

การประยุกต์ใช้เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน
ในเครื่องยนต์แบบใช้คาร์บูเรเตอร์

นาย ประพัฒน์ ศรีพุทธเกียรติ



ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

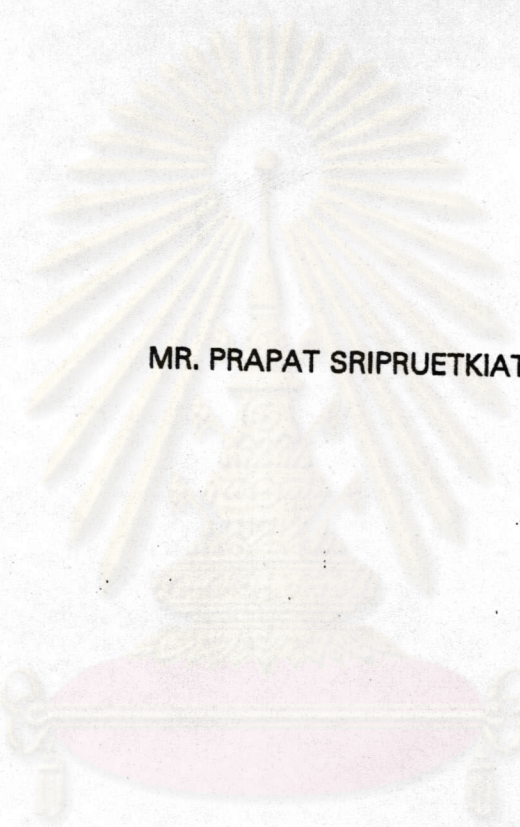
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-023-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF OXIDATION CATALYTIC CONVERTER
IN A CARBURETTED ENGINE



MR. PRAPAT SRIPRUETKIAT

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

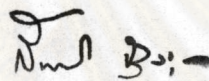
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Mechanical Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduated School
Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-023-3

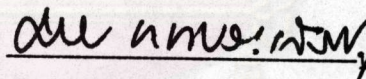
หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การประยุกต์ใช้เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน
ในเครื่องยนต์แบบใช้คาร์บูเรเตอร์
โดย นาย ประพัฒน์ ศรีพุทธเกียรติ
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณ , อัสนีย์ กุลโกวิท

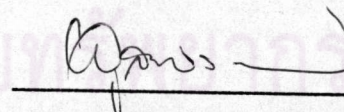
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

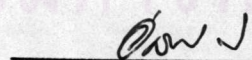



_____ คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤงสูววรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


_____ ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ)


_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา)


_____ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(คุณ อัสนีย์ กุลโกวิท)


_____ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ประพัฒน์ ศรีพฤทธิเกียรติ : การประยุกต์ใช้เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชันในเครื่องยนต์แบบใช้คาร์บูเรเตอร์ (APPLICATION OF OXIDATION CATALYTIC CONVERTER IN A CARBURETTED ENGINE)
อ.ที่ปรึกษา: รศ. พูลพร แสงบางปลา, อ.ที่ปรึกษาร่วม: คุณ อัสนีย์ กุลโกวิท, 134 หน้า. ISBN 974-633-023-3

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และการควบคุมไอเสียของเครื่องยนต์แบบคาร์บูเรเตอร์ ที่ติดตั้งและไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน การทดลองทำการทดสอบหา สมรรถนะแบบความเร็วรอบคงที่ ในช่วงความเร็วรอบ 1000-3000 รอบต่อนาที

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งและไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย พบว่า การติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียทำให้สมรรถนะเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเพิ่มขึ้น 0.001-0.08 kg/kw.hr ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพทางความร้อนลดลง 0.05-2.0 % ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 0-2.0 l/hr กำลังเครื่องยนต์สูงสุดของแต่ละความเร็วรอบลดลง 0.15-2.0 kw และ มลสาร CO และ HC ลดลงโดยขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน ส่วนการบำบัดไอเสีย ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพมลสาร CO และ HC คือ อุณหภูมิภายในเครื่องปรับสภาพไอเสีย และ อัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง โดยที่อุณหภูมิของเครื่องปรับสภาพไอเสียมีอุณหภูมิสูงกว่า 407 °C อัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันมากกว่า 14.4 สามารถลดมลสารได้

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต ประพัฒน์ ศรีพฤทธิเกียรติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา พูลพร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อัสนีย์

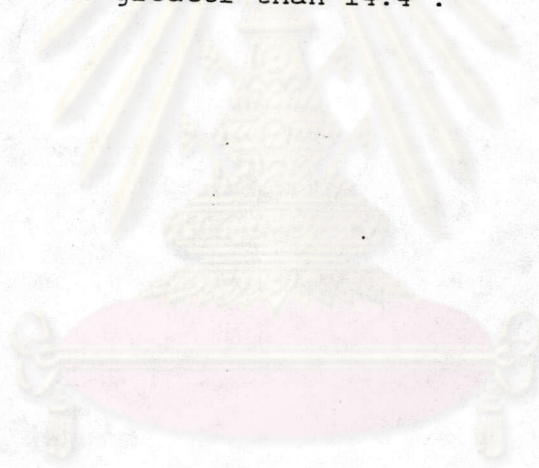
##C516032 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEY WORD: CARBURETTED ENGINE / OXIDATION CATALYTIC CONVERTER

PRAPAT SRIPRUETKAIT : APPLICATION OF OXIDATION CATALYTIC CONVERTER IN A CARBURETTED ENGINE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PHULPORN SAENGBANGPLA, THESIS CO-ADVISOR : ASANEE KULAKOWIT, 134 pp. ISBN 974-633-023-3

The objective of this research is to study engine performance and emission control in a carburetted engine between the difference of an installed and uninstalled oxidation catalytic converter. Each experiment was tested at constant speed which varied from 1,000 to 3,000 rpm.

From the experiment, the result of the installed oxidation catalytic converter causes litter reduction in the engine performance. The averages of brake specific fuel consumption (bsfc) increase 0.001-0.08 kg/kw.hr. The averages of thermal efficiency decrease 0.05-2.0%. The averages of fuel consumption increase 0-2.0 l/hr. The maximum power at each speed decrease 0.15-2.0 kw. CO and HC reduces depending on the operating condition. As for the exhaust gas treatment, the parameters that can reduce CO and HC emission depend on the temperature inside the oxidation catalytic converter and A/F ratio. The effective temperature is greater than 407 °C and effective A/F ratio is greater than 14.4 .



ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....

ปีการศึกษา.....2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*ประสิทธิ์ อังนุกอรรถ*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*P. Sripu*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*A. Binn*.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา และ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณ อัสนีย์ กุลโกวิท ที่ท่านได้กรุณาใช้เวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานและในการแก้ปัญหาตลอดเวลาในการทำวิจัย งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอระลึกถึงความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ ในการที่ท่านได้กรุณาช่วยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง พร้อมกันนี้ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณ นายวัชร จารีก ได้อำนวยความสะดวกช่วยเหลือจัดหาอุปกรณ์พร้อมข้อมูลของเครื่องปรับอากาศไอเสียแบบออกซิเดชัน และ ขอแสดงความขอบคุณ นายสุบิน ชันตี และ นางสาวกาญจนา ริเริ่มสุนทร ผู้ซึ่งได้อำนวยความสะดวกด้านการทดลอง

อนึ่ง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากมีคุณค่าและประโยชน์ต่อทางด้านวิศวกรรม ผู้เขียนขอกราบเป็นกตเวทิตาคุณแก่ บิดา มารดา ท่านคณาจารย์ ตลอดจนผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความรัก ความเมตตากรุณา รวมทั้งให้การศึกษา จนผู้เขียนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จได้ตามความมุ่งหมาย สำหรับความไม่สมบูรณ์หรือบกพร่องประการใดอันพึงมีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
- สาเหตุและที่มาของปัญหา.....	1
- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
- ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารสำรวจ.....	4
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
- ความรู้ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน.....	13
1. เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน.....	13
2. วงจรเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน 4 จังหวะ.....	14
3. ระบบการจ่ายน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้.....	15
- คุณสมบัติของเครื่องยนต์ การวัดและการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์.....	19
1. ความเร็วรอบและวิธีการวัด.....	19
2. ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และวิธีการวัด.....	19
3. ความสิ้นเปลืองอากาศและวิธีการวัด.....	20
4. อัตราส่วนผสมของอากาศ-น้ำมัน.....	21
5. กำลังม้าเบรค และวิธีการวัด.....	21
6. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน.....	23
7. กำลังม้าความฝืด และประสิทธิภาพทางกล.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
8. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์.....	23
- มลสารจากเครื่องยนต์และการควบคุม.....	26
1. ความสมดุลย์ของสิ่งแวดล้อม และระบบของมลภาวะในอากาศ.....	27
2. สภาพอากาศ.....	28
3. สารมลพิษและหน่วยวัดมลพิษ.....	29
4. การควบคุมมลภาวะในประเทศไทย.....	29
5. มาตรฐานและกฎหมายเกี่ยวกับมลพิษ.....	30
6. ผลกระทบของมลพิษต่อคน.....	31
7. มลพิษจากเครื่องยนต์.....	33
- เครื่องปรับสภาพไอเสีย.....	36
1. ปฏิกริยา Catalytic.....	36
2. โครงสร้างภายในเครื่องปรับสภาพไอเสีย.....	38
3. ชนิดของเครื่องปรับสภาพไอเสีย.....	40
4. Oxidation Catalytic Converter.....	40
5. Dual-Bed Catalytic Converter และ Three-Way Catalytic Converter.....	41
6. คุณสมบัติของเครื่องปรับสภาพไอเสีย และเงื่อนไขการใช้งาน.....	43
7. ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องปรับสภาพไอเสีย และการเพิ่มประสิทธิภาพการ นำบำบัดมลสาร.....	45
บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	47
บทที่ 4 การดำเนินการวิจัย.....	55
- การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องนำบำบัดมลสารแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	55
- การทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์.....	57
- การทดสอบหาประสิทธิภาพการนำบำบัดมลสาร.....	58
บทที่ 5 ผลการวิจัย และการอภิปราย.....	60
- ผลการวิจัย.....	60
1. การใช้เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชันกับเครื่องยนต์แบบคาร์บูเรเตอร์.....	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. การเปรียบเทียบผลความแตกต่างระหว่างติดตั้งและไม่ติดตั้งเครื่องบำบัด ไอเสียแบบออกซิเดชัน.....	61
2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติที่เปลี่ยนไประหว่างกรณีติดตั้งและ ไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียที่ความเร็วรอบคงที่.....	61
2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปเมื่อเครื่องยนต์มีภาระสูงสุด.....	69
2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปที่ตำแหน่งความสิ้นเปลือง น้ำมันจำเพาะต่ำสุดของความเร็วรอบต่างๆ (rated power).....	70
3. ผลการบำบัดมลสารและประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร.....	72
4. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์ปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน.....	73
- กราฟผลการทดสอบ.....	74
- การอภิปราย.....	88
1. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของเครื่องยนต์ กับภาระงานที่เพิ่มขึ้น ภายใต้ความเร็วรอบคงที่.....	88
2. สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย... ..	88
3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันกับการเพิ่มภาระงาน ของเครื่องยนต์.....	89
4. ส่วนผสมอากาศต่อน้ำมัน และอุณหภูมิเครื่องปรับสภาพไอเสียเพิ่มขึ้น ทำให้ ประสิทธิภาพการบำบัดมลสารสูงขึ้น.....	90
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	91
- สรุปผลการวิจัย.....	91
- ข้อเสนอแนะ.....	94
เอกสารอ้างอิง.....	95
ภาคผนวก ก. คู่มือเครื่องมือวัด.....	97
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างการคำนวณ.....	110
ภาคผนวก ค. สมการแสดงประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร.....	118
ภาคผนวก ง. ข้อมูลการทดลองและผลการคำนวณ.....	121
ประวัติผู้เขียน.....	134

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	สภาพเริ่มต้น และตัวแปรที่ใช้ในการทดลองของ John L.Harned.....	4
2-2	แรงม้าที่สูญเสีย คำนวณจากกราฟรูปที่ 1-8 และข้อมูลจากS.Pelter.....	9
2-3	คุณสมบัติทางกายภาพของคอนเวอเตอร์ แบบ Monolith และแบบ Bead Bed.....	10
2-4	ส่วนประกอบของอากาศแห้งที่ระดับน้ำทะเล(Stern 1968).....	27
2-5	ความเข้มข้นของอากาศดีและอากาศเสีย(Sainfeld).....	29
2-6	มาตรฐานอากาศ(US Clean Air Act 1963).....	31
2-7	ผลวิจัยของมลพิษชนิดต่างๆ ต่อสุขภาพของคน.....	32
ง-1 ถึง ง-5	ผลการทดลองแบบไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบต่างๆ.....	122
ง-6 ถึง ง-10	ผลการทดลองแบบติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบต่างๆ.....	127
ง-11	ผลการทดลองที่ตำแหน่งภาระเครื่องยนต์สูงสุดของความเร็วรอบต่างๆ	132
ง-12	ผลการทดลองที่ความสิ้นเปลืองน้ำมันต่ำสุดของความเร็วรอบต่างๆ	133

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2-1	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด C_2H_6 ที่ความเร็วต่างกัน 2 ค่า ภายใต้การควบคุม อุณหภูมิ (John L.Harned)..... 5
2-2	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด CO ที่ความเร็วต่างกัน 2 ค่า ภายใต้การควบคุม อุณหภูมิ (John L.Harned)..... 5
2-3	แสดงความหมายของเทอมต่าง ๆ ที่ใช้ (J. Paul Day and Louis S. Socha, Jr.)..... 6
2-4	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันย้อนกลับกับความยาวเมื่อปริมาตร หรือเส้นผ่า ศูนย์กลางคงที่ของแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์..... 6
2-5	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันย้อนกลับกับเส้นผ่าศูนย์กลางความยาว เมื่อปริมาตร หรือความยาวคงที่ของแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์..... 6
2-6	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันย้อนกลับกับความหนาแน่นรังผึ้ง เมื่อความหนาแน่น หรือความยาวคงที่ของแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์..... 7
2-7	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันย้อนกลับกับความหนาแน่น เมื่อความหนาแน่นรังผึ้ง หรือความยาวคงที่ของแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์..... 7
2-8	เปรียบเทียบผลของความดันย้อนกลับที่ได้จากการทดลอง กับการคำนวณ (J. Paul Day and Louis S. Socha, Jr.)..... 8
2-9	การเปรียบเทียบระหว่างแรงม้าของเครื่องกับความดันย้อนกลับที่ความเร็วรอบต่างกัน (Paul Day and Louis S. Socha, Jr.)..... 9
2-10	ผลการเปรียบเทียบแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์แบบ Monolith และแบบBead Bed (JR. Mondt)..... 10
2-11	ผลการวัดความดันของรถยนต์ทดสอบ ที่ติดตั้งแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์แบบ Monolith และแบบ Bead Bed (JR. Mondt)..... 11
2-12	กราฟอุณหภูมิ Light-off ของแคตตาไลต์ดีคคอนเวอร์เตอร์ทั่วไป (Amann C.A.)..... 12
2-13	ผลกระทบของตะกั่วในน้ำมันที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร (Kummer)..... 12
2-14	เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน (DEERE & CO.)..... 14
2-15	การทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ก๊าซเหลว 4 จังหวะ(DEERE &CO). 14

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2-16	คาร์บูเรเตอร์ (DEERE & CO.)..... 16
2-17	แสดงอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่สภาพการทำงานต่างๆ (Small Gas Engines)..... 17
2-18	แสดงลักษณะของท่อคาร์บูเรเตอร์ บริเวณคอคอดจะมีปลายท่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องลูกลอย (DEERE & CO.)..... 18
2-19	แสดงรูอากาศบริเวณท่อเวนจูรีซึ่งช่วยให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดเข้าสู่ท่อคาร์บูเรเตอร์มีการกระจายตัวยิ่งขึ้น (DEERE & CO.)..... 18
2-20	ทรานสมิสชันไดนาโมมิเตอร์..... 22
2-21	อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ ที่ความเร็วรอบคงที่ และที่ความเร็วรอบเปลี่ยน... 25
2-22	ประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องยนต์ SI ที่ความเร็วรอบและภาระต่างๆ..... 25
2-23	มาตรฐานทรัพยากรและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมของโลก ในช่วง ค.ศ.1900 ถึง ค.ศ.2100..... 26
2-24	ขั้นตอนของมลภาวะในบรรยากาศ..... 27
2-25	ผลกระทบของ CO ต่อสุขภาพของคน..... 32
2-26	การเปรียบเทียบระหว่าง มลสารที่ปล่อยจากรถยนต์และผลของมลภาวะ..... 33
2-27	%สารพิษต่างๆ จากรถยนต์และแหล่งอื่นๆ 33
2-28	การระบายก๊าซ Blowby ออกจากกันอ่าง และการขจัด..... 34
2-29	การเกิด NO _x ต่ออุณหภูมิการเผาไหม้..... 35
2-30	แผนภาพพลังงานศักย์ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาไม่มีตัวเร่ง..... 37
2-31	แสดงอัตราส่วนของโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์เท่ากับหรือมากกว่า E _a ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีตัวเร่ง..... 37
2-32	แสดงการสลายตัวของ N ₂ O โดยมี Au เป็นตัวเร่ง..... 37
2-33	ลักษณะโครงสร้างภายในเครื่องปรับสภาพไอเสีย..... 38
2-34	ลักษณะการผิวภายในเครื่องปรับสภาพไอเสียด้วยอะลูมินา..... 39
2-35	การทำปฏิกิริยาแบบมีตัวเร่งบนผิวรูพรุน..... 39
2-36	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของ Catalyst ในการบำบัด CO, HC และ NO _x กับ ปริมาณ A/F Ratio ที่ค่าต่างๆ..... 43

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2-37	แผนภาพแสดงวงจรการควบคุมอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง..... 43
2-38	แสดงประสิทธิภาพของ HC ที่ลดลง เมื่อเกิดการสะสมฟอสฟอรัสบนผิวตัวเร่งปฏิกิริยา. 44
3-1	แผนผังการติดตั้งเครื่องมือในการวิจัย และตำแหน่งที่ทำการวัด..... 49
3-2	เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน..... 50
3-3	เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน..... 50
3-4	ไดนาโมมิเตอร์..... 51
3-5	เครื่องมือวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง..... 51
3-6	เครื่องมือวัดปริมาณอากาศแบบความหนืด..... 52
3-7	เครื่องมือวัดปริมาณน้ำ..... 52
3-8	มาโนมิเตอร์ 53
3-9	มาโนมิเตอร์..... 53
3-10	เครื่องมือวัดปริมาณไอเสีย..... 54
3-11	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ..... 54
4-1	การทดลองกรณีไม่ติดตั้งอุปกรณ์บำบัดไอเสีย..... 59
4-2	การทดลองกรณีติดตั้งอุปกรณ์บำบัดไอเสีย..... 59
5-1 ถึง 5-10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาระ สมรรถนะ มลสาร ส่วนผสม อุณหภูมิ ไอเสีย ความดันย้อนกลับ อัตราการใช้อากาศ และ น้ำมัน..... 74-83
5-11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาระ สมรรถนะ มลสาร ส่วนผสม และอุณหภูมิไอเสีย ที่ตำแหน่งภาระสูงสุดของความเร็รรอบต่างๆ..... 84
5-12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาระ สมรรถนะ มลสาร ส่วนผสม และอุณหภูมิไอเสีย ที่ Rated Power ของความเร็รรอบต่างๆ..... 85
5-13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง กับ ประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร CO ที่อุณหภูมิเครื่องปรับสภาพไอเสียช่วงต่างๆ..... 86
5-14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง กับ ประสิทธิภาพการบำบัด มลสาร CO ที่อุณหภูมิเครื่องปรับสภาพไอเสียช่วงต่างๆ..... 86
5-15	กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้น้ำมันจำเพาะ ค่า CO และ HC 87

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A/F , A/F Ratio	อัตราส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง
bhp , BHP	กำลังม้าเบรค, กำลังม้าของเครื่องยนต์
bsfc , BSFC	ความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ
C ₁	ค่าคงที่ของ Viscous - Flow Air Meter
CO	Carbonmonoxide
CO ₂	Carbondioxide
COHB	Corboxyhemoglobin เลือดผสมคาร์บอนมอนอกไซด์
C ₃ H ₆	Propane (Propylene)
D	ความหนาแน่นรังผึ้งของเครื่องปรับสภาพไอเสีย
D _p	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางเครื่องปรับสภาพไอเสีย
FHP	กำลังม้าความฝืด
h	ความสูงมาโนมิเตอร์
HC	Hydrocarbon
H.V.	Heating Value
IHP	กำลังม้าอินดิเคต
L	ความหนาแน่นของรังผึ้ง
m _a	อัตราการใช้อากาศ หรือ อัตราความสิ้นเปลืองอากาศ
m _f	อัตราใช้น้ำมัน หรือ อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมัน
N	ความเร็วรอบ
N ₂	Nitrogen
NO _x	Oxides of Nitrogen
NTU _m	Number of Mass-Transfer Units
O ₂	Oxygen
O ₃	Ozone
P	แรงกดบนตาชั่ง
PM	Particulate matter
ppm	Parts per million

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

PGM	Platinum Group Metal
R	ระยะแนวไดนาโมมิเตอร์
SO ₂	Sulphur Dioxide
T	แรงบิดเครื่องยนต์
TSP	Total Suspended Particulate
V _a	ปริมาตรการใช้อากาศ หรือความดันเปลี่ยนแปลงอากาศ
x, y	ตัวแปรของสมการทั่วไป
η_c	ประสิทธิภาพบำบัดมลสาร
η_m	ประสิทธิภาพทางกล
η_{th}	ประสิทธิภาพทางความร้อน
ρ_a	ความหนาแน่นของอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย