บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินชีวิตของประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ตามชนบท อาจจะเรียกว่าเป็นหมู่บ้านหรือชุมชนซึ่งตั้งถิ่นฐานอยู่ห่างไกลความเจริญ ในตอนกลางคืนไม่มีไฟฟ้าหรือแสงสว่างใช้ในการดำเนินชีวิต ประชาชนเหล่านั้นอยู่อย่างยากลำบาก พลังงานไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตเพื่อนำมาพัฒนาชุมชนให้มีความเจริญ ทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพยายามที่จะช่วยเหลือและแก้ไขอำนวยความสะดวกแต่พบปัญหาทางด้านต้นทุนในการปักเสาเดินสายที่สูงมาก บางพื้นที่ใช้พลังงานทนแทนต่างๆแต่ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในบางพื้นที่จึงหันมาใช้เครื่องยนต์ดีเซลผลิตกระแสไฟฟ้าแต่มีการลงทุนที่สูงและมีผลกระทบจากเสียงที่ดังส่งกลิ่นเหม็นทำให้ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยรวม

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดในการศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สซิไฟเออร์ เพื่อลดต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิง ซึ่งวัตถุดิบสามารถหาได้จากชุมชนหรือภาคการเกษตรเพื่อลดต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าและยังลดมลพิษจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติทำให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้

1.1 ความสำคัญของปัญหา

1. ชีวมวลภาคการเกษตรที่ไม่ใช้แล้วส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษส่งผลกระทบต่อชุมชน
2. ชุมชนไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยพื้นที่ไม่เอื้ออำนวยเนื่องจากความห่างไกลทำให้ใช้งบประมาณในปักเสาลากสายไฟที่สูงมาก
3. ชุมชนหันมาใช้เครื่องยนต์ดีเซลแต่ประสบปัญหาทางด้านราคาน้ำมันที่สูงมากและส่งเสียงดังมีกลิ่นเหม็นทำร้ายสุขภาพคนรอบข้าง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาศักยาภาพพลังงานของชีวมวลในประเทศไทยที่อยู่ห่างไกล

2. เพื่อศึกษาโครงสร้างของเตาเผาและรูปแบบพลังงานแก๊สซิไฟเออร์สำหรับใช้ในเครื่องยนต์ขนานเล็กในการผลิตไฟฟ้า

3. เพื่อวิเคราะห์การคุ้มทุนด้วยหลักการทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ทำการศึกษาศักยาภาพเชื้อเพลิงชีวมวล จากการเผาจากเตาชีวมวลที่สร้างขึ้นเอง

2. ออกแบบและสร้างชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ขนาดเล็กสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้กับเครื่องยนต์ 750 w

3. ทำการศึกษาการคุ้มทุนในการผลิตไฟฟ้าจากเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อใช้ในชุมชน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดต้นทุนการนำเข้าเชื้อเพลิงให้แก่ประเทศชาติ

2. ชุมชนได้เรียนรู้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เกี่ยวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้า เกี่ยวกับเรื่องชีวมวล และเกี่ยวกับเรื่องแก๊สซิไฟเออร์

3. ทำให้แต่ละชุมชน ตระหนักถึงความคุ้มค่าและความสำคัญจากพลังงานชีวมวลมากยิ่งขึ้น

4. ทำให้ค้นพบพลังงานแก๊สซิไฟเออร์จากชีวมวล ภายในภูมิภาคนั้นๆของในประเทศไทย

5. ทำให้เห็นข้อมูลความแตกต่างของพลังงาน ระหว่าง พลังงานจากเชื้อเพลิงเบนซิน พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากแก๊ส LPG และพลังงานจากแก๊สซิไฟเออร์

6. คณะผู้จัดทำได้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่องการผลิตพลังงานไฟฟ้า เรื่องชีวมวล และเรื่องแก๊สซิไฟเออร์

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแก๊สซิไฟเออร์สำหรับชุมชนไม่มีไฟฟ้าใช้ ในตัวของทฤษฎีบทนี้เนื้อหาที่อ้างอิงก็จะมีอยู่ 5 หัวข้อใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้คือ พลังงาน ชีวมวล แก๊สซิไฟเอ่อร์ ตาเผาแก๊สซิไฟเอ่อร์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1 พลังงาน [1]

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนอง ความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และสามารถตอบสนอง ความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอพลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงานหมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น

2.1.1 คุณสมบัติของพลังงานแต่ละชนิด

น้ำมันดิบ มีสถานะตามธรรมชาติ เป็นของเหลวประกอบด้วย สารไฮโดรคาร์บอน ชนิดระเหยง่าย เป็นส่วนใหญ่ และส่วนที่เหลือประกอบด้วย สารกำมะถัน ไนโตรเจน และสารประกอบออกไซด์อื่นๆ ซึ่งมักเรียกว่าเป็นสิ่งปฏิกูล ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ที่กลั่นได้ ราคาของน้ำมันดิบ จะถูกหรือแพง ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันดิบว่า มีสิ่งปฏิกูลเจือปนมากน้อยเพียงใด

ผลิตภัณฑ์ที่กลั่นได้จากน้ำมันดิบ ได้แก่ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย โดยก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการหุงต้ม ในยานพาหนะ และในภาคอุตสาหกรรม น้ำมันเบนซิน ดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ในภาคคมนาคมขนส่ง ส่วนน้ำมันเตา จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้า ในภาคอุตสาหกรรม และในการขนส่งทางน้ำ เมื่อมีการนำน้ำมันเชื้อเพลิง ไปเผาไหม้ ก็จะมีฝุ่นละออง เขม่า และก๊าซที่ถูกปล่อยออกมา ระหว่างขบวนการเผาไหม้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุม ในเรื่องของคุณภาพน้ำมัน และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการควบคุมเพื่อลดปริมาณ ฝุ่นละออง และก๊าซดังกล่าวไม่ให้เป็นอันตราย ต่อสุขภาพของประชาชน และสิ่งแวดล้อม

ก๊าซธรรมชาติ ประกอบด้วย สารไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่เหลือประกอบด้วยก๊าซประเภทอื่นๆ โดยเฉพาะไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปนอยู่ด้วยในระดับหนึ่ง การซื้อขายก๊าซธรรมชาติ จะคิดราคาตามค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ส่วนข้อกำหนดอื่นๆ จะเป็นส่วนประกอบ ที่ช่วยให้ความมั่นใจ ในความสะอาดว่า จะไม่มีปัญหาในการใช้ ซึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการใช้ก๊าซธรรมชาติ มีค่อนข้างน้อย เนื่องจากในขบวนการ เผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ จะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ ได้อย่างสูงสุด ก๊าซธรรมชาติจะถูกนำไปแยกก่อนการใช้ โดยส่วนที่เป็นก๊าซมีเทน มักจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้า และในอุตสาหกรรม รวมทั้ง ใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานพาหนะ ส่วนที่เป็นอีเทน และโพรเพน จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และส่วนที่เป็นโพรเพนและบิวเทน จะนำไปใช้เป็นก๊าซหุงต้ม ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม และยานพาหนะ

ถ่านหิน คือ หินตะกอนชนิดหนึ่งซึ่งสามารถติดไฟได้ และมีส่วนประกอบ ที่เป็นสารประกอบ ของคาร์บอนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก หรือ ร้อยละ 70 โดยปริมาตร และยังมีสารประกอบ อื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน อ๊อกซิเจน ไนโตรเจน และกำมะถัน เป็นต้น การจำแนกคุณสมบัติของถ่านหิน ตามคุณสมบัติทางเคมี และค่าความร้อนอย่างหยาบๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบถ่านหิน

	ค่าความร้อน	ค่าความชื้น	ปริมาณขี้เถ้า	ปริมาณกำมะถัน
1) แอนทราไซท์	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
2) บิทูมินัส	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
3) ซับบิทูมินัส	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
4) ลิกไนต์	ต่ำ-ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ-สูง

ส่วนใหญ่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ และอุตสาหกรรมที่ใช้หม้อไอน้ำ เช่น โรงงานกระดาษ และโรงงานชูรส เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการเผาไหม้ถ่านหินจะมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง และควัน ดังนั้น ก่อนนำเชื้อเพลิงไปใช้จะต้องหาวิธีการจัดการ กับมลพิษ โดยอาจเลือกใช้ถ่านหินคุณภาพดี หรืออาจลดปริมาณสารมลพิษในเชื้อเพลิง ก่อนนำไปใช้ หรือใช้เทคโนโลยี ในการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้น ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

เชื้อเพลิงชีวมวล คือ สารทุกรูปแบบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต รวมทั้ง การผลิตจากการเกษตรและป่าไม้เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ รวมถึง ของเสียจากสัตว์ เช่นมูลสัตว์และของเสีย จากโรงงานแปรรูปทางเกษตร และขยะมาผลิตก๊าซชีวภาพ ในการผลิตพลังงานจำนวนเท่าๆ กันต้องใช้ไม้ฟืน ในปริมาตรที่มากกว่าน้ำมันและถ่าน ดังนั้น จึงเหมาะที่จะใช้ในครัวเรือน

พลังน้ำ เป็นพลังงานที่ได้มาจากแรงอัดดันของน้ำ ที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อน น้ำที่ปล่อยไปนี้ จะได้รับการทดแทนทุกปี โดยฝนหรือการละลายของหิมะ แต่ในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยต้องสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ ต้องมีการอพยพสัตว์ป่า และชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ และสภาพแวดล้อม บริเวณดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป

พลังงานแสงอาทิตย์ ได้มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งนำมาใช้เป็นพลังงานความร้อน และการสังเคราะห์แสง หรือโดยผ่านอุปกรณ์รับแสง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและความร้อน เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

พลังงานลม เกิดจากการเคลื่อนตัวของอากาศ ถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จะทำให้มีพลังงานมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้หมุนกังหันลม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นการนำน้ำร้อนที่มีอยู่ใต้พื้นดิน มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า กลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาพลังงาน ความร้อนใต้พิภพ มาใช้ประโยชน์ อย่างเด่นชัดมักเป็นกลุ่มประเทศ ที่มีสภาพทางธรณีวิทยา เอื้ออำนวยต่อศักยภาพ ทางพลังงานความร้อนใต้พิภพ ซึ่งได้แก่ บริเวณที่เปลือกโลกมีการเคลื่อนไหว และมีแนวของภูเขาไฟอย่างต่อเนื่อง เช่น ประเทศอิตาลี ไอซ์แลนด์ สหรัฐอเมริกา (แถบตะวันตก) เม็กซิโก ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์อินโดนีเซีย นิวซีแลนด์ เป็นต้น

พลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานที่ได้มาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของนิวเคลียสของธาตุเชื้อเพลิง เช่น ยูเรเนียม และให้พลังงานความร้อนมหาศาล จึงใช้ในการผลิตไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ สามารถขจัดปัญหา การปล่อยมลพิษทางอากาศ รวมทั้ง การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เป็นปัญหาหลักของเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ แต่ก็มีปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นที่อาจเกิดจาก การใช้สารรังสี ซึ่งหากมีเทคโนโลยีควบคุมที่ดี ก็จะป้องกันการรั่วไหลของสารรังสีได้ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเรื่องการกำจัดกากนิวเคลียร์ ซึ่งจะต้องมีมาตรการควบคุมดูแล ไม่ให้การกำจัดกาก ของเสียส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เนื่องจากสารเหล่านี้มีค่าทางรังสีสูงมาก และจะคงสภาพอยู่เป็นเวลานับพันๆ ล้านปี

2.1.2 การใช้พลังงานและแหล่งสำรองของไทย

ในปี 2540 ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานปฐมภูมิโดยรวม 93 พันล้านลิตรเทียบเท่า น้ำมันดิบ โดยมีสัดส่วนการใช้น้ำมันสูงเป็นอันดับหนึ่ง ถึงร้อยละ 42 อันดับสองคือ พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 26 รองลงมาคือ ก๊าซธรรมชาติร้อยละ 17 ลิกไนต์ร้อยละ 9 และถ่านหินนำเข้าและซื้อไฟฟ้าสัดส่วนเท่ากันคือร้อยละ 3 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน ของ

ไทยค่อนข้างสูง พลังงานหมุนเวียนที่นิยมใช้กันมากได้แก่ ไม้ฟืน ถ่าน กากอ้อย และแกลบ โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มของครัวเรือนในชนบทและในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 2.2 สัดส่วนการใช้พลังงานปฐมภูมิ (Primary Energy) ของไทยในปี 2540

พลังงาน	พันล้านลิตร เทียบเท่าน้ำมันดิบ	ร้อยละ
น้ำมัน	39.5	42
พลังงานหมุนเวียน	24.4	26
ก๊าซธรรมชาติ	16.3	17
ลิกไนต์	8.1	9
ถ่านหินนำเข้า	2.4	3
ซื้อ (ไฟฟ้า)	2.3	3
รวม	93.0	100

สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy) ในสาขาการผลิตต่างๆ ของไทย แบ่งเป็น 4 สาขา ใหญ่ๆ คือ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาที่อยู่อาศัยและธุรกิจ และสาขาคมนาคมขนส่ง โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานในสาขาต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy) แยกตามสาขาการผลิตในปี 2540

สาขาการผลิต	พันล้านลิตร เทียบเท่าน้ำมันดิบ	ร้อยละ
คมนาคมขนส่ง	24.4	40
อุตสาหกรรม	19.8	32
ที่อยู่อาศัยและธุรกิจ	15.1	25
เกษตรกรรม	2.3	3
รวม	61.6	100

พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy) หมายถึงพลังงานขั้นสุดท้ายที่ผู้บริโภคใช้ โดยไม่รวมเชื้อเพลิง ที่นำไปใช้ในการผลิตพลังงานทุติยภูมิ (Secondary Energy) ซึ่งหมายถึงการนำพลังงานปฐมภูมิมาผ่านการแปรรูป เช่น น้ำมันสำเร็จรูป และไฟฟ้าในการผลิตพลังงานไฟฟ้า รัฐได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังลมพลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำขนาดเล็ก และพลังงานจากกาก หรือเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร หรือ กากจากการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือการเกษตร ขยะมูลฝอย ไม้จากการปลูกป่า เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดย กฟผ. ได้มีการประกาศรับซื้อไฟฟ้า จากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา ซึ่ง ณ ปัจจุบัน มีผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ที่ได้รับการตอบรับซื้อไฟฟ้าแล้ว จำนวน 56 ราย คิดเป็นปริมาณไฟฟ้าที่เสนอขาย 2,366 เมกะวัตต์ ในจำนวนนี้เป็นผู้ผลิตรายเล็ก ที่ขายไฟฟ้าเข้าระบบแล้ว จำนวน 37 ราย เป็นปริมาณ ไฟฟ้าที่เสนอขาย 1,220 เมกะวัตต์ โดยแยกประเภทการใช้เชื้อเพลิงได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ณ 30 เมษายน 2542

	จำนวนที่ได้รับการตอบรับแล้ว		จำนวนที่ขายไฟเข้าระบบแล้ว	
	ราย	เมกะวัตต์	ราย	เมกะวัตต์
ก๊าซธรรมชาติ	22	1,587.9	14	978.0
กากอ้อย	14	67.5	13	64.5
ถ่านหิน	10	618.0	4	118.0
แกลบ , เศษไม้	6	57.0	4	49.8
ขยะ	1	1.0	1	1.0
น้ำมัน	1	9.0	1	9.0
ก๊าซชีวภาพ	1	0.1	-	-
น้ำยางดำ	1	25.0	-	-
รวม	56	2,365.6	37	1,220.3

นอกจากพลังน้ำ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแล้ว ยังมีการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ ในการผลิตไฟฟ้าด้วย แต่ทั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นโครงการทดลอง เช่น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน แสงอาทิตย์ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม การผลิตไฟฟ้า จากพลังงานความร้อนใต้พิภพ และ โครงการสาธิตเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบัน กฟผ. ได้ดำเนินโครงการทดลองที่ผลิต ไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้าขนานเข้าระบบจำหน่ายของ กฟภ. แล้ว

ตารางที่ 2.5 ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซ

ประเภท	ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (หน่วยอังกฤษ)	ค่าความร้อน (หน่วย SI)
เชื้อเพลิงแข็ง	ถ่านหินบิทูมินัส	6,297.16 kcal/kg	26,,366.21 kJ/kg
	ถ่านหินลิกไนท์	2,500.24 kcal/kg	10,468.50 kJ/kg
	ขี้เลื่อย	2,598.14 kcal/kg	10,878.41 kJ/kg
	แกลบ	3,438.72 kcal/kg	14,397.92 kJ/kg
	ชานอ้อย	1,798.16 kcal/kg	7,528.90 kJ/kg
เชื้อเพลิงเหลว	น้ำมันเบนซิน	8,245.76 kcal/L	34,525.00 kJ/L
	น้ำมันดีเซล	8,697.10 kcal/L	36,414.76 kJ/L
	น้ำมันเตาเอ	9,857.66 kcal/L	41,274.02 kJ/L
	น้ำมันเตาซี	9,117.38 kcal/L	38,174.47 kJ/L
เชื้อเพลิงก๊าซ	ก๊าซธรรมชาติ	8,763.96 kcal/Nm3	36,694.47 kJ/Nm3
	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	11,992.53 kcal/kg	50,220 kJ/kg

2.2 ชีวมวล (Biomass) [2]

ชีวมวล หมายถึง อินทรีย์ทั่วๆไปจากธรรมชาติซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ หรือกล่าวได้ว่า เป็นเชื้อเพลิงเก่าแก่ที่สุดในการให้ความร้อนที่มนุษย์นำมาใช้ในการทำอาหารและให้ความร้อน ชีวมวลสามารถพบได้รอบๆตัวเรา เช่น ต้นไม้ หญ้า และพืชทะเลต่างๆ นอกจากนี้ยังรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ชีวมวลเกิดขึ้นจากพืชหรือสิ่งมีชีวิตที่โตจากการสังเคราะห์แสง โดยที่พืชสังเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเกิดเป็นคาร์โบไฮเดรต (น้ำตาล) เคมีที่ก่อเกิดจะกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์และทาให้เกิดโครงสร้างของชีวมวล

2.2.1 ประเภทชีวมวล

ซึ่งสามารถนำมาเป็นวัสดุเชื้อเพลิงเพื่อการแปลงเป็นพลังงานสามารถจัดแบ่งได้ 5 ประเภท ตามลักษณะของแหล่งที่มาได้ดังนี้

1. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Agricultural Wastes) เช่น แกลบ ฟางข้าว ซังข้างโพด กากมันสาปะหลัง เปลือกถั่วลิสง เปลือกมะพร้าว เมล็ดฝ้าย เมล็ดนุ่น เป็นต้น

2. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) เช่น ชานอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล กากสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง น้ำเสียจากโรงงานทำแป้งมัน เป็นต้น

3. เชื้อเพลิงชีวมวลจากสิ่งเหลือใช้จากคนและสัตว์ (Domestic Waste) เช่น เชื้อเพลิงที่ได้จากขยะเทศบาลและมูลสัตว์ เป็นต้น

4. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากน้ำ (Aquatic Biomass) ซึ่งจัดเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณความชื้นค่อนข้างสูง เช่น สาหร่าย ผักตบชวา เป็นต้น

5. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากส่วนที่เหลือของไม้ (Forest Residues) เช่น เศษไม้ เปลือกไม้ กิ่งไม้ และขี้เลื้อย เป็นต้น

2.2.1 ชีวมวลที่พบในประเทศไทย [3]

ชีวมวลจะมีมากมายหลายชนิดมากมายแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลดูแคบลงและจดจำได้ง่ายขึ้น เราจึงได้จัดทำการแยกประเภทไว้ให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น ลักษณะของชีวมวล และคุณสมบัติของชีวมวล ก็สำคัญเช่นกัน และการค้นพบชีวมวลในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยก็มีข้อมูลดังต่อไปนี้

แกลบ ลักษณะทั่วไป มีขนาดเล็ก ยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตรและหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร สีเหลือง แกลบได้มาจากการสีข้าวเปลือก ซึ่งต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ก่อนสี ดังนั้น ความชื้นแกลบจึงไม่เกินนี้ แหล่งผลิต ส่วนใหญ่มาจากโรงสีข้าว การนำไปใช้ เป็นเชื้อเพลิง ผสมลงในดินเพื่อปรับสภาพดินก่อนเพาะปลูก และใช้โรยใต้ โรงเลี้ยงไก่เพื่อรองรับมูลไก่ เป็นต้น จุดเด่น มีความชื้นต่ำและขนาดเล็ก เหมาะกับการนำไปเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้แกลบยังมีมูลค่าสูงหากสามารถควบคุมคุณสมบัติให้ได้ตามที่ผู้ซื้อกำหนด จุดด้อย มีปริมาณขี้เถ้าร้อยละ 16-18 โดยน้ำหนัก ดังนั้น ในการเผาไหม้จึงต้องคำนึงถึงจุดนี้ อีกประการคือ แกลบมีน้ำหนักเบา (1 ลูกบาดเมตร หนัก 123 กิโลกรัม) จึงต้องวางแผนในการขนส่ง

ฟางข้าง ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวง ได้มาหลังจากการเกี่ยวข้าว แหล่งผลิต อยู่ในพื้นที่ทำนาข้าว หากเกี่ยวด้วยแรงคน ฟางข้าวจะกองอยู่บริเวณลานตากข้าวตามหมู่บ้าน ถ้าเกี่ยวด้วยเครื่องจักร ฟางข้างจะถูกทิ้งในนาข้าว การนำไปใช้งาน เป็นอาหารสัตว์ คลุมดิน เพาะเห็ดฟาง ทำโครงพวงหรีดและดอกไม้ และ ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น คาดว่ามีฟางข้าวจำนวนมากประมาณ 1 ใน 3 ของส่วนที่เหลือ ยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ถูกเผาทิ้ง จุดเด่น ฟางข้าวมีจำนวนมากที่พร้อมนำไปใช้ประโยชน์ จุดด้อย รวบรวมได้ยากถ้าใช้แรงคน เพราะอยู่กระจัดกระจาย จำเป็นต้องใช้เครื่องทุ่นแรง มาช่วยในการรวบรวม

กากอ้อย ลักษณะทั่วไป ได้จากการผลิตน้ำตาล โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือคือ กากอ้อย แหล่งผลิต มากจากโรงงานน้ำตาล ซึ่งมีอยู่ประมาณ 46 โรง การนำไปใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตน้ำตาลดิบประมาณร้อยละ 80 ที่เหลืออีก ร้อยละ 20 นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุก่อสร้าง และเฟอร์นิเจอร์ หรือลำโพง เป็นต้น จุดเด่น ยังมีกากอ้อยจำนวนมากที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ จุดด้อย น้ำหนักเบา และความชื้นสูงมาก

ใบอ้อยและยอดอ้อย ลักษณะทั่วไป เรียวยาว ใบอ้อยและยอดอ้อยจะถูกตัดออกจากลำต้นก่อนส่งโรงงาน จึงกระจายทั่วไร่ แต่บางครั้งชาวไร่อ้อยจะใช้วิธีเผาแทนการตัด ซึ่งจะทำให้ไม่มีใบอ้อยและยอดอ้อยหลงเหลืออยู่ แหล่งผลิต อยู่ตามไร่อ้อยทั่วไป การนำไปใช้งาน สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ จุดเด่น ส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งในไร่ ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ จุดด้อย มีเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงของกาเพาะปลูกอ้อย และกระบวนการผลิตต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องทุ่นแรง

เศษไม้ยางพารา ลักษณะทั่วไป ไม้ยางพาราเมื่ออายุ 20-25 ปี จะถูกตัดเพื่อปลูกใหม่ ไม้ยางพาราที่ถูกตัดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ รากไม้หรือตอไม้ ปลายไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้วลงมา และไม้ท่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้วขึ้นไป ไม้ท่อนจะถูกตัดให้มีขนาดความยาว 1.05 เมตร เพื่อส่งโรงเลื่อยและโรงงานเฟอร์นิเจอร์ซึ่งจะได้เศษไม้หลายแบบ คือ ปีกไม้ ตาไม้ (ส่วนที่มีตำหนิ) ขี้เลื่อย และขี้กบ แหล่งผลิต มาจากปีกไม้และขี้เลื่อยหาได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา ตาไม้และขี้กบหาได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราปลายรากและปลายไม้ หาได้จากสวนยางพารา การนำไปใช้งาน ขี้เลื่อยถูกนำไปเพาะเห็ด ทำธูป ใช้คลุมเผาถ่าน เศษไม้อื่นๆใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงบ่มยางพารา เผาถ่าน ใช้ในกระบวนการผลิต และเป็นวัตถุดิบสำหรับไม้อัดยางพารา ซึ่งเป็นชิ้นไม้สับ ซึ่งนิยมนำไปแยกเยื่อเพื่อทาแผ่น ไฟเบอร์บอร์ด นอกจากนี้ยังไปใช้ในงานก่อสร้าง เช่น เสาเข็ม ใช้ทาลังไม้ เป็นต้นจุดเด่น มีเศษไม้ยางพารา คือ รากและกิ่งไม้เหลืออีกมากมายที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน จุดด้อย มีขนาดใหญ่ และถ้าเป็นเศษไม้สดจะมีความชื้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 50 ทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น อาจจะต้องเพิ่มกระบวนการย่อยและลดความชื้นก่อนนำไปเผา

เหง้ามันสำปะหลัง ลักษณะทั่วไป เหง้ามันเป็นส่วนที่ถูกตัดออกจากหัวมัน ด้านบนมีลักษณะเป็นล้าค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 15 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ส่วนอีกด้าน มีรูปร่างไม่แน่นอน แหล่งผลิต ไร่มันสำปะหลัง การนำไปใช้งาน ปัจจุบันไม่ค่อยนำไปใช้งาน จึงมักถูกเผาทิ้งตามไร่ จุดเด่น เหง้ามันยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์จึงไม่มีคู่แข่งทางการค้า จุดด้อย ความชื้นร้อยละ 60 และมีขนาดรูปทรงไม่แน่นอน จึงต้องมีกระบวนการทำให้เล็กก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง

เปลือกและกากมันสำปะหลัง ลักษณะทั่วไป เปลือกมีลักษณะเป็นขุย สีน้ำตาล ความชื้นร้อยละ 50 ส่วนกากมันมีลักษณะละเอียด สีขาว ความชื้นสูงประมาณร้อยละ 80 แหล่งผลิต เป็นเศษที่เหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง การนำไปใช้งาน กากมันนำไปใช้ผสมอาหารสัตว์ มันเส้น เลือกมันทำปุ๋ย จุดเด่น คือ เปลือกของมันสำปะหลังบางส่วนที่ขายไม่ได้ ซึ่งโดยปกติโรงงานจะต้องนำไปฝังกลบ เพราะยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น จุดด้อย เปลือกมันมีค่าทางความร้อนต่ำ

ใบปาล์มและต้นปาล์ม ลักษณะทั่วไป ใบปาล์มหรือทางปาล์มจะถูกตัดออก เพื่อนำทะลายปาล์มสดลงจากลำต้น มีขนาดยาประมาณ 2-3 เมตร ส่วนลำต้นจะถูกโค่นเมื่อมีอายุ 20-25 ปี หรือเมื่อไม่สามารถให้ผลผลิตได้ดี แหล่งผลิต สวนปาล์ม การนำไปใช้งาน ทางปาล์มใช้คลุมดิน จุดเด่น ยังไม่การศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น จุดด้อย ทางปาล์มมีความชื้นสูงถึงร้อยละ 80 และมีขนาดใหญ่

ซังข้าวโพดและลำต้น ลักษณะทั่วไป ได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดไปใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในส่วนของลำต้นจะถูกตัดทิ้งหลังเก็บเกี่ยว แหล่งผลิต ปัจจุบันการสีข้าวโพดจะใช้เครื่องจักรที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามไร่ข้าวโพด ดังนั้นจะสามารถหาซังข้าวโพดและต้นข้าวโพดได้จากตามไร่ข้าวโพดทั่วไป การนำไปใช้งาน ซังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง นำไปเป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง ผสมกากน้ำตาล เพื่อเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ส่วนลำต้น นำไปเลี้ยงสัตว์ได้เช่นกัน จุดเด่น มีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนลำต้นมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน ชาวไร่จึงไถฝังกลบ จุดด้อย ซังข้าวโพดมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ดังนั้น ต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยที่สุด เพื่อไม่ให้มีการแย่งกันซื้อ ส่วนลำต้นข้าวโพดจะรวบรวมลำบากต้องใช้แรงคนมาก

2.3 แก๊สซิไฟเออร์หรือการนำชีวมวลมาใช้งาน [4]

แก๊สซิไฟเออร์คือ แก๊สที่เกิดจากการเผาชีวมวลในที่อับอากาศ แก๊สที่ได้เป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ มีพลังงานประมาณราว ๆ 13-15 KJ/ลบ.ม ในขณะที่ ไบโอแก๊สมีค่าพลังงานประมาณ 21MJ/ ลบ.ม การนำชีวมวลมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในรูปของพลังงานนั้นมีหลายวิธีซึ่งสามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ ตามลักษณะวิธีที่ใช้ในการแปรสภาพชีวมวลเป็นพลังงานได้เป็น 3

ประเภท ได้แก่ การแปรสภาพทางชีววิทยา การแปรสภาพโดยการสกัด และการแปรสภาพทางเคมีความร้อน ซึ่งอธิบายได้โดยดังนี้

2.3.1 การแปรสภาพทางชีววิทยา (Biological Conversion) แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการดังนี้

1. กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anarobic Digestion) หลักการของกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ การใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ภายใต้เงื่อนไขแอนแอโรบิค (แบบไร้ออกซิเจน) เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ (Biogas) ซึ่งปกติจะประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH4) ประมาณ 50-60เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ประมาณ 40-50 เปอร์เซนต์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) และก๊าซอื่นๆ อีกประมาณ 0.1% โดยปริมาตรซึ่งก๊าซชีวภาพ ที่ผลิตได้จากกระบวนการแบบแอนแอโรบิคนี้จะให้ความร้อนประมาณ 19-22 เมกกะจูลต่อลูกบาศเมตร

2. กระบวนการหมักเพื่อผลิตเอทธานอล (Ethanol Fermentation) กระบวนการพื้นฐานของการผลิตเอทธานอล โดยวิธีการหมักนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยใช้ความร้อนด้วยวิธีสเตอร์ริไลเซชั่น (Steriluzation) จากนั้นขั้นที่ 2 จะเป็นการหมักโดยใช้ยีสต์ทาการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้กลายเป็นเอทธานอล และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเอทธานอล จะสกัดได้จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก สำหรับขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ จะเป็นการหมักผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่สองเพื่อให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (Alcohol) ซึ่งจะผลิตได้ประมาณ 8-12เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร วัตถุดิบที่ใช้กระบวนการหมักเพื่อผลิตเอทธานอล คือ พืชจำพวกที่มีแป้งและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ เช่น ข้าวโพด ข้างฟ่าง ข้าวสาลี และแป้งมันสำปะหลัง

2.3.2 การแปรสภาพโดยการสกัด (Extraction Conversion)

การแปรสภาพโดยการสกัด เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปชีวมวลประเภทพืชน้ำมันเพื่อสกัดเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเดินเครื่องยนต์หรือเผาไหม้มี 2 วิธี คือ การสกัดโดยแรงอัดทางกล (Pressing Extraction) และการสกัดโดยสารละลาย (Solvent Extraction)

2.3.3 การแปรสภาพทางเคมีความร้อน (Thermochemical Conversion) โดยทั่วไปที่ใช้การแปรสภาวะทางเคมีความร้อนมีดังนี้ คือ

1. การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในที่ที่มีอากาศเพื่อให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ สารอินทรีย์ของชีวมวลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ การใช้ไม้ฟืนเพื่อให้ได้พลังงานความร้อนนอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ผลิตไอน้ำหรือกระแสไฟฟ้า แต่การสูญเสียความร้อนเนื่องจากเตาที่ใช้ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้นี้ต่ำ

2. กระบวนการโพโรไลซิส (Pyrolysis) เป็นกระบวนการย่อยสลายชีวมวลโดยใช้ความร้อนในที่ที่มีอากาศจานวนจำกัด (Destructive Distillation) อุณหภูมิที่ใช้ในการ Pyrolysis จะต่ำกว่าที่ใช้ใน Gasification ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน ปริมาณความชื้นและส่วนประกอบของชีวมวล โดยทั่วไปผลผลิตหลักที่ได้คือ ถ่าน (Charcoal) ผลผลิตรองที่ได้คือ Pyrolysis Oil เมทานอล กรดน้ำส้มและผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ซึ่งก๊าซที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ในการอบชีวมวลที่จะใช้ในกระบวนการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้งาน โดยปกติการเผาถ่านที่ทากันอยู่ในประเทศคือ กระบวนการ Pyrolysis นั้นเอง

3. กระบวนการก๊าซซิฟิเคชั่น (Gasification) กระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่มีอยู่ในชีวมวลที่สำคัญอย่างหนึ่งทางความร้อน ก๊าซที่ได้จากเผาผลิตก๊าซหรือ Gasifier เรียกว่าซึ่งมีก๊าซที่สำคัญคือ CO, H2, และ CH4 พลังงานจาก Producer Gas สามารถนำไปใช้ในการเผาไหม้ในกระบวนการให้ความร้อนโดยตรง (Directcombustion) หรือสามารถนำไปใช้โดยทางอ้อม (Indirect Combustion) โดยการขับเคลื่อนเครื่องยนต์สันดาปภายในได้อีกด้วย

2.4 เตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์ [5]

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในเตากำเนิดก๊าซหรือ Gasifer การเกิดกระบวนการ Gasification นั้นเป็นปฏิกิริยาเคมีแบบ Heterogeneous และ Homogeneous คือ เป็นปฏิกิริยาระหว่างสสารที่มี 2 สภาวะมาทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน หรืออาจจะอยู่ในสภาวะเดียวกันโดยทั่วไปการเกิดกระบวนการ Gasification นั้นจะใช้ Oxygen ที่มีอยู่ในอากาศ (ในปริมาณที่จากัด) ไปทำปฏิกิริยา การเผาไหม้กับ

เชื้อเพลิงให้เกิดความร้อนและก๊าซ CO2 เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ต่อไป การเรียกชื่อเตากำเนิดก๊าซ สามารถแบ่งได้ ดังนี้

Air-Blow Gasification ใช้อากาศธรรมดาเป็นตัวทำปฏิกิริยากับชื้อเพลิงในชั้นการเผาไหม้ ก่อนหลังจากนั้นความร้อนและ CO2 ที่เกิดขึ้นจากชั้นเผาไหม้จะถูกใช้เพื่อผลิต Producer Gas โดยกระบวนการ Gasification ก๊าซทั้งหมด ที่ได้จะเป็น Low-BTU-Gas โดยมี N2 ที่มีอยู่ในอากาศเป็นส่วนประกอบหลักโดยจะมีอยู่ราว 60-70 เปอร์เซ็นต์

Oxidative Gasification เป็นการใช้ก๊าซ O2 แทนอากาศ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ Producer Gas สูงขึ้นเพราะไม่มี N2 ปะปนมา การควบคุมการเผาไหม้จะทำได้ดีกว่า ในทางปฏิบัตินั้นต้องคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์เป็นสำคัญเพราะราคาของ O2 บริสุทธิ์แพง เมื่อเทียบกับอากาศธรรมดาและควรใช้เมื่อวัตถุดิบเป็นถ่านหินเท่านั้น

Steam Gasification จะใช้ไอน้ำเข้าไปทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง ซึ่งจะช่วยเพิ่มปริมาณ Producer Gas โดยเฉพาะ H2 แต่อุณหภูมิในเตาต้องสูงพอสมควรหรือไม่ต่ำกว่า 800 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสามารถทำให้ปฏิกิริยาเคมีดำเนินไปได้อย่างดี

Hydrogasification เป็น Gasification ที่ใช้ Hydrogen ทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงไม่มีการใช้ O2 หรืออากาศ โดยปกติจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส และต้องใช้ความดันเข้าช่วย ซึ่งความดันในเตาปฏิกรณ์บางชนิดอาจสูมากถึง 20 เมกกะปาสคาล ก๊าซที่ได้ส่วนใหญ่เป็น CH4 เป็นส่วนใหญ่ CH4 ที่ได้ส่วนมากจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับเชื้อเพลิงสังเคราะห์ต่อไปการเผาไหม้

2.4.1 ปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นของ Gasifier

ในเตาผลิตก๊าซทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นชั้นๆได้ 4 ชั้นโดยขึ้นกับอุณหภูมิ ปฏิกิริยา และผลผลิตที่เกิดขึ้นในแต่ล่ะชั้น ในความเป็นจริงแต่ละชั้นอาจจะเหลื่อมล้ำ (Overlap) อยู่ก็ได้

1 ชั้นเผาไหม้ (Hearth Zone Or Combustion Zone) ในบริเวณนี้คาร์บอนจะเผาไหม้กับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศในปริมาณจำกัด (Partial Combustion) ด้วยปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393.9\text{kJ/gmol} \quad (2.1)$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 285.6\text{kJ/gmol} \quad (2.2)$$

ทำปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อุณหภูมิในชั้นนี้อยู่ระหว่าง 900-1,200 องศาเซลเซียส ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นนี้ถูกนำ ไปใช้ในปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในชั้น รีดักชั่นและชั้นกลั่นสลายผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากการทำ ปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้นี้คือความร้อนเถ้าถ่าน

2 ชั้นรีดักชั่น (Reduction Zone Gasification Zone)ก๊าซ CO2 และไอน้ำ ที่ได้จากการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้จะไหลเข้าสู่ชั้น รีดักชั่น ปฏิกิริยาเกิดขึ้นใน ชั้นนี้เป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนก๊าซ CO2 และไอน้า ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้โดยก๊าซ CO2 จะไหล ผ่านคาร์บอนที่ร้อนและเกิด CO ดังสมการที่(2.3)อุณหภูมิที่เหมาะสมในชั้นนี้อยู่ที่อยู่ระหว่าง 500 องศาเซลเซียส ถึง 1000 องศาเซลเซียส

$$C + CO_2 \rightarrow 2CO \ 172.6\text{kJ/gmol} \quad (2.3)$$

$$C + H_2O \rightarrow Co + H_2 \ 131.4\text{kJ/gmol} \quad (2.4)$$

$$C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2 \ 90.2\text{kJ/gmol} \quad (2.5)$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 41\text{kJ/gmol} \quad (2.6)$$

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4 + 74\text{kJ/gmol} \quad (2.7)$$

ปฏิกิริยาในสมการที่ (2.3) เรียกว่า Boudouard Reduction Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน(Endothermic Reaction) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มปริมาณของ CO สามารถทำ ได้โดยฉีดไอน้ำ ร้อนเข้า ไปทำ ปฏิกิริยากับคาร์บอนดังสมการที่ (2.4) ได้ก๊าซ CO และ H2 เพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Watergas Reaction ซึ่งก็เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนและจะเกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศา เซลเซียส สำหรับปฏิกิริยาที่ (2.5) จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 500-600 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยานี้ทำ ให้ ส่วนผสมของไฮโดรเจนใน Producer gas มีมากขึ้น ซึ่งมีผลทำ ให้ค่าพลังงานความร้อนของก๊าซ สูงขึ้นแต่ถ้ามีไอน้ำมากเกินไปไอน้ำอาจจะทำปฏิกิริยากับ CO ได้ CO2 และ H2 ตามปฏิกิริยาที่(2.6)เรียกปฏิกิริยานี้ว่า Water Shift Reaction ทำ ให้ค่าความร้อนที่ได้ของก๊าซลดลง ปริมาณของ H2 สูงสุดเมื่ออุณหภูมิของโซนรีดักชั่นอยู่ประมาณ 700 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิ

สูงขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณ H2 จะลดลงเรื่อยๆ แต่ปริมาณ CO จะเพิ่มขึ้น อนึ่งภายใต้ความดันสูง H2 อาจจะไปรวมตัวกับ C และ ผลิต CH4 ออกมาได้ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Methane Reaction ดังสมการที่ (2.7)โดยเกิดขึ้นได้ดีที่ ความดันสูงๆ และอุณหภูมิไม่สูงมากนัก

2.4.2 ชั้นกลั่นสลาย (Distillation Zone)

ในชั้นนี้เชื้อเพลิงจะได้รับความร้อนจากชั้นเผาไหม้ เพื่อสลายสารอินทรีย์ในเชื้อเพลิงทำให้ได้ สาร ระเหย (Volatile Matter) ต่างๆ ออกมา ซึ่งประกอบด้วย เมทานอล กรดน้ำส้ม น้ำมันดินที่ก๊าซเผา ไหม้ได้และไม่ได้ อุณหภูมิในชั้นนี้จะประมาณ 135-600 องศาเซลเซียส ของแข็งที่เหลือจากกระบวนการนี้คือคาร์บอนในรูปถ่าน (Fixed Carbon) ดังสมการที่ (2.8)

$$Wood + O_2 \rightarrow Charoal + CO + CO_2 + H_2O + C_2H_6 + Pyroligneous\ Acid + Tars \quad (2.8)$$

ชั้นลดความชื้น (Drying Zone) ในชั้นนี้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำ ให้เกิดการสลายตัวของสารระเหยต่างๆ ความร้อนที่ได้รับมาจาก Pyrolysis จะระเหยความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลให้ออกมาในรูปของไอน้ำ อุณหภูมิในชั้นนี้จะประมาณ 100-135 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างส่วนประกอบก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวล

ส่วนประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง	ร้อยละโดยมวล
ไฮโดรเจน	12-20
คาร์บอนมอนออกไซด์	17-22
คาร์บอนไดออกไซด์	9-15
มีเทน	2-3
ไนโตรเจนไดออกไซด์	50-54

2.4.3 ชนิดของเตาผลิตก๊าซชีวมวล

แบ่งออกได้ตามชนิดของการไหลของ Producer Gas และการจัดเรียงของชั้นต่างๆภายในเตาผลิตก๊าซ ดังนี้

1. เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Updarft Or Counter-Eurrent Gasifier) เตาแบบนี้เป็นแบบง่ายที่สุด อากาศจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างผ่านตะแกรงไหลขึ้นด้านบนขณะที่เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนบนของเตาเคลื่อนลงด้านล่างในลักษณะสวนทางกัน จึงเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า Counter Current Gasifier ชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นเผาไหม้ (Hearth Zone) ถัดไปจะเป็นชั้นรีดักชั่น (Reduction Zone) ชั้นกลันสลาย (Distillation Zone) และชั้นลดความชื้น (Drying Zone) ตามลำดับ บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไป จะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้น บริเวณนี้เรียกว่าชั้นเผาไหม้ (Hearth Zone) อากาศเมื่อผ่านเข้าไปใน Hearth Zone จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ CO2 และไอน้ำ และก๊าซที่ผ่านมาจากชั้น Hearth Zone จะมีอุณหภูมิสูงและเข้าไปยังชั้น Reduction Zone ซึ่งคาร์บอนที่ร้อนอยู่มาก ณ บริเวณนี้ CO2 และไอน้ำ จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนทำให้เกิดเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Producer Gas) คือ CO, H2, CH4 หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลสู่ชั้นกลั่นสลาย (Distillation Zone) อุณหภูมิของก๊าซ จะลดต่ำลงและสลายสารระเหยออกมาจากชีวมวล จากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่ชั้นอบแห้ง (Drying Zone) ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงจะไประเหยน้ำในชีวมวลเหล่านั้น ทำให้ก๊าซที่ออกจากเตามีอุณหภูมิต่ำลงจุดเด่นของเตาแบบนี้คือ เตาไม่สลับซับซ้อน สามารถเพิ่มปริมาณ Producer Gas ได้โดยใช้ไอน้ำเข้าช่วย นอกจากนั้นยังสามารถใช้กับชีวมวลที่มีความชื้นสูงได้อาจจะสูงได้ถึง 50เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยของ Producer Gas ที่ออกจากเตาอาจไม่สูงนัก แต่ปัญหาที่สำคัญคือก๊าซที่ได้จะมีน้ำมันดิน (Tars) อยู่มากและจะกลั่นตัวเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ก๊าซชีวมวลที่ได้เหมาะที่จะนำไปเผาไหม้โดยตรงในห้องเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนในกระบวนการให้ความร้อน เพราะน้ำมันดินที่ติดไปกับก๊าซจะเกิดการเผาไหม้ให้ความร้อนออกมาเช่นกัน แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์สันดาปภายใน เพราะจะทำให้ระบบท่อต่างๆ เกิดการอุดตันเนื่องจากการกลั่นตัวของน้ำมันดิน

2. เผาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลลง (Downdraft Or Co-current Gasifier) เตาแบบนี้ออกแบบมาเพื่อขจัดน้ำมันดิน (Tars) ในเชื้อเพลิง อากาศจะไหลลงทางเดียวกับการไหลเลื่อนของเชื้อเพลิงซึ่งไหลจากด้านบนสู่ด้านล่าง จึงอาจเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า Co-Current Gasifier บริเวณ

หัวฉีดอากาศจะเป็นชั้นเผาไหม้ (Hearth Zone) อากาศจะถูกส่งให้ไหลสู่ชั้นเผาไหม้และไหลลงสู่ชั้นรีดักชั่น (Reduction Zone) ที่อยู่เหนือชั้นเผาไหม้ก็จะถูกดูดผ่านชั้นเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิ 900-1200 องศาเซลเซียส สารระเหยต่างๆจะถูกเผาไปทำให้ Producer Gas ที่ผลิตออกมาได้นั้นปราศจากสารระเหย จึงเหมาะที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ข้อเสียของเตาชนิดนี้คือเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงในชั้นเผาไหม้ที่เป็นคอคอดมีอุณหภูมิสูงมากจึงต้องใช้วัสดุที่ทนความร้อนสูง เถ้าถ่านอาจหลอมรวมกันเกาะตัวอยู่บริเวณคอคอด อาจทำให้เกิดการอุดตัน และยุ่งยากในการควบคุม อุณหภูมิเฉลี่ยของ Producer Gas ที่ออกมาจากเตาจะค่อนข้างสูงมากคือ ประมาณ 450-550 องศาเซลเซียส ดังนั้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจึงมีความจำเป็น

3. เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft Gasifier) ชีวมวลจะถูกป้อนจากทางด้านบนของเตาเช่นเดียวกับเตาทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ทิศทางการไหลของอากาศจะตั้งฉากกับแนวแกนของเตาหรือเป็นระบบที่อากาศไหลในทิศทางขวางกับการไหลเลื่อนของเชื้อเพลิงนั้นเอง อากาศจะถูกส่งตรงไปชั้นเผาไหม้ และต่อไปยังชั้นรีดักชั่นซึ่งทั้งสองชั้นนี้จะเป็นชั้นเล็กๆ วางเรียงตามแนวนอน อุณหภูมิของ Producer Gas ที่ออกมาจากเตาชนิดนี้จะไม่สูงมากเหมือนเตาไหลลง ข้อดีของเตาแบบนี้คือ เป็นแบบที่เล็กและเบา สามารถผลิต Producer Gas ได้เร็วกว่าเตาทั้งสองแบบที่กล่าวมา และอุณหภูมิในเตาไม่สูงมากนัก

4. เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากไม้ฟืน แบบ Downdraft ดังที่ได้กล่าวข้างต้น เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบ Downdraft สามารถผลิตก๊าซที่สะอาดกว่า Updraft Gasifier เนื่องจากสามารถสลายน้ำมันดินได้ภายในตัวเตาจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องยนต์ต้นกำลังที่อยู่กับที่ อาทิ เช่น เครื่องยนต์สูบน้ำ หรือผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ในอดีตที่ผ่านมา ได้มีการออกแบบเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasifier) มากมายหลายรูปแบบด้วยกัน การออกแบบส่วนใหญ่จะพิจารณาถึงจุดประสงค์และลักษณะการนำไปใช้งาน โดยทั่วไปแล้วเตาผลิตก๊าซชีวมวลจะประกอบด้วยโครงสร้างง่ายๆ ดังนี้

1. เตารูปทรงกระบอก

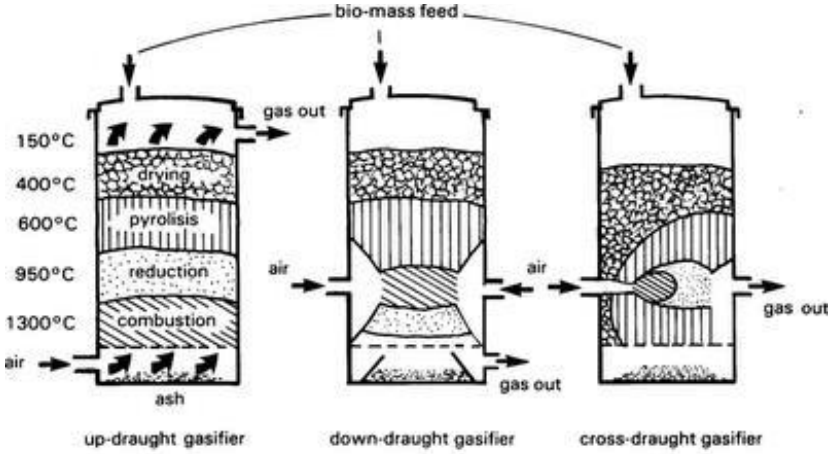
2. ตะแกรงรองรับเชื้อเพลิง

3. ช่องอากาศเข้าเตาหนึ่งช่อง หรือมากกว่า

4. ช่องก๊าซชีวมวลออกจากเตาเมื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิง

5. วัสดุเชื้อเพลิงเข้าจากทางด้านบนของเตา

6. ขี้เถ้าหรือเศษวัสดุที่เหลือจากการเผาไหม้ออกทางด้านล่างของเตา



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเตาชนิดต่างๆ

2.4.4 ลักษณะที่สำคัญของเตาผลิตก๊าซชีวมวล [6]

1. ก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความร้อนสูง นั้นคือ มีส่วนประกอบของก๊าซที่ให้พลังงานซึ่งได้แก่ H2 และ CO2 ในปริมาณสูง และมีปริมาณ CO2 ต่ำ (ทั่วๆไปก๊าซที่มีคุณภาพดีจะมีค่าความร้อนประมาณ 5000 กิโลจูลต่อลูกบาศก์เมตร ที่วัตถุดิบความชื้น 10-15 เปอร์เซ็นต์)

2. น้ำมันดิน (Tars) มีปริมาณต่ำ (โดยปกติก๊าซแห้งจะมีน้ำมันดินปะปนอยู่ประมาณ 0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ถ้าเป็นไปได้ปริมาณน้ำมันดินไม่ควรเกิน 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3. กระบวนการเผาไหม้ของคาร์บอนควรจะเกิดอย่างสมบูรณ์ (ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ที่ 70-75เปอร์เซ็นต์)

4. การไหลของเชื้อเพลิงในเตาจะต้องไหลสะดวก

5. ค่าความสูญเสียความดันต่ำ

2.4.5 ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการออกแบบ ที่จะต้องนำมาพิจารณา

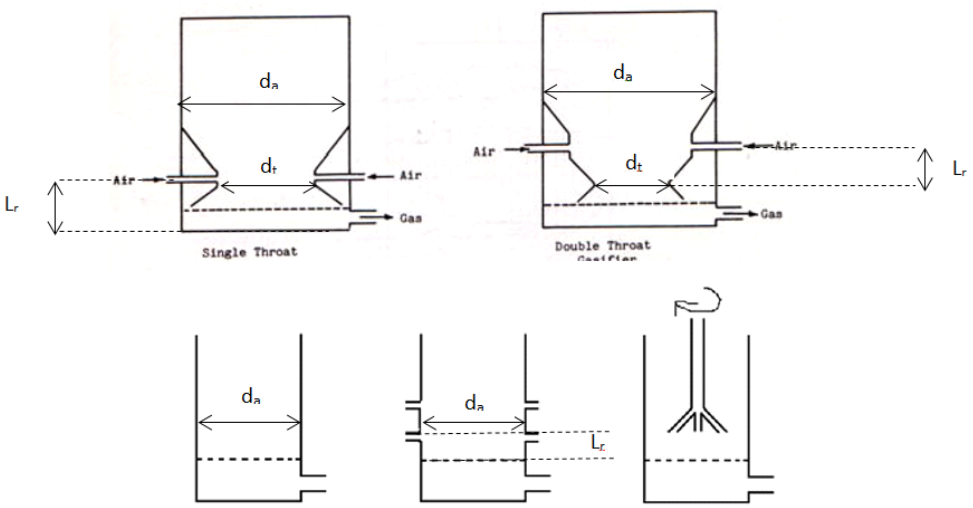
1. เส้นผ่านศูนย์กลางของคอคอดภายในเตาผลิตก๊าซชีวมวล (Throat Diameter) ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ต่ำกว่า Oxidation Zone

2. เส้นผ่านศูนย์กลางของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง

3. ความยาวของช่วง Reduction Zone

4. ตำแหน่งที่อากาศจะเข้าสู่เตาผลิตก๊าซชีวมวล ซึ่งอาจจะเข้าตำแหน่งเดียวตรงกลางหรือหลายๆ ตำแหน่งรอบๆ ก็ได้

5. อัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของช่วงอากาศเข้ากับอัตราหรือความเร็วของอากาศที่เข้าสู่เตาผลิต เนื่องจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวมวลมีตัวแปรที่สำคัญอยู่หลายตัวแปร ซึ่งมีผลทำให้การออกแบบเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำได้ยาก ประกอบกับยังมีปัญหาอีกหลายประการที่จะต้องดำเนินการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และแก้ไข เพื่อให้ได้หลักการออกแบบที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 2.2 ลักษณะเตาผลิตเชื้อเพลิง

dt : เส้นผ่านศูนย์กลางคอคอด

da : เส้นผ่านศูนย์กลางเตาตรงที่อากาศเข้าสู่โซนเผาไหม้

Lr : reduction zone length

La : ความสูงจากท่ออากาศเข้าโซนการเผาไหม้ถึงคอคอด

2.4.6 การออกแบบเส้นผ่านศูนย์กลางของเตาและคอคอด (Tube And Throat Diameters)

กระบวนการการเกิดปฏิกิริยาเคมีความร้อนในส่วนต่างๆของเตา ขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่เข้าสู่โซนการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาของอากาศและก๊าซที่อยู่ในโซนแต่ล่ะส่วนด้วย ตัวแปรดังกล่าวจะเป็นหลักเกณฑ์เบื้องต้นในการออกแบบเละกำหนดขนาดของโซนต่างๆ ของเตาผลิตก๊าซชีวมวล การคำนวณหาเวลาที่ใช้จริงแต่ละโซนกระทำได้ยากมาก เพราะนอกจากปริมาตรของตัวเตา อัตราการไหลของก๊าซ และการไหลของวัตถุดิบที่เคลื่อนลงสู่ตัวเตา ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพก๊าซที่ผลิตได้ด้วยเช่นขนาดและความสูงของโซนต่างๆภายในเตา ดังรูปที่ 2.2 ก,ข,ค,ง และ จ จากการศึกษาช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดก๊าซแต่ล่ะโซนพบว่า

1. ช่วงเวลาในโซนของการอบแห้ง (Drying Zone) จะเป็นเวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำออกไปให้หมด

2. สำหรับช่วงการเผาไหม้หรือ ออกซิเดชั่น (Burning Oxidation Zone) วัตถุดิบที่ได้รับการอบแห้งและไล่น้ำออกไปแล้ว จะเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้ CO2 ในช่วงเวลานี้การเผาไหม้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดในบริเวณสั่นๆ

3. สำหรับช่วงรีดักชั่นโซน (Reduction Zone) ถ้าเราต้องการให้เกิดก๊าซเชื้อเพลิง (CO, H2, CH4) ในปริมาณสูง เวลาที่ก๊าซอยู่ในช่วงนี้จะต้องนานพอสมควร อุณหภูมิในบริเวณนี้จะลดต่ำลงกว่าช่วงเผาไหม้ เพราะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในโซนนี้ส่วนใหญ่จะดูดความร้อน (Endothermic Reaction) เมื่อเราทราบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในโซนทุกโซนโดยประมาณ เราก็จะสามารถคำนวณปริมาตรของเตาได้ Downdraft Gasifier สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายรูปแบบได้แก่ เตาแบบไม่มีคอคอด (No Throat), เตาแบบมีคอคอด 1 ชั้น (Single Throat) และเตาแบบมีคอคอด 2 ชั้น (Double Throat) ดังรูปที่ 2.2

ก. การออกแบบสำหรับเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบไม่มีคอคอด (No Throat) เตาแบบนี้จะมีลักษณะเป็นท่อเรียบๆ ไม่มีส่วนคอคอด เวลาใช้ (Residence Time) จะถูกกำหนดโดยความเร็วในการไหลของก๊าซผ่านช่วงต่างๆ และการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบเข้าสู่ช่วงการเกิดก๊าซ ความสูงของช่วงการเผาไหม้ถ่านไม้ (Hot Charcoal Bed) มักจะให้มีท่ออากาศเข้าหลายๆท่อตลอดช่วงนี้ การออกแบบในลักษณะนี้จะต้องมีฉนวนกั้นการสูญเสียความร้อนจากตัวเตาสู่บรรยากาศ ซึ่งจะเหมาะในการติดตั้งกับระบบที่อยู่กับที่เท่านั้นและผลิตก๊าซสำหรับเครื่องต้นกำลังที่จ่ายพลังงานให้กับภาระที่คงที่ จาก Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine System[4] ได้ให้กฎ Empirical สำหรับการกำหนดขนาดของตัวเตาซึ่งเป็นท่อกลมที่มีขนาดความจุหรือขนาดกาลังผลิตต่างๆกัน แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 โดยได้กำหนดขนาดของพื้นที่ผิวหน้าของเตาซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดท่อของตัวเตา

ตารางที่ 2.7 การออกแบบขนาดความจุสำาหรับเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงลักษณะไม่มีคอคอด (สมมติให้ 1 HP = 1.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) [6]

ขนาดความจุ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)		เส้นผ่านศูนย์กลางท่อของเตา (เซนติเมตร)	Rel.capacity (กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตร)
9	10	30	141
12	13	35	135
20	22	40	175
35	39	45	239
55	61	50	306
70	77	55	324
85	94	60	329
100	110	65	332
15	17	30	235
30	33	41	244
60	66	57	255
90	99	70	260

จาก Handbook Of Biomass Downdraft Gasifier Engine System แนะนำให้เลือกค่า Relative Capacity น้อยๆสำหรับเตาแบบท่อที่มีความจุน้อย ซึ่งหมายความว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ภายในเตาจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น หากใช้เตาที่มีความจุมากแต่มีการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบช้า (Relative Capacity)

ตารางที่ 2.3 ความจุของตัวเตาของระบบผลิตก๊าซจากไม้ฟืนการออกแบบตัวเตาในลักษณะไม่มีคอคอด [6]

ลิตร/ชนิด	d_{tube} (เซนติเมตร)	Abs.cap. (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	rel.cap. (กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตร)
5 Hanso	22	13	342
5 Leobersdorf	42	36	260
4 Compound	27	30	524

จากตารางที่ 2 จะเห็นค่าความจุ (Capacity) ของ Compound Gasifier ค่อนข้างจะสูง แต่จากรายงานได้เสนอว่าประสิทธิภาพของระบบและค่าความร้อนของก๊าซที่ผลิตได้ต่ำ อีกทั้งมีน้ำมันดินปะปนอยู่จำนวนมาก

ข. การออกแบบสำหรับเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบมีคอคอด 1 ชั้น (Single Throat)

เตาแบบนี้ลักษณะของเตาจะเป็นท่อมีคอคอด (Throat) ซึ่งจะถูกกำหนดให้เกิดช่วงเผาไหม้ (Burning Zone) ที่นี้ โดยจะมีการไหลของก๊าซและของแข็งซึ่งเป็นวัตถุดิบในอัตราความเร็วสูง ทำให้ช่วงอุณหภูมิดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งอุณหภูมิจากสูงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือลักษณะคอคอด และตำแหน่งของอากาศเข้าสู่เตาHandbook Of Biomass Downdraft Gasifier Engine System ได้กำหนดค่า Relative Capacity ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเตาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตรทาการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงด้วยอัตราความเร็วระหว่าง 0.5 - 0.7 เมตรต่อวินาที และได้กำหนดค่าที่ถูกต้องสำหรับอัตราความเร็วสำหรับอากาศเข้าสู่คอคอดควรมีค่าระหว่าง 2.5-3.9 เมตรต่อวินาที โดยสมมติว่าอุณหภูมิภายในเตา

เท่ากับ 1,000 องศาเซลเซียส และมีพื้นที่อิสระ (Free Area) 25 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะนี้จะทำให้อัตราเร็วของก๊าซเป็น 0.2-0.3 เมตรต่อวินาที โดยทั่วไปการออกแบบเกือบทั้งหมดจะให้ขนาดคอคอดอยู่ในช่วง 1,000-1,300 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตรซึ่งค่าที่ได้ตรงนี้กับข้อสมมติที่ให้ไว้ คือ 1,100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตรค่านี้เป็นค่าที่ดีที่สุดและให้ก๊าซสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามเตาผลิตก๊าซส่วนใหญ่จะไม่ถูกใช้งานที่ผลผลิตสูงสุดตลอดเวลา อัตราเฉลี่ยการป้อนวัตถุเข้าสู่เตา โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 800-1,100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตรจากประสบการณ์ที่ผ่านมายังพบว่าขนาดของตัวเตาควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 250 – 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตรซึ่งก็มีลักษณะเช่นเดียวกับเตาผลิตก๊าซที่ไม่มีคอคอดและการอบแห้งเชื้อเพลิงก็จะเกิดขึ้นตรงท่อกลมนี้ด้วย การออกแบบโซนเผาไหม้ (Burning Zone) ก็มีความสำคัญมาก โดยจะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดจุดเย็นได้ (Cold Spots) โซนเผาไหม้โดยทั่วไป จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าคอคอด (Throat) ตารางที่ 3 แสดงถึงขนาดของการออกแบบคอคอด 1 ชั้น ณ บริเวณโซนเผาไหม้นี้การเผาไหม้และการกระจายความร้อนจะไม่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบเข้าสู่บริเวณเผาไหม้ แต่จะขึ้นกับการไหลและการกระจายของอากาศเป็นสำคัญ สถาบัน Missouri Department Of Natural Resources Division Of Energy[8] ได้เสนอแนะว่า ปัจจัยที่จะให้งานสูงสุด (Maximal Load) ได้แก่ เวลาที่เชื้อเพลิงอยู่ใน Pyrolysis Zone ซึ่งควรจะมีค่าสูงกว่าเวลาที่ใช้ในการทำให้วัตถุร้อน ความสูงของ Pyrolysis Zone ซึ่งควรจะมีค่าสูงกว่าเวลาที่ใช้ในการทำให้วัตถุร้อน ความสูงของ Pyrolysis Zone ควรเป็น 3 เท่า ของขนาดเชื้อเพลิงและมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับคอคอด ค่างานสูงสุดของเชื้อเพลิงที่มีขนาดต่างๆกัน (Maximal Load) สามารถคำนวณได้ และแสดงผลไว้ในตารางที่ 3 เช่นกัน

ค. การออกแบบสำหรับเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบมีคอคอด 2 ชั้น (Double Throat)

เตาลักษณะนี้จะมีคอคอด 2 ชั้น โดยคอคอดชั้นแรกจะมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับลักษณะ No throat และคอคอดที่สองออกแบบมาเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซและวัตถุดิบในช่วงของ Reduction zone หลังการก๊าซไหลผ่านคอคอดที่สองลักษณะนี้แล้วก็จะเกิดการกระจายตัวออกในเตาซึ่งเป็นส่วนที่มีลักษณะเป็นท่อกว้างๆ ในลักษณะนี้ประสิทธิภาพของตัวเตาจะสูงกว่าเตาสองลักษณะข้างต้น เนื่องจากสามารถทำให้อุณหภูมิในช่วงต่างๆสูงตามที่กำหนดจนถึงจุดที่เหมาะสม

และยังสามารถที่จะให้ผลิตพลังงานให้แก่ภาระที่ไม่คงที่ ค่า Relative Throat Capacity สำหรับเตาแบบนี้จะมีค่าสูงกว่าแบบที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4,100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตารางเมตร

ความสูงของ Pyrolysis Zone ประสิทธิภาพสูงสุดของ Gasifier ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดโดยความสามารถในการไล่สารระเหยออกอย่างสมบูรณ์ ยิ่งกว่านั้นการแตกตัวของน้ำมันดินจะเกิดขึ้นได้เมื่ออุณหภูมิในโซนถ่านสูงเพียงพอ ความสูงของ Pyrolysis Zone มีผลมาจากการถ่ายเทความร้อน โดยการนาความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี ความร้อนที่เกิดขึ้นในโซนของการเผาไหม้ และบางส่วนของ Pyrolysis Zone ซึ่งบางปฏิกิริยาเคมีเป็นแบบคายความร้อน (Exothermic) ปริมาตรของโซนถ่าน charcoal zone (รวม Reduction Zone ด้วย) ควรจะมีขนาดใหญ่เพียงพอที่ขนาดนี้ Residence Time ก๊าซจะเป็น 1.75 Sec (คำนวณจากเตาเปล่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส) และหลังจากที่ได้คำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเตาแล้ว เราก็สามารถคำนวณความสูงของ Pyrolysis Zone ได้ ซึ่งในที่นี้มีค่าเท่ากับ 35 เซนติเมตร เนื่องจากข้อกำหนดของช่องแคบใน Pyrolysis Zone จะมีผลทาให้ความสูงของ Pyrolysis Zone มีค่าระหว่าง 45 – 55 เซนติเมตร หรืออยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าโซนเผาไหม้ Burning Zone ช่องอากาศเข้า Air Inlet ประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร

ความสูงของ Reduction Zone เนื่องจากความสูงของ Burning Zone จะสั้น ดังนั้น Reduction Zone จะเริ่มจากปลายท่ออากาศเข้าเตาลงไป โดยความสูงที่แท้จริงจะถูกกำหนดด้วยปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic) อุณหภูมิในช่วงนี้จะลดเหลือประมาณ 700 -900 องศาเซลเซียส การสูญเสียความร้อนจากเตาสู่ภายนอก อาจมีผลทำให้ปฏิกิริยาหยุดลงก่อนที่ก๊าซใน Reduction Zone จะเกิดอย่างสมบูรณ์ วิธีแก้ไขก็โดยการหุ้มฉนวน นอกจากนี้การออกแบบที่กำหนดให้ Reduction Bed ยาวเกินไปอาจมีผลต่อการสูญเสียความดันภายในเตาหรือการเพิ่มอุณหภูมิตอนเริ่มต้น โดยการเพิ่มอัตราการไหลเข้าสู่เตา เช่นที่ผลผลิตสูงๆอาจช่วยลดช่วงความยาวของ Reduction Zone ลงได้ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเตาจะลดลงไปด้วย ผลจากการทดลองของ Groeneveld พบว่าสาหรับเตาแบบคอคอดหนึ่งชั้น ความสูงของ Reduction Zone 5-10 เซนติเมตร จะทำให้เกิดปฏิกิริยา Reduction ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับเตาแบบคอคอดสองชั้น ที่ระยะความสูงของ Reduction Zome เท่ากันปฏิกิริยา reduction จะเกิดเกือบสมบูรณ์ (สูง

ถึง 95 เปอร์เซ็นต์) และ Residence Time อยู่ที่ประมาณ 1 วินาที (เตาเปล่าที่ 0องศาเซลเซียส) ทำให้เขาสมมติว่าหาก Reduction Zone สูง 50 เซนติเมตร จะมีผลทำให้ปฏิกิริยา reduction เกิดอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามขนาดดังกล่าวนี้ค่อนข้างจะยาวเกินไปAnil K. Rajvanshi ได้เสนอแนะให้ Reduction Zone มีขนาดสั้น แต่มีช่องว่างรอบๆฐานของ Reduction Zone เพื่อเพิ่มบริเวณ Reduction นอกจากนี้ Reduction Zone ช่วงสั้นยังลดการสูญเสียความร้อนผ่านผนังเตาด้วย

2.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า [7]

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการทำงาน เมื่อมีสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดผ่านขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กก็จะได้ไฟฟ้าออกมา

ลักษณะทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

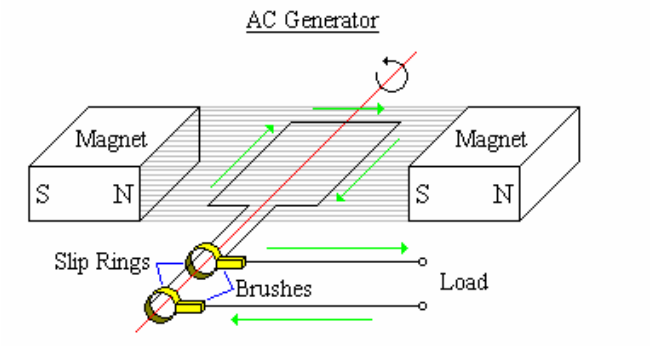
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternator)
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Dynamo)

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ

2.5.1 เครื่องต้นกำลัง เป็นส่วนที่ผลิตพลังงานกลขึ้นมา เพื่อหมุนเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น

- กังหันน้ำ ได้แก่ เขื่อนต่าง ๆ
- กังหันไอน้ำ ได้แก่ การนำเอาน้ำมาทำให้เกิดความร้อนแล้วนำเอาไอน้ำไปใช้งาน
- กังหันแก๊ส มีแบบใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเพราะราคาถูก



ภาพที่ 2.3 หลักการพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชนิด AC

จุดประสงค์การใช้งาน เป็นเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าสำรองในกรณีที่กระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับเพื่อให้หน่วยงานมีกระแสไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

2.5.2 Generator เป็นตัวผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กมีหลายแบบดังนี้

แบบทุ่นหมุน Revolving Armature Type (Ra Type) แบบนี้ใช้วิธีหมุนขดลวดทองแดงที่พันอยู่บนแกนเพลาหมุนตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่บนเปลือกทำให้เกิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ปลายขดลวดทองแดง นำเอาแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้งานโดยผ่าน Slip Ring (วงแหวนทองเหลือง) และแปรงถ่าน ขั้วแม่เหล็กที่จะทำให้เกิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ ไม่ได้เป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กธรรมชาติที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กคงที่ แต่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงป้อนผ่านขดลวดทองแดงที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน เพื่อทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น ปริมาณของไฟฟ้ากระแสตรงนี้จึงสามารถควบคุมปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณของไฟฟ้ากระแสตรง

แบบขั้นแม่เหล็กหมุน Revolving Field Type (Rf Type) แบบนี้ใช้วิธีหมุนขั้วแม่เหล็กที่อยู่บนเพลา ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดทองแดงที่พันติดอยู่บนเปลือก ทำให้เกิด

แรงดันไฟฟ้าบนปลายขดลวดทองแดง แบบนี้ไม่ต้องมี Slip Ring และแปรงถ่าน เพื่อนำแรงดันไฟฟ้าไปใช้งาน แต่มีแปรงถ่านและ Slip Ring ต่อกับขดลวดทองแดง ที่พันอยู่บนแกนแม่เหล็ก เพื่อใช้สำหรับป้อนไฟฟ้ากระแสตรงไปเลี้ยงขดลวดทองแดง เพื่อสร้างความเข้มของสนามแม่เหล็กแบบไม่มีแปรงถ่าน Brushless Type (Bl Type)แบบนี้แบ่งตามขั้นตอนการทำงานออกเป็นส่วน ๆ ได้ 4 ส่วน คือ

ก. Exciter ประกอบด้วย

- Exciter Field Coil เป็นขดลวดที่ทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะติดอยู่กับส่วนที่อยู่กับที่

- Exciter Armature เป็นชุดที่ประกอบด้วยขดลวดที่จะถูกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยเป็นส่วนที่ติดอยู่กับเพลาและหมุนไปพร้อมกับเพลากระแสที่เกิดขึ้นในจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ3เฟส

ข. Rotating Rectifier

จะติดอยู่บนเพลาจึงหมุนตามเพลาไปด้วย มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดจาก Exciter Armature ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

ค. Main Generator

เป็นส่วนที่ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อออกไปใช้งานจริง ประกอบด้วย

- Rotating Field Coil เป็นขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กที่ติดกับเพลาเพื่อทำให้เหล็กกลายเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยได้รับไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนมาจากRotating Rectifier

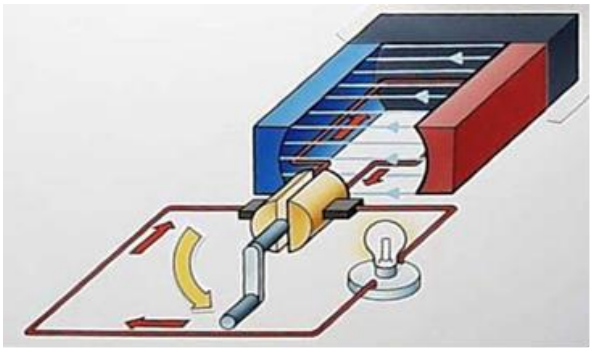
- Stator Coil (Alternator Armature)เป็นขดลวดที่จะถูกทำให้เกิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับออกไปใช้งาน

ช. Automatic Voltage Regulator (A.V.R.)

เป็นชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่นำไปใช้งานให้คงที่ ซึ่งเป็นการทำงานควบคุมอย่างอัตโนมัติ หลักการทำงานของ A.V.R. เป็นการนำกระแสสลับที่เกิดจาก Stator Coil มาแปลงเป็นกระแสตรงจ่ายเข้า Exciter Field Coil โดยปริมาณกระแสตรงจะมีการควบคุมให้มากหรือน้อยตามสภาพการณ์ของแรงดันไฟฟ้าจาก Stator Coil โดยเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2.6 หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า [8]

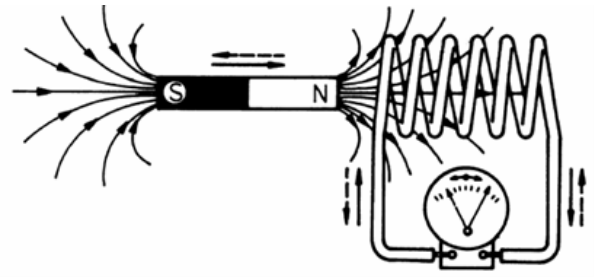
2.6.1 หลักการขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก



ภาพที่ 2.5 หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยวิธีการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็กมีหลักการดังนี้ให้ขั้วแม่เหล็กอยู่กับที่แล้วนำขดลวดตัวนำมาวางระหว่างขั้วแม่เหล็กแล้วหาพลังงานมาหมุนขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็กทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำนี้

2.6.2 หลักการสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด

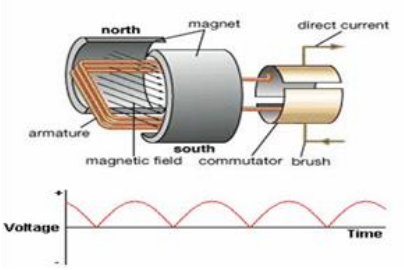


ภาพที่ 2.6 หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด

หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยวิธีการของสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดหลักการให้ขดลวดลวดตัวนำอยู่กับที่แล้วหาพลังงานกลมาขับให้สนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดตัวนำทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อาศัยหลักการขดลวดตัวนำ

หมุนตัดสนามแม่เหล็กขดลวดตัวนำที่ สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้เรียกว่า ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) ซึ่งวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กและสามารถหมุนได้โดยมีต้นกำลังงานกลมาขับ เมื่อขดลวดนี้ตัดผ่านสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับเกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์

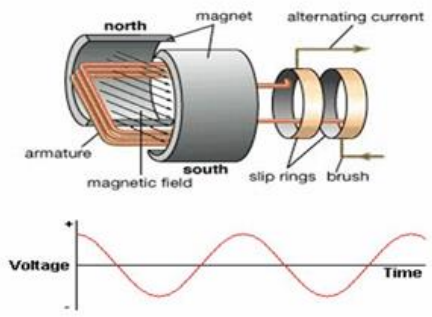
2.6.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 2.7 แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงซี่คอมมิวเตเตอร์

เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงซี่คอมมิวเตเตอร์(Commutator)ไฟฟ้ากระแสสลับนี้ถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและไหลออกสู่วงจรภายนอกโดยผ่านแปรงถ่าน

2.6.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 2.8 แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงวงแหวนลื่น

เมื่อ แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงวงแหวนลื่น(Slip Ring) แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ นี้ไหลออกสู่วงจรภายนอกโดยผ่านแปรงถ่าน(Brushes) ถ้า เราลองทำการทดลองดังภาพที่ 15.21 ก. คือ นำขดลวดตัวนำที่พันรอบแกนพลาสติกมาต่อเข้ากับกัลป์วานอมิเตอร์ (เครื่องวัด

กระแสไฟฟ้าอย่างง่าย)และนำแท่งแม่เหล็กอันหนึ่ง เคลื่อนที่เข้าหาและออกจากแกนขดลวดอย่างรวดเร็ว โดยให้แกนขดลวดอยู่นิ่ง เราจะเห็นว่าเข็มของกัลป์วานอมิเตอร์จะกระดิกกลับไปกลับมา ซึ่งแสดงว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในขดลวดตัวนำและเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และถ้าเราลองให้แท่งแม่เหล็กอยู่นิ่งๆแต่เคลื่อนที่แกนขดลวดเข้าและออกแทน ผลที่ได้ก็จะเป็นเช่นเดียวกัน คือ เข็มของกัลป์วานอมิเตอร์จะกระดิกไปมา แสดงว่ามีไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านเช่นกัน การเคลื่อนที่แกนขดลวดเข้าและออกจากแท่งแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าและออกจากแกนขดลวดนั้นเป็นการทำให้สนามแม่เหล็กในขดลวดเกิดการเปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด แต่ถ้าเราไม่ได้เคลื่อนที่ทั้งแกนขดลวดและแท่งแม่เหล็ก เข็มของกัลวานอมิเตอร์ก็จะไม่กระดิก เพราะสนามแม่เหล็กในขดลวดขณะนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงไม่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ หลัก การดังกล่าวข้างต้นนี้ไมเคิล ฟาราเดย์ เป็นผู้ค้นพบในปี พ.ศ. 2374 แล้วเขายังพบว่าถ้าเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหรือออกจากขดลวดอย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดได้มากกว่าการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กอย่างช้าๆ จากการเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ของไดนาโมนี้เอง เราจึงใช้พลังงานความร้อนจากแหล่งต่างๆ เช่น พลังงานจาการเผาไหม้เชื้อเพลิงพลังงานนิวเคลียร์ และพลังงานความร้อนใต้พิภพมาต้นน้ำให้เดือด เพื่อทำให้เกิดไอน้ำมาหมุนไดนาโมแล้วผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าออกมาไดนาโมมี 2 ชนิด คือ ไดนาโมกระแสตรงและไดนาโมกระแสสลับ มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

- ขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ ซึ่งทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก
- ขดลวดเป็นขดลวดตัวนำที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน ซึ่งเรียกว่า ขดลวดอาร์เมเจอร์ใช้สำหรับหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก
- วงแหวนลื่นหรือวงแหวนแยก และแปรงถ่าน ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก ไดนาโมกระแสสลับ เป็นไดนาโมที่ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับออกมาใช้งาน ปลายทั้งสองของขดลวดจะเชื่อมต่อกับวงแหวนลื่นแต่ละอันเมื่อหมุนขดลวดวงแหวนทั้งสองก็จะหมุนตามไปด้วยโดยแตะอยู่กับแปรงตลอดเวลา เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก (หมุน) ก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เกิดจะไหลเข้าและออกจากปลายขดลวดแต่ละด้านกลับไปกลับมา

ทำ ให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับ ไดนาโมกระแสตรง เป็นไดนาโมที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงออกมาใช้งาน โดยที่ปลายทั้งสองของขดลวดจะเชื่อมต่อกับแต่ละด้านของวงแหวนผ่าซีกซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นเมื่อขดลวดหมุนมีทิศทางการไหลไปใน ทางเดียวตลอดเวลา ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ได้จึงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

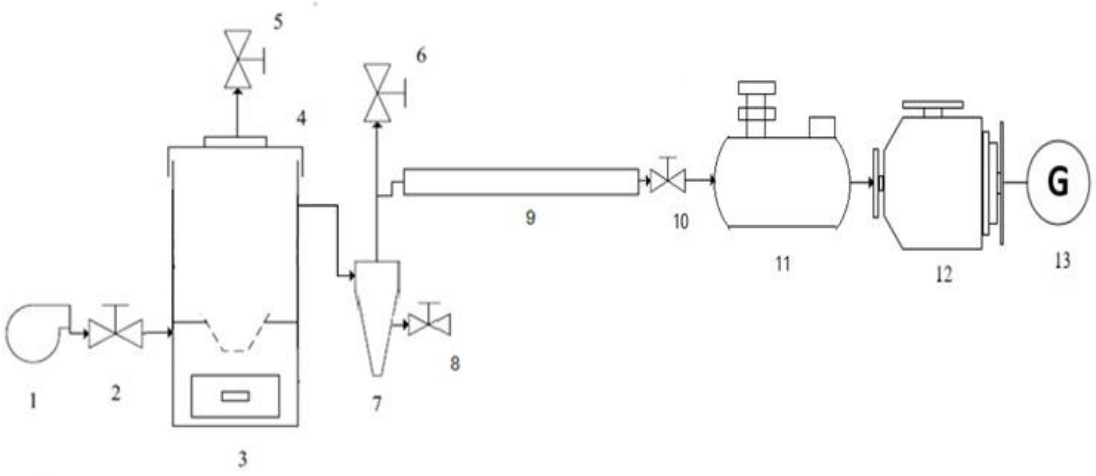
บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแก๊สไฟเออร์โดยมีหัวข้อหลักๆ ประกอบด้วย ชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้า ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ ชุดกักเก็บแก๊ส เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ โดยจะอธิบายตามลำดับดังต่อไปนี้

3.1 ชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้า

การออกแบบโดยรวมของชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์กับชุดกักเก็บแก๊สและเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้า

ซึ่งจะอธิบายส่วนประกอบชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้าตามหมายเลขดังต่อนี้

1 พัดลม
2 วาล์วปรับอากาศ
3 จุดเอาขี้เถ้าออก
4 เตาเผาแบบไหลขึ้น
5 วาล์วปรับอากาศสำลอง
6 วาล์วทดสอบก๊าซ
7 ตัวกรอง
8 วาล์วตัวกรอง
9 ท่อส่งก๊าซ
10 วาล์วเปิดเข้าปั๊มลม
11 ชุดกักเก็บแก๊ส
12 เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า
13 เจนเนอเรเตอร์

ชุดทดสอบแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้าประกอบด้วย ชุดกรอง ชุดกักเก็บแก๊ส เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานคือก๊าซชีวมวล จะผลิตได้จากเตา โดยควบคุมปริมาณอากาศจากโบลเวอร์ และวาล์วควบคุมอากาศจากนั้นจะทำความสะอาดและลดความร้อนด้วยชุดกรองและระบายความร้อนก่อนที่ก๊าซจะถูกส่งออกไปที่วาล์วปล่อยก๊าซเข้าสู่ชุดกักเก็บแก๊สแล้วปล่อยก๊าซเข้าเครื่องยนต์เพื่อทำการผลิตไฟฟ้า

3.2 เชื้อเพลิง

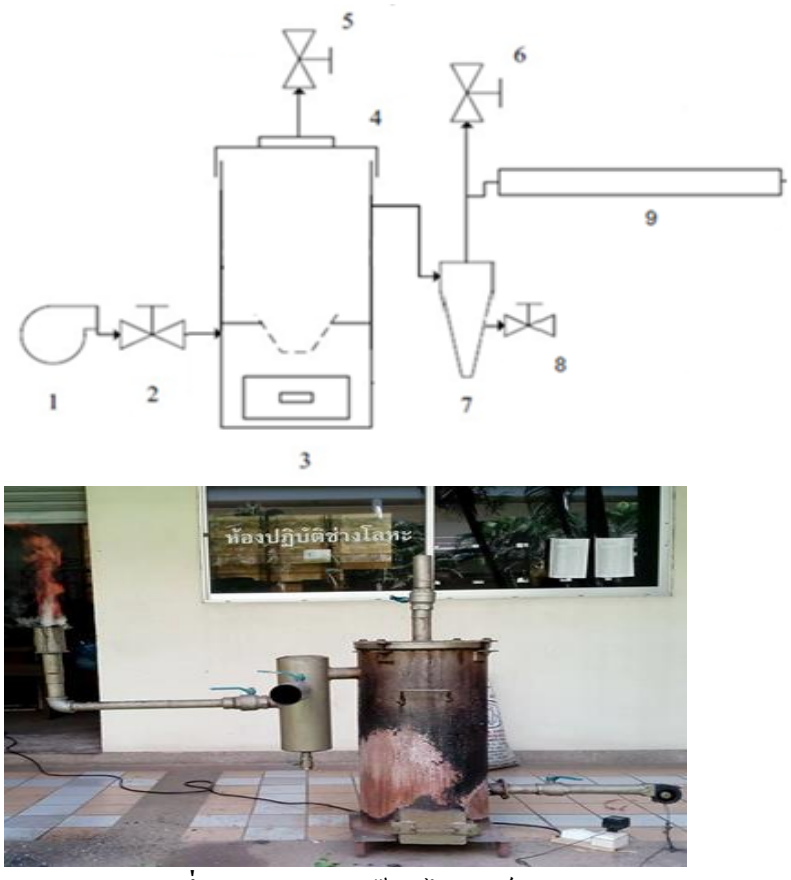
เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบการผลิตแก๊สซิไฟเออร์ใช้เชื้อเพลิงเป็นซังข้าวโพดและภาพจริงจะอธิบายดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 ซังข้าวโพด

เชื้อเพลิงอ่อนมีอัตราการเผาไหม้ที่เร็วทำให้เชื้อเพลิงเผาไหม้หมดได้เร็วเกินไปและมีปริมาณน้ำมันดิบมากกว่า เนื่องจากเชื้อเพลิงอ่อนมีความพรุนมากทำให้มีความชื้นสูง ในขณะที่เชื้อเพลิงแข็งมีอัตราการให้ก๊าซที่น้อยกว่าเชื้อเพลิงอ่อน แต่ใช้เวลาในการเผาไหม้ที่มากกว่าและปริมาณน้ำมันดิบที่น้อยกว่า

3.3 ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์นั้นจะอธิบายเป็นส่วนๆดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์จากภาพที่ 3.2 มีหลักการทำงานคือ ชีวมวล จะผลิตได้จากเตาโดยควบคุมปริมาณอากาศจากโบลเวอร์และวาล์ว ควบคุมอากาศจากนั้นจะทำความสะอาดด้วยชุดไซโคลน ทำการเปิดวาล์วและจุดไฟถ้าติดแสดงว่าแก๊สที่ออกมาสามารถนำไปใช้ได้จากนั้นให้ทำการปิดวาล์วก่อนที่แก๊สจะถูกส่งออกไปที่วาล์วปล่อยแก๊ส

3.4 ชุดกักเก็บแก๊ส

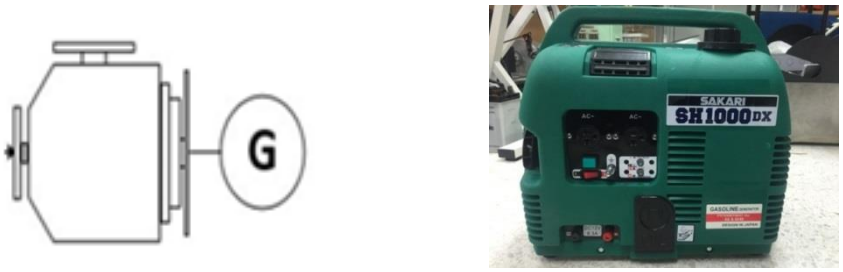
ชุดกักเก็บแก๊สและภาพจริงจะอธิบายแบ่งเป็นส่วนๆดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.4 ชุดกักเก็บแก๊ส

ชุดเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์จากภาพที่ 3.2 เมื่อเปิดวาล์วแก๊สจะถูกส่งออกไปที่ถังกักเก็บแก๊ส จากนั้นจะทำการอัดแก๊สเข้าสู่ถังกักเก็บและทำการเตรียมปล่อยแก๊ส

3.5 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและภาพจริงจะอธิบายแบ่งเป็นส่วนๆดังภาพที่ 3.5



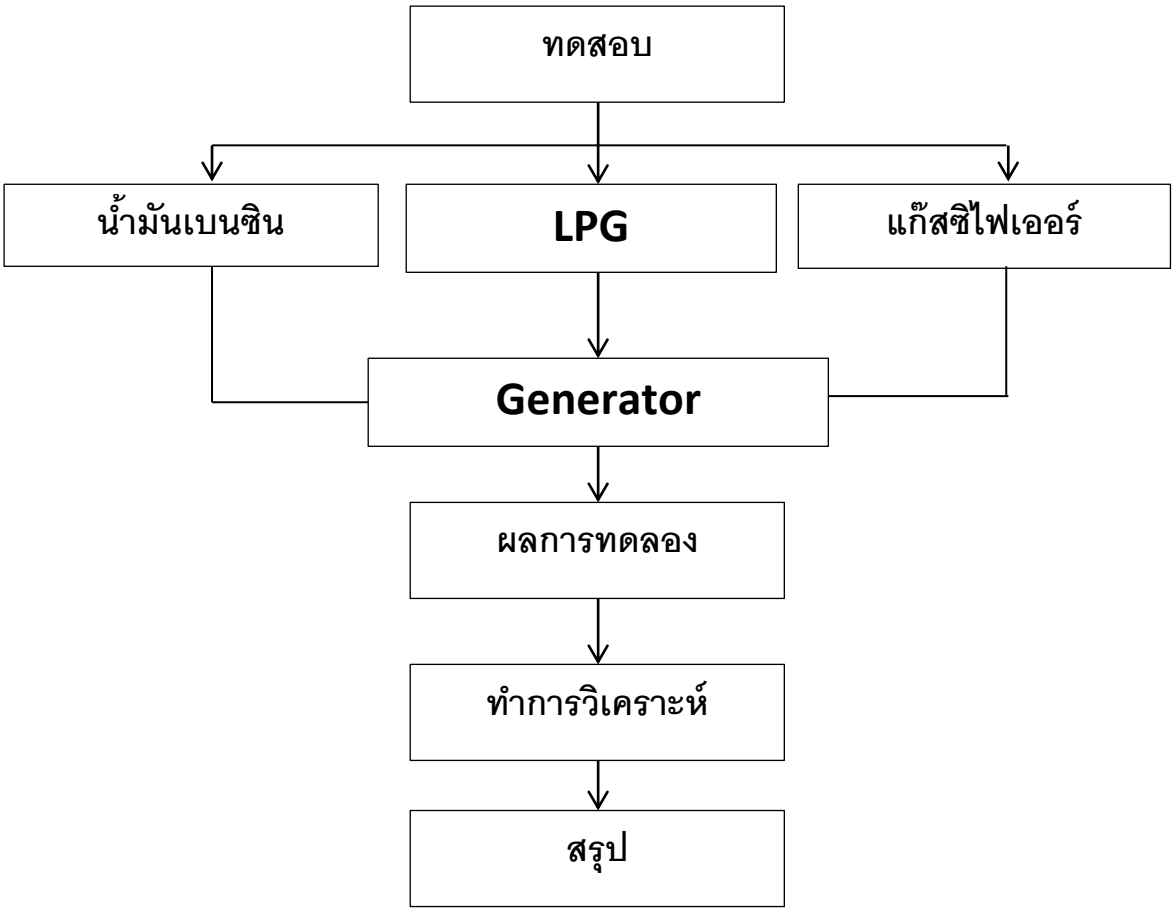
ภาพที่ 3.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ Sakari SH 1000DX 99 ซีซี 2.5แรงม้า กำลังการผลิตไฟฟ้า 750 วัตต์

ชุดกักเก็บแก๊สจากภาพที่ 3.4 เมื่อในถังกักเก็บ เก็บแก๊สจนเต็มจะทำการปล่อยเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อทำการผลิตไฟฟ้า

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตแก๊สใช้ในเครื่องยนต์ 750w โดยมีการทดสอบดังนี้น้ำมันเบนซิน,LPG,ชีวมวล โดยจะทำการกำหนดเชื้อเพลิงที่ใช้เผาในแต่ละครั้งและทำการจับเวลาบันทึกผลการทดลอง ข้อมูลที่เก็บคือประสิทธิภาพ อัตราการสิ้นเปลือง จะมีลำดับขั้นตอนตามบล๊อคไดอะแกรมดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทดลองโดยรวม

4.1 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันเบนซิน

- **วัตถุประสงค์**

  - เพื่อศึกษาการทดลองและทดสอบ Generator ขณะเดินเครื่องแบบมี Load
  - เพื่อทดสอบสภาวะการใช้งานจริงของ Generator

- **อุปกรณ์**

  - เครื่อง Generator 750W
  - ถ้วยตวงน้ำมัน
  - โหลดขนาด 200w 400w 600w 850w
  - น้ำมันเบนซิน
  - เครื่องมือวัด

- **ขั้นตอนการทดลอง**

ภาพที่ 4.2 เตรียมน้ำมันด้วยถ้วยตวง

1. ทำการเตรียมน้ำมันเบนซิน เพื่อใช้ในการทดสอบเดินเครื่องยนต์โดยมีถ้วยตวงน้ำมันในการเติมแต่ละครั้ง ตามภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.3 การเดินเครื่องยนต์โดยมีถ้วยตวงน้ำมันในการเติม

2. นำน้ำมันที่ทำการตวงแล้วบันจุลงในเครื่องยนต์ Generator ดังภาพที่4.3

ภาพที่ 4.4 ทำการ Start เครื่องยนต์

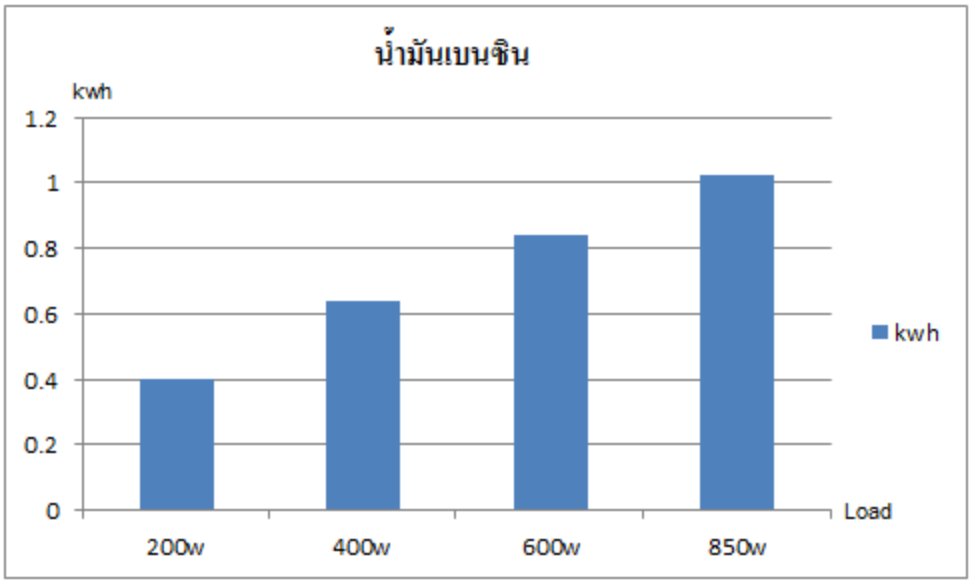
3. เมื่อทำการเติมน้ำมันเสร็จเรียบร้อยหลังจากนั้นทำการต่อ Load เข้ากับเครื่องยนต์แล้ว ทำการ Start ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.5 ทำการวัดค่า Load ขนาดต่างๆ

4. เมื่อทำการเดินเครื่องยนต์แล้วทำการวัดค่าโหลดขนาด 200 4000 และ 600w ทำการบันทึกผลตามภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองโดยใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

เบนซิน	ภาระทางไฟฟ้า (วัตต์)	แรงดัน (โวลล์)	กระแส (แอมป์)	เวลา (นาที)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)
1 ลิตร	0	222	0	152	0
	200	222	0.89	120	0.4
	400	221	1.75	96	0.64
	600	221	2.71	84	0.84
	850	220	3.63	72	1.02



ภาพที่ 4.6 ผลการทดลองโดยใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

4.2 ทดสอบด้วยแก๊ส LPG

- **วัตถุประสงค์**

  - เพื่อทดสอบคุณสมบัติของกำลังไฟฟ้าในเครื่องยนต์ Generator 750W ระบบเบนซิน ที่ทำการดัดแปลงแล้ว
  - เพื่อศึกษาการทดลองและทดสอบเครื่องยนต์ Generator 750W ขณะเดินเครื่องแบบมี Load โดยใช้เชื้อเพลิงเป็นแก๊สLPG
  - เพื่อทดสอบสภาวะการใช้งานจริงของเครื่องยนต์ Generator

- **อุปกรณ์**

  - เครื่องยนต์ Generator 750W ระบบเบนซิน ที่ทำการดัดแปลงแล้ว
  - ถังแก๊สขนานเล็ก
  - เครื่องมือวัด
  - ตาชั่งดิจิตอล
  - ชุดทดลองโหลด
  - ตาชั่ง

- **ขั้นตอนการทดลอง**

ภาพที่ 4.7 ตาชั่งวัดน้ำหนักและถังแก๊ส

1. นำตาชั่งและถังแก๊สมาชั่งน้ำหนักทำการวัดค่าเพื่อบันทึกผลค่าน้ำหนักก่อนที่จะทำการทดสอบ แสดงในภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.8 ต่อสายเข้ากับถังแก๊ส

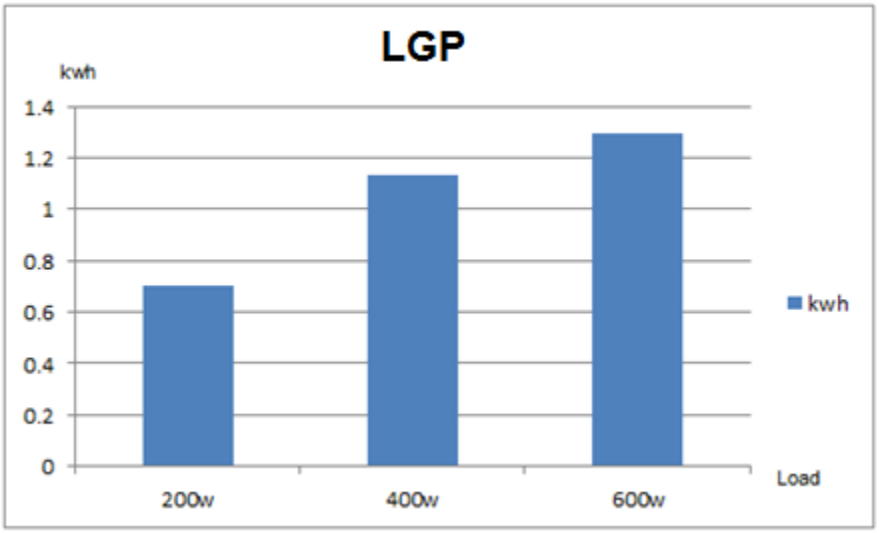
2. ทำการต่อสายเข้ากับเครื่องยนต์ และเข้ากับถังแก๊สที่เราเตรียมไวแสดงในภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.9 ภาพรวมตอนเดินเครื่องยนต์

3. นำชุดทดลองโหลดมาต่อเข้ากับเครื่องยนต์ Generator เปิดแก๊สแล้วทำการ Start เครื่องยนต์ แล้วทำการปรับแก๊สเพื่อให้เครื่องยนต์นิ่งก่อนที่ทำการวัดแสดงในภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองโดยใช้แก๊สLPGเป็นเชื้อเพลิง

LPG	ภาระทางไฟฟ้า (วัตต์)	แรงดัน (โวลล์)	กระแส (แอมป์)	เวลา (นาที)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)
1 กิโลกรัม	0	218	0	260	0
	200	216	0.92	210	0.7
	400	213	1.87	170	1.132
	600	206	2.91	130	1.296



ภาพที่ 4.10 ผลการทดลองโดยใช้แก๊สLPGเป็นเชื้อเพลิง

4.3 ทดสอบด้วยก๊าซชีวมวล

- **วัตถุประสงค์**

  - เพื่อทดสอบคุณสมบัติของกำลังไฟฟ้าในเครื่องยนต์ Generator 750W ระบบเบนซิน ที่ทำการดัดแปลงแล้ว

  - เพื่อศึกษาการทดลองและทดสอบเครื่องยนต์ Generator 750W ขณะเดินเครื่องแบบมี Load ใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวมวลและทดสอบสภาวะการใช้งานจริงของเครื่องยนต์ Generator

- **อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบก๊าซชีวมวล**

  - เครื่องยนต์เบนซินขนาด 750W 1 ตัว
  - เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ 1 เตา
  - ตราชั่ง 1 ตัว
  - เครื่องปั๊มลม 1 ตัว
  - เครื่องมือวัดดิจิตอล
  - ซังข้าวโพด
  - ชุดทดลองโหลด 1 ชุด
  - พัดลม 1 ตัว
  - โหลดไฟ 4 หลอด สว่าน 1 ตัว พัดลม 1 ตัว
  - น้ำมันเบนซินใช้ในการสตาร์1ลิตร
  - เครื่องมือช่าง

- **ขั้นตอนการทดลอง**

ภาพที่ 4.11 การต่อสายเตาเผาเตาเผา ปั๊มลม เครื่องยนต์

1. ทำการเตรียมชุดทดสอบ เตาเผา ปั๊มลม เครื่องยนต์ และชุดทดลองโหลดมาทำการต่อสายเข้าด้วยกันดังภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.12 น้ำหนักซังข้าวโพด

2. นำซังข้าวโพด 1 กระสอบมาชั่งน้ำหนักได้ 6 ก.ก ก่อนทำการทดลองดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.13 บันจุเชื้อเพลิง

3. ทำการเปิดฝาและบันจุเชื้อเพลิงลงในเตาเผาและทำการปิดฝาให้แน่น ดังภาพที่ 4.13

ภาพที่ 4.14 จุดไฟในเตาเผา

4. เมื่อบันจุซังข้าวโพดลงในเตาเผาเรียบร้อยแล้วทำการจุดไฟในเตาเผา ที่ท่อหมายเลข1 และนำพัดลมมาดูดอากาศออก ดังภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.15 พัดลมมาดูดอากาศ

5. เมื่อทำการจุดไฟเสร็จแล้วพอไฟเริ่มติดจะมีควันออกมาที่เตาเผาและน้ำพัดลมมาต่อท่อด้านหน้าของเตาเผา ดังภาพที่ 4.15

ภาพที่ 4.16 มีควันสีเทาขุ่น

6. เมื่อนำพัดลมาต่อที่ท่อด้านหน้ารอจนกว่าจะมีควันสีเทาขุ่นลอยขึ้นมาที่ท่อหมายเลข6 ใช้เวลาประมาน 2-5 นาที ดังภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.17 การจุดไฟที่ท่อ

7. เมื่อมีควันสีเทาขุ่นขึ้นมาให้ทำการทดสอบโดยทำการจุดไฟที่ท่อหมายเลข 6 ถ้าติดไฟแสดงว่าแก๊สที่ออกมาพร้อมใช้งาน ดังภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.18 การเปิดวาล์วเครื่องปั๊มลม

8. ทำการปิดวาล์วที่ท่อหมายเลข6 และทำการสตาร์เครื่องปั๊มลมเพื่อทำการดูดแก๊สจากเตาเผามาเก็บที่ถังลมใช้เวลาในการเก็บประมาน6-10นาที เต็มถังลมที่ 6ก.ก ดังภาพที่ 4.18

ภาพที่ 4.19 ภาพรวมในการติดเครื่องยนต์โดยใช้ก๊าซชีวมวล

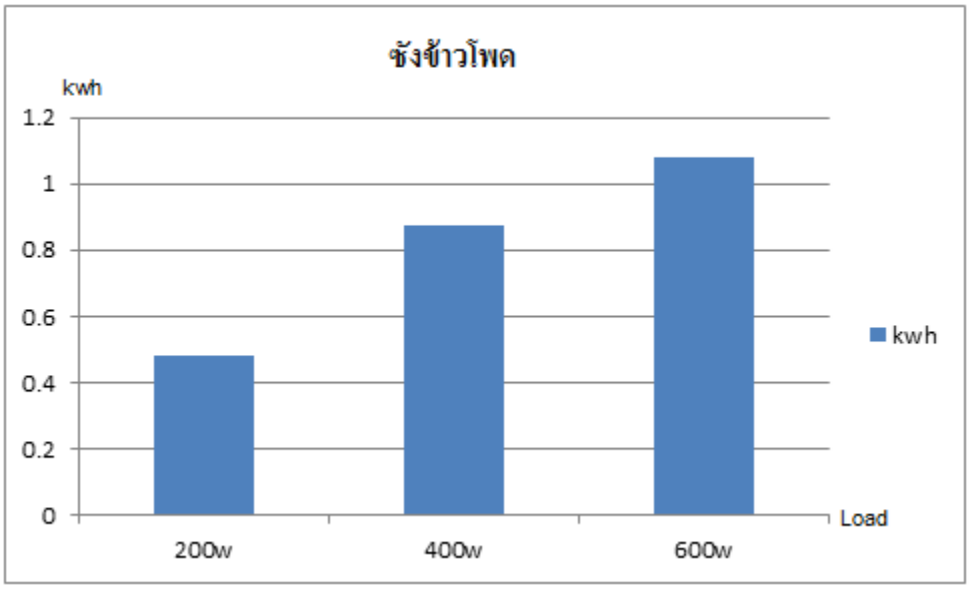
9. ทำการดับไฟในเตาเผาโดยการปิดวาล์วทั้งหมดไม่ให้มีอากาศเข้าไปในตัวเตาเผาจากนั้นนำน้ำมันปั๊นจุในเครื่องยนต์และทำการสตาร์เครื่องยนต์ด้วยน้ำมันก่อนจากนั้นปิดวาล์วน้ำมันและทำการเปิดวาล์วที่ถังลมเพื่อน้ำแก๊สที่เราได้จากการเผาไหม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันทำการวัดค่าและเก็บข้อมูลในการทดสอบ ดังภาพที่ 4.19

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองโดยใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

ก๊าซชีวมวล	ภาระทางไฟฟ้า (วัตต์)	แรงดัน (โวลล์)	กระแส (แอมป์)	เวลา (นาที)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)
6 กิโลกรัม	0	217	0	144	0
	200	217	0.9	131	0.48
	400	213	1.8	126	0.872
	600	206	2.9	108	1.08

ผลการทดลองแก๊สซิไฟเออร์

ผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากรณีที่ใช้น้ำมันเบนซิน91 แก๊สLPG และก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยการต่อโหลดต่างกันไป



ภาพที่ 4.20 ผลการทดลองแก๊สซิไฟเออร์

ตารางที่ 4.4 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง	**ค่าความร้อน**
น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	34.2MJ/L
LPG(ก.ก)	50.22MJ/kg
ซังข้าวโพด(ก.ก)	18.04MJ/kg

ตัวอย่าง การหาประสิทธิภาพเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 1ลิตร ใช้โหลด 0.6กิโลวัต ใช้เวลาในการเดินเครื่องยนต์ 1.4 ชั่วโมง จนเครื่องดับ

สูตรการหาประสิทธิภาพ $\eta = \frac{Eout}{Ein}$

$$Eout = 0.6 \times 1.4 = 0.84kwh$$

ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมัน 1 ลิตร = 34.2MJ/L

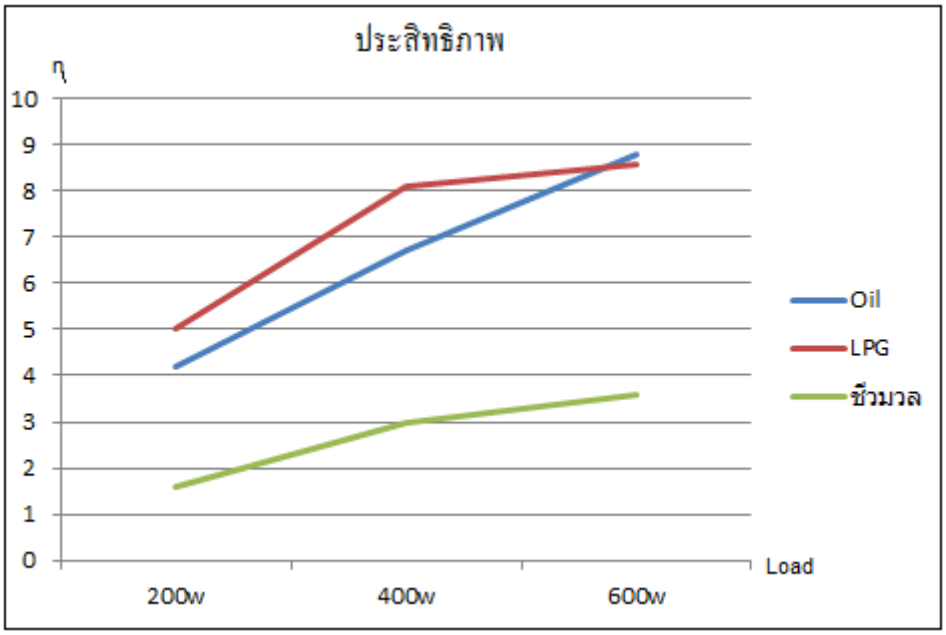
$$3.6MJ = 1kwh$$

$$Ein = \frac{34.2MJ}{3.6MJ} = 9.5kwh$$

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{0.84kwh}{9.5kwh} \times 100 = 8.8\%$$

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพไฟฟ้าของเชื้อเพลิง

วัตต์	น้ำมัน	LPG	ซังข้าวโพด
200	4.2%	5%	1.6%
400	6.7%	8.1%	3%
600	8.8%	8.6%	3.6%



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพ

จากผลการทดสอบโหลดที่ภาระกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 200w , 400w และ 600w กับเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก พบว่าแก๊สLPGมีประสิทธิภาพดีในช่วง 200w ถึง 500w ส่วนน้ำมันจะมีประสิทธิภาพดีกว่าในช่วง 550w ขึ้นไปส่วนของแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพน้อยแต่สามารถใช้งานได้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การเปรียบเทียบเครื่องยนต์เล็กกรณีที่ใช้ น้ำมัน LPG และก๊าซชีวมวล เป็นเชื้อเพลิงโดยเปรียบเทียบจากค่าประสิทธิภาพและการสิ้นเปลือง การทดลองนี้แบ่งเป็น 3 กรณี คือ ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง LPG และใช้ก๊าซชีวมวลที่ผลิตจากซังข้าวโพด 6 กิโลกรัม LPG 1กิโลกรัม น้ำมันเบนซิน 1ลิตร แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ประสิทธิภาพกรณีที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 11.66% และกรณีที่ใช้แก๊สLPGเป็นเชื้อเพลิงคือ 9.3% จะเห็นได้ว่าทั้งสองกรณีมีค่าใกล้เคียงกันส่วนแก๊สชีวมวลได้ค่า 6.1% น้อยกว่าน้ำมันเบนซิน91 และ LPG เพราะใช้ค่าอัตราส่วนต่างกันจากผลการทดลองพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพการทำงานน้อยลงเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 ทั้งในแง่กำลังที่ผลิต การสั่น และอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงอย่างไรก็ตามเครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่มาก นั้นคือไม่เหมาะที่จะใช้กับเครื่องยนต์ที่เคลื่อนที่เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์เหมาะใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้งานอยู่กับที่เช่น เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

- **ปัญหาที่พบจากการทดลอง**

ในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงนั้น จะต้องมีการเผาไหม้ชีวมวลที่อุณหภูมิสูงสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้คือขี้เถ้า โดยขี้เถ้าดังกล่าวจะตกลงไปในช่องเก็บขี้เถ้า แต่อาจจะมีบางส่วนที่ตกลงไปไม่หมด ทำให้ขี้เถ้าดังกล่าวถูกเผาซ้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการหลอมของเถ้า และเมื่อมีการสะสมมากขึ้นขี้เถ้าจะจับตัวเป็นก้อนซึ่งจะทำให้เตาอุดตันไม่สามารถผลิตก๊าซให้เพียงพอต่อความต้องการได้

ภาพที่ 5.1 การเผาไหม้ชีวมวลที่อุณหภูมิสูงสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ขี้เถ้า

อย่างไรก็ตามเถ้าหนักนั้นถือว่ามีประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น ใช้ในนามาผสมกับยาง มอตอยเพื่อราดถนน

- **ความสะอาดไส้กรองก๊าซ**

หลังจากการทดลอง เมื่อถอดไส้กรองก๊าซออกมาพบว่ากรองอากาศสกปรกในช่วงต้น ส่วนช่วงปลายก่อนส่งออกมีสีเทา แสดงให้เห็นว่าก๊าซที่ออกมามีฝุ่นหรือน้ำมันดินปะปนมาด้วย

ภาพที่ 5.2 ก๊าซที่ออกมามีฝุ่นหรือน้ำมันดินปะปนมา

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ระบบก๊าซชีวมวลนั้นมีความประหยัดมากกว่าระบบน้ำมันเชื้อเพลิงจะเห็นได้จากตารางแสดงความสิ้นเปลือง

ตารางที่ 5.1 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

อัตราการสิ้นเปลือง		
เชื้อเพลิง	อัตราส่วน	ค่าความร้อน
น้ำมันเบนซิน	1.25ลิตร/กิโลวัตต์/ชั่วโมง	34.2MJ/L
LPG	0.8กิโลกรัม/กิโลวัตต์/ชั่วโมง	50.22 MJ/Kg
ซังข้าวโพด	5กิโลกรัม/กิโลวัตต์/ชั่วโมง	18.04 MJ/Kg

โดยราคาเชื้อเพลิง ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2559

น้ำมันเบนซิน91	32	บาท/ลิตร
แก๊สLPG	17	บาท/ลิตร
ซังข้าวโหด	1	บาท/กิโลกรัม

- **จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์**

ชุมชนที่อยู่ห่างไกลใช้ไฟฟ้าประมาณเดือนละ 500 บาท ต่อหลังคาเรือน

การไฟฟ้า 1 หน่วย = 3.50 บาท (เป็นฐาน)

ต้องการทราบเดือน1ใช้ไฟฟ้าไปกี่หน่วย 500 ÷ 3.50 = 143 หน่วย

ชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ต้องการใช้ไฟฟ้าเดือนละ 143 หน่วย ต่อหลังคาเรือน ในกรณีต้องการใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมัน,LPGและซังข้าวโพดอยากทราบว่าต้องเสียค่าใช้จ่ายปีละเท่าไร

กรณีที่1 น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด(750w)ต้นทุน 9,000 บาท

ราคาน้ำมันเบนซินหน่วยละ 32 บาท (ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2559)

ต้องการทราบว่าหนึ่งเดือนต้องจ่ายกี่บาท 143 × 40 = 5,720 บาท/เดือน

คิดเป็นรายปี 4,576 × 12 = 54,912 บาท/ปี

กรณีที่2 LPGเป็นเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการดัดแปลงใช้กับแก๊สLPG9ต้นทุน 20,000 บาท

ราคาLPGหน่วยละ 15 บาท (ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2559)

ต้องการทราบว่า1เดือนต้องจ่ายกี่บาท 143 × 15 = 2,145 บาท/เดือน

คิดเป็นรายปี 2,145 × 12 = 25,740 บาท/ปี

กรณีที่3 ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชุดเตาเผาชีวมวลและอุปกรณ์ต่างๆต้นทุน 40,000บาท

ราคาซังข้าวโพดหน่วยละ 5 บาท (ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2559)

ต้องการทราบว่า1เดือนต้องจ่ายกี่บาท 143 × 5 = 715 บาท/เดือน

คิดเป็นรายปี 715 × 12 = 8,580 บาท/ปี

เปรียบเทียบน้ำมันกับLPG

ราคา น้ำมัน 54,912 บาท/ปี

ราคา LPG 25,740 บาท/ปี

ผลประหยัดต่อปี 54,912-25,740 = 29,172 บาท/ปี

ระยะเวลาการคุ้มทุน (20,000 ÷ 29,172)×12 = 8.2 เดือน

เปรียบเทียบน้ำมันกับซังข้าวโพด

ราคาน้ำมัน 54,912 บาท/ปี

ราคาซังข้าวโพด 8,580 บาท/ปี

ผลประหยัดต่อปี 54,912 - 8,580 = 46,332 บาท/ปี

ระยะเวลาการคุ้มทุน (40,000÷46,332)×12 = 10.3 เดือน

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบของกรณีที่ใช้น้ามันเชื้อเพลิงกับกรณีที่ใช้ก๊าซชีวมวล

ข้อเปรียบเทียบ	ระบบก๊าซชีวมวล	ระบบน้ามันเชื้อเพลิง	LPG
ความประหยัด	✓		
ความสะดวกในการใช้งาน		✓	
ความสะอาดของเครื่องยนต์		✓	✓

ระบบก๊าซชีวมวลจะใช้งานค่อนข้างยากเพราะต้องมีการสลับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันให้เป็นก๊าซ ดังนั้น ระบบนี้จึงไม่เหมาะสมถ้านำมาใช้กับเครื่องยนต์เคลื่อนที่ เช่น รถยนต์ มอเตอร์ไซค์ แต่จะใช้งานได้ดีในเครื่องยนต์ที่อยู่กับที่ เช่น เครื่องผลิตไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ อย่างไรก็ตาม เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบก๊าซชีวมวลจะต้องมีการบำรุงรักษามากกว่าระบบที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปรกติ เพราะก๊าซเชื้อเพลิงจะมีสิ่งสกปรกปะปนมาด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีชุดป้อนเชื้อเพลิงซังข้าวโพดเข้าเตาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้โดยไม่สะดุด และควรมีการออกแบบระบบระบายความร้อนกับชุดกรองเพิ่ม

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.eppo.go.th/doc/doc-AlterFuel.html

[2] กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พลังงานจากชีวมวล, สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร พ.ศ 2553.

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทยประจำปี, กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2553.

[4] ศุภวิทย์ ลวณะสกล,"เครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์ใช้ถ่านไม้ผลิตกาลังงาน", การประชุมวิชาการแห่งชาติ, ครั้งที่ 1, 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549.

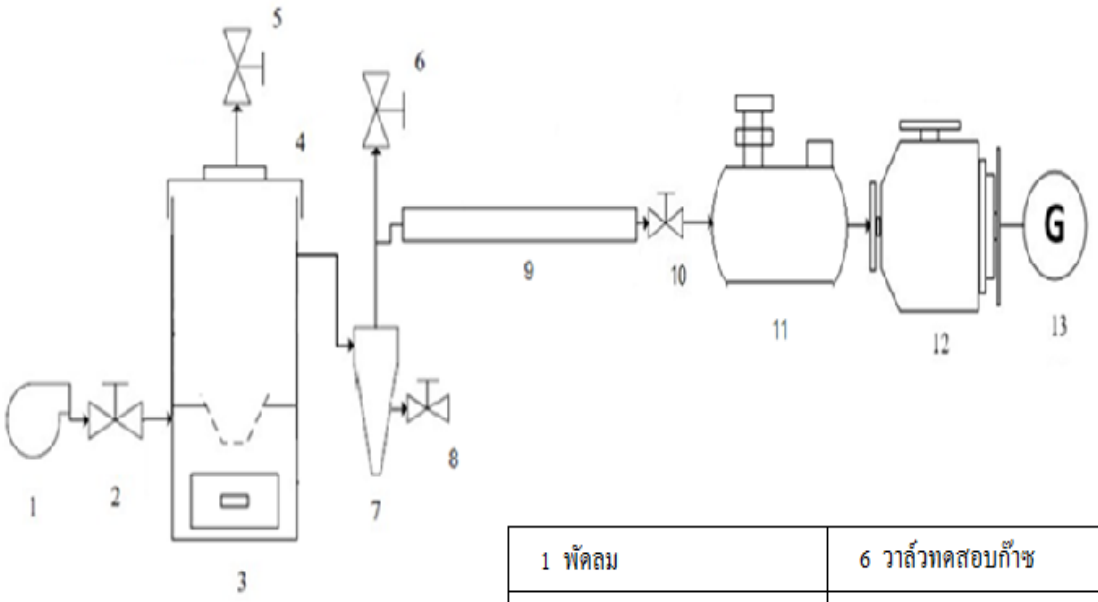
[5] กฤษฎา หนูมนต์, เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์, โครงงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก พ.ศ. 2554.

[6] นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร, การออกแบบและสร้างเตาแก๊สซิไฟเออร์ขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า,รายงายการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่ 2555.

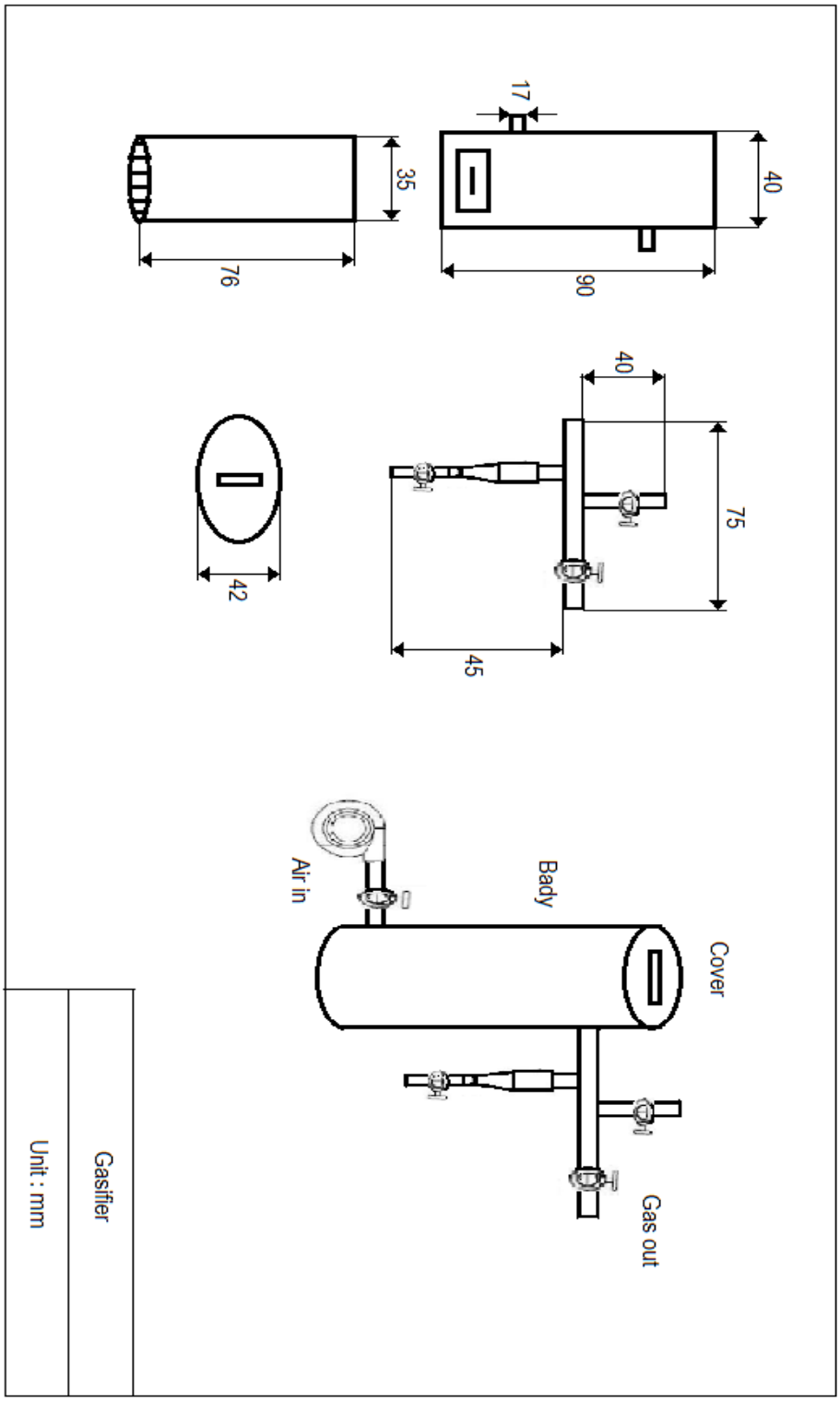
[7] http://www.mmv.ac.th/supphapong/sci%20617.htm

[8] http://chuphoticups.blogspot.com/2014/03/generator.html

ภาคผนวก



1 พัดลม	6 วาล์วทดสอบก๊าซ	11 ปั๊มลม
2 วาล์วปรับอากาศ	7 ตัวกรอง	12 เครื่องยนต์
3 จุดเอาขี้เถ้าออก	8 วาล์วตัวกรอง	13 เจนเนอเรเตอร์
4 เตาเผาแบบไหลขึ้น	9 ท่อส่งก๊าซ	
5 วาล์วปรับอากาศสำลอง	10 วาล์วเปิดเข้าปั๊มลม	


17
40
35
90
76
40
75
42
45
Air in
Body
Cover
Gas out
Gasifier
Unit : mm