บทที่ 5

การทดสอบระบบเตาผลิตก๊าซชนิดไหลลงและต่อเนื่อง

เนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอการสร้างและทดสอบระบบเตาผลิตก๊าซชนิดไหลลงและต่อเนื่องที่ออกแบบและคำนวณไว้ในบทที่ 4 โดยการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ 1) การทดสอบเบื้องต้นเป็นการทดสอบตัวเตาผลิตก๊าซกับแบบจำลองตัวเตาผลิตก๊าซ เพื่อการเปรียบเทียบและศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานอย่างต่อเนื่องในการป้อนเชื้อเพลิงและการนำเถ้าออก 2) การทดสอบการทำงานของระบบเตาผลิตก๊าซชนิดไหลลงและต่อเนื่องทั้งระบบโดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ เตาผลิตก๊าซ, ระบบทำความสะอาด, การแลกเปลี่ยนความร้อน, เครื่องยนต์เบนซิน, เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า, โหลดแสงสว่าง เพื่อทดสอบการทำงานของเตาผลิตก๊าซทั้งระบบ

5.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

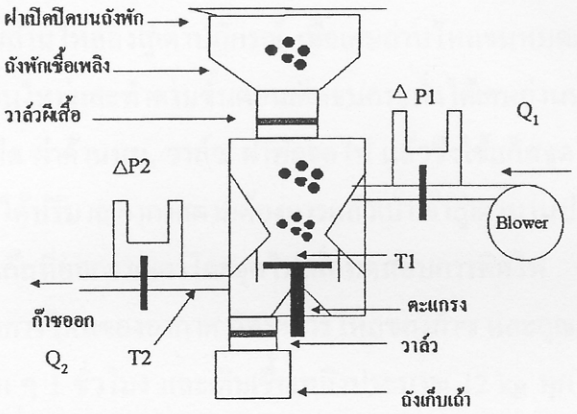
อุปกรณ์และวิธีการทดลองแบ่งออกเป็น

5.1.1 พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดระหว่างการทดลอง

พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดจะให้ข้อมูลด้านพลังงานที่ได้จากก๊าซและความสามารถในการทำงานอย่างต่อเนื่อง ในการทดลองนี้จะตรวจวัด

- อัตราการใช้เชื้อเพลิงหาโดย น้ำหนักเศษถ่านทั้งหมดที่ใช้ไปต่อเวลาที่ใช้
- ความสามารถในการไหลของเชื้อเพลิงลงสู่ตัวเตา
- ระยะเวลาและความสามารถในการนำเถ้าออกโดยสังเกตจากปริมาณก๊าซ ถ้าปริมาณก๊าซเริ่มออกน้อยลงแสดงว่าบริเวณคอคอดเริ่มมีเถ้าอุดตัน
- ความชื้นเริ่มต้นในการทดลองโดยที่ความชื้นเริ่มต้นนั้นจะสุ่มเก็บตัวอย่างจากเศษถ่านประมาณ 35 g ในแต่กระสอบเศษถ่าน 12 kg และนำไปอบด้วยเตาอบไฟฟ้า (Memmert model 400) ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 105°C ใช้เวลาอบประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของเศษถ่านที่อบเริ่มคงที่ ชั่งโดยใช้ตาชั่งดิจิตอลความละเอียด 0.0001 กรัม
- อุณหภูมิของ ก๊าซชีวมวล อุณหภูมิที่รีดักชั่นโซน อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ตำแหน่งที่ตรวจวัดสามารถนำมาเขียนแสดงตามตำแหน่งได้ตามรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 โดยใช้ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ (ยี่ห้อ Fluke ความละเอียด 0.1°C)

- อัตราการไหลของอากาศและก๊าซชีวมวล โดยใช้ Orifice และมาโนมิเตอร์ชนิดท่อรูปตัวยู วัดที่ตำแหน่งต่างๆ ตามรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2
- องค์ประกอบของก๊าซที่ให้พลังงานตรวจวัดโดยเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่า CO และ H_2 (วิเคราะห์โดย บมจ. ไทยอินดัสเตรียสแก๊ส)
- ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้และแรงดันไฟฟ้า



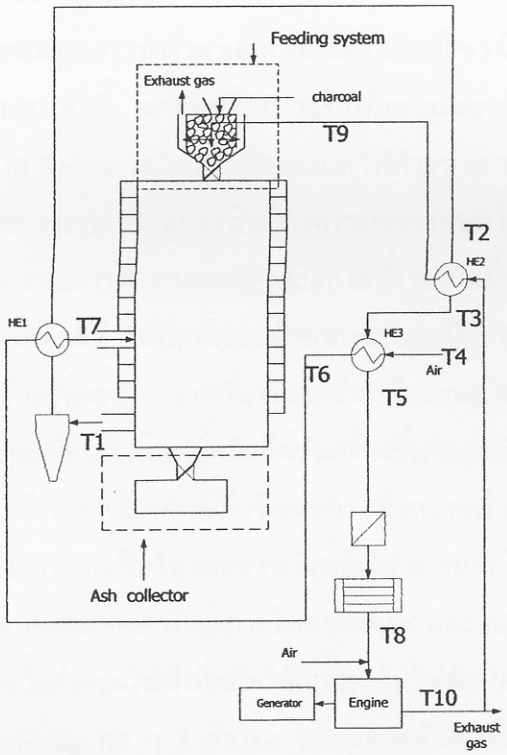
Q_1=อัตราการไหลอากาศเข้าเตา

Q_2=อัตราการไหลของก๊าซ

T_1=อุณหภูมิรีดักชั่นโซน

T_2=อุณหภูมิก๊าซ

รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งจุดวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลของการทดสอบเบื้องต้น



รูปที่ 5.2 แสดงตำแหน่งจุดวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลของการทดสอบทั้งระบบ

5.1.2 วิธีการทดสอบ

5.1.2.1 การทดสอบเบื้องต้น

เป็นการทดสอบตัวเตาผลิตก๊าซ เพื่อการเปรียบเทียบและศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานอย่างต่อเนื่องในการป้อนเชื้อเพลิงและการนำเถ้าออก การทดลองเริ่มต้นโดยการจุดเตา ซึ่งทำได้โดยการนำเศษถ่าน (สมบัติตามข้อ 3.2) ที่เตรียมนำมาชั่งพร้อมจดบันทึก นำเศษถ่านเติมลงในถังป้อนประมาณ 7 kg หลังจากนั้นปิดฝาถังป้อนและเปิดวาล์วซึ่งต่อกับเตาปฏิกรณ์ จะทำให้เศษถ่านไหลลงสู่เตาปฏิกรณ์ เมื่อเศษถ่านไหลจนหมดแล้วจึงปิดวาล์ว และเติมเศษถ่านเข้าไปในถังป้อนใหม่และทำตามขั้นตอนเดิมจนกระทั่งได้เศษถ่านประมาณ 15 kg หลังจากนั้นจะจุดเตาโดยจะเปิด ฝาด้านบน, วาล์ว, ฝาท่อจุดไฟ แล้วจึงใช้แก๊สจุดไฟเมื่อไฟติดให้ปิดฝาครอบแล้วเปิด Blower ให้ได้ปริมาณอากาศตามต้องการแล้วเป่าเข้าสู่เตานานประมาณ 10 –20 นาที จึงปิดฝาถัง ตรวจสอบแก๊สที่ออกจากเตาโดยจุดไฟเพื่อทดสอบการติดไฟ เมื่อไฟที่ก๊าซจุดติดแล้ว ให้ทำการบันทึกอัตราการไหลของอากาศ อัตราการไหลของก๊าซ และอุณหภูมิก๊าซ อุณหภูมิรีดักชั่นโซน โดยจดบันทึกทุก ๆ 1 ชั่วโมง และเติมเชื้อเพลิงประมาณ 12 kg ทุก ๆ 3 ชั่วโมง พร้อมคอยสังเกตอัตราการไหลของอากาศเข้าเตาถ้าปริมาณอากาศลดลงให้หมุนตะแกรงเตาเพื่อให้ขี้เถ้าไหลลงและนำขี้เถ้าออกซึ่งจะทำให้ปริมาณอากาศเข้าเตากลับสู่ปริมาณปกติ

5.1.2.2 การทดสอบทั้งระบบ

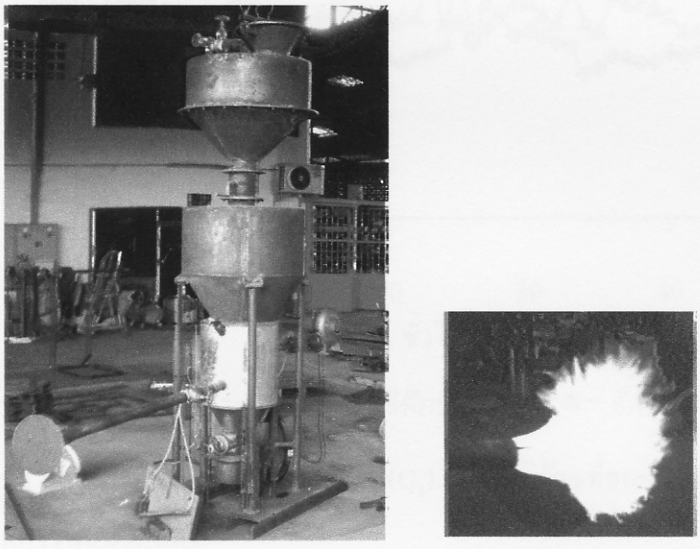
การทดสอบการทำงานของระบบเตาผลิตก๊าซชนิดไหลลงและต่อเนื่องทั้งระบบ โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ เตาผลิตก๊าซ ระบบทำความสะอาด การแลกเปลี่ยนความร้อน เครื่องยนต์เบนซินขนาด 600 cc เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าขนาด 10 kW และโหลดแสงสว่าง โดยจะทดสอบการทำงานของระบบเพื่อดูประสิทธิภาพรวมของระบบโดยทดสอบที่โหลด 1 kW, 2 kW และ 3 kW และจะทดสอบการทำงานของเตาผลิตก๊าซทั้งระบบเพื่อดูการทำงานอย่างต่อเนื่อง หลังจากก๊าซสามารถจุดติดได้ดีแล้ว ให้ปิดพัดลมเป่าอากาศ และปิดวาล์วที่ท่อทดสอบการติดไฟ แล้วเปิดวาล์วไปด้านทางเข้าเครื่องยนต์ จากนั้นจะสตาร์ทเครื่องยนต์โดยเปิดวาล์วดูดอากาศเข้ามาผสมกับก๊าซไว้เล็กน้อย เมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทติดจึงเร่งเครื่องขึ้นโดยปรับปริมาณอากาศที่เข้ามาผสมกับก๊าซให้มากขึ้นจะทำให้รอบเครื่องยนต์เร็วขึ้นจนกระทั่งความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ประมาณ 1500 rpm จึงสามารถเปิดโหลดแสงสว่างเข้าไป เมื่อปรับโหลดได้ตามต้องการแล้ว ให้ทำการบันทึกอัตราการไหลของอากาศ อัตราการไหลของก๊าซ และอุณหภูมิก๊าซ อุณหภูมิรีดักชั่นโซน ตามรูปที่ 5.2 และตรวจวัดค่ากระไฟฟ้าที่ผลิตได้กับแรงดันไฟฟ้า โดยจดบันทึกทุก ๆ 1 ชั่วโมง และเติมเชื้อเพลิงประมาณ 12 kg ทุก ๆ 3 ชั่วโมง พร้อมคอยสังเกตอัตราการไหลของอากาศเข้าเตาถ้า

ปริมาณอากาศลดลงให้หมุนตะแกรงเตาเพื่อให้ขี้เถ้าไหลลงและนำขี้เถ้าออกซึ่งจะทำให้ปริมาณอากาศเข้าเตากลับสู่ปริมาณปกติ

5.2 ผลการทดลองและวิจารณ์

5.2.1 ผลการทดลองเบื้องต้น

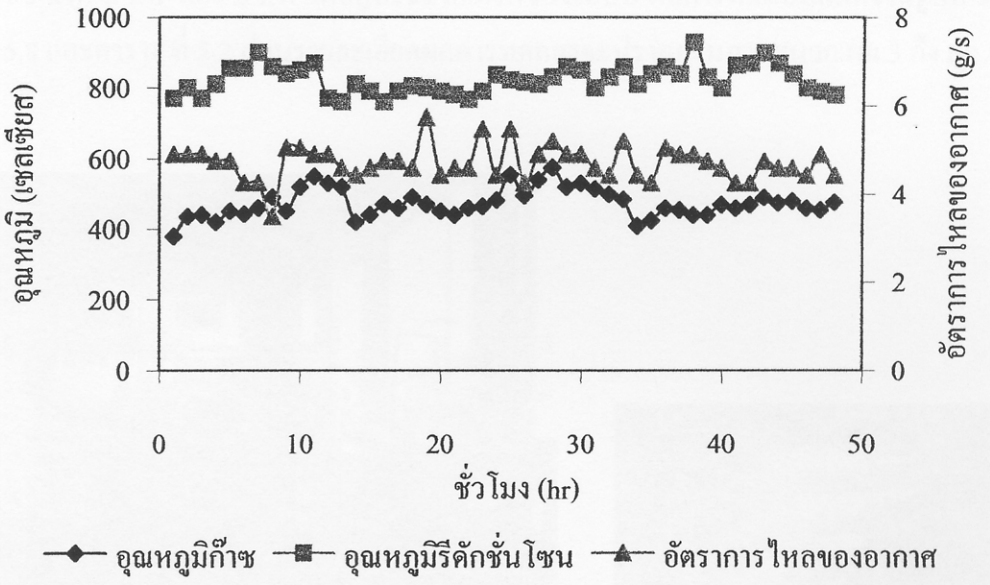
จากการทดสอบเตาผลิตก๊าซดังรูปที่ 5.3 การใช้งานในช่วงแรกซึ่งพบปัญหาในการป้อนเชื้อเพลิงและในการนำเถ้าออกเนื่องจากขนาดวาล์วในด้านถังป้อนเชื้อเพลิงมีขนาดเล็กทำให้การป้อนเศษถ่านได้จำนวนน้อยจึงต้องป้อนหลายครั้ง จึงได้แก้ไขให้วาล์วด้านถังป้อนมีขนาดใหญ่ขึ้นมีขนาด 8 นิ้ว ทำให้การป้อนสะดวกขึ้น ในการนำเถ้าออกได้ออกแบบให้สามารถหมุนตะแกรงได้ แต่ในช่วงแรกที่ใช้งาน ได้ใช้บูชทองเหลืองสวมเข้ากับเพลาของตะแกรง ในระหว่างการทดสอบเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทำให้ไม่สามารถหมุนเพลาตะแกรงได้เนื่องจากบูชขยายตัว จึงได้แก้ไขใช้เซรามิกแทนทำให้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็ยังสามารถหมุนเพลาตะแกรงได้ หลังการแก้ไขแล้วจึงได้ทดสอบเตาผลิตก๊าซเป็นเวลา 47 ชั่วโมง โดยใช้เศษถ่านไป 195 kg ซึ่งรายระเอียดการทดสอบจะแสดงไว้ในภาคผนวก ผฉ.1 และ ผฉ.2 ในการทดสอบจะป้อนปริมาณอากาศตามที่ได้ออกแบบไว้ พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจากค่าที่ออกแบบกับการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ในกรณีถ้าความเร็วเข้าสู่บริเวณคอคอดเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น (T.B Reed, 1999) ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ออกแบบกับการทดสอบแสดงในตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.3 เตาผลิตก๊าซแบบไหลลงที่ใช้ทดสอบ

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการออกแบบกับการทดลองในเตาผลิตก๊าซที่สร้าง

	การออกแบบ	การทดลองครั้งที่ 1 (47 hr)	การทดลองครั้งที่ 2 (27 hr)
อัตราการใช้เชื้อเพลิง	3.3 kg/hr	4.10 kg/hr	4.17 kg/hr
ปริมาณอากาศที่ใช้	16.83 kg/hr 4.67 g/s	16.92 kg/hr 4.70 g/s	16.67 kg/hr 4.63 g/s
ปริมาณก๊าซที่ได้	17.23 Nm^3/hr 5.68 g/s	18.71Nm^3/hr 6.17 g/s	18.74Nm^3/hr 6.18 g/s
Air/Fuel Ratio	$5.10 \frac{\text{kg Air}}{\text{kg Fuel}}$	$4.13 \frac{\text{kg Air}}{\text{kg Fuel}}$	$4.00 \frac{\text{kg Air}}{\text{kg Fuel}}$
เศษถ่าน 1 kg ให้ก๊าซ	5.22 Nm^3	4.56 Nm^3	4.49 Nm^3
อุณหภูมิที่รีดักชั่นโซน	830 °C	824 °C	957 °C
อุณหภูมิก๊าซที่ทางออก	-	473 °C	447 °C



รูปที่ 5.4 อัตราการไหลของอากาศเข้าเตา(Q_1) อุณหภูมิก๊าซที่ออก(T_2) อุณหภูมิรีดักชั่นโซน(T_1) ในเตา ผลิตก๊าซแบบไหลลง

จากการทดสอบพบว่าเมื่อให้ปริมาณอากาศเข้าไปเผาไหม้เศษถ่านในเตาผลิตก๊าซจะทำให้มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ 4.10 kg/hr ปริมาณก๊าซที่ได้ 18.71 Nm^3/hr โดยอุณหภูมิของก๊าซมีค่าระหว่าง

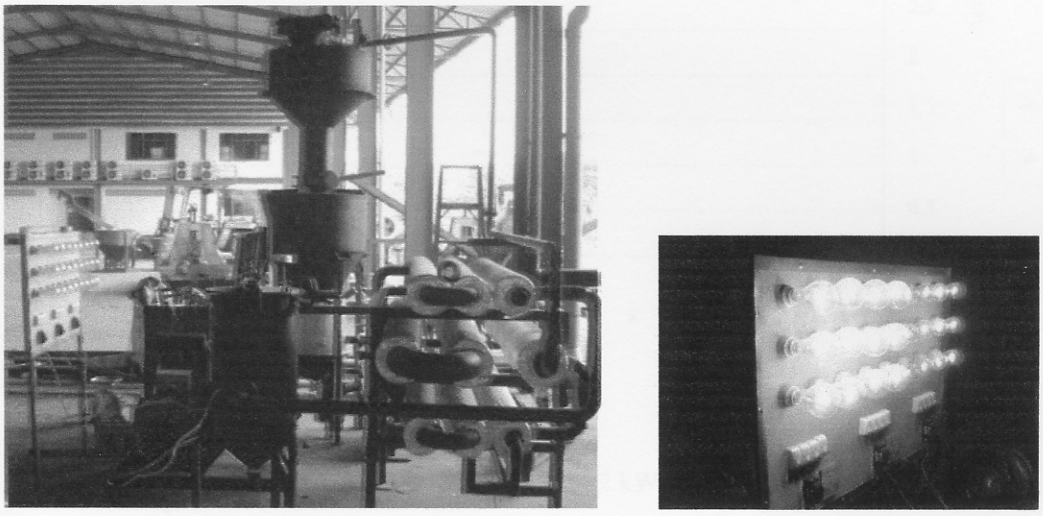
380 – 575 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิค่อนข้างสม่ำเสมอ ผลการเปรียบเทียบได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการออกแบบและทดสอบซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกัน เช่น ปริมาณก๊าซที่ได้จากการทดสอบ 4.56 Nm^3/kg(fuel) น้อยกว่าที่ออกแบบไว้ 12.64% เนื่องจากระหว่างการเผาไหม้ ขณะเติมเชื้อเพลิงอากาศที่เป่าเข้าเตาจะไหลขึ้นด้านบนทำให้มีเศษถ่านบางส่วนเกิดการเผาไหม้ไปทำให้สูญเสีย ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จึงเพิ่มขึ้น

ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซสามารถหาได้โดยการนำก๊าซที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซที่ให้พลังงานโดยพบว่า CO, H_2 มีค่า 28%, 3% ตามลำดับ ส่วนค่า CH_4 มีค่าน้อยมากจึงไม่ได้นำไปวิเคราะห์ (ค่า CO, H_2 วิเคราะห์โดย THAI INDUSTRIAL GASES) ซึ่งจะได้ค่าพลังงานของก๊าซเป็น 3.91 MJ/Nm^3 (ค่าความร้อนสูงของ CO มีค่า 3,020 kcal/m^3, H_2 มีค่า 3,050 kcal/m^3) จากอัตราการใช้เศษถ่าน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 kg/hr (20.32 MJ/kg) คิดเป็นกำลังที่ป้อนให้เตา 23.14 kW ดังนั้นประสิทธิภาพของเตาเท่ากับ 87.8% ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพของตัวเตาค่อนข้างดี

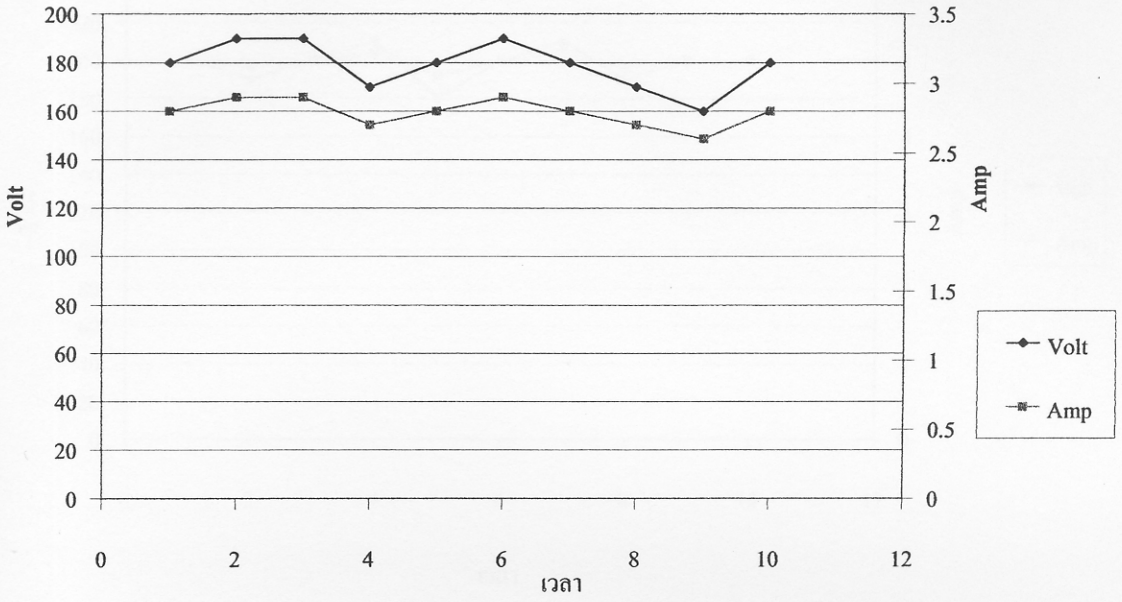
5.2.2 ผลการทดลองทั้งระบบ

5.2.2.1 ผลการทดสอบที่โหลด 1.5, 2 และ 3 kW

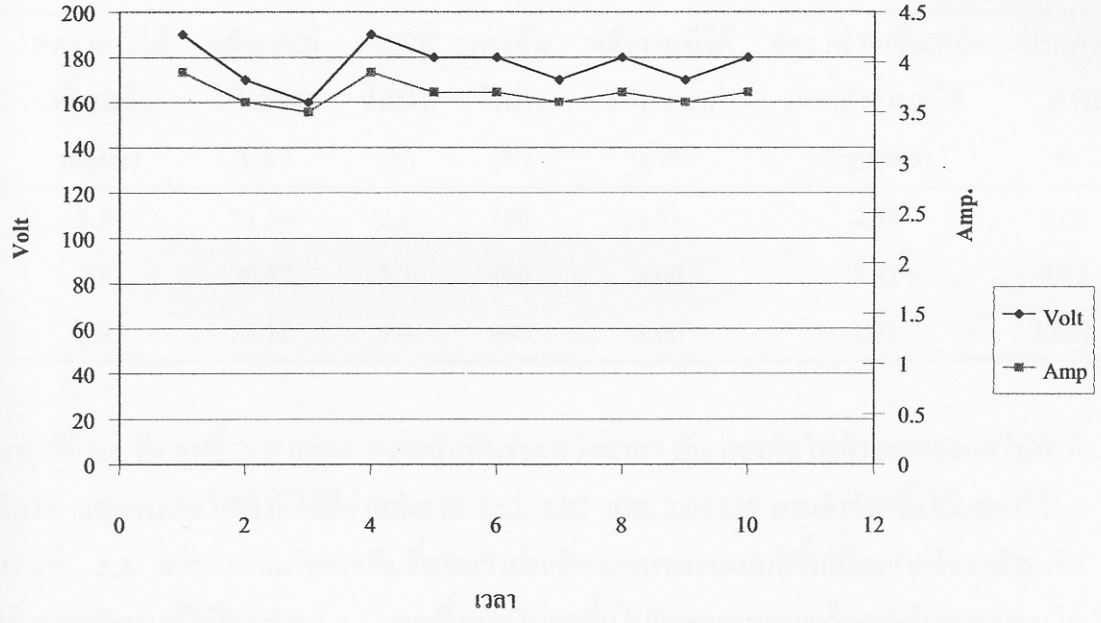
จากการทดสอบเตาผลิตก๊าซทั้งระบบดังรูปที่ 5.5 โดยการทดสอบการทำงานที่โหลด 1.5 kW, 2 kW และ 3 kW เพื่อดูประสิทธิภาพของระบบ ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 5.6 ถึง รูปที่ 5.8 และตาราง ที่ 5.2 ส่วนรายละเอียดผลการทดลองจะปรากฏในภาคผนวก ผฉ.3 ถึง ผฉ. 5



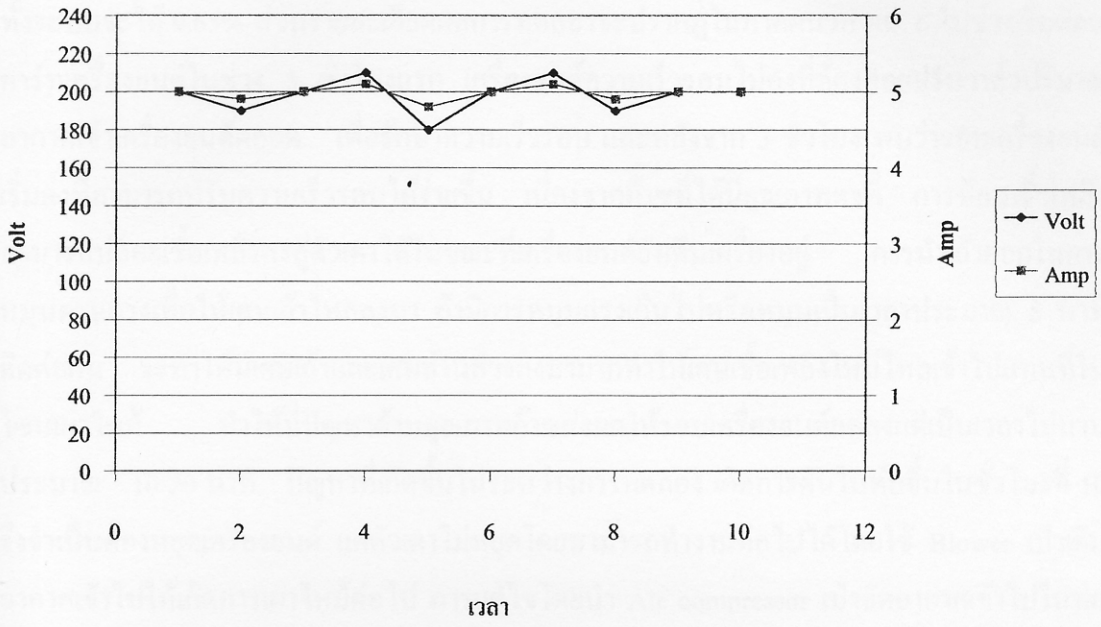
รูปที่ 5.5 ระบบเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง



รูปที่ 5.6 ผลการทดสอบเตาทั้งระบบที่โหลด 1.5 kW



รูปที่ 5.7 ผลการทดสอบเตาทั้งระบบที่โหลด 2 kW



รูปที่ 5.8 ผลการทดสอบเตาทั้งระบบที่โหลด 3 kW

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการเพิ่มของโหลดต่อประสิทธิภาพของระบบ

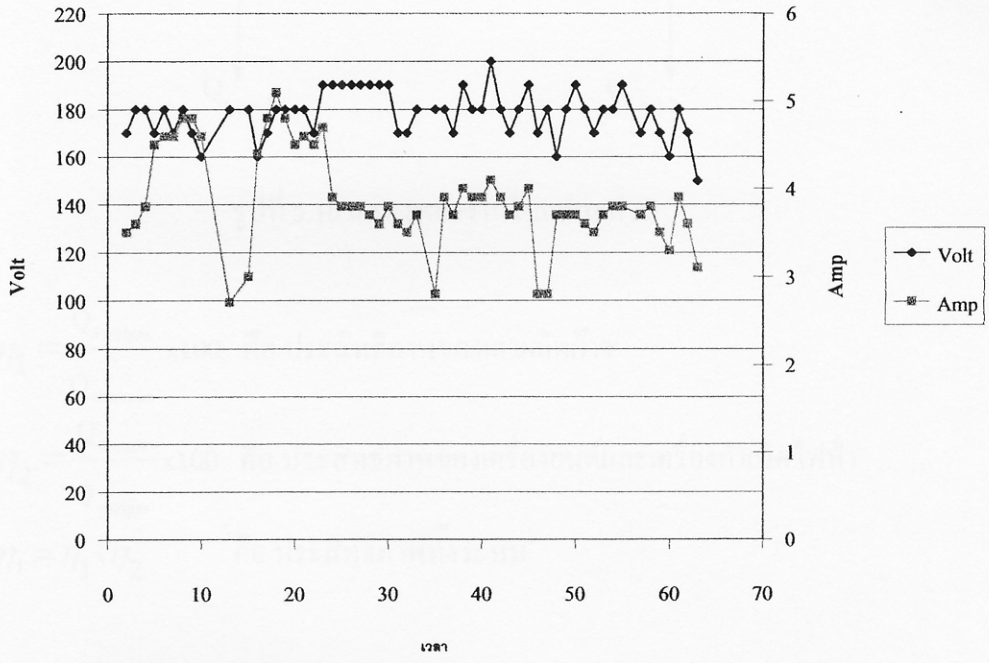
	อัตราการใช้เชื้อเพลิง (kg/hr)	พลังงานที่ให้ระบบ (kW)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	พลังงานที่ได้จากระบบ (kW)	อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่อพลังงานที่ได้ (kg/kWh)	ประสิทธิภาพ %
1	3.82	21.56	2.8	180	1.51	2.53	7.00
2	3.61	20.37	3.7	180	2.00	1.81	9.82
3	3.93	22.18	5.0	200	3.00	1.31	13.53

จากรูปที่ 5.6 ถึง รูปที่ 5.8 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ และกระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าพลังงาน 1.51, 2.00 และ 3.00 kW ตามลำดับ ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 จากการเพิ่มโหลดเพิ่มขึ้นพบว่าประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นเนื่องจากอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่อพลังงานที่ได้มีค่าต่ำลง และเมื่อเพิ่มโหลดขึ้นไปอีกพบว่ารอบเครื่องยนต์จะลดลงจนไม่สามารถหมุนให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าได้

5.2.2.2 ผลการทดสอบทั้งระบบเพื่อดูการทำงานอย่างต่อเนื่อง

จากการทดสอบเตาอย่างต่อเนื่องสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 2.07 kW ปริมาณก๊าซที่ได้ 15.13 Nm^3/hr และมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 3.80 kg/hr คิดเป็นประสิทธิภาพ

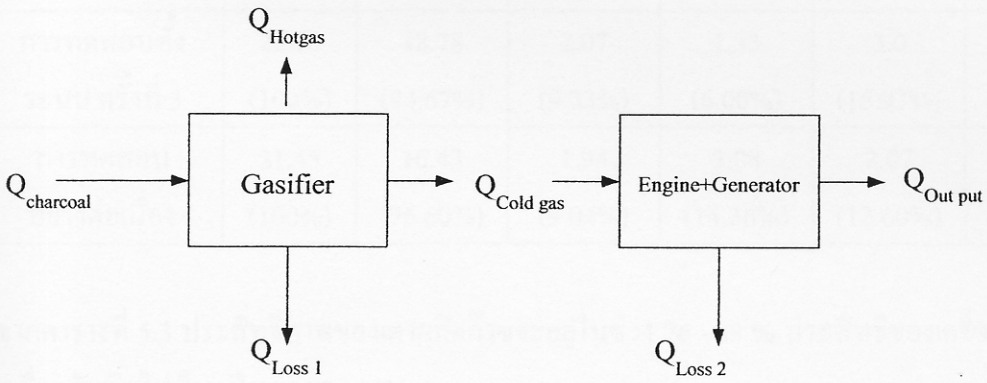
ทั้งระบบจะได้ 9.65% ส่วนรายละเอียดผลการทดลองจะปรากฏในภาคผนวก ผฉ. 6 ในช่วงเริ่มติดสตาร์ทเครื่องยนต์ในช่วง 3 ชั่วโมงแรก เครื่องยนต์ความเร็วรอบไม่คงที่ต้องคอยปรับวาล์วปริมาณอากาศเข้าเครื่องยนต์ตลอด เพื่อรักษาความเร็วรอบ และหลังจาก 3 ชั่วโมง พบว่ารอบเครื่องยนต์เริ่มคงที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ง่ายขึ้น เนื่องจากก๊าซที่ได้มีคุณภาพคงที่ การป้อนเชื้อเพลิงสามารถปล่อยเชื้อเพลิงลงสู่ตัวเตาได้ในขณะที่เครื่องยนต์ยังเดินเครื่องอยู่ การนำเถ้าออกในการหมุนตะแกรงเพื่อให้เศษเถ้าไหลลงมา ถ้ามีการหมุนแรงเกินไปหรือหมุนเป็นเวลาประมาณ 5 นาทีติดต่อกัน จะทำให้มีเศษเถ้าและเศษถ่านล่วงลงมามากทำให้เศษเชื้อเพลิงใหม่ไหลเข้าไปแทนที่ในโซนเผาไหม้ ทำให้มีปัญหาด้านคุณภาพก๊าซส่งผลให้รอบเครื่องยนต์ลดลงแต่เป็นเวลาไม่นานประมาณ 10-20 นาที ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง เกิดการตันในท่อขึ้นในชั่วโมงที่ 10 จึงจำเป็นต้องหยุดเครื่องยนต์ แต่ตัวเตาไม่หยุดโดยสามารถทำงานต่อไปได้โดยใช้ Blower เป่าเติมอากาศเข้าไปให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป การแก้ไขโดยนำ Air compressor เป่าอัดอากาศเข้าไปในท่อให้เกิดการอัดลม แล้วจึงปล่อยลมออกมาทำให้เศษฝุ่นที่ตันอยู่ออกมาได้ และเนื่องจากถังกรองมีอยู่ 1 ชุด ในระหว่างการทดลองทำให้ผ้ากรองตันจึงจำเป็นต้องหยุดเปลี่ยนผ้ากรอง ในชั่วโมงที่ 10, 19, 33, 41, และชั่วโมงที่ 50



รูปที่ 5.9 ผลการทดสอบเตาทั้งระบบอย่างต่อเนื่อง

5.2.2.3 สมดุลความร้อนของทั้งระบบ

พิจารณาทำสมดุลความร้อนของพลังงานในส่วนต่างๆ ได้ในรูปที่ 5.10 ซึ่ง $Q_{charcoal}$ เป็นพลังงานจากเศษถ่านที่ป้อนให้แก่เตาผลิตก๊าซ พลังงานที่ได้ออกมาคือ $Q_{Coldgas}$ ซึ่งเป็นพลังงานจากองค์ประกอบก๊าซ (CO, H_2) ส่วน Q_{Hotgas} เป็นพลังงานความร้อนสัมผัส $mc_p\Delta T$ (โดย c_p เท่ากับ 1.033 kJ/kg.K) $Q_{Coldgas}$ ที่ได้จะเป็นพลังงานที่ป้อนให้แก่เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกมาคือ Q_{Output} พลังงานความร้อนสูญเสียที่เกิดในส่วนเตาผลิตก๊าซคือ Q_{Loss1} และพลังงานความร้อนสูญเสียที่เกิดในส่วนเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ Q_{Loss2} ซึ่งผลการทดลองเบื้องต้นและผลการทดลองทั้งระบบนำมาสรุปเป็นพลังงานในส่วนต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 5.3



รูปที่ 5.10 แสดงพลังงานในแต่ละส่วน

$\eta_1 = \frac{Q_{Coldgas}}{Q_{charcold}} x100$ คือ ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซ

$\eta_2 = \frac{Q_{Output}}{Q_{coldgas}} x100$ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

$\eta_t = \eta_1 x \eta_2$ คือ ประสิทธิภาพทั้งระบบ

ตารางที่ 5.3 พลังงานในแต่ละส่วน

การทดลองที่	$Q_{charcoal}$ (kW)	$Q_{coldgas}$ (kW)	Q_{Hotgas} (kW)	Q_{loss1} (kW)	Q_{Output} (kW)	Q_{Loss2} (kW)
การทดสอบเบื้องต้น ครั้งที่1	23.14 (100%)	20.32 (87.81%)	2.79 (12.06%)	0.03 (0.13%)	-	-
การทดสอบเบื้องต้น ครั้งที่2	23.54 (100%)	20.35 (86.45%)	2.63 (11.17%)	0.56 (2.37%)	-	-
การทดสอบทั้งระบบ ครั้งที่ 1	21.56 (100%)	17.56 (81.44%)	2.15 (9.97%)	1.85 (8.58%)	1.5 (8.54%)	16.06 (91.46%)
การทดสอบทั้งระบบ ครั้งที่ 2	20.37 (100%)	16.80 (82.47%)	1.99 (9.77%)	1.59 (7.80%)	2.1 (12.50%)	14.70 (87.5%)
การทดสอบทั้งระบบ ครั้งที่ 3	22.18 (100%)	18.78 (84.67%)	2.07 (9.33%)	1.33 (6.00%)	3.0 (15.97%)	15.78 (82.03%)
การทดสอบอย่างต่อเนื่อง	21.45 (100%)	16.43 (76.60%)	1.94 (9.04%)	3.08 (14.36%)	2.07 (12.60%)	9.34 (87.40%)

จากตารางที่ 5.3 ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซจะอยู่ในช่วง 76 –88 % ประสิทธิของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในช่วง 8 –16%