การปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษา

เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

เพื่อลดมลพิษ และประหยัดพลังงาน

จัดทำโดย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

สกว.

ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

การปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษา เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

จัดทำโดย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

คำนำ

เอกสารการอบรมช่างเทคนิคในการปรับแต่งและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงานฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรมช่างเทคนิคประจำอู่รถโดยสารประจำทาง ภายใต้โครงการ "ประสิทธิผลของการปรับแต่งและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ ของรถโดยสารประจำทางร่วมบริการ ขสมก. เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน" โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย เพื่อให้ช่างเทคนิคที่เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจ และได้รับความรู้ถึงสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ปัญหาและการเกิดมลพิษจากเครื่องยนต์ วิธีการปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์เพื่อลดการเกิดมลพิษและประหยัดพลังงานตลอดจนมาตรฐาน และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจะส่งผลให้ช่างเทคนิคมีทักษะ ความรู้ ความชำนาญ และใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานในการปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์มิให้มีมลพิษเกินมาตรฐานที่รัฐกำหนด รวมทั้งตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยที่ดีของประชาชน

ทางคณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณผู้แทนจากส่วนราชการ สถาบันการศึกษา บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ และ บริษัท รถร่วมบริการเอกชน ที่ให้ความร่วมมือและให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำเอกสารการอบรมฉบับนี้ และหากมีข้อบกพร่องประการใด ขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

กรมควบคุมมลพิษ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

กุมภาพันธ์ 2546

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 มลพิษทางอากาศและเสียง

1.1 สถานการณ์และแนวโน้มปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง 1

1.2 แหล่งกำเนิดและผลกระทบมลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ 10

1.3 มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ 21

บทที่ 2 การปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

2.1 ประวัติและวิวัฒนาการเครื่องยนต์ดีเซล 33

2.2 ชนิดของเครื่องยนต์ 35

2.3 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 39

2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษและสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ 46

2.5 การวินิจฉัยสภาพเครื่องยนต์ดีเซลก่อนการปรับแต่ง 59

2.6 การปรับแต่งระบบเชื้อเพลิง 62

2.7 การปรับแต่งระบบเครื่องยนต์ดีเซล 66

บทที่ 3 การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

3.1 ประโยชน์ของการดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 75

3.2 วิธีการดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 75

ภาคผนวก ก ใบงานการตรวจและบริการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล

ภาคผนวก ข กฎหมายและมาตรฐานมลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ

ภาคผนวก ค การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นและน้ำมันเกียร์

ภาคผนวก ง ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2

บรรณานุกรม

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1-1	การประมาณค่าคาร์บอกซีฮีโมโกลบินตามชนิดของงานที่กระทำ	12
1-2	มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่เครื่องยนต์เบนซิน	22
1-3	มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล	23
1-4	มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล	24
1-5	มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถจักรยานยนต์ใหม่	25
1-6	มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษจากรถใช้งาน	26
2-1	สัดส่วนการระบายออกของสารมลพิษในรถประเภทต่าง ๆ	53
3-1	ความดันลมยางที่กำหนดโดยองค์การเทคนิคการผลิตยางและกระทะล้อแห่งทวีปยุโรป	78
3-2	ความดันลมยางที่กำหนดโดยสมาคมผลิตยางยนต์แห่งประเทศญี่ปุ่น	78
3-3	ขีดจำกัดความลึกของดอกยางกับชนิดของถนน	79
3-4	การเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลา	82
3-5	การบำรุงรักษารถใหม่หรือหลังจากซ่อมใหญ่	83
3-6	ระยะเวลาการหล่อลื่น	84
3-7	การซ่อมบำรุงตามระยะทางและอื่น ๆ (Preventive Maintenance)	87

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544	5
1-2	ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง บริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544	5
1-3	ปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2531 - 2544	6
1-4	ปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2529 - 2544	6
1-5	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2535 - 2544	7
1-6	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544	7
1-7	มลพิษสำคัญ 5 ประเภทในกรุงเทพมหานคร ปี 2540	8
2-1	แบบสูบตั้งเรียง	37
2-2	แบบสูบตัววี	37
2-3	แบบสูบนอน	38
2-4	แบบสูบดาว	38
2-5	แบบสูบตรงข้าม	38
2-6	กลวัตรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ	39
2-7	ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์มาสด้า T 3500	42
2-8	ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์โคมัทสุ	42
2-9	การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ	43
2-10	การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะแบบใช้ช่องไอดีและไอเสีย	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2-11	ระบบดักไอระเหยจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง	46
2-12	ฝาปิดน้ำมันดักไอ	47
2-13	ถังน้ำมันแบบเผื่อขยาย	47
2-14	แผ่นดักรับความร้อนจากเครื่องยนต์	47
2-15	ระบบดักไอก้นอ่าง PVC และวาล์ว	48
2-16	ระบบอุปกรณ์ปรับปรุงไอเสีย	49
2-17	ปั๊มแรงดันสูง RP43 ควบคุมด้วยอีเลคทรอนิกส์	50
2-18	หัวฉีด Multihold	50
2-19	เปรียบเทียบลูกสูบยูโร 1 และ ยูโร 2 โดยหัวลูกสูบยูโร 2 เป็นแบบ "OMECA"	51
2-20	ระบบควบคุม ECU (Electronic Control Unit)	51
2-21	Turbo Charger	52
2-22	มลพิษจากเครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ	54
2-23	การเปรียบเทียบอัตราการระบายออกของ NO_X ระหว่างเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล	55
2-24	ควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซลแบบ ID และ IDI	56
2-25	ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากเครื่องยนต์เบนซิน	58
2-26	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล	58
2-27	วงจรน้ำมันเชื้อเพลิงแบบสูบเรียง	62
2-28	วงจรน้ำมันเชื้อเพลิงแบบจานจ่าย	62
2-29	ลำดับการถอดประกอบไส้กรองเชื้อเพลิง	63
2-30	การถอดหัวฉีด	63
2-31	การจัดเรียงหัวฉีด	63
2-32	การประกอบหัวฉีดเข้ากับเครื่องทดสอบ	64

หน้า

รูปที่

2-33 การทดสอบแรงดันหัวฉีด 64

2-34 ทดสอบการหยดหลังการฉีด 64

2-35 ทดสอบการรั่วของหัวฉีด 64

2-36 ทดสอบรูปแบบการกระจายของละอองน้ำมันเชื้อเพลิง 64

2-37 การตั้งปั๊มแบบสูบเรียง 66

2-38 การตั้งระยะห่างของลิ้น 67

2-39 ปั๊มแย็ก 70

2-40 การไล่ลม 70

2-41 การวัดกำลังอัดจากเครื่องยนต์ 71

2-42 การทำงานของหม้อกรองแบบเปียก 72

2-43 ชิ้นส่วนของหม้อกรองอากาศ 72

2-44 การปรับตั้งรอบต่ำสุดและสูงสุด 74

คำย่อ

A/F	Air per Fuel Ratios
BAP	Benzo (a) pyrene
BDC	Bottom Dead Center
BTDC	Before Top Dead Center
ECU	Electronic Control Unit
°C	Celsius Degree
C/H	Carbon per Hydrocarbon Ratios
CO	Carbon Monoxides
C.R.	Compression Ratio
COHb	Carboxyhemoglobin
dBA	Decibel A
E	Empty
°F	Fahrenheit Degree
F	Full
F/A	Fuel per Air Ratios
g/km หรือ ก./กม.	กรัมต่อกิโลเมตร
g/cm^2 หรือ ตร.ซม.	กรัมต่อตารางเซนติเมตร
Hb	Hemoglobin
HC	Hydrocarbon
IEC	International Electrotechnical Commission
Kg หรือ กก.	กิโลกรัม
kPa	Kilo Pascal
kW	Kilowatt
LPG	Liquid Petroleum Gas
mg/m^3 หรือ มก./ลบ.ม.	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
$\mu g/m^3$ หรือ มคก./ลบ.ม.	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
NDIR	Non-Dispersive Infrared
NO	Nitric Oxide
NO_2	Nitrogen Dioxide
NO_x	Oxides of Nitrogen
O_3	ก๊าซโอโซน (Ozone)
Pb	สารตะกั่ว (Lead)
PBN	Peroxy-acetyl Nitrate
ppb	ส่วนในพันล้านส่วน (Parts per billion)
ppm	ส่วนในล้านส่วน (Parts per million)
$PM_{2.5}$	Particulate Matters smaller than 2.5 micron
PM_{10}	Particulate Matters smaller than 10 micron
SAE	Society of Automotive Engineer
TDC	Top Dead Center
TSP	Total Suspended Particulate Matters
WHO	World Health Organization
มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สมอ.	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บทที่ 1
มลพิษทางอากาศและเสียง

1.1 สถานการณ์และแนวโน้มปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง

1.1.1 สถานการณ์และแนวโน้มปัญหามลพิษทางอากาศ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในเขตพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางความเจริญที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เขตอุตสาหกรรม และเขตชุมชนเมือง พื้นที่เหล่านี้จะมีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ทั้งกิจกรรมการคมนาคมขนส่ง กิจกรรมการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค อาคาร และบ้านเรือน โดยกิจกรรมต่างๆ ดังกล่าวล้วนเป็นแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศทั้งสิ้น มลพิษทางอากาศที่สำคัญได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สารตะกั่ว (Pb) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นละอองรวม (TSP) และ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) เป็นต้น

กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ศูนย์กลางความเจริญหลักของประเทศ จึงประสบปัญหามลพิษทางอากาศมาอย่างต่อเนื่องมานานนับสิบปี โดยพบว่าระดับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมถนนที่มีการจราจรหนาแน่นและติดขัดมีค่าสูงเกินมาตรฐาน แต่หลังจากที่มีการบังคับใช้อุปกรณ์ขจัดมลพิษในระบบไอเสียรถยนต์ (Catalytic Converter) ของรถยนต์เบนซินที่ผลิตใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซินโดยน้ำมันเบนซินพิเศษ (ออกเทน 95) จะต้องมีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากรถยนต์เก่าที่ไม่มีอุปกรณ์ขจัดมลพิษในระบบไอเสีย ตลอดจนมาตรการกำหนดและปรับปรุงมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากไอเสียรถยนต์เบนซินที่ผลิตใหม่ ทำให้ระดับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงตามลำดับ

ในอดีตที่ผ่านมาสารตะกั่วในบรรยากาศเคยเป็นปัญหาสำคัญที่มีปริมาณค่อนข้างสูง โดยเฉพาะบริเวณริมถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ตรวจพบสารตะกั่วสูงสุด 5.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบ.ม) หรือสูงเป็น 4 เท่าของค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานสารตะกั่วเฉลี่ยรายเดือน กำหนดไว้ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม) แต่ต่อมาระดับสารตะกั่วในบรรยากาศไม่เป็นปัญหามลพิษทางอากาศอีกต่อไป เนื่องจากได้มีการยกเลิกการใช้สารตะกั่วในน้ำมันเบนซินอย่างเป็นขั้นตอน จนกระทั่งเป็นน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วทั้งหมดในปี พ.ศ. 2539 ทำให้สารตะกั่วในบรรยากาศมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานมากและระดับตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพ มหานครลดลงถึงร้อยละ 95 ส่งผลให้ระดับสารตะกั่วในเลือดของ

ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่ว คือ เด็กนักเรียนและตำรวจจราจรลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยระดับสารตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจร ลดลงจาก 28.14 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เหลือเพียง 5.33 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรในปี พ.ศ. 2543 ในทำนองเดียวกัน ระดับสารตะกั่วในเลือดของเด็กนักเรียนลดลงจาก 8.56 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในปี พ.ศ. 2536 เหลือเพียง 5.58 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในปี พ.ศ. 2543 ดังนั้น สารตะกั่วจึงไม่ใช่ปัญหาหลักของประเทศอีกต่อไป

ระดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในกรุงเทพมหานคร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาเป็นระยะเวลานาน ระดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์บริเวณริมถนนได้ลดลงถึงร้อยละ 45 ตั้งแต่เริ่มมีการลดกำมะถันในน้ำมันดีเซลจากร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ในปี พ.ศ. 2536 เป็นร้อยละ 0.05 ในต้นปี พ.ศ. 2542

ระดับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานครอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนก๊าซโอโซนซึ่งเป็นสารมลพิษทางอากาศแบบทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและก๊าซไฮโดรคาร์บอนโดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในระดับที่น่าตระหนก โดยก๊าซโอโซนกำลังเป็นปัญหาในหลายพื้นที่ เช่น บริเวณริมถนนในปี พ.ศ. 2543 พบก๊าซโอโซนสูงสุดถึง 136 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) หรือสูงเป็น 1.36 เท่าของค่ามาตรฐาน ดังรูปที่ 1-1 และในปี พ.ศ. 2540 พบก๊าซโอโซนสูงสุด ถึง 370 ppb หรือสูงเป็น 3.7 เท่าของค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง กำหนดไว้ไม่เกิน 100 ppb) ดังรูปที่ 1-2 นอกจากนั้นยังพบว่าก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่ามาตรฐานบ่อยครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2544 มีวันที่ค่าก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงเกินมาตรฐานถึง 45 วัน ระดับโอโซนที่สูงมักจะตรวจพบในบริเวณชานเมืองที่อยู่ทิศใต้ลมจากใจกลางกรุงเทพมหานคร การศึกษาหลายๆ กรณี ชี้ให้เห็นว่า การเกิดก๊าซโอโซนในกรุงเทพมหานคร ถูกควบคุมโดยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งเป็นหนึ่งในสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดโอโซน จึงจำเป็นที่ต้องมีมาตรการป้องกันไม่ให้ปัญหานี้ทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยการควบคุมแหล่งกำเนิดของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายอย่างเข้มงวด รวมถึงแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์เบนซิน ตลอดจนสถานประกอบกิจการน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น สถานีบริการน้ำมัน รถบรรทุกน้ำมัน และกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น

จากการติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 พบว่า ฝุ่นรวมเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญที่ทวีความรุนแรงมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากการก่อสร้าง โดยปริมาณฝุ่นรวม (TSP) ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน มีค่าสูงสุดถึง 3.3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มก./ลบ.ม.) ซึ่งเกินมาตรฐานฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 10 เท่า (มาตรฐานฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง กำหนดไว้ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.) ดังรูปที่ 1-3 อย่างไรก็ตาม จากมาตรการที่ทุกฝ่ายทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ได้ดำเนินการควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง การทำความสะอาดพื้นผิวถนนรายวัน เป็นผลให้ฝุ่นรวมบริเวณริมถนนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยจะพบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ปัญหาฝุ่นรวมบริเวณริมถนนเริ่มบรรเทาความรุนแรงลงตามลำดับและจะพบปัญหาฝุ่นรวมเฉพาะบริเวณริมถนนบางสายเท่านั้น ส่วนปัญหาฝุ่นรวมบริเวณพื้นที่ทั่วไปก็เริ่มบรรเทาความรุนแรงลงตามลำดับด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 1-4

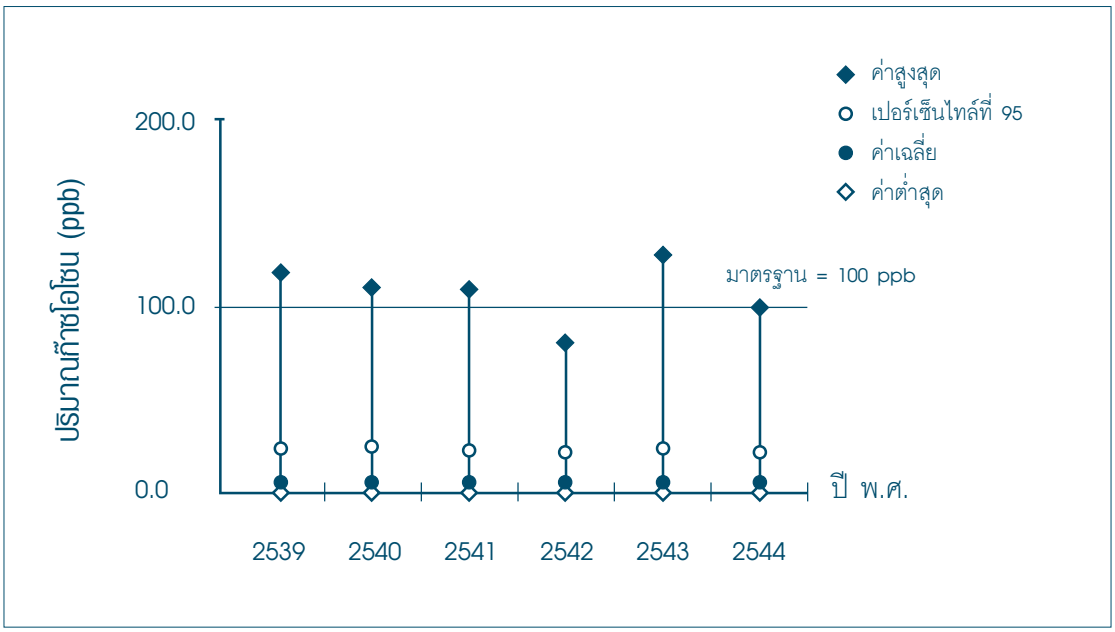
สำหรับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) บริเวณริมถนน พบค่าสูงสุด 416 มคก./ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2539 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานถึง 3.5 เท่า (มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง กำหนดไว้ไม่เกิน 120 มคก./ลบ.ม.) และมีข้อมูลที่เกินมาตรฐานร้อยละ 10 ของการตรวจวัดทั้งหมด อย่างไรก็ตาม แม้ว่าค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นขนาดเล็กในบริเวณริมถนนและในบริเวณพื้นที่ทั่วไป แสดงถึงแนวโน้มที่ลดลงร้อยละ 24 และร้อยละ 50 ตามลำดับ จากปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2544 ดังรูปที่ 1-5 และ รูปที่ 1-6 แต่ยังมีค่าการตรวจวัดสูงกว่ามาตรฐานหลายครั้งในปี พ.ศ. 2544 โดยมีข้อมูลที่เกินมาตรฐานร้อยละ 5.4 ของการตรวจวัดทั้งหมด

ในพื้นที่ปริมณฑลและต่างจังหวัด สารมลพิษทางอากาศหลักที่พบปริมาณสูงและเกินมาตรฐานเช่นเดียวกับในกรุงเทพมหานคร คือ ฝุ่นขนาดเล็ก และก๊าซโอโซน แต่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับสภาพกิจกรรมในพื้นที่ โดยในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมจะมีปัญหาเฉพาะพื้นที่ขึ้นกับประเภทของอุตสาหกรรมที่ตั้งในพื้นที่ เช่น จังหวัดสระบุรี มีปัญหาฝุ่นละออง เนื่องจากมีอุตสาหกรรมโม่ บดและย่อยหินและอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ บริเวณมาบตาพุด จังหวัดระยองจะพบปัญหาเรื่องกลิ่น สำหรับในจังหวัดสมุทรปราการ จะมีปัญหาด้านฝุ่นขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวต่อเนื่องจากกรุงเทพมหานคร มีแหล่งกำเนิดหลายประเภททั้งยานพาหนะ การก่อสร้าง และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งกิจกรรมการเผาในที่โล่ง

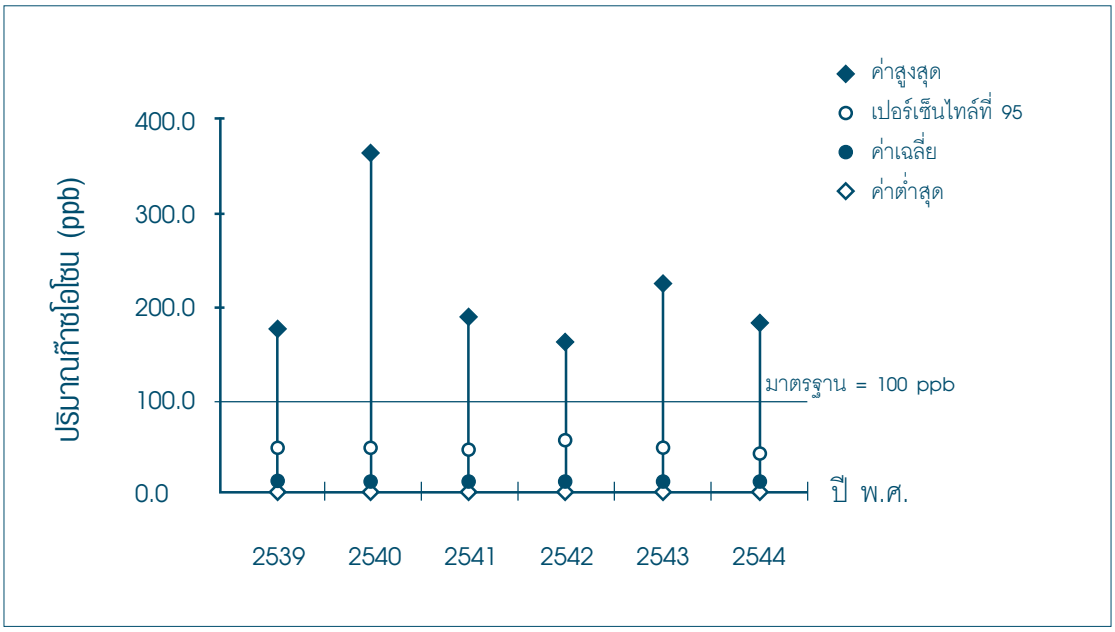
จากสถานการณ์คุณภาพอากาศในช่วง 10 ปีกว่าที่ผ่านมา แม้ว่าคุณภาพอากาศโดยรวมจะดีขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครซึ่งเคยมีปัญหามาเป็นเวลานานและต่อเนื่อง แต่ฝุ่นขนาดเล็ก ยังคงเป็นปัญหาหลักในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยพบค่าที่สูงเกินมาตรฐานบ่อยครั้งในปี พ.ศ. 2544 จากการศึกษาสัดส่วนของปริมาณฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2540 พบว่า ฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากยานพาหนะ คิดเป็นร้อยละ 53.94 รองลงมามาจากอุตสาหกรรม และกิจกรรมการเผาในที่โล่งแจ้ง คิดเป็นร้อยละ 36.28 และ 9.78 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1-7

ฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดมาจากยานพาหนะส่วนใหญ่เป็นฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของรถจักรยานยนต์ในรูปของควันขาว และรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในรูปของควันดำ โดยเฉพาะรถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. และรถมินิบัส ซึ่งมีอัตราการใช้งานประจำวันสูง และมีการระบายมลพิษสูงกว่ารถประเภทอื่นๆ จากผลการสำรวจมลพิษจาก ยานพาหนะประเภทต่างๆ ในปี พ.ศ. 2545 พบว่า รถมินิบัสและรถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. มีควันดำเกินมาตรฐานถึงร้อยละ 60 และ 52 ตามลำดับ ในขณะที่รถโดยสารประจำทาง ขสมก. มีควันดำเกินมาตรฐานเพียงร้อยละ 7 สาเหตุสำคัญที่ทำให้รถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. และรถมินิบัส มีจำนวนรถ ที่มีมลพิษเกินมาตรฐานสูง เนื่องมาจากผู้ประกอบการรถร่วมบริการเอกชนนำรถโดยสารเก่าที่ ขสมก. ปลดระวางแล้วและมีสภาพทรุดโทรมมาเข้าร่วมเดินรถวิ่งให้บริการ ถึงแม้ว่าจะมีการปรับปรุงสภาพรถโดยสารแล้วก็ตาม แต่สภาพเครื่องยนต์ยังไม่สมบูรณ์และไม่ได้มาตรฐาน ในขณะที่รถโดยสารประจำทางของ ขสมก. มีระบบการควบคุมคุณภาพของรถโดยสาร โดยรถที่จะนำมาวิ่งให้บริการต้องเป็นรถที่จัด ซื้อใหม่และมีมาตรฐานเป็นไปตามที่ทางราชการกำหนด ตลอดจนมีระบบการดูแลบำรุงรักษาที่ดีและได้มาตรฐาน จึงทำให้รถโดยสารของ ขสมก. มีการระบายมลพิษค่อนข้างต่ำ

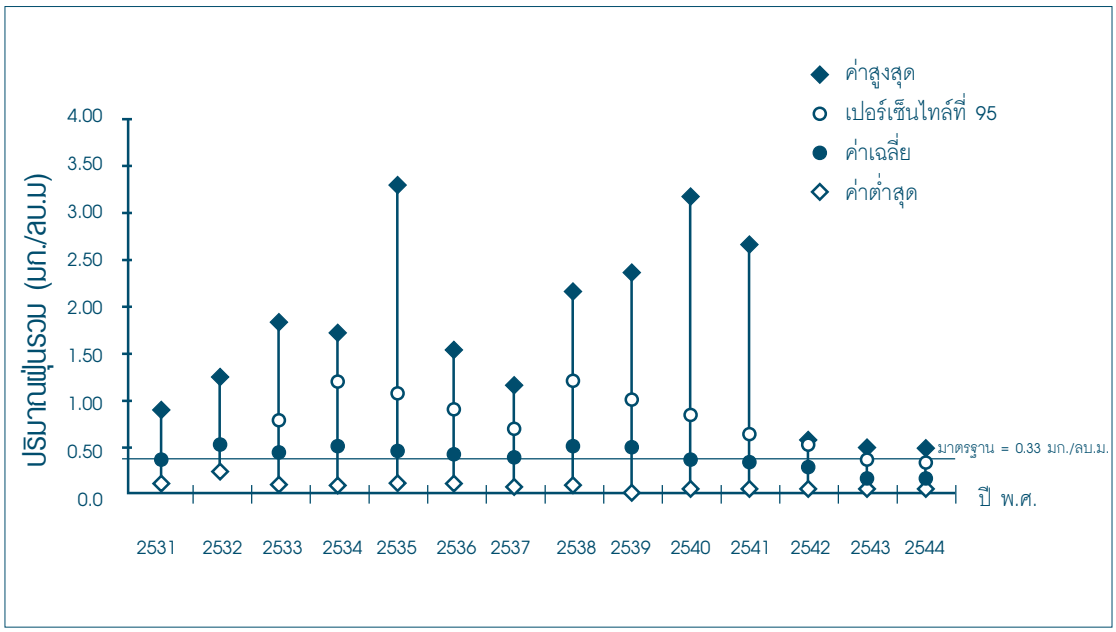
ดังนั้น การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ โดยเฉพาะการลดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจะต้องแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ โดยการส่งเสริมและสนับสนุนให้เจ้าของรถและผู้ที่เกี่ยวข้อง ตระหนักถึงความสำคัญในการดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศที่ยั่งยืนและเป็นรูปธรรมในระยะยาว



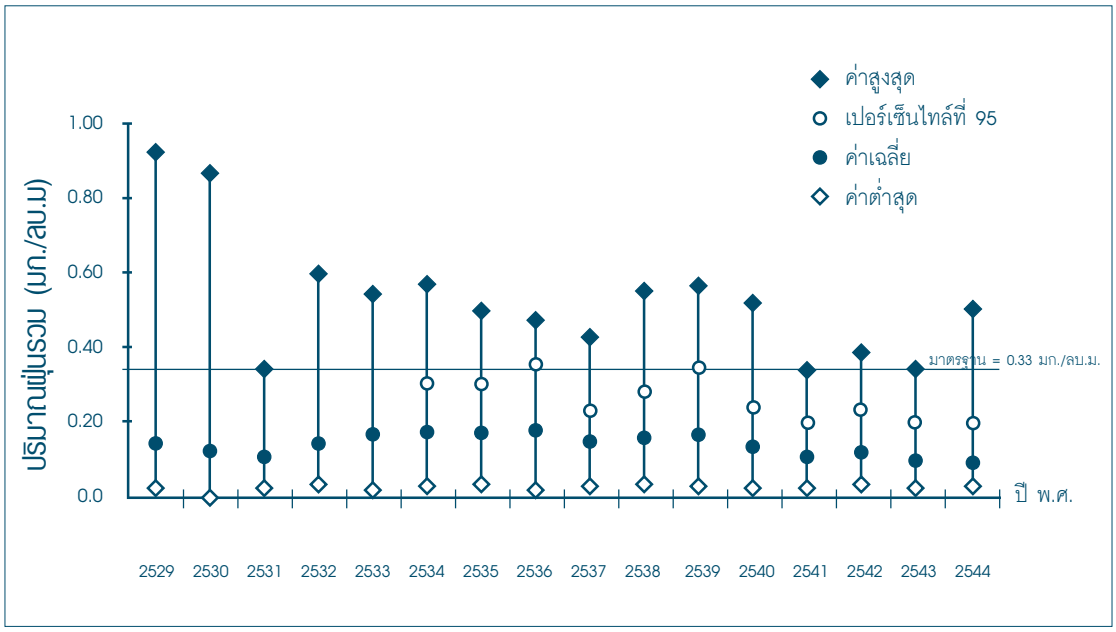
รูปที่ 1-1 ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมงบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544



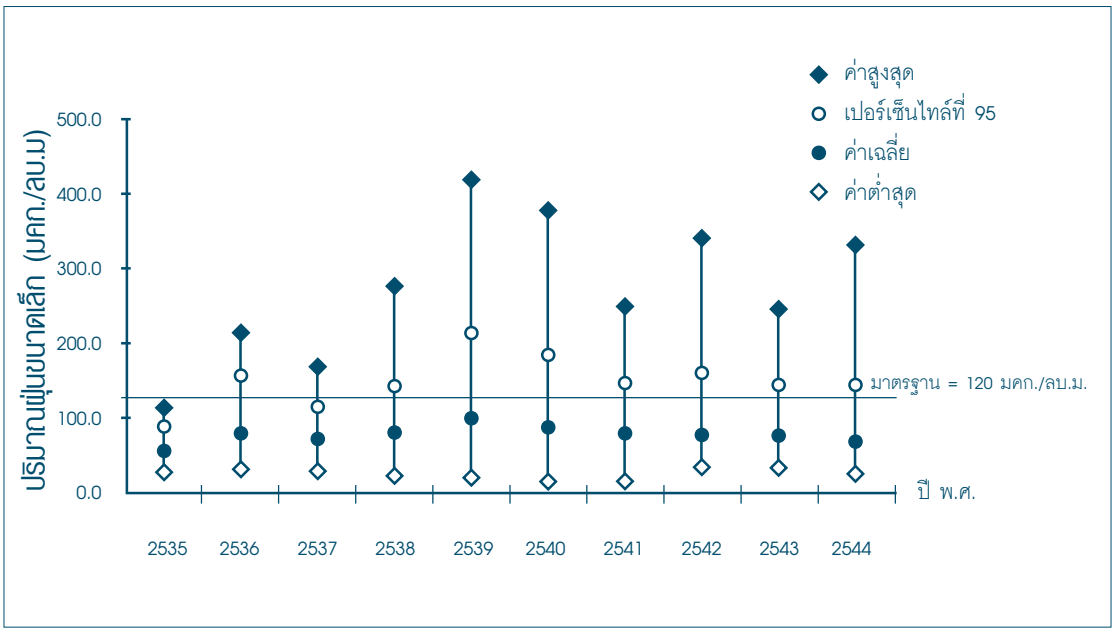
รูปที่ 1-2 ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมงบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544



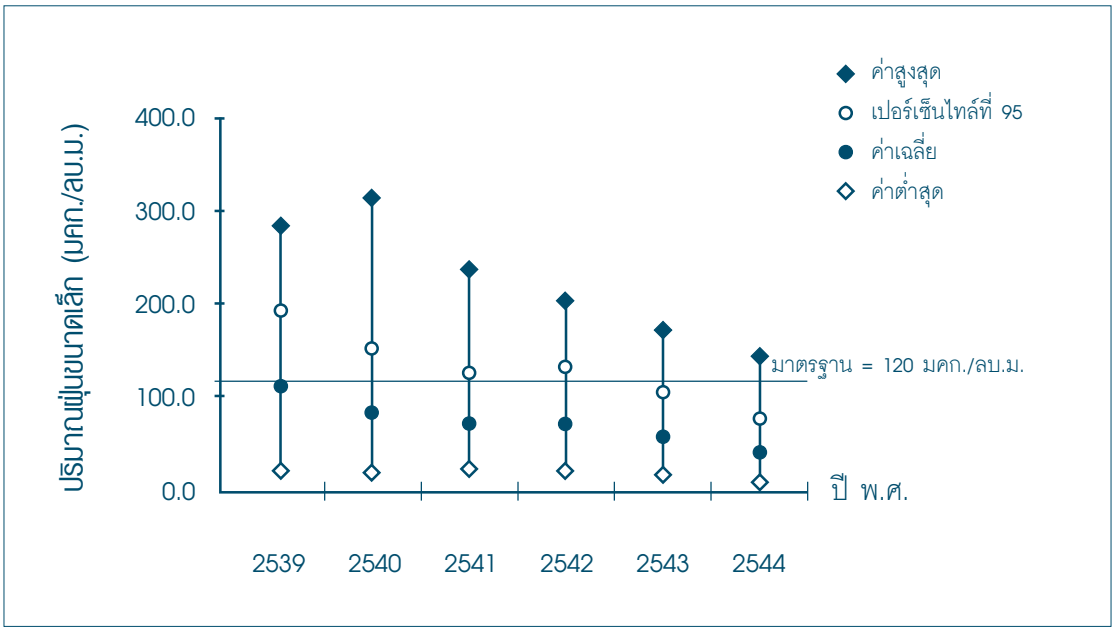
รูปที่ 1-3 ปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2531 - 2544



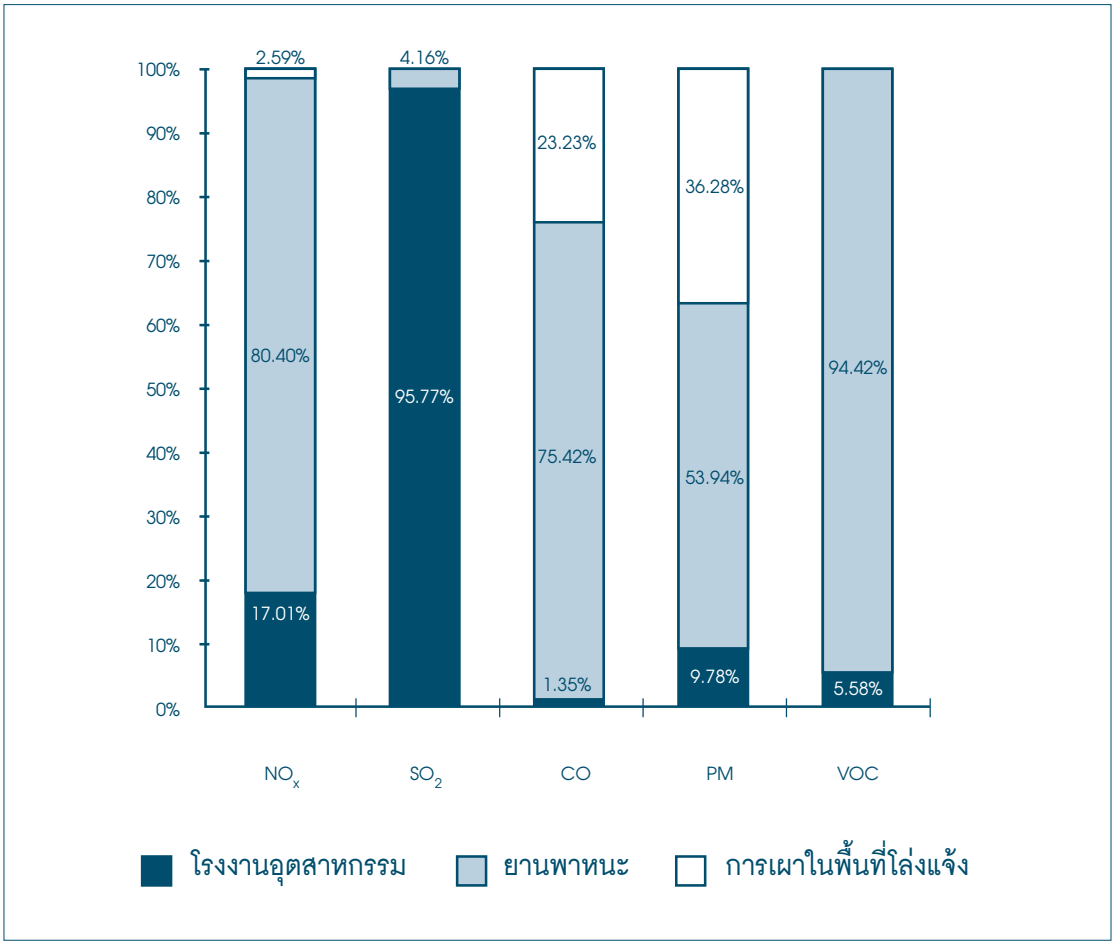
รูปที่ 1-4 ปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2529 - 2544



รูปที่ 1-5 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมงบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี 2535 - 2544



รูปที่ 1-6 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมงบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2539 - 2544



รูปที่ 1-7 มลพิษสำคัญ 5 ประเภทในกรุงเทพมหานคร ปี 2540

1.1.2 สถานการณ์และแนวโน้มปัญหามลพิษทางเสียง

การจราจรยังคงเป็นสาเหตุหลักของปัญหามลพิษทางเสียงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่ปี 2536 ถึงปัจจุบันและยังไม่มีแนวโน้มการลดลงของระดับเสียง โดยริมเส้นทางจราจรสายหลักส่วนใหญ่มีค่าระดับเสียงเกินมาตรฐานทุกวันที่ตรวจวัดและพบว่าในบางจุดค่าเฉลี่ยสูงกว่า 80 เดซิเบลเอ (dBA) (มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป กำหนดค่าระดับเสียง เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 70 dBA) ซึ่งอยู่ในระดับที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยินหากได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงาน เช่น ตำรวจจราจร ส่วนในถนนสายรอง ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 60.4 - 78.4 dBA โดยมีจำนวนวันที่ระดับเสียงเกินมาตรฐานไม่ถึงร้อยละ 20 ของจำนวนวันที่ตรวจวัด นอกจากนี้ ริมถนนสายหลักของเมืองขนาดใหญ่ในภูมิภาคมีปัญหามลพิษทางเสียงเช่นเดียวกับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 56.6 - 81.4 dBA เกินมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 40 ซึ่งในบางปีพบว่าเกินมาตรฐานทุกวันที่ตรวจวัด

ส่วนในพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ สถานที่ราชการ สถานศึกษาและที่พักอาศัย พบว่า ปัญหาระดับเสียงในส่วนภูมิภาค มีน้อยกว่าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยบริเวณสถานที่ราชการในส่วนภูมิภาคไม่มีปัญหาด้านเสียงรบกวน ส่วนสถานศึกษามีปัญหาน้อยมากโดยมีระดับเสียงเกินมาตรฐานไม่ถึงร้อยละ 5 ของจำนวนวันที่ตรวจวัด ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 55.0 - 74.8 dBA ยกเว้นบริเวณโรงเรียนหน้าพระลาน จ.สระบุรี ซึ่งมีระดับเสียงเกินมาตรฐานมาโดยตลอด เนื่องจากเป็นชุมทางของรถบรรทุก สำหรับในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทั้งสถานที่ราชการและสถาบันการศึกษา มีระดับเสียงเกินมาตรฐานประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนวันที่ตรวจวัด ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 64.4 - 75.8 dBA และ 52.1 - 87.7 dBA ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ที่อยู่อาศัยในกรุงเทพมหานครพบว่าไม่มีปัญหาด้านเสียงรบกวน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในหลายพื้นที่จะไม่มีปัญหาด้านเสียงที่มีผลกระทบต่อการได้ยิน แต่ปัญหาด้านการรบกวนยังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยมีแหล่งกำเนิดเสียงคือ รถจักรยานยนต์ อู่ดัดแปลงหรือซ่อมรถยนต์ และสถานบันเทิง เป็นสาเหตุการรบกวนของประชาชนอันดับ 1 รองลงมาคือ สถานประกอบการหรือโรงงานเกี่ยวกับเหล็ก ผลิตภัณฑ์โลหะ เช่น โรงหล่อ หลอม กลึง โลหะ ทำเหล็กเส้น รีดเหล็ก อุปกรณ์เหล็ก เหล็กดัด เป็นต้น

1.2 แหล่งกำเนิดและผลกระทบมลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ

จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของมลพิษทางอากาศและเสียงที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะ พบว่ามีสาเหตุหลักสองประการ คือ ยานพาหนะที่มีจำนวนมากเกินไปและยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐาน การขาดระบบขนส่งมวลชนและขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพ ทำให้มียานพาหนะมากและการจราจรติดขัด ส่งผลให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ มีช่วงเร่งและหยุด (start and stop) มาก ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียงมากขึ้น

ในส่วนของยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐานที่มักจะเห็นได้ชัด คือ ยานพาหนะที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเพียงพอ เช่น เครื่องยนต์หลวม ไส้กรองอากาศอุดตัน ท่อไอเสียชำรุด ดัดแปลงเครื่องยนต์บรรทุกน้ำหนักเกินกำลัง เป็นต้น จากการติดตามตรวจสอบยานพาหนะตามท้องถนนโดย กรมควบคุมมลพิษ มักจะพบรถโดยสารประจำทางและรถบรรทุกมีควันดำและเสียงเกินมาตรฐานอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้น ในการจัดการปัญหามลพิษจากยานพาหนะ จะต้องคำนึงถึงเรื่องดังกล่าว เพื่อให้ผลการดำเนินการเป็นที่ยอมรับของประชาชน

มลภาวะทางอากาศและเสียงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ก๊าซคาร์บอน-มอนอกไซด์ ตะกั่ว ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซโอโซน ก๊าซไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดจากยานพาหนะ เช่น ควันดำ และควันขาว ตลอดจน เสียงรบกวนที่เกิดจากยานพาหนะ โดยสาเหตุของมลภาวะทางอากาศและเสียงที่เกิดจากยานพาหนะและแหล่งกำเนิดอื่นๆ สรุปได้ดังนี้

1.2.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide : CO)

1) แหล่งกำเนิด

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซพิษ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ยากต่อการสังเกต เบากว่าอากาศ และละลายน้ำได้เล็กน้อย ก๊าซนี้เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ โดยพบมากในรถที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถแท็กซี่ รถสามล้อเครื่อง รถจักรยานยนต์ รถปิคอัพเบนซิน เป็นต้น สาเหตุที่เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ คือ

- ปรับแต่งเครื่องยนต์ไม่เหมาะสม ในระบบจุดระเบิดหรือระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
- หม้อกรองอากาศอุดตัน

- ใช้น้ำมันไม่เหมาะสมกับชนิดของเครื่องยนต์
- ลักษณะการขับรถไม่นิ่มนวล
- เครื่องยนต์หลวม
- บรรทุกน้ำหนักเกินอัตรา

2) ผลกระทบที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

1 <u>ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย</u>

เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกดูดซึมผ่านปอดเข้าสู่กระแสโลหิตได้อย่างรวดเร็วจึงเป็นสารพิษที่มีอันตรายต่อสุขภาพโดยตรง และแสดงผลกระทบได้อย่างรวดเร็วกว่าสารมลพิษอื่นๆ ในสภาวะปกติ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin : Hb) ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงจะทำหน้าที่เป็นตัวขนส่งออกซิเจน (Oxygen) จากปอดไปสู่เซลล์ส่วนต่างๆ ของร่างกายในรูปของสารประกอบออกซีฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) ถึงเซลล์จะคายออกซิเจนให้เซลล์ และจะรับเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เซลสร้างขึ้นกลับมาแลกเปลี่ยนกับออกซิเจนที่ปอดอีก การแลกเปลี่ยนเช่นนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกว่าเม็ดเลือดแดงจะหมดอายุและถูกส่งไปทำลายที่ตับ เมื่อคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าสู่กระแสโลหิต จะรวมตัวกับฮีโมโกลบินเกิดเป็นสารประกอบคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin : COHb) ที่ไม่สามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้อีก และจะถูกส่งไปทำลายที่ตับแม้จะยังไม่หมดอายุของเม็ดเลือดแดงก็ตาม ด้วยความสามารถในการรวมตัวกับฮีโมโกลบินของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงกว่าออกซิเจนถึง 240 เท่า ดังนั้นในสภาวะที่อากาศมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ปนอยู่ด้วย ร่างกายจะได้รับผลกระทบจากการที่มีเม็ดเลือดขนส่งออกซิเจนไปให้เซลล์น้อยลง ทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ และถ้ารุนแรงมากอาจถึงภาวะขาดออกซิเจนได้

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการได้รับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าสู่ร่างกายมากหรือน้อย ได้แก่ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ ระยะเวลาในการสูดหายใจเข้าสู่ร่างกาย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ผลิตขึ้นในร่างกาย ความหนักเบาในการทำงานของร่างกาย ขนาดร่างกาย สภาพปอดและความกดดันของอากาศ ซึ่งมีผลให้ปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบินในเลือดเพิ่มขึ้นหรือลดลงด้วย โดยทั่วไปในคนปกติปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบินจะอยู่ที่ระดับ 1.2 - 1.5% แต่ในคนที่สูบบุหรี่คาร์บอกซีฮีโมโกลบินจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 - 4% แต่ถ้าเพิ่มขึ้นถึงระดับ 10 - 30% จะมีอาการปวดศีรษะ มึนงง และถ้าเพิ่มขึ้นมากกว่า 30% จะปวดศีรษะอย่างรุนแรง มีอาการทางหัวใจ คลื่นไส้ และถ้าเพิ่มขึ้นมากกว่า 40%

จะมีอาการขั้นวิกฤตและเสียชีวิตได้ ปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบินในเลือด สามารถประมาณได้จากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ ระยะเวลาที่สูดหายใจเข้าสู่ร่างกาย และกิจกรรมที่กระทำ ดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 การประมาณค่าคาร์บอกซีฮีโมโกลบินตามชนิดของงานที่กระทำ

ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (mg/m^3)	ระยะเวลาที่หายใจเข้าสู่ร่างกาย	ปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (%)		
		งานเบา	งานหนักปานกลาง	งานหนัก
115	15 นาที	1.2	2.0	2.8
57	30 นาที	1.1	1.9	2.6
29	1 ชั่วโมง	1.1	1.7	2.2
115	8 ชั่วโมง	1.5	1.7	1.7

2 <u>ผลกระทบอื่น</u> ๆ

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยา Photooxidation ทำให้เกิดก๊าซโอโซนและกระตุ้นการเปลี่ยนก๊าซไนตริกออกไซด์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ การกระตุ้นปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นได้เมื่อมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเข้มข้นเพียง 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

1.2.2 สารตะกั่ว (Lead : Pb)

1) แหล่งกำเนิด

สารตะกั่วในอากาศมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังมาจากอุตสาหกรรม เช่น โรงงานหลอมโลหะ รวมทั้งการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การเผาน้ำมันที่ทิ้งแล้ว การใช้น้ำมันหล่อลื่นบางชนิดที่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เป็นต้น

2) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยที่เกิดจากสารตะกั่ว

- เกิดอาการทางระบบทางเดินอาหาร โดยมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน อาการปวดท้องอย่างรุนแรง

- เกิดอาการทางระบบประสาทส่วนปลาย โดยมีอาการกล้ามเนื้อแขนและขาอ่อนแรง บางครั้งปวดตามกล้ามเนื้อและข้อต่างๆ หากได้รับตะกั่วเข้าไปในปริมาณมากและเป็นเวลานานจะทำให้เกิดอัมพาตของกล้ามเนื้อได้

- อาการทางสมองและระบบประสาท เป็นอาการที่พบว่ารุนแรงที่สุด มักพบในเด็กที่ได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายในปริมาณค่อนข้างสูง เช่น กินตะกั่วอินทรีย์ สูดเอาไอและละอองฝุ่นตะกั่วเกิดพิษต่อระบบประสาท ส่งผลให้ระดับเชาว์ปัญญาของเด็กต่ำลง มีอาการผิดปกติจากจิตประสาท ปัญญาอ่อน เฉื่อยชา ตลอดจนมีพฤติกรรมก้าวร้าว หรือต่อต้านสังคม เป็นต้น สำหรับผู้ใหญ่มักพบได้น้อย โดยมากมักจะเกิดจากการรับสารตะกั่วอินทรีย์ เช่น คนงานในโรงงานอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันที่มีการผสมตะกั่วเตทตราเอทธิล โดยเริ่มแรกจะมีอาการตื่นเต้น นอนไม่หลับ ฝันร้าย อารมณ์ฉุนเฉียว ปฏิกิริยาสะท้อนไวกว่าปกติ สติคุ้มดีคุ้มร้าย ในที่สุดอาจชัก หมดสติ และถึงแก่กรรมได้

- อาการทางเลือด สารตะกั่วจะไปยับยั้งการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้มีเม็ดเลือดแดงน้อย เม็ดเลือดแดงผิดปกติและแตกง่าย เลือดจาง ทำให้ร่างกายขาดเลือด อวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานไม่ปกติ ทำให้อ่อนเพลีย เป็นลมง่าย มักมีอาการปวดศีรษะ มึนงง ในบางรายที่มีอาการเรื้อรังพบว่าจะมีอาการตัวเหลืองและตาเหลืองด้วย

- อาการผิดปกติทางระบบสืบพันธุ์ สารตะกั่วทำให้อสุจิของเพศชายและไข่ของเพศหญิงผิดปกติ ผู้ป่วยด้วยโรคพิษตะกั่วเรื้อรังอาจเป็นหมัน หรือ ประจำเดือนผิดปกติ

- อาการอื่นๆ ได้แก่ ระบบทางเดินปัสสาวะโดยสารตะกั่วจะทำลายระบบไตโดยตรง พิษต่อหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ ทำลายตับ ปวดตามข้อ ปวดเมื่อยตามตัว ท้องผูก ท้องอืด เป็นต้น

1.2.3 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide : SO_2)

1) แหล่งกำเนิด

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดจากการรวมตัวของสารกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในขณะการเผาไหม้ โดยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้และปริมาณกำมะถันที่เจือปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ยังเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม อุตสาหกรรมผลิตกรดกำมะถัน และอุตสาหกรรมถลุงสินแร่โลหะที่มีสารกำมะถันเจือปนอยู่ เช่น ทองแดง สังกะสี และตะกั่ว เป็นต้น

2) ผลกระทบที่เกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1 <u>ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย</u>

- ทำให้มีอาการระคายเคืองเยื่อบุต่างๆ ได้แก่ เยื่อบุตา เยื่อบุคอ และเยื่อบุทางเดินหายใจ ทำให้มีอาการแสบ คัน ระคายเคือง และอาจตามมาด้วยการติดเชื้อภายหลังจากการระคายเคือง
- อาการผิดปกติของทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการบีบรัดตัวของท่อทางเดินหายใจส่วนปลายและถุงลมขนาดเล็ก ทำให้มีอาการหายใจลำบาก มีอาการหอบหืด และแน่นหน้าอก
- ทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างอักเสบเรื้อรัง และมีโอกาสติดเชื้อทางเดินหายใจบ่อยขึ้นและง่ายขึ้น สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง
- อาการระคายเคืองต่อผิวหนัง
- มีอาการใจสั่น หัวใจเต้นเร็วขึ้น หายใจเร็วขึ้น วิงเวียนศีรษะ รบกวนประสาทสัมผัสและอาจมีอาการซึมเศร้าได้

2 <u>ผลกระทบอื่น</u>ๆ

สารประกอบซัลเฟอร์สามารถกัดกร่อนวัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นตัวเร่งให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อป่าไม้และธาตุอาหารพืช เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่บรรยากาศจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดซัลฟูริค เมื่อก๊าซนี้ทำปฏิกิริยากับความชื้นในบรรยากาศและตกกลับสู่ผิวโลกกลายเป็นฝนกรดซึ่งเป็นอันตรายต่อพืชโดยตรง พืชที่ไวต่อกรดจะไหม้เป็นแผล ใบแห้ง ร่วงและตายในที่สุด และยังสามารถทำลายรากฝอยของพืช ส่งผลให้การดูดน้ำและการเจริญเติบโตของพืชลดลง ทำให้พืชอ่อนแอ และถูกทำลายด้วยโรคราและแมลงได้ง่ายขึ้น ส่วนดินและแหล่งน้ำต่างๆ จะมีสภาพเป็นกรด ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินและน้ำและห่วงโซ่อาหารจะถูกทำลาย

1.2.4 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of Nitrogen : NO_x)

1) แหล่งกำเนิด

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีส่วนประกอบไนโตรเจนปะปนอยู่เป็นบางส่วน เมื่ออุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงถึงระดับหนึ่งสารประกอบไนโตรเจนเหล่านี้จะถูกเผาไหม้เกิดเป็นไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide, NO) และถูกขับออกมากับไอเสีย เมื่อปะทะกับอากาศภายนอก ไนตริกออกไซด์จะรวมตัวกับออกซิเจนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide, NO_2)

2) ผลกระทบที่เกิดจากก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

1 <u>ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย</u>

เนื่องจากก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากเครื่องยนต์มีปริมาณไม่มากนัก ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายโดยตรงต่อสุขภาพอนามัย แต่ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ เกิดเป็นสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพได้

ออกไซด์ของไนโตรเจนเป็นแหล่งกำเนิดของก๊าซโอโซนแหล่งหนึ่งดังสมการที่ 1-1 ถึง 1-2 ก๊าซโอโซนเป็นสาร Oxidant ตัวหนึ่งที่กัดกร่อนปอด ทำให้ปอดไม่สามารถทำหน้าที่ตามปกติได้

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O \qquad \text{(สมการที่ 1-1)}$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \qquad \text{(สมการที่ 1-2)}$$

นอกจากนี้ในที่ที่มีไอน้ำ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จะละลายน้ำเกิดเป็นกรดไนตริก มีคุณสมบัติกัดกร่อนอย่างแรง ดังสมการที่ 1-3 หรือแตกตัวในสภาพที่เป็นก๊าซดังสมการที่ 1-4 ปฏิกิริยานี้สามารถเกิดขึ้นในปอดได้ ถ้าหายใจเอาก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเข้าไป เพราะว่าที่ปอดมีไอน้ำอยู่มาก

$$4NO_2 + H_2O \rightarrow 4HNO_3 \qquad \text{(สมการที่ 1-3)}$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO \qquad \text{(สมการที่ 1-4)}$$

2 <u>ผลกระทบอื่น</u>ๆ

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในบรรยากาศ จะทำให้ใบพืชเปลี่ยนสี เป็นจุดติดเชื้อโรคง่าย และทำให้วัสดุหรืออาคารก่อสร้างถูกกัดเซาะและเสื่อมลง

1.2.5 ก๊าซโอโซน (Ozone : O_3)

1) แหล่งกำเนิด

แหล่งกำเนิดของก๊าซโอโซน เกิดจากปฏิกิริยาของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและก๊าซไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และยานพาหนะประเภทต่างๆ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2) ผลกระทบที่เกิดจากก๊าซโอโซน

1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ก๊าซโอโซน ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ตา และระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ตลอดจนเยื่อบุผิวและเยื่อเมือกต่างๆ เกิดอาการแสดงพิษ และมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของปอด หากได้รับโอโซนปริมาณมาก จะทำให้กลไกการป้องกันของระบบทางเดินหายใจบริเวณถุงลมลดน้อยลง เป็นผลให้ภูมิคุ้มกันต่อแบคทีเรียลดลง จึงเกิดภาวะติดเชื้อ

2 ผลกระทบอื่นๆ

ก๊าซโอโซน ในบรรยากาศจะทำให้เป็นอันตรายต่อพืช และหยุดการชะงักการเจริญเติบโตของพืช เช่น ทำให้ใบพืชแห้งเหี่ยว มีลายจุด และมีสีซีด

1.2.6 ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon : HC)

1) แหล่งกำเนิด

ในเครื่องยนต์ซึ่งมักจะเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ น้ำมันเชื้อเพลิงส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้หรือถูกเผาไหม้บางส่วน จะถูกขับออกมากับไอเสียในรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ ซึ่งมีมากกว่า 200 ชนิด นอกจากนี้การระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันและเครื่องยนต์ก็เป็นแหล่งกำเนิดไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญด้วย

2) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยที่เกิดจากก๊าซไฮโดรคาร์บอน

ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัย แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม คือ

1 Benzene : เบนซินที่หายใจเข้าสู่ร่างกายมากกว่าร้อยละ 50 จะถูกดูดซึมด้วยคุณสมบัติที่ละลายได้ในไขมัน เบนซินจึงกระจายสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อที่มีไขมันเป็นส่วนใหญ่ เช่น Adipose Tissue และไขกระดูก ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง โลหิต และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้เบนซินเองถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ซึ่งผู้ที่ได้รับเบนซินเข้าสู่ร่างกายเสมอๆ จะมีโอกาสเป็นมะเร็งเม็ดโลหิตขาว (Leukemia) ได้มากกว่าคนทั่วไป

2 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) : PAHs เป็นกลุ่มของสารเคมีหลายร้อยชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ตัวที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ Benzo (A) Pyrene (BAP) สารเคมีกลุ่มนี้ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางปอดและทางเดินอาหาร จากนั้นจะถูกเมตาโบไลท์ (metabolize) ผ่านทางระบบของเอนไซม์ออกซิเดส (Oxidase System) ได้ เป็นสารที่มีฤทธิ์ก่อมะเร็ง

3 Aldehydes : Formaldehyde เป็น Aldehyde ที่พบได้มากชนิดหนึ่งในไอเสียรถจักรยานยนต์ มีผลเฉียบพลันต่อมนุษย์ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อประสาทการมองเห็นและประสาทรับกลิ่น (Ocular and Olfactory Irritation) และเยื่อบุทางเดินหายใจ ทำให้ไอ คลื่นไส้ หายใจขัด หอบหืด และผื่นแพ้ทางผิวหนัง นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดมะเร็งที่อวัยวะต่างๆ ที่พบมากได้แก่ มะเร็งหลอดลม มะเร็งเม็ดโลหิตขาว และมะเร็งที่สมอง จากผลร้ายดังกล่าว องค์การอนามัยโลก ได้กำหนดให้ร่างกายคนปกติสูดดม Formaldehyde ที่ความเข้มข้น 0.1 มก./ลบ.ม. ได้ไม่เกิน 30 นาที และไม่เกิน 0.01 มก./ลบ.ม. สำหรับคนที่มีอาการแพ้ ส่วนผลกระทบทางอ้อมต่อสุขภาพอนามัย พบว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสามารถรวมกับก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีแสงแดดเป็นตัวกระตุ้นจะเกิดปฏิกิริยาได้สาร Photochemical Oxidants ซึ่งเป็นองค์ประกอบของหมอกควันพิษ (Photo Chemical Smog) ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้เมื่ออัตราส่วนของก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่อก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนสูงพอสมควร และมีระยะเวลาได้รับแสงนานพอสมควรด้วย สาร Oxidants ที่สำคัญได้แก่ Peroxy Acetyl Nitrate (PAN) เป็นสารที่ระคายเคืองต่อตามาก และเป็นอันตรายต่อต้นไม้ Peroxy Benzoyl Nitrate (PBN) เป็น Oxidant อีกตัวที่ระคายเคืองต่อตามากกว่า PAN 100 เท่า

1.2.7 ฝุ่นละออง (Particulate Matter : PM)

1) แหล่งกำเนิด

ฝุ่นละอองแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ฝุ่นรวม คือ ฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 100 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2 - 3 นาที ฝุ่นนี้เกิดจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายอยู่บนถนนขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร เป็นต้น ส่วนฝุ่นขนาดเล็กคือฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการระบายไอเสียจากยานพาหนะและอุตสาหกรรม ซึ่งฝุ่นประเภทนี้สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานกว่าฝุ่นรวม

2) ผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละออง

1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

หากมนุษย์ได้สัมผัสฝุ่นมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นผังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

2 ผลกระทบต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว สามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

3 ผลกระทบอื่นๆ

ฝุ่นละอองในบรรยากาศจะชะงักการเจริญเติบโตของพืชผัก และทำให้วัสดุหรือสิ่งก่อสร้างสกปรก เสื่อมโทรม ทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ และแตกเป็นชิ้นเล็กๆ

1.2.8 ควันดำ

1) แหล่งกำเนิด

ควันดำ คือ อนุภาคของถ่านหรือคาร์บอนเป็นผงเขม่าหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เหลือจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นส่วนใหญ่ เช่น รถโดยสาร (สาธารณะ) รถปิคอัพดีเซล และรถขนาดใหญ่ทั่วไป จากแหล่งอื่นๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุของการเกิดควันดำ คือ

- การปรับแต่งระบบปั๊มจ่ายน้ำมันไม่เหมาะสมและตั้งจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง องศาการฉีดไม่เหมาะสม ฉีดน้ำมันมากเกินไป
- หม้อกรองอากาศสกปรก อุดตัน
- บรรทุกเกินอัตราที่กำหนด
- เครื่องยนต์สภาพชำรุดและไม่สมบูรณ์ หรือเครื่องหลวม
- เร่งเครื่องเร็วเกินไป หรือเร่งเครื่องซ้ำกันหลายครั้ง

- หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงสกปรก ชำรุด ความดันหัวฉีดต่ำ
- อุณหภูมิไม่ถึงอุณหภูมิทำงาน
- กำลังอัดต่ำ ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
- ประเก็นฝาสูบรั่ว
- ขาดการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างสม่ำเสมอ

2) ผลกระทบที่เกิดจากควันดำ

1 <u>ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย</u>

เนื่องจากควันดำเป็นเขม่าเล็กๆ จะมีผลทำให้บดบังการมองเห็นและเกิดความสกปรก นอกจากนี้ผงคาร์บอนในรูปเขม่าเหล่านี้ ยังสามารถเข้าสู่ปอดโดยการหายใจเข้าไปและสะสมในถุงลมปอดเป็นสารทำให้เกิดมะเร็ง หรือเป็นตัวนำสารทำให้เกิดมะเร็งปอด และทำให้หลอดลมอักเสบได้

2 <u>ผลกระทบที่เกิดกับเครื่องยนต์</u>

- สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนที่จ่ายแล้วเผาไหม้ไม่หมด
- ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ต่ำลง
- อายุการใช้งานของเครื่องยนต์สั้นลง

1.2.9 ควันขาว

1) แหล่งกำเนิด

ควันขาว คือ กลุ่มของละอองน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่เผาไหม้ หรือเผาไหม้เพียงบางส่วน เมื่อกระทบกับบรรยากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะควบแน่น มองเห็นเป็นควันขาวออกมาจากท่อไอเสีย ควันขาวเหล่านี้จัดเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กเช่นเดียวกับควันดำ

ควันขาวเกิดจากรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ 2 จังหวะ ที่ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นในชิ้นส่วนเคลื่อนไหวต่างๆ เช่น เพลาข้อเหวี่ยงลูกสูบ ผนังกระบอกสูบ ตลับลูกปืน เป็นต้น โดยส่วนผสมของอากาศ น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นถูกดูดเข้าไปในห้องเพลาข้อเหวี่ยงและเข้าไปในห้องเผาไหม้ แต่เนื่องจากว่าน้ำมันหล่อลื่นที่มีส่วนประกอบหลักเป็น Mineral Oil เช่น Bright Stock ซึ่งเป็นสารที่เผาไหม้ยากจะไม่ถูกเผาไปพร้อมกับน้ำมันเชื้อเพลิงจึงทำให้บางส่วนของน้ำมันหลื่อลื่นเกาะอยู่ตามผนังห้อง

เผาไหม้และช่องระบายไอเสีย ขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะระเหยแล้วผสมกับไอเสียไหลออกสู่บรรยากาศ ไอน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่เผาไหม้เมื่อกระทบกับบรรยากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะควบแน่นเป็นละอองน้ำมันมองเห็นเป็นควันสีขาวที่ออกจากท่อไอเสียอย่างชัดเจน โดยทั่วไปคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นที่ดีควรมีความสามารถในการหล่อลื่นสูง มีความต้านทานการครูดกร่อนของกระบอกสูบได้ดี มีความต้านทานต่อการติดเกาะของแหวนลูกสูบ ไม่ทำให้เกิดเขม่าแข็งอุดตันที่ช่องระบายไอเสีย และทำให้เกิดควันขาวน้อย

2) ผลกระทบของควันขาว

1 <u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

- ทำให้มีอาการแสบและระคายเคืองตา
- ระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจ
- เป็นอันตรายต่อระบบประสาท
- ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

2 <u>ผลกระทบต่อการขับขี่ยานพาหนะ</u>

- ทำให้เกิดสภาพหมอกควัน บดบังทัศนวิสัยในการมองเห็น
- เกิดการอุดตันที่ช่องระบายไอเสียในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้ไอเสียระบายออกได้ลำบาก
- จังหวะการระบายไอเสียผิดไปจากเดิม
- เครื่องยนต์มีสมรรถนะต่ำ แรงม้าลดลง ต้องทำการซ่อมบำรุงบ่อย

1.2.10 มลพิษทางเสียง

1) แหล่งกำเนิด

แหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นปัญหามากที่สุดในเมือง คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ขนาดใหญ่ เครื่องยนต์ดีเซล เรือหางยาวและรถอื่นๆ ที่มีการดัดแปลงท่อไอเสีย

2) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยที่เกิดจากเสียง

- หูหนวกเฉียบพลัน เกิดจากการได้ยินเสียงดังมากๆ ทันที เช่น เสียงระเบิด

- หูหนวกชั่วคราวหรือหูหนวกถาวร เกิดจากการอยู่ในที่ที่มีเสียงดังมากเป็นเวลานานๆ
- รบกวนการพักผ่อนนอนหลับ
- ก่อให้เกิดความรำคาญและรบกวนการสื่อสารที่ใช้เสียง
- รบกวนการทำงานและประสิทธิภาพของการทำงานลดลง
- เกิดความเครียดและเสียสุขภาพจิต
- อาจเป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงและแผลในกระเพาะอาหาร

1.3 มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ

การปรับปรุงคุณภาพอากาศและเสียงในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เป็นผลมาจากการดำเนินมาตรการการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท เช่น ยานพาหนะ อุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดจากพื้นที่ เป็นต้น การดำเนินงานที่ผ่านมา ในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จึงถือเป็นมาตรการสำคัญที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศและเสียงให้ดีขึ้น โดยมีมาตรการการป้องกัน ควบคุม และแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงที่สำคัญดังนี้

1.3.1 มาตรการป้องกัน

1) การกำหนดมาตรฐานการระบายไอเสียจากยานพาหนะใหม่

การผลิตรถยนต์และรถบรรทุกในประเทศไทยได้นำมาตรฐานการระบายไอเสียของยุโรป มาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 โดยบังคับใช้มาตรฐานหลังจากที่บังคับใช้ในยุโรปประมาณ 2 - 5 ปี ส่งผลให้ยานพาหนะใหม่ในประเทศไทยมีการระบายมลพิษน้อยลงและมีประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมาตรฐานการระบายไอเสียจากยานพาหนะใหม่สำหรับรถยนต์และรถบรรทุกที่ประเทศไทยใช้อยู่ คือ มาตรฐาน EURO 2 ดังตารางที่ 1-2 ถึง ตารางที่ 1-4 ส่วนมาตรฐาน EURO 3 คาดว่าจะเริ่มบังคับใช้ในปี พ.ศ. 2547

ตารางที่ 1-2 มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่เครื่องยนต์เบนซิน

มาตรฐาน (เลขที่ มอก.)	เทียบเท่ามาตรฐาน	รถยนต์นั่งไม่เกิน 9 ที่นั่งและรถบรรทุกที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 3500 กก.						กำหนดวันบังคับใช้
		CO (กรัมต่อการทดสอบ)	HC + NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	NOx (กรัมต่อการทดสอบ)				
ระดับที่ 1 (1085 - 2535)	ECE 15-04	58 - 110	19 - 28	-				ไม่มีการประกาศบังคับใช้
		รถยนต์นั่งไม่เกิน 6 ที่นั่ง ที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 2500 กก.			รถยนต์นั่งเกิน 6 ที่นั่ง หรือที่ดัดแปลงมาจากรถยนต์บรรทุก หรือที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกเกิน 2500 กก. และรถยนต์บรรทุกเล็กที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 3500 กก.			
		CO (กรัมต่อการทดสอบ)	HC + NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	มวลอ้างอิง (R) (กิโลกรัม)	CO (กรัมต่อการทดสอบ)	HC + NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	
ระดับที่ 2 (1120 - 2538)	ECE R 83 (B)	25 - 45	6.5 - 15	3.5 - 6	-	58 - 110	19 - 28	30 มี.ค. 38
ระดับที่ 3 (1280 - 2538)	ECE R 83-01(B) หรือ EURO 1	2.72 (กรัมต่อกม.)	0.97 (กรัมต่อกม.)	-	-	58 - 110	19 - 28	24 มี.ค. 39
		CO (กรัมต่อกม.)	HC + NOx (กรัมต่อกม.)	NOx (กรัมต่อกม.)	มวลอ้างอิง (R) (กิโลกรัม)	CO (กรัมต่อกม.)	HC + NOx (กรัมต่อกม.)	
ระดับที่ 4 (1365 - 2539)	93/59/EEC หรือ EURO 1	2.72	0.97	-	≤ 1250	2.72	0.97	1 ม.ค. 40
					1250 < R ≤ 1700	5.17	1.40	
					> 1700	6.90	1.70	
ระดับที่ 5 (1440 - 2540)	94/12/EC หรือ EURO 2	2.2	0.5	-	≤ 1250	2.72	0.97	1 ม.ค. 42
					1250 < R ≤ 1700	5.17	1.40	
					≥ 1700	6.90	1.70	
ระดับที่ 6 (1870 - 2542)	96/69/EC หรือ EURO 2	2.2	0.5	-	≤ 1250	2.20	0.50	25 ส.ค. 44
					1250 < R ≤ 1700	4.00	0.60	
					≥ 1700	5.00	0.70	

ตารางที่ 1-3 มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

มาตรฐาน (เลขที่ มอก.)	เทียบเท่ามาตรฐาน	รถยนต์นั่งไม่เกิน 6 ที่นั่งที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 2500 กก.				รถยนต์นั่งเกิน 6 ที่นั่ง หรือที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกเกิน 2500 กก. รถยนต์บรรทุกเล็กและรถยนต์นั่งที่ดัดแปลงมาจาก รถยนต์บรรทุกที่มีมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 3500 กก.				กำหนดวันบังคับใช้
		CO (กรัมต่อการทดสอบ)	HC + NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	PM (กรัมต่อการทดสอบ)	NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	มวลอ้างอิง (R) (กิโลกรัม)	CO (กรัมต่อการทดสอบ)	HC + NOx (กรัมต่อการทดสอบ)	PM (กรัมต่อการทดสอบ)	
ระดับที่ 1 (1140 - 2536)	ECE R 83 (C)	30 - 45	8 - 15	-	6	-	58 - 110	19 - 28	-	29 ม.ค. 38
ระดับที่ 2 (1285 - 2538)	ECE R 83-01 (C) หรือ EURO 1	2.72 (กรัมต่อกม.)	0.97 (กรัมต่อกม.)	0.14 (กรัมต่อกม.)	-	-	58 - 110	19 - 28	-	23 ก.พ. 39
		CO (กรัมต่อกม.)	HC + NOx (กรัมต่อกม.)	PM (กรัมต่อกม.)	NOx (กรัมต่อกม.)	มวลอ้างอิง (R) (กิโลกรัม)	CO (กรัมต่อกม.)	HC + NOx (กรัมต่อกม.)	PM (กรัมต่อกม.)	
ระดับที่ 3 (1370 - 2539)	93/59/EEC หรือ EURO 1	2.72	0.97	0.14	-	≤ 1250	2.72	0.97	0.14	1 ม.ค. 40
						1250 < R ≤ 1700	5.17	1.40	0.19	
						≥ 1700	6.90	1.70	0.25	
ระดับที่ 4 (1435 - 2540)	94/12/EC หรือ EURO 2	1.0	0.7	0.08	-	≤ 1250	2.72	0.97	0.14	1 ม.ค. 42
						1250 < R ≤ 1700	5.17	1.40	0.19	
						≥ 1700	6.90	1.70	0.25	
ระดับที่ 5 (1875 - 2542)	96/69/EC หรือ EURO 2	1.0	0.7	0.08	-	≤ 1250	1.00	0.70	0.08	25 ส.ค. 44
						1250 < R ≤ 1700	1.25	1.00	0.12	
						≥ 1700	1.50	1.20	0.17	

ตารางที่ 1-4 มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถยนต์ใหม่ขนาดใหญ่เครื่องยนต์ดีเซล

มาตรฐาน (เลขที่ มอก.)	เทียบเท่ามาตรฐาน	รถยนต์และรถบรรทุกที่มีมวลมากกว่า 3500 กก.				กำหนดวันบังคับใช้
		CO (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	HC (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	NOx (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	PM (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	
ระดับที่ 1 (1180 - 2536)	ECE R 49-01	11.2	2.4	14.4	-	ไม่มีการประกาศบังคับใช้
		รถยนต์นั่งเกิน 9 ที่นั่งและรถบรรทุกที่มีมวลมากกว่า 3500 กก.				
		CO (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	HC (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	NOx (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	PM (กรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	
ระดับที่ 2 (1290 - 2538)	91/542(A)/EEC หรือ EURO 1	4.5	1.1	8	0.36	12 พ.ค. 41
ระดับที่ 3 (1295 - 2538)	91/542(B)/EEC หรือ EURO 2	4	1.1	7	0.15	23 พ.ค. 43

สำหรับรถจักรยานยนต์ไม่ได้นำมาตรฐานของยุโรปมาใช้ เนื่องจากรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยมีความแตกต่างและมีจำนวนมากกว่าที่ใช้ในยุโรปมาก ดังนั้น การผลิตรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยจึงใช้มาตรฐานของประเทศไต้หวันที่มีความเข้มงวดสูงกว่าของยุโรป ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตรถจักรยานยนต์เปลี่ยนแปลงการผลิตให้มีความเข้มงวดมากขึ้น ส่งผลให้เปลี่ยนการผลิตรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ มาเป็นรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ โดยในปี พ.ศ. 2544 มากกว่าร้อยละ 80 ของรถจักรยานยนต์ที่ผลิตใหม่ในประเทศไทยเป็นแบบ 4 จังหวะ ปัจจุบันมาตรฐานมลพิษจากรถจักรยานยนต์ได้มีการบังคับใช้มาตรฐานระดับที่ 4 ตั้งแต่วันที่ 30 กรกฎาคม 2544 ดังตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1-5 มาตรฐานการระบายไอเสียจากรถจักรยานยนต์ใหม่

<table>
<tr><th rowspan="2">มาตรฐาน
(เลขที่ มอก.)</th><th rowspan="2">เทียบเท่า
มาตรฐาน</th><th colspan="2">รถจักรยานยนต์ที่
ใช้เครื่องยนต์สองจังหวะ</th><th colspan="2">รถจักรยานยนต์ที่ใช้
เครื่องยนต์สี่จังหวะ</th><th rowspan="2">กำหนด
วันบังคับใช้</th></tr>
<tr><th>CO
(กรัมต่อกม.)</th><th>HC
(กรัมต่อกม.)</th><th>CO
(กรัมต่อกม.)</th><th>HC
(กรัมต่อกม.)</th></tr>
<tr><td>ระดับที่ 1
(1105 - 2535)</td><td>ECE R 40-00</td><td>16 - 40</td><td>10 - 15</td><td>25 - 50</td><td>7 - 10</td><td>10 ส.ค. 36</td></tr>
<tr><td>ระดับที่ 2
(1185 - 2536)</td><td>ECE R 40-01</td><td>12.8 - 32</td><td>8 - 12</td><td>17.5 - 35</td><td>4.2 - 6</td><td>15 มี.ค. 38</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td colspan="4">รถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สองและสี่จังหวะ</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">CO
(กรัมต่อกม.)</td><td colspan="2">HC
(กรัมต่อกม.)</td></tr>
<tr><td>ระดับที่ 3
(1360 - 2539)</td><td>-</td><td colspan="2">13</td><td colspan="2">5</td><td>1 ก.ค. 40</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>CO
(กรัมต่อกม.)</td><td>HC+NOx
(กรัมต่อกม.)</td><td>White Smoke
(ร้อยละ)</td><td>Evaporative
(กรัมต่อการทดสอบ)</td><td></td></tr>
<tr><td>ระดับที่ 4
(1650 - 2541)</td><td>-</td><td>4.5</td><td>3</td><td>15 (1)</td><td>2 (2)</td><td>30 ก.ค. 44</td></tr>
</table>

(1) เฉพาะรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สองจังหวะ

(2) เฉพาะรถจักรยานยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบเกิน 150 ซีซี

2) การกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษสำหรับรถเก่าหรือรถใช้งาน

กรมควบคุมมลพิษ ได้ดำเนินการกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษที่ระบายออกจากรถใช้งาน ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (เดิม) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบสภาพรถยนต์ ในการปรับแต่งและบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง การตรวจสภาพรถประจำปี ตลอดจนการตรวจสอบและตรวจจับยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐานริมเส้นทางจราจร ดังตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1-6 มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษจากรถใช้งาน

ประเภทรถ	มลพิษ	ค่ามาตรฐาน	เครื่องมือ	วิธีการตรวจวัด
รถยนต์ดีเซล	ควันดำ	50%	เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง	ตรวจวัดขณะรถยนต์จอดอยู่กับที่ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง
		45%	เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง	
		40%	เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง	ตรวจวัดขณะรถยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบที่ความเร็วรอบร้อยละ 60 ของความเร็วรอบที่ให้กำลังสูงสุด
		35%	เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง	
	ระดับเสียง	100 dBA	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC (International Electrotechnical Commission)	ตรวจวัดขณะรถยนต์จอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบสูงสุด ไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงทำมุม 45° ที่ระยะห่าง 0.5 เมตร จากปลายท่อไอเสีย
รถยนต์เบนซิน - จดทะเบียนก่อน 1 พ.ย. 36	CO HC	4.5% 600 ppm	เครื่องมือวัดก๊าซ CO และ HC ระบบ NDIR (Non-Dispersive Infrared)	ตรวจวัดขณะรถยนต์จอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ เครื่องยนต์เดินเบา
- จดทะเบียนตั้งแต่ 1 พ.ย. 36	CO HC	1.5% 200 ppm		
ทุกประเภท	ระดับเสียง	100 dBA	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC (International Electrotechnical Commission)	ตรวจวัดขณะรถยนต์จอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 3/4 ของความเร็วรอบสูงสุด ไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงทำมุม 45° ที่ระยะห่าง 0.5 เมตร จากปลายท่อไอเสีย
รถจักรยานยนต์และรถสามล้อเครื่อง	CO HC	4.5% 10,000 ppm	เครื่องมือวัดก๊าซ CO และ HC ระบบ NDIR (Non-Dispersive Infrared)	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ เครื่องยนต์เดินเบา
	ควันขาว	30%	เครื่องมือวัดควันระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนถึงความเร็วรอบ 3/4 ของความเร็วรอบ ที่ให้กำลังสูงสุด
	ระดับเสียง	100 dBA	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC (International Electrotechnical Commission)	• ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบต่างๆ ดังนี้ - 1/2 ของความเร็วรอบสูงสุด ในกรณีที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูงสุดเกินกว่า 5,000 รอบต่อนาที - 3/4 ของความเร็วรอบสูงสุด ในกรณีที่เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูงสุดไม่เกิน 5,000 รอบต่อนาที • ไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงทำมุม 45° ที่ระยะห่าง 0.5 เมตร จากปลายท่อไอเสีย

3) มาตรการด้านน้ำมันเชื้อเพลิง

1 <u>การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง</u>

คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย มีคุณภาพดีเป็นอันดับต้นๆ ในแถบเอเชีย น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วถูกนำมาใช้ในกรุงเทพมหานครครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 และได้เพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสามารถทดแทนน้ำมันที่มีสารตะกั่วได้ทั้งหมดในปลายปี พ.ศ. 2539 ปริมาณเบนซีนและสารอะโรมาติกถูกจำกัดไม่ให้เกินร้อยละ 3.5 และ 35 โดยปริมาตร ตามลำดับ กำมะถันถูกลดปริมาณลงจากไม่เกินร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก เป็นไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก ในปี พ.ศ. 2545 และในอนาคตมีแผนที่จะลดกำมะถันในน้ำมันเบนซินให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.015 และ 0.005 โดยน้ำหนักตามลำดับ

อุณหภูมิการกลั่นของน้ำมันดีเซลลดลงจาก 370 องศาเซลเซียส เป็น 357 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ. 2535 ปริมาณกำมะถันถูกลดลงจากไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เป็นไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ในปี พ.ศ. 2536 และ ไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก ในปี พ.ศ. 2542 ตามลำดับ และมีแผนที่จะลดลงให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.035 โดยน้ำหนัก ในปี พ.ศ. 2547 และให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนักในอนาคต

2 <u>การควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน</u>

การควบคุมไอระเหยจากน้ำมันเบนซิน เป็นมาตรการตัวอย่างของประเทศไทยที่เป็นมาตรการในด้านการป้องกันปัญหามลพิษที่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต คือ ปัญหาก๊าซโอโซน โดยระดับการควบคุมไอระเหยประกอบด้วย

1. ระดับที่ 1 (Stage 1) ควบคุมไอระเหยของน้ำมันเบนซินที่คลังน้ำมัน และรถบรรทุกน้ำมัน โดยการติดตั้งอุปกรณ์ระดับที่ 1 ในคลังน้ำมัน และรถบรรทุกน้ำมันเบนซิน คือ

- สถานีบริการน้ำมันที่ตั้งใหม่ในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการให้ติดตั้งทันที ส่วนสถานีที่ตั้งก่อนหน้านี้ให้ติดตั้งให้แล้วเสร็จภายในวันที่ 1 มกราคม 2543
- ในเขตจังหวัดอื่นๆ กำหนดการบังคับใช้ตามสภาพความรุนแรงของปัญหา

2. ระดับที่ 2 (Stage 2) ควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินที่สถานีบริการน้ำมันที่หัวจ่ายน้ำมันลงรถยนต์ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ระดับที่ 2 กำหนดมาตรการ ดังนี้

- ในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ สำหรับสถานีบริการน้ำมันริมถนนกว้าง 8 - 12 เมตร และสถานีบริการน้ำมันใต้อาคาร ให้ติดตั้งทันที สำหรับสถานีบริการน้ำมันริมถนนกว้างตั้งแต่ 12 เมตร จะกำหนดบังคับต่อไป
- ในเขตจังหวัดอื่นๆ กำหนดการบังคับใช้ตามสภาพความรุนแรงของปัญหา

4) การกำหนดมาตรฐานท่อไอเสีย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อไอเสียของรถยนต์ (มอก. 340-2528) และของรถจักรยานยนต์ (มอก. 341-2528) โดยระดับเสียงดังสูงสุดที่ออกจากท่อไอเสียที่ประกอบเข้ากับรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่จะใช้ประกอบในสภาพใช้งานปกติ ในขณะที่ยานพาหนะอยู่กับที่ ต้องไม่เกิน 100 dBA

1.3.2 มาตรการควบคุม

1) การตรวจสอบสภาพยานพาหนะ

การตรวจสภาพยานพาหนะประจำปี มีความสำคัญในการควบคุมดูแลรถที่ระบายไอเสียไม่ได้มาตรฐาน หรือระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนด เพราะยานพาหนะเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดมลพิษปริมาณมาก และควรได้รับการซ่อมบำรุงที่ถูกต้อง ผู้ซ่อมและประกอบกิจการด้านนี้ก็จะมีความเอาใจใส่ในการควบคุมมลพิษมากขึ้น มิฉะนั้นยานพาหนะก็จะไม่ผ่านการตรวจสภาพ

การตรวจสอบสภาพยานพาหนะตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก ปัจจุบันดำเนินการโดยกรมการขนส่งทางบก โดยมีการตรวจสภาพยานพาหนะประเภทรถโดยสาร (สาธารณะ) และรถบรรทุกเป็นประจำทุกปี ส่วนรถรับจ้างสาธารณะและรถสามล้อรับจ้าง จะตรวจสภาพปีละ 2 หรือ 3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับอายุของรถนั้นๆ โดยหากไม่ผ่านมาตรฐานที่กำหนดจะต้องนำไปซ่อมและมาตรวจสภาพใหม่ สำหรับรถยนต์ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ ได้แก่ รถยนต์นั่งและรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์ ปัจจุบันดำเนินการโดยสถานตรวจสภาพรถเอกชน (ตรอ.) โดยรอบระยะเวลาการตรวจสภาพจะขึ้นอยู่กับประเภทของรถ เช่น รถยนต์ที่มีอายุเกิน 7 ปีขึ้นไป และรถจักรยานยนต์ที่มีอายุเกิน 5 ปีขึ้นไป จะต้องทำการตรวจสภาพรถก่อนเสียภาษีต่ออายุทะเบียนประจำปี เป็นต้น โดยในปี พ.ศ. 2545 กรมการขนส่งทางบก ได้ให้ใบอนุญาตจัดตั้งสถานตรวจสภาพรถเอกชน รวมทั้งสิ้น 1,856 แห่ง แบ่งเป็น ในเขตกรุงเทพมหานคร 184 แห่ง ต่างจังหวัด 1,392 แห่ง และอยู่ในระหว่างการจัดตั้งทั่วประเทศอีก 280 แห่ง

2) การตรวจสอบและตรวจจับยานพาหนะ

มาตรการด้านการตรวจสอบและตรวจจับยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐาน เป็นการกวดขันควบคุมยานพาหนะที่อยู่ในระหว่างการใช้งานบนเส้นทางจราจรไม่ให้มีปริมาณมลพิษเกินมาตรฐาน ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับกฎหมายหลายฉบับ ได้แก่ พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 16 พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 และพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกำหนดแผนการดำเนินงานร่วมกัน ในการกวดขันดำเนินการตรวจสอบและตรวจจับยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐาน และการห้ามใช้ยานพาหนะที่มีมลพิษเกินมาตรฐานริมเส้นทางจราจร

3) การแก้ไขปัญหามลพิษจากรถโดยสารประจำทาง

1 การให้บริการตรวจวัดมลพิษทางอากาศและเสียงจากรถโดยสารของ ขสมก. และรถโดยสารร่วมบริการ โดยกรมควบคุมมลพิษ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะมีการติดตามผลการแก้ไขปรับปรุงซ่อมบำรุงของ ขสมก. และบริษัทรถร่วม ขสมก. ต่างๆ เป็นระยะๆ

2 การกำหนดให้รถโดยสารประจำทางที่จะจัดซื้อใหม่ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ และของเอกชน ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EURO 2 รถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ที่จะจัดซื้อใหม่หรือเครื่องยนต์ที่จะนำมาเปลี่ยนในรถโดยสารประจำทางที่ใช้งานอยู่ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EURO 2 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2540 เป็นต้นไป และรถโดยสารประจำทางปรับอากาศที่จะจัดซื้อใหม่ของเอกชนที่ประสงค์จะเข้าร่วมเดินรถโดยสารประจำทางปรับอากาศร่วมกับ ขสมก. ต้องมีมาตรฐานไอเสียเป็นไปตามมาตรฐาน EURO 2 ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2541

4) การตรวจวัดมลพิษทางอากาศและเสียงจากรถราชการ

สำนักนายกรัฐมนตรี ได้มีการออกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยรถราชการ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2538 เพิ่มเติมระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยรถราชการ พ.ศ. 2523 ข้อ 18 ทวิ ที่กำหนดให้มีการตรวจสอบมลพิษของรถราชการอย่างน้อยทุกระยะ 6 เดือน หรือทุกระยะทาง 15,000 กิโลเมตร แล้วแต่อย่างใดจะถึงก่อน และตรวจสอบภายหลังการซ่อมบำรุงเกี่ยวกับระบบการทำงานของเครื่องยนต์ทุกครั้ง

5) การปรับปรุงระบบขนส่งมวลชน

การลดปัญหาการจราจรติดขัดเพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการเดินรถและลดระยะทางการเดินทาง มีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศในเมืองใหญ่ทุกเมือง มาตรการการจัดการด้านการขนส่งถูกนำมาใช้เพื่อรองรับการขยายตัวอย่างรวดเร็วของปัญหาจราจรที่ส่งผลต่อเนื่องถึงปัญหามลพิษทางอากาศ ระบบขนส่งที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2543 คือ ระบบรถไฟลอยฟ้าที่มีผู้ใช้ถึงร้อยละ 10 ของผู้ที่เคยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมาก่อน ส่วนอีกระบบ คือ รถไฟฟ้าใต้ดิน ที่คาดว่าจะเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งจะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรในปัจจุบันและส่งผลต่อเนื่องในการช่วยลดการระบายมลพิษจากยานพาหนะในที่สุด

1.3.3 มาตรการเสริมอื่นๆ

1) ห้องปฏิบัติการตรวจวัดปริมาณมลพิษจากยานพาหนะ

กรมควบคุมมลพิษ ได้จัดสร้างอาคารห้องปฏิบัติการตรวจวัดปริมาณมลพิษจากยานพาหนะ ตั้งอยู่ที่บริเวณคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์วิเคราะห์ตรวจสอบปริมาณมลพิษทางอากาศในไอเสียของรถยนต์ 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์เบนซิน รถยนต์ดีเซลเล็ก และรถยนต์ดีเซลใหญ่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ปัญหามลพิษ ติดตามตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ติดตามตรวจสอบปริมาณการระบายมลพิษในไอเสียจากรถยนต์ประเภทต่างๆ การศึกษาวิจัยพัฒนารูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมในการลดมลพิษจากรถยนต์ ตลอดจนเป็นสถานที่ในการตรวจสอบและรับรองคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2) มาตรการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะที่มีมลพิษต่ำหรือไร้มลพิษ

1 การสนับสนุนการใช้เชื้อเพลิงสะอาดกับยานพาหนะ คือ ก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถผลิตได้ในประเทศ เริ่มใช้กับรถโดยสารประจำทางของ ขสมก. จำนวน 82 คัน ในปี พ.ศ. 2535 และจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต นอกจากนี้ ยังมีการสนับสนุนให้รถแท็กซี่หันมาใช้ก๊าซธรรมชาติแทนน้ำมันเบนซิน ซึ่งรถแท็กซี่หลายร้อยคันได้ใช้ก๊าซธรรมชาติและในอนาคตจะเพิ่มจำนวนขึ้นอีกเพื่อแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง

2 โครงการสาธิตติดตั้งใช้งานเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ปริมาณมลพิษต่ำ (EURO 2) กับรถโดยสารประจำทาง ซึ่งเป็นการดำเนินการร่วมกันของกรมควบคุมมลพิษ โครงการความร่วมมือไทยและสหรัฐ (USTDP) บริษัท Perkin International จำกัด บริษัท ธนบุรีบัสบอดี้ จำกัด การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย และองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ดำเนินการทดลองติดตั้งใช้งานเครื่องยนต์ดีเซล EURO 2 กับรถโดยสาร และทดลองวิ่งทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่า รถโดยสารที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มาตรฐาน EURO 2 สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและระบายมลพิษน้อยกว่ารถโดยสารที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มาตรฐาน EURO 1 และรถโดยสารธรรมดา ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มาตรฐานต่ำกว่า EURO 1

3 โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนายานพาหนะที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน ได้แก่ รถสามล้อไฟฟ้า (ตุ๊ก-ตุ๊กไฟฟ้า) รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และรถเมล์ไฟฟ้า โดยเป็นการนำเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาสำเร็จแล้วระดับหนึ่งจากต่างประเทศมาศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการใช้งานเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงในเขตกรุงเทพมหานคร รวมทั้งได้มีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมศุลกากร กรมสรรพสามิต และกรมการขนส่งทางบก เป็นต้น เพื่อกำหนดมาตรการสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟฟ้าทดแทนรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

4 โครงการทดสอบประสิทธิภาพและเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากไอเสียรถยนต์ "Volvo 850 Bi-fuel" ซึ่งเป็นรถยนต์ที่มีมลพิษต่ำ สามารถใช้เชื้อเพลิงได้ 2 ชนิด คือ ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเบนซิน โดยได้รับการสนับสนุนรถยนต์คันดังกล่าวจาก บริษัท วอลโว่ (ประเทศไทย) จำกัด และก๊าซธรรมชาติ จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

ถึงแม้ว่าการดำเนินมาตรการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพอากาศและเสียงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่ปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครก็ยังคงปรากฏอยู่และจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ฝุ่นขนาดเล็กยังเป็นปัญหาที่พบในบริเวณที่มีการจราจรติดขัดกลางใจเมือง ส่วนบริเวณชานเมืองที่อยู่ในทิศใต้ลมยังประสบปัญหาของระดับก๊าซโอโซนที่สูง ดังนั้น การแก้ปัญหาปริมาณฝุ่นขนาดเล็กและก๊าซโอโซน จำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

การมีส่วนร่วมและความรับผิดชอบจากประชาชนเป็นส่วนสำคัญในการจัดการและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่ตระหนักถึงปัญหามลพิษเป็นอย่างดี แต่ยังมีส่วนร่วมในการควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษน้อยมาก ดังนั้นประชาชนต้องมีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการลดการระบายมลพิษ เช่น การมีส่วนร่วมโดยการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน การหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชนที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ การนำรถไปตรวจสภาพอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนการดูแลและบำรุงรักษารถของตนเองอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ โดยเฉพาะรถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. และรถมินิบัส ที่มีการระบายมลพิษสูงกว่ารถประเภทอื่น ดังนั้น การมีส่วนร่วมของผู้ประกอบการเดินรถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. และประชาชนในการให้ความเอาใจใส่ในการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ จะช่วยให้การระบายมลพิษออกสู่บรรยากาศลดลงอย่างมาก ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว

บทที่ 2
การปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

การปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการลดมลพิษและประหยัดพลังงานนั้น ช่างเทคนิคจะต้องมีความรู้พื้นฐานทั้งด้านการทำงานของเครื่องยนต์ กลไกการเกิดมลพิษและการลดมลพิษจากรถยนต์ ตลอดจนเทคนิคและวิธีการปรับแต่งเครื่องยนต์ที่ถูกต้อง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดมลพิษและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ในระยะยาวอีกด้วย

2.1 ประวัติและวิวัฒนาการเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ คือ เครื่องต้นกำลังประเภทสันดาปภายใน เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล มีบทบาทสำคัญทั้งในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน คือ รถยนต์โดยสาร รถยนต์นั่ง รถบรรทุก เรือยนต์ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น มีการวิวัฒนาการต่อเนื่องกันมาหลายยุคหลายสมัยนับเป็นร้อยปีมาแล้ว มีทั้งที่นำมาใช้งานแทนกำลังคนได้และที่เป็นเอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ใช้งานจริงยังไม่ได้ เพื่อเป็นเกียรติแก่เจ้าของผลงาน จึงเรียกผลสำเร็จนั้นตาม ชื่อเจ้าของผลงาน ผลงานที่ได้ออกแบบพัฒนาและผลิตใช้งานที่ควรรู้จักคือ เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

ปี พ.ศ. 2440 Mr. Rudolf Diesel วิศวกรชาวเยอรมัน ผู้จัดการโรงงานน้ำแข็ง ใช้ทฤษฎีเครื่องทำน้ำเย็นด้วยแอมโมเนียประยุกต์กับการพัฒนาเครื่องยนต์ คือใช้คอมเพรสเซอร์อัดอากาศผสมน้ำมันจนร้อนจัด ถึงระดับที่น้ำมันนั้นสามารถจุดติดไฟได้ด้วยความร้อนที่เกิดขึ้นจากการอัดตัวของอากาศนั้น โดยไม่ต้องใช้ไฟจุดระเบิดเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน

Mr. Rudolf Diesel ได้ทดลองใช้ถ่านหินป่นเป็นเชื้อเพลิง แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เพราะเป็นเชื้อเพลิงแห้งป้อนยาก ควบคุมการเผาไหม้ยาก ดีเซลต้องการให้เครื่องยนต์ร้อนที่สุด เพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ได้ดี จึงออกแบบเครื่องยนต์ใหม่ โดยใช้กระบอกสูบที่ไม่มีการระบายความร้อนก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเช่นกัน

ปี พ.ศ. 2438 Mr. Rudolf Diesel ใช้ระบบฉีดอากาศความดันสูง (Air Injection) ใช้ความดันฉีดประมาณ 35 บาร์ เข้าไปในคอมเพรสเซอร์ ตำแหน่งลูกสูบอยู่ศูนย์ตายบน ฉีดน้ำมันเข้าผสมอากาศในกระบอกสูบที่มีความร้อนสูง เกิดการเผาไหม้ ก๊าซขยายตัวในกระบอกสูบสูงประมาณ 40 บาร์ เพื่อผลักดันลูกสูบลงต่ำ (ได้ทฤษฎีเครื่องยนต์ความดันคงที่)

ปีต่อมา ดีเซลได้ดัดแปลงเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะของอ๊อตโตตามแนวความคิดของเขาเอง ให้เครื่องยนต์ดูดอากาศเปล่าเข้าในกระบอกสูบ อัดมีความดันสูงถึง 35 บาร์ ใช้หัวฉีดน้ำมันความดันสูงแทนหัวเทียนที่ฝาสูบ เพื่อให้ฉีดน้ำมันกระจายในห้องเผาไหม้ โดยใช้ความดันฉีดสูงกว่าความดันอากาศที่ถูกอัดในห้องเผาไหม้ คือความดันฉีดไอดี 55 บาร์ ช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น

เครื่องยนต์ยุคแรกใช้ระบบฉีดความดันสูง เป็นเครื่องยนต์ความเร็วรอบต่ำและใช้เชื้อเพลิงได้หลายประเภท การพัฒนาต่อเนื่องหลายปี บริษัท บ๊อช (BOSCH) ของเยอรมันได้ออกแบบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่คอลูกปั๊ม ส่งน้ำมันให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันเข้าในห้องเผาไหม้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เครื่องยนต์ในยุคนั้น มุ่งผลิตใช้ในเรือเดินทะเล โรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าแทนเครื่องจักรไอน้ำ เป็นเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ น้ำหนักมาก เทอะทะ ประเทศอุตสาหกรรมในยุโรปและอเมริกาแข่งขันการผลิตมากขึ้น การพัฒนาอุตสาหกรรมในสาขาต่างๆ จึงเจริญรุ่งเรืองอย่างรวดเร็ว มีการนำพลังงานขึ้นใช้ทดแทนกำลังมนุษย์อย่างกว้างขวางโดยไม่หยุดยั้ง อาจกล่าวได้ว่า ความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อประมาณ 100 ปี ยังเป็นพื้นฐานการออกแบบพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงมาก

โรงไฟฟ้าและยานพาหนะทั้งทางบกทางน้ำของไทย ได้รับผลกระทบจากภัยสงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2487) เครื่องต้นกำลังที่เป็นเครื่องจักรไอน้ำเสียหายมาก จึงต้องสั่งเครื่องยนต์ดีเซลเข้ามาใช้แทนเครื่องจักรไอน้ำ ไม่ต้องใช้ฟืน ลดการตัดไม้ทำลายป่าลงได้ ลดความสกปรกและลดพื้นที่บรรทุกเชื้อเพลิงเพราะน้ำมันไม่ต้องการพื้นที่เท่ากับฟืนหรือถ่าน

หลังปี พ.ศ. 2502 มีการเปลี่ยนแปลงมาก รถโดยสาร และรถบรรทุกใหญ่เปลี่ยนใช้เครื่องยนต์ดีเซลกันมาก รถยนต์นั่งของเบนซ์ (Benz) และของอีซูซุ (Isuzu) บางรุ่นใช้เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ ราวปี พ.ศ. 2520 รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ และรถยนต์นั่งเกิน 7 คน ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมากขึ้น ยานยนต์ต่างๆ นิยมใช้เครื่องยนต์ดีเซลมากขึ้น แม้เครื่องยนต์มีเสียงดังและราคาแพงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน แต่ราคาน้ำมันดีเซลถูกกว่าน้ำมันเบนซิน เมื่อคิดค่าโสหุ้ยการใช้งานระยะยาว ใช้เครื่องยนต์ดีเซลถูกกว่าเครื่องยนต์เบนซิน สามารถแบ่งเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก หมายถึง เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ขนย้ายด้วยกำลังยกหามกันได้ เริ่มใช้กันแพร่หลายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 ใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงคนและสัตว์ ตามความเจริญก้าวหน้าทั้งการขนส่ง การเกษตร และอุตสาหกรรม เพราะน้ำมันดีเซลถูกกว่าน้ำมันเบนซินนั่นเอง ใช้งานได้ต่อเนื่องทั้งกลางวันกลางคืน ไม่เหมือนใช้แรงคนหรือสัตว์

2.1.2 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง

ปัจจุบันรถบรรทุกตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงใหญ่สุด ใช้เครื่องยนต์ดีเซลทั้งนั้น รถบรรทุกเก่าอายุ 30 - 40 ปี แต่เดิมใช้เครื่องยนต์เบนซินเปลี่ยนเป็นเครื่องยนต์ดีเซล แม้แต่รถนั่งเกิน 7 คน รถตู้โดยสารไม่เกิน 15 คน ก็ใช้เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบกันมาก

รถแทรกเตอร์และรถไฟ ต่างใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาแต่เดิมแล้ว เพราะไม่ได้คำนึงถึงน้ำหนักเครื่องยนต์และเสียงดังรบกวน แต่คำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์มากกว่า คือ ราคาน้ำมันนั่นเอง

2.1.3 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ หมายถึงเครื่องยนต์เรือเดินทะเล หรือเครื่องยนต์ดีเซลในอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนโดยตรง หรือใช้เป็นเครื่องปั่นไฟฟ้า โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่อยู่ห่างเส้นทางไฟฟ้าแรงสูงผ่านอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในป่าลึก เครื่องยนต์ดีเซลใหญ่ เป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะความเร็วรอบต่ำ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล MAN ขนาด 10 สูบ 9160 kW

2.2 ชนิดของเครื่องยนต์

การใช้งานของเครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันนี้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานให้เหมาะสมกับสภาพเครื่องยนต์ ดังนั้น จึงจัดแบ่งประเภทของเครื่องยนต์ดีเซลทั่วๆ ไป คือ

2.2.1 แบ่งตามประเภทการเผาไหม้ (Type of Combustion)

โดยทั่วๆ ไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ

1) เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก (External Combustion Engine) ได้แก่ เครื่องจักรไอน้ำ (Steam Engine) เป็นต้น

2) เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine) ได้แก่ เครื่องยนต์เบนซิน (Gasoline Engine) เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) เครื่องยนต์แวงเกิล (Wankel Engine) เป็นต้น

2.2.2 แบ่งตามจังหวะการทำงาน (Stroke Cycle)

1) 4 จังหวะ (4-Stroke Cycle)

2) 2 จังหวะ (2-Stroke Cycle)

2.2.3 แบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ (Fuel Type)

1) ประเภทน้ำมันเบา (Gasoline Engine)

2) ประเภทน้ำมันหนัก (Diesel Engine)

3) ประเภทก๊าซ (Gas Engine)

2.2.4 แบ่งตามวิธีการจุดระเบิด (Type of Ignition)

1) จุดระเบิดโดยใช้ประกายไฟจากหัวเทียน (S.I. Engine)

2) จุดระเบิดโดยใช้ความร้อนจากการอัดอากาศ (C.I. Engine)

2.2.5 แบ่งตามวิธีลักษณะการเผาไหม้ (Combustion Process)

1) ปริมาตรคงที่ (Constant Volume) ได้แก่ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

2) ความดันคงที่ (Constant Pressure) ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล

3) ปริมาตรและความดันคงที่ (Constant Volume and Pressure) ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล

2.2.6 แบ่งตามประเภทความเร็ว (Operating Speed)

1) ความเร็วต่ำ (Low Speed)

2) ความเร็วปานกลาง (Medium Speed)

3) ความเร็วสูง (High Speed)

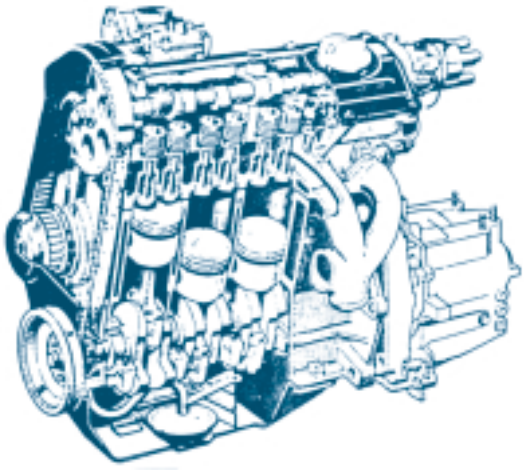
2.2.7 แบ่งตามลักษณะของแก๊สที่กระทำต่อพื้นที่ (Acting Area)

1) กระทำด้านเดียว (Single Acting) มีทั้ง 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ

2) กระทำทั้งสองด้าน (Double Acting) มีเฉพาะ 2 จังหวะเท่านั้น

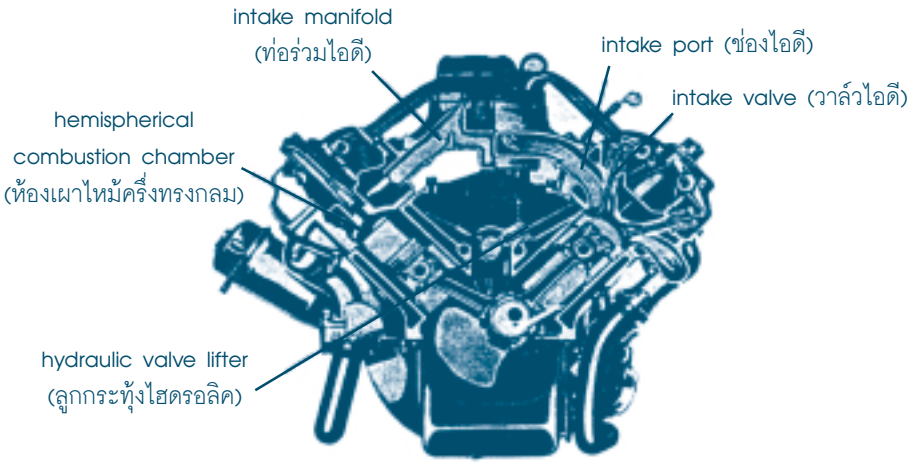
2.2.8 แบ่งตามลักษณะการจัดวางสูบ ดังนี้

1) แบบสูบตั้งเรียง (Inline)



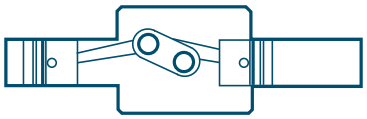
รูปที่ 2-1 แบบสูบตั้งเรียง

2) แบบสูบตัววี (V)



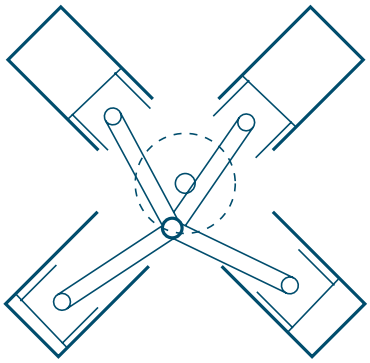
รูปที่ 2-2 แบบสูบตัววี

3) แบบสูบนอน (Flat)



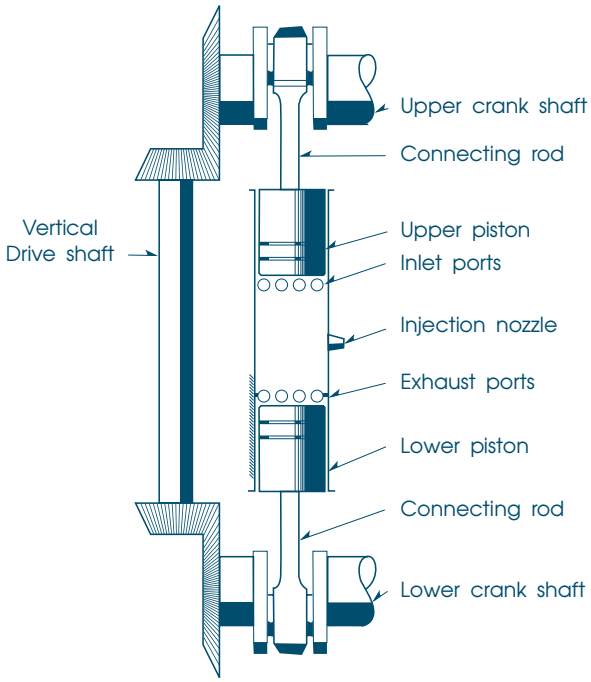
รูปที่ 2-3 แบบสูบนอน

4) แบบสูบดาว (Radial)



รูปที่ 2-4 แบบสูบดาว

5) แบบสูบตรงข้าม (Opposed-Piston Action)



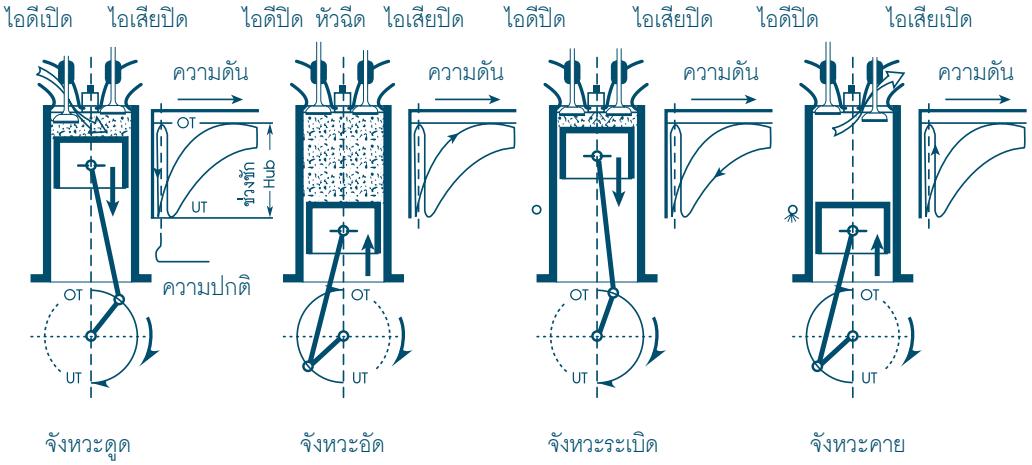
รูปที่ 2-5 แบบสูบตรงข้าม

2.3 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

ในการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ในหนึ่งกลวัตรหรือหนึ่งรอบการทำงาน จะแบ่งออกเป็นจังหวะดูด-อัด-ระเบิด-คาย ซึ่งแบ่งเครื่องยนต์ดีเซลตามรอบการทำงานออกเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ และเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

2.3.1 เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ เครื่องยนต์หมุน 2 รอบ 720° นั้นคือลูกสูบเลื่อนขึ้น 2 ครั้ง ลง 2 ครั้ง รวม 4 ครั้ง (4-Stroke) ครบรอบการทำงาน (Cycle) จึงเรียกว่าเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (4-Stroke Cycle) ดังรูปที่ 2-6



จังหวะดูด (Intake Stroke)	ลิ้นไอดีเปิด ลูกสูบเลื่อนลงดูดอากาศ TDC - BDC
จังหวะอัด (Compression Stroke)	ลิ้นทั้งสองปิด ลูกสูบเลื่อนขึ้นอัดอากาศจาก BDC -TDC ก่อน TDC เล็กน้อย หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมา
จังหวะระเบิด (Power Stroke)	เกิดการลุกไหม้ ผลักดันหัวลูกสูบ ทำให้ลูกสูบเลื่อนลงสู่ BDC
จังหวะคาย (Exhaust Stroke)	ลิ้นไอเสียเปิด ลูกสูบเลื่อนจาก BDC - TDC เพื่อไล่ไอเสีย

รูปที่ 2-6 กลวัตรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

1) หลักการทำงานเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

จังหวะดูด

จังหวะดูด กำหนดให้เป็นจังหวะที่ 1 จังหวะนี้ลิ้นไอดีเปิดตั้งแต่ลูกสูบอยู่ศูนย์ตายบนเพลาข้อเหวี่ยงหมุนพาลูกสูบลงสู่ศูนย์ตายล่าง

ดูดอากาศเข้าเครื่อง เครื่องยนต์ดีเซลดูดอากาศเปล่า ๆ ที่ผ่านไส้กรองอากาศแล้วเข้าไปในกระบอกสูบ เรียกว่า ไอดี

แรงดูดอากาศ ขณะลูกสูบเคลื่อนที่ลง ปริมาตรในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น เกิดสูญญากาศทันที

สิ้นสุดจังหวะดูด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงศูนย์ตายล่าง ลิ้นไอดีจะปิดทันที กระบอกสูบได้รับการบรรจุด้วยอากาศจนเต็ม

จังหวะอัด

จังหวะอัดจะกำหนดให้เป็นจังหวะที่ 2 ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดีและไอเสียปิดสนิท ไอดีภายในกระบอกสูบถูกอัดให้มีปริมาณเล็กลง ประมาณ 16 : 1 ถึง 23 : 1 เรียกว่า "อัตราส่วนการอัด"

ความดันสูง ไอดีที่ถูกอัดให้มีปริมาณเล็กลง จะมีความดันสูง 30 ถึง 40 บาร์

อุณหภูมิสูง ไอดีที่ถูกอัด เกิดการเสียดสีระหว่างอนูอากาศ ไอดีจึงร้อนขึ้นเป็น 600 ˚C ถึง 700 ˚C

จังหวะระเบิด

จังหวะระเบิด กำหนดให้เป็นจังหวะที่ 3 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ประมาณ 2000 ˚C ถึง 2500 ˚C ทำให้แก๊สขยายตัวดันลูกสูบลงล่างประมาณ 50 ถึง 75 บาร์

การเผาไหม้ หลังการฉีดน้ำมันเข้าไปผสมไอดีประมาณ 0.001 วินาที ไม่เกิน 0.002 วินาที จึงจะเกิดการเผาไหม้ขึ้น ช่วงเวลานี้เป็นคุณสมบัติน้ำมันดีเซลอย่างหนึ่ง เรียกว่า เวลาถ่วงจุดระเบิด (Ignition lag) คือ นับจากเริ่มฉีดไปจนถึงเริ่มติดไฟ เพื่อให้น้ำมันดีเซลระเหยเป็นไอผสมกับอากาศให้สมบูรณ์เสียก่อนจึงเผาไหม้

จังหวะคาย

จังหวะคาย กำหนดให้เป็นจังหวะที่ 4 เป็นจังหวะที่ต้องขับไล่ไอดีที่เผาไหม้แล้ว เรียกว่า "ไอเสีย" ออกไปจากกระบอกสูบทางลิ้นไอเสีย

ลิ้นไอเสียเปิด ก่อนลูกสูบจะถึงศูนย์ตายล่างเล็กน้อย ลิ้นไอเสียจะเปิดให้ไอเสียออกไป แต่ลิ้นไอดียังปิดอยู่

การคายไอเสีย เครื่องยนต์ดีเซลคายไอเสีย เมื่ออุณหภูมิไอเสียประมาณ 600 ˚C ขณะมีภาระบรรทุกหนัก ส่วนเครื่องยนต์เบนซินคายไอเสียประมาณ 900 ˚C จากความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เท่ากัน 2000 ˚C ถึง 2500 ˚C จึงเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นประโยชน์ได้มากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน จึงประหยัดน้ำมันกว่าเครื่องยนต์เบนซิน

การขับไล่ไอเสีย ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไล่ไอเสียที่ไม่มีประโยชน์แล้วออกไปจากกระบอกสูบ

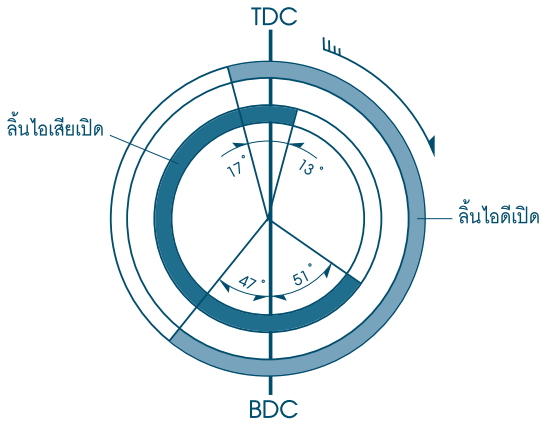
2) ไดอะแกรมลิ้น (Valve Timing Diagram)

ไดอะแกรมแสดงมุมปิด-เปิดลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ลิ้นไอเสียเกิดก่อนศูนย์ตายล่างและปิดเลยศูนย์ตายบนไปอีก เป็นการเพิ่มเวลาคายไอเสีย จากพลังงานถ่ายเทไอเสียเกิดสูญญากาศช่วยดูดไอดี เพราะลิ้นไอดีเปิดก่อนศูนย์ตายบนและไปปิดหลังศูนย์ตายล่าง มีผลให้ไอดีบรรจุได้ต่อเนื่องไปอีกตามความเร็วและเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการบรรจุสูง (Volumetric Efficiency) จึงออกแบบให้ลิ้นไอดีกับลิ้นไอเสียเปิดเกยกัน (Overlap) ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์แต่ละรุ่นแต่ละผู้ผลิต ย่อมแตกต่างกันออกไปตามเทคนิคการออกแบบและระยะห่างการตั้งลิ้น เช่น ตั้งห่างลิ้นจะเปิดช้าและปิดเร็ว

<u>ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์มาสด้า T3500</u>

ลิ้นไม่เปิดและปิดที่ศูนย์ตายบนหรือศูนย์ตายล่างโดยตรง ต้องออกแบบเผื่อสำหรับแรงเฉื่อยในการไหลของไอดี ลิ้นไอดีเปิดเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงศูนย์ตายบน 16 ˚ และเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนเลยศูนย์ตายล่างไปแล้ว 54 ˚ จึงปิดแรงเฉื่อยของไอดีถูกดันเข้าไปในกระบอกสูบจนกระทั่งลูกสูบเลื่อนขึ้น

ลิ้นไอเสียเริ่มเปิด เมื่อลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึงศูนย์ตายล่าง 54 ˚ และเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนเลยศูนย์ตายบนไปแล้ว 16 ˚ จากแรงเฉื่อยของแก๊สที่ถูกเผาไหม้จะดันไอเสียออกไปทางช่องไอเสีย จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนลง ในไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 2-7 ให้เห็นช่วงลิ้นทั้ง 2 เปิดพร้อมกัน เรียกว่า ลิ้นเปิดเกยกัน

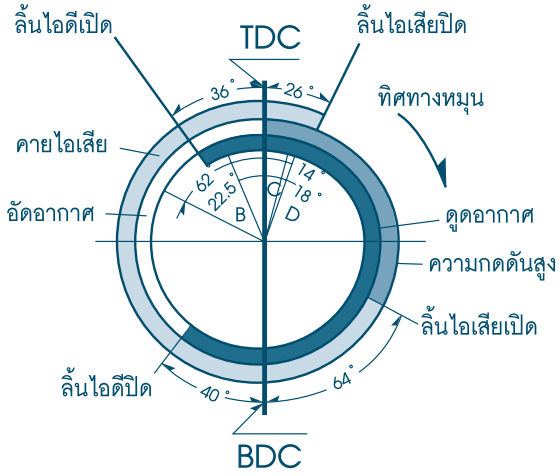


รูปที่ 2-7 ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์มาสด้า T 3500

ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์โคมัทสุ

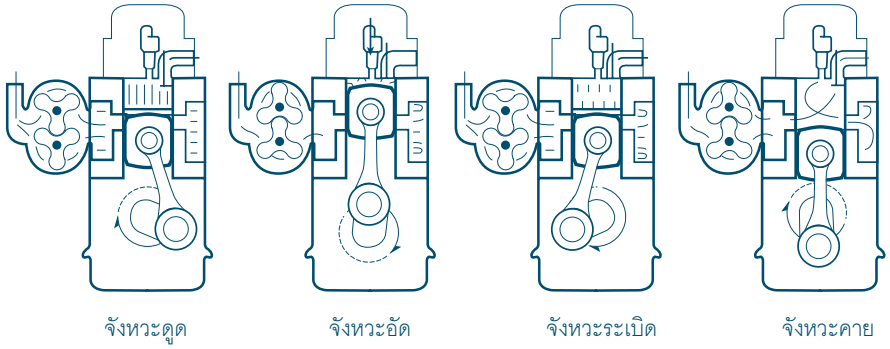
จากทฤษฎีไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์ดีเซลที่กล่าวมาแล้ว เมื่ออ่านไดอะแกรมเครื่องยนต์โคมัทสุ (Komutsu) ดังรูปที่ 2-8 จะได้ดังนี้

A	=	ลูกปั๊มเริ่มขึ้น	62°	ก่อน TDC
B	=	เริ่มฉีดน้ำมัน	22.5°	ก่อน TDC
C	=	สิ้นสุดฉีดน้ำมัน	14°	หลัง TDC
D	=	ลูกปั๊มเริ่มลง	18°	หลัง TDC



รูปที่ 2-8 ไดอะแกรมลิ้นเครื่องยนต์ โคมัทสุ

2.3.2 เครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ



รูปที่ 2-9 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

จากรูปที่ 2-9 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ เกิดกำลังงานได้ทุกรอบจากการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง และครบจังหวะการทำงานที่สมบูรณ์ เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นเป็นจังหวะดูดและจังหวะอัด ลูกสูบเลื่อนลงเป็นจังหวะกำลังและจังหวะคาย หรือลูกสูบมีการกระทำเพียง 2 ระยะ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะแล้ว ถ้าขนาดลูกสูบและความเร็วเท่ากัน จะมีกำลังมากเป็น 2 เท่า แต่หากกำลังเครื่องยนต์เท่ากัน น้ำหนักจะเบากว่า

1) หลักการทำงานเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ

1 <u>เครื่องอัดอากาศ (Air Pump)</u>

เครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ ลูกสูบไม่ได้ทำหน้าที่ดูดอากาศหรือดันไอเสียออกจากกระบอกสูบอย่างเช่น การกระทำของลูกสูบในเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ถ้าให้เครื่องยนต์ทำงานในลักษณะแบบนี้แล้ว จะทำให้ไอเสียตกค้างมาก และการเผาไหม้ก็ไม่สมบูรณ์ กำลังตกเพื่อที่จะให้เครื่องยนต์ 2 จังหวะทำงานได้กำลังมาก ต้องมีการกวาดล้างไอเสียออกจากกระบอกสูบให้หมด พร้อมกับอัดอากาศเข้ากระบอกสูบได้มาก จึงต้องใช้ปั๊มลมติดตั้งภายนอก สำหรับอัดอากาศดีเข้าเครื่องยนต์

ปั๊มอากาศที่ใช้กับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ เรียกว่า โบลเวอร์ (Blower) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ในรูปแสดงการจัดส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ โดยมีโบลเวอร์ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายนอกแล้วอัดเข้าห้องอัดอากาศ ซึ่งอยู่รอบๆ กระบอกสูบด้วยความดันที่ไม่สูงมากนัก โบลเวอร์ประกอบด้วยเฟือง 2 ตัว หมุนขบกันอยู่ภายในชุดเสื้อเฟือง โดยมีเฟืองตัวใดตัวหนึ่งรับกำลังขับจากเครื่องยนต์และอีกตัวหนึ่งหมุนตาม

เครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะส่วนมากใช้วาล์วไอเสียคู่หรือเดี่ยว ส่วนเครื่อง 4 จังหวะบางอย่างก็ใช้แบบเดียวกัน แทนที่จะใช้วาล์วไอดีและวาล์วไอเสียอย่างละตัว ซึ่งมีผลดีคือ สามารถให้ไอดีผ่านเข้ากระบอกสูบได้มาก การปรับตั้งระยะห่างของวาล์วได้น้อยลง ทำให้มีการปิด-เปิดเร็วขึ้น นอกจากนี้ความร้อนถ่ายเทจากวาล์วไปยังกระบอกสูบได้ยาวนาน

ส่วนกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ เจาะรูหรือทำเป็นช่องไว้โดยรอบสำหรับให้ไอดีผ่านเข้า การปิด-เปิดช่องถูกควบคุมด้วยการกระทำของลูกสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงถึงศูนย์ตายล่าง ช่องเหล่านี้เปิดให้อากาศดีเข้ากระบอกสูบ

จังหวะดูด

จังหวะดูดหรือจังหวะประจุ เริ่มขึ้นเมื่อลูบสูบเปิดช่องไอดี และวาล์วไอเสียยังคงเปิดอยู่เช่นเดียวกัน อากาศจากห้องอากาศถูกดันผ่านช่องไอดี ขับไอเสียออกทางวาล์วไอเสีย เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นบนเล็กน้อย (1/4 ของระยะชัก) วาล์วไอเสียเริ่มเปิด จากนั้นลูกสูบจึงเลื่อนขึ้นปิดช่องไอดี เป็นการสิ้นสุดจังหวะดูดหรือประจุ

จังหวะอัด

ลูกสูบเลื่อนขึ้นอัดอากาศดีในจังหวะอัด ให้มีปริมาตรลดน้อยลง เพื่อให้เกิดความร้อนสูงพอที่จะจุดระเบิดได้ ก่อนที่ลูกสูบจะขึ้นถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อย น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความดันสูงจากปั๊มถูกส่งผ่านท่อเข้าหัวฉีด เพื่อพ่นกระจายให้เป็นฝอยละอองปะทะกับอากาศร้อนภายในห้องเผาไหม้ เกิดการระเบิดและเผาไหม้ มีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ กำลังอัดของภายในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซลประมาณ 25-51 บาร์ (350-725 ปอนด์/ตารางอัด) อุณหภูมิประมาณ 500- 800˚C เพื่อให้น้ำมันดีเซลลุกไหม้เองได้ และให้ความดันสูงวิ่ง 700 บาร์ (1000 PSI) กำลังอัดประกอบด้วย ปลอกสูบ ลูกสูบ แหวนอัด แหวนน้ำมัน ประเก็นฝาสูบ ฝาสูบ ลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย หัวฉีดและหัวเผา

จังหวะระเบิด

ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้น เกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้เกิดพลังงานความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะกำลัง เมื่อเลื่อนลงไปได้ประมาณ 3/4 ของระยะขัด วาล์วไอเสียเปิดให้ก๊าซที่เผาไหม้แล้วผ่านออกทางช่องไอเสีย

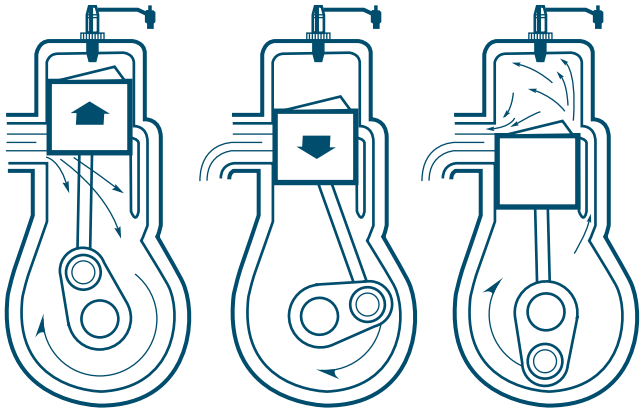
จังหวะคาย

จังหวะคายเริ่มขึ้นเมื่อวาล์วไอเสียเปิด จากนั้นลูกสูบเลื่อนลงปิดช่องไอดีอากาศถูกอัดเข้ากระบอกสูบ ช่วยดันให้ไอเสียออก จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนลงต่ำสุด เป็นการเริ่มต้นจังหวะใหม่อีก ซึ่งระบบการทำงานก็สมบูรณ์ โดยเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปได้ 1 รอบพอดี

จังหวะอัดและจังหวะกำลังของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ไม่แตกต่างกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะนัก แต่จังหวะคายและจังหวะประจุ ซึ่งไม่สามารถที่จะจัดลูกสูบให้ดันไอเสียออกหมดได้ จึงต้องใช้ความดันจากอากาศภายนอก และการกระทำของลูกสูบก็ไม่สามารถที่จะดูดอากาศเข้ากระบอกสูบได้เช่นเดียวกัน จึงต้องมีโบลเวอร์หรือเครื่องอัดอากาศเพื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะโดยตรง

2 **ช่องก๊าซสำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ**

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ ไม่จำเป็นต้องใช้วาล์วไอเสียหรือเครื่องอัดอากาศเสมอไป แต่ก็มีเครื่องยนต์ 2 จังหวะที่ใช้ทั้งช่องท่อไอดีและท่อไอเสีย โดยแบ่งด้านล่างของกระบอกสูบเป็นช่องไอดีแถวหนึ่งและช่องไอเสียอีกแถวหนึ่ง ดังรูปที่ 2-10



รูปที่ 2-10 การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 2 จังหวะ แบบใช้ช่องไอดีและไอเสีย

ช่องไอเสียมีลักษณะเช่นเดียวกับช่องไอดี โดยปากขอบบนของช่องไอเสียอยู่สูงกว่าปากขอบบนของช่องไอดี เมื่อลูกสูบเลื่อนลง ช่องไอเสียจะเปิดก่อนเพื่อให้ก๊าซที่เผาไหม้แล้วออกจากกระบอกสูบก่อนที่อากาศดีจะเข้ามา ซึ่งทำให้ได้รับการประจุมาก

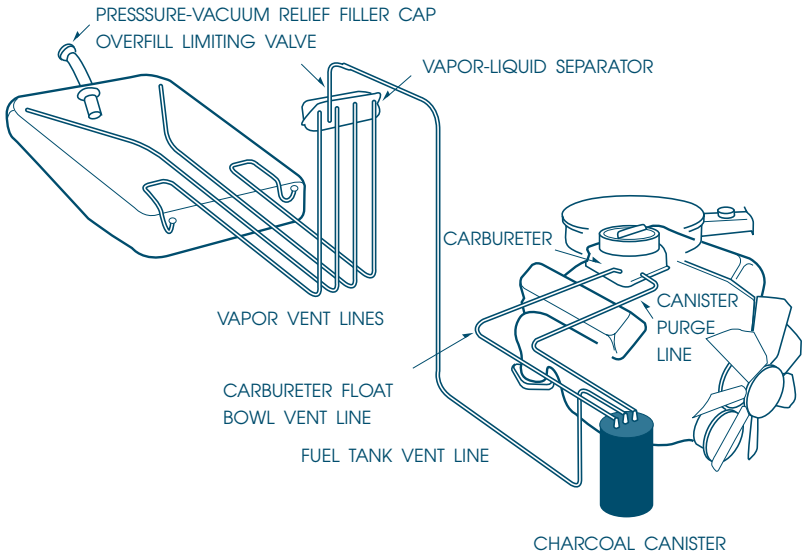
2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษและสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์

2.4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากรถยนต์

เมื่อพิจารณาการทำงานของเครื่องยนต์และระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ จะพบว่ามีแหล่งกำเนิดสารมลพิษจากรถยนต์ 3 แหล่ง คือ

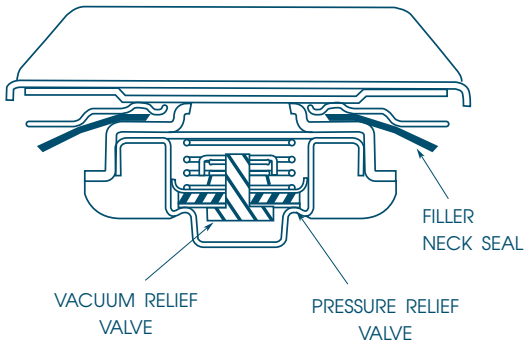
1) การระเหย (Fuel evaporation gas) คือ ไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยออกมาจากส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ เช่น จากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งปริมาณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของเครื่องยนต์ และความสามารถในการระเหยของน้ำมัน จากสัดส่วนของไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกทั้งหมดจากรถยนต์ ประมาณได้ว่ามีก๊าซไฮโดรคาร์บอนระบายออก 20% จากระบบนี้ ทั้งในเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อพิจารณาจุดเดือดของน้ำมันดีเซล พบว่าสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมาก และองค์ประกอบของเครื่องยนต์ก็ไม่มีคาร์บูเรเตอร์ จึงไม่มีการระบายออกของไฮโดรคาร์บอนเนื่องมาจากการระเหย

เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษที่ระเหยออกจากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์คือ อุปกรณ์ระบบระเหยซึ่งมีการต่อท่อดักเก็บไอน้ำมันจากทั้งสองแหล่ง แล้วให้ผ่านตัวดักไอที่ประกอบด้วยสารถ่าน (Charcoal Canister) ซึ่งเมื่อไอผ่านก็จะดักไอก๊าซไฮโดรคาร์บอนไว้ และเมื่อเวลาติดเครื่อง อากาศจะเข้าเครื่อง จะผ่าน Canister ดูดเอาก๊าซไฮโดรคาร์บอนกลับเข้าเครื่องยนต์ใหม่ ดังรูปที่ 2-11

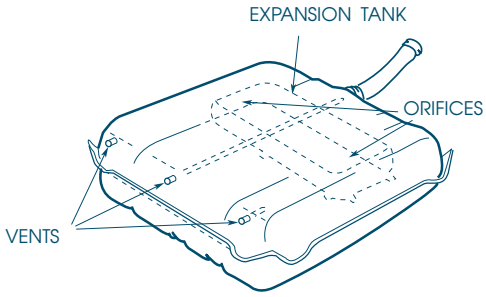


รูปที่ 2-11 ระบบดักไอระเหยจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง

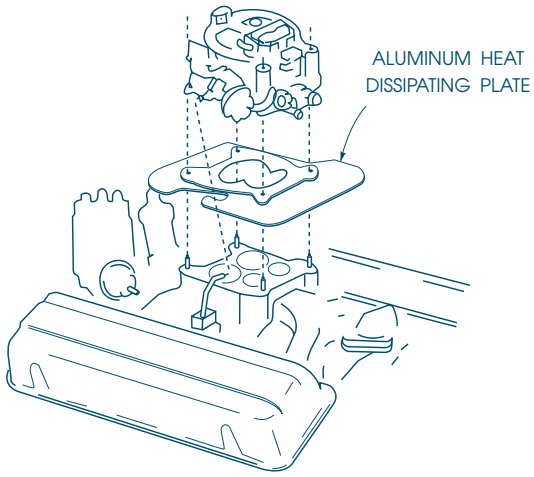
นอกจาก Canister แล้ว ยังมีอุปกรณ์ดักเก็บไออย่างอื่นอีก เช่น ฝาปิดน้ำมันชนิดดักไอ ดังรูปที่ 2-12 ถังน้ำมันแบบเผื่อขยายที่คาร์บิวเรเตอร์ ดังรูปที่ 2-13 ก็สามารถใช้แผ่นดักรับความร้อนจากเครื่องไม่ให้ส่งต่อไปยังคาร์บิว ดังรูปที่ 2-14



รูปที่ 2-12 ฝาปิดน้ำมันดักไอ



รูปที่ 2-13 ถังน้ำมันแบบเผื่อขยาย

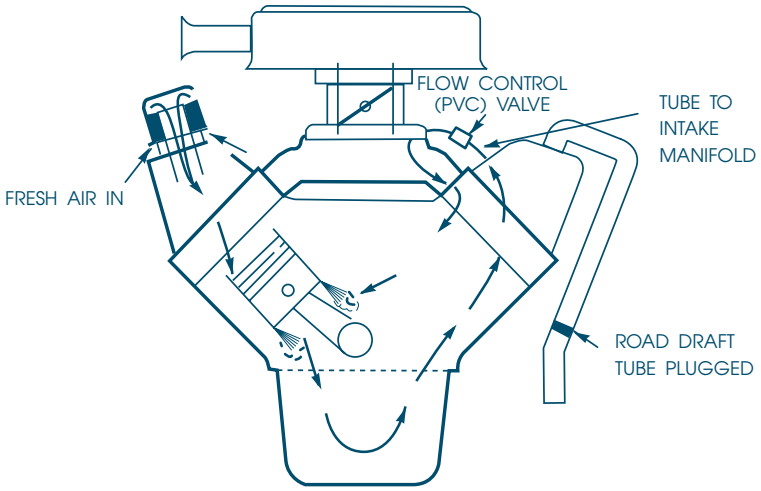


รูปที่ 2-14 แผ่นดักรับความร้อนจากเครื่องยนต์

2) <u>การระบายจาก Crankcase (Blow-by Gas)</u> ในห้องเพลาข้อเหวี่ยง Crankcase จะมีบางส่วนของไอดีซึ่งผ่านลูกสูบออกมาในจังหวะอัด มาที่อ่างน้ำมันเครื่องเล็กน้อยในจังหวะนี้ โดยทั่วไปเรียกก๊าซพวกนี้ว่า Blow-by Gas จึงมักเป็นไฮโดรคาร์บอนทั้งสิ้น ซึ่งโดยประมาณแล้วจะมาจากเครื่องยนต์เบนซินชนิด 4 จังหวะ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะระบายออกมาจากระบบนี้ 25% ของไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดที่ระบายออกจากรถยนต์ แต่สำหรับเครื่องยนต์เบนซินชนิด 2 จังหวะ มักจะใช้ Crankcase เป็นห้องพัก

ไอดี ก๊าซที่จะต้องระบายออกเป็น Blow-by Gas จึงไม่มีก๊าซไฮโดรคาร์บอนระบายออกมาจากส่วนนี้ ส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามที่ได้กล่าวแล้วว่า น้ำมันดีเซลมีการระเหยน้อย แหล่งกำเนิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนจึงมาจากไอเสีย คือ ประมาณ 1% ของก๊าซไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดที่ระบายออกจากเครื่องยนต์ดีเซล

เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษที่ระบายจาก Crankcase คือ ระบบดักไอก้นอ่าง PVC และวาล์ว โดยดักเก็บไอผ่านเข้าไปในระบบไอดีแล้วส่งต่อไปเผาไหม้ในเครื่องยนต์ต่อไป การออกแบบไม่ว่าจะเป็นชนิดใดควรจะมีวาล์วดัก Back Fire เพื่อไม่ให้เกิดการระเบิดของก้นอ่าง



รูปที่ 2-15 ระบบดักไอก้นอ่าง PVC และวาล์ว

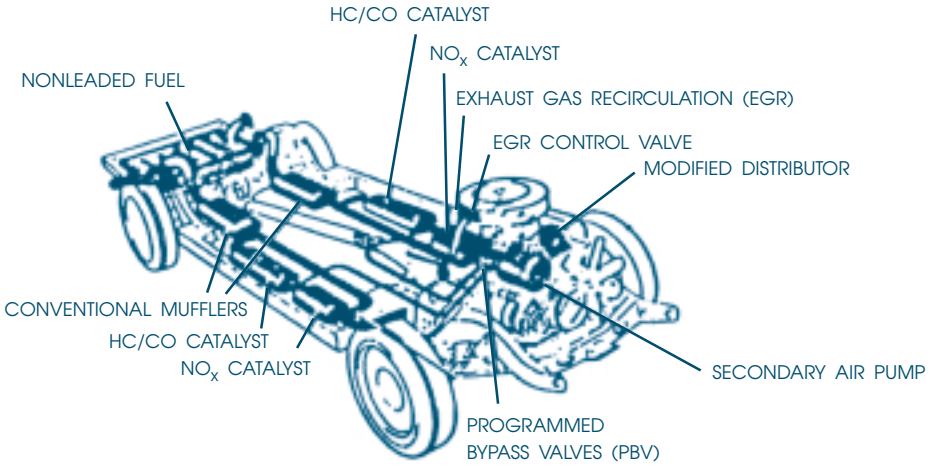
3) <u>การระบายออกจากระบบไอเสีย</u> สารมลพิษจากระบบนี้เป็นส่วนที่มีอันตราย และมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งมาจากผลของการสันดาปของเชื้อเพลิงและสารอื่นๆ เช่น ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้และที่เผาไหม้บางส่วน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้ของไนโตรเจน (ซึ่งมีปรากฏอยู่เดิมในอากาศที่เข้าไปสันดาป) กับอากาศที่อุณหภูมิสูง และสารตะกั่วที่ใช้เติมในน้ำมันเบนซิน และยังมีควันดำอันเป็นลักษณะเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลอีกด้วย

เทคโนโลยีในการควบคุมไอเสียที่ระบายออกจากระบบไอเสียดังรูปที่ 2-16 มีรายละเอียดดังนี้

1 EGR วาล์ว ให้ไอเสียผ่านเข้าในท่อไอดี แล้วรวมกับไอดีที่เข้ามาแล้วเผาไหม้ต่อไป

2 ใช้วิธีพ่นอากาศเข้าท่อไอเสีย O_2 จะทำปฏิกิริยากับ HC และ CO ทำให้ลดมลพิษลง

3 ติด Catalytic Converters ซึ่งจะเปลี่ยน HC และ CO ให้เป็น H_2O และ CO_2 และแยก NO_x ออกเป็น N_2 และ O_2 แต่ยังมีปัญหาคือ กำมะถันในน้ำมันที่ผ่านออกมาจะทำให้ Converter ผุกร่อน

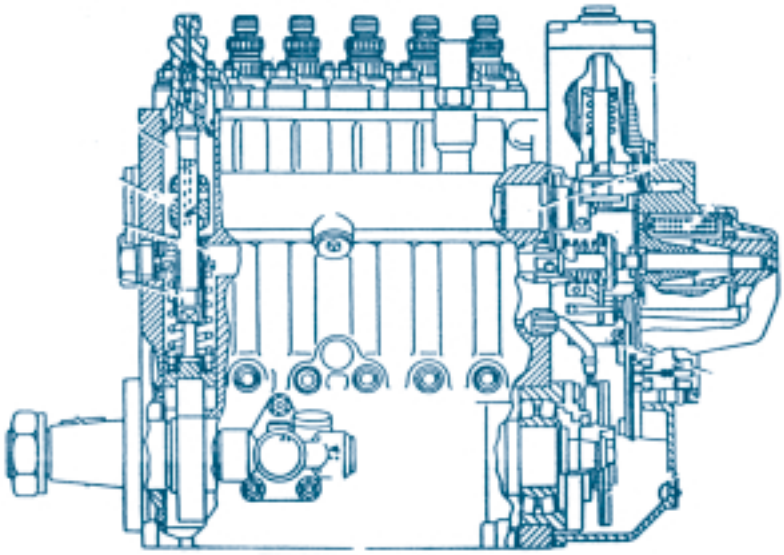


รูปที่ 2-16 ระบบอุปกรณ์ปรับปรุงไอเสีย

4 ปรับปรุงระบบการเผาไหม้ เพราะมลพิษ 60 % ออกจากไอเสียของเครื่องยนต์ และไอเสียนี้จะมีมลพิษมากน้อยขึ้นอยู่กับการเผาไหม้ในกระบอกสูบ หากสามารถปรับปรุงให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ก็จะไม่มีมลพิษเลย แต่การเผาไหม้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สัมพันธ์กันหลายตัว ซึ่งไม่อาจจะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้ แต่อาจจะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ ซึ่งได้มีการปรับปรุงแล้ว คือ

4.1) การลดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซล

1. ใช้ปั๊มแรงดันสูงที่ควบคุมด้วยระบบอิเลคโทรนิคแรงดันประมาณ 1,150 บาร์ เพื่อควบคุมการจ่ายน้ำมันให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 2-17

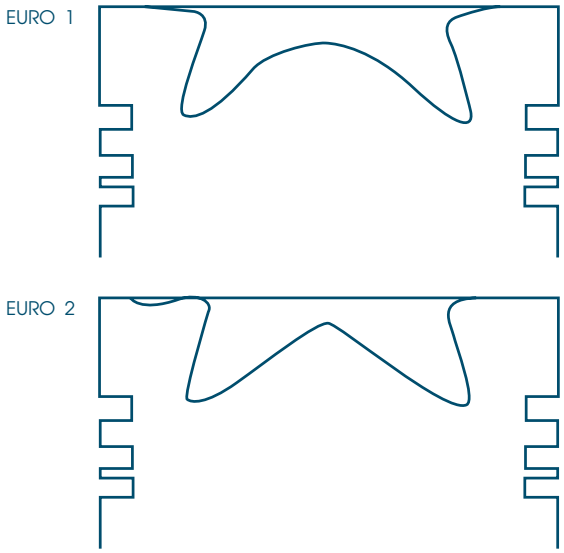


รูปที่ 2-17 ปั๊มแรงดันสูง RP43 ควบคุมด้วยอีเลคทรอนิกส์

2. ใช้หัวฉีด multihold และมีแรงดันสูง 1,200 - 1,600 บาร์ เพื่อให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น ดังรูปที่ 2-18

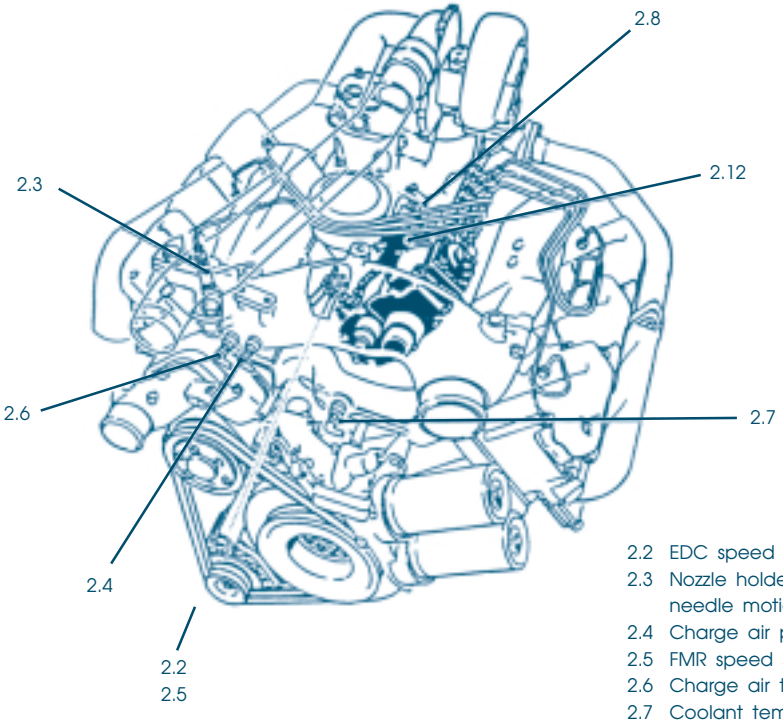
รูปที่ 2-18 หัวฉีด Multihold

3. ออกแบบหัวสูบให้เป็นแบบ Omega ซึ่งเป็นระบบปรับปรุงน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Direct Injection เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 2-19



รูปที่ 2-19 เปรียบเทียบลูกสูบ EURO 1 และ EURO 2 โดยหัวลูกสูบ EURO 2 เป็นแบบ "OMECA"

4. ใช้ระบบการควบคุม ECU (Electronic Control Unit) เพื่อควบคุมการจ่ายน้ำมันที่แน่นอนให้มีปริมาตรพอดีกับเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 2-20

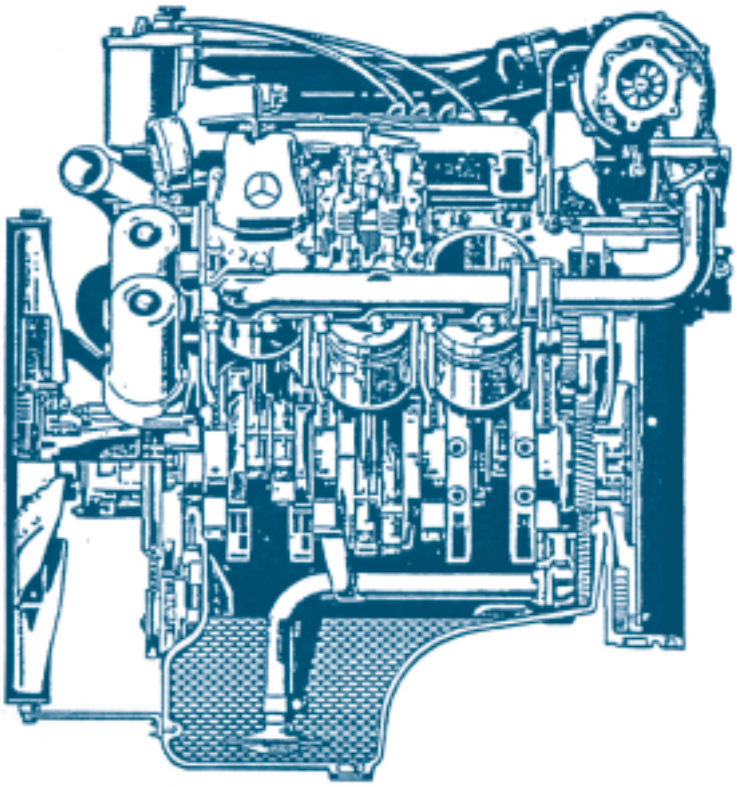


2.2 EDC speed sensor (TDC sensor)
2.3 Nozzle holder combination with needle motion sensor
2.4 Charge air pressure sensor
2.5 FMR speed sensor
2.6 Charge air temperature sensor
2.7 Coolant temperature sensor
2.8 Fuel temperature sensor
2.12 Electrical shut-off mechanism (ELAB)

รูปที่ 2-20 ระบบควบคุม ECU (Electronic Control Unit)

5. ใช้ Turbo Charger เพื่ออัดอากาศให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น และใช้ Intercooler เพื่อลดความร้อนและช่วยให้อากาศมีความหนาแน่น ทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์และกำลังเพิ่มขึ้น 30 % ดังรูปที่ 2-21

6. ลดปริมาณกำมะถัน เพื่อให้ปริมาณมลพิษลดลง



รูปที่ 2-21 Turbo Charger

4.2) การลดมลพิษในเครื่องยนต์เบนซิน

1. ระบบคาร์บิวเรเตอร์ ออกแบบนมหนู และปรับระบบให้ส่วนผสมบางลงจะทำให้ลด HC และ CO แต่ NO_x จะเพิ่มขึ้น

2. เพิ่มอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะทำให้อุณหภูมิเครื่องเพิ่มขึ้น จะลด HC และ CO แต่ NO_x จะเพิ่มขึ้น

3. ออกแบบระบบกรองอากาศใหม่ ให้ดูดอากาศได้สะดวก จะได้ส่วนผสมบางที่ออกแบบไว้อย่างถูกต้อง

4. ลดอัตรากำลังอัดของเครื่องลง เพื่อใช้น้ำมัน Octane ต่ำที่ไม่มีตะกั่ว และลดอุณหภูมิในกระบอกสูบทำให้ NO_x ลดลง

5. Stratified charged คือ การปรับปรุงการส่งส่วนผสมของเชื้อเพลิงเข้ากระบอกสูบให้มีความหนาบางต่างกัน และให้จุดเผาไหม้ที่ส่วนผสมหนาก่อน แล้วจึงจะลามไปยังส่วนผสมบาง การส่งเชื้อเพลิงแบบนี้จะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น สามารถใช้ส่วนผสมบางลง จะลด HC ในไอเสียลง ระบบ Stratified นี้อาจใช้ Precombustion Chamber หรือใช้หัวฉีดฉีดน้ำมันเข้าในห้องเผาไหม้

6. จัดระบบวาล์วให้เหลื่อมมากขึ้น โดยให้มี Overlap มากกว่าเดิม เพื่อจะได้เหลือไอเสียไว้ในกระบอกสูบมากขึ้น ไอเสียที่เหลือจะรวมกับส่วนผสมใหม่เผาไหม้ต่อไป ทำให้อุณหภูมิห้องเผาไหม้ลดลง ทำให้ NO_x ลดลง

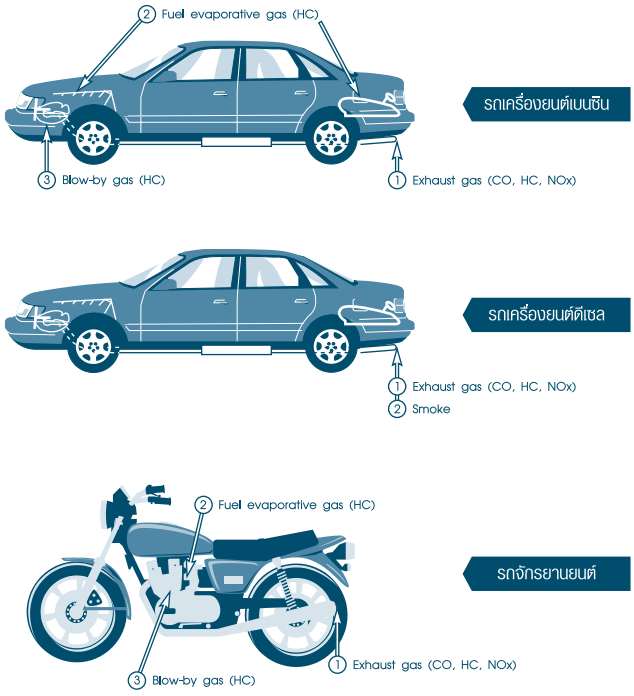
7. ปรับปรุงระบบ Vacuum Advance ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยเฉพาะช่วงของโหลดน้อยและไม่มีโหลด เพราะเครื่องยนต์จะร้อนและให้ NO_x สูง

8. Turbocharged เครื่องยนต์ โดยเฉพาะใช้เครื่องที่มี C.R. ต่ำได้ ดังนั้นอุณหภูมิจะไม่สูง ทำให้ลด NO_x และเมื่อใช้ไอเสียมาขับตัว Turbocharger ทำให้ HC และ NO_x ลดลง

ตารางที่ 2-1 แสดงความแตกต่างของการระบายสารมลพิษทั้ง 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน นอกจากนี้เนื่องจากความแตกต่างของเครื่องยนต์ จะทำให้ปริมาณสารมลพิษจากเครื่องยนต์แตกต่างกันออกไปอีก ดังรูปที่ 2-22

ตารางที่ 2-1 สัดส่วนการระบายออกของสารมลพิษในรถประเภทต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	เบนซิน 4 จังหวะ			เบนซิน 2 จังหวะ			ดีเซล		
	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x
Exhaust gas	100	55	100	100	80	100	100	99	100
Blow-by gas	-	25	-	-	-	-	-	1	-
Fuel evaporation gas	-	20	-	-	20	-	-	-	-



รูปที่ 2-22 มลพิษจากรถยนต์ชนิดต่าง ๆ

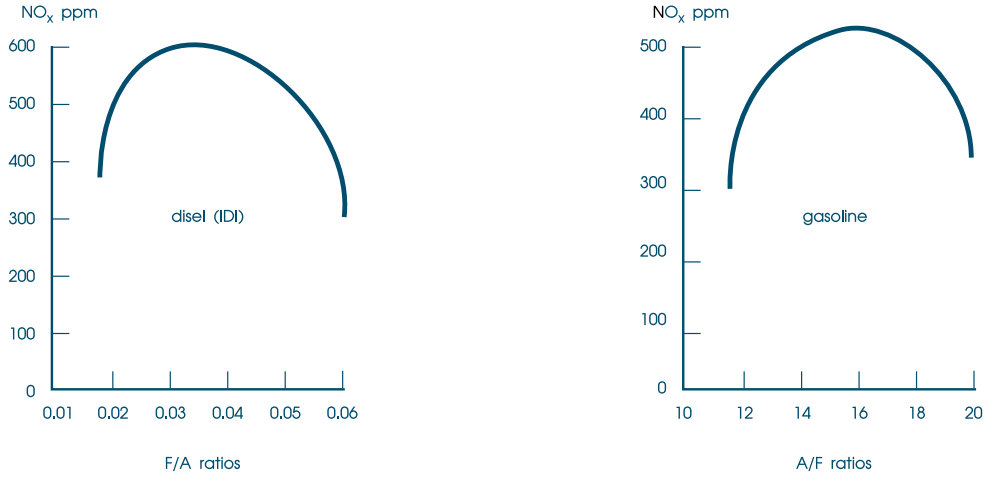
2.4.2 สารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์

สารมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลที่มีปริมาณมากที่สุด คือ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และควันดำ รองลงมาคือ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องของกลิ่นเสียง และสารอัลดีไฮด์ ซึ่งแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสันดาปภายในกระบอกสูบและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไป รายละเอียดของสารมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้

1) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในขบวนการสันดาปในเครื่องยนต์ คือ ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) ซึ่งมี Enthalpy สูงกว่า N_2 และ O_2 จึงจะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงเท่านั้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับปริมาณออกซิเจนในขณะเกิดการสันดาปนั้น เนื่องจากปฏิกิริยานี้ต้องการออกซิเจน จึงจะเกิดขึ้นได้ดี เมื่ออัตรา A/F สูงตามทฤษฎีการเกิด NO จึงพบว่าอัตราการเกิด NO ในเครื่องยนต์เบนซินจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากในเครื่องยนต์เบนซินจะมีอัตรา A/F สูงกว่า และอุณหภูมิในห้องสันดาปต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลปกติ ซึ่งจะสังเกตการเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 2-23

(ปกติสำหรับเครื่องยนต์เบนซินจะเปรียบเทียบกับ A/F แต่สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลจะเปรียบเทียบ F/A) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบระหว่างระบบ Direct Injection ซึ่งเป็นการป้อนเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบโดยตรงแล้วจุดระเบิดครั้งเดียว จะมีการจุดระเบิดที่รุนแรงและอุณหภูมิสูงกว่าระบบ Pre-Chamber เดิม ซึ่งจะมีการเผาไหม้ที่ Pre-Chamber ก่อน จึงจะลามมาถึงกระบอกสูบ ก๊าซเผาไหม้จึงไม่รุนแรงและอุณหภูมิต่ำกว่าระบบ Direct Injection



รูปที่ 2-23 การเปรียบเทียบอัตราการระบายออกของ NO_x ระหว่างเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

2) ฝุ่นละอองจากเครื่องยนต์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

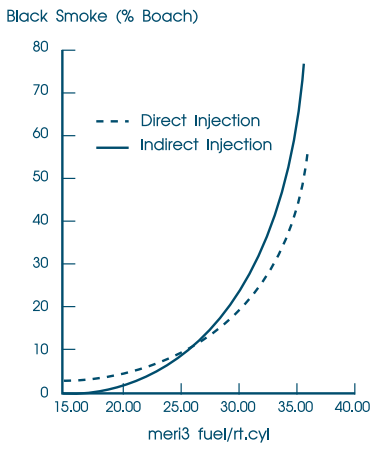
1 <u>หยดของเหลว (Liquid Particulates)</u> ซึ่งปรากฏเป็นควันสีขาวคล้ายไอน้ำเกิดขึ้นขณะเริ่มเดินเครื่องเมื่อเครื่องเย็น ขณะเดินเบาและไม่มีภาระ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนของไฮโดร-คาร์บอนที่เป็นของเหลว น้ำมันหล่อลื่น ซึ่งควันจากส่วนนี้จะหมดไปเมื่อเพิ่มภาระขึ้นและเครื่องร้อนขึ้น

2 <u>ควันดำ (Soot หรือ Black Smoke)</u> ควันดำเป็นการรวมตัวของอะตอมของคาร์บอนและส่วนหนึ่งของไฮโดรคาร์บอน ซึ่งถูกเผาไหม้บางส่วน ทำให้มีอัตราส่วนระหว่าง C/H เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเกิดควันดำเป็นขบวนการที่โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนเกิดปฏิกิริยาคายไฮโดรเจน (Dehydrogenation) แล้วเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น (Polymerization) แล้วท้ายสุดก็จะเกาะกันเป็นเม็ด (Agglomeration) การเกิดควันดำนี้เกิดได้จาก 2 วิธีคือ

1. ขบวนการเมื่อหยดน้ำมันเล็กๆ ถูกฉีดเป็นฝอยเข้าไปในห้องสันดาป ซึ่งขณะนั้นอากาศถูกอัดจนอุณหภูมิสูง เมื่อหยดน้ำมันสัมผัสกับอากาศร้อนด้านนอก ก็จะเกิดการสันดาปอย่างปกติ ส่วนด้านในของหยดน้ำมันไม่มีผิวสัมผัสกับอากาศ เมื่อถูกอัดโดยความร้อนก็จะเกิดปฏิกิริยา Dehydrogenation ขึ้น คายไฮโดรเจนอิออนออกไป กลายเป็นคาร์บอนอิสระ และรวมตัวกันเป็นเม็ดคาร์บอนสีดำ ถ้าไม่มีปฏิกิริยาต่อไป

2. เกิดที่ Quench Zone โดยที่เมื่อหยดน้ำมันถูกฉีดไปปะทะกับผนังกระบอกสูบ ซึ่งค่อนข้างเย็นและไม่มีผิวสัมผัสถึงอากาศ และถูกอัดโดยความร้อนเนื่องจากอากาศที่ถูกอัดอยู่เดิมแล้วเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับในข้อ 1

เนื่องจากปฏิกิริยา Dehydrogenation เกิดที่อุณหภูมิสูง และเกิดกับไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ปฏิกิริยาการเกิดนั้นสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนเครื่องยนต์เบนซิน นอกจากอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ค่อนข้างต่ำแล้ว การระเบิดยังไม่รุนแรง น้ำหนักโมเลกุลเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลจะต่ำกว่ามาก จึงทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกิดขึ้นง่ายกว่ายิ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ LPG แล้ว จะไม่พบควันดำเลย กรณีของเครื่องยนต์ดีเซล ระบบ Direct Injection เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ Pre-Chamber พบว่าเครื่องยนต์ระบบ Direct Injection มีควันดำสูงกว่า เนื่องจากระบบ Direct Injection มีการฉีดน้ำมันเข้าในห้องสันดาปโดยตรง จึงมีโอกาสเกิด Quench Zone ได้มากกว่า และอุณหภูมิในห้องสันดาปสูงกว่า ทำให้เกิดปฏิกิริยา Dehydrogenation ได้ง่ายกว่า จึงพบควันดำจากเครื่องยนต์ระบบ Direct Injection สูงกว่า ดังรูปที่ 2-24



รูปที่ 2-24 ควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซลแบบ ID และ IDI

3) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน

ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกมาได้จากเชื้อเพลิงที่เหลือ คือ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนในสภาพก๊าซที่เหลือจากการเผาไหม้ และผลิตจากการเผาไหม้ที่ยังไม่สิ้นสุด ก๊าซไฮโดรคาร์บอนนี้แตกต่างจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจน คือ ถ้าเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงและมีออกซิเจนเพียงพอจะเกิดไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างต่ำ เป็นสาเหตุการเกิดไฮโดรคาร์บอน ทั้งๆ ที่ปกติอัตราส่วน A/F นั้นเพียงพอสำหรับการสันดาปแล้วเนื่องจากสาเหตุดังนี้ คือ

1 บริเวณผนังของเสื้อสูบที่ถูกหล่อเย็น ที่เรียกว่า "Quench Zone" มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งไม่เกิดการสันดาป ทำให้มีไฮโดรคาร์บอนระบายออกมา

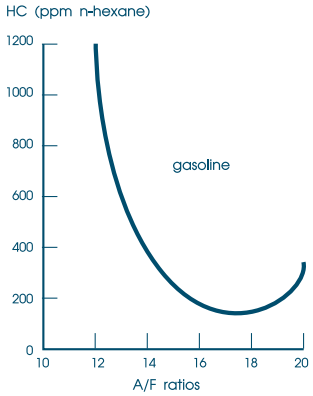
2 ในบางบริเวณของเสื้อสูบมีอัตราส่วน A/F น้อยเกินไป ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

3 ในบางบริเวณ อัตราส่วน A/F สูงเกินไป หรือส่วนผสมบางเกินไป ทำให้สูญเสียความร้อนจนเปลวไฟดับ เนื่องจากอากาศที่เกินพอ ทำให้การสันดาปไม่เกิดขึ้น จึงเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนขึ้น

4 น้ำมันเหลือหลังหัวฉีดที่ฉีดแล้ว ส่วนที่เหลือเป็นหยดนี้ไม่สามารถเผาไหม้ต่อไปได้ทำเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนขึ้น

5 เชื้อเพลิงหล่อลื่นในเสื้อสูบและกระบอกสูบเผาไหม้ไม่หมดจึงเกิดก๊าซไฮโดร-คาร์บอนขึ้น

6 ลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ที่เปิดโอกาสให้ไอดีและน้ำมันเครื่องปะปนออกมากับไอเสีย เมื่อพิจารณาลักษณะการเกิดไฮโดรคาร์บอน จึงทำให้ในเครื่องยนต์ดีเซลที่มี A/F สูงกว่า และอุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน จึงมีก๊าซไฮโดรคาร์บอนระบายออกค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อพิจารณาระหว่างเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะด้วยกัน ระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง พบว่าการระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกมามากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากมีอัตรา A/F ต่ำกว่า และอุณหภูมิห้องสันดาปต่ำกว่า นอกจากนี้ เครื่องยนต์เบนซินชนิด 2 จังหวะ ซึ่งมีอัตราการปะปนของไอดีและน้ำมันเครื่องออกมากับไอเสีย ก็จะทำให้การระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกค่อนข้างสูง ซึ่งก็เช่นเดียวกับเครื่องยนต์แบบลูกสูบหมุน (Rotary) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเครื่องยนต์แบบลูกสูบหมุน (Rotary) มีแรงอัดสูงกว่า อุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงกว่าเครื่องยนต์ 2 จังหวะ จึงทำให้การระบายไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่าเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ดังรูปที่ 2-25

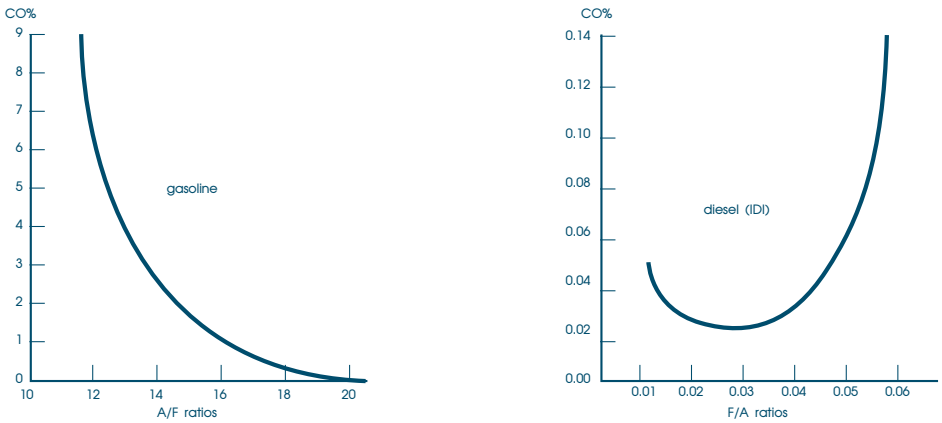


รูปที่ 2-25 ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากเครื่องยนต์เบนซิน

4) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจาก CO ไปเป็น CO_2 ไม่สมบูรณ์ คือ ภาวะการขาดออกซิเจน ดังนั้นวิธีที่ง่ายที่สุดคือ การเพิ่มอัตราส่วน A/F (อัตราของอากาศกับน้ำมัน) คือ ให้มีอากาศมากขึ้นนั่นเอง กระบวนการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในเครื่องยนต์ดีเซลมีส่วนคล้ายคลึงกับการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเครื่องยนต์เบนซิน กล่าวคือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะเกิดมาก หากอัตราการให้อากาศเพิ่มและลดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดของควันดำด้วย ธรรมดาทั่วไปจะเดินเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอากาศที่มากกว่าอยู่แล้ว คือ อัตราการให้อากาศจะเป็น 1.2 - 10 เท่า ดังนั้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงเกิดน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน ดังรูปที่ 2-26

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะเครื่องยนต์เบนซินจะพบว่า การใช้เชื้อเพลิงที่ติดไฟได้ง่ายกว่า หรือมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า ก็จะเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่า เราจึงพบว่าอัตราการระบายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากเครื่องยนต์ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง จะมีอัตราโดยเฉลี่ยต่ำกว่าเครื่องยนต์เบนซิน



รูปที่ 2-26 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

2.5 การวินิจฉัยสภาพเครื่องยนต์ดีเซลก่อนการปรับแต่ง

2.5.1 โดยการสังเกตจากสภาพเครื่องยนต์ทั่วไป

วิธีการนี้เป็นการหาสาเหตุของเครื่องยนต์พื้นฐานก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดยิ่งขึ้น โดยชี้จุดสังเกตเพื่อพิจารณาดังต่อไปนี้

1) **รอยรั่วซึมของระบบเชื้อเพลิง** เช่น ท่อทางเดินของเชื้อเพลิงต่างๆ ปั๊มแรงดันต่ำ ปั๊มแรงดันสูง หัวฉีด ฯลฯ จากการรั่วซึมตามจุดต่างๆ เหล่านี้ เป็นเหตุให้แรงดันการฉีดของหัวฉีดต่ำ ฝอยละออง น้ำมันที่หัวฉีดผิดปกติ เป็นเหตุให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมลพิษทางอากาศได้

2) **สิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่นมาก** สาเหตุจากการสิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่น สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงปัญหามีการปรับแต่งเครื่องยนต์ กล่าวคือ ถ้าเครื่องยนต์สิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่น จะมีสาเหตุมาจาก

- มีการรั่วตามข้อต่อหรือปะเก็นต่างๆ
- กำลังอัดต่ำ เครื่องหลวม
- ลูกสูบ กระบอกสูบ แหวนลูกสูบสึกหรอมาก
- ลิ้น ปลอกลิ้น และก้านลิ้นสึกหรอมาก และซีลดีนวาล์วหมดสภาพ

3) **เครื่องยนต์ติดแล้วเสียงดังผิดปกติ ซึ่งแบ่งได้ คือ**

1 เสียงดังจากภายนอกของเครื่องยนต์ ได้แก่

- จากระยะห่างลิ้นมากเกินไป
- น็อตยึดขิ้นส่วนหลวม หรือขันไม่แน่น
- ปะเก็นฝาสูบรั่ว
- สูบลูกปืนปั๊มน้ำแตก
- เฟืองต่างๆ หลวมมาก เป็นต้น

2 เสียงดังจากภายในเครื่องยนต์ ได้แก่

- ลิ้นไอดี - ไอเสียรั่ว
- สลักลูกสูบหลวม
- แบริ่งข้อเหวี่ยงหลวม
- ลูกสูบ กระบอกสูบหลวม เป็นต้น

4) **ควันไอเสียผิดปกติ ได้แก่**

1 ควันไอเสียดำ มีสาเหตุมาจากเครื่องยนต์ผิดปกติ คือ

- ปั๊มแรงดันสูง จ่ายน้ำมันมากไป
- หัวฉีดชำรุด
- หม้อกรองอากาศสกปรก หรืออุดตัน
- จังหวะฉีดแก่เกินไป
- กำลังอัดต่ำ
- เครื่องยนต์ทำงานหนักมากเกินไป

2 ควันไอเสียสีขาว

- น้ำมันหล่อลื่นเข้ามาเผาไหม้ด้วย
- เครื่องทำงานไม่ครบสูบ
- อุณหภูมิเครื่องยนต์ต่ำ หรือกำลังอัดต่ำ
- น้ำมันเชื้อเพลิงมีน้ำปะปน ฯลฯ

5) **เครื่องยนต์มีกำลังงานต่ำด้วยไอเสียมีควันดำ**

ไอเสียมีควันดำเป็นผลมาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นความผิดปกติในตัวเครื่องยนต์ ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบไอดี หรือการปรับแต่งผิดพลาด โดยมากมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

ตรวจสอบกรองอากาศ	อุดตัน →	ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนใหม่
↓ ปกติ		
1 ตรวจสอบกำลังอัดของเครื่องยนต์	ต่ำ →	แก้ไขหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่บกพร่อง
↓ ปกติ		แก้ไขหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่บกพร่อง
2 ตรวจสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง		
▶ ตรวจสอบแรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	นอกเหนืออย่าง ที่กำหนด →	แก้ไขหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่บกพร่อง
↓ ปกติ		
3 ตรวจสอบจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	เร็วไป →	ปรับแต่ง แก้ไข หรือเปลี่ยนใหม่
↓ ปกติ		
ตรวจสอบปั๊มกำลังดันสูง	ผิดปกติ →	ปรับแต่ง แก้ไข หรือเปลี่ยนใหม่

1 สังเกตกำลังอัดซึ่งขัดขวางไม่ให้อากาศมีความร้อนสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะเป็นเหตุให้เกิดควันดำขึ้น

2 น้ำมันเชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าไปโดยหัวฉีดมากเกินไป หรือการฉีดไม่ถูกต้อง เช่น มีน้ำมันหยดรูปร่างการฉีดไม่ถูกต้อง เป็นต้น จะเป็นเหตุให้การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ ซึ่งทำให้เกิดควันดำ และเครื่องยนต์มีกำลังงานลดลง ปัญหานี้มีสาเหตุมาจาก

- ปรับแต่งแรงดันการฉีดน้ำมันผิดพลาด (ต่ำ)
- สปริงล้าหรือหัก
- หน้าสัมผัสไม่ถูกต้องหรือมีผงละอองแทรกอยู่ ระหว่างเข็มหัวฉีดและเบาะรองรับ
- เข็มหัวฉีดยกตัวอยู่ตลอดเวลา

3 ถ้าจังหวะการฉีดน้ำมันเร็วเกินไป น้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนมากจะถูกฉีดเข้าไปก่อนที่อากาศภายในกระบอกสูบจะมีความร้อนสูงพอ เป็นเหตุให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ สาเหตุนี้จะทำให้เกิดควันดำ และมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับเสียงเคาะของเครื่องยนต์ดีเซล และการทำงานที่ความเร็วรอบต่ำไม่ดี

2.5.2 วินิจฉัยโดยใช้เครื่องมือทดสอบ

จากการสังเกตสภาพทั่วไปของเครื่องยนต์ เป็นเพียงการสมมุติฐานสาเหตุขัดข้องพื้นฐาน เพื่อให้การวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบ คือ

1) การใช้เครื่องมือวัดกำลังอัด เพื่อหาอัตราส่วนการอัด หรือแรงดันในจังหวะอัดของกระบอกสูบว่าเหมาะสมหรือไม่

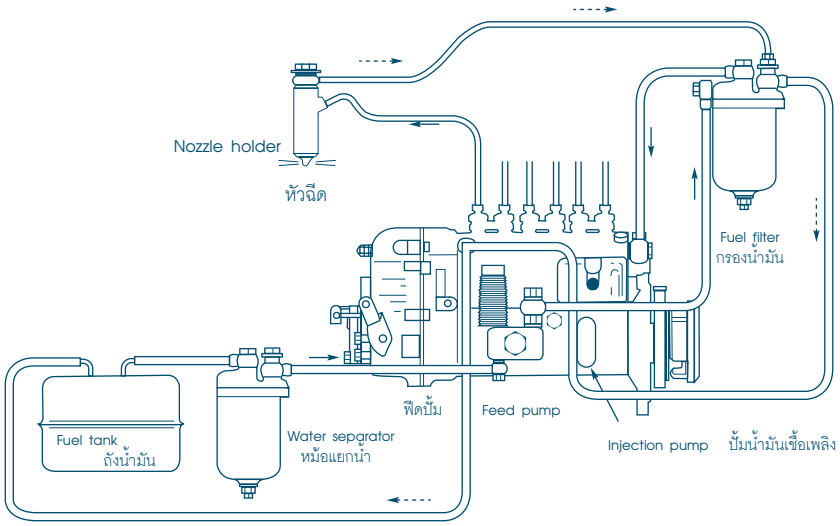
2) การใช้เครื่องมือตั้งจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อวิเคราะห์ว่าการทำงานของหัวฉีดถูกต้องตามจังหวะหรือรอบการหมุนของลูกสูบหรือไม่ การใช้เครื่องมือตรวจสอบแรงดันของหัวฉีดและฝอยจะทำให้เห็นถึงสภาพการทำงานของหัวฉีดว่าถูกต้องหรือไม่

3) จากการวินิจฉัยข้างต้น ทำให้รู้สาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ ทำให้สามารถแก้ไขปรับแต่งได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.6 การปรับแต่งระบบเชื้อเพลิง

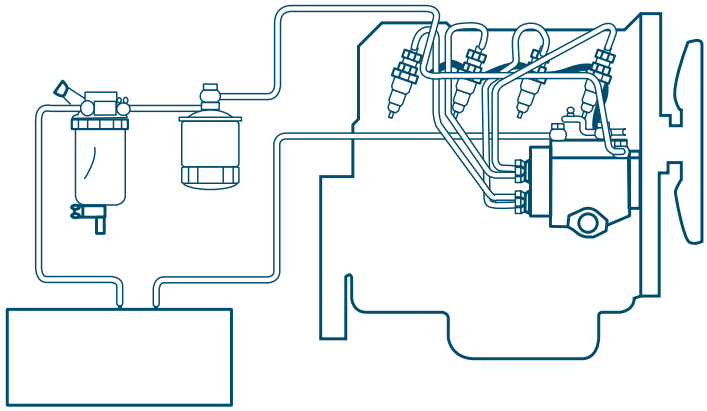
2.6.1 วงจรระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

1) วงจรระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบสูบเรียง



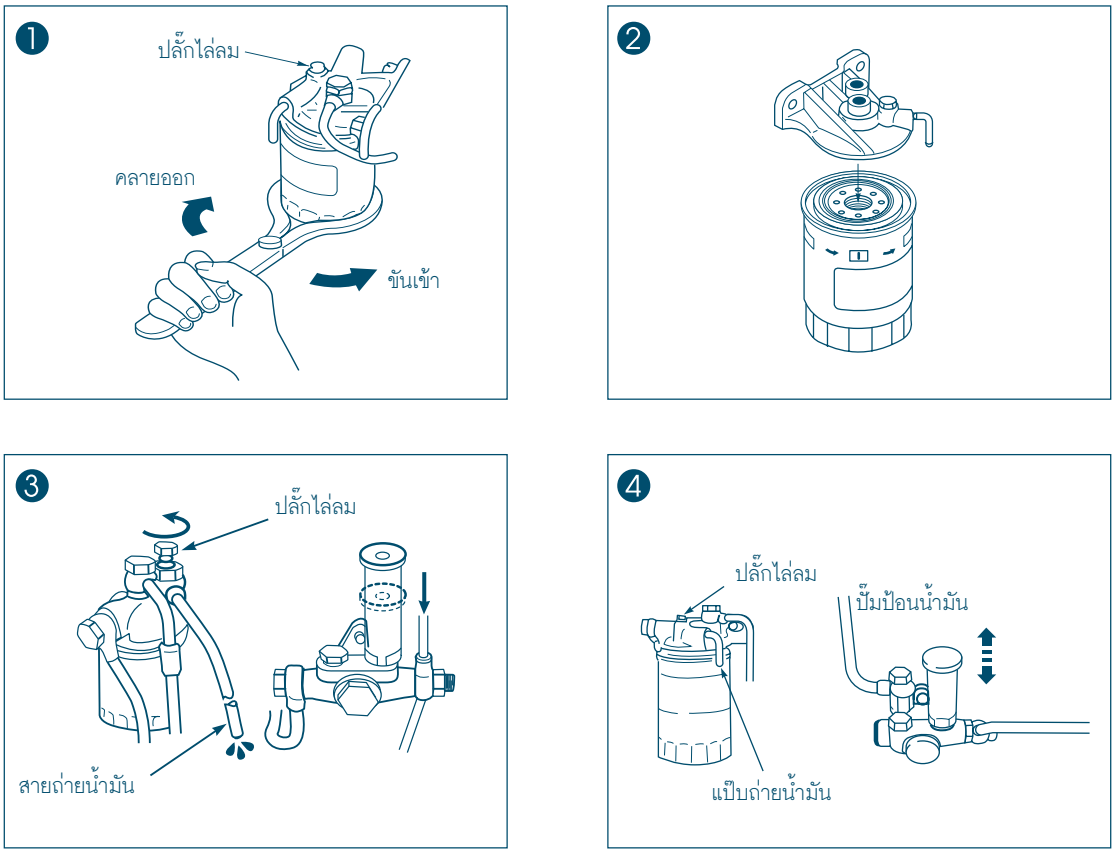
รูปที่ 2-27 วงจรน้ำมันเชื้อเพลิงแบบสูบเรียง

2) วงจรระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบจานจ่าย



รูปที่ 2-28 วงจรน้ำมันเชื้อเพลิงแบบจานจ่าย

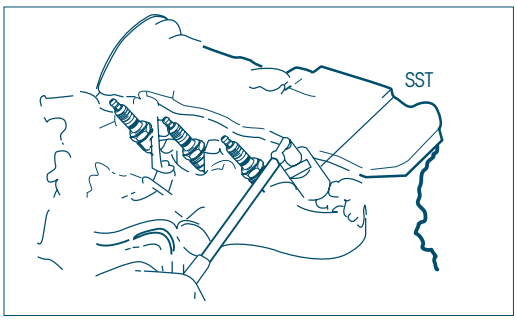
2.6.2 กรองเชื้อเพลิง



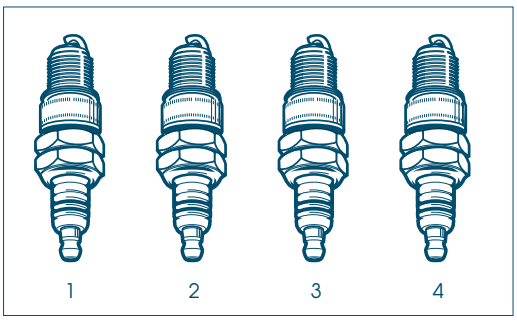
รูปที่ 2-29 ลำดับการถอดประกอบไส้กรองเชื้อเพลิง

2.6.3 หัวฉีด

1) การถอดหัวฉีด

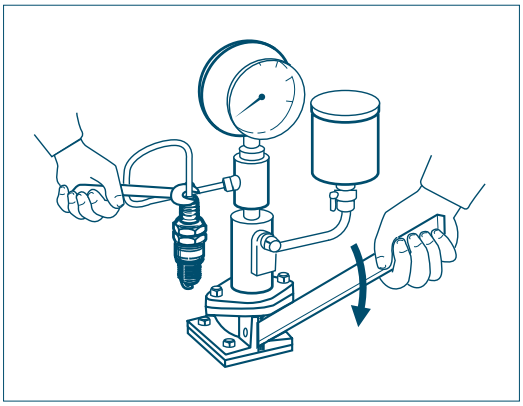


รูปที่ 2-30 การถอดหัวฉีด

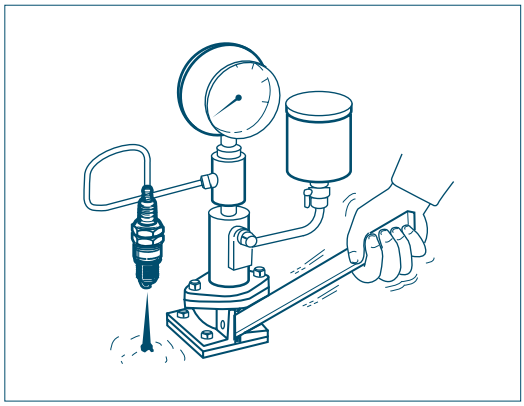


รูปที่ 2-31 การจัดเรียงหัวฉีด

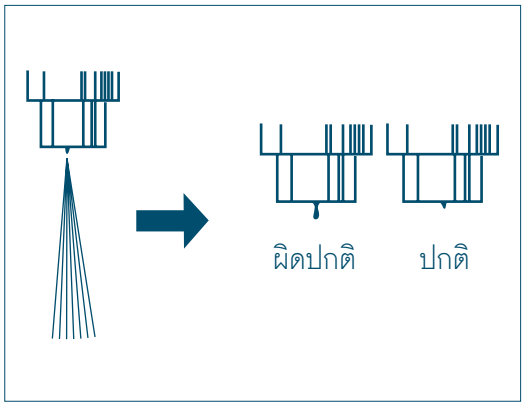
2) การทดสอบหัวฉีด



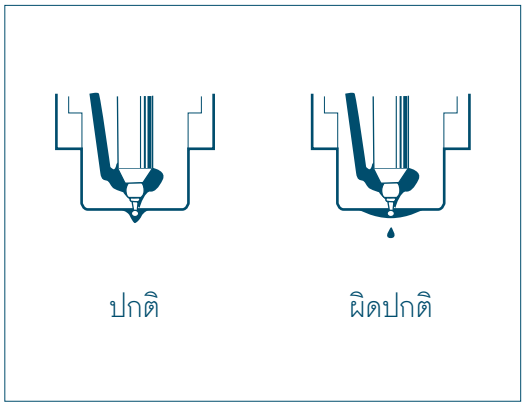
รูปที่ 2-32 การประกอบหัวฉีดเข้ากับเครื่องทดสอบ



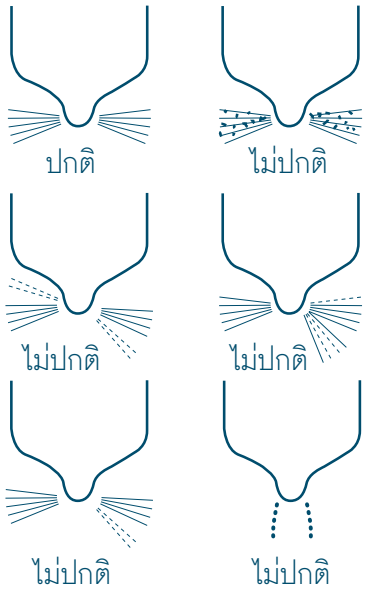
รูปที่ 2-33 การทดสอบแรงดันหัวฉีด



รูปที่ 2-34 ทดสอบการหยดหลังการฉีด



รูปที่ 2-35 ทดสอบการรั่วของหัวฉีด



รูปที่ 2-36 ทดสอบรูปแบบการกระจายของละอองน้ำมันเชื้อเพลิง

3) การตั้งไทมิ่ง

เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับระบบเชื้อเพลิงที่พบมากและบ่อย ๆ ในงานปฏิบัติจริง ๆ คือ องศาการฉีดผิด (ไทมิ่งผิด) กับการมีอากาศในระบบ เมื่อพบว่าไทมิ่งผิดจะต้องแก้ไข โดยใช้เครื่องมือง่าย ๆ สามารถทำใช้เองได้ ซึ่งเรียกว่า ท่องอ หรือ ท่อคอหงษ์ (Swan Neck Pipe)

1 เปิดฝาครอบข้างปั๊ม หมุนเครื่องยนต์ให้สูบที่ 1 อยู่ต่ำที่สุดตามลำดับการฉีด Firing order 1-3-4-2 จะต้องให้ 1 ต่ำสุด โดย 2 สูงสุด จึงจะถูกต้อง

2 ถอดท่อหัวฉีดสูบที่ 1 ออก

3 ถอดเรือนยึดลิ้นส่งออก จากนั้นเอาลิ้นส่งและสปริงออก ขับเรือนยึดลิ้นส่งกลับที่เดิมด้วยแรงดัน 3 กก.-ม. (21.7 ปอนด์-ฟุต)

4 ต่อท่องอเข้าไป

5 กดปั๊มมือ ถ้ามีน้ำมันไหลออกที่ปลายท่องอ แสดงว่ายังไม่ฉีด ถ้าน้ำมันไม่ไหลออกแสดงว่าฉีดแล้ว

6 ปรับให้ตำแหน่งที่น้ำมันไม่ไหลอยู่ตำแหน่งที่เหล็กชี้ (Pointer) ตรงกับมาร์คตำแหน่งฉีดที่มูลเลย์

ถ้าการขันปั๊มเป็น**แบบขันด้วยเฟือง** (แบบไทเมอร์ จะมองเห็นภายใน) หลังจากคลายน็อตยึดตัวปั๊มแล้ว ให้โยกตัวปั๊ม แก่ย้อน อ่อนตามทางหมุนของปั๊ม

แต่ถ้าการขับปั๊มเป็น**แบบขับด้วยหน้าแปลน** (แบบนี้ไทเมอร์ปิด) หลังจากคลายน็อตยึดหน้าแปลนแล้ว ให้ใช้ประแจค่อย ๆ ขยับเพลาปั๊ม แก่ตาม อ่อนย้อนทางหมุนของปั๊ม

เมื่อพบว่ามีอากาศอยู่ในระบบเชื้อเพลิงจำเป็นต้องไล่ออกเพราะจะทำให้ขัดข้องมากมายหลายประการ

การไล่ลมมีลำดับขั้นตอนดังนี้

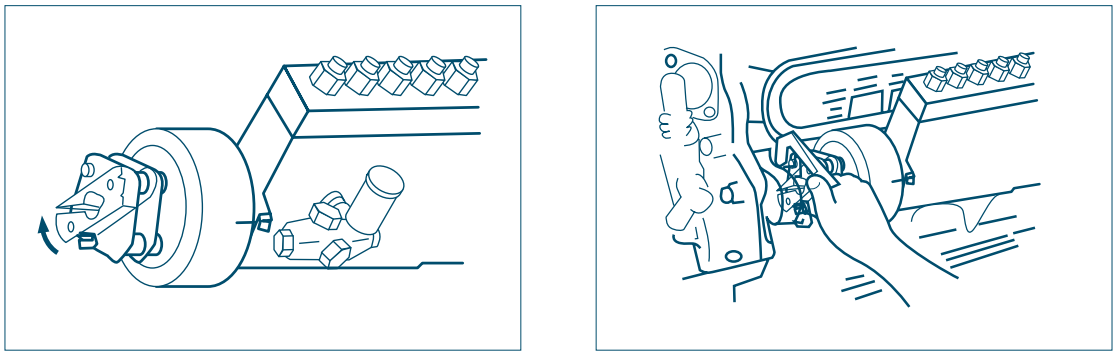
1 ไล่ลมที่หม้อกรอง โดยค่อย ๆ คลายโบลท์ข้อต่อที่ฝาหม้อกรอง แล้วโยกปั๊มมือจนกระทั่งฟองอากาศหมด จากนั้นจึงขันโบลท์ข้อต่อให้แน่น

2 ไล่ลมที่ปั๊มแรงสูง จะมีสกรูไล่ลมอยู่ 2 ตัว ไล่ตัวที่อยู่ด้านขันก่อนจากนั้นจึงไล่ตัวที่อยู่ด้านกาวานา เมื่อฟองอากาศหมด ถ้าใช้ไขควงขันให้แน่น แล้วโยกปั๊มมือ แต่ถ้าทำความสะอาดตามลำดับขั้นตอนทั้ง 2 แล้ว ฟองอากาศยังไม่หมดก็แสดงว่ามีการรั่วตามข้อต่อหรือท่อแตก

การตั้งปั๊มแบบสูบเรียง ดำเนินการดังรูปที่ 2-37 ดังนี้

1 คลายสกรูยึดหน้าแปลนปั๊มเชื้อเพลิงทั้งสองให้พอหลวม อย่าคลายออกจนกระทั่งสกรูหลุดออกจากหน้าแปลน แล้วหมุนไทเมอร์ไปตามเข็มนาฬิกาช้า ๆ จนกระทั่งขีดทั้งสองบนไทม์เมอร์และบนเสื้อปั๊มตรงกัน

2 ขันสกรูยึดหน้าแปลน ต้องขันให้หน้าแปลนปั๊มยึดติดแนบสนิท โดยไม่เกิดช่องว่างระหว่างแผ่น



รูปที่ 2-37 การตั้งปั๊มแบบสูบเรียง

2.7 การปรับแต่งระบบเครื่องยนต์ดีเซล

ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญมีดังนี้

2.7.1 การตรวจตั้งระยะห่างลิ้น

2.7.2 การวัดกำลังอัด

2.7.3 หม้อกรองอากาศ

2.7.4 ท่อไอเสียและหม้อพักไอเสีย

โดยขั้นตอนวิธีการปรับแต่งระบบเครื่องยนต์ดีเซลมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 การตรวจตั้งระยะห่างลิ้น (Valve)

สามารถตั้งได้ทุกลิ้นที่ปิด แต่เพื่อให้ประหยัดเวลาและมีหลักเกณฑ์ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งโอเวอร์แลปของลิ้น (จังหวะคายสุดลิ้นไอดีเริ่มเปิด คือลิ้นทั้งสองเปิดพร้อมกัน) มีรายละเอียดดังนี้

1) ปรับเมื่อเครื่องยนต์เย็น

2) ตั้งสูบที่ 1 อยู่ในจังหวะอัดที่ศูนย์ตายบน

1 ในกรณีของเครื่องยนต์ 4 สูบ ให้ดูที่สูบที่ 4 ในจังหวะโอเวอร์แลป ตั้งมาร์ค 1,4 ให้ตรงเป็นแนวเดียวกันที่ฟลายวีล ต้องแน่ใจว่าเราสามารถมองเห็น หัวโบล์ทของคลับปิ้งปั๊มหัวฉีดหันหน้าเข้าหาเรา

2 ในกรณีของเครื่องยนต์ 5 สูบ ให้มองดูที่สูบที่ 4 ในจังหวะโอเวอร์แลปโดยการหมุนฟลายวีล ตั้งมาร์ค 1 ให้ตรงเป็นแนวเดียวกัน ต้องแน่ใจว่าคุณสามารถมองเห็นหัวโบล์ทของคลับปิ้งปั๊มหัวฉีดหันหน้าเข้าหาเรา

3 ในกรณีของเครื่องยนต์ 6 สูบ ให้ตั้งสูบ 6 ในจังหวะโอเวอร์แลป ตั้งมาร์ค 1.6 ให้ตรงเป็นแนวเดียวกันที่ฟลายวีล ต้องแน่ใจว่าคุณสามารถมองเห็นหัวโบล์ทของคลับปิ้งปั๊มหัวฉีดหันหน้าเข้าหาเรา

4 ในกรณีของเครื่องยนต์ 8 สูบ ให้ตั้งสูบที่ 7 ในจังหวะโอเวอร์แลป ตั้งมาร์ค 1.8 ให้ตรงเป็นแนวเดียวกันที่ฟลายวีล ต้องแน่ใจว่าคุณสามารถมองเห็นหัวโบล์ทของคลับปิ้งปั๊มหัวฉีดหันหน้าเข้าหาเรา

3) ปรับระยะห่างลิ้นสอดคล้องกับลำดับการจุดระเบิดของแต่ละเครื่องยนต์

4 สูบ : 1-3-4-2

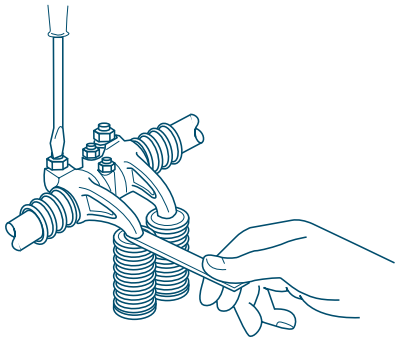
5 สูบ : 1-2-4-5-3

6 สูบ : 1-4-2-6-3-5

8 สูบ : 1-8-4-2-7-3-6-5

4) หลังจากปรับระยะห่างลิ้นขันน๊อตล๊อคด้วยประแจทอร์ค

5) ตรวจสูบที่ 1 อยู่ในจังหวะอัดในตำแหน่งศูนย์ตายบน



รูปที่ 2-38 การตั้งระยะห่างของลิ้น

จากรูปที่ 2-38 การตั้งระยะห่างของลิ้น โดยใช้ฟิลเลอร์เกจวัดระยะห่างของลิ้นตัวที่ 1 ฟิลเลอร์เกจจะต้องเคลื่อนตัวดึงเข้า-ออกได้ ค่อนข้างคล่องตัว เบาๆ จากนั้นปรับตั้งลิ้นตัวอื่นๆ โดยหมุนเพลาข้อเหวี่ยงตามทิศทางเข็มนาฬิกา 120 ° มองจากด้านฟลายวีลปรับตั้งระยะห่างลิ้นแต่ละสูบตามจังหวะลำดับการจุดระเบิด

ตัวอย่างการปรับแต่งเครื่องยนต์ฮีโน่รุ่น EH 700 และ K13C

การตรวจตั้งลิ้น

1) หมุนเครื่องยนต์ (ตามทิศทางการหมุนปกติ) ให้สูบที่ 1 อยู่ศูนย์ตายบน ในจังหวะอัด
2) ปรับตั้งระยะห่างลิ้น ของสูบที่ 1 ด้วยฟิลเลอร์เกจระยะห่างลิ้น

- EH700

  ไอดี : 0.30 มม. (0.0115 นิ้ว)

  ไอเสีย : 0.40 มม. (0.0157 นิ้ว)

- K13 C

  ไอดี : 0.40 มม. (0.0157 นิ้ว)

  ไอเสีย : 0.50 มม. (0.0192 นิ้ว)

3) ปรับตั้งสูบอื่นๆ ต่อไปโดยหมุนเครื่องยนต์ตามเข็มนาฬิกาไปประมาณครั้งละ 120 ° ก็จะปรับตั้งสูบอื่นๆ ได้ ตามลำดับการจุดระเบิด คือ 1-4-2-6-3-5

<u>วิธีการสังเกตว่าสูบใดอยู่ในตำแหน่งจังหวะอัด เมื่อสูบที่ 1 และ 6 อยู่ที่ศูนย์ตายบน</u>

หมุนเพลาข้อเหวี่ยง ให้ตำแหน่งเลข 1-6 ที่ฟลายวีลตรงกับมีดที่เสื้อฟลายวีลในตำแหน่งนี้ลูกสูบสูบที่ 1 และ 6 จะอยู่ที่ศูนย์ตายบนให้สังเกต ดังนี้

1. ถ้ากระเดื่องกดวาล์วของสูบที่ 1 สามารถขยับได้ด้วยมือ ก็แสดงว่าสูบที่ 1 อยู่ในตำแหน่งจังหวะอัดสุด

   หมายเหตุ : ถ้าไม่สามารถดูที่กระเดื่องกดสั้นได้ให้สังเกตที่จุดอื่นดังนี้

2. ขีดมาร์คบนไทม์เมอร์ตรงหรือใกล้กับขีดบนเสื้อปั๊มเชื้อเพลิง
3. หัวสกรูล็อคหน้าแปลนปั๊มกับแกนเฟืองปั๊มจะชี้ตรงออกนอกเครื่อง

4. หมุนเพลาข้อเหวี่ยงไปด้านตามเข็มนาฬิกาประมาณ 30-40 ˚C ให้สังเกตที่สูบที่ 1 และ 6 ถ้าก้านกระทุ้งลิ้นทั้ง 2 ของสูบนั้นไม่ขยับตัว แสดงว่าสูบนั้นอยู่ในจังหวะอัด ถ้าก้านกระทุ้งลิ้นทั้ง 2 ของสูบนั้น มีการขยับตัว แสดงว่าสูบนั้นอยู่ในจังหวะโอเวอร์แล็ป

ตรวจสอบจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

1. หมุนเพลาข้อเหวี่ยงไปตามเข็มนาฬิกา ให้ตรงกับขีดบอกตำแหน่งฟลายวีลของสูบที่ 1 ก่อนถึงตำแหน่งศูนย์ตายบน (BTDC)

2. ตรวจดูขีดบอกตำแหน่งที่ไทม์เมอร์ ต้องตรงกับขีดกำหนดตำแหน่งบนเสื้อปั๊มเชื้อเพลิง ถ้าไม่ตรงให้คลายสกรูหน้าแปลนปั๊ม แล้วหมุนไทม์เมอร์ให้ขีดตรงกัน

ปรับแต่งจังหวะการฉีดน้ำมัน

1. ตรวจขีดบอกตำแหน่งที่ฟลายวีล ให้ตรงกับขีดกำหนดที่เสื้อฟลายวีล 17 ˚ ก่อนศูนย์ตายบน (TDC)

2. คลายสกรูยึดหน้าแปลนปั๊มเชื้อเพลิงทั้งสองให้พอหลวม

   หมายเหตุ : อย่าคลายออกจนกระทั่งสกรูหลุดออกจากหน้าแปลน

3. หมุนไทม์เมอร์ไปตามเข็มนาฬิกาช้าๆ จนกระทั่งขีดทั้งสองบนไทม์เมอร์และบนเสื้อปั๊มตรงกัน

4. ขันสกรูยึดหน้าแปลน

   หมายเหตุ : ต้องขันให้หน้าแปลนปั๊มยึดติดให้แนบสนิท โดยไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่น

หัวฉีด

ตรวจสอบ ปรับแต่งกำลังดันหัวฉีด

ตรวจสอบ การเป็นฝอยละอองจากหัวฉีด

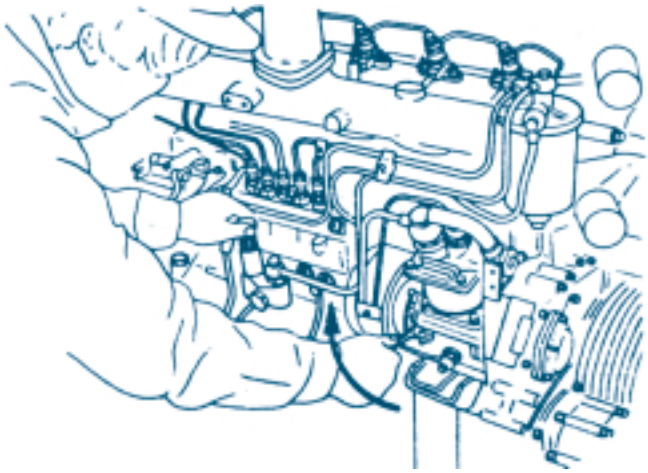
ตรวจสอบ การรั่วที่หัวฉีด

ไล่ลมออกจากระบบเชื้อเพลิง

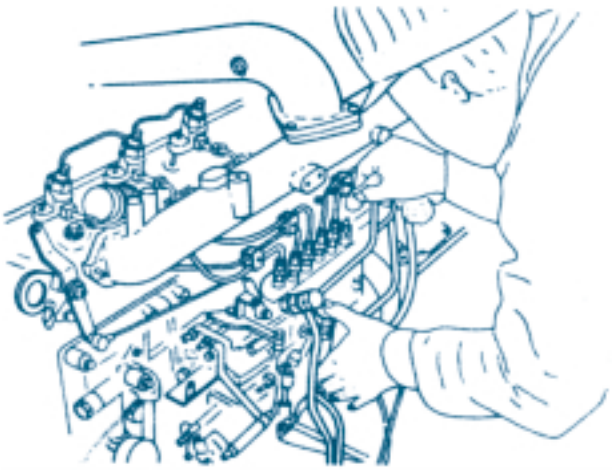
1. คลายสกรูไล่ลมที่ฝาครอบกรองเชื้อเพลิง
2. คลายปุ่มกดปั๊มแย็ก (Feed Pump) ดังรูปที่ 2-39

3. กดปุ่มปั๊มแย็กหลายๆ ครั้ง หรือไล่ลมออกจากระบบที่สกรูไล่ลม ดังรูปที่ 2-40
4. เมื่อไล่ลมออกจากระบบหมดแล้ว กดปุ่มปั๊มแย็กลงด้านล่างแล้วหมุนล็อคจนแน่น
5. ขันสกรูไล่ลมให้แน่น

หมายเหตุ : - ต้องแน่ใจว่ายึดปุ่มกดปั๊มแย็กแล้วจึงขันสกรูไล่ลม
- เช็ดคราบน้ำมันรอบๆ สกรูไล่ลมให้แห้งสนิท



รูปที่ 2-39 ปั๊มแย็ก

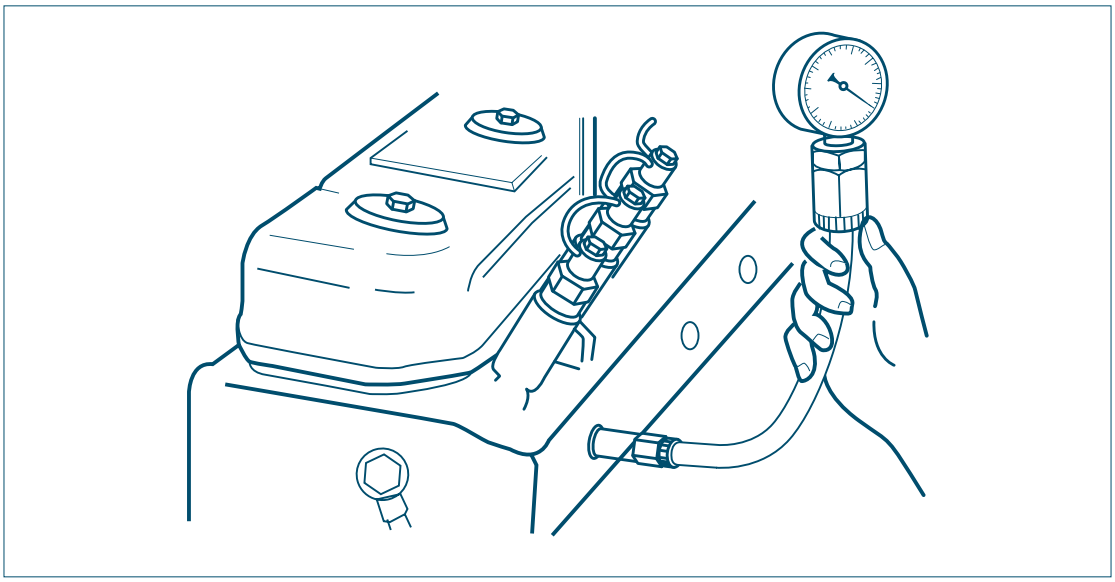


รูปที่ 2-40 การไล่ลม

2.7.2 การวัดกำลังอัด

การวัดกำลังอัด รูปที่ 2-41 กระทำเพื่อตรวจสอบดูว่ากำลังอัดของเครื่องยนต์สูงมากพอตามข้อกำหนดหรือไม่ เพราะถ้ากำลังอัดต่ำก็จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะเกิดควันดำและมีมลพิษ ซึ่งมีขั้นตอนในการวัดกำลังอัด ดังนี้

1) ตรวจเช็คแรงดันของแบตเตอรี่
2) ถอดท่อหัวฉีด
3) ถอดหัวฉีดทุกสูบ
4) เลือกข้อต่อเครื่องมือวัดกำลังดัดให้เหมาะสมกับเกลียวของหัวฉีด
5) ประกอบเครื่องมือวัดกำลังอัดกับกระบอกสูบที่ต้องการวัด
6) เปิดช่องไอดีให้สุด
7) สตาร์ทเครื่องยนต์ประมาณ 5-10 วินาที หรือดูที่เกจ
8) อ่านค่าแรงดันจากเกจวัดกำลังอัด และบันทึกค่า
9) ตั้งเครื่องมือวัดกำลังอัดให้ปกติ (ศูนย์)
10) ทดสอบตามข้อที่ 5-7 อีกครั้ง เพื่อความถูกต้อง ซึ่งควรจะมีค่าแรงดันหรือกำลังอัดเท่ากันทุกครั้งที่ทดสอบ
11) ทำการวัดสูบต่อๆ ไป จนครบทุกสูบ
12) เปรียบเทียบกำลังอัดกับคู่มือของผู้ผลิตรถยนต์

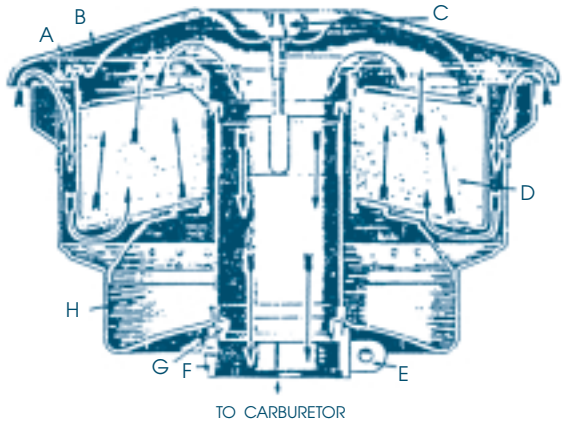


รูปที่ 2-41 การวัดกำลังอัดจากเครื่องยนต์

2.7.3 หม้อกรองอากาศ

หม้อกรองอากาศทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

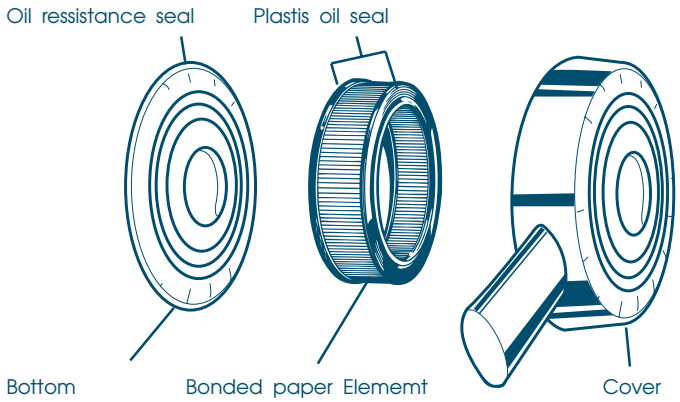
1) แบบเปียก



A. COVER GASKET	D. FILTER ELEMENT	G. THROAT GASKET
B. COVER	E. CLAMP	H. OIL RESERVOIR
C. WING NUT	F. CRAMP SEAL	J. ELEMENT GASKET

รูปที่ 2-42 การทำงานของหม้อกรองแบบเปียก

2) แบบแห้ง



รูปที่ 2-43 ชิ้นส่วนของหม้อกรองอากาศ

ข้อควรจำ ถ้าหม้อกรองอากาศตัน จะทำให้เครื่องยนต์เดินไม่ดี ทำให้เกิดควันดำและสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย

2.7.4 ท่อไอเสียและหม้อพักไอเสีย

1) ไอเสีย

ไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์จะประกอบด้วย ความร้อน แรงดันสูง ก๊าซพิษ เขม่า ไอน้ำ และอื่นๆ ซึ่งไอเสียที่ออกจะต้องผ่านท่อพักไอเสีย เพื่อลดแรงดันและเสียง ตลอดถึงมีการออกแบบให้ลดเขม่าและก๊าซพิษด้วย

2) การออกแบบท่อไอเสียและหม้อพัก จะต้องคำนึงถึง

1 ให้ไอเสียออกได้สมดุลย์กับไอดีที่สุด

2 ให้ไอเสียออกมามีเสียงเงียบที่สุด

ทั้งนี้ รถยนต์บางคันชอบแต่งท่อไอเสียใหม่ เพื่อให้ไอเสียออกได้ง่าย ออกได้มาก โดยหวังว่าให้รถแรงและวิ่งได้เร็วที่สุด แต่ขอให้คำนึงถึงเสียงที่ออกและควันดำด้วย ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและผลเสียด้วย

หม้อพัก	มีหน้าที่ให้ก๊าซขยายตัว และลดความแรงดันลม
หม้อลดเสียง	มีหน้าที่เก็บเสียง โดยมีวัสดุเก็บเสียงบุไว้ภายใน
ปลายท่อไอเสีย	มีหน้าที่เก็บเสียงขั้นสุดท้าย และยังทำให้ดูสวยงาม

ข้อควรจำ

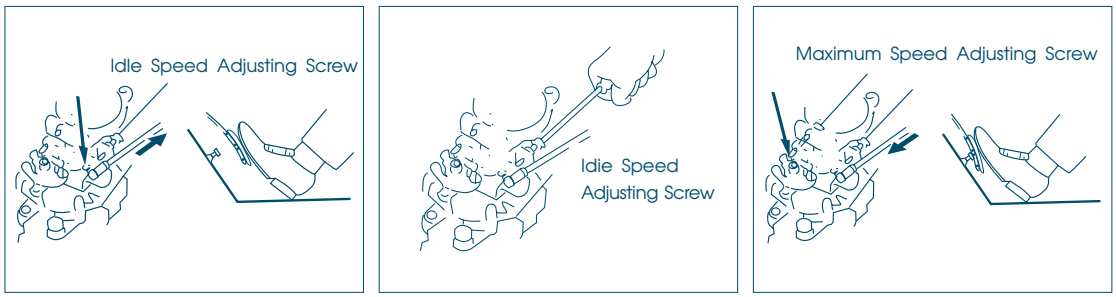
ถ้าไอเสียไหลไม่สะดวก จะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เครื่องยนต์ไม่มีแรงหรือมีควันดำ ถ้าทดลองเร่งเครื่องยนต์โดยไม่มีท่อไอเสีย จะเร่งดี แต่ถ้าใส่ท่อไอเสียแล้วเร่งไม่ขึ้นหรืออืด แสดงว่าท่อไอเสียตัน

ข้อควรระวัง

การปรับแต่งเครื่องยนต์ มีทั้งการปรับรอบเดินเบาและปรับรอบสูงสุด ซึ่งในการเช็คปั๊ม ร้านปั๊มจะตั้งมาเรียบร้อย ทั้งรอบต่ำสุดและรอบสูงสุด โดยใช้เครื่องมือวัดที่ทันสมัยแล้ว แต่ถ้ามาปรับเองอีกสำหรับรอบเดินเบาก็ได้ แต่สำหรับสกรูปรับรอบสูงสุดนั้น ถ้าคลายก็จะทำให้เร่งเครื่องได้รอบสูงไปได้อีก แต่ช่างจะต้องระวังไว้ว่านั่นเป็นการผิดสเป็ค เพราะจะทำให้ปั๊มและหัวฉีดทำงานหนัก จะก่อให้เกิดการทำงานผิดพลาด เกินกำลัง รวมทั้งชิ้นส่วนจะรับภาระเกิน การสึกหรอจะมากผิดปกติ ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดก๊าซพิษควันดำได้ และการจะแก้ไขให้กลับเป็นปกติจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ไม่คุ้มกับความเร็วที่ได้เพิ่มขึ้น

1) **การปรับตั้งรอบต่ำสุด** จะต้องอุ่นเครื่องให้ถึงอุณหภูมิทำงาน แล้วจึงปรับที่สกรูยันคันเร่ง โดยสังเกตจากประสบการณ์ หรือใช้เครื่องวัดรอบตามต้องการ ดังรูปที่ 2-44

2) **การปรับตั้งรอบสูงสุด** จะต้องใช้เครื่องวัดรอบจับเพื่อความแน่นอน จากนั้นเร่งเครื่องให้ได้รอบตามคู่มือแต่ละรุ่น แล้วปรับสกรูตั้งรอบที่ปั๊มสูงสุดให้สัมผัสกับคันเร่ง จากนั้นล็อคให้แน่น ดังรูปที่ 2-44



รูปที่ 2-44 การปรับตั้งรอบต่ำสุดและสูงสุด

บทที่ 3
การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

3.1 ประโยชน์ของการดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

การดูแลรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่และตรวจสภาพรถเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้รถสูงสุด และเป็นการยืดอายุการใช้งานของรถให้ยาวนานขึ้น เจ้าของรถหรือผู้ใช้รถควรจะต้องตรวจเช็คประจำวัน และตรวจเช็คตามระยะเวลาที่กำหนด จะทำให้เกิดความปลอดภัยบนท้องถนน ลดอุบัติเหตุ ลดมลพิษจากไอเสียและเสียงดังได้

3.2 วิธีการดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

3.2.1 การบำรุงรักษาและการตรวจเช็คประจำวัน

1) การตรวจสภาพรถใหม่

ขณะทำการตรวจสภาพรถใหม่ มีการเปลี่ยนน้ำมันต่าง ๆ ที่จำเป็นตามรายการตารางการบำรุงรักษารถ ดังนี้

- ระยะ 1000 กิโลเมตรแรก (600 ไมล์) ต้องมีการเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง, น้ำมันเกียร์, น้ำมันเพลาท้าย, น้ำมันกระปุกเกียร์พวงมาลัย
- ระยะ 4827 - 8045 กิโลเมตรแรก (3000 ไมล์ ถึง 5000 ไมล์) หรือ 30 ชั่วโมง ต้องมีการเปลี่ยนน้ำมันเกียร์
- ระยะ 5000 กิโลเมตรแรก (3000 ไมล์) ต้องมีการเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ น้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์

2) การตรวจเช็คและบำรุงรักษาประจำวัน

เพื่อความปลอดภัยและสะดวกสบาย ควรตรวจสอบและบำรุงรักษารถของท่านเป็นประจำทุกวันสม่ำเสมอก่อนการขับรถ ดังนี้

1 <u>ระดับน้ำมันเบรกและน้ำมันคลัตช์</u>

เช็คระดับน้ำมันในกระปุกเก็บ จะต้องไม่อยู่ในระดับต่ำ ถ้าระดับน้ำมันอยู่ระหว่าง "Max" และ "Min" แสดงว่าปกติ แต่ถ้าระดับน้ำมันอยู่ต่ำให้เช็ครอยรั่วที่ทำน้ำมันเบรก เพราะอาจเกิดการรั่วที่ท่อทางน้ำมันเบรก เสร็จแล้วเติมน้ำมันเบรกให้ได้ระดับ "Max"

2 **มีน้ำสะสมอยู่ในถังเก็บลม**

ดึงคันโยกก๊อกถ่ายน้ำที่ใต้ถัง และเช็คน้ำในถังเก็บลมว่ามีน้ำออกมาหรือไม่ โดยปกติรถที่ติดตั้งอุปกรณ์กรองความชื้น จะไม่มีน้ำหยดออกมา แต่อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของถังเก็บลมลดลงต่ำกว่า 16 ˚C (ในกรณีปั๊มลมเข้าถังในเวลากลางวัน แล้วทำการถ่ายในเวลาเช้า) จะมีน้ำจำนวนเล็กน้อยออกมาจากรูระบายแสดงว่าปกติ

แต่ถ้าน้ำหรือน้ำมันเครื่องที่ถูกระบายออกมาเมื่อนำไปตรวจสอบสารดูดความชื้นในตัวกรองความชื้น แล้วพบว่ามีคุณสมบัติเสื่อมลง ในกรณีนี้ให้เปลี่ยนสารดูดความชื้นใหม่

3 **มีน้ำสะสมอยู่ในกรองดักน้ำ**

กรองดักน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกน้ำออกจากน้ำมัน เพื่อป้องกันปัญหาไม่ให้น้ำผสมกับน้ำมัน ควรตรวจสอบทุกวัน โดยการคลายปลั๊กรูระบายและถ่ายน้ำออกจนหมดจากนั้นให้ปิดปลั๊กถ่ายน้ำและขันให้แน่น

4 **กรองอากาศกับอุปกรณ์ชี้สภาพกรองอากาศ**

กรองอากาศกับอุปกรณ์ชี้สภาพกรองอากาศ เป็นอุปกรณ์ชี้สภาพของไส้กรองอากาศว่าตันหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ลิ้นปล่อยฝุ่น ซึ่งกำจัดฝุ่นออกเองโดยอัตโนมัติ การตรวจเช็คโดยดูสัญลักษณ์ที่อุปกรณ์ชี้สภาพกรองอากาศ ถ้าสีเหลืองแสดงว่าปกติ แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีแดงให้ทำความสะอาด หรือเปลี่ยนใหม่ โดยพิจารณาจากระยะทางที่วิ่ง

5 **ระดับน้ำมันเครื่อง**

การตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่อง ให้ทำการเช็คก่อนที่จะสตาร์ทเครื่องยนต์ และจะต้องจอดรถในพื้นที่ราบ สำหรับรถหลังจากเพิ่งเลิกจากการใช้งานมา จะต้องรอประมาณ 30 นาที ก่อนที่จะทำการตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่อง และก่อนจะเติมน้ำมันเครื่อง ต้องแน่ใจว่าน้ำมันไม่หกไปถูกท่อไอเสีย เพราะจะทำให้ไฟลุกไหม้ได้

การตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่อง ทำโดยดึงเกจวัดระดับน้ำมันเครื่องออกและเช็คคราบน้ำมันที่เกจวัด หลังจากนั้นสอดเกจวัดระดับน้ำมันเครื่องเข้าไปใหม่ จนสุดแล้วดึงออกมาเช็คอีกครั้งหนึ่ง ถ้าระดับน้ำมันอยู่ในช่วงระหว่างสูงสุดและต่ำสุด แสดงว่าปกติ แต่ถ้าน้ำมันเครื่องไม่พอให้เติมน้ำมันที่ฝาปิดน้ำมัน การเติมน้ำมันเครื่องไม่ควรเติมให้เกินขีดสูงสุดของเหล็กวัด เพราะจะทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพการทำงานลดลง

6 **ระดับน้ำหล่อเย็น**

การเช็คระดับน้ำหล่อเย็นและการเติมระดับน้ำหล่อเย็นควรทำในขณะเครื่องเย็นเท่านั้น โดยเช็คระดับน้ำในถังสำรอง ว่ามีปริมาณเพียงพอหรือไม่ ถ้าอยู่ในระดับ "Low" และ "Full" แสดงว่าปกติ ควรเติมน้ำให้อยู่ในระดับ "Full" โดยเติมที่หม้อพักน้ำ ห้ามเปิดฝาหม้อน้ำออก แต่หากภายหลังการเติมน้ำหล่อเย็นแล้ว ปรากฏว่าน้ำลดลงทันที แสดงว่า มีน้ำรั่วในระบบ ให้นำรถเข้าตรวจเช็ค

7 **น้ำรั่วออกจากระบบหล่อเย็น**

ตรวจเช็คหม้อน้ำและท่อยางว่ามีรอยรั่วหรือไม่ จากนั้นจึงเช็คร่องรอยของน้ำบนพื้นบริเวณที่นำรถมาจอด ถ้าพบว่ามีน้ำรั่ว ให้นำรถเข้าตรวจเช็ค

8 **ระดับน้ำฉีดกระจก**

ตรวจเติมน้ำฉีดกระจกที่หม้อพักทุกครั้ง ถ้าระดับน้ำต่ำควรเติมให้เต็มถึงขีดบอกระดับสูงสุด

9 **ความตึงและความเสียหายของสายพาน**

สายพานที่ตึงหรือหย่อนเกินไป อาจเป็นสาเหตุทำให้อันเทอร์เนเตอร์ผลิตกระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ ควรตรวจเช็คหรือปรับความตึงของสายพานให้ถูกต้องเสมอ ถ้าพบว่าสายพานเสียหายให้เปลี่ยนสายพานเส้นใหม่ โดยขณะที่ทำการปรับตั้งหรือเปลี่ยนสายพาน ต้องดับเครื่องยนต์ก่อน เพราะชิ้นส่วนที่หมุนเคลื่อนไหว เช่น สายพานหรือพัดลม จะทำให้เกิดอันตรายได้รับบาดเจ็บได้

การเช็คความตึงของสายพาน ให้ถูกต้องโดยให้แรงกดประมาณ 98 นิวตัน (10 กก. หรือ 20 ปอนด์) ด้วยนิ้วมือ โดยกดลงไปแล้วมีระยะยุบตัวไม่เกิน 1 เซนติเมตร หรือเครื่องมือพิเศษ ที่ตรงกลางระหว่างพูลเลย์ทั้งสอง ถ้าความตึงของสายพานทั้งสองไม่ได้มาตรฐานให้ทำการปรับตั้งใหม่

หลังจากตั้งสายพานเสร็จแล้ว ให้ทำการขันโบล์ทและน็อตให้แน่น ถ้าขันตึงไป จะทำให้สายพานและลูกปืนเสียหายได้ และไม่ควรให้สายพานเปื้อนน้ำมัน หรือจารบี เพราะจะทำให้สายพานลื่น

หากเปลี่ยนสายพานเส้นใหม่ แล้วพบว่าความตึงของสายพานยังไม่พอดี ต้องทำการเดินเครื่องยนต์ที่รอบเดินเบา 3-5 นาที หลังจากติดตั้งและปรับตั้งใหม่แล้วให้ทำซ้ำอีกครั้ง

10 การตรวจเช็คยาง

1. การสูบลมยาง เราสามารถตรวจเช็คลมยางด้วยสายตา หรือใช้เกจวัด ขณะเช็คความดันลม ยางจะต้องสัมผัสกับพื้น เช็คเมื่อยางอยู่ในสภาพเย็นเท่านั้น หลังจากเช็คลมยางแล้วต้องปิดฝาจุ๊บยางให้สนิททุกครั้ง ถ้าความดันลมยางมีไม่เพียงพอ ให้เติมความดันลมยางตามค่าที่โรงงานกำหนด ซึ่งความดันลมยางที่กำหนดโดย องค์การเทคนิคการผลิตยางและกระทะล้อแห่งทวีปยุโรป ดังตารางที่ 3-1 และความดันลมยางที่กำหนดโดยสมาคมผลิตยางยนต์แห่งประเทศญี่ปุ่น ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 ความดันลมยางที่กำหนดโดยองค์การเทคนิคการผลิตยางและกระทะล้อแห่งทวีปยุโรป

ขนาดยาง	ความดันลมยางสูงสุด kPa (กก./ตร.ซม., ปอนด์/ตร.นิ้ว)
8.25R16-14PR	675 (6.9, 98)
9.00-20-14PR	700 (7.1, 102)
10.00-20-14PR	650 (6.6, 94)
11.00-20-14PR	675 (6.6, 98)

ตารางที่ 3-2 ความดันลมยางที่กำหนดโดยสมาคมผลิตยางยนต์แห่งประเทศญี่ปุ่น

ขนาดยาง	ความดันลมยางสูงสุด kPa (กก./ตร.ซม., ปอนด์/ตร.นิ้ว)
7.50-16-14PR	650 (6.50, 94)
7.50R16-14PR	700 (7.1, 102)
8.25R16-14PR	575 (5.75, 93)
9.00R20-14 PR	725 (7.25, 105)
10.00R20-14 PR	725 (7.25, 105)

2. รอยแตกร้าวและความเสียหายของยาง ควรเช็คหน้ายางและแก้มยางว่ามีรอยแตกร้าวหรือเสียหายหรือไม่ ถ้าพบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับยาง ให้ทำการซ่อมหรือเปลี่ยนยางเส้นใหม่

3. มีโลหะก้อนหินและวัสดุแปลกปลอมฝังอยู่ที่ยาง หากพบให้ทำการซ่อมหรือเปลี่ยนยางใหม่

4. ยางชำรุดผิดปกติ หากท่านพบว่าหน้ายางชำรุดผิดปกติ ให้นำรถเข้าไปตรวจเช็คที่ศูนย์บริการ

5. ร่องลึกของดอกยาง เมื่อร่องลึกดอกยางบางมีระยะ 1.6 มม. (0.063 นิ้ว) และมีเครื่องหมาย (▲) ปรากฏ แสดงว่ายางชำรุด เมื่อมีร่องลึกของดอกยางต่ำกว่าขีดจำกัด ดังตารางที่ 3-3 จะทำให้ยางสั่นและเป็นอันตราย ให้เปลี่ยนยางเส้นใหม่

6. น็อตล้อหลวม หรือคลาย ควรเช็คน็อตล้อทุกตัว หากพบว่า คลายหรือหลวม ให้ทำการขันให้แน่นโดยใช้ประแจขันปอนด์

ตารางที่ 3-3 ขีดจำกัดความลึกของดอกยางกับชนิดของถนน

ชนิดถนน	ขีดจำกัดความลึกของดอกยาง	
	19.5 หรือ มากกว่า	18.0 หรือ ต่ำกว่า
ทางด่วน	3.2 มม. (0.126 นิ้ว)	2.4 มม. (0.094 นิ้ว)
ถนนทั่วไป	1.6 มม. (0.063 นิ้ว)	

11 <u>เบรกมือ</u>

ดำเนินการปลดปุ่มล็อคและดึงเบรกมือขึ้นอย่างช้าๆ ด้วยแรงประมาณ 294 นิวตัน (30 กก. หรือ 66 ปอนด์) เช็คระยะดันเบรกมือ โดยฟังจำนวนคลิ๊กที่ดัง ค่ามาตรฐานของระยะโยกคันเบรกมือ คือ 3 - 5 คลิ๊ก ในขณะปรับตั้งเบรกมือ จะต้องปลดคันเบรกมือลง และจอดบนพื้นเรียบ พร้อมหนุนล้อไม่ให้รถเคลื่อนที่ หากคันโยกเบรกมือมีระยะเกินขีดจำกัด ให้นำรถไปปรับตั้งที่ศูนย์บริการ หลังจากดันคันเบรกมือจนสุดแล้วบิดสวิตช์กุญแจไปตำแหน่ง ON สัญญาณไฟเตือนเบรกมือจะต้องสว่าง

12 <u>การตรวจสอบและซ่อมเบรก</u>

ระยะเบรกมือมีความสำคัญมาก ถ้าขาดการตรวจสอบหรือปรับตั้งไม่ถูกต้อง จะนำไปสู่การเกิดอันตรายได้ ให้ปฏิบัติตรวจสอบเบรก ถ้าพบว่ารถของท่านเบรกผิดปกติ ให้นำรถเข้าตรวจเช็ค

13 <u>การปรับตั้งกระจกมองหลัง</u>

ตรวจเช็คมุมมองของกระจกแต่ละบานทุกครั้ง ให้มองเห็นชัดจากที่นั่งคนขับ ให้สามารถมองเห็นด้านหลัง ด้านข้าง โดยมองจากทิศทางหน้ารถและดูความสะอาดของกระจกด้วย ถ้าจำเป็นต้องปรับกระจกด้านผู้โดยสาร อันดับแรกต้องดูมาร์คเครื่องหมายบนขากระจกกับแป้นยึดขา กระจกต้องตรงกัน

14 **เช็คกำลังดันลมในถังเก็บลม**

กำลังดันลมในถังเก็บลม ต้องอยู่ที่ระดับใช้งานคือ 8 กก./ตร.ซม. ถ้ากำลังดันลมต่ำ ควรติดเครื่องเดินเบาสักระยะหนึ่ง ไม่ควรเร่งเครื่องอย่างรุนแรง เพื่อให้ลมเต็มถังได้เร็ว เพราะจะทำให้เครื่องยนต์สึกหรอมากกว่าปกติ

กำลังลมในถังเก็บลมต่ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบเบรกลดลง ซึ่งจะเป็นอันตรายในการขับขี่เป็นอย่างยิ่ง

15 **ระดับน้ำมันเชื้อเพลิง**

เช็คระดับน้ำมันเชื้อเพลิงว่ามีปริมาณเพียงพอหรือไม่ โดยดูจากเกจวัด ถ้าเกจวัดชี้ที่ F หมายถึงน้ำมันเต็ม แต่ถ้าเกจวัดชี้ที่ E หมายถึง น้ำมันหมดถัง ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจะขึ้นอยู่กับสภาพการจราจร จึงควรหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัด เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

16 **ไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณกะพริบ**

การตรวจเช็คให้ดำเนินการดังนี้

1. บิดสวิตช์กุญแจไปที่ตำแหน่ง "ON" ตรวจเช็คไฟส่องสว่างและไฟกระพริบ
2. เช็คไฟเบรกเมื่อเหยียบแป้นเหยียบเบรค
3. เช็คในขณะถอยหลังไฟถอยหลังจะสว่าง เมื่อคันเกียร์อยู่ในตำแหน่งเกียร์ถอยหลัง
4. เช็คไฟเตือนและไฟหน้าปัดว่าทำงานปกติหรือไม่ ถ้าไฟเตือนแสดงว่าทำงาน

17 **การตรวจเช็คพวงมาลัย**

ระบบพวงมาลัยและระบบเบรก มีความสำคัญต่อความปลอดภัยในขณะขับรถเป็นอย่างมาก ถ้าพบว่าระบบใดระบบหนึ่งผิดปกติ ให้นำรถเข้าตรวจเช็ค

18 <u>การทำงานของเบรกไอเสีย (กรณีติดตั้ง)</u>

การตรวจเช็คการทำงานของเบรกไอเสีย มีรายละเอียดดังนี้

1. ขณะเครื่องยนต์เดินเบาและบิดสวิตส์เบรกไอเสียไปที่ตำแหน่ง "ON" โดยไม่เหยียบคลัตซ์ และคันเร่ง หลอดไฟเตือนเบรกไอเสียสว่างขึ้น แสดงว่าเบรกไอเสียทำงานปกติ

2. เมื่อปิดสวิตซ์เบรกไอเสียไปที่ตำแหน่ง "ON" หลอดไฟเตือนเบรกไอเสียจะสว่างขึ้น เบรกไอเสียจะทำงานตามปกติ เครื่องยนต์จะมีเสียงเปลี่ยนไป เมื่อเปิดสวิตซ์เบรกไอเสียแล้วเหยียบและปล่อยคลัตซ์ และคันเร่งสลับกัน เสียงเครื่องยนต์จะเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่กระทำ

19 <u>การตรวจเช็คคลัตช์</u>

การเช็คระยะฟรีแป้นเหยียบคลัตช์ โดยกดแป้นเหยียบคลัตช์ด้วยมือ จะรู้ว่ามีแรงต้านอยู่ 2 ระยะ คือ ระยะฟรีปั๊มคลัตช์บนและระยะฟรีปั๊มคลัตช์ล่าง หากระยะฟรีถึงขีดจำกัดจะต้องนำรถเข้าตรวจเช็ค

การเช็คการทำงานของคลัตช์ขณะเครื่องยนต์เดินเบา โดยเหยียบแป้นคลัตช์ลงจะต้องไม่หนักผิดปกติและไม่มีเสียงดัง สามารถเข้าเกียร์ได้ โดยไม่ติดขัด และเมื่อปล่อยคลัตช์ทีละน้อยตามปกติ คลัตช์จะจับสนิทโดยปราศจากการกระตุกกระชาก

3.2.2 การบำรุงรักษาตามระยะเวลา

การบำรุงรักษาจะต้องทำตามกำหนดเวลา กม. หรือเดือนปีที่กำหนดไว้ ระยะเวลาการบำรุงรักษาแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ

1) การเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลา ดังตารางที่ 3-4
2) การบำรุงรักษารถใหม่หรือหลังจากการซ่อมใหญ่ ดังตารางที่ 3-5
3) การหล่อลื่นตามระยะทาง ดังตารางที่ 3-6
4) การซ่อมบำรุงตามระยะทาง ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-4 การเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลา

อะไหล่ที่ต้องการเปลี่ยน	ระยะเวลาของการเปลี่ยน	หมายเหตุ
ท่อยางเดินลมและท่อน้ำมันไฮดรอลิค ท่อปั๊มลม เบรก คลัตช์	ทุก 1 ปี	●
อะไหล่ที่เป็นยางของลิ้นอากาศ ลูกยาง แม่ปั๊มคลัตช์บน รีเลย์วาลว์ เบรกวาลว์ ฯลฯ	ทุก 1 ปี	●
อะไหล่ที่เป็นยางของกระบอกไฮโดรลิค แม่ปั๊มคลัตช์ กระบอกแม่ปั๊มคลัตช์ แอร์บูชเตอร์ กระบอกเบรกที่ล้อ อื่นๆ	ทุก 1 ปี	●
ท่อยางของเบรกไอเสีย	ทุก 1 ปี	●
อะไหล่ที่เป็นยางและวาล์วของเกียร์ร่วม	ทุก 1 ปี	●
อะไหล่ที่เป็นยางของเบรกโซลินอยด์วาลว์และเช็ควาลว์	ทุก 1 ปี	●
ท่อยางหม้อน้ำ	ทุก 2 ปี	●
ท่อยางหล่อเย็น น้ำมันเครื่อง	ทุก 2 ปี	●
อะไหล่ที่เป็นยางของพวงมาลัยเพาเวอร์ ท่อยาง	ทุก 2 ปี	●
ท่อยางยึดสปริงเบรก	ทุก 2 ปี	●
ท่อยาง เกจ์วัดกำลังดันลม	ทุก 2 ปี	●
สวิตช์ความดันลมโซลินอยด์เบรก	ทุก 2 ปี	●
กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (กรองเดี่ยว/คู่)	ทุก 20,000 กม.	○
ท่อยางน้ำมันเชื้อเพลิง	ทุก 3 ปี หรือทุก 60,000 กม.	●
กรองน้ำมันเครื่อง	ช่วงทุก 7,500 - 10,000 กม.	○
ไส้กรองอากาศ	ทุก 48,000 กม.	○
กรองความชื้น ไส้กรอง และตัวถ่ายความชื้น วาล์วลม	ทุก 1 ปี หรือ 60,000 กม.	●
ไส้กรองน้ำมันเฟืองท้าย (กรณีติดตั้ง)	ทุก 1 ปี หรือ 60,000 กม.	○
ไส้กรองน้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์	ทุก 60,000 กม.	●

หมายเหตุ : ● หมายถึง ควรซ่อมโดยช่างของศูนย์บริการ หรือตามคู่มือการซ่อม

○ หมายถึง ควรซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 3-5 การบำรุงรักษารถใหม่หรือหลังจากการซ่อมใหญ่

รายการตรวจเช็ค	1,000 กม. แรก	5,000 กม. แรก	30,000 กม. แรก	การปฏิบัติ
โบลท์ฝาสูบ	●			ขันใหม่
ระยะห่างลิ้น	●			ตารางและปรับตั้ง
แรงดันหัวฉีด	●			ปรับตั้ง
โบลท์ยึดพัดลม	●			ขันใหม่
น้ำมันเครื่อง	○			เปลี่ยน
ไส้กรองน้ำมันเครื่อง	○			เปลี่ยน
น็อตยึดท่อร่วม ไอดี ไอเสีย	●			ตรวจ/ขันใหม่
น็อตยึดเทอร์โบชาร์จ	●			ตรวจ/ขันใหม่
น้ำมันเกียร์	○	○		เปลี่ยน
หล่อเย็นเกียร์ใช้ความดันกำหนดระบบหล่อเย็น	●			ตาราง
น้ำมันเฟืองท้าย	○			เปลี่ยน
น้ำมันพวงมาลัย (ไม่มีเพาเวอร์)	○			เปลี่ยน
ยูโบลท์และที่รัดแหนบ	●			ตรวจ
สายไฟตามข้อต่อที่เสียหาย	●			ตรวจ
สายเบรกมือและข้อต่อหย่อนหรือเสียหาย	●			ตรวจ
ตะแกรงกรองกระปุกน้ำมันเพาเวอร์		●		ทำความสะอาด
ไส้กรองน้ำมันเพาเวอร์		●		เปลี่ยน
ยางครอบกระปุกน้ำมันเพาเวอร์		●		ตรวจ
ตะแกรงกรองปั๊มน้ำมันเฟืองท้าย			○	ทำความสะอาด
ไส้กรองน้ำมันเฟืองท้าย (กรณีติดตั้ง)			○	ให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้รถ
ตะแกรงกรองน้ำมันเกียร์				ทำความสะอาด ให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้รถ

หมายเหตุ : ● หมายถึง ควรซ่อมโดยช่างของศูนย์บริการ หรือตามคู่มือการซ่อม

○ หมายถึง ควรซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 3-6 ระยะเวลาการหล่อลื่น

ตำแหน่ง	การหล่อลื่น	ความจุลิตร	เกรด		ความหนืดขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิก่อนจะถ่ายน้ำมันครั้งต่อไป		ระยะเวลาเปลี่ยนถ่าย	หมายเหตุ
เครื่องยนต์	น้ำมันเครื่อง	ช่วง 9 - 29	API CD, CE, CF		มากกว่า 32 ˚C (90 ˚F)	SAE 40	1,000 กม. แรก และทุกๆ 7,500 - 10,000 กม. หลังจากนั้น	ตามคู่มือการใช้ของรถยนต์แต่ละรุ่น
					ระหว่าง 32 ˚C (90 ˚F) และ 0 ˚C (32 ˚F)	SAE 15W-40 SAE 30 SAE 10W-30		
			ACEA E2, E3		น้อยกว่า 0 ˚C (32 ˚F)	SAE 15W-40 SAE 10W-30		
เกียร์	น้ำมันเกียร์	ช่วง 5.5 - 13.5	API-GL-4	SAE 90W	-26 ˚C ถึง 21 ˚C (-14.8 ˚F ถึง 68.0 ˚F)		1,000 กม. แรก และทุก 30,000 กม. หรือทุก 6 เดือน	ตามคู่มือการใช้ของรถยนต์แต่ละรุ่น
				SAE 140	สูงกว่า 32 ˚C (90 ˚F)			

ตารางที่ 3-6 (ต่อ) ระยะเวลาการหล่อลื่น

ตำแหน่ง	การหล่อลื่น	ความจุลิตร	เกรด		ความหนืดขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิก่อนจะถ่ายน้ำมันครั้งต่อไป	ระยะเวลาเปลี่ยนถ่าย 1,000 กม. แรก	หมายเหตุ
เฟืองท้าย	น้ำมันไฮปอยด์เกียร์	ประมาณ 3.7, 5.5, 8.0, 11.0, 13.0	API GL-5	SAE 140	สูงกว่า 32 ˚C (90 ˚F)	หรือทุก 30,000 กม. หรือ ทุก 6 เดือน หลังจากนั้น	○
				SAE 90	ระหว่าง -12 ˚C และ 32 ˚C (10 ˚F และ 90 ˚F)		
พวงมาลัย	น้ำมันเกียร์	ประมาณ 0.95	API GL-4	SAE 90	ระหว่าง -12 ˚C และ 32 ˚C (10 ˚F และ 90 ˚F)	1,000 กม.แรก และ ทุก 60,000 กม. หลังจากนั้น	○
พวงมาลัยเพาเวอร์	น้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์แบบอินทีกรัล	ประมาณ 2.0 - 4.2	ATF		-	5,000 กม.แรก และ ทุก 60,000 กม. หลังจากนั้น	○
เบรกคลัตช์	น้ำมันเบรกคลัตช์	ประมาณ 1.1	DOT-3 หรือ DOT-4		-	ทุก 1 ปี	•
		ไม่มีคลัตช์บู๊ชเตอร์ ประมาณ 0.6					
		ไม่มีคลัตช์บู๊ชเตอร์ ประมาณ 1.1					

ตารางที่ 3-6 (ต่อ) ระยะเวลาการหล่อลื่น

ตำแหน่ง	การหล่อลื่น	ความจุลิตร	เกรด	ความหนืดขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิ ก่อนจะถ่ายน้ำมันครั้งต่อไป	ระยะเวลาเปลี่ยนถ่าย	หมายเหตุ
ดุมล้อหน้า	จาระบีลูกปืนล้อ	ความจุประมาณ 310 - 1300 กรัม/ล้อ	-	-	ทุก 60,000 กม.	•
ดุมล้อหลัง						

หมายเหตุ : • หมายถึง ควรซ่อมโดยช่างของศูนย์บริการ หรือตามคู่มือการซ่อม

○ หมายถึง ควรซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่นๆ (Preventive maintenance)

ที่	รายการ	กม. x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	9 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
1	น้ำมันเครื่อง + ไส้กรอง		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14 ลิตร
2	น้ำมันเกียร์ออโตฯ + ไส้กรอง			R		R		R		R		R		R		R		R	R	R	R	14 - 17 ลิตร
	น้ำมันพวงมาลัยพาวเวอร์					R				R												3 ลิตร
3	น้ำมันเฟืองท้าย			R		R		R		R		R		R		R		R	R	R	R	8 ลิตร
4	ไส้กรองน้ำมันโซล่า			R		R		R		R		R		R				R	R	R	R	
5	ท่อยางน้ำหล่อเย็น (CKD)												R									
6	ท่อยางน้ำหล่อเย็น (ตลาด)													R	R	R	R	R	R	R	R	

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่น ๆ (Preventive maintenance) (ต่อ)

ที่	รายการ	กม. x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	9 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
7	ปั๊มน้ำ (เพลา+ซีล)													R			R			R		
8	ปั๊มเชื้อเพลิง (โอริง)												R		R		R		R		R	
9	ปั๊มเชื้อเพลิง (ลูกปั๊ม+วาล์ว)													R			R			R		
10	หัวฉีด											A	A	R	A	A	R	A	A	R	A	
11	เม็ดดูดความชื้นระบบเบรค												R			R			R			
12	ท่อยางลมระบบเบรค											R	R	R	R	R	R	R	R	R		
13	ยางแท่นเครื่อง (หน้า)											R	R	R	R	R	R	R	R	R		
14	ยางแท่นเครื่อง (หลัง)												R	R	R	R	R	R	R	R	R	

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่นๆ (Preventive maintenance) (ต่อ)

ที่	รายการ	กม.x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	9 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
15	สายพานไดชาร์จ							R				R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
16	สายพานพัดลมหม้อน้ำ (ยาว)											R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
17	สายพานพัดลมหม้อน้ำ (สั้น)												R		R		R		R		R	
18	เฟืองท้าย (ปรับตั้ง)												A		A		A		A		A	เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชำรุด
19	เกียร์ออโตฯ (ซ่อมเบา)																R					
20	เกียร์ออโตฯ (ซ่อมหนัก)																		R			
21	บู๊ชทอร์ค - ลอดหลัง (เกลียว)												R	R	R	R	R	R	R	R	R	
22	บู๊ชทอร์ค - ลอดหน้า													R	R	R	R	R	R	R	R	

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่นๆ (Preventive maintenance) (ต่อ)

ที่	รายการ	กม.x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	9 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
23	พูลเล่ย์เครื่อง (นอก)													R		R		R		R		
24	พูลเล่ย์เครื่อง (ใน)													R		R		R		R		
25	ลูกปืนไดชาร์จ (หน้า-หลัง)												R		R		R		R		R	เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชำรุด
26	มอเตอร์สตาร์ท (แปลงถ่าน)												R		R		R		R		R	เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชำรุด
27	ถุงลม (หลัง-ตัวหลัง)														R				R			
28	ถุงลม (หลัง-ตัวหน้า)														R				R			
29	ถุงลม (ซ้าย-ขวา)															R					R	
30	ไส้กรอง																					ตรวจและทำความสะอาดทุก 7 วัน เปลี่ยนทุก 3 เดือน

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่นๆ (Preventive maintenance) (ต่อ)

ที่	รายการ	กม. x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ช.ม. x 1000										5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
31	สายน้ำยาแอร์ ด้านอัด (Hi)												R	R	R	R	R	R	R	R	R	
32	สายน้ำยาแอร์ ด้านดูด (Lo)													R		R		R		R		
33	รอกสายพาน คอมฯ แอร์ฯ (บน)									R												
34	รอกสายพาน คอมฯ แอร์ฯ (ล่าง)									R												
35	สายพาน คอมฯ แอร์ฯ (บน)							R			R			R			R					
36	สายพาน คอมฯ แอร์ฯ (ล่าง)							R		R												
37	คอมเพรสเซอร์ แอร์ฯ (ใหม่)												R									
38	คอมเพรสเซอร์ แอร์ (ซ่อม)											R										
39	พัดลมโบว์ลเออร์ (ป. ถ่าน)												R		R		R		R			

ตารางที่ 3-7 การซ่อมบำรุงตามระยะทาง และอื่นๆ (Preventive maintenance) (ต่อ)

ที่	รายการ	กม. x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	หมายเหตุ
		ช.ม. x 1000										5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
		ตารางเช็ค	1 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	6 เดือน	1 เดือน	9 เดือน	1 เดือน	1 ปี												
40	พัดลมโบว์ลเออร์ (ป. หัวคอมฯ + ป. ถ่าน)													R		R		R		R		
41	พัดลม คอนเดนเซอร์ (ป. ถ่าน)												R		R		R		R			
42	พัดลมโบว์ลเออร์ (ป, หัวคอมฯ + ป. ถ่าน)													R		R		R		R		

หมายเหตุ : R = เปลี่ยนใหม่

A = ปรับแต่ง

ภาคผนวก ก
ใบงานการตรวจและบริการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล

ใบงาน เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล	ชื่องาน การปรับระยะห่างของลิ้น

จุดประสงค์

1. หาลำดับการจุดระเบิดได้ถูกต้อง
2. ตั้งระยะห่างของลิ้นได้ถูกต้อง
3. การใช้เครื่องมือในการปฏิบัติงานถูกต้องเหมาะสม

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ 2. หาค่าระยะห่างปลายก้านลิ้นของเครื่องยนต์จากคู่มือ 3. ถอดฝาครอบลิ้นและชิ้นส่วนที่กีดขวาง 4. หมุนเครื่องยนต์ตามทิศทางการหมุนของเครื่องยนต์ เพื่อหาลำดับการจุดระเบิดและสูบที่ขึ้นลงพร้อมกัน 5. ตั้งให้จังหวะสูบที่ 1 ให้อยู่ในจังหวะอัดสุด 6. หมุนเครื่องยนต์ตามทิศทางการหมุนเครื่องยนต์ พร้อมกับตั้งวาล์วตามจังหวะจุดระเบิดของแต่ละสูบ 7. ตรวจสอบระยะห่างของลิ้นลูกสูบอีกครั้ง 8. ประกอบชิ้นส่วนเข้าที่ 9. ทำความสะอาดเครื่องมือและบริเวณปฏิบัติงาน		**เครื่องมือเบื้องต้น** 1. ฟิลเลอร์เกจ 2. ประแจแหวนหมุนเครื่อง **คู่มือเครื่องยนต์** 1. ผ้าสะอาด 2. เครื่องยนต์ดีเซล

ใบงาน	ชื่องาน
เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล	การวัดกำลังอัดของเครื่องยนต์

จุดประสงค์

1. สามารถวัดกำลังอัดของเครื่องยนต์ได้
2. ใช้เครื่องมือวัดกำลังอัดได้อย่างถูกต้อง

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ 2. ติดเครื่องยนต์จนกระทั่งถึงอุณหภูมิทำงาน 3. ถอดหัวฉีดพร้อมท่อหัวฉีดออกทุกสูบ 4. ประกอบเกจวัดกำลังอัดเข้ากับรูหัวฉีดที่ต้องการจะวัด 5. ถอดกรองอากาศออก 6. เปิดลิ้นปีกผีเสื้อให้อากาศเข้าได้มากที่สุด (เปิดลิ้นปีกอากาศสุด) 7. สตาร์ทเครื่องยนต์ให้ได้จังหวะอัดประมาณ 5 - 10 วินาที หรือเกจขึ้นสูงสุด 8. จดค่ากำลังอัดที่วัดได้จากเกจสูงสุด 9. วัดกำลังอัดของสูบอื่นๆ อีกตามลำดับ จนครบทุกสูบ แล้วเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ ไม่ควรมีค่าต่างกันเกิน 0.5 % 10. เติมน้ำมันหล่อลื่นลงไปในกระบอกสูบประมาณ 1 ช้อน ทุกสูบ และวัดกำลังอัดใหม่อีกครั้งทุกสูบ 11. นำค่าที่ได้ทั้งสองครั้งมาเปรียบเทียบกัน เพื่อวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของเครื่องยนต์ 12. ประกอบหัวฉีดกลับเข้าตำแหน่งเดิม 13. ประกอบท่อหัวฉีดกลับเข้าตำแหน่งเดิม 14. ไล่ลมแรงดันสูงใหม่ทุกสูบ 15. ลองติดเครื่องเพื่อตรวจสอบอาการอีกครั้ง		1. เครื่องมือวัดกำลังอัด 2. เครื่องมือเบื้องต้น **อุปกรณ์** 1. เครื่องยนต์ดีเซล 2. น้ำมันดีเซล 3. น้ำมันหล่อลื่น 4. กาน้ำมันหล่อลื่น 5. อุปกรณ์ทำความสะอาด

ใบงาน	ชื่องาน
เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล	การถอดประกอบและทดสอบหัวฉีดแบบ Pintle

จุดประสงค์

1. ถอดประกอบหัวฉีดได้อย่างถูกวิธี
2. รู้จักวิธีทดสอบและปรับกำลังดัน

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ 2. ถอดสายหัวฉีดและหัวฉีดออกจากเครื่องยนต์ **ระวัง**อย่าให้หัวฉีดตกน้ำ 3. ทำความสะอาดชิ้นส่วนภายนอก 4. ถอดแยกชิ้นส่วนออกวางเรียงภายในภาชนะที่สะอาด 5. ทำความสะอาด ตรวจ-เช็คชิ้นส่วนด้วยตาเปล่า 6. บดบ่ารอยสัมผัสด้วยน้ำยาบดหัวฉีด 7. บดหน้าแปลนหัวฉีดด้วยน้ำยาบดหัวฉีด 8. ทำความสะอาดด้วยน้ำมันดีเซล 9. ประกอบชิ้นส่วนตามลำดับกลับกับการถอด 10. ทดสอบและปรับแต่งหัวฉีด - กำลังดัน - การรั่ว - การหยด - รูปแบบฝอยละอองน้ำมัน 11. ประกอบหัวฉีดและท่อหัวฉีดเข้ากับรูหัวฉีด **ระวัง** - การขันยึด - แหวนรอง 12. ทำความสะอาด เก็บเครื่องมือ-อุปกรณ์		1. เครื่องมือ 2. เครื่องมือทดสอบหัวฉีด **อุปกรณ์** 1. เครื่องยนต์ดีเซล 2. หัวฉีดแบบ Pintle 3. น้ำมันดีเซล 4. ถาดวางชิ้นส่วน 5. อุปกรณ์ทำความสะอาด 6. น้ำยาบดหัวฉีด

ใบงาน	ชื่องาน
เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล	การติดตั้งปั๊มเชื้อเพลิงและปรับตั้งองศาการจุดระเบิด

จุดประสงค์

1. สามารถปรับตั้งองศาจุดระเบิดได้อย่างถูกวิธี
2. สามารถติดตั้งปั๊มเชื้อเพลิงได้อย่างถูกวิธี

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ 2. หมุนเพลาข้อเหวี่ยงตามเข็มนาฬิกาเพื่อปรับหาตำแหน่งมาร์คและองศาที่กำหนด 3. ตรวจสอบตำแหน่งมาร์คบนไทเมอร์ให้ตรงกับเข็มชี้ของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 4. ตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วขันโบล์ทยึดให้แน่นตามค่าที่กำหนด 5. ติดตั้งแป๊ปหัวฉีด ขันแป๊ปหัวฉีดให้แน่น 6. ตรวจดูความเรียบร้อยแล้วขันโบลต์นอตยึดแท่นติดตั้งปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 7. ติดตั้งแป๊ปหัวฉีด ขันแป๊ปหัวฉีดให้แน่น 8. ตรวจสอบรอยรั่วต่างๆ ของน้ำมันเชื้อเพลิง		1. เครื่องมือ **อุปกรณ์** 1. เครื่องยนต์ดีเซล 2. ถาดวางชิ้นส่วน 3. อุปกรณ์ทำความสะอาด

ใบงาน	ชื่องาน
เทคนิคการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซล	การตรวจเช็คประจำวัน

จุดประสงค์

1. รู้วิธีการตรวจระบบต่างๆ ของเครื่องยนต์
2. การตรวจระบบต่างๆ ของเครื่องยนต์

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	ตรวจเช็คปกติ	ตรวจเช็คไม่ปกติ	หมายเหตุ
1. เช็คความดันลมยาง และสภาพนัตล้อ			
2. เช็คระดับน้ำมันหล่อเย็น			
3. เช็คความตึงของสายพานเครื่องยนต์			
4. เช็คกรองดักน้ำ			
5. เช็คไส้กรองอากาศ			
6. เช็คน้ำยาล้างกระจกหน้า			
7. เช็คไฟสัญญาณบนแผงหน้าปัทม์และระบบไฟสัญญาณทั้งคัน			
8. เช็คระดับน้ำมันเครื่อง			
9. เช็คระดับน้ำกลั่นในแบตเตอรี่			
10. เช็คระดับน้ำในหม้อน้ำ			
11. เช็คการทำงานของพวงมาลัย			
12. ถ่ายน้ำทิ้งออกจากถังพักลม			
13. เช็คการทำงานของเบรกไอเสีย			
14. เช็คการสตาร์ทเครื่องยนต์			
15. เช็คเสียงดังจากเครื่องยนต์			
16. เช็คระดับน้ำมันเบรกและคลัทช์			
17. เช็คคันเหยียบเบรกและคลัทช์			
18. เช็คการทำงานของเบรกมือ			
19. เช็คการเสียหายหรือรอยเปื้อนของกระจก			
20. เช็คระบบฉีดน้ำและสภาพใบปัดน้ำฝน			
21. เช็คความคมชัดของกระจกมองข้างและหลัง			
22. เช็คปุ่มกดแตร			
23. เช็คเกจ์วัดน้ำมันเชื้อเพลิง			

ใบงาน	ชื่องาน
มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษอากาศจากเครื่องยนต์ดีเซล	การตรวจวัดควันดำ

จุดประสงค์

จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมือเพื่อตรวจวัดปริมาณสารมลพิษที่ออกมาจากท่อไอเสียของรถยนต์ดีเซลได้

1. จัดเตรียมเครื่องมือวัดมลพิษได้ถูกวิธี
2. ตรวจวัดได้อย่างถูกต้อง
3. ประเมินผลการวัดมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลได้

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
การเตรียมเครื่องมือวัดควันดำ 1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือวัดควันดำ ดังนี้ - ตรวจสอบรอยรั่วของกระบอกสูบดูดควันดำ สายต่อและหัววัดควันดำ โดยต่อระบบเครื่องมือทั้งหมด อุดปลายหัววัดควันดำให้แน่น แล้วกระตุ้นลูกสูบให้ทำงาน หากพบว่าลูกสูบสามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ภายในระยะเวลา 45 วินาที แสดงว่ามีรอยรั่วที่ระบบเครื่องมือ ให้ดำเนินการซ่อมแซมให้สมบูรณ์ - ตรวจสอบปริมาตรและระยะเวลาการเก็บตัวอย่างควันดำต้องมีปริมาตรอยู่ที่ 330±15 ซี.ซี. ระยะเวลาเก็บตัวอย่างประมาณ 2 วินาที 2. ทำความสะอาดเครื่องวัดควันดำ ได้แก่ หัววัด และสายเก็บตัวอย่างควันดำ - โดยใช้ลมเป่าทำความสะอาดหัววัดและสายเก็บตัวอย่างควันดำ - โดยกระตุ้นเครื่องมือให้ดูดอากาศเปล่าผ่านกระดาษกรองหลายๆ ครั้ง แล้วนำกระดาษกรองมาตรวจดูว่ามีฝุ่นผงเขม่าติดอยู่หรือไม่ ให้ทำจนกระทั่งกระดาษกรองสะอาดไม่มีฝุ่นผงเขม่าเหลือติดอยู่บนกระดาษกรอง	○	1. เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง 2. กระดาษกรอง 3. เครื่องยนต์ดีเซล

ใบงาน มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ดีเซล	ชื่องาน การตรวจวัดควันดำ (ต่อ)

จุดประสงค์

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
3. ปรับแต่งเครื่องอ่านค่าควันดำให้อ่านค่าที่ถูกต้อง โดยนำกระดาษกรองสะอาดวางซ้อนกันอย่างน้อยจำนวน 5 แผ่น แล้วนำไปอ่านค่าควันดำ จากนั้นปรับแต่งให้อ่านค่าได้ที่ร้อยละ 0 ในกรณีที่ไม่สามารถปรับแต่งให้อ่านค่าที่ร้อยละ 0 อาจมีสาเหตุจากแบตเตอรี่ไฟอ่อน ให้เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่ ถ้าเปลี่ยนแบตเตอรี่แล้วยังไม่หาย แสดงว่าระบบของเครื่องอ่านค่าชำรุด ให้ดำเนินการซ่อมแซมให้สมบูรณ์ **วิธีการตรวจวัดควันดำ** เมื่อรถยนต์จอดอยู่กับที่ หรือเมื่อรถยนต์แล่นอยู่บนทางเดิน เป็นการตรวจวัดควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล ขณะไม่มีภาระ เครื่องมือที่ใช้และขั้นตอนการตรวจวัดไม่ยุ่งยาก เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดภาคสนามริมเส้นทางจราจร มีขั้นตอนการตรวจวัดดังนี้ 1. <u>การเตรียมรถยนต์</u> 1) จอดรถยนต์อยู่กับที่ เกียร์อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง 2) เดินเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ 3) ดึงเบรคมือของรถยนต์ หรือใช้หมอนรองล้อรถยนต์ (ในกรณีเบรคมือไม่ทำงาน เพื่อป้องกันรถยนต์เคลื่อนตัวขณะทำการทดสอบ) 4) ปิดระบบแอร์ปรับอากาศของรถยนต์ 5) ปิดระบบเบรคไอเสียของเครื่องยนต์ (ถ้ามี) เพื่อป้องกันการรบกวนการทำงานของเครื่องยนต์ขณะเร่งเครื่องยนต์เพื่อทำการตรวจวัดควันดำ		

ใบงาน มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ดีเซล	ชื่องาน การตรวจวัดควันดำ (ต่อ)	
จุดประสงค์		
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	**วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ**
6) ปิดอุปกรณ์ทุกชนิดที่ติดตั้งในเครื่องยนต์ ซึ่งอาจมีผลรบกวนสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้การเร่งเครื่องยนต์โดยกระทำไม่ได้ หรือทำให้ผลการทดสอบไม่สมบูรณ์ 7) ตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (governor) ว่าทำงานปกติหรือไม่ โดยใช้วิธีเดินเครื่องยนต์ที่รอบเดินเบาต่ำสุด แล้วเหยียบคันเร่งอย่างช้าๆ ให้ความเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งถึงความเร็วรอบสูงสุด ขณะเร่งเครื่องยนต์เสียหายหรือไม่ปลอดภัย ควรหยุดทำการทดสอบและดำเนินการซ่อมบำรุงให้สมบูรณ์ก่อนทำการทดสอบต่อไป 8) ตรวจสอบรอยรั่วของท่อไอเสียว่ามีช่วงใดช่วงหนึ่งรั่วขาดหรือไม่ ซึ่งจะมีผลต่อควันที่ออกมา ทำให้การตรวจวัดผิดพลาด 2. <u>วิธีการตรวจวัด</u> 1) ทำความสะอาดและปรับแต่งเครื่องมือตรวจวัดควันดำตามคู่มือการใช้งานของเครื่องมือ และวิธีการเตรียมเครื่องมือ 2) ทำความสะอาดหัวเก็บวัดและสายเก็บตัวอย่างควันดำ โดยดูดอากาศเปล่าเข้าเครื่องตรวจวัดควันดำผ่านกระดาษกรองหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งกระดาษกรองสะอาดไม่มีฝุ่นผงเขม่าหลงเหลือติดอยู่บนกระดาษกรอง		

ใบงาน มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ดีเซล		ชื่องาน การตรวจวัดควันดำ (ต่อ)
จุดประสงค์		
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	**วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ**
3) ใส่กระดาษกรองแผ่นใหม่ ลงในเครื่องมือตรวจวัดควันดำ 4) สอดหัววัดไอเสีย (probe) เข้าไปในท่อไอเสียของรถยนต์ให้ลึกมากที่สุด ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือและยึดติดให้แน่นกับท่อไอเสีย โดยหัววัดควรอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร 5) เร่งเครื่องยนต์ 1 - 2 ครั้ง ก่อนทำการตรวจวัดควันดำ เพื่อไล่ฝุ่นผงเขม่าที่ติดค้างในท่อไอเสียออกให้หมด 6) เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และคงไว้ที่ความเร็วรอบสูงสุดประมาณ 1 - 2 วินาที จึงปล่อยคันเร่ง 7) การเก็บตัวอย่างควันดำลงบนกระดาษกรอง ให้กระทำพร้อมกันในจังหวะเริ่มกดคันเร่ง โดยเครื่องมือจะเก็บตัวอย่างควันดำลงบนกระดาษกรองภายในระยะเวลา 2 วินาที 8) นำกระดาษกรองออกมาอ่านค่าควันดำ โดยใช้เครื่องอ่านค่าควันดำที่ได้เป็นหน่วยร้อยละ 9) การตรวจวัดควันดำแต่ละครั้ง ให้เริ่มดำเนินการซ้ำใหม่ตั้งแต่ข้อที่ 1) 10) ดำเนินการตรวจวัด 2 ครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดของที่ตรวจวัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน		

ใบงาน มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซล	ชื่องาน การตรวจวัดระดับเสียง

จุดประสงค์

1. ตรวจวัดได้อย่างถูกต้อง
2. ประเมินผลการตรวจวัดระดับเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซลได้

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ
การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์วัดเสียง 1) ปรับมาตรวัดระดับเสียงไว้ที่วงจรถ่วงน้ำหนัก A (Weighting Network A) และที่ลักษณะความไวตอบเสียง Fast 2) สอบเทียบเครื่องมือกำหนดเสียงมาตรฐานโดยใช้พีสตันโฟน (Piston Phone) หรือ อะคูสติก คาลิเบรเตอร์ (Acoustic Calibrator) ตามคู่มือการใช้งาน วิธีการตรวจวัดระดับเสียง 1. <u>การเตรียมรถยนต์</u> 1) จอดรถยนต์อยู่กับที่ เกียร์อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่างและห่างจากขอบทางอย่างน้อย 1 เมตร 2) เดินเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า 5 นาที ก่อนการตรวจสอบ 3) ดึงเบรคมือของรถยนต์ หรือใช้หมอนรองล้อรถยนต์ (ในกรณีเบรคมือไม่ทำงาน เพื่อป้องกันรถยนต์เคลื่อนตัวขณะทำการทดสอบ) 2. <u>วิธีการตรวจวัด</u> 1) ตรวจสอบระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมในขณะนั้นก่อน		1. เครื่องมือวัดระดับเสียง 2. เครื่องกำหนดเสียงมาตรฐาน 3. เครื่องยนต์

ใบงาน มาตรฐานและวิธีการตรวจวัดเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซล	ชื่องาน การตรวจวัดระดับเสียง	
จุดประสงค์		
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	จุดตรวจสอบ	**วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ**
2) หันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงเข้าหารถยนต์ ในระดับเดียวกับปลายท่อไอเสียแต่ต้องไม่ต่ำกว่า 0.2 เมตรจากพื้น โดยแกนไมโครโฟนขนานกับพื้น และทำมุม 45 องศากับปลายท่อไอเสีย ห่างจากปลายท่อไอเสีย 0.5 เมตร (กรณีที่ปลายท่อไอเสียไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ให้ตั้งไมโครโฟนอยู่ห่างจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ด้านปลายทางออกของท่อไอเสีย 0.5 เมตร ทำมุม 45 องศากับปลายท่อไอเสีย) 3) เร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับความเร็วรอบสูงสุดของรถยนต์ 4) ให้ตรวจสอบค่าระดับเสียง 2 ครั้ง และให้ถือเอาค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นค่าระดับเสียงของรถยนต์ 5) ถ้าค่าระดับเสียงที่ตรวจสอบทั้ง 2 ค่า แตกต่างกันเกินกว่า 2 เดซิเบลเอ ให้ตรวจสอบค่าระดับเสียงโดยเริ่มต้นใหม่ 6) การอ่านค่าระดับเสียงของรถยนต์ที่ทำการตรวจสอบต้องไม่มีบุคคล หรือสิ่งกีดขวางอยู่ภายในบริเวณ 0.5 เมตร จากไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียง		

ภาคผนวก ข
กฎหมายและมาตรฐานมลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐)

เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันดำและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ยินยอมให้ระบายออกจากท่อไอเสียของรถยนต์ได้

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

"เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำโดยใช้กระดาษกรอง และวัดค่าของแสงที่สะท้อนจากกระดาษกรอง ซึ่งวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละ

"ระยะความยาวของทางเดินแสง (Optical Path Length)" หมายความว่า ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ถูกปิดกั้นด้วยควันดำในขณะตรวจวัด

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านทั้งหมด (Full Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำทั้งหมดไหลผ่านช่องวัดแสงและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๗๖ มิลลิเมตร หรือเทียบเท่า

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านบางส่วน (Partial Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๔๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า

ข้อ ๓ ให้กำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ ไว้ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ ๔๕ ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง

(๒) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ ๕๐ เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง

ข้อ ๔ ให้กำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ไว้ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ ๓๕ ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง

(๒) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ ๔๐ เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง

ข้อ ๕ การตรวจวัดค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ และขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ให้ใช้วิธีการตามที่กำหนดรายละเอียดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๐

อดิศร เพียงเกษ

รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวง รักษาราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๑๑๔ ตอนที่ ๗๖ง วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๔๐)

ภาคผนวกแนบท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540)

เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

ข้อ ๑ ความหมายของคำ

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

"ความเร็วรอบสูงสุด" หมายความว่า ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะเร่งเครื่องยนต์สูงสุด โดยไม่มีภาระ และระบบถ่ายกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อรถยนต์ อยู่ในสภาพไม่ทำงาน

"สภาพภาระสูงสุด" หมายความว่า สภาพของเครื่องยนต์ขณะที่ให้กำลังสูงสุดโดยมีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ

"เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำโดยใช้กระดาษกรอง และวัดค่าของแสงที่สะท้อนจากกระดาษกรอง ซึ่งวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละ

"ระยะความยาวของทางเดินแสง (Optical Path Length)" หมายความว่า ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ถูกปิดกั้นด้วยควันดำในขณะตรวจวัด

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านทั้งหมด (Full Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำทั้งหมดไหลผ่านช่องวัดแสงและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๗๖ มิลลิเมตร หรือเทียบเท่า

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านบางส่วน (Partial Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๔๓๐ มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า

ข้อ ๒ การเตรียมรถยนต์ก่อนการทดสอบให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) จอดรถยนต์อยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

(๒) ปิดระบบเครื่องปรับอากาศของรถยนต์ และระบบเบรคไอเสีย (ถ้ามี)

(๓) เดินเครื่องยนต์ ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ

(๔) ตรวจสอบความผิดปกติ ของอุปกรณ์เครื่องยนต์ เช่น ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (Governor) โดยการทดลองเหยียบคันเร่งอย่างช้า ๆ ให้ความเร็วของเครื่องยนต์ค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งถึงความเร็วรอบสูงสุด ขณะเร่งเครื่องยนต์ให้สังเกต หรือฟังเสียงสิ่งผิดปกติของเครื่องยนต์ ถ้าพบอาการผิดปกติที่อาจทำให้เครื่องยนต์เสียหาย หรือไม่ปลอดภัย ให้ระงับการทดสอบยานพาหนะจนกว่าจะซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์

(๕) กรณีที่มีท่อไอเสียมากกว่าหนึ่งท่อ ให้ตรวจวัดค่าควันดำจากท่อไอเสียที่มีปริมาณควันดำมากที่สุด

ข้อ ๓ การเตรียมเครื่องมือตรวจวัดให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) กรณีที่ใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด (Probe) เลนส์กระจกรับแสง และการปรับแต่งเครื่องมือ (Calibrate) ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันเครื่องมือจากการรบกวนภายนอก เช่น ลม ฝุ่นละออง หรือแสงรบกวน ที่จะมีผลให้การตรวจวัดผิดพลาด

(ค) การติดตั้งหัววัดกับท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

(๒) กรณีใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด เลนส์กระจกรับแสง และการปรับแต่งเครื่องมือ ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันเครื่องมือจากการรบกวนภายนอก เช่น ลม ฝุ่นละออง หรือแสงรบกวนที่จะมีผลให้การตรวจวัดผิดพลาด

(ค) สอดหัววัดเข้าไปในท่อไอเสียของรถยนต์ โดยให้ปลายของหัววัดอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า ๐.๕ เซนติเมตร

(ง) ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ให้เป็นไปตามกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) และตัวรับแสง (Light Detector) ของเครื่องมือ

(๓) การแปลงค่าควันดำที่ตรวจวัดได้ เป็นค่าควันดำที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐานให้เป็นไปตามสมการที่ ๑

$$ด_{๗๖} = ๑๐๐ \left(๑ - \frac{(๑ - ด_{ว})(ย_{๗๖} / ย_{ว})}{๑๐๐} \right) \quad \text{สมการที่ ๑}$$

โดยที่

$ด_{๗๖}$ = ค่าควันดำที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน (%)

$ด_{ว}$ = ค่าควันดำที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือ (%)

$ย_{๗๖}$ = ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน (๗๖ มิลลิเมตร)

$ย_{ว}$ = ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง (มิลลิเมตร)

(๔) กรณีที่ใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด (Probe) และการปรับแต่งเครื่องมือ (Calibrate) ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) สอดหัววัดเข้าไปในท่อไอเสียรถยนต์ โดยให้ปลายของหัววัดอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า ๐.๕ เซนติเมตร

ข้อ ๔ วิธีการตรวจวัดควันดำของรถยนต์ สามารถดำเนินการได้ ๒ วิธี ดังต่อไปนี้

(๑) ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องวัดควันดำให้เป็นไปตามข้อ (ข) และ (ค)

(ข) จอดยานพาหนะอยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

(ค) เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่งพร้อมตรวจวัดควันดำดังนี้

(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด หรือแบบไหลผ่านบางส่วน ให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter) ให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

(ง) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน

(จ) ถ้าค่าควันดำที่วัดได้ทั้งสองครั้งแตกต่างกันเกินกว่าร้อยละห้าให้วัดค่าควันดำใหม่

(๒) ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ให้ดำเนินการต่อไปนี้

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำ ให้เป็นไปตามข้อ (ข) และ(ค)

(ข) จัดให้ล้อส่งกำลังของรถยนต์ที่จะตรวจวัดควันดำอยู่บนลูกกลิ้ง (Roller Unit) ของเครื่องทดสอบ

(ค) ให้เร่งเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อนล้อไปตามปกติ พร้อมใส่ภาระให้กับเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์อยู่ในสภาพภาระสูงสุด

(ง) หลังจากนั้นให้ลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลงมาเหลือร้อยละหกสิบพร้อมดำเนินการตรวจวัดควันดำ หลังจากที่คงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในระดับนั้นไว้แล้ว ไม่น้อยกว่าห้าวินาที ดังนี้

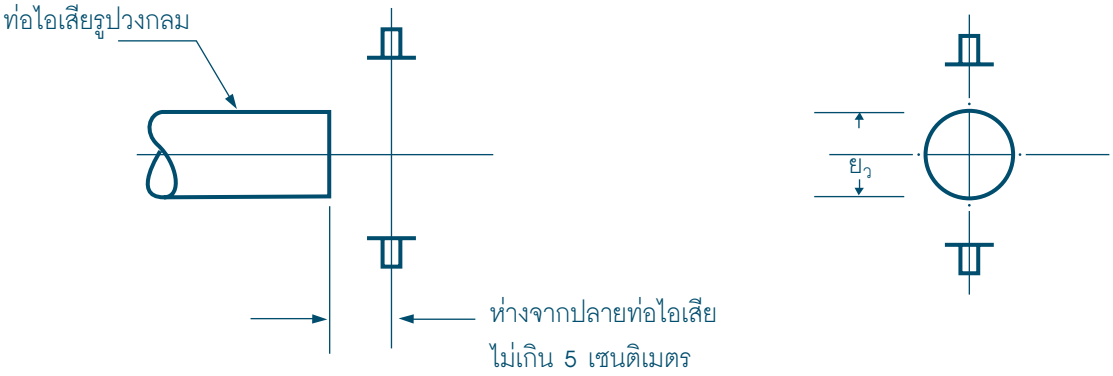
(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วน ให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง ให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

(จ) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง และให้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ตัดสิน

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด
กับท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง
ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๑ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อตรง



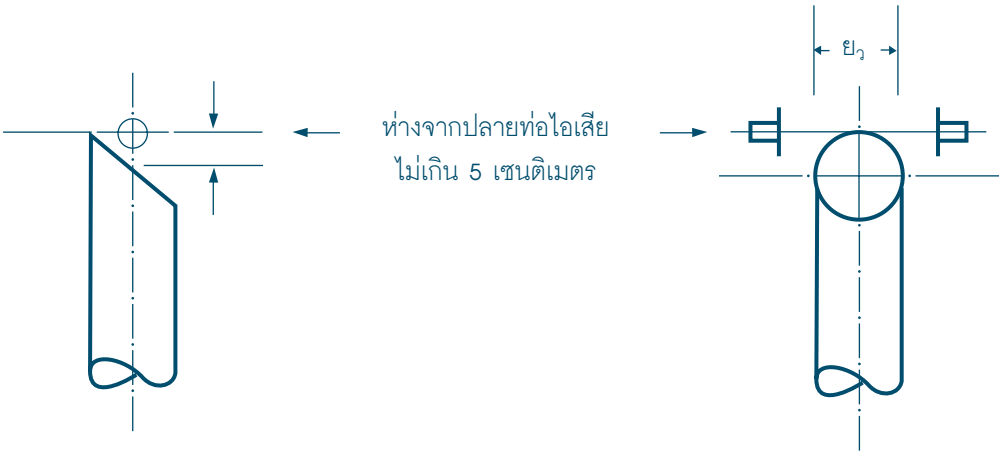
หมายเหตุ

๑) หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) $ย_{ว}$ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับ
ท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง
ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๒ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อบากทำมุม



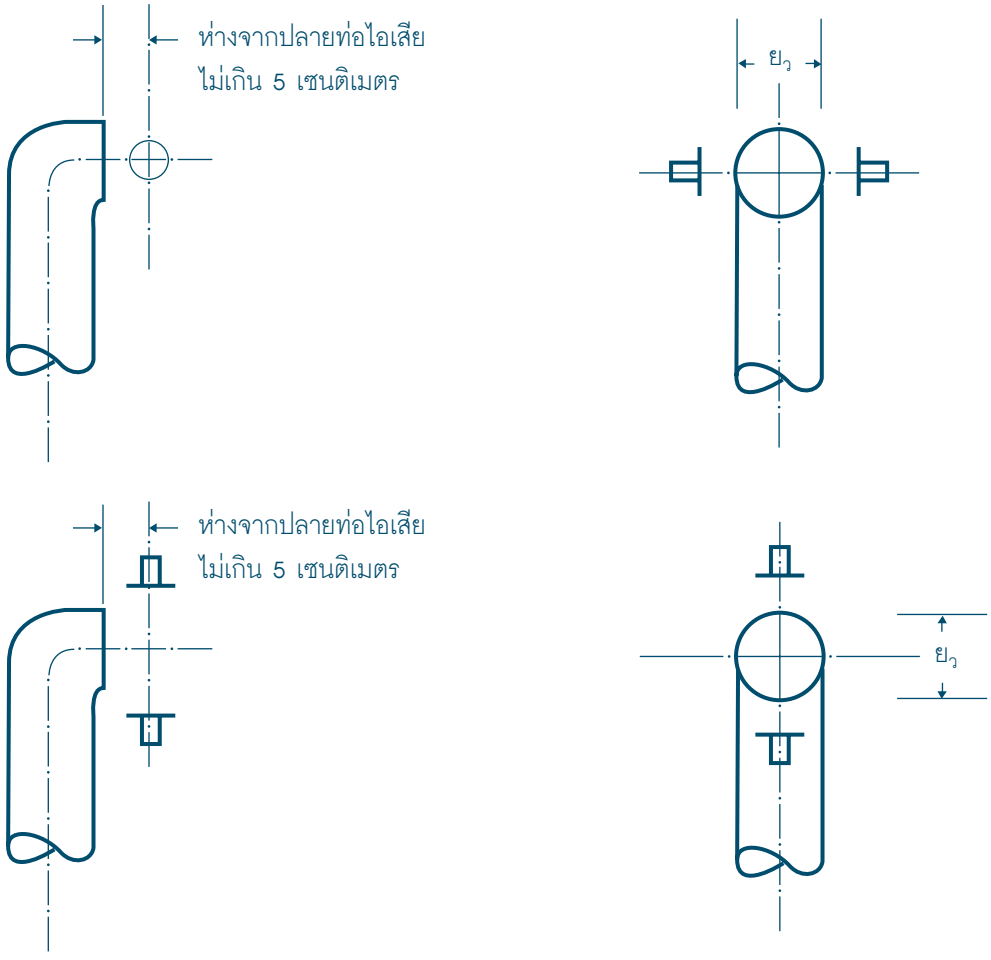
หมายเหตุ

๑) หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) ยง หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับ
ท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง
ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๓ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดโค้ง



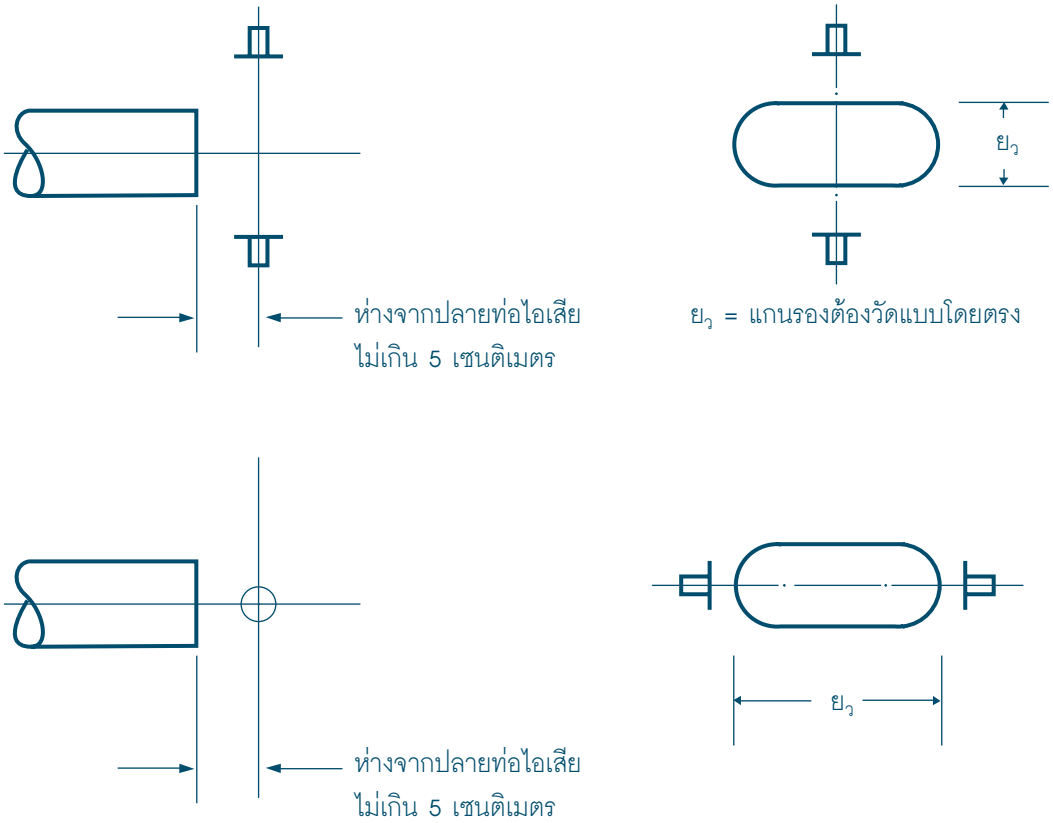
หมายเหตุ

๑) หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง
แบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) $ย_{ง}$ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับ
ท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง
ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๔ สำหรับท่อไอเสียที่ไม่เป็นวงกลมชนิดท่อตรง



หมายเหตุ

๑) หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง
แบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) $ย_{ง}$ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๔ (พ.ศ. ๒๕๔๑)

เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกความในข้อ ๔ ของภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

" ข้อ ๔ วิธีการตรวจวัดควันดำของรถยนต์ สามารถดำเนินการได้ ๒ วิธีดังต่อไปนี้

(๑) ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำให้เป็นไปตามข้อ ๒ และ ๓

(ข) จอดยานพาหนะอยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

(ค) เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่งพร้อมตรวจควันดำดังนี้

(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วน ให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter) ให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

(ง) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน

(จ) ถ้าค่าควันดำที่วัดได้ทั้งสองครั้งแตกต่างกันเกินกว่าร้อยละห้าให้วัดควันดำใหม่

(๒) ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำ ให้เป็นไปตามข้อ ๒ และ ๓

(ข) จัดให้ล้อส่งกำลังของรถยนต์ที่จะตรวจวัดควันดำอยู่บนลูกกลิ้ง (Roller Unit) ของเครื่องทดสอบ

(ค) ให้เร่งเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อนล้อไปตามปกติ พร้อมใส่ภาระให้กับเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์อยู่ในสภาพภาระสูงสุด

(ง) หลังจากนั้นให้ลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลงมาเหลือร้อยละหกสิบพร้อมดำเนินการตรวจวัดควันดำ หลังจากที่คงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในระดับนั้นไว้แล้ว ไม่น้อยกว่าห้าวินาที ดังนี้

(๒.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วน ให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๒.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรองให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรอง

(จ) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง และให้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ตัดสิน”

ประกาศ ณ วันที่ ๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๑

ยิ่งพันธ์ มนะสิการ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๑๑๕ ตอนพิเศษ ๑๐๐ ง วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๔๑)

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดระดับเสียงของรถยนต์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดระดับเสียงของรถยนต์ ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

"ทาง" หมายความว่า ทางตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

"ความเร็วรอบสูงสุด" หมายความว่า ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ดีเซล ในขณะที่เร่งเครื่องสูงสุดโดยลิ้นอากาศเปิดเต็มที่ หรือความเร็วรอบของเครื่องยนต์เบนซินในขณะที่เครื่องสามารถให้กำลังสูงสุด ทั้งนี้ เครื่องยนต์ดังกล่าว จะต้องอยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

"มาตรวัดระดับเสียง" หมายความว่า เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐานของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า ซึ่งเรียกโดยย่อว่า "ไอ อี ซี" (International Electrotechnical Commission, IEC) หรือมาตรวัดระดับเสียงอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า

ข้อ ๑ รถยนต์ที่ใช้ในทางขณะที่เดินเครื่องยนต์อยู่กับที่โดยไม่รวมเสียงแตรสัญญาณจะต้องมีค่าระดับเสียงไม่เกิน

(๑) ๘๕ เดซิเบล เอ เมื่อตรวจสอบค่าระดับเสียงในระยะห่างจากรถยนต์นั้น ๗.๕ เมตรหรือ

(๒) ๑๐๐ เดซิเบล เอ เมื่อตรวจสอบค่าระดับเสียงในระยะห่างจากรถยนต์นั้น ๐.๕ เมตร

ข้อ ๒ การตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์ให้กระทำในสถานที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) สถานที่ซึ่งเป็นพื้นราบทำด้วยคอนกรีต หรือ แอสฟัสต์หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงได้ดี และเป็นที่โล่งซึ่งมีระยะห่างจากรถยนต์ที่จะทำการตรวจสอบจะต้องมีระยะตั้งแต่ ๑๐ เมตรขึ้นไป หรือ

(๒) สถานที่ตาม (๑) เว้นแต่ที่โล่งโดยรอบรถยนต์ที่จะทำการตรวจสอบจะต้องมีระยะตั้งแต่ ๓ เมตร แต่ไม่ถึง ๑๐ เมตร

การตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์ในสถานที่ตาม (๑) ให้ตรวจสอบในระยะห่างจากรถยนต์ ๗.๕ เมตร สำหรับการตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์ในสถานที่ตาม (๒) ให้ตรวจสอบในระยะห่างจากรถยนต์ ๐.๕ เมตร

ข้อ ๓ ก่อนทำการตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์ทุกครั้งจะต้องปรับมาตรวัดระดับเสียงไว้ที่วงจรถ่วงน้ำหนัก A (Weighting Network A) และที่ลักษณะความไวตอบรับเสียง Fast (Dynamic Characteristics Fast) รวมทั้งต้องสอบเทียบกับเครื่องกำหนดเสียงมาตรฐาน เช่น พิสตันโฟน (Piston phone) หรืออะคูสติค คาลิเบรเตอร์ (Acoustic Calibrator) หรือตรวจสอบตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตมาตรวัดระดับเสียง

มาตรวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่จะนำมาใช้ตรวจสอบ จะมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละสามของค่าเต็มสเกล

ข้อ ๔ การตรวจสอบว่าระดับเสียงของรถยนต์ตามข้อ ๒ (๑) ให้กระทำตามวิธีการดังต่อไปนี้

(๑) ให้ทำการตรวจสอบค่าระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมในขณะนั้นก่อน

(๒) ให้จอดรถยนต์อยู่ที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง และเดินเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๕ นาที ก่อนทำการตรวจสอบ ถ้ามีขอบทางเท้าจะต้องจอดรถยนต์ห่างจากขอบทางเท้าอย่างน้อย ๑ เมตร

(๓) หันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงเข้าหารถยนต์ที่จะทำการตรวจสอบตามตำแหน่ง ระยะและวิธีการที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดสำหรับกรณีตามข้อ ๒ (๑)

(๔) เร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับความเร็วรอบสูงสุดของรถยนต์หากรถยนต์นั้นใช้เครื่องยนต์ดีเซล หรือเร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับสามในสี่ของความเร็วรอบสูงสุดหากรถยนต์นั้นใช้เครื่องยนต์เบนซิน

สำหรับการตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ ให้เร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับกึ่งหนึ่งของความเร็วรอบสูงสุดหากเครื่องยนต์นั้นมีความเร็วรอบสูงสุดเกินกว่า ๕,๐๐๐ รอบต่อนาที หรือเร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับสามในสี่ของความเร็วรอบสูงสุดหากเครื่องยนต์นั้นมีความเร็วรอบสูงสุดไม่เกิน ๕,๐๐๐ รอบต่อนาที

(๕) ให้ตรวจสอบค่าระดับเสียง ๒ ครั้ง และให้ถือเอาค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นค่าระดับเสียงของรถยนต์

(๖) ถ้าค่าระดับเสียงที่ตรวจสอบทั้ง ๒ ครั้งแตกต่างกันเกินกว่า ๒ เดซิเบลเอ ให้ตรวจสอบค่าระดับเสียงโดยเริ่มต้นใหม่

ข้อ ๕ การตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์ตามข้อ ๒ (๒) ให้ดำเนินการตามข้อ ๔ เว้นแต่การหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียงให้เป็นไปตามตำแหน่ง ระยะและวิธีการที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดสำหรับกรณีตามข้อ ๒ (๒)

ข้อ ๖ ถ้าค่าระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมที่วัดได้ในบริเวณสถานที่ตามข้อ ๒ (๑) เกินกว่า ๗๕ เดซิเบลเอ หรือในบริเวณสถานที่ตามข้อ ๒ (๒) เกินกว่า ๙๐ เดซิเบลเอ ให้เปลี่ยนสถานที่ตรวจสอบค่าระดับเสียงของรถยนต์

ข้อ ๗ การอ่านค่าระดับเสียงของรถยนต์ที่ทำการตรวจสอบจะต้องไม่มีบุคคลหรือสิ่งกีดขวางอยู่ภายในบริเวณ ๐.๕ เมตร จากไมโครโฟนของมาตรวัดระดับเสียง

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๓๕
นายไพจิตร เอื้อทวีกุล
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๐๙ ตอนที่ ๑๑๙ วันที่ ๑๗ กันยายน ๒๕๓๕)

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง กำหนดตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์

ด้วยประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดระดับเสียงของรถยนต์ ข้อ ๔ (๓) และข้อ ๕ ได้กำหนดให้กรมควบคุมมลพิษ ประกาศกำหนดตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกน ความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรระดับเสียง ฉะนั้น เพื่อให้การเป็นไปตามความในประกาศดังกล่าว กรมควบคุมมลพิษ จึงประกาศกำหนดตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรระดับเสียงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ การหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรระดับเสียงตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดระดับเสียงของรถยนต์ ข้อ ๔ (๓) ให้ตั้งไมโครโฟนให้สูงจากพื้น ๑.๒ เมตร และห่างจากปลายท่อไอเสีย ๗.๕ เมตร หันไมโครโฟนเข้าหาปลายท่อไอเสีย โดยแกนไมโครโฟนจะต้องขนานกับพื้น

ในกรณีที่ปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ให้ดำเนินการตามวรรคแรก เว้นแต่ให้ไมโครโฟนอยู่ห่างจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ด้านปลายทางออกของท่อไอเสียเป็นระยะทาง ๗.๕ เมตร

ข้อ ๒ การหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟนของมาตรระดับเสียง ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๕ ให้ดำเนินการโดยวิธี

(๑) ในกรณีที่ท่อไอเสียมีท่อเดียว ให้ตั้งไมโครโฟนในระดับเดียวกันกับปลายท่อไอเสีย แต่ต้องไม่ต่ำกว่า ๐.๒ เมตร จากพื้น และหันไมโครโฟนเข้าหาปลายท่อไอเสีย โดยแกนไมโครโฟนจะต้องขนานกับพื้น และทำมุม ๔๕ องศากับปลายท่อไอเสีย ห่างจากปลายท่อไอเสีย ๐.๕ เมตร

(๒) ในกรณีที่ท่อไอเสียมีสองท่อหรือมากกว่า ซึ่งต่อจากหม้อพักใบเดียวกัน และมีระยะห่างระหว่างปลายท่อไอเสียไม่มากกว่า ๐.๓ เมตร ให้ดำเนินการตามข้อ (๑) เว้นแต่ให้ถือระยะและทิศทางของท่อไอเสียด้านนอกของรถยนต์เป็นเกณฑ์

(๓) ในกรณีที่ท่อไอเสียมีสองท่อ หรือมากกว่า ซึ่งต่อจากหม้อพักใบเดียวกัน โดยมีระยะห่างระหว่างปลายท่อไอเสียมากกว่า ๐.๓ เมตร หรือในกรณีที่ท่อไอเสียต่อจากหม้อพักคนละใบ ไม่ว่าจะมีระยะห่างระหว่างปลายท่อไอเสียเท่าใด ให้ดำเนินการตามข้อ (๑) ทุกท่อ และให้ใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้

ในกรณีที่ปลายท่อไอเสียของรถยนต์ตาม (๑) หรือ (๒) หรือ (๓) ยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ให้ตั้งไมโครโฟนอยู่ห่างจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ด้านปลายทางออกของท่อไอเสียรถยนต์เป็นระยะทาง ๐.๕ เมตร ให้แกนไมโครโฟนทำมุม ๔๕ องศากับปลายท่อไอเสีย

(๔) ในกรณีที่ท่อไอเสียของรถยนต์อยู่ในแนวดิ่งขึ้นข้างบน ให้ไมโครโฟนอยู่ในระดับเดียวกันกับปลายท่อไอเสีย โดยให้แกนไมโครโฟนอยู่ในแนวดิ่งชี้ขึ้นข้างบนและห่าง ๐.๕ เมตร จากริมนอกสุดของรถยนต์ด้านเดียวกับท่อไอเสีย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๓๖

ปกิต กิระวานิช

(นายปกิต กิระวานิช)

อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๑ ตอนพิเศษ ๑๑ ง ลงวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๗)

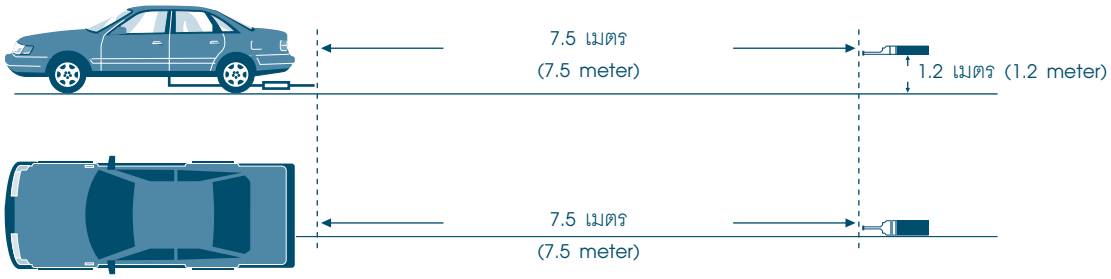
ภาพแนบท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง กำหนดตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุด ของไมโครโฟนของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๑

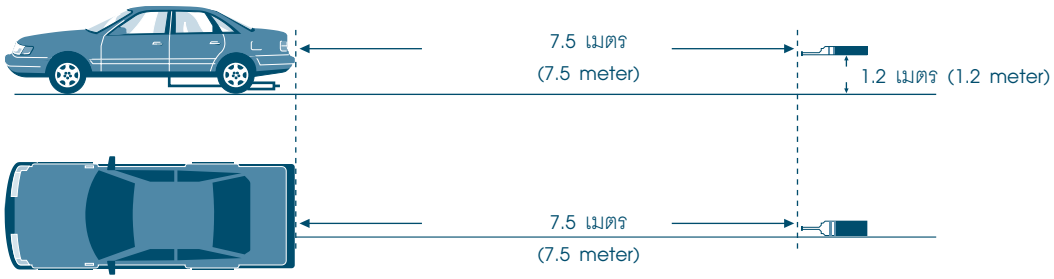
กรณีปลายท่อไอเสียยื่นพ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is jut out from the end of the car's body)



กรณีปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is not jut out from the end of the car's body)



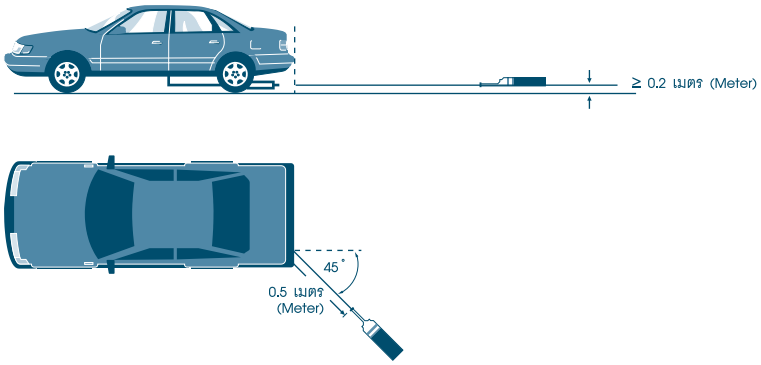
ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน

(Microphone Direction)

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๑)

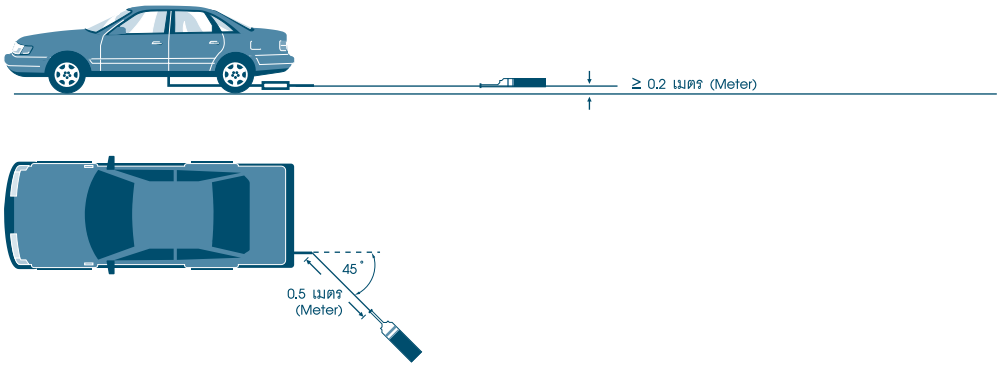
กรณีปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is not jut out from the end of the car's body)



กรณีปลายท่อไอเสียยื่นพ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is jut out from the end of the car's body)



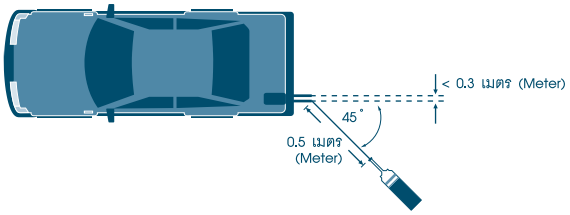
ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน

(Microphone Direction)

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๒)

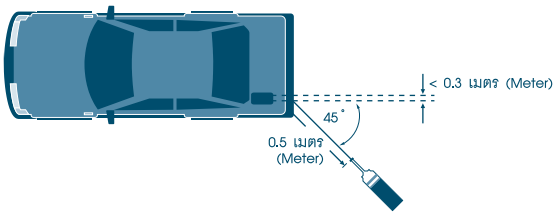
กรณีปลายท่อไอเสียยื่นพ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is jut out from the end of the car's body)



กรณีปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where the end of the exhaust is not jut out from the end of the car's body)



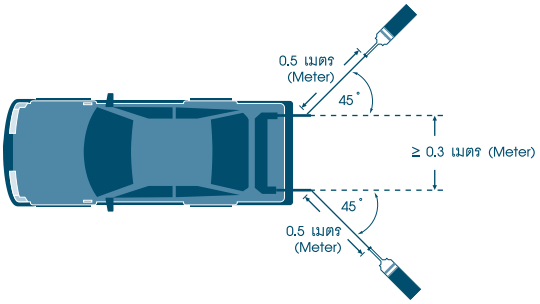
ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน

(Microphone Direction)

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๓)

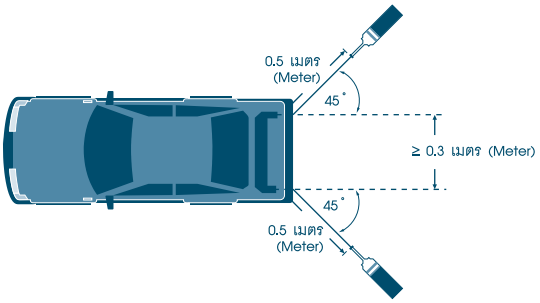
กรณีปลายท่อไอเสียต่อจากหม้อพักใบเดียวกัน และยื่นพ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where there are two or more exhaust connected with the same muffler and jut out from the end of the car's body)



กรณีปลายท่อไอเสียต่อจากหม้อพักใบเดียวกัน และยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์

(In the case where there are two or more exhaust connected with the same muffler and not jut out from the end of the car's body)

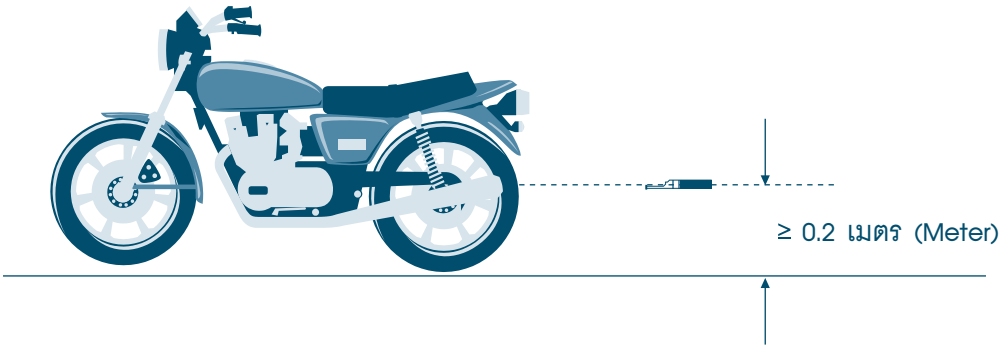


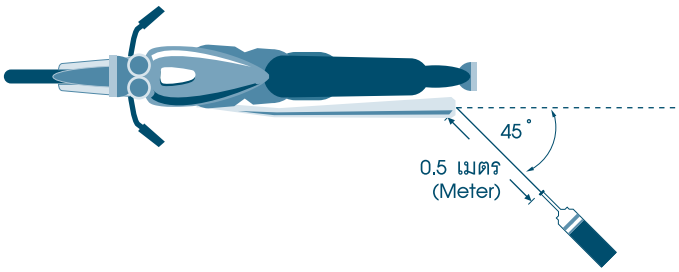
ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน

(Microphone Direction)

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๑)

กรณีรถจักรยานยนต์
(Motorcycle)

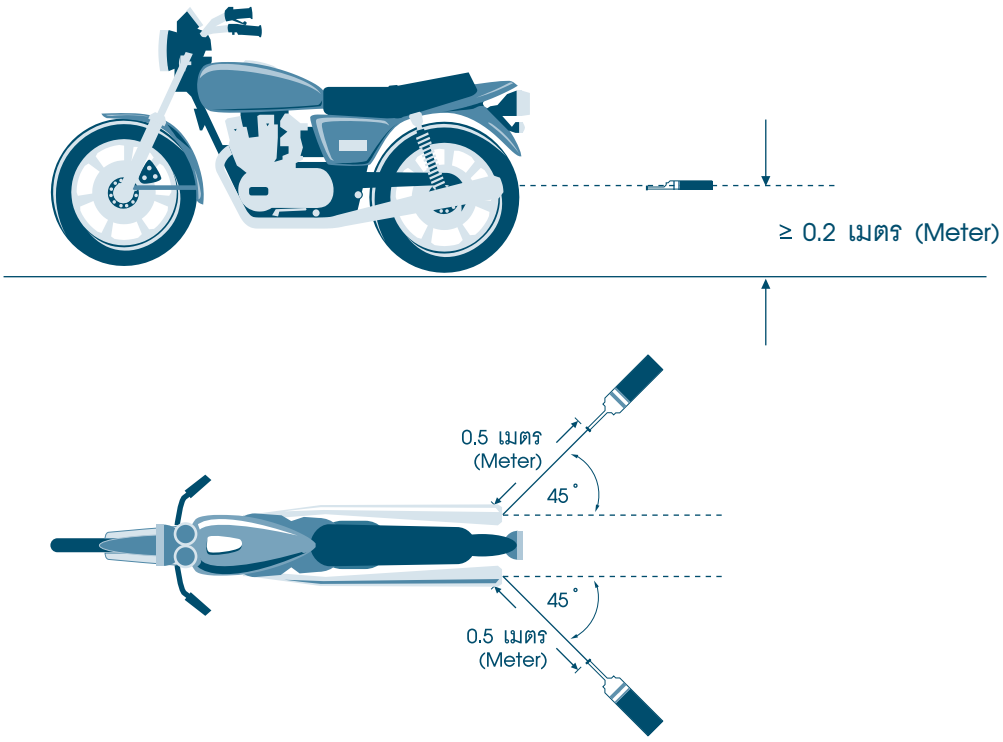




ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
(Microphone Direction)

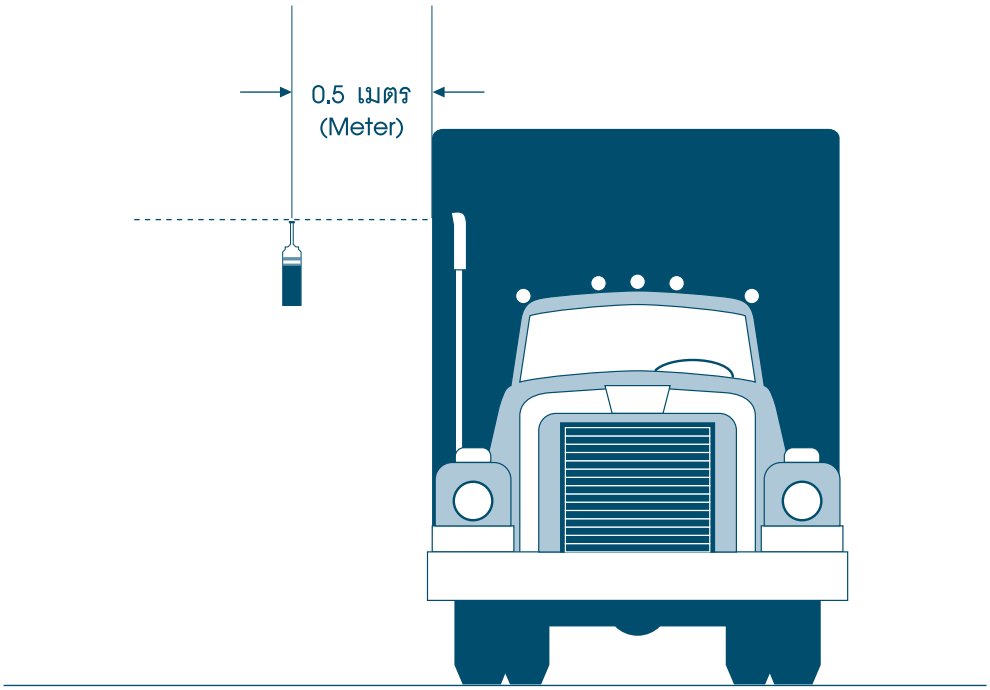
ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๓)

กรณีรถจักรยานยนต์
(Motorcycle)



ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
(Microphone Direction)

ตำแหน่ง ระยะ และวิธีการในการหันแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
ของมาตรระดับเสียง สำหรับการตรวจสอบระดับเสียงของรถยนต์ ตามข้อ ๒ (๔)



ตำแหน่งแกนความไวสูงสุดของไมโครโฟน
(Microphone Direction)

ลำดับที่	พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507	พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484	พระราชบัญญัติที่ดิน พ.ศ. 2497	พระราชบัญญัติที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2511	พระราชบัญญัติที่ดินของรัฐ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2514
1. บทนิยาม	มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้ "ป่าสงวนแห่งชาติ" หมายความว่า ป่าที่ได้กำหนดไว้ตามพระราชบัญญัตินี้ "ป่าสงวนแห่งชาติประเภทที่ 1" หมายความว่า ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 7 (1) "ป่าสงวนแห่งชาติประเภทที่ 2" หมายความว่า ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 7 (2) "ป่าสงวนแห่งชาติประเภทที่ 3" หมายความว่า ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 7 (3) "ป่าสงวนแห่งชาติประเภทที่ 4" หมายความว่า ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 7 (4)	มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้ "ป่าไม้" หมายความว่า ที่ดินซึ่งมีต้นไม้ขึ้นอยู่ปกคลุมเป็นบริเวณกว้างขวาง ไม่ว่าต้นไม้นั้นจะขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ปลูกขึ้น "ป่าไม้ของเอกชน" หมายความว่า ป่าไม้ที่มีผู้ครอบครองตามประมวลกฎหมายที่ดิน หรือกฎหมายอื่น "ป่าไม้ของรัฐ" หมายความว่า ป่าไม้ที่มิใช่ป่าไม้ของเอกชน "ป่าไม้ถาวร" หมายความว่า ป่าไม้ที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 6	มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้ "ที่ดิน" หมายความว่า ที่ดินที่มีกรรมสิทธิ์ตามประมวลกฎหมายที่ดิน "ที่ดินของรัฐ" หมายความว่า ที่ดินที่มิใช่ที่ดินของเอกชน "ที่ดินของเอกชน" หมายความว่า ที่ดินที่มีกรรมสิทธิ์ตามประมวลกฎหมายที่ดิน "ที่ดินของรัฐประเภทที่สงวนไว้" หมายความว่า ที่ดินของรัฐที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรา 6 (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40)

ตารางเปรียบเทียบกฎหมายที่เกี่ยวข้องในเรื่องการตรวจสอบ / ตรวจจับยานพาหนะ ที่มีมลพิษเกินมาตรฐานริมเส้นทางจราจร (ต่อ)

หัวข้อ	พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535	พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522	พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522	ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 16 พ.ศ. 2514
3. การดำเนินการเพื่อยกเลิกคำสั่งหรือเครื่องหมายห้ามใช้ยานพาหนะ	มาตรา 66 วรรคสอง การยกเลิกเครื่องหมายห้ามใช้ตามวรรคหนึ่ง หรือการใช้ยานพาหนะที่มีเครื่องหมายดังกล่าว ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง	มาตรา 84 เมื่อซ่อมแซม ปรับปรุงรถมีสภาพมั่นคงแข็งแรง หรือส่วนควบคุมถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวง แล้วให้นำรถไปให้พนักงานตรวจสภาพหรือสถานตรวจสภาพรถที่ได้รับอนุญาตตรวจสอบความถูกต้อง และรายงานให้นายทะเบียนทราบ เมื่อได้พิจารณา เห็นสมควรตามรายงานของพนักงานตรวจสภาพ อนุญาตให้นายทะเบียนหรือสถานตรวจสภาพรถที่ได้รับอนุญาตให้ใช้รถคันนั้นต่อไป	มาตรา 144 เมื่อเจ้าของรถหรือผู้ขับขี่ได้ซ่อมหรือแก้ไขรถถูกต้องตามคำสั่งเจ้าพนักงานจราจร พนักงานเจ้าหน้าที่หรือผู้ตรวจการ ซึ่งสั่งตามมาตรา 143 หรือ 143 ทวิ แล้วให้นำรถไปให้เจ้าพนักงานจราจรหรือผู้ที่อธิบดี แต่งตั้งให้มีอำนาจตรวจรถตรวจรับรอง เจ้าของรถหรือผู้ขับขี่จะนำรถออกใช้ในทางได้เมื่อได้รับใบตรวจรับรอง	เมื่อเจ้าของหรือผู้ครอบครองได้แก้ไขรถหรือเรือมิให้มีควัน หรือระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนด แล้วให้เจ้าพนักงานผู้มีอำนาจสั่งห้ามมีหนังสืออนุญาตให้นำรถหรือเรือไปใช้ในทางหรือแม่น้ำลำคลองได้

ตารางเปรียบเทียบกฎหมายที่เกี่ยวข้องในเรื่องการตรวจสอบ / ตรวจจับยานพาหนะ ที่มีมลพิษเกินมาตรฐานริมเส้นทางจราจร (ต่อ)

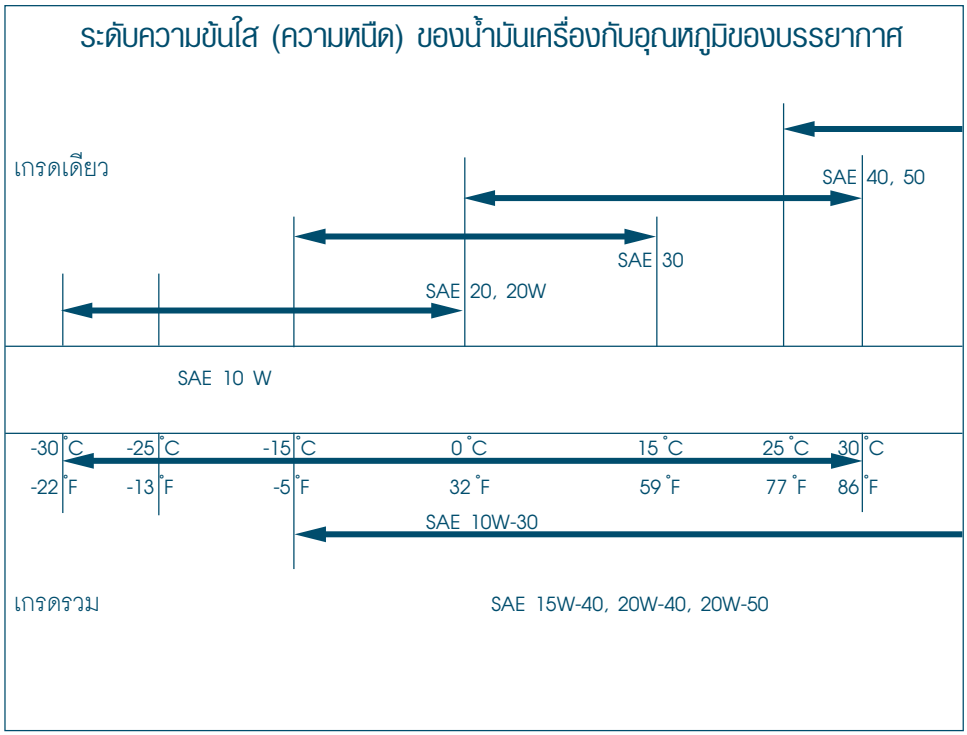
หัวข้อ	พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535	พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522	พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522	ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 16 พ.ศ. 2514
4. การฝ่าฝืนคำสั่งหรือเครื่องหมายห้ามใช้ยานพาหนะ	มีความผิดตามมาตรา 102 ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท	มีความผิดตามมาตรา 148 ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 50,000 บาท	มาตรา 156 ผู้ใดนำรถที่เจ้าพนักงานจราจร พนักงานเจ้าหน้าที่ หรือผู้ตรวจการได้สั่งให้เจ้าของรถหรือผู้ขับขี่ซ่อมหรือแก้ไขตามมาตรา 143 หรือ 143 ทวิไปใช้ในทางโดยยังไม่ได้รับใบตรวจรับรองตามมาตรา 144 ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 1,000 บาท และปรับรายวันอีกวันละ 500 บาท จนกว่าจะปฏิบัติให้ถูกต้อง	ข้อ 4 ผู้ใดนำรถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือเรือกล ที่เจ้าพนักงานได้สั่งห้ามใช้ไปใช้ในทางหรือ แม่น้ำลำคลอง โดยไม่มีหนังสืออนุญาต ต้องระวางโทษปรับ 2,000 บาท
5. การไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่	มีความผิดตามมาตรา 103 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือน หรือปรับไม่เกิน 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ภาคผนวก ค
การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นและน้ำมันเกียร์

การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่น

การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความข้นใส (ความหนืด) หรือเบอร์ (SAE) ให้พอเหมาะกับอุณหภูมิของบรรยากาศมีความสำคัญมาก ดังแสดงในแผนภูมิอ้างอิงข้างล่าง ฉะนั้นโปรดเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความข้นใส(ความหนืด) หรือ เบอร์ (SAE) ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของบรรยากาศด้วย

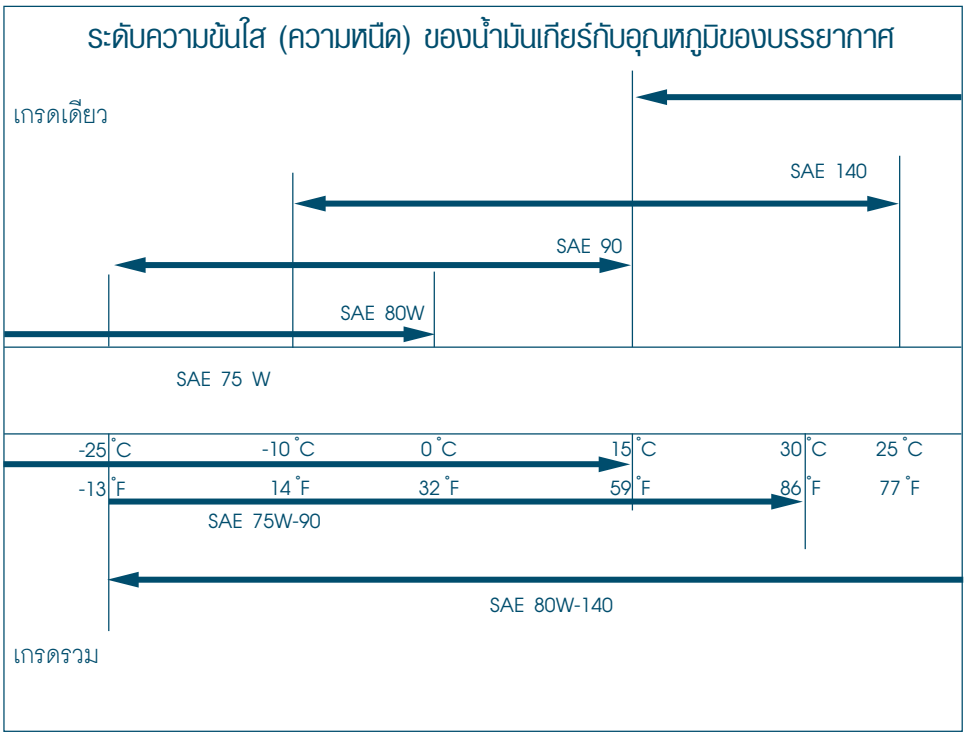
แผนภูมิความข้นใส (ความหนืด) ของน้ำมันเครื่อง



- **น้ำมันเครื่อง** (ดีเซล) ที่มีความข้นใส (ความหนืด) พอเหมาะกับอุณหภูมิของบรรยากาศในประเทศไทย คือ เบอร์ (SAE) 40 หรือ 50

การเลือกใช้น้ำมันเกียร์

แผนภูมิความข้นใส (ความหนืด) ของน้ำมันเกียร์



- **เกียร์ฟุลเลอร์และเกียร์แซดเอฟ** น้ำมันเกียร์ที่มีความข้นใส (ความหนืด) พอเหมาะกับอุณหภูมิของบรรยากาศในประเทศไทย คือ เบอร์ (SAE) 90
- **เกียร์อีซูซุ** น้ำมันเกียร์ที่มีความข้นใส (ความหนืด) พอเหมาะกับอุณหภูมิของบรรยากาศในประเทศไทย คือ เบอร์ (SAE) 140 หรือ 80W-140

ภาคผนวก ง
ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสาร ปรับอากาศ EURO 2

ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2

หมวด	ลำดับที่	รายการ	ระยะบริการทุกๆ (กิโลเมตร)									ระยะเวลา	หมายเหตุ
			10,000	20,000	30,000	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000		
ระบบเครื่องยนต์	1	ไส้กรองน้ำมันเครื่อง	R									R ทุก 1 เดือน	
	2	ไส้กรองช่วย											ไม่มี
	3	ไส้กรองน้ำมันโซล่า (ที่แซสซิส)		R								R ทุก 3 เดือน	
	4	ไส้กรองน้ำมันโซล่า (ที่เครื่องยนต์)		R								R ทุก 3 เดือน	
	5	ไส้กรองอากาศ										I 7 วัน, R 3-4 เดือน	
	6	สายพานชุดระบายความร้อนของเครื่องยนต์					R					I 1 เดือนแรกและทุก 3 เดือน R 1 ปี	
	7	หัวฉีด				I	R					I 6 เดือน, R 1 ปี	
	8	ปั๊มเชื้อเพลิง					R					R 1 ปี	
	9	ยางแท่นเครื่อง หน้า,หลัง										I ทุก 6 เดือน	
	10	ชุดท่อยางน้ำหล่อเย็น					R					R 1 ปี	
	11	หม้อน้ำและน้ำยาหล่อเย็น						R				R 2 ปี	
	12	ฝาหม้อน้ำ						R				I ทุกเดือน, R 2 ปี	
	13	เทอร์โมสตัท								R		I ทุกเดือน, R 4 ปี	
	14	หม้อพักไอเสีย (ใหญ่)										I ทุกเดือน	
	15	หม้อพักไอเสีย (เล็ก)											ไม่มี

ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2 (ต่อ)

หมวด	ลำดับที่	รายการ	ระยะบริการทุกๆ (กิโลเมตร)									ระยะเวลา	หมายเหตุ
			10,000	20,000	30,000	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000		
	16	เปิดฝาสูบ						R				R 2 ปี	
	17	โอเวอร์ฮอล์ลเครื่องยนต์								R		R 4 ปี	
	18	เทอร์โบชาร์จ								R		R 4 ปี	
	19	อินเตอร์คูลเลอร์และชุดท่ออากาศ										I ทุกเดือน	
ระบบเกียร์ออโตเมติก	1	เกียร์ออโตเมติกและอุปกรณ์ชุดควบคุมไฟฟ้า										I ทุกเดือน	
	2	ไส้กรองน้ำมันเกียร์ออโตเมติก		R								R 3 เดือน	
	3	ชุดท่อยางน้ำหล่อเย็นเกียร์ออโตเมติก					R					R 1 ปี	
	4	โอเวอร์ฮอล์ลเกียร์ออโตเมติก									OH	OH 5 ปี	
เฟืองท้าย	1	เฟืองท้าย					I						
	2	ชุดเพลากลาง										L 15 วัน	
ระบบรองรับ	1	ชุดถุงลม หน้า, หลัง							R			I ทุกเดือน	
	2	ชุดวาล์วควบคุมถุงลม หน้า, หลัง										I 1 เดือนแรกและทุกๆ 3เดือน	
	3	ชุดลูกยาง TORQUE ROD					R					R 1 ปี	
	4	ชุดลูกยาง STABILIZER BAR					R					R 1 ปี	
	5	โช๊คอัพ หน้า, หลัง										I 1 เดือนแรกและทุกๆ 3 เดือน	

ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2 (ต่อ)

หมวด	ลำดับที่	รายการ	ระยะบริการทุกๆ (กิโลเมตร)									ระยะเวลา	หมายเหตุ
			10,000	20,000	30,000	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000		
พวงมาลัยเพาเวอร์	1	กระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์										I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	
	2	ปั๊มพวงมาลัยเพาเวอร์										I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	
	3	ชุดสลักคอม้า										L ทุก 15 วัน	
	4	ชุดลูกหมากคันส่ง										L ทุก 15 วัน	
	5	ชุดลูกหมากคันชัก										L ทุก 15 วัน	
	6	ท่อยางน้ำมันไฮดรอลิก										I 1 เดือน	
ระบบเบรค	1	ผ้าเบรค										I ทุก 7 วัน	
	2	ชุดลูกยางเบรค										R ทุก 6 เดือน	
	3	ชุดกระบอกเบรค หน้า, หลัง										I ทุก 6 เดือน	
	4	สปริงเบรค หน้า, หลัง										I ทุก 6 เดือน	
	5	หม้อลมเบรค					R					R 1 ปี	
	6	ชุดเบรควาล์ว						R				I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน R 2 ปี	
	7	จานเบรคหน้า, หลัง										I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	

ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2 (ต่อ)

หมวด	ลำดับที่	รายการ	ระยะบริการทุกๆ (กิโลเมตร)									ระยะเวลา	หมายเหตุ
			10,000	20,000	30,000	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000		
	8	ลูกปืนดุมล้อหน้าหลัง										L ทุก 6 เดือน	
	9	สายอ่อนน้ำมันเบรค					R					R 1 ปี	
	10	ชุดวาล์วเดรนน้ำจากถังลม										I ทุก 15 วัน	
	11	วาล์วควบคุมระบบลม	I									I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	
	12	GOVERNOR ควบคุมระบบลม											ไม่มี
	13	เช็ควาล์ว	I									I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	
	14	เช็คกรองระบบลม	I									I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	
อุปกรณ์ไฟฟ้า	1	แบตเตอรี่					R					R 1 ปี	
	2	มอร์เตอร์สตาร์ท					O/H					O/H 1 ปี	
	3	ไดชาร์ท					O/H					O/H 1 ปี	
	4	มอเตอร์ปัดน้ำฝน	I									I 1 เดือนแรกและ ทุก 3 เดือน	

ตารางการบริการและการบำรุงรักษารถยนต์โดยสารปรับอากาศ EURO 2 (ต่อ)

หมวด	ลำดับที่	รายการ	ระยะบริการทุกๆ (กิโลเมตร)									ระยะเวลา	หมายเหตุ
			10,000	20,000	30,000	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000		
ระบบหล่อลื่น	1	น้ำมันเครื่องยนต์	R									R 1 เดือนแรกและทุก 3 เดือน	
	2	น้ำมันเกียร์ออโตเมติก		R								R ทุก 3 เดือน	
	3	น้ำมันเฟืองท้าย		R								R ทุก 3 เดือน	
	4	น้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์					R					R 1 ปี	
	5	น้ำมันเบรค				R						R ทุก 6 เดือน	
	6	จาระบีลูกปืนล้อ				R						R ทุก 6 เดือน	
	7	จาระบีหล่อลื่น										L 15 วัน	
ระบบปรับอากาศ	1	คอมเพรสเซอร์แอร์										R 5,000 ชม.	
	2	ชุดสายพานขับคอมเพรสเซอร์แอร์			R							R 6 เดือน	
	3	น้ำยาแอร์ R134a										R 5,000 ชม.	
	4	ไดเออร์										R 5,000 ชม.	
ตัวถัง	1	ซ่อมปรับสภาพตัวถังและพ่นสีใหม่											

หมายเหตุ I = ตรวจเช็ค ทำความสะอาด เปลี่ยนใหม่ในกรณีชำรุด
R = เปลี่ยน
A = ปรับแต่ง
L = หล่อลื่น
O/H = โอเวอร์ฮอล์ล

บรรณานุกรม

1. บริษัท ตรีเพชรอีซูซุเซลส์ จำกัด, คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์อีซูซุดีเซลรุ่น 6 BB 1, 6BD 1-T, 2527
2. บริษัท ฮีโน่มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด, คู่มือการใช้รถ, 2534
3. กรมควบคุมมลพิษ, มลพิษทางอากาศจากรถยนต์, 2538
4. บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด, คู่มือการใช้รถรุ่นไฮเอช, 2538
5. จำนง นันทนาวินิจกุล, คู่มือทฤษฎีเครื่องยนต์ดีเซล, 2539
6. บริษัท ตรีเพชรอีซูซุเซลส์ จำกัด, คู่มือการใช้และบำรุงรักษารถยนต์บรรทุกอีซูซุ ตระกูลเอฟ, 2539
7. กรมควบคุมมลพิษ, คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ, 2540
8. กรมควบคุมมลพิษ, เอกสารมาตรการในการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ, 2543
9. กรมควบคุมมลพิษ, โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบของโอโซน เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร, 2544
10. กรมควบคุมมลพิษ, สารกรดในบรรยากาศ มลพิษที่ไร้พรมแดน, 2544
11. กรมควบคุมมลพิษ, เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อลดควันดำ, 2545
12. กรมควบคุมมลพิษ, โครงการศึกษาแนวโน้มระดับตะกั่วในเลือดตำรวจจราจรและเด็กนักเรียนในกรุงเทพมหานครหลังจากมีการริเริ่มใช้มาตรการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว, 2545
13. บริษัท ไทยฮีโน่มอเตอร์เซลส์ จำกัด, คู่มือการใช้รถโดยสารรุ่นเอเค 174, 176
14. พูลพร แสงบางปลา, ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม
15. Toyota motor corporation 1993, Toyota 22, 32 Engine repair manual.

คณะทำงานกำหนดหลักสูตรการอบรมและจัดทำคู่มือ

สำหรับการปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ เพื่อประหยัดพลังงานและลดมลพิษ

1.	นายสุพัฒน์	หวังวงศ์วัฒนา	รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ	ประธานคณะทำงาน
2.	นายธเนศ	ลิมศรีเพชร	กรมการขนส่งทางบก	คณะทำงาน
3.	นายกิตติ	กิตติสุนทรวัฒน์	องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ	คณะทำงาน
4.	นายวีนัส	ทัดเนียม	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	คณะทำงาน
5.	นายอุทัย	อึ่งเจริญ	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	คณะทำงาน
6.	นายวิมล	รัฐถานาวิน	บริษัท ตรีเพชร อีซูซุเซลล์ จำกัด	คณะทำงาน
7.	นายสังวรณ์	วงศ์อภัย	บริษัท ฮีโน่มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	คณะทำงาน
8.	นายปิติ	สุวรรณโชติ	บริษัท ฮีโน่มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	คณะทำงาน
9.	นายสามชัย	ขูรัตน์	บริษัท ธนบุรีประกอบรถยนต์ จำกัด	คณะทำงาน
10.	นายบำรุง	ตั้งสง่า	บริษัท ลาดกระบังขนส่ง จำกัด	คณะทำงาน
11.	นายทดลอง	ปิตะแสง	บริษัท หลีกภัยขนส่ง จำกัด	คณะทำงาน
12.	นายสมพงษ์	ดวงกลาง	บริษัท หลีกภัยขนส่ง จำกัด	คณะทำงาน
13.	นายขัชวาลย์	เชื้อศาสตร์	บริษัท สหศรีสุพรรณยานยนต์ จำกัด	คณะทำงาน
14.	นายวัชรินทร์	แก้วสถิตย์	บริษัท สหศรีสุพรรณยานยนต์ จำกัด	คณะทำงาน
15.	นายวีระ	ดวงปทุม	บริษัท ต.สยามวิศวยนต์(1999) จำกัด	คณะทำงาน
16.	นายสุรพล	เกษมสมุทรชัย	บริษัท ต.สยามวิศวยนต์(1999) จำกัด	คณะทำงาน
17.	นายพงษ์ศักดิ์ดา	พยัคฆ์เพศ	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ที.พี เดินรถ	คณะทำงาน
18.	นายอวยชัย	ศักดิ์ธงชัย	กลุ่มรถร่วมบริการสาย 81,123	คณะทำงาน
19.	ผู้แทนสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง		กรมควบคุมมลพิษ	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะกรรมการประสานงานและจัดทำรูปเล่ม

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

1.	นางมิ่งขวัญ	วิชยารังสฤษดิ์	ผู้อำนวยการสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง
2.	นายปัญญา	วรเพชรายุทธ	ผู้อำนวยการส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
3.	นางสาวกนกวรรณ	นิมิตรพันธ์	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
4.	นางสาวนุชจริยา	อรัญศรี	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
5.	นางสาวมานวิภา	กุศล	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
6.	นางสาวเบญจวรรณ	เพ็ญตระกูลชัย	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
7.	นายนที	เมตตาสิทธิกร	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
8.	นางสาวพิชญา	โคตรชมภู	ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ

คณะทำงานตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารประกอบการอบรม

การปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

และการอบรมพนักงานขับรถโดยสารให้ขับขี่อย่างปลอดภัย ลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

1.	นายเฉลิงศักดิ์	เพ็ชรสุวรรณ	รักษาการผู้อำนวยการฝ่ายมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน
2.	นางสาวนิภาภรณ์	เอี่ยมสังวาลย์	ส่วนมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน
3.	นางสาวจุฬาลักษณ์	สุทธิเวชกุล	ส่วนคุณภาพอากาศในบรรยากาศ
4.	นางสาวขิ่นนัดดา	จุฬามณี	ส่วนมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม
5.	นางสาวสุภาพ	จันทร์หงษ์	ส่วนแผนงานและประมวลผล

กรมควบคุมมลพิษ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กทม. 10400
โทร. 0 2298 2000 โทรสาร 0 2298 2002
http://www.pcd.go.th