Thesis Title Performance Analysis of Adsorption Air-Conditioning System Using Activated Carbon and Methanol as Working Pair

Author Mr. Wirote Ritthong

Degree Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Wipavadee Wongsuwan	Advisor
Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat	Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Chatchawan Chaichana	Co-advisor
Dr. Natanee Vorayos	Co-advisor

ABSTRACT

An adsorption cooling system is expected to compete with the vapor compression system in the near future. The system has been improved by many researchers and developers to increase the performance, to meet environmental issues and to reduce manufacturing cost.

In this dissertation, an adsorption cooling system was investigated for its usefulness for air-conditioning purposes. The vertical system was designed to operate in a pseudo-continuous process and was tested in two cases; (1) applying a sonic wave generator to the evaporator by using thermosyphon heat pipe to enhance the heat rejection process at the adsorber, and (2) applying sonic wave generators to the adsorber. Then the theoretical study was carried out by simulating the systems performance.

The experimental results showed that the sonic wave, ranged between 8-14 kHz, which could reduce evaporation time at the evaporator. The heat reject process at the adsorber was also enhanced by both the cooling water and the thermosyphon heat pipe. The maximum performance indicators; The coefficient of performance (COP),

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the specific cooling power (SCP) and the volumetric cold production (VCP), were 0.718, 248.90 W/kg and 12.22 cm^3/W, respectively.

From the second case, the sonic wave (8 – 14 kHz) helped to reduce the regeneration period of the adsorber. Therefore, the obtained performance values (COP, SCP and VCP) were 0.619, 229.15 W/kg and 17.61 cm^3/W, respectively. The simulations were conducted based on the base cases from experiments (maximum COP) to predict the cold production capacity (Q_{evap}) of the adsorption cooling system.

The simulations were conduced based on the base cases from the experiments (maximum COP) to predict the cold production capacity (Q_{evap}) of the adsorption cooling system. The first case was performed with the operating conditions of $T_{ac,ads}$= 90^0C, $T_{ac,valve}$= 70^0C, $T_{cw,evap}$ = 20^0C, $T_{cw,cond}$ = 20^0C and a sonic wave frequency of 8 kHz. However, the second case was carried out with operating conditions of T_{ac_ads}= 90^0C, $T_{ac,valve}$= 70^0C, $T_{cw,evap}$ = 20^0C, $T_{cw,cond}$ = 20^0C and a sonic wave frequency of about 14 kHz. The predictions from both cases showed that the expected cooling capacities of this adsorption cooling system were 61.38 and 81.17 Watt per unit, respectively. The errors of Q_{evap}, in the case of applying a sonic wave at the evaporator and adsorber, were 11.07% and 6.03%, respectively. The simulated results agreed well with the experimental data.

In brief, the adsorption cooling system enhanced by sonic wave generator, at either the evaporator or the adsorber, has the potential to be implemented for air-conditioning purposes in this industry.

Keywords: sonic wave, adsorption cooling, thermosyphon heat pipe, performance evaluation, heat transfer enhancement

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบดูดซับที่ใช้ถ่านกัมมันต์และเมทานอลเป็นคู่สารทำงาน

ผู้เขียน นาย วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาลย์ ชัยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. ณัฐนี วรยศ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ระบบทำความเย็นแบบดูดซับ คาดว่าจะเป็นระบบหนึ่งที่สามารถเป็นคู่แข่งกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอได้ในอนาคต ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาระบบดังกล่าวมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มสมรรถนะของระบบและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดต้นทุนด้านการผลิต

ดังนั้นในการศึกษานี้ จะทำการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบดูดซับที่ทำงานแบบไม่ต่อเนื่องระบบวางในแนวตั้ง โดยจะแบ่งการศึกษาเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ (1) ทำการติดตั้งชุดคลื่นโซนิคไว้ที่เครื่องระเหย เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการระเหยตัวของสารทำความเย็นในช่วงกระบวนการดูดซับและติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนไว้ที่เครื่องดูดซับ เพื่อช่วยดึงความร้อนออกจากถ่านกัมมันต์ในช่วงกระบวนการดูดซับเมทานอล และกรณีที่ (2) ทำการติดตั้งชุดคลื่นโซนิคที่เครื่องดูดซับเพื่อช่วยเพื่อช่วยการถ่ายเทความร้อนออกในช่วงกระบวนการคายสารดูดซับ

ในการทดลองโดยใช้คลื่นโซนิคในช่วง 8–14 kHz สามารถลดเวลาในการระเหยตัวที่เครื่องทำระเหย กระบวนการถ่ายเทความร้อนออกที่เครื่องดูดซับจะดีขึ้นโดยใช้น้ำเย็นกับชุดท่อเทอร์โมไซฟอนร่วมกันและจากการวิเคราะห์สมรรถนะในเทอมของ สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(COP), กำลังการทำความเย็นจำเพาะ (SCP) และ ปริมาตรในการทำความเย็นจำเพาะ (VCP) โดยได้ค่าสูงสุดที่ใช้คลื่นโซนิค 8 kHz ดังนี้ คือ 0.718, 248.90 W/kg และ12.22 cm^3/W ตามลำดับ

จากกรณีที่ (2) โดยใช้คลื่นโซนิคในช่วง 8–14 kHz. จะช่วยลดช่วงเวลาในกระบวนการให้ความร้อนและคายสารดูดซับ ดังนั้นค่าของสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ, กำลังการทำความเย็นจำเพาะ และปริมาตรในการทำความเย็นจำเพาะ โดยได้ค่าสูงสุดที่ใช้คลื่นโซนิค 14 kHz คือ 0.619, 229.15 W/kg และ17.61 cm^3/W ตามลำดับ

จากการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบผลกับการทดลอง (ค่า COP สูงสุด) เพื่อหาขนาดการทำความเย็น (Q_{evap}) ของระบบการทำความเย็นแบบดูดซับ ในกรณี (1) มีเงื่อนไขการทำงานเริ่มต้นที่ $T_{ac,ads}$= 90^{0}C, $T_{ac,valve}$= 70^{0}C, $T_{cw,evap}$ = 20^{0}C, $T_{cw,cond}$ = 20^{0}C และคลื่นโซนิค 8 kHz และกรณี (2) มีเงื่อนไขการทำงานเริ่มต้นที่ $T_{ac,ads}$= 90 ^{0}C, $T_{ac,valve}$= 70^{0}C, $T_{cw,evap}$ = 20^{0}C, $T_{cw,cond}$ = 20^{0}C และคลื่นโซนิค 14 kHz ผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของขนาดการทำความเย็นทั้ง 2 กรณี คือ 61.38 และ 81.17 W และมีค่าความผิดพลาดเมื่อเทียบกับผลการทดลองเป็น 11.07% และ 6.03% ตามลำดับ ซึ่งผลจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถยอมรับได้

สุดท้ายนี้ระบบทำความเย็นแบบดูดซับที่ใช้คลื่นโซนิคที่เครื่องทำระเหย หรือเครื่องดูดซับจะช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำความเย็นจากผลการทดลองได้จริง และเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบปรับอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์สมรรถนะ, คลื่นโซนิค, การทำความเย็นของการดูดซับ, ท่อเทอร์โมไซฟอน, การเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved