การหาค่าอัตราส่วนการอัดและวิธีการจุดระเบิดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลบริสุทธิ์ต่ำเป็นเชื้อเพลิง

Appropriated Operating Condition and Ignition Method for Engine Fueled with 95% Hydrate Ethanol

ไกรวุฒิ แก้วขวัญ และ บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
***ติดต่อ: boonrit.p@en.rmutt.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 02-549-3564**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับการนำเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ (95%) มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาสภาวะและวิธีการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวแปรสำคัญที่สนใจคือค่าอัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องยนต์เพื่อการทดลองรุ่น TD-43 มีความพิเศษกว่าเครื่องยนต์ทั่วๆ ไป คือสามารถปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนการอัดได้และสามารถใช้ได้ทั้งระบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (SI) และจุดระเบิดด้วยการอัด (CI) เป็นเครื่องยนต์สูบเดียว สี่จังหวะ ขนาด 582 cc ดังนั้นการศึกษาเชิงเปรียบเทียบโดยใช้เครื่องยนต์เครื่องเดียวกันจึงทำให้การศึกษามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ผลการศึกษาภายใต้การปรับตั้งองศาการจุดระเบิดที่ดีที่สุดพบว่าค่าอัตราส่วนการอัดแปรผันตรงกับประสิทธิภาพเชิงความร้อนของทั้งเครื่องยนต์ระบบ SI (ค่าอัตราส่วนการอัดสูงสุดเท่ากับ 18) และ CI (ค่าอัตราส่วนการอัดสูงสุดเท่ากับ 18) แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ระบบ CI มีค่าประสทธิภาพสูงสุดสูงกว่าเครื่องยนต์ระบบ SI โดยมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับ 15% และ 5% ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการนำเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำมาใช้กับเครื่องยนต์ระบบ CI มีความเหมาะสมกว่าเครื่องยนต์ระบบ SI โดยมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 95 นอกจากนี้ยังพบว่าการนำเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำมาใช้กับเครื่องยนต์ระบบ SI ต้องมีการเปลี่ยนหัวเทียนบ่อยครั้ง

คำหลัก: เอทานอลความบริสุทธิ์ต่ำ, เครื่องยนต์สันดาปภายใน, อัตราส่วนการอัด

Abstract

This research was an experimental investigation on the utilization of hydrate 95%-ethanol as fuel for the internal combustion engine. This study aims at figuring out the appropriate operating condition and ignition method to improve the engine efficiency. The compression ratio was taken into account as the main interesting parameter. The special type of experimental engine, TD-43 model, was used in this study. It is a special type due to the compression ratio and ignition system (SI or CI) of this engine can be adjusted easily. This engine is a single cylinder, 4-stroke engine and has 582-cc displacement volume. It can be said that under the same physical property of engine, the parametric and comparative study results will be more reliable. The study results demonstrate that with the optimum adjustment of ignition timing, the thermal efficiency of engine was directly proportion to its compression ratio for both SI (maximum compression ratio of xx) and CI (maximum compression ratio of xx) ignition methods. However; the thermal efficiency of CI method was higher than the SI method

with the maximum value of xx% and xx%, respectively. It can be concluded that using CI method is more suitable for hydrate 95%-ethanol as fuel, compared to SI method. In addition, under SI method for hydrate 95%-ethanol as fuel, the spark plug has to be often replaced.
Keywords: Hydrous 95%-ethanol, Internal combustion engine, Compression ratio.

1. บทนำ

ปัจจุบันแหล่งพลังงานหลักที่ถูกนำมาใช้ทั้งในภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรมคือน้ำมันดิบซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ที่นำมาผ่านกระบวนการทางปิโตรปิโตรเคมีเพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับเครื่องยนต์หรือกระบวนการเผาไหม้แต่ละรูปแบบ ซึ่งแหล่งพลังงานที่ว่านี้กำลังมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วและอาจหมดไปได้ในอนาคตอันใกล้นี้ [1] ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทั่วโลกจึงได้พยายามที่จะหาแหล่งพลังงานอื่นๆ มาทดแทน เช่น พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไฮโดรเจน เป็นต้น โดยที่พลังงานทดแทนนี้ผลิตมาจากพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล และพลังงานน้ำ เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันนี้แม้ว่าแหล่งพลังงานเหล่านี้สามารถนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการการพลังงานจากน้ำมัน แต่ยังมีแหล่งพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันได้โดยตรงและเป็นพลังงานหมุนเวียนด้วย นั่นคือพลังงานจากเอทานอล ซึ่งผลิตได้จากพืชชีวมวลที่มีแป้งหรือน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเอทานอล (ethanol) ที่มีความบริสุทธิ์สูง (มากกว่า 99.5% โดยน้ำหนัก) มาผสมกันน้ำมันเบนซิน (gasoline) ในอัตราส่วนมากกว่าร้อยละ 10 เรียกว่า น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (gasohol) ซึ่งการใช้เอทานอลเป็นแหล่งพลังงานทดแทนนั้นไม่เพียงแต่ช่วยแก้ปัญหาด้านวิกฤตการณ์พลังงานแต่ยังช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาโลกร้อนได้อีกด้วย เนื่องจากเอทานอลเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตได้จากพืช ซึ่งมีวงจรการเปลี่ยนรูปพลังงานที่เป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutral cycle)

สำหรับความต้องการการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทยมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง [2] ในขณะที่ปริมาณน้ำมันดิบที่ขุดเจาะได้มีแนวโน้มลดลง [3] จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเร่งหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน นอกจากนี้เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสม เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่เราสามารถผลิตใช้เองได้ จึงมีความเป็นไปได้ว่า ในอนาคตอันใกล้นี้ จะมีการนำเอทานอลมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงโดยไม่ต้องผสมกับน้ำมันเบนซิน

ปัจจุบันเอทานอลที่ผลิตได้ได้ประเทศเป็นเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูง มีต้นทุนการผลิตสูง และส่วนใหญ่นำไปผลิตเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ แต่เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ได้ทั้งในเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (SI: Spark Ignition) และจุดระเบิดด้วยการอัด (CI: Compression Ignition) ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเราทราบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ทั้งสองแบบนั้นแปรผันตรงกับค่าอัตราส่วนการอัด และหากพิจารณาที่ค่าอัตราส่วนการอัดที่เท่ากันจะพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ SI จะมีค่าสูงกว่า CI ซึ่งในทางปฏิบัติค่านี้จะถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินจะไม่สามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดให้สูงกว่าที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปได้ (ประมาณ 8-12) เนื่องจากจะทำเกิดอาการเครื่องยนต์น๊อค (knocking) จึงเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ SI ให้สูงกว่า CI ได้

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับการนำเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ (95%) ซึ่งเป็นเอทานอลราคาถูกที่สามารถผลิตได้โดยใช้หอกลั่นอย่างง่าย มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งสมมุติฐานการทดลองที่คาดว่าคุณสมบัติการจุดติดไฟที่สูงกว่าของเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำนั้นจะสามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดให้สูงขึ้นได้และจะส่งผลให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นได้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาสภาวะและวิธีการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวแปรต้นที่สำคัญคือค่าอัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ นอกจากนี้เพื่อความน่าเชื่อถือของการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างการจุดระเบิดด้วยประกายไฟและจุดระเบิดด้วยการอัด ซึ่งจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาวะและคุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องยนต์ให้คงที่ เครื่องยนต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องยนต์เพื่อการทดลองรุ่น TD-43 มีความพิเศษกว่าเครื่องยนต์ทั่วๆ ไป คือสามารถ

ปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนการอัดได้โดยอิสระและสามารถใช้ได้ทั้งระบบ SI และ CI โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์

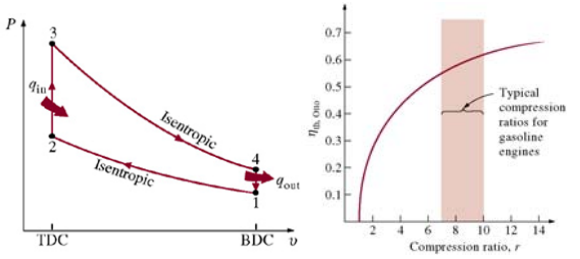
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรทางทฤษฎี

วัฏจักรออตโต (Otto cycle) และวัฏจักรดีเซล (Diesel cycle) เป็นวัฏจักรกำลัง (Power cycle) ทางทฤษฎีของเครื่องยนต์ SI หรือเครื่องยนต์เบนซิน (Gasoline) และเครื่องยนต์ CI หรือเครื่องยนต์ดีเซล ตามลำดับ โดยมีแผนภาพการทำงานดังรูปที่ 1 และ 2

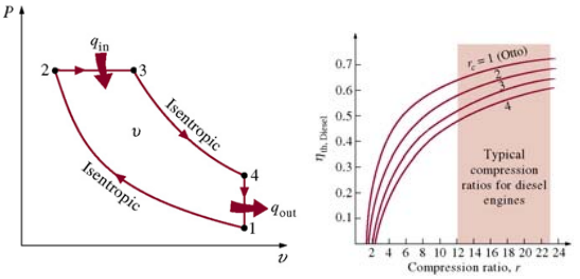
ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรกำลังทางทฤษฎี คือ อัตราส่วนระหว่างงานสุทธิที่ผลิตได้จากเครื่องยนต์ความร้อน (w_{net}) ต่อพลังงานความร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องยนต์ (q_{in}) ดังสมการที่ 1

$$\eta_{th,Otto} = \frac{w_{net}}{q_{in}} \quad (1)$$



(ก) (ข)

รูปที่ 1 แผนภาพ p-v และประสิทธิภาพเชิงความร้อนทางทฤษฎีของวัฏจักร Otto



(ก) (ข)

รูปที่ 2 แผนภาพ p-v และประสิทธิภาพเชิงความร้อนทางทฤษฎีของวัฏจักร Diesel

เมื่อพิจารณาสมการที่ (1) และใช้ความสัมพันธ์ของกระบวนการไอเซนโทรปิกของแก๊สอุดมคติ (Isentropic process of ideal-gas) จะสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนทางทฤษฎีของวัฏจักร**ออตโตและดีเซลได้ดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ**

$$\eta_{th,Otto} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \quad (2)$$

$$\eta_{th,Diesel} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}}\left[\frac{r_c^k - 1}{k(r_c - 1)}\right] \quad (3)$$

เมื่อ

η_{th} = อัตราส่วนการอัด
r = อัตราส่วนการอัด
k = อัตราส่วนความร้อนจำเพาะ
r_c = อัตราส่วนการตัด

จากสมการที่ (2) และ (3) จะเห็นได้ว่า ตัวแปรที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์คือ อัตราส่วนการอัดของทั้งเครื่องยนต์ SI และ CI โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผันตรง ดังแสดงในรูปที่ 1(ข) และ 2(ข) นั่นคือภายใต้สมมุติฐานอากาศมาตรฐาน (Cold-air-standard assumptions) การเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดจะสามารถทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ความร้อนได้ ซึ่งหากพิจารณาจากสมการที่ (2) และ (3) จะเห็นได้ว่า ที่ค่าอัตราส่วนการอัดเดียวกัน ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ SI จะมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ CI

อย่างไรก็ตาม ดังที่ได้กล่าวแล้วในบทนำว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ใช้ จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจริงของเครื่องยนต์ SI ที่ใช้งานจริงอยู่ทั่วไปมีค่าประมาณร้อยละ 25 ถึง 30 เมื่ออัตราส่วนอัดมีค่าประมาณ 8 ถึง 12 ส่วนเครื่องยนต์ CI ที่ใช้งานจริงมีค่าประมาณร้อยละ 35 ถึง 40 เมื่ออัตราส่วนอัดมีค่าประมาณ 12 ถึง 24 ดังนั้นหากแก้ข้อจำกัดด้านเชื้อเพลิงและเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดได้ก็สามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ SI ได้ แต่จะสามารถเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงกว่าค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ CI ได้หรือไม่นั้น ต้องมีการศึกษาทดลองต่อไป

2.2 เอทานอล

เอทานอล หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ คือ แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการนำเอาพืชที่มีแป้งหรือน้ำตาลเป็น

องค์ประกอบมาหมัก โดยใช้เอนไซม์หรือกรดบางชนิดช่วยย่อย แล้วนำมากลั่นเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ มีสูตรเคมีคือ C_2H_5OH มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย มีความไวไฟ และมีค่าออกเทนสูงประมาณ 113 [4] มีมวลโมเลกุล 46.07 kg/kmol ความหนาแน่น 0.789 g/ml ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวประมาณ 114 องศาเซลเซียส จุดเดือด 78.5 องศาเซลเซียส เอทานอล ผลิตได้ทั้งจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี โดยใช้เอทิลีนเป็นวัตถุดิบ และกระบวนการทางชีวเคมี โดยใช้พืชผลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีแป้งและน้ำตาลสูงเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมและมีวัตถุดิบที่สามารถเลือกใช้ได้หลาก หลายชนิดตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสาปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล สาหร่าย ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีความพยายามพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบที่ มีเซลลูโลสสูง เช่น ฟางข้าว ขี้เลื่อย หญ้า เป็นต้น สำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีคุณสมบัติดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของเอทานอลที่ใช้ในการศึกษานี้

Fuel	Diesel	Gasohol95	Ethanol
Chemical Formula	$C_{14.4}H_{24.9}$	$C_2H_{12}O$+ C_2H_5OH	C_2H_5OH
Specific Gravity	0.845	0.748	0.785
Higher Heating Value (kJ/kg)	46,800	47,300	29,700
Lower Heating Value (kJ/kg)	42,910	43,000	26,900
Heat of Vaporization (kJ/kg)	250	275	840
Research Octane Number	-		107
Motor Octane Number	-		89
Cetane Number	50		-
Stoichiometric A/F ratio	14.4	14.6	9

3. อุปกรณ์การทดลองและการทดสอบสมรรถนะ

3.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์

การทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงโดยเปรียบเทียบกับกรณีใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะพิจารณาจากค่าดังต่อไปนี้

3.1.1 แรงบิด (Torque)

แรงบิด คือ แรงหมุนของเพลาเครื่องยนต์ เป็นแรงที่ใช้เพื่อส่งกำลังของเครื่องยนต์ไปยังLoad ที่ได้รับการติดตั้ง ในส่วนของงานวิจัยนี้จะใช้Load ที่เป็นแรงดันจากน้ำ เพื่อให้อัตราการไหลของน้ำเป็น Load ที่ปล่อยเข้าไปจะหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$T = F \times r \qquad (1)$$

เมื่อ

T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (N.m)

F = แรงที่กระทำ (N)

r = ความยาวแขนที่แรงกระทำ (m)

ในการทดสอบจะใช้อุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบแรงบิดได้โดยตรง Load cell สามารถอ่านค่าได้แม่นยำดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 Load cell

3.1.2 กำลังเบรก (Brake Power)

กำลังเบรก คือ กำลังของเครื่องยนต์ที่วัดได้จากการหมุนของเพลาของเครื่องยนต์ และแป็นกำลังที่นำไปใช้งาน ซึ่งเป็นกำลังที่เหลือจากการเอาชนะความฝืดและแรงเสียดทานต่างๆ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดกกำลังเบรกเรียกว่า เซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ สำหรับกกำลังเบรกสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P_b = \frac{2 \times \pi \times T \times N}{60 \times 1000} \qquad (2)$$

เมื่อ

P_b = กำลังเบรก (kW)

T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (N.m)

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

ในการทดสองจะใช้เซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 เซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ

3.1.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (FuelConsumption)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อเวลา สามารถหาอัตราส่วนกการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\dot{m}_f = \frac{\text{Fuel}}{\text{time}} \quad (3)$$

เมื่อ

$\dot{m}_f$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/hr)

Fuel = ปริมาณของเชื้อเพลิง (kg)

Time = เวลาที่เชื้อเพลิงถูกใช้ไป (hour)

ในการทดสอบจะใช้กระบอกวัดปริมาตร ดังรูปที่ 5 และจับเวลาเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

รูปที่ 5 กระบอกกวัดปริมาตร

3.1.4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific fuel Consumption)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ คือ ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อกำลังเบรกของเครื่องยนต์ หาได้จาก

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P_b} \quad (4)$$

เมื่อ

SFC = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kW.h)

$\dot{m}_f$ = อัตราส่วนสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/h)

Pb = กำลังเบรก (kW)

3.1.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจริง

ประสิทิภาพเชิงความร้อน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานที่เครื่องยนต์ส่งออก กับพลังงานที่เกิดจากการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งคำนวณจาก

$$Thermal\ Efficiency = \frac{3600}{\text{SFC} \times \text{HHV}} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ

Thermal Efficiency = ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (%)

SFC = อัตรากการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kW.h)

HHV = ค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิง (kJ/kg)

3.2 เครื่องยนต์ความร้อนที่ใช้ในการศึกษา

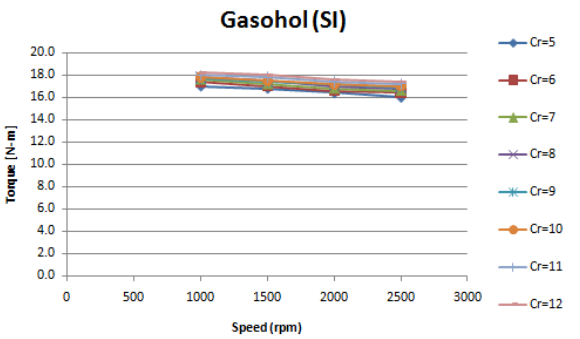
เครื่องยนต์ TD 43 ดังรูปที่ 6 เป็นเครื่องยนต์ที่สามารถเพิ่มกำลังอัดได้และสามารถนำมาทดสอบเชื้อเพลิงได้หลายประเภท ซึ่งจะใช้ได้ทั้งระบบจุดระเบิดด้วยการอัดและจุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยสามารถปรับตั้งค่าอัตราส่วนการอัดได้ตั้งแต่ประมาณ 5 ถึง 25 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ 95 mm ระยะเคลื่อนที่ของลูกสูบ 82 mm ปริมาณของกระบอกสูบ 582 cm^3 ความเร็วรอบ 1000 ถึง 2500 rev/min กำลังสูงสุด 7 kW แรงบิดสูงสุด 50 Nm จังหวะจุดระเบิด 30° BTDC ถึง 10° ATDC (BTDC = Before Top Dead Center ก่อนศูนย์ตายบน, ATDC = After Top Dead Center หลังศูนย์ตายบน)

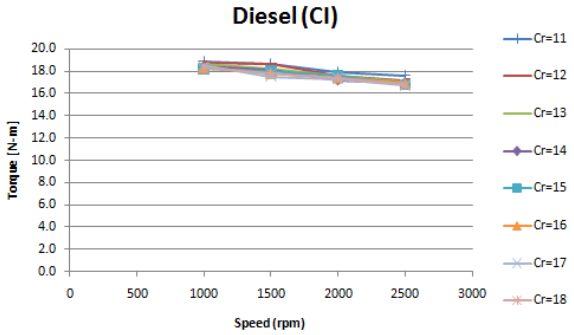
รูปที่ 6 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

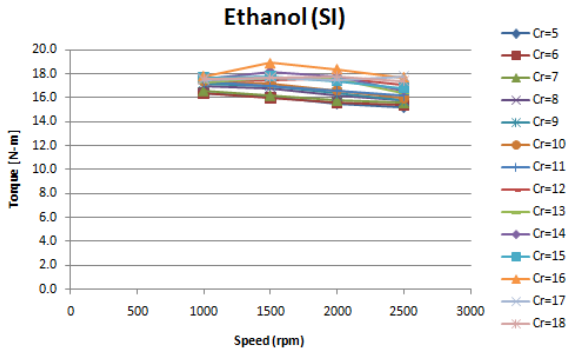
4. ผลการศึกษา

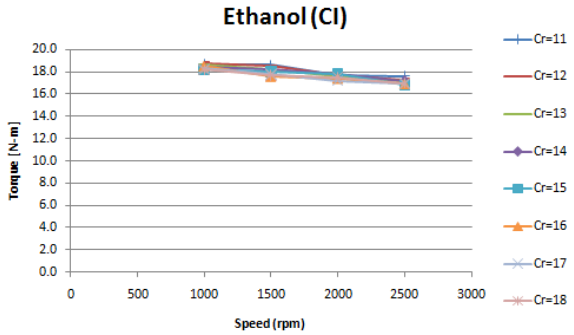
เมื่อทำการทดสอบเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัดและจุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล 95 โดยจะนำเอาเอทานอลมาเป็นตัวเปรียบเทียบกับทั้งสองเชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบ 1000,1500,2000,2500 rpm เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ ในการทดสอบจะทดสอบซ้ำที่เงื่อนไขเดียวกัน 3 ครั้ง โดยค่าเฉลี่ย

รูปที่ 7 แสดงแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล จากผลการทดสอบได้ว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% เปรียบเทียบระหว่างการจุดระเบิดแบบ SI กับ CI จะเห็นว่า SI ให้แรงบิดสูงกว่าจุดระเบิดแบบ CI ประมาณ 15% จะให้ค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 10% และต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ประมาณ 5% ซึ่งถือว่ามีการแตกต่างไม่มากนัก



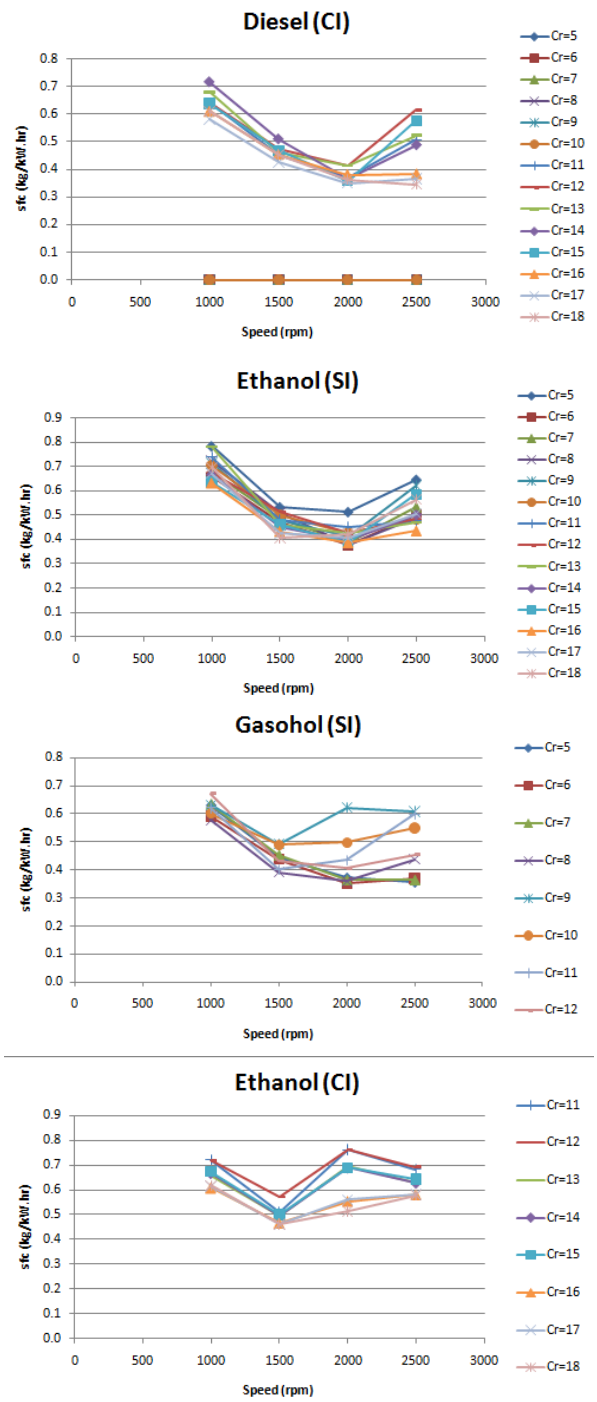






รูปที่ 7 ผลการทดสอบแรงบิดตามเชื้อเพลิงที่กำหนด

รูปที่ 8 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC) ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอธานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอธานอล 95% สำหรับอัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมากกว่า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 68%, 37% และ 19% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากที่เชื้อเพลิงเอธานอล 95% มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ในการเผาไหม้ต้องใช้จำนวนเชื้อเพลิงที่มากกว่าเพื่อให้ได้ค่าพลังงานออกมาที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 8 ผลการทดลองค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

5. สรุปผลการศึกษา

เอทานอล 95% สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ โดยคำนวณจากการทดลองแล้วว่าประสิทธิภาพก็ไม่ต่างจากเชื้อเพลิงทั่วไปที่เราใช้กัน ผลที่ดีในการใช้เอทานอล 95% ในการทดสอบครั้งนี้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของระบบจุดระเบิดด้วยการอัดจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าประมาณ 15% **เนื่องด้วยระบบ SI มีการเปลี่ยนหัวเทียนที่บ่อยครั้งและต้องเพิ่มองศาการจุดระเบิดที่สูงกว่าปกติอีกด้วย จึงทำให้การใช้งานจะยากมากขึ้น**

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทขอความขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและเผยแพร่บทความครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] วิโรจน์ พุทธวิธี. 2553. รู้จักเอทานอล' กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[2] คณะกรรมการพลังงาน. 2545. พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล' กระทรวงพลังงาน.

[3] สิริวุทธิ์ เสียมภักดี. นวัตกรรมพลังงานทดแทนไทย เอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง' สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย.

[4] ธีรภัทร ศรีนรคุตร (2543). เชื้อเพลิงเอธานอลจากวัสดุการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย, *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 3,หน้า 5-8.

[5] ธนวัฒน์ ศรีรักษา. 2552. การปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อใช้เชื้อเพลิงผสมเอทานอล' การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 จังหวัดเชียงใหม่.

[6] U.S. Department of Energy, (1999). Guidebook for Handling, Storing and Dispensing Fuel Ethanol, *Center for Transportation Research*, Chicago, pp. 11-13.

[7] Brinkman, N.D., (1981). Ethanol Fuel a Single-cylinder Engine Study of Efficiency and Exhaust Emissions, *Paper 810345 presented at the International Congress and Exposition*, Detroit, Michigan, pp. 191-205.

[8] Juntarakod, P. and Soontornchainacksaeng, T. (2013). A Quasi-Dimensional Combustion Model and Experimental Investigation for Small size Single Cylinder Four Stoke Spark Ignition Engine Using Ethanol and Gasoline Mixture, *The 4th TSME International Conference on Mechanical Engineering*, Pattaya, Chonburi, Thailand.

[9] Can, O., Celikten, I. and Usta, N., (2004). Effects of ethanol addition on performance and emissions of a turbocharged indirect injection Diesel engine running at different injection pressures, *Energy Conversion and Management*, 45, pp. 2429–2440.

[10] Yucesu, H.S., Topgu T., Cinar, C. and Okur M., (2006). Effect of ethanol–gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in different compression ratios, Applied Thermal Engineering, 26, pp. 2272–2278.

[11] Celik, M.B., (2008). Experimental determination of suitable ethanol–gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine, Applied Thermal Engineering, 28, pp. 396–404.

[12] Ko, M., Sekmen, Y., Topgu, T., seyin H. and cesu S.Y., (2009). The effects of ethanol–unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in a spark-ignition engine, Renewable Energy, 34, pp. 2101–2106.

[13] Masumn, B.M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Fattah, I.M.R., Palash, S.M. and Abedin, M.J., (2013). Effect ofethanol–gasoline blend on NOx emission in SIengine, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 24, pp. 209–222.