

การนำกลับโคโรเมียมจากน้ำเสียพอกหนึ่ง
ด้วยโรงทดลองน้ำร่อง



นายชัชวาล จันทรคัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-584-133-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RECYCLE OF CHROMIUM FROM TANNING

WASTEWATER BY PILOT PLANT

MR. CHATCHAVAL CHANDUNG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-584-133-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำกลีบโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่อง
โดย นายชัชวาล จันทรคิ่ง
ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรรณสวัสดิ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ดร.เพชรพร เช่าวกิจเจริญ)



ชัชวาล จันทรค์ดัง : การนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่อง (RECYCLE OF CHROMIUM FROM TANNING WASTEWATER BY PILOT PLANT) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 125 หน้า. ISBN 974-584-133-1

การนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังได้ทดสอบในสภาพจริงด้วยโรงทดลองนำร่องที่ได้ออกแบบโดยใช้ข้อมูลในห้องปฏิบัติการที่ทำมาก่อนหน้านี้เป็นพื้นฐาน น้ำเสียจากการฟอกโครมเป็นทั้งประเภทที่มีและไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม และจากโรงงานเดียวกัน สารเคมีที่ใช้มี 2 ชนิด คือแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) จากการทดลองที่สภาวะต่าง ๆ พบว่าการตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วย MgO และแยกน้ำจากตะกอนผลึกโดยทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดทั้งในน้ำเสียที่ไม่มีและมีสารช่วยตรึงโครเมียม โดยปริมาณ MgO ที่ใช้เป็น 2 เท่าและ 4 เท่าของความต้องการทางทฤษฎีตามลำดับ พีเอชของสารละลายเฉลี่ย 9.0 และ 9.3 มีโครเมียมในน้ำออก 481.9 และ 170.7 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการตกตะกอนผลึกในห้องปฏิบัติการ 90.6 และ 89.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในภาคสนาม 89.4 และ 88.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตะกอนผลึกที่ได้จับตัวเร็วและได้ตะกอนแน่นหลังจากตกตะกอน 1 ชั่วโมงแล้วสามารถนำสลัดจ์ที่ได้ไปนำกลับโครเมียมโดยละลายด้วยกรดซัลฟูริก (1+1) ควบคุมพีเอชให้เท่ากับ 2.5-2.8 สภาวะนี้มีประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในห้องปฏิบัติการ 75.9 และ 79.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในภาคสนาม 97.5 และ 88.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถเดินระบบได้ดี ง่ายต่อการควบคุมดูแล รวมทั้งสารละลายโครเมียมที่นำกลับมาใช้ใหม่ไม่มีผลต่อคุณภาพของหนังผลิตภัณฑ์

ส่วนการใช้ Na_2CO_3 ไม่เหมาะสม เนื่องจากค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีของการนำกลับน้ำเสีย ในกรณีที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียมสูงมาก (สูงกว่า MgO 2 เท่า) และใช้เวลาในการตกตะกอนนาน (15-20 ชั่วโมง) ส่วนน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียมไม่สามารถใช้ Na_2CO_3 ได้เช่นกัน เนื่องจากประสิทธิภาพการนำกลับต่ำมาก และมีความยุ่งยากในการเดินระบบสูง

เมื่อพิจารณาทางด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยตรึงจะสามารถคุ้มทุนในระยะเวลา 3-7 ปี ส่วนการนำกลับโครเมียมในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงด้วยระบบนี้ไม่เหมาะสม เนื่องจากน้ำทิ้งจากการฟอกโครมประเภทนี้มีปริมาณโครเมียมต่ำทำให้ไม่คุ้มทุน

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสาขาภิบาล
ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C416863 : MAJOR SANITARY ENGINEERING

KEY WORD: TANNING / RECYCLE / CHROMIUM / PILOT PLANT / WASTEWATER

CHATCHAVAL CHANDUNG : RECYCLE OF CHROMIUM FROM TANNING WASTEWATER
BY PILOT PLANT. THESIS ADVISOR : PROF.THONGCHAI PANSWAD, Ph.D.
125 pp. ISBN 974-584-133-1

The chrome recovery from tanning wastewater was investigated in field conditions using a real size pilot plant, which was designed based on the laboratory data earlier obtained. The wastewater samples were from the same factory, under the conditions of with and without tanning additive. The precipitating chemicals investigated were MgO and Na₂CO₃. The precipitation with MgO, followed by 1 hour sedimentation, was optimal while the dosage was 2 and 4 times that of stoichiometric requirement for the without and with additive conditions, respectively. The pH of the supernatant was on the average 9.0 and 9.3 whereas the effluent chromium content was 481.9 and 170.7 mg/l with the corresponding removal efficiency of 90.6 and 89.7 percent using laboratory data and of 89.4 and 88.4 percent using field data, respectively. The precipitate possessed high settling velocity and the resulted sludge was highly dense. The chromium could be recovered efficiency of 75.9 and 79.5 percent using laboratory data and of 97.5 and 88.6 percent using field data, respectively, by redissolving the sludge with 1+1 H₂SO₄ and keeping the pH at 2.5 to 2.8. The process was demonstrated to be simple on operation and the recovered chromium solution apparently showed no adverse effect on the leather products.

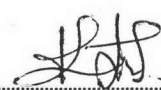
Another alternative using Na₂CO₃ as the precipitant for the "without-additive" condition was not promising because of its high chemical cost (about twice that of the MgO case) and excessive settling period (15-20 hours). In the case of "with-additive", the process was improbable due to the low recovery rate and problems encountered in running the plant.


The alternative using MgO precipitation of the "without-additive" wastewater proved by economically break even in 3-7 years period while that of the "with-additive" wastewater was not economical owing to the lower chromium content in the tanning discharge.

ภาควิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา..... วิศวกรรมสาขาภิบาล

ปีการศึกษา..... 2536

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์และ
อาจารย์อรรถชัย ชวาลภาฤทธิ ที่ได้กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ให้ความเมตตาอนุเคราะห์ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ

ขอขอบพระคุณ Deutsche Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit (GTZ) GmbH ที่ให้ทุนอุดหนุนในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณ Bernhard Meyhoefer และคุณบุญสม ลีวีร์วิไล จากกรม
โรงงานอุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาและข้อมูลบางส่วน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณโรงงานฟอกหนังบูรารักษ์ แทนเนอร์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ให้
ความร่วมมือในการทดลอง ตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ช่วยตรวจรายงานการวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและส่งเสริมสนับสนุน
การศึกษาของผู้วิจัยมาตลอด

ธีชวาล จันทร์ดั่ง



สารบัญเรื่อง

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญเรื่อง	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญภาพ	ฅ

บทที่

1	บทนำ	1
	1.1 คำนำ	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
2	การทบทวนเอกสาร	4
	2.1 เคมีของโครเมียม	4
	2.2 การฟอกหนัง	6
	2.3 งานวิจัยในต่างประเทศ	13
	2.4 เศรษฐศาสตร์ของการนำกลับโครเมียมของอุตสาหกรรมฟอกหนัง	22

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.5	สารเคมีที่เหมาะสมในการนำกลับโครเมียมในการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ 25
3	รูปแบบของโรงทดลองนาร์รอง 28
4	แผนการและการดำเนินงานวิจัย 40
4.1	แผนการวิจัย 40
4.2	การดำเนินการวิจัย 42
4.3	พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ 46
5	ผลการทดลองและการวิจารณ์ 48
5.1	การวิเคราะห์โครเมียมในภาคสนาม 48
5.2	การทดสอบเดินระบบในสภาวะต่าง ๆ 50
5.3	การทดสอบที่สภาวะปกติของโรงงานบรารัมส์ 70
5.4	ปัญหาในการเดินระบบโรงทดลองนาร์รอง 78
5.5	ขั้นตอนการเดินระบบโรงทดลองนาร์รองที่เหมาะสม 79
6	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ 81
6.1	วิธีการหาอัตราผลตอบแทนลงทุน 81
6.2	ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราผลตอบแทนลงทุน 82
7	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 91
	เอกสารอ้างอิง 93

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.	96
ภาคผนวก ข.	100
ภาคผนวก ค.	106
ภาคผนวก ง.	114
ภาคผนวก จ.	121
ประวัติผู้เขียน	125

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพหนังผลิตเมื่อใช้และไม่ใช้โครเมียมหนักกลับ16
2.2	การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ของกระบวนการนำกลับโครเมียม มาใช้ใหม่.....24
2.3	สรุปผลการทดลองในระดับโต๊ะทดลองสำหรับการนำกลับโครเมียม จากน้ำเสียจากการฟอกโครม.....26
5.1	การทดลองเดินระบบด้วยโรงทดลองนำร่องจากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสาร ช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึกและทิ้งให้ตกตะกอน.....51
5.2	การทดลองเดินระบบด้วยโรงทดลองนำร่อง จากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ ในการตกตะกอนผลึกและใช้เครื่องอัดกรอง.....53
5.3	การทดลองเดินระบบด้วยโรงทดลองนำร่อง จากน้ำฟอกโครมที่ไม่มีสารช่วยตรึง ใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการตกตะกอนผลึกและทิ้งให้ตกตะกอน.....55
5.4	การทดลองเดินระบบด้วยโรงทดลองนำร่อง จากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึกและทิ้งให้ตกตะกอน.....58
5.5	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสาร ช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม).....62
5.6	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ Na ₂ CO ₃ ในน้ำเสียที่ไม่มีสาร ช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม).....63
5.7	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสาร ช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม).....64
5.8	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่ไม่มีสาร ช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ).....65
5.9	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ Na ₂ CO ₃ ในน้ำเสียที่มีสาร ช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ).....66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.10	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมโดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสาร ช่วยตรึง (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ).....67
5.11	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดลองระยะสั้น โดยการวิเคราะห์ในภาคสนาม และในห้องปฏิบัติการ.....69
5.12	การทดลองเดินระบบโรงทดลองน้ำร่อง ที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์ จากน้ำฟอกโครมที่มีสารช่วยตรึง ใช้แมกนีเซียมออกไซด์ในการตกตะกอนผลึก และทิ้งให้ตกตะกอน.....73
5.13	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในการศึกษาที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์ โดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในสนาม).....75
5.14	ประสิทธิภาพการนำกลับโครเมียมในการศึกษาที่สภาวะปกติของโรงงานบุรารักษ์ โดยใช้ MgO ในน้ำเสียที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ).....76
5.15	ผลการวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียจากการฟอกโครมและสารละลาย ที่นำกลับมาใช้ใหม่.....77
5.16	การเปรียบเทียบปัญหาในการทำงาน.....80
6.1	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเงินลงทุน 1,310,483 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 10% กรณีศึกษา : การตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมออกไซด์สำหรับน้ำเสีย ที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม.....83
6.2	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเงินลงทุน 1,310,483 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 15.5% กรณีศึกษา : การตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมออกไซด์สำหรับน้ำเสีย ที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม.....85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.3	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเงินลงทุน 90,648 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 10% กรณีศึกษา : การตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมออกไซด์สำหรับน้ำเสีย ที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม.....86
6.4	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเงินลงทุน 90,648 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 15.5% กรณีศึกษา : การตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมออกไซด์สำหรับน้ำเสีย ที่ไม่มีสารช่วยตรึงโครเมียม.....87
6.5	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยเงินลงทุน 1,310,483 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 15.5% กรณีศึกษา : การตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมออกไซด์สำหรับน้ำเสีย ที่มีสารช่วยตรึงโครเมียม.....88
6.6	การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ของกระบวนการนำกลับ โครเมียมมาใช้ใหม่.....90

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	โครเมียม (III) ที่พีเอชต่าง ๆ..... 4
2.2	การกำจัดโครเมียม (III) ด้วยไฮดรอกไซด์ เทียบกับพีเอช..... 5
2.3	กรรมวิธีก่อนฟอก การฟอกโครมและฮ้อมสี..... 7
2.4	กรรมวิธีการฟอก การฟอกฟาดและฮ้อมสี..... 11
2.5	แผนภาพการไหลการนำกลับโครเมียม..... 15
2.6	ระบบนำกลับโครเมียมจากน้ำฟอกโครมที่มีการฟอกหนึ่ง ซึ่งผ่านการแช่ปูนขาว น้ำหนัก 20 ตัน/วัน..... 18
2.7	แผนภาพการไหลของโรงทดลองนำร่องของการนำกลับโครเมียม ที่กานเพอร์ ประเทศอินเดีย..... 19
2.8	ขั้นตอนกระบวนการนำกลับโครเมียมแบบแบตช์..... 22
3.1	ผังโรงงานฟอกหนึ่งบูรารักษ์ และที่ตั้งโรงทดลองนำร่อง..... 29
3.2	แผนภาพการไหลของโรงทดลองนำร่องของโครงการ..... 30
3.3	รูปตัดชลศาสตร์ของระบบนำกลับโครเมียมในโครงการ..... 31
3.4	รายละเอียดของถังสำหรับโรงทดลองนำร่องในโครงการ..... 35
3.5	ผังบริเวณของระบบการนำกลับโครเมียมในโครงการ..... 39
4.1	แผนภูมิการศึกษาการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนึ่ง ด้วยโรงทดลองนำร่อง..... 41
4.2	พารามิเตอร์ วิธีวิเคราะห์และจุดตรวจวัดในการทดสอบเดินระบบ โรงทดลองนำร่อง..... 47
5.1	ประสิทธิภาพการนำกลับและประสิทธิภาพการกำจัดของการเดินระบบ โรงทดลองนำร่อง ที่สภาวะต่าง ๆ จากผลการวิเคราะห์ในภาคสนาม..... 71
5.2	ประสิทธิภาพการนำกลับและประสิทธิภาพการกำจัดของการเดินระบบ โรงทดลองนำร่อง ที่สภาวะต่าง ๆ จากผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ..... 72

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	บ่อรวบรวมน้ำเสียฟอกโครม.....	32
3.2	ถังบำบัดโครเมียม.....	32
3.3	ถังละลายโครเมียม.....	34
3.4	ไฮโดรสกรีน.....	34