



ผลของอุณหภูมิและความชื้นอากาศป้อนเข้าที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก Effect of Temperature and Humidity of Intake Air on Performance of Small Multi Propose Engine

ศักรินทร์ ปาปะเก^{1*}, กระวี ตรีอำนรรค¹, เทวรัตน์ ตรีอำนรรค², ยงยุทธ์ เสียงดัง³

Sakkarin Papakae¹, Krawee Treeeamnuk¹, Tawarat Treeeamnuk² and Yongyuth Sengdang³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 30000

²School of Mechanical Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

³สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 30000

²School of Agricultural Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

³สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

³School of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

*Corresponding author: Sakkarin Papakae Tel: +66-8-80725212, E-mail: sakkarinpapakae@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นอากาศป้อนเข้าที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก ทดสอบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะสูบเดี่ยว ขนาด 208 cm³ ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,500-4,000 min⁻¹ ประยุกต์ใช้ระบบลดอุณหภูมิอากาศด้วยวิธีการระเหยน้ำแบบผิวเปียก (Evaporative cooling pad) รุ่น 7090 ขนาด ก x ย เท่ากับ 30 x 27 cm² ทน 100 mm กับการลดอุณหภูมิอากาศป้อนเข้าเครื่องยนต์ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 แบบ คือ ใช้น้ำอุณหภูมิ 23.7°C และ 0.5°C ไหลผ่านผิวเปียก เปรียบเทียบผลกับการใช้อากาศอุณหภูมิ 55°C ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนป้อนเข้า จากการทดสอบพบว่า การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ด้วยวิธีการระเหยน้ำ จะทำให้อากาศมีความหนาแน่น ความชื้นสัมพัทธ์และความดันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด 3.21% ที่ความเร็วรอบ 2,000 min⁻¹ สำหรับกรณีใช้น้ำ 23.7°C และเพิ่มขึ้นสูงสุด 7.76% ที่ความเร็วรอบ 3,500 min⁻¹ สำหรับกรณีใช้น้ำ 0.5°C ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์ของเครื่องยนต์ลดลงสูงสุด 7.04 % ที่ความเร็วรอบ 3,500 min⁻¹ สำหรับกรณีใช้น้ำ 0.5°C อุณหภูมิไอเสียและปริมาณไฮโดรคาร์บอนในไอเสียของเครื่องยนต์มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับกรณีอากาศไม่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนป้อนเข้าเครื่องยนต์

คำสำคัญ: การลดอุณหภูมิแบบระเหยน้ำ, การทดสอบเครื่องยนต์, สมรรถนะเครื่องยนต์

Abstract

This research study was investigated the effect of temperature and humidity of intake air on the performance of a small multi propose engine. The single-cylinder 208 cm³ four-strokes gasoline engine as tested at speed 1,500-4,000 min⁻¹. The pad type evaporative air cooling system (model 7090 size w x l is 30x27 cm² 100 mm thickness) was applied to produce a low temperature air intake to the engine. The engine performance testing was divided into 3 types by air cooled from water temperature at 23.7°C, 0.5°C in evaporative cooling system and air without water cooling (intake air temperature to the engine is 55°C). The result shown that the reducing of air temperature before taking in to the engine by the water evaporative cooling system influences on the increasing of density, relative humidity and pressure of the intake air. The low temperature of intake air provides an engine torque and power. The power increases 3.21% at 2,000 min⁻¹ of engine speed (use water 23.7°C) and 7.76% at 3,500 min⁻¹ (use water 0.5°C) and the specific fuel consumption reduces 7.04% at 3,500 min⁻¹. the exhaust temperature and HC-emissions are decreased when compare to the air intake without evaporative cooling system.

Keywords: Evaporative cooling, Engine testing, Engine performance

1 บทนำ

ทั่วโลกมีการใช้เครื่องย่นต่อเนกประสงค์ขนาดเล็กจำนวนมาก เนื่องจากเป็นต้นกำลังที่มีราคาไม่สูงมาก น้ำหนักเบา มีความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และการใช้งานระบบถ่ายทอดกำลังสามารถควบคุมความเร็วได้ง่ายและมีความแม่นยำดี ในประเทศไทยนิยมใช้เครื่องย่นต่อเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับงานสูบน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขับเคลื่อนเครื่องจักรกลเกษตรต่างๆ เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นปุ๋ยและสารเคมี เครื่องสับย่อยลดขนาดวัสดุ เครื่องมือเตรียมแปลงเพาะปลูก เป็นต้น

ถึงแม้ว่าเครื่องย่นเหล่านี้จะเป็นที่นิยมสูงก็ตาม แต่ยังคงพบปัญหาในการใช้งานเครื่องย่นต่อเนกประสงค์ดังกล่าว เนื่องจากในการใช้งานจริงไม่สามารถให้ประสิทธิภาพและสมรรถนะที่สูงและเป็นไปตามทฤษฎีได้ โดยเฉพาะเครื่องย่นที่มีขนาดเล็กและใช้งานอยู่กับที่ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น เนื่องจากการออกแบบเครื่องย่นเหล่านี้ต้องการความกะทัดรัด อากาศที่อยู่รอบตัวเครื่องย่นจะเกิดการสะสมความร้อนจากการระบายความร้อนของเครื่องย่นเองและความร้อนจากการใช้งานกลางแจ้งเมื่อสภาวะแดดจัด ทำให้อากาศที่ถูกประจุเข้าสู่เครื่องย่นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความหนาแน่นต่ำลง ส่งผลให้เครื่องย่นมีประสิทธิภาพของวัฏจักรอากาศต่ำลงไปด้วย

เทคนิคการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยน้ำแบบผิวเปียก ดังแสดงใน Figure 1 จะใช้หลักการทำให้ น้ำ เกิดเป็นฟิล์มขนาดบาง มีพื้นที่สัมผัสกับอากาศมาก เมื่ออากาศร้อนไหลผ่านพื้นผิวของน้ำ น้ำจะดูดซับความร้อนของอากาศ และน้ำบางส่วนจะระเหยกลายเป็นไอ อากาศที่ถูกดูดความร้อนจะอุณหภูมิต่ำลง ในปัจจุบันเราพบอุปกรณ์ชนิดนี้ให้รูปเครื่องปรับอากาศแบบไอระเหยน้ำที่นิยมใช้ในครัวเรือน เนื่องจากเป็นระบบอย่างง่าย ไม่มีอุปกรณ์ที่ซับซ้อนและไม่ต้องการการดูแลรักษา สามารถออกแบบให้มีขนาดเล็กได้ และมีความสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มากถึง 15°C (บริษัทมาสเตอร์คูล, 2559) อีกทั้งยังพบการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ พบว่าอากาศมีอุณหภูมิต่ำลงและความชื้นเพิ่มสูงขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของระบบปรับอากาศ 10.6% คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานน้อยลง 11.4% (Martinez et. al., 2016)



Figure 1. Evaporative Cooling Pad.

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประยุกต์ใช้การลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยน้ำแบบผิวเปียกนี้ พัฒนาเป็นระบบช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องย่นต่อเนกประสงค์ขนาดเล็กทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องย่นที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนถึงค่ามลภาวะของไอเสียจากเครื่องย่นที่ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว ผลของการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องย่นสามารถเพิ่มแรงบิดและกำลังของเครื่องย่น 3.846% (สกรินทร์ และคณะ, 2560) สามารถลดปริมาณ NO_x และถ่านสามารถลดอุณหภูมิไอเสียของเครื่องย่นดีเซล (Sajovaara et. al., 2015) การลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหยน้ำแบบผิวเปียกจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นในอากาศที่สูงขึ้นด้วย ดังนั้นผลดีของการเพิ่มปริมาณไอน้ำหรือน้ำเข้าสู่เครื่องย่น สามารถเพิ่มกำลังและแรงบิดของเครื่องย่นดีเซลได้มากถึง 4.65% ลดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมผัส 6.44% ลดปริมาณ NO เหลือ 40% และลดปริมาณ HC 31.5% (Cesur et. al., 2013) และลดปริมาณ smoke ของเครื่องย่นดีเซล (Sahin et. al., 2012)

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์ทดสอบ

งานวิจัยนี้จะทดสอบสมรรถนะของเครื่องย่นโดยใช้ ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องย่น Te-quipment รุ่น TD201 ดังแสดงใน Figure 2 ทดสอบบนเครื่องย่นดีเซล 4 จังหวะ 1 สูบ ขนาดความจุกระบอกสูบ 208 cm^3 เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 70 mm ระยะชัก 54 mm ระยะข้อเหวี่ยง 27 mm อัตราส่วนการอัดของเครื่องย่น 8.5 และกำลังสูงสุดเท่ากับ 5.2 kW ที่ $3,600\text{ min}^{-1}$ Figure 3 แสดงการติดตั้งเพลลาของเครื่องย่น เพื่อเชื่อมต่อไปยังไดนาโมมิเตอร์ชนิดน้ำ ประยุกต์ใช้แผ่นระเหยน้ำ (ECP) เพื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องย่น ในระบบนี้มีทางเข้าอากาศก่อนเข้าเครื่องย่นอยู่ห่างจากเครื่องย่น ซึ่งทำให้อากาศไม่ได้รับความร้อนจากเครื่องย่นเหมือนสภาวะการใช้งานจริงที่ท่อดูดอากาศสั้น ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ให้การทดสอบเหมือนสภาวะจริง จึงมีการติดตั้งเครื่องทำความร้อนบริเวณทางเข้าของอากาศ ดังแสดงใน Figure 3

2.2 แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative Cooling Pad, ECP)

การทดสอบจะใช้แผ่นระเหยน้ำ รุ่น 7090 ขนาดกว้างยาวเท่ากับ $30 \times 27\text{ cm}^2$ และมีความหนาเท่ากับ 100 mm ประยุกต์ใช้เป็นระบบลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องย่นโดยใช้น้ำ ดังแสดงใน Figure 3 และติดตั้งปั๊มน้ำเพื่อใช้สำหรับการหมุนเวียนน้ำในระบบ

2.3 การทดสอบ

การทดสอบจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศห้องปกติ ให้มีอุณหภูมิกระเปาะแห้งประมาณ $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$ เพื่อจำลองให้เหมือนสภาวะการใช้งานจริง และแบ่งสภาวะอากาศก่อนเข้าเครื่องย่นเป็นทั้งหมด 3 แบบ แบบที่ 1 อากาศอุ่น (warm temp.) จะใช้

อากาศที่ไหลผ่านเครื่องทำความร้อน และไหลผ่าน ECP โดยไม่เปิดน้ำเข้าสู่ ECP แบบที่ 2 อากาศเย็น (cool temp.) ใช้อากาศเหมือนกับแบบแรก แต่มีการเปิดน้ำอุณหภูมิห้อง (23.7 °C) เข้าสู่ ECP แบบที่ 3 อากาศเย็นมาก (very low temp.) ใช้อากาศเหมือนกับทั้งสองแบบแรก แต่มีการเปิดน้ำเย็นที่ใช้ฆ่าเชื้อละลายในถังเก็บน้ำ (0.5 °C) เข้าสู่ ECP การทดสอบจะทดสอบแบบลิ้นผีเสื้อของเครื่องยนต์เปิดกว้างที่สุด ที่ภาระของเครื่องยนต์คงที่ โดยค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ศึกษามีดังนี้ แรงบิด (N-m), อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg s⁻¹), อัตราไหลอากาศ (kg s⁻¹), อุณหภูมิไอเสีย (°C) และมลพิษของเครื่องยนต์ HC (ppm) ทดสอบที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เท่ากับ 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500 และ 4,000 min⁻¹

การวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ จะใช้โหลดเซลล์ชนิด S shape สำหรับการวัดแรงบิดของเครื่องยนต์ ใช้เทอร์โมคัปเปิล type K สำหรับการวัดอุณหภูมิของอากาศและไอเสียของเครื่องยนต์ และใช้เครื่องวัดมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ HORIBA รุ่น MEXA-584L สำหรับการวัดปริมาณ HC ที่เกิดขึ้นในไอเสียของเครื่องยนต์

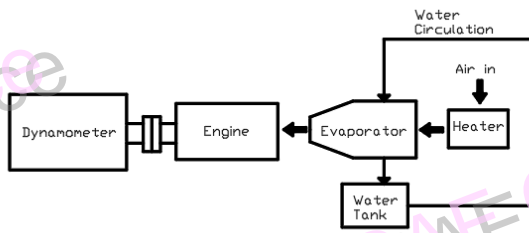


Figure 2. Schematic diagram of experiment.

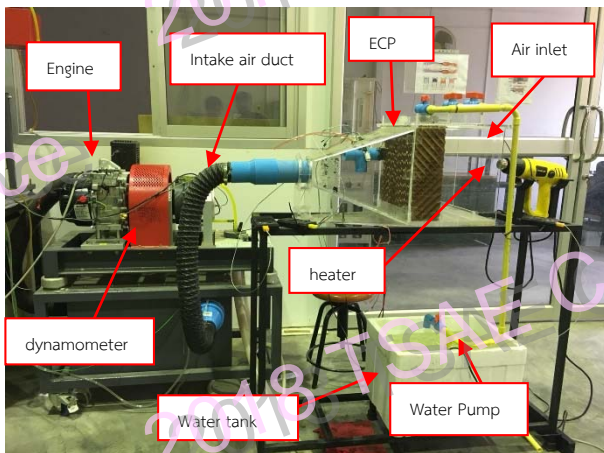


Figure 3. The experiment system.

ค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Heywood, 1998) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2

$$\dot{W}_b = 2pNT \quad (1)$$

$$bsfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}_b} \quad (2)$$

เมื่อ \dot{W}_b คือ กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (kW)

N คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (min⁻¹)

T คือ แรงบิดของเครื่องยนต์ (N·m)

bsfc คือ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์ (g kW⁻¹h⁻¹)

\dot{m}_f อัตราไหลเชิงมวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg s⁻¹)

3 ผลและวิจารณ์

การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ด้วยการระเหยน้ำแบบผิวเปียก จะใช้สภาวะอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ทั้งหมด 3 แบบ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Results of air properties

Intake air	Temp. (°C)		Density (kg m ⁻³)	Absolute humidity (kg _{water} kg _{air} ⁻¹)	RH (%)
	Dry bulb	Wet bulb			
Warm temp.	52.8	34.3	1.0390	0.02705	29.8
Low temp.	31.1	26.6	1.1254	0.02098	75.2
Very Low temp.	21.9	16.8	1.1788	0.00985	60.1

หมายเหตุ: สภาวะอากาศก่อนเข้า ECP ทุกแบบถูกควบคุมให้เท่ากับสภาวะอากาศแบบ warm temp.

การทดลองนี้จะเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศเริ่มต้น ควบคุมอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ 52.8 °C (warm air) โดยใช้เครื่องทำความร้อน การทดลองแรกจะใช้อากาศอุ่นที่ไม่ได้ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนจาก ECP (ไม่เปิดน้ำเข้าสู่ ECP) อากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์จึงมีความหนาแน่นต่ำมาก เมื่อเปิดน้ำเข้าสู่ ECP เพื่อลดอุณหภูมิอากาศ พบว่า สามารถลดอุณหภูมิอากาศจาก 52.8 °C เป็น 31.1 °C (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) เพิ่มความหนาแน่นของอากาศได้เป็น 1.1254 kg m⁻³ และเมื่อใช้น้ำเย็นอุณหภูมิ 0.5 °C สามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความหนาแน่นของอากาศได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงใน Table 1 การลดอุณหภูมิของอากาศด้วยวิธีระเหยน้ำ จะส่งผลต่อความชื้นในอากาศที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการระเหยของน้ำ แต่ในการทดลองนี้ค่าความชื้นมีค่าลดลงเนื่องจาก อุณหภูมิหยาดน้ำค้างของอากาศมีค่าสูงกว่า อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ใน ECP เป็นผลให้น้ำในอากาศเกิดการควบแน่น อากาศที่ไหลผ่าน ECP จึงมีความชื้นลดลง ค่าความหนาแน่นและความดันของอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ จะใช้สูตรคำนวณตามกฎของแก๊ส (Cengel, 2004) เพื่อหาค่าความดันของ

อากาศและแสดงความสัมพันธ์กับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ดังแสดงใน Figure 4

ความดันอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อความเร็วยรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ดังผลการทดลองใน Figure 4 การลดอุณหภูมิอากาศมีผลทำให้ความดันของอากาศเพิ่มขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นของอากาศจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าลดลง ความดันของอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์กรณีใช้น้ำเย็น 0.5 °C ในการลดอุณหภูมิ (very low temp.) จะมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นๆ

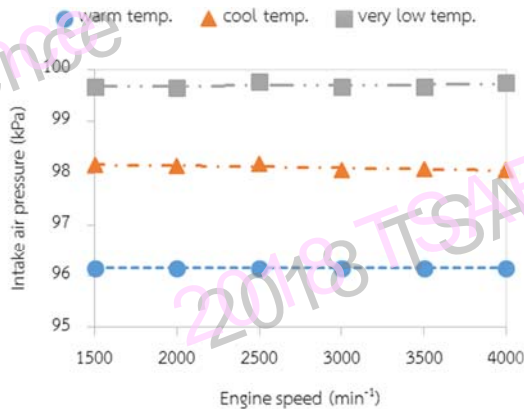


Figure 4. Relationship between intake air pressure and engine speed.

เมื่อความเร็วยรอบของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น แรงบิดของเครื่องยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ความเร็วยรอบของเครื่องยนต์เท่ากับ 2,500 min⁻¹ การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ มีผลทำให้แรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นทุกความเร็วยรอบ เนื่องจากอัตราไหลเชิงมวลและความดันของอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความดันสูงสุดภายในกระบอกสูบในจังหวะให้งานมีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้แรงบิดมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเมื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ แรงบิดจะมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด 3.21% ที่ความเร็วยรอบเท่ากับ 2,000 min⁻¹ (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และเพิ่มขึ้นสูงสุด 7.76% ที่ความเร็วยรอบเท่ากับ 3,500 min⁻¹ (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) เมื่อเทียบกับกรณีไม่ใช้น้ำเข้าสู่ ECP ดังผลการทดลองใน Figure 5

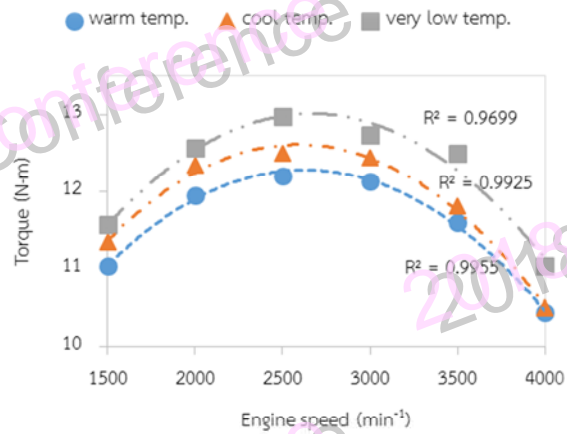


Figure 5. Relationship between torque and engine speed.

ในส่วนของกำลังของเครื่องยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วยรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงบิดและความเร็วยรอบมีค่าเพิ่มขึ้น กำลังของเครื่องยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แม้ว่าแรงบิดจะลดลงในความเร็วยรอบสูงๆก็ตาม เป็นผลมาจากที่ความเร็วยรอบสูงๆการเพิ่มขึ้นของความเร็วยรอบส่งผลต่อกำลังของเครื่องยนต์มากกว่าการลดลงของแรงบิด การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ มีผลทำให้กำลังของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของแรงบิด ดังผลการทดลองใน Figure 6 ซึ่งแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแรงบิดและกำลังสอดคล้องกับการศึกษาของ (ศักรินทร์ และคณะ, 2560)

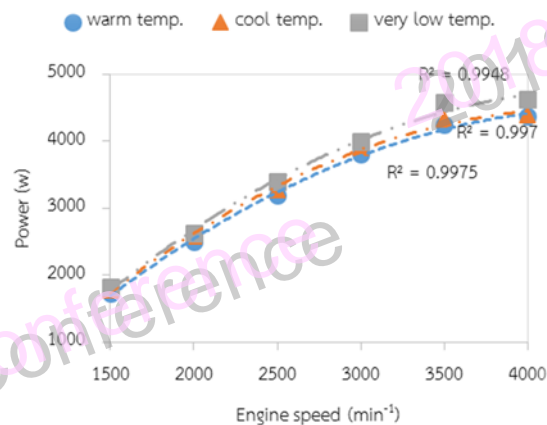


Figure 6. Relationship between power and engine speed.

จากผลการทดลองใน Figure 7 อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ อัตราไหลเชิงมวลของอากาศจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราไหลเชิงมวลเชื้อเพลิงมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

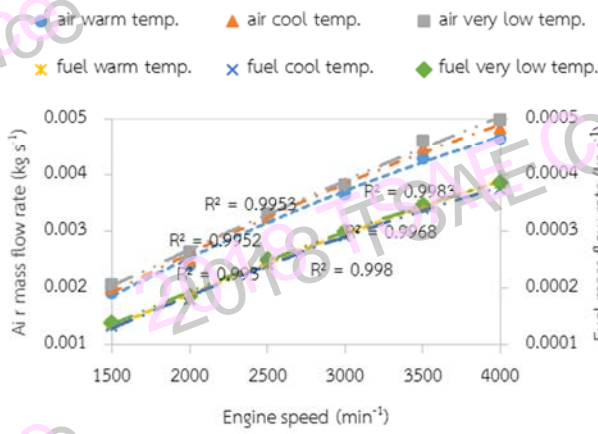


Figure 7. Relationship between air (left-axis), fuel (right-axis) consumption and engine speed.

ความสัมพันธ์เชิงเส้นของเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับค่าลดลง เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นในช่วงความเร็วรอบเท่ากับ 1,500-2,500 min⁻¹ และเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นสูงกว่า 2,500 min⁻¹ ความสัมพันธ์เชิงเส้นของเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับค่าเพิ่มขึ้น ดังผลการทดลองใน Figure 8 การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์มีผลทำให้ความสัมพันธ์เชิงเส้นของเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับค่าลดลง เนื่องจากกำลังที่เพิ่มขึ้นและอัตราไหลเชิงมวลของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยความสัมพันธ์เชิงเส้นของเชื้อเพลิงสัมพันธ์กับค่าลดลงสูงสุด 5.54% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 1,500 min⁻¹ (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และลดลงสูงสุด 7.04% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 min⁻¹ (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) เมื่อเทียบกับกรณีไม่ใช้น้ำเข้าสู่ ECP

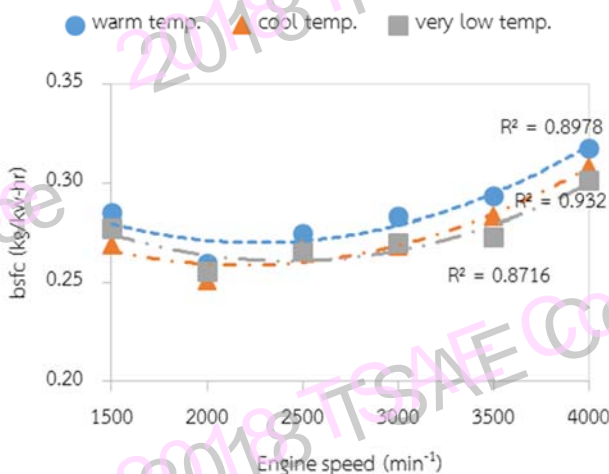


Figure 8. Relationship between bsfc and engine speed.

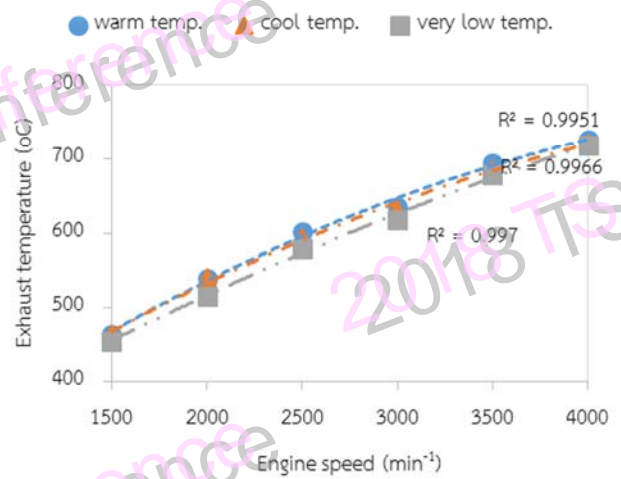


Figure 9. Relationship between exhaust temperature and engine speed.

จากผลการทดลองใน Figure 9 เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์จะมีค่าเพิ่มขึ้น ด้วยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ส่งผลให้อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์มีค่าลดลง เนื่องจากการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ทำให้เกิดการเผาไหม้ในกระบอกสูบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ประกอบกับการถ่ายเทความร้อนจากผนังห้องเผาไหม้สู่อากาศ ในจังหวะดูดและอัดได้ดีขึ้น เนื่องจากผลต่างอุณหภูมิของผนังเครื่องยนต์กับอากาศมีค่าสูง จึงเป็นผลให้อุณหภูมิของเครื่องยนต์และไอเสียมีค่าต่ำลง (Pulkrabek, 2004)

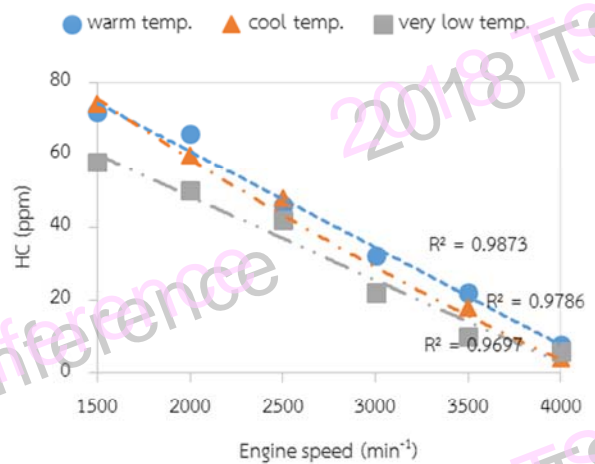


Figure 10. Relationship between HC emission and engine speed

เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ปริมาณ HC ในไอเสียของเครื่องยนต์จะมีค่าลดลง ดังผลการทดลองใน Figure 10 เนื่องจากเกิดการไหลปั่นป่วนสูงที่ความเร็วรอบสูง ทำให้อากาศและพอยน์น้ำมันเชื้อเพลิงคลุกเคล้าผสมกันได้ดียิ่งขึ้น เป็นผลให้ได้ไอดีคุณภาพสูง ที่สามารถเผาไหม้ได้ดี เกิดปริมาณ HC จากการเผาไหม้ต่ำ การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ จะทำให้

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

ปริมาณ HC มีค่าลดลง เนื่องจากมวลของอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์สามารถลดปริมาณ HC ได้สูงสุด 31.25% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,000 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และลดลงสูงสุด 54.55% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) เมื่อเทียบกับกรณีไม่ใช้น้ำเข้าสู่ ECP

4 สรุป

การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ด้วยวิธีการระเหยน้ำ มีผลทำให้ความหนาแน่น ความดันและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น อุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องยนต์ที่ต่ำลง มีผลทำให้แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นสูงสุด 3.21% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 2,000 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และเพิ่มขึ้นสูงสุด 7.76% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสัมพัทธ์ลดลงสูงสุด 5.54% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 1,500 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และลดลงสูงสุด 7.04% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) อุณหภูมิไอเสียลดลงและปริมาณ HC ในไอเสียลดลงสูงสุด 31.25% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,000 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 23.7 °C) และลดลงสูงสุด 54.55% ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 min^{-1} (กรณีใช้น้ำ 0.5 °C) เมื่อเทียบกับกรณีไม่ใช้น้ำเข้าสู่ ECP (อากาศอุ่น)

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณความอนุเคราะห์การใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่จาก ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปาร์ม มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี

6 เอกสารอ้างอิง

ศักดิ์รินทร์ ปาปะเก, วันเฉลิม เหนือเกาะหวาย, กิตติพงษ์ บุญเงิน, รวีวรรณ สิริวิชะระชัยกุล, กระวี ตรีอำนาจ, เทวรัตน์ ตรีอำนาจ. 2560. การวิเคราะห์เชิงตัวเลขค่าสมรรถนะทางอุณหพลศาสตร์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. รายงานการประชุมระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2. ชุมพร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์. 31 พฤษภาคม-1 มิถุนายน 2560, ชุมพร.

บ.มาสเตอร์คูล. (2559). พัดลมไอเย็น. แหล่งข้อมูล : <http://masterkool.com/พัดลมไอเย็น>. เข้าถึงเมื่อ 27 สิงหาคม 2559.

Idris Cesur, Adnan Parlak, Vezir Ayhan, Baris Boru, Guven Gonca. 2013. The effects of electronic controlled steam injection on spark ignition engine. Journal of Applied Thermal Engineering 55, 61-68. P. Martinez, J. Ruiz, C.G. Cutillas, P.J. Martínez, A.S.

Kaiser, M. Lucas 2015. Experimental study on energy performance of a split air-conditioner by using variable thickness evaporative cooling pads coupled to the condenser. Journal of Applied Thermal Engineering 105, 1041-1050.

Teemu Sajovaara, Martti Larmi, Ville Vuorinen. 2015. Effect of charge air temperature on E85 dual-fuel diesel combustion. Journal of Fuel 153 (2015) 6-12.

Zehra Sahin, Mustafa Tuti, Orhan Durgun. 2014. Experimental Investigation of the effects of water adding to the intake air on the engine performance and exhaust emission in a DI automotive diesel engine. Journal of Fuel 115, 884-895.

John B. Heywood. 1998. Internal combustion engine fundamentals. Singapore: McGraw-Hill.

Willard W. Pulkrabek. 2004. Engineering fundamentals of the internal combustion engine 2nd edition. prentice hall upper saddle river, new jersey 07458: Pearson Education.

Yunus A. Cengel. 2004. Thermodynamics An Engineer Approach. New York city: McGraw-Hill Science.