

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สามารถแบ่งได้เป็น

3.1.1 เตาเผาแบบดราฟต์ดาวน์ (draft-down furnace) เป็นเตาเผาที่ออกแบบและสร้างให้มีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด $1.20 \times 1.45 \times 0.95$ ลูกบาศก์เมตร ผังด้านในก่อด้วยอิฐทนความร้อน (refractory brick) หนา 20 เซนติเมตร มีหัวเตาเผาโดยใช้ระบบผสมระหว่างก๊าซแอลพีจีกับอากาศ ด้านละ 3 หัว รวมเป็น 6 หัว ใส่อิฐทนความร้อนออกแบบให้ระบายจากภายในเตาลงสู่ด้านล่างไปตามปล่องระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก

3.1.2 ระบบท่อส่งก๊าซแอลพีจี เป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ตั้งต้นจากถังก๊าซแอลพีจีขนาดน้ำหนัก 48 กิโลกรัม เปิดพร้อมกัน 2 ถัง ผ่านเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความดันก่อนเข้าสู่เตาเผา

3.1.3 ระบบท่อส่งอากาศ เป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตั้งต้นจากเครื่องเป่าลม (blower) แรงดันสูง กำลังงาน 1.3 กิโลวัตต์

3.1.4 อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ หรือ Thermocouple อุณหภูมิในเตาเผาเป็นตัวแปรที่ต้องการควบคุม วัดค่าโดย Thermocouple ชนิด R (R type) หรือมาตรฐาน Pt-Pt 13% Rh ค่าอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงช่วง 0-20 มิลลิโวลต์ ส่งให้เครื่องแปลงค่าสัญญาณอีกต่อหนึ่ง

3.1.5 ระบบควบคุมศูนย์กลาง ไมโครคอมพิวเตอร์ ขนาด 16 บิต หน่วยความจำ 1024 กิโลไบต์ ประกอบด้วยศูนย์กลางการควบคุม (CPU) จอภาพแสดงผล แป้นพิมพ์ และอุปกรณ์เก็บข้อมูล ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ตามลักษณะของโปรแกรมที่ใช้ พร้อมทั้งโปรแกรมสำหรับการควบคุมระบบให้เป็นการควบคุมแบบ proportional, proportional integral และ proportional integral derivative ซึ่งเป็นการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาโดยการปรับอัตราการใช้ของก๊าซแอลพีจี

3.1.6 การ์ดแปลงสัญญาณ analog เป็น digital ขนาด 12 บิต (12 bit A/D converter card) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นสัญญาณ digital เพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ และส่วนแปลงสัญญาณ digital เป็น analog (D/A converter) แปลงสัญญาณ digital เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สามารถรับสัญญาณเข้า (A/D) ได้ 16 ช่อง เป็นค่าสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าในช่วง 0-5 โวลต์ และส่งสัญญาณออก (D/A) ได้ 2 ช่อง เป็นค่าสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงออกในช่วง 0-10 โวลต์

3.1.7 บอร์ดขยายสัญญาณ (Amplifier board) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าก่อนจะส่งสัญญาณสู่การ์ดแปลงสัญญาณ analog เป็น digital รับสัญญาณเข้า 16 ช่อง เนื่องจากสัญญาณอุณหภูมิที่วัดโดย Thermocouple มีค่าสัญญาณต่ำมากในช่วง 0-22 มิลลิโวลต์ จึงจำเป็นต้องขยายสัญญาณเพื่อให้สัญญาณนั้นสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม

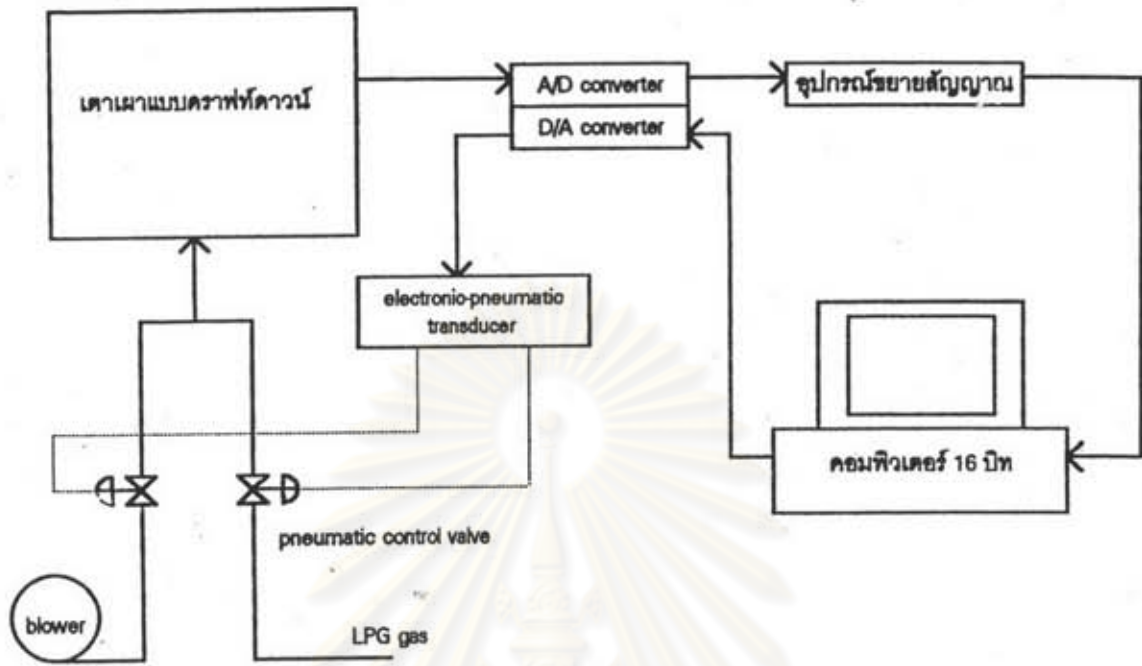
3.1.8 เครื่องแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณลม (electric-pneumatic transducer) เป็น อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแรงดันลมโดยใช้สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงส่งควบคุม แรงดันลมเข้าคังที่ 18 ปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว (psi) สัญญาณควบคุมในช่วง 2-10 โวลต์ สามารถปรับแรงดันลมออกในช่วง 3-15 ปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว

3.1.9 เครื่องควบคุมชั้นสุดท้าย คือ วาล์วควบคุมอัตราไหลแบบนิวแมติก (pneumatic control valve) ใช้แรงดันลมเป็นตัวรับวาล์ว ตัววาล์วทำด้วยสแตนเลส สามารถทนแรงดันได้สูงสุด 1500 ปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว

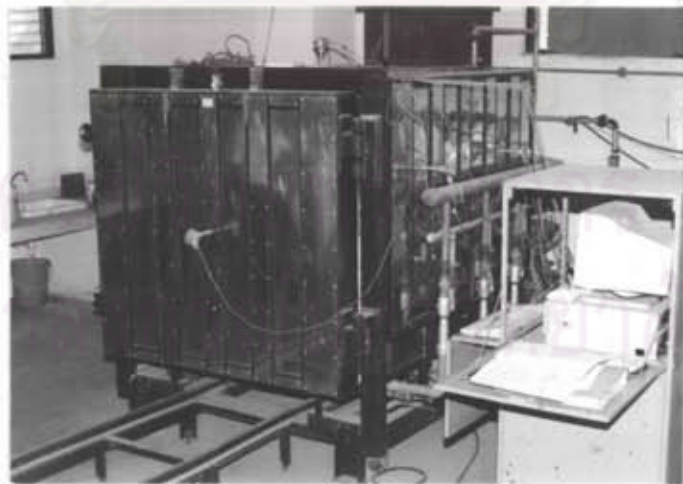
- วาล์วควบคุมอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีขนาด 1 นิ้ว มีค่าคังที่ของวาล์ว, $C_g = 37$

- วาล์วควบคุมอัตราการไหลของอากาศขนาด 2.5 นิ้ว มีค่าคังที่ของวาล์ว, $C_g = 32.9$

3.1.10 อุปกรณ์แรงดันลม ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศขนาดดังพักอากาศ 36 ลิตร มอเตอร์กำลังงาน 0.25 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง และดังพักอากาศรวมขนาด 150 ลิตร เพื่อทำให้แรงดันลมที่ต้องการนำไปใช้มีค่าสม่ำเสมอ



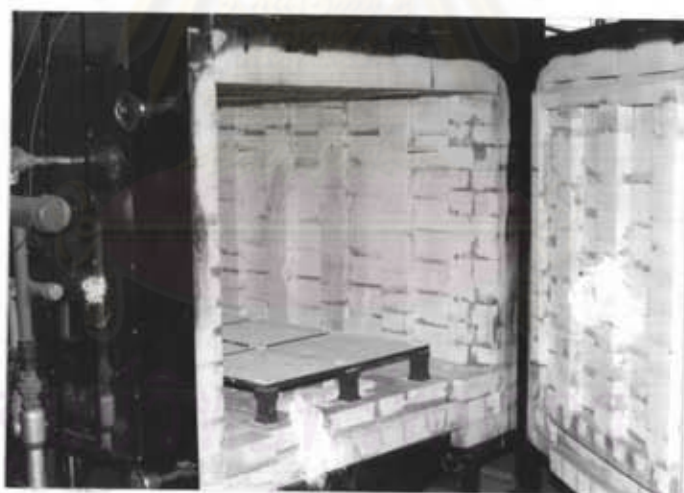
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องมือในระบบการเผาไหม้ก๊าซควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.2 เตาเผาแบบคราฟท์ดาวนและเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม



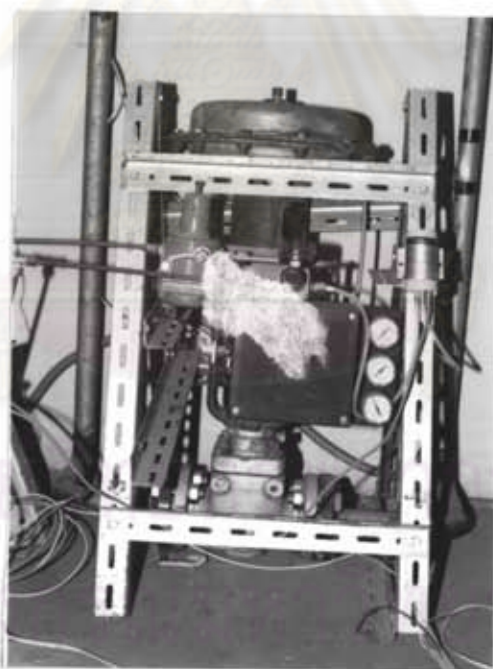
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์แรงดันลมและตำแหน่งในการติดตั้ง



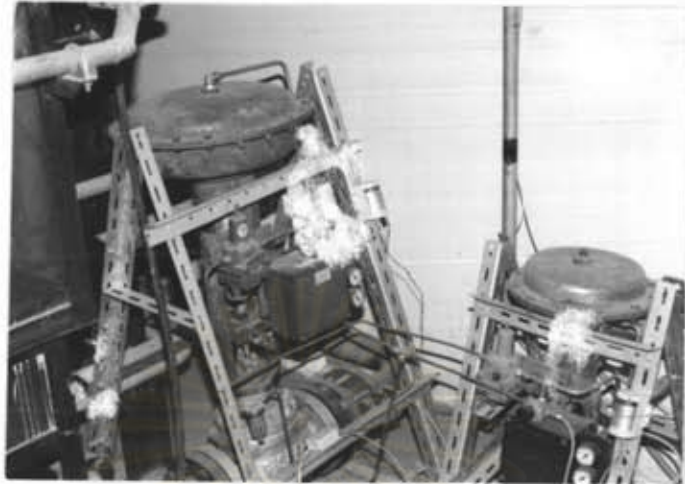
รูปที่ 3.4 ลักษณะภายในเตาเผา



รูปที่ 3.5 วิธีการนำผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา



รูปที่ 3.6 วาส์ควบคุมอัตโนมัติแบบนิวแมติก



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งในการติดตั้งวาล์วควบคุมอัตโนมัติทั้งสองตัว

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

แบ่งขั้นตอนดำเนินการทดลองได้ดังนี้

3.2.1 ทดลองหาอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลโดยปริมาตรของก๊าซแอลพีจีต่ออัตราการไหลโดยปริมาตรของอากาศที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์และเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ ตามลักษณะและข้อกำหนดของการเผาผลิติดังกล่าว

3.2.2 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้าและตัวแปรออก ของอุปกรณ์และกระบวนการในแต่ละหน่วย

3.2.3 คำนวณค่าคงที่ของเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้าและตัวแปรออกที่ได้จากอุปกรณ์แต่ละหน่วย โดยวิธีการปรับของ Ziegler-Nichols

3.2.4 สร้างโปรแกรมควบคุมและทดสอบการควบคุมสำหรับค่าคงที่ของเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ โดยมีตัวแปรคือ

- อัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี
- อัตราการไหลของอากาศ
- อุณหภูมิภายในเตาเผา

3.2.5 ใช้โปรแกรมควบคุมที่ได้ ทำการทดลองควบคุมการเผาไหม้ก๊าซแอลพีจี ให้ได้ขั้นตอนการเผาไหม้ในรูปแบบที่ต้องการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย