

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การเผา คือ การเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ผลิตภัณฑ์ในเตาเผาภายใต้บรรยากาศที่เหมาะสม เพื่อเปลี่ยนสภาพดินให้กลายเป็นถาวรวัตถุ มีความแข็งแรง ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เกิดความคงทนถาวร ซึ่งการเผาผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การเผาติด การเผาเคลือบ และการเผาตกแต่ง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541 : 288) ปฏิกิริยาการเผาไหม้โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมีตัวทำปฏิกิริยาและสภาวะที่เหมาะสม ปฏิกิริยาการเผาไหม้ คือปฏิกิริยาการออกซิไดส์ (Oxidize) เชื้อเพลิงซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ให้กลายเป็นออกไซด์ซึ่งเป็นปฏิกิริยาถูกโซ่ โดยโมเลกุลของเชื้อเพลิงจะแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระก่อน จากนั้นแหล่งจุดไฟจะให้พลังงานส่วนแรกแก่ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและออกซิเจนทำให้เชื้อเพลิงเกิดการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระจำนวนมากพอที่จะไปทำให้เริ่มเกิดปฏิกิริยาถูกโซ่ของการเผาไหม้ เมื่อเริ่มเกิดการเผาไหม้แล้วแหล่งจุดไฟจะไม่จำเป็นอีก เพราะพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้มากเกินพอที่จะไปทำให้เชื้อเพลิงส่วนที่เหลืออยู่เกิดการแตกตัวและเผาไหม้ต่อเนื่องได้เอง (กัญญา บุญเกียรติ, 2542 : 49)

การเกิดเปลวไฟ (Flame) สามารถเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ 1) เปลวไฟเคลื่อนที่เข้าหาส่วนผสม ซึ่งอยู่กับที่ เช่น มีส่วนผสมอยู่ในท่อผสมแล้วจุดระเบิดให้เกิดเปลวไฟซึ่งจะเคลื่อนจากจุดเริ่มต้นเข้าหาส่วนผสม ที่เหลืออยู่ภายในท่อ และ 2) ป้อนส่วนผสมให้แก่เปลวไฟซึ่งอยู่กับที่ ในกรณีนี้เปลวไฟจะอยู่กับที่ได้ต่อเมื่อมีอัตราการป้อนส่วนผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงและอากาศให้แก่เปลวไฟตลอดเวลาด้วยอัตราคงที่ ซึ่งกระทำได้โดยการใช้หัวเผา (Burner)

หัวเผาเวนจูรี (Venturi burner) เป็นหัวเผาในบรรยากาศเปิดชนิดเปลวไฟแก๊สผสมอากาศ (Premixed flames) ใช้หลักการเดียวกับตะเกียงเบนเซน (Bunsen burner) คือ ใช้ไมเมนตัมของแก๊สที่พุ่งผ่านหัวฉีดออกมาถึงอากาศส่วนแรกเข้าผสมเป็นส่วนผสมแรก เกิดเปลวไฟขึ้นในเหนือหัวเผาแล้วเกิดเปลวไฟขึ้นนอกโดยการแพร่ของอากาศที่อยู่ล้อมรอบเข้าหาผลผลิตที่ยังเผาไหม้ได้ที่ออกจากเปลวไฟขึ้นใน ส่วนประกอบสำคัญของหัวเผา ได้แก่ หัวฉีดแก๊ส (Injector) ช่องเปิดให้อากาศส่วนแรกเข้า (Primary air port) ท่อผสมส่วนคอคอดและท่อเวนจูรี (Throat and diffuser) ส่วนหัวเตา (Burner head) และ ช่องเปลวไฟ (Flame port or burner port) ควบคุมอากาศไหลเข้าโดยการปรับแผ่นกั้นอากาศ (Air baffle) เพื่อนำอากาศเข้าไปผสมกับแก๊ส (Air-gas mixed) (กัญญา บุญเกียรติ, 2542 : 75) การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกมักนิยมใช้หัวเผาที่ทำด้วยวัสดุทนไฟมากกว่าที่ทำจากโลหะ ในการเผาด้วยเตาชนิดที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงนั้น เชื้อเพลิงจะถูกพ่นจากหัวเผาและถูกเผาไหม้ให้เป็นเปลวไฟ เปลวไฟ ที่เกิดจากการเผาไหม้จะทำความร้อนไหลขึ้นสู่เพดานเตา เนื่องจากแรงดันภายในเตาเพิ่มขึ้นจึงทำให้ ไร้อนหาทางออก อุณหภูมิของการเผาอาจไม่สม่ำเสมอ (พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา, ศูนย์. ม.ป.ป. : 75)

การตรวจสอบและปรับปรุงสมรรถนะของหัวเผา นับเป็นหัวใจสำคัญของการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ ซึ่งมีแนวทางในการตรวจสอบและปรับปรุงหลายวิธี อาทิ ภัทรภรณ์ โกษาแสง และคณะ (2554 : บทคัดย่อ) ดำเนินการตรวจสอบอัตราส่วนระหว่างอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับแบบจำลองหัวเผาแบบเปิดในกระบวนการผลิตเหล็กเส้น โดยทดสอบอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่พอดีกัน พบว่า อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง (A/F Ratio) ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 10.5670 ซึ่งจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ คือ ออกซิเจน ร้อยละ 12.31 คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 4.3 คาร์บอนมอนอกไซด์ 4 ppm ที่อุณหภูมิ 526.4 องศาเซลเซียส ส่วน กนกกาญจน์ ว่องวัชรพร (2556 : 109, 121) ศึกษาการใช้วัสดุพรุน (Porous materials) ในการประยุกต์สำหรับการเผาไหม้สมรรถนะสูง พบว่า วัสดุประเภทซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) อลูมินา (Al_2O_3) และเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (ZrO_2) เหมาะสำหรับการเผาไหม้ชนิดเปลวผสมที่มีประสิทธิภาพสูง โดยการหมุนเวียนความร้อนด้วยการแผ่รังสีความร้อนและการนำความร้อนในเนื้อของวัสดุแข็ง ในขณะที่มีการปลดปล่อยมลภาวะต่ำทั้งไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รวมทั้งมีความเร็วในการเผาไหม้สูงเมื่อเทียบกับการเผาแบบเปิดทั่วไป และ กัญญา บุญเกียรติ (2542 : 78-79) หัวเผาผสมอากาศชนิดอากาศดิ่งแก๊ส ใช้อากาศป้อนผ่านท่อเข้ามาที่หัวฉีดและใช้ความดันของอากาศดิ่งเชื้อเพลิงเข้ามาผสม โดยที่การเผาไหม้ต้องใช้ปริมาตรของอากาศสูงมากเพื่อเทียบกับของแก๊สเชื้อเพลิง การใช้โมเมนตัมของอากาศดิ่งเชื้อเพลิงเข้ามาผสมจึงเป็นหลักการที่ใช้พลังงานจลน์ที่ถูกต้อง และหัวเผาชนิดนี้ใช้กันมากในอุตสาหกรรม เพราะได้สัดส่วนการผสมที่ต้องการตามทฤษฎี ควบคุมอัตราส่วนได้ง่าย ปรับอัตราการป้อน (Throughput) ได้ง่าย โดยปรับเพียงอากาศ ส่วนผสมที่ช่องเปลวไฟมีความดันสูงจึงทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ เกิดการกระจายของแก๊สร้อนไปทั่วเตาเผาและการถ่ายโอนความร้อนโดยการพา

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ จะดำเนินการปรับปรุงหัวเผาแบบเวนจูรีซึ่งเป็นหัวเผาในบรรยากาศแบบเปิด ควบคุมอากาศไหลเข้าโดยการปรับแผ่นกั้นอากาศเพื่อนำอากาศเข้าไปผสมกับแก๊สภายในท่อเวนจูรี จากนั้นแก๊สผสมจะไหลออกและเกิดเปลวไฟทางด้านปลายท่อ การควบคุมอากาศไหลเข้าโดยการปรับแผ่นกั้นอากาศ ทำให้อากาศไหลเข้าอย่างอิสระไม่สามารถควบคุมปริมาณอากาศได้อย่างแน่นอน ดังนั้นการควบคุมปริมาณอากาศโดยเกจควบคุมแรงดันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเผาไหม้ขั้นสูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อปรับปรุงและติดตั้งชุดอุปกรณ์เติมอากาศจากหัวเผาเวนจูรีโดยตรง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของชุดอุปกรณ์หัวเผาแบบควบคุมแรงดันอากาศ

1.3 สมมติฐาน

การเผาแบบเติมอากาศโดยตรงด้วยชุดอุปกรณ์หัวเผาที่ผ่านการปรับปรุงและติดตั้งในเตาเผา ระบบอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพดี มีอุณหภูมิการเผาไม่ต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส

1.4 ขอบเขต

- 1.4.1 ระบบการเผาที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย
 - 1.4.1.1 หัวเผาแบบเวนจูรี (Venturi burner)
 - 1.4.1.2 เตาเผาเชื้อเพลิงแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนขึ้น (Updraft gas kiln)
 - 1.4.1.3 แก๊สเชื้อเพลิงชนิดแอลพีจี (LPG)
 - 1.4.1.4 ไพโรมิเตอร์ตรวจสอบอุณหภูมิชนิด เค (Type-K pyrometer)
- 1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา
 - 1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การควบคุมการเผา ประกอบด้วย
 - 1) ปริมาณแก๊ส
 - 2) ปริมาณอากาศ
 - 1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการเผา ประกอบด้วย
 - 1) อุณหภูมิการเผา
 - 2) เวลาการเผา
 - 3) บรรยากาศการเผา
 - 4) อัตราการเผา
 - 5) ปริมาณเชื้อเพลิงการเผา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ชุดอุปกรณ์การเผาที่มีประสิทธิภาพการใช้งานสูง
- 1.5.2 ได้แนวทางการพัฒนาเทคนิคการเผาแบบรวดเร็ว
- 1.5.3 ผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

ชุดอุปกรณ์หัวเผา	หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมเชื้อเพลิงแก๊สและอากาศ ก่อนจ่ายเข้าสู่เตาเผาเพื่อการเผาไหม้
การเผาแบบ- เติมอากาศโดยตรง	หมายถึง การเผาไหม้โดยควบคุมอากาศเคลื่อนที่จากภายนอกเตาเผา เข้าสู่หัวเผาโดยตรงด้วยเกจแรงดัน (Pressure gauge)
การเผาแบบปกติ	หมายถึง การเผาไหม้โดยควบคุมอากาศเคลื่อนที่จาก ภายนอกเตาเผาเข้าสู่หัวเผาด้วยแผ่นกั้นอากาศ (Air baffle)
เตาเผา	หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อน ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดินและแร่ธาตุไปเป็นเซรามิก
ทางเดินลมร้อนขึ้น	หมายถึง ทางระบายลมร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจาก ด้านล่างเตาเผาขึ้นสู่ด้านบนเตาเผา

ปริมาณแก๊ส	หมายถึง ปริมาณแก๊สที่เคลื่อนที่จากถังแก๊สเข้าสู่เตาเผา หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ปริมาณอากาศ	หมายถึง ปริมาณอากาศที่เคลื่อนที่จากภายนอกเตาเผาเข้าสู่หัวเผา หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
อุณหภูมิการเผา	หมายถึง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง หน่วยเป็น องศาเซลเซียส
เวลาการเผา	หมายถึง ระยะเวลาจากการจุดเตาไปจนกระทั่งอุณหภูมิการเผาตรงตามกำหนด หน่วยเป็นชั่วโมง
อัตราการเผา	หมายถึง สัดส่วนระหว่างอุณหภูมิการเผาต่อเวลาการเผา หน่วยเป็น องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง
บรรยากาศการเผา	หมายถึง สภาวะการเผาไหม้ของส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศภายในเตาเผา
ปริมาณเชื้อเพลิงการเผา	หมายถึง ผลต่างของน้ำหนักเชื้อเพลิงก่อนและหลังการเผา หน่วยเป็นกิโลกรัม