บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่ผ่านมา

ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช [1] ได้ศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเตาชนิดท่อไฟ ซึ่งในงานวิจัยได้สร้างอุปกรณ์ทดลองและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟที่สภาวะต่างๆกัน โดยเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการทำนายการถ่ายเทความร้อนและเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลองจริง จากผลการทดลองพบว่าอัตราความร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟคือผลรวมของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟ และพบว่าที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง LPG ต่ำๆ ที่ 1 kg/hr ปริมาณอากาศส่วนเกิน 10% และอุณหภูมิผนังท่อไฟ 650 R จะมีอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสี 57% การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาความร้อน 43% แต่เมื่อใช้อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 5 kg/hr สำหรับปริมาณอากาศส่วนเกิน และอุณหภูมิผนังท่อไฟเท่าเดิมจะมีอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสี 80% และอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาความร้อน 20% และเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่ามีความสอดคล้องกันดี

Wibuswas and Ajson [2] ได้ศึกษาและวิเคราะห์พลังงานและอเวเลบิลิตี้ของเตาหลอมแก้ว พบว่าประสิทธิภาพตามกฎข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์มีค่าประมาณ 18.2-20.2% และ 13.3-14.5% ตามลำดับ และการนำไอเสียกลับมาให้ความร้อนแก่น้ำมันเตาแทนไฟฟ้าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณปีละ 1.13 ล้านบาท

Morita and Tanigawa [3] ได้ทำการศึกษาออกแบบเตาหลอมสมรรถนะสูงโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้อากาศที่อุณหภูมิสูง พบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 30% และลดมลภาวะอันเนื่องมาจากสาร NO_x ลงได้ถึง 20%

Ishii et al. [4] ได้ศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขเพื่อวิเคราะห์การอุ่นอากาศในการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงในเตาหลอมอุตสาหกรรม โดยได้ศึกษาการไหลแบบปั่นป่วน การถ่ายเทมวล และการถ่ายเทความร้อนในเตาหลอม พบว่า อัตราส่วนความเร็วของอากาศต่อเชื้อเพลิงมีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดสาร NO_x เป็นอย่างมากและพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหลอมจะสูงขึ้นและสาร NO_x จะน้อยลงเมื่อใช้ Regenerative Burners

Gupta et al. [5] ได้ศึกษาถึงผลของการอุ่นอากาศและความเข้มข้นของออกซิเจนที่มีต่อโครงสร้างของเปลวไฟและการแพร่ของสารมลพิษ โดยใช้ Propane เป็นเชื้อเพลิง จากข้อมูลการทดลองได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะของเปลวไฟ การกระจายของสารมลพิษ การกระจายของ OH, CH และ C_2 และมีการบันทึกสีของเปลวไฟโดยใช้ซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมทางเคมีและความร้อนของเปลวไฟขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศที่อุ่นและความเข้มข้นของออกซิเจน สีของเปลวไฟจะเป็นสีฟ้าอมเขียวหรือสีเขียวเมื่ออุณหภูมิของการอุ่นอากาศสูงและความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ เปลวไฟจะมีสีเหลืองเมื่อความเข้มข้นของออกซิเจนสูง ความเข้มข้นของ OH, CH และ C_2 จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของการอุ่นอากาศเพิ่มขึ้นและความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำลง และพบว่าเปลวไฟจะมีเสถียรภาพสูงเมื่อค่าอัตราส่วนสมมูลต่ำๆซึ่งจะไม่เกิดกับอากาศปกติที่ไม่ได้ทำการอุ่น สารมลพิษ CO_2 และ NO_x จะน้อยลงเมื่ออุณหภูมิการอุ่นอากาศสูงและความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ และการอุ่นอากาศก่อนที่จะทำการเผาไหม้จะทำให้ค่าฟลักซ์ความร้อนสูงกว่าอากาศธรรมดาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการอุ่นอากาศ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานและลดก๊าซ CO_2 ลง

Hasegawa and Tanaka [6] ได้ศึกษาการเผาไหม้ด้วยอากาศที่มีอุณหภูมิสูง โดยพบว่าการเผาไหม้ที่อากาศอุณหภูมิสูง (1010 °C) และออกซิเจน 3.0 % ในอากาศเจือจางทำให้เปลวไฟมีเสถียรภาพสูง และปริมาตรของเปลวไฟมากขึ้น โดยสีของเปลวไฟเป็นสีเขียวอ่อนและมีค่า NO_x ต่ำ และโพรไฟล์ของการกระจายอุณหภูมิของเปลวไฟมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) มากกว่าเปลวไฟปกติซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนที่ดีขึ้นและสม่ำเสมอ ดังนั้นเทคโนโลยีการเผาไหม้ด้วยอากาศที่อุณหภูมิสูงจึงถูกนำมาใช้งานกับเตาเผาในอุตสาหกรรมต่างๆ

Hoogendoorn et al. [7] ทำการวัดฟลักซ์ความร้อนในเตาสี่เหลี่ยมที่มีท่อวางเรียงในแนวตั้งโดยมีหัวเผาให้ความร้อน 2 หัว สำหรับให้ความร้อนในแนวตั้งขึ้นด้านบน และใช้น้ำมันและก๊าซเป็นเชื้อเพลิง จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ก็เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า อุณหภูมิภายในเตาหลอมที่คงที่สามารถนำไปคำนวณหาฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทสู่ท่อได้ โดยทำการวัดฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนและฟลักซ์ความร้อนรวม (Total heat flux) ซึ่งผลต่างระหว่างฟลักซ์ความร้อนรวมกับฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนคือค่าฟลักซ์การพาความร้อน จากการศึกษาพบว่าการกระจายฟลักซ์ความร้อนภายในเตาไม่ค่อยสม่ำเสมอ โดยที่การกระจายฟลักซ์ความร้อนจากหัวเผาที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงมีความสม่ำเสมอมากกว่าหัวเผาที่ใช้น้ำมัน

Selcuk et al. [8] ได้ศึกษาผลของความยาวเปลวไฟที่มีต่อการกระจายของฟลักซ์ความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีในอุปกรณ์ให้ความร้อนกับของไหล ซึ่งข้อมูลนี้มีส่วนสำคัญในการออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากความร้อนต่อกลุ่มท่อในอุปกรณ์อันเนื่องจากความยาวเปลวไฟที่ไม่เหมาะสม ซึ่งการถ่ายเทความร้อนไปสู่กลุ่มท่ออย่างสม่ำเสมอจะทำให้เกิดประสิทธิภาพทางความร้อนที่สูงสุด จากการใช้แบบจำลอง Two-flux model ในการทำนายการแผ่รังสีความร้อนในอุปกรณ์ให้ความร้อนกับของไหลพบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าฟลักซ์การแผ่รังสีที่ผิวท่อขึ้นอยู่กับความยาวของเปลวไฟเป็นอย่างมาก

สมรัฐ เกิดสุวรรณ [9] ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเผาไหม้ด้วยอากาศที่อุณหภูมิสูงโดยใช้ Recuperator หรือ Regenerator ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถประหยัดการใช้เชื้อเพลิงได้ถึง 30% (และทำให้ลดการปล่อย CO_2 ลงด้วย) รวมทั้งลดขนาดของอุปกรณ์การเผาไหม้ลงได้ถึง 25% เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่ทั่วไป และลดความเข้มข้นของมลพิษลงได้ถึง 50% ในขณะที่ยังคงสามารถรักษาสมรรถนะของระบบได้เท่าเดิม ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวกับเตาเผาอุตสาหกรรมมากกว่าหนึ่งร้อยแห่ง และเริ่มมีการประยุกต์เทคโนโลยีดังกล่าวกับกระบวนการทางความร้อนอื่นๆไม่ว่าจะเป็น gasification, incineration, การผลิตกำลัง และการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนต่ำ