

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ทำงานขณะมีโหลดเกินกำลังเทียบกับมาตรฐาน มอก.787-2551

Study of the Performance of Small-Sized Engines Operating under Overloaded Conditions Compared to TIS 787-2551

สมพจน์ คำแก้ว* ศุภชัย แก้วพวง ญัฐพงษ์ สุขสบาย

สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

16/10 ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10170.

Sompot Khomkaew* Supachai Kaewpoung Nattapong Suksabai

Electric Vehicle Engineering, Faculty of Engineering, Bangkokthonburi University

16/10 Liap Khlong Thawi Watthana Rd, Thawi Watthana, Thawi Watthana, Bangkok, 10170, Thailand.

Corresponding author Email: Sku18me@gmail.com

(Received: December 6, 2023; Revised: May 2, 2024 ; Accepted: December 9, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กดีเซลแบบ 4 จังหวะเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบลูกสูบเดี่ยวแวนอน 180 degree กำลังสูงสุด 8.5 kW เทียบกับ มอก.787-2551 การทำงานขณะให้กำลังสูงสุดและมีการควบคุมความเร็วรอบ โดยใช้น้ำมันหล่อลื่น SAE-30-40 ชนิดของหม้อกรองอากาศแบบเปียกและจำนวนกระบอกสูบเดี่ยวมีเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 92 mm ระยะชัก 96 mm ปริมาตรระยะชักรวม 638 cm³ อัตราส่วนการอัด 19.4: 1 และระบบระบายความร้อนแบบหม้อน้ำมีปริมาณความจุน้ำหล่อเย็น 2.09 m³ กำหนดให้เครื่องยนต์ทำงานต่อเนื่องเป็นเวลา 10 hrs. ความดันในการฉีด 125 kg/cm² ซึ่งมีตำแหน่งลิ้นไอดีระยะห่างของลิ้น 0.18 mm เปิดก่อนศูนย์ตายบน 16.51 degree และปิดหลังศูนย์ตายล่าง 35.38 degree และตำแหน่งลิ้นไอดีระยะห่างของลิ้น 0.15 mm เปิดก่อนศูนย์ตายล่าง 50.71 degree และปิดหลังศูนย์ตายบน 20.34 degree ทดสอบในสภาวะความดันบรรยากาศเริ่มต้นทดสอบ 761 mmHg ความดันบรรยากาศหลังทดสอบ 760 mmHg สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเมื่อเริ่มทดสอบร้อยละ 51 หลังจากผ่านการทดสอบร้อยละ 78 สีควันไอเสียต้องไม่เกินร้อยละ 30 ของเครื่องวัดระบบบอช (Bosch) อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นต้องไม่เกิน 120°C และระดับเสียงต้องไม่เกิน 100 dBs หลังการทดสอบ พบว่าเครื่องยนต์เล็กที่นำมาทดสอบให้กำลังเพลาชับสูงสุด 7.6 kW ที่ความเร็วรอบ 2,405 rpm แรงบิดสูงสุด 33.8 N.m ที่ความเร็วรอบ 1,812 rpm อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 304 g/kWh ที่ความเร็วรอบ 2,405 rpm สีของควันไอเสียร้อยละ 5.9 ที่ความเร็วรอบ 2,450 rpm ที่ระดับเสียงดังสูงสุด 93.6 dBs ที่ความเร็วรอบ 2,405 rpm

คำสำคัญ โหลดเกินกำลัง แรงบิด อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง สมรรถนะของเครื่องยนต์

Abstract

This research aims to study and compare the performance of a small 4-stroke diesel engine with a small single-cylinder horizontal 180-degree crankshaft diesel engine with a maximum power of 8.5 kW compared to TIS 787-2551, operating at maximum power and speed control using SAE 30-40 lubricating oil, wet air filter

type, with a single piston with a bore diameter of 92 mm, stroke length of 96 mm, total displacement volume of 638 cm^3 , compression ratio of 19.4:1, and a water-cooling system with a coolant capacity of 2.09 m^3 , designed for continuous operation for 10 hrs. Injection pressure of 125 kg/cm^2 , with a pre-top dead center (TDC) opening position of 16.51 degrees and post-bottom dead center (BDC) closing position of 35.38 degrees for the intake valve, and a pre-BDC opening position of 50.71 degrees and post-TDC closing position of 20.34 degrees for the exhaust valve. Tested under initial atmospheric pressure of 761 mmHg, post-test atmospheric pressure of 760 mmHg, relative humidity at the start of testing at 51%, increasing to 78% after testing. Smoke emissions must not exceed 30% of the Bosch smoke meter, lubricating oil temperature must not exceed 120°C , and noise levels must not exceed 100 dBs after testing. It was found that the tested small engine produced a maximum output power of 7.6 kW at 2,405 rpm, maximum torque of 33.8 N.m at 1,812 rpm, fuel consumption rate of 304 g/kWh at 2,405 rpm, smoke emissions of 5.9% at 2,450 rpm, and a maximum noise level of 93.6 dBs at 2,405 rpm.

Keywords: Over load, Engine Torque, Specific Fuel Consumption, Engine Performance.

1. บทนำ

จากค่าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) และนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาทำการทดสอบเครื่องยนต์ที่กำลังสูงสุดหรือแรงบิดสูงสุดตามที่กำหนด โดยค่าจากการทดสอบต้องอยู่ในสถานะเสถียร ซึ่งเครื่องยนต์ที่นำมาทำการทดสอบนั้นจะต้องปรับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ (Run-In) ตามมาตรฐานกำหนดไว้ เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์รวมทั้งให้มีการส่งเสริมการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (1) กำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพ การใช้พลังงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (2) กำหนดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ตามประเภทขนาด ปริมาณการใช้พลังงานอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน และประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างใดเป็นเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง (3) กำหนดวัสดุหรืออุปกรณ์ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามประเภทคุณภาพ และมาตรฐานอย่างใดเป็นวัสดุ หรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (4) กำหนดให้ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต้องแสดงค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานผู้ผลิตและผู้

จำหน่ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ หรือวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงตามวรรคหนึ่ง (2) หรือ (3) มีสิทธิขอรับการส่งเสริมและช่วยเหลือตามมาตรา 40 ได้ มาตรฐานวิธีการทดสอบและวิธีการคำนวณอ้างอิง “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กกระบายความร้อนด้วยน้ำ (มอก.787-2551) ซึ่งในการทดสอบหาสมรรถนะเครื่องยนต์ดัดแปลง สามารถใช้เชื้อเพลิงร่วมกันระหว่างน้ำมันดีเซลและก๊าซชีวภาพกับอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้โดยดัดแปลงท่อไอดีเป็นแบบ T- Type เพื่อทำหน้าที่ผสมก๊าซชีวภาพวัดค่าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบที่ความเร็วรอบ $1,500 \text{ rpm} \approx 3 \text{ kW}$ โดยเพิ่มภาระขึ้นครั้งละ 40Watt เพิ่มก๊าซชีวภาพมากที่สุดป้องกันเครื่องยนต์น็อก [1] โดยนำเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปมาดัดแปลงเป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลที่อัดอากาศ ให้มีความดันและอุณหภูมิสูงแล้วฉีดน้ำมันดีเซลเข้าไปเกิดการเผาไหม้ เปลี่ยนมาเป็นอัดอากาศผสมก๊าซชีวภาพให้มีความดันและอุณหภูมิสูงแล้วจุดระเบิด โดยการฉีดน้ำมันดีเซลมาเป็นจุดระเบิดด้วยหัวเทียนและเพิ่มอุปกรณ์ (Venturi Mixer Gas) ให้กับอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ [2] และค่าประสิทธิภาพ

ของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ ที่จะขอรับการสนับสนุน ให้ใช้ฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูงต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงาน ไม่เกินหรือเท่ากับค่าประสิทธิภาพที่ระบุไว้ [3] โดยเฉพาะไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการ ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ [4-5] เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ รุ่น DI-700 ขนาด 353 cc ขนาดกำลัง 7 Hp เมื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซชีวภาพเครื่องยนต์มีอัตราส่วนกำลังอัด 18:1 ผลการทดสอบที่อัตราส่วนของน้ำมันดีเซลต่อก๊าซชีวภาพที่ 30:70 เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบ เพราะระบบกำลังเครื่องยนต์เล็กไม่มีอาการน็อคเกิดขึ้น ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เล็กสูงสุดที่ 18.49% โหลดทางไฟฟ้า 3,000 Watt อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล 10 cc/min และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ 24 liter/min เมื่อตัดแปลงเครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนเครื่องยนต์มีอัตราส่วนกำลังอัดลดลงเหลือ 10:1 ใช้เชื้อเพลิงเฉพาะก๊าซชีวภาพเพียงอย่างเดียวได้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เล็กสูงสุดที่ 6.95% โหลดทางไฟฟ้า 500 Watt มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ 17 L/min [2] ทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็กแบบภาระเต็มที่รอบเครื่องยนต์เล็กเปลี่ยนแปลง [6] ได้ทำการสเคราะห์เชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพจากน้ำมันโดย กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันทำให้สภาวะของอุณหภูมิและความดันเหนือจุดวิกฤตของ เมธานอล อุณหภูมิที่ใช้คือ 350 °C และ 400 °C ความดันที่ใช้อยู่ช่วง 45-65 MPa. พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิ 350 °C จะใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 240 min ปริมาณเมิลเอสเทอร์ที่ได้ประมาณ 98% และเมื่อใช้อุณหภูมิ 400 °C จะใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 120 min และได้เมิลเอสเทอร์ 98% [13] จึงได้ทำการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซลสูบล้วนและประเมิณผลการทดสอบในการตัดสินใจในการลงทุนเครื่องจักรกลทางการเกษตรต่อไป

2. ทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัย

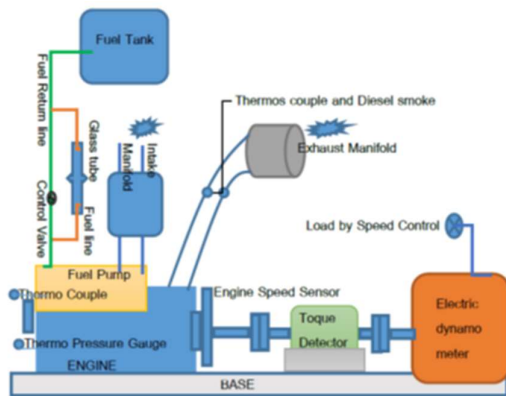
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tool and Equipment)

เครื่องยนต์เล็กดีเซลสูบล้วนแบบแนวนอนสี่จังหวะระบายความร้อนด้วยน้ำรุ่น TF115WL-PR2 ตามตารางที่ 1 ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องยนต์เล็กดีเซลสูบล้วนแนวนอน

รุ่นเครื่องยนต์เล็ก	หน่วย	TF115WL-PR2
แบบ	-	เครื่องยนต์ดีเซลสูบล้วน 4 จังหวะ
ระบบห้องเผาไหม้	-	ระบบห้องเผาไหม้ช่วย
จำนวนสูบ	-	1
กระบอกสูบxระยะชัก	mm	92x96
ปริมาตร	cm ³	638
กำลังแรงม้าสูงสุด/ที่ความเร็วรอบ	kW/rpm	7.2/2400
ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	g/min	38.3
อัตราส่วนการอัด	-	19.4:1
องศาการฉีด	-	20
แรงดันการฉีด	kg/cm ²	125
หัวฉีดน้ำมัน	-	Single-hold
ปั๊มฉีดน้ำมัน	-	Bosh
ระบบหล่อลื่น	-	หล่อลื่นด้วยปั๊ม
ระบายความร้อน	-	หมอน้ำรังผึ้ง

2.2 อุปกรณ์การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ (Engine Performance Testing Equipment)

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple รุ่น TSK-03 ขนาด Ø 8mm วัดอุณหภูมิได้ไม่เกิน 800°C เครื่องวัดความเร็วรอบ รุ่น HM-640 วัดรอบได้ไม่เกิน 5,000 rpm เครื่องวัดความสิ้นเปลืองน้ำมัน รุ่น CDR-15 วัดน้ำหนักได้ไม่เกิน 15 kg และเครื่องวัดควันท่อ รุ่น RTT 100 เป็นระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน (Partial Flow Opacity) ตามรูปที่ 1 เป็นไดอะแกรมชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ขนาดเล็กดีเซลสูบล้วน [11]



รูปที่ 1 โดอะแกรมชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

2.3 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ (Engine Performance Testing)

2.3.1 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์เล็ก (Installation of Engine)

อุณหภูมิการทำงานอยู่ในช่วงทดสอบ โดยติดตั้งเครื่องยนต์เล็กที่รอบเดินเบา 800 rpm ประมาณ 20 min จากนั้นเร่งรอบเครื่องยนต์เล็กขึ้นไป 1,500rpm เป็นเวลา 20 min จึงลดรอบเครื่องยนต์เล็กไปสุดคันเร่งที่ 2,400 rpm กำหนดต่อเนื่องเป็นเวลา 14 hrs. ตรวจการทำงานเครื่องยนต์เล็ก หลังจากนั้นให้เครื่องยนต์เล็กหยุดทำงานตรวจระดับน้ำระดับน้ำต้องไม่ต่ำกว่าส่วนบนของหลอดทางเดินน้ำ ระบบน้ำมันหล่อลื่นทำการตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่น เมื่อเครื่องยนต์เล็กทำงานครบ 100 hrs. โดยกำหนดการทำงานของเครื่องยนต์เล็กต่อเนื่องเป็นเวลา 10 hrs. แล้วหยุดพักเป็นเวลา 14 hrs. ทำการตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นต้องไม่ลดต่ำกว่าขีดต่ำสุดของก้านน้ำมันหล่อลื่น ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อเครื่องยนต์เล็กทำงานต่อเนื่องเป็นเวลา 3 hrs. ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต้องไม่ต่ำกว่าระดับต่ำสุดของหลอดดูระดับ และชุดล้อย่อยแรงทำให้เครื่องยนต์เล็กหมุนเรียบสม่ำเสมอ โดยปรับตั้งความเร็วรอบของเครื่องยนต์เล็กให้ได้ความเร็วรอบที่กำหนดคำนวณความไม่สม่ำเสมอของการหมุนของล้อย่อยแรง โดยใช้ค่าแตกต่างระหว่างความเร็วรอบสูงสุดกับความเร็วรอบต่ำสุดในช่วงเวลา 5 min จะต้องไม่เกิน 1/100rpm ของรอบที่กำหนด

2.3.2 การทำงานแบบขณะมีภาระ (Over Load)

แบบต่อเนื่องอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 37.5°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 32.9°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 46 ความดันบรรยากาศ 760.5 mmHg และทำการแก้ปรับค่าเนื่องจากอุณหภูมิและความดัน 7,600 mmHg ช่วงความเร็วที่ยอมให้ผิดพลาดไม่เกิน ± 10 rpm และใช้เวลาในการวัดความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นเวลา 1 min [6]

2.3.3 การคำนวณปริมาณอากาศ (Air Volume Calculation) [10]

จำนวนอากาศเข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์เล็กดีเซลหาได้จากสมการ 1

$$V_i = \frac{V_s \times N}{2000 \times 60} \quad (1)$$

โดยที่

V_i คือ ปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบ, m^3/s

N คือ ความเร็วของเครื่องยนต์, rpm

V_s คือ ประสิทธิภาพดูดของเครื่องยนต์สันดาป ภายในมีค่า 80-90%

2.3.4 ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง (Volume of Fuel Demand)

ปริมาณเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เล็กดีเซลถูกสูบเดี่ยวแบบแนวนอนหาได้จากสมการ 2

$$f_c = sf_c \times power \quad (2)$$

โดยที่

f_c คือ ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิง, m^3/s

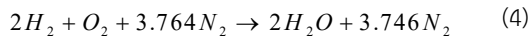
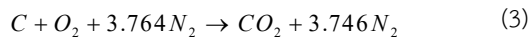
sf_c คือ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, $m^3/s.kW$

2.3.5 การเผาไหม้ (Combustion Engine)

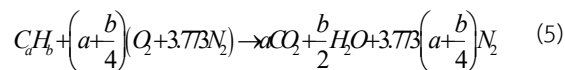
เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศและได้ความร้อนออกมาโดยทั่วไปเชื้อเพลิงประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอน (HC) ธาตุเหล่านี้เมื่อรวมกับออกซิเจน

ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 เดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2567

จะทำปฏิกิริยาทางเคมีกลายเป็นน้ำ (H_2O) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) [7-12] ซึ่งคำนวณจากสมการ 3 และ 4



การเผาไหม้สมบูรณ์ที่เหมาะสมคืออัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงที่เหมาะสมเรียกว่า Stoichiometric Chemically Correct หาได้จากสมการ 5



โดยที่

- a คือ จำนวนโมเลกุลของคาร์บอนในเชื้อเพลิง
- b คือ จำนวนโมเลกุลของไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง

2.3.6 กำลังเบรกของเครื่องยนต์เล็ก (Brake Power)

กำลังเบรกเป็นกำลังของเครื่องยนต์เล็กที่ได้จากการวัดงานจากเพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์เล็ก ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์เล็กนั้นๆ โดยใช้ไดนาโมมิเตอร์วัดค่าแรงบิดที่เกิดขึ้น เราสามารถคำนวณกำลังเบรกได้จากสมการ 6

$$P_b = \frac{2\pi TN}{60} \quad (6)$$

โดยที่

T คือ แรงบิด, N.m

N คือ ความเร็วรอบเครื่องยนต์, rpm

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการดำเนินการทดสอบตามข้อกำหนดตาม มอก.787-2551 ก.2.2 ข้อ 3.2.1 การทำงานขณะมีโหลดเกินกำลัง (Over Load) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างรอบเครื่องยนต์เล็กกับแรงบิดเทียบกับกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์เล็กและ

ความสัมพันธ์ระหว่างรอบเครื่องยนต์เล็กกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับค่าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) พบว่าเครื่องยนต์เล็กที่นำมาทดสอบเป็นเวลา 10 hrs. ให้กำลังเพลาช้อสูงสุด 7.6 kW ที่ความเร็วรอบ 2,405 rpm แรงบิดสูงสุด 33.8 N.m ที่ความเร็วรอบ 1,812 rpm ตามตารางที่ 2 ในส่วนอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เล็กดีเซลขนาดเล็กแบบลูกสูบเดี่ยว พบว่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะหลังผ่านการทดสอบสูงสุด 304 g/kWh สีของควันไอเสียสูงสุดร้อยละ 5.9 และระดับเสียงดังสูงสุด 93.6 db. ตามตารางที่ 3 เมื่อเทียบกับค่าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) กำหนดตามตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบแรงบิดการทำงานแบบต่อเนื่อง

กำลังที่เพลาช้อ (kW)	ความเร็วรอบ (rpm)	แรงบิด(N.m)
7.6	2405	30.0
6.4	1821	33.8
6.3	1807	33.5

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอัตราอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะการทำงานแบบต่อเนื่อง

สีของควันไอเสีย (%)	ระดับเสียง (db.)	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kWh)
5.1	93.6	304
5.9	89.7	273
5.8	90	286

ตารางที่ 4 ค่ามาตรฐานตาม มอก.787-2551 กำหนด

กำลังที่เพลาช้อ (kW)	ความเร็วรอบที่ (rpm)	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kWh)	สีของควันไอเสีย (%)	ระดับเสียง (db.)
7.35- <14.7	1500- <2500	285	30	100

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาตามข้อกำหนด 3.2.3 กำหนดการทำงาน เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบลูกสูบเดี่ยวแวนอน 180 degree ขณะมีโหลดเกินกำลังเพื่อหาสมรรถนะกำลัง เครื่องยนต์เล็กและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของ เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบลูกสูบเดี่ยวแวนอน 180 degree โดยใช้มาตรฐานการทดสอบตาม JIS B 8017 และค่า ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) ตามลำดับมาเป็นแนวทางการทดสอบนั้น พบว่าโดยรวมแล้วอัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบบลูกสูบเดี่ยวแวนอน 180 degree มีกำลังเพลาสูงสุด 7.6 kW อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด 304 g/kWh ที่ความเร็วรอบ 2,405 rpm เกินมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) กำหนด เนื่องจากมีการให้โหลดเกินจากเกินกำลังของเครื่องยนต์ แต่ในทางกลับกันสีของควันไอและระดับเสียงดังไม่ เกินจากค่าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.787-2551) กำหนด

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Funkeaw, "Testing Performance of Small Diesel Engine by Using Dual Fuel with Biogas." in *The 4th National Conference on Technical Education.*, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand, 2011, pp. 156-161.
- [2] P. Funkeaw, K. Pongput, B. Puengsuk, P. N. Lampang, "A Comparative Study on Engine Performance of Modified Diesel Engine with Dual Biogas and Pure Biogas Fuel," *RMUTL. Eng. J.*, vol.2, no.1, pp. 25-32, 2017.
- [3] Thai Standards Institution, Test Method of Performance of Small Size Diesel Engines for Land Use Thai Standards Institution, TIS 787-2551, 2551.
- [4] E. Jiaqiang, T. Liu, W.M. Yang, J. Li, J. Gong and Y. Deng, "Effects of fatty acid methyl esters proportion on combustion and emission characteristics of a biodiesel fueled diesel engine," *Energy Conversion and Management*, vol.159, pp.244-253, 2021.
- [5] E. Jiaqiang, M. Pham, Y. Deng, T. Nguyen, V. Duy, D. Le, W. Zuo, Q. Peng and Z. Zhang, "Effects of injection timing and injection pressure on performance and exhaust emissions of a common rail diesel engine fueled by various concentrations of fish-oil biodiesel blends," *Energy*, vol.149, pp.179-189, 2021.
- [6] JISB 8018, Japanese Industrial Standard Test Method of Performance of Small Size Diesel Engine of Land Use, 1998.
- [7] M. Pirunkaset, Internal Combustion Engines. Bangkok: SE-Ed., 2001.
- [8] Willard W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. United states of America: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [9] L. Suprachai, R. Isra and K. Saiprakit, "Study of Energy Efficiency for Single Cylinder Small Engine," *J RMUTP Research Spinal*, vol.6] no.2, pp.156-166, 2013.
- [10] K. Neramit, D. Chaiyot, T. Channarong, "Study on the Performance of Small Size Diesel Engine Using Fish Oil Blended with Biodiesel as Fuel," *J Industrial Technology*, vol.17, no. 3, pp.99-112, 2021.
- [11] F. Pratuang, P. Kaninb, P. Bodeesorn, N. Puttipong, "A Comparative Study on Engine Performance of Modified Diesel Engine with Dual

Biogas and Pure Biogas Fuel,” *J RMUTL Eng*, vol. 2, no. 3, pp.25-35, 2017.

- [12] J.N. Nair, A.K. Kaviti and A. K. Daram, “ Analysis of performance and emission on compression ignition engine fueled with blends of Neem biodiesel.” *J Petroleum*, vol. 26, no.4, pp.927-931, 2017.