

Invenția se referă la energetică și heliotehnică, și anume la panouri fotovoltaice termice, bazate pe conversia directă a energiei solare în energie electrică prin intermediul celulelor fotovoltaice, în special la dispozitive de încălzit lichide.

Puterea celulelor fotovoltaice variază în funcție de temperatură, în special tensiunea, care este sensibilă la variația temperaturii. Creșterea temperaturii de la 10°C la 70°C la insolația de 1000 W/m² conduce la scăderea eficienței celulelor fotovoltaice cu 73 %. Conform calculelor pentru sudul Europei, pierderile anuale de energie, generate de creșterea temperaturii celulelor, constituie 9...12 % în instalații detașate și depășește 16 % în sisteme integrate pe acoperișul caselor, iar pentru sudul Asiei, acestea depășesc 16 % în instalații detașate și 18 % în sisteme integrate pe acoperișul caselor (The Effect of Temperature on Photovoltaic Cell Efficiency V. Jafari Fesharaki, Majid Dehghani, J. Jafari Fesharaki, Department of Electrical Engineering, Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf Abad, Iran. Proceedings of the 1st International Conference on Emerging Trends in Energy Conservation - ETEC, Tehran, Tehran, Iran, 20-21 November 2011).

Un panou fotovoltaic (PV) tipic convertește în energie electrică 6...20 % din radiația solară incidentă, în funcție de tipul de celule solare și condițiile climatice. Restul radiației solare, care este semnificativă, se transformă în căldură. Această căldură poate fi extrasă prin mișcarea apei/aerului sub panoul fotovoltaic cu ajutorul colectoarelor termice, denumiți panouri fotovoltaice termice (PVT). Eficiența mai mare a siliciului cristalin (c-Si) va rezulta într-o eficiență electrică mai mare și o valoare mai mare a raportului electric-termic al PVT. La temperatura scăzută la zero panoul PVT cu celule c-Si a demonstrat eficiența majorată cu 55 %.

Comparația unui panou PV convențional, a unui panou PV neacoperit cu sticlă și a unui panou PV acoperit cu sticlă cu aceleași module transformate în PVT a arătat că eficiența electrică medie anuală a crescut respectiv cu 7,2 %, 7,6 % și 6,6 %.

Un sistem de PV laminat, integrat pe acoperișul unei case și unit la un rezervor cu apă a asigurat o reducere a temperaturii cu aproximativ 20°C, raportat la un sistem convențional, și a condus la o creștere de 9...12 % a randamentului electric (Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World A Review Swapnil Dubey, Jatin Narotam Sarvaiya, Bharath Seshadri, PV Asia Pacific Conference 2012).

Aplicarea unui sistem de răcire la un panou PV reduce costul energiei solare în trei direcții. În primul rând, răcirea mărește cantitatea energiei electrice produse, în al doilea rând, aceasta mărește termenul de viață a sistemelor de PV prin protejarea celulelor fotovoltaice de temperaturi înalte, care provoacă daune ireversibile. În cele din urmă, căldura extrasă de la răcirea PV poate fi utilizată pentru încălzirea sau răcirea clădirilor sau încălzirea apei menajere. Deși PVT-urile prezintă o opțiune promițătoare de menținere a temperaturii scăzute a panourilor PV, utilizarea răcirii pe bază de fluid este considerată a fi cea mai puțin costisitoare metodă de îmbunătățire a performanței panoului fotovoltaic. Temperatura lichidului de răcire la ieșirea din panoul PV este mai mare decât cea de la intrare, urmare a schimbului de căldură între partea din spate a panoului și conductele cu apă. Prin urmare, temperatura lichidului în țevi crește treptat de la intrare la ieșire, rezultând într-un panou fotovoltaic răcit neuniform. Cu alte cuvinte, fiecare celulă fotovoltaică din panou are o temperatură de funcționare diferită, ceea ce conduce la caracteristici diferite a fiecărei celule. Distribuția neuniformă a temperaturii de funcționare a celulelor fotovoltaice conduce la variația eficienței lor de la 14 % a celulelor nerăcite, la 16 % a celulelor răcite. Cele mai bune rezultate de răcire sunt obținute la o densitate mai înaltă a tuburilor de răcire legate în paralel între ele (Anas Al Tarabsheh, Spyros Voutetakisb, Athanasios I. Papadopoulosb, Panos Seferlisb, Issa Etiera, Omar Saraereha Investigation of Temperature Effects in Efficiency. Improvement of Non-Uniformly Cooled Photovoltaic Cells. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 35, 2013 The Italian Association of Chemical Engineering).

Din analiza surselor menționate, este evidentă necesitatea răcirii mai uniforme a PV și menținerii unei temperaturi mai joase a celulelor fotovoltaice, la un preț de cost cât mai redus. Totodată creșterea suprafeței de schimb de căldură între PV și schimbătorul de căldură îmbunătățește răcirea PV în rezultatul transmiterii mai bune a căldurii de la panou la apa circulantă. Aceasta conduce la creșterea randamentului PV și la creșterea temperaturii apei încălzite.

Este cunoscută o instalație fotovoltaică, care conține celule fotovoltaice, fixate pe o suprafață transparentă, conectate electric între ele într-o cutie și amplasate pe o foaie din plastic, sub care este amplasată o mușama cu tuburi din material polimeric, un distribuitor de apă rece și cu un colector de apă caldă, toate fiind fixate într-un cadru cu termoizolație. Capetele distribuitorului de apă rece și a colectorului de apă caldă sunt dotate cu racorduri, respectiv, pentru unire la conducte de apă rece și caldă. Între foaia din plastic și mușama este amplasat un strat din pastă cu conductivitate termică înaltă, sub care este amplasat un strat termoizolant elastic, urmat de un strat termoizolant, fixat pe cadru cu o foaie de protecție [1].

Dezavantajul soluției cunoscute constă în aceea că tuburile mușamalei din material polimeric (cu diametrul de 3-5 mm, conform tehnologiei) sunt sudate la capete cu distribuitorul de apă rece și cu colectorul de apă caldă (cu diametrul de 20 mm, conform tehnologiei), amplasate opus. Cea mai mică distanță între tuburile mușamalei constituie 10 mm, conform tehnologiei. Prin urmare, această distanță nu permite mărirea numărului de tuburi și, ca rezultat, a suprafeței de schimb de căldură, și menține rezistența termică de transmitere a ei de la celulele fotovoltaice la apa circulantă.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în sporirea eficienței de transmitere a căldurii de la sursă la apa rece, mărirea suprafeței de absorbție a căldurii, simplificarea construcției prin confecționarea PV din materiale și accesorii produse în masă, precum și în micșorarea costurilor de producere.

Panoul fotovoltaic termic, conform invenției, înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea că conține celule fotovoltaice, fixate pe o suprafață transparentă, conectate electric între ele într-o cutie și amplasate pe o foaie din

plastic, sub care este amplasată o mușama cu tuburi capilare din material polimeric, un distribuitor de apă rece și cu un colector de apă caldă, toate fiind fixate într-un cadru cu termoizolație. Între foaia din plastic și mușama este amplasat un strat din pastă cu conductivitate termică înaltă, sub care este amplasat un strat termoizolant elastic, urmat de un strat termoizolant, fixat pe cadru cu o foaie de protecție. Distribuitorul de apă rece și colectorul de apă caldă sunt amplasați alături, la o latură a cadrului. Fiecare tub la un capăt este unit cu distribuitorul de apă rece, la celălalt capăt fiind unit cu colectorul de apă caldă, cu formarea unei bucle la latura opusă a cadrului. Distribuitorul de apă rece este dotat cu un racord la intrare și cu un capac la ieșire, iar colectorul de apă caldă este dotat cu un capac la intrare și cu un racord la ieșire.

Rezultatul tehnic obținut cu ajutorul invenției revendicate constă în intensificarea extragerii căldurii degajate în celulele fotovoltaice, ceea ce conduce la scăderea temperaturii acestora și, ca rezultat, la ridicarea eficienței celulelor cu 0,4 % la fiecare grad al temperaturii de răcire. Totodată intensificarea extragerii căldurii conduce la eficientizarea încălzirii apei din schimbătorul de căldură prin dublarea suprafeței de transmitere a ei de la celulele fotovoltaice la apa din tuburile mușamalei.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1, 2, care reprezintă:

- fig. 1, panoul fotovoltaic termic, secțiunea laterală;
- fig. 2, panoul, secțiunea frontală.

Panoul fotovoltaic termic (fig. 1, 2) conține celulele fotovoltaice 3, fixate pe suprafața transparentă 2, conectate electric între ele în cutia 4 și amplasate pe foaia din plastic 5, sub care este amplasată mușama 6 cu tuburile capilare din material polimeric 7 amplasate paralel și alternant între ele, distribuitorul de apă rece 8 și cu colectorul de apă caldă 9, toate fiind fixate în cadrul 1 cu termoizolația 10. Între foaia din plastic 5 și mușama 6 este amplasat stratul din pastă 18 cu conductivitate termică înaltă, sub care este amplasat stratul termoizolant elastic 19, care împreună cu mușama 6, cu ajutorul fixatoarelor 20 și distanțierelor 21, este fixat pe stratul termoizolant, fixat pe cadrul 1 cu foaia de protecție 22, care protejează PV de pătrunderea umezelii și particulelor străine. Distribuitorul de apă rece 8 și colectorul de apă caldă 9 sunt amplasați alături, la o latură a cadrului 1, totodată fiecare tub 7 la un capăt 12 este unit cu distribuitorul de apă rece 8, la celălalt capăt 13 fiind unit cu colectorul de apă caldă 9, cu formarea buclei 11 la latura opusă a cadrului 1. Distribuitorul de apă rece 8 este dotat cu racordul 14 la intrare și cu capacul 15 la ieșire, iar colectorul de apă caldă 9 este dotat cu capacul 16 la intrare și cu racordul 17 la ieșire, capacele 15 și 16 fiind ieșite în afara PV prin termoizolația 10.

Dispozitivul funcționează în modul următor.

Apa rece vine prin intermediul racordului 14, intră în distribuitorul de apă rece 8, care la ieșire este închis cu capacul 15, apoi trece într-o direcție în mușama 6 prin capătul 12 al tubului 7, și prin buclele 11, trecând în altă direcție, prin capătul 13 al tubului 7 intră în colectorul de apă caldă 9, care la intrare este închis cu capacul 16, și iese prin racordul 17. Razele solare incidente pe suprafața transparentă 2 și celulele fotovoltaice 3 parțial sunt convertite în energie electrică și altă parte a lor – în energie termică. Energia electrică prin cutia 4 este transmisă în rețeaua electrică, iar căldura este transmisă apei prin multitudinea de tuburi capilare din material polimeric 7 a mușamalei 6 prin intermediul foii din plastic 5 și stratului din pastă 18 cu conductivitate termică înaltă. Căldura absorbită de mușama 6 este împiedicată de degajare în mediu de către stratul termoizolant elastic 19 și termoizolația 10.

Calculul arată că majorarea medie anuală a generării energiei electrice de 1 m² de panou fotovoltaic termic, în rezultatul implementării invenției, în condițiile Europei de sud și sud-est, constituie minim 81,0 kWh/m² sau 518,400 kWh/an a unui parc fotovoltaic cu puterea de 1,0 MWp.