

Combined Energy Supply System for Meat Processing Plants

Sit M., Sit B.

Institute of Power Engineering of the Academy of Sciences of Moldova
Kishinau, Republic of Moldova

Abstract. The purpose of this study is the development of technological schemes of energy production for this industry in terms of energy efficiency. Technical solution that can reduce cost of the final production of meat production plant has been presented. The main idea of the technical solution is the use of turboexpander, which must be installed on gas reduction station near meat processing plant in the packet with the „air-water” gas – driven heat pump, which gas cooler serves as gas heating unit for the first stage of turboexpander. The thermal exit of gas engine serves as gas heating unit for the second stage of turboexpander and as heat energy generator for the plant and source of the heat for one of the evaporators of heat pump, as well. The second evaporator of heat pump is connected with the cold consuming equipment of the plant. The electric energy, which is produced by gas engine is consumed by heat pump compressor and electric equipment of the plant. Electric energy, which is produced by turbo expander is transmitted to the electric grid. The proposed technical solution can be used to reduce natural gas consumption on meat processing plants and the cost of production of electricity, heat and cold.

Keywords: gas engine driven heat pump, turbo expander, meat processing plant, energy efficiency, carbon dioxide, refrigerant.

Sistemul combinat de aprovizionare cu energie al intreprinderilor de procesare a cărnii

Șit M., Șit B.

Institutul de Energetică al Academiei de Științe a Moldovei
Chișinău, Republica Moldova

Rezumat. Este studiată problemă de utilizare a pompei de căldură cu acționarea cu gaze în ansamblu cu turbodetentor, instalat la stație de reglare a presiunii gazelor naturale, amplasate în apropiere de fabrică. Scopul lucrării constă în elaborarea schemei tehnologice eficiente din punct de vedere energoeconomic. Soluții tehnice propuse pot micșora consumul de gaze naturale la fabrica de carne, și prețul energiei electrice. Încălzirea gazelor naturale înainte de trepte de turbodetentor se efectuează prin utilizarea răcitoarelor de gaze ale pompei de căldură. O parte de sarcinii frigorifice a fabricii (climatizare a aerului, răcirea producției până la -3°C) este efectuată datorită utilizării evaporatoarelor ai pompei de căldură. Schema propusă permite asigurarea alimentării cu energie electrică a consumatorilor externi și termen scurt de recuperare a investițiilor, care corespunde limitelor admisibile.

Cuvinte-cheie: pompa de căldură, turbodetentor, fabrica de procesare a cărnii, recuperarea, dioxid de carbon, agent frigorific.

Комбинированная система энергоснабжения для мясоперерабатывающих заводов

Шит М.Л., Шит Б.М.

Институт Энергетики АН Молдовы
Кишинев, Республика Молдова

Аннотация. Рассматриваются различные случаи использования тепловых насосов на диоксиде углерода в мясоперерабатывающей промышленности. Цель данной работы – разработка технологических схем энергоснабжения этих производств, с точки зрения энергоэффективности. Суть предложенного технического решения состоит в использовании комплекса, состоящего из теплового насоса с газовым приводом компрессора и двухступенчатого турбодетандера, установленного на газорегулирующей станции, расположенной рядом с заводом. Нагрев газа перед ступенями турбодетандера осуществляется газоохладителями теплового насоса. Часть холодильной нагрузки предприятия (кондиционирование воздуха, охлаждение мяса до температур не ниже -3°C) несут испарители теплового насоса. В схему энергоснабжения включены также: аккумуляторы электроэнергии, нагруженные на инвертор, аккумуляторы теплоты и аккумуляторы холода. Нагрев воздуха при его осушке в цехах осуществляется с использованием теплоты дымовых газов газового привода теплового насоса. Предложенная схема энергоснабжения позволяет снизить потребление природного газа для выработки тепла, холода, электроэнергии в комплексах энергоснабжения мясоперерабатывающих предприятий, а также снизить себестоимость вырабатываемой электроэнергии и холода, обеспечить электроснабжение и внешних

потребителей. Предлагаемая схема имеет срок окупаемости инвестиций, допустимый соответствующими нормами.

Ключевые слова: тепловой насос, турбодетандер, рекуперация теплоты, газопоршневая установка, двуокись углерода, холодильный агент.

Tabelul 1. Definiții și denumiri a valorilor variabile

Noțiune	Denumirea și unitatea de măsurare
η_{0i}	Randament intern a treptei turbodetentorului
η_{em}	Randament intern a electrogeneratorului
η_g	Randament intern a schimbătorului de căldură, pentru încălzirea gazului
k	Coeficient de volum al adiabatei
R_g	Constanta de gaze, $kJ / kg \cdot K$
z_1	Coeficient de compresibilitate a gazului la intrare de prima treaptă a detentorului
z_2	Coeficient de compresibilitate a gazului la intrare de a doua treaptă a detentorului
G_g	Debit masic de gaz, kg/s
ρ_g	Densitatea de gaz, kg/m^3 , raportată la condiții: $P = 10^5 kPa, T = 273K$.
T_{1in}	Temperatura gazului înainte de prima treaptă de turbodetentor, K
T_{2in}	Temperatura gazului înainte de a doua treaptă de turbodetentor, K
p_{1in}	Presiunea gazului înainte de prima treaptă de turbodetentor, MPa
p_{2in}	Presiunea gazului înainte de a doua treaptă de turbodetentor, MPa
p_{1out}	Presiunea gazului după de prima treaptă de turbodetentor, MPa
p_{1out}	Presiunea gazului după de doua treaptă de turbodetentor, MPa

Introducere

Eficiența energetică este un element tot mai determinant pentru competitivitatea întreprinderilor. Mai cu seamă într-un scenariu internațional complex și dinamic, în care victoriile se obțin și prin optimizarea proceselor interne. În plus, atitudinea responsabilă față de mediul înconjurător a devenit parte integrantă a unui marketing “inteligent” și conștient de rolul tot mai important pe care îl vor avea politicile ambientale în viitor. Sectorul de producție de carne este angajat într-una sau mai multe dintre următoarele activități de producere: (1) abataj de animalelor, (2) pregătirea prelucratei carne și carne sub-produse (3) topire și rafinare a grăsimii animalelor, oaselor, și resturilor de carne [1-4].

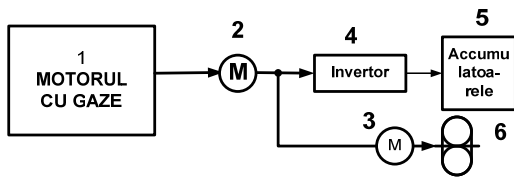
În instalațiile de prelucrare a cărnii, combustibilii, cum ar fi cărbunile și gazele naturale sunt folosite pentru asigurarea procesului de încălzire, în timp ce energia electrică este utilizată pentru refrigerare și alimentarea motoarelor. O analiză realizată în EU a arătat, că consumul de energie în industria cărnii a crescut între 14% și 32% în patru țări europene, inclusiv Franța, Germania, Olanda, Marea Britanie. Întreprinderile

industrii de procesare a cărnii din Republica Moldova consumă în mare parte energie electrică, comparativ cu gaze naturale, pentru producerea căldurii, uscarea, etc. Cazanele sunt folosite ca sursă de energie termică. Utilizarea pompei de căldură cu motor cu gaze pentru acționarea compresorului ca sursă de căldură, de frig și de energie electrică în comun cu turbodetentorele, care utilizează presiunea excesivă în conductele de gaze, deschide oportunitatea de reducere a costurilor energiei și concomitent a producției fabricate. Aceasta și reprezintă tema analizată în această lucrare. Utilizarea unui motor cu ardere internă (MAI) conectat la compresorul pompei de căldură sporește eficiența și scade nivelul emisiilor MAI. Este bine cunoscut faptul, că gazele înainte de turbodetentor trebuie încălzite, iar temperatura lor la ieșire nu trebuie să fie mai mică de 0 °C. Valoarea temperaturii gazelor încălzite depinde de căderea de presiune pe treapta detentorului. Obiectivul lucrării constă în elaborarea unui sistem de aprovizionare cu energie a fabricilor de procesare a cărnii cu un consum predominant de energie electrică, comparativ cu sarcina termică, datorită utilizării turbodetentorului și pompei de

caldură împreună cu motorul cu gaze, ce pune în mișcare compresorul, ce va permite micșorarea sinecostului energiei electrice și termice comparativ cu sistemele de alimentare tradiționale (rețeaua electrică și centrala termică).

Schema a sistemului de producere a energiei

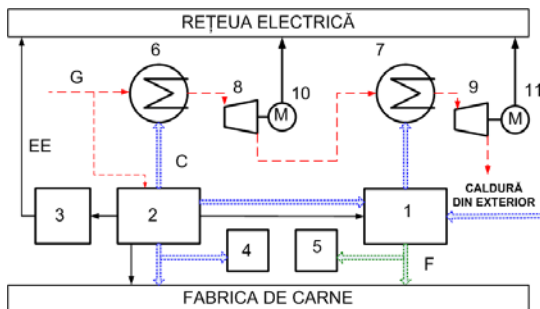
Să examinăm pompa de căldură "aer, apă" - apă" cu motorul de gaz ca o acționare a compresorului pompei de căldură, care este, în rândul său, o sursă de căldură pentru încălzire de gaz, instalată înainte turbodetentor cu două trepte (TD), montat pe stația de reducere a presiunii gazului cu scopul producerii energiei electrice.



1 - motor cu gaze, 2 - generator, 3 - pompa de căldură cu acționare electrică, 4 - invertor, 5 - acumulatori.

Fig. 1. Schema-bloc de producere a energie electrice pentru fabrica de procesarea cărnii.

TD este o sursă de energie electrică și de frig pentru fabrica de procesare a cărnii (FPC). Pompa de căldură cu compresor este o sursă suplimentară de energie electrică, de frig și căldură pentru FPC (Fig.1).



1 - pompa de căldură, 2- motorul cu gaze, 3- acumulatorii energiei electrice cu invertoarele (vezi fig.4.1.1), 4- acumulatorul de căldură, 5- acumulatorul de frig, 6- schimbătorul de căldură a primei trepte de turbodetentorului, 7- schimbătorul de căldură a două treptă de turbodetentorului, 8- prima treaptă a detentorului, 9- a doua treapta a detentorului, 10, 11 - generatoare energiei electrice. C- căldură (linia albastră, punctiformă), F- frig (linia verde, punctiformă), G- gaze naturale (linia punctată), EE- energie electrică (linia continuă de culoare neagră).

Fig.2. Schema de producere a energiei la fabrica de producere a cărnii.

$$N_{elm} = N_e + N_{mc} \quad (2)$$

2. Schema pompei de căldură

Căldură este utilizată în fabricile de procesare a cărnii pentru încălzirea apei la diferite temperaturi, pentru uscarea aerului în halele fabricii, pentru uscarea producției, etc. Frigul se utilizează pentru climatizare și răcirea producției în dependența de tehnologia utilizată. În Fig. 3 este prezentată schema pompei de căldură cu două trepte pentru producerea simultană a căldurii și frigului. Aerul se încălzește întâi în schimbătorul de căldură 7, după aceea se răcește în evaporatorul 1 la.

Sarcina de căldură și sarcina de răcire sunt furnizate, de asemenea, de acumulatorii de căldură și frig (în Fig. 3 nu sunt prezentați). Cantitatea de evaporatoare și răcitoare de gaze este determinată de numărul de niveluri ale temperaturii de căldură și de frig. În diagramă sunt prezentate două evaporatoare: unul pentru furnizarea de frig de anumit potențial, iar al doilea evaporator este necesar pentru stabilirea punctului de funcționare al regimului termic la intrare în compresor în scopul obținerii COP-ului maximal. Schema din Fig. 3 conține mai multe evaporatoare (poz.11) și răcitoare de gaze (poz. 3), conectate în paralel, pentru sarcini diferite de încălzire și de răcire (nu sunt prezentate în figură).

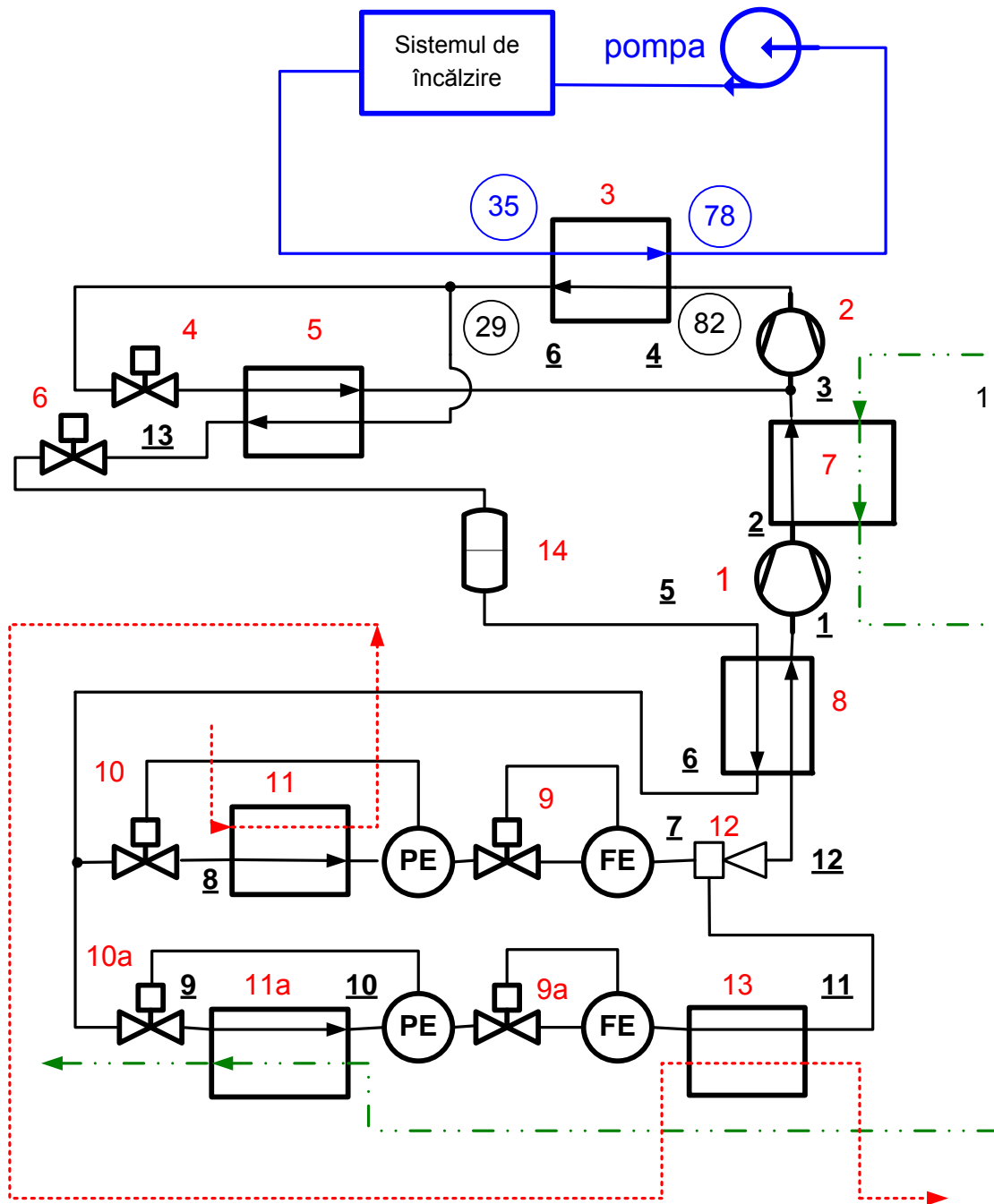
Literele "a" și "b" reprezintă sarcina condițională a schimbătoarelor de căldură care încălzesc gazele înainte de turbodetentoare. Schema propusă este similară cu schema elaborată de autorii lucrării [4]. Pompa de căldură cu acționare cu gaze și turbodetentor trebuie să asigure toate necesitățile fabricii: electricitate, căldură și frig.

Să examinăm problema de esimare a puterii motorului cu gaze pentru condițiile date.

Notăm puterea termică maximală prin N_h , puterea electrică maximală pentru acționarea compresorului prin N_{mc} , puterea electrică maximală prin N_e , iar puterea electrică a echipamentului electric a instalațiilor de climatizare și de refrigerare prin N_c și puterea termică a acționării electrice și iluminare prin N_m .

$$N_m = N_e - N_c \quad (1)$$

Atunci puterea electrică maximală N_{elm} , produsă de motorul cu gaze (AG):



1,2 – compresor cu două trepte, 3 – răcitorul de gaze, 4,6,10,10a – supape reglate, 5,7,13 – schimbătoarele de căldură, 9,9a,10,10a- supape reglate pentru dirijarea regimului evaporatorului, 11,11a- evaporatoare (linia albastră (cu includerea “heat load”) – producerea căldurii, linia verde (linie de bord și cu punct) – aer, linia roșie (linia punctată) – aer eșapat de la motor cu gaz).

Fig.3. Schema pompei de căldură.

Puterea termică N_t , produsă de motorul cu gaze în cazul producerii unei anumite cantități puterii electrice N_e , unde k_{te} – coeficientul de proporționalitate:

$$N_t = k_{te} \cdot N_e. \quad (3)$$

Atunci puterea, consumată de motorul cu gaze naturale din rețeaua de distribuție a gazelor (k_{ge} – coeficient de proporționalitate):

$$N_G = k_{ge} \cdot N_e. \quad (4)$$

Puterea electrică, produsă de prima treaptă de turbodetentor [6]:

$$N_1 = G_g \cdot \frac{k}{k-1} \cdot R_g \cdot T_1 \cdot z_1 \cdot \left(1 - \left(\frac{p_{1out}}{p_{1in}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right) \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em} \quad (5)$$

Puterea electrică, produsă de prima treaptă a turbodetentorului [6]:

$$N_2 = G_g \cdot \frac{k}{k-1} \cdot R_g \cdot T_2 \cdot z_2 \cdot \left(1 - \left(\frac{p_{2out}}{p_{2in}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right) \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em} \quad (6)$$

Puterea electrică produsă de turbodetentor [6]:

$$N_{TD} = N_1 + N_2. \quad (7)$$

Puterea termică produsă de primul răcitor de gaze al pompei de căldură pentru asigurarea funcționării primului schimbător de căldură, care produce căldură pentru încălzirea gazelor naturale înainte de prima treapta a turbodetentorului, poate fi scrisă:

$$Q_{T1} = G_g \cdot c_g \cdot T_{in} / \eta_g \cdot \left(\frac{z_1}{z_{int}} \cdot \left[\eta_{oi} \cdot \left(\left(p_{1out} / p_{1in} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) + 1 \right] - 1 \right) \quad (8)$$

Puterea termică produsă de al doilea răcitor de gaze al pompei de căldură pentru asigurarea funcționării celui de al doilea schimbător de căldură, care produce căldură pentru încălzirea gazelor naturale înainte de două treapta a turbodetentorului este [6]:

$$Q_{T2} = G_g \cdot c_g \cdot T_{2in} / \eta_g \cdot \left(\frac{z_{d1}}{z_{d2}} \cdot \left[\eta_{oi} \cdot \left(\left(p_{2out} / p_{2in} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) + 1 \right] - 1 \right) \quad (9)$$

Se poate de demonstrat, că pentru asigurarea regimului optim de producere a căldurii în volumul necesităților fabricii și pentru menținerea temperaturilor necesare la intrările turbodetentorului, COP al pompei de căldură trebuie să fie mai mare decât 2,8 (la respectarea următoarelor condiții: temperatura gazelor naturale în rețeaua de distribuție este de cca 0°C; temperatura gazelor înainte de fiecare treaptă a turbodetentorului constituie 80°C; presiunea gazelor în rețea 0,6 MPa; presiunea gazelor după turbodetentor - 0,1 MPa).

Astfel, pompa de căldură produce căldură pentru turbodetentor și frig pentru procesele tehnologice, iar motorul cu gaze produce căldură pentru procesele tehnologice și energie electrică pentru necesitățile fabricii și pentru vânzare în exterior.

Determinarea puterii motorului cu gaze pentru acționarea pompei de căldură se bazează pe următoarele ipoteze:

1) energia termică extrasă din gazele de ardere și din sistemul de răcire a motorului trebuie să fie suficient pentru menținerea regimului de funcționare a evaporatorului 11 (Fig. 3), care asigură COP-ul maximal al pompei de căldură;

2) puterea produsă de generatorul electric trebuie să fie suficientă pentru asigurarea sarcinii electrice a echipamentului tehnologic al fabricii, iluminatului, camerelor frigorifice în care frigul este produs fără utilizarea evaporatoarelor pompei de căldură ori mașinilor frigorifice cu absorbție, care pot obține energie termică de la gazele eșapate ori de la alte surse.

Puterea electrică suplimentară poate fi trimisă la o rețea de energie electrică. Capacitatea termică totală a pompei de căldură acționată cu motorul cu gaze trebuie să ofere o putere calorică maximă (încălzirea gazului înainte de treptele turbodetentorului, încălzirea spațiilor fabricii în timpul iernii, producerea apei calde în scopuri sanitare, căldurii pentru uscarea aerului în halele fabricii, prepararea apei calde pentru dispozitivele tehnologice, etc.).

Energia termică a pompei de căldură acționată cu gaze trebuie să asigure toate necesitățile fabricii: încălzirea gazelor înainte de treptele turbodetentorului, încălzirea încăperilor în timpul iernii și în perioadă tranzitorie, producerea apei calde în scopuri sanitare, pentru uscarea aerului în

halele fabricii, prepararea apei calde pentru scopuri tehnologice, etc.).

O parte din producția de energie la arderea gazelor în motorul cu gaze este utilizată la producerea energiei electrice (k_1), o altă parte a energiei (k_2) este utilizată la producere energiei

termice și a treia parte (k_3) - sunt pierderi. Valorile acestor coeficienți sunt aproximative și variază în funcție de tipul motorului și condițiile de funcționare a lui.

$$k_1 + k_2 + k_3 = 1. \quad (10)$$

Tabelul 2. Programarea încărcării echipamentului electric și termic

Nr d/o	Situația	Modul de rezolvare
1	Valoarea cantității de căldură sau de frig consumată de fabrică este mai mare , decât cea produsă de complexul energetic „pompa de căldură - turbodetentor”	Utilizarea acumulatorului de căldură, și energiei electrice pentru: a) producerea căldurii (instalațiile electrotermice, etc.), b) funcționarea mașinilor frigorifice, c) pentru acumulatorul de frig.
2	Valoarea cantității de căldură sau de frig consumată de fabrică este mai mică , decât cea produsă de complexul energetic „pompa de căldură - turbodetentor”	Încărcarea acumulatorilor de căldură sau de frig, micșorarea debitului gazelor naturale, micșorarea cantității energiei termice pentru vânzare.
3	Valoarea puterii energiei electrice consumate este mai mare decât cea produsă de complexul energetic	Utilizarea energiei electrice de la acumulatori sau de la rețeaua electrică externă.
4	Valoarea puterii energiei electrice consumate este mai mică decât cea produsă de complexul energetic.	Încărcarea acumulatorilor electrice sau vânzarea de energie electrică rețelei electrice.
5	Situații combinate 1-4.	Rezolvarea prin combinarea diferitor moduri adecvate situației.

Schema propusă diferă de cele cunoscute, ce utilizează centrale termice, mașini frigorifice și energie electrică din rețea își se caracterizează prin:
a) un sinecost redus al energiei electrice produse de turbodetentore (datorită pompei de căldură ce acționează ca o sursă de căldură pentru încălzirea gazelor naturale la intrarea în turbodetentor și de frig pentru necesitățile fabricii; b) un COP sporit al pompei de căldură (datorită utilizării căldurii motorului cu gaze); c) producerea de energie termică, energie electrică pe perioada întregă a anului cu eficiență maximă (datorită utilizării acumulatorilor de căldură). Evident, că domeniul de aplicare al schemei este condiționat de vecinătatea stației de reducere a presiunii gazelor naturale (luând în considerare necesitatea unor conducte de refrigerare și de sarcină termică).

Studiu de caz

Analizăm un studiu de caz, prin intermediul căruia vom clarifica efectul economic prognozat datorită utilizării sistemului propus. Context: puterea maximă instalată de energie electrică la fabrica: 300 kW, capacitatea termica maximă instalată 60 kW, capacitatea maximală de răcire instalată 140 kW. Puterea termică a pompei de

căldură este alesă reieșând din condiție, că evaporatoarele a pompei de căldură pot suporta capacitatea frigorifică a fabricii și din condiție că puterea termică a pentru acoperirea puterii termice necesare pentru funcționarea eficientă, ca minimum, a unei trepte de turbodetentor. Proprietarul fabricii efectuează investiții în turbodetentor, montat pe punctul de control de gaz, care deservește ca o fabrică și infrastructura adiacentă la fabrica. Se presupune că punctul de control de gaz situat la o distanta potrivită de mare de fabrică. Atunci, presupunând că $COP = 4$, vom determina puterea termică a răcitorului de gaze, care aparține unei trepte a turbodetentorului și care este calculată prin formula (8). Presupunând că presiunea inițială înainte de turbodetentor este egală cu $p_{in} = 0,6 MPa$ și presiunea finală după turbodetentor este egală cu $p_{ex} = 0,1 MPa$, temperatura medie a gazelor înainte de turbodetentor este egală cu $0^{\circ}C$, temperatura gazului după turbodetentor este egală cu $0^{\circ}C$, debitul gazelor peste turbodetentor este selectat cu condiția ca energia electrică generată de turbodetentor cu randamentul egal de 0,9 și eficiența generatorului este egală cu $\eta_{em} = 0,95$,

v-a fi în 2.55 ori mai mică decât capacitatea termică a răcitorului de gaze curandamentul egal cu 0,9. Puterea electrică generatorului motorului cu gaze este alesă din condiție de acoperire a puterii acționării compresorului și capacitații maxime ale fabricii calculată cu formula (2).

Puterea termică a motorului cu gaze este egală cu suma de energie consumată pentru încălzirea gazului înainte de treaptă de turbodetentor, pentru evaporatorul pompei de căldură, pentru sarcina termică a fabricii. Tariful pentru gazele naturale se presupune a fi 0.6 dolari / m³, tariful pentru energia electrică: 0,14 \$ / kWh. Costul de 1 kW de putere de energie electrică al motorului cu gaze - 1200 dolari (inclusiv transportul de energie termică de la fabrica spre stație de reglare presiunii de gaze (SRPG), costul de 1 kW de putere termică a pompei de căldură - 400 dolari (inclusiv costul de transport de la fabrica spre stație de reglare presiunii de gaze (SRPG), costul de 1 kW de turbodetentorelor (cu excluderea costului schimbătoarelor de căldură) - 300 dolari. Perioadă de funcționare a complexului energetic - 250 de zile pe an în două schimburi per zi. Pierderea de căldură și de frig în timpul transportului nu depășește 5%. Proiectarea, montarea și punerea în exploatare a motorului cu gaze constituie aproximativ 45% din costul instalației. Costul unui litru de ulei pentru motorul de gaze 1,8\$. Complexul este deservit de trei persoane cu salariul mediu lunar cca 300 dolari pe lună.

Prin calcul se poate demonstra că o perioadă de recuperare a investițiilor simplă a complexului energetic constituie 5,7 ani.

Concluzii

1. Sistemul de alimentare cu energie (căldură, frig, electricitate) pentru fabrica de procesare a cărnii, compus din pompa de căldură acționată de motorul cu gaze, și turbodetentor, instalat în stația de reducere a presiunii gazelor, poate asigura producția independentă de căldură, de frig și de energie electrică.

2. Schema propusă diferă de cunoscutele scheme și se caracterizează prin: a) cost redus al energiei electrice produse de turbodetentore (datorită pompei de căldură ca sursă de căldură pentru încălzirea gazelor naturale înainte de turbodetentor și sursă de frig, produs pentru necesitățile proceselor tehnologice); b) COP sporit al pompei de căldură (datorită utilizării căldurii motorului cu gaze); c) producerea de energie termică, energie electrică și de frig pentru întreaga perioadă a anului cu eficiență maximă ca urmare a utilizării acumulatelor de căldură, de frig și de energie electrică.

Bibliografie (References)

- [1] Eco-Efficiency Manual for Meat Processing, Meat and Livestock Australia Ltd, 2002 <http://www.enve.metu.edu.tr/people/gndemirer/links/temizuretlim/doc/Eco-Efficiency%20Manual%20for%20Meat%20Processing.pdf> (accessed 26.03.2015).
- [2] Review of Energy Use in Specific Meat and Fish Processing Plants. March 2005. EECA, 2005, <http://www.fpeac.org/seafood/EnergyUseinMeatandFishProcessing.pdf> (accessed 26.03.2015).
- [3] Sustainable Practices in Irish Beef Processing. <http://www.envirocentre.ie/includes/documents/Sustainable%20Practices%20Beef%20Report%20Full%20Report.pdf> (accessed 26.03.2015).
- [4] Fritzson A, Berntsson T. Energy efficiency in the slaughter and meat processing industry-opportunities for improvements in future energy markets. Journal of Food Engineering 77 (2006) pp.792-802.
- [5] Energy Savings in Meat Processing. <http://www.fpeac.org/meat/EnergySavingsinMeatProcessing.pdf> (accessed 26.03.2015).
- [6] Baidakova Iu.Iu. [Analysis of the thermodynamic efficiency of the fuel-free installation of power generation on the basis of a two-stage expander-generator set and heat pump systems]. Issledovanie effektivnosti shem bestoplivnih ustanovok generatsii elektroenergii na osnove detander-generatornih agregatov I teplovih nasosov. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. [Thesis abstract on the award of the degree of Candidate of Technical Sciences], Moscow, 2013, p.19.

Despre autori:



Șit Mihail – doctor în tehnică, cercetător coordonator, din IE AȘM. Domenii de interes științific: surse regenerabile de energie, pompe de căldură, conducerea automată a proceselor tehnologice. E-mail: mihail_sheet@yahoo.com



Șit Boris – inginer-programator IE AȘM. Domenii de interes științific: programarea în energetică, industrie. E-mail: boris@fld.rambler.ru