

การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดในกระบวนการผลิตเพื่อนำกลับมาใช้เป็นน้ำเติมใน
หอระบายความร้อน

นายวิบูลย์ ฤทธิทองพิทักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4 6 7 0 4 9 5 1 2 1

82835881

WASTEWATER TREATMENT FROM PROCESS CLEANING FOR RECOVERY TO BE
MAKE UP WATER IN COOLING TOWER

Mr. Wiboon Ritthongpithak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

492264

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดในกระบวนการ
ผลิตเพื่อนำกลับมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อน

โดย

นายวิบูลย์ ฤทธิ์ทองพิทักษ์


สาขาวิชา

วิศวกรรมเคมี

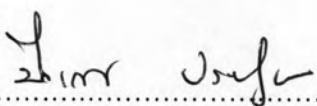
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กิตติศุภกร

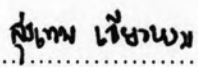
คณะกรรมการศาสตราจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

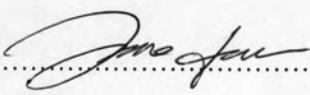

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กิตติศุภกร)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุรเทพ เชี่ยวหอม)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรพล เกียรติกิตติพงษ์)

วิบูลย์ ฤทธิ์ทองพิทักษ์ : การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดในกระบวนการผลิตเพื่อนำกลับมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อน. (WASTEWATER TREATMENT FROM PROCESS CLEANING FOR RECOVERY TO BE MAKE UP WATER IN COOLING TOWER) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ไพศาล กิตติศุภกร, 108 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองหาปริมาณเพอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดในกระบวนการผลิตด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน เพื่อให้ น้ำเสียภายหลังกการบำบัดมีค่าความขุ่นน้อยกว่า 50 เอ็นทียู จากนั้นนำน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดมาผ่านถังกรอง (Multimedia filter), ผ่านไส้กรองคาร์ทริดจ์ (Cartridge filter) และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียภายหลังกการผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส นำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ได้มาคำนวณหาสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมระหว่างน้ำดิบและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดเพื่อนำน้ำภายหลังกการผสมมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อน

ผลการทดลองในการหาปริมาณเพอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์พบว่า ปริมาณเพอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสีย โดยสามารถแบ่งช่วงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียและปริมาณเพอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดได้ดังนี้คือ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียตั้งแต่ 0 – 500, 500 – 1000, 1000 – 1500 และ 1500 – 2000 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร จะใช้ปริมาณเพอริกคลอไรด์ในการบำบัดเท่ากับ 3500, 4000, 4500 และ 5000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในส่วนของพอลิเมอร์ที่ใช้ในการบำบัดที่ปริมาณ 1, 2 และ 3 พีพีเอ็ม พบว่าค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังกการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ภายหลังกการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส พบว่าสัดส่วนการผสมสูงสุดของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด เพื่อนำน้ำภายหลังกการผสมมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อนอยู่ที่ 25 เปอร์เซ็นต์

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4670495121 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: WASTEWATER TREATMENT / PROCESS CLEANING / RECOVERY / COOLING TOWER

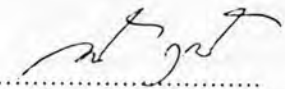
WIBOON RITTHONGPITHAK : WASTEWATER TREATMENT FROM PROCESS
CLEANING FOR RECOVERY TO BE MAKE UP WATER IN COOLING TOWER.


THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. DR. PAISAN KITTISUPAKORN, 108 pp.

This research is to carry out experimental study to find a proper consumption of ferric chloride and polymer chemicals for treating process cleaning wastewater to achieve the turbidity of coagulated wastewater at less than 50 NTU using a coagulation process. After the coagulation process, the coagulated wastewater is then sent to treat by a Multimedia filter, a Cartridge filter and a Reverse osmosis system to improve water qualities. Based on the qualities of treated wastewater, the blending ratio between raw water and treated wastewater is determined and the mixing water is used as make up water for a system.

From the study, the results indicate that the amount of ferric chloride used for the treatment varies with the wastewater conductivity. With the range of wastewater conductivity at 0 – 500, 500 – 1000, 1000 – 1500 and 1500 – 2000 microsimen/cm, the amount of ferric chloride used for the treatment is 3500, 4000, 4500 and 5000 ppm., with respect to the amount of polymer used of 1.0, 2.0, and 3.0 ppm. respectively. It was found that the polymer used with different concentration did not give different results of the turbidity. After the treatment through the Reverse Osmosis system, the treated wastewater is analyzed the water qualities. Based on the water qualities, the maximum blending ratio of the treated wastewater and raw water is determined at 25% and this is used as make up water for the cooling tower system.

Department Chemical Engineering
Field of study Chemical Engineering
Academic year 2549

Student's signature.....

Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กิตติศุภกร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการทำงานวิจัย แนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ประธานกรรมการ ดร. สุรเทพ เขียวหอม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรพล เกียรติกิตติพงษ์ ที่กรุณามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้ข้อคิดคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณบริษัทคาร์ไบเคมิกอล (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทอีอี วอเตอร์ แอนด์โพรเซสเทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนตัวอย่างสำหรับการทดลองสารเคมี ตลอดจนสถานที่และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยนี้

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ ตลอดจนคำแนะนำดี ๆ เสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา พี่น้องในครอบครัวและผู้มีอุปการะคุณที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ(ภาษาไทย).....	ง
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ).....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
2 วิธีการบำบัดน้ำเสีย.....	5
2.1 วิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมี.....	5
3 การกรองด้วยวัสดุเม็ด.....	11
3.1 กลไกของการกรอง.....	11
3.2 สารกรอง.....	12
3.3 ตัวแปรของกระบวนการกรอง.....	12
3.4 การวิเคราะห์กระบวนการกรอง.....	13
3.5 วิธีการล้างทำความสะอาดสารกรอง.....	15
4 กระบวนการเมมเบรน.....	16
4.1 ออสโมซิสและรีเวอร์สออสโมซิส.....	17
4.2 กลไกการทำงานของรีเวอร์สออสโมซิส.....	17
4.3 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบรีเวอร์สออสโมซิส.....	21
4.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในระบบรีเวอร์สออสโมซิส.....	29

บทที่	หน้า
5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	33
5.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....	33
5.2 ขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 1.....	35
5.3 ขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 2.....	37
6 ผลงานวิจัยและการวิเคราะห์ผลงานวิจัย.....	39
6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นที่ 1.....	39
6.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นที่ 2.....	42
6.3 สรุปและวิเคราะห์ผลของค่าการตอบแทนการลงทุนและค่าช่วงเวลาการชำระคืน.....	59
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก. คุณภาพน้ำเสียภายหลังการบำบัดทางเคมีในการทดลองที่ 1.....	63
ภาคผนวก ข. คุณภาพน้ำดิบที่ใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อนตลอดปี 2549.....	93
ภาคผนวก ค. มาตรฐานพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบถังกรอง.....	102
ภาคผนวก ง. วิธีการคำนวณค่าการตอบแทนของการลงทุนและช่วงเวลาการชำระคืน.....	106
ประวัติผู้เขียน.....	108

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนภาพแสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานคาร์ไบเคมิคอล.....	2
รูปที่ 4.1 แสดงออสโมซิสและรีเวอร์สออสโมซิส.....	18
รูปที่ 5.1 แสดงเครื่อง Jar test สำหรับจำลองกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี.....	33
รูปที่ 5.2 แสดงถังกรองทำด้วยพลาสติกใสและสารกรองที่บรรจุอยู่ข้างใน.....	34
รูปที่ 5.3 แสดงเครื่อง Membrane Cell System.....	34
รูปที่ 5.4 แสดงเครื่องกรอง Vacuum Filter Apparatus.....	35
รูปที่ 5.5 แสดงการจำลองการบำบัดทางเคมีภายหลังมีการปรับพีเอชด้วยปูนขาว.....	36
รูปที่ 5.6 แสดงการจำลองการบำบัดทางเคมีภายหลังเติมเพอริกคลอไรด์และโพลีเมอร์.....	36
รูปที่ 5.7 แสดงการตกตะกอนภายหลังมีการเติมเคมี.....	37
รูปที่ 5.8 แสดงแผนผังการทดลองในชั้นตอนที่ 2 และจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่จุด.....	38
รูปที่ 6.1 แสดงค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด.....	40
รูปที่ 6.2 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด.....	40
รูปที่ 6.3 แสดงปริมาณเพอริกคลอไรด์ที่ใช้บำบัดในแต่ละช่วงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสีย.....	41
รูปที่ 6.4 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 1.....	43
รูปที่ 6.5 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 1.....	43
รูปที่ 6.6 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 2.....	45
รูปที่ 6.7 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 2.....	45
รูปที่ 6.8 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 3.....	47
รูปที่ 6.9 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 3.....	47
รูปที่ 6.10 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 4.....	49
รูปที่ 6.11 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 4.....	49

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 6.12 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 5.....	51
รูปที่ 6.13 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นต่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 5.....	51
รูปที่ 6.14 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 6.....	53
รูปที่ 6.15 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นต่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 6.....	53
รูปที่ 6.16 แสดงค่าพีเอช,ค่าความขุ่น,ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 7.....	55
รูปที่ 6.17 แสดงค่าการนำไฟฟ้า,ค่าความกระด้าง,ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นต่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 7.....	55
รูปที่ ก.1.1 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 1 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 5000 พีพีเอ็ม).....	63
รูปที่ ก.1.2 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 1 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 4500 พีพีเอ็ม).....	63
รูปที่ ก.1.3 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 1 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 4000 พีพีเอ็ม).....	63
รูปที่ ก.1.4 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 1 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 3500 พีพีเอ็ม).....	64
รูปที่ ก.1.5 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 1 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 3000 พีพีเอ็ม).....	64
รูปที่ ก.2.1 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 2 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 5000 พีพีเอ็ม).....	66
รูปที่ ก.2.2 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 2 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 4500 พีพีเอ็ม).....	66
รูปที่ ก.2.3 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 2 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 4000 พีพีเอ็ม).....	66
รูปที่ ก.2.4 แสดงค่าความขุ่นของน้ำเสียดตัวอย่างที่ 2 ภายหลังจากการบำบัด (ปริมาณเพอริกคลอไรด์ 3500 พีพีเอ็ม).....	67

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ระดับพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการหรือระบบต่าง ๆ	8
ตารางที่ 4.1 ความแตกต่างระหว่าง ED, RO และ UF	16
ตารางที่ 4.2 ความสามารถของรีเวอร์สออสโมซิสในการกำจัดเกลือต่าง ๆ	19
ตารางที่ 4.3 สรุปความสามารถของกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิสในการกำจัดสารอินทรีย์.....	21
ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของโมดูลรีเวอร์สออสโมซิสทั้ง 4 แบบ.....	24
ตารางที่ 4.5 แรงดันออสโมซิสของสารประกอบบางชนิดที่ 25 °C.....	29
ตารางที่ 4.6 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้กับระบบรีเวอร์สออสโมซิส.....	32
ตารางที่ 5.1 แสดงการแปรผันปริมาณเฟอริกคลอไรด์และโพลีเมอร์ในการทดลองขั้นที่ 1.....	37
ตารางที่ 6.1 แสดงค่าพีเอชและการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัด.....	39
ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดในแต่ละช่วงของค่าการนำไฟฟ้า.....	41
ตารางที่ 6.3 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 1).....	42
ตารางที่ 6.4 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 2).....	44
ตารางที่ 6.5 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 3).....	46
ตารางที่ 6.6 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 4).....	48
ตารางที่ 6.7 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 5).....	50
ตารางที่ 6.8 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 6).....	52
ตารางที่ 6.9 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่าน ไส้กรองคาร์ทริดจ์, ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (ตัวอย่างที่ 7).....	54
ตารางที่ 6.10 แสดงคุณภาพของน้ำเสียภายหลังผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส	57

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 6.11 แสดงคุณภาพน้ำหลังผสมกันระหว่างน้ำดิบและน้ำเสียในสัดส่วน การผสมต่าง ๆ.....	58
ตารางที่ ก. 1 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 1).....	62
ตารางที่ ก. 2 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 2).....	65
ตารางที่ ก. 3 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 3).....	68
ตารางที่ ก. 4 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 4).....	71
ตารางที่ ก. 5 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 5).....	74
ตารางที่ ก. 6 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 6).....	77
ตารางที่ ก. 7 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 7).....	80
ตารางที่ ก. 8 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 8).....	83
ตารางที่ ก. 9 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 9).....	86
ตารางที่ ก. 10 แสดงค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น ของน้ำเสียหลัง ผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี (น้ำเสียตัวอย่างที่ 10).....	89
ตารางที่ ข.1 คุณภาพน้ำดิบที่ใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อนตลอดปี 2549.....	92
ตารางที่ ข.2 คุณภาพน้ำดิบโดยเฉลี่ยตลอดปี 2549.....	98
ตารางที่ ข.3 ค่าพารามิเตอร์ควบคุมของน้ำหล่อเย็นในระบบหอระบายความร้อน ของโรงงานคาร์ไบเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด.....	99
ตารางที่ ข.4 คุณภาพน้ำที่จะนำมาใช้เติมในหอระบายความร้อนของทาง โรงงานคาร์ไบเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด.....	100

ตาราง

หน้า

ตารางที่ ง. 1 แสดงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม, ค่าการดำเนินการ และค่าการลดปริมาณน้ำที่ใช้เติมในหอระบายความร้อน.....	106
---	-----

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ	คำเต็ม
มม.	มิลลิเมตร
ซม.	เซนติเมตร
ม.	เมตร
ตร.ซม.	ตารางเซนติเมตร
ตร.ม.	ตารางเมตร
มล.	มิลลิลิตร
ล.	ลิตร
ลบ.ม.	ลูกบาศก์เมตร
ชม.	ชั่วโมง
กรัม/ลบ.ม.	กรัม/ลูกบาศก์เมตร
กรัม/มล.	กรัม/มิลลิลิตร
กรัม/ตร.ซม.-วินาที	กรัม/ตารางเซนติเมตร-วินาที
ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.	ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง
มล./ตร.ซม.-วินาที	มิลลิลิตร/ตารางเซนติเมตร-วินาที
มก./ล.	มิลลิกรัม/ลิตร