บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ในปัจจุบันการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด เนื่องจากค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานนั้นมีค่าที่สูงมาก โดยเฉพาะกรณีพลังงานที่ใช้คือพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ซึ่งต้องมีการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ อุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศจึงต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด

หลาย ๆ อุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการถลุงดีบุก อุตสาหกรรมเหล็ก ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศเป็นหลัก เพื่อใช้ในกระบวนการหลอมแร่ให้เหลว เชื้อเพลิงและอากาศที่ผ่านการเผาไหม้แล้วจะเปลี่ยนเป็นก๊าซเสียที่อุณหภูมิประมาณ 800 – 1,200 ^{o}C เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจึงมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อถ่ายเทความร้อนจากก๊าซเสียที่ออกจากเตาให้แก่อากาศที่ช่วยในการเผาไหม้ แต่ด้วยอุณหภูมิของก๊าซเสียที่สูงมาก และความดันแตกต่างอย่างมากระหว่างอากาศและก๊าซเสีย อาจก่อให้เกิดการกัดกร่อนของพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้การใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Recuperative Heater Exchanger ไม่เหมาะสมกับสภาพดังกล่าว ดังนั้น Thermal Regenerator หรือ Regenerative Heater Exchanger ซึ่งสามารถทนต่อสภาพดังกล่าวได้ จึงถูกนำมาใช้งานเพื่อถ่ายเทพลังงานความร้อนจากก๊าซเสียที่มีอุณหภูมิสูงมาสะสมในโครงอิฐทนไฟ (checkerwork of fireclay brick) ในรีเจเนอเรเตอร์ เมื่อก๊าซเสียจากการเผาไหม้ไหลผ่านรีเจเนอเรเตอร์เป็นเวลาหนึ่งแล้วจึงสลับให้อากาศที่ช่วยในการเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลผ่าน ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยโครงอิฐทนไฟจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศที่ช่วยในการเผาไหม้ กับ ก๊าซเสีย หากอากาศที่ช่วยในการเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเท่าใด ก็จะประหยัดเชื้อเพลิงได้มากเท่านั้น

การจะทำให้อากาศที่ช่วยในการเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน วิธีการหนึ่งคือการปรับเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนของรีเจเนอเรเตอร์ เป็นอีกวิธีที่สามารถทำได้ จึงได้มีการศึกษาวิจัยทางด้านเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน ในการทำให้อากาศที่ช่วยในการเผาไหม้เมื่อผ่านรีเจเนอเรเตอร์แล้ว มีอุณหภูมิสูงมากที่สุด หรือ ให้ได้ก๊าซเสียหลังจากการเผาไหม้เมื่อผ่านรีเจเนอเรเตอร์แล้วมีอุณหภูมิต่ำที่สุด เพื่อให้มีปริมาณความร้อนนำกลับมาใช้ (heat recovery) มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเชิงเวลา และการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลเย็น (cold fluid) และของไหลร้อน (hot fluid) กับโครงอิฐทนไฟของรีเจเนอเรเตอร์
2. ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนของรีเจเนอเรเตอร์ เพื่อช่วยในการปรับปรุงประสิทธิผลของรีเจเนอเรเตอร์ (effectiveness of regenerator)

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ในการศึกษาวิจัยนี้ จะศึกษาถึงการถ่ายเทความร้อนและเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลเย็น (cold fluid) และของไหลร้อน (hot fluid) กับโครงอิฐทนไฟของรีเจเนอเรเตอร์ โดยทำการสร้างชุดทดลองขึ้นมา ซึ่งย่อส่วนมาจากรีเจเนอเรเตอร์ที่ใช้งานจริงในโรงถลุงดีบุกของ บริษัท ไทยแลนด์สเมลติ้งแอนดรีไฟนิ่ง จำกัด โดยใช้การออกแบบทางเรขาคณิต (geometric similarity) เป็นตัวกำหนดขนาดของชุดทดลอง ในส่วนของการออกแบบค่าอุณหภูมิ และอัตราการไหลของของไหลร้อนและของไหลเย็นที่จะทำการทดลองนั้น เนื่องจากคุณสมบัติของของไหลจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของของไหล และเป็นการยากที่จะทำนายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในชุดทดลองเพื่อใช้เป็นค่าในการออกแบบทางพลศาสตร์ (dynamic similarity) ผู้วิจัยจึงกำหนดอุณหภูมิของของไหลร้อนที่จะทำการทดลองเท่ากับ 400 ^{o}C และอัตราการไหลโดยมวลในช่องการไหลเท่ากับ 4.069 x 10 $^{-3}$ kg/s และในส่วนของการทำของไหลร้อนจะใช้ฮีทเตอร์ ขนาด 1500 วัตต์ จำนวน10 แท่ง เป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิของของไหลจากอุณหภูมิบรรยากาศจนถึง 400 ^{o}C

1.4 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาค้นคว้าหาทฤษฎีและสมการเชิงอนุพันธ์ของสมดุลความร้อนที่ใช้กับ โครงอิฐทนไฟรูปปล่องไฟสี่เหลี่ยมในรีเจเนอเรเตอร์
2. ออกแบบชุดทดลองโดยทำการย่อส่วนตัวรีเจเนอเรเตอร์มาจากรีเจเนอเรเตอร์ที่ใช้จริงในโรงงานถลุงดีบุกของ บริษัท ไทยแลนด์สเมลติ้งแอนดรีไฟนิ่ง จำกัด
3. สร้างชุดทดลองตามที่ออกแบบไว้
4. ทำการทดลองเพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์
5. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้รู้เวลาที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายเทความร้อนของรีเจเนอเรเตอร์ไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนการควบคุมการทำงานของรีเจเนอเรเตอร์ ภายในโรงงานเพื่อประหยัดพลังงานได้
2. สามารถนำค่าที่ได้จากการทดลองไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ทำให้ทราบวิธีการอนุรักษ์พลังงานในรีเจเนอเรเตอร์ และแนวทางปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงานต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย