

До:  
Наставно научниот совет на  
Машински Факултет Скопје  
Универзитет “Св. Кирил и Методиј”

<b>Предмет:</b>	Пријава на тема за магистерска работа
<b>Наслов на темата:</b>	Работни карактеристики на хоризонтални цилиндрични кондензатори
<b>Институт:</b>	Термичко инженерство
<b>Кандидат:</b>	Самоил Цицонков, дипл. маш. инж.
<b>Ментор:</b>	проф. д-р. Милан Шаревски

#### **- Образложение на темата**

Кондензаторот е еден од четирите главни елементи во една ладилна машина. Тој претставува топлински разменувач преку кој се предава сета топлина на околината. Оваа топлина е збир од одземената топлина од просторот кој што се лади и топлината од потрошената работа за погон на компресорот. Компресорот компримира гас под висок притисок и температура во кондензаторот, кој ја предава топлината од гасот на некој друг медиум, притоа компримираниот гас кондензира (се втечнува). Вообичаени топлоносители, со кои топлината превземена од ладилниот медиум во кондензаторот се предава на околината, се: вода од затворени циркулациони системи, бунари, реки, воздух и нивна комбинација. Кога се во прашање инвестионите трошоци машините за ладење со водено ладени кондензатори се поскапи, но во експлоатација се далеку поекономични поради пониската температура на кондензација.

Наједноставната поделба може да се изврши спрема медиумот за ладење: водено ладени, воздушно ладени или евапоративни (комбинација од воздушно и водено ладени).

Овие топлински разменувачи не се комплицирани за изработка како другите елементи на ладилната машина, технологијата за изработка најчесто е евтина и едноставна. Немаат никаков механички погон, ниту делови што се движат, има струење на два флуида кои се движат од други делови надвор од кондензаторот (пумпи).

Основен проблем кај кондензаторите е пресметка на основните димензии, кои не зависат само од топлиноразменувачката површина. Тешкотиите кои настануваат при избор на овие елементи доаѓаат од сложените процеси на топлиноразмена, потребно е да се познава конфигурацијата на струењето и

геометриското влијание за добивање на оптимална конструкција на кондензаторот.

Хоризонталниот цилиндричен кондензатор (shell and tube) е најприменуван кондензатор ладен со вода. Тој е погоден за средни и големи топлински капацитети.

Кај хоризонтално цилиндрични кондензатори во кои ладилниот медиум кондензира од надворешната страна на цевките, односно во меѓуцевкиниот простор, коефициентите на топлинопредавање од страна на ладилниот медиум и од страна на водата се пресметуваат од изрази добиени по експериментален пат, меѓутоа засновани врз теоријата за пренос на топлина и теоријата за сличност на појавите при пренос на топлина.

Изборот на типот на кондензатор зависи од топлинскиот капацитет на кондензаторот  $Q_k$ , проектната температура на водата  $t_{w1}$  или воздухот  $t_a$ , климатските услови, односно температура на влажен термометар  $t_{wb}$ , капацитетот на изворот за вода за ладење, ладилниот медиум и времетраење на експлоатација во текот на годината.

Еден кондензатор треба да ги исполни условите:

- едноставна конструкција
- лесно одржување и добар пристап до деловите
- издржливост на притисок и температура
- можност да работи и при режим греење
- компатабилност на материјалите и добро заптивање
- температурно приближување

Тоа е разликата помеѓу влезната и излезната температура на водата за ладење.

Утврдено е дека т.н. конфигурација на струењето во кондензаторот влијае на ефективната температурна разлика помеѓу работните флуиди, а на коефициентот на топлинопредавање најмногу влијае обликот и распоредот на цевките и брзината на струење. Брзината на ладилниот медиум, зависи од бројот на премини и површината на пресекот на цевниот сноп.

Хоризонталниот цилиндричен кондензатор се состои од: цилиндрична обвивка, две цевкини плочи, сноп цевки и две капачки. Повеќецевкиниот сноп со своите краеве е вграден во цевкините плочи и се потпира на цевкини меѓуплочи, чиј број зависи од должината на кондензаторот.

Прегреаната пара на ладилниот медиум од компресорот се воведува во кондензаторот од неговата горна страна. Кај поголемите кондензатори се вградува парен распределител. Парата кондензира во голем обем од надворешната страна на цевките, во меѓуцевниот простор. Течната фаза на ладилниот медиум се одведува долната страна на цилиндарот или преку лонец за масло.

Водата се воведува во кондензаторот од долната страна на една од капачките, струи од внатрешната страна на цевките во повеќе одови и обично се изведува од горната страна на истата капачка преку која е воведена.

## - Цел и методологија на истражувањето

Целта на овој магистерски труд е пресметување на работната карактеристика на хоризонтално цилиндричен кондензатор при различни услови на работа (проток на вода, брзина на вода, влезно/излезна температура на вода), коефициентот на топлинопредавање при кондензација (од страна на ладилниот медиум)  $\alpha_R$ , коефициентот на топлинопредавање од страна на водата  $\alpha_w$  и вкупниот коефициент на топлинопроаѓање  $k$ .

Постојат два начина за наоѓање на работна карактеристика на ладилен систем или некој од компонентите: кондензатор, компресор, испарувач. Едниот е експериментален со мерење на вредности на веќе произведени компоненти, а вториот е со математичка симулација. Двата метода имаат предности и недостатоци. Во овој труд ќе биде разработен математичкиот модел со кој се покажува дека може да се предвидат работните карактеристики на хоризонтално цилиндричен кондензатор.

Во топлинската пресметка на кондензаторот се јавува голем проблем при пресметката на коефициентот на топлинопредавање при кондензација на ладилниот медиум. Имено, равенката за топлинопредавање од страна на ладилниот медиум (при кондензација) е во имплицитна форма и треба да се решава со итерации, а тоа повлекува повеќе време за решавање и непрецизност на резултатите.

Овој проблем може ефектно и точно да се реши со примена на компјутерска програма. Затоа, потребно е првин да се состави математички модел во кој ќе треба да се вгради некој нумерички метод. Во овој магистерски труд тоа е Њутн – Рафсоновиот метод. На основа на развиениот математички модел потоа ќе може да се состави соодветна компјутерска програма со која ќе може да се симулираат различни работни режими.

Компјутерскиот програм овозможува голема флексибилност за анализа на различни перформанси при различен дизајн, изведба, топлинска размена до работна карактеристика на кондензаторот. Една од тие анализи е како влијае промената на протокот на вода (брзина на вода) на топлинската размена односно на капацитетот на кондензаторот. Друга можност е да се види влијанието на топлинските отпори на вкупниот коефициент на топлинопредавање и капацитетот на кондензаторот.

## **- Очекувани резултати**

Во кондензаторот се одвиваат сложени процеси на топлинопредавање со различни коефициенти. Поради долгата процедура со многу итерации и повторување на постапката и сложен математички модел, математичката симулација се адаптира на правење на компјутерски програм.

Овој програм е универзален без разлика на производителот на опремата.

Со него многу брзо и лесно ќе може да се симулираат различни работни карактеристики на хоризонтално цилиндрични кондензатори. Сите влезни податоци може да се менуваат како дизајн, температурен опсег, проток на вода, топлински отпори итн..

Главната предност на овој компјутерски програм би била можноста да се предвидат работните карактеристики на одреден тип на хоризонтално цилиндричен кондензатор пред тој да се произведе. Исто така ќе може да се симулираат различни карактеристики на веќе постоечки кондензатор при други услови на работа, различни од номиналните.

Со менување на различни дизајни и параметри на работа ќе може да се оптимира правиот тип на кондензатор за системот за ладење.

## **- Предлог за ментор**

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

## **- Литература**

1. "ASHRAE Handbook – Fundamentals", American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, USA, 2005.
2. "ASHRAE Handbook – Refrigeration", American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, 2006.
3. Recknagel, Sprenger "Taschenbuch fur Heizung + Klimatechnik", R. Oldenbourg Verlag GmbH, Munchen, 2002.
4. Rikalovic Milan "Dobosasti razmenjivaci toplote", SMEITS, Belgrad, 2002.
5. Slipcevic, B., "Heat exchangers, with examples of refrigeration", SMEITS, Belgrade, 1989.
6. Блажевски А. "Термодинамика", Машински факултет, Скопје, 1999.
7. Цицонков Р. "*Refrigeration – Solved Examples*", Машински факултет, Скопје, 2004 (English edition).
8. Ciconkov, R., "Optimization of the refrigerating machines", Doctoral dissertation, University "Sv. Kiril and Metodij", Faculty of Mech.Eng., Skopje, 1986.

9. Ciconkov, R., Refrigeration Software (package of computer programmes), University "Sv. Kiril and Metodij", Faculty of Mech. Eng., Skopje, 1978-2001.
10. Черепналковски И. "Ладилна Техника", Машински факултет, Скопје, 1995.
11. Gartner, Jagodic, Kavcic, Vranicar "Prirucnik za Rashladnu Tehniku", Loske Tovarne Hladilnikov, Skofja Loka.
12. Шурлежанска С. "Нумеричка математика и употреба на дигитални сметачки машини", Машински факултет, Скопје, 1979
13. Fearon, J., "Vapour compression systems, their complexities, control and equilibrium", Refrigeration and Air Conditioning, 1980, no. 12, 28-34.
14. Rozenfeld, L., Vorobev, I., "Equilibrium characteristics of refrigerating machines", Holodilnaja tehnika, 1972, no. 1, 39-43.
15. 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.
16. Gulich J., "Computer programme for heat exchanger calculations", Sulzer Technical Review, 1972, no. 2.
17. Heinrich G., Krug W., 'Modellierung luft- und kältetechnischer prozesse, VEB Verlag Technik', Berlin, 1978.