ชื่อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์สมรรถนะของระบบดูดซับที่ใช้ร่วมกับท่อความร้อน

ผู้เขียน นางสาวยิ่งลักษณ์ ภูมิสง่า

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยศึกษาสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบดูดซับที่ใช้ร่วมกับชุดท่อความร้อน ระบบดูดซับแบบของแข็งใช้ถ่านกัมมันต์และเมทานอลเป็นคู่สารทำงาน ระเบียบวิธีวิจัยประกอบด้วย การออกแบบ การสร้างองค์ประกอบหลักของระบบ การประกอบและติดตั้ง การทดสอบระบบเพื่อทำความเย็น และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาภาคปฏิบัติการ และ ภาคทฤษฎี

สำหรับการศึกษาภาคปฏิบัติการ ชุดทดสอบระบบดูดซับเพื่อทำความเย็น ได้รับการออกแบบให้มีการเชื่อมต่อระหว่างองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เครื่องดูดซับ เครื่องทำระเหย และเครื่องควบแน่นเป็นอย่างดี และระบบทำงานแบบสุญญากาศได้ที่ความดันต่ำถึง 0.023 bar และมีการปรับปรุงการผสมและขึ้นรูปแท่นสารดูดซับ จนกระทั่งมีค่าสภาพการนำความร้อนดีขึ้น 20% เครื่องดูดซับมีการติดตั้งชุดท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนสองชุด เพื่อแทนส่วนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ผลการทดสอบวัฏจักรทำงานของระบบ แสดงว่าการนำชุดท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนมาใช้ในการถ่ายเทความร้อนให้และระบายความร้อนออกจากเครื่องดูดซับได้ดี ทำให้ระบบมีขนาดเล็กลงเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการทดสอบแสดงในรูปการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างกันในเครื่องดูดซับ และอุณหภูมิเครื่องทำระเหย เมื่อปรับเปลี่ยนระดับอุณหภูมิแหล่งความร้อนและระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา ประกอบกับการทดสอบพฤติกรรมระบบเมื่อให้ระบบดูดซับทำงานต่อเนื่องกันหลายวงจร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบแสดงว่า ระบบให้อุณหภูมิเครื่องทำระเหยได้ต่ำสุดที่ 5 °C ค่า COP ของระบบที่ดีที่สุดได้เท่ากับ 0.50 และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิแก่ชุดเทอร์โมไซฟอนจาก 90 °C เป็น 100 °C พบว่าปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น 15 % เมื่อทำการทดสอบระบบอย่างต่อเนื่อง การทำงานของชุดท่อเทอร์โมไซฟอนที่จ่ายความร้อนให้และระบายความร้อนจากสารดูดซับนั้นน่าเชื่อถือ มีเสถียรภาพและประสิทธิภาพ

การทำนายพฤติกรรมระบบในภาคทฤษฎี ทำโดยการสร้างแบบจำลองทางการทดลอง (Empirical modeling) เป็นสมการคณิตศาสตร์จากผลการทดสอบจริง อาศัยซอฟท์แวร์ชื่อ STATSOFT STATISTICA 6.0 ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สำหรับ (1) ช่วงการดูดซับสาร (2) ช่วงการคายสารดูดซับ และ (3) ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบในรูปของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยค่า R-square ที่ได้มีค่าอย่างน้อยประมาณ 0.8 และยอมรับความแม่นยำและประโยชน์ของแบบจำลองได้ในระดับหนึ่ง แบบจำลองที่ได้นำไปทำนายพฤติกรรมของระบบควบร่วมระหว่างระบบดูดซับกับท่อความร้อน (เทอร์โมไซฟอน) เพื่อการทำความเย็นได้ต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบดูดซับในงานวิจัยนี้กับงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง พบว่าระบบนี้มีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปให้อยู่ในระดับที่แข่งขันได้ และมีความท้าทายสำหรับงานวิจัยขั้นต่อไป เกี่ยวกับการปรับปรุงเทคนิคการต่อเชื่อมระบบ เทคนิคการผสมสารดูดซับ การขึ้นรูปและการประจุแท่นสารดูดซับ กรรมวิธีช่วยไล่สารดูดซับในช่วงการคายสารดูดซับ และการพัฒนาชุดท่อเทอร์โมไซฟอนให้มีขนาดกะทัดรัดยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Performance Analysis of Heat - Pipe Assisted Adsorption System

Author Miss Yingluk Poomsangar

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Wipawadee Wongsuwan

ABSTRACT

The research studied performance of the coupled adsorption cooling and heats pipe system. The solid adsorption used activated carbon and methanol as working pair. The research methodology composed of design, fabrication of major components, assembly and installation, testing for cold production and mathematical modeling development. The study was divided into two parts: laboratory and theoretical studies.

For laboratory session, experimental set up was design for cooling purpose with good connections among major components, i.e., adsorber, evaporator and condenser. The system achieved vacuum pressure approximately 0.023 bar. The testing was carried out to improve adsorbent mixture and adsorbent bed packing, which thermal conductivity was increased by 20%. The adsorber was implemented with two thermosyphon sets in replacement of heat exchanger section. Experimental results for various adsorption cycles showed that thermosyphon enhanced better heat transfer to- and from- adsorber. The system size was successfully reduced in comparison with other related research works. The test results were illustrated as temperature variation at different locations of adsorber and evaporator temperature, when heat source temperature and cycle time changed. Also, the system was operated for many cycles continuously.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

The experimental results showed the possibility to reach evaporation temperature about 5 ^{o}C, and the best COP approximately 0.50. When the heat source temperature for thermosyphon increased from 90 ^{o}C to 100 ^{o}C, the reaction rate was faster by 15%. For continuos operation, the use of thermosyphon for heat supply to-, and heat extraction from-adsorbent, gave reliability, stability and efficiency.

In theoretical study with performance prediction, empirical modeling was done to get mathematical models based on experimental results. The software called STATSOFT STATISTICA 6.0 was used. The developed models were relations between independent and dependent variables for (1) adsorption phase, (2) desorption phase, and (3) overall system performance as coefficient of performance (COP). The R-square obtained were at least 0.80 that models' accuracy was considerably applicable. The model was used for further performance prediction of the coupled adsorption and heat pipe (thermosyphon) for cold production purpose.

The comparison between adsorption system in this research work and other related works implied the potential to develop this system into competitive level. The challenge of the next research phase involved assembly techniques, adsorbent mixing, consolidation and packing of adsorbent bed, enhancement of desorption, and improvement to more compact thermosyphon.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved