на наклона, който за разглеждания район е около 35° , е представено на фиг.2. Най-големи стойности се получават през летните месеци май-август, а най-малки – през зимния период. Максималната стойност (м. юли - 5,97 kWh/m²) е 2,6 пъти по-голяма от минималната (м. декември - 1,90 kWh/m²).



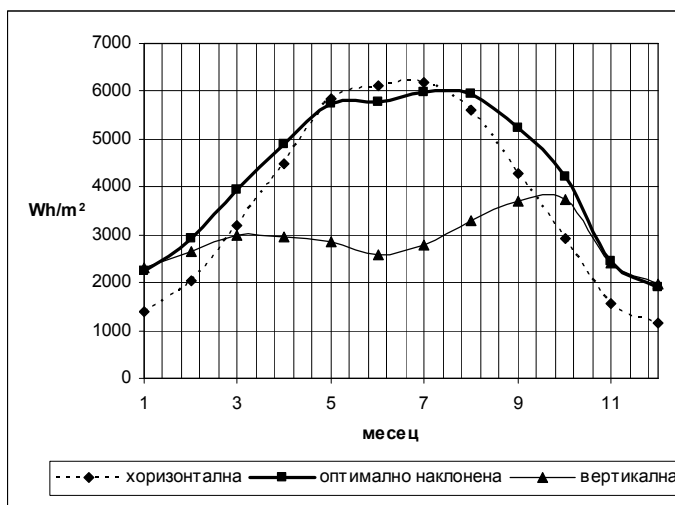
Фиг. 2. Сумарен среден дневен поток слънчево лъчение, падащо върху неподвижна и върху подвижна повърхност.

Интерес представлява месечното изменение на сумарния среден дневен слънчев поток, падащ върху повърхнина, която променя наклона си спрямо хоризонта и ориентацията си спрямо небесните посоки (фиг.2). На практика това движение на облъчваната повърхност е възможно да се осъществи чрез система, която следи движението на слънцето по небосвода. Подвижната повърхност приема

повече слънчева енергия – максималната и минималната стойности са съответно по-големи с 44 % и с 24 % от тези при неподвижната повърхност. Характерът на годишното изменение на слънчевия поток се запазва при следящата система – през лятото се наблюдава максимум, а през зимата – минимум.

- Сумарен поток върху вертикални повърхности с различна ориентация, сравнени с хоризонтална повърхност.

На фиг. 3 е представено изменението на сумарния слънчев поток за повърхност с фиксирана ориентация, при три различни наклони към хоризонта. Общо годишно най-голям поток слънчева енергия се приема при оптимален наклон



Фиг. 3. Годишно изменение на сумарния слънчев поток, падащ върху ориентирана на юг повърхност с различен наклон.

- 35° на повърхнината, а най-малък – при вертикален. Абсолютни максимални стойности на получения слънчев поток се наблюдават през летните месеци за хоризонтална повърхност. За нея се получават и абсолютните минимални стойности през зимния период.

Представените данни за сумарното слънчево лъчение, независимо че се отнасят за слънчеви колектори с общи загуби от 14 %, доказват необходимостта от активно използване на слънчеви системи за енергоосигуряване.

Основното, технико-икономическо обосноваване, на което трябва да отговаря една инсталация (слънчев колектор) за преобразуване на слънчевата енергия в топлинна, е сумарната среднодневна стойност на енергията на слънчевото лъчение, падащо върху определена повърхност, да не бъде по-малка от 3,5 kWh/m² [3].

Слънчевата енергия се преобразува в електрическа чрез т.нар. фотоволтаични модули (PV-панели), конструирани на основата на полупроводникови силициеви фотоклетки. Степента на преобразуване зависи най-общо от сумарния лъчист поток, падащ върху повърхността на PV-панелите, и от техния к.п.д. За района на Североизточна България, средното количество произведена електрическа енергия от модул с мощност 1 kW и общи загуби 25,3 %, ориентиран на юг и наклонен към

хоризонта на оптималния ъгъл за тази географска ширина – 35° , за една година, е около (1100...1200) kWh. Конкретно за района на гр. Силистра, годишно произведената електрическа енергия от 1 kW PV-модул, ориентиран на юг и наклонен на 35° , ориентировъчно е 1190 kWh. Ако вместо фиксиран в определено положение модул се използва панел, задвижван чрез следяща система, то произведената енергия ще бъде 1630 kWh [5,6].

Проведеното проучване на възможностите за използване слънчевата енергия позволява да се направят следните изводи:

Географското положение и климатичните условия на България определят стойности на годишното сумарно слънчево лъчение на единица повърхност в границите (1300...1700) kWh/m².

Разположението на гр. Силистра се характеризира с най-голямата стойност на сумарното годишно слънчево лъчение за равнините – 1550 kWh/m², като годишната продължителност на слънчевото греене е около 2100 часа.

Най-голямата стойност за сумарния слънчев среднодневен поток, върху ориентирана на юг повърхност и сключваща ъгъл с хоризонта 35° , се получава през месец юли - 5,97 kWh/m², когато облачността е по-малка (до 60 %) и продължителността на деня – по-голяма, а най-малката – през декември – 1,9 kWh/m².

Ако се използва движеща се чрез следяща система повърхнина, максималната (8,6 kWh/m²) и минималната (2,37 kWh/m²) стойности, на получената слънчева енергия, са по-големи съответно с 44 % и с 24 % от тези при неподвижната повърхнина.

Преобразуването на слънчевата енергия в топлинна е икономически оправдано за месеците март-октомври, ако се използват неподвижни, оптимално ориентирани слънчеви колектори, и за месеците февруари-октомври - ако се използват движещи се чрез следяща система колектори.

Годишно произведената електрическа енергия от фотоволтаичен модул с мощност 1 kW, ориентиран на юг и наклонен на 35° спрямо хоризонта, е около 1190 kWh, и 1630 kWh - ако се използва модул, задвижван чрез следяща система.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] АЕЕ (Агенция по енергийна ефективност), <http://www.seea.government.bg/>
- [2] Времето в планините и страната, <http://www.planinite.info/Vrazki/Vremeto.htm>
- [3] Дечев, Д. Слънчеви колектори и системи. С., Техника, 2007.
- [4] Коев, К. и др. Енергия от възобновяеми енергийни източници – развитие и перспективи, Сп. "Енергетика", бр. 5, 2008.
- [5] Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), <http://sunbird.jrc.it/pvgis/>
- [6] Services for Professionals in Solar Energy and Radiation (SoDa), <http://www.soda-is.com/eng/map/index.html>.

За контакти

Гл. ас. д-р инж. Константин Коев, Катедра "Технически и природо-математически науки", Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал-Силистра. E-mail: kkoev@fs.ru.acad.bg.

Докладът е рецензиран.