การกำจัดตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์

นางสาวกุลยา จงศิริลักษณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-749-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012391 I1029877O

REMOVAL OF LEAD AND CADMIUM IN WASTEWATER BY FERRITE PROCESS

Miss Kulaya Jongsiriluck

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

1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์

โดย นางสาวกุลยา จงศิริลักษณ์

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรภี โรจน์อารยานนท์

รองศาสตราจารย์ แม้น อมรสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนบุรานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ แม้น อมรสิทธิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ สุรภี โรจน์อารยานนท์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์
ชื่อนิสิต	นางสาวกุลยา จงศิริลักษณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุรภี โรจน์อารยานนท์
	รองศาสตราจารย์ แม้น อมรสิทธิ์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา	2529

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พบว่า เงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วคือ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สำหรับแคดเมียมคือที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 55 ถึง 70 องศาเซลเซียส กรณีที่ใช้กำจัดตะกั่วและแคดเมียมพร้อมกัน เงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดคือ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนโมล $Pb^{2+}/Iron_{total} = 0.007$ $Cd^{2+}/Iron_{total} = 0.013$ จะเกิดเฟอร์ไรท์ได้ดี ที่เงื่อนไขดังกล่าวนี้ประสิทธิภาพของการกำจัดตะกั่ว และแคดเมียมมีค่าเป็น 99.91 เปอร์เซนต์ และ 99.97 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่ากระบวนการเฟอร์ไรท์อาจถูกรบกวนได้จากตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น MIBK ที่ผสมอยู่ 5% แต่ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ดี เช่น เอทานอล จะไม่มีผลต่อกระบวนการนี้ สำหรับเทคนิคในการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ อะตอมมิคแอบซอพชัน และ X-ray diffraction ซึ่งใช้ในการยืนยันคุณสมบัติความเป็นสารแม่เหล็กของตะกอนเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่าง ๆ

Thesis Title	Removal of Lead and Cadmium in Wastewater by Ferrite Process
Name	Miss Kulaya Jongsiriluck
Thesis Advisor	Surapee Rojarayanont
	Associate Professor Maen Amorasit
Inter Department	Environmental Science
Academic Year	1986

Abstract

The optimum conditions for removal of lead and cadmium in wastewater by ferrite process were studied. It was obvious that lead could be removed by the ferrite process at pH 9 and temperature of 70°C. while cadmium could be removed by this process at the temperature range of 55°-70°C. and pH 9. In case of simultaneous treatment of both lead and cadmium, the optimum conditions were at pH 9 and temperature of 70°C. and the mole ratios of $Pb^{2+}/Iron_{total}$ and $Cd^{2+}/Iron_{total}$ in the initial solution were 0.007 and 0.013, respectively. Under these conditions, the efficrencies for removal of lead and cadmium were 90.91% and 99.97%, respectively. Moreover, it was found that some organic solvent eg., 5% MIBK could effect the efficiency of the ferrite process for removal of lead and cadmium, while there was no effect from ethanol even at concentration of 10%

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งของอาจารย์ สุรภี โรจน์อารยานนท์ และ รองศาสตราจารย์ แม้น อมรสิทธิ์ ที่ได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมถึงการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนตรวจวิทยานิพนธ์แก่ผู้เขียน ทั้งนี้รวมถึงคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์อีก 2 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ ที่ได้กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้นไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ พงศาพิชญ์ และ คุณประเสริฐ เขียวพิมพา แห่งภาควิชาธรณีวิทยา ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อให้ใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ ตลอดจนนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบริษัทไทยอาซาฮีไซดาไฟ จำกัด และ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนในการวิจัยครั้งนี้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. ทฤษฎี..... 17

3. วิธีการทดลอง..... 33

4. ผลการทดลอง..... 45

5. สรุปวิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 86

เอกสารอ้างอิง..... 91

ภาคผนวก..... 94

ประวัติ..... 155

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ประเภทและจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนักจากโรงงานอุตสาหกรรมในกรุงเทพมหานคร.....	2
1.2	อุตสาหกรรมหรือหน่วยงานกับขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการปล่อยแคดเมียมและตะกั่วในสิ่งแวดล้อม.....	6
2.1	ค่ารัศมีไอออนิกของโลหะแทรนซ์ชัน, nm.....	19
4.1	สรุปผลการกำจัดตะกั่วความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่าง ๆ.....	46
4.2	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันของตะกั่ว 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70^{o}ซ.....	48
4.3	สรุปผลการกำจัดแคดเมียมความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่เงื่อนไขต่าง ๆ.....	53
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันของแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 55^{o}ซ.	55
4.5	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันของแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70^{o}ซ.	60
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันของสารผสมตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร พีเอช 9 อุณหภูมิ 70^{o}ซ.	62
4.7	สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนโมล $Pb^{2+}/Iron_{total}$ และ $Cd^{2+}/Iron_{total}$ พอเหมาะในการกำจัดสารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70^{o}ซ.	65
4.8	สรุปผลการศึกษาผลของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70^{o}ซ.	67
4.9	สรุปผลการทดลองตกตะกอนสารผสมตะกั่วและแคดเมียมด้วยวิธีตกตะกอนแบบธรรมดา.....	70
4.10	ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บจากบริเวณห้องปฏิบัติการ และห้องปฏิบัติการโดยตรง ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	สรุปผลการทดลองกำจัดน้ำเสียด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	73
4.12	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ยของการกำจัดน้ำเสีย ตัวอย่างที่ 2 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	74
4.13	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ยของการกำจัดน้ำเสีย ตัวอย่างที่ 3 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	76
4.14	การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ยของการกำจัดน้ำเสีย ตัวอย่างที่ 4 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	78
4.15	ชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ใช้ตามห้องปฏิบัติการในจุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย ช่วงปีการศึกษา 2526-2529.....	82

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังของแบบกำจัดโลหะหนักสำหรับโรงงานชุบกำหนดโดยกรมโรงงาน	10
2.1	โครงสร้างสไปเนลของเฟอร์ไรท.....	18
2.2	โครงสร้างเฮกซาโกนอล เฟอร์ไรท์.....	22
2.3	แผนผังแสดงขั้นตอนทดลองกำจัดโลหะหนักโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์...	23
2.4	เงื่อนไขการออกซิไดส์ของการเกิด Fe_3O_4.....	25
2.5	แผนผังแสดงเทคนิคการวัดโดยอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน สเปคโทรโฟโตมิเตอร์.....	26
2.6	การเลี้ยวเบนของเอกซเรย์โดยผลึก.....	30
2.7	วงเลี้ยวเบนของเอกซเรย์เมื่อชนผลึกที่เป็นผง.....	30
2.8	ส่วนประกอบของเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์โดยทั่วไป.....	32
3.1	Reaction Vessel ในการทดสอบกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	34
3.2	ส่วนประกอบของเครื่องมือในการทดสอบกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	35
4.1	แสดงการเปลี่ยนค่าศักย์ออกซิเดชัน (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดตะกั่ว 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	49
4.2	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดตะกั่วด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 55°,60°,65°,70° และ 75°ซ. ตามลำดับ.....	50
4.3	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดตะกั่วด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่ 70°ซ. พีเอช 9, 10 และ 11 ตามลำดับ...	51
4.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชัน (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 55°ซ.	56
4.6	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนเฟอร์ไรท์จากการกำจัดแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 55°, 60°, 65°, 70° และ 75°ซ. ตามลำดับ.....	57

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนเฟอร์ไรท์จากการกำจัดแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่ 70°ซ.พีเอช 9,10 และ 11 ตามลำดับ.....	58
4.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชัน (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	61
4.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชัน (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดตะกั่ว และแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ ที่ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	63
4.9	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนเฟอร์ไรท์จากการกำจัดสารผสมตะกั่วและแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	64
4.10	X-ray Diffraction Patterns ซึ่งแสดงผลของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อการกำจัดสารผสมตะกั่วและแคดเมียมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	68
4.11	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ย (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดน้ำเสียตัวอย่างที่ 2 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	75
4.12	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ย (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดน้ำเสียตัวอย่างที่ 3 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	77
4.13	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชันเฉลี่ย (มิลลิโวลต์) ของการกำจัดน้ำเสียตัวอย่างที่ 4 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์.....	79
4.14	X-ray Diffraction Patterns ของตะกอนจากการกำจัดน้ำเสียตัวอย่างหมายเลข 2,3 และ 4 ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรท์ พีเอช 9 อุณหภูมิ 70°ซ.	80