

สารบัญ

ตอนที่ 3 การอนุรักษ์พลังงานภาคความร้อน

บทที่ 1 เครื่องมือและการตรวจวัดพลังงานความร้อน

(Equipment and Measurement of Thermal Energy)

1.1	บทนำ	1-2
1.2	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	1-2
1.2.1	เทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว	1-3
1.2.2	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล	1-3
1.2.3	เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)	1-4
1.2.4	เทอร์โมมิเตอร์ความต้านทาน (Resistance Thermometers - RTDS)	1-5
1.2.5	เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเทอร์มิสเตอร์ (Thermister)	1-6
1.2.6	เครื่องวัดอุณหภูมิจากการแผ่รังสี (Radiation Pyrometer)	1-6
1.2.7	กล้องอินฟราเรดตรวจจับอุณหภูมิ (Infrared Camera)	1-7
1.3	เครื่องมือวัดความชื้น (Humidity Sensor)	1-7
1.3.1	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง (Wet-bulb and Dry-bulb Thermometer)	1-8
1.3.2	เครื่องมือวัดความชื้นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Humidity Meter)	1-8
1.4	เครื่องมือวัดความเร็ว (Velocity Meter)	1-9
1.5	เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter)	1-10
1.5.1	การวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล	1-10
1.5.2	การวัดอัตราการไหลแบบแทนที่ทางปริมาตร (Positive Displacement)	1-11
1.5.3	มาตรวัดอัตราการไหลแบบใบพัด (Turbine Meter) แบบ Single-Jet และ Multi-Jet	1-11
1.5.4	มิเตอร์วัดก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas Meter)	1-12
1.5.5	การวัดอัตราการไหลแบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Flow Meter)	1-13
1.5.6	การวัดอัตราการไหลโดยใช้โรตاميเตอร์ (Rotameter)	1-14
1.6	เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Meter)	1-14
1.6.1	เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)	1-14
1.6.2	ทรานสดิวเซอร์ความดัน (Pressure Transducer)	1-15
1.7	เครื่องมือวัดสภาพความเป็นกรดหรือด่าง (pH Meter)	1-15
1.8	เครื่องมือวัดสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity Meter)	1-16
1.9	เครื่องมือวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Flue Gas Analyser)	1-16
1.10	ความถูกต้องของค่าข้อมูลตรวจวัด	1-17
1.10.1	ความคลาดเคลื่อน	1-17
1.10.2	ความเที่ยงตรงกับพิกัดความเที่ยงตรง	1-18
1.10.3	ความไม่แน่นอน	1-18
1.10.4	ช่วงการวัด (Range, Span, Full Scale)	1-18
1.10.5	การเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสม	1-18

สารบัญ

1.11 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	1-19
1.11.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	1-19
1.11.2 ความถี่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	1-19
1.12 การตรวจวัดเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	1-19
1.12.1 การติดตั้งเครื่องวัด	1-19
1.12.2 การตรวจวัดการไหลของพลังงานในเชิงปริมาณ	1-19
1.12.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานกับการใช้พลังงาน	1-19
1.12.4 การบันทึก เรียบเรียง และสร้างกราฟข้อมูลที่วัดได้	1-20
1.12.5 การควบคุมการใช้พลังงานต่อหน่วย	1-20

บทที่ 2 ระบบไอน้ำอุตสาหกรรม (Industrial Steam System)

2.1 บทนำ	2-1
2.2 ระบบไอน้ำอุตสาหกรรม	2-2
2.3 หม้อไอน้ำ	2-2
2.3.1 ประเภทของหม้อไอน้ำ	2-2
2.3.2 หัวเผาหม้อไอน้ำ	2-3
2.3.3 การเผาไหม้เบื้องต้น	2-5
2.3.4 การระบายน้ำจากหม้อไอน้ำ (โบล์ดาวน์)	2-8
2.3.5 ข้อควรปฏิบัติในการใช้หม้อไอน้ำ	2-8
2.4 กัดักไอน้ำ	2-9
2.4.1 ประเภทของกัดักไอน้ำ	2-9
2.4.2 การเลือกใช้กัดักไอน้ำ	2-13
2.4.3 ข้อแนะนำในการติดตั้งกัดักไอน้ำ	2-16
2.5 การตรวจวิเคราะห์หม้อไอน้ำ	2-18
2.5.1 การตรวจวัดการทำงานของหม้อไอน้ำ	2-18
2.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	2-19
2.6 การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	2-22
2.6.1 การปรับตั้งอัตราส่วนอากาศป้อนต่อเชื้อเพลิง	2-22
2.6.2 การควบคุมน้ำระบาย (โบล์ดาวน์)	2-28
2.6.3 การปรับสภาพน้ำป้อน	2-30
2.6.4 การลดการสูญเสียความร้อนทางปล่องไอเสีย	2-31
2.6.5 เครื่องประหยัดเชื้อเพลิงหรือเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยง	2-33
2.6.6 มาตรการบำรุงรักษา	2-34
2.7 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบส่งจ่ายไอน้ำ	2-34
2.7.1 การติดตั้งฉนวนกันความร้อน	2-34

สารบัญ

2.7.2 การตรวจสอบกับดักไอน้ำ	2-45
2.7.3 การตรวจสอบระบบท่อส่งจ่ายไอน้ำ	2-46
2.7.4 การไหลวาลอย่างถูกต้อง	2-46
2.8 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบคอนเดนเสท	2-46
2.8.1 การใช้คอนเดนเสท	2-46
2.8.2 การนำไอน้ำแฟลชกลับมาใช้	2-49
2.9 เครื่องผลิตไอน้ำ (Steam Generators or Once Through Boiler)	2-52
2.10 การใช้น้ำร้อน	2-53
2.11 กรณีศึกษา	2-54
2.12 เทคโนโลยีการใช้อยู่หมัดความร้อน	2-59

บทที่ 3 ระบบกรอบอาคาร (Building Envelope System)

3.1 บทนำ	3-1
3.2 วัสดุผนังทึบ	3-2
3.3 กระจก	3-5
3.3.1 กระจกธรรมดา (Float glass)	3-7
3.3.2 กระจกอบความร้อน (Heat treated glass)	3-8
3.3.3 กระจกเคลือบผิว (Surface coated glass)	3-8
3.3.4 กระจกดัดแปลง (Processed glass)	3-8
3.3.5 คำศัพท์และคำนิยามสมบัติของกระจก	3-10
3.4 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร	3-13
3.4.1 การนำความร้อน (Conduction)	3-13
3.4.2 การพาความร้อน (Convection)	3-13
3.4.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)	3-13
3.5 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร	3-14
3.5.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV)	3-15
3.5.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV)	3-29
3.6 การปรับปรุงสมรรถนะกรอบอาคาร	3-32
3.6.1 ผนังทึบ	3-32
3.6.2 กระจกหน้าต่าง	3-34
3.6.3 หลังคา	3-37
3.6.4 พื้น	3-38
3.6.5 การรั่วซึม (Infiltration)	3-38
3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับอาคารเก่าในการป้องกันความร้อนผ่านเข้าสู่กรอบอาคาร	3-39

สารบัญ

3.8	กรณีศึกษา	3-39
3.9	แนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อไปสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net zero emissions)	3-45
3.9.1	การศึกษากรณีปรับปรุงผนังอาคาร	3-47
3.9.2	การศึกษากรณีปรับปรุงหลังคาอาคาร	3-50

บทที่ 4 ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System)

4.1	บทนำ	4-1
4.2	หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ	4-2
4.3	อุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศ	4-3
4.3.1	เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)	4-3
4.3.2	เครื่องสูบน้ำ (Water Pump)	4-4
4.3.3	หอทำความเย็น (Cooling Tower)	4-5
4.3.4	เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit)	4-6
4.4	วิธีการทำความเย็นแบบอัดไอ	4-7
4.4.1	วิธีการทำความเย็นแบบอัดไอแบบอุดมคติ	4-8
4.4.2	วิธีการเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอทางปฏิบัติ	4-10
4.5	แผนภูมิไซโครเมตริก	4-10
4.5.1	กระบวนการปรับอากาศ	4-16
4.6	การตรวจวัดและประเมินสมรรถนะของระบบปรับอากาศ	4-16
4.6.1	เครื่องปรับอากาศแบบหน่วยเดียว	4-17
4.6.2	เครื่องทำน้ำเย็น	4-19
4.7	มาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ	4-20
4.7.1	การเพิ่มอุณหภูมิระเหยด้านดูดหรือความดันด้านต่ำ (TE/PE)	4-21
4.7.2	การลดอุณหภูมิควบแน่นความดันด้านสูง	4-21
4.7.3	ระบบส่งน้ำเย็นแบบปริมาตรแปรเปลี่ยน (Variable Water Volume (VWV) System)	4-22
4.7.4	ระบบส่งลมเย็นแบบปริมาตรแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume (VAV) System)	4-25
4.7.5	การใช้ท่อความร้อน (Heat Pipe)	4-26
4.7.6	การปรับปรุงตัวอาคาร	4-26
4.7.7	การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ	4-27
4.7.8	การควบคุมการทำงานที่เหมาะสม	4-27
4.7.9	การบำรุงรักษาที่เหมาะสม	4-27
4.8	กรณีศึกษา	4-28
4.9	เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน	4-35
	เทคโนโลยีการลดความชื้นด้วยฮีทปั๊ม	4-35

สารบัญ

เทคโนโลยีการลดความชื้นด้วยสารดูดความชื้นเหลว	4-43
เทคโนโลยีการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซน	4-49
เทคโนโลยีระบบปรับอากาศแบบ VRF (VRV)	4-56

บทที่ 5 ระบบทำความเย็น (Refrigeration System)

5.1 บทนำ	5-1
5.2 ระบบทำความเย็น (Refrigeration System)	5-1
5.2.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)	5-2
5.2.2 ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration System)	5-3
5.3 สารทำความเย็น (Refrigerant)	5-6
5.4 การแช่เยือกแข็งอาหารและห้องเย็น	5-7
5.4.1 การแช่แข็งแบบการพาความร้อน (Blast Freezing)	5-7
5.5 ภาระการทำความเย็น	5-10
5.6 ประสิทธิภาพพลังงานของระบบทำความเย็น	5-11
5.7 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพพลังงานของระบบทำความเย็น	5-14
5.8 มาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็น	5-14
5.8.1 การลดอุณหภูมิทำงานของคอนเดนเซอร์	5-14
5.8.2 การเพิ่มอุณหภูมิทำงานของอีวาपोเรเตอร์	5-15

ภาคผนวก

- ก. เทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงานทางด้านความร้อน
 - ก.1 ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก ปั๊มความร้อนแบบดูดซึม (Absorption Heat Pump)
 - ก.2 ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก หัวเผาแบบเซลฟ์-รีคูเพอเรทีฟ (Self Recuperative Burner)
 - ก.3 ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก การใช้หัวเผาแบบ Oxy Fuel (Oxy Fuel Fired Burner)
- ข. เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC)
- ค. เทคโนโลยี Smart Building
- ง. กรณีศึกษาการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานมาตรการทางด้านความร้อน