

การอัดก๊าซชีวภาพและใช้ประโยชน์ในรถจักรยานยนต์

A Study of Compression and Utilization of Biogas in Motorcycle

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว (Piyapong Singbua)* ดร.รัชพล สันติวรากร (Dr.Ratchaphon Suntivarakorn)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาพัฒนาระบบอัดก๊าซชีวภาพและการดัดแปลงรถจักรยานยนต์เพื่อให้ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้ รวมไปถึงเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ โดยทำการพัฒนาระบบอัดก๊าซชีวภาพและอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ที่ความดันเกจ 15 บาร์ ซึ่งได้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่บรรจุในถังเท่ากับ 0.2 และ 0.53 กิโลกรัม ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อผ่านระบบอัดก๊าซชีวภาพแล้ว พบว่ามีการลดลงของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 15.63% จากนั้นได้ทำการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง โดยติดตั้งระบบจ่ายก๊าซชีวภาพและระบบผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศเพิ่มเติม ซึ่งจากการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่าความเร็วที่รถจักรยานยนต์ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือ 80 และ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.0112 ลิตร/กิโลเมตร และ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ในไอเสียกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณน้อยกว่ากรณีที่ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 97.42 %และ 31.08% ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในไอเสียกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่ากรณีที่ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีน 35.51% ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การประหยัดจากการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนในรถจักรยานยนต์ พบว่าในระยะทางที่เท่ากันการใช้ก๊าซชีวภาพจะประหยัดกว่าการใช้ น้ำมันแก๊สโซลีน 3.06 บาท/กิโลเมตร หากมีการใช้รถจักรยานยนต์วันละ 50 กิโลเมตร/วัน และมีต้นทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดและดัดแปลงรถจักรยานยนต์เท่ากับ 21,000 บาท จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี

ABSTRACT

The research presents the study and development of biogas compression system, and motorcycle modification for using biogas. The modified motorcycle was tested by using biogas and gasoline in order to know the engine performance, fuel consumption and gas emission. The compression system was designed to compress the biogas into 4 and 15 kg container at 15 bar of gage pressure. Biogas was compressed in two types of container which their size was 4 kg and 15 kg. The compression machine can fill the biogas in the amount of 0.2 kg and 0.53 kg for the container 4 and 15 kg, respectively. The analysis result of the biogas component after compressed by the compression system was found that the hydrogen sulfide was decreased by 15.63%. Then motorcycle was modified by installation the biogas mixer and distribution systems in

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

order to utilize biogas as a fuel. The motorcycle was tested by using biogas and gasoline in order to know the engine performance fuel consumption and gas emission. The result showed that the appropriate velocities for minimum fuel consumption of gasoline and biogas were 80 and 60 km/h respectively. The fuel consumption of gasoline and biogas were 0.0112 l/km and 0.0304 kg/km, respectively. More over, it was revealed that the amount of carbon monoxide (CO) and hydrocarbon (HC) emission from the engine when using gasoline was respectively 97.42 % and 31.08 % lower than that of biogas. For carbon dioxide (CO₂) emission, it was found that the CO₂ from using biogas was higher than that of gasoline about 35.51 %. This is because CO₂ is a composition of biogas. Furthermore, it was found that using biogas can save energy cost 3.06 baht/km more than that of gasoline. If the motorcycle is run about 50 km/day and the cost for motorcycle modification is 21,000 baht, the pay back period will be 2.5 years.

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ การอัดก๊าซชีวภาพ รถจักรยานยนต์

Key Words : Biogas, Biogas compression, Motorcycle

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย กำลังประสบกับปัญหาทางด้านพลังงาน ซึ่งเป็นเหตุมาจากความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพลังงานที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะได้มาจากพลังงานฟอสซิล ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ตลอดจนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจะทำให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อนตามมาอีกด้วย ดังนั้นทั่วโลกจึงพยายามหาแนวทางในการช่วยกันแก้ไขปัญหาดังกล่าว และหนึ่งในทางเลือกในการแก้ไขปัญหา คือ การพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่หรือพลังงานทดแทนที่สะอาดให้มากขึ้น

สำหรับประเทศไทยได้มีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตพลังงานจากชีวมวล แสงอาทิตย์ พลังงานลมและแหล่งน้ำ โดยเฉพาะการผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งที่มีศักยภาพสูง และมีการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งประเทศไทยมีการผลิตและนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนแล้วในหลายภาคส่วน เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ และขยะสดจากครัวเรือน เป็นต้น แต่ยังมี

พบว่าก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้บางส่วนนั้นมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่คุ้มค่าหรือมีการเผาทิ้งเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่มีการสร้างระบบหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้ในครัวเรือน แต่เนื่องด้วยในหนึ่งวันสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากกว่าปริมาณความต้องการที่ใช้ ดังนั้นก๊าซที่เหลือใช้จึงถูกเผาทิ้งและปล่อยออกสู่บรรยากาศซึ่งนับว่าเป็นการใช้พลังงานที่ไม่คุ้มค่าและยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นของปริมาณก๊าซชีวภาพที่ถูกปล่อยทิ้งของฟาร์มสุกรขนาดเล็กพบว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานเพิ่มเติมได้อีกเป็นจำนวนมาก

การนำก๊าซชีวภาพมาใช้นั้นจะมีอยู่ 2 ภาพแบบ คือ (1) การอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังเพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้งานและ (2) การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานโดยตรงทั้งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและผลิตความร้อน โดยในการศึกษานี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในรถจักรยานยนต์ ซึ่งต้องมีระบบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุก๊าซชีวภาพและมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซชีวภาพ โดยจะดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก๊าซ

ชีวภาพและบรรจุก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับใช้ในรถจักรยานยนต์ รวมไปถึงการดัดแปลงเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ให้ใช้กับก๊าซชีวภาพได้ ตลอดจนศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถจักรยานยนต์ด้วย โดยผลที่คาดว่าจะได้รับคือแนวทางที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ และได้ต้นแบบการนำก๊าซชีวภาพมาใช้งานในรถจักรยานยนต์ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของผู้ผลิตก๊าซชีวภาพ ตลอดจนยังช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศและเป็นการส่งเสริมนโยบายการใช้พลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงทางด้านพลังงานภายในประเทศต่อไป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การคำนวณหากล้างของเครื่องอัด

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องอัดก๊าซชีวภาพแบบลูกสูบโดยดัดแปลงมาจากเครื่องอัดอากาศ โดยสามารถทำการคำนวณหากล้างของเครื่องอัด ($\dot{W}$) ได้จากสมการ

$$\dot{W} = \dot{m} C_p (T_2 - T_1) \quad (1)$$

โดยที่

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลเชิงมวล หน่วยเป็น $kg \cdot s^{-1}$

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ ของก๊าซชีวภาพกรณีความดันคงที่ หน่วยเป็น $kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ K^{-1}$

T_2 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพด้านอัด หน่วยเป็น $^{\circ}K$

T_1 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพด้านดูด หน่วยเป็น $^{\circ}K$

2. อัตราการไหลเชิงมวล

เพื่อให้สามารถคำนวณหากล้างของเครื่องอัดได้จะต้องคำนวณหาอัตราการไหลเชิงมวล ($\dot{m}$) ก่อนซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$\dot{m} = f_c \frac{P_2}{RT_2} (V_2 - V_3) \quad (2)$$

โดยที่

f_c คือ ความถี่ในการหมุนของเครื่องอัดซึ่งหาได้จาก $f_c = \frac{N}{60}$ กรณีนี้เครื่องอัดมีความเร็วรอบ 1,500 rpm ดังนั้น $f_c = \frac{1,500}{60} = 25rpm$

P_2 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพหลังการอัด หน่วยเป็น Pa

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ หน่วยเป็น $kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ K^{-1}$

V_2 คือ ปริมาตรของกระบอกสูบเมื่อลูกสูบอัดก๊าซชีวภาพถึงจุด P_2 หน่วยเป็น m^3

V_3 คือ ปริมาตรของกระบอกสูบเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นมาถึงจุดศูนย์ตายบนหน่วยเป็น m^3 (ดูภาพที่ 1)

3. การหาอุณหภูมิก๊าซชีวภาพภายหลังการอัดก๊าซ

ในการอัดก๊าซชีวภาพอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพที่ถูกอัดจะมีค่าสูงขึ้น โดยสามารถคำนวณหาอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพภายหลังการอัด (T_2) ได้จาก

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (3)$$

โดยที่

P_1 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพก่อนการอัด หน่วยเป็น Pa

n คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1.20

4. การคำนวณสมรรถนะของเครื่องอัด

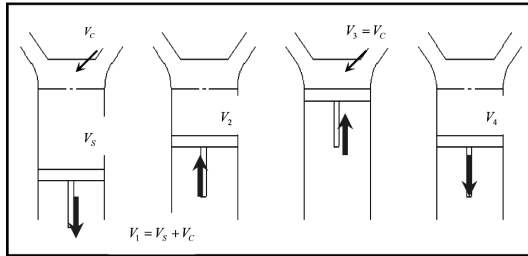
สมรรถนะของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ (η_v) หาได้จาก

$$\eta_v = 1 - CL \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \quad (4)$$

โดยที่

CL คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรเพื่อในกระบอกสูบกับปริมาตรทั้งหมดของกระบอกสูบ

n คือ ค่าคงที่ เท่ากับ 1.2



ภาพที่ 1 แผนภาพการทำงานของลูกสูบ

อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์การทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือวัดการใช้กระแสไฟฟ้า เครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า เครื่องชั่งดิจิตอล กระจกบอกตวงน้ำมันเชื้อเพลิง นาฬิกาจับเวลา ถังบรรจุก๊าซที่มีแรงดันสูงสุด 35 บาร์ และระบบเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ โดยระบบเครื่องอัดก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 2 สำหรับจักรยานยนต์ที่ใช้เป็นจักรยานยนต์ยี่ห้อ HONDA รุ่น WAVE ขนาด 110 cc และทำการติดตั้งอุปกรณ์เสริม เช่น หม้อต้มก๊าซชีวภาพ และมิกเซอร์ เป็นต้น

2. วิธีการทดลอง

2.1 การหาสมรรถนะการอัดก๊าซชีวภาพ

ทำการชั่งน้ำหนักของถังบรรจุก๊าซชีวภาพเปล่าแล้วบันทึกค่าจากนั้นติดตั้งถังบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับเครื่องอัดก๊าซชีวภาพแล้วเริ่มเปิดเครื่องอัดและทำการจับเวลา ทำการบันทึกเวลาและค่าการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์รวมทั้งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 6 ครั้งคือ เมื่อความดันถึง 5,10,12,13,14 และ 15 บาร์ จากนั้นปิดเครื่องอัดก๊าซชีวภาพพร้อมกับปิดวาล์วที่ถังบรรจุก๊าซชีวภาพ นำถังก๊าซชีวภาพที่ทำการอัดก๊าซชีวภาพแล้วไปชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลน้ำหนักก๊าซชีวภาพที่อัดได้

2.2 การหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์

งานวิจัยนี้จะทำการหาอัตราการใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด คือน้ำมันแก๊สโซลีน และก๊าซชีวภาพ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกันเพื่อวิเคราะห์แนวทางการใช้พลังงาน โดยมีวิธีการหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงดังนี้

1) การหาอัตราการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน

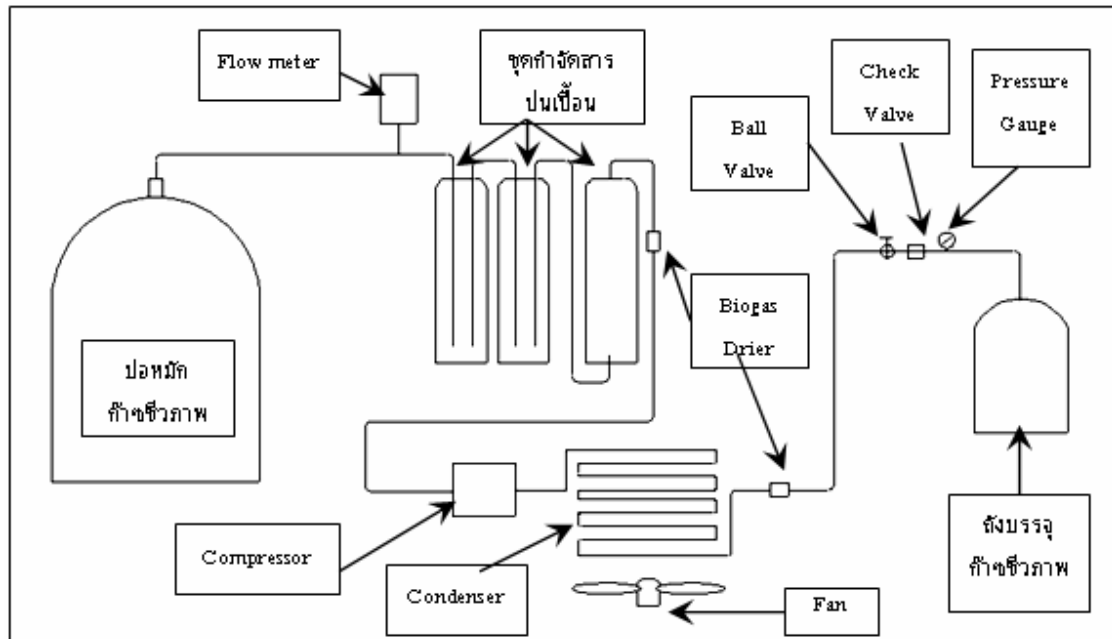
ทำการบรรจุน้ำมันแก๊สโซลีนในกระบอกตวงจากนั้นขับรถจักรยานยนต์เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 20,40,60 และ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยบันทึกเวลาที่ใช้ในการขับและปริมาณของน้ำมันแก๊สโซลีนที่ใช้ไป ทำการทดสอบความเร็วละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

2) การหาอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพ

ทำการชั่งน้ำหนักของถังที่บรรจุก๊าซชีวภาพ จากนั้นขับรถจักรยานยนต์เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 20,40 และ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยบันทึกเวลาที่ใช้ในการขับและชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซชีวภาพหลังการขับเพื่อหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ ทำการทดสอบความเร็วละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

2.3 การหาปริมาณก๊าซไอเสีย

ทำการวัดส่วนประกอบของก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกจากรถจักรยานยนต์ด้วยเครื่องมือวัดไอเสีย ยี่ห้อ Eurogas รุ่น 13AE8020GB โดยติดตั้งเครื่องมือวัดเข้ากับปลายท่อไอเสียจากนั้นทำการเริ่มสตาร์ท เครื่องยนต์ และบันทึกค่าปริมาณก๊าซไอเสียซึ่งสามารถวัดปริมาณก๊าซ CO และ CO_2 ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และก๊าซ HC ซึ่งมีหน่วยเป็น ppm



ภาพที่ 2 แผนภาพลักษณะการทำงานของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

การพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพและการดัดแปลง

รจกรยานยนต์

1. การพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

ในการพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุอาศัยหลักการออกแบบจากความรู้ทางด้านการออกแบบเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะต้องนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในรถจักรยานยนต์ ซึ่งก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบและคุณสมบัติทางด้านกายภาพที่แตกต่างกับอากาศ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธวิธีต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานต่อไป โดยการออกแบบพัฒนาสามารถแยกส่วนประกอบหลักออกเป็น 3 ส่วนซึ่งในแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์ต่อกันดังแสดงตามรายละเอียดต่อไปนี้

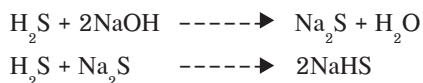
1.1 ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

ในปี ค.ศ.1988 K. von Mitzlaff ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ และกล่าวไว้ว่าเนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักมูลสัตว์มีสารที่เป็นองค์ประกอบคือ ก๊าซมีเทน (60-80%)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (20-40%) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (1%) โดยปริมาตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งของการเกิดก๊าซชีวภาพ จะเห็นได้ว่าก๊าซชีวภาพมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นองค์ประกอบซึ่งก๊าซชนิดนี้เมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศแล้วจะกลายเป็นกรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะหากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน

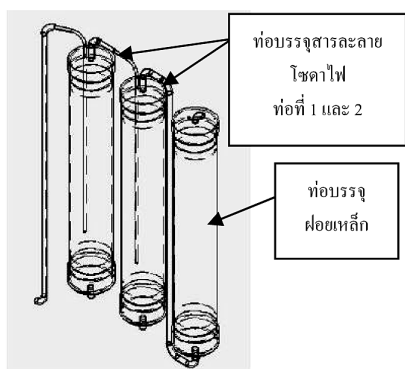
ในปี พ.ศ. 2538 วีระพันธ์ และทรงชัย กล่าวว่า เมื่อต้องการจะนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้ว จะต้องมีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อน

การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (สารละลายโซดาไฟ) ซึ่งเป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับก๊าซที่เป็นกรดได้ง่าย และปฏิกิริยาของก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดดำเนินไปได้เร็วจนเกือบจะเรียกว่าไปได้สมบูรณ์แทบจะไม่มีก๊าซมีฤทธิ์เป็นกรดเหลือติดออกมาสำหรับไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น 2 ขั้นตอน คือ



ในปีพ.ศ. 2551 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ทำการศึกษาพบว่า ฝอยเหล็กซึ่งเป็นเหล็กออกไซด์ทำหน้าที่เป็น Oxidizing agent ซึ่งเมื่อเกิดตะกอนแล้วจะได้ตะกอนของ เพอร์ริสซัลไฟด์ (Ferrous/Ferric sulfides) ซึ่งตะกอนนี้จะสามารถออกซิไดซ์ด้วยอากาศและเกิดเป็นออกไซด์ วนกลับมาใช้ได้

การออกแบบเครื่องกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำโดย ให้ก๊าซชีวภาพไหลผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 ครั้ง จากนั้นต่อท่อให้ก๊าซชีวภาพไหลผ่านฝอยเหล็กด้วยอัตราการไหลเชิงมวล (m) ที่ออกแบบไว้เท่ากับ $1.17 \frac{kg}{s}$ ก่อนที่จะไหลต่อไปยังอุปกรณ์ตกความชื้นเพื่อลดปริมาณของความชื้นในก๊าซชีวภาพก่อนไหลเข้าสู่เครื่องอัดก๊าซชีวภาพ ซึ่งระบบกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ทำการออกแบบเป็นท่อ PVC ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความยาว 80 เซนติเมตร และมีท่อทองแดงขนาด 3/4 นิ้ว เป็นท่อนำก๊าซชีวภาพเข้าไปผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ดังแสดงในภาพที่ 3



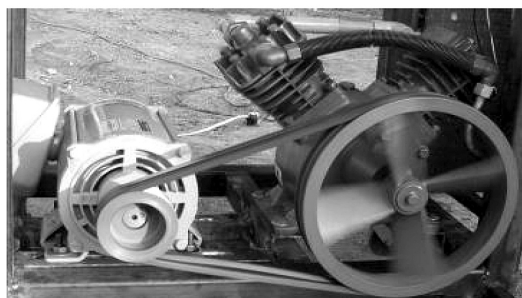
ภาพที่ 3 ชุดกำจัดสารปนเปื้อนของก๊าซชีวภาพ

1.2 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพ

จากการคำนวณกำลังที่ใช้ในการอัดเท่ากับ 1.92 แรงม้าจึงเลือกใช้เครื่องอัดก๊าซชีวภาพแบบลูกสูบโดยดัดแปลงมาจากเครื่องอัดอากาศขนาด 2 แรงม้า ยี่ห้อ PUMA ใช้มอเตอร์ ขนาด 2

แรงม้า แบบ 1 เฟส ยี่ห้อ MITSUBISHI เป็นต้นกำลังดังแสดงในภาพที่ 3

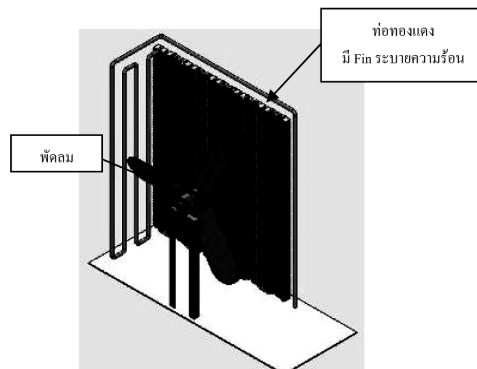
ในปี พ.ศ. 2546 พิชาย ศิริบุตร ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องอัด และพบว่า เครื่องอัดแบบลูกสูบนั้นมีข้อได้เปรียบคือ มีความทนทานสามารถอัดก๊าซได้ที่ความดันสูง (ประมาณ 15 บาร์) แต่มีข้อเสียคือใช้เวลานานในการอัดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอัดชนิดอื่นๆ



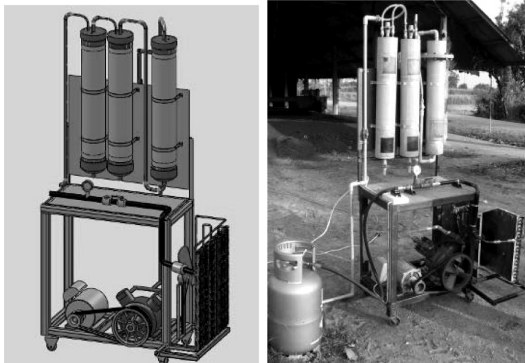
ภาพที่ 4 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพและมอเตอร์ต้นกำลัง

1.3 ชุดหล่อเย็นก๊าซชีวภาพ

เนื่องจากก๊าซชีวภาพหลังจากผ่านเครื่องอัดแล้วจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นโดยจากการคำนวณอุณหภูมิเริ่มต้นของก๊าซชีวภาพเท่ากับ 30°C จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นภายหลังถูกอัดเป็น 172.84°C ซึ่งเป็นผลมาจากก๊าซมีความดันที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีชุดหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพก่อนเข้าสู่ถังบรรจุ โดยระบบหล่อเย็นได้ใช้พัดลม ขนาด 150 วัตต์ ในการระบายความร้อนด้วยอากาศให้แก่ก๊าซชีวภาพที่ไหลอยู่ในท่อทองแดง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ชุดหล่อเย็นก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ 6 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

2. การดัดแปลงรถจักรยานยนต์

เนื่องจากเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนมาใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงแทนได้ โดยเพิ่มอุปกรณ์เสริมและดัดแปลงคาร์บูเรเตอร์ใหม่ดังนี้

2.1 ถังบรรจุก๊าซ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการดัดแปลงถังบรรจุก๊าซ LPG ขนาด 4 กิโลกรัมมาบรรจุก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้ในรถจักรยานยนต์ เพื่อความสะดวกในการบรรทุก โดยถังเปล่ามีน้ำหนักประมาณ 5.80-6.20 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของถัง ดังแสดงในภาพที่ 7

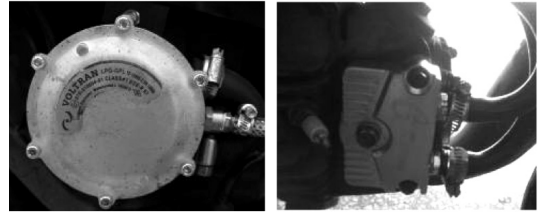


ภาพที่ 7 ลักษณะของถังบรรจุก๊าซชีวภาพ

2.2 หม้อต้มก๊าซชีวภาพ

ก่อนที่จะปล่อยก๊าซชีวภาพเข้าสู่ میکเซอร์ จะต้องทำการเพิ่มอุณหภูมิให้กับก๊าซชีวภาพก่อน เพื่อให้เครื่องยนต์จุดระเบิดได้ง่ายขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้

ทำการต้มน้ำมันเครื่องภายในห้องเครื่องที่มีอุณหภูมิสูง มาแลกเปลี่ยนความร้อนกับก๊าซชีวภาพโดยผ่านหม้อต้มก๊าซชีวภาพ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หม้อต้มและการต้มน้ำมันเครื่องมาอุ่นก๊าซชีวภาพ

2.3 میکเซอร์

микเซอร์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศก่อนเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์ โดยผู้วิจัยได้นำลูมิเนียมมาลึงและดัดแปลงใส่ตัวปรับอากาศเพื่อปรับการไหลเข้าของอากาศให้เหมาะสมกับการเผาไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 มิกเซอร์และการดัดแปลงก่อนปล่อยก๊าซชีวภาพเข้าคาร์บูเรเตอร์



ภาพที่ 10 ต้นแบบรถจักรยานยนต์พลังงานก๊าซชีวภาพ

วิธีการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

1. วิธีการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซชีวภาพก่อนทำการอัด

(2) ติดตั้งถังบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับเครื่องอัดก๊าซ แล้วเปิดวาล์วที่หัวถังบรรจุก๊าซ

(3) เริ่มเดินเครื่องอัดก๊าซชีวภาพพร้อมกับจับเวลา

(4) เมื่อความดันในถังบรรจุ เท่ากับ 15 บาร์ แล้วปิดเครื่องอัดก๊าซ และหยุดเวลา พร้อมกับปิดวาล์วที่หัวถังบรรจุก๊าซ

(5) ชั่งน้ำหนักถังก๊าซชีวภาพที่อัดแล้ว และจดบันทึกน้ำหนัก และเวลาในการอัด เพื่อนำไปคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องอัด

2. วิธีการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแก๊สโซลีนของรถจักรยานยนต์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ทำการเติมน้ำมันแก๊สโซลีนในกระบอกวัดที่ติดตั้งเข้ากับรถจักรยานยนต์แทนถังน้ำมัน

(2) เริ่มทำการวิ่งทดสอบที่ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในเส้นทางราบ และเริ่มจับเวลาในการวิ่งทดสอบ

(3) หยุดรถจักรยานยนต์แล้วจดบันทึกเวลาในการวิ่งทดสอบ และปริมาณน้ำมันแก๊สโซลีนที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

(4) ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

(5) ทำการทดสอบแบบเดียวกันที่ความเร็ว 40, 60 และ 80 กิโลเมตร / ชั่วโมง ตามลำดับ

3. วิธีการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพของรถจักรยานยนต์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ทำการชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซชีวภาพ

(2) ติดตั้งถังบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับรถจักรยานยนต์

(3) เริ่มทำการวิ่งทดสอบที่ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในเส้นทางราบ และเริ่มจับเวลาในการวิ่งทดสอบ

(4) หยุดรถจักรยานยนต์ แล้วชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซชีวภาพหลังการวิ่งทดสอบ เพื่อหาปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ใช้ทำการจดบันทึกค่าและบันทึกเวลาในการวิ่งทดสอบเพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

(5) ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

(6) ทำการทดสอบแบบเดียวกันที่ความเร็ว 40 และ 60 กิโลเมตร / ชั่วโมง ตามลำดับ

ผลการทดสอบ

1. ผลการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ 2 ขนาดคือ ขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ซึ่งผลการทดสอบได้ดังนี้

1.1 อัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 4 กิโลกรัม

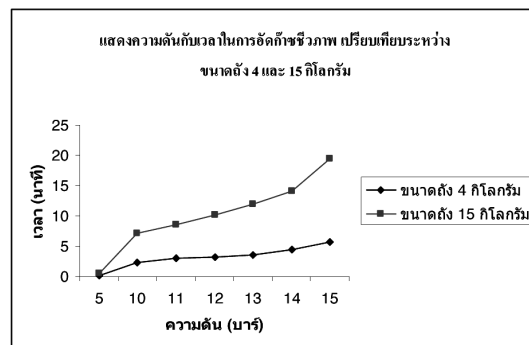
ถังบรรจุขนาด 4 กิโลกรัม สามารถอัดก๊าซชีวภาพได้ที่ความดันสูงสุดคือ 15 บาร์ และได้น้ำหนักของก๊าซชีวภาพเฉลี่ยคือ 0.20 กิโลกรัม โดยใช้เวลาในการอัดเฉลี่ยคือ 344.27 วินาที และใช้กำลังไฟฟ้าในการอัดเฉลี่ยคือ 1.08 กิโลวัตต์

1.2 อัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 15 กิโลกรัม

ถังบรรจุขนาด 15 กิโลกรัม สามารถอัดก๊าซชีวภาพได้ที่ความดันสูงสุดคือ 15 บาร์ และได้น้ำหนักของก๊าซชีวภาพเฉลี่ยคือ 0.53 กิโลกรัม โดยใช้เวลาในการอัดเฉลี่ยคือ 1075.83 วินาที และใช้กำลังไฟฟ้าในการอัดเฉลี่ยคือ 3.46 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถสรุปผลการอัดก๊าซชีวภาพได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 11

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

ขนาดถังบรรจุ (กิโลกรัม)	ความดันสูงสุดที่ทำได้ (บาร์)	ก๊าซชีวภาพที่อัดได้ (กิโลกรัม)	เวลาสูงสุดในการอัด (วินาที)	พลังงานที่ใช้อัด (กิโลวัตต์)
4	15	0.20	344.27	1.08
15	15	0.53	1075.83	3.46



ภาพที่ 11 ความดันกับเวลาในการอัดก๊าซชีวภาพเปรียบเทียบระหว่างถังขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม

2. ผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์

2.1 การใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง

การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถจักรยานยนต์โดยใช้ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง (ราคาลิตรละ 36.60 บาท ณ วันที่ 20 ก.พ. 2553) ได้ทำการทดสอบที่ความเร็วต่างๆทั้งหมด 4 ความเร็ว คือ 20, 40, 60 และ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยทำการทดสอบ 3 ครั้งในแต่ละความเร็วและนำผลมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบคือ รถจักรยานยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแก๊สโซลีนที่ความเร็วข้างต้นคือ 0.0194, 0.0130, 0.0139 และ 0.0112 ลิตร/กิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 12

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลบ.ซม.)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/กิโลเมตร)
20	20.62	191.00	0.0194
40	18.75	130.33	0.0130
60	21.82	94.33	0.0139
80	20.39	83.00	0.0112

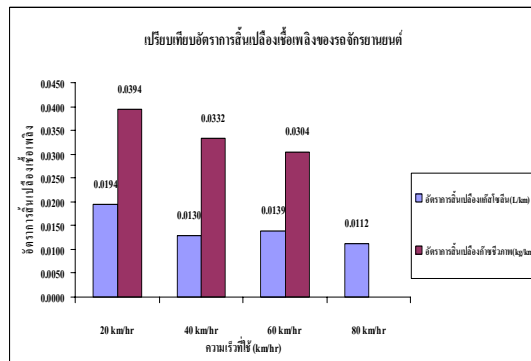
จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าเมื่อทดสอบขับจักรยานยนต์ที่ความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคือ 0.0112 ลิตร /กิโลเมตร

2.2 การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง

การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพของรถจักรยานยนต์ โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ได้ทำการทดสอบที่ความเร็วต่างๆทั้งหมด 3 ความเร็ว คือ 20, 40 และ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยทำการทดสอบ 3 ครั้งในแต่ละความเร็วและนำผลมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบคือ รถจักรยานยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพเท่ากับ 0.0394, 0.0332 และ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าไม่ได้ทำการขับทดสอบที่ความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพราะรถจักรยานยนต์ที่ดัดแปลงใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้ไม่มีกำลังเพียงพอที่จะขับทดสอบที่ความเร็วดังกล่าวได้ และสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังแสดงในตารางที่ 3 และผลการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันดังแสดงในภาพที่ 12

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลือง ก๊าซชีวภาพ

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพ (กิโลกรัม/กิโลเมตร)
20	0.16	731.33	0.0394
40	0.21	569.00	0.0332
60	0.22	434.33	0.0304



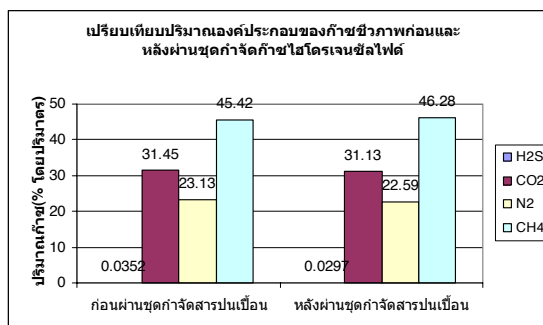
ภาพที่ 12 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างก๊าซชีวภาพกับแก๊สโซลีนที่ความเร็ว 20, 40, และ 60 km/hr

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าเมื่อทดสอบขั้วจักรยานยนต์ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพน้อยที่สุดคือ 0.0304 กิโลกรัม /กิโลเมตร

3. การตรวจวัดองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์และองค์ประกอบของก๊าซไอเสีย

3.1 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์

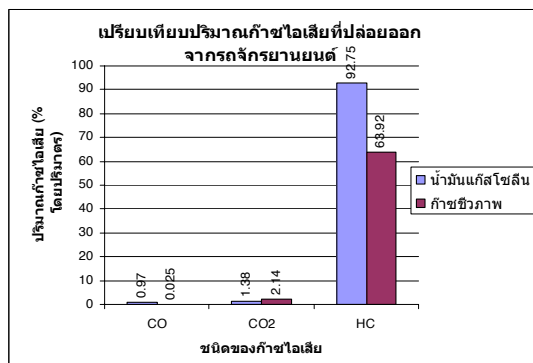
ระบบอัดก๊าซชีวภาพได้ออกแบบให้มีชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่าก๊าซชีวภาพที่ผ่านระบบมีปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลดลงเท่ากับ 15.63% จาก 352 ppm เป็น 297 ppm ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ตรวจพบอยู่ในระดับ 200-400 ppm ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่จะไม่เกิดการผุกร่อนสำหรับเครื่องยนต์ โดยที่ระบบไม่ให้ความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ มากกว่า 1,500 ppm ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางการกำหนดความปลอดภัยของการออกแบบระบบผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน สำหรับองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ สรุปได้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

3.2 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซไอเสียระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับก๊าซชีวภาพ

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์เมื่อพิจารณาปริมาณของก๊าซดังแสดงในภาพที่ 14 จะเห็นว่าปริมาณ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ในไอเสียที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณน้อยกว่าที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตรคิดเป็น 97.42 % และ 31.08 % ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่าที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 35.51% ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณ 30% ในขณะที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นองค์ประกอบ



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกจากรถจักรยานยนต์

ตารางที่ 4 รายละเอียดการใช้พลังงานเปรียบเทียบการใช้ก๊าซชีวภาพและน้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์

ประเภทเชื้อเพลิง	ระยะทางที่วิ่ง	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้	อัตราการใช้เชื้อเพลิง	ค่าความร้อน	คิดเป็น (MJ/km)	ราคาเชื้อเพลิง	ต้นทุนการใช้พลังงาน (บาท/MJ)	ระยะเวลาดิ้นทุน
แก๊สโซลีน	6.58	0.09 ลิตร	0.0139 L/km	47.30 MJ/L	0.46	36.60 บาท/ลิตร	0.77	-
ก๊าซชีวภาพ	6.58	0.20 กิโลกรัม	0.0304 kg/km	19.59 MJ/kg	1.65	5.22 บาท/กิโลกรัม*	0.27	2.5 ปี

หมายเหตุ: * พิจารณาต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพเป็นค่าใช้จ่ายในการอัดลงถัง

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

1. การนำก๊าซชีวภาพไปเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์

จากการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังขนาดบรรจุ 4 กิโลกรัม จำนวน 1 ถัง น้ำหนักก๊าซชีวภาพ 0.2 กิโลกรัม สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ จะสามารถวิ่งได้ระยะทาง 6.58 กิโลเมตร ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร / ชั่วโมง โดยการอัดก๊าซชีวภาพ 1 ครั้งใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1.08 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นเงิน 0.278 บาท (ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.699 บาท) และเมื่อพิจารณาการใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงที่ระยะทาง 6.58 กิโลเมตร และความเร็ว 60 กิโลเมตร / ชั่วโมง เท่ากัน พบว่า จะใช้พลังงาน 0.0915 ลิตร คิดเป็นเงิน 3.348 บาท (ค่าน้ำมันแก๊สโซลีน ราคา 36.60 บาท ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2553 [6]) และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายแล้วจะพบว่า เมื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงจะประหยัดกว่าการใช้แก๊สโซลีน 3.06 บาทต่อการวิ่ง 6.58 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 0.466 บาท/กิโลเมตร ซึ่งต้นทุนในการสร้างเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเท่ากับ 15,000 บาท และต้นทุนการดัดแปลงรถจักรยานยนต์เท่ากับ 6,000 บาท ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งสิ้นคือ 21,000 บาท และหากมีการใช้งานรถจักรยานยนต์เป็นระยะทาง 50 กิโลเมตร/วัน จะมีระยะเวลาดิ้นทุนคือ 2.50 ปี หรือคิดเป็นระยะทางในการขับขี่รถจักรยานยนต์ คือ 45,156.86

กิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4

2. การนำก๊าซชีวภาพไปใช้แทน LPG ในการหุงต้ม

เนื่องจากเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ สามารถอัดก๊าซเข้าถังบรรจุขนาด 15 กิโลกรัม เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในการหุงต้มได้ และเมื่อคิดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอัดก๊าซชีวภาพคือ 15,000 บาท และจากการทดลองนำก๊าซชีวภาพจากการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม จำนวน 1 ถัง น้ำหนักก๊าซชีวภาพ 0.53 กิโลกรัม ซึ่งพลังงานความร้อนคือ 10.38 เมกะจูล/1ถัง โดยคำนวณมาจากค่าความร้อน (Heating value) ของก๊าซชีวภาพ มาคูณกับปริมาณก๊าซชีวภาพในถัง จะได้ออกมาเป็นปริมาณพลังงานความร้อนของก๊าซชีวภาพต่อ 1 ถัง และมีค่าใช้จ่ายในการอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังคือ 3.03 บาท โดยคำนวณมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดก๊าซชีวภาพแต่ละถัง ในขณะที่พลังงานที่ได้จากก๊าซ LPG ที่บรรจุในถังน้ำหนัก 15 กิโลกรัม มีค่าความร้อน 696 เมกะจูล/ถัง โดยคำนวณมาจากค่าความร้อน (Heating value) ของก๊าซ LPG มาคูณกับปริมาณก๊าซ LPG ภายในถัง จะได้ออกมาเป็นปริมาณพลังงานความร้อนของก๊าซ LPG ต่อ 1 ถัง และก๊าซ LPG ราคาถึงละ 300 บาท จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การใช้ก๊าซ LPG ขนาด 15 กิโลกรัม 1 ถัง (ราคา 300 บาท) จะเทียบเท่าการใช้ก๊าซชีวภาพที่อัดขนาด 15 กิโลกรัม จำนวน 67 ถัง โดยมีค่าใช้จ่ายรวมในการอัดคิดเป็น

203 บาท ซึ่งเมื่อนำก๊าซชีวภาพที่ผ่านการอัดไปใช้งาน จะสามารถทดแทนการใช้ก๊าซ LPG ได้ 97 บาท และ หากสมมติให้ก๊าซ LPG 1 ถังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการหุงต้มได้ 7 วัน จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.96 ปี

สรุป

จากการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการออกแบบ เครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ โดยใช้มอเตอร์ 2 แรงม้า เป็นต้นกำลังและดัดแปลงเครื่องอัดก๊าซ ชีวภาพมาจากเครื่องอัดอากาศ และมีชุดกำจัดก๊าซ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพก่อนเข้าระบบ จากการ ทดสอบพบว่าสามารถอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 15 บาร์ ได้ปริมาณ ก๊าซชีวภาพ 0.2 และ 0.53 กิโลกรัม ตามลำดับ และ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซ ชีวภาพที่ผ่านเครื่องกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์แล้ว พบว่ามีการลดลงของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 15.63% สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ได้ จากนั้นได้ทำการดัดแปลงรถจักรยานยนต์และทำการ ทดสอบการใช้ก๊าซชีวภาพเปรียบเทียบกับ การใช้ น้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งพบว่าความเร็วที่รถจักรยานยนต์ ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือ ที่ความเร็ว 80 และ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมี อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.0112 ลิตร/ กิโลเมตร และ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ในไอเสียที่ปล่อย ออกมาพบว่าการใช้ชีวภาพมีปริมาณ CO และ HC น้อยกว่าที่ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 97.42% และ 31.08% ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในไอเสียที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่าที่ใช้ น้ำมัน แก๊สโซลีนโดยปริมาตรอยู่ 35.51% ทั้งนี้เนื่องจาก องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพมีปริมาณของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณ 30% ในขณะที่ใน น้ำมันแก๊สโซลีนไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น องค์ประกอบ และเมื่อพิจารณาการนำก๊าซชีวภาพไป ใช้พบว่าการนำก๊าซชีวภาพที่อัดลงถังไปใช้งานในการ เป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์และใช้เป็นเชื้อเพลิง ทดแทน LPG ในการหุงต้ม จะเป็นการทดแทนการใช้

พลังงานจากฟอสซิลได้ โดยมีระยะเวลาคืนทุนในส่วน ของการใช้ในรถจักรยานยนต์และการใช้หุงต้มทดแทน LPG เท่ากับ 2.5 ปี และ 2.96 ปี ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรม เครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัยและบริษัท ศรีวิโรจน์ฟาร์ม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดสอบเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. ศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงาน ในเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด. กรุงเทพฯ: กรม.
- พิชาย ศิริบุตร. 2546. เครื่องอัดชนิดเสียงดังต่ำ. โครงการงานปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์ อดุสสาหกรรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์ อดุสสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- วีระพันธ์ เกียรติภักดิ์และทรงชัย ใจสุข. 2538. การนำ ก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์. [ม.ป.ท.]: โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์ม เลี้ยงสัตว์ BAU (Biogas Advisory Unit).
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551. แนวทาง การกำหนดความปลอดภัยของการออกแบบ ระบบผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].
- สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี. 2010. ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www.eppo.go.th/retail_prices.html
- K. von Mtzallaff. 1988. Engines for biogas, Operation Theory, Modification, Economic Operation”, Friedr. Vieweg and Sohn, Verlagsgesellschaft mbH.