

Invenția se referă la energetică și heliotehnică, și anume la instalații fotovoltaice 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 1000W/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 fotovoltaic-termice (PVT). Eficiența mai mare a siliciului cristalin (c-Si) va rezulta 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).

Este cunoscut un modul fotovoltaic care include celule fotovoltaice, fixate pe o suprafață transparentă, conectate electric între ele într-o cutie și plasate 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 corp cu termoizolație, și un schimbător de căldură, cu o secție absorbantă de căldură [1].

Dezavantajul acestei soluții constă în confecționarea complicată a schimbătorului de căldură, și anume, în imposibilitatea de a obține joncțiuni sigure între secția absorbantă de căldură și distribuitorul de apă rece și colectorul de apă caldă.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției și tehnologiei confecționării panourilor fotovoltaic-termice din materiale și accesorii produse în masă, micșorarea costurilor producerii, ridicarea eficienței lor cu posibilitatea utilizării apei încălzite.

Instalația, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea, include un panou fotovoltaic-termic, format din celule fotovoltaice, fixate pe o suprafață transparentă, conectate electric între ele într-o cutie și plasate 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 și unite prin intermediul unor conducte de apă rece și caldă cu un rezervor al apei încălzite. 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 de izolație termică, fixat pe cadrul cu o foaie de protecție. Pe conducta de apă rece este instalată o pompă, unită cu un motor, alimentat de la cutie. Stratul de izolație termică poate fi executat în formă de panou rigid din material termoizolant sau panou sandwich din material termoizolant, totodată mușamaua cu stratul termoizolant elastic sunt fixate pe stratul de izolație termică cu ajutorul unor fixatoare și distanțiere. Instalația fotovoltaică poate include cel puțin două panouri fotovoltaic-termice, conectate în paralel și unite la rezervorul apei încălzite prin intermediul conductelor și a pompei.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-4, care reprezintă:

- fig. 1, secțiunea laterală a unui PVT;
- fig. 2, secțiunea frontală a unui PVT;
- fig. 3, schema conectării unui PVT la rezervorul apei încălzite;
- fig. 4, schema conectării unui grup de PVT la rezervorul apei încălzite.

Panoul PVT 25 (fig. 1, 2) este format din celulele fotovoltaice 3, fixate pe suprafața transparentă 2, conectate electric între ele în cutia 4 și plasate pe foaia din plastic 5, sub care este amplasată mușamaua 6 cu tuburi din material polimeric 7, distribuitorul de apă rece 8 și cu colectorul de apă caldă 9, toate fiind fixate în corpul 1 cu termoizolația 18. Capetele distribuitorului de apă rece 8 și a colectorului de apă caldă 9 sunt dotate cu racorduri 10 și 11, respectiv, și unite prin intermediul conductelor de apă rece 20 și caldă 21 cu rezervorul apei încălzite 19. Între foaia din plastic 5 și mușama 6 este amplasat stratul din pastă 12 cu conductivitate termică înaltă, sub care este amplasat stratul termoizolant elastic 14, urmat de stratul de izolație termică 13, fixat pe cadru 1 cu foaia de protecție 17. Pe conducta de apă rece 20 este instalată pompa 22, unită cu motorul 23, alimentat de la cutia 4.

Stratul de izolație termică 13 poate fi executat în formă de panou rigid din material termoizolant sau panou sandwich din material termoizolant, totodată stratul termoizolant elastic 14 poate fi fixat în corpul 1 cu ajutorul fixatoarelor 15 și distanțierelor 16.

Mușamaua 6 fiind instalată pe stratul termoizolant elastic 14 este izolată termic de mediul ambiant prin izolația termică a stratului de izolație termică 13, iar peretele acestuia, opus soarelui, protejează panoul PVT 25 de pătrunderea umezelii și a particulelor străine.

Panoul PVT 25 (fig. 3) este conectat la rezervorul apei încălzite 19 prin intermediul conductei de apă rece 20 și a conductei de apă caldă 21. Pe conducta de apă rece 20 este instalată pompa 22, unită cu motorul 23. Apa poate circula forțat cu ajutorul pompei 22 și a motorului 23, alimentat de la celulele fotovoltaice 3 prin cablurile 24 conectate în cutia 4.

Câteva panouri PVT 25 pot fi conectate la rezervorul 19 cu pompa 22 (fig. 4). Conducta 20 de apă rece este conectată cu racordul 10, iar conducta de apă rece 21 de apă caldă este conectată cu racordul 11.

Dispozitivul funcționează în modul următor.

Apa vine din rezervorul 19 și prin intermediul racordului 10, intră în distribuitorul de apă rece 8, apoi în mușamaua 6 prin multitudinea de tuburi 7 din material polimeric, iese în colectorul apei calde 9 și intră în rezervorul 19 prin racordul 11. 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 din multitudinea de tuburi 7 din material polimeric a mușamalei 6 prin intermediul foii din plastic 5 și stratului de pastă 12 cu conductivitate termică înaltă. Căldura degajată este transmisă apei din tuburile 7 din material polimeric prin pereții lor subțiri. În așa fel apa rece din rezervorul 19 trece în distribuitorul de apă rece 8 prin racordul 10, intră în mușamaua 6 prin multitudinea de tuburi 7 din material polimeric, se încălzește, iese în colectorul de evacuare a apei calde 9 și intră în rezervorul 19 prin racordul 11.

În rezultatul circulației apei reci în mușamaua 6, căldura degajată în celulele fotovoltaice 3 este intens extrasă, ceea ce conduce la scăderea temperaturii lor și ridicarea eficienței celulelor cu 0,4% la fiecare grad al temperaturii de răcire.

Datorită înclinării PVT 25 față de orizont, inclusiv și a mușamalei 6, apa încălzită își micșorează densitatea și se deplasează de la distribuitorul de apă rece 8 spre colectorul apei calde 9, care sunt incluse într-un circuit închis, încălzesc apa din rezervorul 19, răcind celulele fotovoltaice 3. Apa poate circula forțat cu ajutorul pompei 22 și a motorului 23, care este alimentat de la celulele fotovoltaice 3 prin cablurile 24, conectate electric între ele în cutia 4. Circulația forțată a apei conduce la intensificarea cedării căldurii din partea celulelor fotovoltaice 3 apei din mușamaua 6 prin multitudinea de tuburi 7 din material polimeric.

Un grup de panouri PVT 25 pot fi conectate în paralel la rezervorul 19 prin conductele 20 și 21, răcite de apa pompată cu pompa 22, iar apa încălzită se acumulează în rezervorul 19. În cazul când este necesar de a obține o temperatură mai înaltă a apei, panourile PVT 25 pot fi conectate consecutiv sau consecutiv-paralel.

Calcululele arată că majorarea medie anuală a generării energiei electrice pe 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.