

ความเป็นไปได้ในการใช้เอทานอลไร้น้ำเป็นส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน สำหรับเครื่องยนต์สำหรับอากาศยานขนาดเล็ก

Feasibility Study of Anhydrous Ethanol Blended with Gasoline for Small Aircraft Engine

เกียรติก้อง สุวรรณกิจ ธนกร ดั่งมยุพะเนาะ มงคล คณานนท์ ชไมพร สุขแจ่มศรี นววงศ์ ชลคุป* และ สุปงกช โตไพบุลย์
ห้องปฏิบัติการวิจัยเชื้อเพลิงชีวภาพ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ. พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร 0-2564-6500 ต่อ4700, โทรสาร.0-2564-6403 *อีเมลล์ nuwongc@mtec.or.th

บทคัดย่อ

จากวิกฤตพลังงานที่ส่งผลให้แนวโน้มราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีการหันมาใช้แหล่งพลังงานทดแทนมากขึ้น ซึ่งเอทานอลจัดว่าเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมาก โดยอาศัยฐานอุตสาหกรรมในการผลิตแอลกอฮอล์เดิม ตลอดจนนโยบายที่แน่วแน่ของภาครัฐในการส่งเสริมให้มีการใช้เอทานอล โดยเฉพาะในการผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนร้อยละ 10 และ 20 ในรูปแก๊สโซฮอล์ E10 (ออกเทน 91/95) และแก๊สโซฮอล์ E20 เพื่อทดแทนการใช้้ำมันเบนซินในภาคขนส่งที่สูงถึง 20 ล้านลิตรต่อวัน โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินความเป็นไปได้ในการใช้เอทานอลไร้น้ำกับเครื่องยนต์ Rotax 912S ที่ใช้สำหรับอากาศยานขนาดเล็กขนาด 2 ที่นั่งรุ่น STOL CH 701 ซึ่งเครื่องยนต์ Rotax 912S นี้สามารถใช้ได้กับน้ำมันเครื่องบิน AVGAS 100LL หรือน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ได้ งานวิจัยนี้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ด้วยการวัดแรงดึงเมื่อเครื่องยนต์ติดกับใบพัดของเครื่อง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และมลพิษที่เกิดขึ้น โดยเชื้อเพลิงที่ทดสอบประกอบด้วย น้ำมันเบนซิน (ออกเทน 95) แก๊สโซฮอล์ E10 (ออกเทน 95) และ แก๊สโซฮอล์ E20 ตลอดจนน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ผสมขึ้นเองจากเอทานอลไร้น้ำที่อัตราส่วนร้อยละ 60 และ 70 (หรือที่เรียกว่า E60 และ E70 ตามลำดับ) ทั้งนี้ได้มีการปรับเครื่องเพื่อให้เหมาะกับน้ำมันเบนซิน 95 ก่อนที่จะทำการทดสอบด้วยเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ผลปรากฏว่าเครื่องยนต์ Rotax 912S นี้สามารถใช้ได้กับแก๊สโซฮอล์ E10 (ออกเทน 95) และ แก๊สโซฮอล์ E20 ได้ โดยกำลังไม่ตก ถึงแม้ว่าแก๊สโซฮอล์จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากกว่าในช่วงรอบสูง (> 5,000 รอบต่อนาที) และมลพิษที่เกิดขึ้นจากแก๊สโซฮอล์ E20 จะต่างจากน้ำมันเบนซิน (ออกเทน 95) และแก๊สโซฮอล์ E10 (ออกเทน 95) ในทางกลับกัน เชื้อเพลิง E60 และ E70 นั้นไม่สามารถใช้กับเครื่องยนต์ Rotax 912S ได้เลย ต้องมีการปรับจูนเครื่อง

ก่อน เนื่องจากไม่สามารถเร่งเครื่องได้ถึงรอบสูงสุดที่ 5,800 รอบต่อนาที

Abstract

From the current energy crisis that has driven the price of fossil fuel around the world, there is a great interest to seek alternative fuel. One of the attractive candidates is ethanol, which does not require complicated processing technology, and can use existing infrastructure from ethanol industry. In particular, the strong and clear supporting governmental policy toward ethanol utilization as transportation fuel in the forms of E10 (octane 91 and 95) and E20 (octane 95) is set forth to reduce 20 million liters/day gasoline consumption. The present study evaluates the feasibility to use anhydrous ethanol in Rotax 912S engine for 2-seaters small aircraft STOL Ch 701. This Rotax engine is certified to fuel with AVGAS 100LL or ULG95 (unleaded gasoline with octane 95). Engine performance is measured with the force sensor when the engine is attached to the propeller while the fuel consumption and emission are monitored for various fuels, comprising of ULG95, Gasohol E10 (Octane 95), Gasohol E20, self-blend E60 and E70. Since ULG95 is used as control set, the engine is tuned with ULG95 prior to being tests with other fuels. The results show that Rotax 912S engine can be fueled with E10 and E20 of both Octane 95 without statistically significant loss but higher fuel consumption at high speed (> 5,000 rpm). The corresponding emission from E20 is different from E10 or ULG95. On the other hand, E60 and E70 cannot be used in Rotax 912S engine since the engine cannot reach high speed of 5,800 rpm.

1. บทนำ

เอทานอลเกิดจากกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบการเกษตร โดยนำเอาวัตถุดิบมาหมักเพื่อให้ได้เอทานอล จากนั้นจึงผ่านกระบวนการแปลงสภาพเพื่อให้ได้เอทานอลบริสุทธิ์ (95% โดยปริมาตร) และสามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์ขึ้นถึง 99.5 % โดยปริมาตร (หรือที่เรียกว่าเอทานอลไร้น้ำ) ซึ่งเอทานอลไร้น้ำสามารถนำไปเป็นพลังงานทดแทนได้หลายทาง และยังสามารถใช้เป็นสารเติมแต่งเพื่อเพิ่มค่าออกเทนแทนที่ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ได้อีกด้วย เนื่องจากเอทานอลมีค่าออกเทนสูงถึง 113 [1]

บทความนี้จะนำเสนอผลการทดสอบเชื้อเพลิงที่มีเอทานอลเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนต่างๆ คือ E10, E20, E60 และ E70 เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 95 โดยใช้เครื่องยนต์สำหรับอากาศยานขนาดเล็กเป็นเครื่องยนต์ทดสอบ ซึ่งในที่นี้คือเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 4 สูบ (แบบสูบนอน) ยี่ห้อ Rotax รุ่น 912S ระบายความร้อนด้วยอากาศและน้ำหล่อเย็น โดยใช้คาร์บูเรเตอร์ 2 ตัวในการประจุไอดี มีระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถผลิตกำลังขับขนาด 100 แรงม้าได้ และมีความจุกระบอกสูบรวมประมาณ 1,352 ซีซี [2] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องยนต์ Rotax รุ่น 912S ขนาด 100 แรงม้า

2. การเตรียมแท่นทดสอบเครื่องยนต์และอุปกรณ์สำหรับการทดสอบต่างๆ

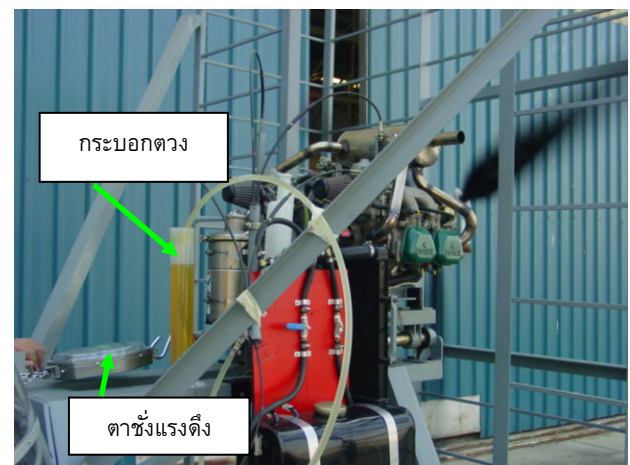
เนื่องจากสภาวะการใช้งานของเครื่องยนต์สำหรับอากาศยานขนาดเล็กนี้แตกต่างจากสภาวะการใช้งานของเครื่องยนต์สำหรับยานยนต์ ประกอบกับความต้องการที่จะวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ Rotax ในสภาวะใกล้เคียงการใช้งานจริง งานวิจัยนี้จึงได้สร้างแท่นทดสอบเครื่องยนต์อย่างง่ายขึ้นโดยได้รับความช่วยเหลือทางเทคนิคจากมูลนิธิอนุรักษ์และพัฒนาอากาศยานไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เครื่องยนต์ Rotax 912S แบบ 2 คาร์บูเรเตอร์ขนาด 100 แรงม้าได้ถูกติดตั้งทางตอนหน้าของแท่นทดสอบและต่อกับใบพัดเพื่อเป็นภาระ และมีระบบควบคุมพร้อมทั้งมาตรวัดต่างๆ อยู่ทางตอนท้ายของแท่น (รูปที่ 2)

อีกทั้งยังได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบต่างๆ เข้าไปซึ่งประกอบไปด้วย ตาชั่งแรงดึงสำหรับวัดแรงขับของเครื่องยนต์มีหน่วยเป็น กิโลกรัมและกระบอกตวงใช้สำหรับวัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีหน่วยเป็นลิตร (รูปที่ 3) ในส่วนของมลพิษได้ใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสียยี่ห้อ Star Gas รุ่น 898 วัดค่าของปริมาณแก๊สพิษ

ต่างๆ ที่ปะปนออกมากับไอเสีย พร้อมทั้งวัดอัตราส่วนผสมไอดีที่เข้าเครื่องยนต์ (ค่า Lambda) และเครื่องวัดควันท้ายท่อ Techno Test รุ่น 495/01 สำหรับวัดความหนาแน่นของควันท้ายท่อไอเสียด้วย (รูปที่ 4)



รูปที่ 2 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องยนต์ Rotax 912S และแผงควบคุมเครื่องยนต์พร้อมมาตรวัดต่างๆ



รูปที่ 3 กระบอกตวง และตาชั่งแรงดึง



รูปที่ 4 เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย และเครื่องวัดควันท่ำ

3. การเตรียมน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบ

สำหรับน้ำมันเบนซิน 95 น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 นั้น ได้ทำการจัดซื้อจากสถานีบริการน้ำมันของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ส่วนน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E₉₀ และ E70 นั้น ได้ทำการผสมเองตามสัดส่วนที่กำหนด โดยนำเอาน้ำมันเบนซิน 95 ที่ได้จากการจัดซื้อมาทำการผสมกับเอทานอลแบบไร้น้ำซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ตามอัตราส่วนที่ต้องการโดยปริมาตร สำหรับน้ำมันเบนซิน 95 นั้นจะเทใส่น้ำมันเชื้อเพลิงหลักขนาด 60 ลิตร ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ห้องควบคุมเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 5 และถึงน้ำมันเชื้อเพลิงสำรองขนาด 15 ลิตรซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านข้างของแท่นทดสอบใช้สำหรับใส่น้ำมันแก๊สโซฮอล์ชนิดต่างๆ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ตำแหน่งติดตั้งถังน้ำมันเชื้อเพลิงหลักขนาดปริมาตร 60 ลิตร

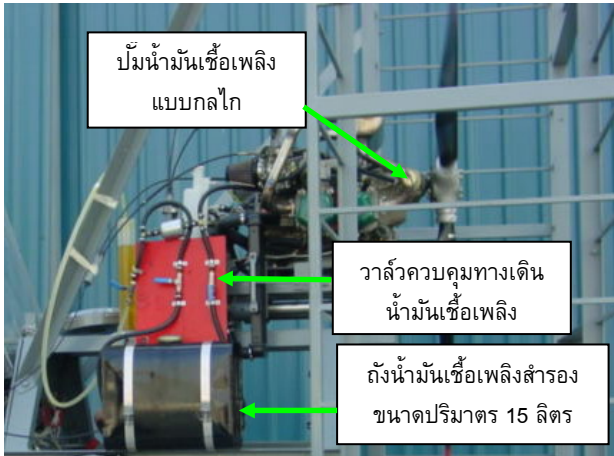
ในงานวิจัยนี้ ไม่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในการทดสอบโดยไม่มีการปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ได้ เนื่องจากเครื่องยนต์เกิดการเดินสะดุดตลอดทุกช่วงความเร็วรอบ ไม่สามารถทำการเร่งรอบเครื่องยนต์ได้ตามต้องการ และเครื่องยนต์ไม่

สามารถเดินเบาที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 2,000 รอบ/นาที ได้เลย (หากความเร็วรอบต่ำกว่า 2,000 รอบ/นาที เครื่องยนต์จะดับทันที) เพราะฉะนั้นการทดสอบนี้จึงไม่มีการแสดงผลการทดสอบเครื่องยนต์ Rotax 912S เมื่อใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 เป็นเชื้อเพลิง

4. วิธีการทดสอบ

เติมน้ำมันเบนซิน 95 ลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงหลัก (ขนาด 60 ลิตร) เติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ต้องการทดสอบลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงสำรอง (ขนาด 15 ลิตร) จากนั้นเปิดสวิตช์ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงไฟฟ้า ทำการดูดน้ำมันเบนซิน 95 จากถังหลักไปสู่น้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไกซึ่งติดตั้งมากับเครื่องยนต์บริเวณแกนใบพัด โดยต้องเปิดวาล์วทางเดินของน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 6) จากถังน้ำมันเชื้อเพลิงหลักสู่น้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไกให้ถูกต้องด้วย

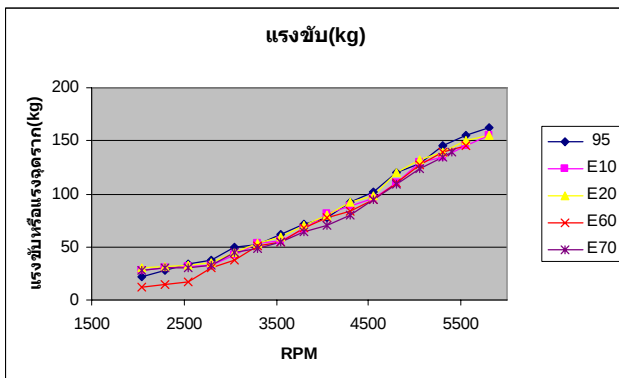
เมื่อปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงไฟฟ้าหยุดทำงาน (หยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มระบบ) ปิดสวิตช์ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงไฟฟ้า แล้วให้สตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อทำการอุ่นเครื่องยนต์ให้ได้อุณหภูมิทำงานก่อน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นให้ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ที่คาร์บูเรเตอร์ทั้ง 2 ตัว ซึ่งในที่นี้ได้ปรับแต่งที่รอบเดินเบาที่สกรูบนหัวอากาศ (ดำเนินการโดยทีมวิศวกรจากมูลนิธิฯ) ให้ได้อัตราส่วนผสมไออดีที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้เครื่องวัดแก๊สไอเสียเป็นตัววัดค่า Lambda เพื่อตรวจสอบการปรับแต่งดังกล่าว หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบแรงขับเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าปริมาณแก๊สไอเสียต่างๆ รวมทั้งค่า Lambda ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ กัน ตั้งแต่ความเร็วรอบเดินเบา (ประมาณ 1,800 รอบ/นาที) จนถึงความเร็วรอบสูงสุด (ประมาณ 5,800 รอบ/นาที) การปรับแต่งเครื่องยนต์นั้นได้ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ในขณะที่ใช้น้ำมันเบนซิน 95 เป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น เมื่อเปลี่ยนมาใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ชนิดต่างๆ มิได้ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่เพราะต้องการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างการใช้้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองประเภท การปรับเปลี่ยนการใช้้ำมันเชื้อเพลิงจากเบนซิน 95 มาเป็นแก๊สโซฮอล์เพื่อการทดสอบนั้น ก็เพียงแต่เปิดวาล์วทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันหลัก (บรรจุเบนซิน 95) ไปสู่น้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก แล้วให้เปิดวาล์วทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างถังน้ำมันสำรอง (บรรจุน้ำมันแก๊สโซฮอล์) กับปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไกแทนในการทดสอบครั้งนี้จำเป็นต้องสตาร์ทและดับเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันเบนซิน 95 เท่านั้น ไม่ให้น้ำมันแก๊สโซฮอล์หลงเหลืออยู่ในระบบเชื้อเพลิงเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับวัสดุจำพวกพลาสติกยาง ฯลฯ ที่อยู่ในระบบดังกล่าว



รูปที่ 6 ตำแหน่งติดตั้งถังน้ำมันเชื้อเพลิงสำรองขนาดปริมาตร 15 ลิตร, ปัมพ์น้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก และวาล์วควบคุมทางเดินน้ำมันเชื้อเพลิง

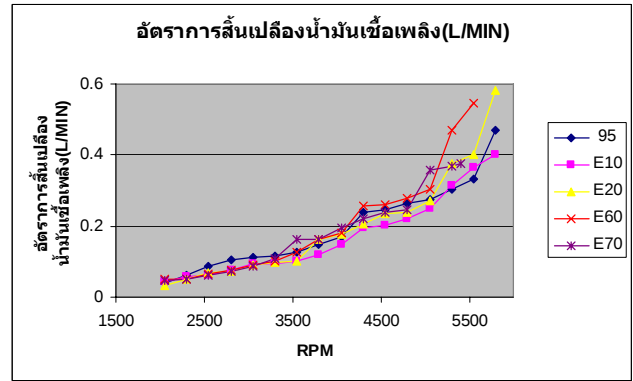
5. ผลการทดสอบ

5.1 ผลการทดสอบแรงขับหรือแรงฉุดลากของเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 7 แรงฉุดลากของเครื่องยนต์จะมีค่ามากขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้น โดยมีค่าไม่แตกต่างกันมากสำหรับปริมาณเอทานอลที่ผสมอยู่ ทั้งนี้เชื้อเพลิง E60 และ E70 ไม่สามารถให้ค่ารอบสูงสุดที่ 5,800 รอบต่อนาทีได้



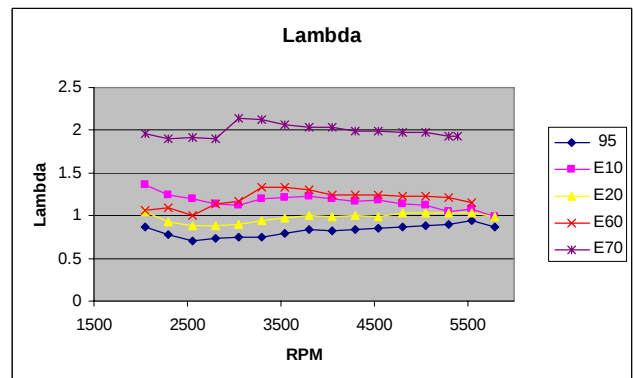
รูปที่ 7 ผลการทดสอบแรงขับหรือแรงฉุดลากของเครื่องยนต์ (หมายเหตุ: เชื้อเพลิง E60 และ E70 ไม่สามารถเดินเครื่องได้ถึง 5,800 รอบ/นาที)

5.2 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดังรูปที่ 8 เมื่อทำการเร่งความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้มีการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นตามไปด้วย โดยเชื้อเพลิงที่มีเอทานอลผสมอยู่ในอัตราที่สูงกว่าจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่สูงกว่าในช่วงรอบสูงอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 8 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

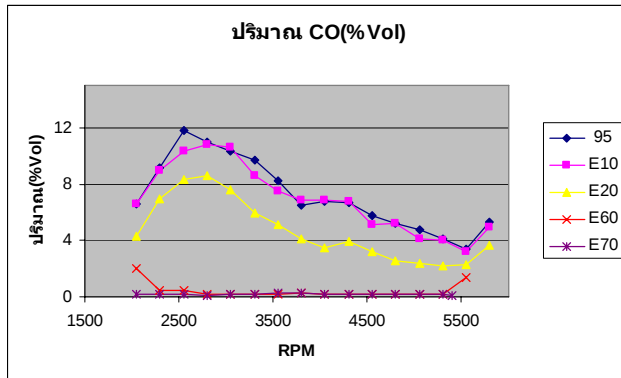
5.3 ผลการทดสอบค่า Lambda ดังรูปที่ 9 เมื่อเปลี่ยนมาใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ จะทำให้เกิดส่วนผสมที่บางขึ้นในทุกช่วงความเร็วรอบเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน 95 ซึ่งมีส่วนผสมไออดีที่ค่อนข้างไปทางหนา (ค่า Lambda > 1) โดยเฉพาะเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E70 นั้น เกิดอัตราส่วนผสมที่บางมากอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งค่า Lambda ที่ได้โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2 สำหรับค่า Lambda ของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 มีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1 ซึ่งอธิบายได้ว่าอัตราส่วนผสมไออดีที่เข้าไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกับอัตราส่วนผสมไออดีที่ Stoichiometric Level [3]



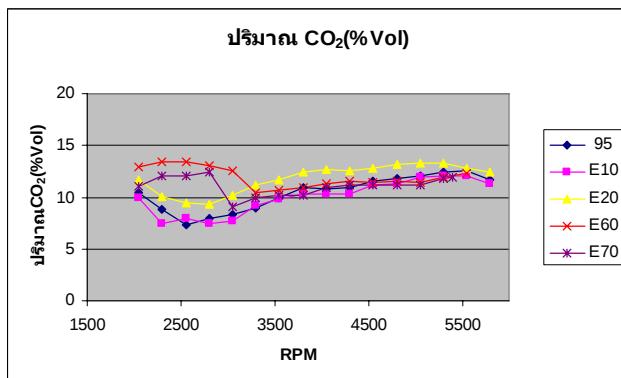
รูปที่ 9 ค่า Lambda

5.4 ผลการทดสอบปริมาณแก๊สไอเสีย จากรูปที่ 10 ถึง 14 แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่ช่วงความเร็วรอบเดินเบาถึงช่วงความเร็วรอบประมาณ 2,500 รอบ/นาที นั้นจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่ค่อยสมบูรณ์เท่าใดนักเนื่องจากที่ค่าของ CO ออกมามาก (CO₂ ออกมาน้อย) หลังจากช่วงความเร็วรอบประมาณ 2,500 รอบ/นาที เป็นต้นไป การเผาไหม้เริ่มดีขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งสังเกตได้จากมี CO₂ ออกมาที่ทางท่อไอเสียเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้รูปที่ 10 ยังแสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้จะดีขึ้นเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงมีส่วนผสมของเอทานอลมากขึ้น สามารถสังเกตได้จากค่าของ CO ที่ออกมากับไอเสียเครื่องยนต์นั้นต่ำมาก ๆ เมื่อเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E60 และ E70 เข้าไป

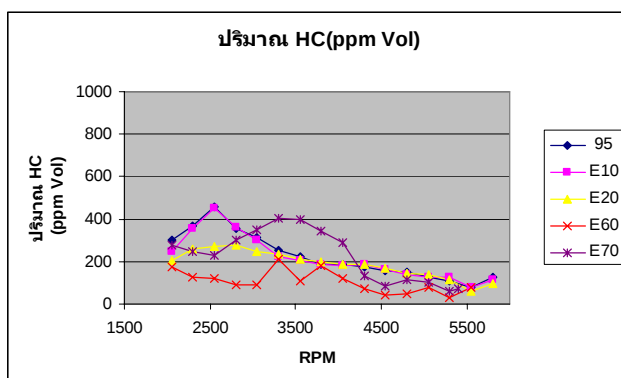
สำหรับค่า HC ที่วัดได้จากเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสียนั้นแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าจะใช้เชื้อเพลิงประเภทใดก็มีแนวโน้มไปทางเดียวกันคือจะมีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น และเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลก็จะมีค่าของ HC น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับค่า HC ที่วัดได้จากเครื่องยนต์เมื่อใช้เบนซิน 95 เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 10 ปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)



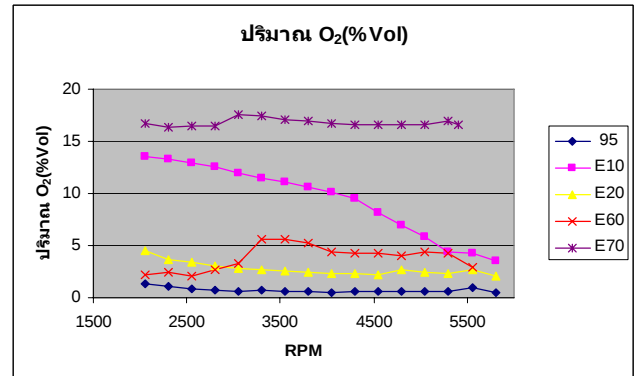
รูปที่ 11 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



รูปที่ 12 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)

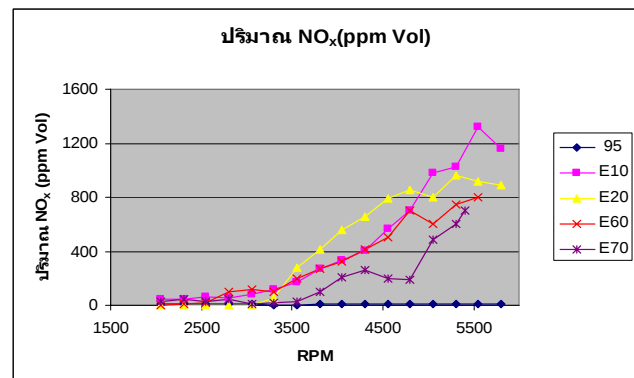
ในส่วน of ค่า O₂ นั้น ถ้าในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ใดที่เกิดส่วนผสมไม่ดีบาง ก็จะมีค่าของ O₂ ปะปนออกมากับไอเสียมากขึ้น

นอกจากนี้เชื้อเพลิงที่มีเอทานอลผสมอยู่มากก็จะมีปริมาณของ O₂ หลงเหลือออกมากับไอเสียมากเช่นกัน



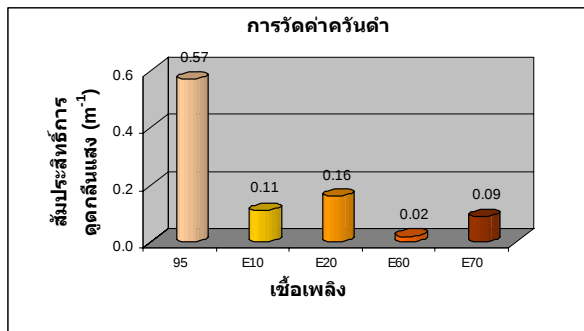
รูปที่ 13 ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O₂)

สำหรับแก๊ส NO_x ที่วัดได้นั้นจะมีค่ามากสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอลล์เป็นเชื้อเพลิง แต่สำหรับน้ำมันเบนซิน 95 ที่ใช้ในการทดสอบนั้นจะส่งผลให้มีปริมาณของแก๊ส NO_x ออกมากับไอเสียเพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 7.375 ppm เท่านั้น



รูปที่ 14 ปริมาณก๊าซ (NO_x)

5.5 ผลการทดสอบควันดำ เป็นการแสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของเครื่องวัดควันดำมีหน่วยเป็น m⁻¹ ถ้ามีค่ามาก จะทำให้แสงจากตัวกำเนิดแสงในเครื่องวัดควันดำไปตกกระทบบที่ตัวรับแสงได้น้อยแสดงว่ามีค่าความหนาแน่นของควันดำมาก จากรูปที่ 15 แสดงให้เห็นว่ามีควันดำเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อเติมเบนซิน 95 เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงมีส่วนผสมของเอทานอลเพิ่มเติมก็จะส่งผลให้มีควันดำออกมาน้อยลง



รูปที่ 15 ผลการทดสอบควันดำ

หมายเหตุ: โดยปกติหน่วยวัดควันดำจะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่เครื่องวัดควันดำที่ใช้ทดสอบนั้นอยู่ในโหมด EEC (European Economic Community) ซึ่งบอกเป็นหน่วย m^{-1} เท่านั้น

6. สรุป

ผลการทดสอบทางด้านแรงขับหรือแรงฉุดลากของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น จะมีค่ามากขึ้นเมื่อทำการเร่งความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น เพราะเชื้อเพลิงถูกนำไปใช้มากขึ้นเพื่อผลิตแรงมาให้สูงขึ้น และการเผาไหม้ก็เป็นไปอย่างรุนแรงมากขึ้นด้วย เมื่อสังเกตการใช้แก๊สโซฮอล์ E60 และ E70 เป็นเชื้อเพลิงจะพบว่าแรงขับเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ความเร็วรอบประมาณ 5,550 และ 5,400 รอบ/นาที ตามลำดับเท่านั้น (ไม่ถึง 5,800 รอบ/นาที ตามที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์ระบุไว้สำหรับการ take-off) เพราะไม่สามารถทำการเร่งรอบเครื่องยนต์ให้ได้มากกว่านี้ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อเพลิงที่มีปริมาณของเอทานอลสูงๆ จะมีค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Fuel Heating Value) น้อยลง และต้องการอัตราส่วนผสมไอที่ดีที่หนาขึ้น (น้อยกว่า 14.7:1) ด้วยเหตุนี้หากต้องการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีปริมาณเอทานอลผสมอยู่มากๆ ควรจะต้องทำการปรับแต่งเครื่องยนต์ (ปรับการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ปรับปริมาณอากาศ และปรับองศาการจุดระเบิด พร้อมทั้งตรวจสอบค่า Lambda อีกครั้ง) ให้เหมาะสม

สำหรับอัตราส่วนผสมไอที่ดีที่ประจุเข้าเครื่องยนต์นั้น แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณของเอทานอลผสมอยู่มาก ก็จะทำให้เกิดส่วนผสมบางตลอดทุกช่วงความเร็วรอบ (ค่า Lambda มากกว่า 1) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันแก๊สโซฮอล์นั้นมีปริมาณของออกซิเจนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่แล้ว [4] และเมื่อไม่ได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ให้จ่ายน้ำมันมากขึ้นจึงมีผลทำให้ปริมาณของออกซิเจนสำหรับการเผาไหม้นั้นมากเกินไปจนเกิดส่วนผสมบาง

จากผลการทดสอบทางด้านไอเสียนั้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีปริมาณของเอทานอลผสมอยู่มากๆ อย่างเช่น น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E60 และ E70 เป็นต้น ปริมาณของแก๊สพิษอย่าง CO และ HC จะลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของแก๊สพิษดังกล่าวเมื่อใช้น้ำมันเบนซิน 95 เป็นเชื้อเพลิง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของแก๊ส NO_x กลับเพิ่มปริมาณมากขึ้น จึงขอแนะนำว่าหากต้องการลดปริมาณของแก๊ส NO_x ในไอเสียก็ควรติดตั้งชุดกรองไอเสีย Catalytic

Converter เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม สำหรับค่าของ CO_2 นั้นแสดงให้เห็นว่าเกิดการสันดาปภายในอย่างสมบูรณ์หรือไม่ และจะมีผลตรงข้ามกับค่าของ CO เสมอกล่าวคือ ถ้ามีปริมาณของ CO_2 ออกมากับไอเสียมาก แสดงว่าเกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ ซึ่งค่าของ CO จะต้องออกมาน้อย แสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้ที่สมบูรณ์นั้นมักจะเกิดขึ้นในช่วงความเร็วรอบสูงๆ คือประมาณ 3,500 รอบ/นาที เป็นต้นไป นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดปริมาณของ O_2 ก็มีความสัมพันธ์กับค่า Lambda และค่า CO_2 เช่นกันกล่าวคือ เมื่อเกิดส่วนผสมบาง (มีปริมาณอากาศมากกว่าที่ต้องการ) ก็จะทำให้มี O_2 หลงเหลืออยู่ในไอเสียมาก แต่เมื่อการสันดาปในห้องเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ (เกิด CO_2 มาก) ก็จะส่งผลให้ค่าของ O_2 ที่ออกมากับไอเสียนั้นลดลง

ในส่วนของการวัดควันดำนั้น โดยปกติแล้วเครื่องยนต์ที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (SI Engine) นั้น จะมีค่าควันดำที่ต่ำมากอยู่แล้ว (เกิดเขม่าเล็กน้อย) ดังนั้นค่าควันดำที่วัดได้ในที่นี้จึงมีค่าที่ต่ำมากเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ $0.19 m^{-1}$ เท่านั้น และจากการทดสอบภาคสนามนั้น ก็ไม่สามารถสังเกตเห็นควันดำที่ปลายท่อไอเสียได้ด้วยตาเปล่าเช่นกัน

สำหรับแผนงานในอนาคตนั้น ควรจะมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ให้เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงที่มีเอทานอลผสมอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งแก๊สโซฮอล์ E10 หรือ E20 ที่หาได้ง่ายในขณะนี้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณมูลนิธิธรรมาภิบาลและพัฒนาอากาศยานไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ช่วยเหลือด้านเทคนิคในการประกอบแท่นเครื่องทดสอบ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์เอทานอลไร้น้ำสำหรับใช้ในการผสมแก๊สโซฮอล์ E60 และ E70 ตลอดจนศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติที่ให้ความสนับสนุนด้านงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chan-Wei Wua, Rong-Hong Chenb, Jen-YungPu a, Ta-Hui Lina. The influence of air-fuel ratio on engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline-blended fuels. Atmospheric Environment 38 (2004) 7093–7100.
- [2] www.zenithair.com
- [3] Wei-Dong Hsieha, Rong-Hong Chenb, Tsung-Lin Wub, Ta-Hui Lina. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels. Atmospheric Environment 36 (2002) 403–410.
- [4] Damon Bresenham, John Reisel and Ken Neusen, Spindt Air-Fuel Ratio Method Generalization for Oxygenated Fuels, SAE TECHNICAL PAPER SERIES, September 14-16, 1998