

Слободан Пејковић*, Владимир Живановић

Филтер Фриго д. о. о., Београд, Србија

Повећање енергетске ефикасности топлотних пумпи применом гасног мотора за погон расхладних компресора – примери из праксе –

Стручни рад

УДК: 621.512/513:621.541

Један од „чистијих” примарних енерџената је природни – земни гас чије резерве и појирошња у свету имају изражену тежњу раста и чијом је значајном применом завршен 20. век. Еколошки захтеви и Кјото протокол савлађају природни гас испред осталих примарних извора енерџије.

Расхладни уређаји и шлојлојне пумпе које користе гасни мотор за погон расхладних компресора настали су у Јапану након друге светске нафтане кризе 1973 године. У Јапану је расла потреба за електричном енерџијом, а електричне нису могле да испунавају потребу тржишта. Јапанско Министарство за међународну трговину и индустрију, покренуло је 1981. године, асоцијацију за технологију хлађења гасом повезујући шиме произвођаче мотора са природним гасом као погонским горивом, са произвођачима опреме за климатизацију. Као резултат шог у Јапану је 1987. године почела производња расхладних уређаја и шлојлојних пумпи са гасним погоном. У шом време AISIN као члан групе TOYOTA почиње производњу гасом погонених расхладних уређаја и шлојлојних пумпи. Компанија TOYOTA као велики произвођач мотора за аутомобиле, развила је посебан мотор који као погонско гориво користи природни гас или течни нафтни гас за примену у расхладним уређајима.

Појирошња електричне енерџије расте из године у годину због промене климатских услова и све веће потребе за климатизацијом пословних и стамбених објеката. Појирошња електричне енерџије у нашој земљи у лешнем периоду се изједначила са појирошњом у зимском периоду због уграђених климатизера. Уградњом, односно применом гасом погонених шлојлојних пумпи би се значајно смањила тежња ка порасту појирошње електричне енерџије.

У раду је даи приказ шлојлојне пумпе, производ фирме AISIN из Јапана која се користи за климатизацију објекта ОРСИМ у Врчину. Ово је прва шаква инсталација изведена у Србији и налази се у погону од децембра 2008. године.

Овај рад има за циљ да укаже на предности употребе гасом погонених шлојлојних пумпи у односу на шлојлојне пумпе са расхладним компресорима погоненим електричним моторима.

Кључне речи: шлојлојна пумпа, расхладни компресор, гасни мотор, енерџетска ефикасност

* Одговорни аутор; електронска адреса: filfrigo@eunet.rs

Увод

У свету данас постоје два основна проблема: нестанак фосилних горива и загађење околине. Истраживања су усмерена на решавање ових проблема на два начина:

- (а) развијањем алтернативних енергетских извора (посебно обновљивих енергетских извора), и
- (б) побољшањем енергетске ефикасности опреме која користи фосилна горива.

У данашњој привредно-политичкој ситуацији „сви” ћуте или желе да забораве да термоелектране за производњу електричне енергије раде са степеном корисности 25–35% и са високим степеном загађења околине. На другој страни многи „стручњаци” узимају у рачун електричну енергију као „примарну”. Гориво се углавном претвара у електричну енергију у термоелектранама, а отпадна топлота се испушта у околину. Електрична енергија се потом преноси до потрошача (топлотних пумпи), где се претвара у механички рад електро мотора. У овом процесу енергија се трансформише два пута и топлотни губитци су велики.

На сл. 1 је дат шематски приказ трансформације, преноса и губитака енергије од примарног енергента до крајњег корисника.



Слика 1. Трансформација и пренос енергије

Енергетска ефикасност би се могла повећати када би се трансформисање горива могло „приближити” месту где је енергија потребна, где би топлота ослобођена приликом сагоревања горива могла ефикасно да се употреби. Гасом погођене топлотне пумпе су блиске овом концепту.

На сл. 2 је шематски приказано претварање примарне енергије, преко различитих облика трансформације и њихових губитака, да би се код крајњег корисника добила једнака количина топлоте за грејање.

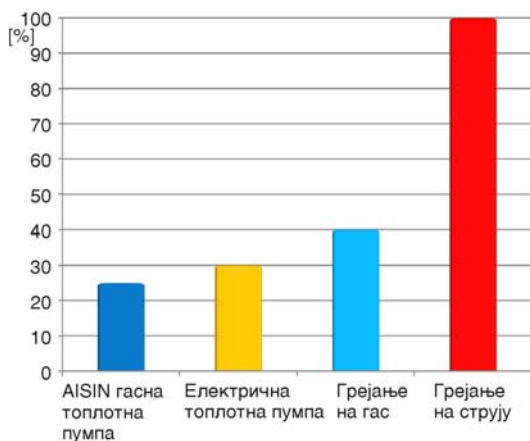
Јасно је да су гасне топлотне пумпе најповољније јер је потребно свега 67% примарне енергије за добијање потребне количине топлоте.

Основна разлика између електричних и гасних топлотних пумпи је у потребној количини примарне енергије и врсти мотора која се користи за погон *scroll* компресора. Код гасних топлотних пумпи раскладни компресори су преко ременог



Слика 2. Претварање примарне енергије у корисну топлоту

преноса погоњени гасним мотором са унутрашњим сагоревањем. Иако ефикасност гасног мотора није велика (око 30–45%), преко 80% топлоте сагоревања може да се искористи. Ово је главна предност гасом погоњених топлотних пумпи. За рекуперацију топлоте се користи количина топлоте од димних гасова (продуката сагоревања) и количина топлоте потребна за хлађење мотора.

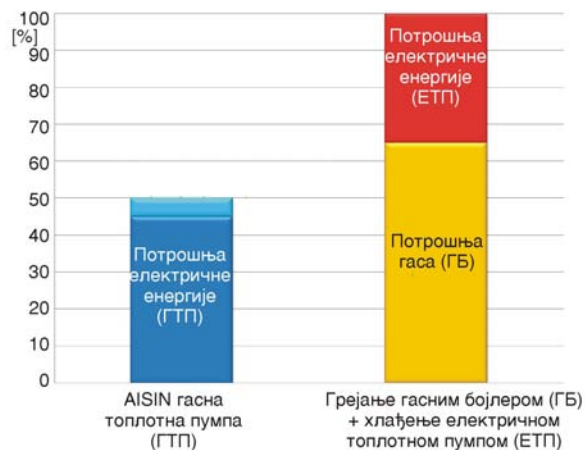


Слика 3. Емисија CO₂

На сл. 3. је графички приказана емисија CO₂ у атмосферу код различитих типова инсталација.

Емисија CO₂ у атмосферу је чак четири пута мања приликом коришћења гасом погоњених топлотних пумпи у односу на грејање електричном енергијом, а 40% мања у односу на грејање котлом на гас.

На сл. 4. су графички приказани годишњи трошкови за грејање и климатизацију при употреби топлотне пумпе са погоном на гас, с једне стране, и гасног котла и агрегата за хлађење воде са електро погоном, с друге стране.



Слика 4. Годишњи трошкови за грејање и климатизацију

Због директног и ефикасног искоришћења отпадне топлоте погонског мотора и издувних гасова, као и употребе бесплатне енергије околине, могу да се остваре уштеде до 50%.

Енергетска ефикасност гасних топлотних пумпи

Количина топлоте коју производи топлотна пумпа теоријски обухвата суму количине топлоте примљене од топлотног извора и енергије потребне за остваривање циклуса – покретање компресора.

Код топлотних пумпи са електричним погоном компресора коефицијент грејања *COP* (*coefficient of performance*) је дефинисан као однос снаге грејања размењене у кондензатору и укупне апсорбоване снаге потребне за рад агрегата.

За топлотне пумпе погонене гасним мотором енергетска ефикасност уређаја *PER* (*primary energy ratio* – примарни енергетски однос) се дефинише као однос добијене топлотне енергије и топлотне енергије утрошеног горива – *HHV* (*higher heating value*). *HHV* – виша грејна вредност за гориво обухвата целокупну енергетску вредност као и количину топлоте продукта сагоревања (када се охладе на 25 °C).

За топлотне пумпе са електричним погоном *PER* се такође може дефинисати као производ *COP* и коефицијента корисног дејства.

Приказ остваривих *COP* и *PER* за различите типове топлотних пумпи на температури испаравања од 0 °C и температури кондензације од 50 °C дат је у табл. 1.

Комерцијалне топлотне пумпе			Индустријске топлотне пумпе		
Тип топлотне пумпе	<i>COP</i>	<i>PER</i>	Тип топлотне пумпе	<i>COP</i>	<i>PER</i>
Моторни електро погон	2,5–5,0			3,0	
Моторни погон на гас		0,8–2,0			1,0–2,1
AISIN 25HPAXGP710	3,94	1,56			

Опис система климатизације и припреме санитарне топле воде на објекту ОРСИМ у Врчину

Објект ОРСИМ у Врчину (сл. 5) је намењен изради ортопедских помагала и састоји се од приземља и спрата. У приземљу је административно-медицински део, производња и магацин велепродаје, а на спрату административно-медицински део.

Административно-медицински део се простире на нето површини од 315 m² у приземљу и 320 m² на спрату објекта и заузима нето запремину од 2040 m³.

Магацин се простире на нето површини од 245 m² и заузима нето запремину од 1030 m³.

Производња се простире на нето површини од 185 m² и заузима нето запремину од 780 m³.

Укупна нето површина објекта је 1065 m², а нето запремина је 3850 m³.

Цео објекат је термички добро изолован.



Слика 5. Изглед објекта ОРСИМ

Пројектни услови

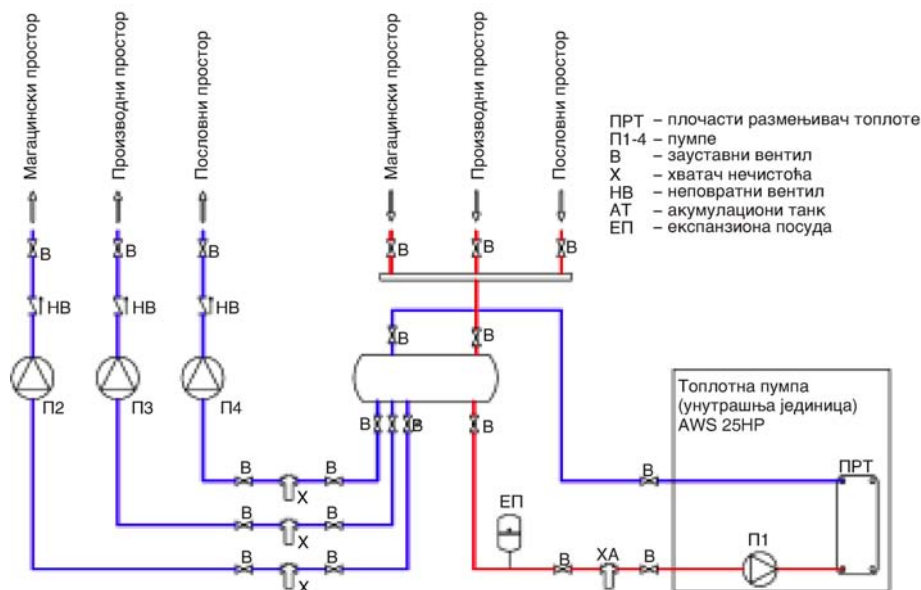
Спољна пројектна температура:	лето	35 °C/33%, релативна влага
	зима	-18 °C
Унутрашње пројектне температуре:	лето	27 °C
– продајни простори и канцеларије:	зима	20 °C
– магацин veleпродаје:	лети се не климатизује	
	зима	15 °C

Приказ система климатизације

Грејање и хлађење комплетног простора сем машинске сале, санитарних простора као и остава обавља се вентилатор-конвектор (*fan-coil*) апаратима. Ови апарати раде у температурским режимима рада зими 42/38 °С, лети 12/7 °С. Усвојени су апарати фирме RHOSS, Италија, димензионисани према добицима топлоте лети и губицима топлоте зими.

У санитарним просторијама предвиђени су алуминијумски радијатори димензионисани тако да покрију трансмисионе и вентилационе губитке просторија. Сви радијатори су одвојени засебним цевоводом и вентилима тако да се лети могу искључити.

Систем за припрему воде за климатизацију објекта (на шеми 1), састоји се од спољашње и унутрашње јединице гасне топлотне пумпе AISIN тип AXGP710 и AWS25HP, акумулационог танка и три пумпе за циркулацију воде до *fan-coil* апарата и радијатора.



Шема 1. Развод воде између топлотне пумпе и *fan-coil* апарата

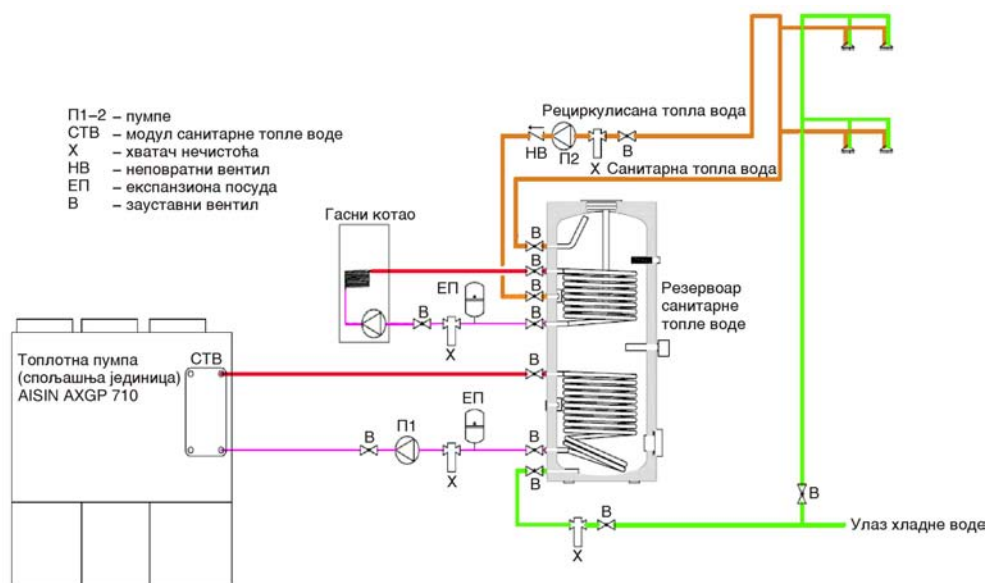
Топлотна пумпа има номиналну расхладну снагу од 71 kW при температури спољашњег ваздуха од 35 °С, температури воде на улазу/излазу из испаривача од 12/7° и температури унутрашњег ваздуха од 27 °С и номиналну снагу грејања од 85 kW при температури спољашњег ваздуха од 7 °С, температури воде на улазу/излазу из кондензатора од 38/42° и температури унутрашњег ваздуха од 20 °С.

Сваки од три дела објекта има своју пумпу за циркулацију воде до *fan-coil* апарата. Сваки део објекта може независно од остатка система да се искључи у случају да тренутно нема потребе за грејањем, односно хлађењем.

Акумулациони танк је предвиђен да би се повећала запремина воде у целом систему и тиме смањио број укључења/искључења гасне топлотне пумпе када ради у режиму смањеног оптерећења.

Припрема санитарне топле воде

На шеми 2 приказан је систем за припрему санитарне топле воде који се састоји од акумулационог резервоара санитарне топле воде запремине 500 литара са две прохромске цевне „змије” – размењивача топлоте, гасног котла са пумпом за циркулацију воде између гасног котла и резервоара за санитарну топлу воду, додатног модула на гасној топлотној пумпи за припрему санитарне топле воде, пумпе за циркулацију мешавине воде и етилен гликола између гасне топлотне пумпе и резервоара за санитарну топлу воду и пумпе за циркулацију припремљене санитарне воде до потрошача.



Шема 2. Припрема и развод санитарне топле воде

Припрема санитарне топле воде се одвија на следећи начин. У току летњег режима рада када гасна топлотна пумпа припрема хладну воду за потребе климатизације и у току зиме при спољашњим температурама ваздуха изнад $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, када гасна



Слика 6. Плочасти размењивач топлоте за припрему санитарне топле воде

топлотна пумпа припрема топлу воду за потребе грејања, санитарна топла вода се загрева на рачун отпадне топлоте циркулацијом секундарног флуида између резервоара за припрему санитарне топле воде и модула за припрему санитарне топле воде (сл. 6) на гасној топлотној пумпи. Модул за припрему санитарне топле воде користи отпадну топлоту од хлађења мотора са унутрашњим сагоревањем и од хлађења издувних гасова за загревање секундарног флуида којим се даље загрева санитарна топла вода.

Када топлотна пумпа ради под пуним оптерећењем снага грејања на додатном модулу је 25 kW при температури од 75 °C.

У овом режиму рада остварује се велика уштеда енергије јер се целокупна потребна количина санитарне топле воде загрева бесплатно отпадном топлотом (25 kW) од гасне топлотне пумпе.

Гасни котло се користи за припрему санитарне топле воде у следећим случајевима:

- у зимском периоду када су спољне температуре ваздуха јако ниске и гасна топлотна пумпа нема довољну количину отпадне топлоте за припрему санитарне воде, и
- у прелазном периоду (пролеће, јесен), када су температуре спољашњег ваздуха такве да није потребно додатно ни загревати ни хладити објекат, па гасна топлотна пумпа није у функцији.

На шеми 3 је дат приказ рада гасне топлотне пумпе са основним елементима инсталације и смеровима струјања флуида у летњем режиму рада када гасна топлотна пумпа припрема хладну воду за потребе климатизације и када се отпадна топлота од хлађења мотора и издувних гасова користи за припрему санитарне топле воде.

На шеми 4 је дат приказ рада гасне топлотне пумпе са основним елементима инсталације и смеровима струјања флуида у зимском режиму рада при спољашњим температурама ваздуха ($t_{\text{сп}}$) изнад -4 °C када гасна топлотна пумпа припрема топлу воду за потребе грејања и када се отпадна топлота од хлађења мотора и издувних гасова користи за припрему санитарне топле воде.

На шеми 5. је дат приказ рада гасне топлотне пумпе са основним елементима инсталације и смеровима струјања флуида у зимском режиму рада при спољашњим температурама ваздуха испод $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ када гасна топлотна пумпа припрема топлу воду за потребе грејања и када се отпадна топлота од хлађења мотора и издувних гасова користи као извор топлоте за ефикасан рад топлотне пумпе. У овом случају се гасни котао користи за припрему санитарне топле воде.

Главни делови гасне топлотне пумпе

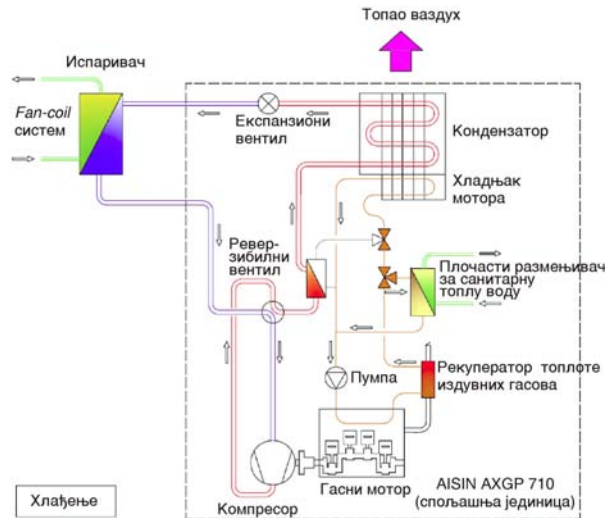
Гасна топлотна пумпа састоји се од кондензаторског расхладног агрегата и раздвојене испаривачке јединице која може бити:

- за хлађење воде, и
- за хлађење ваздуха

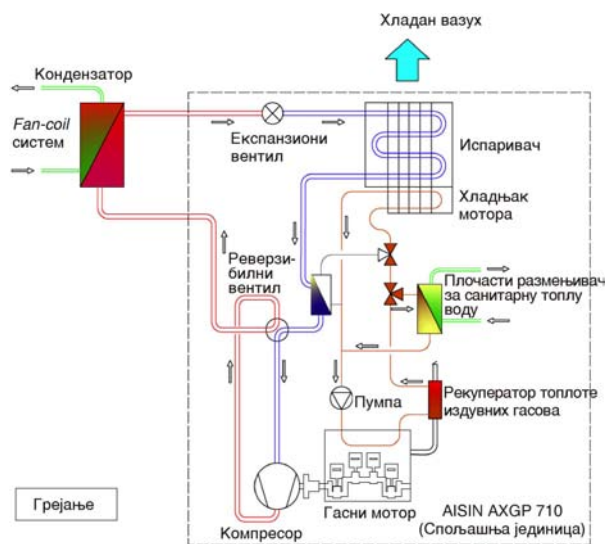
Кондензаторски расхладни агрегат са ваздухом хлађеним кондензатором као основни елемент има четворотактни гасни мотор са два, три или четири цилиндра у зависности од снаге потребне за погон расхладних компресора.

На сл. 7 се види унутрашњи део кондензаторског агрегата AISIN гасне топлотне пумпе са мотором са унутрашњим сагоревањем, скрол компресорима и осталим елементима.

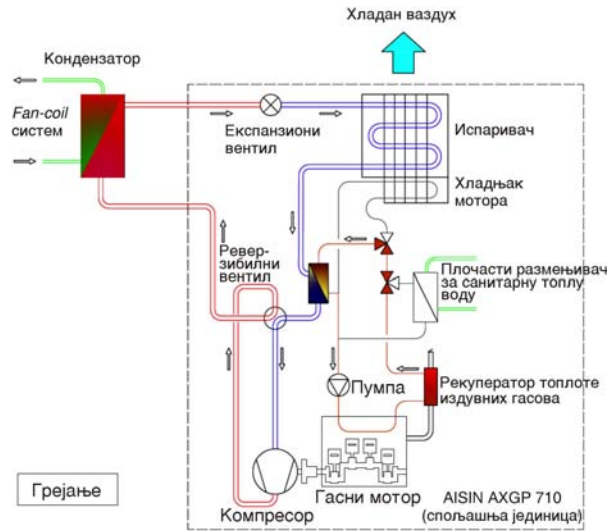
Мотор покреће до четири скрол компресора преко ременог преноса и електромаг-



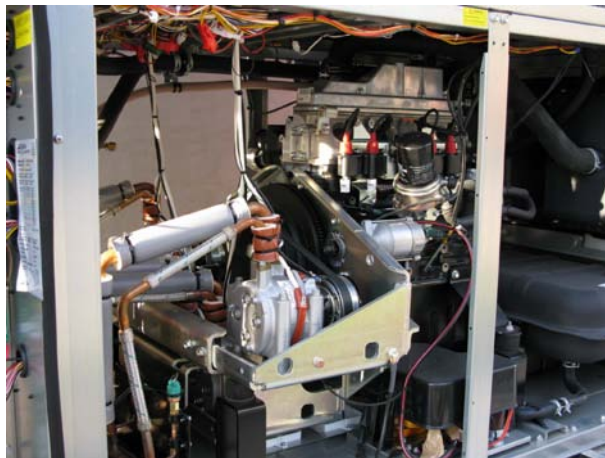
Шема 3. Гасна топлотна пумпа – шематски приказ режима хлађења



Шема 4. Гасна топлотна пумпа – шематски приказ режима грејања за $t_{\text{сп}} > -4\text{ }^{\circ}\text{C}$



Шема 5. Гасна топлотна пумпа – шематски приказ режима грејања за $t_{\text{сп}} -4\text{ }^{\circ}\text{C}$



Слика 7. Гасни мотор и пумпни компресор AISIN – TOYOTA гасне топлотне пумпе

На слици 10. се види кондензаторски део AISIN гасне топлотне пумпе са додатним размењивачем ваздух/антифриз и додатним модулом за припрему санитарне топле воде.

нетних спојница. Расхладно средство је фреон R410a. Потребна количина ваздуха за одавање односно узимање топлоте од околине остварује се помоћу аксијалних вентилатора. Капацитет спољашње јединице се регулише од 10% до 100% континуално.

На сл. 8 се виде скрол компресори са електромагнетним спојницама и ременим преносом.

Елементи расхладног круга се подударају са елементима традиционалних расхладних машина: четворокраки вентили, термоекспанзиони вентил, филтер/сушач, грејач картера и елементи заштите и регулације. На сл. 9. се види део елемената расхладног круга код AISIN гасне топлотне пумпе.

Кондензаторски агрегат је опремљен додатним сетом делова којим се обезбеђује припрема санитарне потрошне топле воде. Снага грејања се креће од 15 до 25 kW зависно од режима рада уређаја.

Системи са гасом погоним топлотним пумпама постају енергетски ефикаснији када се користе за истовремено загревање санитарне топле воде и просторија што није могуће код електричних топлотних пумпи.



Слика 8. Скрол компресори



Слика 9. Део кондензаторског агрегата
гасне топлотне пумпе

Слика 10. Унутрашњи изглед
кондензаторског агрегата

Гасни мотори топлотних пумпи су конструисани за радни век од најмање 40000 часова (аутомобилски мотори су конструисани за радни век од 2000 до 3000 часова). За потребе климатизације ваздуха уређај се најчешће користи до 4000 радних часова годишње, из чега следи да је радни век мотора минимум 10 година.

Сервисни интервал за гасне моторе топлотних пумпи је 10.000 часова. Да би се обезбедили овако дугачки сервисни интервали, које нуде гасом погођене топлотне пумпе, њихови мотори захтевају резерву уља (процењена потрошња уља је 3 cl/h). До 50 l уља се налази у додатном резервоару за уље. Систем за уље има екстерну уљну пумпу за циркулацију од резервоара за уље до картера мотора. Мотор такође има унутрашњу уљну пумпу као и код аутомобилских мотора. Филтер за ваздух је јако сличан филтеру за ваздух код аутомобилских мотора.

Битно је напоменути да ови гасни мотори нису узети из аутомобилске индустрије, већ су специјално развијени за ову намену и имају могућност регулације броја обртаја. Минималан број обртаја мотора је 800 min^{-1} , а максималан 2600 min^{-1} .

Гасне топлотне пумпе имају низак ниво буке (51 dBA на 1 m од машине) и ниску вредност емисије штетних гасова.

Гранични температурски услови рада су: грејање од -20°C до $+23^\circ\text{C}$; хлађење од -10°C до $+43^\circ\text{C}$.

Гасне топлотне пумпе се код свих Јапанских произвођача раде у величинама од 22 до 71 kW расхладне снаге. Снага грејања ових уређаја је до 85 kW. За веће потребе уређаји се могу повезати паралелно.

AISIN је за 2010. годину предвидео производњу још 2 модела расхладних снага 84 kW и 112 kW и снага грејања 100 kW и 134 kW.

Спољашња јединица гасне топлотне пумпе је компресорско кондензаторски агрегат и може да се користи у директним или индиректним системима хлађења.

Код директног система (сл. 11) унутрашње јединице су са директном експанзијом расхладног средства (размењивач топлоте фреон/ваздух) и на једну спољну јединицу у зависности од капацитета се може прикључити максимално 60 унутрашњих јединица.



Слика 11. AISIN гасна топлотна пумпа и унутрашње јединице са директном експанзијом

Код индиректног система (сл. 12), основна унутрашња јединица је са директном експанзијом (размењивач топлоте фреон/вода) и може да се повеже са *fan-coil* апаратима или ваздушним системима – клима коморама (размењивач топлоте вода/ваздух).

У оба случаја спољашња јединица нема потребе за машинским простором. Прикључак за гас је на спољашњој јединици и не захтева посебне против-пожарне услове.

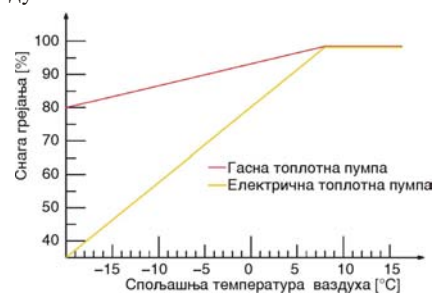


Слика 12. AISIN гасна топлотна пумпа, унутрашња јединица и fan-coil апарати

Предности гасних топлотних пумпи у односу на електричне топлотне пумпе

- Предности гасних топлотних пумпи у односу на електричне топлотне пумпе су:
- Уместо електричног мотора за погон компресора топлотне пумпе користи се мотор са унутрашњим сагоревањем (СУС), а гориво може бити природни или течни нафтни гас (ТНГ).
 - У зимским условима рада топлота добијена хлађењем СУС мотора и топлота добијена хлађењем издувних гасова користи се као извор топлоте потребне за ефикасан рад топлотне пумпе па је због тога могућ рад ове врсте топлотних пумпи и при спољашњим температурама до -20°C . Отапање испаривача није потребно па је тиме додатно повећана енергетска ефикасност ових уређаја. За рад система није потребан алтернативни извор енергије за потребе грејања.
 - Струјом се напајају само вентилатори, пумпе и управљачке електронске јединице (10% у односу на електричне топлотне пумпе исте расхладне снаге).
 - При погону СУС мотора могућ је поврат топлотне енергије за припрему санитарне топле воде.
 - Отапање спољашњег размењивача топлоте ваздух/фреон у зимском периоду рада се постиже коришћењем отпадне топлоте од гасног мотора, а не пребацивањем циклуса рада као код електричне топлотне пумпе. Због тога гасна топлотна пумпа може да производи топлоту без прекида у раду.
 - Рекулперацијом топлоте од СУС мотора, укупна количина топлоте коју даје систем за грејање може да се повећа и до 25%. Ово значи да чак и на високим спољашњим температурама (до 10°C) количина топлоте за грејање ће бити већа од свих типова топлотних пумпи са електричним погоном.

На сл. 13 је приказан утицај пада спољашње температуре ваздуха на промену снаге грејања топлотних пумпи са гасним и електричним погоном.

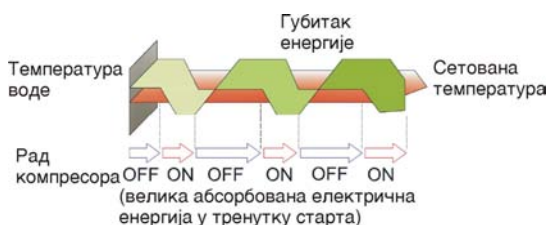


Слика 13. Ефикасност топлотних пумпи у зависности од спољашње температуре

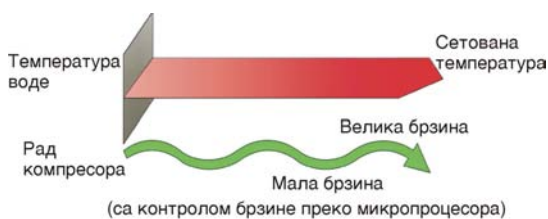
Енергетска ефикасност електричних топлотних пумпи значајно пада са падом температуре спољашњег ваздуха па је због тога за температуре спољашњег ваздуха испод 0 °С потребно предвидети алтернативно грејање.

Гасом погоњене толотне пумпе у режиму грејања могу да обезбеде више од 80% номиналне топлотне снаге при спољним температурама ваздуха до –20 °С и самим тим није потребно обезбедити алтернативно грејање (котао и сл.).

Предност гасних топлотних пумпи је посебно изражена код рада на редукованом оптерећењу код кога се уз помоћ процесора за управљање бројем обртаја гасног мотора и мотора вентилатора постиже прилагођавање капацитета топлотне пумпе са тренутним топлотним оптерећењем објекта. На овај начин се повећава енергетска ефикасност уређаја.



Слика 14. Топлотна пумпа са електро погоном



Слика 15. Гасна топлотна пумпа

На сл. 14 је приказан рад топлотне пумпе са електричним погоном и губицима енергије који се јављају услед честих укључења и искључења.

На сл. 15 је приказан рад гасне топлотне пумпе са регулацијом капацитета у зависности од тренутног топлотног оптерећења.

Исплативост, инвестициони и експлоатациони трошкови

У погледу инвестиционих трошкова гасне топлотне пумпе су скупље од електричних топлотних пумпи у комбинацији са гасним котлом, али ова разлика у улагању, са данашњим ценама енергената, може да се поврати за неколико година.

Упоредили смо традиционални систем са гасним котлом и агрегатом за хлађење воде са ваздухом хлађеним кондензатором и нови систем са гасном топлотном пумпом.

Цена гасне топлотне пумпе расхладне снаге 71 kW са фреон-вода модулом и модулом за припрему санитарне топле воде кошта 33.750 €.

Експлоатациони трошкови при пуном оптерећењу уређаја за 1400 h годишње грејања и 600 h годишње хлађења по тренутно актуелним ценама износе 3.420 €.

Насупрот томе традиционално решење са гасним котлом и агрегатом за хлађење воде исте расхладне снаге кошта 17.500 €.

Са истим бројем радних часова и при пуном оптерећењу уређаја експлоатациони трошкови за традиционални систем износе 5.410 €.

Разлика у инвестиционим трошковима је 16.250 € која се отплати захваљујући разлици у експлоатационим трошковима за 8 година.

Поред ове погодности и трошкови одржавања за гасну топлотну пумпу су мањи.

Овом калкулацијом нису обухваћене предности гасних топлотних пумпи и утицај на смањење трошкова експлоатације код рада на редукованом оптерећењу, као ни трошкови изградње котларнице и димњака при извођењу традиционалног решења (агрегат за хлађење воде + гасни котло).

Преглед остварених резултата на инсталацији у Врчину

Рад система је епраћен у периоду од 22. децембра 2008. до 22. децембра 2009. године.

Укупна потрошња гаса на годишњем нивоу је износила 6983 Nm³ за потребе грејања, хлађења и припреме санитарне топле воде за објекат површине 1065 m² и запремине 3850 m³.

Према интегрисаном бројачу сати рада у овом периоду гасна топлотна пумпа је радила 1609 сати.

Максимална потрошња гасне топлотне пумпе је 5,57 Nm³/h гаса у режиму хлађења и 5,63 Nm³/h гаса у режиму грејања. Уколико занемаримо утрошену количину гаса у гасном котлу снаге 22 kW за припрему санитарне топле воде добићемо просечну потрошњу гасне топлотне пумпе од 4,34 Nm³/h гаса.

Према познатом броју запослених, њиховом радном вермену и запремини резервоара за санитарну топлу воду може се проценити да је гасни котло радио око 133 сата за годину дана и потрошио 366 Nm³ гаса. Када од укупне годишње потрошње гаса одузмемо процењену потрошњу гасног котла долазимо до просечне потрошње гасне топлотне пумпе од 4,11 Nm³/h гаса.

Стварни експлоатациони трошкови за гасну топлотну пумпу расхладне снаге од 71 kW за период рада од годину дана на објекту ОРСИМ у Врчину износе 1.890 € за гас и 235 € за електричну енергију.

За прва три зимска месеца 2010. године топлотна пумпа је радила 881 сат и том приликом потрошила 2778 Nm³ гаса па просечна потрошња износи само 3,15 Nm³/h гаса.

У следећих месец дана, односно у периоду од 23. марта до 28. априла 2010. топлотна пумпа је радила 61,6 сати и том приликом потрошила 177,1 Nm³ гаса па просечна потрошња износи само 2,875 Nm³/h гаса.

Закључак

Потрошња електричне енергије расте из године у годину због промене климатских услова и све веће потребе за климатизацијом пословних и стамбених објеката. Потрошња електричне енергије у нашој земљи у летњем периоду се изједначила са потрошњом у зимском периоду због уграђених климатизера. Уградњом, односно применом гасом погоњених топлотних пумпи би се значајно смањила тежња ка порасту потрошње електричне енергије, а самим тим и емисије CO₂.

Емисија CO₂ у атмосферу је чак четири пута мања приликом коришћења гасом погоњених топлотних пумпи у односу на грејање електричном енергијом, а 40% мања у односу на грејање котлом на гас.

Како је примена Кјото протокола приоритетна у Европи па и у целом свету, то се у Европској Унији предвиђа смањење емисије CO₂ за 8% у периоду од 2008. до 2012. године. То је јак мотив за повећање енергетске ефикасности агрегата за хлађење воде и топлотних пумпи и примену гасом погоњених топлотних пумпи.

Литература

- [1] Lazzarin, R., Noro, M., District Heating and Gas Engine Heat Pump: Economic Analysis Based on a Case Study, *Appl Thermal Eng.*, 26 (2006), 2-3, 193-199
- [2] Hepbasli, A., *et al.*, A Review of Gas Engine Driven Heat Pumps (GEHPs) for Residential and Industrial Applications

Abstract

Increase of Heat Pump Energy Efficiency by Using Gas Engine to Drive the Refrigeration Compressors – Examples from Practice

by

*Slobodan PEJKOVIĆ**, and *Vladimir ŽIVANOVIĆ*

Filter Frigo d. o. o., Belgrade, Serbia

One of the “pure” primary fuel is natural gas whose natural reserves and consumption in the world have shown significant growth at the end of the 20th century. Environmental requirements and the Kyoto Protocol obligations put natural gas in front of the other primary energy sources.

Air-conditioning and heat pumps that use the gas engine to drive the refrigeration compressors were made in Japan after the second world oil crisis in year 1973 when the growing electricity needs led to the situation that plants were unable to track the market needs. Japanese Ministry of International Trade and Industry, launched in 1981, made connection between the associations for developing technologies of cooling gas engines that are using natural gas as fuel sources, and manufacturers of air conditioning equipment. As a result, in Japan in year 1987 began production of natural gas driven air conditioners and heat pumps.

Electricity consumption is growing year by year due to climate change and growing demand for air conditioning business and residential facilities. Power consumption in our country in the summer is equal to consumption in the winter because huge number of air conditioners installed.

The paper presents the heat pump, a product of AISIN from Japan that is used for air conditioning in the building “ORSIM” in Vrčin. This is the first such installations were carried out in Serbia and is in operation since December 2008. This paper aims to show the advantages of gas-driven heat pump in comparison to heat pumps with refrigerant compressors powered by electric motors.

Key words: *heat pump, refrigeration compressor, gas engine, energy efficiency*

* Corresponding author; e-mail: filfrigo@eunet.rs

Рад примљен: 11. априла 2011.
Рад ревидиран: 24. маја 2012.
Рад прихваћен: 3. јуна 2012.