

До:
Наставно Научниот Совет на
Машински Факултет – Скопје
Универзитет “Св. Кирил и Методиј”

Предмет: Пријава на тема за магистерска работа
Наслов на темата: Енергиска ефикасност кај клипните и завојните ладилни
компресорски агрегати
Институт: Термичко инженерство
Кандидат: Васил Цицонков, дипл. маш. инж.

1. Образложение на темата
2. Цели на истражувањето
3. Методологија на истражувањето
4. Очекувани резултати
5. Предлог за ментор
6. Литература

Подносител на пријавата:

Скопје, 17.09.2009

Васил Цицонков, дипл. маш. инж.

1. Образложение на темата

Секоја ладилна машина има најмалку четири главни елементи. Таа се состои од: испарувач во која се одзема топлина од околината, кондензатор во кој се предава топлина на околината, експанзионен уред во кој се врши придушување (експандирање) на ладилниот медиум од притисок на кондензација до притисок на испарување и компресор во кој се врши компримирање и подигнување на температурното ниво на ладилниот медиум.

Срцето односно главниот елемент на секоја ладилна машина е компресорот. Генерално, компресорите се машини кај кои при нивно снабдување со енергија, електрична енергија преку електромотор, гас од турбина или сл., се врши компримирање на ладилниот флуид со цел зголемување на неговиот притисокот. Вакви компресори имаат широка примена, тргнувајќи од домашни ел. уреди како што се фрижидери, клима уреди па се до големи компресорски ладилни станици во индустријата.

Перформансите на еден компресор зависи од балансот направен при конструирањето ограничено од карактеристиките на ладилниот медиум, самиот компресор и електромоторот притоа обидувајќи да се постигне следново:

- долг век на траење при минимално одржување
- најголем ладилен капацитет при најмала ангажирана моќност
- најмала цена на чинење
- голем опсег на примена
- прифатливо ниво на бучава и вибрации.

Ладилните компресори се поделени во две групи според начинот на вршење на компримирањето: волуменски (клипни, ротациони, завојни) и струјни (центрифугални) компресори. Компресорите може да се поделат и на едностепени и повеќестепени или според електромоторот на електрични и механички. Поделба може да се направи и според изведбата на електромоторот на херметички, полухерметички и отворен тип. Најефикасен начин за споредување на ефикасноста на ладилните компресори во различни услови на работа претставува ладилниот фактор ϵ или почесто применуваниот израз COP ("Coefficient of Performance"). COP е бездимензионален број кој претставува однос на ладилниот капацитет со ангажираната моќност.

$$COP = Q_o / P_e (W/W)$$

Бидејќи капацитетот и ангажираната моќност варира со промена на условите на работа (температура на кондензација/испарување), вредноста на COP исто така се менува.

Во денешно време од голема важност е рационалното искористување на електричната енергија. Според статистиката во светот, во 2006 година, 85% од целата енергија која е произведена спаѓа на согорување на фосилни горива. Според фактот дека со согорување директно се врши загадување на животната средина, од големо значење е рационално користење на ел. енергија преку аплицирање на што повеќе енергиски ефикасни системи. Од вкупното количество на енергија што се користи во светот, 25% спаѓа на енергија потрошена во системите за ладење и греење. Ако се знае дека скоро сите ладилни машини содржат компресор, исто и кај топлинските пумпи кои всушност претставуваат реверзибилни ладилни машини и се користат како системи за греење, тогаш се наметнува потребата од изнаоѓање на ладилни компресорски системи и агрегати со што поголема енергиска ефикасност.

2. Цели на истражувањето

Компресорот има најголемо влијание во една ладилна машина. Тој претставува главниот енергиски потрошувач во еден ладилен систем и од неговите перформанси во голема мера зависи ефикасноста на системот. Во магистерскиот труд, како најупотребувани во системите за ладење, ќе се анализираат клипните и завојните компресори и компресорски агрегати.

Секој компресор, како баланс помеѓу теоретската моќност, условите во кои работи и загубите кои се јавуваат во работата, за секој компресионен однос има одредена вредност на коефициент на корисно дејство. Овој коефициент директно влијае на работната карактеристика на компресорот и компресорскиот агрегат и ја одредува неговата енергиска ефикасност. Тој коефициент е показател за ефикасноста на компресорот во однос на капацитетот кој го дава и потрошената работа. Отстапувања од идеалната работа на компресорите е тешко да се проучува одделно. Меѓутоа може овие отстапувања да се групираат и да се поделат во одделни категории. Нивниот ефект врз идеалната работа на еден компресор се карактеризира со следните коефициенти на ефикасност: волуменски коефициент на ефикасност, индикаторски коефициент на корисно дејство, механички коефициент на корисно дејство, ефективен коефициент на корисно дејство.

Како главна цел на истражувањето ќе претставува ефективниот коефициент на корисно дејство (η_{ef}) кој ја прикажува вкупната ефикасност на работа на компресорот земајќи ги предвид сите реални загуби што се јавуваат при процесот на компримирање:

$$\eta_{ef} = P_t / P_e = \eta_i \eta_m, \text{ каде што}$$

P_t (W) – теоретска моќност при идеални услови

P_e (W) – ефективна моќност на вратилото или моторот на компресорот

η_i – индикаторски коефициент на корисно дејство

η_m – механички коефициент на корисно дејство

Од температурните режими ќе се издвојат компресионите односи и ќе се направи анализа на нивно влијание врз ефективниот коефициент на корисно дејство. Тоа ќе послужи за формирање на една база со податоци, со резултати за различни типови на компресори и креирање на еден графички приказ кој ќе ја прикажува зависноста на компресиониот однос со температурите на кондензација и испарување.

Ефективната ефикасност претставува однос на работата која е потребна за изентропска компресија на гасот со работата која се ангажира на вратилото или моторот на компресорот. Некои автори оваа ефикасност ја нарекуваат и изентропска ефикасност на компресорот. Производителите на компресори, преку прецизни мерења во лаборатории ги одредуваат вредностите на компресорите кои се објавени во нивните каталози. Како една од целите на истражувањето ќе биде и наоѓање на математички полиноми со кој ќе може да се симулираат различни услови на работа на компресорите. Вредностите кои би се добиле ќе бидат споредени со објавените податоци од самите производители и ќе биде проверена точноста на полиномите. Овие полиноми понатаму ќе послужат за многу различни симулации во различни работни услови на компресорите и добивање на детална анализа за одредени модели на компресори.

Голема улога на ефикасноста на компресорот имаат и термодинамичките величини на ладилните флуиди. Ладилните флуиди се медиуми преку кои се врши трансферот на топлинската енергија во компресионите ладилни машини. Тие ја апсорбираат топлината од една средина (на пр. климатизиран простор) и ја исфрлаат во друга средина (на пр. надворешна околина), тоа го прават преку процесите на испарување односно

кондензација. За пронаоѓање на термодинамичките величини на ладилните флуиди ќе се користи равенката на Martin-Hou (1995 год.) која е во доста сложена форма. Целта ќе биде да се изнајде математички модел со кој ќе може при различни температури и специфичен волумен на флуидот да се пресметаат термодинамичките величини. Овие величини понатаму ќе се користат за пресметка на ефективниот коефициент на корисно дејство.

3. Методологија на истражувањето

За познат компресор, главните параметри се познати, како што се: број на цилиндри, број на вртежи според електромоторот, од' на клипот, теоретскиот волумен на компримирање итн. Работната карактеристика на компресорот може да се пресметка преку ладилниот капацитет и температурите на испарување и кондензација. Преку користење на математички формули за волуменскиот коефициент на ефикасност, ладилниот циклус и протокот, ќе се креира математички модел кој ќе се искористи како база за компјутерска програма со користење на некој програмски пакет (Mathlab или сл.) Со таа апликација понатаму ќе можат да се направат пресметки и ќе се добие детална анализа за голем број на постоечки компресори и компресорски агрегати во зависнот од најразлични компресиони односи, температури на кондензација и испарување и капацитети.

4. Очекувани резултати

Наоѓање на математички модели – равенки за пресметка на η_{ef} во зависнот од различни реални услови на работа во секојдневна употреба. Добивање на детален приказ кој ќе служи за детална анализа и избор на најсоодветен компресор од енергиски аспект за апликацијата за која е потребен. Модел кој ќе послужи за анализа и за во иднина на нови модели на компресори во ладилните системи. Со постоење на прецизен модел ќе може да се симулираат и услови и капацитети кои не се дадени во каталозите од производителите, а кои се јавуваат во реалната работа на агрегатите. Исто така моделот ќе биде универзален и со него ќе може да се анализираат сите постоечки компресори со познати главни параметри и ќе може да се споредуваат компресори од различни производители во исти услови на работа.

5. Предлог за ментор

За ментор на магистерскиот труд се предлага Проф. д-р Милан Шаревски.

6. Литература

1. "ASHRAE Handbook – Fundamentals", American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, USA, 2009.
2. "ASHRAE Handbook Heating, Ventilating and Air-Conditioning Systems and Equipment", ASHRAE, USA, 2008.
3. Черепналковски И. "Компресори", Машински факултет, Скопје, 1996.
4. Шаревски М. "Прирачник од предавања за предметот Компресори" Машински факултет, Скопје
5. Recknagel, Sprenger "Taschenbuch fur Heizung + Klimatechnik", R. Oldenbourg Verlag GmbH, Munchen, 2002.
6. Блажевски А. "Термодинамика", Машински факултет, Скопје, 1999.
7. Цицонков Р. "Refrigeration – Solved Examples", Машински факултет, Скопје, 2004 (English edition).
8. Черепналковски И. "Ладилна Техника", Машински факултет, Скопје, 1995.
9. Gartner, Jagodic, Kavcic, Vranicar "Prirucnik za Rashladnu Tehniku", Loske Tovarne Hladilnikov, Skofja Loka.
10. Шурлежанска С. "Нумеричка математика и употреба на дигитални сметачки машини", Машински факултет, Скопје, 1979
11. Fearon, J., "Vapour compression systems, their complexities, control and equilibrium", Refrigeration and Air Conditioning, 1980, no. 12, 28-34.
12. Rozenfeld, L., Vorobev, I., "Equilibrium characteristics of refrigerating machines", Holodilnaja tehnika, 1972, no. 1, 39-43.
13. Grollius, H. and all, "Computer modelling of the performance of centrifugal water chillers in mine refrigeration installations", International Journal of Refrigeration, 1987, no. 1, 49-52.
14. Chan, C., Haselden, G., "Computer-based refrigerant thermodynamic properties, Part 1, 2 and 3", International Journal of Refrigeration, No. 1, 2 and 3, 1981.
15. Frenkel, M., "Piston Compressors", Masinostroenie, Leningrad, 1969.
16. Bikov, A., "Refrigerating Compressors", Legkaja i Pishtevaja Promishlenost, Moscow, 1981.
17. Kondrateeva, T.F., Isakov, V.P., "Piston Compressors", Masinostroenie, Leningrad, 1983
18. Grasso софтвер за избор на компресори "Comsel 3.8.0.0"
19. Bitzer софтвер за избор на компресори "Bitzer Software 5.0"
20. I.C.I., Техничка документација за HFC ладилни флуиди.