บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการการวิเคราะห์สมรรถนะระบบทำความเย็นแบบดูดซับที่มีการควบร่วมเครื่องดูดซับและท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบระบบ

ระบบทำความเย็นแบบดูดซับใช้ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ (CLOHP) เพื่อช่วยในการระบายความร้อนร่วมกับน้ำหล่อเย็น สามารถลดเวลาในการระบายความร้อนให้สั้นลงได้ถึงร้อยละ 42 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำในการระบายความร้อนเพียงอย่างเดียว โดยท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบสามารถติดตั้งโดยแทรกเข้าไปในเนื้อถ่านกัมมันต์ได้ดี ทำให้การระบายความร้อนเร็วขึ้น

การวิเคราะห์อิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องดูดซับ และอุณหภูมิน้ำเย็นเข้าเครื่องควบแน่น โดยพิจารณาสมรรถนะระบบและการถ่ายเทความร้อน จากผลการวัดอุณหภูมิ ความดัน และปริมาณสารถูกดูดซับที่หมุนเวียนในวัฏจักร สรุปได้ดังนี้

5.2 สมรรถนะของระบบ

(1) การออกแบบระบบดูดซับให้มีขนาดเหมาะสม และการจัดเรียงอุปกรณ์แต่ละชิ้นอย่างเหมาะสม ซึ่งทำให้ก๊าซสามารถเดินทางได้สะดวก

(2) ระบบสามารถทำความเย็นที่ส่วนทำระเหยในช่วง 16 ^{o}C ถึง 22.9^{o}C

(3) ค่า COP จากการทดลองอยู่ในช่วง 0.12 – 0.45 ที่เงื่อนไขการทดสอบ อุณหภูมิสูงสุดของเครื่องดูดซับ 90 ^{o}C และอุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องควบแน่น 5 ^{o}C

(4) ค่า SCP อยู่ในช่วง 74-188 W/kg.$_{ac}$ ค่า VCP อยู่ในช่วง 1.6-4.1x10^{-5} cm^{3}/W ที่เงื่อนไขการทดลองเดียวกัน

(5) ผลการเปรียบเทียบค่า COP กับระบบทดสอบอื่น ๆ ระบบนี้ให้ค่าที่สามารถแข่งขันได้ เนื่องมาจากการนำท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบมาช่วยในการระบายความร้อน ทำให้การระบายความร้อนเร็วขึ้น

(6) แบบจำลองทางการทดลอง ทำให้สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะได้โดยไม่ต้องทำการทดลอง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ ±15%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

(1) การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบชุดทดสอบ ซึ่งในการสร้างชุดทดสอบได้เลือกใช้ท่อทองแดง สำหรับเครื่องดูดซับและท่อทางเดินสารทั้งระบบ ซึ่งท่อชนิดนี้มีความหนาเป็นพิเศษ เป็นผลให้พลังงานความร้อนสะสมอยู่บริเวณนี้มากและความร้อนส่งผ่านไปยังถ่านกัมมันต์ภายในเครื่องดูดซับน้อยและต้องใช้เวลานาน การแก้ปัญหาทำได้โดยใช้ท่อทองแดงที่บางลงแต่สามารถทนความเป็นสุญญากาศได้จะทำให้ความร้อนส่งผ่านเข้าไปยังภายในเครื่องดูดซับได้ดีขึ้น

(2) ความสูงของเครื่องดูดซับ ซึ่งในเครื่องดูดซับที่ใช้สำหรับการทดลองมีความสูงถึง 100 เซนติเมตร ส่งผลให้ระยะทางการเดินทางของไอเมทานอลให้ไกลขึ้น ไอเมทานอลที่หลุดออกมาจากถ่านกัมมันต์ด้านบนสุดของเครื่องดูดซับบางส่วนจะไม่สามารถไหลไปควบแน่นได้ และยังส่งผลถึงการทำงานของท่อความร้อน เพราะสารทำงานในท่อความร้อนจะต้องเคลื่อนที่ในระยะไกลเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่บริเวณส่วนควบแน่นด้านบนสุด เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว หากในการทดลองต้องการใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณเท่าเดิมควรลดความสูงของเครื่องดูดซับลง แต่ให้ลดขนาดเครื่องดูดซับและแบ่งออกเป็นขนาดเล็ก ๆ หลายอันต่อเชื่อมกัน

(3) ระยะทางการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์การทดสอบ เนื่องจากชุดทดสอบมีการแก้ไขตำแหน่งการเชื่อมต่อ และการเปลี่ยนชิ้นส่วนบางชิ้น เช่น วาล์ว เป็นเหตุจำเป็นที่ระยะทางการเชื่อมต่อจากเครื่องดูดซับไปยังส่วนควบแน่นยาวกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความร้อนสูญเสียในส่วนนี้ ดังนั้นการแก้ไขจะต้องทำให้อุปกรณ์ที่ต่อกันนั้นใกล้กันที่สุด และต้องมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนอย่างดีเพื่อไม่ให้ความร้อนสูญเสียออกนอกระบบ

(4) การติดตั้ง Adiabatic Section เพื่อกั้นระหว่างเครื่องดูดซับและอุปกรณ์ส่วนล่าง ดังเหตุผลที่อภิปรายไว้ในหัวข้อ 4.2.5

(5) การเลือกใช้วาล์วในระบบ เมื่อทำการทดสอบระบบพบว่าวาล์วบางชนิดสามารถปิดกั้นความดันได้ในระบบสุญญากาศ แต่เมื่อใช้ในการทดลองที่มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่วนประกอบภายในวาล์วเกิดการขยายตัวทำให้ไม่สามารถใช้วาล์วชนิดนี้ต่อไปได้ ดังนั้นวิธีแก้ไขสำหรับการทดสอบนี้คือเลือกใช้วาล์วระบายความดันชนิดบอลวาล์วที่ใช้ในระบบก๊าซ ซึ่งเมื่อทำการทดสอบระบบพบว่าระบบไม่มีการรั่วของความดันและสามารถทำงานที่ความร้อนสูงได้โดยไม่พบปัญหาใด

(6) การปรับสภาพของถ่านกัมมันต์ เนื่องจากถ่านกัมมันต์ที่นำมาทำการทดสอบยังเป็นถ่านที่ใหม่ ในครั้งแรกๆที่ทำการทดสอบจะพบว่าถ่านกัมมันต์ยังไม่สามารถดูดไอเมทานอลได้ในปริมาณที่ทำการคำนวณจากการทดลองที่ผ่านมา ดังนั้นจำเป็นต้องมีการเปิดเซลล์ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ่านก่อนการทำการทดสอบจริง โดยการให้ความร้อนเพื่อไล่สารถูกดูดซับ และทำกระบวนการดูดซับสารไปเรื่อยๆประมาณ 20 รอบการทดสอบ เมื่อค่าปริมาณการดูดซับสารถูกดูดซับที่ได้คงที่แล้วจึงจะบันทึกค่าการทดสอบเพื่อการวิเคราะห์ผลต่อไปได้

5.4 แนวทางการทำวิจัยต่อ

การทดสอบระบบทำความเย็นแบบดูดซับร่วมกับท่อความร้อนนี้เป็นงานวิจัยขั้นต้น ซึ่งถ้ามีการวิจัยและพัฒนาต่อไปจะทำให้ได้ระบบทำความเย็นที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง และเป็นอีกวิธีหนึ่งของการนำความร้อนทิ้งจากแหล่งความร้อน รวมไปถึงพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง โดยแนวทางการพัฒนาระบบจะได้นำเสนอดังต่อไปนี้

(1) การศึกษาทางด้านวัสดุศาสตร์ของสารผสม อาทิ ความเป็นไปได้ในการนำโลหะประเภทอื่นมาผสมกับถ่านกัมมันต์ เพื่อการปรับปรุงค่าสภาพการนำความร้อน ให้เกิดการรับและถ่ายโอนความร้อนจากการเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น โดยต้องพิจารณาผลข้างเคียง อาทิ การกัดกร่อนและความเป็นไปได้ในการเกิดปฏิกิริยากับคู่สารทำงานของระบบดูดซับ

(2) ปรับเปลี่ยนสารทำงานภายในท่อความร้อนให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นและให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมสำหรับการใช้งานจริง

(3) การออกแบบรูปร่างท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบเพื่อความสะดวกในการบรรจุ การใช้งานกับพื้นที่จริง เช่นการดัดแปลงท่อความร้อนให้มีลักษณะเป็นกลุ่มรวมกันและยึดติดกับสารทำงาน ทำให้ง่ายต่อการประกอบและยังเพิ่มประสอทธิภาพการทำงานของท่อความร้อนอีกทางหนึ่ง

(4) การขึ้นรูปสารดูดซับ เพื่อให้ง่ายต่อการบรรจุสาร และหากมีการนำสารชนิดอื่นมาผสมให้คุณสมบัติสารดูดซับดีขึ้น จำเป็นต้องมีสัดส่วนและการกระจายสารที่สม่ำเสมอ ซึ่งเมื่อมีการขึ้นรูปสารแล้วจะลดปัญหาเรื่องสารที่มีมวลมากหรือมีขนาดเล็กจะกองอยู่ด้านล่าง ทำให้การรับและถ่ายโอนความร้อนเกิดอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งเนื้อสาร

(5) การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยอุลตร้าโซนิก โดยนำคลื่นอุลตราโซนิกมาใช้ทั้งในการกระตุ้นการคายสารดูดซับจากสารดูดซับ สำหรับกระบวนการคายสารดูดซับ เพื่อให้กระบวนการไล่เมทานอลเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และการทำให้สารถูกดูดซับเดือดกลายเป็นไอได้เร็วในกระบวนการดูดซับ

(6) พัฒนาระบบเพื่อการทำอากาศเย็น โดยการเปลี่ยนวิธีการแลกเปลี่ยนความร้อนที่บริเวณเครื่องทำระเหยเป็นการใช้ลมร้อนแทนน้ำ แต่จำเป็นต้องทำการทดลองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะต้องทดลองในอุโมงค์ลมเพื่อให้ง่ายต่อการวัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนและสามารถกำหนดปริมาณลมในการทดลองได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved