

การพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

The Development of the Fuel Injector Tester for Gasoline Engine

อดิศักดิ์ ชูเกิด¹ ชัยรงค์ รัตนะ² และโพธิรัตน์ เพชรรัตน์³

Adisak Chookerd¹ Chairong Rattana² and Phothirat Petcharat³

^{1,2,3} สาขาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

Automotive Technology, Nakhon Si Thammarat Technical College, Nakhon Si Thammarat 80000

¹ Corresponding Author: E-mail: adisak.c@tnk.ac.th

Received: 21 May 2023; Revised: 26 Jun 2023; Accepted: 26 Jun 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2) หาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ ช่างผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้และทักษะด้านการตรวจสอบระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน บริษัทโตโยต้าเมืองคอนจำนวน 7 คน โดยการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในงานวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่สร้างขึ้นสามารถ 1) ตรวจเช็คการรั่วซึมของเข็มหัวฉีด 2) ทดสอบการทำงานของโซลินอยด์ 3) ทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง 4) ทดสอบปริมาณการฉีด ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญด้าน 3 พบว่า 1) ด้านคุณสมบัติของเครื่องมือ อยู่ในระดับดีมาก 2) ด้านผลที่ได้รับจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก 3) ด้านความเหมาะสมในการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้างอยู่ในระดับดีมาก ความพึงพอใจโดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: หัวฉีด เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีด

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop a fuel injector tester for gasoline engine, 2) determine the efficiency of the fuel injector tester for gasoline engine, and 3) study the satisfaction of experts with the fuel injector tester for gasoline engine. The sample group used in this research included 7 operators, with knowledge and skills in inspecting gasoline engine fuel injection systems in Toyota Muang Khon Company selected by purposive sampling technique. The research instruments were the results recording forms and the satisfaction questionnaires. The statistics used in this research was mean and standard deviation.

According to the research results, the developed gasoline injector tester was able to: 1) check the leakage of the injector, 2) test the operation of the solenoid, 3) test the nebulization, and 4) test the injection volume. The satisfaction assessment results by 3 experts showed that the first aspect on

the tool's properties was at a very good level. The second aspect with the results obtained from the created tool was at a very good level. The third aspect included the suitability of the design, material selection, and construction were in a very good level. The overall satisfaction in all 3 aspects was in a very good level.

Keywords: Fuel Injector, Gasoline Engine, Injector Tester Efficiency

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านยานยนต์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านสมรรถนะของรถยนต์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและที่สำคัญคือความปลอดภัยน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาและสร้างเครื่องยนต์ที่มีมลพิษทางแก๊สไอเสียต่ำจึงทำให้เกิดเครื่องยนต์ที่มีการฉีดด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งหัวฉีด หรือ Injector คือ วาล์วน้ำมันที่ใช้ในการปล่อยน้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ในรางน้ำมันเหนือเครื่องยนต์ เข้าสู่ห้องเผาไหม้ตามจังหวะที่ถูกกำหนดโดยหน่วยประมวลผลกลางหรือคอมพิวเตอร์ประจำรถข้อดีของเครื่องยนต์ระบบนี้จะสามารถจ่ายอัตราประสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมให้กับเครื่องยนต์ในสภาวะการทำงานต่าง ๆ จึงทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น [1]

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับเกี่ยวกับหัวฉีดของเครื่องยนต์ คือ เมื่อมีอายุการใช้งานนาน ๆ มักจะพบปัญหาคือการฉีดน้ำมันผิดปกติจากค่าที่กำหนดของหัวฉีด อันเนื่องมาจากปัญหาต่าง ๆ เช่น หัวฉีดสกปรก เกิดการอุดตัน หรือเข็มหัวฉีดเกิดการรั่ว ทำให้การฉีดเชื้อเพลิงไม่เป็นฝอยละออง ส่งผลให้การผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศไม่เป็นไปตามทฤษฎีของการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ปล่อยก๊าซพิษออกสู่บรรยากาศ เครื่องยนต์กำลังตก ทำงานไม่เต็มที่ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ และทำให้ประสิทธิภาพการขับเคลื่อนลดลงตามไปด้วย [2]

สาเหตุหลักที่ทำให้หัวฉีดอุดตันมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงหรือแก๊สที่ใช้มีคราบและสิ่งสกปรกจะไปเกาะติดอยู่ที่หัวฉีดทำให้เกิดการอุดตันโดยเฉพาะภายในตัวหัวฉีดเองที่มักจะไม่มีความซับซ้อนและมีขนาดเล็ก ทำให้การจ่ายน้ำมันมีปัญหา หัวฉีดอุดตัน หรือจ่ายน้ำมันผิดปกติแบบจากเดิม

ทำให้ปริมาณการฉีดของหัวฉีดแต่ละหัวมีการจ่ายปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละสูบไม่เท่ากัน ทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ เครื่องยนต์สั่น [3]

ในปัจจุบันการตรวจสอบสภาพการทำงานของหัวฉีดทำได้โดยใช้เครื่องวิเคราะห์การทำงานของเครื่องยนต์ โดยเปรียบเทียบการทำงานของหัวฉีดแต่ละหัวว่าค่าการฉีดน้ำมันปริมาณเท่ากันหรือไม่ ถ้าค่าการฉีดปริมาณไม่เท่ากันสันนิษฐานว่าหัวฉีดมีปัญหาต้องถอดมาทำการตรวจสอบโดยเครื่องทดสอบภายนอกเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีราคาแพง ทำให้สถานประกอบการไม่นิยมการซื้อเพื่อซ่อมบำรุงหัวฉีด จะนำไปใช้บริการที่สถานประกอบการที่เปิดบริการรับซ่อมหัวฉีด ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเสียเวลาในการซ่อมบำรุง เนื่องจากอาจต้องรอเวลาในการซ่อมบำรุงที่ใช้เวลานาน

จากการศึกษาข้อมูลเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีใช้ในสถานประกอบการ ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีคุณสมบัติและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องต้นแบบ สามารถตรวจสอบการทำงานของหัวฉีด ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมากนัก แต่สามารถช่วยในการวินิจฉัยการซ่อมบำรุงหัวฉีดเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจโดยผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 เครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนที่สร้างขึ้นสามารถทดสอบการรั่วของหัวฉีด การทำงานของโซลินอยด์หัวฉีด การฉีดเป็นฝอยละออง และปริมาณการฉีดของหัวฉีดได้แม่นยำ

3.2 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนไม่ต่ำกว่าระดับดี

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน เพื่อทราบหลักการทำงาน อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการพัฒนาเครื่องทดสอบ รูปแบบการสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง หลักการในการทดสอบหัวฉีด

2) ออกแบบและพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน ทำการทดลองให้ใช้งานได้ตามข้อกำหนด

3) สร้างแบบประเมินด้านคุณภาพประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประเมินประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านคุณสมบัติของเครื่องมือ (2) ด้านผลที่ได้รับจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น (3) ด้านความเหมาะสมในการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้าง

4) ตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินด้านคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำจนได้เครื่องมือประเมินด้านคุณภาพที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

5) กำหนดผู้ใช้และสาธิตการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน ต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพทั้ง 3 ด้านเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

6) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบค่าเฉลี่ยที่ได้กับระดับคุณภาพดังนี้

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)

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สถานประกอบการด้านศูนย์บริการยานยนต์ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

2) กลุ่มตัวอย่าง คือช่างที่ปฏิบัติงานด้านบริการยานยนต์ บริษัท โตโยต้าเมืองคอน จำกัด จำนวน 7 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แบบบันทึกผลการทดลอง

2) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน

4.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1) ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบบันทึกผลการทดลอง

1.1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบบันทึกผลการทดลอง

1.2) พิจารณาคูณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการทดลอง

1.3) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง

1.4) ให้ผู้ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1.5) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย

1.6) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย

1.7) ปรับปรุงเครื่องมือวิจัยและจัดพิมพ์ฉบับจริง

2) ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีวิธีการดังนี้

2.1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ท

2.2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยถือเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

การประเมิน	ระดับการประเมิน
ความพึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
ความพึงพอใจมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
ความพึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
ความพึงพอใจค่อนข้างน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
ความพึงพอใจน้อย	ให้คะแนน 1 คะแนน

เกณฑ์การยอมรับความพึงพอใจคือ 3.51 ขึ้นไป

2.3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ใช้

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้เครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางคณะ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้และเก็บ รวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1) ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องทดสอบ หัวฉีดแก๊สโซลีน และการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขอบเขตที่ วางไว้โดยใช้แบบบันทึกผลการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

2) การประเมินความพึงพอใจและการเก็บรวบรวม ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบบันทึกผลการ

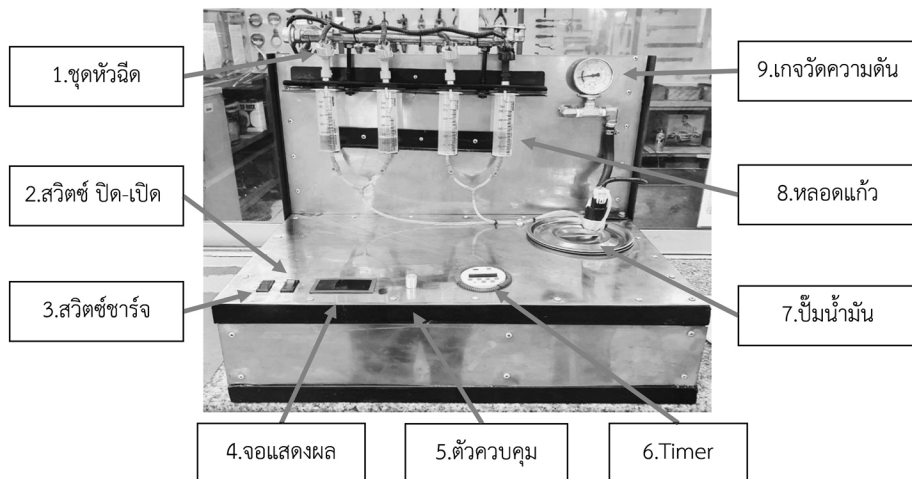
ทดลองและแบบสอบถามที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมา ตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูลและ ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามของ กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย อายุ ตำแหน่ง ประสบการณ์ ในการทำงาน ข้อมูลและการทดลองหาประสิทธิภาพโดย ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่า ความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2) วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน ประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 1 เครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนที่พัฒนา

5.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัว ฉีดแก๊สโซลีน

1) ผลการทดสอบการรั่วซึมของหัวฉีด โดยใช้

หัวฉีดสภาพสมบูรณ์ จำนวน 4 หัว และหัวฉีดสภาพไม่ สมบูรณ์ จำนวน 4 หัว

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการรั่วซึมของหัวฉีด

หัวฉีดที่ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่	เวลา (s)	หัวฉีดสภาพสมบูรณ์		หัวฉีดสภาพรั่วซึม	
			รั่ว	ไม่รั่ว	รั่ว	ไม่รั่ว
1	1	10		✓		
	2	20		✓		
2	1	10		✓		
	2	20		✓		
3	1	10		✓		
	2	20		✓		
4	1	10		✓		
	2	20		✓		
5	1	10			✓	
	2	20			✓	
6	1	10			✓	
	2	20			✓	
7	1	10			✓	
	2	20			✓	
8	1	10			✓	
	2	20			✓	

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ หัวที่ 1-4 ผลปรากฏว่าไม่พบการรั่วซึม การทดสอบหัวฉีดสภาพรั่วซึมหัวที่ 5-8 ผลปรากฏว่ามีการรั่วซึมของน้ำมัน จึงสรุปได้ว่าเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนสามารถจำแนก

หัวฉีดได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบ

2) ผลการทดสอบการทำงานของโซลินอยด์หัวฉีด โดยใช้หัวฉีดสภาพสมบูรณ์ จำนวน 4 หัว และหัวฉีดสภาพไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 หัว

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของโซลินอยด์หัวฉีด

หัวฉีดที่ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่	หัวฉีดสภาพสมบูรณ์		หัวฉีดที่โซลินอยด์เสีย	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	1		✓		
	2		✓		
2	1		✓		
	2		✓		
3	1		✓		
	2		✓		

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของโซลินอยด์หัวฉีด (ต่อ)

หัวฉีดที่ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่	หัวฉีดสภาพสมบูรณ์		หัวฉีดที่โซลินอยด์เสีย	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน
4	1		✓		
	2		✓		
5	1			✓	
	2			✓	
6	1			✓	
	2			✓	
7	1			✓	
	2			✓	
8	1			✓	
	2			✓	

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ หัวที่ 1-4 ผลปรากฏว่าโซลินอยด์ทำงานปกติ การทดสอบ หัวฉีดหัวที่ 5-8 ผลปรากฏว่าโซลินอยด์ไม่ทำงาน จึงสรุป ได้ว่าเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนสามารถทดสอบการ ทำงานของโซลินอยด์ได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมา

ทดสอบตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3) ทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง โดยใช้หัวฉีดสภาพ สมบูรณ์ จำนวน 4 หัว และหัวฉีดสภาพไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 หัว

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง

หัวฉีดที่ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่	หัวฉีดสภาพสมบูรณ์		หัวฉีดการฉีดไม่สมบูรณ์	
		เป็นฝอยละออง	ไม่เป็นฝอยละออง	เป็นฝอยละออง	ไม่เป็นฝอยละออง
1	1	✓			
	2	✓			
2	1	✓			
	2	✓			
3	1	✓			
	2	✓			
4	1	✓			
	2	✓			
5	1			✓	
	2			✓	

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง (ต่อ)

หัวฉีดที่ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่	หัวฉีดสภาพสมบูรณ์		หัวฉีดการฉีดไม่สมบูรณ์	
		เป็นฝอยละออง	ไม่เป็นฝอยละออง	เป็นฝอยละออง	ไม่เป็นฝอยละออง
6	1			✓	
	2			✓	
7	1			✓	
	2			✓	
8	1			✓	
	2			✓	

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ หัวที่ 1-4 ผลปรากฏว่าการฉีดเป็นฝอยละออง การทดสอบหัวฉีดหัวที่ 5-8 ผลปรากฏว่าไม่เป็นฝอยละออง จึงสรุปได้ว่า เครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนสามารถทดสอบการฉีดเป็นฝอยละอองได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4) ทดสอบปริมาณการฉีด ที่ความดัน 3 bar

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบปริมาณการฉีดที่ความดัน 3 bar

สับที่ 1	ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณน้ำมัน (cc)			สรุปผล
		10s	15s	20s	
1	1,000	9	13	17	ทดสอบได้
	1,200	11	15	19	ทดสอบได้
	1,500	13	17	21	ทดสอบได้
2	1,000	9	13	17	ทดสอบได้
	1,200	11	15	19	ทดสอบได้
	1,500	13	17	21	ทดสอบได้
3	1,000	9	13	17	ทดสอบได้
	1,200	11	15	19	ทดสอบได้
	1,500	13	17	21	ทดสอบได้
4	1,000	9	13	17	ทดสอบได้
	1,200	11	15	19	ทดสอบได้
	1,500	13	17	21	ทดสอบได้

จากตารางที่ 4 พบว่า การทดสอบปริมาณการฉีดได้ ผลการตรวจสอบ คือ หัวฉีดทุกหัวมีปริมาณการฉีดเท่ากัน

ทุกครั้งที่ทำการทดลอง จึงได้สรุปผลการทดสอบการวัดปริมาณการฉีดได้ว่าเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน

สามารถทดสอบวัดปริมาณการฉีดได้ตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนผู้วิจัยทำการศึกษา

รวบรวมผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 7 ท่าน ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้จะนำเสนอตามหัวข้อ

ตารางที่ 5 การประเมินของผู้ใช้ในด้านคุณสมบัติของเครื่องมือ

หัวข้อประเมิน	X.	S.D.	ความหมาย
1. คุณสมบัติของเครื่องมือ	4.76	0.28	ดีมาก
2. ผลที่ได้รับจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น	4.96	0.19	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และการสร้าง	4.98	10.13	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.90	0.08	ดีมาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน เฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านของเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนอยู่ในระดับดีมาก

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลและอภิปรายผล

1) ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้ชุดหัวฉีดสวิตช์เปิดสวิตช์ชาร์จ จอแสดงผล ตัวควบคุม Timer ป้อนน้ำมันหล่อแล้ว เกจวัดความดัน โดยเครื่องสามารถทดสอบการทดสอบการรั่วซึม การทำงานของโซลินอยด์ การฉีดเป็นฝอยละออง ปริมาณการฉีด ได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบ ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องที่พัฒนาได้ผ่านการสร้างและพัฒนาโดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป และผ่านการทดสอบเบื้องต้นของสถานประกอบการ จึงทำให้เครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ [4] ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล ผลการศึกษาพบว่าด้านการสร้าง ด้านการออกแบบอยู่ในระดับมากที่สุด

2) ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน มีดังนี้ การทดสอบการรั่วซึม โดยการทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ ผลปรากฏว่าไม่พบการรั่วซึม การทดสอบหัวฉีดที่มีสภาพรั่วซึม ผลปรากฏว่ามีการรั่วซึมของน้ำมัน การทดสอบการทำงานของโซลินอยด์โดย

การทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ ผลปรากฏว่าโซลินอยด์ทำงานปกติ การทดสอบหัวฉีดที่โซลินอยด์ที่เสีย ผลปรากฏว่าโซลินอยด์ไม่ทำงาน การทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง โดยการทดสอบหัวฉีดสภาพสมบูรณ์ ผลปรากฏว่าการฉีดเป็นฝอยละออง การทดสอบหัวฉีดสภาพไม่สมบูรณ์ ผลปรากฏว่าไม่เป็นฝอยละออง การทดสอบปริมาณการฉีดที่ความดัน 3 bar ครั้งที่ 1 เป็นเวลา 10s ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 15s ครั้งที่ 3 เป็นเวลา 20s พบว่าการทดสอบปริมาณการฉีดได้ผลการตรวจสอบ คือ หัวฉีดทุกหัวมีปริมาณการฉีดเท่ากันทุกครั้งที่ทำทดสอบ จากผลการทดสอบดังกล่าวสรุปได้ว่า เครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีน สามารถทดสอบหัวฉีดที่มีสภาพสมบูรณ์ และสภาพไม่สมบูรณ์ ทำให้ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบอย่างแม่นยำ ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องที่ดำเนินการพัฒนา ได้ผ่านการทดลองและปรับปรุงจนมีสภาพสมบูรณ์ และประมวลผลการทดสอบได้อย่างแม่นยำ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ [4] ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล ผลการศึกษาพบว่าเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล เมื่อทดลองใช้ทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล สามารถใช้งานได้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบฉีดดีเซลแบบคอมมอนเรลอื่น ๆ ได้หลายยี่ห้อ มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้จริง

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยภาพรวมผู้มีความพึงพอใจต่อเครื่องทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาารายด้าน พบว่า ด้านคุณสมบัติของเครื่องมืออยู่ในระดับดีมาก ด้านผลที่ได้รับจากเครื่องมือ

ที่อยู่ในระดับดีมาก ด้านความเหมาะสมในการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะ เครื่องที่สร้างผู้ใช้ได้ทดสอบแล้ว สามารถนำไปใช้ทดสอบ หัวฉีดของเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตาม คู่มือที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของประชิดและคณะ [5] ที่ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษา พบว่า ผลการวิจัยพบว่าด้านการออกแบบและ ด้านการนำชุดฝึก ปฏิบัติไปใช้สอนมีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับมาก สามารถนำชุดฝึกปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมด้วย อิเล็กทรอนิกส์นี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชา เกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่กับนักเรียนได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) การจับเวลาในการทดสอบยังไม่แม่นยำ ควร ปรับการตั้งเวลานับถอยหลังเพื่อให้เครื่องสามารถทำงาน หยุดฉีดอัตโนมัติเมื่อครบเวลาตามที่กำหนดในการทดสอบ
- 2) ในการใช้งานควรศึกษาคู่มือการใช้งานเครื่อง ทดสอบหัวฉีดแก๊สโซลีนอย่างละเอียดก่อนใช้งานครั้งแรก

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประภาส พวงขึ้น. (2562). งานระบบฉีดเชื้อเพลิง ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือ เมืองไทย.
- [2] พิเชฐ เขียวสีม่วง. (2560). งานระบบฉีดเชื้อเพลิง อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] ประสานพงษ์ หาเรือนชัย. (2562). งานระบบฉีดเชื้อเพลิง ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: วีพริ้นท์.
- [4] นรินทร์ ศรีธการ. (2558). การสร้างเครื่องทดสอบ ประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล. เชียงใหม่: วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการ อาชีวศึกษาภาคเหนือ 1.
- [5] ประชิด พรหมสุวรรณ ธนะวิทย์ ทองวิเชียร และภาวนา พรหมสาลี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. สงขลา: สาขา วิชาช่างยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ.