บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

พลังงานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ปริมาณเชื้อเพลิง ซึ่งได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ นับวันจะมีปริมาณลดลงไม่สมดุลย์กับปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้น ความต้องการด้านพลังงานนับวันจะเพิ่มพูนมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ปริมาณสำรองมีจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิง (fossil fuel) ดังนั้นการค้นคว้าและวิจัยหาเชื้อเพลิงประเภทอื่นขึ้นมาทดแทน(alternative fuel) จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง พลังงานทดแทนดังกล่าวได้แก่ ไม้ และของเหลือใช้ทางการเกษตร (agricultural waste) เป็นต้น เชื้อเพลิงเหล่านี้สามารถที่จะใช้เป็นพลังงานได้ในรูปของความร้อน (process heat) หรือ อาจจะมีกรรมวิธีเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของก๊าซหรือน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

ในสมัยก่อนมีการนำไม้มาเผาไฟเพื่อการหุงต้มอาหารมาเป็นเวลาช้านานแล้ว จนกระทั่งปี พ.ศ. 2212 จึงได้เริ่มพัฒนาด้านเทคโนโลยีด้วยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงประเภทถ่านไปเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (combustible gas) (บวรพรรณ, 2529) ในปัจจุบันกระบวนการที่ใช้เปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้อยู่ในสภาพก๊าซ เรียกว่า Gasification กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในที่มีอ๊อกซิเจนจำกัด เกิดความร้อนบางส่วน และความร้อนนี้จะไปเร่งปฏิกิริยาต่อเนื่องอื่นๆ ให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิง ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการ gasification นี้เรียกว่า producer gas สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ หรือนำก๊าซที่ได้ไปเผาไหม้โดยตรง

วัสดุที่มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่ สามารถนำมาผลิต producer gas ได้แก่ ไม้ฟืนและถ่านไม้ ซึ่งเป็นชีวมวลที่ได้รับการแนะนำให้ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตก๊าซ เนื่องจากมีค่าความร้อนสูงและปริมาณขี้เถ้าต่ำกว่าชีวมวลชนิดอื่น (Biomass Gasifier Technology, 2544) จึงง่ายต่อการใช้ อย่างไรก็ตาม แกลบและขี้เลื้อยก็เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจเช่นกัน เพราะเหตุว่าเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศที่กำลังพัฒนา

ถึงแม้ว่าระบบ gasification จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ พ.ศ. 2212 แต่เพิ่งมาได้รับการเผยแพร่อย่างกว้างขวางในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ.2482–2488) เนื่องจากการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างประเทศถูกตัดขาด ทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้น ด้วยเหตุนี้ producer gas จึงเป็นพลังงานทดแทนที่ถูกนำมาใช้กับรถโดยสาร, รถยนต์ และรถแทรกเตอร์ เมื่อ

สงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดลงและประจวบกับราคาน้ำมันในตลาดโลกถูกลงและสะดวกต่อการใช้งานด้วย producer gas จึงหมดความสำคัญไปในที่สุด ผลสะท้อนที่ตามมาคือ งานวิจัยและพัฒนาทางด้านนี้ต้องพลอยหยุดชะงักตามไปด้วย

พลังงานจากชีวมวลมีข้อเสียเปรียบเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิลหลายประการเช่น ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ พลังงานที่มีอยู่ต่อหน่วยน้ำหนักต่ำ ปริมาณแปรเปลี่ยนตามฤดูกาลและอื่นๆ เนื่องจากพลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานนอกรูปแบบ (Non – Conventional Energy) ดังนั้นการค้นคว้าและวิจัยคงจะต้องทำต่อเนื่องกันไปอย่างไม่หยุดยั้ง ปัจจุบันมีการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลกันมากขึ้นทุกปี ซึ่งผลที่ตามมาที่เห็นชัดคือเกิดสภาวะเรือนกระจก อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลมาจากปริมาณ CO_2 ที่ไปสะสมในชั้นบรรยากาศของโลกมากขึ้นทุกๆ วันแต่ในทางตรงข้ามพลังงานจากชีวมวลจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก และแทบจะไม่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศหรืออากาศเป็นพิษเลย เมื่อใดที่ทั่วโลกเริ่มจะตระหนักถึงสภาวะเหล่านี้อย่างจริงจัง หรือเกิดวิกฤติการณ์น้ำมันขึ้นมาอีกครั้ง การนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้คงจะกลับมามีความสำคัญอีกครั้งหนึ่ง

1.1.1 เครื่องกำเนิดก๊าซ (Gasifier)

ก๊าซที่ได้จากกระบวนการ Gasification นี้เรียกว่าโปรดิวเซอร์แก๊ส (Producer Gas) โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้ก๊าซนี้เผาไหม้ได้คือ CO, H_2 และ CH_4 โดยทั่วไปค่าความร้อนของถ่านไม้จะมีค่า 4,105 kJ/m^3 ของไม้มีค่าความร้อน 5,552 kJ/m^3 จากการวิเคราะห์โปรดิวเซอร์แก๊สในไม้ที่ความชื้น 20% (Zainal, et al. 2001: 1499-1515) พบว่าประกอบด้วย H_2, CO, CH_4, CO, N_2, O_2 เท่ากับ 15.23, 23.04, 1.58, 16.42, 42.31, 1.42% ตามลำดับ และมีค่าความร้อน 4,850 kJ/m^3 ข้อได้เปรียบของ Producer Gas ที่มีต่อการเผาไหม้โดยตรงคือ สามารถควบคุมการเผาไหม้ได้ดีกว่า มีการเผาไหม้สมบูรณ์กว่า และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กว้างกว่า การพัฒนาค้นคว้าทางด้าน Gasification สามารถแบ่งออกได้ 2 ส่วนใหญ่ ๆ

1.1.1.1 การพัฒนาทางด้านทฤษฎีทางเคมีและแบบจำลอง (Simulation) โดยมุ่งเน้นไปที่การศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยา (Zainal, et al. 2001: 1499-1515) ใช้ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยา (Equilibrium) มาจำลองเพื่อใช้ในการทำนายกระบวนการการเกิดก๊าซในเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier) โดยพิจารณาความชื้นของไม้กับผลของอุณหภูมิในเตาผลิตก๊าซอันมีผลต่อองค์ประกอบของก๊าซและค่าความร้อนที่ได้ ซึ่งพบว่าเมื่อความชื้นไม้เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความร้อนลดลง(Alberto, et al. 1997: 3800-3808) ได้ใช้โดโลไมท์ เป็นตัวกระตุ้นเพื่อใช้ผสมกับโปรดิวเซอร์แก๊สที่ผลิตออกมา (วิโรจน์ บุญอำนวยวิทยา, 2536: 234-249) ได้ทำนายประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหินโดยใช้สมมุติฐานทางอุณหพลศาสตร์เป็นหลัก

ซึ่งยืนยันได้ว่าประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของไอน้ำกับคาร์บอน ไอน้ำที่ป้อนเข้าไปในเตาผลิตก๊าซถ้ามากเกินความจำเป็นจะทำให้ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซลดลง

1.1.1.2 การพัฒนาและปรับปรุงเตาผลิตก๊าซ (Gasifier) และระบบทำความสะอาดก๊าซ (Gas Cleaning System) รวมการประยุกต์ใช้ Producer Gas ในการใช้พลังงานความร้อนโดยตรง (Direct Combustion) และในการเดินเครื่องยนต์สันดาปภายใน (I.C. Engine) โดยสามารถใช้เดินเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

P. Hasler (1999: 385-395) ศึกษาการทำความสะอาดก๊าซจากชีวมวลที่ได้จากเตาผลิตก๊าซแบบไหลลงก่อนนำก๊าซไปใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน

ปกรณ์ กุยสะพานิช (2526) นำเอาก๊าซที่ได้จากเตาผลิตก๊าซแบบไหลลงมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 5 แรงม้า เพื่อใช้เป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 kW จากการทดลองโดยใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200 –800 W ได้ผลว่า เครื่องยนต์สามารถเดินเครื่องได้โดยไม่มีอาการน็อก เมื่อใช้ก๊าซโดยเฉลี่ย 72 % อีก 28 % เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

นายสุวัฒน์ พิพัฒน์พงศา (2526) ใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง โดยเมื่อเตาทำงานแบบไหลขึ้นโดยมีท่ออากาศเข้าอยู่ใต้ตะแกรงได้ผลคือก๊าซที่ได้ไม่สามารถติดไฟขณะเดินพัดลมเป่า เมื่อทำงานแบบไหลลงใช้ nozzle ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 mm ได้ผลคือติดไฟ ประสิทธิภาพเตา 51.74% เมื่อทำงานแบบไหลลงใช้ nozzle ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm ไอน้ำในก๊าซมีปริมาณสูง ประสิทธิภาพของเตา 37.78% เมื่อทำงานแบบไหลขึ้นใช้ท่ออากาศเข้าเหนือตะแกรง ไอน้ำในก๊าซมีปริมาณสูงประสิทธิภาพของเตา 53.92%

ธีรวัฒน์ อภิชาโต (2527) ใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้เตาผลิตก๊าซแบบไหลขึ้น และปรับปรุงทางเข้าจากทางเดียวเป็น 6 ทางรอบๆ เตา โดยศึกษาถึงอัตราการเป่าอากาศ และผลของขนาดเชื้อเพลิง พบว่า เมื่อให้อัตราการเป่าอากาศเพิ่มขึ้น ก็ทำให้ประสิทธิภาพเตาเพิ่มขึ้น และเชื้อเพลิงขนาด 2 x 2.5 in. ถึง 2 x 5 in. สามารถใช้ผลิตก๊าซได้ดี

นายพิบูล แซ่จัง (2527) พบว่าเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง มีความเหมาะสมใช้ผลิตก๊าซเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้เป็นอย่างดี ได้ศึกษาถึงขนาดของถังที่มีขนาดเล็กทั้งนี้เพื่อความสะดวก และขนาดของถ่านที่เหมาะสมสำหรับเตาผลิตก๊าซที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ เตาขนาด 17 cm ใช้ถ่านไม้โกงกางขนาด 0.5 – 1.0 in. เป็นเชื้อเพลิงจะให้กำลังผลิตเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือเตาที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 cm โดยใช้ถ่านขนาด 0.5 – 1.0 in. เป็นเชื้อเพลิง สุดท้ายเตาขนาด 15 cm ใช้ถ่านขนาด 0.5 in. เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของถังกับขนาดของเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์กัน

วิบูลศักดิ์ ชูเกียรติเถกิง (2527) ใช้เตาผลิตก๊าซแบบไหลตามขวาง เพื่อใช้เดินเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และสามารถใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันได้ 100% การติดเครื่องยนต์สามารถทำได้ง่าย โดยใช้เวลาเพียง 7 นาที ก็สามารถเดินเครื่องยนต์ได้ ซึ่งคุณสมบัติดีกว่าแบบ เตาผลิตก๊าซแบบไหลขึ้นและแบบไหลลง ที่ใช้เวลานานถึง 15 นาที

สมชาย ดำรงศีล (2528) ได้พัฒนาเตาแบบไหลลง โดยใช้เชื้อเพลิงสดเพื่อผลิตก๊าซป้อนให้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน 10 แรงม้า โดยพบว่าเตาแบบไหลลงแบบเก่ามีปัญหาในด้านของน้ำมันดิน (tar) จึงได้ปรับปรุงในส่วนของชั้นเผาไหม้ และชั้นรีดักชั่นใหม่ โดยสร้างให้มีช่องเป่าอากาศ 4 ช่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่ละช่อง 4 ซม. และมีการอุ่นอากาศรอบบริเวณชั้นเผาไหม้ ก่อนที่จะถูกฉีดเข้าสู่ภายใน หลังการปรับปรุงได้ทดลอง 15 ชม. ผลที่ได้ปรากฏว่า เตาผลิตก๊าซแบบนี้ไม่สามารถผลิตก๊าซได้ต่อเนื่อง และยังมีปัญหาเรื่องน้ำมันดิน

1.1.2 ปฏิกริยาเคมีที่สำคัญที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นของเตาผลิตก๊าซ

ในเตาผลิตก๊าซทั่วไปสามารถถูกแบ่งออกเป็นชั้นที่สำคัญๆ ได้ 4 ชั้นโดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาและผลผลิตที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้น (รัตนชัย ไพรินทร์ และคณะ, 2541: 28) ในความเป็นจริงแต่ละชั้นอาจจะเหลื่อมล้ำ (Overlap) กันอยู่ก็ได้

1.1.2.1 ชั้นเผาไหม้ (Combustion or Hearth Zone)

ในบริเวณนี้คาร์บอนจะเผาไหม้กับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศในปริมาณจำกัดด้วยปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad (1.1)$$

ปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อุณหภูมิในชั้นนี้อยู่ระหว่าง 900 – 1200 °C ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นนี้ถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในชั้นรีดักชั่นและชั้นกลั่นสลายผล ผลิตหลักที่ได้จากการทำปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้คือ ความร้อน เถ้าถ่าน

1.1.2.2 ชั้นรีดักชั่น (Reductione Zone)

ก๊าซ CO_2 ที่ได้จากการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้ เมื่อไหลเข้าสู่ชั้นรีดักชั่นก็จะเกิดปฏิกิริยาที่เปลี่ยนก๊าซ CO_2 ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ โดยก๊าซ CO_2 จะไหลผ่านคาร์บอนที่ร้อนและเกิด CO ดังสมการที่ (1.2)

$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO \qquad (1.2)$$

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2 \qquad (1.3)$$

ปฏิกิริยาในสมการที่ (1.2) เรียกว่า Boudouard Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มปริมาณของ CO สามารถทำได้โดยฉีดไอน้ำร้อนเข้าไปซึ่งไอน้ำจะไปทำปฏิกิริยากับคาร์บอนดังสมการที่ (1.3) ได้ก๊าซ CO และ H_2 เพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Watergas Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนและจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 800°C ภายใต้ความดันสูง H_2 อาจจะไปรวมตัวกับคาร์บอนและผลิต CH_4 ออกมาได้ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Methane Reaction โดยจะเกิดขึ้นได้ดีที่ความดันสูงๆ และอุณหภูมิไม่สูงมากนัก

1.1.2.3 ชั้นกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone)

ในชั้นนี้เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจากชั้นเผาไหม้ เพื่อสลายสารอินทรีย์ในเชื้อเพลิงทำให้ได้สารระเหย (Volatile Matter) ต่างๆ ออกมา ซึ่งประกอบไปด้วยเมทานอล กรดน้ำส้ม น้ำมันดิบ ก๊าซที่เผาไหม้ได้และไม่ได้ อุณหภูมิของชั้นนี้จะประมาณ 135 – 600°C ของแข็งที่เหลืออยู่หลังกระบวนการนี้คือคาร์บอนในรูปถ่าน (Fixed Carbon) ดังสมการที่ (14)

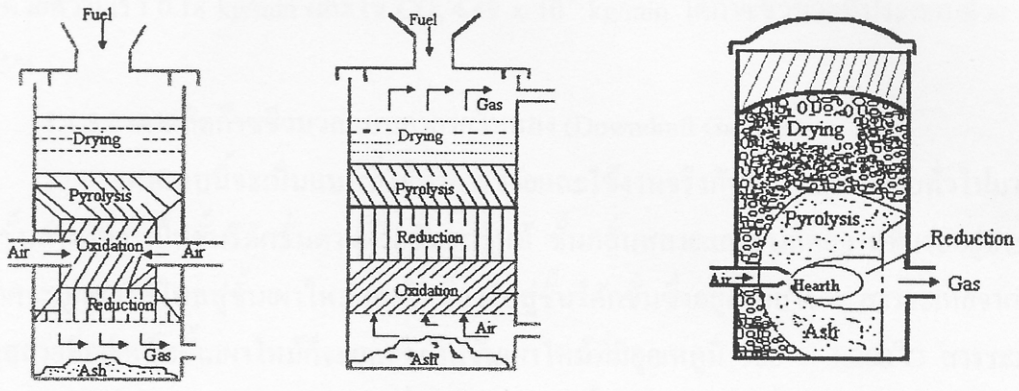
$$\text{Biomass} + \text{Heat} \longrightarrow \text{Charcoal} + CO + CO_2 + H_2O + C_2H_6 + \text{Pyroligneous acid} + \text{Tar} \qquad (1.4)$$

1.1.2.4 ชั้นลดความชื้น (Drying Zone)

ชั้นนี้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารระเหยต่างๆ ความร้อนที่ได้รับมาจากชั้นกลั่นสลาย จะระเหยความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลให้ออกมาในรูปของไอน้ำ อุณหภูมิในชั้นนี้จะอยู่ประมาณ 100 – 135°C

1.1.3 ชนิดของเตาผลิตก๊าซชีวมวล (Type of Gasifier)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ตามชนิดของการไหลของโปรดิวเซอร์แก๊สและการจัดเรียงตัวของชั้นต่างๆ ภายในเตาผลิตก๊าซดังรูปที่ 1.1



ก. ไหลลง ข. ไหลขึ้น ค. ไหลตามขวาง

รูปที่ 1.1 ชนิดของเตาผลิตก๊าซชีวมวล

1.1.3.1 เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier)

เตาผลิตก๊าซแบบนี้เป็นแบบง่ายที่สุด ชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นเผาไหม้ ชั้นรีดักชั่น ชั้นกลั่นสลายและชั้นลดความชื้น เชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าสู่ส่วนบนของเตาและอากาศถูกส่งเข้ามาทางด้านล่าง การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นที่จุดแรกของการสัมผัสกับอากาศ CO_2 ที่เกิดขึ้นในชั้นเผาไหม้จะผ่านขึ้นไปยังชั้นรีดักชั่นซึ่งมีคาร์บอนที่ร้อนอยู่มาก CO_2 ทำปฏิกิริยากับคาร์บอนได้เป็น CO จุดเด่นของเตาแบบนี้คือสามารถเพิ่มปริมาณโปรดิวเซอร์แก๊สได้โดยใช้ไอน้ำเข้าช่วย นอกจากนั้นยังสามารถใช้กับชีวมวลที่ความชื้นสูง อาจจะสูงได้ถึง 50% อุณหภูมิเฉลี่ยของเตาจะค่อนข้างต่ำคือประมาณ 120 – 150°C แต่ปัญหาที่สำคัญคือสารระเหยที่ออกมาพร้อมกับโปรดิวเซอร์แก๊ส Pan, et al. (1999: 1703-1709) ได้ศึกษาการกำจัดน้ำมันดินออกโดยใช้อากาศทุติยภูมิในเตา ฟลูอิดไดซ์เบดที่อุณหภูมิเฉลี่ย 840-880°C สำหรับเศษไม้ (Forest waste) ใช้อัตราส่วนอากาศทุติยภูมิต่ออากาศปฐมภูมิที่ 10% ปริมาตรต่อปริมาตร จะสามารถลดน้ำมันดินได้มากที่สุดจากปริมาณน้ำมันดินมากกว่า 2.52 g/m^3 เหลือ 0.8 g/m^3 สำหรับลิกไนต์ (Escatron lignite) ใช้อัตราส่วนอากาศทุติยภูมิต่ออากาศปฐมภูมิที่ 20% ปริมาตรต่อปริมาตร ให้ค่าพลังงานความร้อน 4800 kJ/m^3 จะสามารถลดน้ำมันดินได้มากที่สุดจากปริมาณน้ำมันดินมากว่า 3.70 g/m^3 เหลือ 0.42 g/m^3 ให้ค่าพลังงานความร้อน 3770 kJ/m^3 ซึ่งปัญหาจากสารระเหยจะเป็นอุปสรรคที่สำคัญมากในการนำไปเดินเครื่องยนต์สันดาปภายในเพราะจะทำให้เกิดการอุดตันและทำความเสียหายให้แก่เครื่องยนต์ได้ นิรมล ชุลีเลิศวิทยาภรณ์ (2537) ได้หาสภาวะการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องผลิตก๊าซชีวมวลแบบไหลขึ้นโดยมีไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบ การหาภาวะที่ดีที่สุดจะใช้วิธีการค้นหาแบบ Simplex โดยใช้ผลการทดลองในแต่ละครั้งเป็นแนวทางในการกำหนดภาวะการทดลองต่อๆ ไป จากการศึกษาโดยมี 3 ตัวแปรคือความยาวของไม้ อัตราการไหลของอากาศและของ CO_2 พบว่าภาวะที่ดีที่สุดคือ ไม้ยาว 4 cm อากาศ

ไหลด้วยความเร็ว 0.18 kg/min และใช้ CO_2 4.49 x 10^{-3} kg/min ได้ก๊าซชีวมวลที่ประกอบด้วย CO 21.35%

1.1.3.2 เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier)

เตาแบบนี้จะเป็นแบบที่ใช้ทำการวิจัยและใช้งานจริงกันอย่างแพร่หลายทั่วไปมากที่สุด ชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นรีดักชั่นตามด้วยชั้นเผาไหม้ ชั้นกลั่นสลายและชั้นลดความชื้นจะอยู่บนสุด อากาศจะถูกส่งให้ไหลสู่ชั้นเผาไหม้และไหลลงไปสู่ชั้นรีดักชั่นซึ่งอยู่ด้านล่าง สารระเหยจากชั้นกลั่นสลายที่อยู่เหนือชั้นเผาไหม้ก็จะถูกดูดผ่านชั้นเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิ 900 – 1,200^{o}C สารระเหยต่างๆ จะถูกเผาไป ทำให้ Producer Gas ที่ผลิตออกมาได้นั้นปราศจากสารระเหยจึงเหมาะที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ข้อเสียเปรียบของเตาชนิดนี้คือจะเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงในชั้นเผาไหม้จึงต้องใช้วัสดุที่ทนความร้อนสูง อุณหภูมิเฉลี่ยของโปรดิวเซอร์แก๊สที่ออกมาจากเตาจะค่อนข้างสูงประมาณ 450 – 550^{o}C ดังนั้นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดใหญ่จึงมีความจำเป็น

1.1.3.3 เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลตามขวาง (Cross draft Gasifier)

เตาแบบนี้จะเป็นแบบที่เล็กและเบาที่สุดใน 3 แบบ ทิศทางทางการไหลของอากาศจะตั้งฉากกับแนวแกนของเตา อากาศจะถูกส่งตรงไปชั้นเผาไหม้ และต่อไปยังชั้นรีดักชั่นซึ่งทั้ง 2 ชั้นนี้ จะเป็นชั้นเล็ก ๆ วางเรียงกันตามแนวนอน อุณหภูมิเฉลี่ยของโปรดิวเซอร์แก๊สที่ออกมาจากเตาจะไม่สูงมากเหมือนเตาแบบไหลลง ชีวมวลจะถูกป้อนจากทางด้านบนของเตาเช่นเดียวกันกับเตาทั้งสองแบบที่กล่าวมา ข้อดีของเตาแบบนี้คือ สามารถผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้เร็วกว่าเตาอีกสองแบบ และอุณหภูมิในเตาจะไม่สูงนัก

1.1.4 การใช้พลังงานจากเตาผลิตก๊าซ

การนำก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จาก Gasifier ไปใช้นั้นแบ่งออกได้ 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1.1.4.1 การนำไปใช้งานโดยตรง (Direct Use)

ได้แก่การอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งจุดเด่นที่สำคัญในการใช้พลังงานความร้อนที่ได้รับจากก๊าซชีวมวล ไปใช้ที่สำคัญคือ สามารถทำการอบแห้งได้อย่างต่อเนื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิที่จะใช้ในการอบให้คงที่ตลอดการอบให้คงที่ตลอดการอบแห้ง หรือปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะใช้อบได้ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถทำได้เช่น ในการอบแห้งพริกโดยใช้ความร้อนจากก๊าซชีวมวล (ชนากานต์ อาษาสุจริต, 2538) ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 17,319 kJ/m^3 ระบบอบแห้งนี้มีการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งเป็นระบบบังคับ โดยใช้พัดลมขนาด 760 W มีระบบควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งตามต้องการได้ และ

ระบบอบแห้งนี้สามารถทำงานได้ 24 ชั่วโมง ตู้บรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งมีความกว้าง 0.6 m ยาว 1 m สามารถวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 8 ถาดในการทดลองนี้สามารถควบคุมคุณภาพของพริกชี้ฟ้าได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปราศจากสิ่งปนเปื้อนและฝุ่นละออง โดยตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ คือ ระยะเวลาในการอบแห้ง และอัตราการไหลอากาศ ส่วนการอบแห้งเนื้อวัว ธีรพงษ์ ภาระบุญ (2538) ได้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซชีวมวลนั้น สามารถประหยัดพลังงานไปได้ถึง 49% การนำพลังงานจาก Producer Gas ไปขับเคลื่อนเครื่องยนต์สันดาปภายนอก (External Combustion Engine) (ดนัย อร่ามธรรมพร, 2539) จากการทดสอบการขับเคลื่อนเครื่องยนต์สเตอร์ลิงสามารถให้กำลังแรงม้าสูงสุดทางทฤษฎี 3.92 แรงม้า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 2200 rpm และสามารถนำไปใช้ในการขับปั๊มสูบน้ำได้โดย มี Head Pump = 23.8 m ที่ความเร็วรอบ 1300 rpm

1.1.4.2 การนำไปใช้ทางอ้อม (Indirect Use)

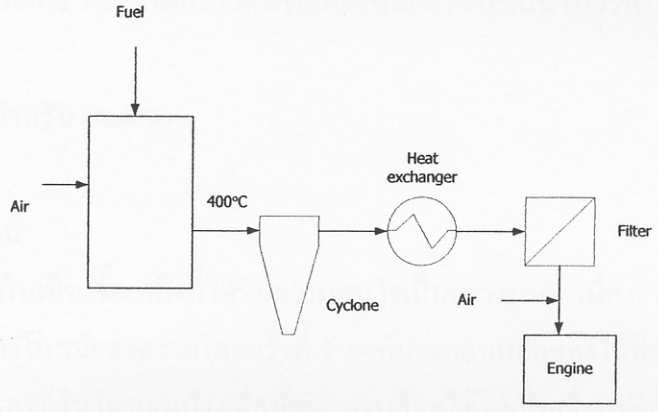
ในกรณีนี้จะมุ่งนำไปใช้ในการขับเคลื่อนยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine)ซึ่งสามารถใช้เดินเครื่องยนต์ได้ทั้งเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีการปรับเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยเฉพาะตอนเริ่มติดเครื่องยนต์จะใช้เชื้อเพลิงดีเซลไปก่อนและหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนมาเป็นโปรดิวเซอร์แก๊สแทน พลังงานที่ได้รับออกมานั้นสามารถนำไปใช้เดินปั๊มน้ำหรือนำไปขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟได้ เพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าก็ได้

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากการที่พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทยในปี 1998 มีพื้นที่ปลูกยาง 12.25 ล้านไร่ โดยเกือบร้อยละ 90 (10.45 ล้านไร่) ของพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในประเทศอยู่ทางภาคใต้ เมื่อคิดเป็นไม้ที่โค่นไปคิดเป็นพื้นที่ 350,000 ไร่ต่อปี ซึ่งจะมีปริมาณชีวมวลเฉลี่ย 45 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้นในระยะเวลา 1 ปี ทางภาคใต้ของประเทศไทยจะมีปริมาณชีวมวล 15.75×10^6 ลูกบาศก์เมตร ในการแปรรูปไม้ยางพาราดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะมีการสูญเสียสูงถึงร้อยละ 91.65 ในขณะที่เกิดเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จขึ้นเพียงร้อยละ 8.35 ของไม้ยางพาราดิบทั้งหมด (ข้อมูลจาก Rubber Research Institute, 1998) ซึ่งชีวมวลที่เหลือทิ้งเหล่านี้สามารถนำมาเป็นพลังงานหมุนเวียนได้และจากการที่ราคาน้ำมันเตามีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในภาคใต้หันมาใช้หม้อไอน้ำที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะจากไม้ยางพารา จากการสำรวจในโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสงขลาพบว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 45 โรง (ข้อมูลจากอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา) ที่มีหม้อไอน้ำชีวมวลคิดเป็นจำนวนทั้งหมด 100 ลูก (ขนาด10 ตัน/ชั่วโมง)ได้ใช้ไม้ยางพาราที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมอื่นมาทดแทนน้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำในหม้อต้มไอน้ำแบบ

ใช้ชีวมวล คิดเป็นปริมาณไม้ยางพาราที่ใช้ไปในหม้อไอน้ำ 1 ลูกเท่ากับ 11,000 ตัน/ปี (ขนาดกำลังผลิต 10 ตัน/ชั่งโมง) (ปฐมพงศ์, 2543) ดังนั้นหม้อไอน้ำจำนวน 100 ลูก จะใช้ไม้ยางพาราเป็นจำนวน 1,100,000 ตัน/ปี และพบว่าในระหว่างการเผาไหม้ไม้ยางพาราจะมีเศษถ่านร่วงหล่นลงมาจากตะกรับเตาคิดเป็นปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 1 – 2 จำนวน 11,000 – 22,000 ตัน/ปี (หม้อไอน้ำชีวมวลจำนวน 100 ลูก)

จึงมีแนวคิดในการนำเศษถ่านที่ร่วงหล่นลงมานำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อกำจัดเศษถ่าน และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า โดยนำเศษถ่านมาเผาไหม้ในเตาผลิตก๊าซชีวมวล โดยใช้ปริมาณอากาศอย่างจำกัด จะได้ก๊าซจากการเผาไหม้ (CO, H_2 และ CH_4) ในก๊าซดังกล่าวจะมีพลังงานที่มีคุณภาพที่ดีกว่าการนำเศษถ่านไปใช้โดยตรง หลังจากนั้นทำความสะอาดก๊าซก่อนนำก๊าซไปใช้กับเครื่องยนต์เพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ได้นี้สามารถนำไปทำประโยชน์ได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะพัฒนาระบบเตาผลิตก๊าซเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและระบายความร้อนแบบบังคับ ซึ่งจะต่างกับระบบเตาแบบเก่า ดังรูปที่ 1.2 ซึ่งไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1.2 ระบบเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง(แบบเก่า)

1.3 วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1). เพื่อนำเศษถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ไม้ฟืนในหม้อไอน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาผลิตก๊าซชีวมวล

2). เพื่อออกแบบเตาผลิตก๊าซชีวมวลให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยป้อนเชื้อเพลิงและนำเถ้าออกได้ในขณะที่เตายังทำงาน