



## การพัฒนาเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง เมื่อใช้เอทานอล เป็นเชื้อเพลิง

### Development of 2 Stroke Direct Injection Spark Ignition Using Ethanol as Fuel

เขวงศักดิ์ แก้วเนตร และ ประชาสันติ ไตรยสุทธิ<sup>\*</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

ติดต่อ: E-mail \*prachasanti.t@ubu.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 045-353309, เบอร์โทรสาร 045-353308

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง โดยฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรงในขณะที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนที่ขึ้นปิดช่องไอเสีย เพื่อลดการสูญเสียเชื้อเพลิงในไอเสียที่ออกไปกับไอเสียเมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และเอทานอล 85% (E85) เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิมที่ใช้คาร์บูเรเตอร์เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ทดสอบที่ความเร็วรอบ 5500 rpm ที่ภาระ 1-4 kW สมรรถนะที่ศึกษาคือ กำลังเบรก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และประสิทธิภาพเชิงความร้อน มลภาวะไอเสียที่ศึกษาคือ HC และ CO จากผลการทดลอง พบว่าเครื่องยนต์แบบฉีดตรงเมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้น 24.22 %, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดลง 22.69 % และมลภาวะไอเสีย HC และ CO ลดลง 74.64 %, 83.01 % ตามลำดับ และพบว่าเครื่องยนต์แบบฉีดตรงเมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล 85% (E85) มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้น 49.69 %, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกใกล้เคียงกับเครื่องยนต์แบบเดิม เนื่องจากเอทานอล 85% (E85) มีค่าความร้อนในการเผาไหม้ที่ต่ำกว่าทำให้ต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงเพื่อให้ได้ค่าพลังงานออกมาที่ใกล้เคียงกัน และมลภาวะไอเสีย HC, CO ลดลง 58.81 %, 59.33 % ตามลำดับ

**คำหลัก** : เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ, เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง, สมรรถนะของเครื่องยนต์

#### Abstract

This paper aimed to develop the 2 stroke direct injection spark ignition engine. The fuel is directly injected into the combustion chamber while the piston is moving up pass the exhaust port for reducing losses fuel with exhaust gas. Gasoline 95 and ethanol 85% (E85) are fuel and compared with carburetor engine using gasoline 95 as fuel. The testing conditions are 5500 RPM of engine speed, 1-4 kW of load. The performances are brake power, brake specific fuel consumption and brake thermal efficiency. The exhaust emissions are HC, CO. The results of a direct injection engine using gasoline 95 as fuel found 24.22 % higher brake thermal efficiency, 22.69 % lower brake specific fuel consumption and 74.64 %, 83.01 % lower exhaust emissions of HC, CO respectively. The results of a direct injection engine using ethanol 85% (E85) as fuel found 49.69 % higher brake thermal efficiency, brake specific

fuel consumption resembles a carburetor engine because ethanol 85% (E85) have a lower heating value, need to increase of fuel to get the same amount of energy, 58.81 %, 59.33 % lower emissions exhaust of HC, CO respectively.

**Keywords:** 2 stroke spark ignition, 2 stroke direct injection spark ignition, engine performance

## 1. บทนำ

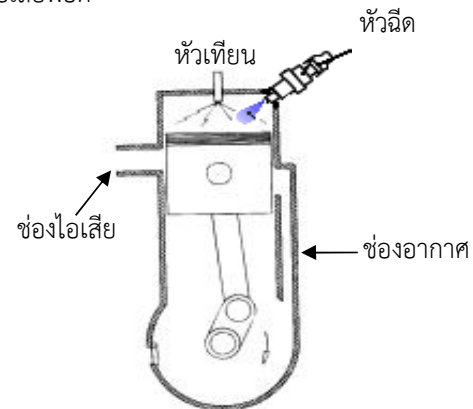
ในปัจจุบันสภาพปัญหาราคาน้ำมันเชื้อเพลิงแพงเป็นปัญหาสำคัญที่กำลังเผชิญกันอยู่ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเพื่อเป็นเชื้อเพลิงมากกว่า 90 % ของปริมาณการใช้น้ำมันในประเทศทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถกำหนดกลไกของราคาน้ำมันได้เองต้องปล่อยให้ขึ้นราคาน้ำมันในตลาดโลกซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้ประเทศไทยขาดเสถียรภาพทางด้านพลังงานและด้านเศรษฐกิจที่สำคัญมีการคาดการณ์ว่าปริมาณน้ำมันของโลกอาจถูกใช้หมดไปใน 50 ปีข้างหน้า หากยังมีอัตราการใช้น้ำมันในปริมาณสูงเช่นในปัจจุบัน ดังนั้นการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อมาทดแทนการนำเข้าและเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ในอนาคตที่จะถึงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งจากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาและวิจัย เพื่อหาเชื้อเพลิงที่จะมาทดแทนน้ำมัน ซึ่งเอทานอล (Ethanol) ก็เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่ได้ความสนใจเป็นอย่างมากแต่ในการนำเอทานอลมาใช้กับเครื่องยนต์ยังมีการศึกษาและนำมาใช้จริงน้อย[1,2]

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ เป็นเครื่องยนต์ที่มีน้ำหนักเบาและการดูแลรักษาง่ายมีชิ้นส่วนที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ที่มีขนาดเท่ากัน เมื่อนำเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ไปใช้งานกับเครื่องจักรกลที่มีขนาดเล็กและต้องการน้ำหนักที่เบาจะเหมาะสมกว่าเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เช่น เครื่องจักรกลที่ใช้ในงานในลักษณะที่ต้องสะพาย รถจักรยานยนต์ขนาดเล็ก เครื่องยนต์สำหรับเรือขนาดเล็ก และรวมถึงเครื่องบินขนาดเล็ก เป็นต้น จากหลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ จะให้จังหวะ

กำลัง 1 จังหวะทุก 1 รอบการหมุนของเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งตามหลักการแล้วด้วยขนาดของเครื่องยนต์เท่ากัน เครื่องยนต์ 2 จังหวะน่าจะให้กำลังเป็น 2 เท่าของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะไม่ใช่เช่นนั้น ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะ นั้นมีข้อเสียคือการเติมไอดีให้เต็มกระบอกสูบจะเป็นเรื่องยาก และจะมีไอดีบางส่วนไหลออกจากกระบอกสูบในช่วงของการเอาไอดีเข้าไปไล่ให้ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้[3]

เนื่องจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะสูญเสียไอดี (เชื้อเพลิงและอากาศ) บางส่วนในช่วงการนำไอดีไปช่วยขับไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ทำให้กำลังงานของเครื่องยนต์ลดลง จึงเกิดแนวคิดในการสร้างเครื่องยนต์ 2 จังหวะให้มีระบบ

ฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรง โดยการออกแบบให้ฉีดเชื้อเพลิงในช่วงที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนที่ปิดช่องไอเสียพอดี



รูปที่ 1 เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง[3]

จากงานวิจัย ประชาสันติ ไตรยสุทธิ และ ณัฐคุณิวงศ์คุณ[3] ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องยนต์ SI 2 จังหวะ

แบบฉีดตรงเมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ศึกษาสมรรถนะ ได้แก่ แรงบิด กำลังของเครื่องยนต์ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ทดสอบที่ 2000 รอบต่อนาที ที่ภาระของเครื่องยนต์ 100% โดยใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 จากผลการทดลองพบว่ากำลังแรงบิดและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.63, 4.35 และ 13.11 ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก ลดลงร้อยละ 11.63 ด้านไอเสียพบว่า HC และ CO ลดลงร้อยละ 10.92 และ 87.88 ตามลำดับ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อศึกษาสมรรถนะและมลภาวะไอเสียเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ แบบฉีดตรงใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ เอทานอล 85% (E85) เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิมที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ทดสอบที่ความเร็วรอบ 5500 rpm ที่ภาระเครื่องยนต์ 1-4 kW

## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 2.1 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 โดยมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง

Fuel	STD.	Gasoline 95	(E85)
Lower Heating Value (kJ/kg)	ASTM D240	43500	29190
Octane Number (ROM)	ASTM D2699	93	101
Density (kg/m <sup>3</sup> )	ASTM D4052	0.755	0.783

### 2.2 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาใช้เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะ ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ในการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ

ก่อนเข้าไปในช่วงของการดู โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

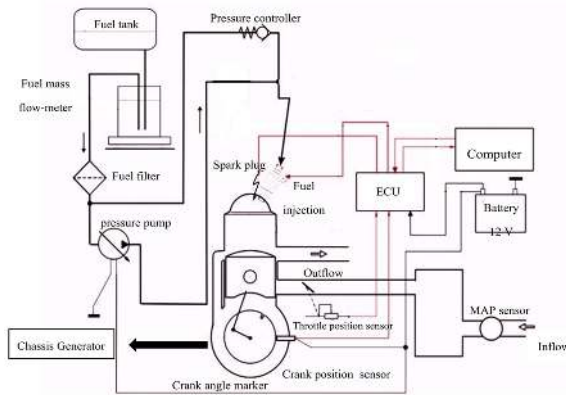
รายการ	รายละเอียด
เครื่องยนต์	Honda Nova Tena
ปริมาตรกระบอกสูบ	105.10 cc
จำนวนสูบ	1 Piston
อัตราส่วนการอัด	6.5:1
น้ำมันเชื้อเพลิง	แก๊สโซลีน

### 2.3 การติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ โดยใช้หัวฉีดที่มีการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ปิดช่องไอเสียที่มุมองศาเพลลาข้อเหวี่ยง 72° ก่อนศูนย์ตายบน เพื่อให้อัตราส่วนเชื้อเพลิงกับอากาศที่เหมาะสม ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย กล่อง ECU (Electronics Control Unit) กล่อง ECU ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จากสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อนำมาประมวลผล และส่งสัญญาณไปที่หัวฉีดเพื่อควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์ ในเรือนลิ้นปีกผีเสื้อ ใช้การควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้าไปในกระบอกสูบ โดยมี TPS Sensor (Throttle Position Sensor) ทำหน้าที่ในการวัดตำแหน่งของการเปิด-ปิด ของลิ้นปีกผีเสื้อโดยอ่านค่าเป็น

0-100% เซ็นเซอร์วัดความดันอากาศ MAP Sensor (Manifold Absolute Pressure Sensor) ใช้ในการวัดความดันของอากาศที่ถูกดูดผ่านท่อร่วมไอดีเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์เพื่อแปลงไปเป็นค่ามวลของอากาศที่เข้าไปในเครื่องยนต์ แล้วส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU และเซ็นเซอร์วัดตำแหน่งองศาเพลลาข้อเหวี่ยง CKP

Sensor (Crank Position Sensor) ซึ่งใช้สำหรับวัดความเร็วรอบเพลาคือเหวี่ยงของเครื่องยนต์เพื่อทราบถึงตำแหน่งองศาเพลาคือเหวี่ยงส่งสัญญาณไปยังกล่อง ECU ให้สั่งหัวฉีดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ได้ถูกต้องตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพติดตั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

การติดตั้งหัวฉีดและท่อจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ยี่ห้อ Mitsubishi GDI 4G93 ซึ่งเป็นหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบฉีดตรงแรงดันสูงที่สามารถทำงานที่ความดันของเชื้อเพลิง 70 bar อีกทั้งยังสามารถตอบสนองการทำงานได้เร็วถึง 0.3 ms ดังนั้นพลังงานที่จะใช้ในการยกเข็มหัวฉีดให้สูงกว่าเดิมนั้นจะต้องใช้พลังงานมากขึ้น จึงจำเป็นจะต้องใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เข้ามาควบคุมการยกเข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์แต่ยังคงรับสัญญาณการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากกล่อง ECU เช่นเดิม โดยความต่างศักย์ของกระแสไฟที่จ่ายไปยังหัวฉีดสูงกว่าเดิมที่ 100 v และความต้านทานหัวฉีดมีค่าความต้านทานต่ำเพียงเพียง 0.9 Ohm. เท่านั้นเพื่อให้ได้กระแสไฟที่สูงกว่าเดิมและเพียงพอที่จะยกเข็มหัวฉีดต้านแรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในระยะเวลาที่รวดเร็ว[4] โดยปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นตัวสร้างแรงดัน

4 – 7 กรกฎาคม 2560 จังหวัดนครนายก

น้ำมันเชื้อเพลิงส่งไปยังหัวฉีดที่ถูกควบคุมความดันด้วยเรกูเรเตอร์

2.4 ภาระที่ใช้ในการทดลอง

ภาระของเครื่องยนต์โดยเชื่อมต่อเพลาลูกเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ A.C.Synchronous แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 V กระแสไฟฟ้า 22 A และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.9 ที่เชื่อมต่อกับหลอดไฟสปอร์ตไลท์แบบหลอดไส้ ซึ่งแต่ละหลอดจะมีกำลังไฟฟ้า 500 W ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาระที่ใช้ในการทดลอง

2.5 เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสียรุ่น HM5000 ยี่ห้อ Infrared industries สำหรับวัดมลภาวะไอเสียเครื่องยนต์โดยมีรายละเอียดในการวัดค่าต่างๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

แก๊ส	ช่วงการวัด	ความละเอียดและความถูกต้อง
HC	0-10,000 ppm	10 ppm ±2%
CO	0-10%	0.01% ±2%

2.6 วิธีทดลอง

ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ที่ความเร็วรอบ 5500 rpm ทำการเปิดสวิทซ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วเปิดหลอดไฟสปอร์ตไลท์เพื่อเป็นภาระตั้งแต่ 1-4 kW โดยเพิ่มขึ้นทีละ 0.5 kW จากนั้นทำการวัดค่าต่าง ๆ ตามภาระของเครื่องยนต์ โดยวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์และวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้แอมป์มิเตอร์ที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อนำมาหากำลังเบรค วัดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยการ



ซึ่งน้ำหนักเชื้อเพลิงพร้อมนาฬิกาจับเวลาเพื่อนำมาหา อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และหา ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ วัตถุประสงค์ วิเคราะห์ ไอเสียเครื่องยนต์ นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ข้อมูล

**3. การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล**

การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาคำนวณเพื่อ วิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์คือ กำลังเบรก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ โดยใช้สมการ ดังต่อไปนี้

**3.1 กำลังเบรก**

$$P_b = \frac{IV}{\eta_{gen}} \tag{1}$$

โดยที่  $P_b$  คือ กำลังเบรก (kW)

$I$  คือ กระแสไฟฟ้า (Amp)

$V$  คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Volt)

$\eta_{gen}$  คือ ประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า = 0.9

**3.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก**

$$bsfc = \frac{3600\dot{m}_f}{P_b} \tag{2}$$

โดยที่  $bsfc$  คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ เบรก (kg/kW-h)

$\dot{m}_f$  คือ ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง (kg/s)

**3.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์**

$$\eta_{th} = \frac{P_b}{\eta_c \dot{Q}_f} \times 100 \tag{3}$$

โดยที่  $\eta_{th}$  คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ เครื่องยนต์ (%)

$\eta_c$  คือ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ กำหนด 100%

$\dot{Q}_f$  คือ ความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมัน เชื้อเพลิง (kW)

เมื่อ  $\dot{Q}_f = \dot{m}_f LHV$  (4)

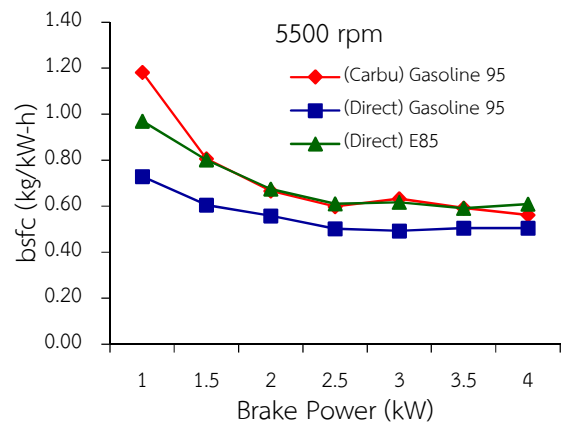
โดยที่ LHV คือ ค่าความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวล (Low heating value, kJ/kg)

**4. ผลการทดลอง**

**4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์**

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จุดระเบิด ด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ที่ใช้เชื้อเพลิง แก๊สโซลีน 95 และ E85 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์

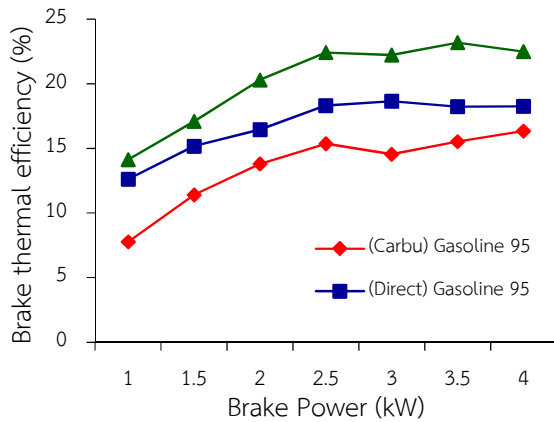
จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิง แก๊สโซลีน 95 แสดงในรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

จากรูปที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วย ประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ใช้เชื้อเพลิง แก๊สโซลีน 95 และ E85 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุด ระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิง แก๊สโซลีน 95 พบว่ามีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลงเฉลี่ย 22.69 % และ 3.29 % ตามลำดับ เนื่องจากการ ควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรงในขณะที่ ลูกสูบเคลื่อนที่ปิดช่องไอเสีย และเชื้อเพลิง E85 มีค่า ความร้อนในการเผาไหม้ที่ต่ำกว่าทำให้ต้องเพิ่มปริมาณ เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้ค่าพลังงานออกมาที่ใกล้เคียงกัน ทำให้

มีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเครื่องยนต์แบบเดิม



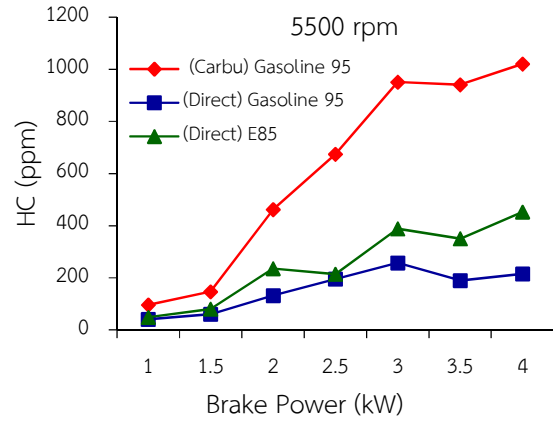
รูปที่ 5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 5 ผลการทดสอบเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 24.22 % และ 49.69 % ตามลำดับ เนื่องจากไม่สูญเสียเชื้อเพลิงไปกับการขับไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ และในเชื้อเพลิง E85 มีออกซิเจนในโครงสร้างของเอทานอลทำให้เชื้อเพลิงเผาไหม้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงทำให้ได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น

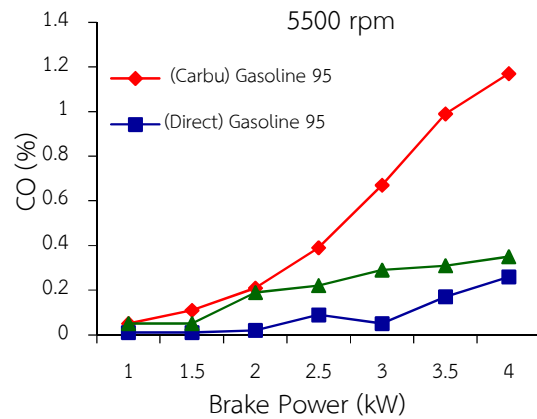
#### 4.2 มลภาวะของเครื่องยนต์

มลภาวะของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7

4 – 7 กรกฎาคม 2560 จังหวัดนครนายก



รูปที่ 6 ปริมาณแก๊สไฮโดรคาร์บอน (HC)



รูปที่ 7 ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

จากรูปที่ 6 และ 7 แสดงปริมาณแก๊สไฮโดรคาร์บอน (HC) และปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ผลการทดสอบเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิม ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 พบว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 มีค่า HC และ CO ลดลงเฉลี่ย 74.64 % และ 83.01 % ตามลำดับ และเมื่อใช้เชื้อเพลิง E85 มีค่า HC และ CO ลดลงเฉลี่ย 58.81 % และ 59.33 % ตามลำดับ ในทุกภาวะเครื่องยนต์ เนื่องจากเชื้อเพลิงเริ่มฉีดเข้าห้องเผาไหม้โดยตรงในช่วงที่ถูกสูบกำลังเคลื่อนที่ปิดช่องไอเสีย จึงทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงหรือ HC ที่ออกมากับไอเสียน้อยลง[5] และการฉีด

เชื้อเพลิงเป็นฝอยละอองเข้าห้องเผาไหม้โดยตรงทำให้ผสมคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีขึ้นส่งผลทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้นปริมาณ CO ที่ออกมากับไอเสียน้อยลง

### 5. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบฉีดตรง โดยฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรงในขณะที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนที่ขึ้นปิดช่องไอเสีย เพื่อลดการสูญเสียเชื้อเพลิงในไอเสียที่ออกไปกับไอเสีย เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 และ E85 ทำการทดลองเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ 2 จังหวะแบบเดิมที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์และมลภาวะไอเสีย จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องยนต์แบบฉีดตรงใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 95 มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 24.22 % อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดลงเฉลี่ย 22.69 % มีการปล่อยมลภาวะไอเสีย HC, CO ลดลงเฉลี่ย 74.64 %, 83.01 % ตามลำดับ และเครื่องยนต์แบบฉีดตรงใช้เชื้อเพลิง E85 มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 49.69 % อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดลงเฉลี่ย 3.29 % มีการปล่อยมลภาวะไอเสีย HC, CO ลดลงเฉลี่ย 58.81 %, 59.33 % ตามลำดับ

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนการวิจัย

### 7. เอกสารอ้างอิง

[1] ชีรภัทร ศรีนครบุตร (2543). เชื้อเพลิงเอธานอลจากวัสดุการเกษตร, แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 5, ฉบับที่ 3, หน้า 5-8.

[2] ภาณุเดช จินดาวงศ์, สุพัตร ศรีเจริญ, พิษัย อัญมมงคล และลิขิต ไสหนู (2546). สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[3] ประชาสันติ ไตรยสุทธิ และณัฐฉัตร วงศ์คุณ (2014). การพัฒนาเครื่องยนต์ SI 2 จังหวะแบบฉีดตรงเมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน, ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28, AEC-74, มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

[4] ฉรรษภรณ์ ฐานะวโรธร (2546). การประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] V. Pradeep, Shamit Bakshi and A. Ramesh (2015). Direct injection of gaseous LPG in a two-stroke SI engine for improved performance, Applied Thermal Engineering 89, p738-747, Elsevier Ltd, India