



กรมโรงงานอุตสาหกรรม  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS

## คู่มือการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

กลุ่มเทคโนโลยีน้ำอุตสาหกรรม  
สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน  
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากหลายสาเหตุ ทั้งจากการเติบโตของเศรษฐกิจ และการเพิ่มจำนวนโรงงาน รวมไปถึงการเพิ่มกำลังการผลิต ทำให้ประเทศไทยมีความต้องการการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นจากเดิมเป็นจำนวนมาก ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคธุรกิจบริการ ซึ่งในบางพื้นที่มีปัญหาการจัดสรรน้ำ ทำให้ช่วงที่ขาดแคลนน้ำ บางอุตสาหกรรมไม่สามารถทำการผลิตได้ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อโรงงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นกรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีโครงการส่งเสริมและพัฒนาการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อช่วยเหลือและสนับสนุนโรงงานให้มีการจัดการน้ำอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลดีในภาพรวมของประเทศต่อไป

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่ความรู้และแนวทางปฏิบัติในการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ให้กับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในโรงงานได้อย่างเหมาะสม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

พฤษภาคม 2553

คำนำ

ก

**บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับน้ำในอุตสาหกรรม (Basic Industrial Water)**

1.1 คุณสมบัติของน้ำ	1
1.2 สิ่งเจือปนในน้ำ	2
1.3 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำ	10
1.4 หน่วยการวัดที่สำคัญในระบบน้ำในอุตสาหกรรม	13
1.5 วิธีการควบคุมปริมาณการเติมสารเคมี	14

**บทที่ 2 การตกตะกอนสารแขวนลอย (Clarification)**

2.1 การทำให้ใส	16
2.2 สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน	22
2.3 การควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน	24

**บทที่ 3 ระบบการกรองทราย (Sand Filtration)**

3.1 กลไกของการกรอง	29
3.2 ชนิดของสารกรอง	34
3.3 ปัญหาที่พบในระบบถังกรองทราย	35
3.4 การตรวจสอบถังกรองทราย	39

**บทที่ 4 การกำจัดเหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese Removal)**

4.1 การตกตะกอนและกรอง	40
4.2 การแลกเปลี่ยนไอออน	42
4.3 การใช้สารเคมีขจัดเหล็กและแมงกานีส	43

**บทที่ 5 ระบบผลิตน้ำอ่อน (Softener System)**

5.1 คุณสมบัติของเรซิน	44
5.2 การฟื้นฟูสภาพเรซิน	46
5.3 ปัญหาในการใช้งานระบบผลิตน้ำอ่อน	54
5.4 การเก็บรักษาเรซิน	59
5.5 สาเหตุของการเสื่อมสภาพของเรซิน เกิดได้จากสาเหตุต่างๆ ดังนี้	60
5.6 บทสรุประบบผลิตน้ำอ่อน	60

<b>บทที่ 6</b>	<b>ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse Osmosis System)</b>	
	6.1 เทคโนโลยีการกรองด้วยเมมเบรน	62
	6.2 การทำงานของระบบ RO	65
	6.3 การล้างเมมเบรน	68

<b>บทที่ 7</b>	<b>ระบบน้ำหล่อเย็นหมุนเวียนแบบเปิด (Open Recirculating Cooling Water System)</b>	
	7.1 คำศัพท์ต่างๆ ในระบบน้ำหล่อเย็น	71
	7.2 LSI/RSI	76
	7.3 การป้องกันปัญหาในระบบน้ำหล่อเย็น	80

<b>บทที่ 8</b>	<b>ระบบหม้อไอน้ำ (Boiler Water System)</b>	
	8.1 การควบคุมน้ำในระบบหม้อไอน้ำ	96
	8.2 การระบายน้ำทิ้งในระบบหม้อไอน้ำ	97
	8.3 การป้องกันปัญหาในระบบหม้อไอน้ำ	98
	8.4 กับดักไอน้ำ	105
	8.5 ลักษณะการสูญเสียพลังงานจากไอน้ำแฟลช	109
	8.6 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้งาน	111
	8.7 การหุ้มฉนวนกันความร้อน	113
	8.8 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	115

<b>บทที่ 9</b>	<b>วิธีการส่งเสริมและพัฒนาการใช้ทรัพยากรน้ำ (Water Saving Practice)</b>	
	9.1 กฎษฎี 1A3R	120
	9.2 กรณีศึกษาจากโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ	121

<b>ภาคผนวก</b>		133
----------------	--	-----

<b>บรรณานุกรม</b>		151
-------------------	--	-----

รูปที่ 1.1	แสดงประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำ	3
รูปที่ 2.1	ถึงตกตะกอนแบบ Solids Contact	16
รูปที่ 2.2	แสดงค่าการละลายของสารส้มที่พีเอชต่างๆ	17
รูปที่ 2.3	แสดงกระบวนการเกิด Coagulation	20
รูปที่ 2.4	แสดงการทดลองจาร์เจสต์	26
รูปที่ 3.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ตามการทำงานของถังกรองทราย	30
รูปที่ 3.2	แสดงเครื่องกรองแบบแรงโน้มถ่วง	32
รูปที่ 3.3	แสดงเครื่องกรองแบบมีแรงดัน	33
รูปที่ 3.4	แสดงลักษณะของชั้นกรองทราย แบบที่ 1	33
รูปที่ 3.5	แสดงลักษณะของชั้นกรองทราย แบบที่ 2	34
รูปที่ 3.6	แสดงแบบภายในถังกรองทรายที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	38
รูปที่ 3.7	แสดงลักษณะภายนอกของถังกรองและตำแหน่ง การติดตั้งมาตรวัดความดัน	38
รูปที่ 4.1	การกำจัดเหล็กและแมงกานีสด้วยวิธีการเติมอากาศ	41
รูปที่ 5.1	แสดงลักษณะคุณภาพน้ำที่ออกจากระบบผลิตน้ำอ่อน	46
รูปที่ 5.2	แสดงอุปกรณ์วัดความเข้มข้นสารละลายเกลือ	50
รูปที่ 5.3	แสดงแบบของถังผลิตน้ำอ่อน	55
รูปที่ 5.4	แสดงบริเวณที่พบปัญหาในการออกแบบถังผลิตน้ำอ่อน	56
รูปที่ 6.1	ตัวอย่างโมเลกุล/อนุภาคที่สามารถแยกได้โดยการใช้ กระบวนการเมมเบรน	64
รูปที่ 6.2	แสดงระบบรีเวอร์สออสโมซิส	66
รูปที่ 7.1	แสดงคำศัพท์ต่างๆ ในระบบน้ำหล่อเย็นหมุนเวียนแบบเปิด	72
รูปที่ 7.2	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดการกัดกร่อน	82
รูปที่ 7.3	แสดงตัวอย่างอุปกรณ์วัดการกัดกร่อนหลังจากผ่านการทดสอบ	82
รูปที่ 7.4	แสดงเครื่องวัดการกัดกร่อนแบบออนไลน์	83

## สารบัญรูป

รูปที่ 7.5	แสดงลักษณะของฟิล์มป้องกันการกัดกร่อน	84
รูปที่ 7.6	แสดงการเกิดตะกรันแมกนีเซียมซิลิเกต	89
รูปที่ 7.7	แสดงภาพการเกิดตะกรันและการยับยั้งตะกรัน	90
รูปที่ 7.8	แสดงภาพการเกิดเมือกโคลน	92
รูปที่ 7.9	การเกาะจับของเมือกโคลน	92
รูปที่ 8.1	แผนผังระบบหม้อไอน้ำและคอนเดนเสท	96
รูปที่ 8.2	แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์การระบายทิ้งแบบต่อเนื่อง	97
รูปที่ 8.3	แสดงคุณภาพน้ำที่เกิดจากการระบายน้ำทิ้งแต่ละแบบ	98
รูปที่ 8.4	การทำงานของกับดักไอน้ำแบบ ไบเมทาล	105
รูปที่ 8.5	การทำงานของกับดักไอน้ำแบบ เบลโลส	106
รูปที่ 8.6	การทำงานของกับดักไอน้ำแบบ ลูกกลอยมีก้านยก	107
รูปที่ 8.7	การทำงานของกับดักไอน้ำแบบ ถ้วยคว่ำ	107
รูปที่ 8.8	การทำงานของกับดักไอน้ำแบบ จาน	108
รูปที่ 8.9	แสดงปริมาณไอน้ำแฟลชที่เกิดขึ้นที่เงื่อนไขการทำงานต่างๆ	110
รูปที่ 8.10	ถังแฟลช	111
รูปที่ 8.11	วงจรไอน้ำและคอนเดนเสท	112
รูปที่ 8.12	สมดุลมวลของระบบหม้อไอน้ำ	115
รูปที่ 9.1	กราฟแสดง ผลการทำ Elution Study (ก่อนปรับปรุง)	123
รูปที่ 9.2	กราฟแสดง ผลการทำ Elution Study (หลังปรับปรุง)	124
รูปที่ 9.3	แสดงการปรับปรุงระบบการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (จากน้ำเสียที่บำบัดแล้ว)	132

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	แสดงคุณลักษณะโดยทั่วไปของน้ำจากแหล่งต่างๆ	2
ตารางที่ 1.2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วงอุณหภูมิต่างๆ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ	9
ตารางที่ 1.3	แสดงผลกระทบจากสิ่งเจือปนในน้ำ	11
ตารางที่ 3.1	ขนาดสารกรองทรายและกรวดที่ใช้ในอุตสาหกรรม	35
ตารางที่ 5.1	คุณสมบัติของเรซินที่เหมาะสมในการใช้งาน	44
ตารางที่ 7.1	แสดงการหาค่า A	76
ตารางที่ 7.2	แสดงการหาค่า B	77
ตารางที่ 7.3	แสดงการหาค่า C	77
ตารางที่ 7.4	แสดงการหาค่า D	78
ตารางที่ 8.1	ปริมาณโซเดียมซัลไฟต์ที่ควรมีเหลือค้างอยู่ในหม้อน้ำ	99
ตารางที่ 8.2	ปัจจัยที่ทำให้เกิดแคสซิโอเวอร์	104
ตารางที่ 8.3	พลังงานความร้อนที่แฝงสูญเสียจากท่อ	114
ตารางที่ พ-1	มาตรฐานน้ำประปานครหลวง	136
ตารางที่ พ-2	มาตรฐานน้ำบาดาล (พ.ร.บ.น้ำบาดาล พ.ศ. 2535)	138
ตารางที่ พ-3	มาตรฐานคุณภาพน้ำป้อนตามมาตรฐาน ASME	143
ตารางที่ พ-4	มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตามมาตรฐาน ASME	143
ตารางที่ พ-5	คุณภาพน้ำป้อนที่ต้องการตามมาตรฐานผู้ผลิตหม้อไอน้ำ Babcock & Wilcox	144
ตารางที่ พ-6	มาตรฐานคุณภาพน้ำป้อนตาม British Standard (สำหรับหม้อไอน้ำชนิดท่อใน)	145
ตารางที่ พ-7	มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม British Standard (สำหรับหม้อไอน้ำชนิดท่อใน)	146
ตารางที่ พ-8	มาตรฐานน้ำป้อนและน้ำในหม้อไอน้ำตามมาตรฐาน JIS	147
ตารางที่ พ-9	ตารางคุณสมบัติของไอน้ำ (อ้างอิงอุณหภูมิ)	148
ตารางที่ พ-10	ตารางคุณสมบัติของไอน้ำ (อ้างอิงความดัน)	149
ตารางที่ พ-11	ตารางแสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	150