228

การบำบัดน้ำเสียโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะ ด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุไอออน

นาย พุทธิสาร ชัยพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พศ.2538

ISBN 974-632-895-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15301705

TREATMENT OF ELECTROPLATING CHROMIUM WASTEWATER BY ION EXCHANGE

Mr. Puttisan Chaipan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-895-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโครเมียมด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุไอออน

โดย	นายพุทธิสาร ชัยพันธุ์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สายวรรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สายวรรณ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โสภณ เริงสำราญ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

พุทธิสาร ชัยพันธุ์ : การบำบัดน้ำเสียโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุไอออน (TREATMENT OF ELECTROPLATING CHROMIUM WASTEWATER BY ION EXCHANGE) อ.ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อมร เพชรสม, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.จินตนา สายวรรณ์, 106 หน้า ISBN 974-632-895-6

โลหะโครเมียมที่อยู่ในสารละลายในรูปของไอออนโครเมต ปล่อยออกมาจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็ก ถูกนำมาผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน โดยใช้เรซิ่น QUARON AU-808 และ DOWEX MSA-1 สำหรับแลกเปลี่ยนไอออนกับโครเมียม(VI) และใช้เรซิ่น QUARON JU-707 และ DOWEX MSC-1 สำหรับแลกเปลี่ยนไอออนประจุบวก พบว่าสามารถลดความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ลดลงเหลือต่ำกว่า 0.5 มก.ต่อลิตร โดยมีอัตราการไหลที่เหมาะสมระหว่าง 10-40 เท่าของปริมาตรเรซิ่นที่ใช้ ต่อชั่วโมง และทำการสกัดกลับโครเมียมด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ พบว่าเรซิ่น QUARON AU-808 มีประสิทธิภาพต่อการรีเจนเนอเรตต่ำ เนื่องจากเรซิ่นถูกออกซิไดซ์โดยกรดโครมิก ส่วนเรซิ่น DOWEX MSA-1 สามารถรีเจนเนอเรตด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 5-7 ที่อัตราการไหล 2 เท่าของปริมาตรเรซิ่นที่ใช้ต่อชั่วโมง

เมื่อนำเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้แยกไอออนโครเมตในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็ก พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย โดยความเข้มข้นของโครเมตและโครเมียมที่เล็ดลอดออกมา อยู่ในข้อกำหนดของมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

เครื่องต้นแบบชนิดแลกเปลี่ยนไอออน ที่ใช้จับโครเมตนี้ มีต้นทุนดำเนินการต่ำเปลี่ยนน้ำทิ้งให้เป็นน้ำดี และสามารถนำโครเมตและน้ำดีกลับมาใช้ใหม่ได้ และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C526325: :MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: : WASTEWATER/ CHROMIUM/ ION EXCHANGE
PUTTISAN CHAIPAN : TREATMENT OF ELECTROPLATING CHROMIUM WASTEWATER BY ION EXCHANGE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF AMORN PETSOM,Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: ASST.PROF. CHINTANA SAYWAN,Ph.D., 106 pp. ISBN 974-632-895-6

Chromate ion (VI) in wastewater from electroplating industry was treated by flowing through ion exchange resin. QUARON AU-808 and DOWEX MSA-1 were used for Cr(VI) anion exchange while QUARON JU-707 and DOWEX MSC-1 were used for cation exchange. The study showed that Cr(VI) concentration in artificial wastewater was reduced to less than 0.5 mg/L when the DOWEX MSA-1 was used, the flowrate delivery of wastewater was 10-40 times of resin bed volume per hour and flowrate of regeneration by 5-7%NaOH was 2 time of rsin bed volume per hour. The QUARON AU-808 resin showed low regenerating efficiency due to the oxidation caused by chromic acid.

The prototype was built to treat wastwater from a small plating factory and the result showed that the exhaust chromium was in the standard of industrial wastewater discharge.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา ความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนแนะนำเทคนิคต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและรับเชิญเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อีกทั้งกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เริงสำราญ ที่ได้กรุณาแนะนำความรู้และเทคนิคต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ ที่ให้คำแนะนำที่ดีแก่ข้าพเจ้า นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยผ่าน สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณทุกๆท่าน ที่มอบกำลังใจและกำลังกาย ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา และมารดาที่ให้โอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฎ
คำย่อที่ใช้ทั่วไป ..... ฐ
บทที่
1 บทนำ 1
2 การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
3 วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย 35
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 53
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 84
รายการอ้างอิง 87
ภาคผนวก 90
ประวัติผู้เขียน 92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการใช้สารประกอบโครเมียมในอุตสาหกรรมต่างๆ 3
ตารางที่ 2.2 แสดงความเข้มข้นของโลหะในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็ก 5
ตารางที่ 2.3 แสดงวิธีการแยกโลหะออกจากสารละลายเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ 11
ตารางที่ 2.4 แสดงวิธีการใช้เทคโนโลยีเพื่อนำโลหะจากกระบวนการชุบโลหะกลับ 12
มาใช้ใหม่
ตารางที่ 2.5 แสดงค่าของสมดุลย์การแตกตัว (pK) ของเรซิ่นแต่ละชนิด 20
ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของเรซิ่นแบบ QUARON JU-707 Strong acid cation 36
exchanger และ AU-808 Strong basic anion exchanger
ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติของเรซิ่น DOWEX MSC-1 Strong acid cation 37
exchanger
ตารางที่ 3.3 แสดงคุณสมบัติของเรซิ่น DOWEX MSA-1 Strong basic anion 38
exchanger
ตารางที่ 3.4 แสดงตำแหน่งการเปิด-ปิด วาล์ว ในแต่ละขั้นตอนการทดลอง 45
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของโครเมียมที่สามารถแยกได้ 54
ประสิทธิภาพสูงสุดของเรซิน GUARON AU-808
ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพการสกัดกลับโครเมียมจากน้ำเสียสังเคราะห์ 56
ตารางที่ 4.3 แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ในน้ำที่เล็ดลอดผ่านเรซิ่น 57
DOWAX MSA-1 ที่ระดับความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นต่างๆ
ที่อัตราการไหล 16 BV/hr
ตารางที่ 4.4 แสดงประสิทธิภาพของเรซินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้ 58
เมื่อเทียบกับความจุของเรซิน
ตารางที่ 4.5 แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} และพีเอช ของน้ำที่ผ่านเรซิ่น 61
DOWEX MSA-1 ที่อัตราการไหลต่างๆ เมื่อความเข้มข้น
ของน้ำเสียคงที่

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่			หน้า
ตารางที่	4.6	แสดงปริมาณโครเมตที่เรซิ่นจับไว้ได้ก่อนที่โครเมตจะ เล็ดลอดเกิน 0.5 มก. ต่อลิตร	63
ตารางที่	4.7	ปริมาณของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 3%NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/Hr	65
ตารางที่	4.8	ความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 5%NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/Hr	66
ตารางที่	4.9	ความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 7%NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/Hr	67
ตารางที่	4.10	ความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 9%NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/Hr	68
ตารางที่	4.11	ความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 10%NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/Hr	69
ตารางที่	4.12	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+}ที่รีเจนเนอเรตด้วย 7%NaOH ที่อัตราการไหลต่างๆ	70
ตารางที่	4.13	แสดงประสิทธิภาพการรีเจนเนอเรตโครเมต 4,000 มก ที่ถูกจับด้วยเรซิ่น	71
ตารางที่	4.14	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 7%NaOH ที่อัตราการไหลต่างๆ	73
ตารางที่	4.15	แสดงคุณภาพของน้ำทิ้งของโรงงานชุบโลหะที่ทำการศึกษาวิจัย	76
ตารางที่	4.16	แสดงความเข้มข้นของโลหะต่างๆในน้ำหลังผ่านเรซิ่น SAC-1 และ SBA ในขั้นตอนการบำบัด (Service) ทำการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง	77
ตารางที่	4.17	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} และ Total chromium ที่ รีเจนเนอเรตได้ในขั้นตอนสกัดกลับ (Recovery)	78
ตารางที่	4.18	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} และ pH ในน้ำล้างเรซิ่น SBA และ SAC-1	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 4.19 แสดงความเข้มข้นของโลหะชนิดต่างๆ ในสารละลายที่ได้จาก..... 81
การรีเจนเนอเรตเรซิ่น SAC-1
ตารางที่ 4.20 แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ในสารละลายที่ได้จาก..... 81
การรีเจนเนอเรตเรซิ่น SAC-2
ตารางที่ 4.21 แสดงความเข้มข้นของโลหะ ในน้ำล้างเรซิ่น SAC-1..... 82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่			หน้า
ภาพที่	2.1	แสดงขั้นตอนการชุบโครเมียมและน้ำทิ้งจากกระบวนการ	6
ภาพที่	2.2	แสดงการลดการเกิดของเสียและหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ของโรงงานชุบโลหะ	7
ภาพที่	2.3	แสดงโครงสร้างสารที่ได้จากปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชั่นระหว่างสไตรีนกับไดไวนิลเบนซีน	16
ภาพที่	2.4	แสดงปฏิกิริยาซัลโฟเนชั่นของสารโพลิเมอร์	17
ภาพที่	2.5	แสดงโครงสร้างของเรซิ่นแบบ SBA Type I และ SBA Type II	19
ภาพที่	2.6	แสดงบริเวณที่เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซิ่น	28
ภาพที่	2.7	แสดงตัวอย่างการแลกเปลี่ยนไอออนของการรีเจนเนอเรตด้วยวิธี Co-current และ Counter-current	29
ภาพที่	2.8	แสดงขั้นตอนการแยกโครเมียมจากจากน้ำทิ้งโรงงานชุบโลหะ	31
ภาพที่	3.1	แสดงรายละเอียดของคอลัมน์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	41
ภาพที่	3.2	แสดงรายละเอียดของคอลัมน์ของเครื่องต้นแบบ	42
ภาพที่	3.3	แสดงเครื่องต้นแบบที่ใช้ศึกษาวิจัย	43
ภาพที่	3.4	แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบ	46
ภาพที่	3.5	แสดงขั้นตอนการผ่านน้ำเสียเพื่อแยกโครเมียมออกจากน้ำทิ้งโรงงานชุบโลหะ (Service)	47
ภาพที่	3.6	แสดงขั้นตอนการรีเจนเนอเรตเรซิ่น SBA (DOWEX MSA-1) เพื่อสกัดกลับโครเมียมออก (Regeneration)และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกรดโครมิก (Recovery)	48
ภาพที่	3.7	แสดงขั้นตอนการล้างเรซิ่น (Rinse) SBA ด้วยน้ำ Deionized	49
ภาพที่	3.8	แสดงขั้นตอนการรีเจนเนอเรตเรซิ่น SAC -1 .(DOWEX MSC-1) ด้วย 8%H_2SO_4	50
ภาพที่	3.9	แสดงขั้นตอนการรีเจนเนอเรตเรซิ่น SAC-2.ด้วย 8%H_2SO_4	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่			หน้า
ภาพที่	3.10	แสดงขั้นตอนการล้างเรซิ่น SAC-1 (DOWEX MSC-1) ด้วยน้ำ Deionized	52
ภาพที่	4.1	แสดงความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำที่ผ่านเรซิน QUARON AU-808 กับความเข้มข้นขอองโครเมียมใน น้ำเสียที่ปริมาตร 1,000 , 2,000 และ 3,000 มล.	54
ภาพที่	4.2	กราฟแสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ในน้ำหลังผ่านเรซิ่น กับปริมาตรน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	60
ภาพที่	4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Cr^{6+} หลังผ่านเรซิ่นกับเวลา ที่อัตราการไหลต่างๆ	62
ภาพที่	4.4	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 1% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	65
ภาพที่	4.5	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 3% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	66
ภาพที่	4.6	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 5% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	67
ภาพที่	4.7	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 7% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	68
ภาพที่	4.8	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 9% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	69
ภาพที่	4.9	แสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 10% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr	70
ภาพที่	4.10	กราฟแสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} ที่รีเจนเนอเรตด้วย 7% NaOH ที่อัตราการไหลต่างๆ	73
ภาพที่	4.12	กราฟแสดงความเข้มข้นของ Cr^{6+} และโครเมียมที่รีเจนเนอเรต ด้วย 5%NaOH	79

คำย่อและสัญลักษณ์ที่ใช้

มก.	:	มิลลิกรัม
มก. ต่อลิตร	:	มิลลิกรัมต่อลิตร
BV	:	Bed Volume
BV/hr	:	Bed volume per hour
eq	:	Equivalent
gpm	:	Gallon per minute
meq/ml	:	Milliequivalent per milliliter
mg/L	:	Milligram per liter
mg/m^3	:	Milligram per cubic meter

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย