

การปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์ SI
ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85
Improvement on the Performance of Spark Ignition Engine
using Ethanol (E100) and Gasohol E85 Fuel

วิลักษณ์นาม ผลเจริญ และ กุลเชษฐ์ เพียรทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

*Email: viluknam@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการดัดแปลง และ ทดสอบสมรรถนะ ของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊ส โซลีน 91 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กสูบเดี่ยว 4 จังหวะ สยามคูโบต้า รุ่น K230 ปริมาตรกระบอกสูบ 232 ซีซี อัตราส่วนการอัด 6.4:1 ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์จำนวน 3 เครื่อง เครื่องยนต์ 2 เครื่องถูกดัดแปลง เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ได้ โดยการปรับส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม โดยเพิ่มขนาดของนมหนูหลักในคาร์บูเรเตอร์ และ ปรับลิ้นโซ่คอกอากาศให้เปิด 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเครื่องยนต์อีกเครื่องหนึ่งใช้ทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง โดยทำการศึกษาค่าแรงบิด กำลังเบรก จากเพลลาข้อเหวี่ยง และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1,800, 2,100, 2,400, 2,700, 3,000 และ 3,300 รอบต่อนาที จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า เมื่อนำเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 มาใช้ร่วมกับการปรับส่วนผสมอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม จะทำให้ค่าแรงบิด และค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนปกติได้ แต่เครื่องยนต์จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 สามารถนำใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กได้ หากแต่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เหมาะสม

คำสำคัญ : สมรรถนะเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงเอทานอล (E100) เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85

Abstract

This research aimed to investigate the modification and performance of two spark ignition engines, one using 95 percent ethanol as the sole fuel (E100) and the other using ethanol-gasoline blend (E85). These were compared with an engine fueled by gasoline 91 that acted as a control. The engines used were 4-stroke, gasoline, single cylinder, model K 230 (Siam Kubota) engines, each with a compression ratio of 6.4:1 and a carburetor fuel feeding system. The two experimental engines were modified by changing the main jet sizes in the carburetors and locking the air valves at 50 percent opening. The brake torque, brake power, and brake specific fuel consumptions at 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, and 3,300 rpm were measured. It was found that the engines using 95 percent ethanol as the sole fuel (E100) and ethanol-gasoline blend E85 with the proper air-fuel ratios achieved brake torque and power close to the normal gasoline engine. However, the brake specific fuel consumption was higher than that of the gasoline engine. It may be concluded that the 95 percent ethanol (E100) and the ethanol-gasoline blend E85 can be used as a substitute fuel for small engines, but that the engines require correct modifications.

Keywords: Performance of engine, Ethanol (E100), Ethanol-gasoline blend (E85)

1. บทนำ

ปัญหาในด้านการขาดแคลนพลังงานและการลดลงของน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบันที่ทุกประเทศกำลังประสบอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ ด้านพลังงาน และเชื้อเพลิงน้อยจึงทำให้มีการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อทดแทนพลังงาน และเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน น้ำมันเชื้อเพลิงที่กำลังได้รับความสนใจประการหนึ่ง คือ เชื้อเพลิงเอทานอลที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร ที่มีอยู่ในปริมาณที่มากภายในประเทศ ดังนโยบายของรัฐที่มียุทธศาสตร์ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์มาตลอด โดยกระทรวงพลังงานได้กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้เอทานอล เพื่อทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary-Butyl Ether) ในน้ำมันเบนซิน 95 วันละ 1 ล้านลิตร ในปี 2549 และให้มีการใช้เอทานอลวันละ 3 ล้านลิตร เพื่อทดแทน MTBE ในน้ำมันเบนซิน 95 และทดแทนเนื้อน้ำมันในน้ำมันเบนซิน 91 ภายในปี 2554 [2] สำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ [11] เพื่อมาทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในรูปแบบนามาผสมกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในอัตราส่วนต่างๆ มีชื่อเรียกกันว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ จำเป็นต้องใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่วนการใช้เอทานอล บริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ แบบไม่ผสม สามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ได้ [15] แต่ยังคงมีการศึกษาที่น้อยอยู่จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ

อย่างไรก็ตามเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟโดยทั่วไป ถูกออกแบบมาให้ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ หรือการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแบบไม่ผสม จะทำให้คุณลักษณะการเผาไหม้และผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป [16, 10] โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของเอทานอลในสัดส่วนที่สูงขึ้น [3] น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมของน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลแปลงสภาพในสัดส่วน 15 ต่อ 85 โดยปริมาตร จากคุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ กับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ที่มีความแตกต่างกันเราจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ

เอทานอลเป็นผลให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม [7] โดยแนวทางในการปรับปรุงควรเป็นดังนี้

1. ควรใช้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เหมือนเดิม เนื่องจากค่าความร้อน (Low heating value) เอทานอลจะมีค่าน้อยกว่าแก๊สโซฮอล์อยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยวัดต่อหน่วยน้ำหนัก

2. ค่าความร้อนของการระเหยเป็นไอ (Heat of vaporization) เอทานอลมีค่าความร้อนแฝง ในการระเหยตัวสูงกว่าแก๊สโซฮอล์ประมาณ 3 เท่า ซึ่งจะมีการดึงความร้อนออกจากเครื่องยนต์ มากกว่าแก๊สโซฮอล์จะมีผลกับเครื่องยนต์ ดังนี้

ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องยนต์นั้น มีอุณหภูมิต่ำลงทำให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้นมีผลให้กำลังของเครื่องยนต์สูงขึ้น

เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่าแก๊สโซฮอล์ ทำให้อาจจะมีปัญหาในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ในขณะที่มีอุณหภูมิต่ำ [1]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลผสมเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ ในอัตราส่วน 85 เปอร์เซ็นต์ (E85) โดยปริมาตร และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) แบบไม่ผสมเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 สิ่งที่ศึกษาได้แก่กำลังงานเบรก แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ โดยมีปรับแต่งเพียงระบบเชื้อเพลิงเพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของเอทานอล

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์การทดลอง

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์เล็กสูบเดี่ยวยี่ห้อ Siam Kubota รุ่น K230 โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1 จำนวน 3 เครื่อง โดยเครื่องยนต์ที่ 1 ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 เครื่องยนต์ที่ 2 และ 3 ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 โดยคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ แสดงในตารางที่ 2 เพื่อให้ได้อัตราส่วนเชื้อเพลิงกับอากาศใกล้เคียง

Stoichiometric air / fuel ratio ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน มี A/F ประมาณ 14.6 ในขณะที่เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพียง 8.7 และเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 มีค่าเท่ากับ 10 ดังนั้นถ้าเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงในอัตราส่วนเดียวกับน้ำมันแก๊สโซลีน ก็จะทำให้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงเอทานอล และน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 กับอากาศ บางมากทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างยากลำบาก และทำให้สตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งสามารถปรับแต่งได้ที่คาร์บูเรเตอร์ [8] เพื่อให้

ใช้กับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 มีการปรับแต่งอยู่ 2 รูปแบบ คือ แบบที่หนึ่ง ปรับลิ้นไช้คอากาศให้เปิด 50 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 1 โดยที่ขนาดของนมหนูหลัก (Main jet) ในคาร์บูเรเตอร์คงเดิม ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.71 มิลลิเมตร แบบที่สองไม่ปรับลิ้นไช้คอากาศ แต่เพิ่มขนาดนมหนูหลัก ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.85 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ E100 ปรับขนาดของนมหนูหลักเป็น 1.0 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 2

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ [5]

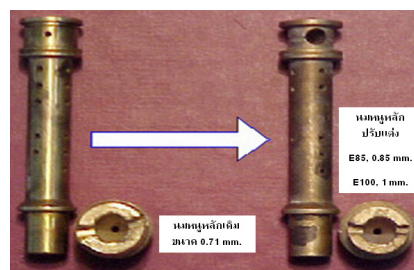
Name and model of engine	Siam Kubota, k230
General details	Single cylinder, SI engine, air cooled
Compression ratio	6.4:1
Bore	74 mm.
Stroke	54 mm.
displacement	232 cc.

ตารางที่ 2 คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง ([4, 14, 15])

Characteristic of fuel	Gasoline	Gasohol (E85)	Ethanol (E100)
Chemical Formula	C _{8.26} H _{15.5}	CH _{2.822} O _{0.425}	C ₂ H _{6.16} O _{1.08}
Specific Gravity	0.72 - 0.78	0.70 - 0.79	0.81
Net heating value (MJ/l)	32.2	23.9	20.2
Research Octane Number	92 - 98	95.0 min	106
Motor Octane Number	80-90	85.0 min	87
Stoichiometric A/F ratio	14.6	10	8.7



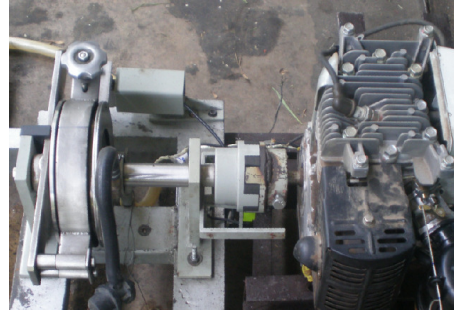
ภาพที่ 1 แสดงการปรับลิ้นไช้คอากาศ



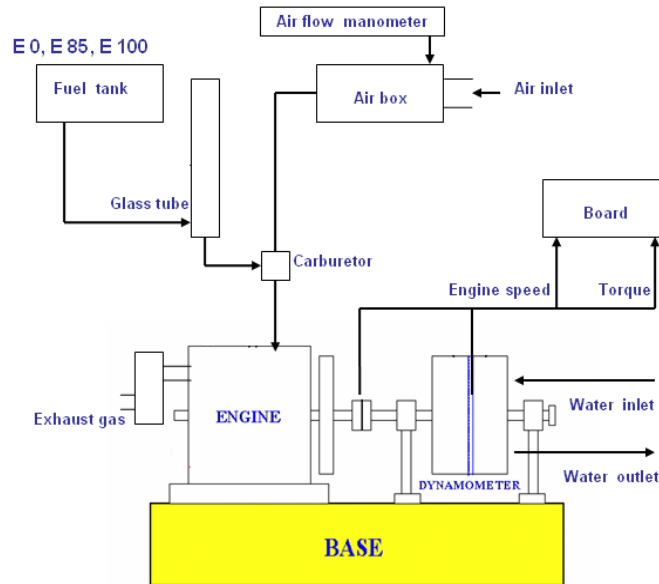
ภาพที่ 2 แสดงการปรับขนาดของนมหนูหลัก

2.2 เครื่องทดสอบสมรรถนะ

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องทดสอบสมรรถนะ รุ่น MT 501 ENGINE DYNAMOMETER ใช้ไดนาโมมิเตอร์แบบโพร์นิเบรก ดังแสดงในภาพที่ 3 ใช้ผ้าเบรกระบายความร้อนด้วยน้ำ มีรอบการทำงานที่ 1,000–7,500 รอบต่อนาที สามารถรองรับกำลังเบรกสูงสุดที่ 10 กิโลวัตต์ มีอุปกรณ์วัดแรงบิดของเครื่องยนต์โดยใช้โพลดเซลล์ยี่ห้อ TRANSTRONIC รุ่น TA มีรูปแบบการวัดในลักษณะ SHEAR BEAM



ภาพที่ 3 ชุดทดสอบสมรรถนะแบบโพร์นิเบรก



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการติดตั้งเครื่องยนต์ทดสอบเข้ากับฐานรองรับต่อชุดเพลาส่งกำลังกับไดนาโมมิเตอร์ และต่ออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ ท่อทางน้ำเข้าและออกเพื่อระบายความร้อนให้กับชุดโพร์นิเบรก เช่น เซอร์วัดความเร็วรอบที่เพลาส่งกำลัง อุปกรณ์วัดแรงบิด (โพลดเซลล์) ที่แขนแรงของชุดโพร์นิเบรก อุปกรณ์ทั้งสองส่งค่าวัดได้มาแสดงที่ชุด board ส่วนอุปกรณ์วัดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงถูกติดตั้งในชุดทดสอบ เป็นหลอดแก้วขนาด 80 มิลลิเมตร ทำการต่อท่อทางจากถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด โดยการวัดปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ใช้ไปขณะเครื่องยนต์ทำงานต่อระยะเวลา ซึ่งในการทดสอบนี้ทำการจับเวลาที่เครื่องยนต์ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหมดไป 20

มิลลิเมตร อากาศที่เข้าเครื่องยนต์ จะถูกอุปกรณ์วัดปริมาณอากาศเข้า (Air consumption) ปริมาณอากาศที่ใช้จะดูดผ่านถึงพักอากาศ (Air box) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ผ่านถึงพักอากาศ (Air box) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของออริฟิซ (Orifice) 30 มิลลิเมตร ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิอากาศทางเข้า วัดความดันของอากาศโดยมาตามมิเตอร์แบบเอียง นำค่ามาคำนวณเป็นปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์มีหน่วยเป็น kg/s เทียบกับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในหน่วยเดียวกัน เพื่อตรวจสอบส่วนผสมเชื้อเพลิงกับอากาศของเครื่องยนต์ โดยมีรายละเอียดไดอะแกรมการทำงาน และการติดตั้งอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4

การทดลองในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 4 รูปแบบการทดลองจากเครื่องยนต์ทั้ง 3 เครื่อง โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและวิธีการปรับแต่งที่แตกต่างกันดังนี้

1. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 (E0)
2. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 ขนาดมหนูหลักคงเดิม ลดปริมาณอากาศ ด้วยการปรับลิ้นไช้คอากาศให้เปิด 50 เปอร์เซ็นต์ (E85-M1)
3. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 ปรับแต่งปริมาณเชื้อเพลิงด้วยการเพิ่มขนาดมหนูหลัก (E85-M2)
4. ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ แบบไม่ผสม E100 ปรับแต่งปริมาณเชื้อเพลิงด้วยการเพิ่มขนาดมหนูหลัก (E100)

เมื่อติดตั้ง และปรับแต่งเครื่องยนต์เรียบร้อยแล้วทำการเริ่มเดินเครื่องยนต์ ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่ 2,000 รอบต่อนาที ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งาน เมื่ออุณหภูมิเครื่องยนต์คงที่เริ่มทดสอบโดยปรับลิ้นเร่งให้อยู่ตำแหน่งเปิดสุดจากนั้นหมุนปรับโหลดที่ตัวเบรกของไดนาโมมิเตอร์ให้ได้รอบเครื่องยนต์ที่ต้องการทดสอบที่ 1,800, 2,100, 2,400, 2,700, 3,000 และ 3,300 รอบต่อนาที แล้วบันทึกผลนำค่าแรงบิดที่ได้มาคำนวณหา กำลังงานของเครื่องยนต์ ดังสมการที่ 1 และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกดังสมการที่ 2

$$P_b = \frac{2 \pi TN}{60 \times 1000} \quad (1)$$

เมื่อ

- P_b คือ กำลังงานเบรก (kW)
- T คือ แรงบิดที่วัดได้จากเพลลาเครื่องยนต์ (Nm)
- N คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

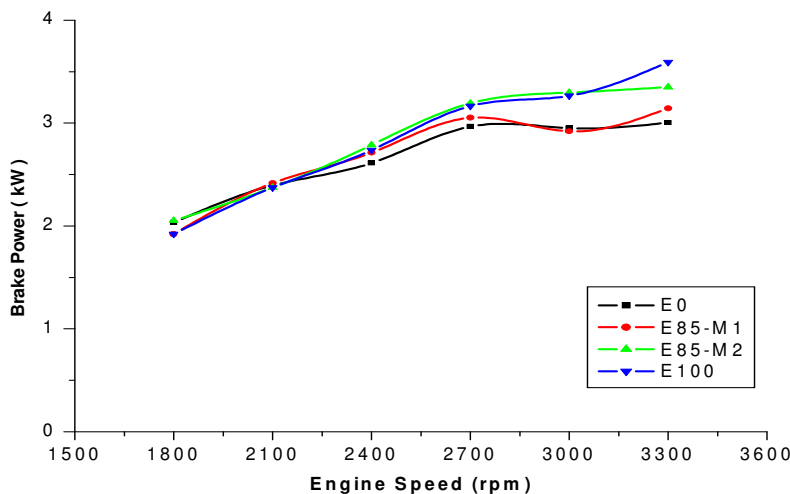
$$BSFC = \frac{\text{Fuel consumption}}{P_b} \quad (2)$$

เมื่อ

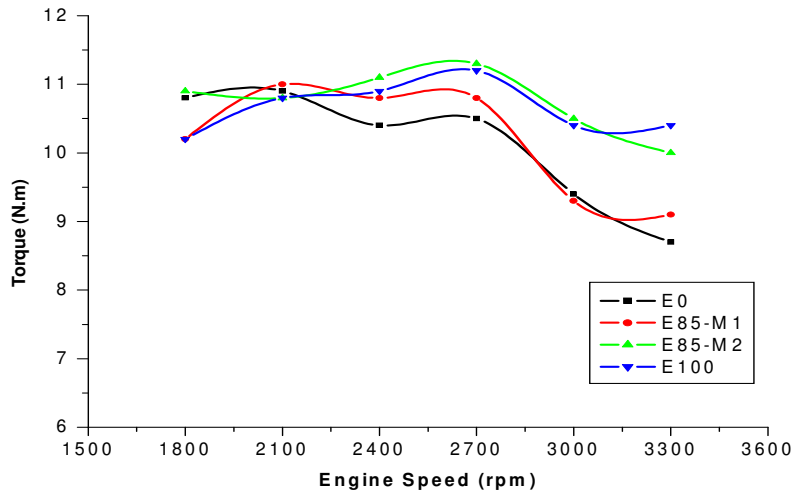
- BSFC คือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/kw.h)
- Fuel consumption คือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (kg/h)
- P_b คือ กำลังงานเบรก (kW)

3. ผลการวิจัย

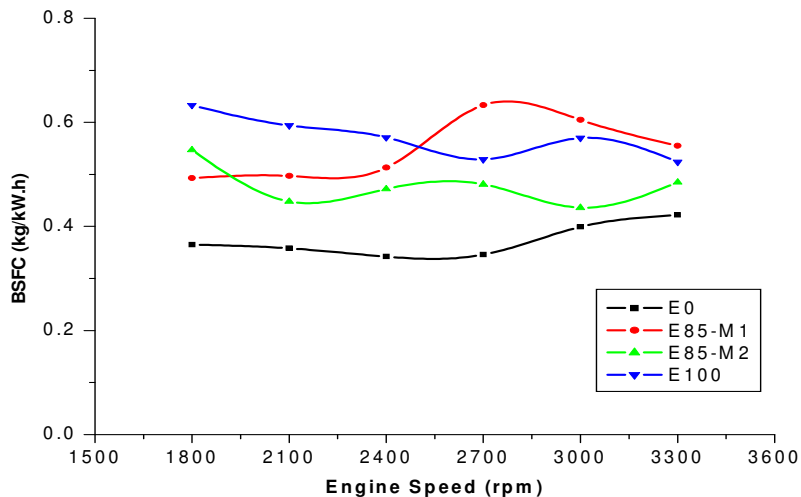
จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ มาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็กสูบเดียว 4 จังหวะ ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังงานเบรก แรงบิด และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85 และน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ แบบไม่ผสม สามารถแสดงผลได้ดังนี้



ภาพที่ 5 ค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างกัน



ภาพที่ 6 ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างกัน



ภาพที่ 7 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเมื่อใช้น้ำมันต่างกัน

ภาพที่ 5 จะแสดงค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 91 เทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ E85 และ E100 จะเห็นได้ว่าในเครื่องยนต์โดยวิธีปรับแต่งลิ้นไช้คอากาศให้เปิด 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่ากำลังงานเบรกมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 ส่วนวิธีปรับแต่งด้วยวิธีการเพิ่มขนาดของนมหนูหลักของ E85 และ E100 จะมีค่ากำลังงานเบรกสูงสุด แต่มากกว่าเพียงเล็กน้อย เนื่องมาจากมีการเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับอากาศที่เข้าไปในเครื่องยนต์

ภาพที่ 6 จะแสดงค่าแรงบิด ของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 เทียบกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ E85 และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ แบบไม่ผสม E100 จะเห็นได้ว่า ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ปรับแต่งด้วยวิธีเปิดลิ้นไช้คอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 ส่วนวิธีปรับแต่งด้วยการเพิ่มขนาดของนมหนูหลัก ให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,700 รอบต่อนาที

ภาพที่ 7 แสดงผลของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (BSFC) จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน

เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ที่ปรับแต่งด้วยการเพิ่มขนาดของนมหนูหลัก และปรับแต่งลิ้นโซ่คอกาสดเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 เนื่องจากสัดส่วนของปริมาณเอทานอลที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้ค่าความร้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) และน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 น้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 จึงทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่มากกว่า เพื่อให้ได้กำลังงานเบรคที่เท่าเดิม

จากผลการทดสอบโดยรวมแล้ว กำลังของเครื่องยนต์สูงขึ้นเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีการปรับแต่งส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของเอทานอลช่วยในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้นและเอทานอลมีคุณสมบัติดูดความร้อน เพื่อจะระเหยกลายเป็นไอมากกว่าแก๊สโซฮอล์ จึงทำให้อุณหภูมิอากาศที่เข้าไปในเครื่องยนต์เย็นกว่า ทำให้มวลของอากาศที่เข้าไปมีปริมาณที่มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงจึงมีผลทำให้มีค่ากำลังงานเบรค และแรงบิดของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น [13], [9]

4. สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ ยี่ห้อ Siam Kubota รุ่น K230 โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และน้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) โดยมีการปรับแต่งลิ้นโซ่คอกาสดเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของนมหนูหลัก ในคาร์บูเรเตอร์ทำให้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันใกล้เคียงส่วนผสมทางทฤษฎี สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ปรับแต่งลิ้นโซ่คอกาสดเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ส่วนการปรับขนาดของนมหนูหลักของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) มีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 6.42 เปอร์เซ็นต์ และ 5.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ค่ากำลังงานเบรคของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ปรับแต่งลิ้นโซ่คอกาสดเปิด 50 เปอร์เซ็นต์

ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ส่วนการปรับขนาดของนมหนูหลักของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 6.84 เปอร์เซ็นต์

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ E85 ปรับแต่งลิ้นโซ่คอกาสดเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ และปรับขนาดของนมหนูหลัก สูงกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 47.58 และ 28.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ น้ำมันเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (E100) สูงกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 53.22 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงในปัจจุบัน น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 และ เอทานอลถูกกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 16 บาทต่อลิตร และ 13 บาทต่อลิตร (ณ มิถุนายน 2553) เมื่อคิดค่าราคาพลังงานของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องจ่ายไปต่อกำลังงานเบรคที่ได้ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 อยู่ที่ 18 บาท / กิโลวัตต์ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และ เอทานอล อยู่ที่ 13 บาท / กิโลวัตต์ และ 15.50 บาท / กิโลวัตต์ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า การใช้เอทานอลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงได้โดยที่สมรรถนะของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคมากกว่า และการที่ใช้เอทานอลผสมกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นยังช่วยลดปริมาณมลพิษในอากาศ [12], [6]

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ขนาดเล็กได้ โดยดัดแปลงเพียงระบบเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของเอทานอล แต่ยังมีประเด็นที่ควรศึกษาต่อคือ ค่าออกเทนัมเบอร์ของเชื้อเพลิงเอทานอล มีค่าสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ดังนั้นจะมีผลกระทบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้จะไม่เท่ากัน จึงควรมีการศึกษาต่อในส่วน ผลขององศาจุดระเบิดที่เหมาะสม สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ขนาดเล็กที่ดัดแปลงใช้เชื้อเพลิงเอทานอล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สนับสนุนเครื่องยนต์ทดสอบ

บรรณานุกรม

- [1] ธนวัฒน์ ศรีรักษา และ จินดา เจริญพรพาณิชย์. 2551 **จักรยานยนต์เชื้อเพลิงเอทานอล**. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต 15-17 ตุลาคม. 2551.
- [2] ธีรภัทร ศรีนฤต, ศิริลักษณ์ นิวิฐจรรยา, นวรงค์ ชลคุป และ พงษ์ศักดิ์ พรหมกร. 2551. **การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลของสหรัฐอเมริกา และไทย**. สมุทราสาร : พิมพ์พิณิจ การพิมพ์
- [3] ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์. 2547. **ผลกระทบต่อรูปแบบการเผาไหม้เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนผสมเอทานอลในเครื่องยนต์ SI**. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 จังหวัด-ขอนแก่น 18-20 ตุลาคม 2547.
- [4] ภาณุเดช จินดาวงศ์, สุภัทร ศรีเจริญ, พิชัย อัมภมมงคล และ ลิขิต ไสหนุ. 2546. **สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง**. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17 จังหวัดปราจีนบุรี 15 – 17 ตุลาคม 2546.
- [5] สยามคูโบต้า, **คู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่องยนต์เบนซินสยามคูโบต้า K150, K230**. บริษัทสยามคูโบต้า อุตสาหกรรม จำกัด
- [6] Bang-Quan He, Jian-Xin Wang, Ji-Ming Hao, Xiao-Guang Yan, Jian-Hua Xiao. 2003. "A study on emission characteristics of an EFI engine with ethanol blended gasoline fuels" **Atmospheric Environment**. 37 pp. 949–957
- [7] Chan-Wei Wu, Rong-Horng Chen, Jen-Yung Pu and Ta-Hui Lin. 2004. "The influence of air – fuel ratio on engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline-blende fuels" **Atmospheric Environment**. 38 pp. 7093–7100
- [8] Fikret Yuksel and Bedri Yuksel. 2004. "The use of ethanol–gasoline blend as a fuel in an SI engine" **Renewable Energy**. 29 pp. 1181–1191
- [9] H. Serdar Yucesu, Adnan Sozen, Tolga Topgul, and Erol Arcaklioglu. 2007. "Comparative study of mathematical and experimental analysis of spark ignition engine performance used ethanol–gasoline blend fuel". **Applied Thermal Engineering**. 27 pp. 358–368
- [10] Hu seyin Serdar Yu cesu, Tolga Topgul, Can cinar and Melih Okur. 2006. "Effect of ethanol–gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in different compression ratios" **Applied Thermal Engineering** 26 pp. 2272–227
- [11] M. Al-Hasan. 2003. "Effect of ethanol–unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission. **Energy Conversion and Management**. 44 pp. 1547–1561 [12] M. Bahattin Celikl. 2008. "Experimental determination of suitable ethanol–gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine". **Applied Thermal Engineering**. 28 pp. 396–404
- [13] Mustafa Koc, Yakup Sekmen, Tolga Topgul and Huseyin Serdar Yucesu. 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
- [14] Ratanavalee Inochanon. 2008. **E85: Future Gasoline Substitute Fuel Technology**. Petroleum Products and Alternative Fuels Research Department
- [15] Rodrigo C. Costa and Jose R. Sodre. 2010. "Hydrous ethanol vs. gasoline-ethanol blend: Engine performance and emissions" **Fuel**. 89 pp. 287–293
- [16] Wei-Dong Hsieh, Rong-Hong Chen, Tsung-Lin Wu and Ta-Hui Lin. 2002. "Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels" **Atmospheric Environment**. 36 pp. 403–410