

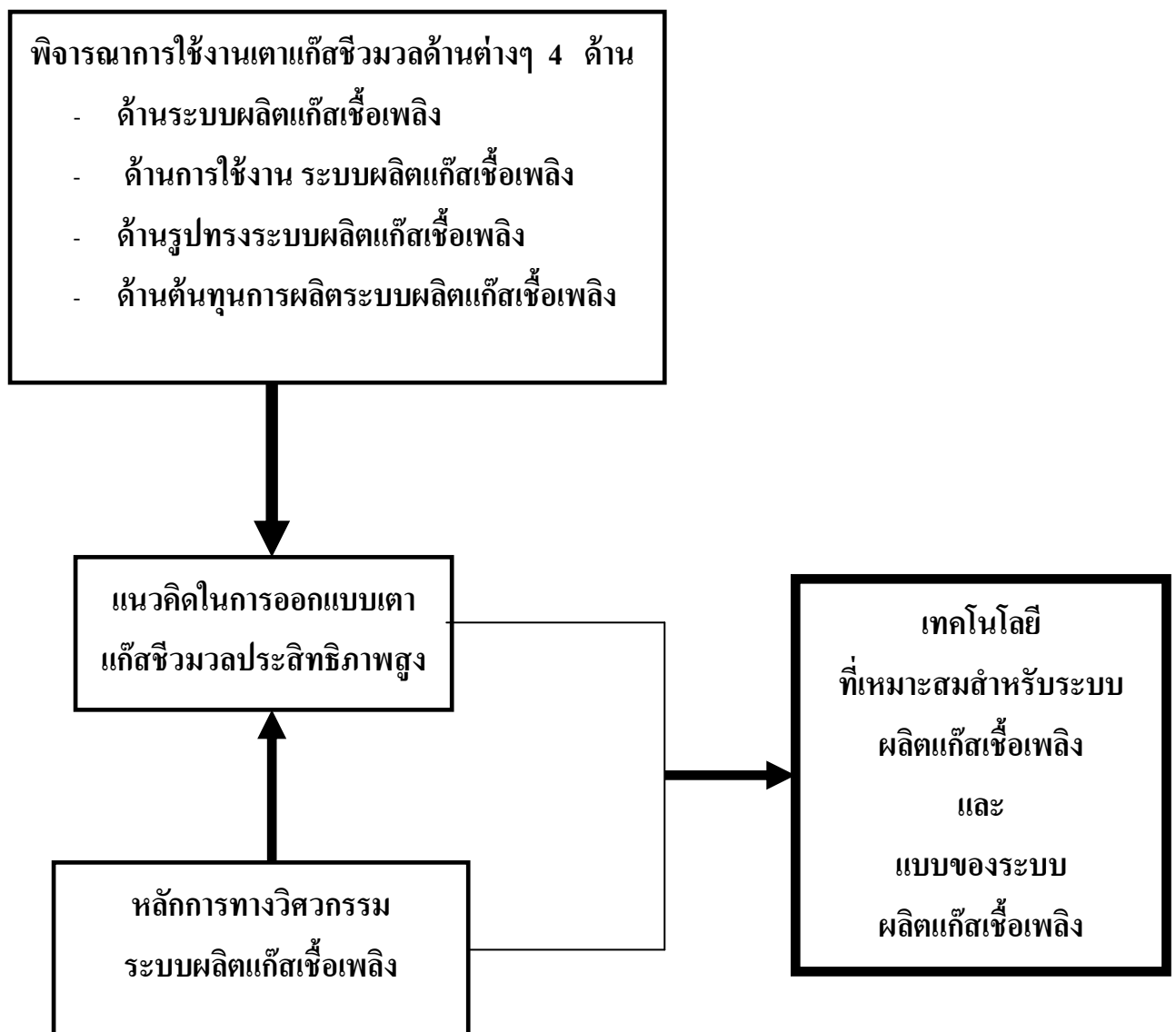
บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในหัวข้อการออกแบบและพัฒนาเตาแก๊สชีวมวลประสิทธิภาพสูงในการศึกษานี้มีขั้นตอนหลักในการดำเนินงาน 2 ขั้นตอนคือ (1) การออกแบบและสร้างเตาแก๊สชีวมวลประสิทธิภาพสูง และ (2) การทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลที่พัฒนา ในบทนี้จะนำเสนอวิธีการดำเนินงานทั้งสองขั้นตอนและรายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

3.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบเตาแก๊สชีวมวล

การออกแบบเตาแก๊สชีวมวลประสิทธิภาพสูง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยเริ่มจากการกำหนดแนวคิดในการออกแบบ (Concept design) ก่อน ซึ่งแนวคิดในการออกแบบนี้กำหนดขึ้นมาจากการศึกษาลักษณะของเตาแก๊สชีวมวลที่เหมาะสมกับการใช้งานในการหุงต้มในระดับสถานประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยกำหนดจากลักษณะของการใช้งานเตาแก๊สชีวมวลในด้านต่างๆที่สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (2) ด้านการใช้งานระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (3) ด้านรูปทรงของระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง และ (4) ด้านต้นทุนของระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง หลังจากได้แนวคิดในการออกแบบระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงแล้วจึงนำมาพิจารณาร่วมกับหลักการทางวิศวกรรม เพื่อคัดเลือกเทคโนโลยีและออกแบบระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงตามแนวคิดที่กำหนด กรอบแนวคิดในการออกแบบเตาแก๊สชีวมวลแสดงดังแผนผังในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบเตาแก๊สชีววมวล

3.2 ขั้นตอนในการทดสอบเตาแก๊สชีววมวล

การทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีววมวลที่ใช้ชีววมวลแต่ละชนิดเป็นเชื้อเพลิงนั้นมีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่งการเตรียมเชื้อเพลิง การเตรียมเชื้อเพลิงประกอบไปด้วยการตากแห้งและตัดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเท่ากัน เชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ชันไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว และเศษกิ่งไม้ โดยทำการตัดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเหมาะสมและตากแห้ง

ขั้นตอนที่สองการเตรียมเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง ในการเตรียมเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงเริ่มจากการทำความสะอาดเตา และเติมเชื้อเพลิงที่เตรียมไว้แล้วลงไป ในเตาทางช่องเติมเชื้อเพลิง เนื่องจากเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้ออกแบบในการศึกษานี้ใช้ การเพิ่ม ความดันภายนอกให้มากกว่าความดันภายในเตาโดยการใช้ น้ำหล่อบริเวณรอยต่อที่ตำแหน่งต่างๆของเตา เพื่อป้องกันการรั่วของแก๊สเชื้อเพลิงจากภายในเตาสู่ภายนอกเตา ณ. บริเวณตำแหน่งที่เป็นรอยต่อต่างๆ ดังนั้นจึงต้องเติมน้ำที่บริเวณรอยต่อต่างๆเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแก๊สเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นไหลออกมาบริเวณรอยต่อต่างๆ

ขั้นตอนที่สามการติดตั้งเครื่องมือวัดต่างๆ หลังจากเตรียมเตาแก๊สชีวมวลเรียบร้อยแล้วจึงทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ 8 ตำแหน่ง และต่อกับเครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ และ เตรียมเครื่องมือสำหรับวัดแก๊ส

ขั้นตอนที่สี่ดำเนินระบบเตาแก๊สชีวมวล โดยทำการจุดเตา และปรับปริมาณอากาศป้อนให้มีเหมาะสมกับชีวมวลแต่ละชนิด เมื่อแก๊สเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่เหมาะสมแล้วจึงเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิงเพื่อให้เกิดความร้อน และเริ่มทำการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ และตรวจวัดปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาแก๊สชีวมวล และวัดปริมาณของแก๊สร้อนที่ออกสู่บรรยากาศหลังผ่านกระบวนการเผาไหม้

3.3 ชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบเตาแก๊สชีวมวลในการศึกษานี้ ทำการทดลองกับ เชื้อเพลิงชีวมวล 3 ชนิดโดยใช้ชีวมวลที่เป็นไม้ที่มีรอบตัดฟันสั้นและปลุกเพื่อเป็นพลังงานทดแทน คือ ชี้นไม้ยูคาลิปตัส และชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง 2 ชนิด ได้แก่ กะลามะพร้าว และเศษกิ่งไม้ ชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบในการศึกษานี้แสดงดังรูปที่ 3.2



ก. เศษไม้ยูคาลิปตัส



ข. กะลามะพร้าว



ค. เศษ กิ่งไม้

รูปที่ 3.2 ชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวล

3.4 การเตรียมเชื้อเพลิงชีวมวล

ชีวมวลที่นำไปใช้ในกระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจะต้องมีการเตรียมเชื้อเพลิงก่อนเพื่อลดความชื้น และลดขนาดของเชื้อเพลิงให้มีขนาดที่เหมาะสมและใกล้เคียงกัน เพราะในกระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง เป็นกระบวนการเคมีความร้อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่จำกัดปริมาณอากาศที่ใช้ในกระบวนการ ดังนั้นเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงจะทำให้ปฏิกิริยาไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นได้ช้า และเชื้อเพลิงที่ใช้ที่มีขนาดไม่สม่ำเสมออาจทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมเชื้อเพลิงก่อนนำไปใช้งาน การลดความชื้นสามารถทำได้โดยการตากเชื้อเพลิงในที่โล่งหรือในห้องอบแห้งแสงอาทิตย์

3.5 การทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวล

เตาแก๊สชีวมวลเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงคือปฏิกิริยาเคมีความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเตา ปฏิกิริยาเคมีความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเตาแก๊สชีวมวลนั้นขึ้นกับการควบคุม ปริมาณอากาศปฐุมภูมิที่จ่ายในระหว่างกระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง โดยในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวลแต่ละชนิดจะต้องปรับปริมาณอากาศปฐุมภูมิที่จ่ายเข้าสู่เตาให้เหมาะสม ในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในส่วนผลิตแก๊สเชื้อเพลิงในแต่ละบริเวณนั้นจะแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณจะส่งผลโดยตรงต่อระดับของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆภายในระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่ใช้งานระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

เนื่องจากเตาแก๊สชีวมวลประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ส่วนผลิตแก๊สเชื้อเพลิง ส่วนการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิง และ ส่วนการนำความร้อนไปใช้งาน ดังนั้นการศึกษาสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลที่ใช้กับชีวมวลหนึ่งๆนั้นจึงทำการศึกษาจาก สมรรถนะของส่วนการ

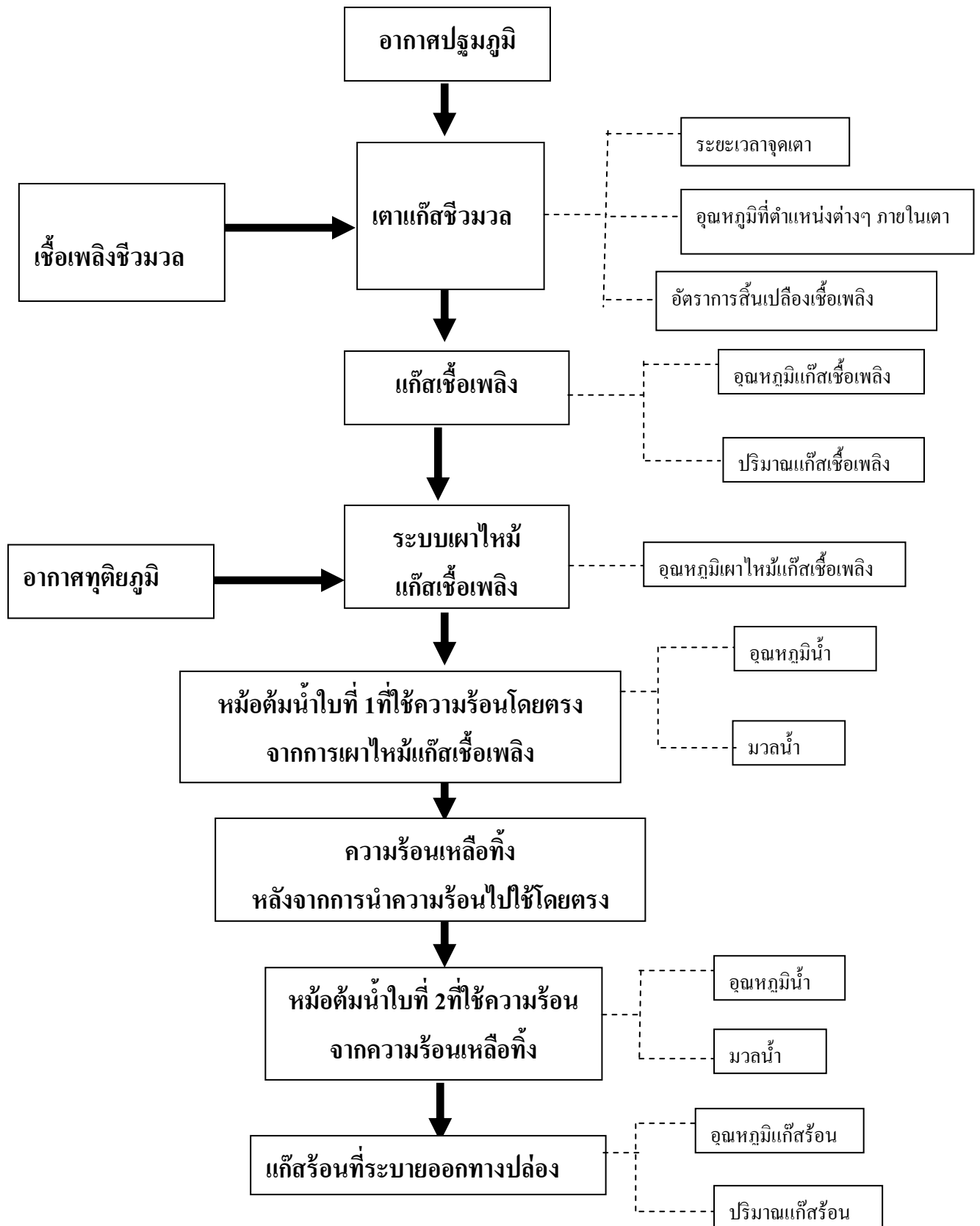
ผลิตแก๊สเชื้อเพลิง สมรรถนะของส่วนการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิง และสมรรถนะในการนำความร้อนที่ผลิตได้ไปใช้งาน

แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากชีวมวลแต่ละชนิดนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น การเกิดขึ้นภายในเตาแก๊สชีวมวล ซึ่งตัวแปรสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้แก่ ระดับของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆภายในเตาแก๊สชีวมวลที่เกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชัน และ ปริมาณ และชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาแก๊สชีวมวล

แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาแก๊สชีวมวลจะผ่านระบบการเผาไหม้โดยใช้อากาศหุติภูมิ ตัวแปรที่บ่งชี้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์สามารถพิจารณาได้จาก อุณหภูมิของการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิง และปริมาณแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ทางออก

การนำ ความร้อนที่ผลิตจากระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง ไปใช้ประโยชน์นั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญส่วนหนึ่งที่ส่งต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงโดยรวม ในการศึกษาในวัดระดับอุณหภูมิที่ภาชนะเพื่อแสดงปริมาณความร้อนที่นำไปใช้งาน

สำหรับการศึกษาที่กำหนดให้ ปริมาณอากาศที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาของชีวมวลแต่ละชนิดเป็นตัวแปรควบคุม และชนิดของชีวมวล เป็นตัวแปรต้น โดยระดับของอุณหภูมิของตัวแปรต่างๆ ที่ตำแหน่งต่างๆ ระยะเวลาจุดเตา ปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิต และปริมาณแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิงและระบายออกทางปล่อง และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เป็นตัวแปรตาม การนำเสนอผลการศึกษาและวิเคราะห์จะแบ่งเป็นกรณีๆ ได้แก่ ผลการทดสอบและวิเคราะห์สมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลที่ใช้อากาศเป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยา โดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลต่างๆ ได้แก่ ชั๊นไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว และ เศษไม้เป็นเชื้อเพลิง ภาพรวมการทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลแสดงผังแผนภาพในรูปที่ 3.3

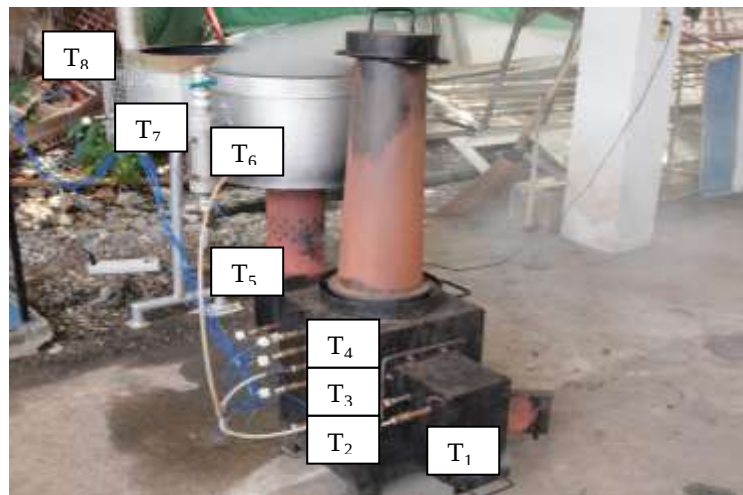


รูปที่ 3.3 ภาพรวมการทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวล

3.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวล

3.6.1 การวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิทำการวัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิดต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง โดยในการวัดอุณหภูมิทำการวัดอุณหภูมิภายในระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้งสิ้น 8 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งต่างๆที่ทำการวัดอุณหภูมิในระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

ตำแหน่งต่างๆที่ทำการวัด อุณหภูมิ เป็นอุณหภูมิของ ตัวแปรต่างๆดังนี้

- T₁ อุณหภูมิของอากาศที่เข้าห้องอากาศปฐภูมิ
- T₂ อุณหภูมิภายในเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งเหนือตระแกรงที่ระยะ
- T₃ อุณหภูมิภายในเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งเหนือตระแกรงที่ระยะ
- T₄ อุณหภูมิภายในเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งเหนือตระแกรงที่ระยะ
- T₅ อุณหภูมิของแก๊สเชื้อเพลิงที่ออกมาจากเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง
- T₆ อุณหภูมิเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิง
- T₇ อุณหภูมิของแก๊สร้อนเหลือทิ้งที่ไหลผ่านที่วางภาชนะใบที่สอง
- T₈ อุณหภูมิของแก๊สร้อนที่ไหลออกสู่บรรยากาศ

ในการวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ นั้นได้ทำการบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่องอัตโนมัติโดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ แบบอัตโนมัติ เครื่องบันทึกแบบต่อเนื่องอัตโนมัติที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากโปรแกรมวิชาก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เครื่องบันทึกอุณหภูมิ แบบต่อเนื่องอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ

3.6.2 การวัดปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงและแก๊สร้อนจากการเผาไหม้

การทดสอบสมรรถนะของระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงในการศึกษานี้ ทำโดยการวัดปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง และปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่เหลือหลังจากผ่านกระบวนการเผาไหม้ในระบบเผาไหม้และผลิตแก๊สร้อนออกสู่บรรยากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณแก๊สคือแก๊สโครมาโตกราฟฟี โดยในการทดลองครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์เครื่องมือวัดแก๊สจาก แผนกพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย เครื่องมือวัดแก๊สโครมาโตกราฟฟีแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดแก๊สโครมาโตกราฟฟี