หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังตัวรับความร้อน (Heat sink) นับว่ามีความสำคัญมากต่อบทบาทของการออกแบบระบบอุปกรณ์เชิงความร้อนเช่น เตา,Recuperator,Fire heater และอุปกรณ์กู้ความร้อนคืนเป็นต้น

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาตัวแปรที่สำคัญต่อระบบการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากก๊าซร้อนไปยังตัวรับความร้อนใดๆโดยได้พัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์และทำการสร้างเครื่องมือทดลองขึ้น โดยจะนำผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของสมการที่ใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย 2 สมการหลักคือสมการที่ (4.11)และ(4.13)ซึ่งเป็นสมการที่แสดงรายละเอียดของการคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังตัวรับความร้อนคือผนังท่อไฟ โดยจะแยกให้เห็นอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนคือ อัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อน และอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟรวมถึงอัตราความร้อนที่สูญเสียออกจากระบบที่สภาวะต่างๆ ซึ่งให้ผลคำตอบที่สอดคล้องกับการทดลองกล่าวคือค่าประสิทธิภาพของการดูดกลืนความร้อนโดยผนังท่อไฟเกิดขึ้นสูงสุดที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงเท่ากับ 2 kg/hr ที่ปริมาณการป้อนออกซิเจนส่วนเกิน ประมาณ 10 % และอุณหภูมิของผนังท่อไฟ 650 R โดยที่สภาวะดังกล่าวมีอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟจากการทดลอง 66030.38Btu/hr และจากแบบจำลองทางคณิต

ศาสตร์ 70850 Btu/hr และจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สภาวะเดียวกันเมื่อเปลี่ยนเป็นการป้อนปริมาณออกซิเจนส่วนเกินเป็น 10 % จะมีอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟ 65968.50 จากการศึกษาชนิดของอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนแบบต่างๆเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟ ทั้งจากการทดลองจริงและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟมีประมาณ 60-80% โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนเพลิงหรืออุณหภูมิของก๊าซร้อนสูงขึ้นเปอร์เซนต์ของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟมีประมาณ 20-40 %

ผลของการวิจัยเพื่อหาตัวแปรที่สำคัญต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังตัวรับความร้อนได้ผลดังนี้คือ

ก. ปริมาณออกซิเจนส่วนเกินหรือปริมาณอากาศส่วนเกิน

ผลของค่าปริมาณออกซิเจนส่วนเกินหรือมีปริมาณอากาศส่วนเกินเมื่อควบคุมให้อัตราการป้อนเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของผนังท่อไฟคงที่ พบว่าค่าทั้งสองที่เปลี่ยนไปมีอิทธิพลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟน้อยเมื่อเทียบกับอัตราการป้อนเชื้อเพลิงที่สภาวะเดียวกัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากในงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดช่วงการเปลี่ยนแปลงของค่าทั้งสองแคบเกินไป ทำให้เห็นผลความแตกต่างได้น้อยแต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนค่าปริมาณออกซิเจนและปริมาณอากาศส่วนเกินมีผลกระทบต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาจากก๊าซร้อนอย่างชัดเจน

จะเห็นได้ว่าในระบบอุปกรณ์เชิงความร้อนใดๆก็ตามที่ต้องอาศัยความร้อนจากห้องเผาไหม้ถ้าหากเราทราบปริมาณอากาศหรือออกซิเจนที่จะต้องป้อนเข้าไปล่วงหน้าทำให้สามารถกำหนดขนาดอุปกรณ์ที่ให้กำลังงานได้เหมาะสมเช่นขนาดของปั๊มหรือขนาดของมอเตอร์ ทำให้สามารถลดต้นทุนเบื้องต้นและช่วยในการประหยัดพลังงานด้วย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. อัตราการป้อนเชื้อเพลิง

เมื่อควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนส่วนเกินหรือปริมาณอากาศส่วนเกินและอุณหภูมิของผนังท่อไฟคงที่ พบว่าอัตราการป้อนเชื้อเพลิงมีอิทธิพลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟเป็นอย่างมากและมีสภาวะดังกล่าวอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อนจะแปรตามอัตราการป้อนเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของก๊าซร้อนอย่างชัดเจนโดยเฉพาะที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงสูงๆอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟเกือบทั้งหมดเป็นผลมาจากอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อน และอาจตัดเทอมของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาก๊าซร้อนทิ้งได้

ค. อุณหภูมิของผนังท่อไฟ

ที่สภาวะต่าง ๆเมื่อทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของผนังท่อไฟซึ่งในการทดลองจริงทำได้โดยการเพิ่มหรือลดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่อยู่รอบๆผิวท่อไฟในแคลอรี่มิเตอร์โดยในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาที่อุณหภูมิของผนังท่อไฟ 3 ค่าคือที่ 650 R, 750 R และ 850 R ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของตัวรับความร้อนคือผนังท่อไฟมีอิทธิพลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟเช่นกันโดยที่สภาวะเดียวกันถ้าหากมีอุณหภูมิของผนังท่อไฟต่ำๆอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟจะมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิผนังท่อไฟสูงๆและประสิทธิภาพของการดูดกลืนความร้อนโดยผนังท่อไฟก็จะสูงตามด้วย

สำหรับการควบคุมตัวแปรทั้ง3สามารถทำได้โดยการปรับที่วาวล์ปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิง,อากาศและน้ำหล่อเย็นให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้นในการออกแบบระบบดังกล่าวนี้จะต้องคำนึงถึงตัวแปรทั้ง3เป็นพิเศษการเลือกค่าตัวแปรทั้ง 3 ที่เหมาะสมจะส่งผลให้ระบบที่ออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดรวมถึงการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย

นอกจาก 3 ตัวแปรหลักที่กล่าวมาแล้วยังมีตัวแปรย่อยที่สำคัญที่ผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนนั่นก็คือค่าการเปล่งรังสีความร้อนของก๊าซร้อน, ค่าการดูดกลืนความร้อนของผนังตัวรับความร้อน, ลักษณะรูปร่างของของระบบที่พิจารณาชนิดของหัวเผาและลักษณะการจัดวางหัวเผาตลอดจนชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ในที่นี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่อผู้สนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิผลของงานวิจัย โดยจะแยกเป็น2หัวข้อใหญ่ ๆคือ

1 ข้อเสนอแนะสำหรับอุปกรณ์ทดลอง

เพื่อให้ระบบที่ได้ออกแบบขึ้นสามารถศึกษาข้อมูลได้กว้างขึ้น จึงควรปรับอุปกรณ์ทดลองเพิ่มเติมดังนี้

1.1 ปรับปรุงที่หัวเผาโดยออกแบบให้สามารถป้อนปริมาณออกซีเจนส่วนเกินได้มากขึ้นโดยไม่จำกัดเพื่อจะได้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณออกซิเจนส่วนเกินที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟได้หลายๆค่า

1.2 เพื่อให้ผลที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยิ่งขึ้นควรออกแบบให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนในระบบมีค่าสม่ำเสมอกันเกือบทุกจุด ถึงแม้ว่าในทางปฏิบัติจะทำยากก็ตาม ทั้งนี้เพื่อจะได้สอดคล้องกับข้อสมมุติฐานไว้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนในระบบมีค่าเดียว

1.3 ทดลองใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นหลาย ๆชนิดเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างซึ่งกันและกันเพื่อจะได้ทราบค่าตัวแปรต่างๆที่เหมาะสมในแต่ละสภาพการทดลอง

2 ข้อเสนอแนะสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความถูกต้องและสามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

2.1 ลองเปรียบเทียบผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์รูปแบบอื่นๆซึ่งมีผู้วิจัยในอดีตหลายท่านได้เสนอไว้ สำหรับผู้ที่สนใจสามารถค้นคว้าได้ในหนังสืออ้างอิง[11]และ[9]เมื่อเปรียบเทียบแล้วถ้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อันไหนที่สอดคล้องกับผลการทดลองที่สุดก็ถือว่าเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อันนั้นถูกต้องที่สุด

2.2 นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ไปใช้กับระบบเตาที่มีรูปร่างอย่างอื่นเพียงแต่เข้าไปเปลี่ยนโครงสร้างของตัวสมการในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใหม่ เพื่อจะได้สัมพันธ์กันกับระบบเตาที่จะศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย