جامعة الموصل

كلية الهندسة

استغلال الطاقة الحرارية المصاحبة لغازات العادم في منظومة تثليج امتصاصية

زهراء رياض محمود داؤد

رسالة ماجستير علوم في

الهندسة الميكانيكية / هندسة الحراريات

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور
عدنان محمد عبد الله الصفاوي

الدكتور
أحمد فتاح أحمد

1443 هـ

2022 م

الخلاصة

يتضمن البحث إجراء دراسة نظرية وعملية للتحقق من إمكانية تشغيل منظومة تثليج امتصاصية تستخدم محلول (بروميد الليثيوم – ماء) تعمل بإستغلال الطاقة المتبددة مع غازات العادم من محرك احتراق داخلي في ظروف تشغيل مختلفة لكل من المحرك (بدون حمل، حمل 33%، حمل 66%، حمل 100%) وسرعات دورانية للمحرك تتراوح من (1250 إلى 2500 دورة/دقيقة) ومنظومة التثليج لدرجة حرارة المكثف و وعاء الامتصاص (35، 40، 45 درجة مئوية) و المبخر (4، 8، 12 درجة مئوية) . و من أجل أن تكون الدراسة قريبة من الواقع استخدمت (النتائج التجريبية المستحصلة) من تشغيل محرك احتراق داخلي مختبري رباعي الاشواط ذي اربعة اسطوانات (درجات حرارة غازات العادم، معدل الجريان الكتلي للهواء و الوقود، قياس الحمل على المحرك، سرعة المحرك) في محاكاة منظومة التثليج الامتصاصية ، ودراسة تأثير بعض العوامل التشغيلية للمحرك (الحمل و عدم الحمل و سرعة المحرك) و لمنظومة التثليج في معامل أداء المنظومة، وذلك باستخدام برنامج حل المعادلات الهندسية (EES).

برنامج حل المعادلات الهندسية (EES) هو برنامج عام لحل المعادلات الجبرية غير الخطية والمعادلات التفاضلية والتكاملية. باستخدام هذا البرنامج ، يمكن الحصول على الانحدارات الخطية وغير الخطية ، وتحويل الوحدات المختلفة إلى بعضها البعض ، والميزة الرئيسية لـ EES هي قواعد بياناتها الديناميكية الحرارية والتحويلية الدقيقة للغاية التي يمكن استخدامها لحل المعادلات المختلفة بطرق مختلفة حيث يحتوي هذا البرنامج على وظائف مختلفة في مجال الديناميكا الحرارية ونقل الحرارة .

أظهرت النتائج أن كمية الطاقة الحرارية المتبددة مع غازات العادم و درجة حرارة هذه الغازات تزدادان مع زيادة السرعة الدورانية، و قد بلغت أعلى قيمة للطاقة الحرارية المتبددة 20.27 كيلو واط ، و أعلى درجة حرارة 416.7 درجة مئوية ، وذلك عندما كان التحميل 100% و السرعة الدورانية 2500 دورة/دقيقة. كذلك فإن كلاً من سعة التبريد و معامل الأداء تزداد مع زيادة السرعة الدورانية أيضاً، و لجميع ظروف التشغيل (بدون حمل، حمل 33%، حمل 66%، حمل 100%). فكانت نسبة الزيادة في سعة التبريد 130% وفي معامل الأداء 0.54% عند تغيير السرعة من 1250 إلى 2500 دورة/دقيقة ، و ذلك

عندما كانت درجة حرارة كل من المبخر و المكثف و وعاء الإمتصاص (12 و 35 و 35 درجة مئوية)، و سجلت أعلى قيمة لمعامل الأداء عند هذه الظروف ، وهي (0.85) .

كما أظهرت النتائج ازدياد كل من سعة التبريد ومعامل الأداء مع ارتفاع درجة حرارة المبخر لجميع ظروف تشغيل المحرك. إذ بلغت نسبة الزيادة في سعة التبريد 37.5% و في معامل الأداء 4.8% عند تغيير درجة حرارة المبخر من 4 إلى 12 درجة مئوية عندما كان الحمل 100% و السرعة الدروانية 2500 دروة/دقيقة و درجة حرارة كل من المكثف و وعاء الامتصاص 35 درجة مئوية.

و بينت الدراسة أيضاً إمكانية استغلال الطاقة الحرارية المتبددة مع غازات العادم في تشغيل منظومة تثليج إمتصاصية في ظروف معينة (بدون حمل، حمل 33%، حمل 66%، حمل 100%) بالنسبة للمحرك ودرجة حرارة المكثف و وعاء الامتصاص (35، 40، 45 درجة مئوية) و المبخر (4، 8، 12 درجة مئوية) بالنسبة للمنظومة الامتصاصية، و بالأخص عند الاحمال العالية، اذ تراوحت الطاقة الحرارية المتبددة مع غازات العادم بين 4.599 كيلو واط عند السرعة الدورانية للمحرك 1250 دورة/دقيقة في ظروف عدم التحميل و 20.27 كيلو واط عند سرعة دروانية 2500 دورة/دقيقة في ظروف التحميل 100%.

University of Mosul

College of Engineering

Utilizing of Thermal Energy associated with Exhaust Gases in an Absorption Refrigeration System

Zahraa Reyad Mahmood Dawood

Master's Thesis Science

of Mechanical Engineering / Thermal Engineering

Supervised by

Assistant professor

Dr. Adnan M.A. Saffawi

Supervised by

Lecturer

Dr. Ahmed Fattah Ahmed

2022 A.D. **1443 A.H.**

Abstract

The research includes a theoretical and experimental study to verify the possibility of operating an absorption refrigeration system uses a (Lithiume Bromide – water) that works by utilizing the dissipated energy with the exhaust gases of an internal combustion engine in different conditions for both the engine (No load, 33% load, 66% load, 100% load) and engine rotational speeds range from (1250 to 2500 rev./min.) and refrigeration system for the temperature of the condenser and the absorber (35, 40, 45 ˚C) and the evaporator (4, 8, 12 ˚C). In order to made the study to be close to reality, (the experimental results obtained) from the operation of a laboratory four-stroke, four-cylinder internal combustion engine were used to simulate the absorption refrigeration system and to study the effect of some operational factors for the engine and the refrigeration system on the coefficient of performance, using the engineering equations solver program (EES).

The Engineering Equation Solver (EES) program is a general program for solving nonlinear algebraic and differential and integral equations. Using this software it is possible to obtain linear and non-linear regressions, convert different units to each other, the main advantage of EES is its highly accurate thermodynamic and translational databases that can be used to solve different equations in different ways as this software has different functions in the field of thermodynamics and heat transfer.

The results showed that the amount of thermal energy dissipated with the exhaust gases and the temperature of these gases increases with an increase in the rotational speed, and the highest value of thermal energy reached 20.27 kW and the highest temperature was 416.7 °C when the load was 100% and the rotational speed was 2500 r.p.m . Also, both the refrigeration capacity and the coefficient of performance increase with an increase in the rotational speed as well, for all loading conditions (No load, 33% load, 66% load, 100% load). The percentage increase in the cooling capacity was

130% and in the coefficient of performance was 0.54% when changing the speed from 1250 to 2500 RPM, for the temperatures of the evaporator, condenser and absorber of (12, 35 and 35 °C), and it was recorded the highest value of the coefficient of performance under these conditions which is (0.85).

Also, the results showed that the cooling capacity and performance coefficient increased with an increase in the evaporator temperature for all engine operating conditions. The percentage increase in the cooling capacity was 37.5% and in the coefficient of performance was 4.8% when changing the evaporator temperature from 4 to 12 °C and when the load was 100% and the rotational speed was 2500 RPM and the temperature of the condenser and the absorber was 35 °C.

The study also showed the possibility of utilizing the waste heat energy with the exhaust gases of the engine to operate an absorption refrigeration system in certain conditions for engine (No load, 33% load, 66% load, 100% load), and the temperature of the condenser and the absorber (35, 40, 45 ˚C) and the evaporator (4, 8, 12 ˚C) for refrigeration system, especially at high loads. The heat energy dissipated with the exhaust gases ranged between 4.599 kW at engine rotational speed of 1250 rpm for no-load conditions and 20.27 kW at a rotational speed of 2500 rpm for 100% load conditions.