ผลการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล
Results of the Design and Usage of a Common Rail Injector Tester

สุทธิศักดิ์ อิกะศิริ[1] สุภาพ ใสสุข[2] บอรอเฮง มาปะ[3] สวิง ชุมละออง[4] จตุรงค์ พรหมสุข[5]
Suttisak Aikasiri[1] Supap Saisook[2] Boroheng Mapa[3] awing Chumlaong[4] Jaturong Promsuk[5]

[1-4] แผนกวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี, จังหวัดปัตตานี, 94000
Department of Mechanical Technology, Pattani Technical College, Pattani, 94000
[5] วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี, จังหวัดปัตตานี, 94000
Pattani Vocational College, Pattani, 94000
[3] Corresponding Author: E-mail: heng19580@gmail.com
Received: 15 December. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล 2) ประเมินการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินในด้านการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินด้านการออกแบบ ได้แก่ ความเหมาะสม ความทันสมัย ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้ปฏิบัติงานจริง ความเหมาะสม ความแข็งแรงทนทานของวัสดุ ความง่ายในการหาซื้อวัสดุ สี ขนาด และการลดระยะเวลาในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 4.01±0.89 ขณะที่ผลการประเมินด้านการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ได้แก่ ความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน เครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย และการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 4.02±0.92 ดังนั้น การออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : เครื่องทดสอบ ระบบหัวฉีด หัวฉีดคอมมอนเรล

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the design and the usage of the common rail injector tester by 5 experts derived by purposive sampling technique. The research instrument included an experimental recording form of the design and the usage of the common rail injector tester. Data were analyzed using descriptive statistics including mean and standard deviation.

The research results showed that the common rail injector tester was evaluated for the design on: suitability, modernity, creativity, actual use, suitability assessment of materials, strength and durability of the materials, ease of purchasing the materials, color, size,

and working time reduction. The overall average was 4.01±0.89 while the results of the evaluation of the usage of the common rail injector tester including speed of the operation, safety and ease of use, non-destructive testing, and working time reduction showed that the overall average was 4.02±0.92. Therefore, the design and operation of the developed common rail injector tester achieved very high quality.

Keywords : design, usage, injecto system, common rail injector

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านยานยนต์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านสมรรถนะของรถยนต์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและที่สำคัญคือ ความประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในการพัฒนาและสร้างเครื่องยนต์ที่มีมลพิษทางแก๊สไอเสียต่ำ จึงทำให้เกิดเครื่องยนต์ที่มีการฉีดด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งหัวฉีด หรือ Injector คือ วาล์วน้ำมันที่ใช้ในการปล่อยน้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ในรางน้ำมันเหนือ เครื่องยนต์ เข้าสู่ห้องเผาไหม้ตามจังหวะที่ถูกกำหนดโดยหน่วยประมวลผลกลางหรือคอมพิวเตอร์ประจำรถ ข้อดีของเครื่องยนต์ระบบนี้จะสามารถจ่ายอัตราประสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมให้กับเครื่องยนต์ในสภาวะ การทำงานต่าง ๆ จึงทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น [1] ระบบคอมมอนเรลจะใช้ปั๊มแรงดันสูงทำหน้าที่สร้างแรงดันน้ำมันสูงอัดน้ำมันเข้าสู่รางร่วม (Common rail) เพื่อรักษาแรงดันในระบบให้ทุกสูบเท่ากัน รอจังหวะการฉีดที่เหมาะสม ที่คำนวณจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit : ECU) โดย ECU จะรับค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์ตำแหน่งขาคันเร่ง ความเร็วรอบเครื่องยนต์ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ แรงดันเทอร์โบ เป็นต้น นำมาคำนวณหาปริมาณการฉีดที่เหมาะสมและจังหวะการฉีดที่ถูกต้อง ส่งสัญญาณไปยังหัวฉีด ซึ่งหัวฉีดถูกควบคุมการจ่ายน้ำมันด้วยโซลีนอยด์ไฟฟ้าให้หัวฉีด เปิดน้ำมันเข้ากระบอกสูบตามจังหวะและปริมาณตรงตามความต้องการของเครื่องยนต์ เนื่องจาก ECU เป็นตัวควบคุมการจ่ายน้ำมัน ซึ่งสามารถทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำ ในปัจจุบันระบบคอมมอนเรลจึงสามารถสั่งการฉีดน้ำมันได้ถึง 5 ครั้งต่อการทำงาน 1 วัฏจักร (จากเดิมฉีดน้ำมัน 1 ครั้ง ต่อการทำงาน 1 วัฏจักร) เป็นการลดปริมาณมลพิษ ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และเขม่าควันดำต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตามกฎข้อบังคับก๊าซไอเสีย ซึ่งประเทศไทยใช้มาตรฐานของยุโรป (EURO) อีกทั้งยังเป็นการลดการเผาไหม้ที่รุนแรง ช่วยลดเสียงน็อคของเครื่องยนต์ โดยการฉีดของหัวฉีดแต่ละครั้งคือ การฉีดครั้งที่ 1 เป็นการฉีดนำร่อง (Pilot Injection) เป็นส่วนช่วยให้เชื้อเพลิงส่วนแรกผสมกับอากาศได้ดีก่อนการฉีดครั้งที่ 2 การฉีดก่อน เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเชื้อเพลิงในการเริ่มการเผาไหม้ส่วนแรก การฉีดครั้งที่ 3 เป็นการฉีดเชื้อเพลิงหลัก (Main-Injection) เป็นการฉีดที่ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ตามคันเร่ง การฉีดครั้งที่ 4 เป็นการฉีดหลัง เพื่อเผาเขม่าหรืออนุภาคคาร์บอน (Particulate matter : PM) ส่วนสุดท้ายเพื่อให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด การฉีดครั้งที่ 5 เป็นการฉีดปิดท้ายเพื่อควบคุมอุณหภูมิไอเสีย [2] ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลคอมมอนเรลเป็นระบบที่ใช้แรงดันสูง สามารถสร้างแรงดันได้ 1,600 - 1,800 บาร์ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต ระบบฉีดดีเซลแบบเดิมที่มีแรงดัน 100 - 250 บาร์ เท่านั้น มีระบบการสั่งงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีการทำงานที่ซับซ้อน ซึ่งยังขาดเครื่องทดสอบปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล ให้สามารถทดสอบปั๊มและหัวฉีดคอมมอนเรลได้ในการซ่อมเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล ทางช่างผู้ชำนาญการได้วิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เสียหายของเครื่องยนต์ และทำการซ่อมเปลี่ยนไปแล้วนั้น เพื่อให้เครื่องยนต์ที่ซ่อมเสร็จแล้วมีประสิทธิภาพทัดเทียมกับ

เครื่องยนต์ใหม่ที่มาจากโรงงาน ต้องมีการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลคอมมอนเรล เพื่อหาจุดบกพร่องของระบบฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ [3]

จากปัญหาที่พบเกี่ยวกับเกี่ยวกับหัวฉีดของเครื่องยนต์ คือ เมื่อมีอายุการใช้งานนาน ๆ มักจะพบปัญญา คือ การฉีดน้ำมันผิดปกติจากค่าที่กำหนดของหัวฉีด อันเนื่องมาจาก ปัญหาต่าง ๆ เช่น หัวฉีดสกปรก เกิดการอุดตัน หรือเข็มหัวฉีด เกิดการรั่ว ทำให้การฉีดเชื้อเพลิงไม่เป็นฝอยละออง ส่งผลให้การผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศ ไม่เป็นไปตามทฤษฎี ของการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ ปล่อยก๊าซพิษ ออกสู่บรรยากาศ เครื่องยนต์ กำลังตก ทำงานไม่เต็มที่ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ และทำให้ประสิทธิภาพ การขับขี่ลดลงตามไปด้วย [4] จากการศึกษาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่มีใช้ในสถานประกอบการ และที่วางขายในท้องตลาดทั่วไปแบบทดสอบหัวฉีด 4 หัว มีน้ำหนักมากไม่เหมาะในการซ่อมนอกสถานที่ กับใช้แขนโยกเพื่อใช้สร้างแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีด ในการติดตั้งเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลต้องติดตั้ง กับโต๊ะหรือฐานที่มีความแข็งแรงและใช้พื้นที่มาก ผู้วิจัยจึงมีความคิดในการสร้างคือ ออกแบบและสร้างให้ มีขนาดเล็กลง ใช้มอเตอร์สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง เคลื่อนย้ายได้ง่าย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

2.2 เพื่อประเมินการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบการเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

1) นำชุดปั๊มทดสอบหัวฉีดแบบมือโยกที่มีขายตามท้องตลาดมาประยุกต์ใช้กับมอเตอร์ไปกดลูกเบี้ยวปั๊ม แทนที่แบบเดิมที่ใช้มือโยกเพื่อสร้างแรงดันน้ำมันในท่อส่งไปยังหัวฉีดให้คงที่ แล้วใช้กล่องสร้างสัญญาไฟฟ้า สั่งให้โซลินอยด์ยกเข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมัน

2) นำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไข

3) สร้างแบบประเมินด้านการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

4) นำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปประเมินด้านการออกแบบและการใช้งาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับด้านเครื่องยนต์ จำนวน 5 คน ได้แก่ ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์วิทยาลัย เทคนิคปัตตานี จำนวน 5 คน เพื่อประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน

5) นำผลการประเมินการออกแบบและการใช้งานของเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคุณภาพ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบค่าเฉลี่ยที่ได้กับคุณภาพ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าระดับมาก (มากกว่า 3.50)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและด้านการนำไปใช้งาน

3.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ วิจัย ขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมิน

1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมิน

2) พิจารณาคุณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการประเมิน

3) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง

4) ให้ผู้ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

5) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย

6) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย

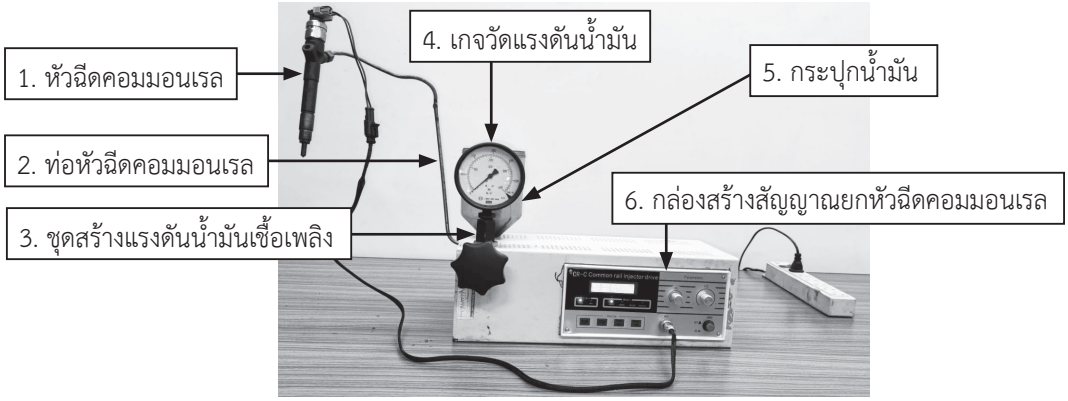
7) ปรับปรุงเครื่องมือวิจัยและจัดพิมพ์ฉบับจริง

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้เครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ใช้เรียบร้อย ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการประเมินตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบบันทึกผลแบบประเมินที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูล และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ด้านคุณภาพการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ (ภาพที่ 1) ดังนี้



ภาพที่ 1 เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

จากภาพที่ 1 เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ประกอบด้วย 1) หัวฉีดคอมมอนเรล 2) ท่อหัวฉีดคอมมอนเรล 3) ชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง 4) เกจวัดแรงดัน 5) กระปุกน้ำมัน 6) กล่องสร้างสัญญาณยกหัวฉีดคอมมอน 7) มอเตอร์ขับชุดสร้างแรงดันน้ำมัน (อยู่ภายในตัวเครื่อง)

หลักการทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ขับชุดชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีด และรอสัญญาณจากกล่องสร้างสัญญาณไฟฟ้าเพื่อยกโซลีนอยด์เข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมันในเป็นฝอยละออง

4.2 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบคอมมอนเรล

ตารางที่ 1 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการออกแบบ เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การออกแบบมีความเหมาะสม	4.30	0.94	มาก
2. มีความทันสมัย	3.90	0.87	มาก
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.40	0.84	มาก
4. เหมาะสมกับการใช้ปฏิบัติงานจริง	4.10	0.73	มาก
5. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม	4.10	0.73	มาก
6. วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงทนทาน	3.50	0.52	ปานกลาง
7. วัสดุที่ใช้หาซื้อได้ง่าย	4.00	0.81	ปานกลาง
8. สีที่ใช้มีความเหมาะสม	3.70	0.94	ปานกลาง
9. ขนาดของเครื่องมือมีความเหมาะสม	3.50	0.52	ปานกลาง
10. ช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน	4.60	0.69	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**4.01**	**0.89**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.01, S.D = 0.89) เมื่อพิจารณารายด้าน การช่วยลดระยะเวลาในการทำงานมีระดับคุณภาพมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.60, S.D = 0.69)

4.3 ด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน

ตารางที่ 2 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน

ด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. มีความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน	4.30	0.82	มาก
2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.30	0.67	มาก
3. มีความสะดวกในการใช้งาน	3.90	0.99	มาก
4. เครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย	3.80	0.22	มาก
5. ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	3.80	0.91	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.02**	**0.92**	**มาก**

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล พบว่า ระดับคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.02, S.D = 0.92) เมื่อพิจารณารายด้าน ด้านมีความรวดเร็วในการทำงาน มีระดับคุณภาพมาก ($\overline{X}$ = 4.30, S.D = 0.82)

5. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ หัวฉีดคอมมอนเรล ท่อหัวฉีดคอมมอนเรล ชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง เกจวัดแรงดัน กระปุกน้ำมัน กล่องสร้างสัญญาณยกหัวฉีดคอมมอน และมอเตอร์ขับชุดสร้างแรงดันน้ำมัน (อยู่ภายในตัวเครื่อง) โดยเครื่องสามารถทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง ปริมาณการฉีด ได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ (4) ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมเรล สามารถอธิบายได้ว่า เครื่องที่พัฒนาได้ผ่านการสร้างและพัฒนาโดยอาศัยหลักการการทำงานของเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป และอาศัยมอเตอร์ขับชุดชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีดและรอสัญญาณจากกล่องสร้างสัญญาณไฟฟ้าเพื่อยกโซลีนอยด์เข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมันเป็นฝอยละออง ผลการศึกษาพบว่าด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.01, S.D = 0.89)

ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบคอมมอนเรลโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.01, S.D = 0.89) เมื่อพิจารณารายด้านการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานมีระดับคุณภาพมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.60, S.D = 0.69) มีการออกแบบให้มีขนาดเล็ก ต้นทุนที่ถูกลง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ขณะที่การศึกษางานวิจัยของนรินทร์ [4] ใช้มอเตอร์ขับปั๊มฉีดแรงดันสูงมีประสิทธิภาพสูงแต่ราคาแพง ขนาดเครื่องทดสอบหัวฉีดมีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก และการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอลเรลไปใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับคุณภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.02, S.D = 0.92) เมื่อพิจารณารายด้าน ด้านมีความรวดเร็วในการทำงาน มีระดับคุณภาพมาก ($\overline{X}$= 4.30, S.D = 0.82) รองลงมา มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$= 4.30, S.D = 0.67) มีความสะดวกในการใช้งาน ($\overline{X}$= 3.90, S.D = 0.99) ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ($\overline{X}$= 3.80, S.D = 0.91) และเครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย ($\overline{X}$= 3.80, S.D = 0.22) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ (4) ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมเรล สามารถใช้งานได้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบหัวฉีดดีเซลแบบคอมมอลเรลอื่น ๆ ได้หลายยี่ห้อมีประสิทธิภาพ และสามารถเป็นชุดฝึกปฏิบัติงานทดสอบหัวฉีดเครื่องยนต์ในรายวิชางานทดสอบปั๊มและหัวฉีดเครื่องยนต์กับผู้เรียนได้

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้น ปรับปรุงชุดสร้างแรงดันน้ำเชื้อเพลิงจากใช้มือโยกเป็นแบบใช้มอเตอร์ขับชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้ทุ่นแรง เคลื่อนย้ายเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลได้ง่าย มีประสิทธิภาพ ตั้งหัวฉีดได้ง่าย สามารถใช้งานได้จริง และสามารถใช้กับหัวฉีดคอมมอนเรลได้หลายยี่ห้อ

ข้อเสนอแนะ

1) เครื่องทดสอบสามารถทดสอบหัวฉีดที่ละหลาย ๆ หัว
2) เครื่องทดสอบควรมีนาฬิกาจับเวลาในการทดสอบการฉีดวัดปริมาณ
3) สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ จะทำให้ได้แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องการทดสอบได้เร็วขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ประภาส พวงชื่น. (2562). *งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์.* นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

[2] สนิท เสมียนรัมย์. (2556). *งานทดสอบปั๊มและหัวฉีดเครื่องยนต์.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ SE-ED

[3] อดิศักดิ์ ชูเกิด, ชัยนรงค์ รัตนะ, และโพธิรัตน์ เพชรรัตน์. (2566). การพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, 8*(1), 122-130.

[4] นรินทร์ ศรีธิการ. (2558). *การสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล.* เชียงใหม่ : วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1.