

# SPORIREA EFICIENȚEI POMPELOR DE CĂLDURĂ

**Autor: Aurel GUȚUdr. conf. univ., Vasile CARTOFIANUdr. conf. univ.,  
Vitalie ȘESTOVȘCHI, masterand**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În procesul studiului s-a determinat influența agentului frigorific asupra eficienței pompelor de căldură, caracteristicile funcționării pompei pe durata sezonului de încălzire cât și consum specific de energie electrică. Posibilitatea sporirii eficienței instalației existente prin dotarea ei cu absorbere solare permite compensarea scaderii temperaturii solului pe parcursul perioadei de funcționare.

**Cuvinte cheie:** Eficiență, agent frigorific, diferență de temperatură, radiație solară, ireversibilități interne.

Pompele de căldură (PC) capătă o răspândire tot mai largă în sistemele de alimentare cu energie termică. Recent în SUA se produc cca. 1 mil. de PC, în Japonia – cca. 3 mil. [1]. În China anual se vând cca. 15 mil. instalații [2]. Vânzările anuale de PC în Europa sunt de cca. 3 mld. EURO [3].

În ultimii ani pompele de căldură au început să fie implementate și în Republica Moldova. Dacă split-instalațiile de tip aer-aer sunt răspândite pe larg în orașele țării, instalațiile de tip sol-aer și sol-apă fac primii pași. De și sunt mai eficiente, ultimele cer investiții considerabil mai mari. Pentru a înlesni implementarea PC în republică, având în vedere starea economică precară a majorității consumatorilor, este necesar de sporit eficiența lor.

Metodele de sporire a eficienței instalațiilor cu pompe de căldură pot fi separate în două grupuri: metode interne – de ameliorare a performanțelor ciclului termodinamic al PC, și externe – de îmbunătățire a condițiilor de funcționare a instalației.

La metodele interne de ameliorare a ciclului PC se referă:

- selectarea agentului frigorific mai eficient,
- reducerea ireversibilităților interne,
- reducerea diferenței de temperatură în vaporizator și condensator,
- schimbarea structurii ciclului.

Metodele externe se reduc la:

- alegerea sursei de căldură cu potențial redus (c.p.r.),
- ridicarea temperaturii sursei de c.p.r.,
- reducerea temperaturii agentului termic la consumator,
- intensificarea transferului de căldură în sistemele exterioare respective.

Pentru determinarea influenței agentului frigorific asupra eficienței pompelor de căldură s-au analizat 7 freoni - hidrocarburi fluorurate, și 4 agenți frigorifici naturali. Analiza a constatat în determinarea coeficientului de performanță (COP) și presiunii maxime (în condensator) a ciclului simplu a unei PC cu comprimare de vapori în limitele de temperatură  $-5 - +60$  °C. Calculele s-au efectuat cu programul CoolPack. Rezultatele sunt prezentate în tab. 1. Valoarea mai mare a COP se observă la freonul R406A și la amoniac. Dar acești agenți au presiunea de condensare relativ înaltă. Valori mari ale COP în aceste limite de temperatură se observă la hidrocarburi simple (nefluorurate) butan și isobutan presiunile de condensare a cărora sunt de câteva ori mai mici de cât la agenții precedenți. Prin urmare, utilajul la acestea va avea pereții mai subțiri și pericolul scurgerilor va fi mai mic. Acești agenți mai au un avantaj față de freoni – ei nu sunt ozonoactivi. Dezavantajul îl creează inflamabilitatea lor. La selectare se mai iau în considerație și alte caracteristici ale refrigerenților, cum ar fi: proprietățile termofizice, solubilitatea uleiului în ele, prețul ș.a. Dintre factorii interni ai instalațiilor influența majoră asupra gradului de perfecțiune a PC o au căderile de temperatură în condensator și vaporizator. În fig.1 este prezentată influența căderilor de temperatură ( $\Delta T$ ) asupra valorii relative a coeficientului de performanță pentru ciclul cu refrigerenții R502 și R406A în limitele de temperatură indicate mai sus ( $-5 - +60$  °C). Valorile inițiale ale COP sunt: pentru R502 – 3,33 și pentru

R406A – 4,22, adică limitele din tab.1, dacă nu considerăm R404A, care are temperatura critică 72 °C și este eficient numai în instalațiile frigorifice. Creșterea diferenței de temperatură cu 1 K reduce performanța cu cca. 3 %. Pentru funcționarea PC cu valori mici ale  $\Delta T$  se cere mărirea suprafețelor de schimb de căldură ale

**Tabelul 1** Caracteristicile ciclului PC cu diferiți agenți frigorifici

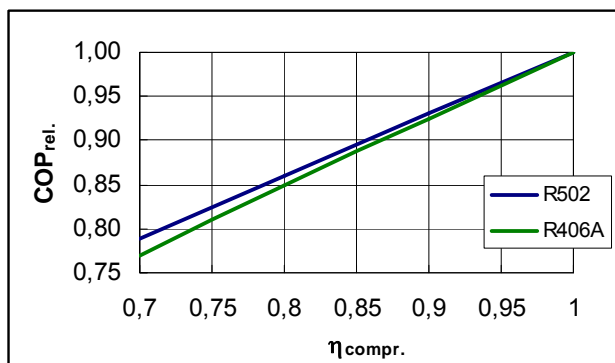
Nr.	Refrigerent		COP	$P_{max}$
1	R22	CHClF <sub>2</sub> - clordifluormetan	3,81	24,27
2	R134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> - tetrafluoretan	3,68	16,81
3	R404A	R125/143a/134a(44/52/4)	2,79	28,7
4	R406A	R22/142b/600a(55/41/4)	4,22	14,34
5	R407C	R32/125/134a(23/25/52)	3,5	25,0
6	R410A	R32/125 (50/50)	3,12	38,74
7	R502	R22/115(48,8/51,2)	3,33	16,02
8	R290	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> - propan	3,63	21,18
9	R600	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> - butan	3,95	6,31
10	R600a	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> - isobutan	3,81	8,79
11	R717	NH <sub>3</sub> - amoniac	4,14	26,14

vaporizatorului și condensatorului. De asemenea un efect mai mare sau mai mic se poate obține prin intensificarea procesului de transfer de căldură în aceste elemente.

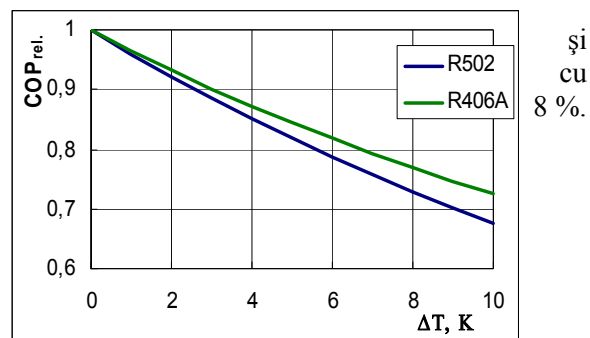
În fig. 2 este prezentată influența randamentului compresorului asupra COP al PC în aceleași condiții pentru aceleași refrigerenți. Reducerea randamentului 10 procente aduce la scăderea performanței PC cu 7 –

Măsurile de reducere a influenței ireversibilităților interne asupra eficienței se iau, ca regulă, de producătorii instalațiilor de pompe de căldură. Consumatorii însă trebuie să fie la curent cu acestea pentru a face alegerea optimă a instalației. Sporirea esențială a performanței pompelor de căldură se obține prin schimbarea structurii ciclului termodinamic al pompei de căldură: subrăcirea condensatului, supraîncălzirea vaporilor, regenerarea căldurii ș.a.

Dintre metodele externe influența mai mare asupra performanței PC o are sursa de căldură cu potențial redus și tipului pompei care valorifică această sursă. Mai



**Figura 2** Influența randamentului compresorului asupra performanței PC.



**Figura 1** Influența scăderii de temperatură în vaporizator și condensator asupra performanței PC.

performanță este pompa apă-apă însă sursa de apă nu peste tot este disponibilă. În schimb, căldura solului și a aerului poate fi utilizată pretutindeni. Instalațiile care folosesc c.p.r. a aerului necesită investiții cu mult inferioare celor cu utilizarea căldurii solului, dar au eficiența mai mică și condițiile de funcționare mai complicate din cauza variației temperaturii în timp. Instalațiile sol-apă, de și cer investiții considerabile, merită atenție datorită eficienței mari, condițiilor constante de funcționare, posibilității mării de mai departe a eficienței.

PC sol apă cu colector orizontal necesită investiții mai mici, comparativ cu cele verticale, dar în sezonul de încălzire temperatura solului scade. În tab.2 sunt prezentați parametrii de funcționare a instalației

**Tabelul 2**Caracteristicile funcționării pompei pe durata sezonului de încălzire

Luna	Octombrie	Noiembrie	Decembrie	Ianuarie	Februarie	Martie
Temperatura solului la distanță de colector, °C	14,35	10,98	7,78	5,88	4,33	3,93
Temperatura solului în tranșeea colectorului, °C	14,21	9,11	5,14	3,00	1,35	0,58
Temperatura de condensare, °C	47	47	47	46	45	44
Temperatura de vaporizare, °C	3,2	-1,9	-5,9	-8,0	-9,6	-10,4
COP	4,77	4,22	3,87	3,79	3,76	3,75
Consum specific de energie electrică, kWh/GJ	58,23	65,81	71,72	73,28	74,09	74,74
idem, kWh/Gcal	244,0	275,7	300,5	307,1	310,4	312,0

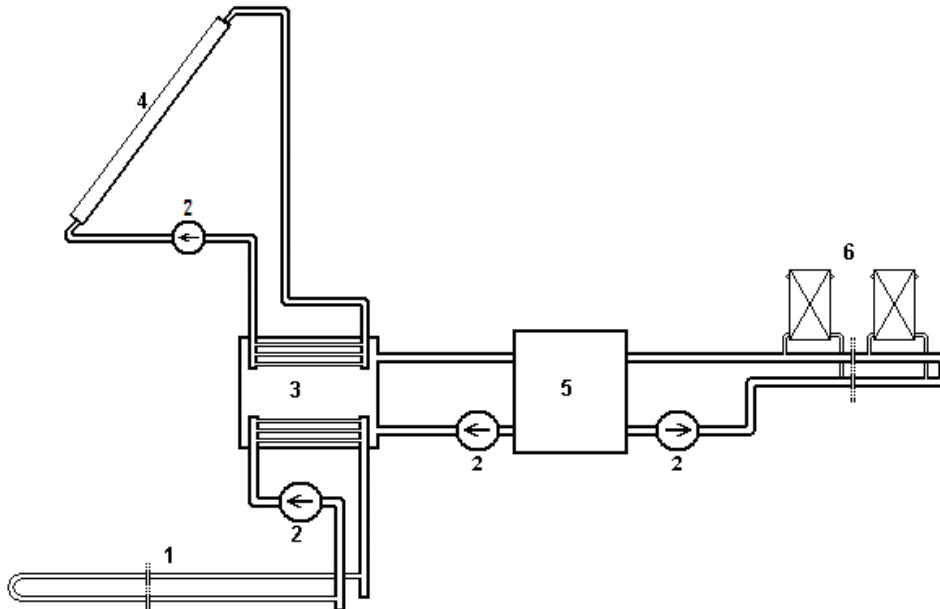
experimentale cu colector orizontal instalat la adâncimea de 1,6 m. După cum se vede din tabel, pe durata sezonului temperatura solului la adâncimea respectivă scade cu peste 10 °C, iar temperatura solului în locul amplasării colectorului de extragere a căldurii – cu cca.14 °C. Ca urmare, se reduce cu 3 °C temperatura agentului termic la ieșire din PC și coeficientul de performanță cu cca. 1, ceea ce sporește cu 28 % consumul specific de energie electrică.

**Tabelul 3**Caracteristicile radiației solare și a aerului atmosferic pe durata sezonului de încălzire

Luna	Octombrie	Noiembrie	Decembrie	Ianuarie	Februarie	Martie
Intensitatea fluxului global de radiație, kW/m <sup>2</sup>	0,33	0,17	0,14	0,19	0,21	0,28
Durata radiației, h/zi	10,9	9,3	8,4	8,8	10,2	11,8
Temperatura medie a aerului, °C	10,6	4,7	-0,6	-2,2	0,2	4,0

Scăderea temperaturii solului poate fi compensată folosind radiația solară în combinație cu entalpia aerului. Caracteristicile acestor parametri sunt prezentate în tab. 3, din care se vede că disponibilitatea de c.p.r. a radiației solare și aerului în lunile cu temperatura solului mică crește.

Energia solară și a aerului se captează în sisteme cu absorbere. În aceste sisteme principala sursă este radiația solară, entalpia aerului fiind auxiliară [4, 5]. Absorberele prezintă captatoare solare fără suprafață transparentă. Căldura aerului se transmite la aceste suprafețe prin convecție liberă. Intensitatea transferului este mai mică, dar lipsește pericolul înfundării cu gheață. Mai mult ca atât, absorberele utilizează căldura de condensare și de înghețare a vaporilor de apă din aer. Schema dotării instalației existente cu absorber este prezentată în fig.3. Absorberul și colectorul orizontal, prin intermediul schimbătoarelor de căldură, transmit căldura apei din rezervorul intermediar legat nemijlocit cu vaporizatorul PC.



**Figura 3.** Schema instalației de PC cu colector orizontal și absorber:  
 1 – colector orizontal, 2 – pompe, 3 – rezervor intermediar, 4 – absorber,  
 5 – pompa de căldură, 6 – consumatori de căldură.

## Bibliografie

1. [http://esco-ecosys.narod.ru/subjects/tepl\\_nasos.htm](http://esco-ecosys.narod.ru/subjects/tepl_nasos.htm). accesat 25 mai 2011.
2. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» №2, февраль 2009.
3. European heat pumps Statistics. Outlook 2009. ЕНРА.
4. М.С.Плешка, С.Г.Булкин, Ф.И.Стратан. Возможности и перспективы использования солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий в Молдавии. Кишинев-1988.
5. С.Танака, Р.Суда. Жилые дома с автономным теплохладоснабжением. Пер.с яп.. М.Стройиздат. 1989.