

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล

**ปริญญานิพนธ์
ของ
ภูวศิลป์ เกิดอินทร์**

**เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

11.1.1.1
11.1.1.2
11.1.1.3

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล

บทคัดย่อ
ของ
ภูวศิลป์ เกิดอินทร์

26 ก.ค. 2545

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2545

1148215

ภาวศิลป์ เกิดอินทร์ (2544). การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ดร. อุวิทย์ สุวคันทรกุล , ดร. บรรชา รัตนวัย

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ โดยใช้แผ่นเหล็กขนาดความหนา 0.2 ซม. ความกว้าง 120 ซม. ความยาว 180 ซม. นำมาตัดขึ้นรูปและเชื่อมติดกันตามที่ได้ออกแบบเป็นรูปหกเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดความกว้าง 40 ซม. ความยาว 60 ซม. ความสูง 45 ซม. เพื่อบรรจุน้ำและอุปกรณ์ในการกรองมลพิษท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. และ 5.1 ซม. ความยาว 50 ซม. อย่างละ 3 แท่ง เส้นโยสแตนเลสและตาข่ายลวดสแตนเลสเหล็กเส้นชนิดแบบหนา 0.2 ซม. เพื่อประกอบเป็นหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ โดยนำไปใช้กับรถเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นไดนา ขนาด 100 แรงม้า ยี่ห้อโตโยต้า ความเร็วรอบ 3,500 รอบ/นาที ในการทดสอบใช้วิธีการตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก โดยการปรับสกรูบี้มสำหรับบังคับการเปิดปิดการจ่ายน้ำมันของบี้มในการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับรถเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนลักษณะทางกายภาพทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการทดสอบสรุปได้ว่าการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดไอเสียใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซลได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่าควันดำ

1.1 รถเครื่องยนต์สภาพปกติอยู่กับที่ผ่านหม้อกรองไอเสียวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.2 พบว่าได้ค่า ควันดำตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

1.2 รถเครื่องยนต์สภาพเคลื่อนที่ผ่านหม้อกรองไอเสียวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.7 พบว่าได้ค่าควันดำตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

1.3 การปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว 3 เกลียว และปรับเกลียวจนสุดขนาดรถเครื่องยนต์อยู่กับที่และ เครื่องยนต์เคลื่อนที่ ทำการวัดค่าควันดำได้สูงขึ้น เพราะความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นทำให้ค่าควันดำสูงขึ้น แต่ค่าที่วัดได้เป็นไปตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

2. ค่าระดับเสียง การทดสอบประสิทธิภาพวัดระดับเสียงของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซลพบว่าขณะอยู่กับที่มีค่าเฉลี่ย 76.4 เดซิเบลเอ และขณะเคลื่อนที่ของรถเครื่องยนต์ปกติมีค่าระดับเสียงเฉลี่ย 77.3 เดซิเบลเอ ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก และเป็นไปตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้

3. การประเมินลักษณะทางกายภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินทางด้านกายภาพที่สร้างขึ้น โดยภาพรวมนั้นอยู่ในระดับดี

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF WATER FILTER EXHAUST MUFFLER FOR DIESEL VEHICLE

**AN ABSTRACT
BY
PHUWASIL KIRD-IN**

**Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2002**

Phuwasil Kird-in. (2002). ***The Design and Construction of Water Filter Exhaust Muffler for Diesel Vehicle***. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Uppawit Suwakhunthakul, Dr. Buncha Rattanawai

The water filter exhaust muffler for diesel vehicle was designed and fabricated. The muffler was made of 0.2 cm. thick iron plate. The dimension of the box was hexagon shape in 40(W) X 60(L) X 45(H) cm. Inside it consisted 3 steel pipes puncture around in 2.5 cm. diameter and 50 cm. length. These pipes were inserted into 5.1 cm. diameter puncture pipes. Above the pipes and water, it was equipped with cross-puncture 0.2 cm. thick steel sheath, net of stainless steel, and stainless steel fiber.

The water muffler was applied with 7 years old truck of Toyota diesel engine 100 HP, 3,500 RPM. Its efficiency was evaluated with reference to the Transportation Department Standard according to dark smoke and the loudness. It was also tested under increasing fuel pump in 2, 3 and maximum rounds. The physical application was evaluated by 3 experts.

The research evaluated results were as shown below.

1. Dark Smoke :

1.1 As a stationary vehicle, the dark smoke after passed through the water filter muffler was average 28.2%, compare with 50% standard.

1.2 As moving vehicle, the dark smoke after passed through the water filter muffler was average 28.7%, compare with 50% standard.

1.3 As loaded by adjusting fuel pump screw, both in stationary and moving vehicle, it was found that the value of dark smoke was higher than the unloaded condition. However, all values passed the Standard.

2. Loudness Value :

2.1 The loudness value after passed through the water-filter muffler, in stationary, was 76.4 db(A).

2.2 The loudness value after passed through the water-filter muffler, in moving, was 77.3 db(A).

The loudness value in both conditions was not much different, and these values passed the Standard.

3. The mechanical expertise assessment for usage of the water-filter muffler was in good level.

ปริญญานิพนธ์

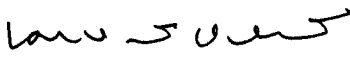
เรื่อง

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

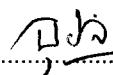
ของ

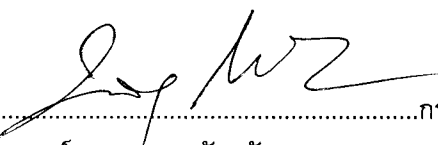
นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

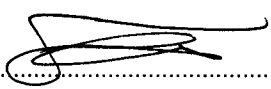

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุคันธกุล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.บรรชา รัตนวัย)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความเมตตา ให้คำแนะนำ แก่ไข คุณและให้กำลังใจอย่างดียิ่ง จาก ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล ที่สละเวลาเป็นประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ดร.บรรชา รัตนชัย กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่สละเวลาเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งได้ให้คำแนะนำ แก่ไข คุณและให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ อาจารย์ชาพงษ์ ประทุมวิจิ ผู้ช่วยผู้อำนวยการด้านวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่สละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินผลการทดลองวัดค่าวันค่าและค่าระดับเสียง พร้อมทั้งให้คำแนะนำ แก่ไข คุณและให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นายชัยวัฒน์ รัตนวงศ์ วิศวกรเครื่องกล 7 และนายคมเดช คัมภีรานนท์ ผู้ฝึกการใช้เครื่องมือกลที่สละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินผลการทดลองวัดค่าวันค่าและค่าระดับเสียง พร้อมทั้งให้คำแนะนำ แก่ไข คุณและให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ นายชาติ สินประเสริฐ ผู้จัดการร้านชาลีการช่าง ต.เพ อ.เมือง จ.ระยอง ที่สละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินผลการทดลองวัดค่าวันค่าและค่าระดับเสียง กรุณาให้ข้อมูลเสนอแนะต่างๆ ในการออกแบบและสร้าง พร้อมทั้งให้แนวคิดในการดำเนินงานเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา ซึ่งได้ขอมทุนบัณฑิตวิทยาลัยสนับสนุนในการวิจัย ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นกำลังใจในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ดร.ณอมสิน คิธภาพร ดร.ละเอียต รักษ์เผ่า อาจารย์สุดใจ เหมาศรีไพร และอาจารย์โอภาส สุขหวาน ที่สละเวลาเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ แก่ไข คุณและให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ และให้แนวคิดรวมไปถึงกำลังใจในการดำเนินงานเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ พันจ่าอากาศเอก สฤษดิ์ เย็นทรวง ผู้จัดการบริษัทสุเทพพัฒนา 1991 จำกัด 39/1 หมู่ที่ 1 ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี ที่กรุณาให้อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล ที่ได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

อนึ่ง ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างยิ่ง จากคณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาอุตสาหกรรมศึกษาทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนิสิตรุ่นพี่ เพื่อนร่วมรุ่น และรุ่นน้องปริญญาโท หลักสูตรวิชาอุตสาหกรรมศึกษาทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและบุคคลอื่นที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมดที่มีส่วนช่วยเหลือและแนะนำสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึง พระคุณของครู-อาจารย์ อันเป็นที่เคารพสูงสุดที่ให้ความรู้ กำลังใจ และผู้ที่จลิมไม่ได้ คือ ครอบครัว ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ อันพระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้

ภาณุศิลป์ เกิดอินทร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
สมมุติฐานในการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
หลักการของเครื่องยนต์ดีเซล.....	6
การแบ่งประเภทของเครื่องยนต์ดีเซล.....	7
ทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ.....	7
ไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล.....	8
หลักการของระบบท่อไอเสียหม้อกรองไอเสียทั่วไป.....	11
อัตราการไหลและเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ.....	12
การจัดวางท่อไอเสีย.....	12
วัสดุที่ใช้ทำท่อ.....	13
คลื่นแรงดันในท่อไอเสีย.....	13
ปริมาตรและสัดส่วนของหม้อเสียงเก็บเสียง.....	14
ชนิดของหม้อเก็บเสียงหรือหม้อพักไอเสีย.....	15
หลักการของเครื่องสั่นผสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก.....	17
หลักการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ.....	23
เกณฑ์ของระบบการตรวจวัดควันดำและเสียงของกรมการขนส่งทางบก.....	25
ค่ามาตรฐานควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล.....	25
การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน.....	25
การทำงานของเครื่องมือ.....	26
การปรับแต่ง.....	27
การวัดไฮโดรคาร์บอนซึ่งเผาไหม้ไม่หมด.....	29
การรบกวนจากก๊าซอื่นๆ.....	29
เครื่องแยกอนุภาคด้วยเปลวไฟ.....	29
การทำงานของเครื่องมือ.....	30
การรบกวน.....	31
การวิเคราะห์ไนโตรเจนออกไซด์ทางเคมี.....	32
ความเป็นเส้นตรงและการตอบสนอง.....	35
การวัดควันดำมีใช้อยู่ 2 ประเภท คือ.....	37
วิธีตรวจวัดควันดำ.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) การเตรียมเครื่องมือตรวจวัดควันดำ.....	41
เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง.....	41
มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดระดับเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซล.....	41
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับวิจัย.....	46
ลำดับขั้นตอนในการวิจัย.....	48
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับ ท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล.....	59
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	66
สรุปผลการวิจัย.....	67
อภิปรายผล.....	69
ข้อเสนอแนะ.....	71
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก หนังสือขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย.....	75
ภาคผนวก ข การทดสอบและภาพประกอบเกี่ยวกับการสร้าง.....	82
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานเครื่องทดสอบควันดำ.....	89
ภาคผนวก ง คู่มือการติดตั้งหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล.....	97
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	99

บัญชีตาราง

ตาราง.....	หน้า
1. ระดับเสียงและการเกิดไอเสียต้นกลับ.....	15
2. ประสิทธิภาพและปริมาณน้ำที่ต้องการของเครื่องเก็บแบบเปียก.....	19
3. แสดงค่าที่อ่านได้จากเครื่อง NDIR.....	29
4. การตอบสนองไฮโดรคาร์บอนสัมพัทธ์เฉลี่ยบนฐานของคาร์บอนอะตอม.....	33
5. การรบกวนของก๊าซชนิดต่างๆ ต่อการวัดค่า NO	35
6. ผลการวัดค่าควันดำขณะอยู่กับที่.....	59
7. ผลการทดสอบวัดค่าควันดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขณะอยู่กับที่.....	60
8. ผลการวัดค่าควันดำในสถานการณ์เคลื่อนที่.....	61
9. ผลการทดสอบวัดค่าควันดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานการณ์เคลื่อนที่.....	62
10. ผลการทดสอบวัดค่าระดับเสียงขณะอยู่กับที่.....	63
11. ผลการทดสอบวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขณะอยู่กับที่.....	64
12. ผลการทดสอบวัดค่าระดับเสียงในสถานการณ์เคลื่อนที่.....	64
13. ผลการทดสอบวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขณะเคลื่อนที่.....	65
14. ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ.....	65
15. รายละเอียด 6 ล้อ กระบะไม้ช่วงยาว.....	83

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
2. ลำดับการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ.....	8
3. การเกิด CO และ NO _x ต่ออัตราการให้อากาศ.....	9
4. ถังดำจากเครื่องยนต์ดีเซล.....	10
5. ถังดำจากเครื่องยนต์ดีเซลแบบ ID และ IDI.....	11
6. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิไอเสียกับองค์ประกอบที่ทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ตารางนี้สามารถหาปริมาณของก๊าซไอเสียได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง.....	12
7. สำหรับหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อไอเสีย.....	13
8. ลักษณะภายในหม้อพักไอเสียได้มีการออกแบบต่างๆหลายแบบ.....	16
9. หม้อเก็บเสียงแบบเบอร์เกสเมเน่.....	17
10. หม้อเก็บเสียงแบบแม็กซิม.....	17
11. เครื่องเก็บแบบเปียกแบบต่างๆ.....	18
12. การเก็บอนุภาคด้วยการกระแทกด้วยแรงเฉื่อยและการรับตรง.....	21
13. ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเก็บด้วยการกระแทกกับจำนวนการกระแทก.....	22
14. กระบวนการผ่านไอเสียและเสียง.....	23
15. แบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำแยกท่อผ่าน 3 ส่วน.....	24
16. การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของ CO และ CO ₂	25
17. เครื่อง NDIR ขณะที่มีการฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดบรรจุก๊าซ.....	26
18. เครื่อง NDIR ขณะที่ไปตัดลำแสงอินฟราเรดไม่ให้ฉายเข้าไปในหลอดบรรจุก๊าซ.....	27
19. เครื่อง NDIR ที่ติดตั้งตัวกรอง เพื่อลดการรบกวนจากก๊าซอื่น.....	28
20. ผลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในการแตกตัวของเปลวไฟไฮโดรเจนกับอากาศ.....	30
21. เครื่อง Flame Ionization Detector.....	31
22. ผลของความเข้มข้นของออกซิเจนและภาวะการทำงานของเครื่อง FID ที่มีการรบกวน ของออกซิเจน.....	32
23. แสดงเครื่อง chemiluminescent วิเคราะห์ NO ซึ่งแสดงไว้ใน Federal Register.....	34
24. การปรับแต่งเครื่องวิเคราะห์ chemiluminescent โดยให้การตอบสนอง เป็นเส้นตรงกับ NO ตัวอย่าง.....	36
25. รูปแสดง NO ₂ -NO Converter (เสนอโดย Jackson).....	36
26. การตรวจสอบประสิทธิภาพของ Converter ที่ได้แนะนำไว้ใน Federal Register.....	36
27. แสดงลักษณะของ Bosch Smoke meter.....	37
28. Hartridge MK 3 Smoke meter.....	38
29. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำจากหน่วย Hartridge และ Bosch.....	39
30. แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	48
31. วัสดุแผ่นเหล็กเหนียวหรือเหล็กหล่อ.....	49
32. ขนาดของท่อ 2.5 ซม. เจาะรูรอบๆท่อ.....	49
33. ฝอยสแตนเลสและตาข่ายสแตนเลส.....	50

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
34. ขนาดของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำทั้ง 3 ด้าน มาตรฐาน 1:10 cm.....	51
35. สร้างชิ้นส่วนประกอบรูปแบบของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำทรงหกเหลี่ยม	
ด้านไม่เท่า.....	52
36. การต่อเชื่อมท่อไอเสียด้านเข้าและออก.....	53
37. ท่อที่เจาะรูขนาด 0.2 ซม. พร้อมหุ้มด้วยลวดตาข่ายสแตนเลส.....	53
38. การนำเอาท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. มาสอดเข้าไปในท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง	
5.1 ซม.....	54
39. แผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมเจาะรูกากบาท.....	54
40. การคลุมตาข่ายสแตนเลส.....	55
41. การคลุมด้วยฝอยสแตนเลส.....	55
42. แบบที่สมบูรณ์ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ.....	56
43. การใช้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำกับรถยนต์โตโยต้า โคเน่า.....	84
44. การใช้เครื่องมือวัดค่าวันดำ.....	85
45. เครื่องมือและกระดาษกรองวัดค่าวันดำ.....	85
46. วิธีการวัดค่าวันดำ.....	86
47. การตั้งค่าก่อนวัดค่าระดับเสียง.....	86
48. การวัดค่าระดับเสียง.....	86
49. อุปกรณ์ในการสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ.....	87
50. หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล.....	88

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

กลไกการแก้ปัญหาและลดมลพิษจากสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จะบรรลุได้ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างตั้งแต่การให้การศึกษา ยกกระดับความรู้ความเข้าใจในเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การให้ประชาชนทุกกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร เพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับกลุ่มต่างๆในสังคม แต่ทั้งนี้กลไกสำคัญที่จะทำให้แนวทางเหล่านี้ส่งผลในทางปฏิบัติก็คือข้อตกลง กฎหมาย ข้อบังคับ กฎระเบียบ ที่ตกลงร่วมกัน เพื่อให้การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและปกป้องคุ้มครองธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากมลพิษ (ลัก กอแสงเรือง.2538)

ปกติธรรมชาติที่อยู่รอบตัวเราจะประกอบไปด้วยก๊าซต่างๆ ก่อนข้างคงที่คือ ก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 78.09 ออกซิเจนร้อยละ 20.94 อาร์กอนร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 และก๊าซอื่นๆ เช่น คริปโตเจน นีออน ฯลฯ อีกร้อยละ 0.01 อากาศสกปรกจะมีองค์ประกอบดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สาเหตุสำคัญเกิดจากธรรมชาติแต่มีผลต่อมนุษย์น้อยมาก และ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การคมนาคมขนส่ง เกิดจากยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ออกจากท่อไอเสียได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน และออกไซด์ของกำมะถัน เป็นต้น ส่วนมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยสิ่งเจือปนออกสู่บรรยากาศทำให้อากาศเสีย ออกมาในรูปของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของกำมะถัน ไฮโดรคาร์บอนฝุ่นละออง เขม่าควัน ไอของสารประกอบตะกั่ว ไอของกรด เป็นต้น (ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.2540:188)

มลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ พบว่าอากาศเสียส่วนใหญ่เกิดจากยานพาหนะประเภทรถยนต์ถึงร้อยละ 85 (ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.2537:71) จากการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในประเทศไทยสรุปสาเหตุได้สองประการคือ จำนวนยานพาหนะมีมากเกินไปและยานพาหนะไม่ได้มาตรฐานของการระบายไอเสีย การขาดระบบขนส่งมวลชนและสิ่งสิ่งอำนวยความสะดวก ทำให้มียานพาหนะมาก การจราจรติดขัดส่งผลให้มลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้น และสาเหตุประการที่สอง ยานพาหนะที่ไม่ได้มาตรฐานเพราะไม่ได้รับการซ่อมและบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เช่น เครื่องยนต์หลวม การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ได้กรองอากาศอุดตัน ท่อไอเสียชำรุดหรือตัดแปลงเครื่องยนต์ บรรทุกน้ำหนักเกินกำลัง เป็นต้น จากการติดตามตรวจสอบโดยกรมควบคุมมลพิษ มักจะพบรถประจำทางและรถบรรทุกคันค่าเกินมาตรฐาน ทำให้มองเห็นว่าการแก้ไขปัญหของราชการยังคงไม่ประสบความสำเร็จ เพื่อให้ผลการดำเนินการเป็นที่ยอมรับของประชาชน ซึ่งมองเห็นปัญหาคันค่าและเสียง (มองและฟังได้ด้วยตนเอง) สำคัญกว่ามลพิษที่มองไม่เห็น. (หลักสูตรการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล.2539:4-5)

ปัญหามลพิษทางเสียง เป็นปัญหาที่เกิดจากการออกแบบหม้อกรองไอเสียไม่ถูกต้อง ทั้งนี้รถยนต์บางคันชอบแต่งท่อไอเสียใหม่ เพื่อให้ไอเสียออกได้ง่ายออกได้มาก โดยหวังว่าให้รถมีแรงและวิ่งได้เร็วขึ้น แต่ไม่คำนึงถึงเสียงและควันดำ ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียง. (หลักสูตรการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล.2539:48)

ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้อุปกรณ์ Catalytic Converter มีลักษณะเป็นกล่องโลหะที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อไอเสียระหว่างท่อไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Manifold) กับท่อเก็บเสียง ภายในตัว (Catalytic Converter) มีสารที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา Catalyst และจะมีลักษณะเป็นรูพรุน เมื่อไอเสียไหลผ่านเข้าไปใน Catalytic Converter สาร PGM จะทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา Oxidation และ Reduction ทำให้ไฮโดรคาร์บอน, คาร์บอนมอนอกไซด์ (HC,CO) ออกซิไดร์เป็น CO₂ และ H₂O ส่วน ไนโตรเจนออกไซด์

(NO_x) จะทำปฏิกิริยากับ CO กลายเป็น CO_2 และ N_2 ในขณะเดียวกัน NO_x และ HC ก็จะทำปฏิกิริยากันได้ CO_2N_2 และ H_2O . (ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม.2537:136) แต่ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลมีปัญหามาก เนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดควันดำ ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น เทคโนโลยีทางด้านเครื่องยนต์ไม่ดี ผู้ใช้ขาดการบำรุงรักษาและซ่อมแซมกับใช้ยานพาหนะมักใช้งานเกินกำลังเครื่องยนต์ น้ำมันเชื้อเพลิงไม่ได้มาตรฐาน อุปนิสัยของผู้ใช้ยานพาหนะไม่ปฏิบัติตามคู่มืออย่างถูกต้อง. (หลักสูตรการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล.2539:12)

ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลมีปัญหามาก เนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดควันดำ ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น เทคโนโลยีทางด้านเครื่องยนต์ไม่ดี ผู้ใช้ขาดการบำรุงรักษาและซ่อมแซมกับการใช้ยานพาหนะมักใช้งานเกินกำลังเครื่องยนต์ น้ำมันไม่ได้ตามมาตรฐาน อุปนิสัยของผู้ใช้ยานพาหนะไม่ปฏิบัติตามคู่มืออย่างถูกต้อง (หลักสูตรการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล.2539:12) จากภาพรวมดังกล่าวผู้วิจัยได้พยายามที่จะแก้ปัญหา โดยใช้วิธีแก้ปัญหาควันดำและเสียงที่ท่อไอเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศออกมาร่วมกันซึ่งเป็นมลพิษกับสิ่งแวดล้อม จึงได้นำเครื่องสัมผัสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก (Scrubber or wet collectors) โดยใช้ น้ำเป็นตัวจับอนุภาคหรือฝุ่นและเพิ่มขนาดของละอองไอน้ำ ทั้งสองกรณีนี้จะทำให้ขนาดของมวลสารเพิ่มขึ้นและช่วยแยกมลสารจากกระแสก๊าซง่ายขึ้น น้ำจะถูกฉีดให้เป็นละอองเพื่อให้สัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดีขึ้น สำหรับเครื่องเก็บแบบเปียกได้นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาควันดำและเสียง ซึ่งใช้วิธีสลับกันจากการใช้น้ำฉีดเป็นละอองมาใช้แรงดันไอเสียของเครื่องยนต์ดันผ่านท่อที่เจาะรูพรุน ซึ่งจมอยู่ในน้ำเพื่อให้ควันดำและเสียงสัมผัสกับน้ำในการจับอนุภาคเขม่าควันดำและเสียง

การแก้ปัญหาโดยแยกแต่ละประเด็นจะกระทำไดยาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดว่าการใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษจากควัน มาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลวแยกฝุ่น หรือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพและสารพิษที่เป็นก๊าซ โดยให้กระแสก๊าซหรือควันดำไหลผ่านสัมผัสกับน้ำ ด้วยการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เข้ามาเป็นกระบวนการในการลดควันดำและเสียงจากท่อไอเสียจากรถเครื่องยนต์ดีเซลได้อีกด้วย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล
2. ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้งานของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ จะได้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล พร้อมคู่มือการติดตั้งซึ่งสามารถนำไปต่อเชื่อมกับท่อไอเสียรถยนต์ ทำให้สามารถลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล และเป็นการลดมลพิษทางอากาศโดยรวม

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลครั้งนี้เพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้ จึงขอกำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งใช้วัสดุคงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ใช้แผ่นเหล็กขนาดความหนา 0.2 ซม. กว้าง 120 ซม. ยาว 180 ซม. นำมาตัดขึ้นรูปและเชื่อมติดกันตามที่ได้ออกแบบเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดความกว้าง 40 ซม. ความยาว 60 ซม. ความสูง 45 ซม. เพื่อบรรจุน้ำและอุปกรณ์ในการกรองมลพิษ

1.2 ท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. และ 5.1 ซม. ความยาว 50 ซม. อย่างละ 3 แท่ง

1.3 เส้นใยสแตนเลสและตาข่ายลวดสแตนเลสเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการกรองมลพิษ

1.4 เหล็กเส้นชนิดแบนความหนา 0.2 ซม. ความกว้าง 2 ซม. ความยาว 200 ซม. จำนวน

1 เส้น

2. หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นไคน่า ขนาด 100 แรงม้า ยี่ห้อ โคโยต้า ความเร็วรอบสูงสุด 3,500 รอบ/นาที จอดอยู่กับที่เกียร์อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

3. การทดสอบใช้วิธีการตามมาตรฐานกรมขนส่งทางบก โดยการปรับระบบสกรู (screw) สำหรับเปิดปิดบังคับการจ่ายน้ำมันของตัวปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ดีเซล

4. ตัวแปรที่ศึกษา เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ที่ใช้กับท่อไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานกรมขนส่งทางบก

4.1 ประสิทธิภาพตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

4.1.1 ค่าควันดำ

4.1.2 ค่าระดับเสียง

4.2 ลักษณะทางด้านกายภาพ

4.2.1 ความแข็งแรง

4.2.2 ความสวยงาม

4.2.3 ความสะดวกในการติดตั้ง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ

หมายถึง การออกแบบหม้อกรองไอเสียด้วยการใช้น้ำเข้ามาช่วยลดมลพิษจากท่อไอเสยารถเครื่องยนต์ดีเซล

2. มลพิษจากท่อไอเสีย

หมายถึง คาร์บอนดำและเสียงที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง และระบายออกมาทางท่อไอเสยารถเครื่องยนต์ดีเซล

3. ประสิทธิภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ

หมายถึง ความสามารถในการลดคาร์บอนดำและเสียงตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

3.1 ค่าคาร์บอนดำ

หมายถึง ค่ารายละเอียดที่การตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดคาร์บอนดำ ได้ตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ต้องไม่เกินร้อยละ 50 ขณะเครื่องยนต์ไม่มีการะและค่าคาร์บอนดำต้องไม่เกินร้อยละ 40 เมื่อเครื่องยนต์มีการะ โดยใช้เครื่องมือด้วยเครื่องตรวจวัดระบบบอช

3.2 ค่าระดับเสียง

หมายถึง ค่ารายละเอียดที่ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดเสียง ของรถเครื่องยนต์ดีเซล ต้องไม่เกินร้อยละ 80 เดซิเบล ได้ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

4. ลักษณะทางด้านกายภาพ

หมายถึง คุณสมบัติการใช้งานจริงของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ที่นำมาใช้ในการกรองไอเสยารถเครื่องยนต์ดีเซล ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1 ความแข็งแรง

หมายถึง คุณภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ที่มีอายุการใช้งานคงทนต่อสภาวะต่างๆ ที่นำไปใช้งาน

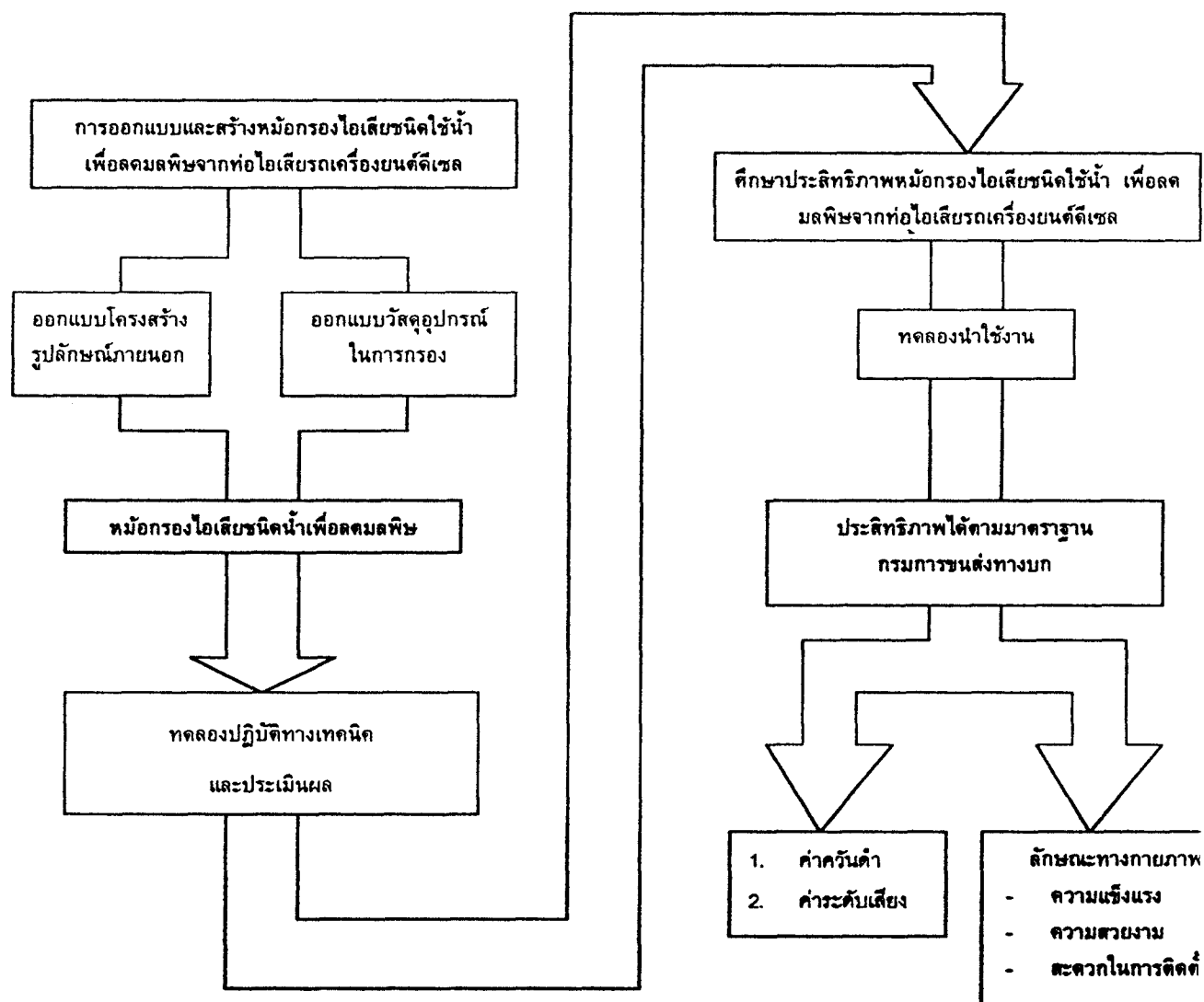
4.2 ความสวยงาม

หมายถึง หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ มีรูปลักษณะสวยงามเหมาะสมกลมกลืนกับตัวรถยนต์

4.3 ความสะดวกในการติดตั้ง

หมายถึง การนำหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำไปติดตั้งกับท่อไอเสยารถเครื่องยนต์ดีเซล ได้เหมาะสมไม่ขัดขวางต่อระบบการทำงานอื่นๆ ของรถยนต์

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

หม้อกรองไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลชนิดใช้น้ำมีประสิทธิภาพ ได้ตามมาตรฐานกรรมการขนส่งทางบก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักการของเครื่องยนต์ดีเซล
2. หลักการของระบบหม้อกรองท่อไอเสียทั่วไป
3. หลักการของเครื่องสัมผัสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก (Scrubber or wet collectors)
4. หลักการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล
5. เกณฑ์ของระบบการตรวจวัดควันดำและเสียงของกรมการขนส่งทางบก
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องประเภทสันดาปภายใน (internal combustion engine) ที่ได้พลังงานมาจากความร้อนซึ่งเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ จึงเรียกได้ว่าเป็นเครื่องจักรกลความร้อน (heat engine) เครื่องยนต์ดีเซลมีคุณลักษณะที่สำคัญแตกต่างจากเครื่องยนต์ประเภทอื่น คือ วิธีการระเบิดเชื้อเพลิง เครื่องดีเซลใช้วิธีฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบที่มีอากาศอัดด้วยความดันสูง อากาศที่อัดอยู่ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ด้วยความอัดสูงนี้จะทำให้อุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นสูงถึงนั้นเมื่อเชื้อเพลิงฉีดเป็นฝอยละอองเข้าไปกระทบกับอากาศร้อนก็จะเกิดจุดระเบิดขึ้น โดยเหตุนี้จึงอาจเรียกเครื่องยนต์ดีเซลว่าเป็นเครื่องจุดระเบิดด้วยความอัด (compression ignition engines หรือ C.I. engines) ก็ได้ (ปราโมทย์ อ่อนประไพ. 2521:13)

1.1 ประวัติย่อของเครื่องยนต์ดีเซล

จากเอกสารที่บันทึกได้ของโบเคอโรชาส (Beau de Rochas) ชาวฝรั่งเศส เมื่อประมาณกว่า 100 ปีมาแล้วกล่าวว่า เครื่องยนต์จะทำงานได้จะต้องมีการบรรจุอากาศกับเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบ แล้วอัดตัวต่อจากนั้นก็จุดระเบิดทำให้เกิดการสันดาป ก๊าซขยายตัว กฎเกณฑ์อันนี้ถือว่าเป็นหลักการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ที่โบเคอโรชาสได้ให้ไว้ แต่โบเคอโรชาสไม่ได้คิดประดิษฐ์เครื่องยนต์ 4 จังหวะตามหลักการของโบเคอโรชาสขึ้นเป็นเครื่องแรก ซึ่งให้กำลังประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวนเชื้อเพลิงที่ใช้ ต่อมาได้มีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นอีก ประมาณปี พ.ศ. 2429 ได้มีการนำเครื่องยนต์มาติดตั้งใช้กับรถจักรยาน เป็นการเริ่มต้นแบบฉบับของจักรยานยนต์เป็นครั้งแรก

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเป็นผลสำเร็จของ ดร.รูดอล์ฟ ดีเซล (Dr. Rudolf Diesel) ชาวเยอรมัน ในปี พ.ศ. 2425 โดยมีความมุ่งหมายให้เครื่องยนต์อัดอากาศเพียงอย่างเดียวจนมีผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่จุดที่จะจุดระเบิดเชื้อเพลิงได้ หลังจากนั้นเมื่อเชื้อเพลิงฉีดเข้าไปกระทบอากาศนั้นก็เกิดการสันดาปทำให้ก๊าซขยายตัวผลักดันลูกสูบ เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องแรกของ ดร.ดีเซล ใช้ผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง แต่แนวความคิดนี้ไม่เป็นผลสำเร็จจึงหันมาใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง โดยมีการอัดอากาศให้มีแรงอัดถึงประมาณ 105 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าให้การระบายความร้อนไม่เพียงพอ จึงไม่เป็นผลสำเร็จ

ในปี พ.ศ. 2438 ดร. ดีเซล ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ซึ่งมีกำลังอัดประมาณ 32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำ จูกระเบิดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดให้เป็นฝอยละอองด้วยแรงดันสูง ปรากฏว่าเครื่องนี้สามารถให้ประสิทธิภาพทางความร้อนได้ถึงประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ นับว่าเป็นเครื่องที่ได้รับการปรับปรุงดีขึ้น และถือว่าเป็นแบบฉบับของเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปที่ใช้อยู่จนถึงปัจจุบันนี้

หลังจากนั้น เครื่องยนต์ดีเซลก็ได้มีการพัฒนาแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพของวัสดุที่ใช้สร้าง หรือระบบต่าง ๆ ภายในเครื่อง ปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลได้วิวัฒนาการสูงขึ้นในด้านประสิทธิภาพ สมรรถนะ ตลอดจนทั้งความสามารถในด้านต่าง ๆ ถึงกับสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในงานประเภทที่ต้องการกำลังมาก ๆ

ปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลนับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งต่องานทุกประเภท ทั้งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โรงงานอุตสาหกรรมหนักเบาทั่ว ๆ ไป ตลอดจนการขนส่ง การคมนาคม ทั้งทางบก ทางน้ำ

1.2 การแบ่งประเภทของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลก็เหมือนกับเครื่องยนต์ประเภทอื่น ซึ่งอาจจะแบ่งออกตามลักษณะต่าง ๆ ได้หลายพวกหรือหลายกลุ่ม เช่นแบ่งออกตามลักษณะการจัดวางกระบอกสูบ ตามวัฏจักรของการทำงานตามวิธีการฉีดเชื้อเพลิงและการสันดาป ตามความเร็วรอบ ตามวัฏจักรทางเทอร์โมไดนามิกส์

1. แบบตามลักษณะการจัดวางกระบอกสูบ โดยแบ่งการจัดวางเป็นแบบกระบอกนอน กระบอกสูบเรียง กระบอกสูบรูปตัววี กระบอกสูบตรงกันข้าม กระบอกสูบรูปตัววาย กระบอกสูบรัศมีโดยรอบ ลูกสูบตรงกันข้าม

2. แบ่งตามวัฏจักรการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ และเครื่องยนต์ประเภท 4 จังหวะ

3. แบ่งตามวิธีการฉีดเชื้อเพลิง โดยแบ่งเป็นเครื่องยนต์ประเภทใช้ลมฉีดน้ำมัน และเครื่องยนต์ประเภทใช้แรงอัดคั่นฉีดน้ำมัน

4. แบ่งตามการใช้เชื้อเพลิง โดยแบ่งเป็นเชื้อเพลิงน้ำมันหนัก (เครื่องยนต์ดีเซล) และเครื่องยนต์น้ำมันเบา (เครื่องเบนซิน เครื่องยนต์ก๊าซ)

5. แบ่งตามวัฏจักรเทอร์โมไดนามิกส์ โดยแบ่งเป็นวัฏจักรปริมาตรคงที่ และวัฏจักรแรงดันคงที่

6. แบ่งตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยมีความรอบช้า เครื่องยนต์ความเร็วรอบปานกลาง และเครื่องยนต์รอบสูง

7. แบ่งตามวิธีระบายความร้อน โดยแบ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ และเครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

8. แบ่งตามวิธีการจุดระเบิด โดยแบ่งเป็นเครื่องยนต์ที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (เครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ก๊าซ) และเครื่องยนต์ที่มีจุดระเบิดด้วยแรงอัด (เครื่องยนต์ดีเซล) (ปราโมทย์ อ่อนประไพ. 2521:13-15)

1.3 ทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ดีเซลมีจังหวะการทำงานคล้ายเครื่องยนต์เบนซิน แต่มีหลักการทำงานที่ต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน คือ

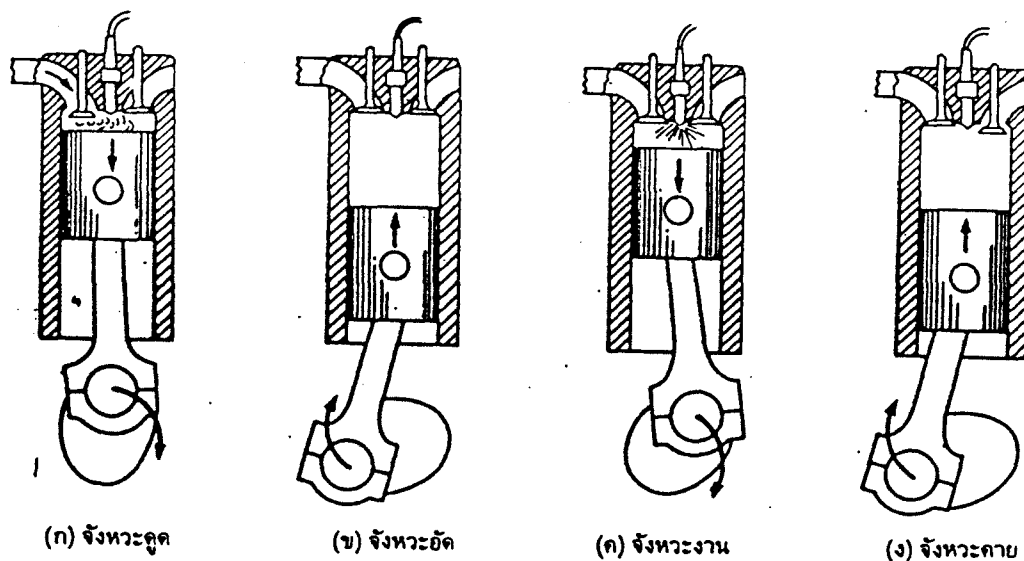
เครื่องยนต์ดีเซลดูดอากาศเปล่า ๆ เข้าไปอัดอากาศจนมีแรงดันสูง และฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละเอียดเข้าไปในห้องเผาไหม้ (ซึ่งทำให้เครื่องยนต์ดีเซลไม่มีคาร์บูเรเตอร์) เชื้อเพลิงที่อัดเข้าไปจะสันดาปเอง โดยไม่ต้องการประกายไฟจากหัวเทียน ได้พลังงานออกมาโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จังหวะดูด ลูกสูบจะเคลื่อนที่ลง ลิ้นไอดีจะเปิดดูดเอาอากาศเปล่า ๆ เข้ามาในกระบอกสูบ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่ำสุดลิ้นไอดีจะปิด

2. จังหวะ อัด ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียปิด อัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลงจนมีอัตราอัด ตั้งแต่ 14:1 ถึง 22:1 ซึ่งจะทำให้แรงอัดสูงขึ้นตั้งแต่ 30:45 บรรยากาศ และความร้อนสูงขึ้น 500-700 เซลเซียส

3. จังหวะกำลัง ก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นถึงจุดสูงสุด ป้อนหัวฉีดจะเริ่มปั้มน้ำมันให้ฉีดออกมาจากหัวฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ จากความร้อนของอากาศที่อัดจะทำให้ น้ำมันติดไฟขึ้นเอง ทำให้เกิดแรงดันสูงขึ้นถึง 60-80 บรรยากาศ ดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงอย่างรวดเร็ว

4. จังหวะคาย เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงมาถึงจุดต่ำสุดลิ้นไอเสียจะเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจะไล่ไอเสียออกไป (จำนอง นอม, อุดม ล้อมวงศ์พานิช.2521:3-4)

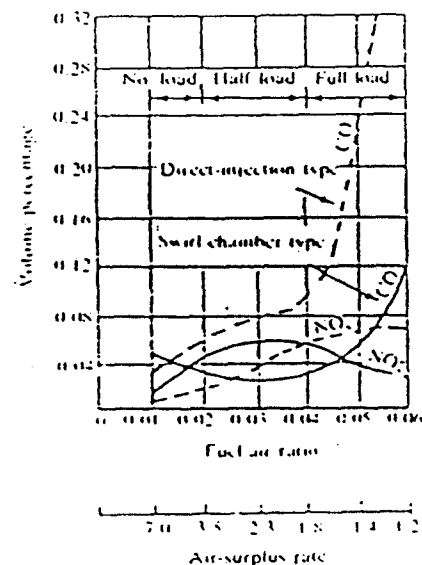


ภาพประกอบ 2 ลำดับการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

1.4 ไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล

ในเครื่องยนต์ดีเซล สารมลพิษจากเครื่องยนต์ที่มีปริมาณมากที่สุดจากไอเสียคือ NO_x และอนุภาคของแข็ง (ควันทา) มี HC และ CO บ้าง แล้วแต่กรณี นอกจากนี้ภาวะมลพิษที่ถือว่าร้ายแรงอีกคือกลิ่นและเสียง และแอลดีไฮด์ จะเห็นว่าแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการทำงานการสันดาปภายในกระบอกสูบ และคุณสมบัติของเชื้อเพลิงต่างกัน

1.4.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กระบวนการเกิด CO ในเครื่องยนต์ดีเซลมีส่วนคล้ายคลึงกับการเกิด CO ในเครื่องยนต์เบนซิน กล่าวคือ CO จะเกิดมากหากอัตราการให้อากาศเพิ่มและลดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นกระบวนการของการเกิดวันดำด้วย ธรรมชาติทั่วไปจะเดินเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอากาศที่มากกว่าอยู่แล้ว คือ อัตราการให้อากาศจะเป็น 1.2-10 เท่า ดังนั้นปริมาณ CO เกิดน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน



ภาพประกอบ 3 การเกิด CO และ NO_x ต่ออัตราการให้อากาศ

1.4.2 ไฮโดรคาร์บอน (HC) เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อย HC ออกมาน้อยมากด้วยเหตุผลเดียวกับการปล่อย CO แต่ปริมาณ HC จะเพิ่มขึ้นด้วยเหตุอื่นอีก คือ

- ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่หนาจะสัมผัสผนังเสื้อสูบที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิด HC ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับ O₂ และไม่เกิดการเผาไหม้เลย

- หากส่วนผสมบางมากเกินไป เปลวไฟจะดับ ทำให้เกิด HC มาก
- น้ำมันเชื้อเพลิงที่หัวฉีดฉีดแล้ว ส่วนที่เหลือเป็นหยดนี้ไม่สามารถเผาไหม้ต่อไปได้ ทำให้เกิด HC
- เชื้อเพลิงหล่อลื่นในโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ในเสื้อสูบและกระบอกสูบเผาไหม้ไม่หมด จะทำให้เกิด HC

HC

1.4.3 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) การเกิด NO_x ก็เกิดทำนองเดียวกับเครื่องยนต์เบนซินเป็นการยากที่จะบอกว่า NO_x เกิดมากน้อยเท่าไรและเกิดจากที่ไหนในกระบอกสูบ เนื่องจากอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงกับอุณหภูมินั้นเปลี่ยนแปลงตามกันอย่างซับซ้อนมาก ระหว่างช่องของการเกิดการสันดาปในกระบอกสูบที่มี O₂ มาก จะเป็นการสันดาปที่ดี การสันดาปจะสมบูรณ์และรวดเร็ว ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงมาก และอุณหภูมิจะสูงอยู่นาน NO_x จึงเกิดในช่องนี้มาก

1.4.4 ควันดำ ควันจากท่อไอเสียสามารถแบ่งได้เป็น 2 จำพวก

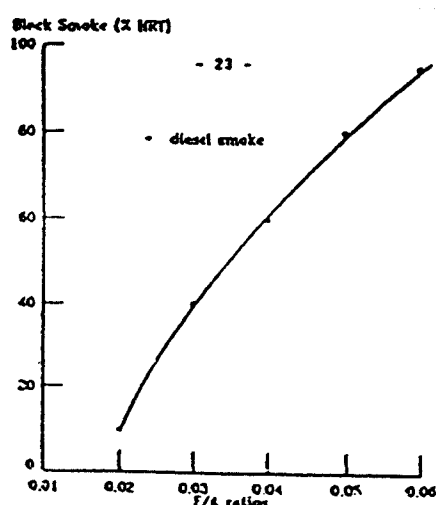
1. หยดของเหลว (Liquid Particulates) ซึ่งปรากฏเป็นควันสีขาว คล้ายไอน้ำ เกิดขึ้นขณะเริ่มเดินเครื่องเมื่อเครื่องเย็น ขณะเดินเบาไม่มีการะ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนของไฮโดรคาร์บอนที่เป็นของเหลว น้ำมันหล่อลื่น และบางส่วนของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด ซึ่งควันจากส่วนนี้จะหมดไปเมื่อเครื่องร้อนขึ้น

2. ควันดำ (Soot และ Black Smoke) เป็นการรวมตัวของอะตอมของคาร์บอนและส่วนหนึ่งของไฮโดรคาร์บอนซึ่งถูกเผาไหม้บางส่วน ทำให้ในโมเลกุลมีอัตราส่วนระหว่าง C/H เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเกิดควันดำเป็นขบวนการการที่โมเลกุลของไฮโดรเจน (dehydrogenation) เกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น (polymerization) แล้วในท้ายที่สุดก็จะเกาะกันเป็นเม็ด (agglomeration) ซึ่งสาเหตุการเกิดควันดำมีอยู่ 2 สาเหตุคือ

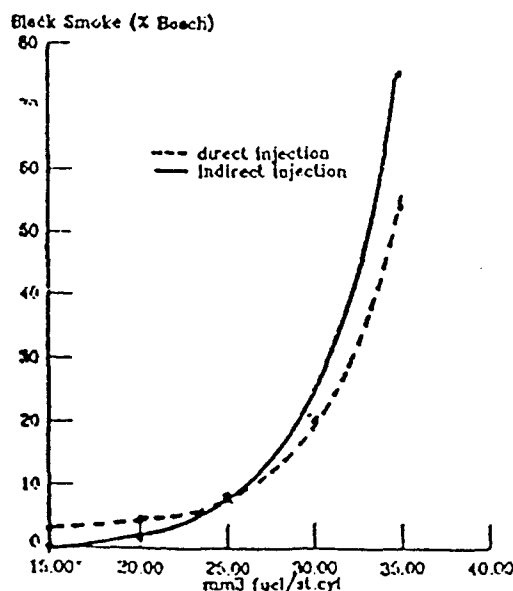
2.1 ขบวนการเมื่อหยดน้ำมันเล็กๆ ถูกฉีดเป็นฝอยเข้าไปในห้องสันดาปซึ่งขณะนั้นอากาศถูกอัดจนอุณหภูมิสูง เมื่อหยดน้ำมันสัมผัสกับอากาศร้อนด้านนอกก็จะเกิดการสันดาปอย่างปกติส่วนด้านในหยดน้ำมันไม่มีผิวสัมผัสกับอากาศเมื่อถูกอัดโดยความร้อนก็จะเกิดปฏิกิริยา (dehydrogenation) ขึ้นคายไฮโดรเจนออกออกไปกลายเป็นคาร์บอนอิสระและรวมตัวกันเป็นเม็ดคาร์บอนเป็นสีดำถ้าไม่มีปฏิกิริยาต่อไป

2.2 เกิดที่ quench zone โดยที่หยดน้ำมันถูกฉีดไปปะทะกับผนังเสื้อสูบซึ่งค่อนข้างเย็น และไม่มีผิวสัมผัสกับอากาศ และถูกอัดโดยความร้อนเนื่องจากอากาศที่ถูกอัดอยู่แล้วเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับข้อที่ 1

เนื่องจากปฏิกิริยา dehydrogenation เกิดที่อุณหภูมิสูง และเกิดกับไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ปฏิกิริยาการเกิดนั้นสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระบบ direct injection กับระบบ pro chamber แล้ว เนื่องจากระบบ direct injection มีการฉีดน้ำมันเข้าในห้องสันดาปโดยตรง จึงมีโอกาสเกิด quench zone ได้มากกว่า และอุณหภูมิในห้องสันดาปสูงกว่าทำให้เกิดปฏิกิริยา dehydrogenation ได้ง่ายกว่าจึงพบควันดำจากเครื่องยนต์ แบบ direct injection สูงกว่า (ภาพประกอบ 5) (มลพิษทางอากาศจากรถยนต์.2538:18-19)



ภาพประกอบ 4 ควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล
(มลพิษทางอากาศจากรถยนต์.2538:18-19)



ภาพประกอบ 5 คิวน์ค่าจากเครื่องยนต์ดีเซลแบบ ID และ IDI
(มลพิษทางอากาศจากรถยนต์.2538: 8-19)

2. หลักการของระบบท่อไอเสียหม้อกรองท่อไอเสียทั่วไป

ระบบไอเสีย (exhaust system) ของเครื่องยนต์มีส่วนประกอบที่เป็นพื้นฐาน ได้แก่ ท่อรวมไอเสีย ท่อไอเสีย และหม้อพักท่อไอเสีย สำหรับหม้อพักท่อไอเสียจะเป็นตัวช่วยลดแรงดันของก๊าซไอเสียก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ เพื่อลดเสียงดังให้เหลือน้อยลง

การจัดวางท่อและหม้อพักไอเสียรวมทั้งการเลือกขนาดและชนิดของท่อไอเสียเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องติดตั้งกับรถ เรือ หรือเครื่องที่ติดตั้งอยู่กับที่ และเรื่องที่ต้องพิจารณาควบคู่กันไปกับก็คือ ความเร็วรอบและขนาดเครื่องยนต์

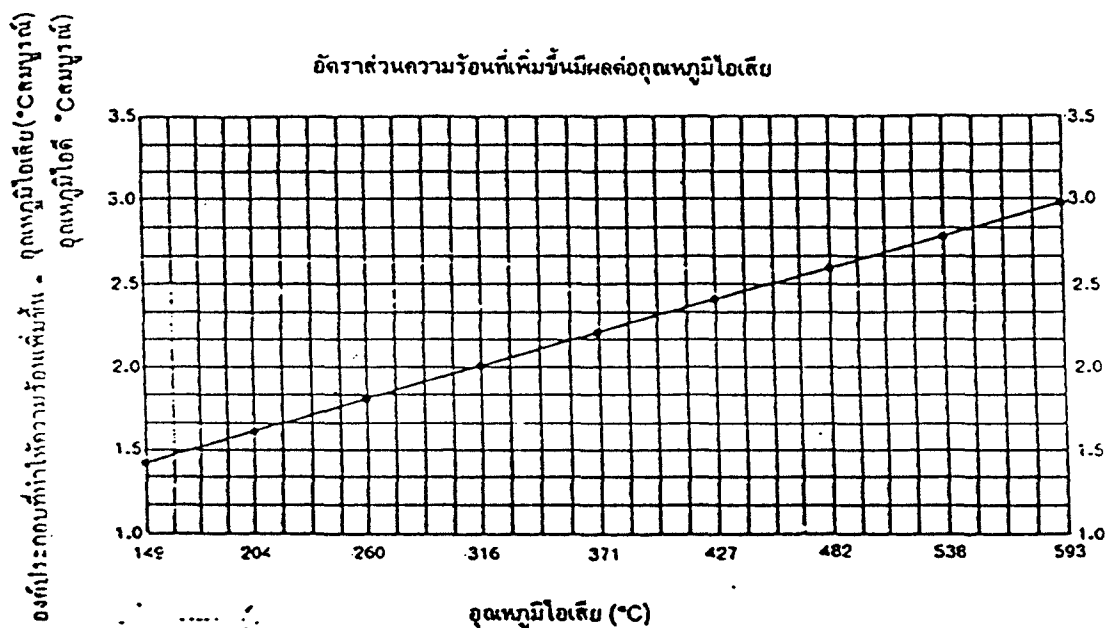
ขั้นแรกในการพิจารณาออกแบบท่อไอเสียจะต้องคำนึงถึงหลักความจริง 2 ประการคือ ก๊าซไอเสียที่ไหลในท่อไอเสียจะมีแรงเฉื่อยในการเคลื่อนที่ และยังมีการยืดหยุ่นตัวได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อการไหลของก๊าซไอเสีย ดังนั้นจึงต้องนำความยาวของท่อไอเสียมาพิจารณาด้วย โดยต้องให้ความยืดหยุ่นต่อผิวภายในของท่อไอเสียน้อยที่สุด รวมทั้งคุณสมบัติทางไดนามิกส์ของก๊าซไอเสียด้วย ซึ่งสามารถคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของก๊าซไอเสียที่ผ่านท่อไอเสียได้โดยสมมติให้ความยืดหยุ่นขึ้นอยู่กับการเสียดทานภายในของท่อ

การไหลของก๊าซไอเสียจะต้องถือว่าราบเรียบสม่ำเสมอจึงจะสามารถนำมาคำนวณได้ ในกรณีที่ออกแบบให้ท่อไอเสียมีความต้านทานสูง จะเป็นผลเสียต่อการเอาไอคิขับไล่ไอเสีย (scavenging) ในเครื่อง 2 จังหวะได้ (เทคโนโลยีดีเซล.2521:94)

อัตราการไหลและเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

การหาปริมาณของก๊าซไอเสียออกสู่บรรยากาศ เป็นลูกบาศก์เมตร/วินาทีที่จะต้องทราบปริมาณอากาศหรือไอดีที่เข้ากระบวนการ ซึ่งหาโดยเอาความจุของกระบวนการทุกสภาวะคูณด้วยประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (volumetric efficiency) เป็นเครื่องยนต์ที่ดูดอากาศเข้าแบบธรรมชาติ ซึ่งถ้าหากเป็นเครื่องยนต์ที่มีอุปกรณ์ประจุอากาศหรือมีปั๊มช่วยกวาดล้างไอเสีย จะต้องทราบการไหลของอัตราอุปกรณ์ประจุอากาศนั้น

ปริมาณไอเสียที่สัมพันธ์กับความร้อน

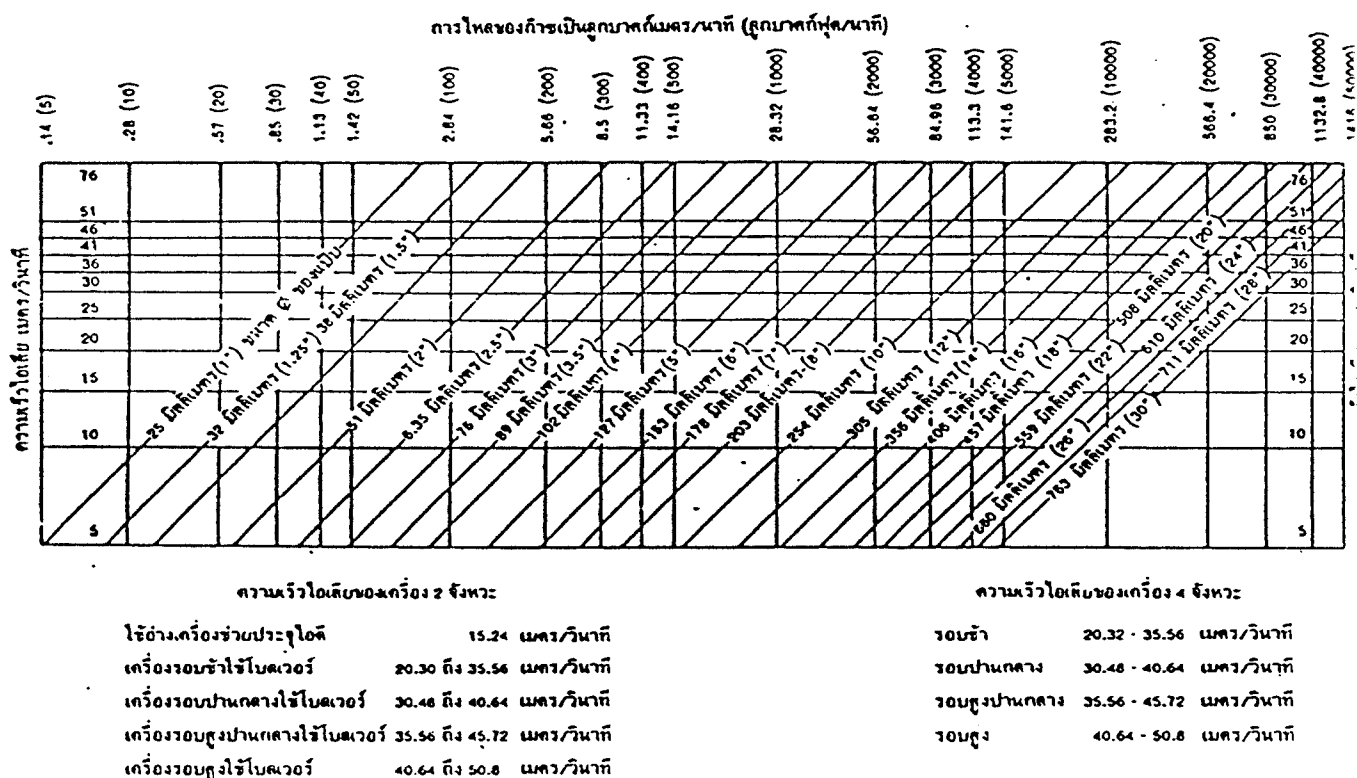


ภาพประกอบ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิไอเสียกับองค์ประกอบที่ทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ตารางนี้สามารถหาปริมาณของก๊าซไอเสียได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ความสม่ำเสมอของก๊าซไอเสียที่ผ่านระบบไอเสียจะแตกต่างกันตามจำนวนสูบคือ ในกรณีเครื่องยนต์หลายสูบความเร็วสูงขนาด 100 กิโลวัตต์ การไหลของก๊าซไอเสียไปยังท่อไอเสียค่อนข้างราบเรียบสม่ำเสมอเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สูบเดียว ทำงานที่ความเร็ว 300 รอบ/นาที ผลิตกำลังงานได้ 100 กิโลวัตต์เท่ากัน เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ชัดเจนว่าท่อไอเสียของเครื่องยนต์ขนาดสูบเดียว 100 วัตต์ จะต้องมีความเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าเครื่องยนต์ขนาด 6 สูบ 100 กิโลวัตต์เท่ากัน

ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างท่อไอเสียให้เหมาะสมกับแบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพประกอบ 7

การจัดวางท่อไอเสีย (pipe layout) ควรให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด การจัดวางท่อไอเสียควรเน้นการวางในแนวตรง มีส่วนโค้งน้อยที่สุด



ภาพประกอบ 7 สำหรับหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อไอเสีย

วัสดุที่ใช้ทำท่อ (pipe material) ถึงแม้ว่าท่อที่ทำด้วยเหล็กหล่อจะเป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากสามารถต้านทานการกัดกร่อนและสนิมได้ แต่ท่อไอเสียที่นิยมใช้กันจริง ๆ นั้นเป็นท่อที่ทำด้วยเหล็กเหนียวเพราะมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กหล่อ ท่อไอเสียที่ต่ออยู่ระหว่างเครื่องยนต์กับหม้อพักไอเสียอาจจะมีเสียงดังมากถ้าใช้แผ่นเหล็กที่บางเกินไป

โครงสร้างของระบบไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลหรือห้องเผาไหม้ จะต้องมีการพิจารณาหลาย ๆ ด้าน ท่อไอเสียของรถยนต์มักจะทำด้วยโลหะผสมที่ทนต่อความร้อนสูง เช่น เหล็กไร้สนิม เป็นต้น การกัดกร่อนและสนิมเป็นศัตรูสำคัญของท่อไอเสีย ดังนั้นถึงแม้ว่าท่อที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิมจะมีราคาแพงกว่าท่อเหล็กเหนียว ก็ควรใช้ท่อเหล็กไร้สนิมเพราะใช้งานได้นานกว่า

คลื่นแรงดันในท่อไอเสีย

หม้อพักไอเสียถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องยนต์เพราะเป็นตัวช่วยลดคลื่นแรงดันไอเสียลง ทำให้ลดเสียงดัง แต่หม้อพักไอเสียจะต้องมีความต้านทานน้อยที่สุด มิฉะนั้นจะทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ลดลง สำหรับเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จ การไหลออกของไอเสียจะราบเรียบดีกว่าเครื่องยนต์ธรรมดา (จำแนก ถนน, อุณหภูมิ, ลม, มวล, ความดัน, 2521:99)

ปริมาตรและสัดส่วนของหม้อเสียงเก็บเสียง

ขนาดของหม้อเก็บเสียงที่ใช้กับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบต่ำ ควรจะมีปริมาตรรวมทั้งหม้ออย่างน้อยประมาณ 12 ถึง 20 เท่าของมวลไอเสียที่ออกมาครั้งหนึ่งๆ ในแต่ละสูบ ซึ่งมวลไอเสียดังกล่าวนี้อาจจะประมาณได้เท่ากับปริมาตรดูดของสูบ หรืออาจจะคิดได้เป็น 12 ถึง 20 เท่าของขนาดความจุในสูบหนึ่งๆ

สำหรับขนาดความยาวและความโตอาจจะคิดเทียบได้เป็นอัตราส่วนต่อกัน อัตราส่วนของความยาวต่อความโต (r หรือ L/D) ที่ใช้อยู่จะอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 4:1 , 6:1 หรือ 8:1 แอล เอช บิลลีย์ (L.H. Billey) แห่งบริษัทโดนัลด์สัน (Donaldson) ได้ให้สมการเกี่ยวกับการหาปริมาตรของหม้อเก็บเสียงที่ต้องการใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะประเภทความเร็วรอบสูงไว้ดังนี้

$$V = \frac{16,387.064 Kd}{\text{rpm}} \sqrt{\frac{1}{N}}$$

V คือ ปริมาตรของหม้อเก็บเสียง mm^3 (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

d คือ ปริมาตรดูดของเครื่องยนต์ mm^3 (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

rpm คือ จำนวนรอบต่อนาที ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานด้วยความเร็วสูงสุด

N คือ จำนวนลูกสูบของเครื่องยนต์

K คือ ค่าคงที่ แตกต่างกันไปตามการใช้คือ

= 5,000 สำหรับรถไถ

= 10,000 สำหรับรถแทรกเตอร์

= 35,000 สำหรับรถบรรทุก

= 50,000 สำหรับรถโดยสาร

สำหรับความกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) และความยาว (L) ของหม้อเก็บเสียงอาจคำนวณหาได้จากสมการดังต่อไปนี้ (ปราโมทย์ ย่อนประไพ.2521:306)

$$D = \sqrt[3]{\frac{3.7427 V}{r}} \quad \text{มิลลิเมตร}$$

$$\text{แต่ } r = \frac{L}{D} \text{ และ } L = Dr$$

สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

$$V = \frac{Kd}{\text{rpm}} \sqrt{\frac{64}{N}} \quad \text{ลูกบาศก์มิลลิเมตร}$$

แรงกำลังดันในท่อไอเสียเราสามารถคำนวณหาได้ เมื่อเรารู้ความยาวของท่อและอุณหภูมิของก๊าซซึ่งมีความสัมพันธ์กับมวลของก๊าซที่ออกมาจากกระบอกสูบ ไหลเข้าไปในท่อไอเสียอย่างราบเรียบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

ตาราง 1 ระดับเสียงและการเกิดไอเสียคันกลับ

ตำแหน่งหม้อพัก หมายเลขที่	ความยาว ไอเสีย (เมตร)	ปลายท่อ ยาว (เมตร)	แรงดันไอเสีย		ลดเสียงลงได้ (เดซิเบล)	เสียงผ่าน ร้อยละ
			กิโลปาสคาล	นิ้วปรอท		
1	1.22	4.88	3.22	0.95	13.0	5
2	2.14	3.97	2.40	0.71	16.5	2.25
3	3.05	3.05	0.10	0.03	7.50	18
4	3.97	2.14	0.03	0.01	10.5	9
5	4.88	1.72	2.47	0.73	4.5	4.5
6	5.80	0.31	2.43	0.72	8.0	16

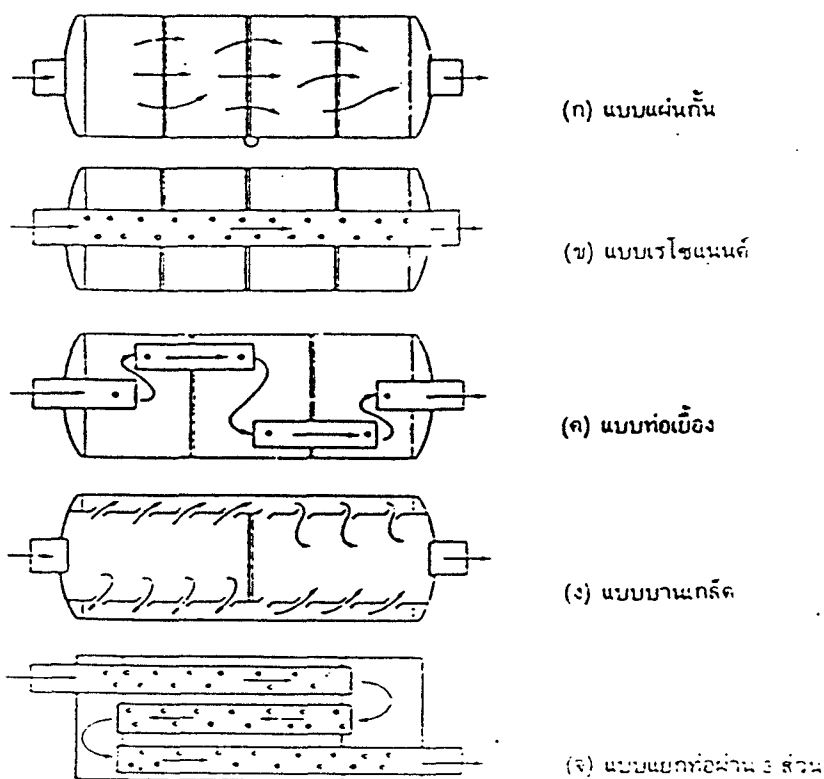
ผลของตำแหน่งที่ตั้งหม้อพักไอเสียในตาราง 1 สำหรับรถบรรทุก ทำงานที่ภาวะเต็มที่มีความเร็ว 2,100 รอบ/นาที ใช้หม้อพักไอเสียแบบธรรมดาของรถบรรทุก (ไม่ใช่แบบผ่านโดยตรง) จะเปลี่ยนตามตำแหน่งของหม้อลดเสียงสำหรับใช้กับรถบรรทุกดีเซล

จากตาราง 1 จะเห็นว่าในตำแหน่งที่ 2 เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุด เพราะทำให้เกิดการลดระดับเสียงมากที่สุดและแรงดันกลับของหม้อพักไอเสียน้อยที่สุด ในตำแหน่งที่ 5 เป็นตำแหน่งที่ค่อนข้างดี สำหรับตำแหน่งที่ 3 การลดของระดับเสียงน้อยที่สุด ส่วนตำแหน่งที่ 4 แรงดันกลับในหม้อพักไอเสียสูงที่สุด

ตามปกติมักจะคิดกันว่าหม้อพักไอเสีย ควรจะติดตั้งให้ใกล้กับเครื่องยนต์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่จากผลการทดสอบตามตารางที่ 1 แสดงว่าไม่เป็นจริงเสมอไป เพราะในตำแหน่งที่ 1 ทำให้เกิดแรงดันเกือบสูงสุดและระดับเสียงก็ไม่ลดลงมากเหมือนกับตำแหน่งที่ 2 หรือตำแหน่งที่ 5 (จำนง ถนน, อุคม ล้อมวงค์พานิช.2521:99-101)

ชนิดของหม้อเก็บเสียงหรือหม้อพักไอเสีย

จุดใหญ่ที่สำคัญในการออกแบบหม้อเก็บเสียงหรือหม้อพักไอเสียมีอยู่ 2 ประการคือ พยายามให้ไอเสียที่ปล่อยออกไปเรียบสม่ำเสมอ และให้เสียงเจี๊ยบที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ในทางปฏิบัติ จะต้องผันแปรตามขนาดของเครื่องและการติดตั้งด้วย สำหรับลักษณะภายในหม้อพักไอเสียได้มีการออกแบบต่างๆ หลายแบบ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ลักษณะภายในหม้อพักไอเสียได้มีการออกแบบต่างๆ หลายแบบ
(ปราโมทย์ อ่อนประไพ.2535:307)

ก. แบบแผ่นกั้น (baffle muffler) เป็นแบบที่ใช้แผ่นกั้นภายในเป็นห้องๆ ทำได้ง่าย จึงมีส่วนดีในเรื่องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ เหมาะที่จะใช้กับเครื่องยนต์ขนาดเล็กธรรมดาทั่วๆ ไป

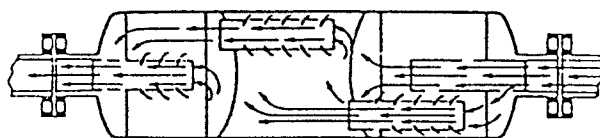
ข. แบบเรโซแนนซ์ (resonant muffler) ชนิดนี้นำเอาแผ่นกั้นมาเพิ่มท่อเล็กเจาะรูรอบๆ สอดทะลุแผ่นกั้นตลอด ปรากฏว่ามีกำลังแรงดันกลับเกิดขึ้นน้อยมาก เพราะไอเสียผ่านได้ตลอดจึงมีผลทำให้เกิดความถี่สูง นั่นคือมีเสียงดังมาก

ค. แบบท่อเบี่ยง (offset tube muffler) ชนิดนี้ตัดท่อเล็กที่สอดทะลุแผ่นกั้นภายในออกเป็นท่อนสั้นๆ แล้ววางเบี่ยงกันสลับไปมา เป็นแบบที่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดกำลังดันกลับได้ดีพอใช้ ทำง่ายราคาถูก

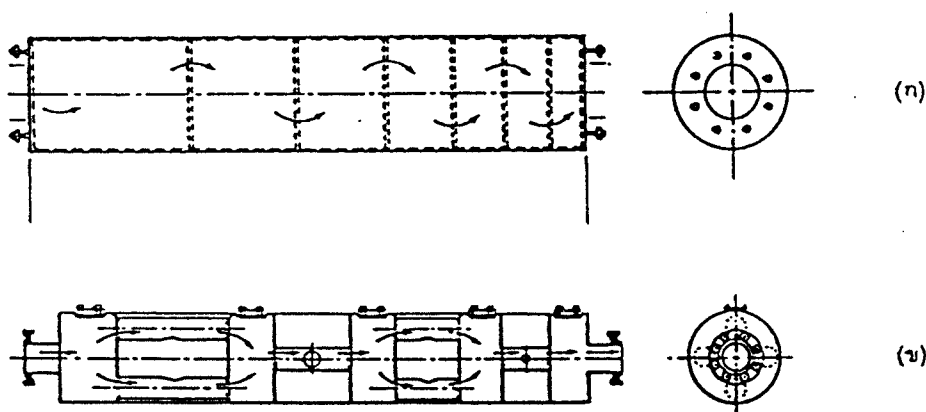
ง. แบบบานเกล็ด (louvre muffler) เป็นแบบที่แบ่งหม้อพักไอเสียออกเป็น 2 ห้อง โดยใช้แผ่นกั้นช่องทางที่ไอเสียผ่านทำเป็นบานเกล็ดทแยงมุมเพื่อบังคับทิศทางการไหลของไอเสีย ในห้องแรกไอเสียที่เข้าไปจะวิ่งแยกกันออก ดังถูกตรรกแสดงทิศทางในรูปที่ 8 (ง) แล้วกลับเข้าไปรวมกันในห้องที่สองก่อนที่จะระบายทิ้งออกไป

จ. แบบแยกท่อผ่าน 3 ส่วน (three pass tube muffler) หม้อเก็บเสียงชนิดนี้นับว่าดีมาก แต่มีราคาค่อนข้างแพง ภายในประกอบด้วยท่อเจาะรูรอบๆ 3 ท่อ ร้อยทะลุและวางขนาดกันตามความยาวของหม้อเก็บเสียง ไอเสียที่เข้าจึงวิ่งวกไปเวียนมาผ่านตลอดภายในท่อทั้งสาม ทำให้ลดแรงดันและเสียงลงได้มาก

ภาพประกอบ 9 เป็นลักษณะการออกแบบหม้อพักไอเสียอีกวิธีหนึ่ง เรียกว่าแบบเบอร์เกสเมนนิ่ง มีลักษณะเป็นแผ่นกั้นและท่อแยก ไอเสียที่ผ่านเข้าไปในหม้อพักไอเสียประเภทนี้จะได้รับการทวนเวียนเพื่อให้ อัตราความเร็วที่จะไหลผ่านลดลง เพราะถูกบังคับให้วิ่งผ่านท่อและแผ่นกั้นที่วางสลับกันไปมา จึงจะทำให้เสียง ดังลดลง



ภาพประกอบ 9 หม้อเก็บเสียงแบบเบอร์เกสเมนนิ่ง



ภาพประกอบ 10 หม้อเก็บเสียงแบบแมกซิม
(ปราโมทย์ ย่อนประไพ.2535:308)

ภาพประกอบ 10 (ก) แสดงให้เห็นห้องภายในหม้อเก็บเสียงที่ออกแบบให้มีขนาดต่างๆ ไม่เท่ากันตามลำดับ เป็นห้องที่ก๊าซเสียผ่านเข้าไปขยายตัว ช่องทางผ่านระหว่างห้องต่อห้องจะออกแบบให้มีคุณลักษณะทางด้านลด เสียงดัง แต่คงให้ความต้านทานต่อการไหลของก๊าซต่ำ สำหรับภาพประกอบ 10 (ข) ก็เป็นอีกแบบหนึ่งที่ พยายามจะออกแบบให้มีคุณภาพในการดับเสียงได้สูงขึ้น ทั้ง 2 แบบนี้เรียกว่าแบบแมกซิม (maxim) (ปราโมทย์ ย่อนประไพ.2521:306-308)

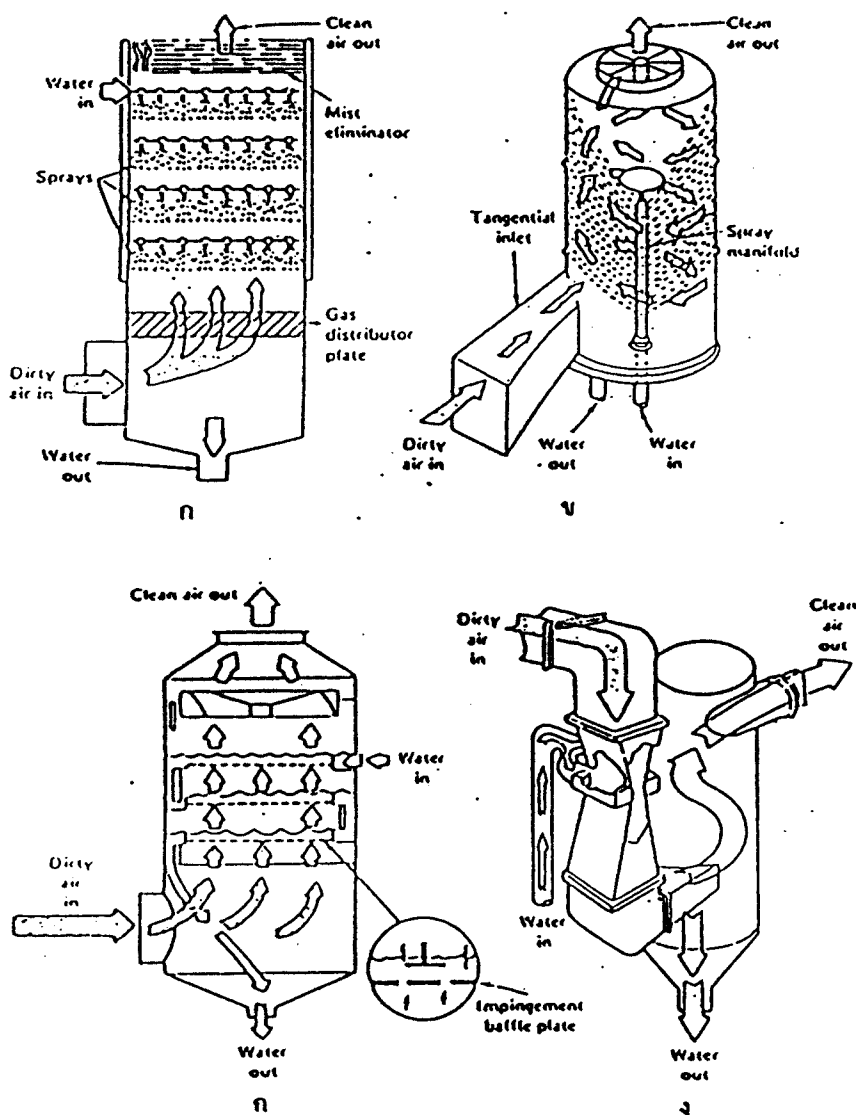
3. หลักการของเครื่องสัมผัสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก (Scrubber or wet collectors)

เครื่องเก็บแบบเปียกใช้ของเหลวซึ่งโดยปกติแล้วใช้น้ำเป็นตัวจับอนุภาคหรือฝุ่นและเพิ่มขนาดของ ละอองไอน้ำ ในกรณีทั้งสองนี้จะทำให้ขนาดมลสารเพิ่มขึ้นและช่วยให้แยกมลสารจากกระแสก๊าซง่ายขึ้น ของเหลว หรือน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้สัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดีขึ้น สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ๆ จะมี การแยกที่เกิดจากแรงถ่วงของโลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆก็จะมี การแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อน ด้วยเครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลว ที่มีขนาดระหว่าง $0.1 \mu\text{m}$ ถึง $20 \mu\text{m}$ ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัว

ใหญ่ขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำและในขณะเดียวกันการฟุ้งกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของของเหลว (Liquid film)

แบบของเครื่องสัมผัสแบบเปียก

เครื่องสัมผัสแบบเปียกมีหลายแบบ ในภาพประกอบ 11 แสดงถึงเครื่องสัมผัสแบบที่ใช้กัน โดยทั่วไป 4 แบบ คือ (ก) Spray (ข) Cyclone Spray tower (ค) Impingement scrubber (ง) Venturi scrubber ใน 4 แบบนี้ Spray tower เป็นแบบที่ง่ายที่สุดในเครื่องสัมผัสแบบนี้ น้ำจะถูกฉีดออกมาจากหัวฉีดเป็นฝอยเพื่อให้สัมผัสกับอนุภาคที่ติดมากับก๊าซได้ดี ทิศทางการไหลของน้ำและก๊าซอาจเป็นแบบทวนกระแส (Counter-current) ตามกระแส (Cocurrent) หรือตัดกระแส (Cross flow) การไหลแบบทวนกระแสนี้เป็นแบบที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพประกอบ 11 เครื่องเก็บแบบเปียก (ก) Spray tower (ข) Cyclone spray tower (ค) Impingement scrubber (ง) Venturi scrubber

ประสิทธิภาพของเครื่องเก็บแบบเปียก

ประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องเก็บแบบเปียกเกี่ยวข้องกับพลังงานที่หายไปทั้งหมดของเครื่องมือ ซึ่งวัดได้จากความดันลดของก๊าซที่ผ่านเครื่องมือ ประสิทธิภาพและปริมาณน้ำที่ต้องการของเครื่องเก็บแบบเปียกแบบต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ประสิทธิภาพและปริมาณน้ำที่ต้องการของเครื่องเก็บแบบเปียก

แบบ	ประสิทธิภาพที่อนุภาคนขนาดต่างๆ %	ปริมาณน้ำที่ต้องการ ลิตร/100 ม. ³ ก๊าซ	ความดันลด ซม. ของน้ำ
Spray tower	High for > 10 μm	20-75	2
Cyclonic spray tower	96% for 2 to 3 μm	20	2-5
Impingement scrubber	98% for > 1 μm (per plate)	10-20	2-20 (per plate)
Venturi scrubber	99% for > 1 μm	20	15-150

กลไกในการเก็บอนุภาคของเครื่องเก็บแบบเปียก จะมีอย่างเดียว หรือ หลายอย่างก็ได้ กลไกที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือนี้ก็คือ Impingement หรือ Interception ของอนุภาคด้วยหยดของเหลว ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องหาคุณสมบัติของอนุภาคหยดของเหลว และเนื้อของเหลวที่มีอิทธิพลต่อ Impingement วิธีการที่ง่ายคือพิจารณาการที่อนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาหยดของเหลวแล้วกระทบกันด้วยแรงเฉื่อยจึงภาพประกอบ 12 ที่ระยะทางหนึ่งทางต้นทาง

อนุภาคจะแยกออกจากกระแสของก๊าซ (streamline) ที่ไหลเคลื่อนที่ตรงเข้าสู่หยดของเหลวขณะนั้น อนุภาคจะอยู่ภายใต้การกระทำของแรงสองชนิดคือแรงเฉื่อยของตัวมันเองและแรงลาก เนื่องจากก๊าซที่อยู่รอบๆ (แรงที่เกิดจากแรงตึงผิวของโลก ไฟฟ้า แม่เหล็กและความร้อนจะไม่พิจารณา) ผลจากแรงทั้งสองนี้จะทำให้อนุภาคเข้าสู่จุดหยุดเมื่อเทียบกับหยดของเหลวถ้าระยะหยุด (x_s) มากกว่าระยะทางที่อนุภาคเริ่มแยกออกจากกระแสของก๊าซ ถึงหยดของเหลวก็จะเกิดการกระทบ (impaction) ในที่นี้จะให้นิยามจำนวนการกระทบ (impaction number, n_i) ว่าเป็นอัตราส่วนที่ไม่มีหน่วยของระยะหยุด (x_s) กับเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดของเหลว (D_d) หรือ

$$N_i = \frac{x_s}{D_d}$$

ประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคและหยดของเหลว ซึ่งทำให้อนุภาคแยกออกจากกระแสก๊าซพบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนการกระทบ

ระยะหยุดอาจหาได้จากสมมูลของแรง (F) บนอนุภาค โดยสมมุติว่าการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นไปตามกฎของสโตกส์ (Stokes' law)

$$F_{\text{inertial}} + F_{\text{drag}} = 0$$

หรือ

$$m_p \frac{du_p}{dt} + 3 \pi u_p \mu_g D_p = 0$$

โดยที่	m_p	=	มวลของอนุภาค
	u_p	=	ความเร็วของอนุภาค
	t	=	เวลา
	μ_g	=	ความหนืดของก๊าซ
	D_p	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค

เพื่อให้ง่ายขึ้น แทนค่า u_p ในแรงลากด้วยความเร็วเฉลี่ย $\bar{u}_p$ ของช่วงที่ความเร็วลดลงและถือว่าเป็นค่าคงที่ แล้วทำ integration

$$\int_{u_{p,0}}^0 -du_p = \int_0^t \frac{18 \bar{u}_p \mu_g}{D_p^2 \rho_p} dt$$

โดย $u_{p,0}$ = ความเร็วสัมพัทธ์เริ่มต้นของอนุภาคในกระแสก๊าซ

$$u_{p,0} = \frac{18 \bar{u}_p \mu_g t}{D_p^2 \rho_p} = \frac{18 \mu_g X_s}{D_p^2 \rho_p}$$

โดยที่ $u_{p,t} = X_s$

เมื่อถอดสมการนี้จะได้ระยะหยุดสโตกส์ (Stokes stopping distance)

$$X_s = \frac{u_{p,0} D_p^2 \rho_p}{18 \mu_g}$$

โดยส่วนมากแล้ว $u_{p,0}$ จะเท่ากับความเร็วแรงของกระแสก๊าซเทียบกับหยดของเหลว

แทนค่า X_s ในสมการ $N_i = X_s$ ทหารด้วย D_d ก็จะได้ค่าประมาณของ N_i

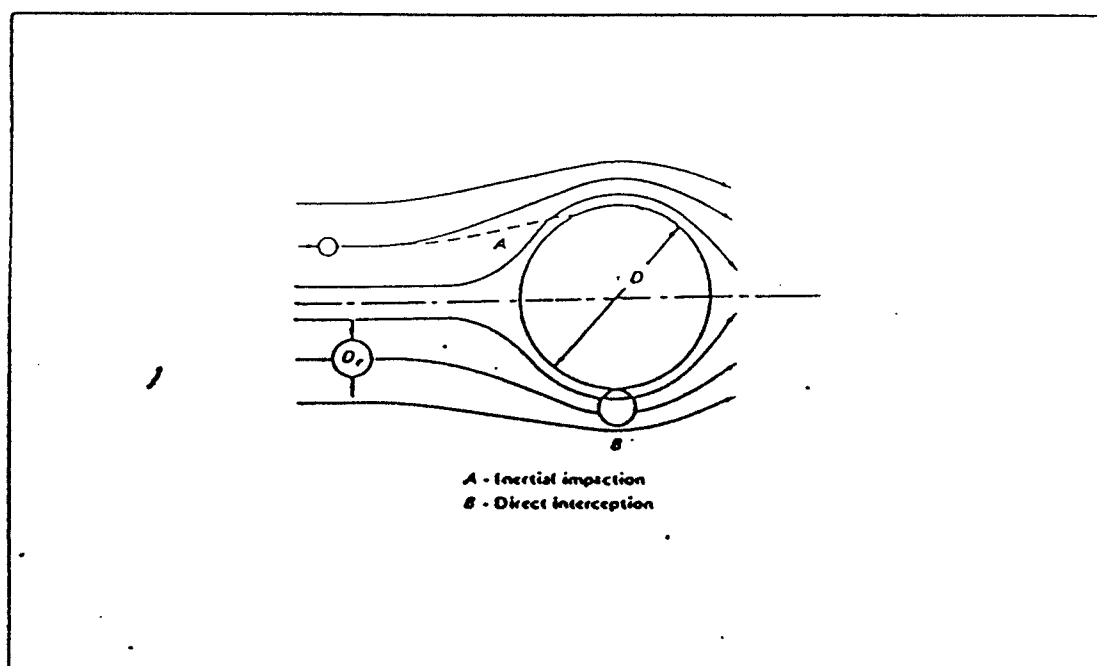
$$N_i = \frac{u_{p,0} D_p^2 \rho_p}{18 \mu_g D_d}$$

สำหรับอนุภาคที่มีขนาดและความหนาแน่นที่กำหนดให้จำนวนการกระทบ (N_i) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วสัมพัทธ์ $U_{p,0}$ และสัดส่วนผกผันกับเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดของเหลว ดังนั้นถ้าความเร็วสัมพัทธ์ยิ่งมากและขนาดของเหลวยิ่งเล็กก็จะให้จำนวนการกระทบมาก ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการเก็บเนื่องจากแรงเฉื่อยหรือการกระทบมากขึ้น

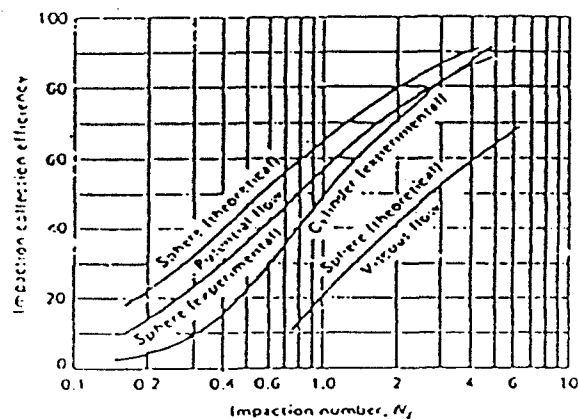
ประสิทธิภาพการกระทบระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำ (η_i) ซึ่งนิยามว่าเป็นอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดของก๊าซส่วนที่อนุภาคที่ถูกแยกออกอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของหยดน้ำอาจประมาณได้จากภาพประกอบ 13 ในกรณีที่อนุภาคมีขนาดเล็กกว่าประมาณ 5 จำนวนการกระทบที่คำนวณได้จะต้องคูณกับปัจจัยแก้ไขของคันทันนิ่ง แอม k_c ก่อน แล้วจึงนำมาอ่านค่า N_i ทางแกนนอน

ประสิทธิภาพการเก็บทั้งหมดของเครื่องเก็บแบบเปียกที่ใช้การฉีดน้ำเป็นฝอยพอจะประมาณได้ดังนี้

สมมุติว่าหยดน้ำเคลื่อนผ่านระยะประสิทธิ L_e (effective length) ปริมาตรประสิทธิ (effective volume) ที่หยดน้ำหยดหนึ่งกวาดผ่าน



ภาพประกอบ 12 การเก็บอนุภาคด้วยการกระทบด้วยแรงเฉื่อยและการรับตรง
(Wark & Warner, 1966)



ภาพประกอบ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเก็บด้วยการกระทบกับจำนวนการกระทบ
(เกษม ไชยญา.2538:29)

$$= \eta_i \frac{\pi D_w^2 L_o}{4}$$

โดยที่ D_w = เส้นผ่าศูนย์กลางของหยดน้ำ

$$\text{จำนวนหยดน้ำ} = \frac{Q_w}{(\pi D_w^3 / 6)}$$

โดยที่ Q_w = ปริมาณของน้ำที่ใช้ต่ออากาศหนึ่งหน่วยปริมาตร
ดังนั้นปริมาตรทั้งหมดที่ถูกกวาดโดยหยดน้ำทั้งหมด

$$= \left(\eta_i \frac{\pi D_w^2 L_o}{4} \right) \left(\frac{Q_w}{\pi D_w^3 / 6} \right) = \frac{3 \eta_i L_o Q_w}{2 D_w}$$

อัตราการเก็บอนุภาคจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของอนุภาคและปริมาตรของก๊าซที่ถูกกวาดผ่าน
ดังนั้นการเปลี่ยนความเข้มข้นของอนุภาคต่อระยะทางจะเท่ากับ

$$\frac{dC}{dL} = \left(\frac{-3 \eta_i Q_w}{2 D_w} \right) C$$

ที่ระยะทาง L อัตราส่วนของความเข้มข้นของอนุภาคที่ออกมาต่อความเข้มข้นที่เข้าเครื่องมืออาจหา
ได้โดยการจัดสมการ dC ทหารด้วย dL แล้วทำ integration

$$\int_{c_0}^c \frac{dc}{c} = - \int_0^{L_c} \frac{3 \eta_i Q_w}{2 D_w} dL$$

$$\frac{c}{c_0} = e^{-(3 \eta_i L_c Q_w / 2 D_w)}$$

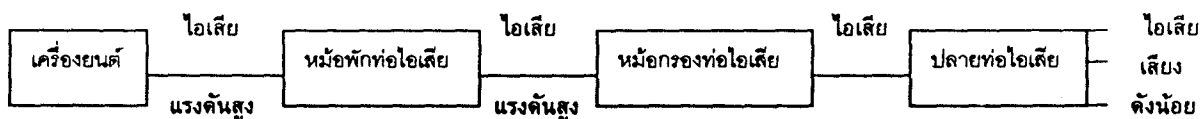
ดังนั้น ประสิทธิภาพของเครื่องล้มสับแบบเปียก จะเท่ากับ

$$\eta = 1 - \frac{c}{c_0} = 1 - e^{-(3 \eta_i L_c Q_w / 2 D_w)}$$

จะเห็นว่าประสิทธิภาพการเก็บ (Collection efficiency) ของเครื่องเก็บแบบใช้ละอองน้ำจะเพิ่มขึ้นตามประสิทธิภาพการกระทบ อัตราการไหลของน้ำต่ออัตราการไหลของอากาศ Q_w ระยะที่หยดน้ำเคลื่อน ผล L_c จะลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองน้ำ D_w เพิ่มขึ้นอนุภาคขนาดหนึ่งจะมีประสิทธิภาพการเก็บสูงสุดเมื่อละอองน้ำมีขนาดหนึ่ง เนื่องจากระยะเคลื่อนผ่านของละอองน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของมัน ดังนั้น ถ้าขนาดลดลงระยะเคลื่อนผ่านของละอองน้ำจะลดลงด้วย เนื่องจากความต้านทานของอากาศ

ถ้าประสิทธิภาพการกระทบของหยดน้ำ η_i และทางประสิทธิ์ (Effective path) ที่หยดน้ำผ่านคงที่เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(1 - \eta)$ กับ Q_w จะเป็นเส้นตรง อย่างไรก็ตามในกรณีทั่วไปประสิทธิภาพการกระทบและระยะทางที่หยดน้ำเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับขนาดของหยดน้ำและความเร็วของก๊าซ ดังนั้นเส้นที่เขียนมักจะไม่เป็นเส้นตรง

ดังนั้นกระบวนการที่ไอเสียออกจากเครื่องยนต์ดีเซลจะส่งผ่านท่อไอเสียมาเข้าหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อผ่านกระบวนการดูดซับไอเสียจำพวกควีนค่าและเสียงไปพร้อมๆ กัน ก่อนที่จะระบายออกทางหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำทางด้านที่ต่อท่อไอเสียออกสู่บรรยากาศภายนอก ดังภาพประกอบ 14

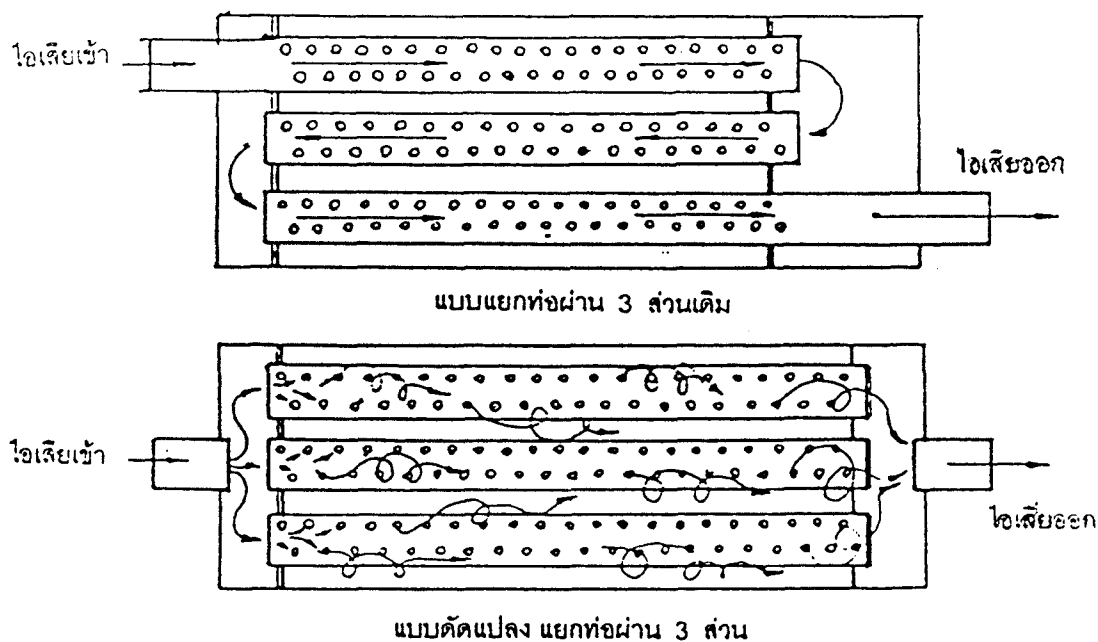


ภาพประกอบ 14 กระบวนการผ่านไอเสียและเสียง

4. หลักการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล

4.1 นำหลักการของชนิดแบบแยกท่อผ่าน 3 ส่วน (three pass tube muffler) มาเป็นต้นแบบในการประยุกต์และออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ภายในหม้อกรองประกอบด้วยท่อเจาะรูรอบๆ 6 ท่อ ซึ่งมีขนาดต่างกัน โดยกำหนดให้สามท่อแรกมีขนาดความยาว 50 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. พร้อมเจาะรู

รอบๆ ท่อ และหุ้มด้วยลวดตาข่ายสแตนเลส จากนั้นใช้ท่อขนาดความยาว 50 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 5.1 ซม. เจาะรูรอบๆ จนครบจำนวนสามท่อ จากนั้นนำเอาท่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. หุ้มด้วยลวดตาข่ายสแตนเลส มาสอดเข้าไปในท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.1 ซม. จนครบจำนวนสามท่อพร้อมเชื่อมยึดหัวท้ายติดกัน และนำมาเรียงขนานกันลงในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำให้เนื้อพื้นประมาณ 1 นิ้วครึ่ง ทำการเชื่อมติดกับผนังท่อที่ต่อเชื่อมเข้ากับด้านไอเสียเข้าและออก ตามภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำแยกท่อผ่าน 3 ส่วน

วัสดุที่ใช้ทำหม้อกรอง ถึงแม้ว่าหม้อกรองเก็บเสียงหรือหม้อกรองไอเสีย ที่ทำด้วยเหล็กหล่อจะนิยมกันมาก เนื่องจากสามารถต้านทานความสึกกร่อนและสนิมได้ดี แต่หม้อกรองเก็บเสียงหรือหม้อกรองไอเสียที่นิยมใช้กันจริงๆ นั้นเป็นเหล็กที่ทำด้วยเหล็กเหนียวเพราะมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กหล่อ ฉะนั้นท่อไอเสียที่ต่ออยู่ระหว่างเครื่องยนต์กับหม้อกรองไอเสียอาจจะมีเสียงดังมากถ้าใช้ผ่านเหล็กที่บางเกินไป

โครงสร้างของระบบไอเสียรถยนต์ดีเซลหรือห้องเผาไหม้ จะต้องมีการพิจารณาหลายๆ ด้าน ท่อไอเสียหรือหม้อกรองของรถยนต์มักจะทำด้วยโลหะผสมที่ทนต่อความร้อนสูง เช่น เหล็กไร้สนิม เป็นต้น ดังนั้นถึงแม้ว่าท่อไอเสียหรือหม้อกรองที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิมจะมีราคาแพงกว่าเหล็กเหนียว ก็ควรใช้ท่อหรือแผ่นเหล็กไร้สนิมเพราะใช้งานได้นานกว่ามาก

หม้อกรองเก็บเสียงหรือหม้อกรองไอเสีย ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องยนต์ เพราะเป็นตัวช่วยลดคลื่นแรงดันไอเสียลง ทำให้ลดเสียงและกรองไอเสียแต่หม้อกรองจะต้องมีความต้านทานน้อยที่สุด มิฉะนั้นจะทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ลดลง

จุดใหญ่ที่สำคัญในการออกแบบหม้อกรองเก็บเสียงมีอยู่ 2 ประการคือ พยายามให้ไอเสียที่ปล่อยออกไปเรียบสม่ำเสมอ และให้เสียงเงียบที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ในทางปฏิบัติจะต้องแปรผันตามขนาดของเครื่อง และการติดตั้งด้วย สำหรับหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล

5. เกณฑ์ของระบบการตรวจวัดควันดำและเสียงของกรมขนส่งทางบก

เกณฑ์มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากเครื่องยนต์ดีเซล เป็นไปตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานค่าควันดำและค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ยินยอมให้ระบายออกจากท่อไอเสียของรถยนต์ได้ ลงวันที่ 28 สิงหาคม 2535

5.1 ค่ามาตรฐานควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล

- 5.1.1 เมื่อรถยนต์จอดอยู่กับที่ หรือเมื่อรถยนต์แล่นอยู่บนทางเดินรถ (การตรวจวัดขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ) ค่าปริมาณควันดำต้องไม่เกินร้อยละห้าสิบ เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบ บอช (ระบบกระดาศกรอง)
- 5.1.2 เมื่อรถยนต์อยู่ในเครื่องทดสอบ (การตรวจวัดขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ) ค่าปริมาณควันดำต้องไม่เกินร้อยละสี่สิบ เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบบอช (ระบบกระดาศกรอง) หรือไม่เกินร้อยละห้าสิบสอง เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบชาร์ทริจ (ระบบวัดความทึบแสง)

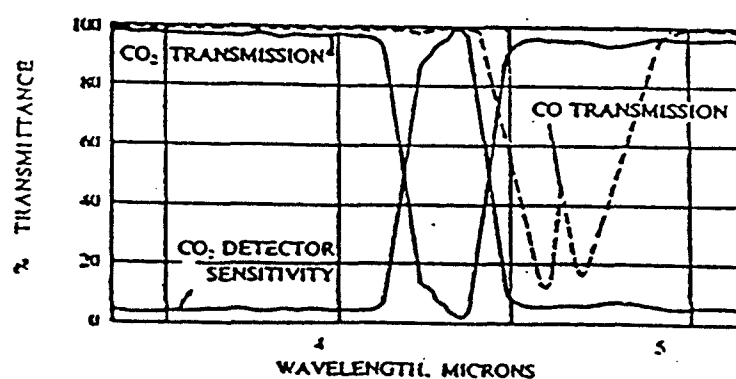
หมายเหตุ ในกรณีที่รถยนต์มีท่อไอเสียมากกว่า 1 ท่อ ให้ตรวจวัดควันดำจากท่อไอเสียที่มีควันดำออกมามากที่สุด

5.2 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน

- 5.2.1 ใช้เครื่องมือระบบนั้ดิสเพอซีฟอินฟราเรด (NON-DISPERSIVE INFRARED ANALYZER , NDIR)

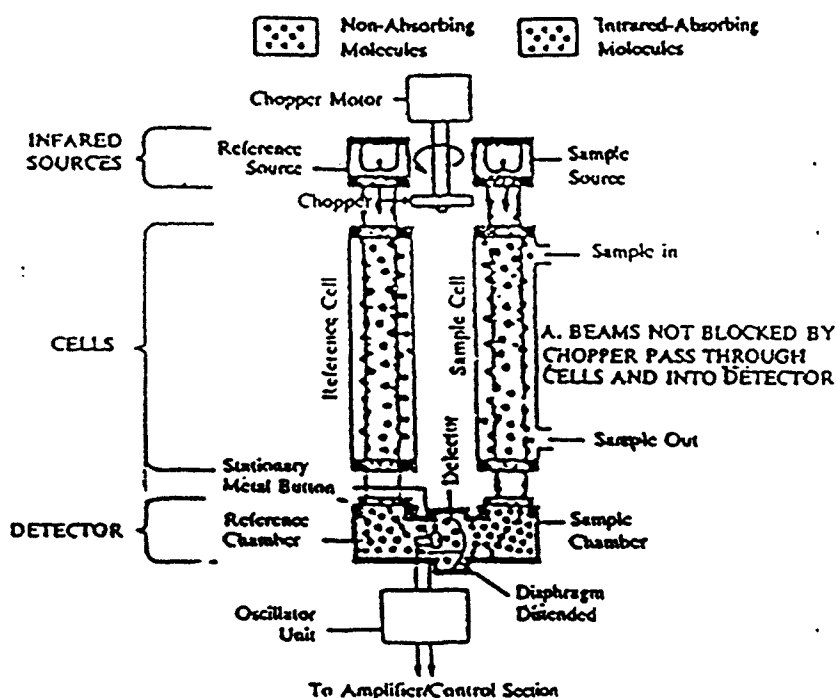
เครื่อง NDIR นี้ใช้การวัดความเข้มข้นของ CO และ HC ในก๊าซไอเสียซึ่งรถยนต์ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย

หลักการทำงาน ใช้หลักการที่ว่า รังสีอินฟราเรด (infrared) จะถูกดูดกลืนโดยสารต่างชนิดกันได้ไม่เท่ากัน สารต่างชนิดกันจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นต่างกัน ดังเช่นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่น 4 ถึง 4.5 ไมครอน และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่น 4.5 ถึง 5 ไมครอน ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของ CO และ CO₂

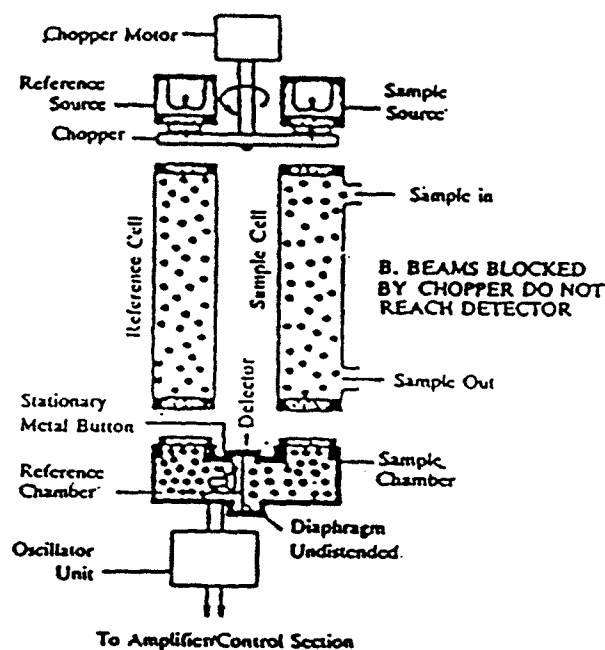
การทำงานของเครื่องมือ ลักษณะของเครื่องมือ จะมีลักษณะดังรูปที่ 17 ซึ่งจะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดซึ่งมีลักษณะเหมือนกันสองอัน แหล่งกำเนิดรังสีนี้จะฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดซึ่งบรรจุก๊าซไว้ โดยแหล่งกำเนิดแต่ละอันจะฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดแต่ละหลอดแยกกันโดยเด็ด หลอดหนึ่งจะบรรจุก๊าซเฉื่อยไว้ ซึ่งก๊าซเฉื่อยนี้จะไม่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดซึ่งหลอดนี้เรียกว่าหลอดอ้างอิง (Reference Cell) ส่วนหลอดอีกหลอดหนึ่งซึ่งแสงอินฟราเรดฉายผ่านนั้นจะปล่อยให้ออกซิเจนที่ต้องการวิเคราะห์ไหลผ่าน ออกซิเจนที่ถูกวิเคราะห์นั้นเรียกว่า ก๊าซตัวอย่าง ดังนั้นหลอดนี้จึงถูกเรียกว่า หลอดตัวอย่าง หลังจากทีรังสีอินฟราเรดได้ฉายผ่านหลอดทั้งสองแล้ว รังสีที่ผ่านออกไปจะถูกตรวจจับโดยตัวตรวจจับ (Detector) ซึ่งได้ติดตั้งไว้ที่ปากทางออกของหลอดทั้งสอง ที่ตัวตรวจจับนี้ภายในจะเป็นห้อง (Chamber) ส่วนที่รับแสงอินฟราเรดจากหลอดตัวอย่างเรียกว่า ห้องตัวอย่าง (Sample Chamber) ห้องนี้มีลักษณะเหมือนกันทุกอย่าง และถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นบางๆ ซึ่งยึดหยุ่นได้ แผ่นซึ่งสามารถจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดไว้ได้



ภาพประกอบ 17 เครื่อง NDIR ขณะที่มีการฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดบรรจุก๊าซ

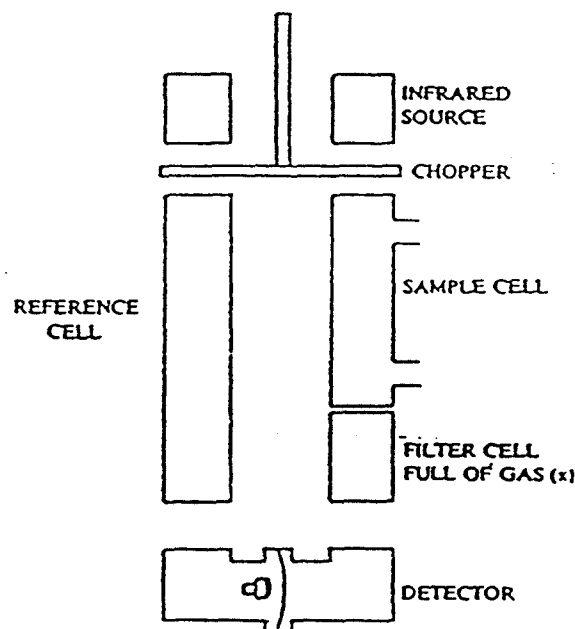
เมื่อรังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดฉายผ่านหลอดทั้งสอง ซึ่งในหลอดทั้งสองได้บรรจุก๊าซไว้เรียบร้อยแล้ว แสงอินฟราเรดที่ออกจากหลอดทั้งสองจะมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน ถ้าในหลอดตัวอย่าง มีสารที่ต้องการวัดความเข้มข้นอยู่ เนื่องจากตัวอย่างจะทำการดูดกลืนรังสีฟราเรดไปปริมาณมากขึ้นอยู่กับปริมาณของสารนั้น ดังนั้น แสงอินฟราเรดที่ออกจากหลอดอ้างอิงจึงมีปริมาณมากกว่าแสงอินฟราเรดที่ออกจากหลอดตัวอย่าง จึงทำให้อุณหภูมิในห้องตัวอย่างต่ำกว่าอุณหภูมิในห้องอ้างอิง ดังนั้นความดันในห้องอ้างอิงจึงสูงกว่าความดันในห้องตัวอย่างด้วย และที่แผ่นไดอะแฟรมได้ติดตั้งปั๊มโลหะไว้ด้วยแต่ปั๊มโลหะนี้จะอยู่กับที่ ไม่เคลื่อนย้ายไปไหน แต่แผ่นไดอะแฟรมและปั๊มโลหะ ระยะห่างที่แตกต่างกันเมื่อความกดดันที่แต่ละความดันนี้ จะให้ความจุทางไฟฟ้า (Capacitance) ต่างกันด้วย และจากค่าคาปาซิแตนซ์หรือค่าความจุที่ได้นี้เราสามารถหาแทนค่าความเข้มข้น

ของสารตัวที่ต้องการวัดได้ แต่ในการทำงานจริงๆ นั้นจะต้องทำให้ค่าความจุที่ปรากฏออกมาเป็นสัญญาณแบบสลับ (Alternating Signal) เสียก่อน เพื่อจะนำไปเข้าเครื่องขยายสัญญาณได้ การจะทำให้สัญญาณกลายเป็นสัญญาณสลับสามารถทำได้โดยติดตั้งใบพัดเพื่อเอาไว้ตัดลำแสงอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดทั้งสองอันไม่ให้ฉายเข้าไปในหลอดทั้งสองหลอด อุณหภูมิและความดันในห้องของตัวตรวจจับก็จะลดลงสู่สภาวะเหมือนไม่มีสารอะไรในหลอดทั้งสองหลอด ค่าความจุก็จะแสดงตามนั้น แล้วใบพัดก็จะหมุนปล่อยให้ลำแสงอินฟราเรดฉายตามปกติอีก สัญญาณความจุก็จะเพิ่มขึ้น ใบพัดนี้จะต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้มันหมุนอยู่เช่นนี้ตลอด การวัดสัญญาณความจุที่ได้จึงได้ออกมาเป็นสัญญาณสลับ



ภาพประกอบ 18 เครื่อง NDIR ขณะที่ใบพัดตัดลำแสงอินฟราเรดไม่ให้ฉายเข้าไปในหลอดบรรจุก๊าซ

การปรับแต่ง การปรับแต่งสามารถทำได้โดยทำการผ่านก๊าซ ซึ่งทราบความเข้มข้นเข้าไปที่หลอดตัวอย่าง แล้วจึงทำการปรับสเกลและปรับศูนย์ได้ด้วยแก๊ซที่ทราบความเข้มข้นร่วมด้วยมิเตอร์ก็จะสามารถสร้างกราฟสำหรับปรับแต่ง (calibration curve) ขึ้นมาได้ ในทางปฏิบัติกราฟจะถูกเขียนระหว่างจุดสองจุดและจะสมมุติว่าเป็นกราฟเส้นตรง โดยการ interpolation แบบเส้นตรงความยาวของหลอดจะถูกเลือก ดังนั้นสเกลจะอยู่ในช่วงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและการดูดกลืนพลังงาน



ภาพประกอบ 19 เครื่อง NDIR ที่ติดตั้งตัวกรอง เพื่อลดการรบกวนจากก๊าซอื่น

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ตกกระทบและพลังงานที่ถูกดูดกลืน ความยาวของหลอดและความเข้มข้นของสารที่ต้องการวัด จะเป็นดังสมการ

$$E_s = E_i(1 - e^{-KL}) \quad \text{..... (5.1)}$$

เมื่อ E_s = พลังงานที่ถูกดูดกลืน

E_i = พลังงานที่ตกกระทบ

K = ค่าคงที่ของการดูดกลืน

C = ความเข้มข้นของสารที่สนใจ

L = ความยาวของหลอด

สมการ 5.1 สามารถทำให้อยู่ในรูปง่าย ๆ ได้ ซึ่งจะได้ค่าออกมาเป็นค่าประมาณ โดยค่าของ KcL มีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับ 1 ภายใต้เงื่อนไข

$$e^{-KcL} = 1 - KcL \quad \text{..... (5.2)}$$

และสมการ 5.1 จะเป็น

$$E_s = E_i \times KcL \quad \text{..... (5.3)}$$

สมการ 5.2 และ 5.3 แสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ถูกดูดกลืน จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น c ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันเท่านั้น นั่นคือ $KcL = 1$ สิ่งนี้แสดงว่า ถ้าความเข้มข้น c มีค่าสูง ความยาวของหลอดก็ควรจะสั้นและ KcL มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ 1 เพื่อจะได้สมมุติได้ว่าสเกลเป็นสเกลแบบเส้นตรง การเลือกความยาวของหลอด ควรเลือกโดยพิจารณาจากความไวของเครื่องมือ และความเป็นเส้นตรงของสเกล หรืออีกอย่างหนึ่งก็คือจะใช้เวลานานมากในการถ่ายแก๊สเก่าออกไป และการตอบสนองของสัญญาณช้าและไม่เร็วพอ

การวัดไฮโดรคาร์บอนซึ่งเผาไหม้ไม่หมดในท่อไอเสียของเครื่องยนต์ ไฮโดรคาร์บอนซึ่งเผาไหม้ไม่หมดในไอเสียมีถึงประมาณ 200 ชนิด ที่ส่วนประกอบแตกต่างกันออกไปและจำนวนคาร์บอนอะตอมและไฮโดรเจนอะตอมก็แตกต่างกันด้วย เป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ที่จะตรวจจับไฮโดรคาร์บอนซึ่งเผาไหม้ไม่หมดทีละตัว ความเข้มข้นทั้งหมดของไฮโดรคาร์บอนซึ่งเผาไหม้ไม่หมดจะสามารถหาได้ โดยวัดกับความเข้มข้นสมมาตรของ n-Hexane และ C_6H_{14} ดังนั้นที่ห้องตรวจจับของเครื่อง NDIR จะถูกบรรจุด้วย n-Hexane แต่วิธีที่ให้ความถูกต้องสูงขึ้นไปอีก ต้องใช้วิธี flame ionization detector ซึ่งจะได้อีกต่อไป

การรบกวนจากก๊าซอื่นๆ ความผิดพลาดในเครื่อง NDIR จะเพิ่มขึ้นถ้าไอเสียตัวอย่างประกอบไปด้วยแก๊สอื่น ซึ่งจะดูดกลืนการแผ่รังสีที่ความถี่เดียวกันกับที่แก๊สในตัวตรวจจับดูดกลืนตัวอย่างเช่น เครื่องวิเคราะห์รังสีอินฟราเรดซึ่งบรรจุ normal hexane ไว้ใน detector จะตอบสนองแก๊สอื่นมากกว่า n-hexane เช่น CO_2 , CO และ H_2O แก๊สทั้งหมดที่อยู่ในไอเสียของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ทางหนึ่งที่จะลดการรบกวนให้น้อยลงสามารถทำได้โดยติดตั้ง ตัวกรอง (filter) ซึ่งบรรจุด้วยแก๊สซึ่งทำให้เกิดการรบกวนที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นและการรบกวนอื่นๆ ในแก๊สตัวอย่างจะมีการเบี่ยงเบนน้อยเมื่อเทียบกับความเข้มข้นซึ่งสูงมากในตัวกรอง

ในตาราง 3 แสดงค่าที่อ่านได้จากเครื่อง NDIR เมื่อแก๊สตัวอย่าง N_2 มีความเข้มข้นแตกต่างจาก CO , CO_2 17.7% ใน N_2 จะเป็นเหตุให้เกิดการรบกวนที่ระหว่าง 10 ถึง 175 ppm เหมือน n-Hexane เมื่อใช้ CO_2 เป็นตัวกรองจะเป็นเหตุให้การรบกวนลดลงจากช่วง 10 ถึง 175 และ 1 ถึง 15 ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้

ตาราง 3 แสดงค่าที่อ่านได้จากเครื่อง NDIR

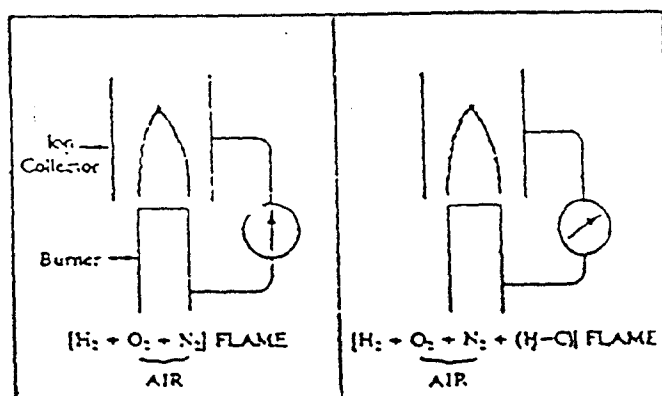
SAMPLE CELL GAS	FILTER CELL GAS	INTERFERENCE PPM AS N-HEXANE		
		Minimum	Median	Maximum
7.3% CO in N_2	N_2	0	1	3
15.7% CO_2 in N_2	N_2	10	45	175
	CO_2	1	3	15
	N_2	20	32	350
	CO_2	20	32	350
	H_2O in CO_2	17	28	340

เครื่องแยกอนุภาคด้วยเปลวไฟ (FLAME IONIZATION DETECTOR ,FID)

เครื่อง FID เป็นเครื่องมือวัดความเข้มข้นของไฮโดรคาร์บอน ที่เผาไหม้ไม่หมด (Unburned Hydrocarbom) ในก๊าซไอเสีย

หลักการทำงาน ใช้หลักการที่ว่าเมื่อเผาไฮโดรเจนบริสุทธิ์ (pure H_2) กับอากาศเปลวไฟที่ได้จะมีการแตกตัว (ionization) น้อยมาก แต่ถ้ามีโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนรวมเข้าไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้นการแตกตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล การจะแตกตัวจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนทุกชนิด พาราฟิน (paraffin) โอลิฟิน (olefin) อะโรมาติก (aromatic) ฯลฯ จะมีผลตอบสนองกับการวัดได้

เท่าๆ กัน แต่จะต่างกับพื้นที่ถ้าโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนนี้ประกอบด้วยอะตอมออกซิเจนและอะตอมของไฮโดรเจนดังภาพประกอบที่ 20 แสดงการทำงานของเครื่อง FID

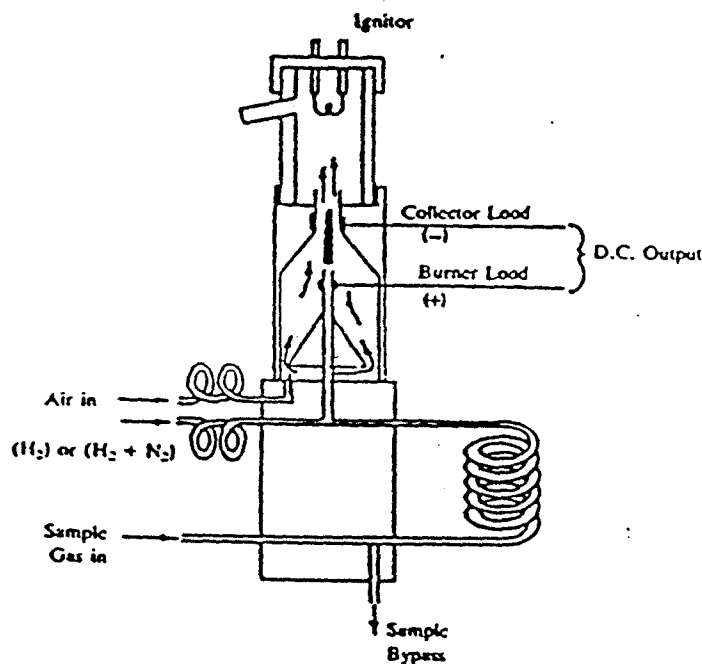


ภาพประกอบ 20 ผลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในการแตกตัวของเปลวไฟไฮโดรเจนกับอากาศ

การทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องมือ FID นี้จะประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องเผาตัวรวบรวมประจุ (Ion Collector) และวงจรไฟฟ้า เครื่องเผาจะประกอบด้วยหลอดคาปิลลารี (Capillary) ซึ่งก๊าซตัวอย่างและของผสมของไฮโดรเจนและไฮโดรเจนจะไหลผ่านไฮโดรเจนบริสุทธิ์จะถูกนำมาใช้ อากาศที่ใช้ในการสันดาปจะถูกนำมาจากรอบๆ หลอดคาปิลลารี เมื่อผสมคลุกเคล้ากันดีแล้วส่วนผสมนี้จะถูกเผาโดยเปลวความร้อน ซึ่งได้ติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของเครื่องเผา

ตัวรวบรวมประจุและหลอดคาปิลลารีจะถูกต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า สนามไฟฟ้าสถิตในบริเวณที่เกิดเปลวจะถูกผลิตขึ้นโดยแบตเตอรี่ซึ่งมีขั้วบวกลบ มันจะทำให้ประจุลบหรืออิเล็กตรอนวิ่งไปที่เปลวและประจุบวกวิ่งไปหาตัวรวบรวมประจุ สัญญาณกระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนประจุที่เกิดขึ้นสัญญาณแบบกระแสตรงนี้จะถูกทำให้กลายเป็นกระแสสลับ เพื่อทำการขยายสัญญาณขึ้นแล้วกระบวนการซึ่งทำให้อ่านออกมาได้เป็นค่าความเข้มข้นของไฮโดรคาร์บอนในก๊าซไอเสียต่อไป ดังภาพประกอบ 22

ระบบการไหล ความไวของ FID จะมีผลโดยอัตราการไหลของก๊าซตัวอย่างและส่วนผสมของไฮโดรเจนกับไฮโดรเจน วิธีหนึ่งที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซแต่ละชนิดไหลผ่านหลอด capillary ดังแสดงในภาพประกอบ 21 อัตราการไหลจะขึ้นอยู่กับการไหลของพื้นที่ที่หน้าตัดของหลอด capillary เพื่อให้ได้ผลที่ดีหลอด capillary ควรจะสะอาดและความดันที่เกิดขึ้นใน capillary ควรคงที่และควรได้รับการควบคุมด้วย



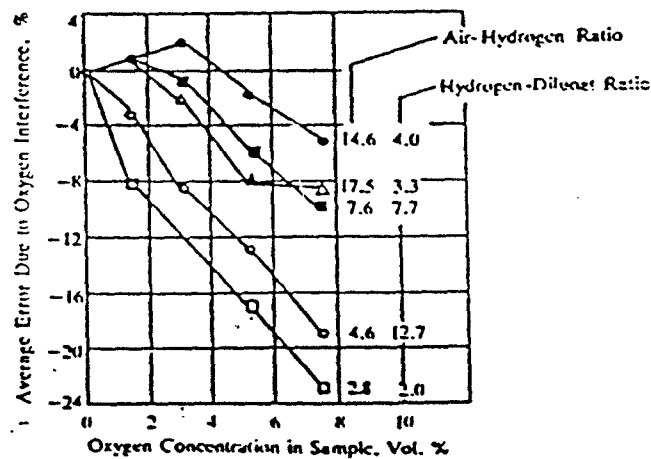
ภาพประกอบ 21 เครื่อง Flame Ionization Detector

เนื่องจาก FID มีความไวต่ำมากกับไอน้ำ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการควบแน่น H_2O ก่อนเพื่อป้องกันการอุดตันของระบบ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้เนื่องจากไม่ได้รับความร้อนใน FID หัวเผาและหลอดตัวอย่างซึ่งจะถูกให้ความร้อนขึ้นไปถึง $350-450^\circ F$ สิ่งเหล่านี้จะลดการควบแน่นของไฮโดรคาร์บอนหนักบนผนัง บางทีการมี H_2O ในก๊าซตัวอย่างอาจกลายเป็นไอน้ำในระบบขึ้นก็ได้

การรบกวน สำหรับการวัดไฮโดรคาร์บอนในก๊าซไอเสียส่วนมาก จะไม่เห็นการรบกวนนักซึ่งไม่เหมือน NDIR :ซึ่งการรบกวนของ CO_2 และ H_2O ด้วยช่วงการดูดกลืนของไฮโดรคาร์บอนและการกรองหรือการจัดตั้งรบกวนเมื่อมีออกซิเจนในก๊าซไอเสียเกินมา 4% ดังนั้นการตอบสนองจะเปลี่ยนไปใน FID จะเกิดขึ้นและขึ้นอยู่กับสัดส่วนของไฮโดรเจนตัวเจือจาง และ air-fuel ratio ในการเผาไหม้ในภาพประกอบ 22 แสดงถึงผลของการรบกวนเนื่องจากออกซิเจนในเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจะเพิ่มขึ้น ภายใต้เงื่อนไขของการทำงานที่ส่วนผสมบาง การฉีดอากาศหรือการเจือจางซึ่งเกิดขึ้นในตัวอย่างซึ่งความเจือจางเปลี่ยนค่าได้

ในระบบสันดาปที่ไม่เป็นขั้นเดียวกัน ส่วนผสมที่บางกว่า Stoichiometric จะถูกนำมาใช้และการรบกวนของออกซิเจนจะถูกแก้ไข

ไฮโดรเจนกับอัตราส่วนการเจือจางได้แสดงไว้ในภาพประกอบ 22 ในลักษณะของอัตราการใช้ของไฮโดรเจนหารด้วยอัตราการใช้ของตัวเจือจาง ตัวเจือจางรวมกับตัวอย่างบวกกับก๊าซเฉื่อยอื่นๆ รวมกับเชื้อเพลิงโดยธรรมชาติเชื้อเพลิงจะประกอบด้วยไฮโดรเจน 40% และไนโตรเจน 60% หรืออาจจะใช้ฮีเลียมในกรณีที่ต้องการความปลอดภัย air-fuel ratio จะแสดงในรูปของอัตราการใช้ของอากาศหารด้วยอัตราการใช้ของไฮโดรเจน การไหลนี้จะแสดงไว้ในภาพประกอบ 22 การแก้ไขส่วนผสมไฮโดรเจนในทางเคมีจะเป็น 2.38 เท่าของปริมาณของอากาศต่อปริมาตรของไฮโดรเจน การรบกวนของออกซิเจนจะแปรผันกับอัตราส่วนของไฮโดรเจนและตัวเจือจางและอัตราส่วนของอากาศกับไฮโดรเจน



ภาพประกอบ 22 ผลของความเข้มข้นของออกซิเจนและภาวะการทำงานของเครื่อง FID ที่มีต่อการรบกวนของออกซิเจน

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการตอบสนองสัมพัทธ์ของเครื่องมือ FID และ NDIR ค่าของ FID ที่ผ่านได้จะใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนบริสุทธิ์ที่ 15.4:1 air-fuel ratio (เจ็จจาง) นี่เป็นจุดทำงานที่ดีที่สุดของ FID สำหรับการตอบสนองไฮโดรคาร์บอนบนฐานของคาร์บอนอะตอม การตอบสนองที่เป็นเส้นตรงของ FID โดยปกติจะเร็วกว่าที่อัตราส่วนไฮโดรเจน-ตัวเจ็จจางอื่นๆ และอัตราส่วนของอากาศไฮโดรเจนอื่นๆ ถ้าใช้ N_2 60% และ H_2 40% เป็นเชื้อเพลิง อัตราส่วนของไฮโดรเจนและตัวเจ็จจางจะต่ำมากถ้าต้องการการตอบสนองแบบเส้นตรงที่ดีที่สุด

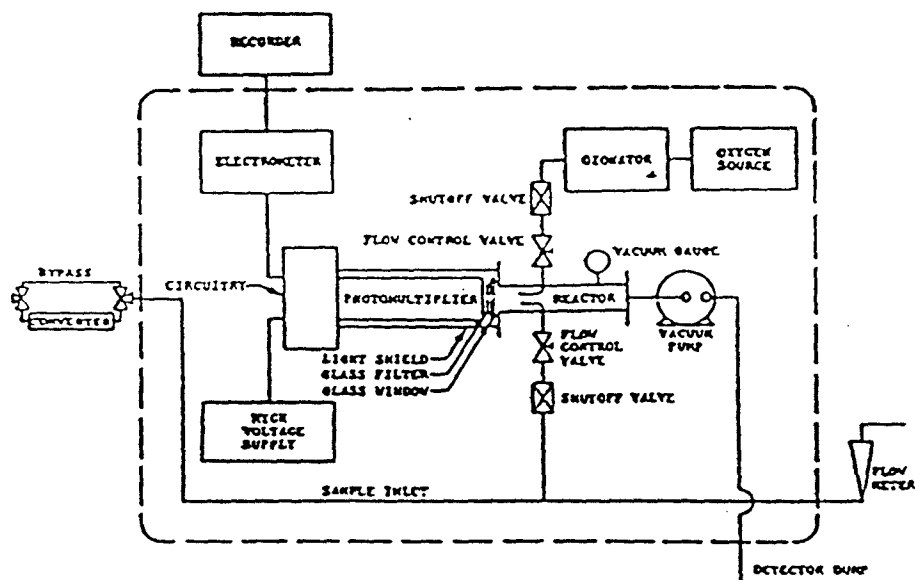
5.3 การวิเคราะห์ไนโตรเจนออกไซด์ทางเคมี (CHEMILUMINESCENT ANALYSES OF NITROGEN OXIDES)

วิธีแบบ Chemiluminescent ได้ทำขึ้นเพื่อวัด NO_x ที่ถูกปล่อยออกมา วิธีการนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของบริษัท Ford Motor และ Aero Chem Research ความสมบูรณ์แบบของการวิเคราะห์ไอเสียด้วยวิธีนี้ได้รับอนุญาตและตั้งขึ้นเป็นมาตรฐานการปล่อย NO_x สำหรับปี 1973 ซึ่งก่อนหน้านี้ไม่อาจเป็นไปได้เลย เพราะปัญหาของการวัดที่ตัวอย่างซึ่งเปียกและเจ็จจางอย่างมากซึ่งรับจากระบบ CVS ต่อมาการพัฒนา NO_2 NO Converter ที่ราคาถูกและเชื่อถือได้ ได้ทำให้การวัด NO $NO+NO_2$ ในไอเสียของเครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นไปได้ ไม่ว่าความเข้มข้นจะสูงหรือต่ำ เปียกหรือแห้ง

ตาราง 4 การตอบสนองไฮโดรคาร์บอนสัมพันธ์เฉลี่ยบนฐานของคาร์บอนอะตอม

HYDROCARBON	NDIR (5.25 SAMPLE CELL)	FID (PURE HYDROGEN FUEL, 15.4 : 1 AIR / HYDROGEN RATIO)
Paraffins	Hexane = 100	Hexane = 100
Methane	30	104
Ethane	100	103
Propane	103	103
i-Butane	101	-
n-Butane	106	102
i-Pentane	99	101
n-Pentane	104	102
n-Hexane	100	100
n-Heptane	97	100
Olefins		
Ethylene	9	104
Propylene	31	104
i-Butene	53	-
i-Hexene	61	-
Acetylenes		
Acetylene	1	95
Methylacetylene	16	96
Ethylacetylene	32	96
Aromatics		
Benzene	2	105
Toluene	13	105

หลักการทำงาน ภาพประกอบ 23 แสดงรูปแบบโดยหลักใหญ่ ๆ ของเครื่องมือ Chemiluminescent ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย NO จะไหลเข้าสู่ระบบซึ่งสวมเข้ากับ flow reactor :ซึ่งมีความดันต่ำ โดนทั่วไป 5 ถึง 7 torr ขณะเดียวกัน ozone ซึ่งถูกผลิตขึ้นใน ozonator จะถูกดันเข้าสู่ reactor และผสมกันอย่างดีกับ NO ตัวอย่างในบริเวณที่ใกล้กับตัวตรวจจับปฏิกิริยาระหว่าง NO และ O₃ จะเกิดขึ้นซึ่งได้ผลิตโมเลกุลของ NO₂ บางตัวที่ถูกกระตุ้นทางอิเล็กทรอนิกส์ออกมา การสลายตัวกลับเข้าสู่สภาวะเดิมของโมเลกุลที่ถูกกระตุ้นเหล่านี้ ได้ปล่อยแสง (photon) ในช่วงความคลื่น 0.6-3 μ ออกมา แสงนี้จะถูกตรวจจับโดย photomultiplier สัญญาจะถูกขยายและส่งผ่านไปยังตัวบันทึก



ภาพประกอบ 23 แสดงเครื่อง chemiluminescent วิเคราะห์ NO ซึ่งแสดงไว้ใน Federal Register

กลไกของการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



M

สมการ 5.4a และ 5.4b แสดงให้เห็นว่าส่วนหนึ่งของ NO เท่านั้นที่ถูกเปลี่ยนไปเพื่อถูกกระตุ้นเป็น NO^*_x Niki ได้เสนอว่า การกระตุ้นจะเกิดขึ้น 10% ที่ 80°F และจะเพิ่มขึ้น 0.5% ต่อองศา $^\circ\text{F}$ ดังนั้นการปรับแต่งและการทำงานต้องกระทำที่อุณหภูมิ reactor เดียวกันควรสังเกตด้วยว่าการคืนตัวของ NO^*_2 ที่ถูกกระตุ้นสามารถแสดงได้เป็นกระบวนการดังสมการ 5.6 ซึ่งการกระทบกันทางอุณหภูมิระหว่าง NO_2 และโมเลกุลอื่นบางตัวสามารถทำให้เกิดการคืนตัว และจะได้ผลออกมาคือ ย่านค่าสว่างได้ต่ำ Niki ได้ให้ข้อเสนอว่าควรจะใช้ O_3 จำนวนมากเกินไปใน reactor เพื่อหลีกเลี่ยงความแตกต่างในอัตราของปฏิกิริยาเปลวดับ ดังสมการ 5.6 ต่อความแตกต่างส่วนประกอบของก๊าซใน reactor ซึ่งเปลี่ยนแปลงก๊าซตัวอย่าง สมการ 5.7 แสดงถึงความเข้มของแสงที่ถูกปล่อยออกมาเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของ NO และ O_3 และแปรผกผันกับ M ตัววิเคราะห์จะวัด NO เท่านั้นไม่ใช่ NO_2

การรบกวน

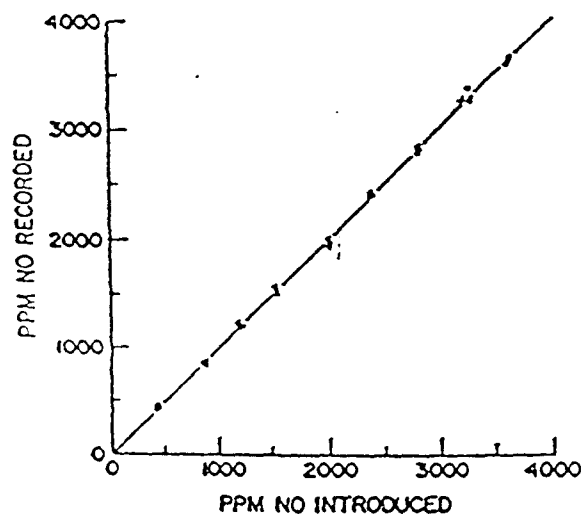
ทั้ง Fontijn และ Niki ได้ทำการตรวจสอบการรบกวนจากสารประกอบตัวอื่นๆ ในโอเลียมที่ได้ ได้แสดงไว้ในตาราง 5 เป็นสิ่งที่ปลอดภัยสมมุติว่าการรบกวนมีน้อยมาก

ตาราง 5 การรบกวนของก๊าซชนิดต่างๆ ต่อการวัดค่า NO โดยเครื่องวิเคราะห์ Chemiluminescent

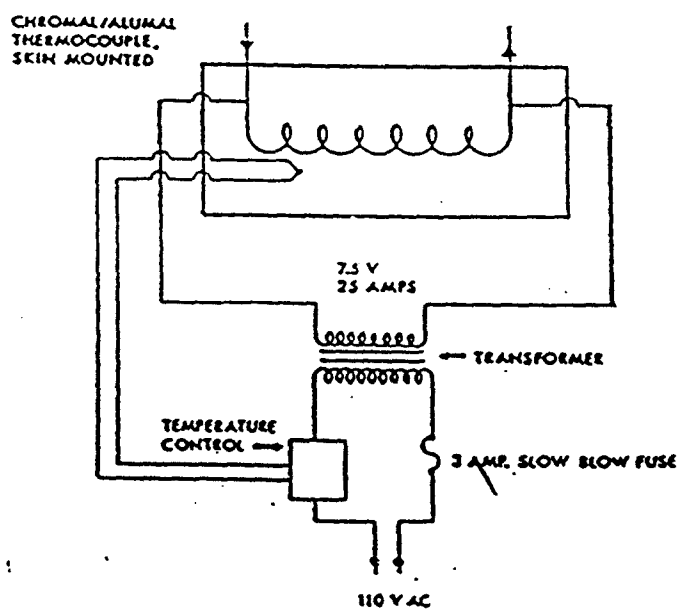
SAMPLE FLOW = 32 CC/MIN GAS COMPOSITION		O ₂ = 125 CC/MIN INTERFERENCE (PPM NO)
53.5	ppm NO + 100 ppm ethylene	0
450.0	ppm NO + 100 ppm ethylene	0
53.5	ppm NO + 2.02% CO + 4.42% CO ₂	-0.2 ppm
53.5	ppm NO + 50% sat N ₂	-0.5 ppm
53.5	ppm NO + 20% ppm CH ₄	0
53.5	ppm NO + 20% H ₂	-5 ppm
505	ppm CH ₄ + 460 ppm NO	0
505	ppm CH ₄ + 1995 ppm NO	0
500	ppm C ₃ H ₈ + 460 ppm NO	0
500	ppm C ₃ H ₈ + 1995 ppm NO	0
100	ppm NO ₂ + 460 ppm NO	0
100	ppm NO ₂ + 1995 ppm NO ₂	0
50%	blended air + 460 ppm NO	0
50%	blended air + 1995 ppm NO	0
5.3%	CO + 460 ppm NO	0
5.3%	CO + 1995 ppm	0

ความเป็นเส้นตรงและการตอบสนอง เนื่องมาจากหลักการทำงานการตอบสนองจะเป็นเส้นตรงโดยทางทฤษฎีด้วยความเข้มข้นของ NO ดังแสดงในสมการ 5.7 ภาพประกอบ 24 แสดงกราฟของการปรับแต่งการตอบสนองจะถูกจำกัดได้ก็เพียงปริมาณของสายตัวอย่างและอัตราการไหลเท่านั้น

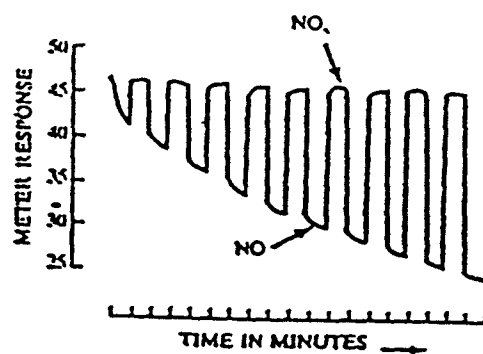
NO₂- NO Converter โดยการเปลี่ยน NO₂ ในโอเลียมเป็น NO โดยไนโตรเจนออกไซด์ทั้งหมดจะได้ NO_x วิธีนี้ใช้หลักการของปฏิกิริยาที่ผิวซึ่ง NO₂ จะละลายเป็น NO วิธีการคือ ก่อนที่แก๊สตัวอย่างจะถูกดันเข้าสู่ตัวตรวจจับ มันจะไหลผ่านท่อ stainless steel ซึ่งสามารถต้านทานความร้อนได้ถึง 1200°F สำหรับอัตราการไหล 1.5 CFH ความยาวท่อ 6 ฟุต และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 1/8" ก็พอเพียง สำหรับในภาพประกอบที่ 25 เป็น converter ที่มีความแตกต่างไปเล็กน้อย



ภาพประกอบ 24 การปรับแต่งเครื่องวิเคราะห์ chemiluminescent โดยให้การตอบสนองเป็นเส้นตรงกับ NO ตัวอย่าง



ภาพประกอบ 25 รูปแสดง NO₂-NO Converter (เสนอโดย Jackson) Converter มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1/4 นิ้ว ท่อสแตนเลสผนังบางยาว 6 ฟุต และมีขนาดรวมทั้งหมด 8X12X12 นิ้ว

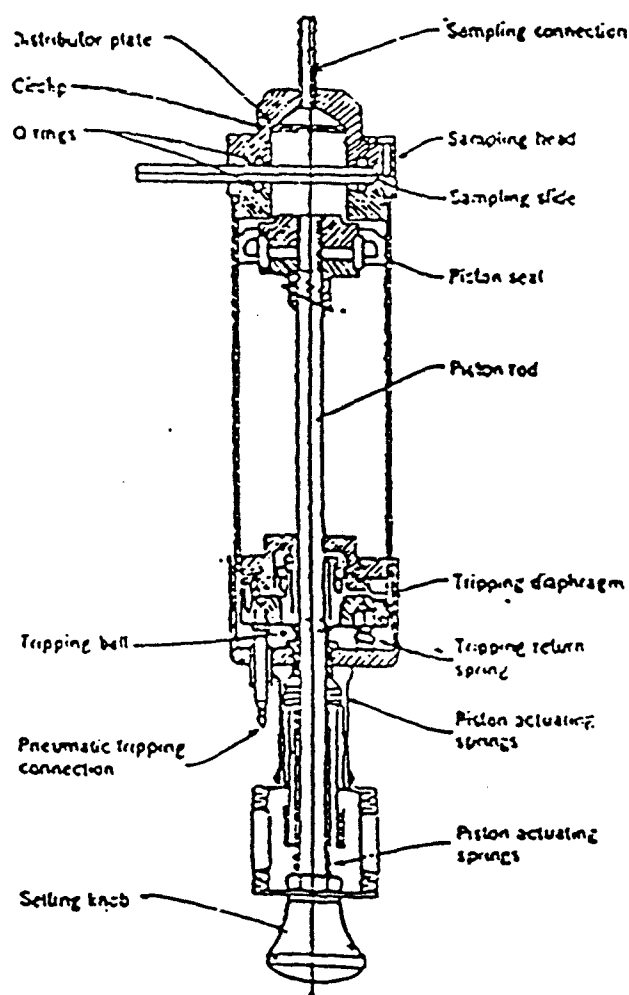


ภาพประกอบ 26 การตรวจสอบประสิทธิภาพของ Converter ที่ได้นำไว้ใน Federal Register

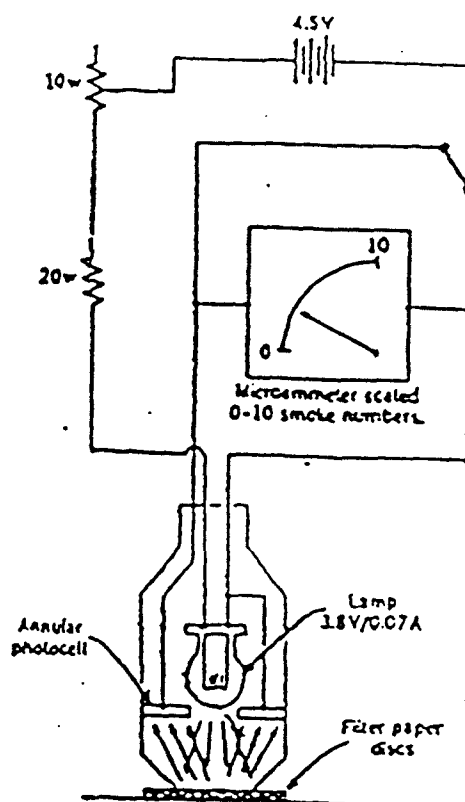
จุดที่น่าสนใจคือวิธีการตรวจสอบของ converter ที่จะพิจารณาการทำงานอย่างเหมาะสม วิธี Federal Register ได้แนะนำไว้คือ บรรจุก๊าซตัวอย่างที่สะอาดด้วย NO เป็นส่วนๆ และ N_2 ซึ่งเป็นแก๊สปรับแต่ง และรวม hydrocarbon ในอากาศทั่วไปเข้าด้วย (ดังนั้นจำนวนของปฏิกิริยา $HC - NO_2$ จึงเกิดขึ้น) NO จะเป็น NO_2 ภายใต้แสงที่ให้ในช่วงเวลาไม่กี่นาที การวัดดังกล่าวก็ควรจะทำในการเริ่มผสมสารที่จะทำปฏิกิริยากัน ภาพประกอบที่ 26 แสดงให้เห็นผลที่ได้ การลดระดับของ $NO + NO_2 = NO_x$ แสดงถึงความล้มเหลวของ converter ในการเปลี่ยน NO_2 ทั้งหมด จากประสบการณ์จะแสดงให้เห็นว่า ความล้มเหลวจะเพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงที่ผิว stainless steel การเปลี่ยนแปลงสามารถเพิ่มขึ้นจากรอยเปื้อนการเกิด oxide หรือการพอกโลหะหรือการที่โลหะหลุดออกไปจากผิวถ้ากรณีเหล่านี้เกิดขึ้นควรจะมีการเปลี่ยนท่อเสียใหม่

5.4 การวัดควันดำ มีใช้อยู่ 2 ประเภท คือ

5.4.1 วิธีที่เรียกว่า photoelectric evaluation system ใช้กระดาศกรองดักควันดำผ่านกระดาศกรอง แล้ววัดอัตราการดูดซับแสงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเรียกว่า Bosch "Spot" Smoke meter , Sampling pump ซึ่งทำงานโดยสปริงจะดึงเอาอากาศจากท่อไอเสียผ่านกระดาศกรองควันดำจำถูกดักติดบนกระดาศกรองทำให้เกิดสีดำซึ่งจะเป็นสัดส่วนควันดำที่ปรากฏในท่อไอเสีย หัวอ่าน(photoelectric device) ซึ่งจะทำหน้าที่อ่านแสงซึ่งสะท้อนจากแผ่นกระดาศกรองนี้ภาพประกอบ 27 แสดงลักษณะของ Bosch Smoke meter



Sampling Pump



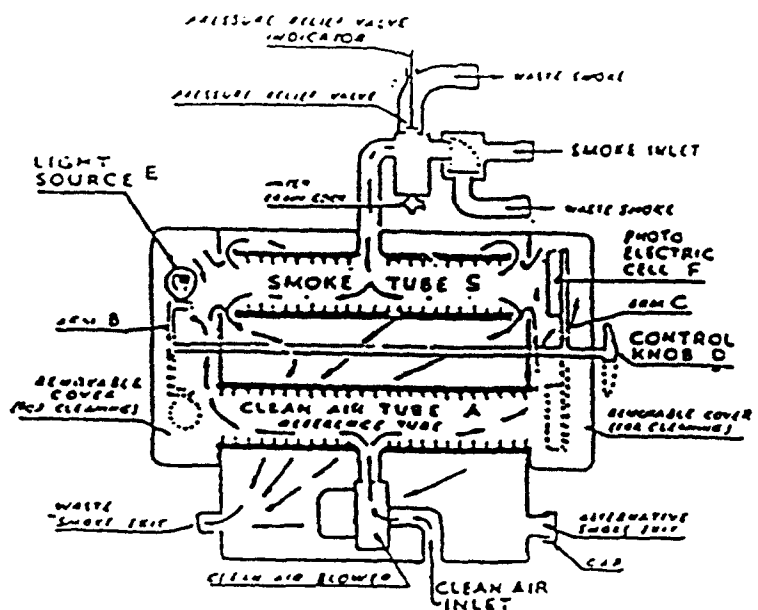
หัวอ่านระบบ Bosch

ภาพประกอบ 27 แสดงลักษณะของ Bosch Smoke meter

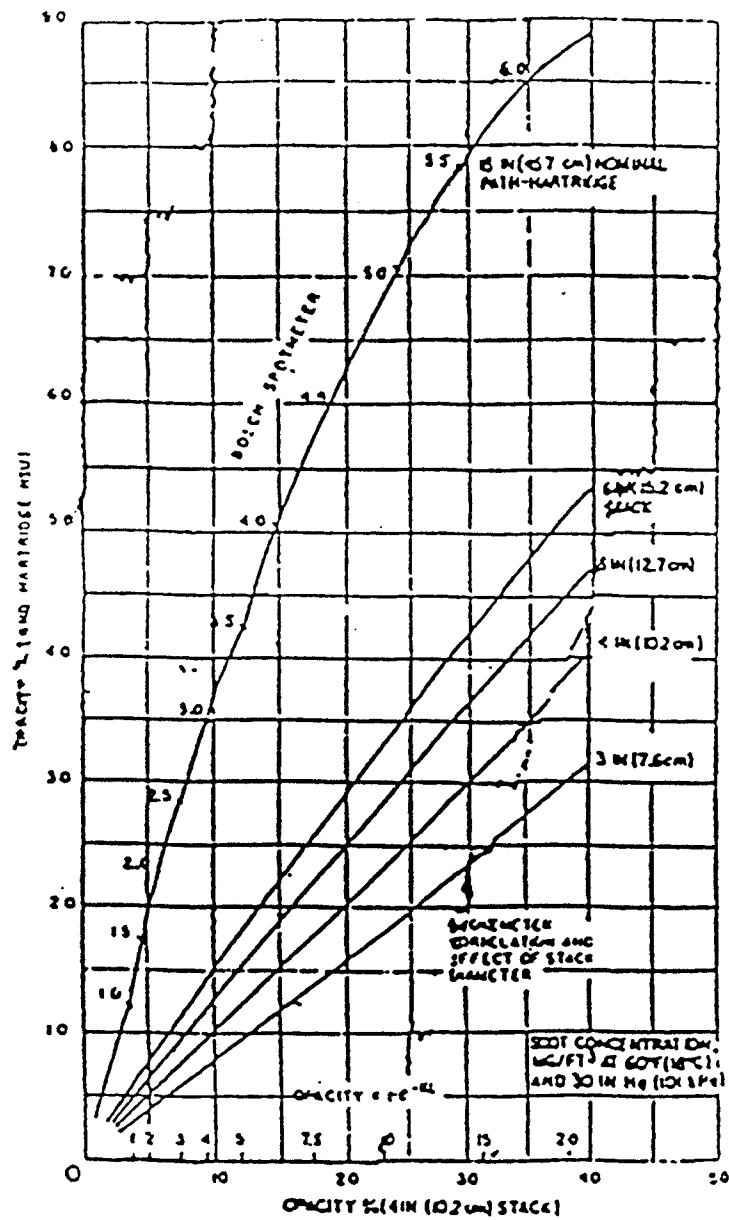
5.4.2 ภาวะทึบแสง , แบบตัวอย่าง (Opacimeter , Sampling type)

ตัวอย่างของเครื่องวัดควันดำที่ใช้เป็นระบบนี้คือ Hartridge MK 3 Smoke meter ดังในรูปที่ 28 หลักการในการวัดคือวัดปริมาณแสงที่สามารถส่องผ่านไอเสีย ซึ่งไหลผ่านท่อเก็บตัวอย่าง(Sample Tube)อย่างต่อเนื่อง การอ่านค่าศูนย์ทำได้โดยการปรับหัวอ่านไปยัง Tube ที่ 2 ซึ่งเป็นอากาศที่ไม่มีควันเสียผ่านเข้ามา ซึ่งเมื่อปิดแหล่งกำเนิดแสงที่มีค่าไป 100 %

ระบบการวัดทั้งค่า Bosch และ Hartridge มีค่าเกี่ยวเนื่องกันในรูปที่ 29 ระบบเก็บตัวอย่างก๊าซที่ปริมาตรคงที่ (Constant Volume Sampler Method,CVS) ระบบนี้จะมีปั๊มดูดเอาอากาศจากไอเสียอย่างต่อเนื่องแล้วเจือจางในอัตราที่คงที่ เมื่อเจือจางแล้วส่วนหนึ่งจะถูกอัตราการระบายไอเสีย และส่วนหนึ่งจะนำไปวัดความเข้มข้นของสารมลพิษทุกๆ ตัว เนื่องจากระบบนี้วัดอัตราการระบายออกได้ และก็สามารถวัดความเข้มข้นไปพร้อมๆ กัน จึงทำให้ทราบอัตราการระบายออกในหน่วยน้ำหนักต่อการเดินทางหรือต่อหน่วยเวลาได้ ถ้าเราสามารถจำลองแบบของการขับในถนนจริงๆ แล้วขับบนเครื่องทดสอบพร้อมกับการตรวจวัดสารมลพิษในไอเสีย ก็จะสามารถทราบอัตราการระบายออกที่ใกล้เคียงกับการระบายออกจริงๆ ในถนน



ภาพประกอบ 28 Hartridge MK 3 Smoke meter



ภาพประกอบ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าควันดำจากหน่วย Hartridge และ Bosch

5.5 วิธีการตรวจวัดวันดำ

5.5.1 รถยนต์จอดอยู่กับที่

1. การเตรียมรถยนต์

1. จอดรถยนต์อยู่กับที่ เกียร์อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง
2. เดินเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ
3. ดึงเบรกมือของรถยนต์ หรือใช้หม้อกรองล้อของรถยนต์ (ในกรณีเบรกมือไม่ทำงาน)

เพื่อป้องกันรถยนต์เคลื่อนตัวขณะทำการทดสอบ

4. ปิดระบบแอร์ปรับอากาศของรถยนต์
5. ปิดระบบเบรกไฮดรอลิกของเครื่องยนต์ (ถ้ามี) เพื่อป้องกันการรบกวนการทำงานของเครื่องยนต์ขณะเร่งเครื่องยนต์เพื่อทำการตรวจวัดวันดำ

เครื่องยนต์ขณะเร่งเครื่องยนต์เพื่อทำการตรวจวัดวันดำ

6. ปิดอุปกรณ์ทุกชนิดที่ติดตั้งในเครื่องยนต์ ซึ่งอาจมีผลรบกวนสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้การเร่งเครื่องยนต์โดยเร็วกระทำไม่ได้ หรือทำให้ผลการทดสอบไม่สมบูรณ์

7. ตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (governor) ว่าทำงานปกติหรือไม่ ใช้วิธีเดินเครื่องยนต์ที่รอบเดินเบาค่ำสุดแล้วเหยียบคันเร่งอย่างช้าๆ ให้ความเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งถึงความเร็วรอบสูงสุด ขณะเร่งเครื่องยนต์ให้สังเกตดูหรือฟังเสียงสิ่งผิดปกติของเครื่องยนต์ ในกรณีที่มียสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นที่อาจจะทำให้เครื่องยนต์เสียหายหรือไม่ปลอดภัย ควรหยุดทำการทดสอบ และดำเนินการซ่อมบำรุงให้สมบูรณ์ก่อนทำการทดสอบต่อไป

8. ตรวจสอบรอยรั่วของท่อไอเสีย ว่ามีช่วงใดช่วงหนึ่งรั่วขาดหรือไม่ ซึ่งจะมีผลต่อควันที่ออกมาทำให้การตรวจวัดผิดพลาด

2. วิธีการตรวจวัด

1. ทำความสะอาดและปรับแต่งเครื่องมือตรวจวัดความดำ ตามคู่มือการใช้งานของเครื่องมือ และวิธีการเตรียมเครื่องมือ

2. ทำความสะอาดหัวเก็บวัด และสายเก็บตัวอย่างควันดำ โดยดูอากาศเปล่าเข้าเครื่องตรวจวัดควันดำผ่านกระดาศกรองหลายครั้ง จนกระทั่งกระดาศกรองสะอาดไม่มีฝุ่นผงเขม่าหลงเหลือติดอยู่บนกระดาศกรอง

3. ใส่กระดาศกรองสะอาดแผ่นใหม่ ลงในเครื่องตรวจวัดควันดำ

4. สอดหัววัดไอเสีย (probe) เข้าไปในท่อไอเสียของรถยนต์ให้ลึกมากที่สุดตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือและยึดติดให้แน่นกับท่อไอเสีย โดยหัววัดควรอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

5. เร่งเครื่องยนต์ 1-2 ครั้ง ก่อนทำการตรวจวัดควันดำ เพื่อไล่ฝุ่นผงเขม่าที่ติดค้างท่อไอเสียออกให้หมด

6. เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง เพื่อให้ความความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และคงไว้ที่ความเร็วรอบสูงสุดประมาณ 1-2 วินาที จึงปล่อยคันเร่ง

7. การเก็บตัวอย่างควันดำลงบนกระดาศกรอง ให้กระทำพร้อมกันในจังหวะเริ่มกดคันเร่ง โดยเครื่องมือจะเก็บตัวอย่างควันดำลงบนกระดาศกรองภายในระยะเวลา 2 นาที

8. นำกระดาศกรองออกมาอ่านค่าควันดำ โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันดำค่าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ

9. การตรวจวัดควันดำแต่ละครั้ง ให้เริ่มดำเนินการซ้ำใหม่ตั้งแต่ข้อที่ 1

10. ดำเนินการตรวจวัดควันดำ 2 ครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดของการตรวจวัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน

สิ้น

5.6 การเตรียมเครื่องมือตรวจวัดควันดำ

5.6.1 เครื่องมือตรวจวัดด้วยกระดาศกรอง

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือวัดควันดำ ดังนี้

1.1 ตรวจสอบรอยรั่วของกระบอกสูบชุดควันดำ สายต่อ และหัววัดควันดำ โดยต่อระบบเครื่องมือทั้งหมด อุดปลายหัววัดควันดำให้แน่น แล้วกระตุ้นลูกสูบให้ทำงานหากพบว่าลูกสูบสามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ภายในระยะเวลา 45 วินาที แสดงว่ามีรอยรั่วที่ระบบของเครื่องมือ ให้ดำเนินการซ่อมแซมให้สมบูรณ์

1.2 ตรวจสอบปริมาตรและระยะเวลาการเก็บตัวอย่างควันดำ ต้องมีปริมาตรอยู่ที่ 330 ± 15 ซีซี ระยะเวลาเก็บตัวอย่างประมาณ 2 วินาที

2. ทำความสะอาดเครื่องมือวัดควันดำ ได้แก่ หัววัด และสายเก็บตัวอย่างควันดำ

2.1 โดยใช้ลมเป่าทำความสะอาดหัววัดและสายเก็บตัวอย่างควันดำ

2.2 โดยกระตุ้นเครื่องมือ ให้ลูกอากาศเปล่า ผ่านกระดาศกรองหลายๆ ครั้ง แล้วนำกระดาศกรองมาตรวจดูว่ามีฝุ่นผงเขม่าติดอยู่หรือไม่ ให้ทำงานกระทั่งกระดาศกรองสะอาด ไม่มีฝุ่นผงเขม่าหลงเหลือติดอยู่บนกระดาศกรอง

3. ปรับแต่งเครื่องอ่านค่าควันดำให้อ่านค่าที่ถูกต้อง โดยนำกระดาศกรองสะอาดวางซ้อนกันอย่างน้อยจำนวน 5 แผ่น แล้วนำไปอ่านค่าการสะท้อนแสง ด้วยเครื่องอ่านค่าควันดำ จากนั้นปรับแต่งให้อ่านค่าได้ที่ร้อยละ 0

ในกรณีที่ไม่สามารถปรับแต่งให้อ่านค่าที่ร้อยละ 0 อาจมีสาเหตุจากแบตเตอรี่ไฟอ่อนให้เปลี่ยนใหม่ ถ้าเปลี่ยนแบตเตอรี่แล้วยังไม่หาย แสดงว่าระบบของเครื่องอ่านค่าชำรุดให้ดำเนินการซ่อมแซมให้สมบูรณ์

5.7 เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง

1. ตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ของเครื่องมือวัดควันดำ เช่น ระบบพัลลัม ระบบความร้อนการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูปของเครื่องมือ ตรวจสอบการอ่านค่าศูนย์ และช่วงการตอบสนองของเครื่องมือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

2. ทำความสะอาดเครื่องมือวัดควันดำ ได้แก่ หัววัด และสายเก็บตัวอย่างควันดำ โดยใช้ลมเป่าทำความสะอาดหัววัด และสายเก็บตัวอย่างควันดำ

3. การเก็บและบันทึกข้อมูลของเครื่องมือวัดควันดำ สามารถบันทึกค่าสูงสุดของที่ตรวจวัดได้ และค่าควันดำที่อ่านได้ในขณะนั้น

4. ปรับแต่งเครื่องมือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

5. ตรวจสอบและทำความสะอาด แหล่งกำเนิดแสง เลนส์รับแสงและกระจกรับแสงต่างๆ ของเครื่องมือทุกครั้งที่เปิดเครื่องมือ และเมื่อใช้งานเสร็จ

5.8 มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดระดับเสียงจากรถยนต์ดีเซล

5.8.1 กรณีที่ใช้เครื่องวัดที่ระยะห่าง 7.5 เมตร ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงของรถยนต์ขณะเครื่องอยู่กับที่ต้องมีค่าไม่เกิน 85 เดซิเบลเอให้ดำเนินการดังนี้

1. การใช้สถานที่สำหรับจอดรถเพื่อวัดระดับเสียง ต้องพิจารณาใช้สถานที่ต่อไปนี้

1.1 เป็นที่โล่ง มีระยะโดยรอบรถไม่น้อยกว่า 10 เมตร มีพื้นที่ทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงได้ดี เช่น คอนกรีต หรือ แอสฟัลต์ เป็นต้น ถ้ามีขอบทางเท้า ต้องจอดรถอยู่ห่างจากขอบทางเท้าอย่างน้อย 1 เมตร

1.2 มีระดับเสียงและสภาพแวดล้อมและลม ไม่เกิน 90 เดซิเบลเอ

2. การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และข้อมูลสำหรับการวัดระดับเสียง

2.1 มาตรฐานระดับเสียง ต้องเป็นเครื่องมือตามมาตรฐานของคณะกรรมการการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคการวัดไฟฟ้าซึ่งเรียกโดยย่อว่า “ไอ อี ซี” (International Electrotechnical Commission, IEC) ให้ปรับการทำงานของเครื่อง โดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก (Weighting Network, “A”) และใช้ลักษณะความไวตอบรับเสียง (Dynamic Characteristics, “FAST”) ปรับช่วงการวัดให้อยู่ระหว่าง 60-110 เดซิเบล หรือกว้างกว่านี้ แล้วเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดเครื่องเสียงมาตรฐาน เช่น ฟิสตันโฟน หรือ อะคูสติกคาลิเบรเตอร์ เป็นต้น เพื่อให้มาตรฐานระดับเสียงทำงานโดยถูกต้อง

2.2 ขาดังมาตรฐานระดับเสียง หรือไมโครโฟน ให้ใช้ชนิดที่สามารถปรับความสูงได้ โดยปรับแกนไมโครโฟนขนานกับพื้น และให้ไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ 1.2 เมตร หันปลายไมโครโฟนเข้าหาท่อปลายท่อไอเสีย และอยู่ห่างกันเป็นระยะ 7.5 เมตร ถ้าปล่อยท่อไอเสียยื่นไม่พ้นตัวถังรถยนต์ ให้ใช้ระยะจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ด้านปลายทางออกของท่อไอเสีย

3. วิธีการวัดระดับเสียง ให้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ให้จอดรถอยู่กับที่ ในตำแหน่งเกียร์ว่าง และให้เดินเครื่องยนต์มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 นาที

2. ให้ผู้ทำหน้าที่เร่งเครื่องยนต์ เร่งเครื่องยนต์จากรอบเดินเบา ขึ้นไปจนถึงความเร็วรอบสูงสุด และลงความเร็วรอบนั้นไว้จนกว่าจะอ่านค่าระดับเสียงได้แล้ว จึงผ่อนคันเร่งให้เครื่องยนต์กลับมาทำงานที่รอบเดินเบา และดำเนินการซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3. ให้ผู้ทำหน้าที่ใช้มาตรฐานระดับเสียง อ่านและบันทึกค่าระดับเสียงทันทีที่ได้รับสัญญาณจากผู้ทำหน้าที่เร่งเครื่องยนต์ ถ้าค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันเกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ดำเนินการวัดระดับเสียงใหม่ แต่ถ้าค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันเกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ใช้ค่าที่สูงสุดเป็นค่าระดับเสียงของรถคันนั้น

5.8.2 กรณีเมื่อใช้วิธีการวัดที่ระยะห่าง 0.5 เมตร ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงของรถยนต์ขณะเดินเครื่องอยู่กับที่ ต้องมีค่าไม่เกิน 100 เดซิเบลเอ ให้ดำเนินการดังนี้

1. การใช้สถานที่สำหรับจอดรถเพื่อการวัดระดับเสียง ต้องพิจารณาใช้สถานที่ต่อไปนี้

1.1 เป็นที่โล่งมีระยะโดยรอบรถไม่น้อยกว่า 3 เมตร แต่ไม่ถึง 10 เมตร มีพื้นทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงได้ดี เช่น คอนกรีต หรือแอสฟัลต์ เป็นต้น ถ้ามีขอบทางเท้าต้องจอดรถอยู่ห่างจากขอบทางเท้าอย่างน้อย 1 เมตร

1.2 มีระดับเสียงของสภาพสิ่งแวดล้อมและลม ไม่เกิน 90 เดซิเบลเอ

2. การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ และข้อมูลสำหรับการวัดระดับเสียง

2.1 มาตรฐานระดับเสียงต้องเป็นเครื่องมือตามมาตรฐานของคณะกรรมการการระหว่างประเทศ ว่าด้วยเทคนิคการวัด เช่น ได้มาตรฐาน IEC 651 เป็นต้น ให้ปรับการทำงานของเครื่อง โดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก “A” และใช้ลักษณะความไวตอบรับเสียง “FAST” ปรับช่วงการวัดให้อยู่ระหว่าง 60-110 เดซิเบล หรือกว้างกว่านี้เป็นต้น แล้วปรับเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดเสียงมาตรฐาน เช่น ฟิสตันโฟน หรือ อะคูสติกคาลิเบรเตอร์ เป็นต้น เพื่อให้มาตรฐานระดับเสียงทำงานโดยถูกต้อง

2.2 ขาดังมาตรฐานระดับเสียง หรือไมโครโฟน ให้ใช้ชนิดที่ปรับความสูงได้ โดยปรับไมโครโฟนขนานกับพื้น และให้ไมโครโฟนสูงเสมอปลายท่อไอเสีย แต่ต้องสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 0.2 เมตร หันปลายไมโครโฟนเข้าหาปลายท่อไอเสีย และอยู่ห่างเป็นระยะ 0.5 เมตร ในแนวที่ทำมุม 45 องศากับปลายท่อไอเสีย ในกรณีที่ปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ให้ใช้ระยะห่างจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ด้านปลายทางออกของท่อไอเสีย

3. วิธีการวัดระดับเสียง ให้ดำเนินการตามระดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ให้จอดรถอยู่กับที่ 1-2 ตำแหน่งเกียร์ว่าง และให้เดินเครื่องยนต์มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 นาที

3.2 ให้ผู้ทำหน้าที่เร่งเครื่องยนต์ เร่งเครื่องยนต์จากรอบเดินเบา ขึ้นไปจนถึงความเร็วรอบสูงสุด และคงความเร็วรอบนั้นไว้จนกว่าจะอ่านค่าระดับเสียงได้แล้ว จึงผ่อนคันเร่งให้เครื่องยนต์กลับมาทำงานที่รอบเดินเบา และดำเนินการซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3.3 ให้ผู้ทำหน้าที่ใช้มาตรวัดระดับเสียง อ่านและบันทึกค่าระดับเสียงทันทีที่ได้รับสัญญาณจากผู้ทำหน้าที่เร่งเครื่องยนต์ ถ้าค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันเกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ดำเนินการวัดระดับเสียงใหม่ แต่ค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันไม่เกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ใช้ค่าสูงสุด เป็นค่าระดับเสียงของรถยนต์คันนั้น

3.4 ถ้ามีปลายท่อไอเสีย 2 ท่อ หรือมากกว่า ซึ่งต่อจากหม้อพักเสียงไปเดียวกันแต่มีระยะห่างระหว่างปลายท่อมากกว่า 0.3 เมตร หรือใช้หม้อพักเสียงแยกต่างหากจากกัน ให้ดำเนินการวัดระดับเสียงทุกปลายท่อ และใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้

3.5 ถ้าท่อไอเสียอยู่ในแนวตั้งขึ้นข้างบน ให้แกนไมโครโฟนอยู่ในแนวตั้ง ชี้นขึ้นข้างบน โดยอยู่สูงเสมอและห่างจากปลายท่อไอเสีย 0.5 เมตร (คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอยู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ.2539:58-64)

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยมีส่วนที่สำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือขึ้นมาใช้ ซึ่งมีผู้วิจัยและพัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้วิจัยดังนี้

เกษม ไชยญา (2538:24-25) เครื่องสัมผัสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก (Scrubbers or Wet Collectors)

ในเครื่องเก็บแบบเปียกใช้ของเหลว ซึ่งโดยปกติแล้วใช้น้ำเป็นตัวจับอนุภาคหรือฝุ่นละอองและเพิ่มขนาดของละอองไอน้ำ ในกรณีทั้งสองนี้จะทำให้ขนาดมลสารจากกระแสน้ำของเหลวและน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดี สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ จะมีการแยกที่เกิดจากแรงถ่วงของโลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อน ด้วยเครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง $0.1 \mu\text{m}$ ถึง $20 \mu\text{m}$ ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัวใหญ่ขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ ในขณะที่เดียวกันการฝุ่นกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของของเหลว (Liquid film)

ร้อยตำรวจเอกวินัย บำรุงกิจ (2535:34) การควบคุมป้องกันภาวะมลพิษทางเสียงคือ การป้องกันที่ต้นเสียง เช่น จัดหาเครื่องที่มีเสียงเบามาแทนหรือปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่มีเสียงดังให้ลดน้อยลงจนเป็นที่ปลอดภัย การป้องกันเสียงทางที่เสียงผ่าน โดยใช้ผนังกันอุปกรณ์ที่กำเนิดเสียง การใช้ฉนวนหรืออุปกรณ์ลดเสียง หุ้มส่วนที่เป็นทางผ่านของเสียง เช่น เสียงที่เกิดจากอากาศ ก๊าซหรือของเหลวที่ไหลผ่านไปตามท่อ เป็นวิธีการหุ้มบังคับไม่ให้ท่อต่างๆ สั่นไปตามเครื่องจักรกลนั้น เช่น เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องอัดลม ฉนวนดังกล่าวจะใช้ผ้าหนา ฝ้ายใยแก้วหรือแผ่นโวนิล-ตะกั่ว เก็บเสียงสะท้อนโดยใช้วัสดุบุผนัง ฝ้า และเพดานของโรงงาน อาจทำได้โดยใช้แผ่นไฟเบอร์กลาส แผ่นกระเบื้องอะลูมิเนียมตามส่วนต่างๆ ดังกล่าว ติดเครื่องเก็บเสียง หรือออกแบบท่อเก็บเสียงชนิดพิเศษเข้าที่ท่อไอเสียของเครื่องยนต์ การป้องกันที่ตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเสียงดัง โดยใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคล เช่น ที่ปิดหู (Ear muf) ที่อุดหู (Ear plug) ซึ่งอาจเป็นชนิดพลาสติก จุกยาง โยงแก้ว หรือฝ้ายฝ้ายก็ได้ ตลอดระยะเวลาที่ต้องทำงานอยู่กับเสียงในวันหนึ่งๆ ให้น้อยลง โดยการสลับให้

ทำงานอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวกับเสียงบ้าง แยกคนงานที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับเสียง หรือเครื่องจักรที่มีเสียงดัง ออกจากงานที่เกี่ยวข้องกับเสียงดัง เพื่อลดปริมาณคนงานที่เสี่ยงต่ออันตรายจากเสียงดัง ทำการทดสอบการได้ยินในคนงาน (Audiometer test) ที่เกี่ยวข้องกับเสียงดังทุกคน โดยแบ่งเป็นการตรวจก่อนเข้าทำงาน ระหว่างการทำงานเป็นระยะๆ เพื่อค้นหาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับคนงาน เพื่อที่จะได้หาทางป้องกันแก้ไขต่อไป

เจิมศักดิ์ หอมพล (2538:36) แนวทางในการป้องกันและลดสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ ปรับปรุงสภาพเครื่องยนต์ เจ้าของหรือผู้ครอบครองยานพาหนะนั้นๆ ต้องหมั่นดูแลสภาพเครื่องยนต์ให้ดีเสมอ ควรสนใจบำรุงรักษาเครื่องยนต์เพื่อให้การทำงานของเครื่องยนต์เป็นไปโดยปกติ มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ การจัดการระบบจากรถ ปรับปรุงแก้ไขระบบจากรถให้มีความคล่องตัว ซึ่งจะช่วยลดสารมลพิษในอากาศได้มาก พื้นที่ผิวจากรถที่มีมากพอที่จะรับการขยายตัวของจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นทุกปี วางแผนการจัดระบบเดินทางเดี่ยวและมีทางด่วนที่เหมาะสม ห้ามจอดรถริมทางอันทำให้เกิดการกีดขวางทางและลดผิวจราจร การจัดระบบขนส่งมวลชน ด้านกฎหมาย หน่วยงานฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ควรประสานงานร่วมมือกันทำการตรวจสอบสภาพยานพาหนะในความรับผิดชอบอย่างจริงจัง ควรเข้มงวดกวาดขันตรวจสอบสภาพความเสื่อมของเครื่องยนต์ รถยนต์ที่หมดสภาพแล้วห้ามนำออกมาใช้อีก ควรตั้งสถานีตรวจสอบไอเสียของรถยนต์ขึ้นตามจุดต่างๆ และทำการตรวจสอบเป็นประจำ การวางผังเมือง ควบคุมสิ่งก่อสร้างเพื่อให้สภาพแวดล้อมปลอดโปร่ง การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ดึกแถว ศูนย์การค้าต่างๆ ควรมีระเบียบและไม่บังทิศทางลม การก่อสร้างที่ประชาชนใช้บริการมาก เช่น โรงมหรสพ โรงเรียน โรงแรม ศูนย์การค้า ควรพิจารณาถึงภาวะการติดขัดของระบบจราจร ควรส่งเสริมการปลูกต้นไม้ในบริเวณที่เหมาะสม การให้การศึกษา มีความสำคัญสำหรับการป้องกันควบคุมและลดสารพิษทางอากาศ เพราะเป็นวิธีการที่ช่วยให้ได้ทราบ และเข้าใจวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเหมาะสม การให้การศึกษาแก่ประชาชนด้วยวิธีการต่างๆ เป็นสิ่งจำเป็นก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานป้องกันควบคุม และลดสารมลพิษทางอากาศ

นิพนธ์ สุดใจ (2538:16) มาตราการควบคุมมลพิษควันดำ ประชาสัมพันธ์ให้เจ้าของรถทุกคนทราบ และตระหนักว่า ปัญหามลภาวะอากาศเสียอันเนื่องมาจากไอเสียรถยนต์นั้น เกิดจากผู้ไ้รรถเป็นหลักจะต้องช่วยกันแก้ปัญหา วิธีการอันดับแรกคือ การปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะทำให้เครื่องยนต์ปล่อยก๊าซพิษในปริมาณที่ลดลงและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง กำหนดค่ามาตรฐานที่อนุญาตให้รถยนต์ดีเซลปล่อยไอเสีย โดยอาศัยค่ามาตรฐานสำหรับควันดำ ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 50% ของเครื่องมีวัฏระบบบอช กำหนดให้มีการตรวจสอบสภาพรถยนต์และวัดปริมาณไอพิษรถยนต์ทุกคัน ก่อนการต่อทะเบียนประจำปี แก่กฎหมายมาตรา 67 ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2532 เพื่อให้อำนาจเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกมีอำนาจจับกุมรถ (ขนาดเล็ก) ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ กำหนดมาตรฐานน้ำมันดีเซล จากการกลั่นที่อุณหภูมิ 370 องศาเซลเซียสเป็น 357 องศาเซลเซียส ทำให้ลดควันดำให้ผู้ผลิตรถยนต์ปรับปรุงการผลิตเครื่องยนต์ให้ลดมลพิษจากควันดำ หรือใช้เชื้อเพลิงขับเคลื่อนเครื่องยนต์ ติดตั้งอุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะควันดำ

กรมควบคุมมลพิษ (2538:37) เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกับเครื่องยนต์เบนซินคือการควบคุมที่ระบบไอเสียมักจะไม่ค่อยได้ผล การปรับปรุงที่เครื่องยนต์จึงจะเป็นสิ่งที่ได้ผล เช่น การปรับปรุงปั๊มหัวฉีด ลักษณะหัวฉีด และรูปร่างของห้องเผาไหม้ แต่วิธีการที่จะลดมลพิษทางหนึ่งมักจะไปเพิ่มมลพิษอีกชนิดหนึ่ง เช่น การลดควันดำโดยการลดเชื้อเพลิงก็จะลดกำลังของเครื่องยนต์ การลด NO_x โดยการตั้งเวลาการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ให้ช้าลงทำให้มี HC และ CO เพิ่มขึ้น จึงต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่เหมาะสม ปัจจุบันมีเทคนิคที่ใช้ยังไม่มากนัก สรุปวิธีการลดมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งมีวิธีการโดยสรุปดังนี้

- การปรับปรุงการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้
- การปรับปรุงระบบไอดี

ส่วลี้ นุญเกื้อน และคณะกรรมการจัดทำหลักสูตร (2539:20) การตรวจจ้บรยณต์ที่มีมลพิษเกินมาตรฐานบนท้องถนน เป็นมาตรการหนึ่งในการควบคุมรถที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเพียงพอ เช่น เครื่องยนต์หลวม ใส้กรองอากาศอุดตัน ท่อไอเสียชำรุด และรถที่เจ้าของจงใจปรับแต่งหรือดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อให้มีกำลังเครื่องยนต์ที่มีกำลังมากขึ้น โดยไม่ใส่ใจกับมลพิษที่เกิดขึ้น เช่น รถบรรทุกน้ำหนักเกินกำลัง หรือจากความเข้าใจผิดของผู้ใช้ เช่น การเติมน้ำมันหล่อลื่น 2T ลงในถังน้ำมันทำให้เกิดควันขาว ในอดีตที่ผ่านมา การปรับแต่งเครื่องยนต์มักไม่ค่อยให้ความสนใจในเรื่องมลพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์ ช่างเทคนิคประจำอู่จะมีบทบาทสำคัญในการอธิบายให้เจ้าของรถ มีทัศนคติที่ถูกต้องในการดูแลรักษาและปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ ซึ่งจะช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง และยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้นตามมา

พลพร แสงบางปลา (2537:120) เทคนิคการควบคุมและปรับปรุงมลพิษจากเครื่องยนต์ การปรับปรุงมลพิษจากเครื่องยนต์จึงถือเป็นความสำคัญอันดับแรก ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงเพื่อให้เกิดมลพิษจากเครื่องยนต์ให้น้อยที่สุด โดยนักวิจัยจากโรงงานอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยต่างๆ มากมายซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- เพิ่มอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ
- ปรับปรุงระบบการเผาไหม้
- ออกแบบเครื่องยนต์ใหม่
- เปลี่ยนใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น

สรุป ผู้วิจัยสนใจที่จะแก้ปัญหาในการลดมลพิษจากควันดำและเสียง ด้วยการใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้น้ำลดมลพิษจากควันดำนำมาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก ออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้น้ำมาช่วยในการลดมลพิษจากควันดำ และคาดว่าจะได้ตามเกณฑ์มาตรฐานกรมการขนส่งทางบกที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับการวิจัย
2. ลำดับขั้นตอนในการวิจัย

2.1 ศึกษาปัญหาอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดควันดำที่ออกจากท่อไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน

2.2 ออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำและวัสดุอุปกรณ์ในการกรองเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.3 กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในส่วนต่างๆในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.4 กำหนดเวลาและสถานที่ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.5 ออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.6 ทดลองการทำงานของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.7 หาประสิทธิภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.8 ได้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

1. เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับการวิจัย

1.1 การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งมีอุปกรณ์ในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1.1.1 วัสดุที่ทำจากแผ่นเหล็กขนาดหนา 0.2 ซม. ความกว้าง 120 ซม. ความยาว 180 ซม.. นำมาตัดเป็นชิ้นส่วนและประกอบขึ้นรูปโครงสร้างรูปทรงแท้ยมด้านไม่เท่า ความกว้าง 40 ซม. ความยาว 60 ซม. ความสูง 45 ซม. เพื่อนำไปบรรจุน้ำจำนวน 1 ใบพร้อมต่อท่อไอเสียทั้งทางเข้าและออกที่อยู่ส่วนบนของหม้อกรองตรงข้ามกัน

1.1.2 ใช้ท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.5 ซม. และ 5.1 ซม. นำมาตัดให้เท่ากัน ความยาว 50 ซม. อย่างละ 3 แท่ง

1.1.3 เส้นใยแอสแตนเลสและตาข่ายลวดแอสแตนเลสเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันน้ำที่มีมลพิษออกมาทางท่อระบายไอเสีย

1.1.4 เหล็กเส้นความหนาขนาด 0.2 ซม. ขนาดความกว้าง 2 ซม. ความยาว 200 ซม.

1.2 รถยนต์เครื่องดีเซลรุ่นไคนา ขนาด 100 แรงม้า ยี่ห้อ โตโยต้า ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 3,500 รอบ/นาที

1.3 การทดสอบใช้วิธีการตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบกในห้องปฏิบัติการ โดยการปรับระบบสกรูบังคับการเปิดปิดน้ำมัน ของปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนลักษณะทางกายภาพทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.1 ประสิทธิภาพตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

1.4.1.1 ค่าวันตำ

1.4.1.2 ค่าระดับเสียง

1.4.2 ลักษณะทางกายภาพ

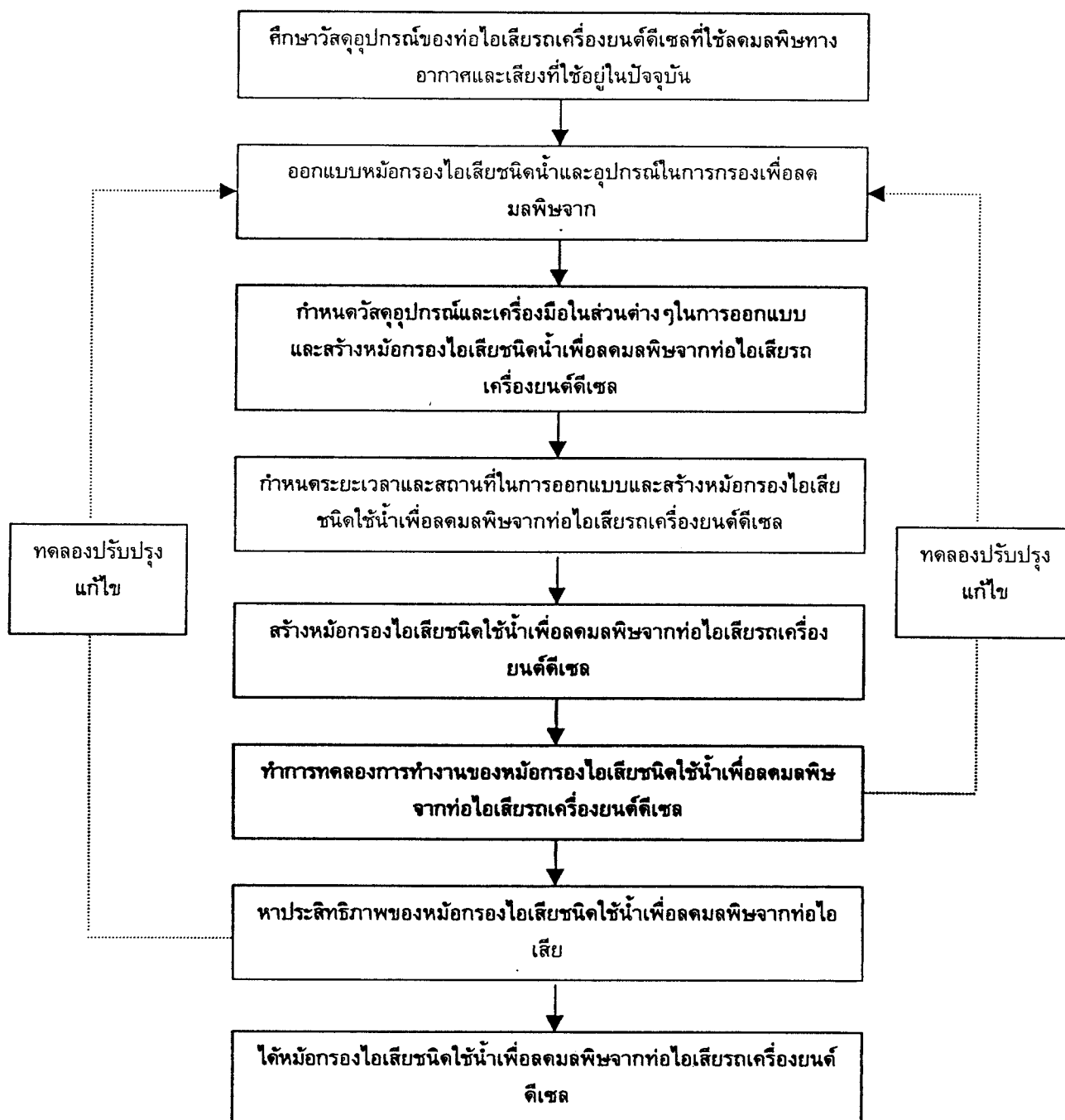
1.4.2.1 ความแข็งแรง

1.4.2.2 ความสวยงาม

1.4.2.3 ความสะดวกในการติดตั้ง

2. ลำดับขั้นตอนในการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยจะดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 30 แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

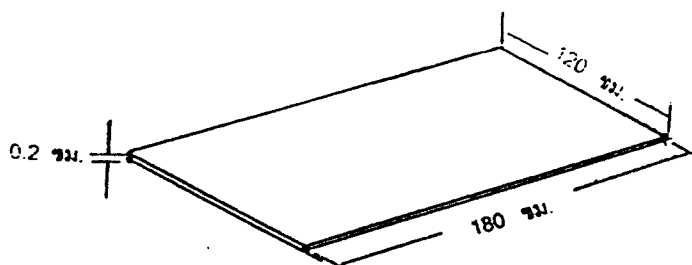
2.1 ศึกษาและรับรู้ปัญหาอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดควันดำที่ออกจากท่อไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน

เนื่องจากยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันมีปัญหามาก ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น เทคโนโลยีทางด้านเครื่องยนต์ ผู้ใช้ขาดการบำรุงรักษาและซ่อมแซม หรือการใช้ยานพาหนะเกินกำลังเครื่องยนต์ ใช้น้ำมันไม่ได้มาตรฐานและผู้ใช้ไม่ปฏิบัติตามคู่มืออย่างถูกต้อง จากปัญหาดังกล่าวทำให้เครื่องยนต์ทำงานไม่สมบูรณ์เป็นเหตุให้เกิดควันดำและเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะแก้ไขควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล โดยการนำวิธีการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกมาประยุกต์ออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำ เพื่อลดควันดำและเสียงจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

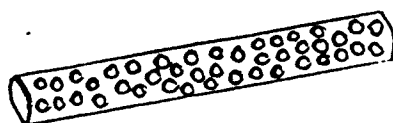
2.2 ออกแบบหม้อกรองชนิดใช้น้ำและวัสดุอุปกรณ์ในการกรองเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.2.1 ออกแบบโดยการนำวัสดุที่ทำจากแผ่นเหล็กขนาดความหนา 0.2 ซม. ความกว้าง 120 ซม. ความยาว 180 ซม. นำมาตัดเป็นชิ้นส่วนตามแบบและประกอบขึ้นรูปโครงสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำรูปทรงหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า มีขนาดความกว้าง 40 ซม. ความยาว 60 ซม. ความสูง 45 ซม. และส่วนของด้านบนของหม้อกรองยังคงเปิดไว้เพื่อที่จะใส่อุปกรณ์ในการกรองตามที่ได้ออกแบบไว้เพื่อเชื่อมต่อกับท่อไอเสียจากท่อไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล



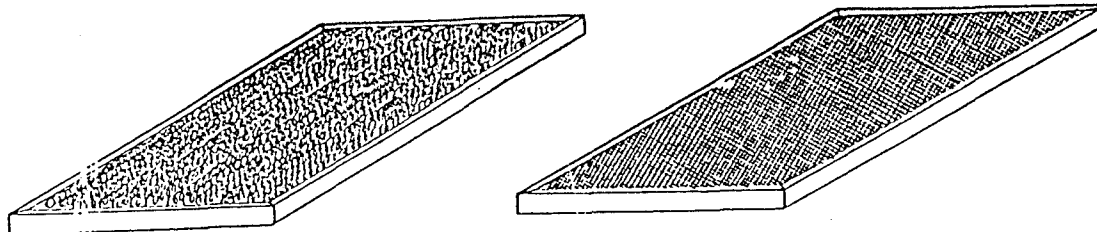
ภาพประกอบ 31 วัสดุแผ่นเหล็กเหนียวหรือเหล็กหล่อ

2.2.2 นำท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ความหนา 0.2 ซม. ความยาว 50 ซม. มาตัดให้ขนาดเท่ากัน อย่างละ 3 แท่ง



ภาพประกอบ 32 ขนาดของท่อ 2.5 ซม. เจาะรูรอบๆ ท่อ

2.2.3 นำเส้นใยสแตนเลสและตาข่ายสแตนเลสมาตัดขึ้นรูป เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการกรองและป้องกันน้ำกระจายล้นออกมามาท่อไอเสีย



ฝอยสแตนเลส

ตาข่ายสแตนเลส

ภาพประกอบ 33 ฝอยสแตนเลสและตาข่ายสแตนเลส

2.3 กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในส่วนต่างๆ ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล

2.3.1 วัสดุ เป็นการกำหนดถึงวัสดุที่ใช้ในการสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำ เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล

2.3.1.1 เหล็กฉากสามเหลี่ยมขนาดความกว้าง 2 ซม. ความหนา 0.2 ซม. ความยาว 200 เมตร

2.3.1.2 เหล็กแผ่นความหนาขนาด 0.2 ซม.

2.3.1.3 ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. และ 5.1 ซม. ความยาว 50 ซม.

2.3.1.4 ลวดเชื่อมไฟฟ้าขนาด 0.3 ซม.

2.3.1.5 ตาข่ายสแตนเลส 100 คูณ 100 ซม.

2.3.1.6 ใยฝอยสแตนเลสจำนวน 30 ก้อน

2.3.2 เครื่องมือ เป็นการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล

2.3.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 1 ชุด

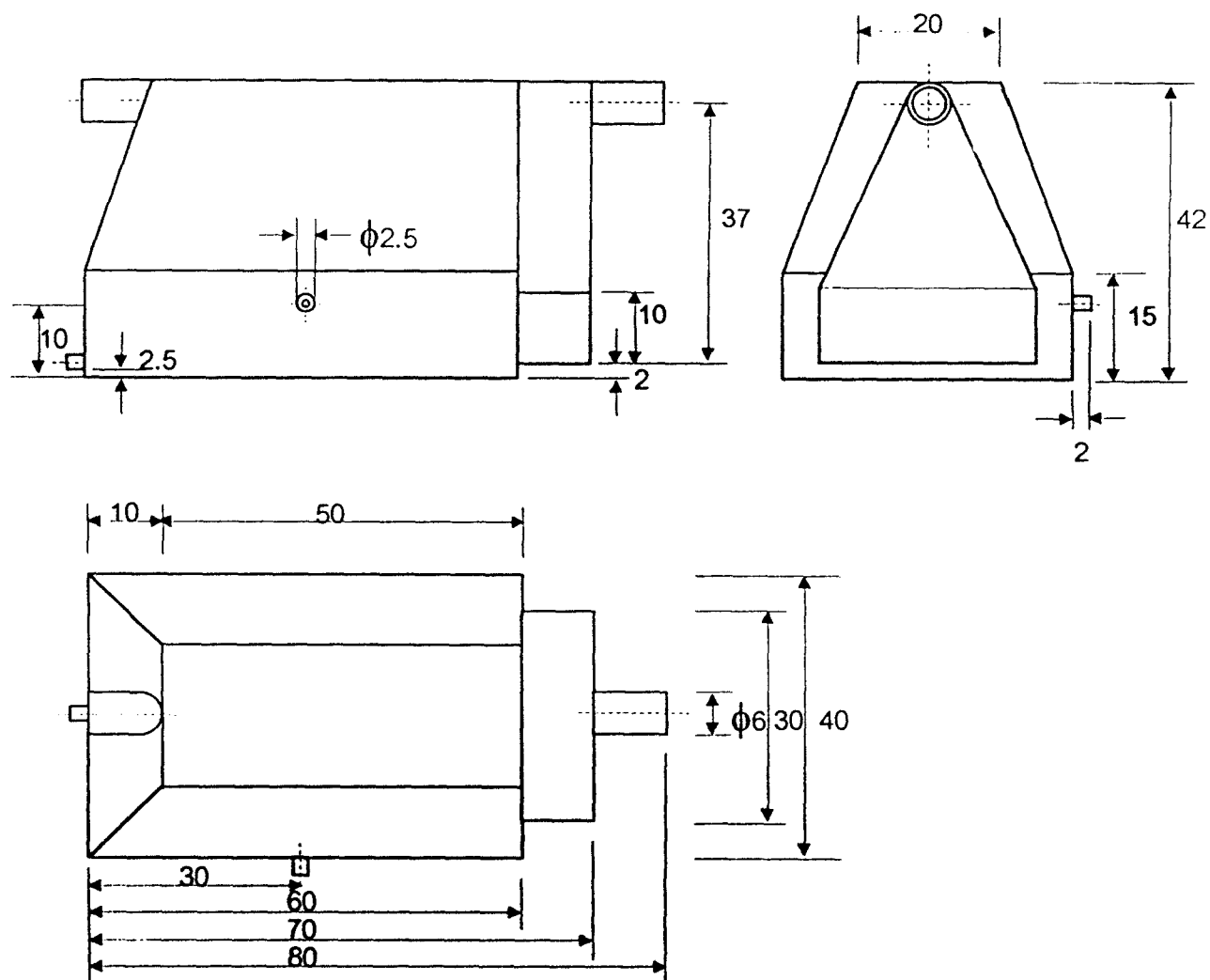
2.3.2.2 เครื่องเชื่อมก๊าซ 1 ชุด

2.3.2.3 สว่านเจาะไฟฟ้า

2.3.2.4 ดอกสว่าน ขนาด 0.2, 0.3, 0.4 ซม.

2.3.2.5 เครื่องเจียร 1 ชุด

2.3.2.6 คีมล็อกจับวัสดุ 2 ตัว, คีมจับวัสดุทั่วไป, จักรขนาด 1 และ 2 ปอนด์ อย่างละ 1 อัน



ภาพประกอบ 34 ขนาดของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำทั้ง 3 ด้าน มาตรฐาน 1:10 cm.

2.4 ระยะเวลาดและสถานที่ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำและทดลองสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

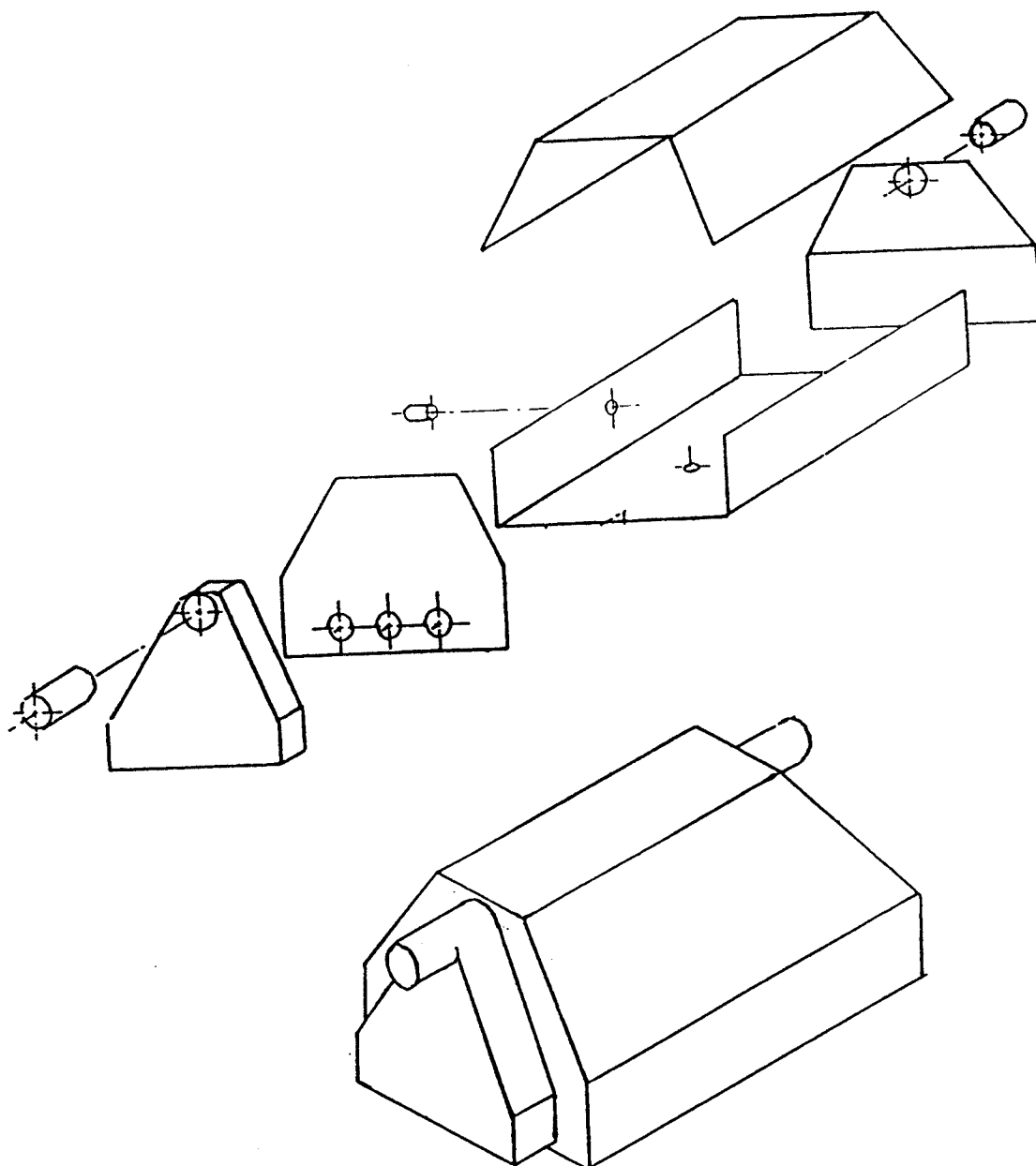
2.4.1 ระยะเวลาดที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำ เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2544 ถึง วันที่ 31 มกราคม 2545

2.4.2 สถานที่ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำ เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ณ. สถานีวิทยุโทรทัศน์จังหวัดระยอง

2.4.3 สถานที่ทำการทดลองหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ณ. บริษัทสุเทพพัฒนา 1991 จำกัด 39/1 ต.บางกะดี อ. เมือง จ. ปทุมธานี

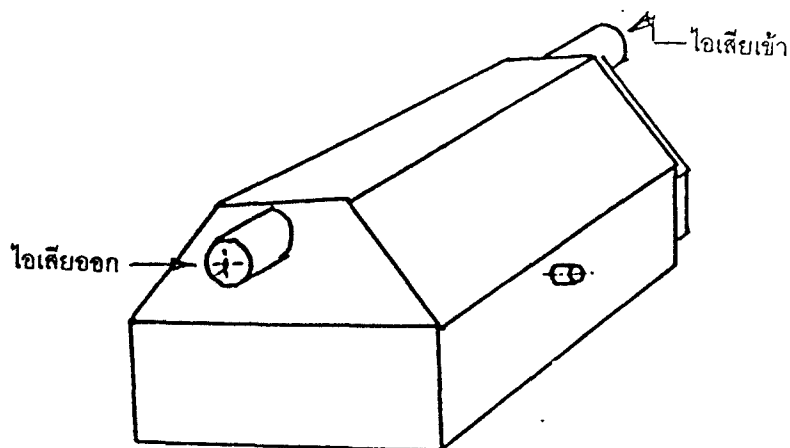
2.5 ออกแบบและสร้างหม้อกรองชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เครื่องดีเซล

2.5.1 สร้างรูปลักษณะของหม้อกรองชนิดใช้น้ำเป็นรูปทรงหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า โดยนำเหล็กแผ่นความหนาขนาด 0.2 ซม. ที่มีความกว้างขนาด 120 ซม. ขนาดความยาว 180 ซม. ที่มีจำหน่ายตามร้านขายเครื่องเหล็กทั่วไป นำมาดัดขึ้นรูปตามที่ได้ออกแบบ ซึ่งกำหนดความกว้างขนาด 40 ซม. ความยาวฐานล่าง 60 ซม. ขนาดความสูง 45 ซม. ขนาดความยาวด้านบน 50 ซม. ขนาดความกว้างด้านบน 20 ซม. จากนั้นนำมา เชื่อมต่อกันเป็นรูปทรงหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า เจาะรูด้านล่างของหม้อกรองชนิดใช้น้ำ และใส่สาลวเพื่อระบายน้ำออกหลังการใช้งาน



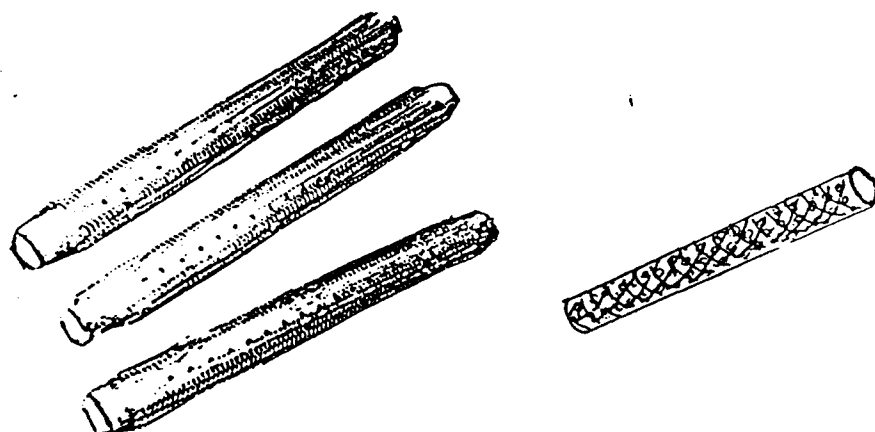
ภาพประกอบ 35 สร้างชิ้นส่วนประกอบรูปแบบของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำทรงหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า

2.5.2 ด้านท้ายของหม้อกรองชนิดใช้น้ำช่วงบนเจาะรูขนาด 6.4 ซม. เพื่อนำเอาท่อ 6.4 ซม. มีความหนา 0.2 ซม. ความยาวของท่อ 12 ซม. นำมาต่อเชื่อมกับท่อระบายไอเสียออกด้านท้ายของรถยนต์ ส่วนด้านหน้าออกแบบและสร้างหม้อพักขนาดเล็กประกบติดกับหม้อกรองชนิดใช้น้ำ และด้านบนของหม้อพักเจาะรูขนาด 5.1 ซม. ต่อเชื่อมด้วยท่อขนาด 5.1 ซม. ความยาวขนาด 12 ซม. ความหนาขนาด 0.2 ซม. เพื่อต่อเชื่อมเข้ากับท่อไอเสียที่มาจากเครื่องยนต์



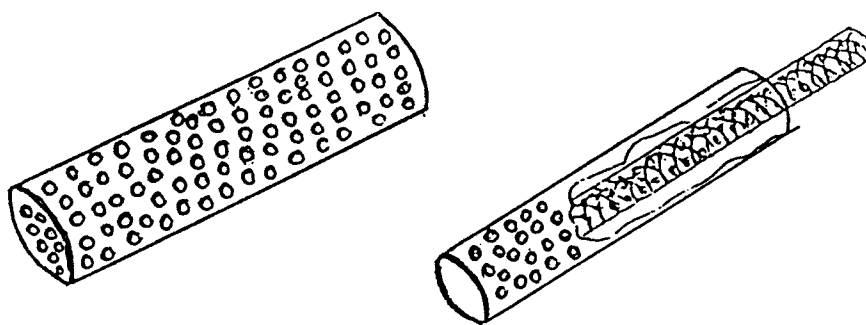
ภาพประกอบ 36 การต่อเชื่อมท่อไอเสียด้านเข้าและออก

2.5.3 สร้างท่อไอเสียขนาดความยาว 50 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. พร้อมกับเจาะรูรอบๆ ท่อขนาดของรูที่ทำการเจาะ 0.2 ซม. สลับกันไปมาตลอดทั้งท่อ และตัดลวดตาข่ายสแตนเลสหุ้มรอบท่อทำทั้งหมดจำนวน 3 ท่อ



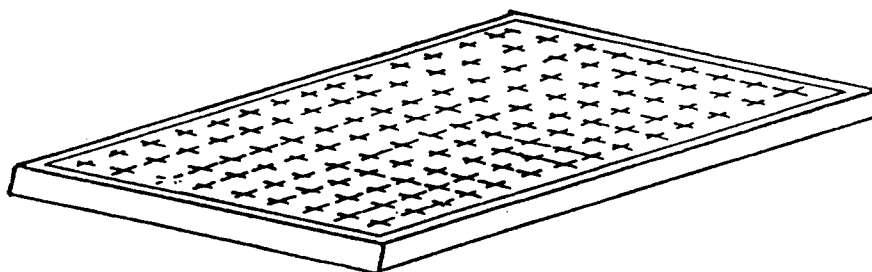
ภาพประกอบ 37 ท่อที่เจาะรูขนาด 0.2 ซม.พร้อมหุ้มด้วยลวดตาข่ายสแตนเลส

2.5.4 สร้างท่อไอเสียขนาดความยาว 50 ซม. พร้อมกับเจาะรูรอบๆ ท่อขนาดของรูที่เจาะ 0.2 ซม. เจาะสลับกันไปมาตลอดทั้งท่อ ทำจนครบจำนวน 3 ท่อ นำเอาท่อไอเสียที่สร้างไว้จากข้อ 2.5.3 มาสอดใส่เข้าไปในท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 ซม. ทำจนครบจำนวน 3 ท่อ จากนั้นนำมาจัดเรียงลำดับลงบนพื้น ให้ระยะห่างจากพื้นหม้อกรองชนิดใช้น้ำที่เตรียมไว้ประมาณหนึ่งนิ้วครึ่ง ทำการเชื่อมให้ติดทั้งด้านหน้าและด้านหลังของหม้อกรอง



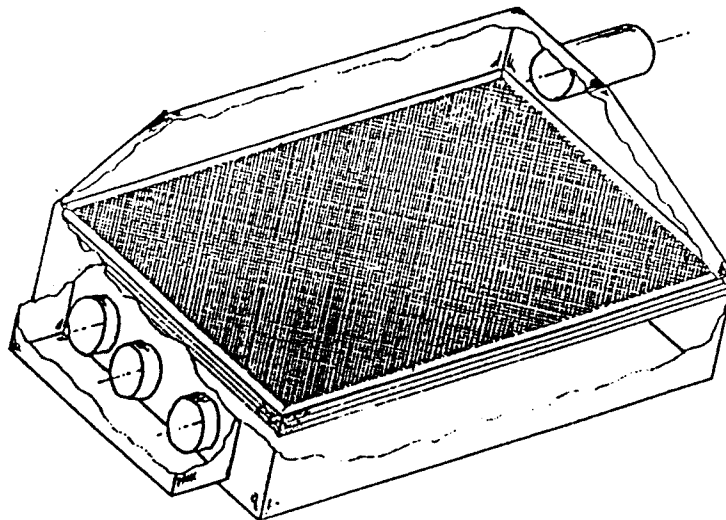
ภาพประกอบ 38 การนำเอาท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. มาสอดเข้าไปในท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 ซม.

2.5.5 ตัดแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเพื่อเตรียมผิวเจาะรูกากบาท ขนาดความกว้างของกากบาทรัศมี 1 ซม. เพื่อให้ไอเสียที่ผ่านน้ำกระจายขึ้นสู่ด้านบน



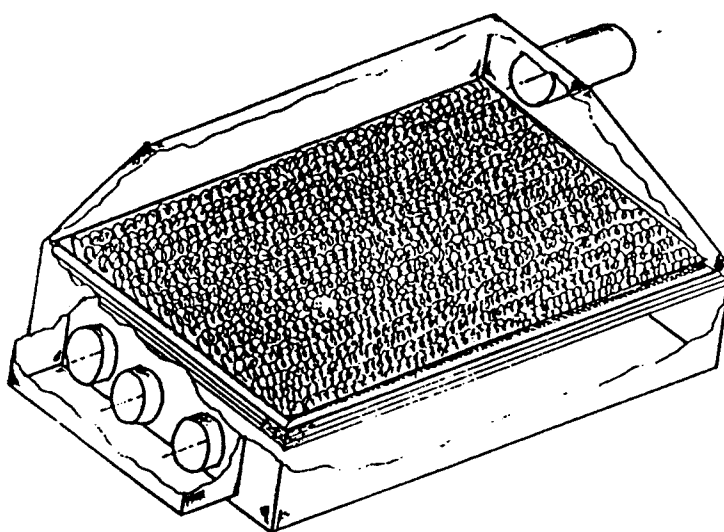
ภาพประกอบ 39 แผ่นเหล็กชุบสังกะสีเพื่อเตรียมเจาะรูกากบาท

2.5.6 ตัดดาข่ายสแตนเลสวางซ้อนบนแผ่นเหล็ก ซึ่งมีขนาดเท่ากับแผ่นเหล็กจากข้อ 2.5.5 แล้ว ยึดติดให้อยู่กับที่บนแผ่นเหล็ก



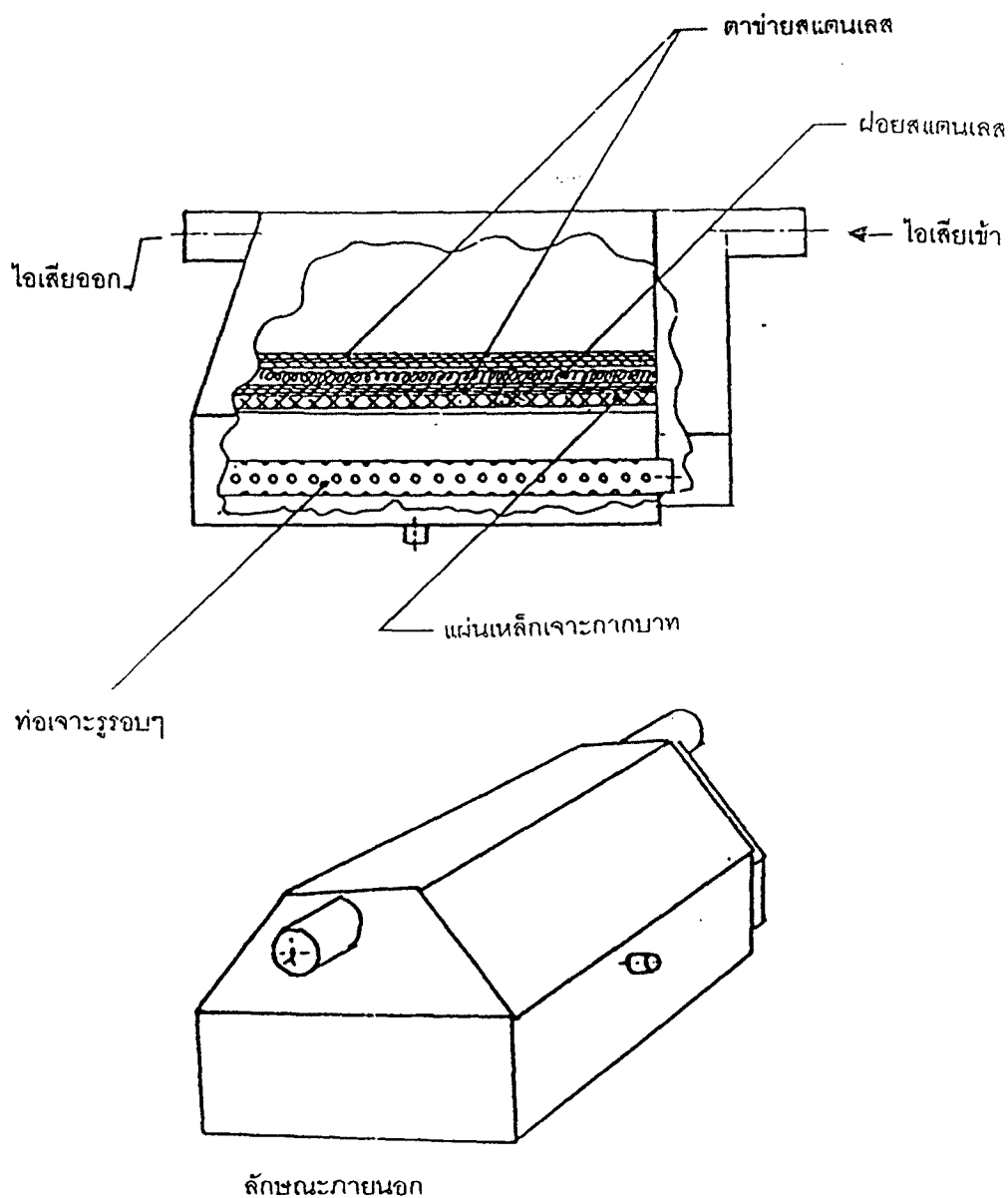
ภาพประกอบ 40 การคลุมดาข่ายสแตนเลส

2.5.7 สร้างโครงเหล็กสำหรับยึดให้อยู่เหนือดาข่ายสแตนเลสประมาณ 3 ซม. เพื่อใช้สำหรับวาง ฝอยสแตนเลสบนโครงเหล็กและเรียงให้เต็มพื้นที่ที่อยู่เหนือดาข่ายสแตนเลส แล้วตัดดาข่ายสแตนเลสวางทับให้ เต็มพื้นที่ที่วางฝอยสแตนเลสและเชื่อมยึดให้อยู่กับที่



ภาพประกอบ 41 การคลุมด้วยฝอยสแตนเลส

2.5.8 นำแผ่นเหล็กที่จัดเตรียมไว้ตามแบบมาทำการเชื่อมปิดผนึกด้านข้างของหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ส่วนด้านข้างเจาะรูทำวาล์วเปิดปิดให้มีความสูงจากพื้นหม้อกรองเหนือท่อกระจายคลื่นประมาณ 12 ซม. เพื่อเติมน้ำและระดับน้ำเสมอกับรูที่เจาะ (รูที่ทำการเจาะให้ดูตามสภาพการใช้งานว่าจะเจาะทางด้านใด)



ภาพประกอบ 42 แบบที่สมบูรณ์ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ

2.5.9 จากการดำเนินการสร้างในหัวข้อที่ 2.5.5-2.5.7 นั้น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันการฟุ้งกระจายของน้ำที่เจือปนไปด้วยไอเสียของเครื่องยนต์ ไม่ให้เล็ดลอดออกทางท่อไอเสียจะมีแต่ไอเสียที่ผ่านกระบวนการกรองด้วยน้ำในรูปของอากาศที่ทำการวัดด้วยเครื่องมือตรวจวัดได้ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

2.5.10 น้ำที่ใช้สำหรับกรองภายในหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ต้องเปลี่ยนถ่ายออกหลังจากหยุดการใช้งานของรถยนต์

2.6 ทดลองการทำงานของหม้อกรองชนิดใช้น้ำเพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

2.6.1 การทดลองหาประสิทธิภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดำเนินการดังต่อไปนี้

รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลโดยทั่วไป จะมีปั๊มทำหน้าที่สำหรับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านหัวฉีดเข้าไปยังห้องเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งปั๊มจะมีสกรูบังคับการเปิดปิดน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ แต่สกรูบังคับการเปิดปิดทางบริษัทผู้ผลิตหรือช่างเทคนิคเท่านั้นจะเป็นผู้ปรับให้เครื่องยนต์อยู่ในสภาพการทำงานตามปกติ และทำการล็อกให้อยู่กับที่ ดังนั้นการทดลองหาประสิทธิภาพจะต้องทำการปลดล็อกสกรู เพื่อทำการปรับสกรูบังคับน้ำมันเชื้อเพลิงในการทดสอบประสิทธิภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ โดยกำหนดปรับเกลียวสกรูในการจ่ายน้ำมันผ่านหัวฉีด เพื่อผสมกับอากาศในกระบอกสูบในระดับการเผาไหม้ที่ต่างกันตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1

เตรียมรถยนต์สำหรับใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพ เดินเครื่องยนต์ให้อยู่ในภูมิใช้งานปกติ แล้วเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่ง ซึ่งต้องทำการตรวจวัดควันท้า 2 ครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรองโดยใช้ค่าสูงสุดของการตรวจวัดเป็นเกณฑ์ตัดสินจากเครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล จากนั้นนำหม้อกรองชนิดใช้น้ำมาต่อเข้ากับท่อไอเสียรถยนต์ แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์เพิ่มอย่างรวดเร็วและคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่ง ซึ่งต้องทำการตรวจวัดควันท้า 2 ครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรอง โดยใช้ค่าสูงสุดของการวัดเป็นเกณฑ์ตัดสินเครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2

ปรับเกลียวสกรูเปิดน้ำมันเข้าไปจำนวน 2 เกลียว เร่งความเร็วเครื่องยนต์สุดคันเร่ง 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และบันทึกข้อมูล จากนั้นนำหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำมาต่อเข้ากับท่อไอเสียรถยนต์ แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์เพิ่มอย่างรวดเร็วคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล (ดำเนินการตรวจวัดเหมือนขั้นตอนที่ 1)

ขั้นตอนที่ 3

นำหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำออกจากท่อไอเสียรถยนต์ ปรับเกลียวสกรูเปิดน้ำมันเข้าไปจำนวน 3 เกลียว แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์ให้เพิ่มอย่างรวดเร็วคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล จากนั้นนำหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำมาต่อเข้ากับท่อไอเสียรถยนต์ แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์เพิ่มอย่างรวดเร็วคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาที ประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันท้า จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันท้าบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันท้าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล (ดำเนินการตรวจวัดเหมือนขั้นตอนที่ 1)

ขั้นตอนที่ 4

นำหม้อไอเสียชนิดใช้น้ำออกจากท่อท่อไอเสยรถยนต์ ปรับเกลียวสกรูเปิดน้ำมันเข้าไปจนสุดเกลียว แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์ให้เพิ่มอย่างรวดเร็วคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาทีประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทั้งทำการตรวจวัดควันดำด้วยเครื่องมือ จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันดำบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันดำค่าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการเก็บข้อมูล จากนั้นนำหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำมาต่อเข้ากับท่อไอเสยรถยนต์ แล้วเร่งรอบเครื่องยนต์เพิ่มอย่างรวดเร็วคงไว้ที่ความเร็ว 3500 รอบ/นาทีประมาณ 1-2 วินาที พร้อมทั้งทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำ จึงปล่อยคันเร่งแล้วเก็บตัวอย่างควันดำบนกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องอ่านค่าที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ และทำการบันทึกข้อมูล (ดำเนินการตรวจวัดเหมือนขั้นตอนที่ 1)

หมายเหตุ ในการทดสอบหาประสิทธิภาพจากขั้นตอนที่ 1-4 ตามตาราง 6 ขณะอยู่กับที่และดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกันจากขั้นตอนที่ 1-4 ขณะเคลื่อนที่และบันทึกข้อมูลลงในตาราง 8

2.6.2 ใช้เครื่องวัดระดับเสียงให้ระยะห่างจากท่อไอเสียของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ 7.5 เมตร เร่งความเร็วรอบสูงสุด และคงความเร็วรอบนั้นไว้จนกว่าจะอ่านค่าระดับเสียงได้แล้ว จึงผ่อนคันเร่งให้เครื่องยนต์กลับไปอยู่ในสภาพเดินเบาและดำเนินการซ้ำอีกครั้ง ให้ผู้ทำหน้าที่ใช้มาตรระดับเสียง อ่านค่าและบันทึกค่าระดับเสียงทันทีที่ได้รับสัญญาณจากผู้ทำหน้าที่เร่งเครื่องยนต์ ถ้าค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันเกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ดำเนินการวัดระดับเสียงใหม่ แต่ถ้าค่าระดับเสียงทั้งสองครั้งมีค่าต่างกันไม่เกิน 2 เดซิเบลเอ ให้ใช้ค่าที่สูงสุดเป็นค่าระดับเสียงของรถคันนั้น

หมายเหตุ ให้ดำเนินการควบคู่ไปกับการทดสอบหาประสิทธิภาพค่าควันดำและเสียงจากขั้นตอนที่ 1-4 ตามลำดับ

2.6.3 การประเมินลักษณะทางกายภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการทางท่อไอเสียจำนวน 4 ท่าน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.3.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านตารางประเมินผลลักษณะทางกายภาพ

- นายชาพงษ์ ประทุมวิจิตร คอม. เครื่องกล คณะวิศวกรรมเครื่องกล ประสพการณ์ 30

ปี

- นายชัยวัฒน์ รัตนรงค์ วิศวกรเครื่องกล 7 ประสพการณ์ 17 ปี

2.6.3.2 ผู้ชำนาญการทางท่อไอเสีย

- นายคงเดช คัมภีรานนท์ ผู้ฝึกการใช้เครื่องกล ประสพการณ์ 30 ปี

- นายชาติ สินประเสริฐ ช่างท่อไอเสีย ประสพการณ์ 20 ปี

2.6.4 ลักษณะทางกายภาพ โดยการประเมินผลไว้ 3 ด้าน ดังนี้

- ความแข็งแรง
- ความสวยงาม
- ความสะดวกในการติดตั้ง

โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากตาราง 14.

2.7 สรุปผลการทดลอง

2.7.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ จะแสดงผลค่าควันดำจากตัวแปรต้นที่กำหนด

2.7.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ จะแสดงผลค่าความเข้มของเสียงจากตัวแปรต้นที่กำหนด

2.7.3 ลักษณะทางกายภาพ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

2.7.3.1 ด้านความแข็งแรง

2.7.3.2 ด้านความสวยงาม

2.7.3.3 ด้านความสะดวกในการติดตั้ง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยการออกแบบ กำหนดวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการสร้างตามรายละเอียดที่ได้ศึกษาค้นคว้าไว้ และกำหนดระยะเวลาในการสร้าง ทดสอบปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งผลการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ตามแบบที่ได้กำหนดไว้ จากการทดลองใช้โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัย

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้ หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล

การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล การใช้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ผู้วิจัยได้ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจประเมินสมรรถนะและแสดงความคิดเห็นต่อหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลที่สร้างขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบหาประสิทธิภาพวัดค่าควันดำ ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะอยู่กับที่ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 6 ผลการวัดประสิทธิภาพค่าควันดำขณะอยู่กับที่บันทึกลงในตาราง

รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าควันดำ (ร้อยละ) ครั้ง										
ก่อนผ่านหม้อกรอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ	69	70	66	70	67	67	66	70	65	70	68
2. ปรับเกลิยวสกรู 2 เกลิยว	85	80	75	80	82	82	83	79	76	75	79.7
3. ปรับเกลิยวสกรู 3 เกลิยว	82	88	81	79	84	85	87	87	86	79	83.8
4. ปรับเกลิยวสกรูจนสุด	86	84	87	87	88	87	84	86	86	88	86.3
หลังผ่านหม้อกรอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ	29	31	28	29	27	28	30	26	28	26	28.2
2. ปรับเกลิยวสกรู 2 เกลิยว	42	38	40	39	37	36	39	37	36	40	38.4
3. ปรับเกลิยวสกรู 3 เกลิยว	39	40	38	40	43	42	42	41	43	39	40.7
4. ปรับเกลิยวสกรูจนสุด	41	42	40	44	43	44	44	44	43	42	42.7

จากตาราง 6 สามารถวิเคราะห์ข้อมูล ของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่นั้นเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก มีรายละเอียดดังนี้

1.1 เครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 68 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.2 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

1.2 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียววัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.7 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 38.4 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

1.3 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียววัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.8 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

1.4 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรูสูงสุดวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 42.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำ ของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะอยู่กับที่ที่สร้างขึ้น ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก ทางด้านท่อไอเสียระบายออกจากหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดค่าควันดำ BOSCH FILTER – TYPE SMOKE METER (ETD 020.00/ETD 020.50) (ระบบกระดาษกรอง) มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะอยู่กับที่

ลำดับ	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าควันดำ (ร้อยละ)			
		ก่อนผ่านหม้อกรอง		หลังผ่านหม้อกรอง	
		ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติ	68	50	28.2	50
2	ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว	79.7	50	38.4	50
3	ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว	83.8	50	40.7	50
4	ปรับเกลียวสกรูจนสุด	86.3	50	42.7	50

จากตาราง 7 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ที่สร้างขึ้น ขณะอยู่กับที่นั้นเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 68 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่อง

ยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.2 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าวันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 38.4 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของการทดสอบการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

2.2 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียววัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 79.7 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าวันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 38.4 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของการทดสอบการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

2.3 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียววัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 83.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าวันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 40.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของการทดสอบการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

2.4 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรูสูงสุดวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 86.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าวันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าวันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 42.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของการทดสอบการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพวัดค่าวันดำ ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 8 ผลการวัดประสิทธิภาพค่าวันดำในสถานการณ์เคลื่อนที่บนที่กลลงในตาราง

รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าวันดำ (ร้อยละ)/ครั้ง										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
ก่อนผ่านหม้อกรอง											
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ	72	69	70	69	67	68	70	72	66	68	69.1
2. ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว	85	78	77	82	80	79	83	84	80	78	80.6
3. ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว	83	88	82	80	83	86	85	88	80	88	84.3
4. ปรับเกลียวสกรูจนสุด	85	86	87	88	87	87	85	87	86	88	86.6
หลังผ่านหม้อกรอง											
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ	30	31	28	29	28	28	30	27	28	28	28.7
2. ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว	43	39	40	41	38	36	41	38	37	40	39.3
3. ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว	39	42	39	38	42	43	40	44	43	42	41.2
4. ปรับเกลียวสกรูจนสุด	44	42	45	42	43	46	44	43	44	43	43.6

จากตาราง 8 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าวันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสยรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่นั้นเป็นไปตามมาตรฐานการขนส่งทางบก มีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 69.1 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสีย ชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

3.2 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียววัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.6 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 39.3 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

3.3 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียววัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 41.2 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

3.4 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรูสูงสุดวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.6 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.6 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น

4. การเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพวัดค่าควันดำ ของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะเคลื่อนที่ ตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ทางด้านท่อไอเสียระบายออกจากหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันดำ BOSCH FILTER – TYPE SMOKE METER (ETD 020.00/ETD 020.50) (ระบบกระดาษกรอง) มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำเปรียบเทียบ กับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกในสถานการณ์เคลื่อนที่

ลำดับ	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าควันดำ (ร้อยละ)			
		ก่อนผ่านหม้อกรอง		หลังผ่านหม้อกรอง	
		ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติ	69.1	50	28.7	50
2	ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว	80.6	50	39.3	50
3	ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว	84.3	50	41.2	50
4	ปรับเกลียวสกรูจนสุด	86.6	50	43.6	50

จากตาราง 9 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ที่สร้างขึ้น ขณะเคลื่อนที่นั้นเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก มีรายละเอียดดังนี้

4.1 เครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 69.1 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถ

เครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

4.2 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียววัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 80.6 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 39.3 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

4.3 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียววัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 84.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 41.2 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

4.4 เครื่องยนต์ปรับเกลียวสกรูสูงสุดวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 86.6 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 43.6 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50

5. การทดสอบหาประสิทธิภาพค่าระดับเสียงหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะอยู่กับที่ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 10 ผลทดลองวัดประสิทธิภาพค่าระดับเสียงขณะอยู่กับที่

รายละเอียด/จำนวนครั้ง	ประสิทธิภาพค่าระดับเสียง (เดซิเบล A)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
1. เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย	77	79	82	85	79	86	85	79	78	85	81.5
2. เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย	76	79	76	79	74	75	79	80	72	74	76.4

จากตาราง 10 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดระดับเสียงของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 81.5 เดซิเบล A และขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 76.4 เดซิเบล A ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

6. การทดสอบหาประสิทธิภาพค่าความเข้มของเสียง ของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะอยู่กับที่ ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก ทางด้านท่อไอเสียระบายออกจากหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันดำ BOSCH FILTER – TYPE SMOKE METER (ETD 020.00/ETD 020.50) มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 11 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบ กับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะอยู่กับที่

ขั้นตอน	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าระดับเสียง (เดซิเบล A)	
		ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย	81.5	85
2	เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย	76.4	85

จากตาราง 11 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงของหม้อกรองไอเสีย ชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 81.5 เดซิเบล A และขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 76.4 เดซิเบล A และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 85 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

7. การทดสอบหาประสิทธิภาพค่าระดับเสียง ของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะเคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 12 ผลการทดสอบวัดประสิทธิภาพระดับเสียงในสถานการณ์เคลื่อนที่

รายละเอียด/จำนวนครั้ง	ประสิทธิภาพค่าระดับเสียง (เดซิเบล A)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
1. เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย	79	85	81	86	78	80	85	84	80	83	82.1
2. เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย	77	80	75	78	75	76	80	80	78	74	77.3

จากตาราง 12 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงของหม้อกรองไอเสีย ชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 82.1 เดซิเบล A และขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 77.3 เดซิเบล A ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก

8. การทดสอบหาประสิทธิภาพค่าความเข้มของเสียง ของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลขณะเคลื่อนที่ ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก ทางด้านท่อไอเสียระบายออกจากหม้อกรองชนิดใช้น้ำ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดควันท่า BOSCH FILTER – TYPE SMOKE METER (ETD 020.00/ETD 020.50) มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 13 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ในสถานการณ์เคลื่อนที่

ขั้นตอน	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าระดับเสียง (เดซิเบล A)	
		ค่าสูงสุด	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย	82.1	85
2	เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย	77.3	85

จากตาราง 13 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 82.1 เดซิเบล A และขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติที่ผ่านหม้อกรองไอเสียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ 77.3 เดซิเบล A และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 85 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

9. การประเมินลักษณะทางกายภาพหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 14 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ

ผู้เชี่ยวชาญ	แข็งแรง			สวยงาม			สะดวก		
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	✓				✓		✓		
2	✓				✓			✓	
3	✓			✓			✓		

จากตาราง 14 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของการประเมินลักษณะทางกายภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินทางด้านกายภาพของความแข็งแรงอยู่ในระดับดีจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ทางด้านกายภาพของความสวยงามอยู่ในระดับดีจากผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่านและอยู่ในระดับพอใช้จากผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน และทางด้านกายภาพของความสะดวกอยู่ในระดับดีจากผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านและอยู่ในระดับพอใช้จากผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่าน จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ที่สร้างขึ้นโดยภาพรวมนั้นอยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล
2. ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้งานของหม้อกรองชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล และลักษณะทางกายภาพ

ความสำคัญของการวิจัย

ได้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล พร้อมคู่มือการติดตั้งซึ่งสามารถนำไปต่อเชื่อมกับท่อไอเสียรถยนต์ ทำให้สามารถลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซลและเป็นการลดมลพิษทางอากาศโดยรวม

สมมติฐานในการวิจัย

ได้หม้อกรองไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลชนิดน้ำที่มีประสิทธิภาพ ได้ตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราและงานวิจัยต่างๆ ในส่วนของปัญหาอุปสรรคที่ทำให้เกิดควันดำที่ออกจากท่อไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง
2. ทำการออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลและวัสดุอุปกรณ์ในการกรองต่างๆ เพื่อช่วยลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล
3. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในส่วนต่างๆ ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมีราคาถูก ที่มีขายตามท้องตลาด
4. กำหนดระยะเวลาและสถานที่ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อลดมลพิษจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล
 - 4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2545
 - 4.2 สถานที่ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ณ สถานีวิทยุโทรทัศน์ช่อง 9 อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
5. สร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการสร้างตามแบบที่กำหนด

6. ทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ที่บริษัทสุเทพพัฒนา 1991 จำกัด 39/1 ต.บางกะดี อ. เมือง จ. ประทุมธานี

7. ทดสอบหาประสิทธิภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพที่บริษัทสุเทพพัฒนา 1991 จำกัด เพื่อทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ของการทดลองใช้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล เป็นไปตามขอบเขตของการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้หลักการของหม้อกรองแบบเปียก (Wet Type Muffler) ซึ่งไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลผ่านท่อเจาะรูพ่นจำนวน 3 ท่อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการกรองควันดำอยู่ในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ส่วนชั้นภายในหม้อกรองที่อยู่เหนือระดับน้ำมีแผ่นเจาะรูกากบาท แผ่นค้ำยาสแตนเลส แผ่นเส้นใยสแตนเลส และแผ่นค้ำยาสแตนเลสเรียงซ้อนกันตามลำดับ เพื่อป้องกันน้ำที่ทาหน้าที่กรองควันดำและเสียงไม่ให้ออกมาทางท่อไอเสียของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ

2. การศึกษาประสิทธิภาพถึงค่าที่ผิดพลาดตามคุณสมบัติ ของการทดสอบตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกในการตรวจสอบเครื่องยนต์ ที่ได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก โดยใช้เครื่องวัดระบบ BOSCH FILTER – TYPE SMOKE METER (ETD 020.00/ETD 020.50) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 68 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.2 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้

2.2 เครื่องยนต์ปรับเกียร์วสกรู 2 เกียร์วัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 79.7 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 38.4 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้

2.3 เครื่องยนต์ปรับเกียร์วสกรู 3 เกียร์วัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 83.8 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 40.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้

2.4 เครื่องยนต์ปรับเกียร์วสกรูสูงสุดวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 86.3 โดยไม่ผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันดำของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติวัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 42.7 โดยผ่านหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้สร้างขึ้น และในส่วนของค่ามาตรฐานกรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้

อภิปรายผล

การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องยนต์สภาพปกติขณะอยู่กับที่วัดค่าควันดำเฉลี่ยได้ร้อยละ 28.2 เป็นไปตามค่า มาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้ เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษจากควันและเสียงมาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลวแยกฝุ่นหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็ก ในกรณีนี้จะทำให้ขนาดของมลสารจากกระแสน้ำพุ่งขึ้นของเหลวและน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดี สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ จะมีการแยกที่เกิดจากแรงถ่วงของโลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อนด้วยเครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง $0.1 \mu\text{m}$. ถึง $20 \mu\text{m}$. ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัวใหญ่ขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ ในขณะที่เกี่ยวกับการฟุ้งกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของ ของเหลว (Liquid film) (เกษม ไชยญา.2538:24-25) ซึ่งตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกนี้มีประสิทธิภาพในการลดควันดำได้ร้อยละ 90 ส่วนหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นเป็นการประยุกต์จากการใช้วิธีฉีดน้ำให้เป็นละอองผ่านควันท้ามาเป็นการใช้แรงดันไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลผ่านท่อเจาะรูพุน 3 ท่อ ที่เป็นอุปกรณ์ในการกระจายไอเสียผ่านภายในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ จากการทดสอบพบว่าวัดค่าเฉลี่ยควันท้าได้ร้อยละ 28.2 เนื่องจากไอเสียจากเครื่องยนต์มีแรงดันสูงมีผลทำให้น้ำภายในหม้อกรองไอเสียสัมผัสควันท้าได้ไม่ทั่วถึง จึงทำให้ไม่ได้ผลตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก

2. การปรับเปลี่ยนวัสดุเครื่องยนต์ 2 เปลี่ยน 3 เปลี่ยนและปรับเปลี่ยนจนสุด ขณะเครื่องยนต์อยู่กับที่และเครื่องยนต์เคลื่อนที่ทำการวัดค่าควันดำได้สูงขึ้น เพราะความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นทำให้เกิดควันท้ามากขึ้น แต่ค่าที่วัดได้เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยเลือกใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษจากควันและเสียง มาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลวแยกฝุ่นหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็ก ในกรณีนี้จะทำให้ขนาดของมลสารจากกระแสน้ำพุ่งขึ้นของเหลวและน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดี สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ จะมีการแยกที่เกิดจากแรงถ่วงของโลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อนด้วยเครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง $0.1 \mu\text{m}$. ถึง $20 \mu\text{m}$. ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัวใหญ่ขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ ในขณะที่เกี่ยวกับการฟุ้งกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของของเหลว (Liquid film) (เกษม ไชยญา.2538:24-25) ซึ่งตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกนี้มีประสิทธิภาพในการลดควันดำได้ร้อยละ 90 ส่วนหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นเป็นการประยุกต์จากการใช้วิธีฉีดน้ำให้เป็นละอองผ่านควันท้ามาเป็นการใช้แรงดันไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลผ่านท่อเจาะรูพุน 3 ท่อ ที่เป็นอุปกรณ์ในการกระจายไอเสียผ่านภายในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ จากการทดสอบพบว่าวัดค่าเฉลี่ยควันท้าได้ร้อยละ 38.4, 40.7 และ 42.7 ตามลำดับ เนื่องจากไอเสียจากเครื่องยนต์มีแรงดันสูงมีผลทำให้น้ำภายในหม้อกรองไอเสียสัมผัสควันท้าได้ไม่ทั่วถึง จึงทำให้ไม่ได้ผลตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก

3. การอยู่กับที่ของเครื่องยนต์กับการเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ ที่ทำการวัดค่าควันดำได้ไม่แตกต่างกันมากนัก การเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ควันท้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยเลือกใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษจากควันและเสียง มาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลวแยกฝุ่นหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็ก ในกรณีนี้จะทำให้ขนาดของมลสารจากกระแสน้ำพุ่งขึ้นของเหลวและน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง

เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดี สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ จะมีการแยกที่เกิดจากแรงตึงผิวของ โลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อนด้วย เครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง 0.1 μm . ถึง 20 μm . ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัวใหญ่ขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ ในขณะที่เดียวกันการฟุ้งกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของ ของเหลว (Liquid film) (เกษม ไชยญา.2538:24-25) ซึ่งตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกนี้มีประสิทธิภาพในการลดควันดำได้ ร้อยละ 90 ส่วนหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นเป็นการประยุกต์จากการใช้วิธีฉีดน้ำให้เป็นละอองผ่านควันท้ามาเป็นการใช้แรงดันไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลผ่านท่อเจาะรูพุน 3 ท่อ ที่เป็นอุปกรณ์ในการกระจายไอเสียผ่านภายในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ จากการทดสอบพบว่าวัดค่าเฉลี่ยควันท้าได้ร้อยละ 28.7 เนื่องจากไอเสียจากเครื่องยนต์มีแรงดันสูงมีผลทำให้น้ำภายในหม้อกรองไอเสียสัมผัสควันท้าได้ไม่ทั่วถึง จึงทำให้ไม่ได้ผลตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก

4. การอยู่กับที่ของเครื่องยนต์กับการเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ในการปรับเกลิยว ที่ทำการวัดค่าควันท้าได้ไม่แตกต่างกันมากนัก การเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ควันท้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เป็นไปตามมาตรฐานของ กรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยเลือกใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษ จากควันท้าและเสียง มาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลว แยกฝุ่นหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็ก ในกรณีทั้งสองนี้จะทำให้ขนาดของมลสารจากกระแทกข้างขึ้นของเหลวและ น้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดี สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ จะมีการ แยกที่เกิดจากแรงตึงผิวของโลกบ้าง ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรง ที่เกิดจากความร้อนด้วยเครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาด ระหว่าง 0.1 μm . ถึง 20 μm . ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะรวมตัวใหญ่ขึ้นเมื่อ สัมผัสกับน้ำ ในขณะที่เดียวกันการฟุ้งกลับของตะกอน จะมีน้อยเพราะอนุภาคจะเปียกและถูกกักไว้ในชั้นของ ของเหลว (Liquid film) (เกษม ไชยญา.2538:24-25) ซึ่งตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกนี้มีประสิทธิ ภาพในการลดควันท้าได้ร้อยละ 90 ส่วนหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นเป็นการ ประยุกต์จากการใช้วิธีฉีดน้ำให้เป็นละอองผ่านควันท้ามาเป็นการใช้แรงดันไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลผ่านท่อ เจาะรูพุน 3 ท่อ ที่เป็นอุปกรณ์ในการกระจายไอเสียผ่านภายในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ จากการทดสอบ พบว่าวัดค่าเฉลี่ยควันท้าได้ร้อยละ 39.3, 41.2 และ 43.6 ตามลำดับของการปรับเกลิยวสกรูเครื่องยนต์ 2 เกลิยว 3 เกลิยวและปรับเกลิยวจนสุด เนื่องจากไอเสียจากเครื่องยนต์มีแรงดันสูงมีผลทำให้น้ำภายในหม้อกรองไอเสีย สัมผัสควันท้าได้ไม่ทั่วถึง จึงทำให้ไม่ได้ผลตามหลักการของเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก

5. การทดสอบประสิทธิภาพวัดระดับเสียงของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซล ขณะอยู่กับที่ของเครื่องยนต์กับขณะเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์สภาพปกติ มีประสิทธิภาพค่า ระดับเสียงไม่แตกต่างกันมากนัก การเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์เสียงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ กรมการขนส่งทางบกที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยเลือกใช้หลักการภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการใช้น้ำในการลดมลพิษ จากควันท้าและเสียง มาประยุกต์เข้ากับเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหรือสครับเบอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ของเหลว แยกฝุ่นหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็ก

6. การประเมินลักษณะทางกายภาพของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับท่อไอเสียรถยนต์เครื่อง ยนต์ดีเซลที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินทางด้านกายภาพที่สร้างขึ้น โดยภาพรวมนั้นอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านี้สมบูรณ์ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ ในการศึกษาค้นคว้าในอนาคตดังนี้

1. การออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
2. การออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ให้มีความเหมาะสมกับการติดตั้ง
3. การออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ควรเพิ่มจำนวนท่อที่มีรูพรุนเพื่อให้ไอเสียสัมผัสกับน้ำมากที่สุดเท่าที่จะมากได้
4. การออกแบบหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ควรใช้วัสดุไร้สนิมแทนเพื่อการใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. การที่รถยนต์อยู่กับที่คว้นน้อยกว่ารถยนต์เคลื่อนที่ เพราะน้ำที่บรรจุในหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ กันตามสถานการณ์ที่ได้สร้างขึ้น จึงทำให้น้ำที่ปกคลุมท่อไอเสียที่มีรูพรุนน้อยและไม่มากเท่ากัน มีผลทำให้คว้นค่าเฉลี่ยลดลงออกไปได้บางส่วนและทำให้การตรวจวัดคว้นค่าผ่านกระดาดกรองมากกว่าอยู่กับที่
2. การทำให้หม้อกรองเกิดความสวยงามกลมกลืนเข้ากับตัวถังรถยนต์ต้องขึ้นอยู่กับการออกแบบให้เหมาะสมกับเนื้อที่ในการติดตั้ง
3. ควรทำการออกแบบท่อไอเสียให้ใช้ได้สำหรับรถยนต์ตั้งแต่ 4 ล้อขนาดเล็กขึ้นไป
4. ควรทำการศึกษาหาประสิทธิภาพระยะเวลาและกิโละเมตรของหม้อกรองชนิดใช้น้ำที่ใช้ในงานจริง
5. ควรทำการศึกษาอายุการใช้งานของน้ำ ในการใช้งานจริง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมการควบคุมมลพิษ (2538). มลพิษทางอากาศจากรถยนต์. กรุงเทพฯ : ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะกองจัดการคุณภาพและเสียง.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2536). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทอินทิเกรตโปรดโมชั่น เทคโนโลยี จำกัด.
- เกษม ไชยญา (2538) การออกแบบสร้าง และศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำจัดสิ่งปนเปื้อนและมลพิษออกจากก๊าซ : กรณีกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้น้ำมันกลับมาใช้ใหม่ในโรงงานผลิตผงชูรส. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- จำนง ถนอม, อุดม ล้อมวงศ์พานิช (2521). เทคโนโลยีดีเซล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท, สุณี เลิศแสงกิจ (2537). ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : วังอักษร.
- นิติ เรื่องพานิช (2538). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปราโมทย์ อ่อนประไพ (2521). เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปัญญา จันทรอิม (2542). มลพิษทางอากาศ. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- พงษ์ศักดิ์ วรสุนทรโรสถ, โคอิชิ ซึตะ (2523). เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว. กรุงเทพฯ : สมาคมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- พรชัย วรรณธรรม และ คณะ (2536). กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ : อาคารมหานครยิบซัม ราชเทวี.
- พูลพร แสงบางปลา (2537). ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัก กอแสงเรือง (2538). คู่มือการตรวจสภาพรถสำหรับสถานตรวจสภาพรถเอกชน. กรุงเทพฯ : อัดสำเนา.
- สวัสดิ์ บุญเถื่อน และ คณะจัดทำหลักสูตร (2539). คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอยู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์ (2540-2541). สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพฯ : โดยมูลนิธิโลกสีเขียวในพระอุปถัมภ์ของสมเด็จพระพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

รทบ เลขที่.....
 วันที่.....
 วันที่ ๑๖ / พ.ค. / ๒๕๔๔
 เวลา..... ๑๑.๐๐

ที่ ทม 1012/ 4136



บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖ พฤศจิกายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินฯ

เนื่องด้วย นายภูวศิณี เกิดอินทร์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล” โดยมี อาจารย์ ดร.อุทัย สุวคันทรกุล และ อาจารย์ ดร.บรรชา รัตนชัย เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ชาพงษ์ ประทุมวิจิตร เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินผลการทดลองวัดค่าควันดำและค่าระดับเสียง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภูวศิณี เกิดอินทร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่.....
 วันที่.....

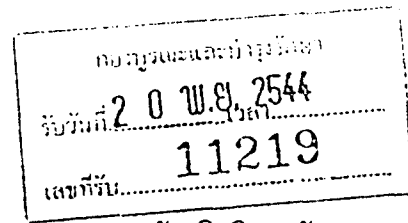
1.
 2.
 /.....

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 4135



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 พฤศจิกายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการกองบูรณะและบำรุงรักษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินฯ

เนื่องด้วย นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล” โดยมี อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์ ดร.บรรชา รัตนชัย เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายชัยพัฒน์ รัตนชงศ์ วิศวกรเครื่องกล 7 และ นายคมเดช คัมภีรานนท์ ผู้ฝึกการใช้เครื่องมือกล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินผลการทดลองวัดค่าควันดำและค่าระดับเสียง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ฝ่ายวิชาการและแผนงาน ☐ ฝ่ายควบคุมการดำเนินงาน

ฝ่ายมาตรฐานฯ ☐ โครงการปรับปรุงสะพานฯ

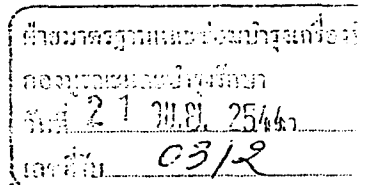
ฝ่ายควบคุม-

การบำรุงรักษา ☐ ฝ่ายวิชาการด้านสะพานและเขื่อน

☐ งานธุรการ

☐

ขอแสดงความนับถือ



นางสาวอุบลรัตน์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

2544

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ทพ.
วิรัตน์
22/11/44

คุณคมเดช
ร่วมพิจารณา วันที่ 23 พ.ย. 44
12.10.00 น.

ที่ ทม 1012/ 413 ♡



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 พฤศจิกายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายชาติ สันประเสริฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินฯ

เนื่องด้วย นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ สำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล” โดยมี อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์ ดร.บรรชา รัตนชัย เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินผลการทดลองวัดค่าควันดำและค่าระดับเสียง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ขอทำการทดสอบประสิทธิภาพค่าควันท่ำและเสียง หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล จักรยละเอียดที่เสนอโดยแบ่งออกเป็น 9 ส่วนดังนี้

ตาราง 1 ผลการวัดประสิทธิภาพค่าควันท่ำขณะอยู่กับที่บันทึกลงในตาราง

รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าควันท่ำ (ร้อยละ)/ครั้ง										
ก่อนผ่านหม้อกรอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ											
2. ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว											
3. ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว											
4. ปรับเกลียวสกรูจนสุด											
หลังผ่านหม้อกรอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1. เครื่องยนต์สภาพปกติ											
2. ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว											
3. ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว											
4. ปรับเกลียวสกรูจนสุด											

ตาราง 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าควันท่ำเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะอยู่กับที่

ลำดับ	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าควันท่ำ (ร้อยละ)			
		ก่อนผ่านหม้อกรอง		หลังผ่านหม้อกรอง	
		ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติ				
2	ปรับเกลียวสกรู 2 เกลียว				
3	ปรับเกลียวสกรู 3 เกลียว				
4	ปรับเกลียวสกรูจนสุด				

ตาราง 6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก
ขณะอยู่ที่

ขั้นตอน	รายละเอียด	ประสิทธิภาพการดับเสียง (เดซิเบล A)	
		ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย		
2	เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย		

ตาราง 7 ผลการทดสอบวัดประสิทธิภาพพระดัมเสียงในสถานการณ์เคลื่อนที่

[illegible]

ตาราง 8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวัดค่าระดับเสียงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก
ในสถานการณ์เคลื่อนที่

ขั้นตอน	รายละเอียด	ประสิทธิภาพค่าระดับเสียง (เดซิเบล A)	
		ค่าสูงสุด	ค่ามาตรฐาน
1	เครื่องยนต์สภาพปกติไม่ผ่านหม้อกรองไอเสีย		
2	เครื่องยนต์สภาพปกติผ่านหม้อกรองไอเสีย		

ตาราง 9 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ

[illegible]

ภาคผนวก ข

การทดสอบและภาพประกอบเกี่ยวกับการสร้าง

ตาราง 15 รายละเอียด 6 ล้อ กระบะไม้ช่วงยาว

ราคาขายปลีกโดยทั่วไป

รายละเอียด	หัวกระบะธรรมดา (REGULAR CAB)						หัวกระบะใหญ่ (WIDE CAB)	
	ช่วงสั้น			ช่วงยาว			ช่วงยาว	
	4 ล้อ หัวกระบะ- แชสซีส์	4 ล้อ กระบะ- เหล็ก	4 ล้อ กระบะ- ไม้	6 ล้อ หัวกระบะ- แชสซีส์	6 ล้อ กระบะ- ไม้	6 ล้อ หัวกระบะ- แชสซีส์	6 ล้อ หัวกระบะ- แชสซีส์	6 ล้อ กระบะ- ไม้

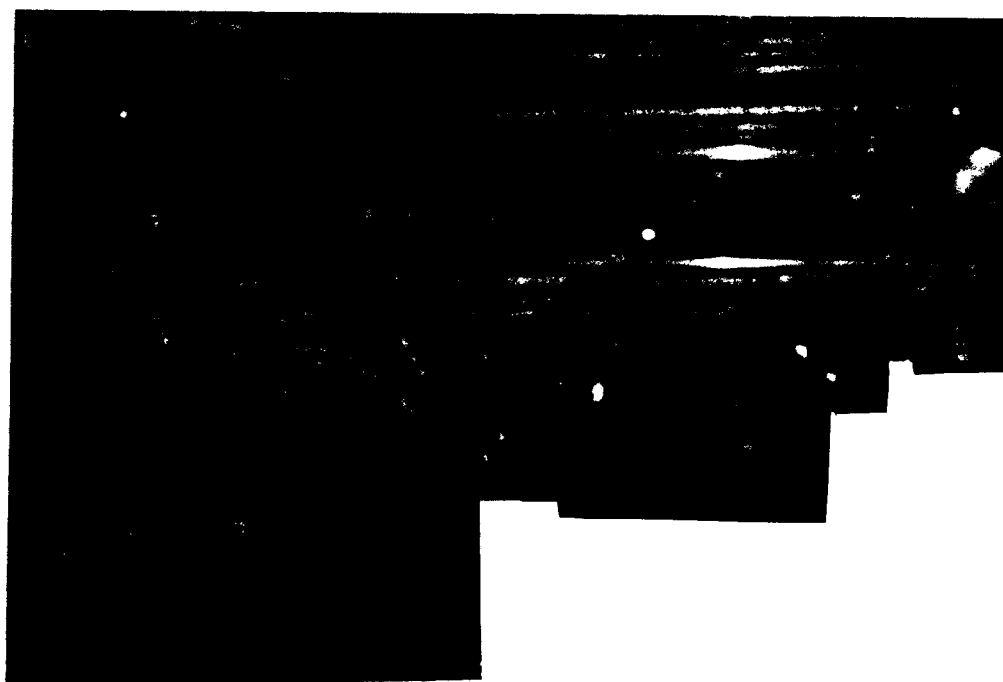
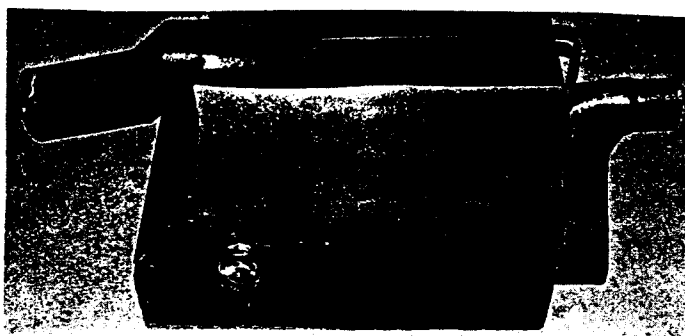
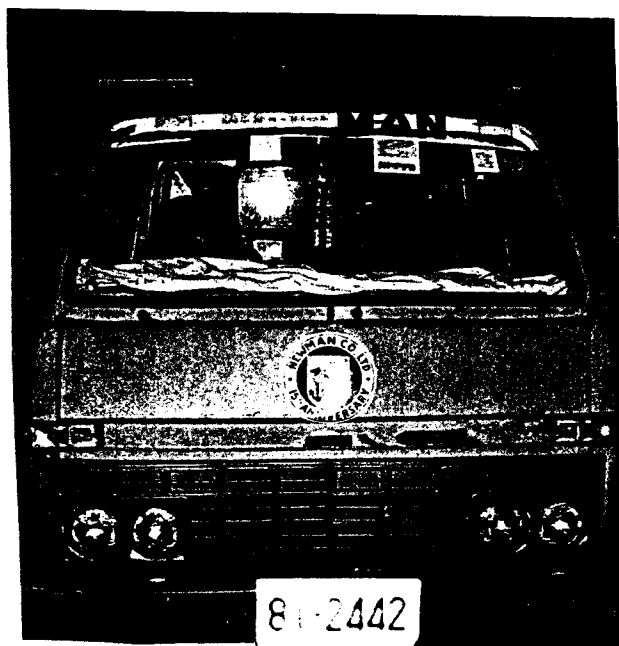
ขนาดและน้ำหนัก

ความยาวทั้งหมด	mm	4590	4690	4690	4620	4795	5850	6005	5945	5990
ความกว้างทั้งหมด	mm	1695	1695	1695	1610	1910	1870	1980	1995	2180
ความสูงทั้งหมด	mm	1990	1990	1990	1995	2100	2020	2000	2170	2210
ความยาวช่วงล้อ	mm	2500	2500	2500	2500	2500	3365	3365	3295	3295
ความกว้างช่วงล้อ	mm	1415	1415	1415	1415	1415	1400	1400	1445	1445
ระยะห่างระหว่างเพลา	mm	1400	1400	1400	1420	1440	1440	1440	1500	1500
ระยะต่ำสุดจากพื้น	mm	195	195	195	195	195	195	195	205	205
กระบะ	mm		3100	3100		3100	-	4300	-	4310
กระบะ	mm		1400	1400		1820	-	1890	-	2080
กระบะ	mm		415	415		380	-	380	-	380
น้ำหนักบรรทุก	mm	1540	1840	2040	1740	2320	1840	2440	2245	2755
น้ำหนักการรวมกันบรรทุก	mm	4100	4100	4100	4500	4500	6000	6000	7000	7000

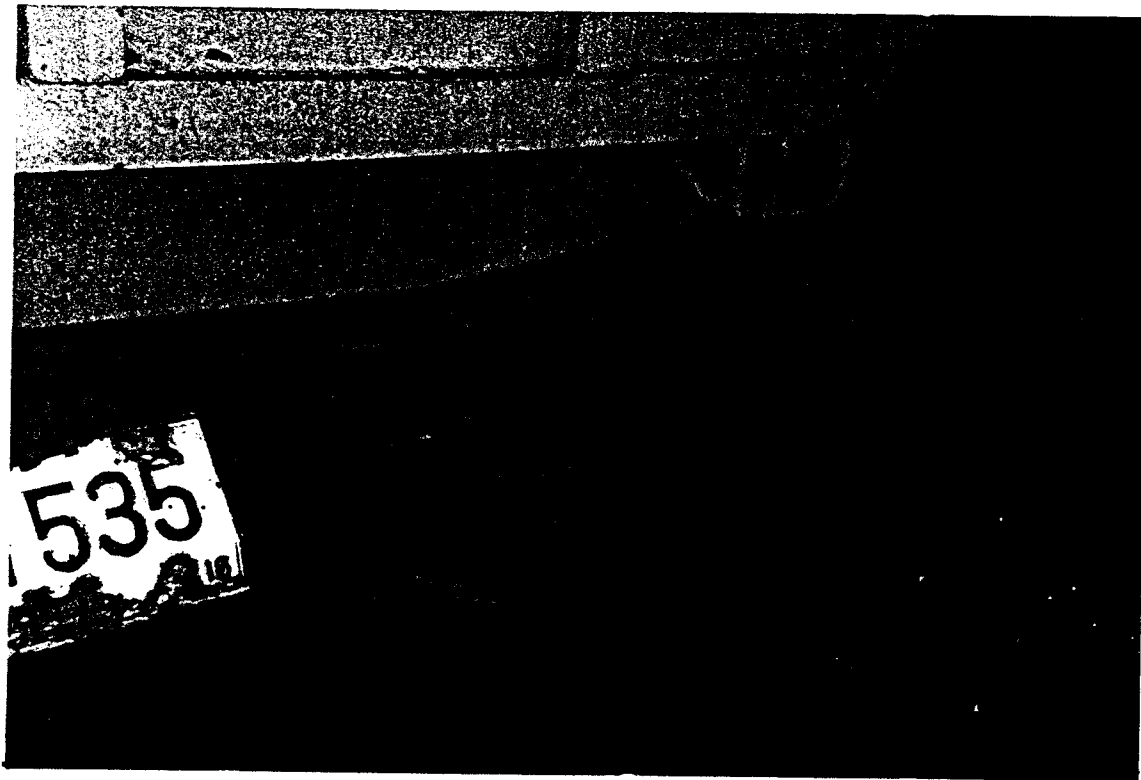
เครื่องยนต์

แบบ	ดีเซล 4 สูบ เริ่มเป็นแนวเดียวกัน									
ปริมาณการไหลเวียนของน้ำมัน	mm	2977	2977	2977	2977	2977	3660	3660	3660	3660
ความกว้างกระบะล้อ - ระยะชัก	mm	95.0-105.0	95.0-105.0	95.0-105.0	95.0-105.0	95.0-105.0	102.0-112.0	102.0-112.0	102.0-112.0	102.0-112.0
อัตราส่วนกำลังอัด	mm	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.0	18.0	18.0	18.0
น้ำหนักสูงสุด (MS)	mm	91/3400	91/3400	91/3400	91/3400	91/3400	115/3400	115/3400	115/3400	115/3400
แรงบิดสูงสุด (MS)	mm	21.5/2200	21.5/2200	21.5/2200	21.5/2200	21.5/2200	27.0/1800	27.0/1800	27.0/1800	27.0/1800
ระบบเชื้อเพลิง	mm	ปั๊มหัวฉีดเริ่มเป็นแนวเดียวกัน ระบบไคโรอินเจกชัน								
ความจุถังน้ำมัน	mm	70	70	70	90	90	90	90	100	100

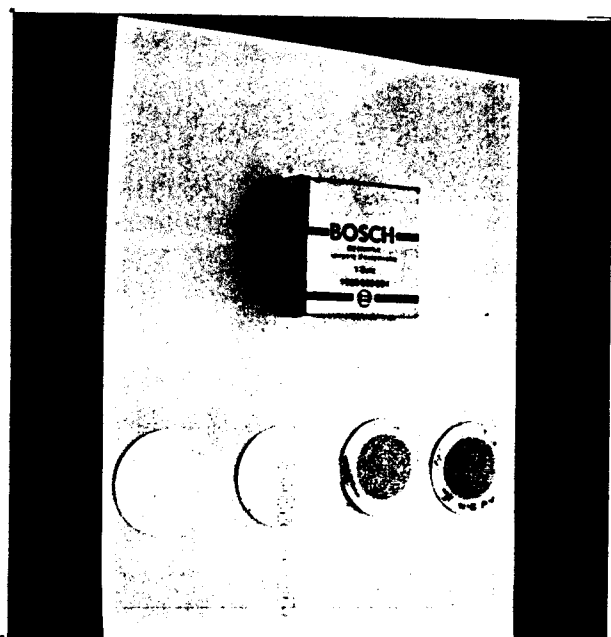
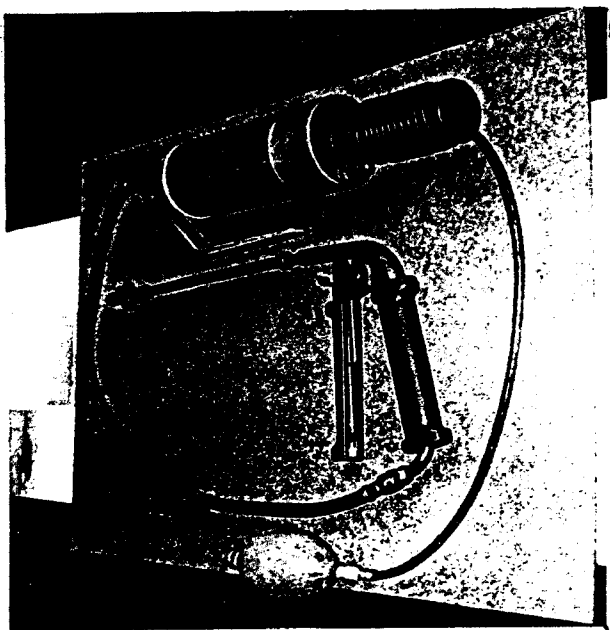
DYNA ★
Five Star



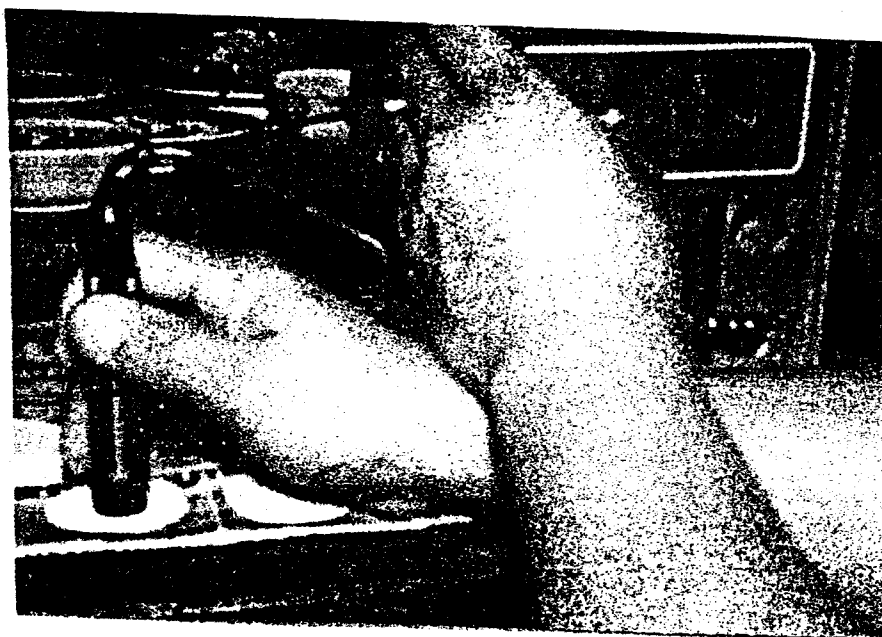
ภาพประกอบที่ 43 การใช้หม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำกับรถยนต์โตโยต้า โตนา



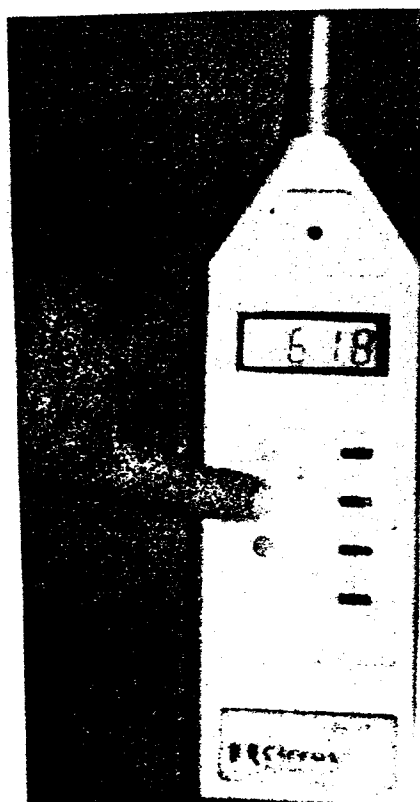
ภาพประกอบที่ 44 การใช้เครื่องมือวัดควันดำ



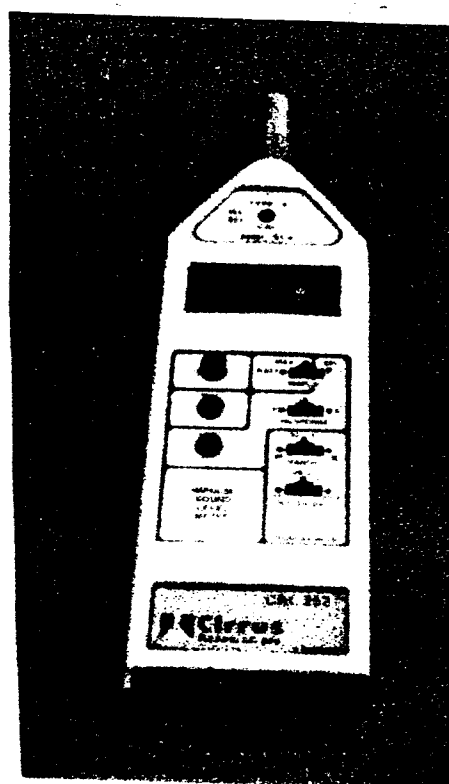
ภาพประกอบที่ 45 เครื่องมือและกระต่ายกรองวัดค่าควันดำ



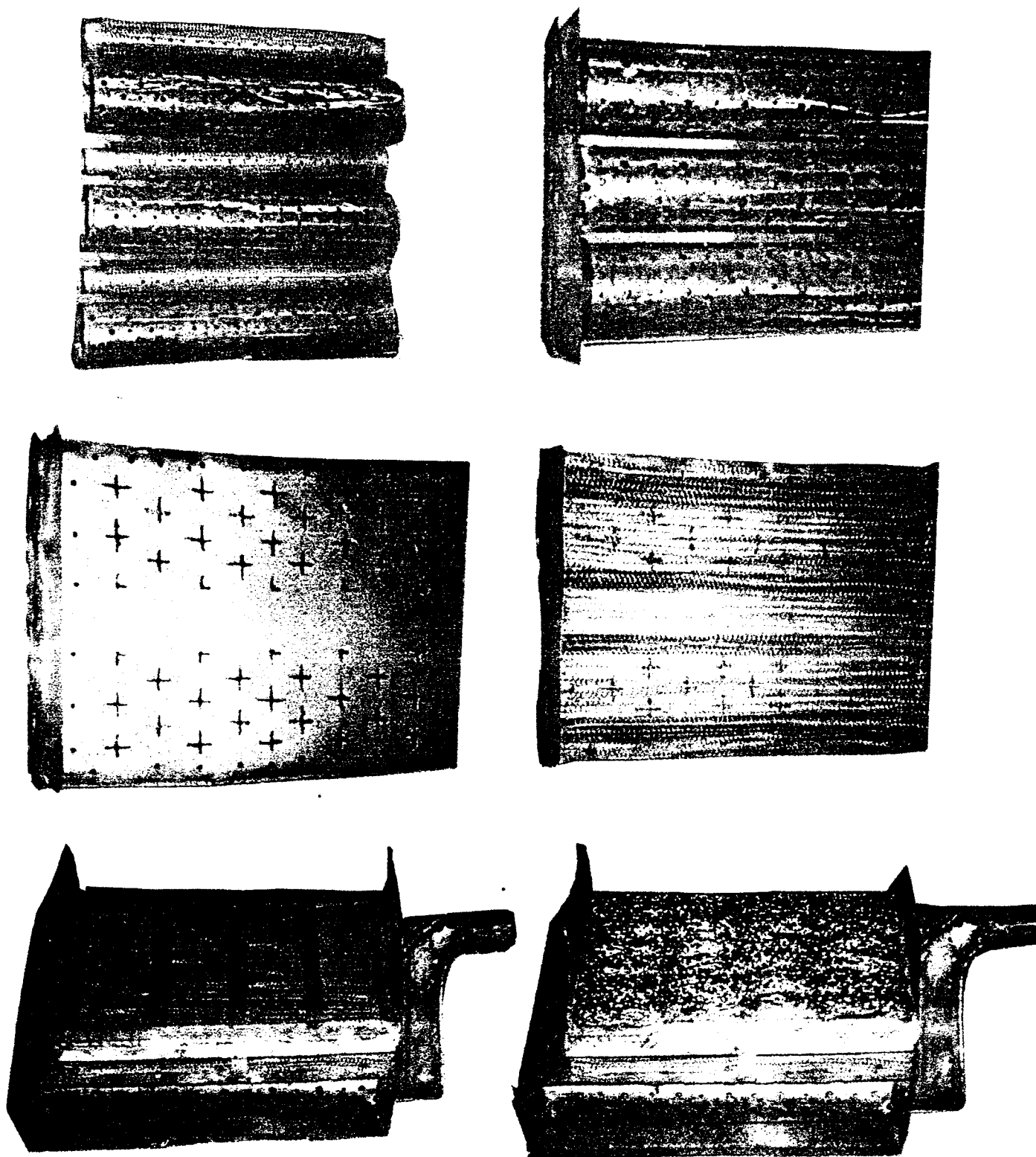
ภาพประกอบ 46 วิธีการวัดค่าวินด้า



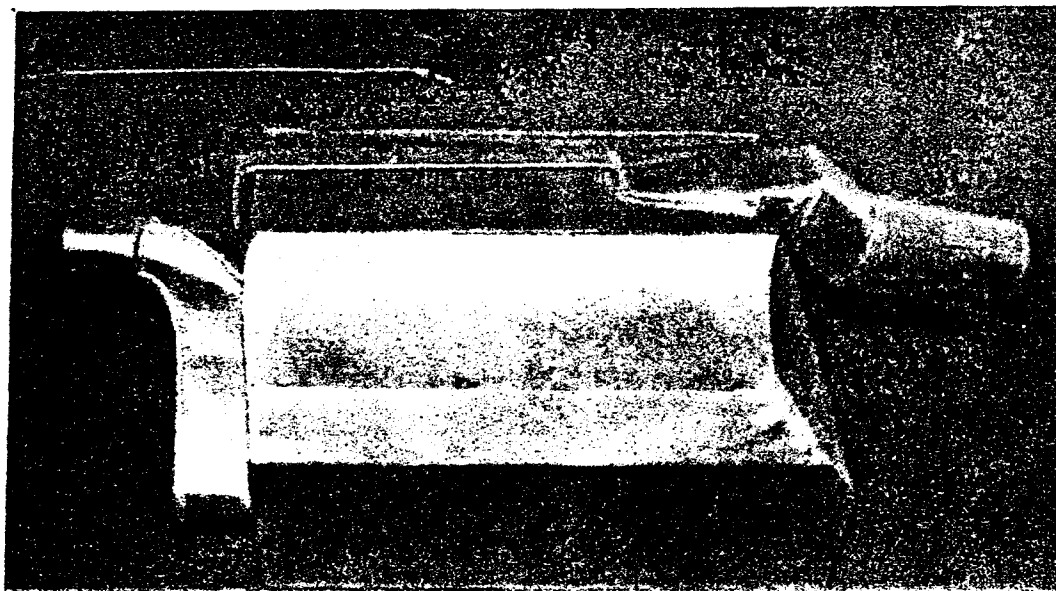
ภาพประกอบ 47 การตั้งค่าก่อนวัดค่าระดับเสียง



ภาพประกอบ 48 การวัดค่าระดับเสียง



ภาพประกอบ 49 อุปกรณ์ในการสร้างหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ



ภาพประกอบ 50 หัวกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานเครื่องทดสอบควันดำ



คู่มือการใช้งาน

เครื่องทดสอบควันดำ

BOSCH FILTER-TYPE SMOKE METER

(ETD 020.00/ETD 020.50)

TEST EQUIPMENT AND TECHNOLOGY

คู่มือการใช้เครื่องทดสอบควันดำ BOSCH

แบบ 0 684 102 000 และ 0 684 102 050

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 รายละเอียด

ปั๊มดูดควันไอเสียแบบ 0 684 102 000 (ETD 020.00) เป็นเครื่องเก็บตัวอย่างควันดำจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล โดยผ่านกระดาดกรองค่าความดำที่กระดาดกรอง จะบ่งบอกส่วนผสมของไอเสีย ซึ่งจะนำไปตรวจวัดด้วยเครื่องอ่านควันดำ (EVALUATING UNIT) แบบ 0 684 102 050 (ETD 020.50)

1.2 รายละเอียด

1.2.1 กระดาดกรองสีขาว (PAPER FILTER DISC.)

1.2.2 ปั๊มดูดควันดำ (SAMPLING PUMP) ประกอบด้วย

- กระบอกปั๊มภายในมีลูกสูบ ที่ปลายมีช่องสำหรับใส่กระดาดกรอง
- สปริง มีคั่นชักต่อจากลูกสูบ ตัวสปริงถูกหุ้มด้วยปลอก
- ลูกยางปั๊ม มีท่อลมต่อเข้ากับตัวล็อกสปริง ที่หัวกระบอกปั๊ม
- หัวดูดไอเสีย (EXHAUST-SAMPLE PICKUP) ประกอบด้วยที่ยึด (QUICK-CLAMPING DEVICE) หัวดูดติดกับท่อไอเสีย และ ท่อลม สำหรับแก๊สไอเสียผ่านเข้ากระบอกสูบ

1.2.3 ตัวยึดกระบอกติดกับท่อไอเสีย ในกรณีทดสอบขณะรถเคลื่อนที่

2. เครื่องอ่านค่าควันดำ (EVALUATING UNIT) แบบ 0 684 102 050 (ETD 020.50)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับเครื่องทดสอบควันดำซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างเขม่าจากท่อไอเสีย โดยปั๊มดูดเขม่าไอเสียที่ได้จากการกรองผ่านกระดาดกรอง ซึ่งความดำที่ได้ จะบ่งบอกถึงส่วนผสมของไอเสีย ค่าของความดำจากกระดาดกรองที่ได้ จะใช้อ่านได้จากเครื่องอ่านค่าควันดำ

2.1 รายละเอียด

เครื่องอ่านค่าควันดำ (EVALUATING UNIT) ซึ่งเป็นเครื่องวัดแสดงค่าด้วยตัวเลขเรืองแสง รับผิดชอบการกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่อง แล้วแสดงค่าออกมาบนหน้าปัทม์ ซึ่งมีสเกล 0-10

เมื่อตัวเลขเรืองแสงแสดงค่าที่ 0 มีความหมายว่า ควันดำที่ทดสอบนั้น ขาวบริสุทธิ์ หรือ มีความดำ 0% ถ้าตัวเลขเรืองแสง แสดงค่าที่ 10 หมายความว่า ควันดำที่ทดสอบนั้น ดำสนิท หรือ มีความดำ 100% ที่ด้านหน้าของเครื่องมีสวิตช์ สำหรับกดปรับค่า 0 เป็นตัวเลขเรืองแสง และ สวิตช์กดอ่านค่าควันดำมีช่องเก็บหัว

วัดค่าวันดำ (PHOTO ELEMENT ADAPTER) และ ช่องเก็บกระดาษกรอง 1 กล่อง (100 แผ่น) การเปลี่ยนแบตเตอรี่ ให้ถอดฝาด้านหน้าของเครื่อง

หัววัดควันดำ (PHOTO ELEMENT ADAPTER) ภายในประกอบด้วย PHOTO ELEMENT รูปวงแหวนตรงกลางมีหลอดไฟ และมีสายส่งสัญญาณเข้าเครื่อง (EVALUATION UNIT) หลักการทำงานคือ เมื่อกดสวิทช์ดังกล่าว หลอดไฟจะติด และแสงที่พุ่งออกไปเมื่อกระทบกับผิววัตถุ จะมีการสะท้อนกลับ PHOTO ELEMENT จะรับแสงสะท้อนนั้น แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ผ่านตามสายไฟฟ้าไปยังตัวอ่านค่าวันดำ และแสดงค่าออกมาบนหน้าปัทม์ ในกรณีที่ผิววัตถุนั้น (กระดาษกรอง) ขาวบริสุทธิ์ แสงจะสะท้อนกลับมาหมด PHOTO ELEMENT จะส่งสัญญาณเป็นกระแสไฟเต็มที่ ตัวเลขบนหน้าปัทม์จะแสดงค่าที่ 0 ถ้าผิววัตถุ (กระดาษกรอง) ดำสนิท จะดูดกลืนแสงไว้หมดไม่สะท้อนกลับ จึงไม่มีสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังเครื่องวัดตัวเลขบนหน้าปัทม์จะแสดงค่าที่ 10 หรือ 100%

วิธีทดสอบ

กดคันโยกที่ปลายกระบอบั๊ม ทำให้ช่องสำหรับใส่กระดาษกรองเปิดออกแล้ว

1. นำกระดาษกรองใส่ลงไป
2. จับกระบอบั๊ม ผู้ทดสอบจะถือไว้ หรือ ยึดติดกับท่อไอเสีย โดยใช้ CLAMP หรือ ยึดติดกับขาตั้ง โดยใช้ CLAMP ก็ได้ โดยในขณะนี้ สปริงของบั๊มจะถูกกดเข้าไป และถูกล็อกอยู่
3. นำหัวดูดไอเสีย (EXHAUST-SAMPLE PICKUP) สอดเข้าไปในท่อไอเสียให้ลึกที่สุด โดยถูกยึดไว้แน่นด้วยระบบยึดติดแน่นปิดเร็ว (QUICK CLAMPING DEVICE)
4. ให้ผู้ขับ เร่งเครื่องยนต์ตามกฎหมายกำหนด เมื่อเร่งเครื่องยนต์ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการแล้ว ให้บีบลูกยางทันที สปริงจะถูกคลายล็อกแล้วยืดออก ลูกสูบจะถูกชักเข้า และดูดไอเสียเข้ามาในกระบอบั๊ม แต่ก่อนที่ไอเสียจะเข้ากระบอบั๊ม กระดาษกรองจะกรองเอาควันดำทั้งหมดไว้
5. ถอดหัวดูดไอเสียออกจากท่อไอเสีย และ ถอดกระดาษกรองออกจากตัวบั๊มดู
6. นำกระดาษกรองที่ได้จากการทดสอบตามข้อ 5. มาวางบนกระดาษขาวสะอาด (ยังไม่ได้ใช้) ซ้อนกันเป็นจำนวน 5 แผ่น ให้นำกระดาษที่กรองควันดำไว้อยู่ด้านบน แล้วใช้ PHOTO ELEMENT ADAPTER วางประกบกระดาษที่กรองควันดำให้แนบสนิท แล้วกดสวิทช์อ่านค่า หน้าปัทม์จะแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของควันดำ อ่านค่าแล้วให้ปล่อยสวิทช์

ข้อแนะนำ

1. ใช้กระดาษกรองขาวสะอาด (ยังไม่ได้ใช้) วางซ้อนกันเป็นจำนวน 5 แผ่น แล้วใช้ PHOTO ELEMENT ADAPTER วางประกบกระดาษกรองให้แนบสนิท และกดสวิทช์แสดงค่า 0 หน้าปัทม์จะแสดงค่าเป็นตัวเลข 0.0 นั้นหมายถึง เครื่องวัดค่าพร้อมที่จะใช้งาน

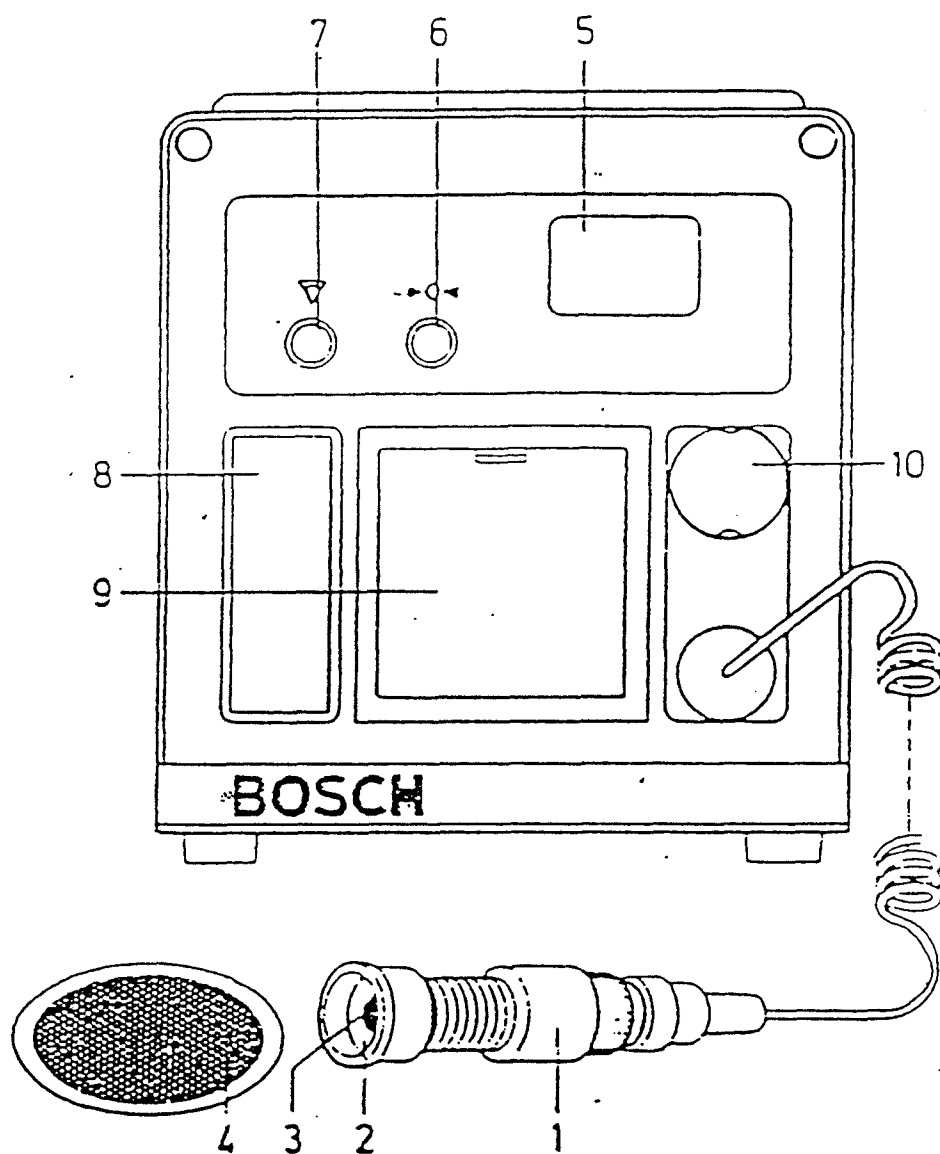


บีเอส

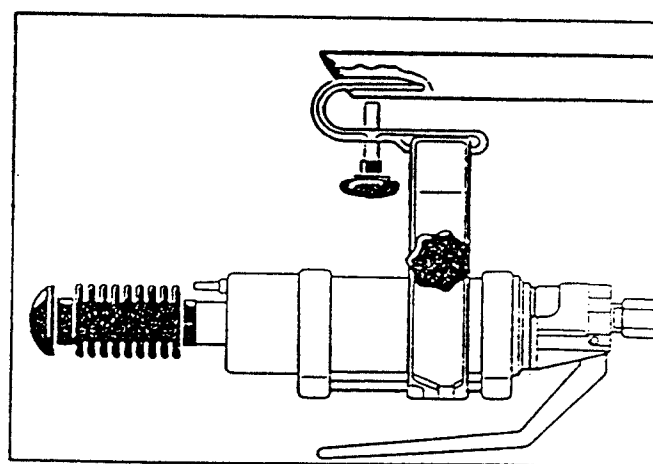
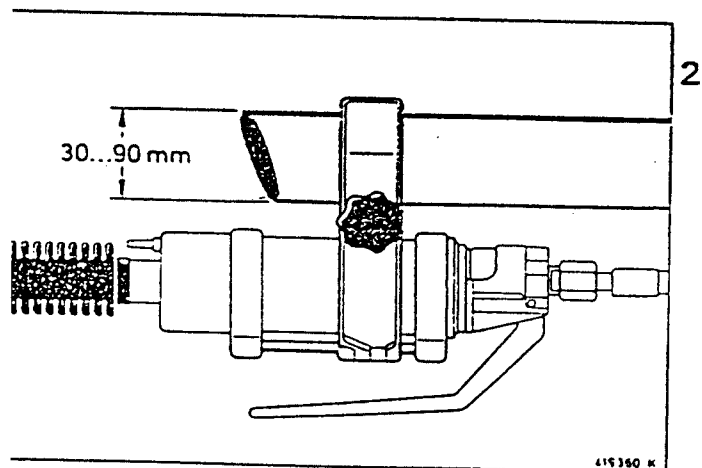
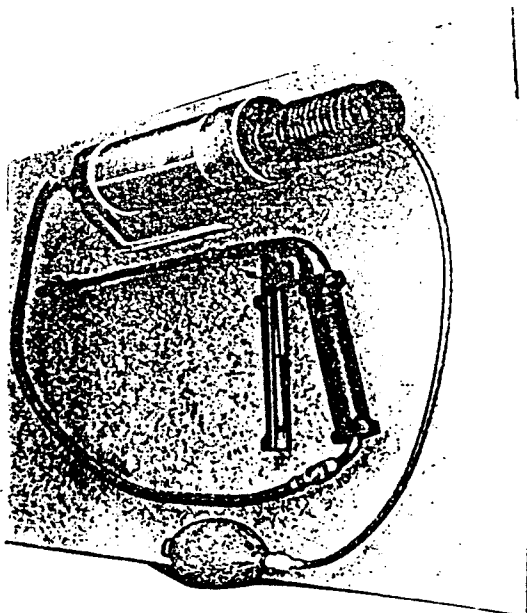
2. ก่อนใช้เครื่อง ต้องทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องก่อน โดยกดสวิทช์อ่านค่า หน้าปัทม์จะแสดงค่าเป็นตัวเลข 9.3 (± 0.1) ถ้าค่าคลาดเคลื่อนไปจากนี้ ให้ส่งศูนย์บริการ BOSCH เพื่อแก้ไขต่อไป

การบำรุงรักษา

1. ในขณะที่ทำการปรับ ให้ตัวเลขแสดงค่า 0 ตามข้อแนะนำ หากเครื่องอ่านค่าไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน แสดงว่าไฟอ่อนมาก จำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่
2. เมื่อไม่ใช้เครื่องวัดเป็นเวลานานเกิน 2 วัน ควรถอดแบตเตอรี่ออก
3. อย่าให้ PHOTO ELEMENT ADAPTER และตัวเครื่องวัดรับอุณหภูมิเกิน 80 องศา (176 องศาฟาเรนไฮต์)
4. อย่าใช้ PHOTO ELEMENT ADAPTER รับแสงอาทิตย์โดยตรง
5. เมื่อไม่ใช้ PHOTO ELEMENT ADAPTER ให้ล็อกเก็บไว้ในช่องเก็บ
6. ระมัดระวัง อย่าให้เครื่องกระทบกระเทือน
7. ในขณะที่วัดค่าวันดำถ้าตัวเลขเรืองแสงไม่แสดงค่าบนหน้าปัทม์แสดงว่าเครื่องอ่านค่า (EVALUATING UNIT) ชำรุด
8. ในขณะที่มีมดดูไอเสีย ถ้าการเคลื่อนที่ของลูกสูบเข้ามา ควรทำความสะอาดในกระบอกสูบพร้อมทาลจารบี บาง ๆ
9. อย่าใช้น้ำมันหล่อลื่น หรือ จารบี กับไดอะแฟรมยาง ที่หุ้มปริงของมีมดดูไอเสีย
10. ตรวจเช็คการรั่วของมีมดดูไอเสียเป็นประจำดังนี้
 - ถอดหัวดูไอเสียออก แล้วอุดท่ออุดด้วยฝาครอบ
 - บินลูกยางให้ลูกสูบชักเข้าโดยสปริง ถ้าการเคลื่อนของลูกสูบใช้เวลาไม่น้อยกว่า 45 วินาที แสดงว่ามีมดดูไอเสียไม่รั่ว ในกรณีที่รั่ว ให้ตรวจดูข้อต่อต่าง ๆ และตัวท่ออุด
11. ใช้เครื่องด้วยความระมัดระวัง และ หลังจากเสร็จสิ้นการใช้งาน ให้ทำความสะอาดให้เรียบร้อย



1. หัวอ่านค่าความดำ
2. หลอดไฟ
3. ตัวรับสัญญาณ
4. กระดาษกรอง
5. ช่องตัวเลขแสดงค่า
6. $\triangleright 0 \triangleleft$ ปุ่มกดสำหรับปรับค่า "ศูนย์"
7. ∇ ปุ่มกดสำหรับอ่านค่าความดำ, สำหรับทดสอบความผิดพลาดของเครื่อง
8. ช่องใส่กระดาษสำหรับปรับค่า "ศูนย์"
9. ช่องใส่แบตเตอรี่ (2 x 9 Volt)
10. ช่องสำหรับเก็บหัวอ่านค่าความดำ



Smokemeter Sampling Pump (0 684 102 000 ETD 020.00)

Service Parts

pos.	Part Number	Description
-	1 685 438 086	Carrying Case
-	1 685 438 085	Base-Insert
1/1	1 680 790 013	Exhaust-Sample Pickup
1/1	1 681 902 011	Handle
1/1	1 680 793 222	Inlet Pipe
1/1	1 685 100 207	Handle Cover
1/1	1 681 902 012	Clamping Lever
1/1	1 685 100 208	Handle Cover
1/1	1 681 254 008	Tab Washer
1/1	1 684 651 013	Coiled Spring
1/1	1 683 105 074	Bearing Pin
1/1	2 916 080 907	Locking Washer
1/1	1 680 560 002	Extractor Head
1/1	1 680 711 101	Hose
1/2	1 680 711 036	Hose
1/3.2	1 680 009 004	Filter Paper
1/3.3	1 680 706 003	Bellows
1/3.3	1 683 231 132	Cocking Knop
1/3.4	1 827 000 000	Silencer
1/3.5	1 680 703 000	PVC Hose
1/3.5	1 683 386 079	Reducing Fitting
1/3.5	1 680 703 033	Bellows
1/4	1 688 040 228	Support Clamp
1/4	1 686 621 052	Star Knop Screw
1/4	2 916 089 059	Locking Washer
1/4	1 683 103 022	Clamp Pin
1/4	1 683 103 023	Clamp Pin
1/4	2 912 032 050	Headless Setscrew
1/4	1 680 300 208	Spacer Bushing
1/5	1 688 040 231	
1/5	1 686 621 053	Star Knob Screw
-	1 680 510 019	Sealing Cap
-	1 680 212 005	Rubber Plug

ภาคผนวก ง

คู่มือการติดตั้งหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับ
รถเครื่องยนต์ดีเซล

คู่มือการติดตั้งหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล

1. ข้อกำหนดลักษณะความต้องการเฉพาะของหม้อกรองไอเสียชนิดใช้น้ำ
 - 1.1 ต้องนำน้ำเติมทางช่องเติมน้ำไปใช้งาน
 - 1.2 น้ำที่เติมต้องเสมอกับช่องที่เติม
 - 1.3 การติดตั้งหม้อกรองต้องต่อเชื่อมกับส่วนปลายท่อไอเสียของเดิม
 - 1.4 ต้องใช้กับรถยนต์ 6 ล้อ เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกำลัง 100 แรงม้า
2. การระบายน้ำทิ้ง (หลังจากรถยนต์หยุดใช้งาน)
 - 2.1 คลายสกรูระบายน้ำทิ้ง
 - 2.2 ควรใช้น้ำฉีดย้อนเข้าไปทางท่อระบายไอเสียเพื่อล้างคราบเขม่าภายในหม้อกรองออกตามความเหมาะสม
 - 2.3 ปิดสกรูช่องระบายน้ำทิ้ง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายภูวศิลป์ เกิดอินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	28 มิถุนายน 2493
สถานที่เกิด	85 หมู่ที่ 6 ตำบล ไระสะท้อน อำเภอบ้านลาด จังหวัด เพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	57/2 หมู่ที่ 1 ตำบล บางกะดี อำเภอ เมือง จังหวัด ปทุมธานี 12000 โทร 0 – 2501 – 2661
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	หัวหน้าสถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกสื่อสารมวลชนแห่ง ประเทศไทย จังหวัด ระยอง โทร (038) 615186
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2509	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนบ้านลาดวิทยา อำเภอบ้านลาด จังหวัด เพชรบุรี
พ.ศ. 2512	อาชีวศึกษา (ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จากโรงเรียน ช่างกลสยาม จังหวัด กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2522	อุดมศึกษา (ปริญญาตรี) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัด กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2526	อุดมศึกษา (ปริญญาตรี) สาขาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏพระนคร จังหวัด กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2545	อุดมศึกษา (ปริญญาโท) วิชาเอก อุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัด กรุงเทพฯ