ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นสารทำความเย็น

ผู้เขียน นายสุรสิทธิ์ เที่ยงจันตา

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร. ชัชวาลย์ ชัยชนะ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) แทนที่สารทำความเย็น R22 โดยการทดลองได้ใช้เครื่องทดสอบเดียวกันขนาด 12,300 BTU/hr และไม่ทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศ การหาคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ใช้โปรแกรม REFPROP ในการคำนวณ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้เป็นแบบที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป ซึ่งมีสัดส่วนโดยมวลของโพรเพน 70% และ บิวเทน 30% ในการทดลองได้ตั้งอุณหภูมิปรับอากาศภายในห้องทดลองที่ 25°C ทำการทดลองเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP_R) และคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะแบบฤดู (COP_{BIN}) โดยวิธีการ BIN โดยการทดลองนี้ได้หาพลังงานและสมรรถนะแบบฤดูของการใช้สาร R22 แล้วจึงเปรียบเทียบค่าที่ได้กับการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ผลทดลองพบว่าผลรวมความสามารถการทำความเย็นของเครื่องทำระเหย (Q_{evap}) ของการทดลองใช้สาร R22 มีค่า Q_{evap} เท่ากับ 10.6 kWh มากกว่าการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่มีค่า Q_{evap} เท่ากับ 9.4 kWh ประมาณ 11.3% และจากผลของการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่าผลรวมงานเครื่องอัดไอ (W_{comp}) เท่ากับ 4.0 kWh มากกว่าการใช้สาร R22 ที่มีค่าเท่ากับ 2.8 kWh ประมาณ 30% เมื่อทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP_R) พบว่าการทดลองใช้สาร R22 มีค่า COP_R เฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 3.78 มากกว่าการใช้สาร LPG ที่มีค่า 2.35 โดยต่างกัน 37.8% โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลรวมภาระความร้อนมากขึ้น

ผลการคำนวณพลังงานแยกตามอุณหภูมิสภาวะอากาศในช่วงอุณหภูมิระหว่างที่ 25°C ถึง 40°C โดยค่าอัตราภาระความร้อนรวม ($\dot{Q}_{load}$) พบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสภาวะอากาศสูงขึ้นในการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็น ในส่วนของผลการคำนวณค่าอัตราความสามารถการทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเย็น ($\dot{Q}_{evap}$) พบว่าการใช้สาร R22 มีค่า $\dot{Q}_{evap}$ สูงกว่าการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเล็กน้อยในทุกอุณหภูมิสภาวะอากาศ สอดคล้องกับค่า Q_{evap} ที่ผลการทดลองใช้สาร R22 มีค่า Q_{evap} สูงกว่าการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และพบว่าในการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็น มี $\dot{Q}_{evap}$ ลดลงเมื่ออุณหภูมิสภาวะอากาศสูงขึ้น ในส่วนของกำลังเครื่องอัดไอ ($\dot{W}_{comp}$) พบว่าค่า $\dot{W}_{comp}$ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิสภาวะอากาศที่เพิ่มขึ้นในการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็น โดยพบว่าผลการทดลองพบว่าการใช้สาร R22 มีค่า$\dot{W}_{comp}$ สม่ำเสมอกันที่ประมาณ 800 Watt และสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิสภาวะอากาศสูงขึ้น แต่ในการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวพบว่ามีอัตราการเพิ่มที่สูงกว่าการใช้สาร R22

ผลการคำนวณหาค่าพลังงานแบบฤดูในหน่วย kWh พบว่า ค่าความสามารถการทำความเย็นแบบฤดู (Q_{BIN}) พบว่ามีค่าแปรผันไปตามค่า OTF โดยการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็นมีค่าสูงสุดในช่วงอุณหภูมิ BIN ที่ 28°C ถึง 29°C เนื่องจากมีค่า N_{BIN} และค่า $\dot{Q}_{evap}$ สูง เมื่อเปรียบเทียบในการใช้ทั้งสองสารทำความเย็นแล้วพบว่า การทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่า Q_{BIN} สูงกว่าในอุณหภูมิ BIN ส่วนใหญ่ เนื่องจากการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่า OTF มากกว่าในอุณหภูมิ BIN ส่วนใหญ่ ในส่วนของค่างานเครื่องอัดไอแบบฤดู W_{BIN} พบว่ามีค่าแปรผันไปตามค่า OTF เช่นกันซึ่งพบว่าค่า W_{BIN} ของการทดลองใช้สาร R22 มีค่ามากกว่าการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในช่วงอุณหภูมิ BIN ที่ 25°C ถึง 27°C และมีค่า W_{BIN} ใกล้เคียงกันในการทดลองทั้งสองสารทำความเย็นในช่วงอุณหภูมิ BIN ที่ 28°C ถึง 31°C และค่า W_{BIN} ของการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่ามากกว่าการใช้สาร R22 ในอุณหภูมิ BIN ที่ 32°C ถึง 40°C

ผลการคำนวณหาผลรวมพลังงานแบบฤดูในหน่วย kWh ของทุกอุณหภูมิ BIN และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นแบบฤดู พบว่าค่าผลรวมความสามารถการทำความเย็นแบบฤดู $\sum Q_{BIN}$ และค่าผลรวมงานเครื่องอัดไอแบบฤดู $\sum W_{BIN}$ ของการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็นมีค่าใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นแบบฤดู (COP_{BIN}) ในการทดลองทั้งสองสารทำความเย็นมีค่าใกล้เคียงกัน โดยการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่า COP_{BIN} เท่ากับ 2.17 มากกว่าการใช้สาร R22 ที่มีค่าเท่ากับ 2.12 ประมาณ 2.3%

เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณรวมพลังงานแบบฤดูในแต่ละจังหวัดตัวแทนคือ เชียงใหม่ กรุงเทพฯ อุบลราชธานี และสงขลา พบว่าค่า $\sum Q_{BIN}$ จะมีค่าสูง เมื่อมีค่าผลรวมจำนวนชั่วโมง BIN $\sum N_{BIN}$ สูงขึ้นในแต่ละจังหวัดตัวแทน และพบว่าการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่า $\sum Q_{BIN}$ มากกว่าการทดลองใช้สาร R22 เล็กน้อยในทุกจังหวัดตัวแทน และในการคำนวณพบว่าจังหวัดที่มีค่าผลรวมจำนวนชั่วโมง BIN มาก จะส่งผลให้ค่า $\sum W_{BIN}$ มีค่ามากในการทดลองใช้ทั้งสองสารทำความเย็นเช่นกัน และเนื่องจากอัตราส่วนของค่า $\sum Q_{BIN}$ และค่า $\sum W_{BIN}$ ของแต่ละ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จังหวัดมีอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงน้อยมาก ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นแบบฤดู (COP_{BIN}) ของการทดลองใช้ทั้งสองสารมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่า COP_{BIN} ใกล้เคียงกันในทุกจังหวัด โดยการทดลองใช้สาร R22 มีค่า COP_{BIN} อยู่ระหว่าง 2.11 ถึง 2.13 ในส่วนของการทดลองใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่า COP_{BIN} อยู่ระหว่าง 2.12 ถึง 2.25 จึงสรุปได้ว่าสาร LPG สามารถนำไปใช้เป็นสารทำความเย็นแทนสาร R22 ได้โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องที่ 25°C และมีความสามารถการทำความเย็นใกล้เคียงกับการใช้ R22 ในทุกอุณภูมิสภาวะอากาศ เมื่อเปรียบเทียบค่า COP_{BIN} กับจังหวัดตัวแทนอื่น พบว่าในแต่ละจังหวัดตัวแทนมีค่า COP_{BIN} ใกล้เคียงกันในการใช้แต่ละสาร ทำให้ทราบได้ว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้ได้ในจังหวัดอื่นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Performance Test of Split Type Air-Conditioner Using Liquefied Petroleum Gas (LPG) as Refrigerant

Author Mr. Surasit Thiangchanta

Degree Master of Engineering (Mechanical Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Chatchawan Chaichana

ABSTRACT

This research investigates the performance split type air-conditioner that uses Liquefied Petroleum Gas (LPG) as refrigerant in Thailand. An air conditioner was chosen R22 used in the air conditioners was replaced with LPG in the same air conditioner. No modification was made to the air conditioner of cooling capacity is 12,300 BTU/hr. Thermodynamic properties of refrigerant are calculated using REFPROP program. LPG is composited of about 70% propane and 30% butane by mass fraction. An experiment was set room temperature at 25°C to test 72 hours to find Coefficient of Performance (COP_R) and estimate seasonal performance (COP_{BIN}) by using BIN method. The trial is to find the seasonal performance, the used of R22 and then compare the results with the used of LPG.

The results showed that the Cooling capacity consumption (Q_{evap}) in kWh of R22 and LPG used are 10.6 kWh and 9.4 kWh by R22 used greater than LPG used 11.3%. The Compressor work consumption (W_{comp}) of R22 and LPG used are 2.8 kWh and 4.0 kWh by R22 used less than LPG used 30%. Coefficient of performance (COP_R) of R22 used is 3.78 greater than 2.35 of LPG used about 37.8% and tend to decrease when total heat load increases.

Calculation result of energy separate by ambient temperature range 25°C - 40°C. Shown that the rate of total heat load ($\dot{Q}_{load}$) were correct data from the day that $\dot{Q}_{load}$ similar of both refrigerants used. The result shown that $\dot{Q}_{load}$ of both refrigerants used were tend to increases when total heat load increases. The rate of cooling capacity ($\dot{Q}_{evap}$) separate by ambient temperature were found that R22 used has a $\dot{Q}_{evap}$ greater than LPG used in any ambient

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

temperature and the result shown that $\dot{Q}_{evap}$ tend to decrease when total heat load increases. The calculate result of compressor power ($\dot{W}_{comp}$) separate by ambient temperature were found that R22 used has a $\dot{W}_{comp}$ about 800 Watt and tend to increase a few when total heat load increases but LPG used were has a rate of increase than R22 used.

The calculate result of Seasonal energy estimate in kWh were found Seasonal cooling capacity consumption (Q_{BIN}) vary with OTF by both of refrigerant used has a maximum value at BIN temperature 28°C - 29°C cause by this BIN temperature have a high N_{BIN} and $\dot{Q}_{evap}$, the result shown that LPG used has a Q_{BIN} greater than R22 used on the most BIN temperature cause by LPG used has a OTF greater than R22 used. Seasonal compressor work (W_{BIN}) of LPG used greater than R22 used when the BIN temperature more than 31°C

The calculate result of Total seasonal energy of any BIN temperature in kWh was found the Total Seasonal cooling capacity ($\sum Q_{BIN}$) were similar of both refrigerant used same as a Total Seasonal compressor work ($\sum W_{BIN}$), insulting to have a Seasonal coefficient of performance (COP_{BIN}) were similar of both refrigerant used, by COP_{BIN} of LPG used is 2.17 and R22 used is 2.12 than LPG used about 2.3%

Comparison of seasonal energy estimate of selection province that are Chiang Mai, Bangkok, Ubon Ratchathani and Songkhla was found that the $\sum Q_{BIN}$ and $\sum W_{BIN}$ tend to increases when total BIN hour ($\sum N_{BIN}$) increases, and were found that $\sum Q_{BIN}$ of LPG used greater than R22 used of any province but rate of $\sum Q_{BIN}$ and $\sum W_{BIN}$ were change a few insulting to COP_{BIN} were similar of each province. The COP_{BIN} of each province shown that R22 used are between 2.11–2.13 and LPG used are between 2.12-2.25 It can be concluded that LPG can be used as refrigerant by LPG used could be control room temperature at 25°C in any experiment ambient temperature. The COP_{BIN} of LPG and R22 used in selection province was very similar, that shown LPG could be use as refrigerant in other province also.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved