

การศึกษาผลของการล้างหัวฉีดต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล ในรถบรรทุกขนาดเล็ก กฤษฎางค์ ศุภระมูล

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในรถยนต์บรรทุกขนาดเล็ก ก่อนและหลังการล้างหัวฉีด ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานใช้งานจริงของรถยนต์ เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราเร่ง ของรถทดสอบทั้งก่อนและหลังการล้างหัวฉีด โดยได้ทดสอบรถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO รุ่นปี 2008 พบว่าก่อนล้างหัวฉีด มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.945 km/l หลังทำการล้างหัวฉีดมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 8.331 km/l มีระยะทางที่วิ่งได้เพิ่มขึ้น 68.477% สำหรับอัตราเร่งก่อนล้างหัวฉีดมีค่า 6.208 km/h/s หลังล้างหัวฉีดมีค่า 11.366 km/h/s ดังนั้นจึงมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้น 83.086 % จากการวัดด้วยเครื่องมืออ่าน และวิเคราะห์เครื่องยนต์ LAUNCH พบว่า ค่าปริมาณการฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์ก่อนการล้างหัวฉีดมีค่าต่ำกว่าหลังการล้างหัวฉีดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 800, 1500 และ 3000 rpm โดยประมาณ จึงสรุปได้ว่า การล้างหัวฉีดทำให้หัวฉีดสะอาดขึ้น จึงมีปริมาณการจ่ายน้ำมันได้เข้าห้องเผาไหม้ได้สูงขึ้นซึ่งทำให้สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ดีขึ้น

คำสำคัญ : เครื่องยนต์ดีเซล, การล้างหัวฉีด, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, อัตราเร่ง

Study on the effect of fuel injectors cleaning on diesel engine performance in a small truck

Krissadang Sookramoon

Faculty of Industrial Technology, Rajabhat University

ABSTRACT

This study investigates the small diesel engine performance in a small truck before and after cleaning the fuel injectors. The actual performance of the test car was studied. The comparison of fuel consumption, acceleration of the vehicle before and after cleaning the injectors was carried out. The experimental results for the 2008 TOYOTA HILUX VIGO indicated that the fuel consumption before injector cleaning was 4.945 km/l and after cleaning the injectors, the fuel consumption was 8.331 km/l. The running distance was increased by 68.477%. The acceleration before cleaning the injectors was 6.208 km/h/s. After cleaning the acceleration was 11.366 km/h/s, therefore the acceleration increased 83.086%. By using LAUNCH engine analyzer the injected volume of fuel before injector cleaning was lower than after cleaning the injector at the engine speeds of 800, 1500 and 3000 RPM, respectively. In conclusion cleaning the injectors make the injectors scrubbed, which could distribute more fuel to the combustion chamber that make the enhanced performance of the engine.

Keywords: Diesel engine, Injector cleaning, Fuel consumption, Acceleration

บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อพลังงานจากแหล่งต่างๆ มีจำนวนลดลงเรื่อยๆ เช่นทรัพยากรพลังงานฟอสซิลที่มีปริมาณจำกัดและในปัจจุบันมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนเป็นสิ่งที่ขาดแคลนและจะหมดสิ้นไปในอนาคต การหาแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานฟอสซิลจึงเป็นสิ่งที่ควรจะต้องให้ความสนใจ และในภาวะปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานน้ำมันเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ลดน้อยลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งยังมีราคาที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ผู้คนส่วนใหญ่เริ่มมองหาทางเลือกอื่นที่สามารถประหยัดการใช้และลดการใช้พลังงานน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญที่ใช้ในภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรมของประเทศ

การใช้น้ำมันดีเซลก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์เนื่องจากไอเสียของรถดีเซลประกอบด้วย ไอน้ำ (Vapor) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) พาร์มาลดีไฮด์ (Aldehyde) ออกซิเจน (Oxygen) ไฮโดรเจน (Hydrogen) ไนโตรเจน (Nitrogen) รถยนต์ใช้เครื่องยนต์ที่ปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุด คือรถประจำทาง รถบรรทุกที่บรรทุกน้ำหนักมากเกินไป เมื่อใช้งานรถยนต์ดีเซลเป็นระยะเวลานานจึงควรทำความสะอาด หัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล แต่ประชาชนโดยส่วนใหญ่ยังไม่กล้าที่จะใช้น้ำมันดีเซลเพราะวิตกว่ากำลังของเครื่องยนต์จะตกลง หัวฉีดพังง่าย สมรรถนะลดลง ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ทางวิชาการที่ชัดเจนให้ประชาชนได้ทราบ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสมรรถนะของเครื่องยนต์ การสึกหรอของ

เครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการทำงานต่อพื้นที่ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงทำการศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการทำงานจริงหลังผ่านการล้างหัวฉีดเครื่องยนต์ด้วยน้ำยาล้างและเครื่องล้างหัวฉีดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหา และเสริมสร้างศักยภาพการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถช่วยให้ประชาชนทราบข้อเท็จจริงในการนำน้ำมันดีเซลไปใช้กับเครื่องยนต์ได้ และสามารถเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้แก่ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ และชุมชนได้

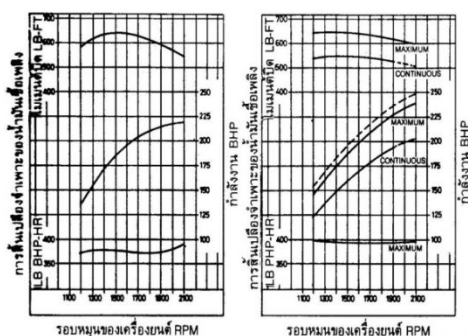
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในรถยนต์บรรทุกขนาดเล็ก ก่อนและหลังการล้างหัวฉีด
2. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานใช้งานจริงของรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กก่อนและหลังการล้างหัวฉีด

หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

โดยทั่ว ๆ ไปนิยมแสดงด้วยคุณสมบัติในการทำงานของเครื่องยนต์ 3 ประการคือ กำลังงาน โมเมนต์บิด และการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง แต่บางครั้งอาจจะแสดงเฉพาะกำลังงานและแรงบิดก็ได้ คุณสมบัติทั้ง 3 ประการในการทำงานของเครื่องยนต์นี้จะแปรผันกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ ดังนั้นสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลก็จะแสดงในรูปของกราฟดังภาพที่ 1 แกนนอนจะเป็นรอบหมุนของเครื่องยนต์นิยมใช้หน่วยรอบต่อนาที (revolution per minute) แกนตั้งจะเป็นกำลังงาน โมเมนต์บิด และการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วแต่กรณี ซึ่งจะทำให้มีกราฟ 3 เส้นคือ กราฟของกำลังงาน กราฟของโมเมนต์บิด และกราฟของการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

หรืออาจมี 2 เส้น คือ กราฟของกำลังงาน และ กราฟของโมเมนต์บิดดังแสดงในภาพที่ 1 [1]



ภาพที่ 1 สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ. 2550 วชิรินทร์ ดงบัง และ สุพจน์ ศิริเสนาพันธ์ [2] ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถบรรทุกหนัก โดยศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถที่ใช้เพื่อการขนส่ง โดยวิธีการนำรถวิ่งพ่วงมาทดสอบการใช้งานจริง เพื่อเก็บข้อมูลทางสถิติ เส้นทางที่ใช้ทดสอบ ระหว่าง พนัสนิมคม(ชลบุรี) – สระบุรี – ขอนแก่น ทั้งขาไปและกลับ รวมระยะทางประมาณ 1090 กิโลเมตรสำหรับการศึกษาได้ดำเนินการทั้งหมด 7 เที่ยว/คัน โดยกำหนดให้น้ำมันบรรทุกเป็นตัวแทนควบคุม ในแต่ละเที่ยวรถจะบรรทุกน้ำมันแตกต่างกัน ในปี พ.ศ. 2557 คุณัญญ์ สุรสิงห์ไกรสร[3] ได้ทำวิจัยเรื่องเครื่องล้างหัวฉีด เพื่อหาประสิทธิภาพประสิทธิผลของเครื่องล้างหัวฉีดที่นักเรียนนักศึกษาแผนกช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคราชบุรีสร้างขึ้นเพื่อให้เครื่องล้างหัวฉีดเป็นเครื่องมือช่วยทุ่นแรงอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานทำให้นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าเกิดการเรียนรู้ และทักษะในการปฏิบัติคิดค้นนวัตกรรม ในปี พ.ศ. 2553 ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และ อนุกุล จันทร์แก้ว [4] ได้ทำการศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

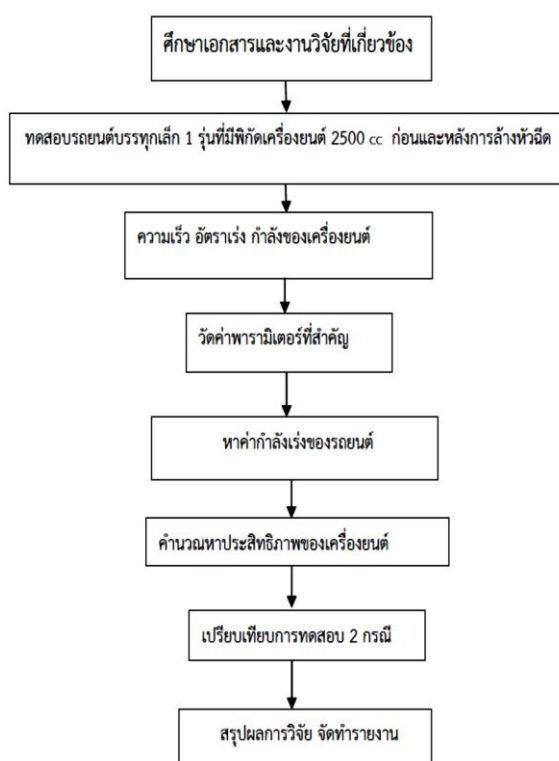
ขนาดเล็กในการทำงานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการทำงานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง และการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซล และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล จากการศึกษาวิจัย พบว่า ค่าความร้อนทั้งค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำของน้ำมันส่วนผสมต่าง ๆ จะลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ให้ค่าแรงบิด และค่ากำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยมีค่าต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย ในปี พ.ศ. 2558 คณิต วัฒนวิเชียร และ พรหมรักษา ฤทธิประเสริฐธณินิชญาณนท์ [5] ได้เปรียบเทียบผลการใช้เชื้อเพลิงดีเซลเชิงพาณิชย์ (CD) และเชื้อเพลิงดีเซลสังเคราะห์จากน้ำมันพืชใช้แล้ว (HiBD) ที่มีต่อการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและมลพิษของรถยนต์เมื่อขับด้วยความเร็วรถยนต์คงที่ที่ 50, 60, 70 และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงบนแท่นทดสอบชนิดแชสซีส์ไดนาโมมิเตอร์ โดยที่แต่ละค่าความเร็วรถยนต์คงที่นั้นได้จำลองภาระขับเคลื่อนรถยนต์ด้วยการปรับค่าแรงต้านทานที่ตรึงของแท่นทดสอบที่ร้อยละ 6, 8 และ 10 ของค่าภาระสูงสุด และระหว่างการทดสอบได้วัดอัตราการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณ HC, NO_x และ CO จากท่อไอเสียรถยนต์ โดยผลทดสอบรถยนต์พบว่า เมื่อความเร็วรถยนต์เพิ่มสูงขึ้น ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราสิ้นเปลืองจำเพาะมีค่าลดลง ในปี พ.ศ. 2558 เรนฮาร์ท ที อี [6] ได้ทำรายงานการศึกษาเทคโนโลยีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยศึกษาประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เผาไหม้แบบส่วนผสมบางในเครื่องยนต์ดีเซลแบบไดเร็กอินเจกชัน ได้แก่ สเตเวลและคณะได้ทดสอบ

การประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์โดยใช้รถยนต์โตโยตารุ่นปี 1998 ที่ใช้การฉีดน้ำมันเข้าห้องไหม้โดยตรงแบบส่วนผสมบาง โดยทำการทดสอบขับขึ้นท้องถนนจริง 5 โหลตการขับซีออลिकास ได้ผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกันและระบุวิธีการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงเช่นลดการสูบล้างเชื้อเพลิงในบางภาระของเครื่องยนต์ส่วนหนึ่งพบว่าการขับในเมืองเมื่อเทียบกับการขับขึ้นทางหลวง มีการประหยัดเชื้อเพลิงลงได้มากขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ญูเณ และคณะ [7] ได้ทำวิจัยเรื่อง อุปกรณ์สำหรับการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน การออกแบบและผลิตอุปกรณ์ใหม่สำหรับการทำความสะอาดน้ำมันโดยตรงหัวฉีดของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งสามารถใช้กับการฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์เบนซิน อุปกรณ์รวมกับโซลูชันการทำความสะอาดที่เสนอใหม่จะทำให้ระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ลดลง โดยไม่ต้องถอดหัวฉีดออกจากเครื่องยนต์และไม่ต้องถอดหัวเทียนออกจากเครื่องยนต์ อุปกรณ์ใหม่นี้ผลิตขึ้นในเวียดนามเป็นครั้งแรก เทคโนโลยีขั้นสูงในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยลดมลพิษและสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์เบนซินและดีเซลมาตรฐาน EURO 2 ที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล กระบวนการผลิตที่มีต้นทุนต่ำเหมาะสมกับขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีในประเทศเวียดนาม ลดเวลาในการบำรุงรักษาระบบฉีดเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ จากข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่มีรายงานผลเปรียบเทียบการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ก่อนและหลังการล้างหัวฉีด จึงเป็นแนวทางในการทำการวิจัยครั้งนี้

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการศึกษาใช้อุปกรณ์และเครื่องมือประกอบด้วย

1. เครื่องล้างหัวฉีดประกอบด้วยตู้คอนโทรลปั้มน้ำยา และอุปกรณ์ควบคุม
 2. น้ำยาล้างหัวฉีด
 3. เครื่องวัดค่าความดันของหัวฉีด
 4. เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันดีเซล
- ขั้นตอนการศึกษาเป็นไปตามแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการทดสอบเครื่องยนต์บรรทุกขนาดเล็ก

เตรียมรถทดสอบ 1 คัน โดยเป็นรถที่ผ่านการใช้งานมา 9 ปี มีอาการเร่งไม่ค่อยขึ้น และสิ้นเปลืองค่าน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างมาก โดยนำมาทดลองตามขั้นตอนดังนี้ แล้วบันทึกข้อมูลการทดลองไว้ในตารางผลการทดลอง

การทดสอบหาสมรรถนะของรถทดสอบมี
การดำเนินการทดสอบดังนี้

1. เตรียมรถทดสอบตามสภาพการใช้งานจริง
2. วัดแรงดันหัวฉีดโดยใช้เครื่องมืออ่านและวิเคราะห์เครื่องยนต์
3. นำรถทดสอบไปทดลองวิ่ง
4. วัดค่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
5. วัดกำลังแรงในแต่ละเกียร์โดยจับเวลาบันทึกข้อมูล
6. บันทึกผลการทดลองในตารางผลการทดลอง
ตลอดการทดลองจะวัดและเก็บบันทึกข้อมูล
ของรถทดสอบ นำผลการทดสอบมาเขียนกราฟ
ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ
เครื่องยนต์ คำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์
ก่อนและหลังการล้างหัวฉีด



ภาพที่ 3 รถยนต์ทดสอบ TOYOTA HILUX VIGO
รุ่น ปี 2008

แบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ ทดสอบ
ก่อนและหลังทำการล้างหัวฉีด คณะผู้วิจัยได้เลือก
เส้นทางที่ไม่มีการจราจรที่หนาแน่นเกินไป เพื่อให้
รถทำความเร็วจาก 0-120 km/h ได้ โดยกำหนด
เส้นทางทดสอบเป็น ระยะทางไป-กลับ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์-อ.เมือง
จ.พระนครศรีอยุธยา ระยะทาง 60 กม. โดยทำ
การบันทึก vdo ความเร็วของรถ ความเร็วรอบ
เครื่องยนต์ และเวลาที่ใช้ในการวิ่งทดสอบ
รถยนต์ได้เตรียมความพร้อมในการตรวจสอบสภาพ

ได้แก่ ระบบเครื่องยนต์ ความดันลมยาง ให้พร้อม
ในการทำการทดสอบ และ ทดลองวิ่งโดยไม่มี
น้ำหนักบรรทุก มีผู้ทดสอบ 2 คน กระทำในวันที่
อากาศแจ่มใส ฝนไม่ตก จากนั้นนำข้อมูลมาทำ
การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว-
เวลา และหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
ข้อมูลเหล่านี้จะนำมาแสดงผลด้วยตารางและ
กราฟเพื่อเปรียบเทียบตัวแปรจากค่าเฉลี่ยและ
นำไปใช้คำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
ต่าง ๆ กันด้วยหลักทางสถิติ

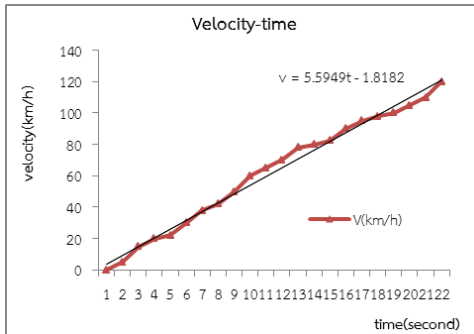
ผลการวิจัย

ผลการทดสอบแบ่งออกเป็น การสิ้นเปลือง
น้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็ว-เวลา เพื่อนำไปคำนวณ
หาอัตราเร่งของรถยนต์ทดสอบ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน
เชื้อเพลิงก่อนและหลังล้างหัวฉีดของ TOYOTA
HILUX VIGO

	ก่อนล้าง	หลังล้าง	ผลต่าง
ระยะทางที่ รถวิ่งได้ต่อ น้ำมันที่ใช้	4.945 กิโลเมตร/ ลิตร	8.33119 กิโลเมตร/ ลิตร	+68.477 %
ราคา เชื้อเพลิงต่อ ระยะทาง	5.095 บาท/ กิโลเมตร	3.1217 บาท/ กิโลเมตร	-38.73%

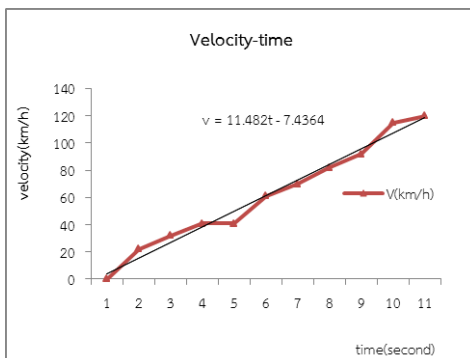
การทดสอบรถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO
ก่อนการล้างหัวฉีด ทำการทดสอบรถเพื่อหา
อัตราเร่ง โดยวิ่งบนถนนจริงผลแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความเร็วและเวลาในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ก่อนการล้างหัวฉีดที่มีอัตราเร่ง

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(5.5949t - 1.8182)}{dt} = 5.5949 \frac{\text{km}}{\text{h}}/\text{s}$$

ทดสอบรถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO หลังการล้างหัวฉีดทำการทดสอบรถเพื่อหา อัตราเร่ง โดยวิ่งบนถนนจริงผลแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความเร็วและเวลาในการเคลื่อนที่ของรถยนต์หลังการล้างหัวฉีดที่มีอัตราเร่ง

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(11.482t - 7.4364)}{dt} = 11.482 \frac{\text{km}}{\text{h}}/\text{s}$$

ตารางที่ 2 สรุปเปรียบเทียบอัตราเร่งก่อนและหลังล้างหัวฉีดของรถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO

	ก่อนล้าง	หลังล้าง	ผลต่าง
อัตราเร่ง km/h/s	6.2086	11.3666	+83.086 %

ผลการวัดจากเครื่องมืออ่านและวิเคราะห์เครื่องยนต์ LAUNCH ก่อนและหลังล้างหัวฉีดของรถยนต์ทดสอบ

จากเครื่องมืออ่านและวิเคราะห์เครื่องยนต์ LAUNCH พบว่าค่า Inj. FB Vol. For Idle ซึ่งแสดงปริมาณการฉีดน้ำมันในขณะเดินเบาของเครื่องยนต์ ก่อนการล้างหัวฉีดมีค่า 1.90-1.95 mm³/st. ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 800, 1500 และ 3000 rpm โดยประมาณ หลังการล้างหัวฉีดมีค่า 3.03-3.08 mm³/st. ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 750, 1500 และ 3000 rpm โดยประมาณ จึงสรุปได้ว่า การล้างหัวฉีดทำให้หัวฉีดสะอาดขึ้น จึงมีปริมาณการจ่ายน้ำมันได้มากขึ้น

สรุปและอภิปรายผล

การทดสอบรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กยี่ห้อ TOYOTA HILUX VIGO ปี 2008 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ก่อนล้างหัวฉีด 4.945 km/l หลังทำการล้างหัวฉีดมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 8.331 km/l มีระยะทางที่วิ่งได้เพิ่มขึ้น 68.477 % สำหรับอัตราเร่งก่อนล้างหัวฉีดมีค่า 6.208 km/h/s หลังล้างหัวฉีดมีค่า 11.366 km/h/s ดังนั้นจึงมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้น 83.086 % จากผลการวิจัยทดสอบพบว่า รถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO มีระยะทางวิ่งและอัตราเร่งเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 % จากการวัดด้วยเครื่องมืออ่านและวิเคราะห์เครื่องยนต์ LAUNCH พบว่าค่าแสดงปริมาณการฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์ ก่อนการล้างหัวฉีดมีค่าต่ำกว่าหลังการ

ล้างหัวฉีดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 800, 1500 และ 3000 rpm โดยประมาณ เครื่องยนต์ใช้เวลาในการยกหัวฉีดลดลง จึงสรุปได้ว่า การล้างหัวฉีดทำให้หัวฉีดสะอาดขึ้น จึงมีปริมาณการจ่ายน้ำมันได้มากขึ้น รถยนต์ TOYOTA HILUX VIGO วัดค่า Inj. FB Vol. For Idle ซึ่งแสดงปริมาณการฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์ ก่อนการล้างหัวฉีดมีค่า 1.90-1.95 mm³/st. หลังการล้างหัวฉีดมีค่า 3.03-3.08 mm³/st. ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 750, 1500 และ 3000 rpm

ข้อเสนอแนะ

อาจมีการพัฒนางานวิจัยต่อโดยการนำรถทดสอบไปทดลองบนแซซซีไดนาโมมิเตอร์เพื่อวัดค่า แรงบิด แรงม้าที่หลายย่านความเร็วรอบ ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ปริมาณอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ และเพิ่มการตรวจวัดไอเสียจากรถทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลด้านมลพิษจากรถทดสอบ ซึ่งจะสอดคล้องกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและอัตราเร่ง จากการสำรวจข้อมูลห้องปฏิบัติการด้านยานยนต์ในประเทศไทย จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการทดลองดังกล่าว ค่าใช้จ่ายโดยประมาณคือ 40,000 บาท/ครั้ง/คัน และใช้เวลาค่อนข้างมากในการรอคิวเข้าห้องปฏิบัติการ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท เฟรช คาร์ จำกัด ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัย และได้สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

References

Wanlop Makmee. (2016). **Four-stroke Gasoline Engine**. retrived in [1 November 2017] from:<https://vallo-pautomechanics.blogspot.com/2012/05/4.html>.

Watcharin Dongbang and Supoj Sirisenapan. (2007). **Study of Fuel Consumption of Heavy Trucks**. The 21th Conference of Thai Mechanical Engineering Network in 17-19 October 2007 in Chonburi.

Khunat Surasinghakraisorn. (2014). **Nozzle Cleaning Machine**. Vocational Certificate Program in Industrial Engineering, Automotive Engineering in Ratchaburi Technical College.

Tammasak Punsasensri and nukul Jankeaw. (2010). **Study of Small Diesel Engine Capacity in Actual Performance using Biodiesel from Used Vegetable Oil as Fuel**. Research Report of Maejo University.

Kanit Wattanavichien and Promraksa Rittiprasertmaneechan. (2015). **Comparison of the Results of High Bio Diesel Fuel from Used Vegetable Oils (HiBD) and Commercial Diesel Fuel (CD) on Fuel Consumption and Vehicle Pollution**. Journal of Engineering, Kasetsart University.

Einhardt, T. E. (2015). **Commercial medium- and heavy-duty truck fuel efficiency technology study - Report #1**. (Report No. DOT HS 812 146). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Nguyen Huu Huong, Nguyen Huynh Minh,
Nguyen Le Duy Khai. (2015). An
equipment for directly cleaning out
fuel injectors of internal combustion
engine. **International Journal of
Mechanical Engineering and
Applications** 3(3-1): 1-6. published
online February 13, 2015.