



การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความ
คุ้มค่าต่อการลงทุน

พลรัชต์ บุญมี

ศุภชัย หลักคำ

ภูษิต โชติสวัสดิ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความ
คุ้มค่าต่อการลงทุน

พลรัชต์ บุญมี
ศุภชัย หลักคำ
ภูษิต โชติสวัสดิ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน	
ผู้วิจัย	:	นายพลรัชต์ บุญมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
	:	นายศุภชัย หลักคำ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
	:	นายภูษิต โชติสวัสดิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มทร.สุวรรณภูมิ
พ.ศ.	:	2558	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการขนส่งทางรางเป็นการคมนาคมหลักในการขนส่งเชิงพาณิชย์ซึ่งใช้หัวรถจักรที่มีเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงและมีการปล่อยสารมลพิษมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรเพื่อศึกษาความคุ้มค่าต่อการลงทุนการเปลี่ยนเครื่องยนต์หัวรถจักร โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์ของหัวรถจักร 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องยนต์ Pielstick, M.T.U. และ Caterpillar ซึ่งมีลักษณะห้องเผาไหม้และเทคโนโลยีการจ่ายเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการจำลองภาระบนเครื่องทดสอบแบบสถิต(Dynamometer) ภายใต้สภาวะการทดสอบตามมาตรฐานของการรถไฟตามตาราง Regulation characteristics curve เพื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์ชนิดต่างๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์ M.T.U. ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วมมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำที่สุดในทุกสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ และมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเฉลี่ยจากทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์เท่ากับ 206 g/kW-h ต่ำกว่าเครื่องยนต์ Caterpillar ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกึ่งรางร่วมที่มีค่าเท่ากับ 314 g/kW-h อยู่ที่ 34.39 % และต่ำกว่าเครื่องยนต์ Pielstick ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกที่มีค่าเท่ากับ 389 g/kW-h อยู่ที่ 47.04 % หากพิจารณาถึงสารมลพิษได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอน (HC), ไนโตรเจนออกไซด์(NO_x), และสารควันดำ(Black smut) เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรงมีสารดังกล่าวน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบช่วย ในขณะที่สารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) พบว่าเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ช่วยมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรง ยกเว้นเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรงมีระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม(Common rail) มีสารดังกล่าวใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ช่วย อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีใหม่ของเครื่องยนต์ดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง ดังนั้นต้องมีจำนวนการใช้งานเชิงปริมาณจึงจะทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน

Title : A study of reduction of pollution and fuel consumption for locomotive engine optimizing to investment

Researcher : Mr. Polrut Boonme, Faculty of Engineering, RMUTP
 Mr. Supachai Lakkam, Faculty of Engineering, RMUTP
 Mr. Phusit Chotswasd, Faculty of Engineering and Architecture, RMUTSB

Year : 2015

ABSTRACT

Presently, the rail transit system plays a major role in the commercial world that they currently use diesel engine not only causing to a lot of fuel consumption but also generating numerous pollution. Therefore, this project aims to study the break-even point of investment under comparison of brake specific fuel consumption and pollution of locomotive engines. By experimental works, there are 3 types of locomotive engine: Pielstick, M.T.U. and Caterpillar, which are the difference of the combustion chamber and the fuel injection systems. The simulation load on the static tests (Dynamometer) was used following the regulation characteristic curve which is standard of State Railway of Thailand. As a result of testing, the engine using common rail type of fuel injection system, M.T.U., was the lowest brake specific fuel consumption at all of engine by the average of all engine speed 206 g/kW-h of brake specific fuel consumption. It is lower than Caterpillar (Semi common rail with direct injection) which is 314 g/kW-h equivalent 34.39 % while Pielstick engine, a mechanism fuel injection system, is 389 g/kW-h equivalent 47.04 % For pollution area, there are Hydrocarbon (HC), Nitrogen Oxide (NOX), and black smut. The engine with direct injection system relieved the previous substance less than the pre-combustion engine. Moreover, the compound of carbon monoxide (CO) was found that the pre-combustion engine (Pielstick) discharged carbon monoxide (CO) less than the direct injection engine (Caterpillar) whereas the common rail engine emancipated same substance by with the pre-combustion engine (Pielstick). However, the new technology of the engines is high maintenance costs. Therefore, a number of applications have to be needed to make a quantitative value for the investment.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2558 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ลักษณะสำคัญของรถยนต์ดีเซล	5
2.2 มลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซล	14
2.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ	16
2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	21
3.2 การเตรียมการทดสอบ	23
3.3 ขั้นตอนการทดสอบ	29
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล	35
4.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ	35

4.2 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์ หัวรถจักรแต่ละประเภท	42
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	47
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง	52
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำเพาะเครื่องยนต์	54
ประวัติผู้วิจัย	58

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณลักษณะที่สำคัญระหว่างเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	6
3.1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเครื่องยนต์ Pielstick, M.T.U. และ Caterpillar	21
3.2 การทดสอบโดยกำหนดความเร็วรอบเครื่องยนต์และภาระของเครื่องยนต์	26
4.1 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138	32
4.2 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214	32
4.3 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416	33
4.4 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138	33
4.5 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214	34
4.6 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416	34
4.7 การเปรียบเทียบสารควันทำ	38
ข.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ M.T.U.	45
ข.2 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ Caterpillar	46
ข.3 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ Pielstick	74

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การขนส่งทางราง	1
2.1 เครื่องยนต์ดีเซล	5
2.2 ห้องเผาไหม้แบบเผาไหม้ล่วงหน้า	6
2.3 ห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง	8
2.4 แบบต่าง ๆ ของห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง	9
2.5 การคลุกเคล้ากันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศอัด	9
2.6 การหมุนวนของอากาศที่เกิดจากช่องนำไอ	10
2.7 การหมุนวนของอากาศที่เกิดจากการเจาะช่องบรรจุอากาศ	10
2.8 การก่อตัวของสารมลพิษในลำน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในอากาศหมุนวน	13
2.9 การเผาไหม้ของลำน้ำมันและอุณหภูมิ ความดันในกระบอกสูบ	13
2.10 เส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล	15
2.11 การเสียโอกาสการขนส่งจากขบวนรถที่ต้องทำการติดตั้งชุดบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด	16
2.12 เครื่องยนต์ MTUseries 16V4000 R41	16
2.13 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516BHD	17
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.2 เครื่องยนต์ Pielstick 16PA4V185	20
3.3 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516B	20
3.4 เครื่องยนต์ M.T.U. 16V 40000 R41R	21
3.5 แผนภาพการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิง	22
3.6 เครื่องวัดค่าไฮโดรคาร์บอน	23
3.7 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้	23
3.8 เครื่องวัดควันดำระบบกระดาษกรอง	23
3.9 เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเทอร์ไบน์มิเตอร์	24
3.10 เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอัลตราโซนิก	24
3.11 ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์หัวรถจักร	25
3.12 เครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวน	25
3.13 แผนผังสถานที่ทดสอบ	26
3.14 การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง	27

3.15	การเตรียมเครื่องวัดมลพิษ	27
3.16	การต่อมลติมิเตอร์เข้ากับตู้ปรับภาระเครื่องยนต์หัวรถจักร	28
3.17	การตรวจสอบการรั่วไหลและความผิดปกติของเครื่องยนต์ก่อนการทดสอบ	28
3.18	การวัดสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์	29
3.19	การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	29

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 การวัดค่าทางไฟฟ้า	30
4.1 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค	36
4.2 การเปรียบเทียบสารไฮโดรคาร์บอน	37
4.3 การเปรียบเทียบสารคาร์บอนมอนอกไซด์	37
4.4 การเปรียบเทียบสารไนโตรเจนออกไซด์	38
ก.1 ตาราง Regulation characteristics curve	43
ข.1 เครื่องยนต์ M.T.U. 16V 4000 R41R	45
ข.2 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516B	46
ข.3 เครื่องยนต์ Pielstick 16PA4V 185VG	47