การศึกษาและพัฒนาต้นแบบรถจักรยานยนต์พลังงานก๊าซชีวภาพ

A Study and Development of Biogas Motorcycle Model

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ 08-2745-6090 E-mail: oh_engineer@hotmail.com
รัชพล สันติวรากร
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ 08-19891983 E-mail: ratchaphon@kku.ac.th

Piyapong Singbua
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University
Meaung, Khon Kaen 40002 Thailand Tel: 08-2745-6090 E-mail: oh_engineer@hotmail.com
Ratchaphon Santiwarakorn
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University
Meaung, Khon Kaen 40002 Thailand Tel: 08-19891983 E-mail: ratchaphon@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาออกแบบระบบอัดก๊าซชีวภาพและการศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เมื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ โดยทำการออกแบบชุดอัดก๊าซชีวภาพที่สามารถทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 4 กิโลกรัม ที่ความดันเกจ 15 บาร์ จะได้ปริมาณของก๊าซชีวภาพประมาณ 0.2 กิโลกรัม จากนั้นได้ทำการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ ให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยติดตั้งระบบผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศ เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแก๊สโซลีนมีค่าต่ำสุดคือ 0.0112 ลิตร/กิโลเมตร ที่ความเร็วรอบ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพต่ำสุดคือ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ที่ความเร็วรอบ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงในระยะทางที่เท่ากันจะพบว่าการใช้ก๊าซชีวภาพจะประหยัดกว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 0.465 บาท/กิโลกรัม เมื่อนำระบบอัดก๊าซชีวภาพและดัดแปลงรถจักรยานยนต์มาใช้งานจะพบว่ามีระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี

Abstract

This research was aimed to study and develop biogas compression system and modified motorcycle for using biogas as a fuel. The biogas compression system was designed and tested to compress the biogas in 4 kilograms container. The results showed that the compression machine can compress biogas into the container about 0.2 kilograms at 15 bar of gas pressure. Then the motorcycle was modified by installation the gas mixer for using biogas. The modified motorcycle was tested by using biogas compared with using gasoline. From the testing, it was found that the fuel consumption for using biogas and gasoline was 0.0304 kilogram/kilometer and 0.0112 liter/kilometer, respectively. Furthermore, the comparison of fuel consumption between using biogas and gasoline was studied in the same distance, it was reveal that using biogas can save the energy cost 0.465 baht/kilometer more than that of using gasoline. For using the biogas compression machine and modifying the motorcycle, the payback period was 2.5 years.

คำสำคัญ ก๊าซชีวภาพ,เครื่องอัดก๊าซชีวภาพ,รถจักรยานยนต์
Key word Biogas, Biogas compression machine, Motorcycle

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ประเทศต่าง ๆรวมถึงประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาทางด้านพลังงาน ซึ่งเป็นเหตุมาจากความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพลังงานที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะได้มาจากพลังงานฟอสซิล ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ตลอดจนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจะทำให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อนตามมาอีกด้วย ดังนั้นทั่วโลกจึงพยายามหาแนวทางในการช่วยกันแก้ไข

ปัญหาดังกล่าวและหนึ่งในทางเลือกในการแก้ไขปัญหาคือ การพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่หรือพลังงานทดแทนที่สะอาดให้มากขึ้น

สำหรับประเทศไทยได้มีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นด้วยเช่นกันไม่ว่าจะเป็นการผลิตพลังงานจากชีวมวล แสงอาทิตย์ พลังงานลมและแหล่งน้ำโดยเฉพาะการผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งที่มีศักยภาพสูง และมีการผลิตเป็นจำนวนมากซึ่งประเทศไทยมีการผลิตและนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนแล้วในหลายภาคส่วน เช่น ผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ และขยะสดจากครัวเรือน เป็นต้น แต่ยังพบว่าก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้บางส่วนนั้นมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่คุ้มค่าหรือมีการเผาทิ้งเป็นจำนวนมากตัวอย่างเช่น ฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่มีการสร้างระบบหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้ในครัวเรือน แต่เนื่องด้วยในหนึ่งวันสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากกว่าปริมาณความต้องการที่ใช้ ดังนั้นก๊าซที่เหลือใช้จึงถูกเผาทิ้งและปล่อยออกสู่บรรยากาศซึ่งนับว่าเป็นการใช้พลังงานที่ไม่คุ้มค่าและยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นของปริมาณก๊าซชีวภาพที่ถูกปล่อยทิ้งของฟาร์มสุกรขนาดเล็กพบว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานเพิ่มเติมได้อีก

การนำก๊าซชีวภาพมาใช้นั้นจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ (1) การอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังเพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้งานและ (2) การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานโดยตรงทั้งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและผลิตความร้อน โดยในการศึกษานี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในรถจักรยานยนต์ ซึ่งต้องมีระบบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุก๊าซชีวภาพและมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซชีวภาพ โดยจะดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพและบรรจุก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับใช้ในรถจักรยานยนต์ รวมไปถึงการดัดแปลงเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ให้ใช้กับก๊าซชีวภาพได้ ตลอดจนศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถจักรยานยนต์ด้วย โดยผลที่คาดว่าจะได้รับคือ แนวทางที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ และได้ต้นแบบการนำก๊าซชีวภาพมาใช้งานในรถจักรยานยนต์ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของผู้ผลิตก๊าซชีวภาพตลอดจนยังช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศและเป็นการส่งเสริมนโยบายการใช้พลังงานทดแทนเพื่อความมั่นคงทางด้านพลังงานภายในประเทศต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราการไหลเชิงมวล

จากสมการก๊าซในอุดมคติ มวลของก๊าซที่บรรจุในกระบอกสูบทางด้านดูด (Suction volume) คือ $V_1 - V_4$ หรือมวลของก๊าซที่บรรจุในกระบอกสูบด้านอัด (Discharge volume) คือ $V_2 - V_3$ สามารถหาได้จากสมการ [1]

$$m = \frac{P_1(V_1 - V_4)}{RT_1} = \frac{P_2(V_2 - V_3)}{RT_2} \quad (1)$$

โดยที่ m คือ มวลของก๊าซชีวภาพที่บรรจุในกระบอกสูบ หน่วยเป็น Kg

เมื่อพิจารณาอัตราการไหลเชิงมวลจะหาได้จากสมการ

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

เมื่อ f_c คือ ความถี่ในการหมุนของเครื่องอัด ซึ่ง f_c หาได้จาก

$$f_c = \frac{N}{60}$$

กรณีนี้เครื่องอัดมีความเร็วรอบ $1,500rpm$ ดังนั้น

$$f_c = \frac{1,500}{60} = 25 \ rpm$$

2.2 การคำนวณหากำลังของเครื่องอัด

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องอัดก๊าซชีวภาพแบบลูกสูบโดยดัดแปลงมาจากเครื่องอัดอากาศ โดยสามารถทำการคำนวณหากำลังที่ต้องใช้ $(\dot{W})$ ได้จากสมการ [1]

$$\dot{W} = \dot{m}C_p(T_2 - T_1) \quad (3)$$

โดยที่ $\dot{m}$ คือ อัตราการไหลเชิงมวล หน่วยเป็น Kg/s

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะกรณีความดันคงที่ของก๊าซชีวภาพ หน่วยเป็น

T_2 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพหลังการอัด หน่วยเป็น K

T_1 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพก่อนการอัด หน่วยเป็น K

2.3 สมการการหาอุณหภูมิก๊าซชีวภาพหลังการอัด

จากสมการของก๊าซอุดมคติ [1]

$$PV = mRT \quad (4)$$

จะได้ว่า $$T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (5)$$

โดยที่ T_2 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพหลังการอัด หน่วยเป็น K

T_1 คือ อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพก่อนการอัด หน่วยเป็น K

P_2 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพหลังการอัด หน่วยเป็น bar

P_1 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพก่อนการอัด หน่วยเป็น bar

n คือ ค่าคงที่ เท่ากับ 1.2

2.4 การคำนวณสมรรถนะของเครื่องอัด

การหาสมรรถนะของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ (η_v) หาได้จาก [1]

$$\eta_v = 1 - CL\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right] \quad (6)$$

โดยที่ η_v คือ สมรรถนะการอัด หน่วยเป็น %

CL คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรเผื่อในกระบอกสูบกับปริมาตรทั้งหมดของกระบอกสูบ

P_1 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพด้านดูด หน่วยเป็น bar

P_2 คือ ความดันของก๊าซชีวภาพด้านอัด หน่วยเป็น bar

n คือ ค่าคงที่ เท่ากับ 1.2

3. การพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุและการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ให้ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้

3.1 การพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

ในการพัฒนาเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุอาศัยหลักการออกแบบจากความรู้ทางด้านการออกแบบเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะต้องนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบและคุณสมบัติทางด้านกายภาพที่แตกต่างกับอากาศ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์ต่าง ๆเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ต่อไป โดยการออกแบบและพัฒนาสามารถแยกส่วนประกอบหลักออกเป็น 3 ส่วนซึ่งในแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์ต่อกันดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ชุดกำจัดสารปนเปื้อนในก๊าซชีวภาพ

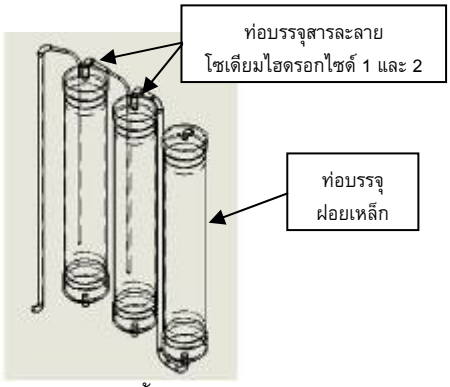
เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักมูลสัตว์มีสารที่เป็นองค์ประกอบคือ ก๊าซมีเทน (60-80%) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ (20-40%) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (1%) โดยปริมาตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งของการเกิดก๊าซชีวภาพ จะเห็นได้ว่าก๊าซชีวภาพมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นองค์ประกอบซึ่งก๊าซชนิดนี้เมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศแล้วจะกลายเป็นกรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะหากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน [2] ดังนั้นเมื่อต้องการจะนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้ว จะต้องมีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อน [3] การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (สารละลายโซดาไฟ) ซึ่งเป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับก๊าซที่เป็นกรดได้ง่าย และปฏิกิริยาของก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดดำเนินไปได้เร็วจนเกือบจะเรียกว่าไปได้สมบูรณ์แทบจะไม่มีก๊าซกรดเหลือติดออกมา สำหรับไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น 2 ขั้น คือ

$$H_2S + 2NaOH \dashrightarrow Na_2S + H_2O$$

$$H_2S + Na_2S \dashrightarrow 2NaHS$$

นอกจากนั้นยังใช้ฝอยเหล็กซึ่งเป็นเหล็กออกไซด์ทำหน้าที่เป็น Oxidizing agent ซึ่งเมื่อเกิดตะกอนแล้วจะได้ตะกอนของ Ferrous/Ferric sulfides โดยมีเงื่อนไข คือ มีความชื้นที่เหมาะสม อุณหภูมิมากกว่า $12\,^{\circ}C$ เหล็กซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นสามารถออกซิไดซ์ด้วยอากาศเกิดเป็นเหล็กออกไซด์วนกลับมาใช้ได้อีก [4]

การออกแบบพัฒนาเครื่องกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำโดย ให้ก๊าซชีวภาพไหลผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 ครั้ง จากนั้นต่อท่อให้ก๊าซชีวภาพไหลผ่านฝอยเหล็กก่อนที่จะไหลไปยังตัวดักความชื้นเพื่อลดปริมาณของความชื้นในก๊าซชีวภาพก่อนไหลเข้าสู่เข้าเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ โดยทำการออกแบบเป็นท่อ PVC ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความยาว 80 เซนติเมตร และมีท่อทองแดงขนาด 3/4 นิ้ว เป็นท่อนำก๊าซชีวภาพเข้าไปผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชุดกำจัดสารปนเปื้อนของก๊าซชีวภาพ

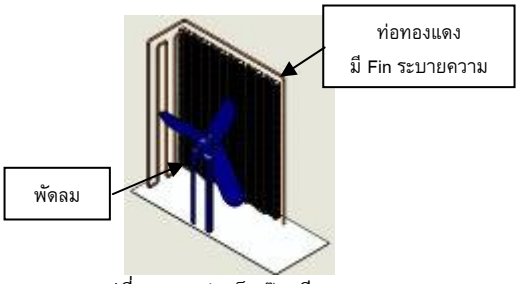
3.1.2 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพ

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องอัดก๊าซชีวภาพแบบลูกสูบโดยดัดแปลงมาจากเครื่องอัดอากาศ โดยทำการคำนวณหากำลังที่จะต้องใช้ของเครื่องอัด จากสมการที่ (3) ซึ่งได้ กำลังเท่ากับ 714.95 วัตต์ และคิดเป็น 0.958 แรงม้า โดยได้กำหนดค่าความปลอดภัย (Safety factor) เท่ากับ 2 ดังนั้นแรงม้าที่ได้จากการคำนวณจึงเท่ากับ 1.916 แรงม้า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเลือกขนาดของเครื่องอัดและขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังคือ เลือกเครื่องอัด ขนาด 2 แรงม้า ยี่ห้อ PUMA และมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า 1 เฟส ยี่ห้อ MITSUBISHI ดังแสดงในรูปที่ 2 เนื่องจากเครื่องอัดแบบลูกสูบนั้นมีข้อได้เปรียบคือ มีความทนทานสามารถอัดก๊าซได้ที่ความดันสูง (ประมาณ 15 บาร์) แต่มีข้อเสียคือใช้เวลานานในการอัดเมื่อเปรียบเทียบกับหัวอัดชนิดอื่นๆ [1]

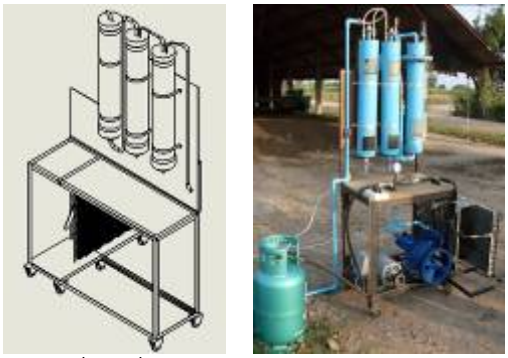
รูปที่ 2 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพและมอเตอร์ต้นกำลัง

3.1.3 ชุดหล่อเย็นก๊าซชีวภาพ

เนื่องจากก๊าซชีวภาพหลังจากผ่านหัวอัดแล้วจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก $303\,^{\circ}K$ เป็น $475.84\,^{\circ}K$ โดยได้จากการคำนวณจากสมการที่ (5) ซึ่งเป็นผลมาจากก๊าซมีความดันที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีชุดหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพก่อนเข้าสู่ถังบรรจุดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดหล่อเย็นก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 4 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

3.2 การดัดแปลงรถจักรยานยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนมาใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงแทนได้ โดยทำการเพิ่มอุปกรณ์เสริมและดัดแปลงคาร์บูเรเตอร์ใหม่ดังนี้

3.2.1 ถังบรรจุก๊าซ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการดัดแปลงถังบรรจุก๊าซ LPG ขนาด 4 กิโลกรัมมาบรรจุก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้ในรถจักรยานยนต์ เพื่อความสะดวกในการบรรทุก โดยถังเปล่ามีน้ำหนักประมาณ 5.80-6.20 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของถัง ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 ลักษณะของถังบรรจุก๊าซชีวภาพ

3.2.2 หม้อต้มก๊าซชีวภาพ

ก่อนที่จะปล่อยก๊าซชีวภาพเข้าสู่มิกเซอร์จะต้องทำการเพิ่มอุณหภูมิให้กับก๊าซชีวภาพก่อน เพื่อให้เครื่องยนต์จุดระเบิดได้ง่ายขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้ทำการดึงน้ำมันเครื่องภายในห้องเครื่องมาผ่านหม้อต้มก๊าซชีวภาพเพื่อให้น้ำมันเครื่องคลายความร้อนให้กับก๊าซชีวภาพ ทำให้อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 หม้อต้มและการดึงน้ำมันเครื่องมาอุ่นก๊าซชีวภาพ

3.2.3 มิกเซอร์ (Gas Mixer)

มิกเซอร์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับก๊าซชีวภาพมาจากหม้อต้มแล้วผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศก่อนเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์ โดยผู้วิจัยได้นำอลูมิเนียมมากลึงและดัดแปลงใส่ตัวปรับอากาศเพื่อปรับการไหลเข้าของอากาศให้เหมาะสมกับการเผาไหม้ ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 มิกเซอร์และการดัดแปลงก่อนปล่อยก๊าซชีวภาพเข้าคาร์บูเรเตอร์

รูปที่ 8 ต้นแบบรถจักรยานยนต์พลังงานก๊าซชีวภาพ

4. อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

4.1 อุปกรณ์การทดลอง

4.1.1 เครื่องอัดก๊าซชีวภาพ

4.1.2 เครื่องมือวัดการใช้กระแสไฟฟ้า

4.1.3 เครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

4.1.4 เครื่องชั่งดิจิตอล

4.1.5 รถจักรยานยนต์ดัดแปลง

4.1.6 กระบอกตวงน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.7 นาฬิกาจับเวลา

4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 การหาสมรรถนะการอัดก๊าซชีวภาพ

ทำการชั่งน้ำหนักของถังบรรจุก๊าซชีวภาพเปล่าแล้วบันทึกค่า จากนั้นติดตั้งถังบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับเครื่องอัดก๊าซชีวภาพแล้วเริ่มเปิดเครื่องอัดและทำการจับเวลา ทำการบันทึกเวลาและค่าการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์รวมทั้งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 6 ครั้งคือ เมื่อความดันถึง 5,10,12,13,14 และ15 บาร์ จากนั้นปิดเครื่องอัดก๊าซชีวภาพพร้อมกับปิดวาล์วที่ถังบรรจุก๊าซชีวภาพ นำถังก๊าซชีวภาพที่ทำการอัดก๊าซชีวภาพแล้วไปชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลน้ำหนักก๊าซชีวภาพที่อัดได้

4.2.2 การหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์

งานวิจัยนี้จะหาอัตราการใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด คือน้ำมันแก๊สโซลีน และก๊าซชีวภาพ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาแนวทางเศรษฐศาสตร์

4.2.2.1 การหาอัตราการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนของรถจักรยานยนต์

ทำการบรรจุน้ำมันแก๊สโซลีนในกระบอกตวงจากนั้นขับรถจักรยานยนต์เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 20,40,60 และ80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยบันทึกเวลาที่ใช้ในการขับขี่และปริมาณของน้ำมันแก๊สโซลีนที่ใช้ไป ทำการทดสอบความเร็วละ 3 รอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ย

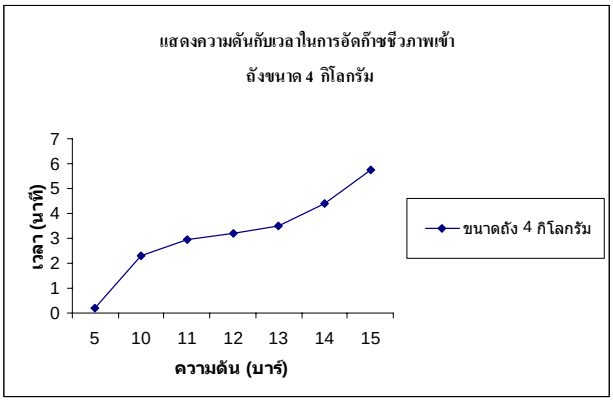
4.2.2.2 การหาอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของรถจักรยานยนต์

ทำการชั่งน้ำหนักของถังที่บรรจุก๊าซชีวภาพ จากนั้นขับรถจักรยานยนต์เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 20,40,60 และ80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยบันทึกเวลาที่ใช้ในการขับขี่และชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซชีวภาพหลังการขับขี่เพื่อหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้

5. ผลการทดสอบ

5.1 ผลการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ ขนาด 4 ซึ่งผลการทดสอบพบว่าถังบรรจุขนาด 4 กิโลกรัม สามารถอัดก๊าซชีวภาพได้ที่ความดันสูงสุดคือ 15 บาร์ และได้น้ำหนักของก๊าซชีวภาพเฉลี่ยคือ 0.20 กิโลกรัม โดยใช้เวลาในการอัดเฉลี่ยคือ 1075.83 วินาที และใช้กำลังไฟฟ้าในการอัดเฉลี่ยคือ 3.46 กิโลวัตต์ ดังแสดงระยะเวลากับความดันที่อัดไว้ในรูปที่ 9 และจากการติดตั้งชุดกำจัดสารปนเปื้อนในก๊าซชีวภาพก่อนที่จะอัดเข้าถัง พบว่าระบบสามารถลดปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จาก 352 ppm เป็น 297 ppm ได้ ซึ่งคิดเป็นปริมาณที่ลดได้ 15.63% โดยปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่วัดได้อยู่ในช่วงของค่าที่จะแนะนำสำหรับการนำไปใช้ในรถจักรยานยนต์ซึ่งระบุไว้ว่าควรมีค่าน้อยกว่า 1,500 ppm [5]



รูปที่ 9 ความดันกับเวลาในการอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังขนาด 4 กิโลกรัม

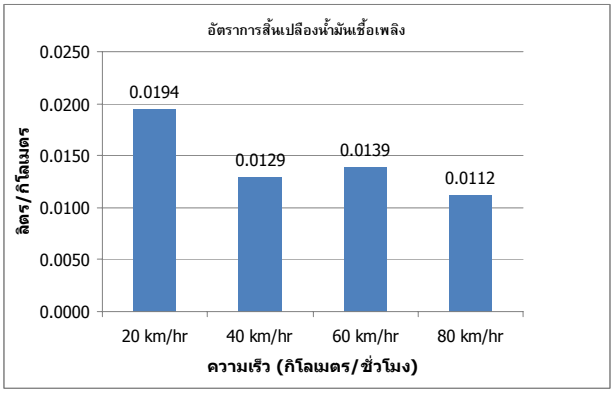
5.2 ผลการทดสอบหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์

5.2.1 การใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง

การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถจักรยานยนต์โดยใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง (ราคาลิตรละ 36.60 บาท ณ วันที่ 19 ก.พ. 2553) ทำการทดสอบที่ความเร็วต่างๆทั้งหมด 4 ความเร็ว คือ 20,40,60 และ80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยทำการทดสอบ 3 ครั้งในแต่ละความเร็วและนำผลมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบดังนี้ รถจักรยานยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแก๊สโซลีนที่ความเร็วข้างต้นคือ 0.0194, 0.0129, 0.0139 และ 0.0112 ลิตร/กิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 10

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลบ.ซม.)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/กิโลเมตร)
20	20.62	191.00	0.0194
40	18.75	130.33	0.0129
60	21.82	94.33	0.0139
80	20.39	83.00	0.0112



รูปที่ 10 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

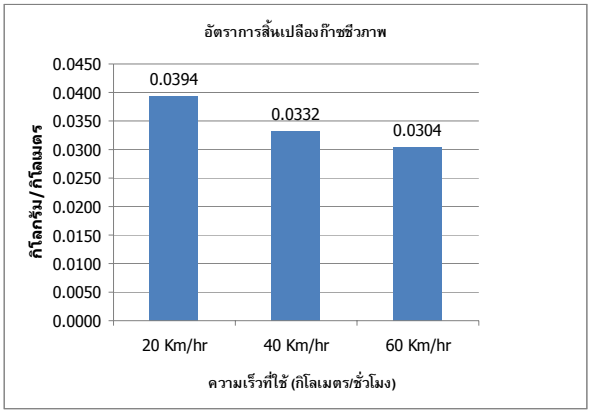
จากผลการทดสอบจะเห็นว่าเมื่อทดสอบขับจักรยานยนต์ที่ความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคือ 0.0112 ลิตร /กิโลเมตร

5.2.2 การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง

การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพของรถจักรยานยนต์ โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ทำการทดสอบที่ความเร็วต่างๆทั้งหมด 3 ความเร็ว คือ 20,40 และ60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยทำการทดสอบ 3 ครั้งในแต่ละความเร็วและนำผลมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบดังนี้ รถจักรยานยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพคือ 0.0394, 0.0332 และ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าไม่ได้ทำการขับทดสอบที่ความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพราะรถจักรยานยนต์ที่ดัดแปลงใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้ไม่มีกำลังพอที่จะขับทดสอบที่ความเร็วดังกล่าว โดยสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 11

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพ

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



รูปที่ 11 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพ

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าเมื่อทดสอบขับจักรยานยนต์ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซชีวภาพน้อยที่สุดคือ 0.0304 กิโลกรัม /กิโลเมตร

6. การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์

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 ใช้เวลา 5.73 นาที คิดเป็นพลังงาน 0.103 กิโลวัตต์ ชั่วโมง หรือคิดเป็นเงิน 0.278 (ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.699 บาท) และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงที่ระยะทาง 6.58 กิโลเมตร และความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง เท่ากัน พบว่า เมื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงจะประหยัดกว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 3.06 บาทต่อการวิ่ง 6.58 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 0.465 บาท/กิโลกรัม (ราคาน้ำมัน แก๊สโซลีน ออคเทน 91 [6]) ซึ่งต้นทุนในการสร้างเครื่องอัดก๊าซชีวภาพคือ 15,000 บาท และต้นทุนการดัดแปลงรถจักรยานยนต์คือ 6,000 บาท ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งสิ้นคือ 21,000 บาท โดยมีการใช้งานรถจักรยานยนต์เป็นระยะทาง 50 กิโลเมตร/วัน จะมีระยะเวลาคืนทุนคือ 2.5 ปี หรือคิดเป็นระยะทางในการขับขี่รถจักรยานยนต์ คือ 45,156.86 กิโลเมตร

7. สรุปผลการศึกษา

จากการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการออกแบบเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุ ซึ่งใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ยี่ห้อ MITSUBISHI และเครื่องอัดก๊าซชีวภาพซึ่งดัดแปลงมาจากเครื่องอัดอากาศ แบบลูกสูบ ยี่ห้อ PUMA และมีชุดกำจัดสารปนเปื้อนในก๊าซชีวภาพก่อนเข้าเครื่องอัด สามารถอัดก๊าซชีวภาพเข้าถังบรรจุขนาด 4 ที่ความดันเกจ 15 บาร์ ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพ 0.2 กิโลกรัม และสามารถนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ได้ และจากการทดสอบการใช้ก๊าซชีวภาพเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน พบว่าความเร็วที่รถจักรยานยนต์ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนและก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือที่ความเร็ว 80 และ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.0112 ลิตร/กิโลเมตร และ 0.0304 กิโลกรัม/กิโลเมตร ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาการใช้ก๊าซชีวภาพในรถจักรยานยนต์แล้วพบว่าหากนำก๊าซชีวภาพมาใช้ทดแทนน้ำมันแก๊สโซลีนจะประหยัดได้ 0.465 บาท/กิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัยและบริษัทศรีวิโรจน์ฟาร์ม จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดสอบเครื่องอัดก๊าซชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. พิชาญ ศิริบุตร **“เครื่องอัดชนิดเสียงดังต่ำ”**, โครงงานปัญหาพิเศษหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, 2546
2. K. von Mitzlaff, **“Engines for biogas”**, Operation Theory, Modification, Econum, Operation”, Friedr. Vieweg & Sohn, Verlagsgesellschaft mbH, 1988.
3. วีระพันธ์ เกียรติภักดีและทรงชัย ใจสุข **“การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์”**, โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ BAU (Biagas Advisory Unit), 2538
4. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน **“ศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานในเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด”,** พฤศจิกายน 2551
5. สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน **“แนวทางการกำหนดความปลอดภัยของการออกแบบระบบผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ”**, กุมภาพันธ์ 2551
6. สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี http://www.eppo.go.th/retail_prices.html ค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2553