



แนวทางการจัดการน้ำเสียชีวมวล ในเขตกรุงเทพมหานคร



นางสาว พวงรัตน์ แก้วล้อม

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-998-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16995934

COD WASTEWATER MANAGEMENT IN BANGKOK METROPOLITAN AREA



Miss Puangrat Kaewlom

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-998-7

COD WASTEWATER MANAGEMENT IN BANGKOK METROPOLITAN AREA



Miss Puangrat Kaewlom

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


1994

ISBN 974-584-998-7

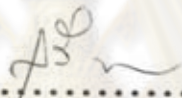


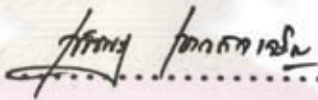
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการน้ำเสียไฮโดรเจน ในเขตกรุงเทพมหานคร
 โดย นางสาว พวงรัตน์ แก้วล้อม
 ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เช่าวกิจเจริญ

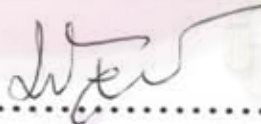
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
 เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ งามสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ สุวี ชาวเข็ญ)

 อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เช่าวกิจเจริญ)

 กรรมการ
 (อาจารย์ บุษองค์ โล่ท้วงศ์วัฒน์)

 กรรมการ
 (อาจารย์ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



พวงรัตน์ แก้วล้อม : แนวทางการจัดการน้ำเสียซีโอติ ในเขตกรุงเทพมหานคร
(COD WASTEWATER MANAGEMENT IN BANGKOK METROPOLITAN AREA)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เพชรพร เชาวกิจเจริญ, 177 หน้า. ISBN 974-584-998-7

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการจัดการน้ำเสียซีโอติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลน้ำเสียซีโอติและแหล่งกำเนิดจากห้องปฏิบัติการจำนวน 20 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยนำน้ำเสียมาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและนำกลับซิลเวอร์ ตลอดจนทำการศึกษาค่าใช้จ่ายของการบำบัดน้ำเสียเมื่อส่งไปทำการบำบัดที่หน่วยบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง

ผลการสำรวจ พบว่าปริมาณน้ำเสียซีโอติจากห้องปฏิบัติการที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ซีโอติแบบเปิดในแต่ละแห่งมีปริมาณเฉลี่ย 21.8 ลิตร/เดือน ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณเมอร์คิวรี 1803.7 มก./ล. โครเมียม 700 มก./ล. และซิลเวอร์ 1150 มก./ล. สารเคมีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เอชที่เหมาะสมคือ 9.5 และเวลาในการตกตะกอน 150 นาที สารที่ใช้ในการตกตะกอนซิลเวอร์ คือ โซเดียมคลอไรด์ โดยใช้ปริมาณ 4 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก สารที่ใช้ละลายตะกอนซิลเวอร์ คือ สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ในปริมาณ 2.5 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริกและเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 30 นาที สารที่ใช้ในการนำกลับซิลเวอร์ คือ คอปเปอร์ ใช้ในปริมาณ 1.5 เท่าของค่าสตอยชิโอเมตริก เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 30 ชม. ประสิทธิภาพในการนำกลับซิลเวอร์มีค่า 70 % ซึ่งสามารถนำกลับไปใช้ในการวิเคราะห์ซีโอติในห้องปฏิบัติการได้อีก ในด้านค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียพบว่า การส่งน้ำเสียไปบำบัดที่หน่วยบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย 2.88 บาท/ตัวอย่าง หรือ 8.71 บาท/ลิตร (เฉพาะค่าสารเคมีและค่าบำบัดตะกอน) และ 13.50 บาท/ตัวอย่าง หรือ 49.50 บาท/ลิตร (กรณีคิดค่าใช้จ่ายรวมกับค่าวัสดุอุปกรณ์)

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสารภคาล.....
ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อนิสิต.....พวงรัตน์ แก้วล้อม.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิจิตร.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....ดร.ศิวะโรจน์.....



##C517572 : MAJOR SANITARY ENGINEERING
KEY WORD: : PRECIPITATION/ COD WASTEWATER/ SILVER RECOVERY
PUANGRAT KAEWLOM : COD WASTEWATER MANAGEMENT IN BANGKOK
METROPOLITAN AREA. THESIS ADVISER : ASSI.PROF.PETCHPORN
CHAWAKITCHAREON, Ph.D. 177 pp. ISBN 974-584-998-7

This research studied the management of COD wastewater from laboratories in Bangkok. That included COD wastewater data collecting from 20 laboratories in Bangkok and then take COD wastewater for experiment to find the optimum condition of COD wastewater treatment and silver recovery treatment centre.

By survey, it was found that the average quantity of COD wastewater, analyse by open dichromate reflux method, about 21.8 litre/month/laboratory. The COD wastewater characteristics consist of mercury 1803.7 mg./l., chromium 700 mg./l. and silver 1150 mg./l. The COD wastewater was treated by sodium hydroxide at pH 9.5 with sludge settling time equal to 150 minutes. By the way, to precipitate silver from the COD wastewater required sodium chloride 4 times of stoichiometric. Ammonium hydroxide at 2.5 times of stoichiometric was used in dissolution step. The final step to recovery silver was used coppers 1.5 times of stoichiometric and 30 hours for reduction time. The efficiency of silver recovery is 70 % and the recovered-silver can be used again in COD wastewater analysis with high reproductivity.

Finally, cost analysis for treatment of COD wastewater at a central treatment facility was also evaluated. It showed that treatment cost was 2.88 baht/sample or 8.71 baht/litre (only chemical cost and sludge treatment cost) and 13.50 baht/sample or 49.50 baht/litre (total cost).

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต..... พงศ์ภัฏ แก้วล้น
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ปิยะ ธรรมสาร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษารวม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. เพ็ชรพร เช่าวกิจเจริญ ที่ได้กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดลอมที่ให้ความเมตตาอนุเคราะห์ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ และขอขอบพระคุณ ดร.ศิริ วิษโรทัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดลอม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้น้ำเสียตลอดจนคำแนะนำต่างๆในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยสภาวะแวดลอม และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยในการวิเคราะห์โลหะหนัก

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่มอบความรัก ความห่วงใย และอบรมสั่งสอนด้วยดีเสมอมา

ศูนย์วิจัยทรัพยากรชีวภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญเรื่อง



ฉ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญเรื่อง.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	๗

บทที่

1	บทนำ	1
2	วัตถุประสงค์และขอบเขต.....	2
	- วัตถุประสงค์	2
	- ขอบเขตการวิจัย.....	2
3	ทบทวนเอกสาร.....	4
	- เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย.....	4
	- การตกตะกอนผลึกทางเคมี.....	6
	- ประเภทของการตกตะกอนผลึก.....	8
	- ทฤษฎีการตกตะกอนผลึกในรูปไฮดรอกไซด์.....	12
	- การตกตะกอนผลึกของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์..	14
	- การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	16
4	แผนการดำเนินการวิจัย.....	29
	- การสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....	29
	- การศึกษาการบำบัดน้ำเสียและการนำกลับซิลเวอร์.....	32
	1. การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียและการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของ.....	
	น้ำเสีย.....	32
	2. การตกตะกอนผลึกซิลเวอร์.....	33

บทที่	หน้า
3. การทดสอบจาร์เทสต์.....	34
4. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบบจำลอง.....	36
5. การนำกลีบซิลเวอร์.....	38
- การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์.....	43
5 ผลการทดสอบและวิจารณ์.....	44
- การรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์.....	44
1. จำนวนและจำนวนที่ตั้งของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.....	44
2. วิธีการในการวิเคราะห์ค่าซีโอดีและปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น.....	44
3. การพยากรณ์ปริมาณน้ำเสียในอนาคต.....	49
4. การยอมรับในการบำบัดน้ำเสีย.....	54
5. การรวบรวมน้ำเสีย.....	55
6. ค่าใช้จ่ายในการบำบัด.....	57
- การทดลองในห้องปฏิบัติการ.....	60
1. การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียซีโอดี.....	60
2. การทดสอบปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการตกตะกอนซิลเวอร์.....	62
3. การทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการกวนช้า.....	64
4. การทดสอบการตกตะกอนผลึกด้วยสารเคมี.....	64
5. การทดสอบการบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบบจำลอง.....	78
6. การทดสอบการนำกลีบซิลเวอร์.....	82
7. การทดสอบสารปนเปื้อนในซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลีบ.....	88
8. การทดสอบซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลีบ.....	90
9. การนำผลการทดสอบไปใช้งาน.....	95
- การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์.....	98
1. การคิดค่าใช้จ่ายขั้นต้นเฉพาะค่าสารเคมีและค่าบำบัดตะกอน.....	98
2. การจัดตั้งหน่วยบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง.....	101
- การสัมภาษณ์ค่าใช้จ่าย.....	113

บทที่	หน้า
6 สรุปผลการวิจัย.....	115
- บทสรุป.....	115
- ข้อเสนอแนะ.....	117
เอกสารอ้างอิง.....	118
ภาคผนวก ก.....	120
ภาคผนวก ข.....	127
ภาคผนวก ค.....	141
ภาคผนวก ง.....	150
ภาคผนวก จ.....	159
ภาคผนวก ฉ.....	162
ประวัติผู้เขียน.....	177

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่	หน้า
3.1 ความสามารถในการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์.....	14
3.2 แสดงข้อดีและข้อเสียของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์....	15
3.3 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทของวิธีการโดย Aslam & Walker....	21
3.4 แสดงประสิทธิภาพในการนำซิลเวอร์กลับมาใช้ใหม่.....	21
3.5 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองบำบัดด้วยเหล็กเฟอร์ไรต์..	28
3.6 แสดงปริมาณน้ำเสียและตะกอนที่ได้ของเหล็กเฟอร์ไรต์.....	28
3.7 แสดงความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว.....	28
5.1 แสดงรายชื่อห้องปฏิบัติการและอักษรย่อของห้องปฏิบัติการ.....	45
5.2 วิธีการในการวิเคราะห์ค่าซีไอดีของแต่ละห้องปฏิบัติการ.....	46
5.3 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์โดยวิธี close dichromate reflux	48
5.4 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์โดยวิธี open dichromate reflux	50
5.5 แสดงน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นของห้องปฏิบัติการในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี 2533-2536	51
5.6 แสดงปริมาณน้ำเสียจากการพยากรณ์ปี 2537-2542.....	52
5.7 แสดงเวลาในการรับน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง.....	56
5.8 แสดงราคาค่าวิเคราะห์ซีไอดีของแต่ละห้องปฏิบัติการ.....	58
5.9 อัตราค่าบำบัดน้ำเสียของแต่ละห้องปฏิบัติการยอมรับ โดยคิดเป็นบาทต่อน้ำเสีย 1 ลิตร.....	59
5.10 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียซีไอดี.....	61
5.11 ผลการทดสอบการบำบัดน้ำเสียในแบบจำลอง.....	80
5.12 ผลการทดสอบค่าซีไอดีของซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ โดยใช้วิธีการหาซีไอดี แบบเปิด.....	91
5.13 ผลการทดสอบค่าซีไอดีของซิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ โดยใช้วิธีการหาซีไอดี แบบปิด.....	92
5.14 แสดงอัตราการเติมสารเคมีและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในแต่ละวัน.....	96
5.15 แสดงประสิทธิภาพในการนำกลับซิลเวอร์ในแต่ละวัน.....	97
5.16 แสดงค่าสารเคมีต่อการบำบัดน้ำเสีย 1 ลิตร.....	99

ตารางที่	หน้า
5.17 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละปี.....	104
5.18 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของระบบน้ำกลั่นชิลเวอร์ในแต่ละปี.....	105
5.19 รายรับจากการบำบัดน้ำเสียในแต่ละปี.....	107
5.20 รายรับจากการจำหน่ายชิลเวอร์ที่ได้จากการนำกลับ.....	107
5.21 มูลค่าปัจจุบันสุทธิและเวลาคืนทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยคิดอัตราค่าบำบัดน้ำเสียที่ 10 %.....	109
5.22 มูลค่าปัจจุบันสุทธิและเวลาคืนทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยคิดอัตราค่าบำบัดน้ำเสียที่ 5 %.....	110
5.23 มูลค่าปัจจุบันสุทธิและเวลาคืนทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยคิดอัตราค่าบำบัดน้ำเสียที่ 3 %.....	110
5.24 มูลค่าปัจจุบันสุทธิและระยะเวลาคืนทุนของระบบน้ำกลั่นชิลเวอร์.....	111
5.25 อัตราผลตอบแทนการลงทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยคิดอัตราค่าบำบัดน้ำเสีย 5 %.....	111
5.26 อัตราผลตอบแทนการลงทุนของระบบน้ำกลั่นชิลเวอร์.....	112
5.27 แสดงผลสรุปจากการสัมภาษณ์ค่าใช้จ่าย.....	114
6.1 แสดงค่าบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการ.....	116

รูปที่	หน้า
3.1 ความสามารถในการละลายของโลหะหนักที่พีเอชค่าต่างๆ.....	7
3.2 ความสามารถในการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์.....	9
3.3 ความสามารถในการละลายของโลหะซัลไฟด์.....	11
3.4 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทโดยวิธีตกตะกอน.....	17
3.5 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมประจุบวกสาม.....	18
3.6 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมประจุบวกหก.....	18
3.7 แสดงแผนผังการบำบัดน้ำเสียพิเศษที่เป็นอนินทรีย์สารจากห้องปฏิบัติการ.....	23
3.8 แสดงแผนผังการบำบัดน้ำเสียทั่วไปจากห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการบำบัด.....	24
3.9 แสดงแผนผังการบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการของประเทศเคนมารัก.....	25
4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	31
5.1 แสดงแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณน้ำเสียในอนาคต.....	53
5.2 ค่าความเข้มข้นซิลเวอร์และเมอร์คิวรีในตะกอนผลึกที่อัตราการเติมโซเดียมคลอไรด์ค่าต่างๆ.....	63
5.3 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนผลึกซิลเวอร์ที่อัตราการเติมโซเดียมคลอไรด์ค่าต่างๆ.....	63
5.4 พีเอชของน้ำเสียที่เวลาในการทำปฏิกิริยาต่างๆโดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารสร้างตะกอนผลึก.....	65
5.5 พีเอชของน้ำเสียที่เวลาในการทำปฏิกิริยาต่างๆโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารสร้างตะกอนผลึก.....	65
5.6 ความเข้มข้นเมอร์คิวรีทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	68
5.7 ความเข้มข้นเมอร์คิวรีละลายที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	68
5.8 ความเข้มข้นโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	69

รูปที่	หน้า
5.9 ความเข้มข้นโครเมียมละลายที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วย แคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	69
5.10 ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการปรับค่าพีเอชต่างๆ.....	70
5.11 ปริมาณกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการปรับพีเอชน้ำใสส่วนบนให้มีค่าเป็นกลางที่ค่า พีเอชต่างๆ.....	70
5.12 ความเข้มข้นเมอร์คิวรีทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์.....	74
5.13 ความเข้มข้นเมอร์คิวรีละลายที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์.....	74
5.14 ความเข้มข้นโครเมียมทั้งหมดที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์.....	75
5.15 ความเข้มข้นโครเมียมละลายที่เหลือในน้ำส่วนบน โดยการปรับพีเอชด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์.....	75
5.16 ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการปรับค่าพีเอชต่างๆ.....	77
5.17 ปริมาณกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการปรับพีเอชน้ำใสส่วนบนให้มีค่าเป็นกลางที่ค่า พีเอชต่างๆ.....	77
5.18 การละลายตะกอนผลึกที่เวลาในการทำปฏิกิริยาค่าต่างๆ โดยใช้สารละลาย แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่ 2.5x และ 3.0x	84
5.19 การละลายตะกอนผลึกที่อัตราการเค็มสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ค่าต่างๆ.....	84
5.20 ประสิทธิภาพในการละลายตะกอนผลึกของอัตราการเค็มสารละลาย แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่ค่าต่างๆ.....	85
5.21 การนำกลับซิลเวอร์ที่เวลาในการทำปฏิกิริยาค่าต่างๆ โดยใช้โลหะทองแดง ที่ 0.5x และ 1.0x	87
5.22 ความเข้มข้นซิลเวอร์ในตะกอนที่นำกลับที่อัตราการเค็มโลหะทองแดงค่าต่างๆ	87
5.23 ประสิทธิภาพในการนำกลับที่อัตราการเค็มโลหะทองแดงค่าต่างๆ.....	89

รูปที่

หน้า

- 5.24 ปริมาณสารปนเปื้อนในตะกอนซิลเวอร์ที่นำกลับได้ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ที่อัตราการเติมโลหะทองแดงค่าต่างๆ..... 89
- 5.25 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียและนำกลับซิลเวอร์ที่ใช้ในศูนย์บำบัดน้ำเสีย 102



ศูนย์วิทยพัชรพัทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่	หน้า
5.1 แสดงลักษณะน้ำเสียที่โอดี.....	61
5.2 การตกตะกอนผลึกโลหะหนักในน้ำเสียด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ค่าพีเอชต่างๆ	66
5.3 การตกตะกอนผลึกโลหะหนักในน้ำเสียด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ค่าพีเอชต่างๆ	72
5.4 ตะกอนผลึกและน้ำใสที่ได้หลังจากการตกตะกอนแล้ว 90 นาที.....	72
5.5 แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบบำบัดน้ำเสีย.....	79
5.6 การตกตะกอนผลึกโลหะหนักในการทดสอบการบำบัดน้ำเสีย.....	79



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย