

การจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี



นาย มงคล ปริญาปรีวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

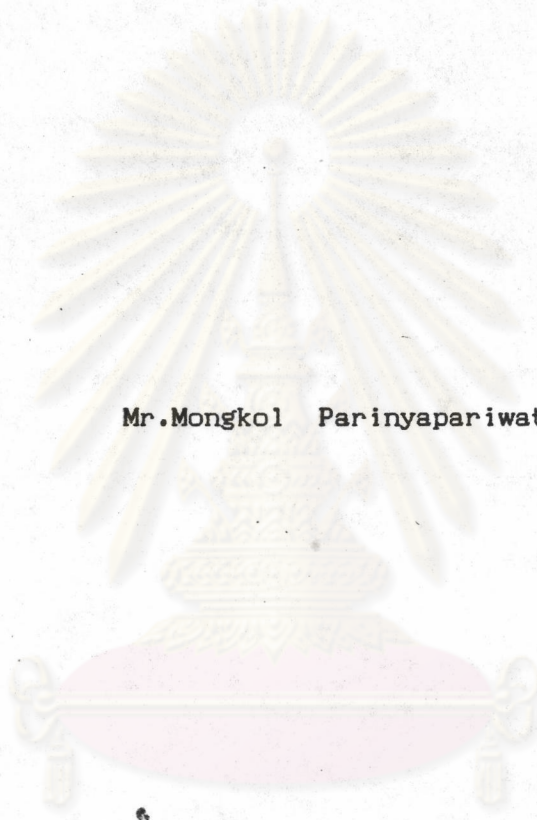
ISBN 974-576-856-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015837

117 50 51 51

MANAGEMENT AND TREATMENT OF WASTEWATER
FROM A STEEL-PLATE GALVANIZING PLANT



Mr.Mongkol Parinyapariwat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering

Graduate School
Chulalongkorn University

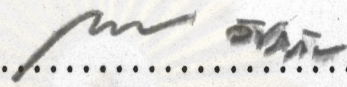
1989

ISBN 974-576-856-1

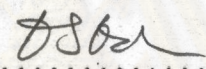
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี
โดย นาย มงคล ปริญญาปริวัฒน์
ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกروت

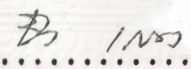


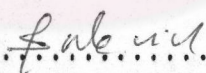
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกروت)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุตใจ จำปา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล สายพานิช)



มงคล ปริญาปริวัฒน์ : การจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่น เหล็กอาบสังกะสี
(MANAGEMENT AND TREATMENT OF WASTEWATER FROM A STEEL-PLATE GALVA-
NIZING PLANT) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธีระ เกรอด, 129 หน้า. ISBN 974-576
-856-1

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาแนวทางจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่น เหล็กอาบสังกะสี
น้ำเสียแบ่งได้เป็น น้ำร้อนล้าง น้ำเย็นล้าง น้ำหล่อเย็น กรดโครมิกที่ใช้แล้ว สารละลายกรด และสาร-
ละลายต่าง เข้มข้น ศึกษาและเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียรวมและน้ำเสียแยกโดยวิธีทาง เคมีและฟิสิกส์
การทดลองใช้โซดาไฟ ปูนขาว และสารโพสิเมอร์ในการบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสี และ
โครเมียม เปรียบเทียบการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ และเพอร์รัสซัลเฟตในการรีดิวส์โครเมียม (VI)
ให้เป็นโครเมียม (III)

พบว่า การใช้ปูนขาวให้ประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีในน้ำเสียรวมและน้ำหล่อเย็นสูงกว่า
โซดาไฟโดยมีพีเอชที่เหมาะสมเท่ากับ 9.5 การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ให้ประสิทธิภาพการรีดิวส์
โครเมียม (VI) ในกรดโครมิกสูงกว่าเพอร์รัสซัลเฟต โดยโครเมียม (VI) ถูกรีดิวส์หมดเมื่อใช้ความ
เข้มข้น 1.75 เท่าของค่าทางทฤษฎี และการใช้ปูนขาวให้ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมที่ผ่านการ
รีดิวส์สูงกว่าโซดาไฟโดยมีพีเอชที่เหมาะสมเท่ากับ 8.5 แต่การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ และปูนขาว
ที่สภาวะที่เหมาะสมยังไม่สามารถกำจัดโครเมียมในกรดโครมิกได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม
ซึ่งกำหนดความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำทิ้งไม่เกิน 0.5 มก./ล. จำเป็นต้องนำน้ำที่ผ่านการบำบัด
มากรองด้วย เครื่องกรองทรายอัตราช้าจึงจะสามารถกำจัดโครเมียมได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง การใช้สาร
โพสิเมอร์ที่ความเข้มข้น 0.2-1.0 มก./ล. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำหล่อเย็น และน้ำเสีย
รวม แต่ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดกรดโครมิก

เมื่อเปรียบเทียบค่าบำบัดน้ำเสียพบว่า การให้ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมในการควบคุม
ของกระทรวงอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียรวมจาก น้ำร้อนล้าง น้ำเย็นล้าง น้ำหล่อเย็น และกรดโครมิก
เสียค่าบำบัดต่ำที่สุด การแยกบำบัดน้ำหล่อเย็นจากน้ำร้อนล้าง และน้ำเย็นล้าง และแยกบำบัดกรดโครมิก
โดยโรงงาน เป็นผู้บำบัดเอง เสียค่าบำบัดสูงกว่า และการบำบัดน้ำเสียรวมจากน้ำร้อนล้าง น้ำเย็นล้าง
น้ำหล่อเย็น และการแยกบำบัดกรดโครมิกโดยโรงงาน เป็นผู้บำบัดเอง เสียค่าบำบัดแพงที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติ料 มงคล ปริญาปริวัฒน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ธีระ เกรอด



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

MONGKOL PARINYAPARIWAT : MANAGEMENT AND TREATMENT OF WASTEWATER FROM A STEEL-PLATE GALVANIZING PLANT. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. THEERA KAROT, Ph.D. 129 PP.

The object of this research was to find the best method to manage and treat wastewater from a steel-plate galvanizing plant. The wastewater can be grouped as hot water rinse, cold water rinse, quench water, used chromic acid, acid and alkaline cleaner solution. Chemical and physical treatment of combined and separate wastewater were studied and compared. Caustic soda, lime and polymer were used in removal of heavy metal such as zinc and chromium. Sodium metabisulfite and ferrous sulfate were compared in reduction of chromium (VI) to chromium (III).

Lime was found to be more effective than caustic soda in removal of zinc in combined wastewater and quench water. The optimum pH was 9.5. Sodium metabisulfite gave better efficiency than ferrous sulfate in chromium (VI) reduction. Complete reduction was achieved by using excess sodium metabisulfite at 1.75 times of the theoretical requirements. Lime could also remove chromium better than caustic soda at the optimum pH of 8.5. To meet the Ministry of Industry's effluent standards, chromium of not more than 0.5 mg./l., the settled treated chromic acid effluent must be filtrated through low rate sand filter. Polymer at concentration of 0.2-1.0 mg./l. improved zinc removal efficiency in combined wastewater and quench water but had no effect on chromium removal.

Cost comparison revealed that the service of industrial waste service center under the supervision of Ministry of Industry based on the present cost prove to be the most economic method. Separate treatment of quench water, chromic acid and combined treatment of hot water rinse and cold water rinse was the second. Combined treatment of the whole wastewaters with separate treatment of chromic acid waste was the most expensive.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ENVIRONMENTAL ENGINEERING
สาขาวิชา SANITARY ENGINEERING
ปีการศึกษา 1989

ลายมือชื่อนิสิต มงคล ปริญญาภิวัฒน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา B3 1/พย



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกروت อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และมีค่ายิ่ง ตลอดจนช่วยกรุณาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณเหิน นววงศ์ และคุณวิทยา หาญกิตติพงศ์ไพบุลย์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและแนะนำในด้านต่างๆเกี่ยวกับโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา

อนึ่งผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้

คุณประโยชน์และความดีของวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่บิดา มารดา ที่รักและมีพระคุณสูง สดหาที่เปรียบมิได้ รวมทั้งพี่ๆ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยความรักเสมอมา

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย.....	2
2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
2.2 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
3 ทบทวนเอกสาร.....	3
3.1 การผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....	3
3.1.1 โลหะวิทยาของสังกะสี.....	3
3.1.2 แผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....	4
3.1.3 กระบวนการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....	6
3.2 ที่มาของน้ำเสียจากกระบวนการผลิต.....	8
3.2.1 การกำจัดน้ำมันจากแผ่นเหล็ก.....	8
3.2.2 การกำจัดสนิมเหล็กและมลทินจากแผ่นเหล็ก.....	8
3.2.3 การหล่อเย็นและล้างแผ่นเหล็กที่ผ่านการอาบสังกะสี.....	9
3.2.4 การเคลือบน้ำยากรดโครมิกบนแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....	9
3.3 รีดักชันทางเคมีของโครเมียม(VI).....	11
3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการรีดิวส์โครเมียม.....	11
3.3.2 ความต้องการปริมาณสารเคมีทางทฤษฎี.....	14
3.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยารีดักชันโครเมียม.....	14
3.4 ทฤษฎีการตกตะกอนทางเคมี.....	16
3.4.1 การตกตะกอนทางเคมีในรูปโลหะไฮดรอกไซด์.....	17
3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนทางเคมี.....	18
3.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดโลหะหนักโดยกระบวนการทางเคมี.....	20

บทที่	หน้า
4 การดำเนินการวิจัย.....	25
4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเสียในโรงงาน.....	25
4.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	26
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	27
4.4 การทดลองบำบัดน้ำเสียต่างๆโดยกระบวนการทางเคมี.....	30
4.4.1 น้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็นแผ่นเหล็กหลังการอบสังกะสี.....	30
4.4.2 น้ำเสียรวมจากบ่อน้ำเสียท้ายโรงงาน.....	32
4.4.3 น้ำเสียจากบ่อกรดโครมิก.....	34
4.4.4 น้ำเสียจากบ่อสารละลายกรดเข้มข้น.....	36
4.4.5 น้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้าง.....	36
4.4.6 การปรับพีเอชของน้ำที่ผ่านการกำจัดโลหะหนัก.....	36
5 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	37
5.1 การศึกษาในโรงงาน.....	37
5.1.1 ลักษณะน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต.....	37
5.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียกับปริมาณการผลิต.....	41
5.1.3 แนวทางลดปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียในกระบวนการผลิต.....	41
5.2 การทดลองบำบัดน้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็น.....	45
5.2.1 การกำจัดสังกะสีโดยโซดาไฟและปูนขาว.....	45
5.2.2 การกำจัดสังกะสีโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์.....	52
5.3 การทดลองบำบัดน้ำเสียรวมจากบ่อน้ำเสียท้ายโรงงาน.....	61
5.3.1 การกำจัดสังกะสีโดยโซดาไฟและปูนขาว.....	62
5.3.2 การกำจัดสังกะสีโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์.....	66
5.4 การทดลองบำบัดน้ำเสียจากบ่อกรดโครมิก.....	70
5.4.1 การรีดิวส์โครเมียม(VI) โดยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์และ เฟอร์รัสซัลเฟต.....	70
5.4.2 การกำจัดโครเมียมโดยโซดาไฟและปูนขาว.....	73
5.4.3 การกำจัดโครเมียมโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์.....	77
5.4.4 การกรองน้ำที่ผ่านการตกตะกอนโดยใช้ปูนขาวปรับพีเอชที่ 8.5 ด้วยเครื่องกรองทรายจำลอง.....	81

บทที่	หน้า
5.5 การปรับพีเอชน้ำที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรก.....	82
5.5.1 น้ำหล่อเย็นที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรก.....	82
5.5.2 น้ำเสียรวมที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรก.....	82
5.6 การปรับพีเอชน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้าง โดยโซดาไฟและปูนขาว.....	82
5.7 การศึกษาปริมาณต่างในการปรับพีเอชของน้ำเสียจาก บ่อสารละลายกรดเข้มข้น.....	86
5.8 การเปรียบเทียบค่าบำบัดน้ำเสีย.....	87
5.8.1 การเปรียบเทียบค่าบำบัดน้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็น น้ำร้อนล้าง และน้ำเย็นล้าง.....	87
5.8.2 การเปรียบเทียบค่าบำบัดกรดโครมิก.....	89
5.8.3 ค่าบำบัดสารละลายกรดเข้มข้น.....	89
6 สรุปผลการวิจัย.....	91
7 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยเพิ่มเติม.....	94
เอกสารอ้างอิง.....	95
ภาคผนวก ก.	99
ภาคผนวก ข.	112
ภาคผนวก ค.	122
ภาคผนวก ง.	124
ประวัติผู้วิจัย.....	129

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	คุณสมบัติของสังกะสี.....	4
3.2	ผู้ผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสีในปัจจุบัน.....	5
3.3	ความต้องการปริมาณสารเคมีทางทฤษฎี ในการรีดิวส์โครเมียม(VI) 1 มก./ล.....	14
3.4	ค่าคงที่ผลคูณการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิ 25 °ซ.....	18
4.1	สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	26
4.2	เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนที่ SOR. ต่างๆ.....	32
4.3	ปริมาณสารรีดิวส์ที่ทำการศึกษา.....	34
5.1	ลักษณะน้ำเสียประเภทที่เกิดตลอดเวลา.....	38
5.2	ลักษณะน้ำเสียประเภทที่เกิดเป็นครั้งคราว.....	40
5.3	ผลการกำจัดสังกะสีทั้งหมดในน้ำหล่อเย็นโดยปูนขาวอย่างเดียว และปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์.....	59
5.4	ผลการกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำหล่อเย็นโดยปูนขาวอย่างเดียว และปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์.....	60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	กระบวนการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสีแบบต่อเนื่อง.....	7
3.2	แผนผังที่มาของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....	10
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ H_2SO_4 และ HSO_4^- ที่พีเอชต่างๆ.....	13
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรีดิวส์โครเมียม(VI) กับเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาที่พีเอชต่างๆโดยใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารรีดิวส์.....	16
3.5	ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะบางชนิดที่พีเอชต่างๆ.....	19
4.1	เครื่องกวนผสมสำหรับจาร์เทสต์.....	28
4.2	โถทดลองและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง.....	28
4.3	เครื่องกรองทรายจำลองและลักษณะการติดตั้งเครื่องมือ.....	29
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียจากกระบวนการผลิต.....	42
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสีกับปริมาณน้ำใช้และน้ำเสีย.....	42
5.3	ระบบบ่อน้ำล้าง 3 บ่อต่ออนุกรมกัน.....	44
5.4	ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยโซดาไฟที่พีเอช 8.5-11.0.....	44-46
5.5	ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวที่พีเอช 8.5-11.0.....	48-49
5.6	ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์ชนิดประจุบวกที่พีเอช 9.5.....	53-54
5.7	ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์ชนิดไม่มีประจุที่พีเอช 9.5.....	55-56
5.8	ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์ชนิดประจุลบที่พีเอช 9.5.....	57-58
5.9	การเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในน้ำเสียนรวมที่ผ่านการบำบัดโดยโซดาไฟกับปูนขาวที่พีเอช 8.5-11.0.....	63-64
5.10	การเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในน้ำเสียนรวมที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพสิเมอร์ชนิดต่างๆที่พีเอช 9.5.....	67-68

รูปที่	หน้า
5.11 การเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในกรดโครมิกที่ผ่านการรีดิวส์ โดยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์กับเฟอร์รัสซัลเฟต.....	72
5.12 การเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในกรดโครมิกที่ผ่านการบำบัด โดยโซดาไฟกับปูนขาวที่พีเอช 7.๐-1๐.๐.....	74-75
5.13 การเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในกรดโครมิกที่ผ่านการบำบัด โดยปูนขาวร่วมกับสาร โพลีเมอร์ชนิดต่างๆที่พีเอช 8.5.....	78-79
5.14 ผลการปรับพีเอชของน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการกำจัดสังกะสีกับปริมาณกรดที่ใช้.....	83
5.15 ผลการปรับพีเอชของน้ำเสียรวมที่ผ่านการกำจัดสังกะสีกับปริมาณกรดที่ใช้.....	83
5.16 การเปรียบเทียบปริมาณของแข็งแขวนลอยและตะกอนที่เกิดจากการปรับพีเอช น้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้างโดยโซดาไฟกับปูนขาว.....	85



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย