

AEC-131

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการอัดที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์จุด ระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

Influences of Compression Ratio Variation on the Performance of Spark-ignition Engine Fueled with Ethanol

บุญฤทธิ์ ประสาทแก้ว* และ ประยุทธ์ ดวงคล้าย

ห้องปฏิบัติการการเผาไหม้และพลังงานแสงอาทิตย์ (CASE Lab.)

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

*ติดต่อ: boonrit.p@en.mutt.ac.th โทรศัพท์: 02-5493547, โทรสาร: 02-5493432

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับผลกระทบของการปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนการอัดที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 4 สูบ 4 จังหวะ และใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ดีเซลนำมาดัดแปลงเพื่อให้สามารถปรับอัตราส่วนการอัดให้มีค่าสูงและใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงได้ เครื่องยนต์ถูกทดสอบบนไดนาโมมิเตอร์เพื่อวัดกำลังสูงสุดและอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการอัด 3 ค่า คือ 13:1, 15:1 และ 17:1 ด้วยมุมมองการจุดระเบิด 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดและนมหนูหลัก 60 และ 1.2 mm ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่า ที่แต่ละอัตราส่วนการอัดมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุดเท่ากับ 524 g/kW-h (ที่ 2,400 rpm), 516 g/kW-h (ที่ 2,400 rpm) และ 435 g/kW-h (ที่ 3,000 rpm) ตามลำดับ ในขณะที่ใช้น้ำมันดีเซลซึ่งจุดระเบิดด้วยการอัดเครื่องยนต์นี้มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุดเท่ากับ 422 g/kW-h (ที่ 2,100 rpm) จากผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95 % สามารถให้แรงบิดและกำลังที่ไม่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก และให้ค่าประสิทธิภาพรวมที่ดีกว่าเมื่อใช้อัตราส่วนการอัดสูง เพียงแต่การใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95 % นั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากกว่า เพราะฉะนั้นเชื้อเพลิงเอทานอล 95% สามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟได้ เพียงแต่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้มีอัตราส่วนการอัดไม่ต่ำกว่า 15:1 เท่านั้น

คำหลัก: เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ, อัตราส่วนการอัด, เอทานอล.

Abstract

This paper presents an experimental investigation on the influences of compression ratio (CR) variation on the performance of a SI-engine fueled with hydrate 95%-ethanol. The study is conducted on a 4-stroke, 4-cylinder engine which was modified from the CI-engine. This modification is concerning that we would like to increase the CR value as much as the engine can be run on ethanol. The performance

AEC-131

parameters are evaluated by operating the engine on the dynamometer at four different preset compression ratios of 13:1, 15:1 and 17:1, in order to measure the maximum power and specific fuel consumption (SFC), with firing timing of 15° BTDC. The throat and main jet diameters of carburetor used in this study are 60 and 1.2, respectively. The results show that the minimum SFC of each CR value are 524 g/kW-h (at 2,400 rpm), 516 g/kW-h (at 2,400 rpm) and 435 g/kW-h (at 3,000 rpm), respectively. From the pre-commission-test data using diesel fuel as a CI-engine, the minimum SFC of 422 g/kW-h (at 2,100 rpm) was obtained from this engine. It can be concluded that, compared to the diesel fuel, torque and power were not much different and the moderate higher in thermal efficiency was obtained when using ethanol at higher CR. Therefore, hydrate 95%-ethanol can be used as fuel for SI-engine; however, more obtained SFC should be considered and the CR higher than 15:1 should be provided.

Keywords: Spark ignition engine, Compression ratio, Hydrous ethanol.

1. บทนำ

ปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงแพงเป็นปัญหาสำคัญที่กำลังเผชิญกันอยู่ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเพื่อเป็นเชื้อเพลิงมากกว่า 90% ของปริมาณการใช้น้ำมันในประเทศทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถกำหนดกลไกของราคาน้ำมันได้เอง ต้องปล่อยให้ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันในตลาดโลกซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้ประเทศไทยขาดเสถียรภาพทางด้านพลังงานและด้านเศรษฐกิจที่สำคัญมีการคาดการณ์ว่าปริมาณน้ำมันของโลกอาจถูกใช้หมดไปภายใน 50 ปีข้างหน้า หากยังมีอัตราการใช้น้ำมันในปริมาณสูงเช่นในปัจจุบัน ดังนั้นการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อมาทดแทนการนำเข้าและเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ในอนาคตที่จะถึงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง [1,2]

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงได้มีการศึกษาค้นคว้าและวิจัย เพื่อหาเชื้อเพลิงที่จะมาทดแทนน้ำมันซึ่งเอทานอล (Ethanol) เป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจเป็นอย่างมากในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันแก๊สโซลีนและดีเซล [3-9] โดยผล การศึกษาและการทดลองใช้ที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าการ นำเอาเอทานอลมาใช้ทดแทนน้ำมันเป็นแนวทางแก้ไข ปัญหาที่ดี อีกทั้งยังมีความเป็นไปได้สูงที่จะพัฒนาไปสู่

เชิงพาณิชย์ในอนาคต แต่ในการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่ผ่านมาส่วนมากจะเป็นการนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งเรียกว่าแก๊สโซฮอล (Gasohol) และผสมกับน้ำมันดีเซลซึ่งเรียกว่าดีโซฮอล (Diesohol) ซึ่งสามารถใช้ได้กับรถยนต์โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด แต่ในการนำเอทานอลมาใช้กับเครื่องยนต์โดยไม่มีส่วนผสมยังมีการศึกษาและนำมาใช้จริงน้อยมากโดยเฉพาะเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำที่สามารถผลิตได้จากหอกลิ้นเอทานอลอย่างง่าย

จากการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีจะเห็นว่า หากเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบสูบชัก (Reciprocating Piston Internal Combustion Engine) ระหว่างเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟจุดระเบิดด้วยการอัด เมื่ออัตราส่วนการอัดเท่ากัน จะพบว่า เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า แต่เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับการชิงจุดติดไฟเอง (Auto ignition) ของเชื้อเพลิงดั้งเดิมทำให้ไม่สามารถใช้ค่าอัตราส่วนการอัดสูงได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาค่าอัตราส่วนการอัดที่เหมาะสมสำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำโดยประเมินถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

AEC-131

2. เชื้อเพลิงเอทานอล

เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่สามารถบริโภคได้ มีชื่อทางเคมีคือเอทิล-แอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol, C_2H_5OH) เกิดจากการแปรรูปพืชจำพวกแป้งและน้ำตาลรวมทั้งเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยผ่านกระบวนการหมัก (Fermentation) วัตถุดิบเช่น อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวโพด และมันสำปะหลัง เป็นต้น เอทานอลสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ ซึ่งการนำมาใช้ส่วนมากเป็นแบบที่ผสมกับเชื้อเพลิงเดิม คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลแสดงดังในตารางที่ 1

เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซล ดังนั้นการจะนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้แทนน้ำมันดีเซลนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่แตกต่างเพื่อที่จะให้เครื่องยนต์ทำงานได้เหมาะสม คือ

1. จากสูตรเคมีของเอทานอล C_2H_5OH จะเห็นว่านอกจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนน้ำมันดีเซล แล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxyl - OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็นโพลาร์ (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าน้ำมันดีเซลจึงทำให้อ่านาจในการกักความร้อนสูงกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งจะส่งผลการกักความร้อนต่อขึ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติก ดังนั้นการที่จะนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกักความร้อนในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

2. ค่าความจุพลังงาน (Energy Content) จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลนั้นมีค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ประมาณ 35% ดังนั้นเมื่อใช้เอทานอลแทนน้ำมันดีเซลจะต้องใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่มากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เช่นเดิมและจากการสมดุลสมการทางเคมี เชื้อเพลิงทั้งสองที่การเผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichiometric Combustion) น้ำมันดีเซล จะได้ A/F

ประมาณ 14.4:1 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9:1 เพราะฉะนั้นถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับน้ำมันดีเซล ก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอลกับอากาศที่ได้บางมาก ทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้ช้ามากและทำให้การสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าไปโดยการเพิ่มขนาดของนมหนูหลัก (Main Jet) ในคาร์บูเรเตอร์

3. ค่าความร้อนแฝงของการระเหยตัว (Latent Heat of Vaporization) จากตารางที่ 1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงจะเห็นได้ว่าเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยตัวสูงกว่า น้ำมันดีเซลประมาณ 3.3 เท่า ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลเอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยตัว ในท่อไอดีมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่าซึ่งส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

3.1 เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำอากาศที่ถูกดูดเข้ามาก็คงมีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้ามาได้มากขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้น และให้กำลังของเครื่องยนต์มากขึ้น

3.2 การที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่าทำให้สภาวะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่ำการระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้ยากทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะอากาศเย็น ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ $10^{\circ}C$ และจะมีปัญหาต่อการสตาร์ทในสภาพอากาศเย็นที่อุณหภูมิต่ำประมาณ $4^{\circ}C$

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

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

AEC-131

4. ค่าออกเทน (Octane Number) ซึ่งเป็นตัวเลขที่ใช้คุณสมบัติด้านทานการน็อกของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าออกเทนที่สูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งทำให้สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้ซึ่งจากการศึกษาทดลองใช้ในบราซิล พบว่าในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง สามารถเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์ได้ถึง 18:1 (สำหรับเอทานอล 99.5%) แต่ในการใช้งานจริงจะอยู่ที่ประมาณ 12:1

3. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

การศึกษาใช้เครื่องยนต์ดีเซล NISSAN TD 27 ในการทดสอบโดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 2 การทดสอบจะทำการทดสอบด้วยน้ำมันดีเซลก่อน และทำการตัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมให้เป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิง และใช้หัวเทียนเป็นตัวจุดระเบิด ทำการเปลี่ยนขนาดนมหนูหลักของคาร์บูเรเตอร์ จากเบอร์ 100 เป็น 120 และปรับองศาการจุดระเบิดเป็น 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน สำหรับการทดสอบโดยใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งการเปลี่ยนขนาดของนมหนูหลักและปรับองศาการจุดระเบิด เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง และทดสอบด้วยอัตราส่วนการอัด 3 ค่า คือ 13:1 15:1 และ 17:1



รูปที่ 1 เครื่องยนต์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 2 รายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	รายละเอียดของเครื่องยนต์
แบบ	เครื่องยนต์แบบโอเวอร์เฮดวาล์ว (OHV) 4 สูบ 4 จังหวะ 8 วาล์ว
ขนาดกระบอกสูบ×ระยะชัก	96.0 × 92.0 มม.
ความจุกระบอกสูบ	2663 ซีซี
แรงบิดสูงสุด	18.4 กก.-ม. ที่ 2200 rpm.
กำลังสูงสุด	97 แรงม้า ที่ 4300 rpm.
อัตราส่วนการอัด	21.8 : 1
น้ำมันเชื้อเพลิง	ดีเซล
ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	VE Type Injection pump

เครื่องยนต์ถูกทดสอบโดยใช้ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แบบใช้น้ำในการเบรก (Hydraulic Engine Dynamometer Test Rig) ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีเงื่อนไขการทดสอบคือทดสอบที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 1200 ถึง 3000 rpm ในแบบเร่งเครื่องยนต์เต็มที และปรับเพิ่มภาระเข้าไปเพื่อให้ได้ความเร็วรอบตามที่ต้องการ จึงทำการวัดค่าแรงบิด ความเร็วรอบ กำลังและความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

4. ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

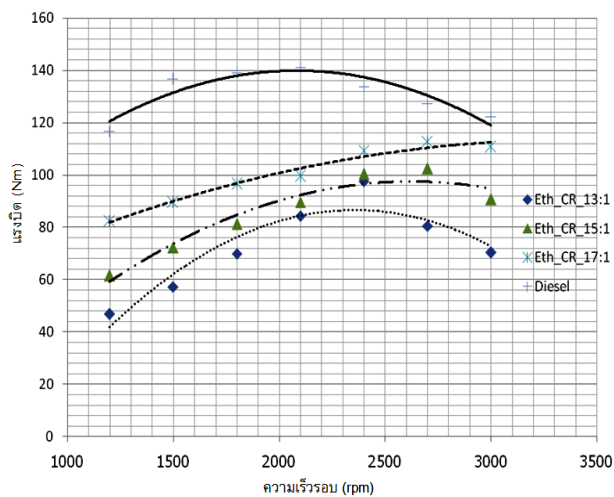
ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนการอัดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล แสดงได้ดังรูปที่ 2 ถึง 6

รูปที่ 2 และ 3 แสดงแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล จากผลการทดสอบได้ว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% จะให้ค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ สำหรับอัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 ต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 44 % 34 % และ 23 % ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีผลแตกต่างไม่มากนัก สำหรับอัตราส่วนการอัดที่สูง

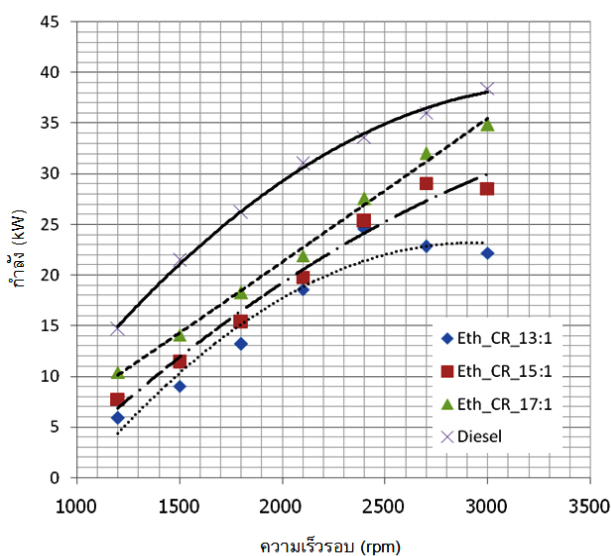
รูปที่ 4 แสดงค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC) ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% สำหรับ

AEC-131

อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมากกว่า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 68% 37% และ 19% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากที่เชื้อเพลิงเอทานอล 95% มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ในการเผาไหม้ต้องใช้จำนวนเชื้อเพลิงที่มากกว่าเพื่อให้ได้ค่าพลังงานออกมาที่ใกล้เคียงกัน

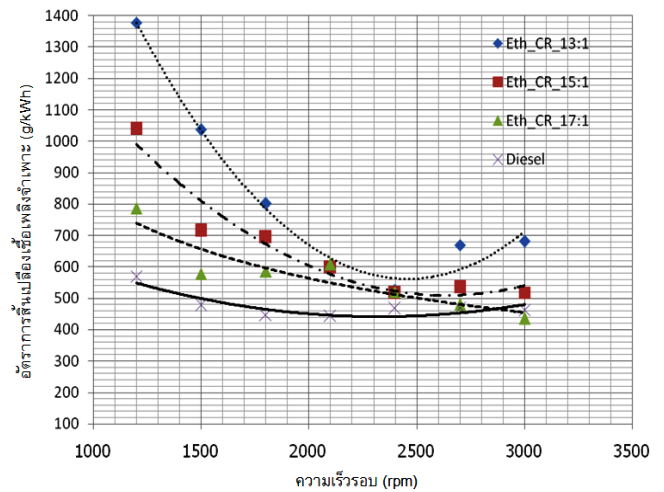


รูปที่ 2 แรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ



รูปที่ 3 กำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ

17:1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ

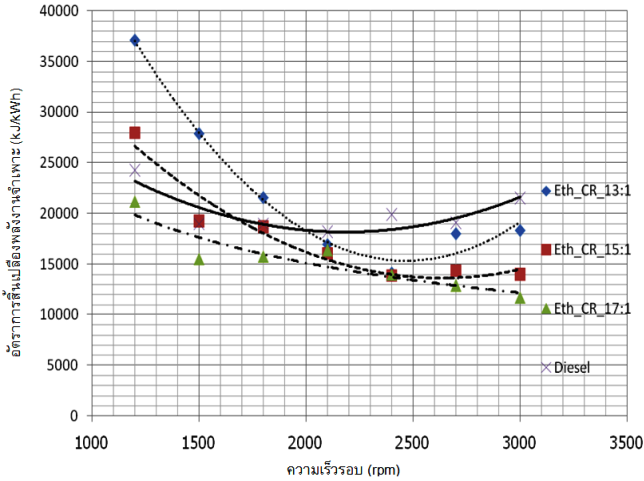


รูปที่ 4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ

รูปที่ 5 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption) ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์จะเป็นตัวบ่งชี้ค่าจำนวนของพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ได้จากการเผาไหม้เพื่อมาเปลี่ยนให้เป็นงานหรืออาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานได้ของเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้พลังงานความร้อนที่น้อยกว่าในการเปลี่ยนให้เป็นงานที่เท่ากันย่อมดีกว่า เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% สำหรับอัตราส่วนการอัด 13:1 มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมากกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 8 % และสำหรับอัตราส่วนการอัด 15:1 และ 17:1 มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะน้อยกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 12 % และ 23 % ตามลำดับ นั่นก็แสดงว่าเชื้อเพลิงเอทานอล 95% สามารถที่จะเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานได้มากกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% มีประสิทธิภาพรวมที่ดีกว่า

AEC-131

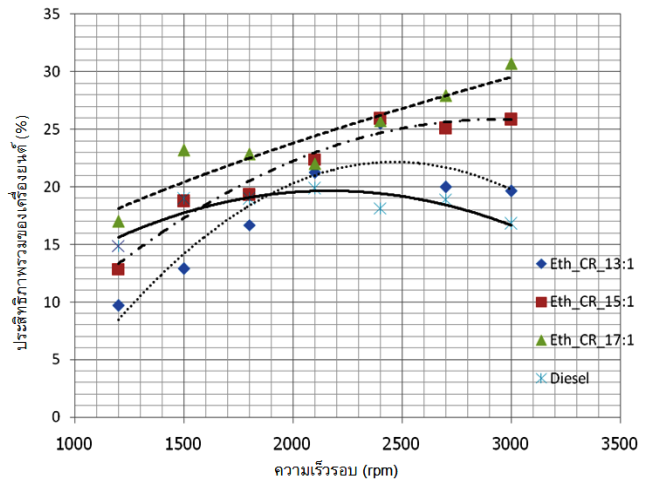
เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล ดังจะเห็นได้จากกราฟในรูปที่ 6



รูปที่ 5 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ

รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพรวมของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ จากกราฟจะได้ว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95% สำหรับอัตราส่วนการอัด 13:1 มีประสิทธิภาพรวมของเครื่องยนต์ต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 2 % และสำหรับอัตราส่วนการอัด 15:1 และ 17:1 มีประสิทธิภาพรวมของเครื่องยนต์ สูงกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 18 % และ 34 % ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการเช่น เชื้อเพลิงเอทานอล 95% มีค่าอุณหภูมิเปลวไฟเอเดียแบติกทางทฤษฎี (Adiabatic Flame Temperature) ที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งทำให้การสูญเสียความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีของเครื่องยนต์ออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงขึ้นคุณสมบัติในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเอทานอลที่สามารถเผาไหม้ได้รวดเร็วทำให้การสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมรอบข้างได้น้อยกว่า และเนื่องจากมีอุณหภูมิไอที่ต่ำกว่า ทำให้ไอที่เข้ากระบอกสูบมีความหนาแน่นมากกว่าทำให้การเผาไหม้มีความดันที่

สูงกว่าและส่งผลให้ได้ กำลังงานที่มากกว่าด้วยทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพรวมของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอล 95 % เป็นเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนการอัด 13:1 15:1 และ 17:1 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ

5. สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาได้ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมให้เป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิง และใช้หัวเทียนเป็นตัวจุดระเบิด ทำการเปลี่ยนขนาดนมหนูหลักและปรับองศาการจุดระเบิดให้เหมาะสำหรับการใช้เอทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิงได้สำเร็จ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95 % สามารถให้แรงบิดและกำลังที่ไม่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก และให้ค่าประสิทธิภาพรวมที่ดีกว่า เมื่อใช้อัตราส่วนการอัดสูงเพียงแต่การใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 95 % นั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากกว่า เพราะฉะนั้นเชื้อเพลิงเอทานอล 95 % สามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟได้ เพียงแต่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้มีอัตราส่วนการอัดไม่ต่ำกว่า 15:1 เท่านั้น

6. กิตติกรรมประกาศ

AEC-131

ผู้เขียนบทความขอความขออนุญาตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและเผยแพร่บทความครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีรภัทร ศรีนครุต (2543). เชื้อเพลิงเอทานอลจากวัสดุการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย, *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 3, หน้า 5-8.
- [2] U.S. Department of Energy, (1999). Guidebook for Handling, Storing and Dispensing Fuel Ethanol, *Center for Transportation Research*, Chicago, pp. 11-13.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Masumn, B.M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Fattah, I.M.R., Palash, S.M. and Abedin, M.J., (2013). Effect of ethanol–gasoline blend on NOx emission in Slengine, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, pp. 209–222.