

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมรรถนะของระบบเก็บสะสมพลังงานแบบความร้อนที่ใช้หินภูเขาไฟและลูกบดเซรามิกเป็นวัสดุเก็บสะสมพลังงาน โดยมีอากาศร้อนเป็นแหล่งจ่ายความร้อนให้กับชั้นสะสมความร้อนและอากาศเย็นเป็นตัวรับความร้อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหินภูเขาไฟประมาณ 0.0075 m, 0.025 m และ 0.04 m และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของลูกบดเซรามิกประมาณ 0.015 m, 0.02 m, 0.03 m และ 0.04 m ความหนาของชั้นสะสมความร้อนที่ทดสอบคือ 0.06-0.15 m อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ทดสอบอยู่ระหว่าง 150-250 °C มีอัตราการไหลเชิงมวลเท่ากับ 0.15-0.3 kg/s มีการติดตั้งท่อเหล็กบายพาสอากาศในชั้นสะสมความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.025 m ตามแนวยาวของชั้นสะสมความร้อนจำนวน 9 ท่อเพื่อลดปัญหาความดันอากาศตกคร่อมชั้นสะสมความร้อน ผลการทดสอบที่ได้นำมาสร้างแบบจำลองของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรและค่าความดันอากาศตกคร่อม และการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 การสร้างแบบจำลองของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรและค่าความดันอากาศตกคร่อม

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ทำนายค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตร สามารถหาค่าคงที่ a และ b สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรจากสมการ $h_v = a \left(\frac{G}{D_b} \right)^b$ ของหินภูเขาไฟและลูกบดเซรามิกมีค่าเท่ากับ 222.3, 0.736 และ 1,173.2, 0.716 ตามลำดับ ในเชิงความดันอากาศตกคร่อมผ่านชั้นสะสมความร้อนสะสมความร้อนของหินภูเขาไฟและลูกบดเซรามิก สามารถหาความสัมพันธ์ในรูปแบบที่ง่ายขึ้นคือ $\Delta p = 0.319 \frac{\Delta x G^2}{D_b \rho_b} + 1.953$, $\Delta p = 1.303 \frac{\Delta x G^2}{D_b \rho_b} + 1.36$ ตามลำดับ รวมทั้งการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำนายอุณหภูมิชั้นสะสมความร้อนและอากาศร้อนที่ออกจากชั้นสะสมความร้อน พบว่า 80% ของข้อมูลของหินภูเขาไฟและลูกบดเซรามิกที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ได้จากการทดลอง มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้น

สามารถนำไปใช้คำนวณหาสมรรถนะของการเก็บสะสมความร้อนของชั้นสะสมความร้อนในต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

6.2 การวิเคราะห์สมรรถนะของระบบเก็บสะสมพลังงานความร้อนและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ส่งผลสมรรถนะของระบบเก็บสะสมพลังงานความร้อนที่ใช้หินภูเขาไฟ และลูกบดเชรามิกเป็นวัสดุสะสมความร้อนซึ่งมีการบดเพื่อลดค่าความดันตกคร่อมในการไหลของอากาศร้อนผ่านชั้นสะสมความร้อนและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เมื่อมีการนำความร้อนทิ้งจากแก๊สไอเสียกลับมาใช้ใหม่ มีผลดังนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุเก็บสะสมความร้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะส่งผลทำให้สมรรถนะในการเก็บสะสมพลังงานลดลง สามารถเก็บความร้อนได้น้อยลง ในเชิงสมรรถนะในการถ่ายเทความร้อนจะใช้ระยะเวลาที่ในการประจุและคายความร้อนมากขึ้น อีกทั้งยังส่งผลทำให้ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ลดลง

อุณหภูมิแหล่งจ่ายความร้อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้สมรรถนะในการเก็บสะสมพลังงานและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่ในเชิงสมรรถนะในการถ่ายเทความร้อน ผลที่ได้รับไม่แตกต่างกัน

อัตราการไหลเชิงมวลของแหล่งจ่ายความร้อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้สมรรถนะในการถ่ายเทความร้อนและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่ในเชิงสมรรถนะในการเก็บสะสมพลังงาน ผลที่ได้รับไม่แตกต่างกัน

ความหนาแน่นสะสมความร้อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สมรรถนะในการเก็บสะสมพลังงานและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่สมรรถนะในการถ่ายเทความร้อนจะลดลง

นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ลูกบดเชรามิกมีสมรรถนะในการเก็บสะสมพลังงานและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่าหินภูเขาไฟ อีกทั้งยังมีความดันอากาศตกคร่อมชั้นสะสมความร้อนน้อยกว่า

โดยจากการทดลองสามารถสรุปเงื่อนไขที่ทำให้สมรรถนะของระบบเก็บสะสมพลังงานความร้อนที่สุดได้ดังนี้ ขนาดความหนาของชั้นสะสมความร้อนคือ 0.15m อุณหภูมิของแหล่งจ่ายความร้อนคือ 250°C อัตราการไหลเชิงมวลของแหล่งจ่ายความร้อน 0.30 kg/s ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหินภูเขาไฟและลูกบดเชรามิกคือ 0.0075 และ 0.15 m ตามลำดับ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อมีการใช้หินภูเขาไฟและลูกบดเชรามิกเป็นวัสดุสะสมความร้อนคือ 4.65ปี และ 3.48 ปี ตามลำดับ

ค่าอัตราผลตอบแทนการคืนทุนเมื่อมีการใช้หินภูเขาไฟและลูกบดเซรามิกเป็นวัสดุสะสมความร้อน คือ 22.00% และ 30.54% ตามลำดับ

6.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรคำนึงถึง ความสม่ำเสมอในการทำงานของชุดหัวเผาแก๊สซึ่งส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิอากาศร้อน พื้นที่ในการทดลอง งบประมาณในการติดตั้งชุดทดสอบ และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเพิ่มขนาดความหนาของชั้นสะสมความร้อน ซึ่งทำให้อากาศร้อนไหลผ่านชั้นสะสมความร้อนได้ยากขึ้น เกิดความดันอากาศตกคร่อมชั้นสะสมความร้อน ส่งผลทำให้เกิดแรงดันย้อนกลับ ทำให้อากาศที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ไหลย้อนกลับสู่ชุดหัวเผาแก๊ส

ทั้งนี้ สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรจะมีการศึกษาเกี่ยวกับเชิงอิทธิพลของการบายพาส เช่น จำนวนท่อ ขนาดท่อ ระยะห่างระหว่างท่อ และลักษณะการวางแนวท่อที่ใช้ในการบายพาสภายในชั้นสะสมความร้อน อีกทั้ง ควรหาเวลาที่ใช้ในการประจุความร้อน เพื่อไม่ให้เป็นการสิ้นเปลืองความร้อนทั้งหล่านั้น ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพดีที่สุด เป็นต้น นอกจากนี้ยังควรศึกษาในเชิงการเลือกใช้วัสดุเก็บสะสมความร้อน เช่น การใช้วัสดุเก็บสะสมความร้อนขนาดต่าง ๆ รวมกันภายในชั้นสะสมความร้อน หรือการเพิ่มลักษณะการสะสมความร้อนในลักษณะเปลี่ยนเฟส หรือแบบทางเคมีเข้าร่วมภายในชั้นสะสมความร้อนแบบก้อนกรวด