

สารบัญ

	หน้า
คำนำการพิมพ์ครั้งที่ 2	i
คำนำการพิมพ์ครั้งที่ 1	ii
กิตติกรรมประกาศการพิมพ์ครั้งที่ 2	iii
กิตติกรรมประกาศการพิมพ์ครั้งที่ 1	iv
คณะผู้จัดทำตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ	v
คณะกรรมการกำกับดูแลการจัดทำตำราระบบบำบัดอากาศ กรมโรงงานอุตสาหกรรม	vii
สารบัญ	ix
สารบัญตาราง	xix
สารบัญรูป	xxvii
บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมลพิษอากาศ	1-1
1.1 บทนำ	1-1
1.2 ประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Sources of Air Pollutants)	1-2
1.2.1 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources)	1-2
1.2.2 แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์ (Man-Made Sources)	1-2
1.3 ประเภทของสารมลพิษอากาศ (Types of Air Pollutants)	1-5
1.4 ผลกระทบจากมลพิษอากาศ (Air Pollution Effects)	1-6
1.4.1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์	1-6
1.4.2 ผลกระทบต่อพืช	1-18
1.4.3 ผลกระทบต่อสัตว์	1-32
1.4.4 ผลกระทบที่มีต่อวัสดุต่าง ๆ	1-32
1.4.5 ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศวิทยา	1-34
1.5 การป้องกันปัญหาหมอกควันโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology)	1-34
1.5.1 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด	1-36
1.5.2 ประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด	1-39
1.5.3 ตัวอย่างของการใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรม	1-39

	หน้า
1.6 สถานการณ์มลพิษอากาศในประเทศไทย.....	1-42
1.6.1 คุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	1-42
1.6.2 คุณภาพอากาศในเขตปริมณฑลและต่างจังหวัด	1-45
1.6.3 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในประเทศไทย	1-46
1.6.4 ปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญจากมลพิษอากาศ.....	1-53
1.6.5 กรณีศึกษาปัญหามลพิษอากาศจากอุตสาหกรรมในประเทศไทย.....	1-55
1.7 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (ภาวะโลกร้อน)	1-62
1.7.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร	1-63
1.7.2 กิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก	1-67
1.7.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย	1-71
1.7.4 การดำเนินการของรัฐต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1-75
1.7.5 พิธีสารเกียวโต.....	1-80
1.7.6 กลไกการพัฒนาที่สะอาด(Clean Development Mechanism :CDM).....	1-84
เอกสารอ้างอิงบทที่ 1.....	1-88
บทที่ 2 กฎหมายมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม	2-1
2.1 บทนำ.....	2-1
2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศ	2-2
2.2.1 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535	2-2
2.2.2 พระราชบัญญัติการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522.....	2-10
2.2.3 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535.....	2-11
2.2.4 พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535.....	2-20
2.2.5 กฎหมายฉบับอื่นที่เกี่ยวข้อง.....	2-21
2.3 มาตรฐานมลพิษอากาศ.....	2-25
2.3.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป	2-26
2.3.2 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางอุตสาหกรรม.....	2-28
2.3.3 มาตรฐานมลพิษทางอากาศในสถานประกอบการ	2-80
2.4 กฎหมายสำหรับบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน.....	2-96

	หน้า
2.4.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดชนิดและขนาดของโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใดๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแล ผู้ปฏิบัติงานประจำ และหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแล สำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2545.....	4-36 4-38 4-47 4-55 2-96
2.4.2 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คุณสมบัติของบุคลากร ด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน การฝึกอบรม และการสอบมาตรฐาน.....	4-50 2-105
เอกสารอ้างอิงบทที่ 2.....	2-107
บทที่ 3 เทคโนโลยีในการเผาไหม้	3-1
3.1 บทนำ.....	3-1
3.2 เชื้อเพลิง.....	3-1
3.2.1 เชื้อเพลิงก๊าซ.....	3-2
3.2.2 เชื้อเพลิงเหลว.....	3-6
3.2.3 เชื้อเพลิงแข็ง.....	3-9
3.2.4 เชื้อเพลิงชีวมวล.....	3-12
3.3 สถานการณ์การใช้เชื้อเพลิงในประเทศไทย.....	3-14
3.3.1 เชื้อเพลิงก๊าซ.....	3-14
3.3.2 เชื้อเพลิงเหลว.....	3-17
3.3.3 เชื้อเพลิงแข็ง.....	3-21
3.3.4 เชื้อเพลิงชีวมวล.....	3-23
3.4 การคำนวณการเผาไหม้.....	3-26
3.4.1 ความหมายของการคำนวณการเผาไหม้.....	3-26
3.4.2 วิธีคำนวณการเผาไหม้.....	3-26
3.4.3 ปริมาณอากาศที่จำเป็นต่อการเผาไหม้.....	3-29
3.4.4 ปริมาณก๊าซที่เผาไหม้.....	3-31
3.4.5 ปริมาณอากาศและปริมาณก๊าซจากการเผาไหม้เชิงทฤษฎี.....	3-34
3.4.6 การวิเคราะห์ไอเสียและอัตราส่วนอากาศ.....	3-35
3.5 กลไกการเกิด NO _x และ SO ₂ จากกระบวนการเผาไหม้.....	3-42

บท	หน้า
3.5.1 กลไกการเกิด NO _x	3-42
3.5.2 กลไกการเกิด SO ₂	3-43
3.6 การป้องกันการเกิดไอเสีย	3-45
3.6.1 ความจุของอุปกรณ์เผาไหม้.....	3-45
3.6.2 การเผาไหม้ก๊าซและอุปกรณ์.....	3-47
3.6.3 การเผาไหม้น้ำมันและอุปกรณ์.....	3-51
3.6.4 การเผาไหม้ถ่านหินผงละเอียดและอุปกรณ์.....	3-57
3.6.5 อุปกรณ์เผาไหม้แบบ Stoker และอุปกรณ์.....	3-60
3.6.6 การเผาไหม้แบบ Fluidized Bed และอุปกรณ์.....	3-62
3.6.7 การเผาไหม้แบบ COM และการเผาไหม้แบบ CWM	3-65
3.6.8 เครื่องยนต์ดีเซล, Gas Turbine, Cogeneration	3-65
3.6.9 การเกิดไอเสียและการป้องกัน.....	3-71
3.6.10 มาตรการป้องกันผลเสียจากการเผาไหม้.....	3-75
เอกสารอ้างอิงบทที่ 3.....	3-77
บทที่ 4 ระบบระบายอากาศในอุตสาหกรรม	4-1
4.1 บทนำ.....	4-1
4.2 องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ	4-1
4.2.1 การดึงอากาศภายนอกเข้ามาเจือจาง	4-2
4.2.2 การดึงอากาศเสียเฉพาะที่.....	4-6
4.2.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบระบายอากาศ	4-19
4.3 นิยามที่สำคัญของอากาศและระบบระบายอากาศ	4-19
4.4 พิสัยของอากาศ.....	4-22
4.4.1 ความหนาแน่นของอากาศ.....	4-22
4.4.2 ความดันของอากาศในระบบระบายอากาศ.....	4-23
4.5 การออกแบบตู้ดูดอากาศ (Hood).....	4-26
4.5.1 บทนำ.....	4-26
4.5.2 ข้อมูลในการออกแบบตู้ดูดอากาศ	4-27
4.5.3 การสูญเสียพลังงานของตู้ดูดอากาศ.....	4-32

	หน้า
4.6 การออกแบบระบบท่อ(Duct Design).....	4-35
4.7 พัดลมและการคำนวณ	4-45
4.8 ตัวอย่างการคำนวณระบบระบายอากาศ	4-47
4.9 พัดลม	4-55
4.10 ข้อควรระมัดระวังในการออกแบบและใช้งานระบบระบายอากาศ.....	4-58
4.11 การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงาน	4-59
4.12 กฎระเบียบและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาวะแวดล้อมด้านอากาศในการทำงาน และคุณภาพอากาศที่ยินยอมให้ระบายออก.....	4-62
4.12.1 บทนำ.....	4-62
4.12.2 กฎระเบียบและมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน.....	4-62
4.12.3 มาตรฐานเกี่ยวกับคุณภาพอากาศที่ยินยอมให้ระบายออกจากปล่อง หรือช่องเปิดต่างๆ.....	4-64
เอกสารอ้างอิงบทที่ 4.....	4-66
บทที่ 5 การควบคุมฝุ่นละออง.....	5-1
5.1 บทนำ.....	5-1
5.2 ทฤษฎีพื้นฐานของฝุ่นละออง.....	5-1
5.2.1 ลักษณะของฝุ่น (Particle Characteristics)	5-1
5.2.2 กลไกในการจับฝุ่น (Particle Collection Mechanism)	5-12
5.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของอนุภาคกับประสิทธิภาพการเก็บอนุภาค.....	5-16
5.2.4 ประสิทธิภาพในการจับฝุ่น (Effectiveness of Particle Collection)	5-17
5.3 อุปกรณ์ดักจับฝุ่น	5-20
5.3.1 ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (Gravity Settlers).....	5-21
5.3.2 ไสโคลน (Cyclones)	5-27
5.3.3 เครื่องจับฝุ่นด้วยหยดน้ำหรือสครับเบอร์ (Wet Collectors or Scrubbers).....	5-44
5.3.4 ถุงกรอง (Fabric Filters)	5-67
5.3.5 เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitators)	5-86
5.3.6 สรุปข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของอุปกรณ์ดักฝุ่น	5-110
5.3.7 ประสิทธิภาพการจับฝุ่นขนาดต่างๆ ของอุปกรณ์ดักฝุ่น.....	5-111

	หน้า
5.3.8 การจัดการกากของเสียจากระบบบำบัดอากาศ.....	5-113
เอกสารอ้างอิงบทที่ 5.....	5-114
บทที่ 6 การควบคุมก๊าซและไอ	6-1
6.1 บทนำ.....	6-1
6.2 การดูดซับ(Adsorption).....	6-1
6.2.1 ความรู้เบื้องต้น	6-1
6.2.2 เส้นแสดงการดูดซับที่อุณหภูมิคงที่ (Adsorption Isotherms).....	6-4
6.2.3 ความสัมพันธ์ของการดูดซับที่ภาวะสมดุล	6-7
6.2.4 การคำนวณความสามารถในการดูดซับ	6-10
6.2.5 การออกแบบระบบการดูดซับ.....	6-14
6.2.6 การฟื้นฟูสภาพระบบดูดซับ (Regeneration).....	6-19
6.2.7 ความหนาของชั้นสารดูดซับที่เป็นไปได้สูงสุด	6-20
6.2.8 ความลึกของชั้นสารดูดซับต่ำสุด	6-23
6.2.9 เวลาใช้งาน (Service Time)	6-24
6.2.10 ผลจากความชื้น	6-25
6.2.11 การตรวจสอบและประเมินผลสมรรถนะการทำงานของระบบดูดซับ.....	6-28
6.3 การดูดกลืน (Absorption)	6-30
6.3.1 ความรู้เบื้องต้น	6-30
6.3.2 ความสามารถในการละลายและกฎของเฮนรี่ (Solubility and Henry's Law)	6-33
6.3.3 ทฤษฎีการออกแบบการดูดกลืน	6-35
6.3.4 วิธีการออกแบบ	6-39
6.3.5 การใช้สารจำพวกต่างดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	6-56
6.3.6 การตรวจสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของระบบดูดซึม	6-56
6.4 การเผาทำลาย (Incineration).....	6-58
6.4.1 ความรู้เบื้องต้น	6-58
6.4.2 สมดุลทางเคมีในปฏิกิริยาการเผา (Stoichiometric Combustion Air).....	6-60
6.4.3 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion Kinetics)	6-62
6.4.4 หลักการออกแบบเตาเผา.....	6-63

หน้า

6.4.5	สมมูลของมวลและความร้อนในเตาเผา	6-66
6.4.6	การคำนวณปริมาณเชื้อเพลิง	6-68
6.4.7	ขนาดของเตาเผา	6-69
6.4.8	สรุปขั้นตอนในการออกแบบ	6-71
6.4.9	เตาเผาแบบมีสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Incineration)	6-74
6.4.10	การออกแบบ	6-75
6.4.11	ปฏิกิริยาการเผาไหม้เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา	6-77
6.4.12	การตรวจสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของอุปกรณ์เผาทำลาย	6-82
6.5	การควบคุม NO _x	6-82
6.5.1	การปรับปรุงเชื้อเพลิง	6-83
6.5.2	การปรับปรุงการเผาไหม้	6-84
6.5.3	การกำจัดไนโตรเจนออกไซด์ในก๊าซไอเสีย	6-96
6.6	การควบคุม SO ₂	6-103
6.6.1	วิธีการควบคุม SO ₂	6-103
	เอกสารอ้างอิงบทที่ 6	6-120
บทที่ 7	การควบคุมกลิ่นจากอุตสาหกรรม	7-1
7.1	บทนำ	7-1
7.2	อุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดกลิ่น	7-1
7.2.1	อุตสาหกรรมการผลิตยางและพลาสติก	7-1
7.2.2	อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี	7-3
7.3	คุณสมบัติเฉพาะของกลิ่น	7-7
7.3.1	ความเข้มของกลิ่นและความรู้สึกที่เกิดขึ้น	7-7
7.3.2	สเกลอ้างอิงความเข้มข้นของกลิ่น	7-9
7.3.3	ความรู้สึกต่อกลิ่น	7-9
7.3.4	กลิ่นและผลกระทบต่อสุขภาพ	7-10
7.4	การตรวจวัดกลิ่น	7-10
7.4.1	การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีทางเคมี	7-10
7.4.2	การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีการดมกลิ่น (Sensory Odor Measurement)	7-14

	หน้า
9.2.5 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 5)	9-24
9.2.6 วิธีการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 6)	9-37
9.2.7 วิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 7)	9-45
9.2.8 วิธีการตรวจวัดไอกรดซัลฟูริกและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 8)	9-55
9.3 ระบบการตรวจวัดมลพิษอากาศอย่างต่อเนื่อง (CEMs).....	9-68
9.3.1 ประเภทของระบบ CEM	9-71
9.3.2 การเปรียบเทียบระหว่าง Extractive CEM และ IN-Situ CEM	9-77
9.3.3 เทคนิคการวิเคราะห์ในระบบ CEM.....	9-78
9.3.4 ระบบรวบรวมข้อมูลของระบบ CEM.....	9-79
9.3.5 การรับรองและการประกันคุณภาพระบบ CEM	9-80
9.3.6 กฎเกณฑ์ในการติดตั้ง CEMs ของกระทรวงอุตสาหกรรม	9-93
9.4 การตรวจวัดมลพิษอากาศในสถานประกอบการ.....	9-97
9.5 การตรวจวัดสารมลพิษอากาศในบรรยากาศ	9-97
9.5.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการตรวจวัด.....	9-97
9.5.2 แนวคิดในการเลือกรูปแบบของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ (Design Consideration)	9-99
9.5.3 วิธีการตรวจวัดสารมลพิษอากาศในบรรยากาศ	9-103
เอกสารอ้างอิงบทที่ 9.....	9-110
1.10 กรมส่งเสริมมลพิษอากาศ สำนักควบคุมกิจการฯ พ.ศ. 2543.....	1-53
1.11 วิธีปฏิบัติราชการของเจ้าหน้าที่เรือนมกชกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2546-2549.....	1-54
1.12 กรมส่งเสริมมลพิษอากาศและมลพิษทางอากาศ.....	1-56
1.13 กรมส่งเสริมมลพิษทางอากาศและมลพิษทางอากาศ.....	1-58
1.14 กรมส่งเสริมมลพิษทางอากาศและมลพิษทางอากาศ.....	1-61
1.15 กรมส่งเสริมมลพิษทางอากาศและมลพิษทางอากาศ.....	1-72

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1	ตัวอย่างมลพิษอากาศกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง 1-3
ตารางที่ 1.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสนองตอบและระดับคาร์บอนซีอีโมโกลบินอิมิตัวในเลือด 1-7
ตารางที่ 1.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศกับปริมาณคาร์บอนซีอีโมโกลบินในเลือดของคนที่ได้สูดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไป..... 1-7
ตารางที่ 1.4	ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศที่ทำให้เกิดคาร์บอนซีอีโมโกลบินในเลือดร้อยละ 4 1-8
ตารางที่ 1.5	มาตรฐานก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ..... 1-8
ตารางที่ 1.6	ผลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อมนุษย์..... 1-10
ตารางที่ 1.7	ผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และควีนหรือฝุ่นละอองต่อมนุษย์ 1-11
ตารางที่ 1.8	การคำนวณปริมาณตะกั่วในอากาศที่ยอมรับได้ 1-18
ตารางที่ 1.9	ลักษณะเด่นของความเสียหายของพืชแยกตามประเภทสารมลพิษอากาศ 1-22
ตารางที่ 1.10	ลักษณะเด่นของอากาศผิดปกติของใบไม้เนื่องจากสารมลพิษอากาศแต่ละชนิด 1-23
ตารางที่ 1.11	ความไวของพืชต่อ SO ₂ 1-26
ตารางที่ 1.12	ความไวของพืชต่อไฮโดรเจนฟลูออไรด์ 1-27
ตารางที่ 1.13	ความไวของพืชต่อโอโซน 1-27
ตารางที่ 1.14	อัตราการดูดซึมไฮโดรเจนฟลูออไรด์แยกตามส่วนต่างๆ ของพืช..... 1-30
ตารางที่ 1.15	ชนิดของต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับนำไปปลูกในเมืองและเขตอุตสาหกรรม 1-31
ตารางที่ 1.16	จำนวนโรงงาน/ประเภทของโรงงาน ณ สิ้น พ.ศ. 2545 1-47
ตารางที่ 1.17	แหล่งกำเนิดที่สำคัญของมลพิษอากาศในภาคกลาง พ.ศ. 2543..... 1-48
ตารางที่ 1.18	ปริมาณการปล่อย PM ₁₀ จากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ พ.ศ. 2543 1-50
ตารางที่ 1.19	ปริมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดพื้นที่เทศบาลนครเชียงใหม่ พ.ศ. 2544 1-51
ตารางที่ 1.20	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จำแนกตามกิจกรรม พ.ศ. 2543..... 1-53
ตารางที่ 1.21	สถิติปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญที่ร้องเรียนมายังกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2546-2549..... 1-54
ตารางที่ 1.22	สารมลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ 1-56
ตารางที่ 1.23	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 1-68
ตารางที่ 1.24	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2541-2563..... 1-69
ตารางที่ 1.25	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก 1-72

	หน้า
ตารางที่ 1.26	ก๊าซเรือนกระจกและศักยภาพในการทำให้โลกร้อน.....1-82
ตารางที่ 1.27	ระดับพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศตามที่จะระบุในภาคผนวก B.....1-82
ตารางที่ 1.28	ประโยชน์ที่ไทยจะได้รับด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนจากโครงการ CDM.....1-85
ตารางที่ 2.1	กฎหมายและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม 2-1
ตารางที่ 2.2	กฎกระทรวงที่ออกภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535..... 2-3
ตารางที่ 2.3	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศอุตสาหกรรม 2-5
ตารางที่ 2.4	ประกาศที่ออกภายใต้พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535..... 2-12
ตารางที่ 2.5	กฎหมายฉบับอื่นที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม 2-21
ตารางที่ 2.6ก.	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป พ.ศ. 2535 2-26
ตารางที่ 2.6ข.	กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) ในบรรยากาศ พ.ศ.2550 2-28
ตารางที่ 2.7	มาตรฐานค่าความเข้มข้นกลิ่นจากโรงงาน.....2-29
ตารางที่ 2.8	มาตรฐานการระบายสารเจือปนจากโรงงานอุตสาหกรรม ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ.2549..... 2-31
ตารางที่ 2.9	กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2-34
ตารางที่ 2.10	ค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานผลิต ส่ง หรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า พ.ศ.2547 ของกระทรวงอุตสาหกรรม..... 2-39
ตารางที่ 2.11	มาตรฐานอากาศเสียจากโรงไฟฟ้า (ใหม่) ตามประกาศ ของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.....2-43
ตารางที่ 2.12	มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้า (เก่า) ตามประกาศ ของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.....2-45
ตารางที่ 2.13	มาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ..... 2-47
ตารางที่ 2.14	มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว 2-48
ตารางที่ 2.15	ประเภทโรงงานที่ต้องติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศจากปล่องแบบอัตโนมัติ 2-50
ตารางที่ 2.16	หน่วยวัดที่ต้องตรวจวัดของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์พิเศษ 2-54

	หน้า
ตารางที่ 2.17	กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีที่ใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็น เชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม 2-56
ตารางที่ 2.18	มาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2549..... 2-58
ตารางที่ 2.19	มาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม..... 2-59
ตารางที่ 2.20	มาตรฐานอากาศที่ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์ใช้ของเสียเป็นเชื้อเพลิงหรือเป็นวัตถุดิบในการผลิต..... 2-60
ตารางที่ 2.21	ค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องของหม้อน้ำโรงสีข้าวที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2549..... 2-63
ตารางที่ 2.22	มาตรฐานค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของโรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2-64
ตารางที่ 2.23	มาตรฐานค่าความทึบแสงจากปล่องของหม้อไอน้ำ.....2-65
ตารางที่ 2.24	มาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากโรงงานเหล็ก.....2-66
ตารางที่ 2.25	มาตรฐานมลพิษอากาศจากโรงไม้ บด และย่อยหิน.....2-67
ตารางที่ 2.26	ค่ามาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากเตาเผามูลฝอย..... 2-69
ตารางที่ 2.27	มาตรฐานค่าเฉลี่ยไอน้ำมันเบนซินที่ปล่อยทิ้งจากคลังน้ำมันเชื้อเพลิง 2-71
ตารางที่ 2.28	มาตรฐานการควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งอากาศเสียจากสถานประกอบกิจการ หลอมและต้มทองคำ 2-72
ตารางที่ 2.29	ตารางแนบท้าย ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 46/2541 เรื่อง การกำหนดอัตราการปล่อยมลสารทางอากาศจากปล่องของโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมอัตราการปล่อยมลสารทางอากาศ (กิโลกรัม/ไร่/วัน) ที่ยอมให้ปล่อยออกจากปล่องของโรงงานภายในนิคมอุตสาหกรรม (ตารางแนบท้าย 1)..... 2-75
ตารางที่ 2.30	ตารางแนบท้าย ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 46/2541 เรื่อง การกำหนดอัตราการปล่อยมลสารทางอากาศจากปล่องของโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม (ตารางแนบท้าย 2) 2-79
ตารางที่ 2.31	บัญชีท้ายประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ตารางหมายเลข 1 2-83

	หน้า
ตารางที่ 2.32	บัญชีท้ายประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ตารางหมายเลข 2..... 2-87
ตารางที่ 2.33	บัญชีท้ายประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ตารางหมายเลข 3..... 2-88
ตารางที่ 2.34	บัญชีท้ายประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ตารางหมายเลข 4..... 2-91
ตารางที่ 2.35	ประเภทและหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน 2-97
ตารางที่ 2.36	ชนิดและขนาดของโรงงานที่ต้องมีบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน 2-100
ตารางที่ 3.1	สัดส่วนและคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติที่พบในอ่าวไทย 3-4
ตารางที่ 3.2	คุณสมบัติของก๊าซ LPG 3-6
ตารางที่ 3.3	แสดงการจำแนกประเภทถ่านหิน (ในประเทศญี่ปุ่น)..... 3-11
ตารางที่ 3.4	การผลิตก๊าซธรรมชาติ..... 3-16
ตารางที่ 3.5	การใช้ก๊าซธรรมชาติรายสาขา..... 3-16
ตารางที่ 3.6	การผลิต การส่งออกและการใช้ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL) 3-17
ตารางที่ 3.7	การผลิตน้ำมันดิบแยกตามแหล่ง..... 3-18
ตารางที่ 3.8	การจัดการและการใช้น้ำดิบ 3-19
ตารางที่ 3.9	การผลิต การใช้ การนำเข้า และการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูป ปี 2550(ม.ค.-มี.ค.) 3-20
ตารางที่ 3.10	ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในประเทศ..... 3-21
ตารางที่ 3.11	การผลิตและการใช้ลิกไนต์ / ถ่านหิน 3-22
ตารางที่ 3.12	สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตทางการเกษตรเป็นชีวมวล 3-23
ตารางที่ 3.13	ปริมาณชีวมวลชนิดต่าง ๆ (ยกเว้นไม้พื้) ที่ผลิตได้ในประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/41 3-24
ตารางที่ 3.14	แสดงปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่ยังไม่ได้นำไปใช้ของประเทศไทย ปี 2541 3-25
ตารางที่ 3.15	การเผาไหม้ของก๊าซที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน 3-27
ตารางที่ 3.16	การเผาไหม้ของธาตุที่เผาไหม้ได้ในเชื้อเพลิง 3-28
ตารางที่ 3.17	ค่าโดยประมาณของปริมาณอากาศเชิงทฤษฎีสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิด 3-30
ตารางที่ 3.18	อัตราส่วนอากาศมาตรฐานสำหรับหม้อไอน้ำ 3-31
ตารางที่ 3.19	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการให้ความร้อนขั้นต่ำ H_L กับ G_0 และ A_0 3-36
ตารางที่ 3.20	ค่าโดยประมาณของ $(CO_2)_{max}$ 3-40
ตารางที่ 3.21	อุณหภูมิติดไฟของเชื้อเพลิง 3-45

	หน้า
ตารางที่ 3.22	เชื้อเพลิงและอัตราการเกิดความร้อนในห้องเผาไหม้..... 3-46
ตารางที่ 3.23	ลักษณะพิเศษและการนำไปใช้งานของ Burner ชนิดต่าง ๆ..... 3-56
ตารางที่ 3.24	มาตรการลดมลพิษในไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล..... 3-67
ตารางที่ 3.25	มาตรการลดมลพิษในไอเสียจาก Gas Turbine..... 3-70
ตารางที่ 3.26	ชนิดของเชื้อเพลิงกับความยากง่ายในการเกิดเขม่า..... 3-73
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบการดึงอากาศภายนอกเข้ามาเจือจางกับการดึงอากาศเสียเฉพาะที่ ออกไปภายนอก..... 4-2
ตารางที่ 4.2	ปริมาตรอากาศที่ใช้หมุนเวียนคิดเป็นเท่าของปริมาตรห้องที่มีกิจกรรมต่างกัน..... 4-3
ตารางที่ 4.3	แสดงอัตราการระบายอากาศโดยวิธีกลตามกฎกระทรวงฉบับที่33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ.2522..... 4-4
ตารางที่ 4.4	แสดงอัตราการระบายอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่33 (พ.ศ.2535)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ.2522..... 4-5
ตารางที่ 4.5	ช่วงของค่า Capacity Velocity หรือความเร็วพา..... 4-28
ตารางที่ 4.6	ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสีย..... 4-36
ตารางที่ 4.7	ความสูญเสียจากการเสียดทานของท่อชนิด Galvanized Sheet Metal Duct (เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่นำไปคูณ VP_o)..... 4-38
ตารางที่ 4.8	ความสูญเสียจากการเสียดทานของท่อชนิด Black Iron Aluminium , Stainless Steel และ PVC Ducts (เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่นำไปคูณ VP_o)..... 4-40
ตารางที่ 4.9	ตัวอย่าง Fan Table..... 4-46
ตารางที่ 4.10	คุณสมบัติของตู้ดูดอากาศที่ต้องการออกแบบสำหรับตัวอย่างที่2..... 4-50
ตารางที่ 4.11	คำนวณความเร็วของลมในท่อ ในเบื้องต้น..... 4-51
ตารางที่ 4.12	สรุปผลของการคำนวณความเร็วลมในท่อ สำหรับตัวอย่างที่ 2..... 4-55
ตารางที่ 4.13	พัดลมและลักษณะที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม..... 4-56
ตารางที่ 4.14	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของตู้ดูดอากาศเสีย..... 4-59
ตารางที่ 4.15	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของท่อระบายอากาศเสีย..... 4-60
ตารางที่ 4.16	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของพัดลม..... 4-60
ตารางที่ 4.17	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของปล่อง..... 4-61
ตารางที่ 4.18	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องมือวัด..... 4-61
ตารางที่ 5.1	ลักษณะของไซโคลน..... 5-35

	หน้า
ตารางที่ 5.2	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะของไซโคลน..... 5-42
ตารางที่ 5.3	ค่า α, β ของแอโรโซลชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการของ Semrau..... 5-61
ตารางที่ 5.4	คุณลักษณะของตัวกลางสำหรับการกรอง..... 5-77
ตารางที่ 5.5	ค่า A/C สำหรับฝุ่นชนิดต่าง ๆ 5-78
ตารางที่ 5.6	ค่าความเร็ว (Effective Migration Velocity) ของฝุ่น 5-98
ตารางที่ 5.7	ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่อง ESP ชนิดเก็บฝุ่นแห้งและขั้วโคโรนาลบ 5-98
ตารางที่ 6.1	คุณสมบัติของสารดูดซับ Activated Carbon 6-3
ตารางที่ 6.2	การดูดซับไอและก๊าซโดย Activated Carbon (ที่ความเข้มข้นของก๊าซหรือไอประมาณ .01 psia) 6-6
ตารางที่ 6.3	พารามิเตอร์ ที่ใช้ใน Freundlich Isotherm ของก๊าซหรือไอบางชนิด 6-10
ตารางที่ 6.4	พารามิเตอร์การดูดซับ สำหรับ Activated Carbon 6-12
ตารางที่ 6.5	ค่า W_e และ K สำหรับไอสารบางชนิดบน BC-AC Activated Carbon ³ 6 x 10 mesh 6-13
ตารางที่ 6.6	ดัชนีการหักเหของสาร VOCs (วัดที่ 25°C)..... 6-15
ตารางที่ 6.7	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของระบบดูดซับ 6-28
ตารางที่ 6.8	ค่าคงที่ในกฎของเฮนรี่สำหรับก๊าซต่าง ๆ ในน้ำ (10^{-4} atm/mole fraction) 6-34
ตารางที่ 6.9	ความดันย่อยของ SO ₂ กับความเข้มข้นในของเหลว, mm Hg. 6-34
ตารางที่ 6.10	รายละเอียดของตัวกลาง 6-45
ตารางที่ 6.11	H _{0g} สำหรับตัวกลางประเภทพลาสติก..... 6-47
ตารางที่ 6.12	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของระบบการดูดซับ 6-57
ตารางที่ 6.13	กิจการที่นำเอาเตาเผาไปประยุกต์ใช้ 6-58
ตารางที่ 6.14	ค่าคงที่ของการเผาไหม้สำหรับมีเทน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ประกอบด้วย น้ำหนัก โมเลกุล ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร และค่าความร้อนในการเผาไหม้..... 6-61
ตารางที่ 6.15	ค่าคงที่เฉพาะสารในปฏิกิริยาการเผาไหม้..... 6-64
ตารางที่ 6.16	ค่าคงที่เฉพาะสารในปฏิกิริยาการเผาไหม้กรณีสมมติว่าเป็นปฏิกิริยาลำดับที่หนึ่ง..... 6-65
ตารางที่ 6.17	ค่าความร้อนของก๊าซแต่ละชนิด..... 6-67
ตารางที่ 6.18	แสดงค่าของการออกแบบระบบเผาไหม้แบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้ได้ ประสิทธิภาพที่ต้องการ 6-76
ตารางที่ 6.19	การตรวจสอบและการประเมินสมรรถนะการทำงานของอุปกรณ์เผาทำลาย..... 6-82
ตารางที่ 6.20	กระบวนการกำจัดไนโตรเจน..... 6-97

		หน้า
ตารางที่ 6.21	แสดงกระบวนการกำจัดกำมะถัน.....	6-106
ตารางที่ 6.22	โครงสร้างหอดูดซับและตัวอย่างประสิทธิภาพตามค่าที่คำนวณจากปริมาณก๊าซที่บำบัด 1 แสน m^3/h	6-116
ตารางที่ 7.1	แสดงลักษณะเฉพาะของกลิ่นตัวทำละลาย (Solvents) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง (Rubber Industry)	7-2
ตารางที่ 7.2	แสดงแหล่งกำเนิดของกลิ่นในขบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี.....	7-4
ตารางที่ 7.3	แสดงชนิดของสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและลักษณะเฉพาะของกลิ่นในอุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี.....	7-5
ตารางที่ 7.4	ค่า Threshold และ ลักษณะเฉพาะของกลิ่นของสารเคมีที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย.....	7-6
ตารางที่ 7.5	แสดงลักษณะเฉพาะของกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม.....	7-7
ตารางที่ 7.6	แบบรายการที่ใช้บันทึกข้อมูลการสำรวจกลิ่นในภาคสนาม (Odor Survey Record).....	7-23
ตารางที่ 7.7	แสดงสเกลระดับกลิ่น.....	7-23
ตารางที่ 8.1	ค่าตัวคูณมลพิษสำหรับการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิง (U.S.EPA)	8-9
ตารางที่ 8.2	ตัวอย่างตัวคูณการปล่อยมลพิษสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทสันดาปเชื้อเพลิง.....	8-11
ตารางที่ 8.3	ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่อย SB-T3 โรงไฟฟ้าพระนครใต้ จังหวัดสมุทรปราการ.....	8-14
ตารางที่ 8.4	ตัวอย่างบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ประมาณจากข้อมูลการตรวจวัด (ข้อมูลสมมติของโรงงานปิโตรเคมีแห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด).....	8-15
ตารางที่ 8.5	ตัวอย่างบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษหลายชนิด โรงงานกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่ง.....	8-16
ตารางที่ 8.6	ตัวอย่างบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ เฉพาะค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โรงงานกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่ง.....	8-17
ตารางที่ 8.7	ตัวอย่างการใช้ตารางคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษขององค์การอนามัยโลก.....	8-21
ตารางที่ 9.1	จำนวนจุดเก็บตัวอย่างของปล่องที่มีพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ตำแหน่ง เก็บตัวอย่างน้อยกว่า 2 และ 8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของปล่องจากจุดบริเวณการไหล.....	9-6
ตารางที่ 9.2	ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างสำหรับปล่องพื้นที่หน้าตัดกลม.....	9-7
ตารางที่ 9.3	แบบบันทึกการตรวจวัด เพื่อหาความเร็วและอัตราการไหลของก๊าซภายในปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม.....	9-14
ตารางที่ 9.4	แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม.....	9-32

	หน้า	
ตารางที่ 9.5	ปริมาณของตัวอย่างอากาศที่ควรเก็บจากท่อหรือปล่อง ปริมาณของสารละลาย ตัวอย่างที่ควรใช้ในการ Titration และปริมาณของ Barium Perchlorate ($Ba(ClO_4)_2$) ที่ใช้สำหรับค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ระดับต่าง ๆ กัน.....	9-41
ตารางที่ 9.6	เปรียบเทียบระบบ CEM แบบ Extractive และแบบ In-Situ	9-77
ตารางที่ 9.7	สรุปเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้ระบบ CEM	9-79
ตารางที่ 9.8	จุดที่ควรติดตั้งระบบ CEM.....	9-81
ตารางที่ 9.9	คุณลักษณะการทำงานเฉพาะของระบบ CEM.....	9-82
ตารางที่ 9.10	ประเภทและขนาดของหน่วยการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ติดตั้งระบบ CEMs.....	9-94
ตารางที่ 9.11	ค่าของเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษที่ต้องตรวจวัด	9-96
ตารางที่ 9.12	แหล่งกำเนิดของมลพิษที่สำคัญในพื้นที่ชุมชนเมือง	9-100

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)	1-1
รูปที่ 1.2 แผนภูมิการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมีออกซิแดนซ์	1-14
รูปที่ 1.3 ปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรคาร์บอนในอากาศและการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่กับ HO	1-16
รูปที่ 1.4 ปากโบและเซลล์โดยรอบ	1-21
รูปที่ 1.5 ภาพด้านตัดขวางของใบไม้	1-24
รูปที่ 1.6 กลยุทธ์ในการจัดการสิ่งแวดล้อม	1-35
รูปที่ 1.7 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด	1-36
รูปที่ 1.8 หลักการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด	1-37
รูปที่ 1.9 เงื่อนไขในการปรับปรุงเทคโนโลยี	1-38
รูปที่ 1.10 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมงบริเวณริมถนนและในพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2536-2549	1-43
รูปที่ 1.11 ผู้รวมเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ทั่วไปและริมถนนในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2529-2549	1-44
รูปที่ 1.12 ผู้ขนาดเล็กบริเวณริมถนนและพื้นที่ทั่วไป ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2535-2549	1-44
รูปที่ 1.13 ก๊าซโอโซนบริเวณริมถนนและพื้นที่ทั่วไป พ.ศ. 2539-2549	1-45
รูปที่ 1.14 มลพิษจากอุตสาหกรรม พ.ศ. 2543	1-46
รูปที่ 1.15 การผลิตกระแสไฟฟ้าจำแนกโดยเชื้อเพลิง	1-49
รูปที่ 1.16 องค์ประกอบของยานพาหนะที่ใช้บนท้องถนนในกรุงเทพมหานครและประเทศไทย	1-50
รูปที่ 1.17 แหล่งกำเนิดมลพิษขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM 10) ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2540	1-52
รูปที่ 1.18 มลพิษอากาศที่สำคัญ 5 ชนิด ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2540	1-52
รูปที่ 1.19 จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษมายังกรมควบคุมมลพิษระหว่างปีพ.ศ.2535-2549	1-54
รูปที่ 1.20 ปรากฏการณ์เรือนกระจก	1-64
รูปที่ 1.21 การประมาณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของประเทศไทย จำแนกตามแหล่งกำเนิด พ.ศ. 2537-2563	1-70
รูปที่ 1.22 แสดงโครงสร้างขององค์กรหลักของการจัดการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	1-79
รูปที่ 1.23 ความสัมพันธ์และผลประโยชน์ที่ผู้เกี่ยวข้องแต่ละฝ่ายจะได้รับในการดำเนินโครงการ CDM	1-84

รูปเล่ม

หน้า

รูปที่ 3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของก๊าซไอเสียจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด และอัตราส่วนอากาศ.....	3-40
รูปที่ 3.2	แสดงสัดส่วนของซัลเฟอร์เมื่อมีการเผาถ่านหิน.....	3-44
รูปที่ 3.3	เปลวไฟจากการเผาแบบ Premixed.....	3-48
รูปที่ 3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลวไฟในการเผาแบบ Diffusion และความเร็วของการพ่น.....	3-48
รูปที่ 3.5	Burner แบบฉีดผสม.....	3-49
รูปที่ 3.6	Burner แบบผสมล่วงหน้าทั้งหมด.....	3-50
รูปที่ 3.7	Burner แบบ Diffusion Combustion.....	3-51
รูปที่ 3.8	โครงสร้างอุปกรณ์เผาไหม้น้ำมัน.....	3-52
รูปที่ 3.9	Burner แรงดันน้ำมัน (แบบน้ำมันไม่ไหลกลับ).....	3-53
รูปที่ 3.10	Burner แรงดันน้ำมัน (แบบน้ำมันไหลกลับ).....	3-53
รูปที่ 3.11	Burner แบบหมุน.....	3-54
รูปที่ 3.12	แบบ High Pressure Air Current (แบบผสมภายใน).....	3-54
รูปที่ 3.13	แบบ High Pressure Air Current (แบบผสมภายนอก).....	3-55
รูปที่ 3.14	Burner แบบอากาศความดันต่ำ (แบบทำงานไม่ต่อเนื่อง).....	3-55
รูปที่ 3.15	Burner แบบปรับอัตราส่วน.....	3-55
รูปที่ 3.16	วิธีการเผาแบบแนวนอน.....	3-59
รูปที่ 3.17	Corner Firing.....	3-59
รูปที่ 3.18	วิธีการเผาแบบแนวตั้ง.....	3-60
รูปที่ 3.19	อุปกรณ์เผาไหม้แบบ Spreader Stoker (ส่งกลับ).....	3-61
รูปที่ 3.20	อุปกรณ์เผาไหม้แบบ Travelling Gate Stoker (ส่งตามลำดับ).....	6-62
รูปที่ 3.21	Fulidized Bed.....	3-63
รูปที่ 3.22	แผนภาพโดยย่อของหม้อไอน้ำแบบ Bubbling Fulidized Bed.....	3-64
รูปที่ 3.23	หม้อไอน้ำแบบ Circulating Fulidized Bed.....	3-64
รูปที่ 3.24	กระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล.....	3-66
รูปที่ 3.25	ภาพจำลองอุปกรณ์เผาไหม้สำหรับ Gas Turbine.....	3-69
รูปที่ 3.26	ตัวอย่างโครงสร้างของระบบ Co-generation.....	3-71

	หน้า
รูปที่ 4.1	พัดลมดูดอากาศแบบติดหลังคา 4-4
รูปที่ 4.2	ระบบดูดอากาศเสียแบบง่าย 4-7
รูปที่ 4.3	แสดงตำแหน่งของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ควรอยู่ใกล้ปากดูดอากาศ 4-9
รูปที่ 4.4	ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดคลุมทั้งหมด (Enclosed Hood)..... 4-11
รูปที่ 4.5	ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings) 4-12
รูปที่ 4.6	ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนและช่องเปิดแคบแบบ Slot (Free-Hanging Slot Openings) 4-13
รูปที่ 4.7	ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation) 4-14
รูปที่ 4.8	ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft)..... 4-15
รูปที่ 4.9	ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)..... 4-16
รูปที่ 4.10	ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)ที่มีมมน้อยเกินไป ทำให้ดูดอากาศที่มีมลพิษได้ไม่หมด..... 4-17
รูปที่ 4.11	ตัวอย่างของระบบระบายอากาศแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อของส่วนต่างๆเพื่อลดความปั่นป่วน..... 4-18
รูปที่ 4.12	ค่าของ SP, VP และ TP ที่จุดก่อนและหลังพัดลมในระบบระบายอากาศ 4-24
รูปที่ 4.13	การติดตั้งตู้ดูดอากาศที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 4-27
รูปที่ 4.14	ความเร็วลมที่ปากดูดอากาศเป็น 100% และลดลงตามระยะทางจากปากดูด 4-29
รูปที่ 4.15	ปริมาณอากาศที่ต้องดูดออกเพิ่มเป็นสี่เท่าเมื่อแหล่งมลพิษอยู่ห่างจาก ปากดูดอากาศเป็นสองเท่าของระยะทางเดิม 4-30
รูปที่ 4.16	รูปและสูตรการคำนวณของตู้ดูดอากาศชนิดต่าง ๆ 4-31
รูปที่ 4.17	ความดัน VP, SP และ TP ขณะอากาศไหลเข้าปากดูดอากาศ 4-33
รูปที่ 4.18	ตู้ดูดอากาศแบบธรรมดา 4-33
รูปที่ 4.19	ตู้ดูดอากาศแบบมี Slot ด้านหน้า 4-35
รูปที่ 4.20	การไหลของอากาศในท่อแขนง 4-36
รูปที่ 4.21	ค่าความสูญเสียจากข้อต่อของท่อ 4-42
รูปที่ 4.22	ค่าความสูญเสียจากท่อร่วมและปากปล่องที่มีหมวก 4-43
รูปที่ 4.23	ค่าความสูญเสียจากท่อลดและท่อขยาย 4-44
รูปที่ 4.24	รูปแสดงระบบการระบายอากาศจากเครื่องขัดผิวสำหรับตัวอย่างที่ 1 4-47
รูปที่ 4.25	ระบบดูดอากาศของตัวอย่างที่ 2 4-50
รูปที่ 4.26	พัดลมชนิดต่าง ๆ 4-58
รูปที่ 5.1	ประสิทธิภาพในการดักฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอุปกรณ์เก็บฝุ่นชนิดหนึ่ง 5-3

	หน้า
รูปที่ 5.2	รูปร่างต่าง ๆ ของอนุภาค 5-3
รูปที่ 5.3	ความหมายต่าง ๆ ของอนุภาค (Particle Size) 5-4
รูปที่ 5.4	การกระจายขนาดของแอโรโซล..... 5-5
รูปที่ 5.5	การแจกแจงความถี่และความถี่สะสม (สเกลธรรมดา) 5-5
รูปที่ 5.6	การแจกแจงความถี่และความถี่สะสม (สเกลลอการิทึม) 5-6
รูปที่ 5.7	ความถี่สะสมบนสเกล Probability 5-7
รูปที่ 5.8	ฮิสโตแกรมของ Log-Normal Distribution 5-8
รูปที่ 5.9	Log-Normal Distribution..... 5-9
รูปที่ 5.10	การแจกแจงความถี่สะสมโดยมวลและโดยจำนวนของอนุภาคบน Log-Probability Paper 5-10
รูปที่ 5.11	การกระจายขนาดของอนุภาคซึ่งมีหลาย Peak (Multi-Mode Particle Size Distribution) 5-10
รูปที่ 5.12	ตัวอย่างการกระจายขนาดของฝุ่น..... 5-12
รูปที่ 5.13	กลไกในการจับอนุภาค..... 5-14
รูปที่ 5.14	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของอนุภาคกับประสิทธิภาพในการจับฝุ่น 5-17
รูปที่ 5.15	ตัวอย่างกราฟแสดงประสิทธิภาพย่อย (Grade or Fractional Collection Efficiency) 5-19
รูปที่ 5.16	ห้องตกอนุภาคแบบไหลตามแนวนอน (Horizontal Flow Settling Chamber) 5-22
รูปที่ 5.17	แสดงห้องตกอนุภาคชนิดถาดหลายชั้น [Horizontal Settling Chamber (multiple tray)] 5-19
รูปที่ 5.18	ห้องตกอนุภาคแบบมีแผ่นกั้น (Baffle Chamber)..... 5-23
รูปที่ 5.19	ขนาดของห้องตกอนุภาค (Settling Chamber Dimensions) 5-24
รูปที่ 5.20	การเคลื่อนตัวของกระแสก๊าซในไซโคลน..... 5-27
รูปที่ 5.21	ส่วนประกอบของไซโคลน..... 5-28
รูปที่ 5.22	ไซโคลนชนิดไหลเข้าตามแนวเส้นสัมผัส (Tangential Entry Cyclone) 5-29
รูปที่ 5.23	ไซโคลนชนิดไหลเข้าตามแนวแกน (Axial Entry Cyclone)..... 5-30
รูปที่ 5.24	ชนิดของท่อทางเข้า (Inlet) ของไซโคลน..... 5-30
รูปที่ 5.25	ชนิดของวาล์วสำหรับระบายฝุ่น (Solids Discharge Valves) 5-28
รูปที่ 5.26	ลักษณะท่อทางออก (Outlet) ของไซโคลน..... 5-32
รูปที่ 5.27	มัลติไซโคลน (Multicyclones) 5-33
รูปที่ 5.28	ประสิทธิภาพของไซโคลนแยกตามขนาดของอนุภาค 5-34
รูปที่ 5.29	สัดส่วนของไซโคลนมาตรฐาน..... 5-34

	หน้า
รูปที่ 5.29 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของไซโคลนแยกตามขนาดของอนุภาค ที่คำนวณได้จากทฤษฎีและจากการทดลอง.....	5-36
รูปที่ 5.31 ประสิทธิภาพของไซโคลนกับอัตราส่วนของขนาดอนุภาค	5-37
รูปที่ 5.32 การต่อไซโคลนหลายตัว	5-42
รูปที่ 5.33 Flowchart ของระบบสครับเบอร์.....	5-45
รูปที่ 5.34 เวนทิวรีสครับเบอร์แบบปรับ throat ได้ (Adjustable Throat Venturi Scrubber)	5-46
รูปที่ 5.35 สครับเบอร์แบบ Rod deck (Rod deck Scrubber)	5-47
รูปที่ 5.36 สครับเบอร์แบบ Impingement tray (Impingement Tray Scrubber)	5-47
รูปที่ 5.37 สครับเบอร์แบบ Wet-Ionizing (Wet-Ionizing Scrubber)	5-48
รูปที่ 5.38 สครับเบอร์แบบหอบรรจุวัสดุ Packed Bed Scrubber (Packed Bed Scrubber)	5-48
รูปที่ 5.39 ชั้นวัสดุ (Packing Materials)	5-44
รูปที่ 5.40 สครับเบอร์แบบเบคเส้นใย Fiber Bed (Fiber Bed Scrubber)	5-49
รูปที่ 5.41 สครับเบอร์แบบสเปรย์ (Spray Tower Scrubber)	5-50
รูปที่ 5.42 สครับเบอร์แบบใช้พลังงานกล (Mechanically Aided Scrubber).....	5-50
รูปที่ 5.43 สครับเบอร์แบบใช้หลักการควบแน่น (Condensation Growth Scrubber System)	5-51
รูปที่ 5.44 ส่วนประกอบของเวนทิวรีสครับเบอร์	5-53
รูปที่ 5.45 เวนทิวรีสครับเบอร์และเครื่องดักละอองน้ำ	5-54
รูปที่ 5.46 ค่า Penetration กับขนาดของอนุภาค สำหรับเวนทิวรีสครับเบอร์.....	5-58
รูปที่ 5.47 กลไกในการจับอนุภาค – การลอดผ่าน (Sieving)	5-68
รูปที่ 5.48 แสดงถุงกรองและโครงยึด (Support).....	5-69
รูปที่ 5.49 ถุงกรองแบบ Pulse Jet (Pulse Jet Fabric Filter)	5-70
รูปที่ 5.50 ลักษณะการยึดถุงกรอง.....	5-71
รูปที่ 5.51 ระบบถุงกรองแบบ Pulse Jet หลาย Compartment (Compartmentalized Pulse Jet Baghouse)	5-72
รูปที่ 5.52 ถุงกรองแบบอากาศไหลย้อน (Reverse Air Babric Filter)	5-73
รูปที่ 5.53 ถุงกรอง (Reverse Air Bag).....	5-73
รูปที่ 5.54 ลักษณะการยึดถุงกรอง.....	5-74
รูปที่ 5.55 ถังพัก (Hopper).....	5-74
รูปที่ 5.56 วาล์วสำหรับระบายฝุ่น.....	5-75

	หน้า
รูปที่ 5.57 ผ้าทอ (Woven Fabric).....	5-76
รูปที่ 5.58 ผ้าสักหลาด (Felted Fabric).....	5-76
รูปที่ 5.59 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นที่ระบายออกกับค่า AVC	5-78
รูปที่ 5.60 รูปแบบของค่าความดันสูญเสียของหน่วยถลุง.....	5-80
รูปที่ 5.61 เครื่อง ESP แบบเก็บฝุ่นแห้งและใช้ขั้วโคโรนาลบ.....	5-87
รูปที่ 5.62 Sketch ของ ESP แบบเก็บฝุ่นแห้งและใช้ขั้วโคโรนาลบ (Dry, Negative Corona ESP).....	5-88
รูปที่ 5.63 เครื่อง ESP แบบเปียก โคโรนาลบ (Wet Electrostatic Precipitator)	5-88
รูปที่ 5.64 เครื่อง ESP แบบเปียก โคโรนาลบบวก (Wet, Positive Corona Precipitator)	5-89
รูปที่ 5.65 ขั้วปล่อยประจุ (Discharge Electrode)	5-90
รูปที่ 5.66 การไหลของกระแสก๊าซใน Plate-and Wire ESP	5-90
รูปที่ 5.67 การไหลของกระแสก๊าซใน Tubular ESP.....	5-91
รูปที่ 5.68 ขั้วปล่อยประจุแบบ Rigid Frame (Rigid Frame Discharge Electrode)	5-91
รูปที่ 5.69 ชุด Transformer-Rectifier และชุดขั้วปล่อยประจุ (Discharge Electrodes).....	5-92
รูปที่ 5.70 ลักษณะของ Field และ Chambers ใน ESP	5-92
รูปที่ 5.71 ชนิดของแผ่นเก็บ (Collection Plates)	5-93
รูปที่ 5.72 ถังพักของเครื่อง ESP	5-93
รูปที่ 5.73 แสดง Rapper แบบติดตั้งบนหลังคา (Roof-Mounted)	5-94
รูปที่ 5.74 แสดง Rapper แบบติดตั้งด้านข้าง (Side-Mounted)	5-94
รูปที่ 5.75 ผลของสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นฝุ่นต่อค่า Migration Velocity	5-95
รูปที่ 5.76 กระแสไฟฟ้าไหลผ่านชั้นฝุ่น.....	5-96
รูปที่ 5.77 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิของก๊าซ	5-96
รูปที่ 5.78 Detached Plume	5-102
รูปที่ 5.79 Plume ที่เกิดไอน้ำควบแน่นหรือเกิดปฏิกิริยาเคมี	5-102
รูปที่ 5.80 มังของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์.....	5-104
รูปที่ 5.81 การเปรียบเทียบค่าระหว่างข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากปล่อง ซึ่งมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดของค่าความต่างศักย์ทุติยภูมิ ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิและ ค่า Spark Rate ของแต่ละสนามไฟฟ้า สำหรับค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity) ระดับปานกลาง	5-106

รูปที่ 5.82 การเปรียบเทียบค่าระหว่างข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากปล่อง
ซึ่งมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดของค่าความต่างศักย์ทุติยภูมิ ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิและ
ค่า Spark Rate ของแต่ละสถานีไฟฟ้า สำหรับค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity)
ระดับสูง..... 5-107

รูปที่ 5.83 การเปรียบเทียบค่าระหว่างข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากปล่อง
ซึ่งมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดของค่าความต่างศักย์ทุติยภูมิ ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิและ
ค่า Spark Rate ของแต่ละสถานีไฟฟ้า สำหรับค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity)
ระดับต่ำ..... 5-108

รูปที่ 5.84 การเปรียบเทียบค่าระหว่างข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากปล่อง
ซึ่งมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดของค่าความต่างศักย์ทุติยภูมิ ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิและ
ค่า Spark Rate ของแต่ละสถานีไฟฟ้า สำหรับปัญหาเชิงกล..... 5-109

รูปที่ 5.85 ประสิทธิภาพการจับฝุ่นของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Grade Efficiency) กับขนาดของอนุภาค 5-112

รูปที่ 6.1 กลไกการดูดซับ 6-5

รูปที่ 6.2 Adsorption Isotherm สำหรับ Carbon Tetrachloride ใน Activated Carbon..... 6-7

รูปที่ 6.3 แสดงความเข้มข้นภายในคอลัมน์ของสารดูดซับ 6-17

รูปที่ 6.4 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารมลพิษในชั้นสารดูดซับ..... 6-18

รูปที่ 6.5 อัตราความต้องการไอน้ำต่อสารถูกดูดซับ..... 6-20

รูปที่ 6.6 ความดันลดกับความเร็วก๊าซในระบบดูดซับ 6-21

รูปที่ 6.7 ระบบดูดซับแบบ 3 ถังวางแนวตั้ง 6-22

รูปที่ 6.8 ระบบดูดซับวางในแนวระดับ 6-22

รูปที่ 6.9 ความยาวของ MTZ สัมพันธ์กับความเร็ว..... 6-24

รูปที่ 6.10 ประสิทธิภาพการดูดซับกับความชื้นสัมพัทธ์ 6-26

รูปที่ 6.11 รูป Packed Column ที่พบโดยทั่วไป..... 6-31

รูปที่ 6.12 รูปร่างของ Packing Material..... 6-31

รูปที่ 6.13 เส้นสมมูลของระบบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำ 6-35

รูปที่ 6.14 ทฤษฎีเยื่อ 2 ชั้น..... 6-36

รูปที่ 6.15 แสดงการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การเคลื่อนย้ายมวลของ
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำบน Packing Material ต่างกัน..... 6-38

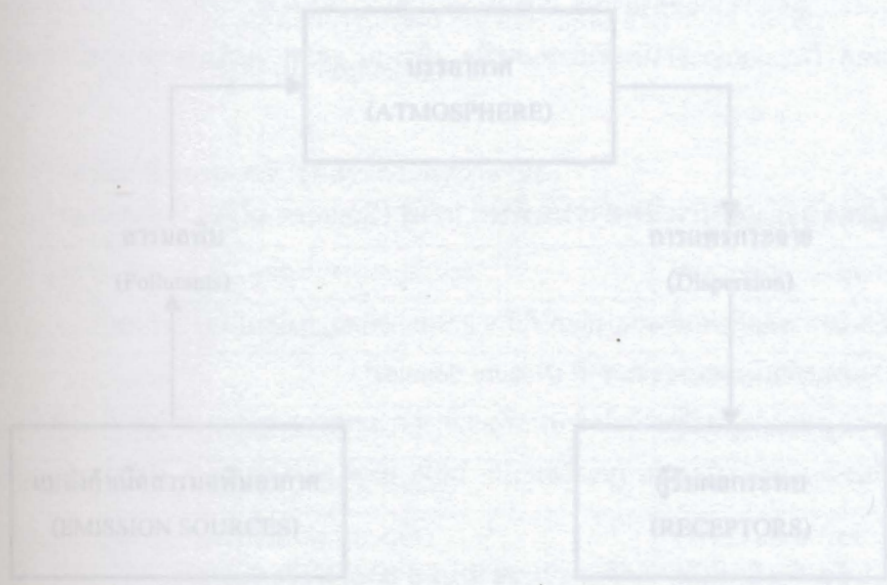
รูปที่ 6.16 เส้นการปฏิบัติในระบบดูดกลืน..... 6-40

	หน้า
รูปที่ 6.17	กราฟแสดงการกำหนดอัตราการใช้ของเหลว..... 6-42
รูปที่ 6.18	ความสัมพันธ์ของความเร็วอากาศในหอดูดกลืนที่ทำให้ของเหลวไหลย้อนกับความดันลด (Generalized Flooding and Pressure Drop Correlation) 6-43
รูปที่ 6.19	เปรียบเทียบตัวกลางในหอดูดกลืนระหว่างแอมโมเนียและน้ำ 6-48
รูปที่ 6.20	Colburn Diagram 6-50
รูปที่ 6.21	เตาเผาไหม้ตาม (After Burner)..... 6-59
รูปที่ 6.22	ผลของอุณหภูมิกับเวลาและความเร็วของปฏิกิริยา 6-60
รูปที่ 6.23	ค่าทางเทคนิคในงานการเผาทำลาย..... 6-68
รูปที่ 6.24	ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ 6-70
รูปที่ 6.25	องค์ประกอบของเตาเผาแบบมีตัวเร่งปฏิกิริยา 6-75
รูปที่ 6.26	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพในเตาเผาแบบมีสารเร่งปฏิกิริยา (Pt/Al ₂ O ₃) 6-76
รูปที่ 6.27	ค่าคงที่ในปฏิกิริยา การเผาไหม้เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา 6-77
รูปที่ 6.28	ระบบเตาเผาแบบมีตัวเร่งปฏิกิริยาโดยทั่วไป..... 6-79
รูปที่ 6.29	หลักการควบคุมป้องกันการเกิด NO _x จากการเผาไหม้..... 6-83
รูปที่ 6.30	สภาพก่อนและหลังการนำการเผาไหม้แบบสองขั้นตอนมาใช้..... 6-86
รูปที่ 6.31	ตัวอย่างหม้อไอน้ำแบบหมุนเวียนไอเสียกลับมาใช้ใหม่..... 6-87
รูปที่ 6.32	การเผาไหม้แบบ Concentration 6-88
รูปที่ 6.33	Low NO _x Burner แบบเร่งการเผาไหม้ 6-90
รูปที่ 6.34	Low NO _x Burner แบบแยกเปลวไฟ..... 6-91
รูปที่ 6.35	Low NO _x Burner แบบหมุนเวียนภายใน..... 6-92
รูปที่ 6.36	Low NO _x Burner แบบการเผาไหม้เป็นขั้นตอนสำหรับถ่านผงละเอียด 6-93
รูปที่ 6.37	Low NO _x Burner แบบ Concentration สำหรับก๊าซ 6-94
รูปที่ 6.38	ตัวอย่างการจัดเรียงหัวฉีดใน Low NO _x Burner แบบ Concentration สำหรับน้ำมัน 6-94
รูปที่ 6.39	PM Burner 6-95
รูปที่ 6.40	มาตรการลด NO _x โดยปรับปรุงวิธีการเผาไหม้ 6-95
รูปที่ 6.41	สภาพการเผาไหม้ที่ใช้วิธีกำจัด NO _x ภายในเตา..... 6-96
รูปที่ 6.42	ภาพแสดงอุปกรณ์ของการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์ 6-98
รูปที่ 6.43	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจน..... 6-100

	หน้า
รูปที่ 6.44 การลดลงของอุณหภูมิทำปฏิกิริยาเนื่องจากการเติม H_2	6-100
รูปที่ 6.45 วิธีการใช้ Activated Carbon	6-101
รูปที่ 6.46 วิธีฉายลำอิเล็กตรอน	6-102
รูปที่ 6.47 แสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยากำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนและกำมะถัน ด้วยวิธีฉายลำอิเล็กตรอน	6-103
รูปที่ 6.48 วิธีการดูดซึมด้วยปูนขาว	6-107
รูปที่ 6.49 ผังการทำงานของเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ...	6-108
รูปที่ 6.50 วิธีการดูดซึมด้วยแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์	6-111
รูปที่ 6.51 วิธีกำจัดกำมะถันภายในเตาและการฉีดพ่นน้ำ.....	6-117
รูปที่ 6.52 วิธี Spray Dryer.....	6-118
รูปที่ 6.53 วิธีการดูดซึมด้วยปูนขาวอย่างง่าย	6-104
รูปที่ 7.1 กราฟแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของกลิ่น (Intensity) กับความเข้มข้นของสาร I-butanol (Intensity –Concentration Curve)	7-8
รูปที่ 7.2 แสดงค่า Odor Detection Dilution to Threshold Ratio	7-15
รูปที่ 7.3 แสดงรูปเครื่องมือ Dynamic Dilution Forced-Choice Olfactometer	7-19
รูปที่ 7.4 แสดงเครื่อง Butanol Olfactometer	7-21
รูปที่ 7.5 ระบบเผาไหม้โดยตรง.....	7-26
รูปที่ 7.6 ระบบออกซิเดชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา.....	7-27
รูปที่ 7.7 ระบบออกซิเดชันด้วยไอโซน	7-28
รูปที่ 7.8 ระบบออกซิเดชันด้วยไอโซนและตัวเร่งปฏิกิริยา	7-29
รูปที่ 7.9 ระบบกำจัดกลิ่นด้วยกระบวนการทางชีวภาพ	7-30
รูปที่ 7.10 ระบบสครับิง.....	7-33
รูปที่ 7.11 ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์.....	7-34
รูปที่ 7.12 ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ที่เคลือบสารเคมี	7-35
รูปที่ 8.1 เปรียบเทียบวิธีการประมาณปริมาณปล่อยมลพิษ.....	8-2
รูปที่ 9.1 จำนวนจุดเก็บตัวอย่างในการหาปริมาณฝุ่นละอองในปล่อง.....	9-4
รูปที่ 9.2 จำนวนจุดเก็บตัวอย่างในการหาความเร็วของอากาศในปล่อง	9-5
รูปที่ 9.3 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอากาศของปล่องที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงกลม.....	9-6
รูปที่ 9.4 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอากาศของปล่องที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม	9-8

	หน้า
รูปที่ 9.5	Type S Pitot Tube..... 9-9
รูปที่ 9.6	Standard Pitot Tube Design Specification 9-10
รูปที่ 9.7	Inclined Manometer 9-10
รูปที่ 9.8	ลักษณะของการประกอบ Thermocouple 9-11
รูปที่ 9.9	ชุดตรวจหาความเร็วและอัตราการไหลของก๊าซภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม..... 9-12
รูปที่ 9.10	ชุดวิเคราะห์ Orsat Analyzer 9-17
รูปที่ 9.11	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักโมเลกุลของอากาศ..... 9-19
รูปที่ 9.12	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณความชื้นของอากาศภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม..... 9-23
รูปที่ 9.13	ลักษณะของ Impinger 9-23
รูปที่ 9.14	หัวเก็บตัวอย่าง (Nozzle) 9-26
รูปที่ 9.15	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดฝุ่นละออง ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม..... 9-31
รูปที่ 9.16	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม 9-39
รูปที่ 9.17	ตัวอย่างแบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกข้อมูลการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม 9-44
รูปที่ 9.18	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม..... 9-46
รูปที่ 9.19	ตัวอย่างแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม 9-54
รูปที่ 9.20	ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดไอกรดซัลฟูริก และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในปล่อง โรงงานอุตสาหกรรม 9-56
รูปที่ 9.21	ส่วนประกอบของระบบ CEM 9-69
รูปที่ 9.22	Dilution Probe System..... 9-69
รูปที่ 9.23	Probe Particulate Filters..... 9-70
รูปที่ 9.24	ลักษณะการดึงก๊าซไปวิเคราะห์โดยไม่เจือจาง (Source-Level Extractive CEMs)..... 9-72
รูปที่ 9.25	ระบบวิเคราะห์ที่จุดเก็บตัวอย่าง (In-Situ CEM System)..... 9-74
รูปที่ 9.26	ระบบ Predictive Emission Monitoring System (PEMs) 9-76
รูปที่ 9.27	ตำแหน่งติดตั้ง Transmissionmeter ที่จุดหลังผ่านช่องใน Vertical Stack..... 9-83
รูปที่ 9.28	ตำแหน่งติดตั้ง Transmissionmeter ที่จุดก่อนถึงช่องใน Vertical Stack..... 9-84
รูปที่ 9.29	จุดติดตั้ง Transmissionmeter ที่อยู่ระหว่างช่องใน Vertical Stack..... 9-84

	หน้า
รูปที่ 9.30 ตำแหน่งติดตั้ง Transmissionmeter ในตำแหน่งทำยลมที่อยู่ห่างจากข้อต่อมากกว่า 4 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางใน Horizontal Stack	9-85
รูปที่ 9.31 ตำแหน่งติดตั้ง Transmissionmeter ในตำแหน่งทำยลมที่อยู่ห่างจากข้อต่อน้อยกว่า 4 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางใน Horizontal Stack	9-86
รูปที่ 9.32 ความสัมพันธ์ของเวลาตอบสนองระหว่างการทำ Relative Accuracy Test.....	9-91
รูปที่ 9.33 Nomogram Providing Guidelines for Network Density	9-101
รูปที่ 9.34 แสดงระบบของเครื่องมือตรวจวัด CO ชนิด NDIR	9-103
รูปที่ 9.35 Compound Specific Chemiluminescence Detector.....	9-104
รูปที่ 9.36 Energy Levels in Fluorescence Emission.....	9-106
รูปที่ 9.37 High Volume Air Sampler	9-107
รูปที่ 9.38 เครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก	9-108



รูปที่ 1.1 ระบบการมลพิษอากาศ (Air Pollution System)

ข้อ

1 ก.พ. 51



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110002058

ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ

พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง)

เลขหมู่ 628.53 -
4 16
2550
เลขทะเบียน 15084
ครั้งที่ 4/ก.พ. 2551
96088

พฤศจิกายน พ.ศ. 2550