

Invenția se referă la energetică și heliotehnică, în special la sisteme autonome de energie solară.

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, 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). Căldura extrasă de la răcirea PV poate fi utilizată pentru încălzirea sau răcirea clădirilor și încălzirea apei menajere.

Măsurările arată că puterea generării energiei electrice a unui panou scade de 1,78 ori la creșterea temperaturii între 0...100°C în rezultatul încălzirii celulelor fotovoltaice, de aceea este necesară menținerea temperaturii cât mai scăzute a celulelor. Generarea energiei electrice are un potențial de creștere de 12...15%, iar potențialul energetic total al panourilor poate atinge 86% - energie electrică și termică (Popescu A., Panaite C. E., Stadoleanu O. V. Combined Photovoltaic and Thermal Solar Panels - Enhanced Energy Conversion and Heat Transfer. Thermal Engineering, nr. 2/2013).

Este cunoscută o instalație fotovoltaică, care conține un panou fotovoltaic termic, format din celule fotovoltaice, conectate electric între ele, conducte de apă rece și caldă, și un rezervor de acumulare a apei calde, totodată pe conducta de apă rece este instalată o pompă, unită cu un motor, alimentat de la panoul fotovoltaic termic. Instalația poate genera simultan energie electrică și apă caldă prin răcirea panourilor [1].

Dezavantajele soluției cunoscute constau în imposibilitatea obținerii temperaturii avansate stabile în sistemul PVT, frigului în perioada anului cu temperaturi ridicate, apei calde în zilele noroase, noaptea și în perioada rece a anului. Totodată este necesară răcirea panourilor pentru ridicarea eficienței generării energiei electrice, obținerea apei calde pentru încălzirea clădirilor în anotimpul rece, apei calde menajere anul împrejur și a frigului în perioada arșiței de vară.

În calitate de cea mai apropiată soluție este prezentată o pompă de căldură, combinată prin conducte cu lichid cu un panou solar fotovoltaic, care conține un set, format dintr-un panou solar fotovoltaic, combinat cu un panou termodinamic cu funcție de răcire a panoului fotovoltaic și captarea energiei mediului înconjurător, precum și pentru profitarea energiei captate ca o sursă rece a pompei de căldură, destinată încălzirii apei. Panoul termodinamic acționează ca un evaporator al unui circuit de pompă de căldură, cu fluid antigel de răcire, circulând în interior, care se evaporă datorită îndepărtării căldurii din panoul solar fotovoltaic, și colectează energia mediului [2].

Dezavantajele soluției cunoscute constau în imposibilitatea obținerii controlate a apei calde menajere și pentru încălzire, a frigului în perioada temperaturilor ridicate ale anului pentru condiționarea aerului în clădire, și imposibilitatea asigurării cu energie electrică.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției sistemului, obținerea și distribuirea eficientă a energiei electrice, apei calde și frigului, cu posibilitatea acordării consumatorilor autonomiei energetice.

Sistemul autonom de energie solară, conform invenției, conține panouri fotovoltaice termice, conectate prin ieșiri electrice respective la un invertor și, printr-un contor bidirecțional, la o rețea electrică, totodată panourile sunt conectate prin ieșiri termice și intrări la un evaporator al unei pompe de căldură, care printr-o pompă hidraulică, o intrare, o ieșire și o valvă este conectat la un acumulator de apă rece, intrarea căruia fiind conectată printr-o valvă la ieșirea evaporatorului pompei de căldură, iar o ieșire a acumulatorului de apă rece este conectată la intrarea panoului fotovoltaic, totodată alte ieșiri ale acumulatorului de apă rece sunt conectate la intrările unui sistem de răcire. Alte ieșiri ale evaporatorului pompei de căldură și o pompă hidraulică sunt conectate la intrările unui acumulator de apă fierbinte, ieșirile căruia și o pompă hidraulică sunt conectate la intrările unui sistem de apă caldă menajeră, iar alte ieșiri ale acumulatorului de apă fierbinte și o pompă hidraulică sunt conectate la intrările unui sistem de încălzire. Pompele hidraulice sunt conectate la rețeaua electrică, iar elementele sistemului autonom sunt unite prin conducte cu saramură.

Sistemul autonom de energie solară, într-o altă variantă de realizare, conform invenției, conține panouri fotovoltaice termice, conectate prin ieșiri electrice respective la un invertor și, printr-un contor bidirecțional, la o rețea electrică, totodată panourile sunt conectate prin ieșiri termice și intrări la un evaporator al unei pompe de căldură, care printr-o pompă hidraulică, o intrare, o ieșire și o valvă este conectat la un acumulator de apă rece, intrarea căruia fiind conectată printr-o valvă la ieșirea evaporatorului pompei de căldură, iar o ieșire a acumulatorului de apă rece este conectată la intrarea panoului fotovoltaic. Alte ieșiri ale acumulatorului de apă rece sunt conectate la intrările unui sistem de condiționare a aerului, totodată alte ieșiri ale evaporatorului pompei de căldură și o pompă hidraulică sunt conectate la intrările unui acumulator de apă fierbinte, ieșirile căruia sunt conectate printr-o valvă la intrările sistemului de condiționare a aerului și printr-o pompă hidraulică sunt conectate la intrările unui sistem de apă caldă

menajeră. Sistemul de condiționare a aerului cu acumulatorul de apă fierbinte și acumulatorul de apă rece sunt conectate la un sistem de control, conectat la valve. Pompele hidraulice și valvele sunt conectate la rețeaua electrică, iar elementele sistemului autonom sunt unite prin conducte cu saramură sau apă.

Rezultatul tehnic al invenției constă în asigurarea autonomiei energetice a consumatorilor prin generarea energiei electrice și termice anul împrejur.

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

- fig. 1, schema sistemului autonom de energie solară;

- fig. 2, schema sistemului autonom de energie solară cu condiționare automată a aerului în clădire.

Sistemul autonom de energie solară (fig. 1) conține panourile fotovoltaice termice PV1, PV2, conectate prin ieșirile electrice 1, 2, 3, 4 respective la invertorul In și, prin contorul bidirecțional CB, la rețeaua electrică RE. Panourile PV1, PV2 sunt conectate prin ieșirile termice 5, 7 și intrările 6, 8 la evaporatorul pompei de căldură PC, care prin pompa hidraulică 29, intrarea 10, ieșirea 9 și valva 34 este conectat la acumulatorul de apă rece AR, intrarea 23 a căruia fiind conectată prin valva 33 la ieșirea 9 a evaporatorului pompei de căldură PC, iar o ieșire 24 a acumulatorului de apă rece AR este conectată la intrarea 8 a panoului fotovoltaic PV2, totodată alte ieșiri 25, 26 ale acumulatorului de apă rece AR sunt conectate la intrările 27, 28 ale sistemului de răcire SR. Alte ieșiri 11, 12 ale evaporatorului pompei de căldură PC și pompa hidraulică 30 sunt conectate la intrările 15, 16 ale acumulatorului de apă fierbinte AF, ieșirile 13, 14 ale căruia și pompa hidraulică 31 sunt conectate la intrările 17, 18 ale sistemului de apă caldă menajeră ACM, iar alte ieșiri 19, 20 ale acumulatorului de apă fierbinte AF și o pompă hidraulică 32 sunt conectate la intrările 21, 22 ale sistemului de încălzire SI. Pompele hidraulice 29, 30, 31, 32 sunt conectate la rețeaua electrică RE, iar elementele sistemului autonom sunt unite prin conducte cu saramură.

Sistemul autonom de energie solară (fig. 2) conține panourile fotovoltaice termice PV1, PV2, conectate prin ieșirile electrice 1, 2, 3, 4 respective la un invertor In și, prin contorul bidirecțional CB, la rețeaua electrică RE. Panourile PV1, PV2 sunt conectate prin ieșirile termice 5, 7 și intrările 6, 8 la evaporatorul unei pompei de căldură PC, care prin pompa hidraulică 29, intrarea 10, ieșirea 9 și valva 35 este conectat la acumulatorul de apă rece AR, intrarea 23 a căruia fiind conectată prin valva 33 la ieșirea 9 a evaporatorului pompei de căldură PC, iar o ieșire 24 a acumulatorului de apă rece AR este conectată la intrarea 8 a panoului fotovoltaic PV2, totodată alte ieșiri 25, 26 ale acumulatorului de apă rece AR sunt conectate la intrările 27, 28 ale sistemului de condiționare a aerului SCA. Alte ieșiri 11, 12 ale evaporatorului pompei de căldură PC și pompa hidraulică 30 sunt conectate la intrările 15, 16 ale acumulatorului de apă fierbinte AF, ieșirile 19, 20 ale căruia sunt conectate prin valva 34 la intrările sistemului de condiționare a aerului SCA și prin pompa hidraulică 31 sunt conectate la intrările 17, 18 ale sistemului de apă caldă menajeră ACM. Sistemul de condiționare a aerului SCA cu acumulatorul de apă fierbinte AF și acumulatorul de apă rece AR sunt conectate la sistemul de control SC, conectat la valvele 33, 34, 35. Pompele hidraulice 29, 30, 31 și valvele 33, 34, 35 sunt conectate la rețeaua electrică RE, iar elementele sistemului autonom sunt unite prin conducte cu saramură sau apă.

Sistemele autonome de energie solară funcționează în modul următor.

Pe timpul radiației solare panourile fotovoltaice termice PV1, PV2 (fig. 1, 2) generează energie electrică de curent continuu prin ieșirile electrice 1, 2, 3, 4 respective. Invertorul In transformă curentul continuu în alternativ, și prin contorul bidirecțional CB îl transmite în rețeaua electrică RE, iar energia electrică necesară funcționării echipamentelor este utilizată din rețea.

Totodată panourile fotovoltaice termice PV1, PV2 (fig. 1) generează saramura caldă prin ieșirile termice 5, 7, care intră în evaporatorul pompei de căldură PC prin intrarea 10, se răcește și iese prin ieșirea 9, valva 33 fiind deschisă, iar valva 34 închisă. Valvele 33 și 34 sunt necesare pentru deconectarea și reconectarea acumulatorului de apă rece AR la evaporatorul pompei de căldură PC. Saramura caldă din panourile fotovoltaice termice PV1, PV2 intră în evaporatorul pompei de căldură PC prin intrarea 10 și iese prin ieșirea 9 datorită activării ei de către pompa hidraulică 29. Datorită faptului că valva 33 este deschisă, iar valva 34 închisă, saramura răcită trece prin valva 33 și intră în acumulatorul de apă rece AR prin intrarea 23 și iese prin ieșirea 24, intrând în panourile fotovoltaice termice PV1, PV2 prin intrările 6, 8, unde saramura răcită scade temperatura celulelor fotovoltaice, se încălzește, și procesul se repetă. Datorită activării saramurei de către pompa 29, ea circulă prin panourile PV1, PV2, apoi fiind încălzită, trece prin evaporatorul pompei de căldură PC și se răcește, și trece prin acumulatorul de apă rece AR. Saramura din acumulatorul de apă rece AR absoarbe o parte din căldura saramurii venite din panourile PV1, PV2, răcindu-le, și intră în panourile PV1, PV2. Saramura răcită din acumulatorul de apă rece AR menține temperatura mai joasă a panourilor, prin ce contribuie la menținerea eficienței electrice mai înalte. Acumulatorul de apă rece AR, fiind conectat prin ieșirile 25, 26 cu sistemul de răcire SR prin intrările 27, 28, răcește aerul din clădire. Evaporatorul pompei de căldură PC, cu ajutorul condensatorului, cedează căldura, absorbită de evaporator, din saramura din panourile PV1, PV2, și o transferă acumulatorului de apă fierbinte AF prin ieșirile 11, 12 cu ajutorul pompei hidraulice 30. Apa fierbinte din acumulatorul de apă fierbinte AF este transferată în sistemul de încălzire SI cu ajutorul pompei hidraulice 31 prin ieșirea 20 a AF, intrările 21, 22 a SI și ieșirea 19 a AF. Totodată apa fierbinte din acumulatorul de apă fierbinte AF este pompată în sistemul de apă caldă menajeră ACM cu ajutorul pompei hidraulice 32 prin ieșirea 14 a AF, intrările 17, 18 a ACM, și ieșirea 13 a AF.

Pe timpul lipsei radiației solare (noaptea) panourile PV1, PV2 nu generează energie electrică. Ele generează foarte puțină energie electrică și în perioada rece a anului. În aceste condiții panourile menționate funcționează în calitate de suprafață absorbantă a căldurii din mediu. Ea este extrasă din mediu cu ajutorul pompei de căldură PC și

transferată în acumulatorul de apă fierbinte AF, așa cum a fost descris mai sus, iar acumulatorul de apă rece AR poate fi deconectat în perioada rece a anului prin închiderea valvei 33 și deschiderea valvei 34, ceea ce oprește circulația saramurii prin conturul acumulatorului de apă rece AR.

În regim automat sistemul de control SC (fig. 2) colectează datele despre temperatura aerului din interiorul clădirii prin sistemul de condiționare a aerului SCA, temperatura apei din acumulatorul de apă fierbinte AF și temperatura apei din acumulatorul de apă rece AR. La temperatura scăzută a aerului interior sistemul de control SC închide valva 33 și deschide valva 34. Apa răcită de la evaporatorul pompei de căldură PC nu circulă prin acumulatorul de apă rece AR. Răcirea aerului în clădire este oprită. Totodată se deschide valva 34 și apa caldă intră în sistemul de condiționare a aerului SCA. La atingerea discomfortului termic valva 33 se deschide, iar valva 34 se închide. La închiderea accesului apei din acumulatorul de apă rece AR în sistemul de condiționare a aerului SCA, se deschide valva 34, care deschide accesul apei fierbinte din acumulatorul de apă fierbinte AF în sistemul de condiționare a aerului SCA.

Sistemele autonome de energie solară propuse asigură autonomia energetică a consumatorilor prin generarea energiei electrice și termice anul împrejur prin modul de racordare la rețeaua electrică on-grid "net metering" sau alte moduri de colaborare cu furnizorul de energie electrică. Sistemele pot funcționa eficient în sistemele autonome off-grid de generare a energiei electrice cu PV, precum și în sistemele hibride, care îmbină ambele moduri descrise mai sus.