# สารบัญ


บทที่ 1 คุณสมบัติของน้ำ ..... 1
1.1 หน่วยการวิเคราะห์น้ำ ..... 6
1.2 คุณสมบัติของน้ำ ..... 9
1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นด่างและความกระด้าง ..... 24
1.4 คุณสมบัติของน้ำสำหรับงานอุตสาหกรรมและหม้อไอน้ำ ..... 30
1.5 คุณภาพน้ำบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. เล่ม 1-2521 ..... 35
1.6 คุณภาพน้ำเลี้ยงเข้าหม้อไอน้ำ ..... 37

บทที่ 2 แหล่งน้ำในประเทศไทย ..... 49
2.1 การจำแนกคุณภาพแหล่งน้ำ ..... 51
2.2 คุณลักษณะของน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ..... 53
2.3 คุณลักษณะของน้ำในแหล่งน้ำใต้ดิน ..... 56
2.4 บ่อน้ำบาดาล ..... 58
2.5 แหล่งน้ำบาดาลในประเทศไทย ..... 60
2.6 ปัญหาที่เกี่ยวกับน้ำบาดาล ..... 67

บทที่ 3 การกำจัดความขุ่น ..... 71
3.1 การทำน้ำให้ใส ..... 71
3.1.1 การจับตัว ..... 72
3.1.2 การรวมตัว ..... 74
3.1.3 สารเคมีช่วยตกตะกอน ..... 75
3.1.4 สารเคมีเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอน ..... 89
3.1.5 การทดสอบการตกตะกอน ..... 90
3.1.6 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจับและรวมตัวเป็นฟล็อก ..... 91
3.1.7 การผสมเร็ว ..... 93
3.1.8 การกวนช้า ..... 94
3.1.9 การตกตะกอน ..... 95
3.1.10 ปัจจัยในการออกแบบถังตกตะกอน ..... 99

3.1.11 Sludge Blanket Clarifier แบบใช้การสั่นสะเทือนของน้ำ ..... 101
3.1.12 การตกตะกอนในท่อเอียงหรือแผ่นเอียง ..... 103
3.2 การกรอง ..... 115
3.2.1 กลไกของการกรอง ..... 115
3.2.2 การเตรียมน้ำเพื่อเข้ากรอง ..... 116
3.2.3 คุณลักษณะของฟล้อกที่มีผลต่อสภาพการกรอง ..... 116
3.2.4 มาตรฐานความขุ่นของน้ำก่อนเข้าเครื่องกรอง ..... 117
3.2.5 หลักการกรอง ..... 117
3.2.6 สารกรอง ..... 117
3.2.7 ชนิดของสารกรอง ..... 118
3.2.8 ระบบการกรอง ..... 121
3.2.9 ชนิดของเครื่องกรอง ..... 125
3.2.10 อัตราการไหลสำหรับขั้นตอนต่าง ๆ ของเครื่องกรองแบบต่าง ๆ ..... 131
3.2.11 ประสิทธิภาพในการกรอง ..... 132
3.2.12 การเตรียมน้ำก่อนเข้ากรอง ..... 132
3.2.13 วิธีการทำความสะอาดสารกรอง ..... 132
3.2.14 พิกัด Head Loss ของเครื่องกรอง ..... 133
3.2.15 ขนาดของเม็ดทราย ..... 134
3.2.16 ความเร็วการกรอง ..... 134
3.2.17 ความสามารถในการดักจับตะกอน ..... 135
3.2.18 ปัญหาในการกรอง ..... 135

**บทที่ 4 การไล่ก๊าซ ..... 141**
4.1 ก๊าซที่ขจัดได้โดยวิธีสัมผัสกับอากาศ ..... 141

**บทที่ 5 การขจัดเหล็กและแมงกานีส ..... 151**
5.1 เหล็กและแมงกานีสที่ไม่ละลายน้ำ ..... 153
5.2 เหล็กและแมงกานีสที่เป็นสารละลาย ..... 153
5.3 สารอินทรีย์ เหล็ก และแมงกานีส ..... 163
5.4 การใช้สารเคมีขจัดเหล็กและแมงกานีส ..... 163

**บทที่ 6 การกำจัดความกระด้าง ..... 167**
6.1 กระบวนการปูน-โซดาเย็น ..... 167
6.2 กระบวนการปูน-โซดาร้อน ..... 178

**บทที่ 7 การกำจัดอิออน** ..... 193

7.1 การจำแนกประเภทของเรซิน ..... 195
7.2 ลำดับความยากง่ายในการถูกจับของอิออน ..... 198
7.3 ความสามารถในการจับอิออนของเรซิน ..... 200
7.4 อุปกรณ์และการใช้งานเรซิน ..... 201
7.5 การทำน้ำอ่อน ..... 205
7.6 การขจัดอิออนประจุบวกและความเป็นด่าง ..... 211
7.7 การผลิตน้ำบริสุทธิ์ ..... 218
7.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบขจัดอิออน ..... 222
7.9 ระบบการขจัดอิออนแบบต่าง ๆ ..... 226
7.10 การแก้ปัญหาการรั่วของอิออน ..... 230
7.11 การกรองน้ำคอนเดนเสต ..... 237
7.12 การระเบิดเนื่องจากการใช้กรดดินประสิวล้างเรซิน ..... 245
7.13 ปัญหาในการใช้งานเรซิน ..... 246
7.14 การแก้ปัญหาเรซินสกปรกหรืออุดตัน ..... 252
7.15 การเก็บรักษาเรซิน ..... 259
7.16 การล้างเรซินเพื่อฆ่าเชื้อ ..... 260

**บทที่ 8 การเกิดตะกรันเกาะจับในหม้อไอน้ำ** ..... 265

8.1 หลักการเกิดตะกรันเกาะจับ ..... 266
8.2 หลักการเกิดตะกรันชนิดต่าง ๆ ..... 269
8.3 การจำแนกประเภทของตะกรันและตะกอน ..... 272
8.4 การตรวจและวิเคราะห์ตะกรันและตะกอน ..... 276
8.5 ผลเสียที่เกิดจากตะกรันเกาะจับ ..... 285
8.6 การผลิตไอน้ำในท่อที่มีตะกรัน ..... 290

**บทที่ 9 การกัดกร่อนในหม้อไอน้ำและการป้องกัน** ..... 293

ตอนที่ 1 ด้านสัมผัสไฟ ..... 293
9.1 เถ้าในน้ำมันเตา ..... 294
9.2 ลักษณะของตะกรันเกาะจับ ..... 299
9.3 การกัดกร่อนของเหล็กเนื่องจากอุณหภูมิสูง ..... 301
9.4 การกัดกร่อนที่อุณหภูมิต่ำ ..... 306
9.5 Fuel Oil Additives ในเชิงการค้า ..... 313
9.6 การกัดกร่อนเนื่องจากกรดกำมะถัน ..... 315

9.7 การกัดกร่อนเนื่องจากวาเนเดียม ..... 315
ตอนที่ 2 ด้านสัมผัสน้ำ ..... 319
9.8 หลักการกัดกร่อน ..... 319
9.9 การกัดกร่อนของเหล็ก ..... 325
9.10 การกัดกร่อนของหม้อไอน้ำ ..... 330
9.11 การกัดกร่อนของซูเปอร์ฮีทเตอร์และระบบคอนเดนเสต ..... 343
9.12 การกัดกร่อนในเครื่องกังหันไอน้ำ ..... 349
9.13 การป้องกันการกัดกร่อนในหม้อไอน้ำ ..... 350
9.14 การกัดกร่อนแบบเปราะร้าว ..... 363
9.15 การกัดกร่อนเนื่องจากด่างเข้มข้น ..... 364
9.16 การป้องกันการกัดกร่อนจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ..... 365

**บทที่ 10 การป้องกันการเกิดตะกรันเกาะจับในหม้อไอน้ำ ..... 379**
10.1 การเกิดตะกรันเกาะจับ ..... 379
10.2 การควบคุมการใช้ฟอสเฟต ..... 385
10.3 ปรากฏการณ์ "การซ่อนตัว" ของฟอสเฟต ..... 387
10.4 การขจัดความกระด้างแมกนีเซียม ..... 388
10.5 การปรับสภาพตะกอน ..... 390
10.6 สารป้องกันตะกรันจำพวกโพลีเมอร์ ..... 393
10.7 การป้องกันตะกรันเหล็ก ..... 396
10.8 สารป้องกันตะกรันจำพวกคีแลนท์ ..... 400
10.9 การใช้ EDTA ร่วมกับโซเดียมซัลไฟต์ ..... 403
10.10 การพาสารและน้ำไปกับไอน้ำ ..... 404
10.11 การป้องกันการพาสารและน้ำไปกับไอน้ำ ..... 414
10.12 การป้องกันตะกรันเกาะจับในเครื่องกังหันไอน้ำโดยใช้สารเคมี ..... 416
10.13 การวัดความบริสุทธิ์ของไอน้ำ ..... 416
10.14 การระบายน้ำทิ้ง ..... 417
10.15 วัฏจักรของความเข้มข้น ..... 417
10.16 การหาปริมาณการระบายน้ำทิ้งจากกราฟ ..... 419
10.17 วิธีการระบายน้ำทิ้ง ..... 421
10.18 การประหยัดพลังงานในการระบายน้ำทิ้ง ..... 423

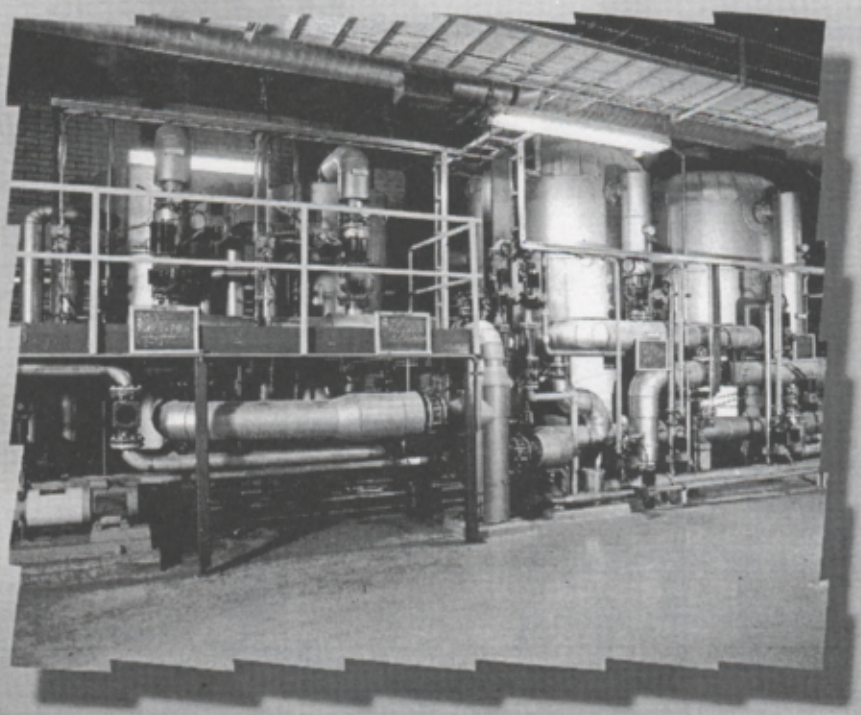
**บทที่ 11 การล้างหม้อไอน้ำ ..... 429**
11.1 การวิเคราะห์ชนิดของตะกรัน ..... 432

11.2 สารเคมีล้างตะกรัน ..... 432
11.3 การกัดกร่อนในการล้างหม้อไอน้ำ ..... 436
11.4 สารกันการกัดกร่อน ..... 437
11.5 สารลดความตึงผิว ..... 444
11.6 การล้างตะกรันพิเศษ ..... 445
11.7 การต้มด้วยด่าง ..... 452
11.8 การล้างตะกรันทองแดงในเครื่องกังหันไอน้ำ ..... 460

บทที่ 12 การเก็บรักษาหม้อไอน้ำที่หยุดใช้งาน ..... 463
12.1 การหยุดชั่วคราว ..... 463
12.2 การหยุดเป็นเวลานาน ..... 464
12.3 การเก็บรักษาด้านที่สัมผัสไฟ ..... 471

ภาคผนวก ตาราง และกราฟต่าง ๆ ..... 473

อภินันทนาการ
จาก
ส่วนตำราสนับสนุนการศึกษาทางไกล
สถาบันเทคโนโลยี [illegible]



# การปรับสภาพน้ำ
# สำหรับอุตสาหกรรม

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110004256

โดย

ณรงค์ วุทธเสถียร

อภินันทนาการ
จาก
ส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

621.1
เลขหมู่ ณ 17
เลขทะเบียน 8991
วันที่ 23 มิ.ย. 42
0022-72360

จัดทำโดย

ส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

270.

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ