การกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์

นางครุณี รัตนสุวรรณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-582-068-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018863 I 15396800

REMOVAL OF CHROMIUM AND NICKEL IN WASTEWATER BY FERRITE PROCESS

MRS. DARUNEE RATANASUWON

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

GRADUATE SCHOOL

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1992

ISBN 974-582-068-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟลร์ไรท์

โดย นางครุณี รัตนสุวรรณ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรภี โรจน์อารยานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุรภี โรจน์อารยานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถาวร ธีรคุปต์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ครุณี รัตนสุวรรณ : การกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์
(REMOVAL OF CHROMIUM AND NICKEL IN WASTEWATER BY FERRITE PROCESS)
อ.ที่ปรึกษา : อาจารย์ สุรภี โรจน์อารยานนท์, 145 หน้า. ISBN 974-582-068-7

การศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พบว่า เงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมคือ pH 10 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ pH 11 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส สำหรับนิเกิลคือ pH 10 ถึง 11 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลพร้อมกันคือ pH 10 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนโมลที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำเสียสังเคราะห์คือ $Cr^{3+}/Iron_{total} = 14.85 \times 10^{-3}$, $Ni^{2+}/Iron_{total} = 13.15 \times 10^{-3}$ ประสิทธิภาพกำจัดโครเมียมและนิเกิลมีค่า 100% อัตราส่วนโมลที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์คือ $Cr^{3+}/Iron_{total} = 2.51 \times 10^{-3}$, $Ni^{2+}/Iron_{total} = 1.4 \times 10^{-3}$ ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมและนิเกิลมีค่า 100% อัตราส่วนโมลที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์คือ $Cr^{3+}/Iron_{total} = 1.8 \times 10^{-3}$, $Ni^{2+}/Iron_{total} = 0.76 \times 10^{-3}$ ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมและนิเกิลมีค่า 100% และ 98.27% ตามลำดับ เมื่อทดสอบความเสถียรของกากตะกอนเฟอร์ไรท์ที่สังเคราะห์จากน้ำเสียโรงชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์ และน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์ โดยวิธี leaching test ในเวลา 6 ถึง 24 ชั่วโมง พบว่ามีความเสถียรที่ pH 3 ถึง pH 5.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต ครุณี รัตนสุวรรณ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C225873 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: CHROMIUM / NICKEL / WASTEWATER TREATMENT / FERRITE PROCESS

DARUNEE RATANASUWON : REMOVAL OF CHROMIUM AND NICKEL IN WASTEWATER BY FERRITE PROCESS. THESIS ADVISOR : SURAPEE ROJARAYANONT, M.Sc.

145 pp. ISBN 974-582-068-7

The optimum conditions for removal of chromium and nickel in wastewater by ferrite process were studied. It was obvious that chromium could be removed by the ferrite process at pH 10 and temperature of 70°C, pH 11 and temperature of 65 °C while nickel could be removed by the ferrite process at the pH range of 10-11 and temperature of 70 °C. In case of simultaneous treatment of both chromium and nickel, the optimum conditions were at pH 10 and temperature of 70°C and the mole ratios of $Cr^{3+}/Iron_{total}$ and $Ni^{2+}/Iron_{total}$ in the synthetic wastewater were 14.85×10^{-3} and 13.15×10^{-3}, respectively. Under these conditions, the efficiencies for removal chromium and nickel were 100%. The mole ratios of $Cr^{3+}/Iron_{total}$ and $Ni^{2+}/Iron_{total}$ of electroplating wastewater without cyanide were 2.51×10^{-3} and 1.4×10^{-3}, respectively. Under these conditions, the efficiencies for removal of chromium and nickel were 100% . The mole ratios of $Cr^{3+}/Iron_{total}$ and $Ni^{2+}/Iron_{total}$ of electroplating wastewater with cyanide were 1.8×10^{-3} and 0.76×10^{-3}, respectively. Under these conditions, the efficiencies for removal chromium and nickel were 100% and 98.27%, respectively. The ferrite sludges from electroplating wastewater without and with cyanide were stable by leaching test at pH range of 3-5.8 and the period of 6-24 hours.

ภาควิชา Inter-department ลายมือชื่อนิสิต อรณี รัตนสุวรรณ

สาขาวิชา Environmental Science ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 1992 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือของอาจารย์หลายท่าน ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์สุรภี โรจน์อารยานนท์ ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มาด้วยดีตลอดจนตรวจวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช สายเชื้อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตลานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์ ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และให้การแนะนำแก้ไข เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ พิสุทธอานนท์ และ คุณประเสริฐ เชียวพิมพา แห่งภาควิชาธรณีวิทยา ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อให้ใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนในการวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. ทฤษฎี..... 8

3. วิธีการทดลอง..... 28

4. ผลการทดลอง..... 38

5. สรุปวิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 83

เอกสารอ้างอิง..... 92

ภาคผนวก..... 96

ประวัติผู้เขียน..... 145

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 โรงงานที่มีกากสารพิษในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง..... 3

1.2 ปริมาณกากสารพิษในรูปของตะกอน ของแข็งและน้ำเสีย..... 4

4.1 สรุปผลการกำจัดโครเมียมความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ..... 40

4.2 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของโครเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 43

4.3 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของโครเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 10 อุณหภูมิ 65° ซ..... 45

4.4 สรุปผลการกำจัดนิเกิลความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ..... 49

4.5 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 52

4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 11 อุณหภูมิ 70° ซ..... 54

4.7 สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนโมล Cr^{3+}/Iron$_{total}$ และ Ni^{2+}/Iron$_{total}$ ที่เหมาะในการกำจัดสารละลายผสมของโครเมียมและนิเกิลด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 59

4.8 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของสารผสมโครเมียมและนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 64

4.9 ชนิดและปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์และน้ำเสียโรงชุบโลหะหนักที่ไม่มีไซยาไนด์ เก็บจากศูนย์บริการกำจัดกาก..... 67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนโมล $Cr^{3+}/Iron_{total}$ และ $Ni^{2+}/Iron_{total}$ ที่พอเหมาะในการกำจัดของโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียโรงชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 69

4.11 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์ 20 มิลลิลิตร พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ $FeSO_4.7H_2O$ 14.4 กรัม..... 72

4.12 สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนโมล $Cr^{3+}/Iron_{total}$ และ $Ni^{2+}/Iron_{total}$ ที่พอเหมาะในการกำจัดของโครเมียมและนิเกิล ในน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์ ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ..... 75

4.13 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์ 120 มิลลิลิตร พีเอช 10 อุณหภูมิ70° ซ $FeSO_4.7H_2O$ 14.4 กรัม..... 78

4.14 สรุปผลความเข้มข้นของโครเมียม (มก./ลบ.ดม.) ภายหลังการทำ leaching test ของกากตะกอนภายใต้เงื่อนไขต่างๆ..... 81

4.15 สรุปผลความเข้มข้นของนิเกิล (มก./ลบ.ดม.) ภายหลังการทำ leaching test ของกากตะกอนภายใต้เงื่อนไขต่างๆ..... 82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างสไปเนลของเฟอร์ไรท์	10
2.2	โครงสร้างเฮกซาโกนอล เฟอร์ไรท์	11
2.3	โครงสร้างแรเอ้ร์ทการ์เนท	12
2.4	แผนผังของแบบกำจัดโลหะหนักสำหรับโรงงานชุบกำหนดโดยกรมโรงงาน ...	14
2.5	เงื่อนไขการออกซิไดซ์ ของการเกิด Fe_3O_4.....	16
2.6	แผนผังแสดงขั้นตอนทดลองกำจัดโลหะหนักโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์	19
3.1	Reaction Vessel ในการทดสอบกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	29
4.1	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดโครเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ.....	41
4.2	ความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดโครเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ.	42
4.3	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดโครเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช10 อุณหภูมิ 70°ซ.....	44
4.4	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดโครเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 11 อุณหภูมิ 65°ซ.....	46
4.5	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดนิเกิลด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ.....	50
4.6	ความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดนิเกิลด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ....	51
4.7	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70°ซ.	53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.8	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดนิเกิล 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 11 อุณหภูมิ 70°ซ.	55
4.9	เปรียบเทียบความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดโครเมียมและนิเกิลด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่างๆ.....	57
4.10	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดสารผสมนิเกิลและโครเมียม ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ. ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ.....	61
4.11	ความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดสารผสมนิเกิลและโครเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70° ซ. ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ.....	63
4.12	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดนิเกิลและโครเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 10 อุณหภูมิ 70°ซ $FeSO_4.7H_2O$ 14.4 กรัม.....	65
4.13	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียที่ไม่มีไซยาไนด์ ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ	70
4.14	ความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียที่ไม่มีไซยาไนด์ ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ....	71
4.15	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์ 20 มิลลิลิตร $FeSO_4.7H_2O$ 14.4 กรัม	73
4.16	X-ray Diffraction Pattern ของตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียที่มีไซยาไนด์ ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ	76

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.17	ความสูงของ X-ray Diffraction Peak ที่ตำแหน่ง 2θ = 35.4 ของตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียที่มีไซยาไนด์ ที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ.....	77
4.18	แสดงการเปลี่ยนค่า Oxidation Reduction Potential ของการกำจัดน้ำเสียโรงชุบโลหะที่มีไซยาไนด์ 120 มิลลิลิตร $FeSO_4.7H_2O$ 14.4 กรัม	79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย