ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์สมรรถนะของระบบดูดซับที่มีการควบคุมโดยวาล์วแบบระบายความดัน

ผู้เขียน นายธีรนนท์ เอมเอี่ยม

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งวิเคราะห์พฤติกรรมและสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบดูดซับ ซึ่งควบคุมการไหลของสารทำงานโดยวาล์วระบายความดันแบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic pressure relief control valve) ที่กำหนดการเปิดปิดวาล์วโดยอุณหภูมิภายในเครื่องดูดซับ ชุดทดสอบประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด ได้แก่ เครื่องดูดซับ เครื่องควบแน่น และเครื่องทำระเหย โดยใช้ถ่านกัมมันต์ (500 g) และเมทานอล (250 mL) เป็นคู่สารทำงาน ภายในเครื่องดูดซับบรรจุเบดของถ่านกัมมันต์ ซึ่งมีการติดตั้งท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนจำนวน 3 ซึ่งติดครีบที่ส่วนทำระเหย เทอร์โมไซฟอนใช้เมทานอลเป็นสารทำงาน ทำหน้าที่ช่วยการระบายความร้อนร่วมกับน้ำระบายความร้อนในช่วงกระบวนการดูดซับ

การศึกษาเน้นการทดสอบระบบดูดซับในห้องปฏิบัติการ โดยปรับเปลี่ยนตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่องดูดซับ (70, 80, 90°C) อุณหภูมิควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วควบคุมอัตโนมัติ (60, 70, 80°C) และอุณหภูมิเครื่องควบแน่น (5, 10, 15°C) จากนั้นจึงเปรียบเทียบสมรรถนะกับระบบทดสอบที่ใช้วาล์วแบบมือหมุน (Manual Valve) ที่เงื่อนไขเดียวกัน

ผลการทดสอบแสดงว่า การใช้ท่อความร้อนร่วมกับน้ำระบายความร้อนสามารถลดเวลาได้ประมาณ 10 นาที (คิดเป็น 25%) เมื่อเปรียบเทียบกับการระบายความร้อนด้วยน้ำระบายความร้อนเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิเครื่องดูดซับที่เพิ่มขึ้นหรืออุณหภูมิเครื่องควบแน่นที่ลดลงทำให้อัตราการทำความเย็นดีขึ้น อุณหภูมิควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วที่เหมาะสมคืออุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่องดูดซับประมาณ 10-15°C จากการทดสอบทั้งหมดพบว่าสภาวะการทำงานที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิสูงสุดภายในเครื่องดูดซับ 85°C อุณหภูมิเปิดวาล์วที่ 70°C และอุณหภูมิเครื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ควบแน่น 7°C ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) สูงสุดที่ได้ คือ 0.43 ทำความเย็นได้ต่ำสุด 16°C และการทำสมดุลพลังงานที่เครื่องดูดซับทำให้ทราบว่าควรจะลดความร้อนสูญเสียและเพิ่มสัดส่วนความร้อนที่ได้หรือระบายจากแท่นสารดูดซับจากถ่านกัมมันต์

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกรณีใช้วาล์วควบคุมกับระบบที่ใช้วาล์วแบบมือหมุนที่เงื่อนไขเดียวกันพบว่า ระบบที่ใช้วาล์วควบคุมแบบอัตโนมัติมีค่า COP สูงกว่าในกรณีที่อุณหภูมิในภายในเครื่องดูดซับต่ำ (70°C) แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเครื่องดูดซับพบว่าค่า COP ของระบบดังกล่าวจะต่ำกว่าระบบที่ใช้วาล์วแบบมือหมุนเพียงเล็กน้อย

จากการตรวจสอบความไวของ COP เนื่องจากการแปรผันตัวแปรทั้งสาม พบว่า อุณหภูมิคายสารดูดซับของเครื่องดูดซับมีอิทธิพลต่อ COP มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่า COP, SCP และ VCP กับงานวิจัยอื่นพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน และข้อมูลจากการทดลองถูกนำมาสร้างแบบจำลองจากการทดลอง (Empirical Model) ซึ่งสามารถใช้ทำนายค่า COP จากค่าอุณหภูมิของเครื่องดูดซับ แหล่งความร้อน เครื่องทำระเหย และเครื่องควบแน่น

สรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการนำวาล์วควบคุมแบบอัตโนมัติ มาใช้ในการควบคุมการไหลของสารทำงานในระบบทำความเย็นแบบดูดซับแทนการใช้วาล์วแบบมือหมุน โดยมีผลกระทบต่อสมรรถนะระบบน้อยมาก และจะช่วยลดการควบคุมโดยมนุษย์ ดังนั้นระบบดูดซับเพื่อการทำความเย็นจึงมีศักยภาพที่จะแทนที่ระบบทำความเย็นแบบอัดไอได้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Performance Analysis of Adsorption System with Pressure Relief Valve Control

Author Mr. Teeranon Aim-Eiam

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Wipawadee Wongsuwan

ABTRACT

This research aims to analyze performance and adsorption cooling system, using automatic pressure relief valve to control working fluid transfer. The test system composed of three components, i.e., adsorber, condenser and evaporator, using activated carbon (500g) and methanol (250mL) as working fluid pairs. The activated carbon bed of adsorber was inserted by three thermosyphons having fins at their evaporator. The thermosyphon, using methanol as working fluid, working simultaneously with the cooling water, could enhance heat releasing during adsorption process.

The study focused on testing of adsorption system in laboratory, varying three variables, e.g, maximum adsorber temperature (70, 80, 90°C), temperature setting for valve opening (60, 70, 80°C) and condenser temperature (5, 10, 15°C), also comparison with case of using manual valve under similar test conditions.

The experimental results showed that the combined heat pipes and cooling water could reduce adsorption time about 10 minutes (approximately 25%). Either higher adsorber temperature or lower condenser temperature led to better refrigeration rate. The suitable setting temperature for on-off control valve is the temperature difference (lower) than maximum adsorber temperature about 10-15 ^{o}C. Regarding to all experiments, the appropriated temperatures are; maximum adsorber (or desorption) temperature about 85 ^{o}C, setting temperature for control valve opening at 70 ^{o}C, and condenser temperature at 7 ^{o}C. The maximum achieved COP is 0.43 with lowest cooling temperature about 16 ^{o}C. Also, energy balance at the adsorber pointed out that

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the heat loss should be reduced, and we needed to increase ratio of rate of heat addition to- or released from the (activated carbon) adsorbent bed

In comparison between experimental results from case of control valve and manual valve, it was found that the higher COP was obtained from the case using control valve when adsorber temperature lower than (< 70^{o}C). When increasing adsorber temperature, COP of the system is slightly lower than case of using manual valve.

Based on sensitivity analysis of COP if changing three variables, the desorption temperature of adsorber had the greatest effect on COP. In comparison COP, SCP and VCP with the other related works, they were equivalent. In addition, the experimental results were used in creating empirical model, which could be used in predicting COP from temperature of adsorber, heat source, evaporator and condenser.

In brief, it has possibility to use the control valve to mansge flows of working fluid in the adsorption cooling system by replacing the manual valve, with negligible effect on system performance. This could reduce the need of human control. Therefore, the adsorption cooling system has increasing potential in replacing the current vapor compression system.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved