

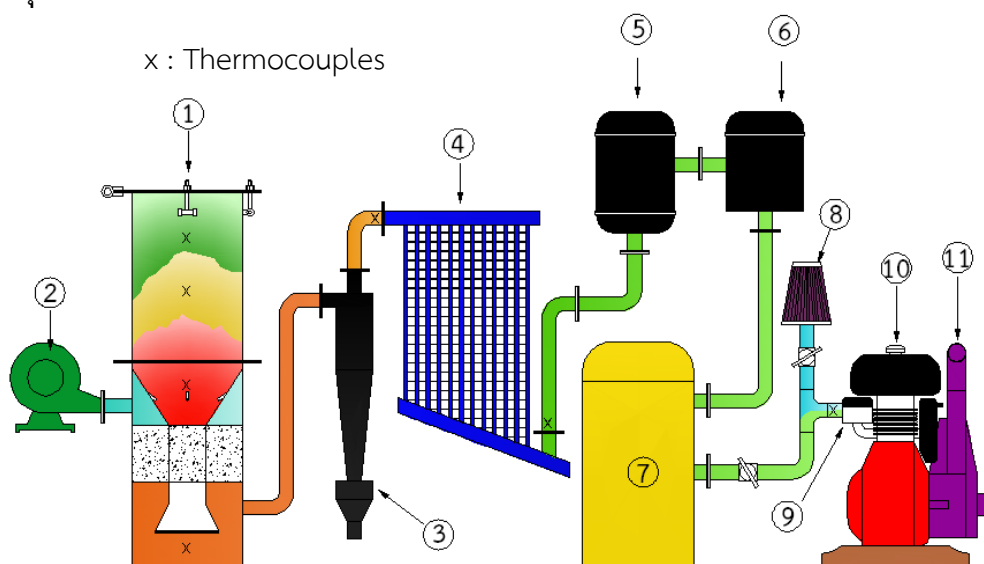
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและทดสอบระบบเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สซิฟิเคชันเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งระบบประกอบด้วย ชุดเตาแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลง (Downdraft Gasifier) ระบบปรับปรุงคุณภาพแก๊สซิฟิเคชันและชุดเครื่องยนต์สันดาปภายใน ขนาด 9 HP โดยจะศึกษาทางด้านผลกระทบของการนำแก๊สซิฟิเคชันมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ เพื่อจะนำมาปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเครื่องยนต์แก๊สซิฟิเคชัน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

3.1 การผลิตแก๊สชีวมวล

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพชุดอุปกรณ์การทดลอง

ส่วนประกอบของเครื่องยนต์แก๊สซิฟิเคชัน มีอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้

- | | |
|---|---|
| 1. เตาผลิตแก๊สซิฟิเคชัน (Gasifier) | 7. ถังพักแก๊ส (Tank Gas) |
| 2. บLOWER (Blower) | 8. อุปกรณ์ผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ (Mixer) |
| 3. ไซโคลน (Cyclone) | 9. กรองอากาศ (Filter Air) |
| 4. คอนเดนเซอร์ (Condenser) | 10. เครื่องยนต์เล็ก 9.0 แรงม้า |
| 5. กรองแก๊สหยาบ (Coarse Filter Gas) | 11. ปั๊มสูบน้ำ 0.5 แรงม้า |
| 6. กรองแก๊สละเอียด (Filter Profile Gas) | |

3.1.2 ระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

ระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่ทำการทดสอบนั้น ประกอบด้วยเตาผลิตแก๊ส Blower และไซโคลน (Cyclone) คอนเดนเซอร์ (Condenser) เมื่อติดตั้งระบบแล้วจะมีลักษณะ ดังแสดงในรูป 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงระบบผลิตแก๊สชีวมวล

รายละเอียดแต่ละส่วนมีดังนี้

- **เตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง (Downdraft Gasifier)**

เตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง ดังในรูปที่ 3.2 มีความสามารถในการขจัดน้ำมันดินหรือทาร์ (Tar) ในแก๊สชีวมวลได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับแบบอื่น อากาศจะไหลจากบริเวณด้านข้างผ่านชุดหัวฉีด (nozzles) สู่ด้านล่าง ที่เรียกว่า “Tuyeres” บริเวณหัวฉีดนี้จะเป็น Combustion Zone แก๊ส CO_2 และ H_2O ที่เกิดในโซนนี้ จะไหลสู่ด้านล่างของเตาผ่านชั้นคาร์บอนร้อนที่อยู่เหนือตะแกรงและแตกตัวหรือถูก reduced เกิดเป็นแก๊ส CO , H_2 และ CH_4 ขณะเดียวกันชั้นของชีวมวลที่อยู่เหนือ Combustion Zone ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนน้อยมากจะเกิดการกลั่นสลายโดยความร้อน โดยไอของน้ำมันดินที่เกิดจากการกลั่นสลายจะไหลผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อน จึงทำให้น้ำมันดินเกิดแตกตัวเป็นแก๊สด้วยเช่นกัน การแตกตัวนี้เกิดที่อุณหภูมิระหว่าง 800°C ถึง $1,000^\circ\text{C}$ แก๊สที่ได้จาก Combustion Zone ในเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลงนี้ จะมีปริมาณน้ำมันดินน้อยกว่าเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลขึ้น (Updraft Gasifier) และเป็นแก๊สที่สะอาดกว่า เมื่อผ่านชุดปรับปรุงคุณภาพแก๊สให้เหมาะสมแล้ว ก็สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในทั้งชนิดแก๊สโซลีนและดีเซล ลักษณะของเตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง (Downdraft Gasifier) ดังแสดงในรูป 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงเตาผลิตแก๊ส

- ไส้โคลน (cyclone)

ไส้โคลนเป็นอุปกรณ์แยกผงออกจากลําอากาศโดยใช้แรงเหวี่ยง มีลักษณะค่อนข้างธรรมดาไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ไส้โคลนนํั้้นแม้จะไม่สามารถดักฝุ่นได้ 100% เมื่อใช้เป็นอุปกรณ์เดี่ยว แต่จะมีประโยชน์มากถ้านําไปใช้เป็นอุปกรณ์ดักฝุ่นในเบื้องต้น (Primary dust collectors) แก๊สนํั้้นจะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนบนของไส้โคลน โดยจะป้อนเข้าในแนวสัมผัสของวงกลม ตัวไส้โคลนซึ่งมีลักษณะที่เป็นกรวยที่ตั้งเอียงอดแหลมลงที่บริเวณนี้จะมีท่อ เรียกว่าท่อขั้บติดอยู่ท่ี แก๊สผ่านเข้าไปช่วงแรกจะเคลื่อนที่เข้าไปตามกรวย แล้วจึงถูกดูดขึ้นตามท่อออกสู่ภายนอก ไส้โคลนเป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงทนต่อความดันสูง ซึ่งตัวไส้โคลนจะติดอยู่กับตัว Gasifier โดยแก๊สร้อนที่ออกจากตัว Gasifier จะผ่านเข้าไส้โคลนเพื่อแยกเถ้าออกจากแก๊สโดยไส้โคลน



รูปที่ 3.4 แสดงไส้โคลน

- เครื่องเป่าลม (Blower)

การทดลองครั้งนี้ใช้ Blower ยี่ห้อ APP จำนวน 1 ตัวเป็นแบบหอยโข่ง สามารถสร้างแรงดันลมได้สูงสุดถึง $1.3 \text{ m}^3/\text{min}$ ใช้ไฟฟ้าขนาด 220-240 V, 2.6A



รูปที่ 3.5 แสดง Blower

- คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ (Condenser) นั้นเป็นอุปกรณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบเครื่องยนต์แก๊สซิฟิเคอร์ เนื่องจากแก๊สที่ออกจากเตาผลิตแก๊สนั้นมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงโดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 300-400 องศา ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งาน ดังนั้นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการระบายความร้อน อุปกรณ์ที่กล่าวมานั้นก็คือ คอนเดนเซอร์ (Condenser) ซึ่งคอนเดนเซอร์ที่นำมาระบายความร้อนของแก๊สนั้นจะเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air - Cooled) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงคอนเดนเซอร์ (Condenser)

- อุปกรณ์ผสมแก๊สกับอากาศ (MIXER)

รูปที่ 3.7 แสดงมิกเซอร์ (MIXER) เป็นอุปกรณ์ผสมแก๊สกับอากาศให้มีอัตราส่วนเหมาะสมกับการเผาไหม้ ก่อนจ่ายแก๊สเข้าเครื่องยนต์ ซึ่งได้ถูกดัดแปลงนำมาใช้ในระบบเครื่องยนต์แก๊สชีวมวล

ช่องทางอากาศเข้า



รูปที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์ผสมแก๊สกับอากาศ (Gas mixer)

- กรองแก๊ส (Filter)

กรองแก๊สนั้นเป็นส่วนที่สำคัญที่จะละเลยไม่ได้ ทั้งที่ในระบบเครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์นั้นมีไซโคลนดักฝุ่นอยู่แล้ว แต่ว่าไซโคลนไม่สามารถกรองหรือดัก น้ำส้มควันไม้ น้ำมันดิน หรือแม้กระทั่งฝุ่นละอองได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระบบเครื่องยนต์แก๊สซิไฟเออร์จึงจำเป็นที่จะต้องมีการกรองแก๊สเข้ามาช่วยอีกชั้นหนึ่ง โดยในระบบจะมีกรองแก๊สอยู่ 2 ตัว ตัวแรกจะใช้สำหรับดักจำพวก น้ำส้มควันไม้ น้ำมันดิน และฝุ่นละอองที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ส่วนกรองตัวที่สองจะใช้สำหรับดักฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้ได้แก๊สที่สะอาดก่อนนำไปเข้าเครื่องยนต์



รูปที่ 3.8 แสดงกรองแก๊ส (Filter)

- ถังพักแก๊ส (Gas Tank)

ถังพักแก๊ส เป็นส่วนที่ช่วยในการเรียงกระแสแก๊สซิไฟเออร์ให้มีการไหลที่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอก่อนเข้าเครื่องยนต์ นอกจากนี้ถังพักแก๊สยังช่วยให้ไอน้ำที่ปะปนมากับแก๊สเกิดการควบแน่นเป็นน้ำแล้วแยกตัวออกจากแก๊ส ทำให้แก๊สมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.9 แสดงถังพักแก๊ส (Gas Tank)

- เครื่องยนต์เล็ก (Small Engine)

เครื่องยนต์เล็กที่นำมาทำการทดลองเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง โดยมีการจุดระเบิดด้วยหัวเทียน ส่วนรายละเอียดต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้



HONDA รุ่น GX270T QTN 9HP 270 ซีซี

รายละเอียด

รายละเอียดย่อ : เครื่องยนต์อเนกประสงค์ ฮอนด้า จีเอ็กซ์ ซีรีส์ รุ่น GX270T QTN ขนาดความจุกระบอกสูบ 270 ซีซี ประหยัดน้ำมันด้วยระบบเครื่องยนต์ 4 จังหวะ วาล์วเหนือลูกสูบ (OHV) ระบายความร้อนด้วยอากาศ

รูปที่ 3.10 แสดงเครื่องยนต์เล็ก (Small engine) ขนาด 9 แรงม้า

รายละเอียดทั้งหมด :

รุ่น GX270T1 QTN

กำลังเครื่องยนต์ 6.0 KW / 3600 รอบต่อนาที

ตามมาตรฐาน SAE J1349 8.2 HP / 3600 รอบต่อนาที

ชนิดเครื่องยนต์ 4 จังหวะ สูบเดี่ยว วางเอียง 25 องศา วาล์วเหนือลูกสูบ

ความจุกระบอกสูบ 270 ซีซี

กระบอกสูบ x ช่วงชัก 77 x 58 ซีซี

ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง 5.3 ลิตร

ความจุถังน้ำมันเครื่อง 1.1 ลิตร

ระบบกรองอากาศ ระบบพองน้ำและอ่างน้ำมันเครื่องดักฝุ่น

ระบบสตาร์ท ชุดเชือกดึงสตาร์ทแบบสปริงรั้งกลับ

ระบบจุดระเบิด ทรานซิสเตอร์

ระบบระบายความร้อน พัดลมดูดอากาศ

ระบบควบคุมอัตราเร่ง แบบคันโยก และกลไกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

การดับเครื่องยนต์ แบบตัดวงจรไฟฟ้าลงดิน

น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

ขนาด 430 x 355 x 410 มม.

น้ำหนัก 25 กก.

3.1.3 ซิวมวล

ซิวมวลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมี 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว และกระถินยักษ์
ขนาดเฉลี่ยของเชื้อเพลิงที่ใช้โดยประมาณ 5-10 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร



รูปที่ 3.11 ยูคาลิปตัสแห้ง



รูปที่ 3.12 กะลามะพร้าว



รูปที่ 3.13 ไม่กระถินยักษ์

3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดวิเคราะห์แก๊สชีวมวล

เครื่องมือวัดความเร็วของอากาศ

ใช้วัดความเร็วการไหลของลมที่เป่าออกจาก Blower เข้าไปในเตาโดยจะวัดที่ทางออกของไซโคลนที่ต่อเข้ากับเตาโดยจะทำการวัดในแต่ละกรณีดังนี้

- วัดขณะที่เตาผลิตแก๊สไม่ได้ใส่เชื้อเพลิง (ไม้แห้ง)
- วัดเมื่อใส่เชื้อเพลิง (ไม้แห้ง) เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.14 แสดงเครื่องมือวัดอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ

เครื่องวิเคราะห์แก๊ส Testo t350-XL

ใช้สำหรับวัดวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สต่างๆที่ได้จากเตาผลิตแก๊ส



รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องมือวัดวิเคราะห์แก๊ส Testo t350-XL

Data Logger

Data Logger คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลที่เป็นสัญญาณต่างๆ โดย Data Logger จะมี Memory สำหรับเก็บค่าที่วัดได้ของสัญญาณ ตามช่วงเวลาการบันทึกที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ เราสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการอ่านข้อมูลจาก Memory ของ Data Logger มานำเสนอบนหน้าจอได้ โดยในการทดลองนี้ใช้ Data Logger ยี่ห้อ yokogawa รุ่น MV 1000 การป้อนข้อมูลหลายจุด ใส่ 24 Channel หน่วยความจำ หน่วยความจำภายใน 200 MB ใช้ไฟฟ้า 19.5 VDC 50 DA



รูปที่ 3.16 แสดง Data Logger

3.2 วิธีการทดลอง

จุดไฟให้ไม้แห้งติดไฟแล้วเทลงไปในเตาผลิตแก๊สชีวมวลให้สังเกตจนมั่นใจว่าไม้แห้งติดไฟดีแล้วจึงเติมไม้แห้งลงไปตามความต้องการ จากนั้นปิดฝาเตาผลิตแก๊สชีวมวลให้แน่นสนิท เปิด Blower อัดอากาศเข้าไปในบริเวณห้องเผาไหม้ของเตา รอประมาณ 20-30 นาที ก็จะได้แก๊สชีวมวลหรือแก๊สเชื้อเพลิงออกมาและไหลเข้าสู่ไซโคลน คอนเดนเซอร์ หม้อกรองแก๊สและถังพักแก๊สซึ่งจะช่วยให้ได้แก๊สชีวมวลที่สะอาดและมีอุณหภูมิที่เหมาะสม จากนั้นทดลองดูว่าแก๊สมีความหนาแน่นเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หรือยังโดยการทดสอบเบื้องต้นคือการจุดเพื่อดูว่าเกิดการลุกไหม้แล้วหรือยัง ถ้าจุดไฟติดแสดงว่าเริ่มมีแก๊สออกแล้วและสังเกตดูเปลวไฟจนกว่าเปลวไฟจะมีสีแดงเข้มแสดงว่าแก๊สมีความหนาแน่นมากพอแล้ว จึงสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันเบนซินก่อน เมื่อเครื่องยนต์ทำงานแล้วจึงเปลี่ยนมาใช้แก๊สชีวมวลโดยการเปิดวาล์วแก๊สและปิดวาล์วน้ำมันเบนซิน ให้เครื่องยนต์เดินเครื่องด้วยแก๊สชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง เมื่อปรับจูนเครื่องยนต์จนเครื่องยนต์เดินเรียบแล้วให้วัดอัตราการไหลของแก๊สและใช้เครื่องมือวิเคราะห์แก๊ส Testo t350-XL ทดสอบหาค่าปริมาณแก๊สต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของแก๊สชีวมวล