



การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักร
เพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักร
เพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน



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	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะสำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล	4
2.2 มลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซล	12
2.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ	14
2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.2 การเตรียมการทดสอบ	20
3.3 ขั้นตอนการทดสอบ	26
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล	31
4.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ	31
4.2 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรแต่ละประเภท	35

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง	42
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำเพาะเครื่องยนต์	44
ประวัติผู้วิจัย	48



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	6
3.1	21
3.2	26
4.1	32
4.2	32
4.3	33
4.4	33
4.5	34
4.6	34
4.7	38
ข.1	45
ข.2	46
ข.3	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 การหมุนวนของอากาศที่เกิดจากช่องนำไอดี	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 เครื่องวัดควันดำระบบกระดาด مخروط	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 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก	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

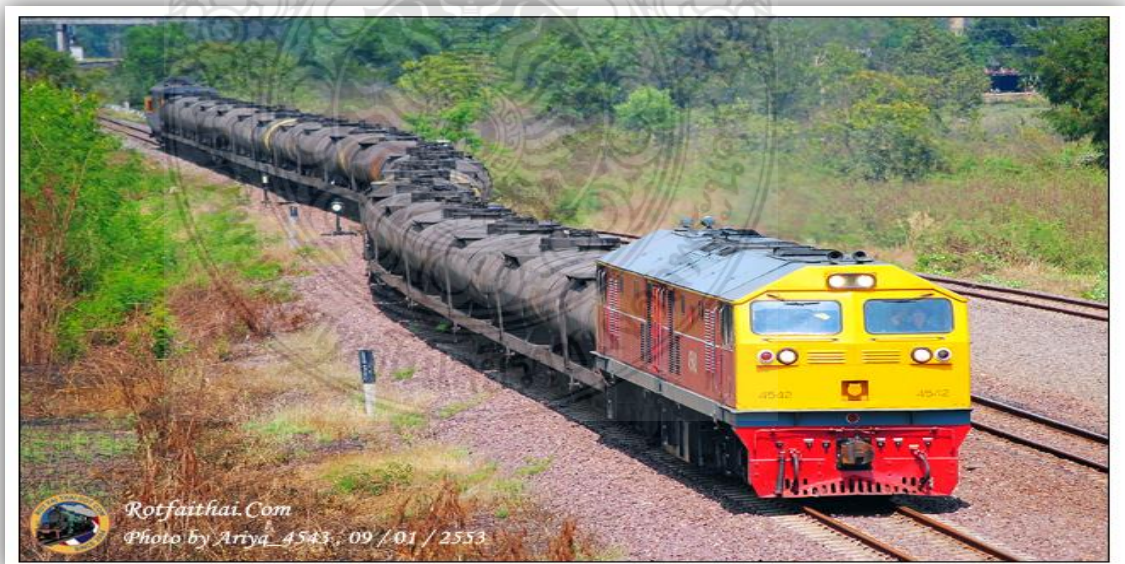


บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมเกษตรกรรม และการคมนาคม ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การเพิ่มปริมาณการปล่อยสารมลพิษออกมามากขึ้นตามไปด้วย โดยแหล่งการปล่อยมลพิษส่วนหนึ่งมาจากยานพาหนะซึ่งใช้เครื่องยนต์เป็นแหล่งกำเนิดในการขับเคลื่อนโดยเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซลที่นิยมใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะหรือใช้กับเครื่องจักรกลหนักเป็นส่วนใหญ่ ความนิยมในการใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ต้นกำลังมีจำนวนมาก เช่น รถไฟเรือเดินสมุทรรถบรรทุกเครื่องจักรกลการเกษตร และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าว การขนส่งทางรางเป็นแหล่งปล่อยมลพิษอีกจุดหนึ่งที่สำคัญของภาคการขนส่ง ดังรูปที่ 1.1 มียอดการใช้น้ำมันดีเซลสูงถึงประมาณ 91 ล้านลิตรต่อปีหรือประมาณ 2,621 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นทางคณะจัดผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และหาทางออกเพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาเหล่านี้ภายใต้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.1 การขนส่งทางราง

ที่มา (<http://portal.rotfaithai.com/modules.php?name=viewtopic&t=4112&postdays=0&postorder&start=10>)

นอกจากนี้แล้ว งานวิจัยดังกล่าวยังจะนำไปสู่ข้อมูลอันเป็นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจในการดำเนินงานและการจัดการการขนส่งทางราง ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อภาคการขนส่งภายในประเทศ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการขนส่งให้กับประเทศ ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ประเทศไทยจะได้รับ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดเสียงรบกวน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรักษาสมรรถนะเครื่องยนต์
- 1.2.3 เพื่อสร้างแนวทางในการออกแบบหม้อพักไอเสียรถยนต์
- 1.2.4 เพื่อสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความรู้ความสามารถให้กับประเทศ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้ในหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3 ประเภทเครื่องยนต์
- 1.3.2 สภาวะการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 8178-4 และมาตรฐาน Regulation Characteristics Curve ของการรถไฟฯ
- 1.3.3 ทำการทดสอบบนชุดจำลองภาระทางไฟฟ้า (Eddy current load test)
- 1.3.4 ตรวจวัดปริมาณมลพิษ เช่น HC, CO, CO₂, NO, NO_x, O₂ และ ควันดำ
- 1.3.5 ตรวจวัดค่าอัตราการไหลเชื้อเพลิงเพื่อคำนวณหาค่าความสิ้นเปลืองจำเพาะ

1.4 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยพบว่าความเป็นไปได้ในการทดสอบเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษในหัวรถจักรนั้น จะทำการเลือกเครื่องยนต์ทั้งหมด 3 ประเภท ที่ผ่านการทำวาระการซ่อมบำรุงใหญ่ (Overhall) ซึ่งเป็นเครื่องยนต์เก่าที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้ได้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกันและสามารถเปรียบเทียบกันได้ และทำการทดสอบเครื่องยนต์ขณะมีภาระการด้วยการจำลองภาระจากเครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวนการทดสอบ ซึ่งเป็นสถานีทดสอบภายในโรงซ่อมบำรุงหัวรถจักรบางซื่อ การรถไฟแห่งประเทศไทย และเนื่องจากหัวรถจักรใช้หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้าและนำไปใช้ขับเคลื่อน ดังนั้นจึงกำหนดการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที ในการสร้างกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ใช้ในสภาวะการใช้งานจริง และเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ นอกจากนี้สภาวะดังกล่าวจะสามารถทำให้เครื่องยนต์ปลดปล่อยมลพิษออกมาได้ใกล้เคียงกับสภาวะการใช้งานจริง สำหรับการติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหล เพื่อทำการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 2 ตัว โดยจะทำการติดตั้งไว้ที่หัวรถจักรบริเวณท่อน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งทางขาเข้าและขากลับถึงน้ำมันเชื้อเพลิง

นอกจากนี้การวัดมลพิษจะทำการวัดได้โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้ไว้บริเวณหลังคาของหัวรถจักร เพื่อที่จะสามารถใช้หัวดูดไอเสียวัดสารมลพิษบริเวณปล่องไอเสียที่อยู่บนหลังคาของหัวรถจักร การวัดค่าดังกล่าวทั้งอัตรา

การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดสารมลพิษนั้น จะทำการวัดในความเร็วรอบเครื่องยนต์ ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยแต่ละความเร็วรอบนั้นจะใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5 ถึง 10 นาที ก่อนทำการบันทึกค่า เพื่อลดความผิดพลาดของผลการทดสอบ

งานวิจัยชิ้นนี้, นอกจากต้องการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองแล้ว ยังมีจุดประสงค์ที่ศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนสำหรับการเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆที่มีความเป็นไปได้ในปัจจุบัน โดยคำนึงถึงสิ่งที่ต้องลงทุน เช่น ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหรือทดแทนเครื่องยนต์ที่มีเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ในขณะที่เดียวกันยังต้องคำนึงถึงสิ่งที่จะได้รับ เช่น อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ลดลง และปริมาณมลพิษ ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายคือข้อมูลที่จะนำไปสู่การตัดสินใจในการเลือกใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ให้ความสมดุลและคุ้มค่า ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, มลพิษ และค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ข้อมูลนำไปสู่การตัดสินใจเลือกใช้เครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับระบบขนส่งทางราง
- 1.5.2 ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากการขนส่งทางรางที่มีปริมาณสูงมากต่อปี
- 1.5.3 แก้ปัญหาด้านมลพิษที่เกิดจากการขนส่งทางราง
- 1.5.4 ผลักดันให้เกิดการพัฒนาาระบบขนส่งทางราง
- 1.5.5 ก่อให้เกิดความร่วมมือทางด้านงานวิจัยระหว่างหน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจ
- 1.5.6 ผลิदनักวิจัยรุ่นใหม่ และพัฒนานักวิจัยรุ่นเก่าให้กับหน่วยงาน



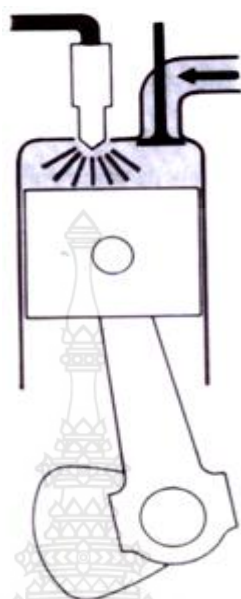
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะสำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล (ประณต, 2553)

เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในประเภทหนึ่งที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้กับรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ รถแทรกเตอร์เพื่อการเกษตร เครื่องจักรกลหนักสำหรับงานก่อสร้าง และเครื่องยนต์ประเภทติดตั้งประจำที่ทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นต้น เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ อาทิ ความแข็งแรง ทนทาน แรงบิดสูง ประหยัดเชื้อเพลิง และอื่นๆ เครื่องยนต์ดีเซลในอดีตจะถูกนำมาใช้กับรถยนต์นั่งบ้างแต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากมีความสั่นสะเทือนสูงและอัตราเร่งต่ำ ต่อมาเครื่องยนต์ประเภทนี้ได้รับการปรับปรุงจนปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวหมดสิ้นไป จึงเป็นที่นิยมใช้กับรถยนต์นั่งมากขึ้นเป็นลำดับในปัจจุบัน

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่ไม่ต้องมีระบบจุดระเบิดเหมือนกับเครื่องยนต์เบนซิน เนื่องจากจะใช้ความร้อนจากการอัดตัวของอากาศภายในกระบอกสูบจุดเชื้อเพลิงให้เกิดการเผาไหม้ ดังนั้นนอกจากองค์ประกอบอื่นๆ ที่เหมือนกับเครื่องยนต์ประเภทอื่นแล้ว ระบบเชื้อเพลิงจึงจัดได้ว่าเป็นหัวใจของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ประเภทนี้เชื้อเพลิงจะถูกจุดด้วยความร้อนจากการอัดตัวของอากาศภายในกระบอกสูบ ดังนั้นจึงต้องการอัตราส่วนการอัดตัวสูงเป็นพิเศษ นอกจากนั้นยังต้องมีปั๊มฉีดเชื้อเพลิง ความดันสูงและหัวฉีด เพื่อให้เชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในกระบอกสูบเกิดการแตกตัวเป็นฝอยละเอียด คลุกเคล้าเข้ากับอากาศอัดที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อให้การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จึงไม่ต้องการระบบจุดระเบิดเหมือนกับเครื่องยนต์เบนซิน จึงหะการทำงานของเครื่องยนต์ประเภทนี้จะมีทั้งแบบ 4 จังหวะ และ 2 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยของเหลวหรืออากาศ นอกจากนั้นยังมีทั้งแบบป้อนอากาศเข้าสู่ตัวเครื่องตามธรรมชาติ และแบบป้อนอากาศเข้าสู่ตัวเครื่องด้วยเครื่องอัดอากาศที่เรียกว่า เทอร์โบชาร์จเจอร์ (Turbo charger)



รูปที่ 2.1 เครื่องยนต์ดีเซล

ในการทำงาน อากาศแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่ถูกดูดเข้าไปบรรจุอยู่ในกระบอกสูบในจังหวะดูด และจะถูกอัดตัวในจังหวะอัด ที่ตอนปลายของจังหวะอัดเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้และเนื่องจากอัตราส่วนการอัดตัวของเครื่องยนต์ประเภทนี้สูงมาก คือประมาณ 14 ถึง 25 ต่อ 1 จึงทำให้อากาศอัดในตอนปลายของจังหวะอัดมีความดันสูงถึงประมาณ 400 ถึง 800 lb/in² (27 ถึง 55 bar) ความร้อนจากการอัดตัวของอากาศที่จุดนี้ประมาณ 1,292 ถึง 1,652 °F (700 ถึง 900 °C) หรือสูงกว่า ซึ่งสูงพอที่จะจุดเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปให้เกิดการเผาไหม้ ดังนั้นเครื่องยนต์ประเภทนี้จึงไม่ต้องการระบบจุดระเบิดเหมือนกับเครื่องยนต์เบนซิน แต่ก็จำเป็นต้องมีปั๊มฉีดเชื้อเพลิงความดันสูงและหัวฉีดความดันสูง อันเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในจังหวะระเบิดของเครื่องยนต์ประเภทนี้สูงประมาณ 945 ถึง 1,305 lb/in² (65 ถึง 90 bar) อุณหภูมิของไอเสียที่เต็มสูงประมาณ 932 ถึง 1,112 °F (500 ถึง 600 °C)

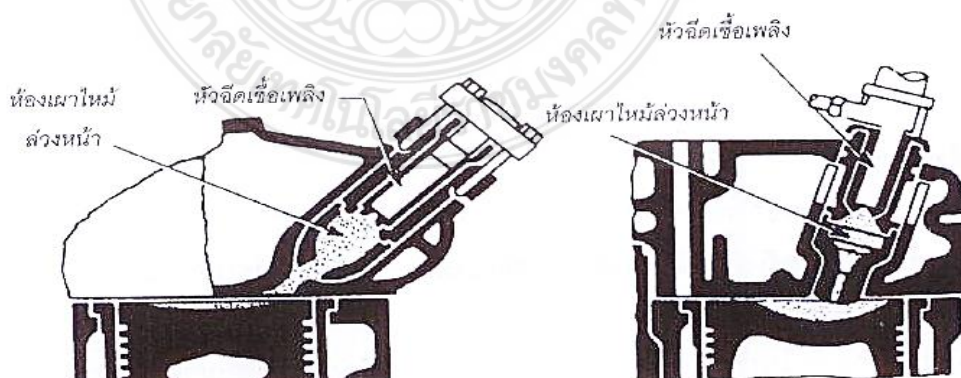
เครื่องยนต์ดีเซลจะถูกสร้างให้มีขนาดแตกต่างกันออกไปตามความต้องการใช้งาน โดยจะมีขนาดตั้งแต่ 2 ถึง 3 hp (1.6 ถึง 2.2 kW) ไปจนถึง 5,000 hp (3,728 kW) หรือสูงกว่า เครื่องยนต์ประเภทนี้ได้ถูกนำไปใช้กับวงการต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้กับเครื่องสูบน้ำ รถยนต์นั่ง รถโดยสาร รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เครื่องจักรกลหนัก รถไฟ และเรือเดินสมุทร เป็นต้น นอกจากนี้ ยังถูกนำไปใช้เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กับงานก่อสร้าง เครื่องยนต์ที่ใช้กับโรงไฟฟ้า เครื่องยนต์ที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม และอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะที่สำคัญระหว่างเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์เบนซิน และ เครื่องยนต์ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

คุณลักษณะของเครื่องยนต์	ชนิดของเครื่องยนต์		
	ดีเซล	เบนซิน	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	สูงที่สุด	ปานกลาง	สูง
ช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษา	นาน	ปานกลาง	นาน
น้ำหนักต่อกำลังม้า	สูง	ต่ำ	ต่ำ
การติดเครื่องในขณะอากาศเย็น	พอใช้	ดี	พอใช้
การเร่งเครื่อง	พอใช้	ดี	ดี
การทำงานอย่างต่อเนื่อง	ดี	พอใช้	พอใช้
ความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่น	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำมาก

2.1.1 ห้องเผาไหม้แบบเผาไหม้ล่วงหน้า

ห้องเผาไหม้แบบนี้ ดังรูปที่ 2.2 ส่วนใหญ่จะนิยมเรียกทับศัพท์เช่นกันว่า แบบพรีคอมบัสชัน ห้องเผาไหม้แบบนี้จะมีห้องเผาไหม้ขนาดเล็กติดตั้งอยู่ในฝาสูบโดยมีช่องทางเล็กๆ เชื่อมต่อเข้ากับห้องเผาไหม้หลัก (Main chamber) อีกทีหนึ่ง ห้องเผาไหม้แบบนี้สามารถที่จะบรรจุอากาศอัด ได้ประมาณ 35 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรรวมของห้องเผาไหม้ทั้งหมด ดังนั้นเมื่อเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปภายในห้องเผาไหม้นี้การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นทันที แต่เนื่องจากอากาศอัดภายในห้องเผาไหม้แบบมีปริมาณจำกัด การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจึงไม่สมบูรณ์พอเพราะมีเพียงเชื้อเพลิงบางส่วนเท่านั้นที่จะเกิดการเผาไหม้ ดังนั้นความดันอันเกิดจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้แบบนี้จึงดันหรือพ่นเชื้อเพลิงกับอากาศและการเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในห้องเผาไหม้หลักก็จะเกิดขึ้น



รูปที่ 2.2 ห้องเผาไหม้แบบเผาไหม้ล่วงหน้า

สำหรับลูกสูบที่ใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้ ที่หัวลูกสูบจะมีทั้งแบบแบนราบ และแบบเป็นแอ่งรูปทรงกลมตื้นๆ

เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้สามารถที่จะใช้กับเชื้อเพลิงได้หลายเกรด แต่ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงค่อนข้างสูงกว่าแบบอื่นๆ นอกจากนั้นการขับไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้พิเศษนี้ทำได้ยากจึงเป็นผลให้ไอเสียจำนวนหนึ่งต้องตกค้างอยู่ภายใน เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้จะสตาร์ทติดเครื่องยากโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะอากาศเย็นทั้งนี้ก็เนื่องมาจากห้องเผาไหม้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ จึงมีการสูญเสียความร้อนจากการอัดตัวของอากาศไปให้กับผนังของห้องเผาไหม้ค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับห้องเผาไหม้แบบฉีดตรง ดังนั้นเครื่องยนต์ที่ใช้ในห้องเผาไหม้แบบนี้จึงต้องออกแบบสร้างให้มีอัตราส่วนการอัดตัวสูง โดยปกติจะสูงประมาณตั้งแต่ 18 ถึง 22 ต่อ 1 นอกจากนั้นยังต้องใช้หัวเผาเพื่อช่วยในการสตาร์ทติดเครื่องในขณะที่อากาศเย็น หัวฉีดเชื้อเพลิงที่นิยมใช้เป็นแบบเข็มที่ใช้ความดันประมาณ 1,100 ถึง 1,800 lb/in² (75 ถึง 123 bar)

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้ในอดีต ได้แก่เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในงานซึ่งต้องเปลี่ยนแปลงความเร็วอยู่เสมอและมีรอบจัด เช่น เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้ในรถยนต์ แต่ในปัจจุบันหลังประสบความสำเร็จในการปรับปรุงห้องเผาไหม้แบบฉีดตรงได้แล้ว ความนิยมในการใช้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้ก็ลดลง

ข้อดี

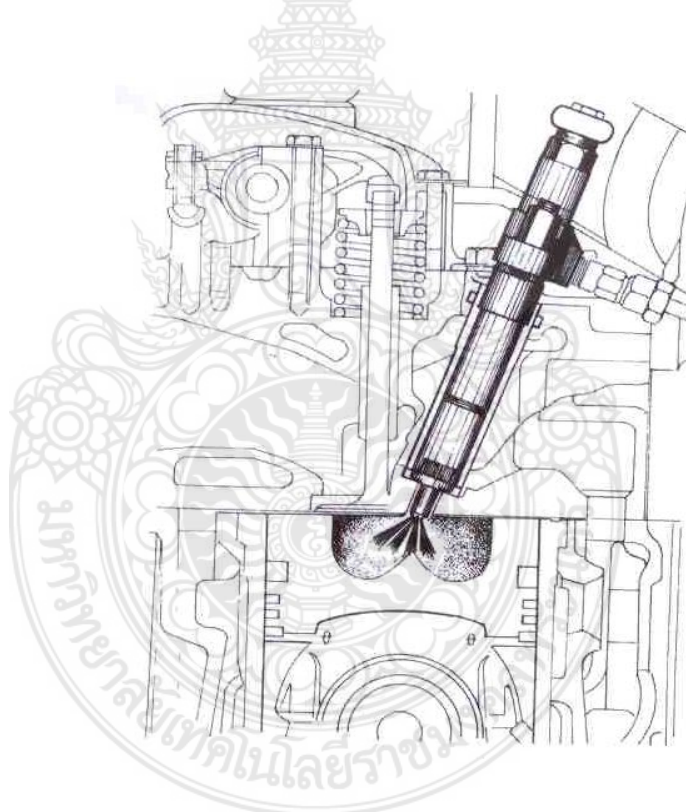
1. เนื่องจากห้องเผาไหม้แบบนี้จะใช้หัวฉีดเชื้อเพลิงแบบเข็มซึ่งมีรูค่อนข้างใหญ่ ประกอบกับการเคลื่อนตัวของเข็มหัวฉีดเชื้อเพลิงในการทำงาน จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการอุดตันเกิดขึ้น
2. เชื้อเพลิงที่ฉีดไม่จำเป็นต้องเป็นฝอยละเอียดเหมือนกับที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง จึงสามารถใช้ความดันในการฉีดต่ำกว่าได้
3. เนื่องจากความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้แบบนี้จะสูงกว่าแบบเปิดหรือแบบฉีดตรง และการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ใช้จึงไม่ต้องมีคุณภาพสูงเหมือนกับที่ใช้ในห้องเผาไหม้แบบอื่นๆ
4. เครื่องยนต์แบบเดินเรียบ เพราะความดันสูงสุดภายในกระบอกสูบระหว่างการเผาไหม้ต่ำ

ข้อเสีย

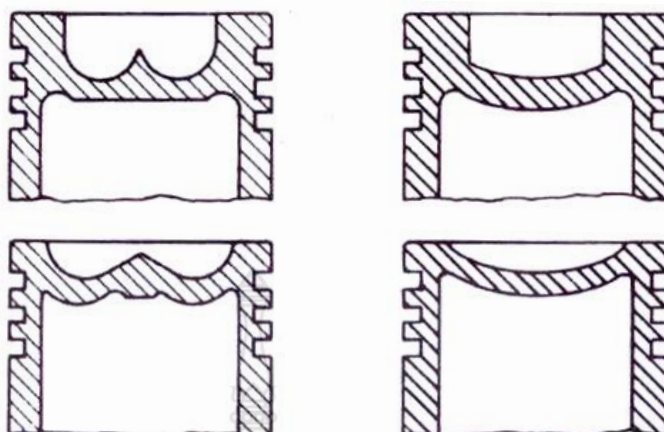
1. ต้องใช้หัวเผาสำหรับการสตาร์ทติดเครื่องในขณะที่อากาศเย็น เนื่องจากการสูญเสียความร้อนจากการอัดตัวสูง อันเนื่องมาจากห้องเผาไหม้ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่
2. มีการสูญเสียความร้อนจากการอัดตัวของอากาศให้กับผนังของห้องเผาไหม้ และช่องว่างระหว่างห้องเผาไหม้ล่องหน้ากับห้องเผาไหม้หลัก จึงทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้มีประสิทธิภาพทางความร้อนค่อนข้างต่ำ และมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูง
3. เนื่องจากมีการสูญเสียความร้อนไปให้กับผนังของห้องเผาไหม้จึงทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้ต้องใช้อัตราส่วนการอัดตัวสูง เพื่อให้อุณหภูมิที่เกิดจากการอัดตัวของอากาศสูงพอที่จะทำให้การจุดระเบิดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 ห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง

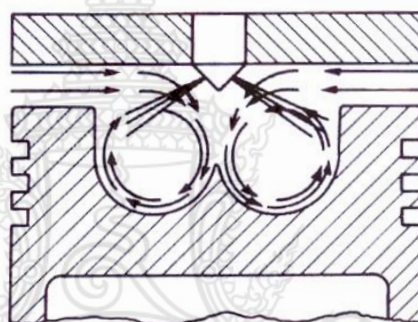
ห้องเผาไหม้แบบนี้ ดังรูปที่ 2.3 ส่วนใหญ่จะนิยมเรียกทับศัพท์ว่า แบบโอเพน หรือแบบไคเรกอินเจคชัน ห้องเผาไหม้แบบนี้จะมีลักษณะเป็นแอ่งรูปทรงกลมอยู่ในส่วนบนของหัวลูกสูบ แอ่งรูปทรงดังกล่าวมีหลายรูปแบบ ดังรูปที่ 2.4 แต่ทุกแบบก็มีวัตถุประสงค์เดียวกันคือ ต้องการให้เกิดการคลุกเคล้ากันได้อย่างทั่วถึงระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ ดังรูปที่ 2.5 และจากการออกแบบดังกล่าวจึงทำให้สามารถออกแบบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเกือบจะชิดกับฝาสูบในตอนปลายจังหวะอัดโดยจะมีช่องว่างเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้มีอัตราส่วนการอัดตัวสูง และจากลักษณะรูปร่างของห้องเผาไหม้จึงเหมาะที่จะติดตั้งหัวฉีดเชื้อเพลิง ในตำแหน่งที่สามารถจะฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยตรง ดังนั้นหัวฉีดเชื้อเพลิงที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบนี้จึงมักจะติดตั้งอยู่ตรงกลางกระบอกสูบหรือเยื้องไปจากศูนย์กลางเล็กน้อย นอกจากนั้นรูปร่างของห้องเผาไหม้ยังสามารถทำให้เกิดการหมุนวนของอากาศได้ดี จึงเป็นการเพิ่มความเร็วของอากาศ อันจะมีผลสืบเนื่องต่อการคลุกเคล้ากันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศอัด



รูปที่ 2.3 ห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง

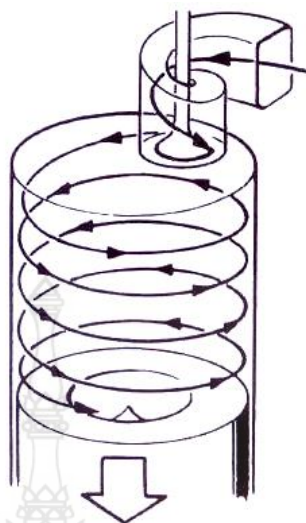


รูปที่ 2.4 แบบต่าง ๆ ของห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือแบบฉีดตรง

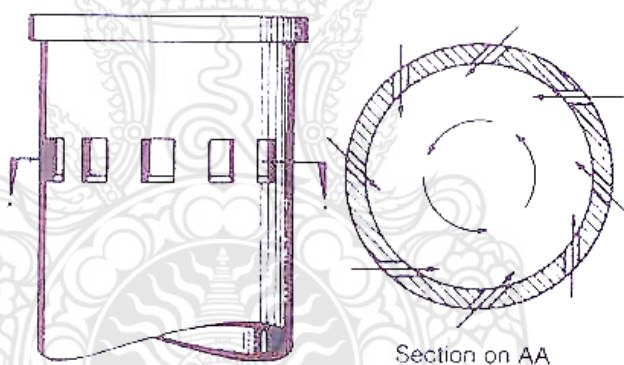


รูปที่ 2.5 การคลุกเคล้ากันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศอัด

ในเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้บางแบบ ที่ลิ้นไอดีจะทำเป็นสันหรือขอบช่วยบังคับการเคลื่อนตัวของอากาศ เพื่อให้อากาศที่บรรจุเข้าสู่กระบอกสูบเกิดการหมุนวน บางแบบก็มีการออกแบบช่องนำไอดี (Directional port) เพื่อบังคับอากาศที่บรรจุเข้าสู่กระบอกสูบเกิดการหมุนวนด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 2.6 วัตถุประสงค์ก็เพื่อให้อากาศที่บรรจุเข้าสู่กระบอกสูบเกิดการหมุนวนด้วยเช่นกัน ในเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะช่องบรรจุอากาศที่ปลอกสูบจะถูกเจาะในลักษณะเป็นมุมเพื่อวัตถุประสงค์เดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 การหมุนวนของอากาศที่เกิดจากช่องนำไอดี



รูปที่ 2.7 การหมุนวนของอากาศที่เกิดจากการเจาะช่องบรรจุอากาศที่เป็นมุมของปลอกสูบ
ในเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในห้องเผาไหม้แบบนี้ ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปจะเกิดการเผาไหม้โดยตรงจากอากาศร้อนที่อยู่ภายในห้องเผาไหม้ส่วนอีก 95 เปอร์เซ็นต์จะเกิดการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้รูปทรงกลมที่อยู่ในส่วนบนของหัวลูกสูบ

โดยทั่วไปห้องเผาไหม้แบบนี้ในอดีตจะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลางและขนาดใหญ่ ซึ่งทำงานด้วยความเร็วปานกลางและความเร็วต่ำ คุณสมบัติโดยทั่วไปจะทำงานได้ดีที่ความเร็วคงที่ เนื่องจากเครื่องยนต์มีกำลังอัดค่อนข้างสูงและการหมุนวนของอากาศภายในห้องเผาไหม้ไม่ค่อยดีนัก จึงต้องใช้หัวฉีดเชื้อเพลิงแบบหลายรูที่ต้องใช้ความดันค่อนข้างสูง เพื่อให้เชื้อเพลิงที่ฉีดออกไปเป็นฝอยละเอียดและสามารถแทรกตัวเข้าไปในอากาศอัดได้ดี โดยปกติความดันที่ใช้สำหรับหัวฉีดเชื้อเพลิงจะอยู่ระหว่าง 2,100 ถึง 3,600 lb/in² (143 ถึง 245 bar) นอกจากนั้นค่าการสูญเสียทางความร้อนก็

ต่ำ เนื่องจากห้องเผาไหม้มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลทุกแบบ จึงทำให้สามารถสตาร์ทติดเครื่องได้ง่ายแม้ในขณะที่อากาศเย็นโดยไม่จำเป็นต้องใช้หัวเผาช่วยสตาร์ทติดเครื่องข้อดี

1. เนื่องจากห้องเผาไหม้มีขนาดเล็กจึงทำให้การสูญเสียความร้อนไปให้กับระบบระบายความร้อนค่อนข้างต่ำ เพราะฉะนั้นจึงทำให้มีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง

2. เนื่องจากการสูญเสียทางความร้อนต่ำ ความร้อนที่เกิดจากการอัดตัวของอากาศภายในกระบอกสูบจึงสูญเสียไปเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ง่ายต่อการสตาร์ทติดเครื่องในขณะที่อากาศเย็น ทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้ไม่ต้องใช้หัวเผา (Glow plug) ในการสตาร์ทติดเครื่องในขณะที่อากาศเย็น

3. เนื่องจากการสูญเสียทางความร้อนต่ำอีกเช่นกัน จึงทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้สามารถใช้อัตราส่วนการอัดตัวต่ำได้ โดยยังคงสภาพที่ง่ายต่อการสตาร์ทติดเครื่องในขณะที่อากาศเย็น และให้การเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสีย

1. เนื่องจากหัวฉีดเชื้อเพลิงที่ต้องใช้เป็นแบบหลายรูซึ่งเป็นรูขนาดเล็ก จึงอาจทำให้เกิดการอุดตันได้ง่ายกว่าหัวฉีดเชื้อเพลิงที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบอื่นๆ ที่สามารถใช้หัวฉีดแบบรูเดี่ยวซึ่งเป็นรูขนาดใหญ่

2. ต้องใช้ความดันในการฉีดเชื้อเพลิงสูง เนื่องจากต้องการให้อณูของเชื้อเพลิงที่ฉีดออกไปสามารถแทรกตัวเข้าไปในอากาศอัดได้ดี เพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องการเครื่องมือที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิงที่มีมาตรฐานสูงกว่าที่ใช้กับห้องเผาไหม้ที่ใช้ความดันในการฉีดเชื้อเพลิงต่ำกว่า

3. เครื่องยนต์เดินไม่เรียบที่ความเร็วต่ำอันเนื่องมาจากความล่าช้าในการจุดระเบิดที่เกิดขึ้นที่มีผลมาจากการจำกัดของความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้ ทั้งนี้เนื่องจากความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่บรรจุเข้าสู่กระบอกสูบ ซึ่งจะเพิ่มตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์

ปัจจุบันความนิยมในการใช้เครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบนี้กำลังเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ทั้งในรถเพื่อการพาณิชย์ทุกแบบและรถยนต์นั่งส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้สูงสุดโดยเฉลี่ยถึง 20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเสียงดังจากการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะที่เร่งเครื่องยังสามารถลดลงให้เหลือเท่ากับเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบฉีดโดยอ้อมได้ด้วย

2.1.3 ระบบคอมมอนเรลไดเรคอินเจคชั่น (Common rail direct injection)

ระบบนี้คือระบบจ่ายน้ำมันแบบรางร่วมเป็นระบบจ่ายน้ำมันที่ได้ผลิตขึ้นมาล่าสุดในปัจจุบันซึ่งประกอบด้วย ปั๊มแรงดันสูง (1,800 bar) อัดเชื้อเพลิงเข้าสู่รางร่วม (Common rail) เพื่อรอจังหวะการฉีดที่เหมาะสมที่ประมวลได้จากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control

Unit, ECU) วาล์วเชื้อเพลิงหรือเข็มหัวฉีดจะถูกยกด้วยแรงขับจากโซลินอยด์ไฟฟ้า ซึ่งระบบฉีดเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เครื่องเก่าที่เป็นปั๊มเชื้อเพลิงแบบแถวเรียงหรือจานจ่ายจะใช้วิธีการยกเข็มหัวฉีดด้วยแรงดันเชื้อเพลิงที่สร้างมาจากปั๊มเชื้อเพลิง (ประมาณ 120-250 bar) และสามารถเอาชนะแรงกดของสปริงที่หัวฉีดทำให้เข็มหัวฉีดยกเปิดเชื้อเพลิงให้ไหลผ่านไปได้ วิธีแบบนี้จะไม่สามารถควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงให้ยืดหยุ่นได้ตามสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ตามการประมวลผลของ ECU

2.2 มลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซล (พุลพร, 2537)

ในเครื่องยนต์ดีเซล สารมลพิษจากเครื่องยนต์ที่มีปริมาณมากที่สุดจากไอเสีย คือ NOX และอนุภาคของแข็ง (ควันดำ) มี HC และ CO บ้าง แล้วแต่กรณี นอกจากนี้ภาวะมลพิษที่ถือว่าร้ายแรงอีกคือกลิ่น เสียง และแอลดีไฮด์ จะเห็นว่าแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการทำงานการสันดาปภายในกระบอกสูบและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงต่างกัน

2.2.1 คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

กระบวนการผลิต CO ในเครื่องยนต์ดีเซลมีส่วนคล้ายคลึงกับการเกิด CO ในเครื่องยนต์เบนซิน CO จะเกิดมากหากอัตราให้อากาศเพิ่มและลดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดควันดำด้วย ธรรมดาทั่วไปจะเดินเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอากาศที่มากกว่าอยู่แล้ว คืออัตราการให้อากาศจะเป็น 1.2-10 เท่า ดังนั้นปริมาณ CO ที่เกิดจึงน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน

2.2.2 ไฮโดรคาร์บอน (HC)

เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อย HC ออกมาน้อยมากด้วยเหตุผลเดียวกับการปล่อย CO แต่ปริมาณ HC จะเพิ่มด้วยเหตุอื่นอีกคือ

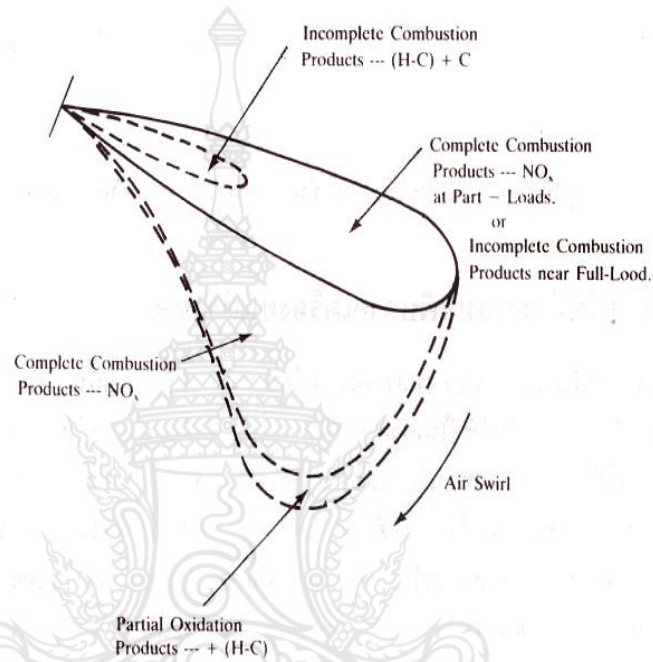
1. ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่หนาจะสัมผัสเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นเหตุผลให้เกิด HC ที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยากับ O_2 และไม่เกิดการเผาไหม้เลย
2. หากส่วนผสมบางมากเกินไป เปลวไฟจะดับ ทำให้เกิด HC มาก
3. น้ำมันหล่อลื่นหัวฉีดแล้ว ส่วนที่เหลือเป็นหยดนี้ไม่สามารถเผาไหม้ต่อไปได้ ทำให้เกิด HC
4. เชื้อเพลิงหล่อลื่นในเชื้อเพลิงและกระบอกสูบเผาไหม้ไม่หมด จะทำให้เกิด HC

2.2.3 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

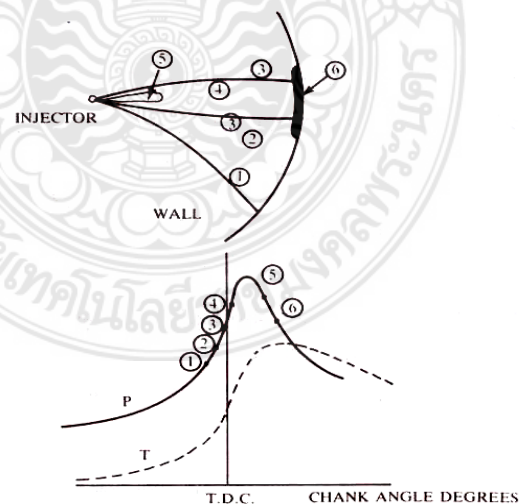
สำหรับการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซินเป็นการยากที่จะบอกว่า NO_x เกิดมากน้อยเท่าไร และเกิดจากที่ไหนในกระบอกสูบ เนื่องจากอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงกับอุณหภูมินั้นเปลี่ยนแปลงตามกันอย่างซับซ้อนมากระหว่างช่องของการเกิดการสันดาปในกระบอกสูบที่มี O_2 มาก จะเป็นการสันดาปที่ดี การเผาไหม้จะสมบูรณ์และรวดเร็ว ทำให้อุณหภูมิสูงมาก และอุณหภูมิจะสูงอยู่นาน NO_x จึงเกิดในชองนี้มาก

2.2.4 คว้นดำ (Black smut)

แกนกลางของลำน้ำมันที่ฉีดเข้าไปกระบอกลูกสูบ แยกกระจายออกไปได้ยากและมีความหนาแน่นสูง เมื่อแกนน้ำมันนี้ปะทะอุณหภูมิต่ำในกระบอกลูกสูบและขนาด O_2 ช่วยในการสันดาป เนื่องจาก O_2 ถูกใช้หมดไปแล้ว จะทำให้เกิดละอองคาร์บอนขึ้น เป็นผลให้เกิดคว้นดำ



รูปที่ 2.8 การก่อตัวของสารมลพิษในลำน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในอากาศหมุนวน



รูปที่ 2.9 การเผาไหม้ของลำน้ำมันและอุณหภูมิ ความดันในกระบอกลูกสูบ

2.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Pulkrabek, W. W., 1997)

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption, SFC) เป็นองค์ประกอบหนึ่งในปัจจุบันนิยมใช้แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ เป็นการแสดงสมรรถนะในการทำงานของเครื่องยนต์บนพื้นฐานของกำลังที่ได้จากปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อหน่วยของเวลา ดังนั้นความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะหมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้หมดไปในช่วงหนึ่งต่อกำลังที่ได้จากเชื้อเพลิงนั้น หรือกำลังที่เครื่องยนต์นั้นจะให้ออกมา ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะนี้จะแสดงให้เห็นว่า เครื่องยนต์นั้นสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไปเป็นจำนวนเท่าใดต่อปริมาณงานจำเพาะจำนวนหนึ่งในเวลาจำกัด

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและกำลังหรือกำลังม้าเบรกเทียบเชื้อเพลิงสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$BSFC = \frac{mf}{P} \quad (2.1)$$

กำหนดให้

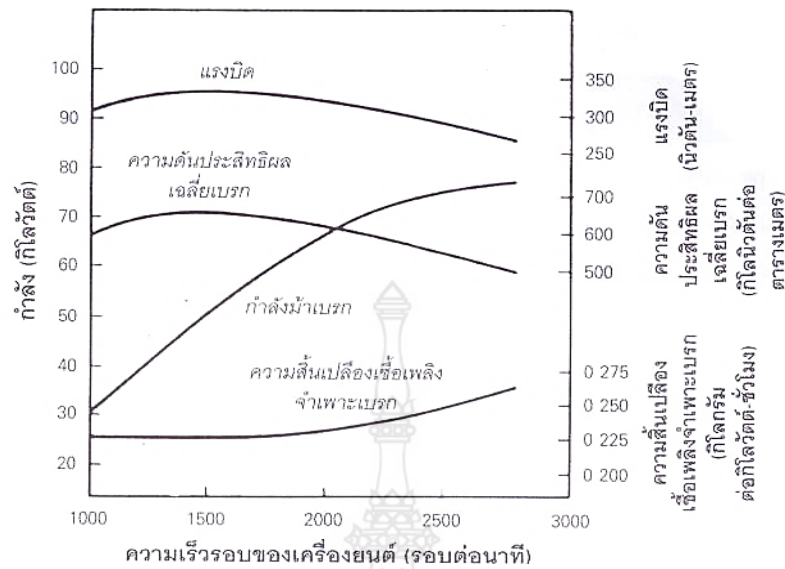
BSFC	=	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก, g/kW-h
m	=	ความหนาแน่นเชื้อเพลิงจำเพาะ, (0.00083 g/l)
P	=	กำลังเครื่องยนต์, kW
f	=	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, l/min

หมายเหตุ : กรณีคิดเทียบกับกำลังหรือกำลังม้าอินดิเคต ค่าที่ได้จะเป็นความสิ้นเปลืองจำเพาะอินดิเคต (Indicated Specific Fuel Consumption, ISFC) กรณีคิดเทียบกับกำลังหรือกำลังม้าเบรก ค่าที่ได้ก็จะเป็นความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก (Brake Specific Fuel Consumption, BSFC)

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะจะมีส่วนสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์กล่าวคือ ค่ายิ่งต่ำประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์ก็จะยิ่งสูง เพราะจะแสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์นั้นมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยหรือประหยัดเชื้อเพลิงนั่นเอง

นอกเหนือไปจากความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีความสิ้นเปลืองจำเพาะอีกหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของกำลังที่นำมาใช้ อาทิ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะความเสียดทาน (Friction specific fuel consumption) ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเพลอาำนวยกำลัง (Pro specific fuel consumption) และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะคานลากจูง (Draw bar specific fuel consumption) เป็นต้น

การแสดงสมรรถนะด้วยเส้นโค้งแรงบิด กำลังม้า และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ได้ถูกแสดงรูปที่ 2.10



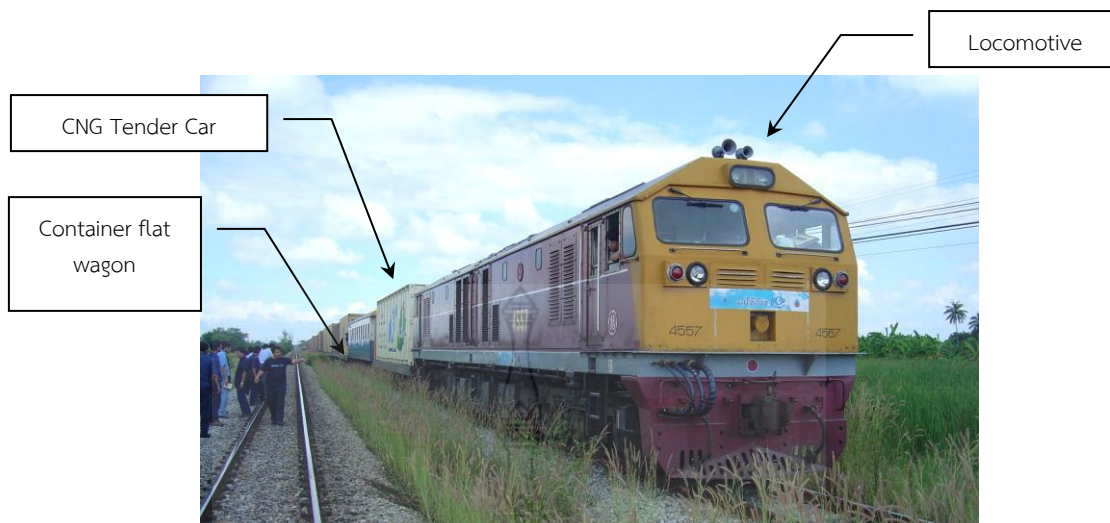
รูปที่ 2.10 เส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 การทบทวนโครงการต่างๆของการรถไฟแห่งประเทศไทย

- 1.) โครงการศึกษาความเป็นไปได้การใช้เชื้อเพลิงร่วม (Diesel-CNG) สำหรับหัวรถจักร (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2553)

ด้วยภาวะปัจจุบันที่กำลังประสบปัญหาค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการเดินหัวรถจักรและการทำขบวนเดินรถเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดภาระต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น การรถไฟแห่งประเทศไทย(รฟท.)และการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย(ปตท.)ได้ร่วมมือกันเพื่อทำการศึกษาและทดลองการใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างน้ำมันดีเซล(Diesel)และก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) กับขบวนหัวรถจักรพบว่า การดัดแปลงใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วมดังกล่าวสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานได้ 2,500 บาท/เที่ยว ในขณะที่เกิดค่าเสียโอกาสการขนส่งจากขบวนรถที่ต้องทำการติดตั้งชุดบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด 2,700 บาท/เที่ยวดังรูปที่ 2.11 พิจารณาจากค่าน้ำมันดีเซล 24 บาท/ลิตร และ ค่าก๊าซธรรมชาติอัด 8.5 บาท/กิโลกรัม) ซึ่งไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน



รูปที่ 2.11 การเสียโอกาสการขนส่งจากขบวนรถที่ต้องทำการติดตั้งชุดบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด

2.) โครงการศึกษาความคุ้มค่าจากการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์หัวรถจักรจากระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแรงดันสูง (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2553)

เนื่องด้วยต้นทุนพลังงานเชื้อเพลิงและค่าการซ่อมบำรุงที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการเดินหัวรถจักรและการทำขบวนเดินรถเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดภาระต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น การรถไฟแห่งประเทศไทย(รฟท.)ได้ศึกษาและจัดทำแนวทางการแก้ไขด้วยการจัดซื้อเครื่องยนต์ทดแทนเครื่องยนต์ Pielstick รถจักร Alsthom โดยใช้เครื่องยนต์ MTU series 16V4000 R41 ดังรูปที่ 2.12 และ Caterpillar 3516BHD ดังรูปที่ 2.13 เพื่อทำการทดแทนเครื่องยนต์เดิม ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าเครื่องยนต์ทั้ง 2 แบบสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่า 10 % ซึ่งจะคุ้มค่าการลงทุนภายในระยะเวลา 6 ปีแต่เครื่องยนต์ MTU series 16V4000 R41 จะมีค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุงที่สูงกว่าเครื่องยนต์ Caterpillar 3516BHD



รูปที่ 2.12 เครื่องยนต์ MTU series 16V4000 R41



รูปที่ 2.13 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516BHD

3.) โครงการศึกษาผลกระทบจากการใส่สารเติมแตงน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลือง (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2553)

จากปัญหาด้านต้นทุนพลังงานและค่าเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการเดินหัวรถจักรและการทำขบวนเดินรถเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดภาระต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น การรถไฟแห่งประเทศไทย(รฟท.) ได้จัดทำโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรดีเซล ซึ่งทำการศึกษาการใส่สารเติมแตงลงในน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ และลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกับหัวรถจักร โดยทำการทดสอบกับหัวรถจักรแบบ Alsthom ภายใต้ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์และวัดค่าทางไฟฟ้า (Load-test) ในสภาวะความเร็วรอบที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างจากการใช้น้ำมันดีเซลและการใช้เชื้อเพลิงดีเซลผสมสารเติมแตง ซึ่งจากผลการทดสอบปรากฏว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซลผสมสารเติมแตงสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่าจากการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว 7% อย่างไรก็ตามการใส่สารเติมแตงดังกล่าวยังมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสารเติมแตง ซึ่งยังไม่คุ้มค่าการลงทุนกับผลความประหยัดเชื้อเพลิงที่ได้รับ

2.4.2 การทบทวนวรรณกรรมในต่างประเทศ

นอกจากนี้ ในภูมิภาคเอเชียก็ยังมีการศึกษาถึงผลกระทบจากมลพิษ โดยในประเทศเกาหลี D. Park และคณะ (2012) ได้ทำการสำรวจอัตราการปล่อยมลพิษที่ออกจากปล่องควัน ซึ่งพบว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เจือจางจากกับผสมกับบรรยากาศขณะปล่อยออกจากปล่องควันมีการรวมตัวกันเป็นอนุภาคนาโนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ถึง 1,000 นาโนเมตร ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เพื่อการขนส่งทางรางจึงควรพิจารณาถึงผลกระทบทางมลพิษโดยมีข้อบังคับเป็นตัวกำหนด

อีกทั้งในประเทศจีนก็ยังมีการศึกษาถึงการลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้ในหัวรถจักรด้วยการใช้ระบบปั๊มหัวฉีดโดย L. Minghai และคณะ (2009) ซึ่งระบบดังกล่าวอยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ของบริษัทผู้ผลิตส่งผลให้ลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก และจำเป็นต้องใช้สาร

หล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด ซึ่งจะทำให้ยืดอายุการใช้งานและลดอัตราการซ่อมบำรุงได้เป็นอย่างมาก

มากไปกว่านั้นยังมีความพยายามนำระบบเชื้อเพลิงมาใช้ในการขนส่งทางรางในสหรัฐอเมริกา โดย A. S. Martinez และคณะ (2012) เครื่องยนต์ต้นกำลังถูกปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบพลังงานเซลล์ Solid Oxide Fuel Cell- Gas Turbine (SOFC-GT) และถูกนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ดีเซล โดยระบบ SOFC-GT มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและสามารถลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารมลพิษได้เป็นอย่างมาก



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

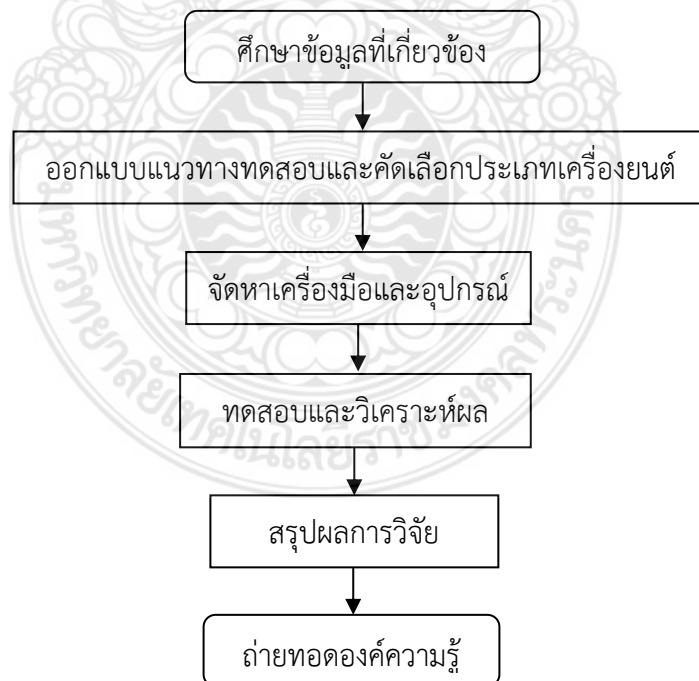
3.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องยนต์หัวรถจักรชนิดเดียวกัน ที่มีลักษณะของห้องเผาไหม้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ห้องเผาไหม้แบบช่วย ห้องเผาไหม้แบบตรง และ ห้องเผาไหม้แบบวางร่วมกับหัวฉีดแรงดันสูง

3.1.2 ออกแบบการทดสอบโดยการทดสอบหัวรถจักรบนเครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวน โดยการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve

3.1.3 จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.4 ทำการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและวัสดุสารมลพิษของหัวรถจักรที่มีห้องเผาไหม้ต่างกันทั้ง 3 ประเภท

3.1.5 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ แล้วทำการสรุปผลและเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ต่างกันทั้ง 3 ประเภท



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 การเตรียมการทดสอบ (ถนอม)

3.2.1 การคัดเลือกประเภทเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

การเลือกประเภทเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ เลือกจากหัวรถจักรประเภทเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่ลักษณะห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ หัวรถจักรที่ใช้ในการทดสอบได้แก่หัวรถจักร Alsthom เนื่องจากหัวรถจักร Alsthom ได้มีการนำเครื่องยนต์ที่มีสมรรถนะและเทคโนโลยีที่ดีกว่ามาทดแทนเครื่องยนต์เดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ Pielstick 16PA4V185 มีลักษณะห้องเผาไหม้แบบช่วย ระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบกลไก (Mechanical unit pump injector) ดังรูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ M.T.U. 16V 40000 R41R มีลักษณะห้องเผาไหม้แบบตรง ระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบรางร่วมกับหัวฉีดแรงดันสูง (Common rail) ดังรูปที่ 3.3 และ เครื่องยนต์ Caterpillar 3516B มีห้องเผาไหม้แบบตรง ระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบกลไก โดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Pump electronic controller) ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ Pielstick 16PA4V185



รูปที่ 3.3 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516B



รูปที่ 3.4 เครื่องยนต์ M.T.U. 16V 40000 R41R

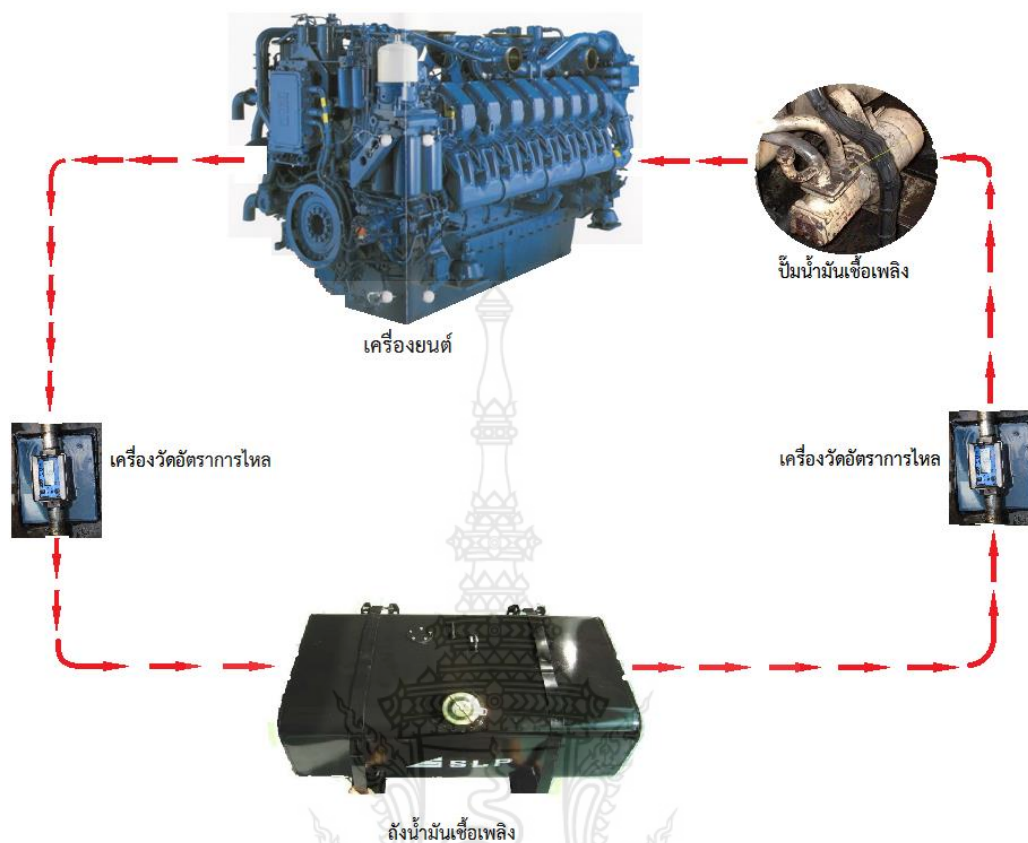
ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเครื่องยนต์ Pielstick, M.T.U. และ Caterpillar

คุณลักษณะ	Pielstick	M.T.U.	Caterpillar
ระบบฉีดเชื้อเพลิง	Mechanical unit pump injector	Common rail	Pump electronic controller
อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะ (g/kW-hr)	215	198	199
มาตรฐานไอเสีย	-	ERRII	UIC II standards
ชนิดของห้องเผาไหม้	ห้องเผาไหม้แบบช่วย	ห้องเผาไหม้แบบตรง	ห้องเผาไหม้แบบตรง

3.2.2 การออกแบบการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษในหัวรถจักรนั้น จะทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ทั้งหมด 3 ประเภท โดยการทดสอบจะต้องให้เครื่องยนต์มีภาระการทำงาน จึงทำการทดสอบหัวรถจักรบนเครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวนการทดสอบจะนำหัวรถจักรเข้าทดสอบได้ครั้งละ 1 คัน จึงต้องทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่การทดสอบนั้นจะทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยที่แต่ละความเร็วรอบนั้นจะมีภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve

การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 2 ตัว โดยจะทำการติดตั้งไว้ที่หัวรถจักรบริเวณท่อทางดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อไปใช้ในระบบ 1 ตัว และติดตั้งบริเวณท่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากระบบไหลกลับลงสู่ถังน้ำมันเชื้อเพลิง 1 ตัว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภาพการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิง

การวัดมลพิษจะทำการวัดได้โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้ไว้บริเวณหลังคาของหัวรถจักร เพื่อที่จะสามารถใช้หัวดูดไอเสียวัดสารมลพิษบริเวณปล่องไอเสียที่อยู่บนหลังคาของหัวรถจักร

การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดสารมลพิษนั้น จะทำการวัดในความเร็วรอบเครื่องยนต์ ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยแต่ละความเร็วรอบนั้นจะใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5 ถึง 10 นาที เพื่อบันทึกผลการทดสอบ

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

การทดสอบเพื่อบันทึกค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสารมลพิษ วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และวัดค่าทางไฟฟ้า มีอุปกรณ์ที่ใช้ดังนี้

3.2.3.1 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้

เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้และไอเสีย เป็นเครื่องมือใช้สำหรับตรวจวัดและวิเคราะห์สารมลพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ออกซิเจน (O₂) และไฮโดรคาร์บอน (HC) สามารถวัดได้จากเครื่องวิเคราะห์ส่วนประกอบไอเสีย ดังรูปที่ 3.6 และ 3.7 ส่วนการวัดค่าควันดำนั้นวัดจากเครื่องวัดควันดำระบบกระดาศกรอง ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.6 เครื่องวัดค่าไฮโดรคาร์บอน



รูปที่ 3.7 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากการเผาไหม้



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดควันทันระบบกระดาศกรอง

3.2.3.2 เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง

เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นเครื่องวัดอัตราการไหลของของเหลว หลักการทำงานอาศัยหลักการโมเมนตัมเชิงมุมที่เกิดขึ้นในวัตถุที่กำลังหมุน โครงสร้างของตัวเทอร์ไบน์มีเตอร์ มีใบพัดทำมุมเฉียงกับทิศทางการไหล ขณะที่ของเหลวไหลผ่านจะทำให้ใบพัดหมุนไปตามอัตราการไหล การนับจำนวนรอบที่ใบพัดหมุนในอุปกรณ์ชนิดนี้จะใช้คอยล์ที่เรียกว่า Pick-up-coil ที่ติดตั้งกับตัวมิเตอร์ เมื่อใบพัดของเทอร์ไบน์หมุนผ่าน Pick-up-coil จะเกิดสัญญาณพัลส์ขึ้น

ตามจังหวะการหมุนของใบพัด โดยที่ความถี่ของสัญญาณพัลส์นี้จะเป็นสัดส่วนกับอัตราการไหล ซึ่งสามารถนับจำนวนพัลส์นี้และแสดงค่าอัตราการไหลผ่าน ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเทอร์ไบน์มิเตอร์

เครื่องวัดอัตราการไหลของเหลวที่อาศัยหลักการทำงานของคลื่นอัลตราโซนิก เนื่องด้วยคลื่นอัลตราโซนิกนั้นมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่นเสียง ซึ่งสามารถเดินทางทะลุผ่านตัวกลางที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆได้อย่างหลากหลาย เช่น เหล็ก พลาสติก และสารประกอบโพลีคาร์บอนประเภทต่างๆ ดังรูปที่ 3.10

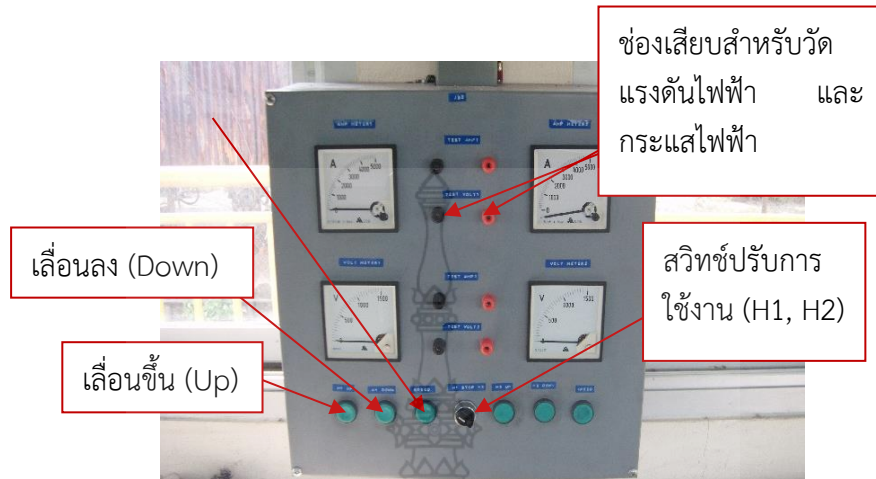


รูปที่ 3.10 เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงแบบอัลตราโซนิก

3.2.3.3 ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์

ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์จะถูกติดตั้งอยู่ภายในห้องควบคุม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับภาระของเครื่องยนต์ โดยจะมีปุ่มเลื่อนขึ้น (Up) เลื่อนลง (Down) ความเร็วในการเลื่อนขึ้นและลง (Speed) สวิตช์ปรับการใช้งาน (H1, H2) และจะมีหน้าจอแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากภาระของเครื่องยนต์ ซึ่งจะมีช่องเสียบมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการอ่านค่า ดังรูปที่ 3.11 ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์จะทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส เพื่อเลื่อนแผ่นเหล็กขึ้นและลงในถังน้ำเกลือ โดยมีหลักการคือ นำแผ่นเหล็กที่ได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้าบวกและลบ ที่เกิดจากหัวรถจักรเลื่อนลงไปในถังน้ำเกลือ ประจุไฟฟ้า

บวกลบจะพยายามวิ่งเข้าหากันโดยมีน้ำเกลือเป็นตัวต้านทาน เพื่อเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์



รูปที่ 3.11 ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์หั่วรถจักร

3.2.3.4 เครื่องจำลองการใช้งานหั่วรถจักรขณะทำขบวน

เครื่องจำลองการใช้งานหั่วรถจักรขณะทำขบวนประกอบไปด้วย ถังน้ำเกลือ แผ่นเหล็ก มอเตอร์ 3 เฟส สายไฟสำหรับต่อเข้าหั่วรถจักร โดยที่แผ่นเหล็กนั้นจะถูกปรับขึ้น-ลง จากมอเตอร์ 3 เฟส ซึ่งจะถูควบคุมมาจาก ตู้ปรับภาระของเครื่องยนต์ แผ่นเหล็กนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือชุดของแผ่นบวกลบ จะรับกระแสไฟฟ้าประจุบวกลบและลบผ่านสายไฟซึ่งต่อมาจากหั่วรถจักรดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เครื่องจำลองการใช้งานหั่วรถจักรขณะทำขบวน

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ (ไฟจิตร)

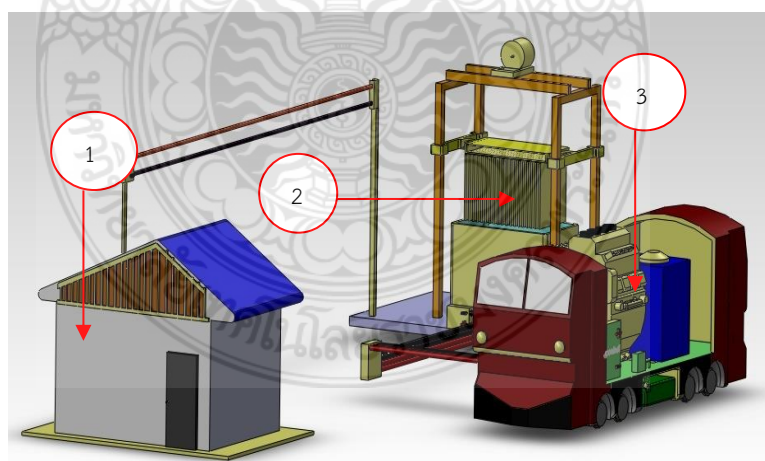
การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ จะทำการทดสอบโดยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์และภาระของเครื่องยนต์จะถูกกำหนดตามตาราง Regulation characteristic curve ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การทดสอบโดยกำหนดความเร็วรอบเครื่องยนต์และภาระของเครื่องยนต์

ความเร็วรอบ (rpm)	กระแส Amp(
700	800
800	1,147
900	1,275
1,000	1,657
1,100	1,852
1,200	1,875
1,300	2,040
1,400	2,490
1,500	2,000

3.3.1 สถานที่ใช้ในการทดสอบ

การนำรถจักรเข้าสถานที่ทดสอบ ทำการต่อสายไฟบวกและลบจากเครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวนเข้ากับหัวรถจักร



รูปที่ 3.13 แผนผังสถานที่ทดสอบ

หมายเลข 1 ห้องควบคุมเครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวน

หมายเลข 2 เครื่องจำลองการใช้งานหัวรถจักรขณะทำขบวน

หมายเลข 3 เครื่องยนต์หัวรถจักร

3.3.2 การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง

การนำเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง มาประกอบรวมกันกับข้อต่อพร้อมกับสายยางและเทปพันเกลียว เพื่อป้องกันน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้รั่วไหลและทำการติดตั้งบริเวณท่อทางดูดและท่อทางกลับน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวรถจักร



รูปที่ 3.14 การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3.3 การเตรียมเครื่องวัดสารมลพิษที่ใช้ในการทดสอบ

ก่อนการติดตั้งเครื่องวัดสารมลพิษ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและคลาดเคลื่อน จะต้องทำการตรวจสอบ หัวดูดและสายดูดไอเสียต้องไม่ชำรุดหรือตันไส้กรองต้องไม่ชำรุด ต่อสายท่อให้เรียบร้อยและยึดแน่นปิดฝาเกลียวช่องแผ่นกรองให้แน่นเพื่อป้องกันการรั่วและทำการต่อสายไฟเข้าเครื่องตามลำดับ



รูปที่ 3.15 การเตรียมเครื่องวัดมลพิษ

3.3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าทางไฟฟ้า

การนำมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับตู้ปรับภาระเครื่องยนต์หัวรถจักร โดยใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.16 การต่อมัลติมิเตอร์เข้ากับตู้ปรับภาระเครื่องยนต์หัวรถจักร

3.3.5 การตรวจสอบหัวรถจักรก่อนทำการทดสอบ

เริ่มการสตาร์ทเครื่องยนต์จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นถึง 60°C แล้วจึงทำการตรวจเช็คการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำระบายความร้อน และน้ำมันหล่อลื่น ตรวจสอบพัดลมระบายความร้อนห้องรังผึ้งและพัดลมระบายความร้อนของมอเตอร์ลากจูง (Traction motor) อยู่ในสภาพปกติ ไม่มีเสียงดังที่ผิดปกติในขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงาน และทำการปรับตั้งกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าช่วย (Auxiliary alternator) โดยเป็นไปตามค่ามาตรฐานของการรถไฟที่กำหนด



รูปที่ 3.17 การตรวจสอบการรั่วไหลและความผิดปกติของเครื่องยนต์ก่อนการทดสอบ

3.3.6 การทำการทดสอบวัดสารมลพิษ

การทดสอบวัดสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท จะทำการวัดสารมลพิษจากปล่องไอเสียของหัวรถจักร



รูปที่ 3.18 การวัดสสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

3.3.7 การวัดค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หัวรถจักร

การวัดค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หัวรถจักร จะทำการวัดโดยการจดบันทึกค่าของเครื่องวัดอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 2 ตัว บริเวณท่อทางดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อไปใช้ในระบบ 1 ตัว และบริเวณท่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากระบบไหลกลับลงสู่ถังน้ำมันเชื้อเพลิง 1 ตัว



รูปที่ 3.19 การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3.8 การบันทึกผลการทดสอบ

การบันทึกผลการทดสอบจะทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และภาระของเครื่องยนต์จะถูกกำหนดตามตาราง Regulation characteristic curve ดังตารางที่ 3.2 แล้วทำการบันทึกค่าดังนี้



รูปที่ 3.20 การวัดค่าทางไฟฟ้า

1. บันทึกค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
2. บันทึกค่าสารมลพิษทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน (HC), ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO), ออกซิเจน (O₂), และควันดำ (Black smut)
3. บันทึกค่าทางไฟฟ้า



บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษได้แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ การทดสอบเครื่องยนต์ M.T.U. ห้องเผาไหม้ตรงระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบบราจร่วม (Common rail) เครื่องยนต์ Caterpillar ห้องเผาไหม้ตรงระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Pump electronic controller) และเครื่องยนต์ Pielstick ห้องเผาไหม้ช่วยระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบกลไก (Mechanical unit pump injector) โดยมีเงื่อนไขในการทดสอบที่เหมือนกัน ตามตารางที่ 3.2

4.1.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หัวรถจักร

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภทซึ่งจะทำการเก็บค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยที่แต่ละความเร็วรอบนั้นจะมีภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

4.1.2 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักร

ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท โดยที่จะทำการเก็บค่าสารทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ O_2 , CO, CO_2 , HC, NO, NO_x และ คิวินดำ (Black smut) แต่เนื่องจากมลพิษที่ทำให้สภาพแวดล้อม มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ NO_x , HC, CO และ คิวินดำ (Black smut) โดยทำการวัดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยที่แต่ละความเร็วรอบนั้นจะมีภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.1 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	667	245	163	11.55	10.90	0.65	198
800	1,156	230	266	11.63	10.88	0.75	140
900	1,411	259	365	11.76	10.41	1.35	184
1,000	1,644	279	458	11.88	10.16	1.72	187
1,100	1,927	297	571	12.39	9.87	2.52	219
1,200	2,152	350	752	12.67	9.22	3.45	228
1,300	2,496	359	896	13.57	9.20	4.38	243
1,400	2,807	406	1,139	13.53	8.23	5.30	231
1,500	1,986	690	1,371	13.81	7.45	6.36	231

ตารางที่ 4.2 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	600	174	104	10.11	9.38	0.72	344
800	1,191	162	193	11.10	10.06	1.09	281
900	1,386	249	344	12.63	10.61	2.01	290
1,000	1,609	316	509	14.29	11.19	3.09	302
1,100	1,803	360	649	15.48	11.48	4.00	306
1,200	2,034	437	888	16.46	11.34	5.11	286
1,300	2,280	460	1,048	17.90	11.16	6.74	320
1,400	2,452	479	1,172	18.90	10.80	8.10	344
1,500	1,973	690	1,361	19.71	10.04	9.67	353

ตารางที่ 4.3 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	716	157	112	19.50	18.40	1.10	489
800	1,191	117	139	19.50	17.90	1.60	573
900	1,275	206	262	19.50	17.30	2.20	418
1,000	1,657	256	424	19.55	16.50	3.05	358
1,100	1,852	360	666	19.55	15.50	4.55	340
1,200	1,875	498	933	19.55	13.20	6.35	338
1,300	2,040	556	1,134	19.60	12.00	7.60	333
1,400	2,490	490	1,220	19.70	11.70	8.00	326
1,500	2,000	635	1,270	19.70	11.37	8.33	326

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	163	342	6.89	166	4,230	4,290	-
800	266	347	7.94	136	3,808	3,929	-
900	365	177	9.45	114	3,204	3,274	-
1,000	458	242	9.57	81	2,779	2,829	-
1,100	571	419	7.77	36	2,824	3,008	-
1,200	752	293	9.46	24	3,244	3,318	-
1,300	896	221	8.48	13	2,729	2,533	-
1,400	1,139	175	8.25	2	2,664	2,634	-
1,500	1,371	144	7.95	1	2,539	2,744	23.33

* ค่าควันดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	14	217	4.93	190	4,148	4,309	-
800	11	137	7.00	150	3,836	3,995	-
900	8	460	9.77	132	3,396	3,457	-
1,000	6	1,260	10.64	104	2,983	2,412	-
1,100	6	1,563	10.94	86	2,949	2,974	-
1,200	6	954	10.30	67	2,941	3,070	-
1,300	7	1,264	9.59	45	2,802	2,974	-
1,400	9	1,146	9.11	26	2,701	2,692	-
1,500	10	1,105	8.38	16	2,362	2,403	22.33

* ค่าควันดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	17	471	2.92	2	4,246	3,888	-
800	16	185	3.71	54	5,408	5,747	-
900	14	204	4.83	59	4,056	4,274	-
1,000	14	279	5.05	69	2,777	2,923	-
1,100	13	308	5.41	87	1,962	1,999	-
1,200	13	509	5.86	101	1,622	1,647	-
1,300	12	410	6.11	144	1,706	1,745	-
1,400	15	288	4.32	59	1,920	1,939	-
1,500	14	200	5.21	41	2,253	2,289	47.00

* ค่าควันดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

4.2 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรแต่ละประเภท

ในหัวข้อนี้จะนำค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรที่มีลักษณะห้องเผาไหม้ที่แตกต่างกันแต่ละประเภท มาทำการเปรียบเทียบ เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างกัน

4.2.1 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

จากผลการเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าเครื่องยนต์ M.T.U. ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วมมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำที่สุดในทุกสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ และมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเฉลี่ยจากทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์ เท่ากับ 206 g/kW-h ต่ำกว่าเครื่องยนต์ Caterpillar ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกึ่งรางร่วม ที่มีค่าเท่ากับ 314 g/kW-h อยู่ที่ 34.39 % และต่ำกว่าเครื่องยนต์ Pielstick ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกที่มีค่าเท่ากับ 389 g/kW-h อยู่ที่ 47.04 %

4.2.2 การเปรียบเทียบสารมลพิษไฮโดรคาร์บอน (HC)

จากผลการทดสอบสารมลพิษไฮโดรคาร์บอน (HC) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ M.T.U. และเครื่องยนต์ Caterpillar มีสารไฮโดรคาร์บอน (HC) มีแนวโน้มลดลงขณะที่เครื่องยนต์ Pielstick นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องยนต์ M.T.U. นั้นจะมีสารไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ Caterpillar และเครื่องยนต์ Pielstick

4.2.3 การเปรียบเทียบสารมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

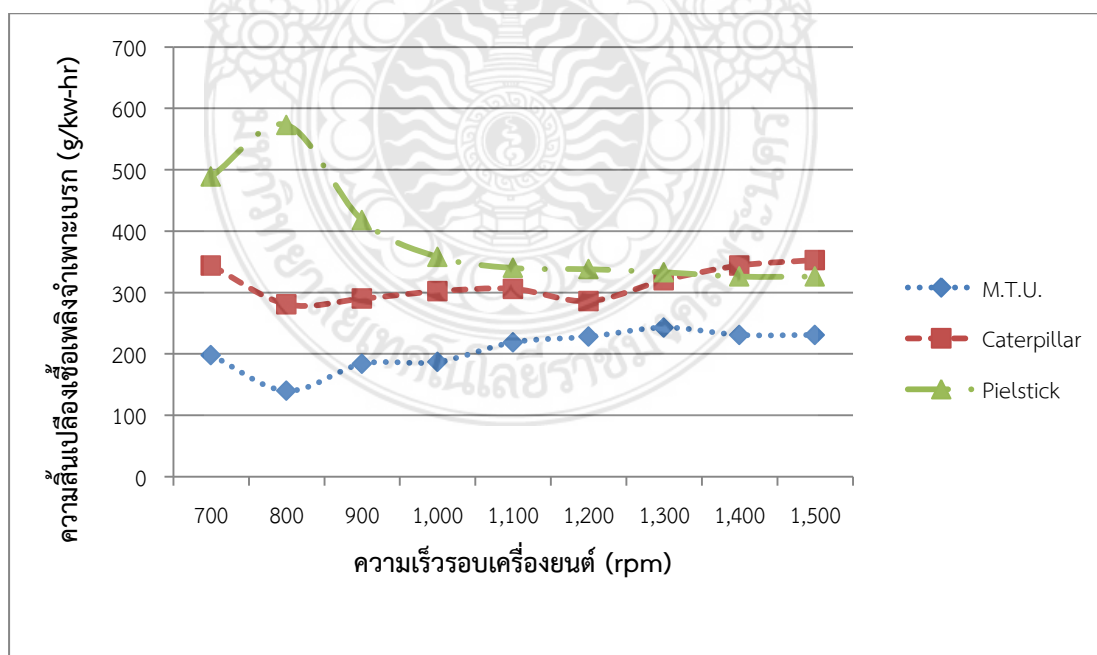
จากผลการทดสอบสารมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.3 ทำให้พิจารณาได้ว่าเครื่องยนต์ M.T.U. และเครื่องยนต์ Pielstick มีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่อนข้างคงที่ในทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ Caterpillar ซึ่งมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ แต่หากพิจารณาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ M.T.U. มีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) น้อยที่สุด

4.2.4 การเปรียบเทียบสารมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

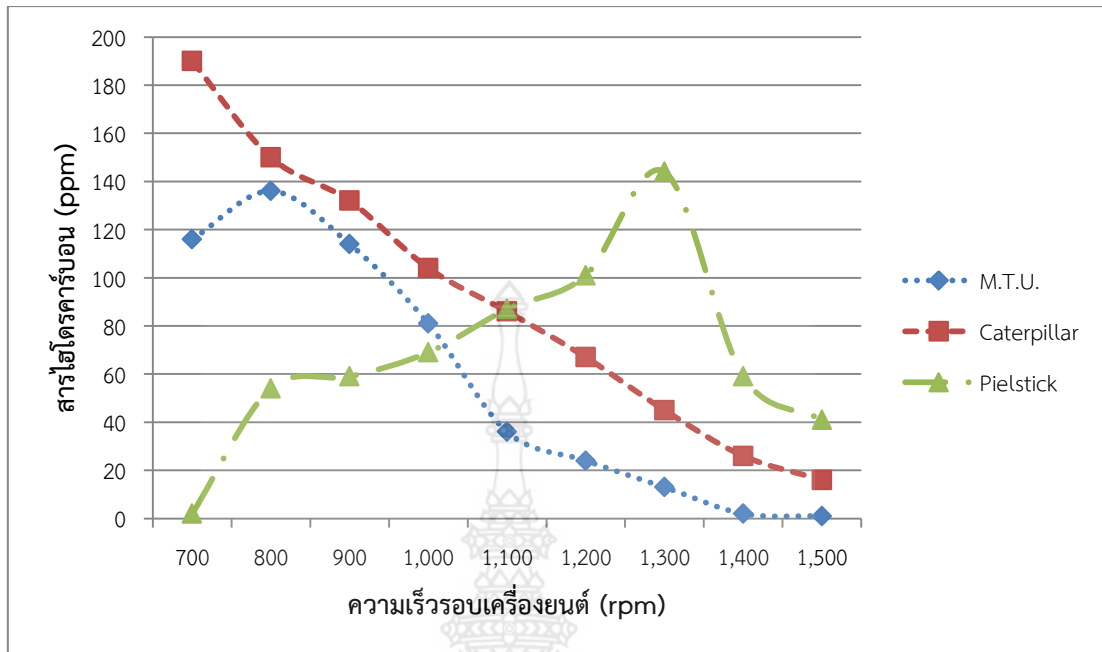
จากผลการทดสอบสารมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.4 เครื่องยนต์ Caterpillar และ M.T.U. มีสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ใกล้เคียงกันในทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์และมีแนวโน้มลดลงที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที หากพิจารณาเครื่องยนต์ Pielstick มีสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) สูงในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 800 รอบต่อนาที และหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

4.2.5 การเปรียบเทียบสารควันดำ (Black smut)

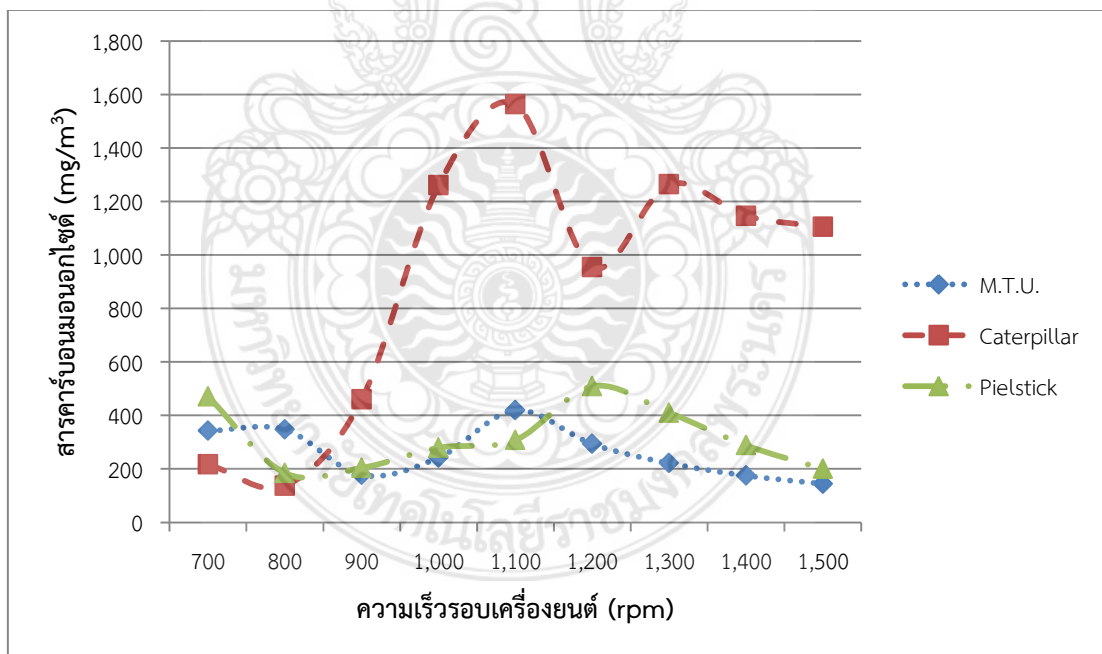
ผลการทดสอบสารมลพิษควันดำ (Black Smut) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที โดยไม่มีภาระเครื่องยนต์ พบว่าเครื่องยนต์ Pielstick มีสารควันดำ (Black smut) มากที่สุดอยู่ที่ 47.00 % เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ M.T.U. และ Caterpillar ซึ่งมีสารควันดำ (Black smut) อยู่ที่ 23.33 % และ 22.33 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระบบฉีดเชื้อเพลิงแรงดันสูงสามารถลดปัญหาการปล่อยสารควันดำออกจากห้องเผาไหม้ได้ ซึ่งถือว่าเป็นมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชากร



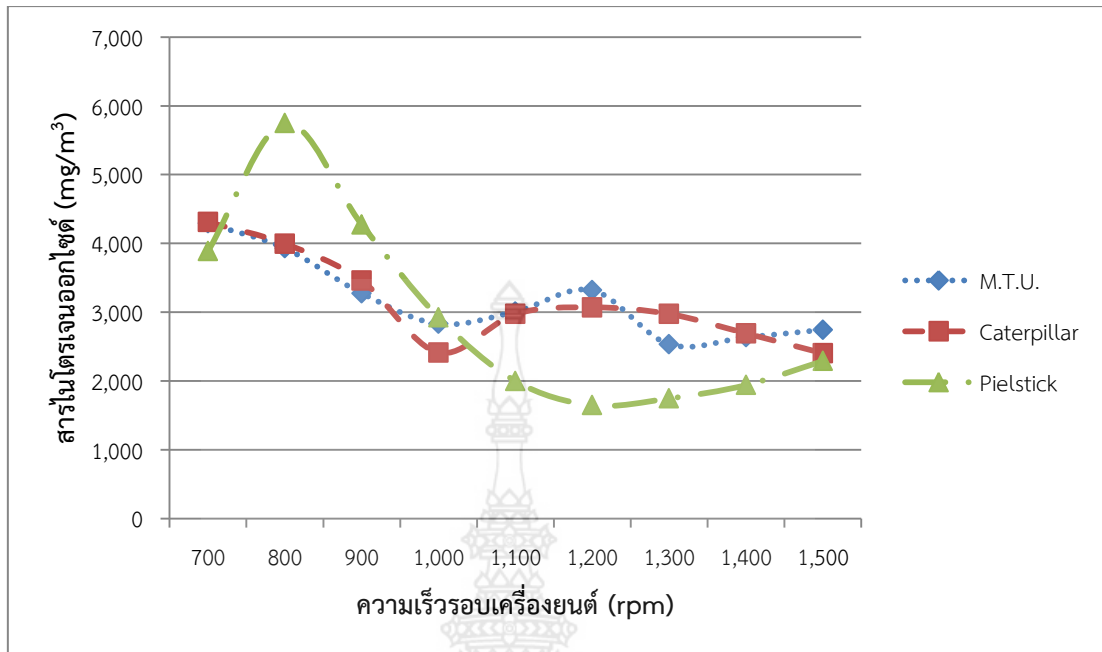
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบสารไฮโดรคาร์บอน (HC)



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบสารควันดำ (Black smut)

เครื่องยนต์	ควันดำ)Black smut (%)
M.T.U.	23.33
Caterpillar	22.33
Pielstick	47.00

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการทดสอบหาอัตราการใช้พลังงานที่เปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษเพื่อเปรียบเทียบเครื่องยนต์หัวรถจักรทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar, และ Pielstick ซึ่งแต่ละประเภทยังมีลักษณะของห้องเผาไหม้และระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันออกไป โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์หัวรถจักรบนเครื่องจำลองภาระการใช้งานหัวรถจักร และดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve โดยได้มีการนำเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง และเครื่องวัดมลพิษมาทำการติดตั้งเข้ากับหัวรถจักร เพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษจากเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท

จากวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น นำไปสู่การทดสอบและผลการทดสอบ ทำให้ทราบได้ว่าเครื่องยนต์ M.T.U. และ เครื่องยนต์ Caterpillar ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรง จะมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดกว่าเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ช่วย คือเครื่องยนต์ Pielstick ในทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์ แต่หากพิจารณาเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรงชนิดเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์ M.T.U. ที่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม (Common rail) มีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก น้อยกว่าเครื่องยนต์ Caterpillar ที่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Pump electronic controller) ในทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีใหม่ของเครื่องยนต์ดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง ดังนั้นต้องมีจำนวนการใช้งานเชิงปริมาณจึงจะทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน

นอกจากนี้ ผลการทดสอบด้านมลพิษทำให้ทราบถึงสารมลพิษทั้ง 4 ชนิดได้ว่า สารไฮโดรคาร์บอน(HC) เครื่องยนต์ประเภทที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรง จะมีสารไฮโดรคาร์บอน(HC) ผกผันกับความเร็วรอบเครื่องยนต์ หากเป็นเครื่องยนต์ประเภทที่มีห้องเผาไหม้ช่วย จะมีสารไฮโดรคาร์บอน(HC) แปรผันตามกับความเร็วรอบเครื่องยนต์

หากพิจารณาถึงสารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ทำให้ทราบได้ว่า เครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ช่วยจะมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ต่ำและค่อนข้างคงที่ เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรง จะมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) แปรผันตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ ส่วนสาเหตุที่เครื่องยนต์ M.T.U. ซึ่งมีห้องเผาไหม้ตรง กลับมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ Pielstick ซึ่งมีห้องเผาไหม้ช่วย เป็นผลมาจากเครื่องยนต์ M.T.U. ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม(Common rail) ทำให้สารคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ต่ำและค่อนข้างคงที่กว่าเครื่องยนต์ Caterpillar ที่มีห้องเผาไหม้ตรงระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการ

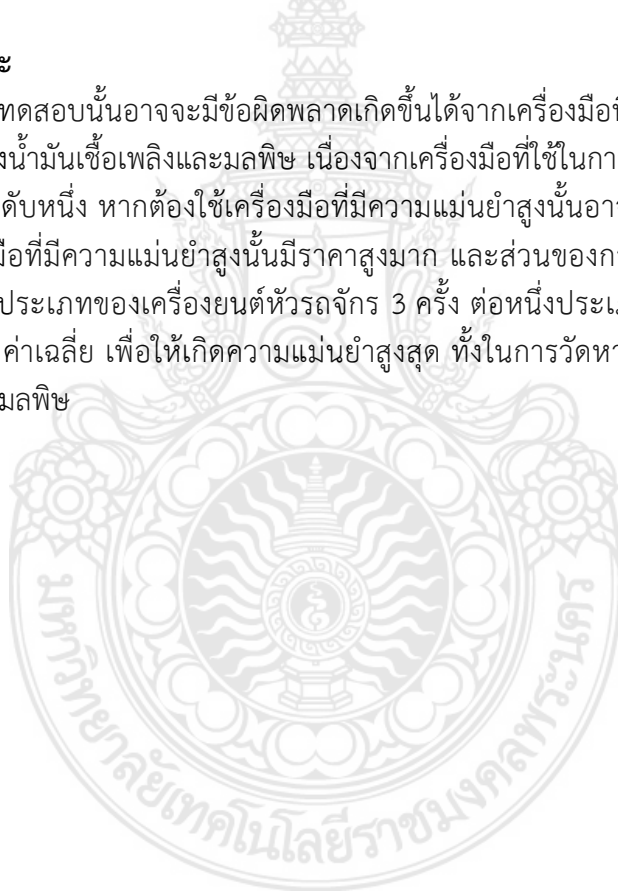
จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง(Pump electronic controller)

นอกจากนี้ผลการตรวจวัดสารไนโตรเจนออกไซด์(NOx) พบว่าเครื่องยนต์ประเภทที่มีห้องเผาไหม้ช่วย จะมีสารไนโตรเจนออกไซด์(NOx) สูงในช่วงความเร็วรอบต่ำ และจะค่อยๆลดลงเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงขึ้น แต่หากเป็นเครื่องยนต์ประเภทที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรงจะมีสารไนโตรเจนออกไซด์ค่อนข้างคงที่ในทุกๆความเร็วรอบเครื่องยนต์

ในขณะที่การปลดปล่อยสารควันดำ(Black smut) สะท้อนให้เห็นว่าเครื่องยนต์ M.T.U. และเครื่องยนต์ Caterpillar ที่ใช้ห้องเผาไหม้ตรงมีสารควันดำ(Black smut) อยู่ที่ 23.33 % และ 22.33 % ตามลำดับ ในขณะที่เครื่องยนต์ Pielstick ที่มีห้องเผาไหม้ช่วยกลับมีสารควันดำ(Black smut) สูงถึง 47 % ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้ตรงจะมีสารควันดำ(Black smut) น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ช่วยอย่างชัดเจน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดสอบนั้นอาจจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบนั้นมีความแม่นยำและถูกต้องในระดับหนึ่ง หากต้องใช้เครื่องมือที่มีความแม่นยำสูงนั้นอาจจะทำให้ยากในการจัดหา เนื่องจากเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูงนั้นมีราคาสูงมาก และส่วนของการทดสอบนั้นควรจะมีการทดสอบในแต่ละประเภทของเครื่องยนต์หัวรถจักร 3 ครั้ง ต่อหนึ่งประเภท เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบนั้นมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้เกิดความแม่นยำสูงสุด ทั้งในการวัดหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ

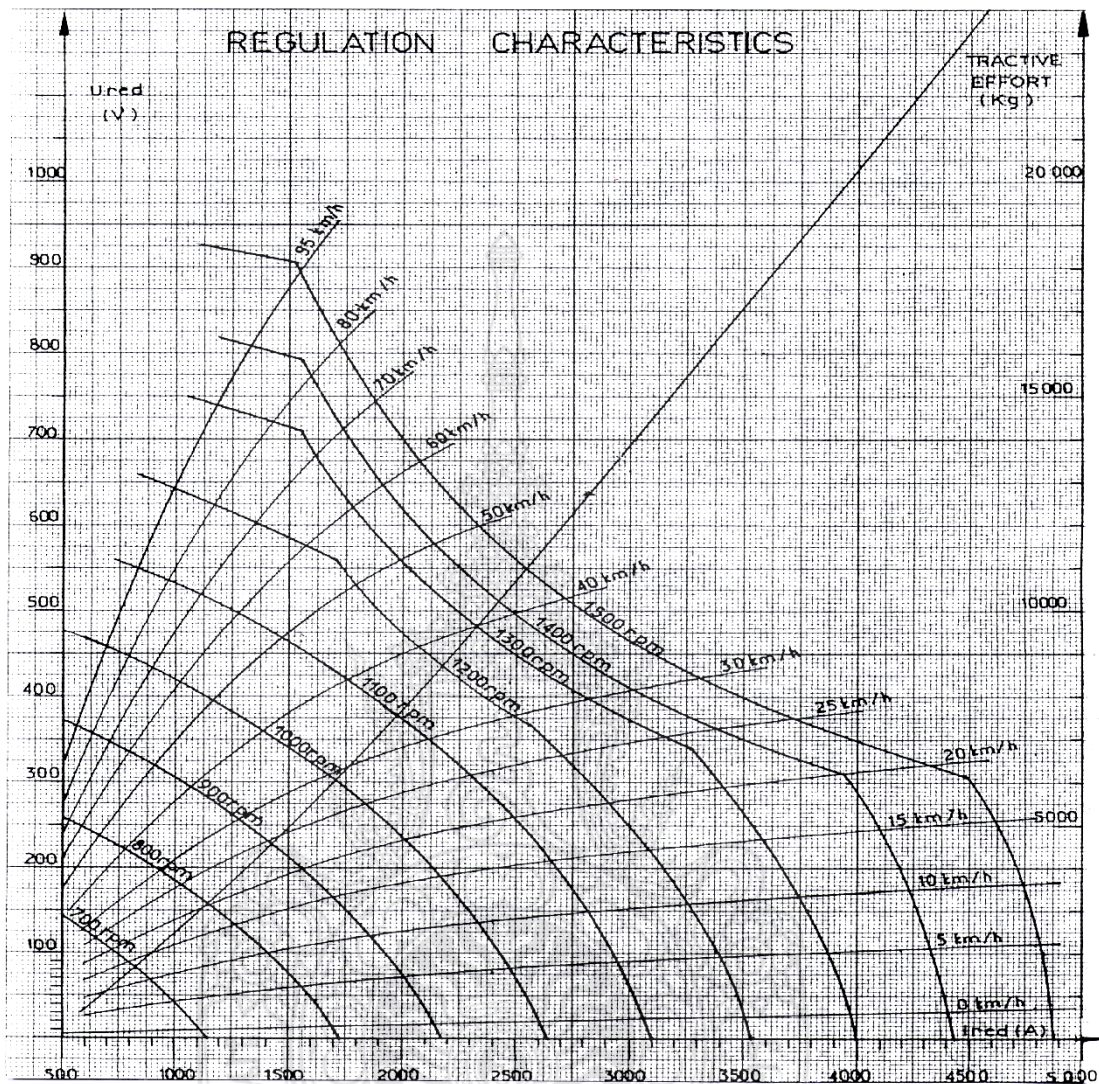


บรรณานุกรม

- ถนอม ฮวยจันทร์ .และ เชิดสกุล บัวขาว .ระบบไฟฟ้ารถจักรอัลสตอม. การรถไฟแห่งประเทศไทย
ประณต กุลประสูตร. (2553) ทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร . : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย
- พูลพร แสงบางปลา .(2537) ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Pulkrabek, W.W. (1997) Internal Combustion Engine. Pearson Education Indochina
Ltd.
- มาตรฐาน Regulation Characteristics Curve: การรถไฟแห่งประเทศไทย
รายงานผลการดำเนินงานประจำปี .รพท 2553
- โครงการศึกษาความเป็นไปได้การใช้เชื้อเพลิงร่วม (Diesel-CNG) สำหรับหัวรถจักร: การรถไฟแห่ง
ประเทศไทย
- โครงการศึกษาความคุ้มค่าจากการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์หัวรถจักรจากระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นระบบ
ฉีดเชื้อเพลิงแรงดันสูง: การรถไฟแห่งประเทศไทย
- โครงการศึกษาผลกระทบจากการใส่สารเติมแตงน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลือง: การรถไฟ
แห่งประเทศไทย
- ไพจิตร เต็งไตรรัตน์ .Alsthom locomotive load test. การรถไฟแห่งประเทศไทย
- ISO 8178-4Reciprocating internal combustion engines -- Exhaust emission
measurement -- Part 4: Test cycles for different engine applications
- Minghai, L., Hongjiang, C., Juan, W. and Ying, G. (2009) Improvement of fuel injection
system of locomotive diesel engine. Journal of Environmental Sciences
Supplement, pp. S139–S141.
- Martinez, A.S., Brouwer, J., Samuelsen, G. S. (2012) Feasibility study for SOFC-GT hybrid
locomotive power part II. System packaging and operating route
simulation. Journal of Power Sources, 213: 358-374.
- Park, D., Yoon, Y., Kwon, S.B., Jeong, W., Cho, Y. and Lee, K. (2012) The effects of
operating conditions on particulate matter exhaust from diesel locomotive
engines. Science of the Total Environment, 419: 76 – 80.

ภาคผนวก ก
มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง





รูปที่ ก.1 ตาราง Regulation characteristics curve

ภาคผนวก ข
ข้อมูลจำเพาะเครื่องยนต์





รูปที่ ข.1 เครื่องยนต์ M.T.U. 16V 4000 R41R

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ M.T.U.

Engine	M.T.U. 16V 4000 R41R
Dimensions (LxWxH), mm	2,875×1,405×1,815
Bore/stroke, mm	165/190
Cylinder configuration	90° V
Displacement/cylinder, l	4.06
Displacement, total, l	65
Fuel specification	DIN EN 590
Rated power @1,500 rpm, kW	1,700
Fuel consumption at rated power, g/kW-h	198



รูปที่ ข.2 เครื่องยนต์ Caterpillar 3516B

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ Caterpillar

Engine	Caterpillar 3516B
Dimensions (LxWxH), mm	3,604x1,703x2,091
Bore/stroke, mm	170/190
Cylinder configuration	90° V
Displacement/cylinder, l	4.31
Displacement total, l	69
Compression	14.0 : 1
Rated power @1,500 rpm, kW	2,050
Fuel consumption at rated power, g/kW-h	199



รูปที่ ข.3 เครื่องยนต์ Pielstick 16PA4V 185VG

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ Pielstick

Engine	Pielstick 16PA4V 185VG
Engine dry weight, kg	7,210
Bore/stroke, mm.	185/210
Cylinder configuration	90° V
Displacement/cylinder, l	5.65
Displacement total, l	90
Maximum rated output, bhp/cylinder	150
Rated power @1,500 rpm, kW	1,760
Fuel consumption at rated power, g/kW-h	222
Compression Ratio	13.5 : 1



หัวหน้าโครงการ

- ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายพลรัตน์ บุญมี
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Polrut Boonme
- หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1605 00360 48 4
- ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร - ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์
เงินเดือน 23,890.- เวลาการทำงาน 20 ชม./สัปดาห์
- หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138, 081-818-6092
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail :me_boon@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	วศม.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2543	ไทย

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - ความร้อนประยุกต์ (Applied Thermal System)
 - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - หัวหน้าโครงการวิจัย :
 - เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า
 - การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ
 - การออกแบบเครื่องทดสอบการโก่งของคานยึดปลายแน่นสองข้างภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ
 - การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ดังตารางที่แสดงถัดไป

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	จลนพลศาสตร์การอบแห้งเนื้อสับประดว่วน	พ.ศ.2551	การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 9	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ผู้ร่วมวิจัย
2	The Specific Energy Consumption of Robusta Coffee Bean Separating	พ.ศ.2553	Green Technology and Productivity	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2553	ผู้ร่วมวิจัย
3	เครื่องคัดขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า		รอกการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2553	หัวหน้าโครงการ
4	การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
5	การสีกะลากาแฟโรบัสต้ามลพิษต่ำ	พ.ศ.2556	การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2555	ผู้ร่วมวิจัย
6	การออกแบบเครื่องทดสอบการโค้งงอของคานยึดปลายแน้นสองข้างภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ		รอกการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2555	หัวหน้าโครงการ
7	การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน		รอกการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2558	หัวหน้าโครงการ

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :-

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อนามสกุล- (ภาษาไทย) นายศุภชัย หลักคำ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Lakkam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 01788 03 1
3. ตำแหน่งบริหารวิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน/
ตำแหน่งบริหาร - ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
เงินเดือน 25,000.- เวลาการทำวิจัย 20 ชม./สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 กรุงเทพฯ พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: bus_supachai@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	M.Sc.	Automotive Engineering	The SirindhornInternational Thai-German Graduate School of Engineering (TGGS) มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2552	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับสอง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (จากวุฒิการศึกษาซึ่งอาจแตกต่างกัน)ระดับสาขาวิชาการ

- เทคนิคการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computation and Simulation Techniques)
- เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการงานวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

- เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน
- การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	ผลกระทบและประสิทธิภาพ ผ้าเบรกเชิงเสีียงรบกวน และสัมประสิทธิ์ความเสียด ทาน	พ.ศ.2552	Industry Subcontracting Exhibition of Thailand 2009	บริษัท คอมแพ็คอินเตอร์ เนชั่นแนล จำกัด (1994) และIndustrial Technology Assistance Program (ITAP)	นักวิจัย
2	Investigation of Brake Noise Parameters Using Single Dynamometer	Apr.2009	The 5 th International Conference on Automotive Engineering ICAЕ-5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	นักวิจัย/ ผู้นำ เสนอ
3	Econo Power Car	Jun.2010	The 2 nd RMUTP International Conference : Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย/ผู้นำ เสนอ
4	Analysis of Clutch Materials behaviour : Comparison between Coefficient of Friction Testing and Full Size Testing	Jun.2012	World Academe of Science, Engineering and Technology 66, 2012	EXEDY Friction Material Co. LTD	ผู้ช่วย วิจัย
5	Study and Trend of Development for Electric Railway and Related Industries in Thailand) Phase 2)		รอเผยแพร่	Industrial Technology Assistance Program (ITAP)	ผู้ร่วม วิจัย
6	โครงการศึกษาเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนและดีเซลขนาด เล็ก 1 สูบ เพื่อจัดทำร่าง กฎกระทรวงเฉพาะด้าน ประสิทธิภาพพลังงาน ตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการ อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550	พ.ศ.2555	RMUTP Research Journal, Vol.6, No.2,	กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ผู้ร่วม วิจัย
7	Design and Development of Bus structure for single and double deck		รอเผยแพร่	กรมขนส่งทางบก	ผู้ช่วย วิจัย
8	เครื่องทดสอบพฤติกรรม วัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอม เกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 22 ฉบับที่ 2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงการ

9	การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
10	การออกแบบงานเบรคเชิงการสะสมความร้อนเพื่อความปลอดภัย	2013	Songklanakar J. Sci. Technol. (6) 35, -671 681, Nov. - Dec. 2013	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
11	การศึกษาปัจจัยของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มข. ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
12	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของงานเบรครถจักรยานยนต์ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเบรค	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พ .ศ.- ส .ศ.2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
13	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
14	การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.อีสาน ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -



ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อนามสกุล- (ภาษาไทย) นายภูษิต โชติสวัสดิ์ (เมธาวุฒิ โชติสวัสดิ์)
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Phusit Chotswasd
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1006 03123132
3. ตำแหน่งบริหารวิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน/
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ ระดับ 7
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
7/1ถ.นนทบุรี 1ตำบลสวนใหญ่อำเภอเมืองนนทบุรีจังหวัดนนทบุรี 1 1000
โทรศัพท์:02-9691369-74ต่อ 2213
โทรสาร:02-5252682
E-mail: chme555@gmail.com หรือchme555@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาเอก*	D.Eng*	Energy Engineering*	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	-	ไทย
ปริญญาโท	M.Eng.	Energy Engineering	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2550	ไทย
ปริญญาตรี	B.Eng.	Mechanical Engineering	ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	2538	ไทย

* กำลังศึกษาระดับปริญญาเอกและอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์และรอตีพิมพ์บทความวิจัย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ระบุสาขาวิชาการ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - ระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกประยุกต์ (Applied Hydraulics and Pneumatic System)
 - เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (Energy Management Technology)
 - ระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Automation System)
 - ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ (Air Condition System)
 - ระบบอบแห้ง (Drying System)
 - ระบบการตรวจวัดและพิสูจน์ผล (Measurement and Validation System)
 - เครื่องยนต์สันดาปภายในประยุกต์ (Applied Internal Combustion Engine)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

- 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : จำนวน 7 โครงการ
 7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย : จำนวน 5 โครงการ
 7.4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ดังตารางที่แสดงถัดไป

ผลงานวิจัย	ปีที่ทำวิจัย	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1. การสิ้นเปลืองพลังงานจากการรั่วของปั๊มไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม	พ.ศ.2550	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	หัวหน้าโครงการวิจัย
2. เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนไฮบริดด์ความเร็วรอบแปรเปลี่ยน	พ.ศ.2551	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	หัวหน้าโครงการวิจัย
3. การศึกษาการรมวิธีการบีบน้ำมันจากเมล็ดสับดูดำด้วยระบบไฮดรอลิกส์แบบสัดส่วน	พ.ศ.2551	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	หัวหน้าโครงการวิจัย
4. แบบจำลองคณิตศาสตร์การออกแบบท่อของไหลประหยัพลังงาน	พ.ศ.2552	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	หัวหน้าโครงการวิจัย
5. การวิเคราะห์วิธีการบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์ด้วยการกำจัดของแข็งและน้ำเจือปนออกจากรันน้ำมัน	พ.ศ.2552	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)	หัวหน้าโครงการวิจัย
6. ผลกระทบของการใช้เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-ไฮดรเจนต่อสมรรถนะเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์	พ.ศ.2553	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)	หัวหน้าโครงการวิจัย
7. การเพิ่มคุณภาพของกล้วยอบและลดการสิ้นเปลืองพลังงานด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน	พ.ศ.2555	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)	หัวหน้าโครงการวิจัย
8. การหาอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันสัมพัทธ์ในเครื่องยนต์ก๊าซแอลพีจี	พ.ศ.2550	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	นักวิจัย/ผู้ร่วมโครงการวิจัย
9. แบบจำลองการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ 4 จังหวะที่ใช้ น้ำมันเบนซินหรือก๊าซโซฮอลล์ผสมไฮดรเจนเป็นเชื้อเพลิง	พ.ศ.2553	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	นักวิจัย/ผู้ร่วมโครงการวิจัย
10. แบบจำลองกังหันน้ำแบบฟรานซิสแสดงผลด้วยเทคโนโลยีโมดูลฝังตัว	พ.ศ.2554	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	นักวิจัย/ผู้ร่วมโครงการวิจัย
11. การประเมินสมรรถนะหม้อไอน้ำอุตสาหกรรมที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากสับดูดำเป็นเชื้อเพลิง	พ.ศ.2554	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	นักวิจัย/ผู้ร่วมโครงการวิจัย
12. ผลกระทบของการใช้สารทำความเย็นคาร์บอนสูงในระบบปรับอากาศ	พ.ศ.2555	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	นักวิจัย/ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ : ดังตารางที่แสดงถัดไป

ชื่อข้อเสนอการวิจัย	แหล่งทุน	ตำแหน่ง	สถานภาพ
1. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้ระบบปั๊มความร้อนคู่	สำนักงาน นโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	นักวิจัย/ หัวหน้า โครงการ	ดำเนินการ แล้ว 80 %

7.6 ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

- สารทำความเย็นที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน การประชุมวิชาการ , , 2 ปกรณ์ด้านความร้อน ครั้งที่การถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุ25-26 p.p. 2546
- การเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องอบแห้งระบบปั๊มความร้อนที่มีเครื่องอัดไอชนิดความเร็วรอบเปลี่ยนแปลงกับชนิดความเร็วรอบคงที่ การประชุมเชิงวิชาการเครื่องถ่ายพลังงานแห้ง , , 3 ประเทศไทยครั้งที่23-2 พฤษภาคม 525, บหยภสภย กรุงเทพมหานคร 50p 037
- EFFECTS OF THE FRACTION OF EVAPORATOR BYPASS AIR ON HEAT PUMP DRYER PERFORMANCE , 5th Joint ASME/JSME Fluids Engineering Conference , July 30- August 2 , 2007 , San Diego , CA, USA.

