Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
Foundation of Technical Education
Technical College-Baghdad

Experimental Study of Waste Heat Adsorption Air Conditioning Cycle

**The Thesis
Submitted to Council of Technical
College/Baghdad as Partial Fulfillment
of the Requirements for the Degree of
Master of Technology in Thermal Engineering Technology**

By

ALI HUSSIEN JABBAR

SUPERVISED BY

Dr. Abdul Hadi N. Khalifa
Asst. Prof.

Dr. Jamal Abbas Muhsin
Lecturer

April 2010 Rabea AL-Thani 1431

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
هيئة التعليم التقني
الكلية التقنية/ بغداد

دراسة تجريبية لدورة تكييف امتزازي تعتمد في عملها على الطاقة الحرارية الضائعة

رسالــة مقدمــة

إلى مجلس الكلية التقنية- بغداد وهي جزء من
متطلبات نيل شهادة الماجستير التقني في اختصاص
تقنيات هندسة الحراريات

من قبل الطالب
علي حسين جبار

بإشراف

د.عبد الهادي نعمة خليفة
أستاذ مساعد

د.جمال عباس محسن
المدرس

ربيع الثاني ١٤٣١

نيسان ٢٠١٠

Acknowledgement

I feel obliged to present my great thanks and gratitude to people who kindly and patiently helped me in my research, first of whom are my supervisors Dr. Abdul Hadi N. Khalifa and Dr. Jmmal Abbas Muhsin by their advice and instructions.

Best thank and grateful appreciation to Dr. Moneer H. AL-Saadi Dean of Technical Collage Baghdad, Prof. Dr. Kamal Mustafa Kamal, Head of the Techniques Engineering of Refrigeration and Air-conditioning Department, Dr. Walaa W. Jameel Dean Deputy for postgraduate & Scientific Research.

Also I would like to record my great appreciation to the staff of Air conditioning in the Technical College Baghdad, Dr. Johain Jodat F., Dr. Fawzea M. Hassan, Mr. Thabet Jamal, Mr. Mohamed Abdul Rhmaan. and Mr. Hassan J. Fadiel

Also I would like to record my great appreciation to:

-Dr. Ahmed A. Dean

-Mr. Asaum J.

-Mr. Maheer K.

-Mr. Dhia M. Jafar

-Mr. Mouhned H.Mousa.

Finally, my family and my friends deserve pure thanks and appreciation for their support during this research course.

Ali Hussien Jabbar

Abstract

Air conditioner system that can recover waste heat at low and high temperature levels, such as adsorption machines can be an interesting alternative for traditional automobile air conditioner system. Depending on this proposal an experimental and theoretical works are achieved. In the experimental work an adsorption air conditioner unit is designed and built, the adsorption air conditioner consists of two beds, each bed is built from two concentrating copper tube the inner tube is $162cm$ in length and $5cm$ diameter while the outer tube is $150cm$ in length and $10cm$ in diameter, the inside surface of outer tube and the outside surface of inner tube are covered by activated carbon grains, the two activated carbon layers are separated by a $0.5cm$. space to allow methanol vapour to flow.

In addition there is an outer metal pipe surrounded the bed. To complete the adsorption air conditioner unit, an evaporator and condenser are connected to the two beds. Exhaust gases are simulated using a propane burner, the hot gases in the temperature range of 80^oC to 140^oC are used to heat the beds. There are two passes for hot gases, the first on is through the inner copper tube, while the second bath is through the outer metal pipe, thus the bed is heated from inside and outside.

The experimental work showed that there is a strong relation between the hot gas temperature that is used to heat the bed, and the chilled water temperature, this relation is limited as the hot gases temperature reaches 120^oC, for this work as the hot gases temperature increases to more than 120^oC, the whole cycle time increases, the chilled water temperature increases slightly while the cycle COP reduces. Thus the best hot gases

temperature for this work is 120^oC. The minimum chilled water temperature obtained is 7.6^oC, this chilled water is supplied to a fan coil unit, which can maintaine a constant temperature of 24.4^oC a inside space of 600 Watt load. The maximum cycle COP is about 0.31 when the hot gas temperature is 120^oC.

In the theoretical work a thermal analysis to the bed is achieved, so, the temperature distribution with time in the bed during the heating, cooling, heating/desorption and cooling/adsorption processes is provided. A physical and mathematical models are proposed and the effective parameters for the desorption and adsorption bed are determined. Then, the numerical solution obtained is compared with the experimental data. The comparison showed that there is a reasonable similarity between the experimental and theoretical result. The difference between the theoretical and experimental operating cycles are due to ignoring the valves in the theoretical model.

الخـــلاصـــة

لقد تم في هذا البحث الاعتماد على إلية التثليج بالامتزاز في إيجاد بديل مناسب لأجهزة التكييف الهواء التقليدية التي تعمل في الحافلات و الشاحنات المكيفة, حيث اعتمد على الحرارة الضائعة من غازات العادم عند مستويات منخفضة أو مرتفعة لدرجات الحرارة كطاقة بديل للطاقة التقليدية المعتمدة كالوقود.

لقد اشتمل البحث على جانبين نظري وعملي تجريبي, في الجانب التجريبي تم تصميم وبناء وحدة تكييف امتزازية تتألف من مولدي بخار, كل مولد بخار صنع من أنبوبين من النحاس متداخلين في ما بينهما, قطر الأنبوب الداخلي $5cm$ وطوله $162cm$ إما الأنبوب الخارجي فقطره $10cm$ وطوله $150cm$, تم تغطية السطح الخارجي للأنبوب الداخلي بطبقة من الكاربون النشط وتغطية السطح الداخلي للأنبوب الخارجي بطبقة أخرى يتم الفصل بين الطبقتين بفراغ سمكه 5mm للسماح لغاز الميثانول بالتغلغل في جميع أجزاء المولد, يتم وضع مجموعة الانابيب داخل أنبوب حديدي بقطر $15cm$.

بالإضافة إلى ذلك فان المنظومة الامتزازية احتوت على مكثف, مبخر, خزان لتجميع الماء المبرد ومجموعة صمامات. تم تمثيل غازات العادم باستخدام هواء مع مشعل لتوليد الحرارة المطلوبة, وكان المدى الذي عملت عليه درجات الحرارة من 80^oC الى 140^oC, يمر الهواء الساخن خلال منفذين الأول داخل الأنبوب الداخلي والأخر خارج الأنبوب الخارجي لذا فان عملية التسخين للمولد تتم من الداخل للخارج ومن الخارج للداخل.

وجد خلال البحث ان العلاقة طردية بين درجة حرارة الهواء الساخن وبين درجة حرارة الماء التي يتم الحصول عليها, ان اقل درجة حرارة للماء البارد تم الحصول عليها كانت 7.6^oC عندما كانت درجة حرارة الهواء الساخن 120^oC.

يتم تدوير الماء البارد بواسطة ملف ومروحة في حيز احتوى على مصابيح بقدرة 600Watt كحمل افتراضي حيث تبين إن اعلي معامل أداء تم الحصول عليه عندما كانت درجة حرارة الهواء الساخن 120^oC هو0.31. إن أعظم نسبة لكتلة الميثانول بالنسبة لكتلة الكاربون المنشط تم الحصول عليها هي 0.17 .

اما في الجانب النظري فتم التحليل الحراري للمولد لعمليات التسخين مع رفع الضغط, التسخين مع الازالة, التبريد مع خفض الضغط, التبريد مع الامتزاز وإيجاد الزمن الضروري لكل عملية. كما وتم استنتاج المعادلات الحرارية و الفيزيائية الضرورية للعمليات المتنوعة كعملية الإزالة أو الامتزاز.

وبالتحليل العددي الضروري لهذه المعادلات تم استنتاج السلوك العام للإجراءات ولمخططاتها ومقارنتها مع ما موجود من بيانات تم الحصول عليها في الجانب العملي لنستنتج إن الشكل العام للإجراءات الأربعة متشابه باختلاف بسيط تمثل بوجود الصمام بين المولد و المكثف في الجانب العملي حيث تم تجاهله في الجانب النظري.