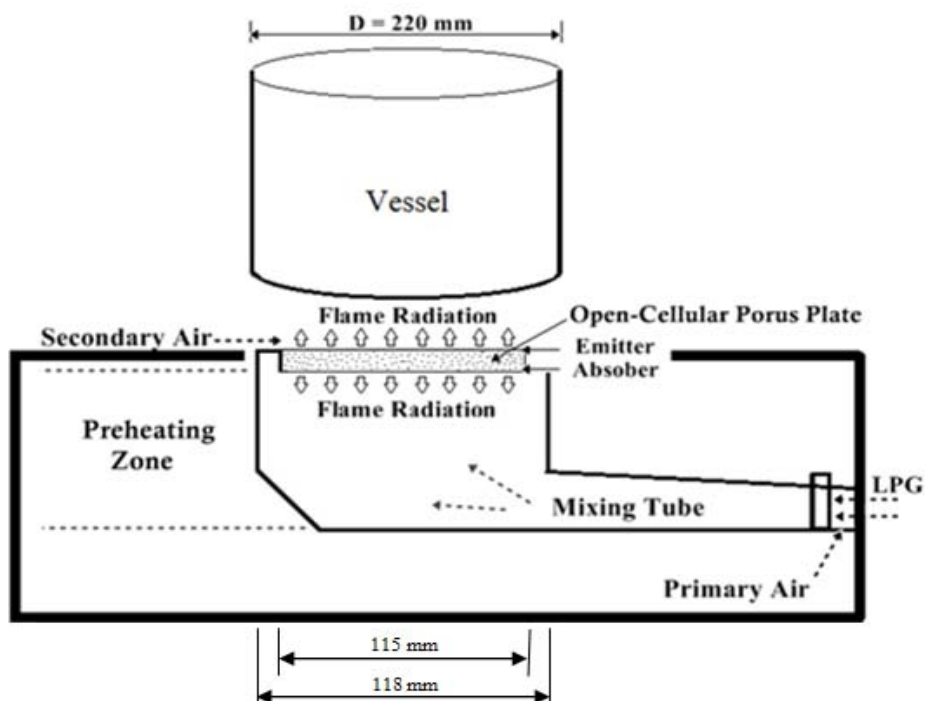


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

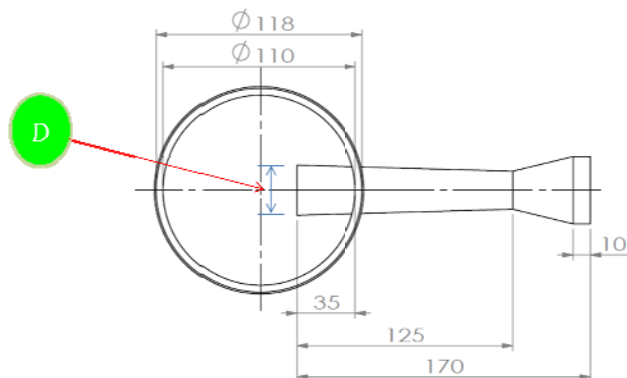
3.1 อุปกรณ์การทดลอง

จากภาพที่ 3.1 แสดงหลักการทำงานของหัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนแบบวัสดุพอร์นชนิดเซลล์ลาร์เปิด จากจุดเด่นของวัสดุพอร์น คือ สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับความร้อนและตัวแผ่รังสีความร้อน จึงสามารถใช้เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเมื่อทำการติดตั้งวัสดุพอร์นชนิดเซลล์ลาร์เปิดในหัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน จะปรากฏว่าวัสดุพอร์นแบบเซลล์ลาร์เปิดจะทำหน้าที่เป็นตัวรับรังสี (emitter) เนื่องจากวัสดุพอร์นได้รับความร้อนจากเปลวไฟ (flame) ที่เสถียรอยู่ในหรือบนผิวหน้าวัสดุพอร์น (stability inside or on the surface of porous plate) การแผ่รังสีจะแผ่ออกไปทุกทิศทุกทาง โดยเฉพาะสองด้านที่สำคัญ คือ การแผ่รังสีไปด้านบนหมายถึงจะส่งความร้อนไปยังก้นภาชนะ และอีกด้านหนึ่งแผ่รังสีลงด้านล่างมายังส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิง (LPG) และอากาศส่วนแรก (primary air) ดังนั้นส่วนผสมนี้เมื่อไหลเข้ามาก่อนถึงวัสดุพอร์น จะเกิดการอุ่นหรือเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นก่อนเข้าสู่การเผาไหม้ เรียกบริเวณนี้ว่า ช่วงการอุ่นความร้อน (preheating zone) ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ จึงจะสร้างเตาแก๊สหุงต้มแบบใหม่ที่มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น



ภาพที่ 3.1 หัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนแบบวัสดุพอร์นเซลล์ลาร์เปิด

นอกจากนี้ยังมีการออกแบบคอคอดใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับหัวเตาแก๊สชนิดวัสดุพูนเซลล์รูเปิดนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขนาดและมิติของหัวเตาแก๊สวัสดุพูนเซลล์รูเปิดแบบโลหะและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตำแหน่งปลายคอคอด (throat diameter, D)

3.2 เครื่องมือและการติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น

(1) เตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่ใช้ทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบบหัวเดี่ยว ขนาดเตา 300 x 385 x 160 mm อัตราการใช้แก๊ส/หัวเตา คือ 0.2 kg/hr ข้อต่อทางเข้าใช้กับสายยางส่งแก๊สขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 mm ระบบจุดไฟแบบอัตโนมัติ (piezoelectric) ความดันแก๊สที่ใช้สูงสุดคือ 280 mmH₂O

(2) ระบบป้อนเชื้อเพลิงแก๊สใช้แก๊สบรรจุกังขนาด 31 kg ซึ่งจะใช้ pressure regulator เป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลของแก๊ส การเชื่อมต่อระหว่างจุดต่างๆ ของระบบจะใช้สายยางที่ใช้กับแก๊สและข้อต่อทองเหลืองเป็นตัวเชื่อมต่อโดยใช้เข็มขัดรัดสายยางบริเวณข้อต่อทุกจุด

(3) ภาชนะทดสอบเป็นหม้ออลูมิเนียมแบบหม้อแขกขนาด 22 cm พร้อมฝาหม้อเจาะรูใส่เทอร์โมมิเตอร์ที่มีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 ถึง 100 °C

(4) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ที่มีความละเอียดถึง 0.01 kg

(5) นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล สามารถจับเวลาได้ละเอียดถึง 0.01 วินาที

(6) เครื่องวัดอัตราการไหลโดยปริมาตรของแก๊ส (gas flow meter) เป็นเครื่องวัดแบบลูกลอย วัดอัตราการไหลในช่วง 0 ถึง 1000 L/hr

(7) อุปกรณ์เก็บบันทึกค่าอุณหภูมิ (temperature recorder) เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ (data logger) ยี่ห้อ YOGOGAWA รุ่น MV 1024-1-4-2-1-3F

(8) สายวัดอุณหภูมิ (thermocouples) ใช้เป็น Type K สามารถที่จะทนอุณหภูมิได้ถึง 1,100 °C

(9) thermometer ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำที่ต้มช่วงของการวัดอยู่ที่ 0-100 °C

(10) เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย (exhaust analyzer) ใช้ในการวิเคราะห์แก๊สไอเสียที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้เป็น ยี่ห้อ Testo 350-XL ทำการวัดค่า CO , CO_2 , O_2 และ NO_x ในลักษณะไอเสียแห้งซึ่งค่าที่วัดได้จะมีความคลาดเคลื่อน 0.05 %

(11) น้ำกลั่นเป็นน้ำกลั่นบริสุทธิ์ใช้ในการทดสอบ

3.3 วิธีการทดลอง

วัสดุพูนที่ทำการทดลองในโครงการวิจัยนี้ เป็นเซรามิกส์เม็ดกลมอัดแน่น (spherical packed-bed) ที่ทำมาจากอะลูมินา-คอร์ดีไรท์ (Alumina-Cordierite, Al-Co) ซึ่งจะเลือกใช้ 2 ขนาดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง (d) แตกต่างกัน ได้แก่ 7 และ 19 mm ดังแสดงในรูปที่ 3.1

การวัดค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนในที่นี้อ้างอิงตามมาตรฐาน มอก.2312-2549 ซึ่งค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหาได้จาก ค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยวิธีการต้มน้ำ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบการรั่วของแก๊ส

ทำการถอดสายจากแหล่งจ่ายแก๊สเพื่อไปต่อกับแหล่งจ่ายลมโดยปรับความดันที่ 1-2 บาร์ ใช้แปรงทาสีจุ่มน้ำฟองสบู่ ทาบริเวณสายแก๊สและจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ แล้วสังเกตจากฟองที่เกิดขึ้น ทำการทดสอบอีกครั้ง หรือจนมั่นใจว่าไม่มีการรั่ว แล้วย้ายสายจากแหล่งจ่ายลมมาต่อที่แหล่งจ่ายแก๊ส

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 ปรับสภาวะการทดลอง

1) เตาแก๊สให้ปรับแต่งตามสภาวะที่ได้ออกแบบไว้ และตลอดการทดสอบต้องไม่เปลี่ยนแปลงสภาวะที่ได้ปรับตั้งไว้ ก่อนการทดสอบต้องจุดไฟที่เตาแก๊สโดยเปิดลิ้นควบคุมแก๊สที่ตำแหน่งเปลวไฟสูงสุดเป็นเวลา 15 นาที เพื่อขจัดสิ่งที่เคลือบหรือตกค้างไว้เป็นการชั่วคราว ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการทดลอง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วจึงนำไปทดลอง

2) ห้องทดลองต้องมีอากาศถ่ายเทพอสมควรโดยไม่มีลมโกรก

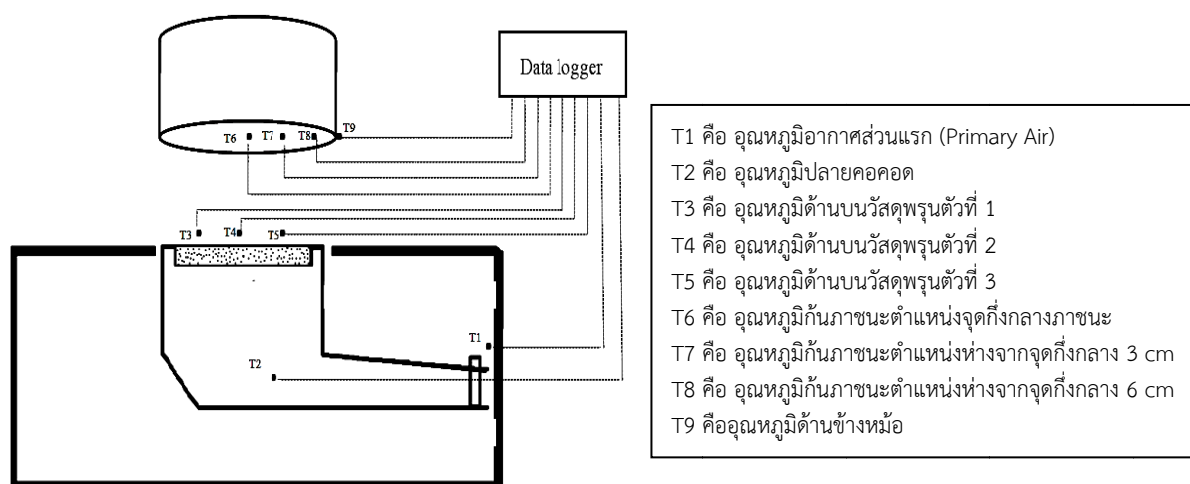
3) แก๊สที่ใช้ทดสอบมีส่วนผสมของโพรเพนร้อยละ 50 โดยมวล และบิวเทนร้อยละ 50 โดยมวล การส่งแก๊สเข้าเตาแก๊สต้องผ่านอุปกรณ์ควบคุมความดันและมีมาตรความดัน แล้วปรับความดันที่ทางเข้าเตาเป็น 2.47 ± 0.01 kPa ซึ่งจะให้ปริมาณความร้อน 49,573 kJ/kg กรณีที่มีส่วนผสมต่างจากนี้ ให้ปรับสภาวะด้วยวิธีคำนวณโดยใช้ตัวเลขที่กำหนดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สมบัติของแก๊สที่ใช้ทดสอบ [1]

แก๊ส	ค่าความร้อน (kJ/kg)	ความหนาแน่น (kg/m ³)	หมายเหตุ
โพรเพน	50002	1.984	วัดที่ความดัน 101.3 kPa อุณหภูมิ 25°C
บิวเทน	49144	2.606	

3.3.3 ขั้นตอนที่ 3 เตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการทดลอง

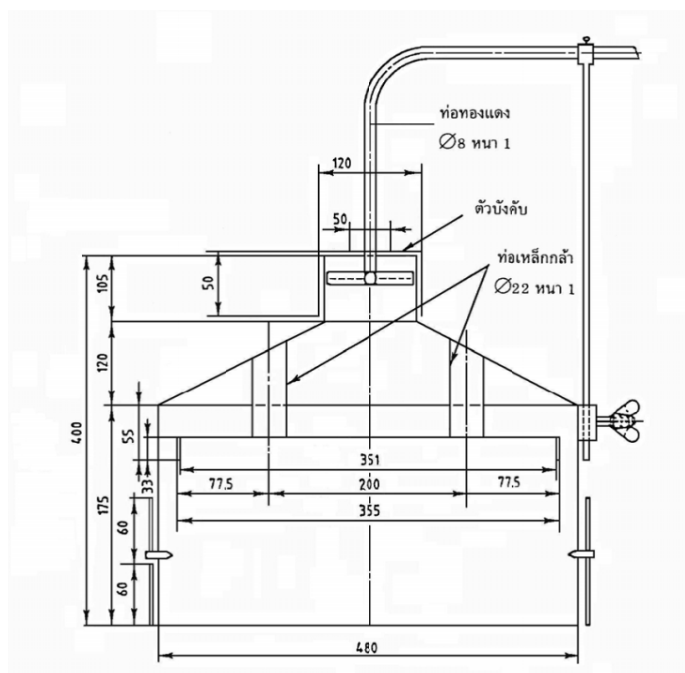
นำถังแก๊สมาซังเพื่อหาน้ำหนักแก๊สก่อนการทดสอบ และติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลตามจุดที่ต้องการวัดดังนี้ (1) อุณหภูมิอากาศส่วนแรก (2) อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ (3) อุณหภูมิเปลวไฟ (4) อุณหภูมิกันภาชนะจำนวนสามจุดดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

3.3.4 ขั้นตอนที่ 4 เริ่มทำการทดลอง

ต่อเตาแก๊สเข้ากับมาตรปริมาณแก๊สมาตรความดันแก๊ส อุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊ส มาตรอุณหภูมิแก๊ส และแหล่งจ่ายแก๊สดังภาพที่ 2.6 (หัวข้อที่ 2.1.5 การหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน) วางหม้ออะลูมิเนียมซึ่งใส่น้ำขนาดตามที่กำหนด ในตารางที่ 3.2 บนเตาแก๊สแล้วติดไฟเตาโดยเปิดเตาในอัตราการใช้แก๊สสูงสุดเป็นเวลา 15 นาที จึงปิดเตาแล้วเปลี่ยนหม้อทดลองใหม่ ซึ่งใส่น้ำขนาดตามที่กำหนดในตารางที่ 3.2 พร้อมฝาเทอร์โมมิเตอร์พร้อมก้านกวนให้เสร็จภายใน 3 นาที ดังภาพที่ 3.4 เปิดเตาในอัตราการใช้แก๊สสูงสุดโดยปรับปริมาณอากาศให้ได้การเผาไหม้ที่เหมาะสมตมจนน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากเริ่มต้น 45 องศาเซลเซียส เริ่มกวนน้ำด้วยก้านกวนจนอุณหภูมิสูงขึ้นจากเริ่มต้นเป็น 50 องศาเซลเซียสให้ปิดแก๊สและทำการกวนต่อไปจนได้อุณหภูมิสูงสุดวัดค่าการใช้แก๊สระหว่างการทดสอบและค่าต่าง ๆ



ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ดักแก๊สสำหรับเตาแก๊สประเภทหัวเตาเดียว [1]