บทที่ 8

สรุปผลการทดลองและวิเคราะห์

จากผลการทดลองเดินเครื่องตลอด 259 ชั่วโมง สรุปได้ว่าโรงงานต้นแบบนี้สามารถผลิตแก๊สสังเคราะห์ได้ใกล้เคียบกับค่าที่ออกแบบไว้ และสามารถเดินเครื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง จากตารางที่ 7.2 พบว่าการใส่ถ่านในช่องรีดักชั่น จะทำให้เกิดปฏิกริยาแก๊สซิฟิเคชั่นได้ดี และให้แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ แก๊สไฮโดรเจน ปริมาณสูง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นายพิเชษฐ ขุมทรัพย์ [5]

การเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ในส่วนเผาไหม้ จะทำให้ผลรวมของแก๊สขาออกเปลี่ยนไปตั้งแต่ 20.38 - 29.43 เปอร์เซนต์ ดังแสดงในตารางที่ 7.2 และการเปลี่ยนสัดส่วนเชื้อเพลิงนี้ จะมีผลกระทบต่อการควบคุมเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์ เมื่อใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงในช่องเผาไหม้เพียงอย่างเดียว จะทำให้การเลื่อนไหลของเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง และทำให้อุณหภูมิในช่องเผาไหม้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากเชื้อเพลิงไม่ไหลเลื่อนต่อเนื่องลงมา ทำให้เกิดโพรงอากาศในช่องเผาไหม้ เมื่อมีการผสมเชื้อเพลิงถ่านลงไปกับขี้เลื่อยในอัตราส่วนต่าง ๆ จนถึงการใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในช่องเผาไหม้ จะทำให้การไหลเลื่อนของเชื้อเพลิงดีขึ้น พบว่าการใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในช่องเผาไหม้และใส่ถ่านในช่องรีดักชั่น จะทำให้สัดส่วนของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อไฮโดร-เจนสูงถึง 3.5 : 1 โดยมีผลรวมของแก๊สทั้งสองเป็น 29.43 เปอร์เซ็นต์ ต่อเมื่อผสมถ่านกับขี้เลื่อยลงไปในช่องเผาไหม้ จะทำให้แก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น สัดส่วนของแก๊สทั้งสองค่อนข้างใกล้เคียงกันคือประมาณ 1.7 : 1 อย่างไรก็ดีเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์นี้สามารถให้ผลรวมของแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์กับไฮโดรเจนประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของแก๊สทั้งสองประมาณ 1.9 : 1 ในการเปลี่ยนอัตราส่วนเชื้อเพลิงดังกล่าว ดังภาคผนวก ข.1 และค่าสัดส่วนน้ำหนักของถ่านต่อขี้เลื่อยที่ทำให้การควบคุมเตาเป็นไปได้ง่าย และได้ปริมาณของแก๊สทั้งสองสูงถึง 29 เปอร์เซ็นต์ คือ 1 : 2 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้

ข้อดีของเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์นี้คือ สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายประเภท ตั้งแต่เชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กเช่น ขี้เลื่อย ถึงเชื้อเพลิงก้อนโตเช่น ก้อนไม้ เพราะได้ออกแบบให้มีการขจัดเถ้าออกจากส่วนเผาไหม้ก่อนเข้าสู่ช่องรีดักชั่น เถ้าและแสลก (slag) จะไม่อุดตันในช่องเผาไหม้และช่องรีดักชั่น เพราะจะตกลงในช่องเก็บกักเถ้าถ่านก่อนที่แก๊สร้อนจะเข้าไปในช่องรีดักชั่น ข้อจำกัดของเตาชนิดนี้คือ ต้องใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในช่องรีดักชั่น

จากการใช้ถ่านและขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงในช่องเผาไหม้ ในอัตราส่วน 1 : 2 โดยน้ำหนัก และใส่ถ่านในช่องรีดักชั่น พบว่าอัตราการเผาไหม้ขี้เลื่อยเป็น 3.1 กก/ชม อัตราเผาไหม้ถ่าน 6.7 กก./ชม. หรือเมื่อคิดเป็นถ่าน จะมีอัตราการใช้ถ่าน 7.63 กก./ชม. (ราคาถ่านประมาณ 4.31 บาท/กก.) นั่นคือราคาแก๊สสังเคราะห์ก่อนผ่านเข้าระบบดูดคาร์บอนไดออกไซด์และ ระบบดูดความชื้นจะเป็น ๐.68 บาท/ลบ.เมตร เมื่อคิดเป็นราคาต่อ 1,๐๐๐ กิโลแคลอรี่ (15.65 % CO, 8.14 % H_2, ๐.64 % CH_4) จะได้ประมาณ ๐.83 บาท/1,๐๐๐ กิโลแคลอรี่ ราคาความร้อนของถ่านประมาณ ๐.62 บาท/1,๐๐๐ กิโลแคลอรี่ (ภาคผนวก ก.9) นั่นคือ ราคาแก๊สสังเคราะห์นี้สูงกว่าถ่านประมาณ 25.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงตัวอื่น ๆจะได้ ราคาและความแตกต่าง ดังตารางที่ 8.1 [22]

จะพบว่าราคาแก๊สสังเคราะห์ที่ออกจากเตานี้ มีราคาถูกกว่าแก๊สหุงต้ม น้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซลมาก แต่ยังคงมีราคาสูงกว่าถ่านไม้ ไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน

ในส่วนของระบบดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากสายแก๊ส พบว่า ปริมาณคาร์บอน-ไดออกไซด์ ที่ออกจากสายแก๊สไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรงตามที่ออกแบบไว้ พลังงานที่ให้กับ ระบบนี้มีค่า 22.5 กิโลวัตต์ เมื่อคิดค่ากระแสไฟฟ้า 2.1 บาทต่อหน่วย จะได้ราคาที่เพิ่มขึ้นของแก๊สที่ผ่านระบบนี้อีก 1.18 บาท/ลบ.เมตร

ตารางที่ 8.1 เปรียบเทียบราคาแก๊สสังเคราะห์กับพลังงานชนิดอื่น (* = ราคาปี 2528)

ชนิดเชื้อเพลิง	ราคาขาย บาท/หน่วย	ค่าความร้อน กิโลแคลอรี่/กก.	ราคาพลังงาน/ 1,000 กิโลแคลอรี่	% เกี่ยวกับ แก๊สสังเคราะห์
แก๊สสังเคราะห์	-	-	0.83	-
ถ่านไม้	4.31/กก.	6,900	0.62	-25.3
ลิกไนต์ ลี้*	2.491/กก.	4,400	0.0566	+93.18
แอลพีจี	5.77/ลิตร	3,625	0.8975	+8.13
เบนซินพิเศษ	8.7/ลิตร	7,520	1.1835	+42.59
เบนซินธรรมดา	8.2/ลิตร	7,520	1.0901	+31.34
น้ำมันก๊าด	6.12/ลิตร	8,250	0.7418	-10.63
ดีเซลความเร็วสูง	6.3/ลิตร	8,700	0.724	-12.76
ดีเซลความเร็วต่ำ	6.1/ลิตร	8,700	0.7011	-15.53
น้ำมันเตาใส(600)	3.23/ลิตร	9,500	0.34	-59.04

ในส่วนของหอดูดความชื้นจากสายแก๊สนี้ พบว่า ค่าจุดน้ำค้างที่ออกจากระบบเป็น 11.1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 10 ชั่วโมง ดังรูปที่ ช.1 จากนั้นจุดน้ำค้างจะสูงขึ้น และสุดท้ายที่ 26 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างจากค่าที่คำนวณไว้ที่ 4 ชั่วโมง คาดว่า เป็นเพราะจุดน้ำค้างของไอที่ขาเข้าลดลงจาก 35 องศาเซลเซียส เป็น 26 องศาเซลเซียส จากการคำนวณในภาคผนวก ก.10 พบว่า เวลาในการปฏิบัติการจะเพิ่มเป็น 9.09 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงไว้ นั่นคือ ระบบนี้สามารถดูดความชื้นได้ยาวนานถึง 10 ชั่วโมง ให้ค่าจุดน้ำค้างขาออกเป็น 11.1 องศาเซลเซียส

ในการรีเจนเนอเรชั่น ได้ออกแบบไว้ที่ระยะเวลา 2:50 ชั่วโมง แต่เนื่องจากการลดอัตราการไหลจาก 200 ลบ.เมตร/ชม. เป็น 75 ลบ.เมตร/ชม. จึงทำให้เวลาที่ออกแบบจะต้องขยายออกไปเป็น 8.29 ชั่วโมง ดังภาคผนวก ก.10 จากการ ทดลองพบว่าเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 10.5 ชั่วโมง แตกต่างจากค่าที่ออกแบบไว้ 26.66 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการประมาณ 1.68 กิโลวัตต์/ชั่วโมง แต่ได้ทดลองใช้

เพียง 3 กิโลวัตต์/ชั่วโมง อย่างไรก็ดี เวลาที่ใช้ในการรีเจนเนอเรท จะใช้เวลาใกล้เคียงกับค่าการคำนวณใหม่ ในภาคผนวก ก.10 ราคาของแก๊สสังเคราะห์ที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีราคาเพิ่มอีก 0.21 บาท/ลบเมตร

นั่นคือราคาของแก๊สสังเคราะห์ที่ผ่านระบบต่าง ๆ จะมีราคา 3.85 บาท/ลบเมตร และมีสัดส่วนที่สามารถใช้เป็นสารเริ่มต้นสำหรับการผลิตสารเคมีตัวอื่น เช่น เป็นสารตั้งต้นผลิต เมทธานอล, น้ำมันสังเคราะห์ ฯลฯ

สรุปผลการออกแบบและสร้างโรงงานต้นแบบนี้ พบว่าโรงงานนี้สามารถผลิตแก๊สสังเคราะห์ได้ 30 ลบเมตรต่อชั่วโมง และในการปฏิบัติการสามารถกระทำได้อย่างต่อเนื่อง มีผลรวมของแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์กับไฮโดรเจนประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนโดยปริมาตรเป็น 1.9 : 1 ใช้เชื้อเพลิงถ่านผสมขี้เลื่อยในอัตราส่วน 1 : 2 โดยน้ำหนัก และใช้ถ่านในช่องรีดักชั่น