

AN INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY PERFORMANCE  
OF  
A REFRIGERATING PLANT WITH PURE AND MIXED REFRIGERANTS

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเย็น  
เมื่อใช้ก๊าซยาทำความเย็นชนิดเดี่ยวและชนิดผสม

by

VIRAJ PATARADOOL

B.Eng., Chulalongkorn University, 1962



007046

THESIS

Submitted in partial fulfillment of the requirements  
for the Degree of Master of Engineering

in

The Chulalongkorn University Graduate School  
Department of Mechanical Engineering

Bangkok, Thailand

March, 1970

( B.E. 2513 )

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Engineering.

*T. Nilanidhi*

.....  
Dean of the Graduate School.

Thesis Committee



*P. Pattaboupe*.....Chairman.

*U. Chelitbhan*.....

*Sri. Subant*.....

*M. Charoenchit*

Thesis Supervisor

.....*M. Charoenchit*.....

Date ..*17/3/13*.....

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to acknowledge with pleasure for the help of Mr. J.F. Heward, Senior Lecturer in Mechanical Engineering of Advanced Engineering and Colombo Plan Team. He also takes this opportunity to thank Mr. M. Charoenchit for his suggestions and encouragement after Mr. Heward went back to England.

Thanks are extended to the Colombo Plan for supplying the refrigeration machine, and to the Chulalongkorn University Graduate School for providing the opportunity to undertake this work.



### ABSTRACT

More than 90 percent of refrigeration machines serving in industry and home are the vapor compression refrigeration system. The purpose of this work is to investigate the performance of the plant operating with "Dichlorodifluoromethane (R - 12)" and also "Monochlorodifluoromethane (R - 22)".

Among the "classical" refrigerants, ammonia, carbon dioxide, sulfur dioxide and methyl chloride, only ammonia is now employed in new plant. The others have been replaced by refrigerants of the fluorinated hydrocarbon type. The largenumbers of compounds possible of fluorinated refrigerants have been investigated, but not all of these are suitable as refrigerants. The principal compounds in use at present are: R-12, used in almost all domestic refrigerators and commercial plants; R-22, used in air-conditioning, commercial, and marine refrigeration.

A recent introduction is an azeotropic mixtures, such as, R-502 (a mixture of R-22 and R-115). Their properties and use are limited and not much carried out.

The second part of this work is to carry out the properties of a mixture of R-12 and R-22, and to find the best composition. The advantages and disadvantages of the composition compared with R-12 and R-22 are discussed.

บทย่อ

เครื่องเย็นที่ใช้ยู่ตามโรงงานและตามบ้านเรือนขณะนี้ จะมีมากกว่า ๘๐ % ที่ใช้ระบบ vapor compression refrigeration จุดประสงค์ข้อหนึ่งของงานที่ทำนี้คือการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเย็นเมื่อใช้น้ำยาทำความเย็น R-12 และ R-22

น้ำยาทำความเย็นที่เคยใช้กันมาก่อน เช่น ammonia, carbon dioxide, sulfur dioxide และ methyl chloride ขณะนี้ถึงเหลือแต่ ammonia เท่านั้นที่ยังใช้กันอยู่ ส่วนชนิดอื่น ๆ นั้นได้เปลี่ยนมาใช้ยาจำพวก fluorinated hydrocarbon น้ำยาจำพวกนี้มีมากมายหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากขณะนี้ ได้แก่ R-12 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กันยู่เป็นชนวนในตู้เย็นตามบ้าน และเครื่องเย็นตามร้านค้า กับ R-22 ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้กับเครื่องปรับอากาศ เครื่องเย็นตามร้านค้าและในเรือ

ปัจจุบันนี้ มีการผลิตน้ำยาพวก azeotropic mixtures เช่น R-502 ซึ่งเป็นส่วนผสมของ R-22 กับ R-115 แต่ยังไม่นิยมใช้กันกว้างขวางนัก

ส่วนที่สองของงานนี้ คือการทดลองหาคุณสมบัติของสารผสม R-12 กับ R-22 และหาส่วนผสมที่ดีที่สุด เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับ R-12 และ R-22

CONTENTS

	<u>PAGE</u>
TITLE .....	i
THESIS APPROVAL .....	ii
ACKNOWLEDGEMENT .....	iii
ABSTRACT .....	iv
<b>CHAPTER 1 REFRIGERATION CYCLES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Principles of Refrigeration .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 The Carnot Cycle .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 The Simple Saturated Refrigeration         Cycle .....</b>	<b>7</b>
1.4.1 The Expansion Process .....	9
1.4.2 The Vaporizing Process .....	10
1.4.3 The Compression Process .....	11
1.4.4 The Condensing Process .....	13
<b>1.5 The Actual Refrigerating Cycle .....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Mathematical Analysis of Vapor Com-         pression Refrigeration .....</b>	<b>18</b>
1.6.1 Refrigerating Effect .....	18
1.6.2 Refrigerant Flow Rate .....	18
1.6.3 Theoretical Horsepower .....	19
1.6.4 Piston Displacement .....	19
1.6.5 Coefficient of Performance .....	20
1.6.6 Volumetric Efficiency .....	21



CHAPTER 2	REFRIGERANTS AND MIXTURES .....	23
2.1	Introduction .....	23
2.2	Common Refrigerant .....	23
2.3	Desirable Properties for An Ideal Refrigerant .....	25
2.4	Freon-12 .....	26
2.5	Freon-22 .....	29
2.6	Comparative Refrigeration Performance	30
2.7	Chemical Compounds of Halogenated Hy- drocarbon Refrigerants .....	32
2.8	Mixtures and Solutions .....	37
2.8.1	The Composition of Solutions .....	37
2.8.2	Vapor Pressure of Ideal Solutions ...	39
2.8.3	Vapor Pressure of Non-Ideal Solutions .....	42
2.8.4	Vaporization and Condensation of Mixtures .....	43
2.8.5	Miscibility of Solutions .....	45
CHAPTER 3	EXPERIMENTS ON REFRIGERATION PLANT WITH "FREON-12" REFRIGERANT CHARGED .....	48
3.1	Description of Apparatus .....	48
3.1.1	Compressor .....	48
3.1.2	Dynamometer .....	48
3.1.3	Condenser .....	51
3.1.4	Constant Pressure Regulator .....	51
3.1.5	Secondary Refrigerant Calorimeter ...	54
3.1.6	The Accessories .....	54

3.2	Test Procedure .....	57
3.3	Test Results .....	59
CHAPTER 4	EXPERIMENTS ON REFRIGERATION PLANT WITH "FREON-22" REFRIGERANT CHARGED .....	60
4.1	Description of Apparatus .....	60
4.1.1	High Vacuum Pump .....	60
4.1.2	Charging Valve and Pressure Gage ...	60
4.1.3	"Freon-22" Refrigerant Container ...	60
4.2	Test Procedure .....	60
4.3	Test Results .....	62
CHAPTER 5	EXPERIMENTS ON REFRIGERATION PLANT WITH MIXED "FREON-12" AND "FREON-22" REFRIGERANT CHARGED .....	63
5.1	Description of Apparatus .....	63
5.2	Test Procedure .....	63
5.3	Test Results .....	63
CHAPTER 6	DISCUSSION AND CONCLUSION .....	65
6.1	Performance of Refrigerating plants.	65
6.2	Best Composition of Mixed R-12 and R-22 Refrigerant .....	68
6.3	Advantages Compared With R-12 .....	69
6.4	Advantages Compared With R-22 .....	70
APPENDICES	.....	72
-	Appendix I Test Data .....	73
-	Appendix II Sample of Calculation ....	79
-	Appendix III Results of Experiments ...	84



- Appendix IV	Photo_graphic Illustration	102
- Appendix V	References .....	107