PRO-MEC
241
2543
ฉ.2
18 มี.ค. 2544

ศึกษาวิเคราะห์ แคตทาไลท์ติก คอนเวอร์เตอร์ ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

STUDY ANALYSIS OF CATALYTIC CONVERTER UNEFFICIENCY

นายเกรียงไกร นวลแก้ว
นายเกียรติชัย ยงยุทธวิชัย
นายพงศธร ธรรมปิยะ

โครงงานวิศวกรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2543

หัวข้อโครงงานวิศวกรรม ศึกษาวิเคราะห์ แคตทาไลท์ติก คอนเวอร์เตอร์ ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

โดย นายเกรียงไกร นวลแก้ว

นายเกียรติชัย ยงยุทธวิชัย

นายพงศธร ธรรมปิยะ

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

____________________ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ กองสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

____________________ ประธานกรรมการ

(อาจารย์ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์)

____________________ กรรมการ

(อาจารย์มนัส แป้งใส)

____________________ กรรมการ

(อาจารย์ไพศาล นาผล)

____________________ กรรมการ

(อาจารย์กิตติ สถาพรประสาธน์)

ศึกษาวิเคราะห์ แคตทาไลท์ติก คอนเวอร์เตอร์ ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

ปีการศึกษา 2543

โดย

นายเกรียงไกร นวลแก้ว

นายเกียรติชัย ยงยุทธวิชัย

นายพงศธร ธรรมปิยะ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้ กล่าวถึงการศึกษาวิเคราะห์ Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากผลการตรวจวัดอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO),ไฮโดรคาร์บอน(HC) ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน ซึ่งการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO),ไฮโดรคาร์บอน(HC) นั้นใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียของรถยนต์ (BOSCH FSA 560)โดยทำการวัดอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO),ไฮโดรคาร์บอน(HC) ทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเร็วรอบ 1000 , 1500 , 2000 และ 2500 รอบ/นาที เป็นจำนวน 4 ครั้ง

เมื่อทำการวัดอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO),ไฮโดรคาร์บอน(HC) ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter และเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันแล้วนั้นจึงนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้ออกมา ซึ่งพบว่าที่ความเร็วรอบ 1000 และ 1500 รอบ/นาที อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าต่ำกว่าของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ที่ความเร็วรอบ 2000 และ 2500 รอบ/นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ส่วนค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีปริมาณมากกว่าของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter และปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน(HC) มีความแตกต่างกันไม่มากเท่าใดในทุกความเร็วรอบ

STUDY ANALYSIS OF CATALYTIC CONVERTER UNEFFICIENCY

Academic Year 2000

By

Mr. Kriengkrai Nuankaew

Mr. Kiatchai Yongyutvichai

Mr. Pongsathon Thompiya

Project Report Advisor

Mr. Prachasanti Thaiyasuit

ABSTRACT

This engineering project is described the unefficien of Catalytic Converter this project compare the result of fuel rated consumption Cabonmonoxide(CO) and Hydrocarbon (HC) of the engine that use clotted Catalytic Converter and unuse the Catalytic Converter. We use exhausted gas analyser to measure the quanlity of fuel rated consumption ,Cabonmonoxide (CO) ,and Hydrocabon (HC) every 5 mins. for 4 times, respectively. After that we compare the avery of each engine.

The result is the fuel rated consumption at the speed of 1000 and 1500 rev./min. is lower than the clotted Catalytic Converter at the speed of 2000 ,and 2500 rev./min. which means the fuel rated consumption and the quantity of Cabonmonoxide (CO) of theclotted Catalytic Converter are higher than the Catalytic Converter. However , the quantity of Hydrocabon (HC) is not different.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอบพระคุณอาจารย์ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ และอาจารย์ดำรงค์ พูลดำริห์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงงานวิศวกรรมให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดและต้องขออภัยผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ. ที่นี้ด้วย ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนและสนับสนุนกระผมในการทำโครงงานวิศวกรรมจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฐ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ฒ
บทที่	
1. บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
ขอบเขตของโครงงาน	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎี	3
CATALYTIC CONVERTER	3
แบบของ CATALYTIC CONVERTER	4
ระบบการทำงานของ CATALYTIC CONVERTER	7
โครงสร้างของ OXYGEN SENSOR	11
เงื่อนไขในการใช้งาน CATALYTIC CONVERTER	17
วิธีการใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย BOSCH FSA 560	21
3. การทดลองและผลการทดลอง	26
อุปกรณ์การทดลอง	26
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	29
ขั้นตอนการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)และ ไฮโดรคาร์บอน(HC)	29
ผลการทดลองการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)และ ไฮโดรคาร์บอน(HC)	30

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 49

บรรณานุกรม 51

ภาคผนวก ก. รูปแสดงขั้นตอนการวัดก๊าซไอเสีย 52

ภาคผนวก ข. แสดงรูปตัวอย่างผลการวัดก๊าซของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย 55

ประวัติผู้จัดทำโครงงานวิศวกรรม 64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ Catalytic Converter ชนิด Monolith type 6

2.2 แผนผังผลของอุณหภูมิที่มีต่อ Catalytic Converter 18

3.1 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 31

3.2 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 31

3.3 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 32

3.4 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 32

3.5 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 33

3.6 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 33

3.7 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 34

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

3.8 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 34

3.9 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 35

3.10 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 35

3.11 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 36

3.12 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 36

3.13 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 37

3.14 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 37

3.15 ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 38

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.16	ตารางแสดงผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์-บอน (HC) ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน	38
3.17	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	39
3.18	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	39
3.19	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	39
3.20	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	40
3.21	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	40
3.22	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	40
3.23	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	41
3.24	ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	41

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

3.25 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 41

3.26 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 42

3.27 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 42

3.28 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 42

3.29 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 43

3.30 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 43

3.31 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 43

3.32 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)ไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 44

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

3.33 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 , 1500 , 2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 44
3.34 ตารางแสดงผลเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ยความเร็วรอบ 1000 , 1500 , 2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 45
3.35 ตารางแสดงผลเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยความเร็วรอบ 1000 , 1500 , 2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 45

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 การปรับเปลี่ยนก๊าซมลพิษของ Catalytic Converter 4

2.2 Catalytic Converter แบบ Peller Type 5

2.3 Catalytic Converter แบบ Monolith Type 6

2.4 กราฟความสัมพันธ์ Conversion Efficiency กับอุณหภูมิ 7

2.5 DUAL-BED CATALYTIC CONVERTER 9

2.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Conversion Efficiency กับ A/F RATIO ค่าต่างๆ 10

2.7 แสดงวงจรของ CLOSE-LOOP CONTROL กรณีที่จะใช้ Tree- way Catalyst โดยไม่มีระบบ Close-Loop Control ประสิทธิภาพจะมีค่าประมาณ 50% 11

2.8 FLOW CHAT แสดงขั้นตอนการทำงาน Oxygen sensor Zirconia Oxygen Cell 12

2.9 แสดงโครงสร้างออกซิเจนเซ็นเซอร์ 13

2.10 แสดงความสัมพันธ์ของ A/F Ratio กับค่าความต่างศักย์ของออกซิเจนเซ็นเซอร์ 13

2.11 แสดง Close Loop System ในเครื่องยนต์ระบบ ELECTRONIC IGNITION 14

2.12 แสดงระบบ COMPUTER COMMAND CONTROL 15

2.13 แสดงหน้าที่ระบบ CCC 16

2.14 แสดงตำแหน่งของ ELECTRONIC CONTROL 16

2.15 แสดงถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อ CATALYST 19

2.16 แสดงถึงผลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อ CATALYST 20

2.17 แสดงถึงตำแหน่งการติดตั้งขั้วของสายสัญญาณต่างๆ 21

2.18 แสดงรูปตำแหน่งการติดตั้งหัววัดของเครื่องวัดไอเสีย 21

2.19 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลในส่วนของ EXHAUST GAS TEST 22

2.20 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก 1 Diagnosis 22

2.21 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก F 12 23

2.22 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก Standard 23

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่

2.23 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก Petrol 4 - Stroke 24

2.24 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก 1342 24

2.25 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก ROV 25

2.26 แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้วที่พร้อมรับคำสั่งเลือก Without TDC pickup 25

3.1 แสดงรูป Catalytic Converter ที่อุดตัน 26

3.2 แสดงรูปของเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE 27

3.3 แสดงรูปเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย BOSCH FSA 560 27

3.4 แสดงรูปกระบอกวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง 28

3.5 แสดงรูปนาฬิกาจับเวลา 28

3.6 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) กับความเร็วรอบต่างๆของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 46

3.7 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน(HC) กับความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 47

3.8 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับความเร็วรอบต่างๆของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน 48

สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
RPM.	ความเร็วรอบ	RPM.
t	เวลา	s.
CO	คาร์บอนมอนอกไซด์	%vol.
HC	ไฮโดรคาร์บอน	ppm. Vol.
CO_2	คาร์บอนไดออกไซด์	-
NO_x	ไนโตรเจนออกไซด์	-
N_2	ไนโตรเจน	-
O_2	ออกซิเจน	-
H_2	ไฮโดรเจน	-
HC	ไฮโดรคาร์บอน	-
H_2O	น้ำ	-
$^{\circ}C$	องศาเซลเซียส	-
Pt	พาสตินัม	-
Pd	พาลิตินัม	-
Rh	โรดินัม	-
NH_3	อัมโมเนีย	-
N_x	ไนโตรเจน	-

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันจะพบว่า ปัญหามลพิษทางอากาศนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งผลกระทบทางอากาศนี้ มีผลโดยตรงกับคนเป็นอย่างมาก เช่น ในกรุงเทพมหานครมีมลพิษทางอากาศมากที่สุดในประเทศ โดยข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อมได้เคยสำรวจไว้ว่าแหล่งที่ก่อมลพิษทางอากาศมากที่สุดคือ ยานพาหนะ

จากการที่ยานพาหนะได้ก่อมลพิษทางอากาศนั้นจึงได้มีการนำเอาอุปกรณ์ที่เรียกว่า Catalytic Converter มาใช้เพื่อที่จะลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดโดยจะทำการลดปริมาณ ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่เป็นส่วนประกอบของควันไอเสียของเครื่องยนต์ โดยใช้อุปกรณ์ Catalytic converter ช่วยในการออกซิเดชัน (Oxidation) และ รีดักชัน (Reduction) ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ (H_2O) และไนโตรเจน (N_2) ซึ่งจะเป็นการลดมลพิษจากไอเสียจากยานพาหนะวิธีหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับเครื่องยนต์ที่ได้รับการติดตั้ง Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเปลี่ยน Catalytic Converterใหม่เมื่อมีการเสื่อมประสิทธิภาพ

ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณมลพิษที่ประกอบไปด้วย คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ออกมาจากเครื่องยนต์ที่ไม่ได้รับการติดตั้ง Catalytic Converter กับเครื่องยนต์ที่ได้รับการติดตั้ง Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

2. ศึกษาเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้รับการติดตั้ง Catalytic Converter กับเครื่องยนต์ที่ได้รับการติดตั้ง Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. เก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลองไว้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาต่อไป
2. ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ทราบข้อมูลในการที่จะเปลี่ยน Catalytic Converter ใหม่

บทที่ 2

ทฤษฎี

CATALYTIC CONVERTER

Catalytic Converter คืออะไร Catalyst ตามดิกชันนารี หมายถึงสารที่เปลี่ยนแปลงและเร่งปฏิกริยาทางเคมี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงตัวมันเองตัว Catalyst จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วัสดุเสริมและวัสดุ Catalytic ซึ่งจะถูกฉาบอยู่บนวัสดุเสริม

การตัดสินใจเลือกวัสดุที่เป็น Catalyst นั้นเป็นเรื่องใหญ่ ในช่วงแรกๆ ของการพัฒนา Catalytic Converter ทั้งโลหะประเภท Platinum Palladium หรือ Rhodium หรือโลหะผสมของโลหะเหล่านี้ รวมทั้งพวก ทองแดง โครเมียม และเหล็ก ได้ถูกทดสอบ แต่ในช่วงแรกๆ การทดสอบจะเน้นกับโลหะจำพวกหลังมากกว่า เนื่องจากความได้เปรียบทางค่าใช้จ่าย อย่างไรก็แล้วแต่ ปัญหาที่สำคัญของโลหะจำพวกหลังมากกว่า เนื่องจากความได้เปรียบทางค่าใช้จ่าย อย่างไรก็แล้วแต่ ปัญหาที่สำคัญของโลหะจำพวกนี้ก็คือการก่อเกิดของสารซัลเฟต (Sulphates) และการเกิดการเป็นพิษ (Poisoning) เมื่อถูกใช้ไปนานๆ ในทางกลับกันจากการวิจัยพบว่า โลหะพวกแรกนั้น อายุการใช้งานสูงและมีประสิทธิภาพมากโดยใช้สารเพียงปริมาณน้อย ดังนั้น วัสดุ Catalytic ในปัจุบัน จะมีการใช้อยู่คือ Plattinum (Pt) Palladium (Pd) และ Rhodium (Rh)

Rhodium เป็นที่นิยมมากเนื่องจาก สามารถลดปริมาณสารพิษพวก No_X และปรับเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน ใน Three-way Converter โดยใช้ปริมาณ Rh เพียงแต่น้อยก็พอ ถ้ามีการควบคุมปริมาณออกซิเจนในไอเสียรวมทั้งอุณหภูมิของไอเสีย แล้ว Rhodium จะเปลี่ยน NO_X เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_X) มากกว่าที่จะเปลี่ยนเป็นอัมโมเนีย (NH_3) ปริมาณ Rhodium และสัดส่วนต่อโลหะอื่นจะมีผลต่อการปรับเปลี่ยนก๊าซพิษ NO_X ซึ่งจากการทดสอบแล้วพบว่า สัดส่วนและปริมาณ Rhodium จะแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่องยนต์และการใช้งาน

เป็นโลหะหายาก โดยมีอัตราส่วนก้อนแร่ (Mine Ratio) ประมาณ 15 นั่นคือในการนำแร่มาจากธรรมชาติ จะได้ Plattinum 5 ส่วน จะได้ Rhodium 1 ส่วน สำหรับสัดส่วนใน Catalyst

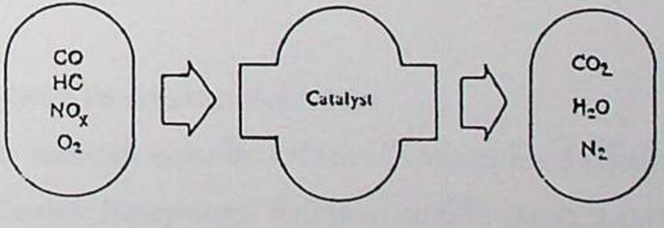
นั้นคือ Plattinum 5 ส่วน ต่อ Rhodium 1 ส่วน นั่นหมายความว่า ใน Catalytic Converter จะมีความต้องการเกินอัตราส่วนก้อนแร่

Plattinum จะถูกใช้ใน Three way Converter สำหรับปรับเปลี่ยนก๊าซพิษจำพวก HC และ CO โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาอุ่นเครื่องยนต์ (Warm Up) จากการ Start เครื่องยนต์เมื่อเครื่องเย็นอยู่ (Cold Start) ส่วนใน Oxidizing Coverter จะใช้ Plattinum, Palladium หรือส่วนผสมของทั้งสองโลหะสำหรับการปรับเปลี่ยน NO_x ได้ถ้ามีการควบคุมสภาวะของไอเสีย แต่ประสิทธิภาพไม่ดีเท่ากับการใช้ Rhodium

Palladium ก็เหมือนกับ Plattinum คือใช้ปรับเปลี่ยน HC , CO ทั้งใน Three-way Converter และ Oxidizing Converter Palladium จะมีข้อดีกว่า Pt และ Rh ตรงที่มันมีอายุการใช้งานนานกว่าเนื่องมาจากคุณสมบัติต้านทานการเกิดการคืนตัว (Sintering)

Catalyic Coverter ที่ใช้ในรถยนต์ก๊าซโซลีนมีลักษณะเป็นกล่องโลหะ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อไอเสียระหว่างท่อไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Manifolf) กับท่อเก็บเสียง ภายในตัว Catalytic Converter จะมีสารที่เป็นตัวเร่งปฏิกริยา (Catalyst) โดยมีชื่อเรียกรวมๆ ว่า PGM เคลือบหรือฉาบไว้บนวัสดุเสริม รวมเรียกว่า Substrate

ภายใน Catalytic Converter ในส่วนที่เป็น Catalyst จะมีลักษณะเป็นรูพรุน เมื่อไอเสียไหลผ่านเข้าไปใน Catalytic Coverter สาร PGM จะทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา Oxidation และ Reduction ทำให้ HC, CO ถูกออกซิไดซ์ เป็น CO_2 และ H_2O ส่วน NO_x จะทำปฏิกิริยากับ CO กลายเป็น CO_2 และ N_2 ในขณะเดียวกัน No_x และ HC ก็จะทำปฏิกิริยากันได้ CO_2 N_2 และ H_2O



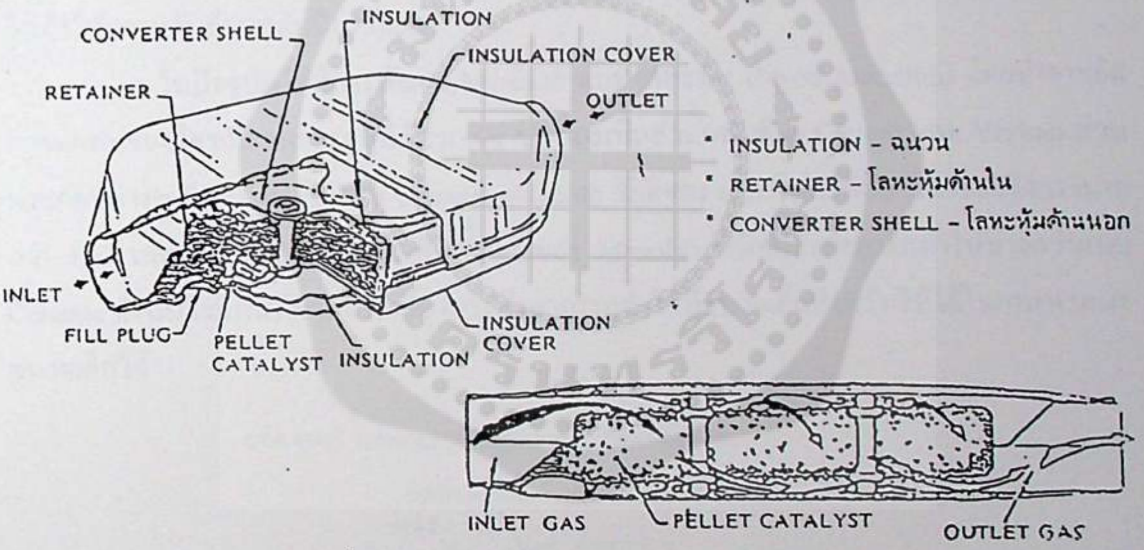
รูปที่ 2.1 การปรับเปลี่ยนก๊าซมลพิษของ Catalytic Converter

<u>แบบของ Catalytic Converter</u>

ถ้าจะแบ่ง Catalytic Converter ตามลักษณะโครงสร้างภายใน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. Pallet type ประกอบด้วยวัสดุทรงกลมเล็กๆ จำนวนมาก ประมาณ 100,000 ถึง 200,000 Pellets จะเรียงตัวอยู่ข้างในแผ่นโลหะ 2 ชิ้นที่ประกบกันและยังถูกห่อหุ้มด้วยโลหะอีกชั้นหนึ่ง และยังมีฉนวนบุอยู่ด้านนอกด้วย

ส่วนวัสดุทรงกลมเล็กๆนี้จะต้องมีคุณสมบัติทนต่อการบดและขัดสีอุณหภูมิสูง (ประมาณ 1,000 °C) ได้ดี ไอเสียจะไหลผ่านแล้วไหลผ่านแล้วไหลเวียนผ่าน Pellets ออกจาก Converter ข้อดีของแบบ Pellet นี้ก็คือ สะดวกในการเปลี่ยน Pellets เมื่อถึงเวลาอันสมควร ส่วนข้อเสียก็คือ จะมีแรงดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของไอเสียสูง และข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ ในขนาดที่เท่ากัน แบบ Pellet นี้จะมีน้ำหนักมากกว่า แบบ Monolith



<u>รูปที่ 2.2</u> Catalytic Converter แบบ Pellet Type

2. Monolith type โครงสร้างภายในกล่องเหล็กกล้าไร้สนิมมีลักษณะคล้ายรังผึ้งที่ทำด้วยเซรามิก (Ceramic Honeycomb) ซึ่งมีสูตรทางเคมีคือ 2MgO. $2Al_2O3.5SiO_2$ ซึ่งมีการขยายตัวต่ำเมื่อถูกความร้อน มีความดันย้อนกลับต่ำ และมีน้ำหนักน้อยกว่าแบบ Pellet เมื่อมีขนาดเท่ากัน ช่องรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ ลักษณะเป็นรังผึ้งนี้มีไว้สำหรับให้ไอเสียไหลผ่านได้ มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 200-400 ช่องต่อตร. นิ้ว เคลือบผิวเซรามิกไว้ด้วยอลูมินาที่มีความเป็นรูพรุนสูง ส่วนสาร PGM ก็จะเคลือบอยู่บนอลูมินาอีกชั้นหนึ่งสำหรับความหนาแน่นของรูพรุน หรือ Cell นั้นได้มีการ

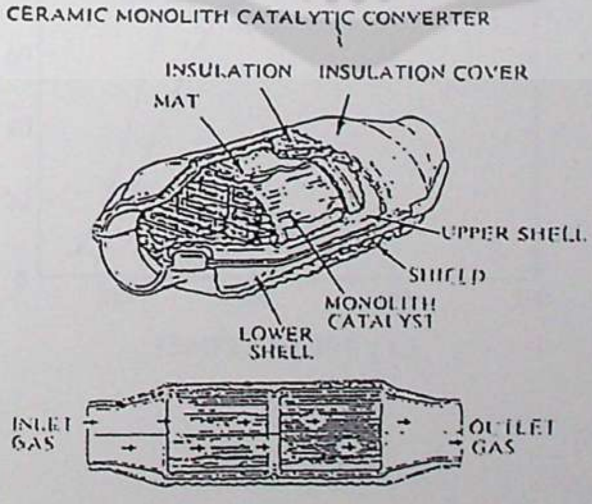
พัฒนาจาก 200 Cell Per Inch2 มาเป็น 400 Cell Per Inch2 รวมทั้งมีการลดความหนาของชั้น Alumina จาก 0.012 นิ้ว มาเป็น 0.006 นิ้วด้วยดังจะแสดงได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ตรางแสดงลักษณะทางกายภาพของ Catalytic Converter ชนิด Monolith type

จำนวน Cell ต่อตารางนิ้ว	**200**	**300**	**400**
กวามหนาของผนัง (นิ้ว)	0.012	0.012	0.006
ขนาดของรู (นิ้ว)	0.059	0.045	0.045
พื้นที่ผิวสัมผัส (นิ้ว)	47	55	71
กวามหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์นิ้ว)	8.79	9.60	6.26

การเปลี่ยนแปลงความหนาของผนัง จะทำให้พื้นที่ที่ไอเสียสามารถผ่านเข้ามาได้มีมากขึ้นทำให้ความดันย้อนกลับมีค่าน้อยลง

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา Monolith แบบโลหะขึ้น (Metal Monolith) โดยทำจากอัลลอยด์ผสมของโครเมียมและอะลูมิเนียม (Gr.Al) และเพิ่มส่วนผสมด้วย Cerium และ Yttrium ส่วนประกอบต่างๆ ยังเหมือนกันแบบ Ceramic Monolith ข้อดีของ แบบโลหะก็คือ มีความแข็งแรงมากกว่า ทนทานต่อความร้อนได้ดีกว่า อีกทั้งผนังของ Monolith ชนิดนี้ยังสามารถทำให้บางกว่าแบบ Ceramic ดังนั้นจึงมีพื้นที่ผิวสัมพัทธ์มากว่า จึงสามารถทำให้มีขนาดเล็กสำหรับใช้ได้ในยานพาหนะขนาดเล็กได้



รูปที่ 2.3 Catalytic Converter แบบ Monolith type

ระบบการทำงานของ Catalytic Converter

1. Oxidation catalysts หน้าที่ของ Oxidation Catalyst คือการปฏิกริยาออกซิไดซ์กับ CO และ HC ในไอเสียให้กลายเป็น CO_2 และ H_2O ดังนี้

$$4HC + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$

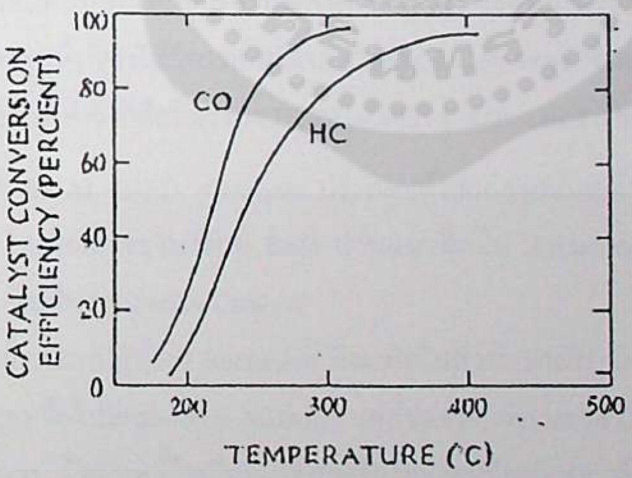
$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมี O_2 ส่วนที่ต้องการนี้อาจได้มาจาก

1. การควบคุมให้เครื่องยนต์ทำงานที่อัตราส่วนไอดีเจือจาง

2. อัดอากาศเข้าไปในท่อไอเสียช่วงก่อนที่จะผ่านไปยัง Converter ด้วยปั๊มอัดอากาศซึ่งใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ

สาร PGM ที่ใช้กับ Oxidation Catalyst มักจะเป็นส่วนผสมของ Platinum และ Palladium สารพวกนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกริยาได้ดีที่อุณหภูมิสูง



รูปที่ 2.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Conversion Efficiency กับอุณหภูมิ

จากรูปที่ 2.4 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยน (Conversion Efficiency) กับอุณหภูมิ จะพบว่าในขณะที่อุณหภูมิของ Catalytic Converter ยังไม่ถึง 230-235°C ประสิทธิภาพการปรับเปลี่ยนจะมีค่าต่ำกว่า 50% ส่วนอุณหภูมิที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดและอายุการทำงานที่นานพอสมควรจะอยู่ในช่วง 400-800 °C โดยอุณหภูมิสูงสุดไม่ควรเกิน 850 °C แต่ในบางโอกาสที่อุณหภูมิขึ้นไปจนถึง 950 °C ภายในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจจะพออนุโลมได้

การใช้ Oxidation Catalyst จะเปลี่ยนแปลงปริมาณ NO_x ในไอเสีย เนื่องจากเป็น Converter รุ่นแรกๆ ที่ผลิตมาใช้งาน (ช่วงต้นทศวรรษ 1970) การออกแบบจึงมิได้รวมการบำบัด NO_X ไว้ด้วยอีกทั้งเวลานั้น เกณฑ์การบังคับเกี่ยวกับ NO_X ยังไม่เข้มงวดมากเหมือนปัจจุบัน การลดปริมาณ NO_X จึงใช้วิธีลดอุณหภูมิของการเผาไหม้โดยนำไอเสียบางส่วนกลับเข้าผสมกับไอดี ก่อนที่จะป้อนเข้าไปในกระบอกสูบเพื่อลดอุณหภูมิการเผาไหม้ลง (Exhaust Gas Reciculation-EGR) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดีและสามารถลด NO_X ให้คงเหลือในปริมาณที่ต้องการได้

เนื่องจากเกณฑ์บังคับของก๊าซมลพิษ ปล่อยออกมาจากรถยนต์มีความเข้มงวดมากขึ้นในเวลาต่อมา โดยเฉพาะ NO_X (ในอเมริกา ตั้งแต่ปี 1982 บังคับให้ NO_X ที่ปล่อยออกมากับไอเสียมีค่าไม่เกิน 1.0 กรัม/ไมล์) ดังนั้นการใช้ Oxidation Catalyst ร่วมกับวิธี EGR เพื่อลดปริมาณ CO, HC และ NO_X ให้อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จงเป็นเรื่องยากลำบากมาก ส่วนการเพิ่มปริมาณ EGR ในไอดีให้มากขึ้นกลับก่อให้เกิดเรื่องปัญหาการสั่นของเครื่องยนต์และการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นอันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการเร่งพัฒนา Catalytic Converter ขึ้นมาใหม่ให้สามารถบำบัดก๊าซมลพิษทั้งสามชนิดได้ ซึ่งก็คือที่มาของ DUAL – BED Catalyst และ Three-way Catalyst

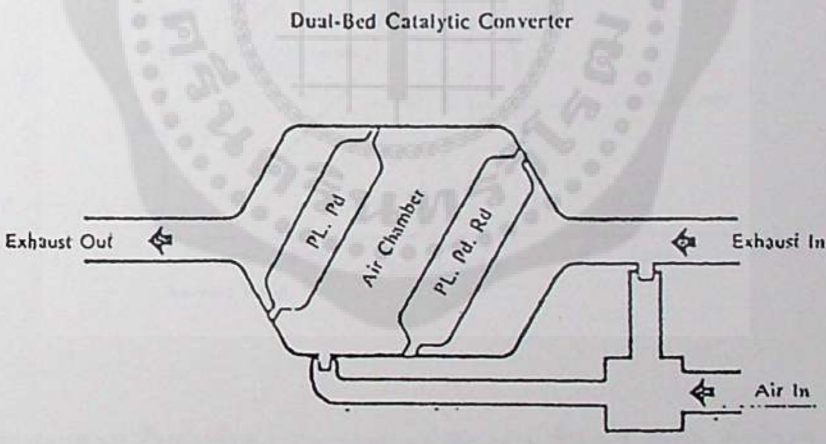
2. DUAL- BED Catalysts ประกอบด้วยกล่องเหล็กกล้าไร้สนิม(ที่เรียกว่า BED) 2 กล่องเรียงกัน โดยไอเสียจะไหลผ่าน BED ส่วนแรกซึ่งเป็น Reduction Catalyst แล้วจึงผ่านไปยัง BED ส่วนที่ 2 ซึ่งเป็น Oxidation Catalyst

เนื่องจากปฏิกิริยา Reduction ที่จะเกิดในส่วนแรกนั้น ต้องการให้มีปริมาณ O_2 ในไอเสียอยู่น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (Rich Mixture) แต่ส่วนของ Oxidation Catalist ต้องการไอเสียที่มี O_2 อยู่มากพอสมควร ด้วยเหตุนี้ไอเสียที่มาจากเครื่องยนต์จะต้องมี O_2 น้อยที่สุด เพื่อให้ตรงกับความต้องการของปฏิกิริยาที่จะเกิดใน BED ส่วนแรกตรงช่วงต่อระหว่าง BED ส่วนแรกมายังส่วนที่สองจะมีการเสริมอากาศจากภายนอกเข้ามา ทำให้ไอเสียจากส่วนแรกเจือจางลงและเพิ่มออกซิเจนด้วย

ใน BED ส่วนแรก ปริมาณ NO_x จะลดลงเมื่อทำปฏิกิริยากับ CO และ HC เป็น CO_2, N_2 และ H_2O จากนั้นไอเสียจากส่วนแรกจะไหลไปผสมกับอากาศที่ปล่อยเข้ามาก่อนเข้าสู่ BED ส่วนที่สอง CO และ HC จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใน BED ส่วนที่สองเป็น CO_2 และ H_2

BED	ส่วนแรก	NO_X + CO	$N_2 + CO_2$
		NO_X + HC	$N_X + CO_2 + H_2O$
	ส่วน 2	O_2 + CO	CO_2
		O_2 + HC	$H_2O + CO_2$

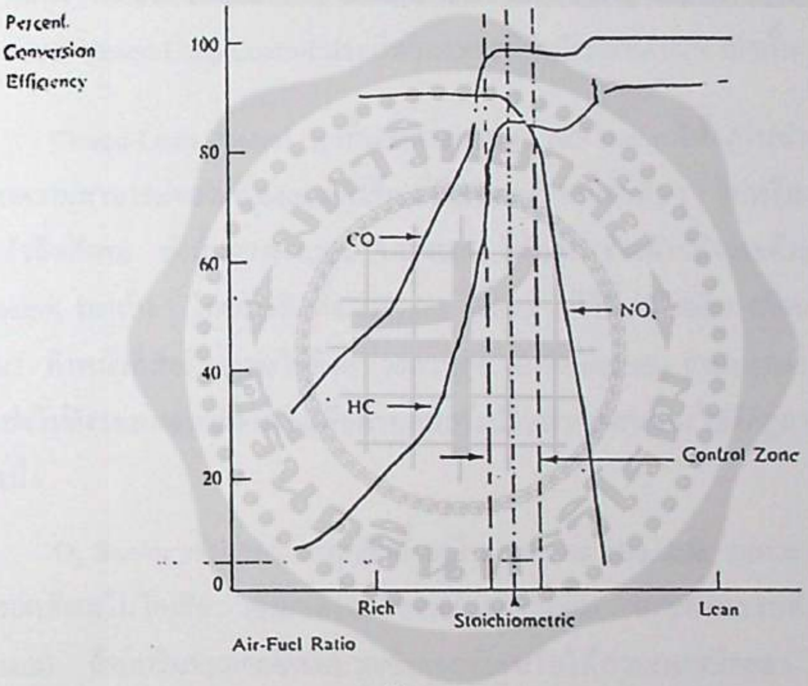
ข้อเสียประการหนึ่งของ Catalyst แบบนี้คือ มักจะเกิดแอมโมเนีย (NH_3) ขึ้นจากปฏิกิริยาภายใน BED ส่วนแรก และ NH3 ก็จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนซึ่งอยู่ในอากาศที่ติดเข้ามากลับเป็น NO_2 ได้อีกใน BED ส่วนที่สอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร PGM ที่ใช้เคลือบใน Converter ของ BED ส่วนแรกซึ่งถ้าเรียงลำดับ ความต้องการของสาร PGM ต่อการก่อให้เกิด NH_3 จากมากไปน้อย ก็จะได้ดังนี้ Ruthenium, Rhodium Palladium และ Platinum



รูปที่ 2.5 Dual – Bed Catalytic Converter

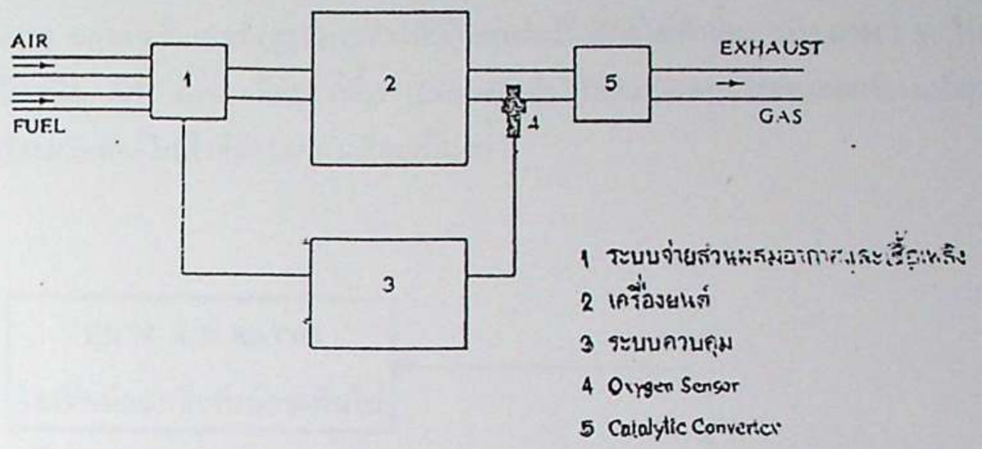
3. Three-way Catalysts เนื่องจาก DUAL-BED Catalyst มีข้อเสียคือเครื่องยนต์จะต้องทำงานที่สภาวะไอดีเข้มข้นตลอดเวลา ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงและ NH_3 ที่เกิดขึ้นใน BED ส่วนแรก จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เป็น NO_2 อีกใน BED ส่วนที่สองการควบคุมปริมาณ NO_X ก็เป็นไปได้ยาก จึงมีผู้คิด Three-way Catalyst ขึ้น นับเป็น Converter ที่มีประสิทธิภาพสูงและ

เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นการรวม BED ทั้งสองส่วนของ Dual – BED Catalyst เข้าด้วยกัน ใน Three-way Catalyst ก๊าซมลพิษทั้งสามได้แก่ CO HC และ NO_x จะถูกบำบัดไปพร้อมกัน นั่นคือที่มาของชื่อ Converter แบบนี้ การทำงานของ Three-way Catalyst ไม่ต้องการอากาศเพิ่มเติมจากภายนอก จึงไม่ต้องมีที่ปอากาศ แต่มีข้อจำกัดอยู่ว่า อัตราส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับ Stoichiometric A/F Ratio และค่า A/F Ratio และค่า A/F Ratio ในขณะเครื่องยนต์ทำงานจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินกว่า 0.05 ซึ่งเป็นช่วง A/F Ratio ที่แคบมาก



<u>รูปที่ 2.6</u> กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Convertion Efficiency กับ A/F Ratio ค่าต่างๆ

รูปนี้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของ Converter ในการบำบัด CO HC และ NO_x กับ A/F Ratio ที่ค่าต่างๆ และยังแสดงช่วงของ A/F Ratio ที่เหมาะสมเพื่อให้การบำบัดก๊าซมลพิษทั้งสามชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง



<u>รูปที่ 2.7</u> แสดงวงจรของ Closed-Loop Control กรณีที่จะใช้ Three-way Catalyst โดยไม่มีระบบ Closed-Loop Control ประสิทธิภาพจะมีค่าประมาณ 50% เท่านั้น

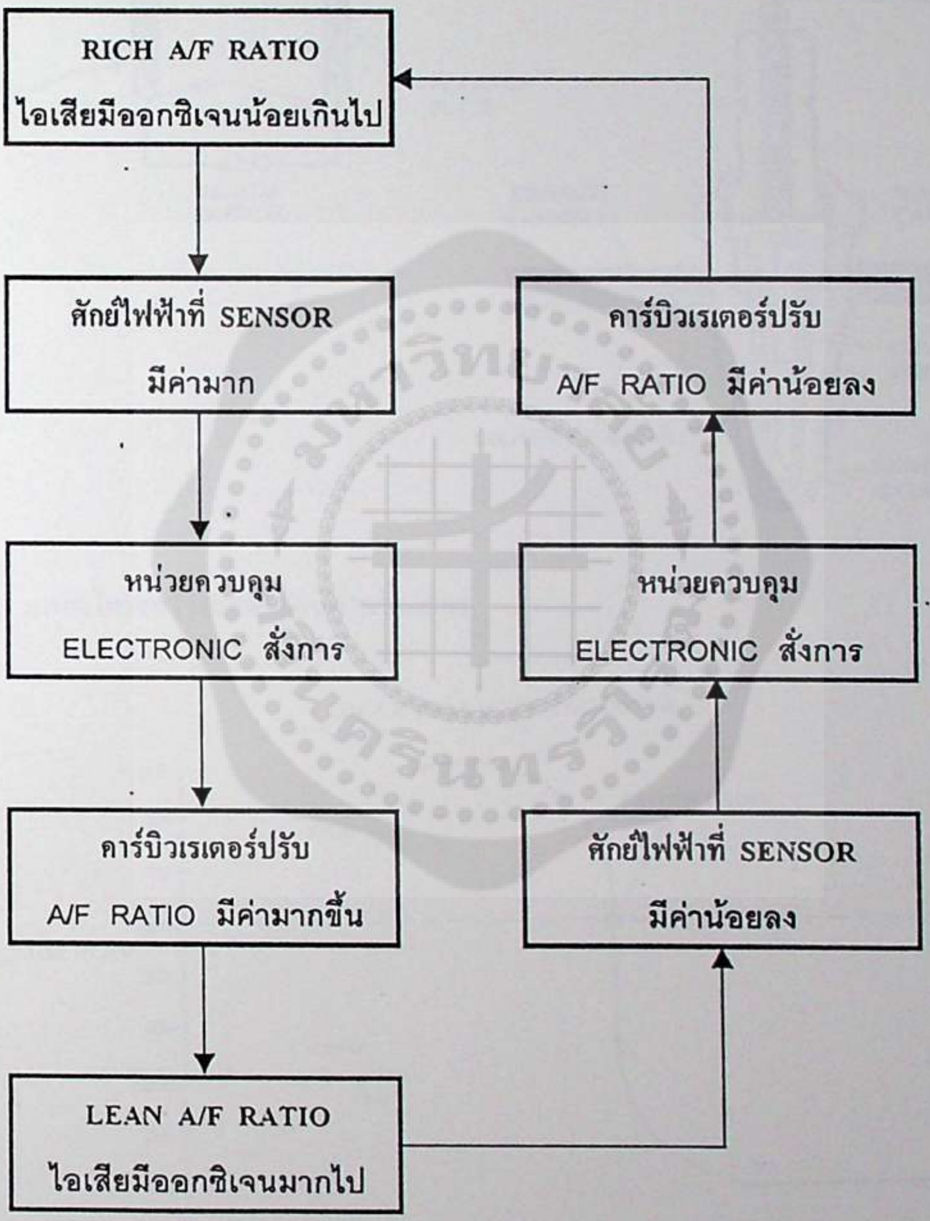
Closed-Loop Control จะเห็นว่าการควบคุม A/F Ratio ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดนี้ ค่อนข้างจะเกินความสามารถของเครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บิวเรเตอร์ธรรมดาทั่วๆ ไปหรือแม้แต่เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบหัวฉีดก็ตาม ดังนั้นการควบคุม A/F Ratio ให้อยู่ในช่วงดังกล่าวจะต้องอาศัยวิธี Closed-Loop Control เท่านั้น โดยการติดตั้ง Oxygen Sensor ไว้ที่ท่อไอเสีย (ก่อนที่จะถึง Catalytic Converter) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุม (Electronically Controlled Unit) ซึ่งจะแปรสัญญาณส่งไปยังระบบจ่ายเชื้อเพลิงเพื่อควบคุมการปรับส่วนผสมของไอดีอยู่ภายในช่วงที่ต้องการอีกทอดหนึ่ง

O_2 Sensor เซ็นเซอร์ จะถูกติดตั้งอยู่ใน Exhaust Manifold และทำการตรวจจับความเข้มของออกซิเจนในไอเสีย เซ็นเซอร์จะคำนวณ A/F Ratio และส่งผลไปที่ ECU (electronic control unit) ถ้ามีปริมาณออกซิเจนมากเซ็นเซอร์จะปรับให้ส่วนผสมน้อยลง แต่ถ้ามีออกซิเจนน้อยเซ็นเซอร์ก็จะปรับส่วนผสมให้มากขึ้น

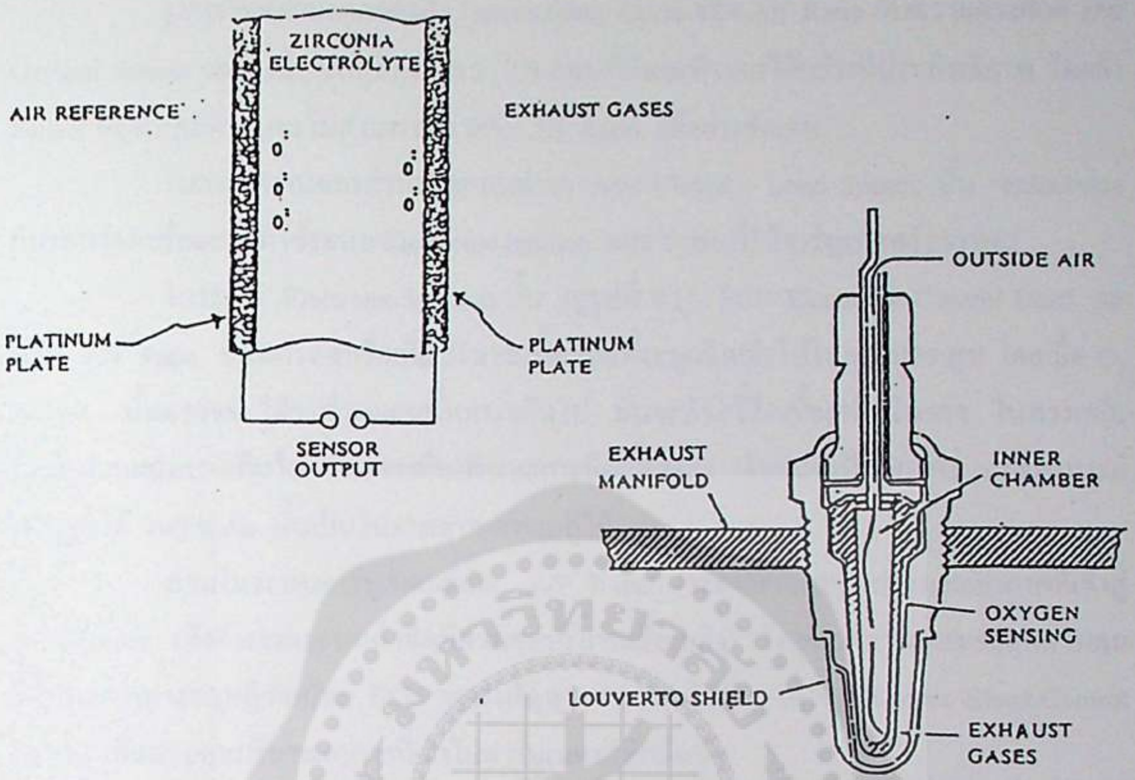
<u>โครงสร้างของ Oxygen Sensor</u>

Oxygen Sensor ประกอบด้วยวัสดุที่ทำจาก Zirconium Dioxide ซึ่งเป็นเซรามิกซ์ชนิดหนึ่ง ฉาบด้วยชั้นบางๆ ของ Platinum ทั้งสองด้าน วัสดุประเภทนี้จะมีความต้านทานไฟฟ้าสูงที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตอนที่วัสดุเย็นแต่อุณหภูมิสูงไอออนของออกซิเจนสามารถผ่านวัสดุได้เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มของออกซิเจนในอากาศและในไอเสีย กระบวนการนี้ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นเมื่อ A/F Ratio มีค่าลดลง (Richer) กว่าค่าตามทฤษฎี จะทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มของออกซิเจนมากระหว่างภายใน(ไอเสีย)และภายนอก

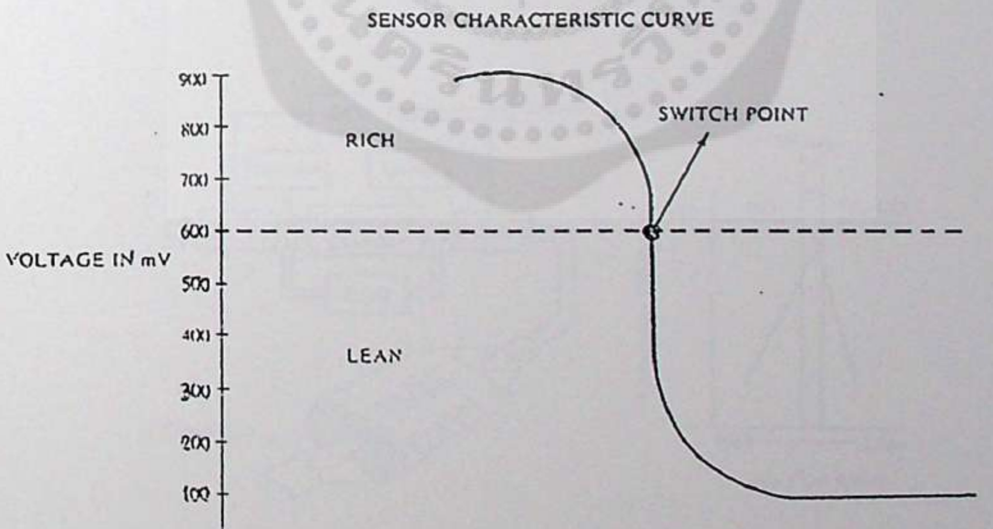
(บรรยากาศ) ของตัวเซ็นเซอร์ (ดูรูป) จะทำให้เซ็นเซอร์สร้างศักย์ไฟฟ้าขึ้นมาประมาณ 1 V ในทางตรงกันข้ามเมื่อ A/F Ratio มีค่ามากขึ้น (Leaner) ทำให้มีความแตกต่างของออกซิเจนน้อยมาก เซ็นเซอร์จะผลิตศักย์ไฟฟ้าที่อ่อนมาก (เกือบเป็น 0)



<u>รูปที่ 2.8</u> Flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของ Oxigen Sensor Zirconia Oxyger Cell



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างของออกซิเจนเซ็นเซอร์



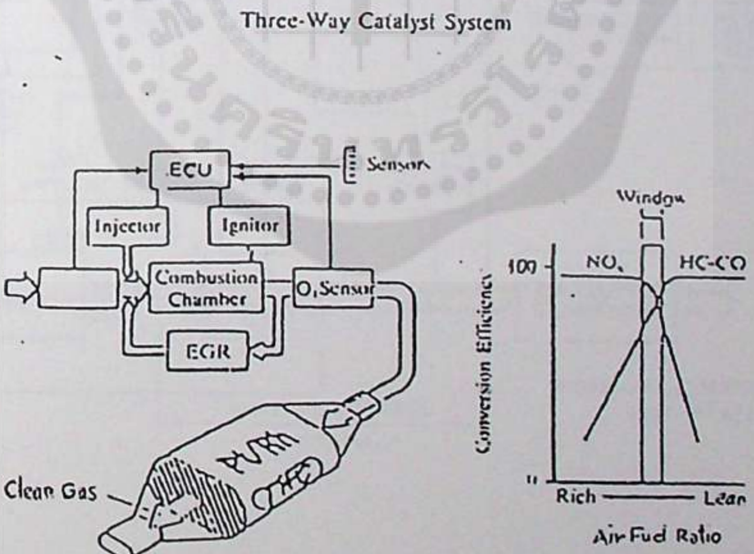
รูปที่ 2.10 แสดงความสัมพันธ์ของ A/F Ratio กับความต่างศักย์ของออกซิเจนเซ็นเซอร์

รูปกราฟที่ผ่านมาแสดงถึง Characteristic Curve ของ A/F Ratio กับความต่างศักย์ โดย Oxygen Sensor จะต้องมีอุณหภูมิสูง (315 °C) ก่อนที่มันจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถ้า Sensor มีอุณหภูมิต่ำมันจะไม่สามารถตรวจจับ A/F Ratio ได้อย่างชัดเจน

ในการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของ Closed – Loop System นั้น จะแตกต่างกันระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบ Electronic Ignition และ ระบบที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ธรรมดา

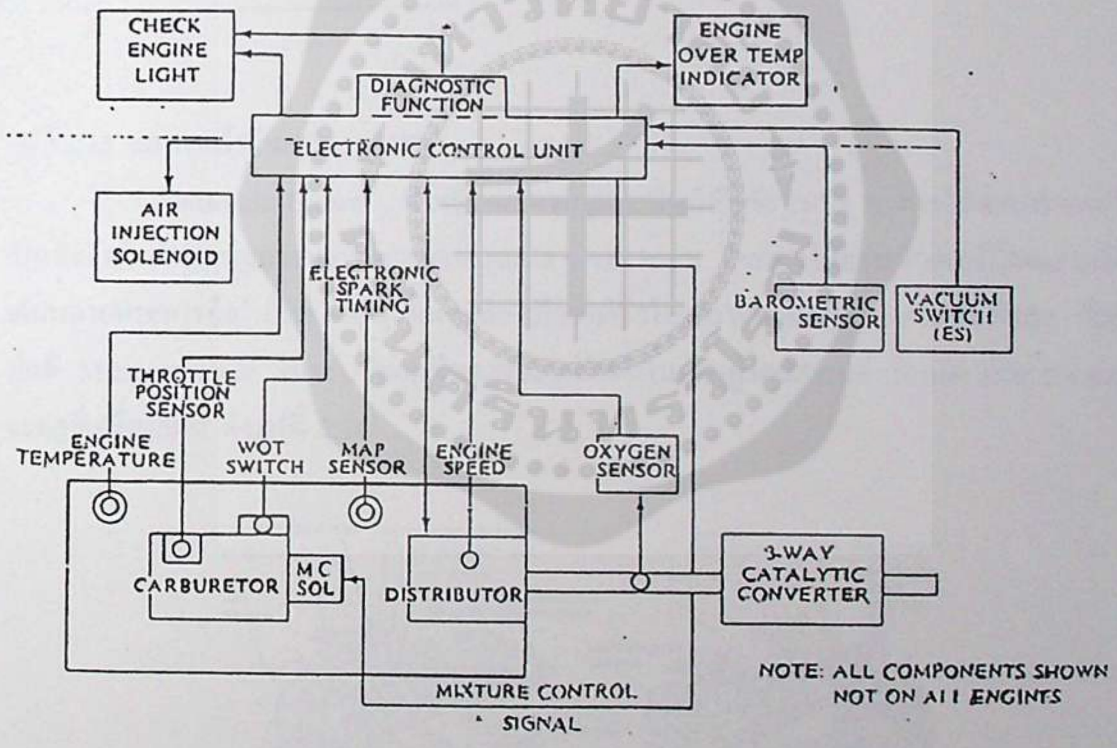
ในระบบ Electronic Ignition นั้น (ดูรูปที่ 8.11 ECU Electronic Control Unit) จะปรับ A/F Ratio จากการลดหรือเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่จะถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบ โดยเมื่อ O_2 Sensor นั้นตรวจจับได้วาส่วนผสมนั้นหนาเกินไป มันจะสั่งให้ฉีดเชื้อเพลิงน้อยลง ในทางกลับกันถ้าส่วนผสมบางเกินไป มันก็จะเพิ่มปริมาณการฉีดเชื้อเพลิง ทำเช่นนี้เป็นวัฏจักร และสามารถควบคุมให้ A/F Ratio นั้นเป็นไปตามค่าทางทฤษฎีได้

ส่วนในระบบคาร์บูเรเตอร์นั้น A/F Ratio จะถูกควบคุมโดยปริมาณอากาศที่เข้าสู่ Air Bleeder (ซึ่งต่างจากระบบหัวฉีดที่ควบคุมปริมาณเชื้อเพลิง) โดยปกติส่วนผสมจะถูกควบคุมให้หนากว่าทางทฤษฎีเล็กน้อย ECU จะส่งสัญญาณควบคุมไปที่ EBCV (Electric Bleed Control Valve) เพื่อควบคุมปริมาณอากาศที่เข้าในคาร์บูเรเตอร์อีกทีหนึ่ง



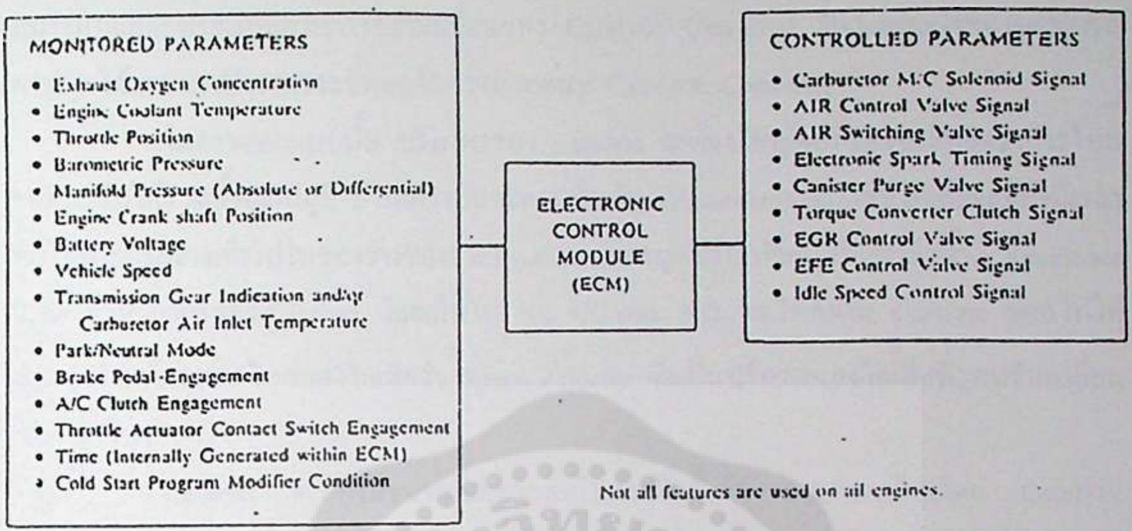
<u>รูปที่ 2.11</u> แสดง Closed Loop System ในเครื่องยนต์ระบบ Electronic Ignition

ระบบ CCC Computer Command Cpmtrp; Ststem เริ่มในปี ค.ศ. 1978 (พ.ศ. 2521) เป็นแบบ Analog ซึ่งมีความสามารถน้อย คือสามารถควบคุมได้เพียง 1 Input 1 Output เท่านั้น ในปี ค.ศ. 1979 G.M. 9General Motors) ของอเมริกาได้ประดิษฐ์แบบ Digital ขึ้น โดยมีการใช้เทคโนโลยีด้านไมโครโพรเซสเซอร์ทำให้ระบบสามารถควบคุมได้หลาย Input Output ในปี ค.ศ. 1981 CCC สามารถควบคุมเครื่องยนต์ที่ทำงานแตกต่างกันได้ถึง 15 สถานการณ์จึงเป็นระบบที่ช่วยในด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้อย่างดีรวมทั้งยังช่วยให้ Catatytic Converter ทำการควบคุม HC CO NO_X อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย



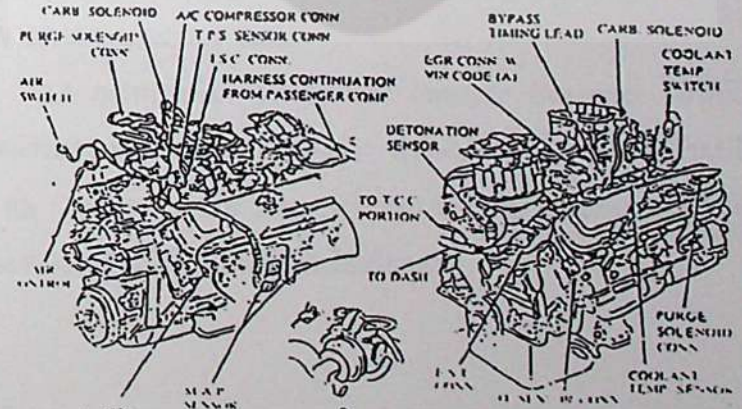
รูปที่ 2.12 แสดงระบบ Computer Command Control

CCC ที่พัฒนาขึ้นมานี้จะมีระบบเตือนผู้ขับขี่ต่าง ๆ กันมากมาย ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานโดยแสดงในตารางต่อไปนี้



รูปที่ 2.13 แสดงหน้าที่ของระบบ CCC

Electronic Control สำหรับการควบคุมมลพิษที่ซับซ้อนมาก ๆ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งจำเป็นในการดูแลและการควบคุมส่วนต่าง ๆ ของระบบ โดยการใช้คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติเด่นหลายประการคือ น้ำหนักเบา ขนาดเล็ก มีความเร็วในการทำงาน มีความน่าเชื่อถือสูง โดยปกติ Microprocessor ในระบบคอมพิวเตอร์จะถูกติดตั้งในห้องผู้โดยสารแต่ Senser และ Switch จะอยู่ที่เครื่องยนต์ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงตำแหน่งของ Electronic Control

<u>เงื่อนไขในการใช้งาน Catalytic Converter</u>

1. ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของ Catalytic Converter มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อสมรรถนะและประสิทธิภาพการปรับเปลี่ยนของ Catalytic Converter ปัจจัยบางประการสามารถควบคุมได้และบางประการจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ Catalytic Converter

ในการออกแบบนั้น ปริมาตรของ Catalyst จะต้องใหญ่พอที่จะรองรับอัตราการไหลของไอเสียได้รวมทั้งอุณหภูมิ การแผ่รังสีและการเป็นพิษ (Poisoning) กล่าวคือไอเสียจะต้องมีเวลาพอในการกระจายเข้าไปในช่องว่างของCatalyst(Pore)และถูกปรับเปลี่ยน เรียกเวลานี้ว่า Residence Time ถ้าปริมาตรของ Catalyst น้อยเกินไป HC CO และ NO_X จะไหลผ่าน Catalyst ออกไปได้เลย จะเรียกอัตราการไหลของไอเสียว่า Space Velocity ซึ่งเป็นปริมาณของไอเสียที่ถูกปรับเปลี่ยนต่อ 1 ชั่วโมง

Catalyst จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมในการติดตั้งกับยานพาหนะด้วยโดย Catalytic Converter ควรจะติดตั้งอยู่ใกล้กับเครื่องยนต์ให้มากที่สุดเพื่อความรวดเร็วในการปรับเปลี่ยน และควรมีอุณหภูมิขณะใช้งานประมาณ 375 $^{\circ}$C – 600 $^{\circ}$C โดยไม่ควรเกิน 815 $^{\circ}$C

อัตราการกินน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ ควรมีน้อยที่สุด หรือไม่เกิน 0.12 ลิตรต่อระยะทางวิ่ง 1,000 กิโลเมตร เนื่องจากสารฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ที่ผิว Catalyst จะทำให้ประสิทธิภาพของ Catalytic Converter ลดลง

Air Fuel Ratio ก็เป็นปัจจัยหลักอันหนึ่งที่มีผลต่อการปรับเปลี่ยน CO และ NO_X ซึ่งสามารถควบคุมได้จากระบบควบคุม ซึ่ง A/F Ratio ควรจะมีค่าใกล้ Stoichiometry มากที่สุดหรือไม่ควรเกิน 0.5 มากหรือน้อยกว่าค่า Stoichiometry

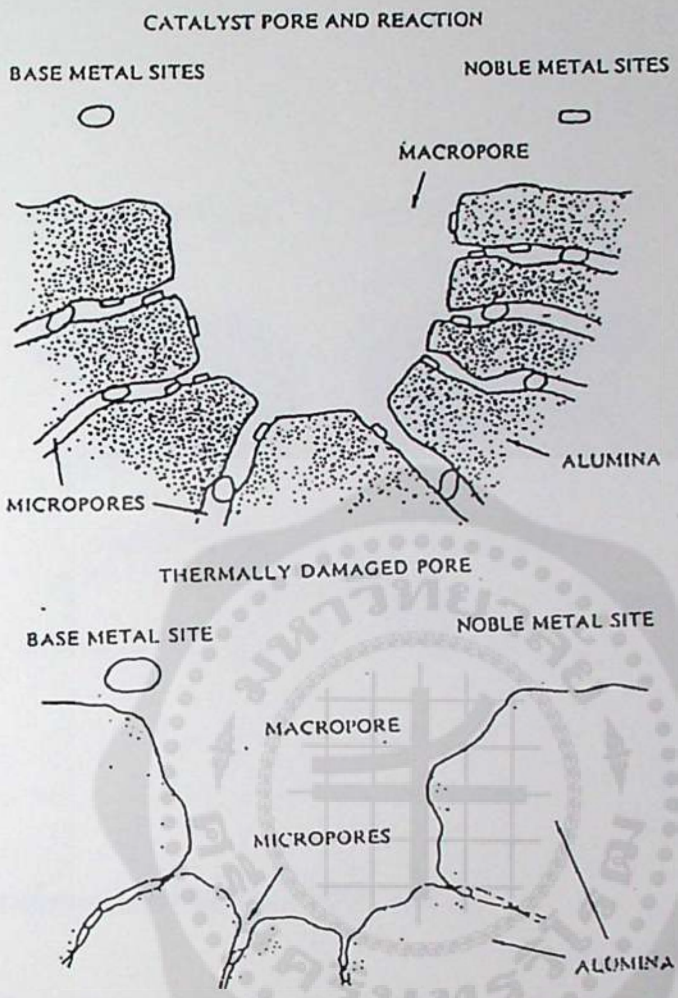
2. การทำงานผิดปกติของ Catalyst เกิดจากการที่อุณหภูมิขณะทำงานสูงเกินไป การเป็นพิษ และการขาดการควบคุม A/F Ratio

2.1 อุณหภูมิ ในการทำงานของ Catalytic Converter ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้เกิดการออกซิเดชันของ Rhodium ทำให้ประสิทธิภาพการปรับเปลี่ยนลดลง โดยโลหะ Pt, Pl, Rh จะเกิดการรวมตัวกัน หรือจะรวมตัวกับโลหะอื่นทำให้ไปอุดตันช่องว่างใน Catalyst (Catalyst Pore) ทำให้พื้นที่สัมผัสกับไอเสียลดลง

ตารางที่ 2.2 แผนผัง ผลของอุณหภูมิที่มีต่อ Catalytic Converter

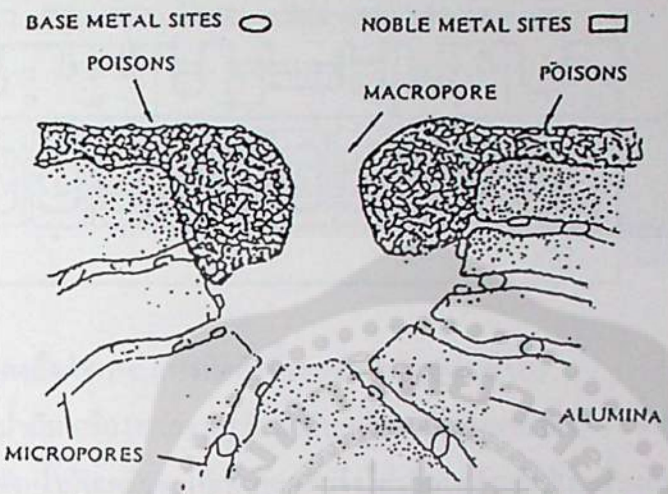
อุณหภูมิ (°C)	ผลที่เกิดขึ้น
1900	PELLET ,ละลาย
1800	
1700	เซรามิกแบบอุณหภูมิสูงละลาย (50% mullite 50% titinate)
1600	โลหะ monolith ละลาย
1500	เซรามิก monolith ละลาย (cordierite)
1400	**เซรามิก monolith อ่อนตัวลง**
1300	cordierite เปลี่ยน phase เป็น muillite
1200	อลูมีนา แบบ แกมมาเปลี่ยน phase เป็นแบบอัลฟา
1100	plattinum และ rhodium รวมตัวเป็น alloy
900	plattinum และ palladium รวมตัวเป็น alloy อลูมีนาเกิดการคืนตัว(sinter)
800	
700	plattinum เกิดการ คืนตัว (sinter) rhodium กับ อลูมีนา รวมตัวกัน
600	
500	**อุณหภูมิปกติของ Converter**
400	

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน (Thermal Degradation) ของสาร PGM และอลูมีนาจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรง ดังนั้นระยะเวลาที่ Converter ต้องทำงานในช่วงอุณหภูมิสูงมากๆ จะมีอิทธิพลอย่างยิ่งกับอายุการใช้งานของ Converter ในกรณีเครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ เช่น Misfree (การที่หัวเทียนไม่จุดระเบิดส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะเข้าไปเผาไหม้ในระบบท่อไอเสีย) ทำให้อุณหภูมิของไอเสียอาจเพิ่มขึ้นสูงกว่า 1400 °C ซึ่งอุณหภูมิขนาดนี้ สามารถทำอันตราย Catalytic Converter ได้อย่างสิ้นเชิง โดยหลอมละลายวัสดุที่เป็นโครงสร้างภายใน รถยนต์ที่ใช้ Catalytic Converter จึงจะต้องมีระบบจุดระเบิดที่แม่นยำคงทน และเชื่อถือได้ เช่น ระบบ Electronic Ignition



รูปที่ 2.15 แสดงถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อ Catalyst

2.2 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อายุการใช้งานของ Catalytic Converter สั้นลงคือ Poisoning โดยสารเพิ่มคุณภาพ (Additive) ที่มีอยู่ในน้ำมันก๊าซโซลีน เช่น สารตะกั่ว (Tetraethyl Lead TEL) ซึ่งเป็นตัวเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันให้สูงขึ้น โดยในน้ำมันไร้สารตะกั่วจะมีค่าออกเทนประมาณ 91-92 ส่วนในน้ำมันเบนซินซุปเปอร์จะมีค่าออกเทนประมาณ 97 เมื่อเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ ก็จะได้สารประกอบของตะกั่ว เช่น Lead Bromide หรือ Lead Chloride ออกมากับไอเสีย และไปเคลือบหรืออุดผิวซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุนของ Converter ทำให้สาร PGM ที่เคลือบอยู่ไม่สัมผัสกับ CO HC และ NO_x ทำให้ปฏิกิริยา Reduction และ Oxidation เกิดได้น้อยลง (เรียกว่า Poisoning) เครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter จึงจำเป็นจะต้องใช้น้ำมันก๊าซโซลีนไร้สารตะกั่วเท่านั้น นอกจากนี้กำมะถันในน้ำมันก๊าซโซลีนและฟอสฟอรัสในน้ำมันหล่อลื่นก็สามารถทำให้ Converter เกิด Poisoning ได้ด้วยเหมือนกัน



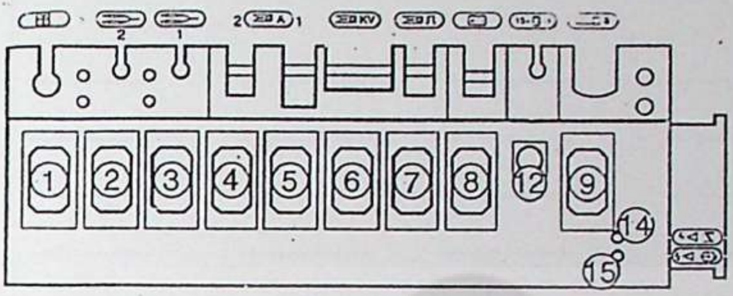
รูปที่ 2.16 แสดงถึงผลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อ Catalyst

จึงสรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาในการใช้งานของ Converter เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของ Converter ย่อมจะต้องมีค่าลดลง ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการระวังรักษาของผู้ใช้ เช่น ไม่ควรใช้ร่วมกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารตะกั่ว และถึงแม้เครื่องยนต์จะใช้เฉพาะน้ำมันกาซโซลีนไร้สารตะกั่วแล้วก็ตาม ประสิทธิภาพของ Converter ก็อาจลดลงได้อีกด้วยสาเหตุจากฟอสฟอรัสและกำมะถัน แต่จะมีผลกระทบไม่รุนแรงและรวดเร็วเหมือนสารตะกั่ว

หอสมุดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
107 ถนนรังสิต-นครนายก อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

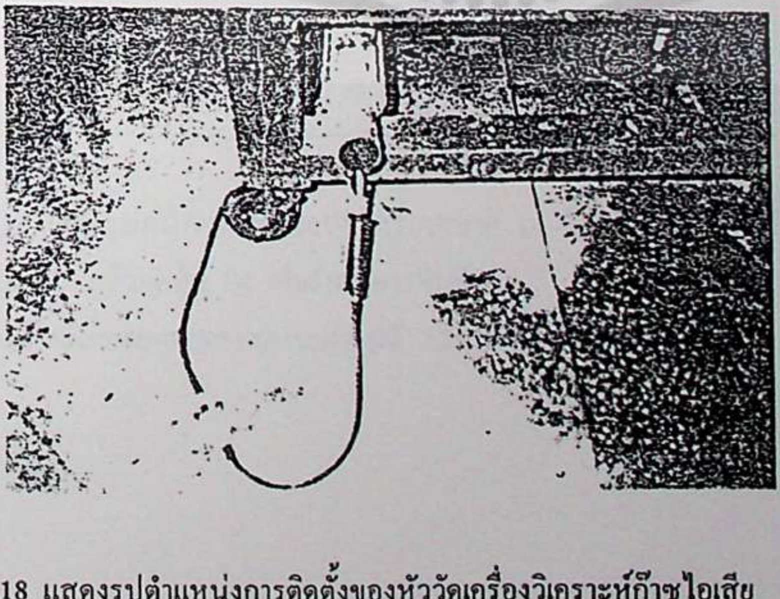
<u>วีธีการใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย BOSCH FSA 560</u>

1. ทำสายสัญญาณที่ 12 ดังรูปที่ 2.17 คีบที่ขั้วของคอยล์โดยนำที่คีบสีเหลืองต่อกับขั้วบวกและที่คีบสีเขียวต่อกับขั้วลบของคอยล์จุดระเบิดของเสียเครื่องยนต์



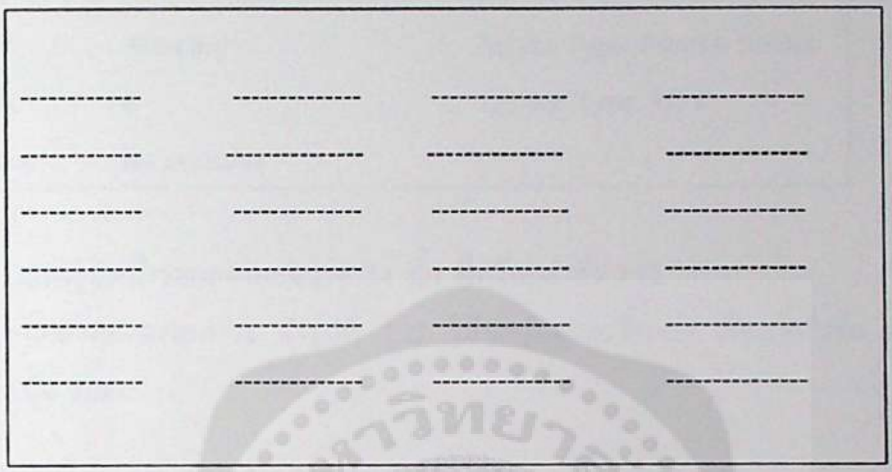
<u>รูปที่ 2.17</u> แสดงถึงตำแหน่งการติดตั้งขั้วของสายสัญญาณต่างๆ

2. นำเหล็กวัดน้ำมันเครื่องออกจากรูวัดน้ำมันเครื่องแล้วนำสายวัดที่ 1 ดังรูปที่ 2.17 วัดระยะกับเหล็กวัดระดับน้ำมันเครื่อง ให้เท่ากันแล้วจึงใส่รูวัดระดับน้ำมันเครื่องแทนการวัด
3. นำสายสัญญาณที่ 6 ดังรูปที่ 2.17 คีบกับสายทุติยภูมิของคอยด์จุดระเบิดของเครื่องยนต์
4. นำสายสัญญาณที่ 7 ดังรูปที่ 2.17 คีบกับสายไฟแรงสูงที่ขั้วหัวเทียนสูบที่ 1
5. นำสายสัญญาณที่ 8 ดังรูปที่ 2.17 คีบที่ขั้วแบตเตอรี่โดยนำสายสีแดงต่อที่ขั้วบวก และสายสีดำต่างที่ขั้วลบของแบตเตอรี่
6. นำหัวตัดก๊าซไอเสียเสียบเข้าปลายออกของท่อไอเสีย ดังรูปที่ 2.18



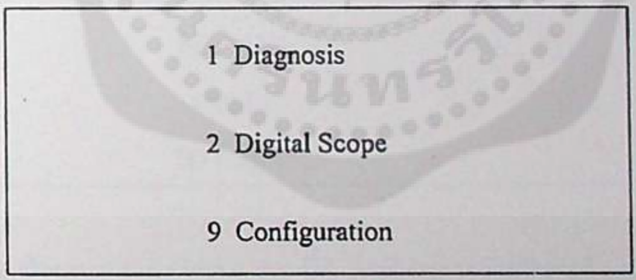
<u>รูปที่ 2.18</u> แสดงรูปตำแหน่งการติดตั้งของหัววัดเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

7. เปิดสวิตช์ไฟฟ้าเข้าเครื่องวัดก๊าซไอเสีย ซึ่งอยู่ด้านหลังของเครื่อง
8. รอให้เครื่องปรับสภาพการทำงานของตัวเอง โดยดูจากหน้าจอด้านล่างของเครื่องเมื่อเครื่องพร้อมจะแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.19



<u>รูปที่ 2.19</u> แสดงหน้าผลในส่วนของ Exhaust gas test

9. เมื่อหน้าจอด้านบนแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.20 ให้เลือกที่หัวข้อ 1. Diagnosis โดยใช้ปุ่มลูกศรเป็นปุ่มเลือกแล้ว Enter



<u>รูปที่ 2.20</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลของเครื่องขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมรับคำสั่งเลือก 1. Diagnosis

10. กดปุ่ม F3 แล้วกดปุ่ม F4 เพื่อรับค่าการพิมพ์
11. เมื่อหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.21 ให้ทำการกดปุ่ม F12

Name	:	Licence number:
Street	:	Km on the clock:
Postcode/Town	:	Order number:
Telephone	:	Comment:
Mark	: Standard	Engine Type: Petrol 4-Strake
No. of cyls.	: 4	Ignition Type: ROV
TDC System	: not available	

<u>รูปที่ 2.21</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมคำสั่ง F12

12. หน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะ ดังรูปที่ 2.22 ให้กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เลือกที่หัวข้อ Standard แล้วกดปุ่ม Enter

CURRENT VEHICLE
STANDARD
BMW
MERCEDES
MIRSUBISHI
NISSAN
OPEL
TOYOTA

<u>รูปที่ 2.22</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมการรับคำสั่งเลือก Standard

13. เมื่อหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.23 ให้กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง และซ้าย-ขวา เลือก Petrol 4- Stroke และ 4 แล้วกดปุ่ม Enter

Engine type	No. of cylinder
Petrol 4- stroke	1
Petrol 2- stroke	2
Petrol Wankel	4
Diesel 4- stroke	5
	6
	8
	10
	12

<u>รูปที่ 2.23</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมรับคำสั่งเลือก Petrol 4 - stroke และ 4

14. เมื่อหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะ ดังรูปที่ 2.24 ให้กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เลือกหัวข้อ 1342

Firing Order
1342
1432
1243
1324
No input
Manual input

<u>รูปที่ 2.24</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมรับคำสั่งเลือก 1342

15. เมื่อหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.25 ให้กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เลือกหัวข้อ ROV แล้วกดปุ่ม Enter

Ignition type

ROV

DFS

EFS with camshaft sensor

EFS with crankshaft scnsor

<u>รูปที่ 2.25</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมรับคำสั่งเลือก ROV

16. เมื่อหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.26 ให้กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เลือกหัวข้อ without TDC Pickup แล้วกดปุ่ม Enter

TDC PICKUP

Without TDC Pickup

Autom recongnition

Menu

Manual input

<u>รูปที่ 2.26</u> แสดงรูปหน้าจอแสดงผลขนาด 14 นิ้ว ที่พร้อมรับคำสั่ง without TDC Pickup

17. กดปุ่ม F12 และ กดปุ่ม F6 เมื่อรับข้อมูลที่ป้อนไว้แล้วกดปุ่ม Enter
18. ให้เลือกหัวข้อ Engine test และ Exhaust test แล้วกดปุ่ม Enter
19. ทำการปรับตั้งค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ตามต้องการที่คันเร่งของตัวเครื่องยนต์แล้วทำการกดปุ่ม F3 เพื่อเป็นการรับค่า
20. ถ้าต้องการให้เครื่องพิมพ์แสดงผลออกมาเป็นเอกสารแสดงผล ให้กดปุ่ม ESC เครื่องพิมพ์จะทำการพิมพ์ข้อมูลล่าสุดโดยอัตโนมัติ
21. ถ้าต้องการปิดการทำงานของเครื่องให้กดปุ่ม ESC อีกครั้งจนหน้าจอแสดงผลแสดงสภาวะดังรูปที่ 2.20 ให้ทำการกดปุ่มปิดเครื่องด้านหลังได้ทันที

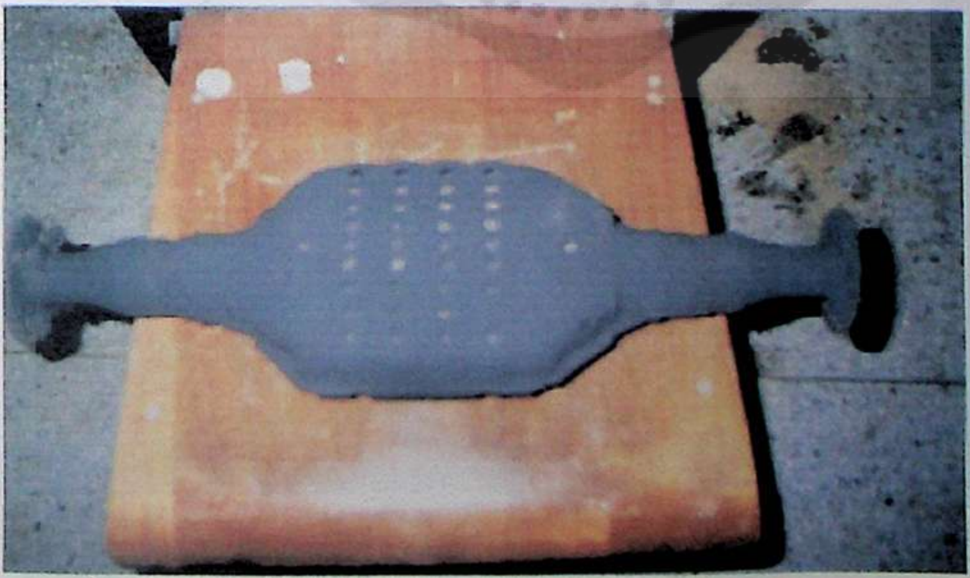
บทที่ 3

การทดลองและผลการทดลอง

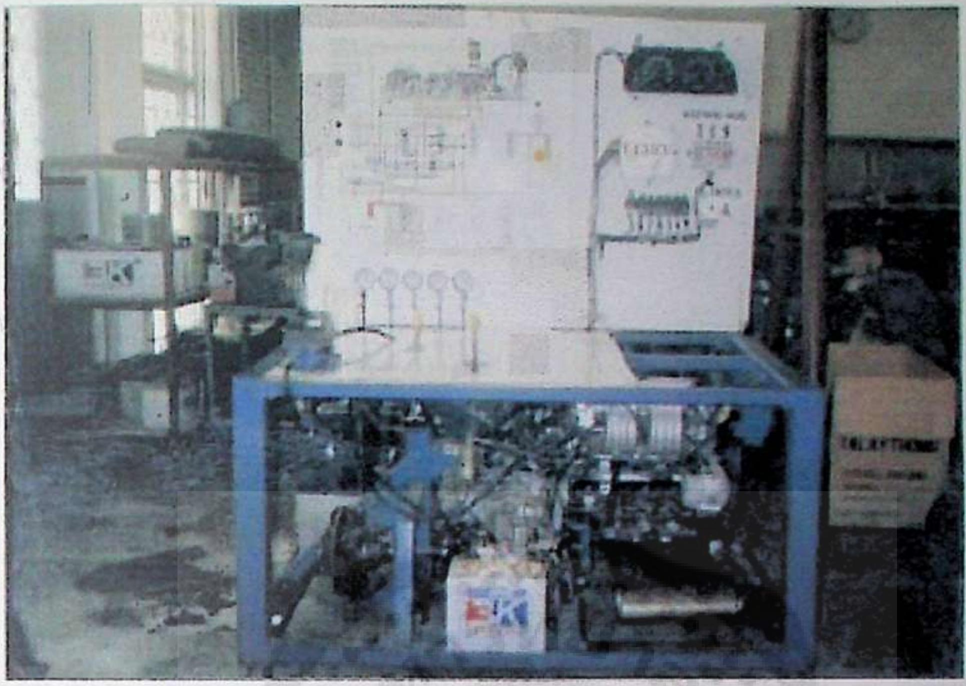
การทดลองนี้เป็นการนำเอา Catalytic Converter ที่เกิดการอุดตันมาติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์เพื่อหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)และไฮโดรคาร์บอน (HC) เพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างค่าที่ได้และไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพ

<u>อุปกรณ์การทดลอง</u>

1. Catalytic Converter (ดังรูปที่ 3.1)
2. เครื่องยนต์ TOYOTA รุ่น 4A - GE (ดังรูปที่ 3.2)
3. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย BOSCH FSA 560 (ดังรูปที่ 3.3)
4. กระบอกวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (ดังรูปที่ 3.4)
5. นาฬิกาจับเวลา (ดังรูปที่ 3.5)

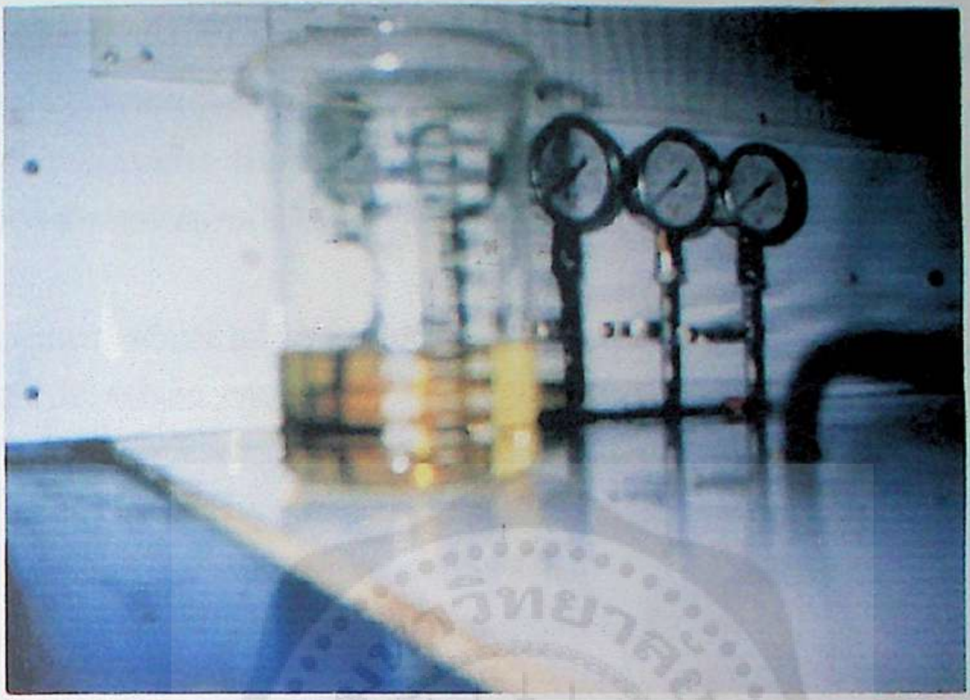


<u>รูปที่ 3.1</u> แสดงรูป Catalytic Converter



<u>รูปที่ 3.2</u> แสดงรูปของเครื่องยนต์ TOYOTA รุ่น 4A-GE 1600 CC

<u>รูปที่ 3.3</u> แสดงรูปเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย BOSCH FSA 560



<u>รูปที่ 3.4</u> แสดงรูปกระบอกวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

<u>รูปที่ 3.5</u> นาฬิกาจับเวลา

<u>วัตถุประสงค์ของการทดลอง</u>

1. เพื่อหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จากการติดตั้ง Catalytic Converter ที่เสื่อมประสิทธิภาพแล้วและจากการที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter
2. เพื่อหาปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่เสื่อมประสิทธิภาพแล้วและจากการที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

<u>ขั้นตอนการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC)</u>

1. ติดตั้งกระบอกวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับทางด้านดูดของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
2. เติมน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากระบอกวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้ระดับ
3. ติดตั้งหัววัดก๊าซไอเสียเข้ากับทางออกของท่อไอเสีย
4. บันทึกค่าระดับน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนทำการสตาร์ทเครื่องยนต์
5. สตาร์ทเครื่องยนต์และเดินเครื่องยนต์ในจังหวะรอบเดินเบา 1000 รอบ/นาที
6. สตาร์ทเครื่องยนต์เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการบันทึกระดับน้ำมันเชื้อเพลิงทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ลงในตารางบันทึก
7. เปิดเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียให้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซไอเสีย ทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาทีแล้วนำค่าบันทึกลงในตาราง
8. ทำการทดสอบซ้ำตามขั้นตอนข้อที่ 2. ถึงข้อที่ 7. โดยทำการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบเป็น 1500, 2000 และ 2500 รอบ/นาที ตามลำดับ
9. ปิดสวิตซ์กุญแจดับเครื่องยนต์
10. ถอดเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียออกจากปลายท่อไอเสียที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter
11. ทำการติดตั้ง Catalytic Converter ที่คาดว่าจะเสื่อมประสิทธิภาพเข้ากับท่อไอเสียของเครื่องยนต์ โดยติดตั้งระหว่างท่อร่วมไอเสียกับหม้อนำพักไอเสีย
12. ทำการเดินเครื่องยนต์เป็นเวลา 10 นาที ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที แล้วทำการบันทึกระดับน้ำมันเชื้อเพลิงทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ลงในตารางบันทึก
13. ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียเข้ากับทางออกของท่อไอเสีย
14. เปิดเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย ให้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซไอเสียแล้วนำค่าที่ได้มาบันทึกลงในตาราง
15. ทำการทดสอบซ้ำตามขั้นตอนที่ 13. ถึงข้อที่ 15. โดยทำการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบเป็น 1500, 2000 และ 2500 รอบ/นาที

<u>ผลการทดลองวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC)</u>

เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองข้อที่ 1-15 แล้วจะได้ ผลการทดลอง ตามตารางผลการทดลอง ดังต่อไปนี้ ซึ่งจะแสดงตามตารางที่ 3.1 - 3.35

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ.เวลาต่างๆทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา (นาที)	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	100	100	50	60
10	190	180	140	130
15	260	250	200	190
20	350	340	270	260
25	410	420	350	350
30	500	510	470	480

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.546	1.227	0.753	0.636	320	351	322	351
10	0.566	1.276	0.697	0.637	355	373	326	333
15	0.526	1.265	0.676	0.713	297	377	324	311
20	0.568	1.233	0.665	0.614	346	370	312	321
25	0.483	1.118	0.667	0.633	339	380	328	347
30	0.530	1.084	0.654	0.578	348	390	354	356
ค่าเฉลี่ย	0.537	1.201	0.683	0.635	334.16	374.00	327.66	336.50

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	100	100	70	90
10	200	210	190	200
15	330	340	300	320
20	460	450	400	420
25	580	590	550	560
30	720	700	650	670

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.222	0.483	0.328	0.310	171	193	188	202
10	0.219	0.519	0.344	0.329	177	195	186	184
15	0.269	0.547	0.350	0.296	181	202	189	189
20	0.234	0.534	0.338	0.314	177	198	192	199
25	0.239	0.470	0.330	0.313	167	178	192	199
30	0.238	0.503	0.324	0.337	162	194	174	204
ค่าเฉลี่ย	0.236	0.509	0.336	0.317	172.50	193.33	186.83	196.16

<u>ตารางที่ 3.5</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	150	140	160	150
10	300	250	280	290
15	430	380	430	420
20	550	500	580	590
25	650	650	730	740
30	790	770	900	890

<u>ตารางที่ 3.6</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.408	0.951	0.593	0.443	132	173	150	140
10	0.437	0.958	0.540	0.499	127	174	130	144
15	0.456	0.914	0.564	0.559	120	163	139	138
20	0.428	0.935	0.547	0.560	122	163	136	137
25	0.462	0.991	0.451	0.578	133	162	121	138
30	0.378	1.008	0.493	0.567	108	167	124	132
ค่าเฉลี่ย	0.428	0.960	0.531	0.534	123.66	167.00	133.33	138.16

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	150	160	170	180
10	310	320	320	330
15	450	460	500	500
20	580	600	790	780
25	710	730	900	890

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.807	1.609	0.926	1.109	164	209	170	177
10	0.604	1.672	0.946	1.044	155	216	170	176
15	0.642	1.416	0.971	0.985	170	204	164	168
20	0.427	1.463	0.906	1.101	123	192	163	181
25	0.405	1.463	0.945	1.066	118	200	159	182
ค่าเฉลี่ย	0.577	1.525	0.939	1.061	146.0	204.20	165.20	176.80

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	60	100	70	90
10	150	150	150	140
15	210	270	230	240
20	280	350	290	280
25	360	450	360	360
30	450	500	480	490

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC)ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.713	3.887	0.585	0.026	377	585	411	61
10	0.838	3.480	0.699	0.007	369	581	426	15
15	0.820	3.553	0.927	0.024	377	590	472	51
20	0.797	3.510	1.549	0.011	379	592	514	24
25	0.857	3.514	1.169	0.015	398	584	491	31
30	0.757	3.677	2.262	0.051	396	593	524	123
ค่าเฉลี่ย	0.797	3.601	1.199	0.022	382.66	587.50	473.0	50.8

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 1500รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	120	100	170	110
10	220	230	300	220
15	320	350	450	310
20	430	460	600	440
25	570	580	780	580
30	670	700	930	670

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.146	2.945	1.499	0.009	109	390	297	17
10	0.073	2.199	1.488	0.032	60	348	319	25
15	0.042	1.937	1.501	0.023	42	342	327	21
20	0.033	1.982	1.542	0.009	34	347	304	15
25	0.031	1.888	1.667	0.006	35	351	309	11
30	0.030	1.840	1.569	0.007	33	346	307	12
ค่าเฉลี่ย	0.059	2.132	1.544	0.014	52.16	354	310.5	16.83

ตารางที่ 3.13 **ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน**

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง(มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	130	140	170	160
10	290	300	300	300
15	430	470	450	440
20	580	650	600	590
25	720	840	780	760
30	880	970	930	920

ตารางที่ 3.14 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)ไฮโดรคาร์บอน(HC) ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.065	3.230	2.422	1.134	29	275	271	188
10	0.045	3.556	2.055	1.306	41	285	261	187
15	0.011	3.659	2.660	1.265	10	282	288	187
20	0.007	5.235	2.192	1.265	10	334	250	192
25	0.008	0.901	2.149	1.323	12	219	259	190
30	0.008	0.718	2.191	1.279	12	142	250	182
ค่าเฉลี่ย	0.024	2.883	2.277	1.265	19.0	256.16	263.16	187.66

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	170	180	190	170
10	370	370	380	320
15	560	550	550	560
20	780	750	800	820
25	950	950	970	980

ตารางที่ 3.16 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน(HC)ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ทั้ง 4 ครั้ง ณ. เวลาต่างๆ ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 25 นาที ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

เวลา	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)				ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)			
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
5	0.075	1.072	2.339	1.074	43	163	226	143
10	0.190	1.020	2.474	1.149	59	146	233	144
15	0.201	1.088	2.374	1.097	61	148	231	143
20	0.250	1.167	2.133	1.148	69	168	215	143
25	0.387	1.160	2.177	1.277	80	169	228	171
ค่าเฉลี่ย	0.221	1.101	2.229	1.162	62.4	158.8	225.5	153.5

<u>ตารางที่ 3.17</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	16.667	
2	17.000	16.667
3	15.667	
4	16.000	

<u>ตารางที่ 3.18</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.537	334.167
2	1.201	374.000
3	0.683	327.667
4	0.635	336.500
ค่าเฉลี่ย	0.764	343.084

<u>ตารางที่ 3.19</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ย(มิลลิลิตร/นาที)
1	24.000	
2	23.333	22.917
3	21.667	
4	22.667	

<u>ตารางที่ 3.20</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.236	172.500
2	0.509	193.333
3	0.336	186.833
4	0.317	196.167
ค่าเฉลี่ย	0.350	187.208

<u>ตารางที่ 3.21</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/ นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	26.333	
2	25.666	27.917
3	30.000	
4	29.667	

<u>ตารางที่ 3.22</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.428	123.667
2	0.960	167.000
3	0.531	133.333
4	0.534	138.167
ค่าเฉลี่ย	0.613	140.542

ตารางที่ 3.23 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	28.400	
2	29.200	32.300
3	36.000	
4	35.600	

ตารางที่ 3.24 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.577	146.000
2	1.525	204.200
3	0.939	165.200
4	1.061	176.800
ค่าเฉลี่ย	1.026	173.050

ตารางที่ 3.25 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	15.000	
2	16.667	16.000
3	16.000	
4	16.333	

ตารางที่ 3.26 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.797	382.667
2	3.601	587.500
3	1.199	473.000
4	0.022	50.833
ค่าเฉลี่ย	1.405	373.500

ตารางที่ 3.27 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	22.333	
2	23.333	22.667
3	22.667	
4	22.333	

ตารางที่ 3.28 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.059	52.167
2	2.132	354.000
3	1.544	310.500
4	0.014	16.833
ค่าเฉลี่ย	0.937	183.375

<u>ตารางที่ 3.29</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/ นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	29.333	
2	32.333	30.833
3	31.000	
4	30.667	

<u>ตารางที่ 3.30</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.024	19.000
2	2.883	256.167
3	2.277	263.167
4	1.265	187.667
ค่าเฉลี่ย	1.612	181.500

<u>ตารางที่ 3.31</u> ตารางแสดงผลการวัดปริมาณสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (มิลลิลิตร/นาที)	ค่าเฉลี่ยรวม (มิลลิลิตร/นาที)
1	38.000	
2	38.000	38.500
3	38.800	
4	39.200	

ตารางที่ 3.32 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

การวัดครั้งที่	คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) (%vol.)	ไฮโดรคาร์บอน(HC) (ppm.vol.)
1	0.221	62.400
2	1.101	158.800
3	2.229	225.500
4	1.162	153.500
ค่าเฉลี่ย	1.178	150.050

ตารางที่ 3.33 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เฉลี่ยที่ความเร็วรอบ 1000,1500,2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

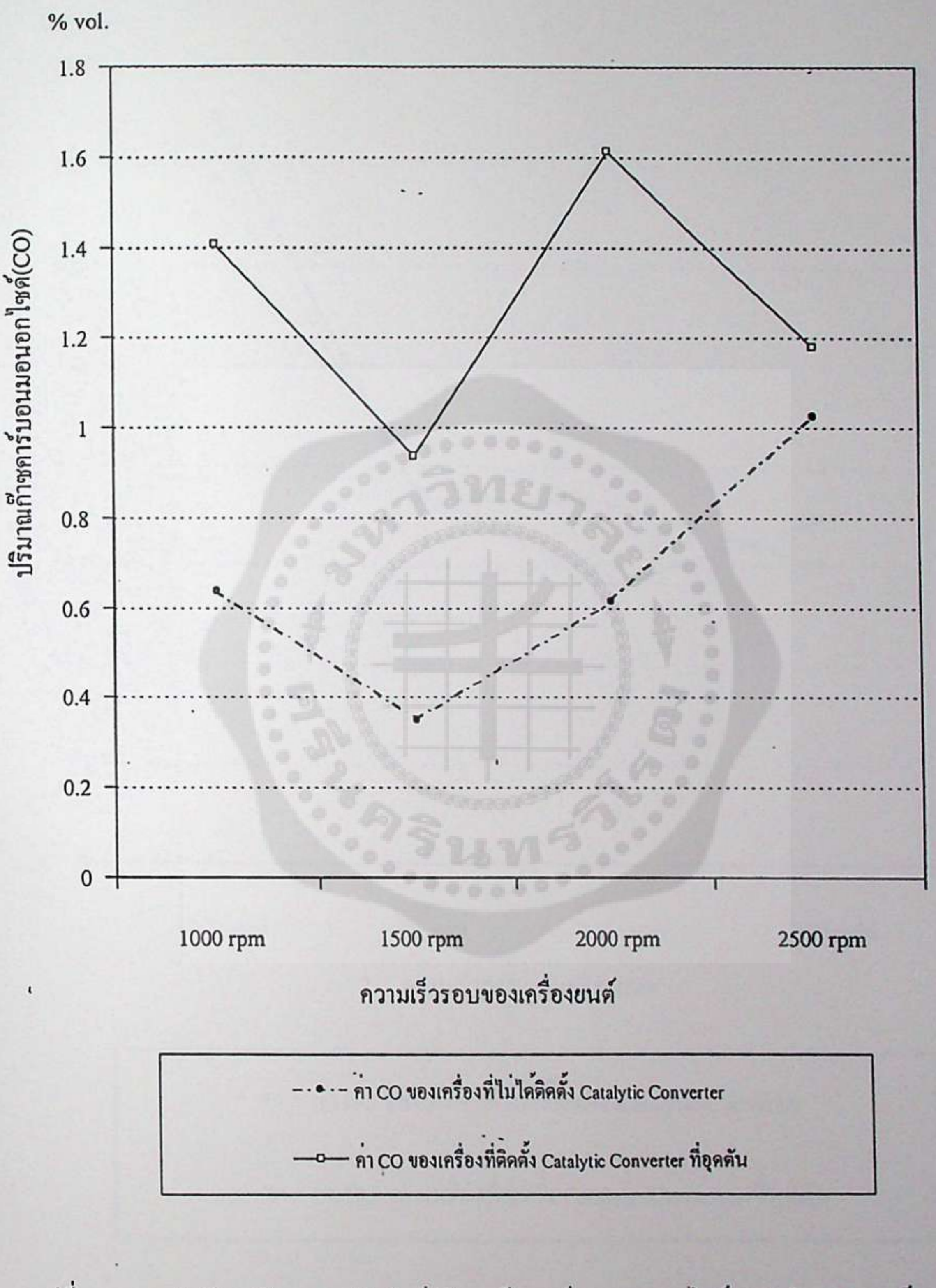
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย (มิลลิลิตร/นาที) ที่ไม่ได้ติดตั้ง	ที่ติดตั้ง
1000	16.667	16.000
1500	22.917	22.667
2000	27.917	30.833
2500	32.300	38.500

ตารางที่ 3.34 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) เฉลี่ยความเร็วรอบ 1000,1500,2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

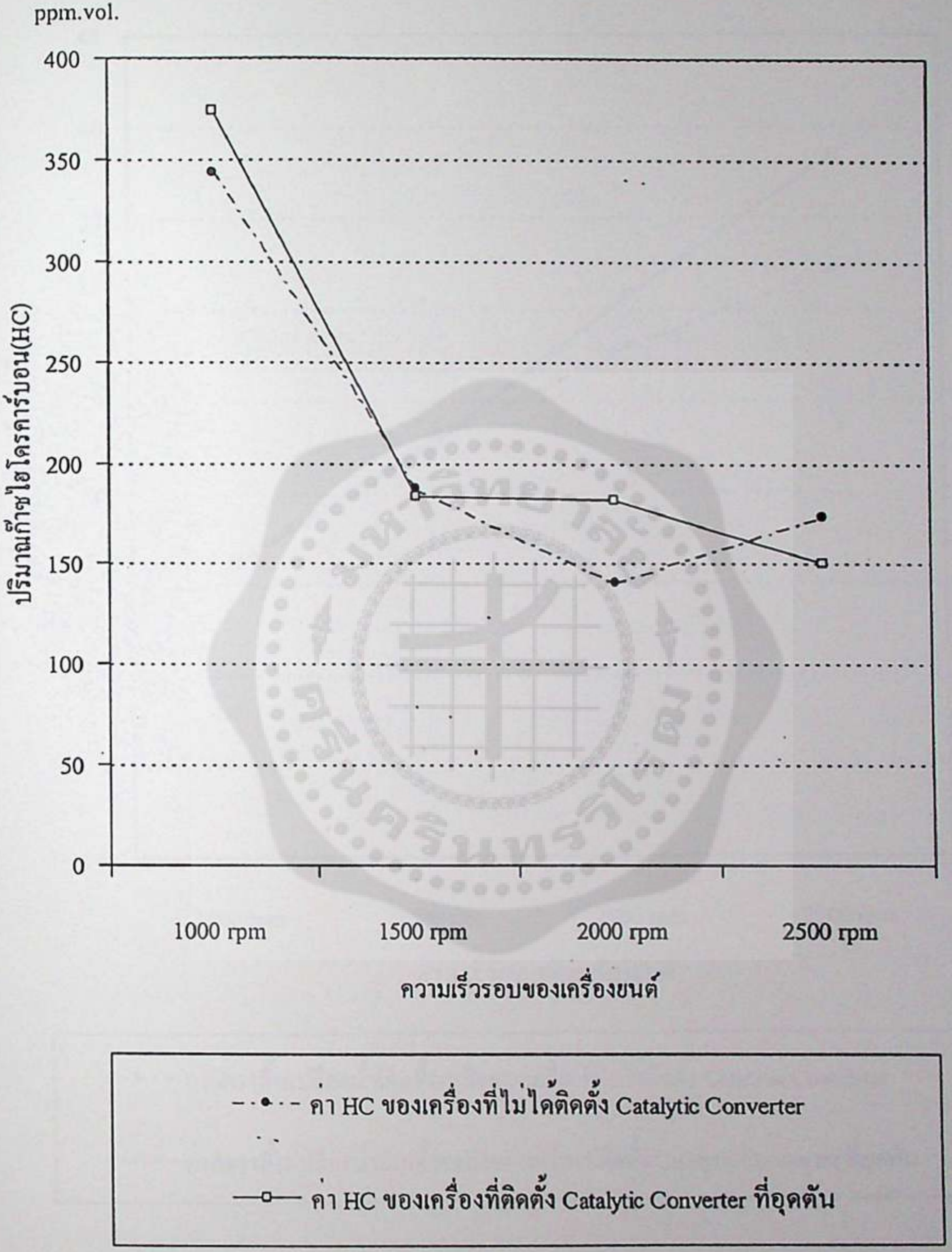
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) เฉลี่ย (% vol.)	
	ที่ไม่ได้ติดตั้ง	ที่ติดตั้ง
1000	0.764	1.405
1500	0.350	0.937
2000	0.613	1.612
2500	1.026	1.178

ตารางที่ 3.35 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ย ที่ความเร็วรอบ 1000,1500,2000 และ 2500 รอบ/นาที ครั้งที่ 1-4 ณ. เวลาต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

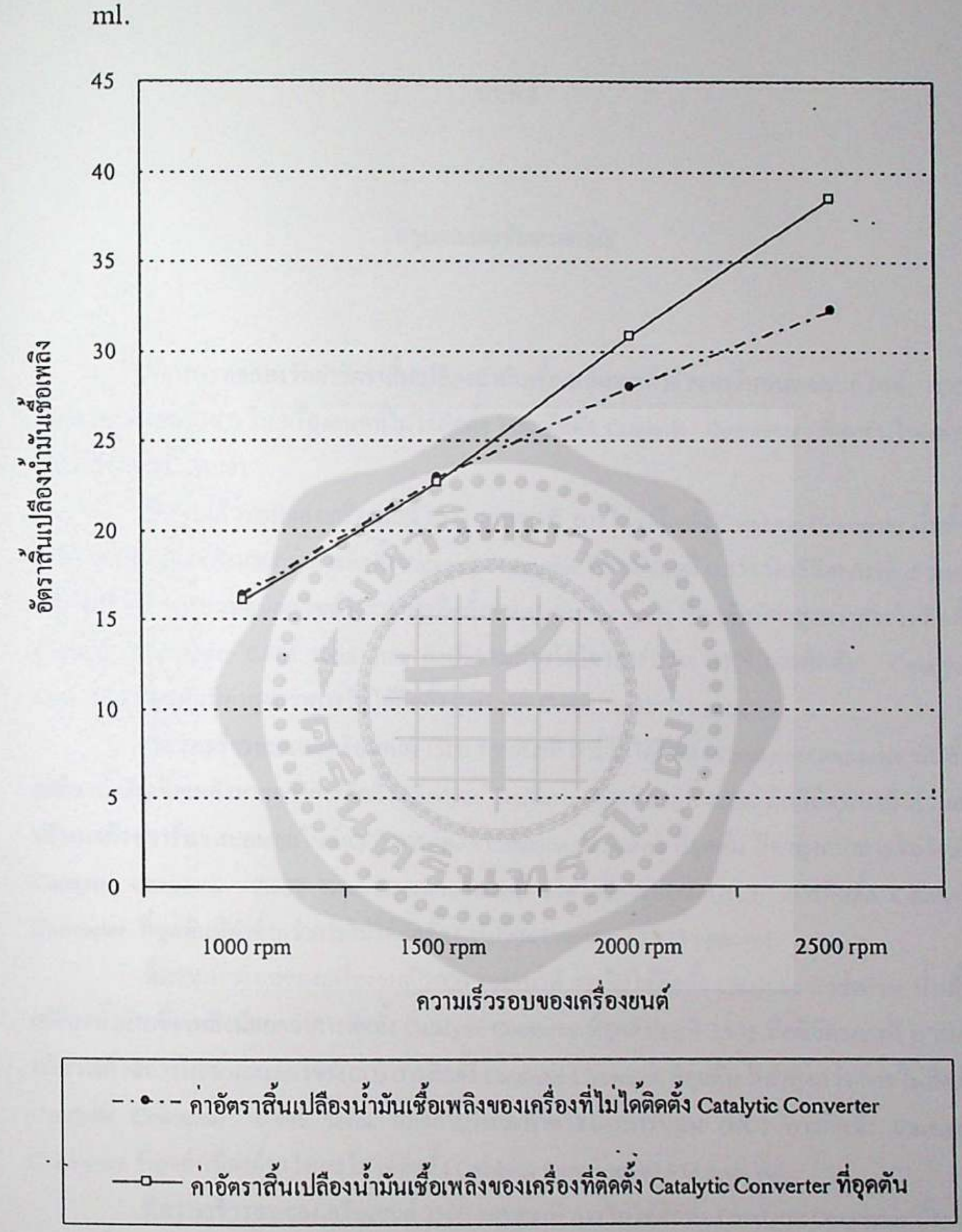
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน(HC) เฉลี่ย (ppm.vol.)	
	ที่ไม่ได้ติดตั้ง	ที่ติดตั้ง
1000	343.084	373.500
1500	187.208	183.375
2000	140.542	183.375
2500	173.050	150.050



<u>รูปที่ 3.6</u> กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) กับ ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนตที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter และ ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน



<u>รูปที่ 3.7</u> กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน(HC) กับ ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter และที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน



<u>รูปที่ 3.8</u> กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์แสดงอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กับ ความเร็วรอบต่างๆของเครื่องยนต์ ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter และที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน

บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองวัดค่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ในเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง และ ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันในแต่ละความเร็วรอบนั้นพบว่า

ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1000 รอบ/นาที การไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter นั้นสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าการติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันอยู่ที่ 0.334 มิลลิลิตร/นาที ส่วนค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) การติดตั้ง Catalutic Converter ที่อุดตันมีค่าสูงกว่าการไม่ติดตั้ง Catalytic Converter 0.644 %vol. และ ค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) การติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าสูงกว่าการไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 30.416 ppm.vol.

ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1500 รอบ/นาที การไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter นั้นสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าการติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันอยู่ที่ 0.250 มิลลิลิตร/นาที ส่วนค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) การติดตั้ง Catalutic Converter ที่อุดตัน มีค่าสูงกว่าการไม่ติดตั้ง Catalytic Converter 0.587 %vol. และค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) การติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าต่ำกว่าการไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 3.833 ppm.vol.

ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2000 รอบ/นาที การไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter นั้นสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าการติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันอยู่ที่ 2.916 มิลลิลิตร/นาที ส่วนค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) การติดตั้ง Catalutic Converter ที่อุดตัน มีค่าสูงกว่า การไม่ติดตั้ง Catalytic Converter 0.999 %vol. และค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) การติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าต่ำกว่าการไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 40.958 ppm.vol.

ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2500 รอบ/นาที การไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter นั้นสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าการติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันอยู่ที่ 6.200 มิลลิลิตร/นาที ส่วนค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) การติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าสูงกว่าการไม่ติดตั้ง Catalytic Converter 0.152 %vol. และค่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) การติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันมีค่าต่ำกว่าการไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 23.000 ppm.vol.

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

- ในการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC)ควรนำหัววัดก๊าซออกจากปลายท่อไอเสียทุกครั้งเมื่อทำการวัดในแต่ละครั้งไม่ควรทิ้งหัววัดไว้ในท่อไอเสียขณะเครื่องยนต์ทำงาน จะทำให้หัววัดก๊าซไอเสียเกิดการอุดตันได้

- เมื่อทำการวัดค่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณก๊าซไอเสียที่ความเร็วรอบสูง ควรนำพัดลมระบายความร้อนให้แก่เครื่องยนต์ให้ดีขึ้น

<u>การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์</u>

หากพิจารณาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ระหว่างเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter กับติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันเป็นเวลา 30 นาทีใน 1 วัน จะพบว่าจากการที่เครื่องยนต์ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตันนั้น มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าการไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter 6.2 มิลลิลิตร/นาที หากคิด 30 นาที เท่ากับ 6.2 x30 เท่ากับ 186 มิลลิลิตร ในระยะเวลา 1 ปี จะพบว่าต้องสูญเสียน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวน 186 x 365 เท่ากับ 67890 มิลลิลิตร หรือ 67.890 ลิตร

บรรณานุกรม

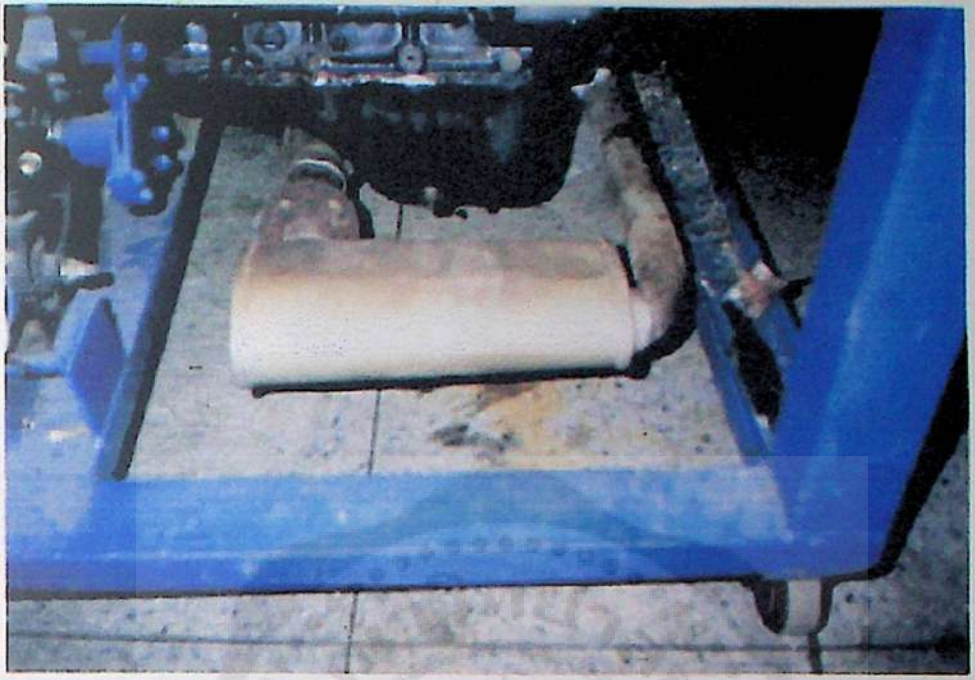
พูลพร แสงบางปลา . <u>ไอเสียจากเครื่องยนต์ และการควบคุม</u> : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537

วงศ์พันธ์ ลิมปาสนีย์และคณะ. <u>มลภาวะอากาศ</u> : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

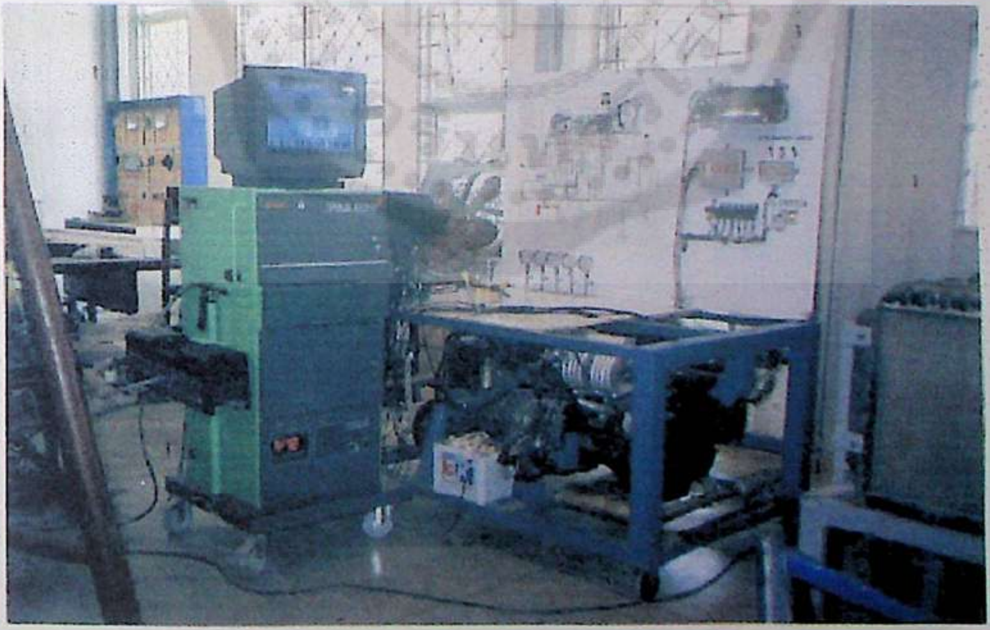
นภดล เวชวิฐาน . <u>เครื่องยนต์หัวฉีด EFI</u> : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 70 สีการพิมพ์ , 2538

ภาคผนวก ก.

รูปแสดงขั้นตอนการวัดก๊าซไอเสีย



รูปภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงรูปท่อไอเสียของเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter



รูปภาพภาคผนวกที่ 2 แสดงการตรวจวัดก๊าซไอเสียขณะที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter

รูปภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงรูปท่อไอเสียของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Catalytic Converter

รูปภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงการตรวจวัดก๊าซไอเสียขณะที่ติดตั้ง Catalytic Converter

ภาคผนวก ข.

รูปตัวอย่างผลการวัดที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

****

FSA560

05.10.00 11:19

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name	: ____________	Licence number :	____________
Street	: ____________	Km on the clock:	____________
Postcode/Town	: ____________	Order number :	____________
Telephone	: ____________	Comment :	____________
Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	1040	1040	1050	1050	1050	1060	/min
Oil temperature	80.6	81.3	81.9	82.1	82.2	82.4	°C
CO	0.753	0.697	0.676	0.665	0.667	0.654	%vol
HC	322	326	324	312	328	354	ppmvol
CO_2	12.40	12.37	12.33	11.96	11.94	12.48	%vol
O_2	4.00	4.06	4.09	4.52	4.50	3.88	%vol
Lambda	1.166	1.172	1.174	1.205	1.202	1.160	
CO_{vrai}	0.859	0.802	0.780	0.791	0.794	0.748	%vol

<u>รูปภาคผนวกที่ 1</u> รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

****

FSA560

05.10.00 11:54

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name	: ____________	Licence number	: ____________
Street	: ____________	Km on the clock	: ____________
Postcode/Town	: ____________	Order number	: ____________
Telephone	: ____________	Comment	: ____________
Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	1540	1530	1520	1540	1540	1540	/min
Oil temperature	85.0	86.6	87.6	88.1	88.5	88.5	°C
CO	0.328	0.344	0.350	0.338	0.330	0.324	%vol
HC	188	186	189	192	192	174	ppmvol
CO_2	13.25	13.23	13.24	13.34	13.30	13.36	%vol
O_2	3.05	3.04	3.05	3.02	3.08	3.04	%vol
Lambda	1.134	1.134	1.134	1.132	1.135	1.134	
CO_{corr}	0.360	0.379	0.386	0.372	0.365	0.355	%vol

รูปภาคผนวกที่ 2 รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

****

FSA560

05.10.00 12:28

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornnayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name	: ______________	Licence number	: ______________
Street	: ______________	Km on the clock	: ______________
Postcode/Town	: ______________	Order number	: ______________
Telephone	: ______________	Comment	: ______________
Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	2030	2040	2040	2050	2050	2050	/min
Oil temperature	93.0	94.5	95.4	95.8	96.0	96.1	°C
CO	0.593	0.540	0.564	0.547	0.451	0.493	%vol
HC	150	130	139	136	121	124	ppmvol
CO_2	14.10	14.12	14.13	14.12	14.10	14.04	%vol
O_2	1.75	1.74	1.69	1.69	1.79	1.76	%vol
Lambda	1.057	1.060	1.056	1.057	1.066	1.063	
CO_{corr}	0.606	0.553	0.575	0.559	0.464	0.509	%vol

<u>รูปภาคผนวกที่ 3</u> รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

****

FSA560

05.10.00 13:01

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name	: ____________	Licence number	: ____________
Street	: ____________	Km on the clock:	____________
Postcode/Town	: ____________	Order number	: ____________
Telephone	: ____________	Comment	: ____________
Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	2530	2540	2530	2520	2520	2520	/min
Oil temperature	100.5	102.4	103.6	104.4	104.6	104.6	°C
CO	0.926	0.946	0.971	0.906	0.945	0.921	%vol
HC	170	170	164	163	159	167	ppmvol
CO_2	14.20	14.06	14.05	14.09	14.07	14.11	%vol
O_2	1.13	1.31	1.32	1.35	1.33	1.32	%vol
Lambda	1.017	1.024	1.024	1.028	1.026	1.025	
CO_{korr}	0.926	0.946	0.971	0.906	0.950	0.921	%vol

รูปภาคผนวกที่ 4 รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ/นาที ที่ไม่ได้ติดตั้ง Catalytic Converter จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

FSA560

06.10.00 11:54

Version 1.62

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

Name	:	Licence number	:	
Street	:	Km on the clock	:	
Postcode/Town	:	Order number	:	
Telephone	:	Comment	:	

Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	1040	1040	1050	1050	1050	1060	/min
Oil temperature	83.3	82.4	82.8	82.6	82.8	82.8	°C
CO	0.585	0.699	0.927	1.549	1.169	2.262	%vol
HC	411	426	472	514	491	524	ppmvol
CO_2	15.48	15.39	15.28	14.81	14.97	13.28	%vol
O_2	0.17	0.17	0.16	0.15	0.31	1.60	%vol
Lambda	0.972	0.968	0.959	0.941	0.958	0.981	
CO_{vrai}	0.586	0.696	0.927	1.548	1.171	2.263	%vol

รูปภาคผนวกที่ 5 รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบ/นาที ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

****

FSA560

06.10.00 12:30

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornnayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name :	____________	Licence number :	____________
Street :	____________	Km on the clock:	____________
Postcode/Town :	____________	Order number :	____________
Telephone :	____________	Comment :	____________

Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	1530	1520	1520	1510	1510	1510	/min
Oil temperature	87.4	89.0	89.9	90.3	90.8	91.2	°C
CO	1.499	1.488	1.501	1.542	1.667	1.569	%vol
HC	297	319	327	304	309	307	ppmvol
CO_2	14.43	14.31	14.29	14.28	14.24	14.30	%vol
O_2	0.81	0.84	0.84	0.82	0.82	0.83	%vol
Lambda	0.979	0.980	0.979	0.978	0.974	0.978	
CO_{korr}	1.499	1.487	1.501	1.542	1.670	1.563	%vol

<u>รูปภาคผนวกที่ 6</u> รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

****

FSA560

06.10.00 13:07

Version 1.62

****

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornnayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

****

Name : ______________ Licence number : ______________

Street : ______________ Km on the clock: ______________

Postcode/Town : ______________ Order number : ______________

Telephone : ______________ Comment : ______________

Mark : Standard Engine type : Petrol 4-stroke
No. of cyls. : 4 Ignition type : ROV
TDC system : not available

****

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	2010	2020	1970	2050	2050	2040	/min
Oil temperature	96.1	96.3	96.1	97.6	99.1	99.8	°C
CO	2.422	2.055	2.660	2.192	2.149	2.191	%vol
HC	271	261	288	250	259	250	ppmvol
CO_2	13.93	14.22	13.79	13.97	14.01	13.99	%vol
O_2	0.40	0.40	0.36	0.38	0.36	0.32	%vol
Lambda	0.938	0.949	0.930	0.944	0.944	0.942	
CO_{vrai}	2.421	2.052	2.655	2.187	2.150	2.195	%vol

รูปภาคผนวกที่ 7 รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

FSA560

06.10.00 13:43

Version 1.62

Srinakharinwirot University
FACULTY OF ENGINEERING
Mechanical Engineering Dept.
Rangsit-Nakornayok Rd., Ongkharak
Nakhonnayok 26120 THAILAND
TEL.(037)322-601-9
FAX.(037)322-605

Name	:	Licence number	:
Street	:	Km on the clock:	
Postcode/Town	:	Order number	:
Telephone	:	Comment	:
Mark	: Standard	Engine type	: Petrol 4-stroke
No. of cyls.	: 4	Ignition type	: ROV
TDC system	: not available		

Diagnosis/engine test

Exhaust gas

Rpm	2530	2540	2540	2520	2500	2550	/min
Oil temperature	102.7	103.6	104.2	104.6	104.2	105.3	°C
CO	2.339	2.474	2.374	2.133	2.177	1.877	%vol
HC	226	233	231	215	228	220	ppmvol
CO_2	14.03	13.95	13.64	13.79	13.76	14.09	%vol
O_2	0.19	0.16	0.17	0.17	0.18	0.17	%vol
Lambda	0.934	0.929	0.930	0.938	0.936	0.944	
CO_{corr}	2.338	2.474	2.374	2.127	2.177	1.877	%vol

<u>รูปภาคผนวกที่ 8</u> รูปตัวอย่างแสดงผลการวัดก๊าซไอเสีย ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบ นาที ที่ติดตั้ง Catalytic Converter ที่อุดตัน จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

ประวัติผู้จัดทำโครงงานวิศวกรรมศาสตร์

ชื่อ นายเกียรติชัย ยงยุทธวิชัย

ประวัติ

เกิด 30 มีนาคม 2515

ที่อยู่ปัจจุบัน 32/143 หมู่บ้านประดู่แดง ต. คลองสอง อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช. แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

พ.ศ. 2535 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

ชื่อ นายเกรียงไกร นวลแก้ว

ประวัติ

เกิด 2 พฤษภาคม 2519

ที่อยู่ปัจจุบัน 26/1 ม. 5 ต. บางสมบูรณ์ อ. องครักษ์ จ. นครนายก

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช. แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ชื่อ นายพงศธร ธรรมปิยะ

เกิด 28 สิงหาคม 2518

ที่อยู่ปัจจุบัน 3/281 ม. 2 เขตดอนเมือง จ. กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช. แผนกช่างยนต์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค

พ.ศ. 2539 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. แผนกช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเข.
เทคนิคกรุงเทพฯ