ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
203332

การนำกลับโลหะเงินจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีเคมี

RECOVERY OF SILVER FROM COD ANALYSIS WASTEWATER BY CHEMICAL PROCESS

นายสราวุธ สุวรรณโครต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

b00257062

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
203332

การนำกลับโลหะเงินจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีเคมี

RECOVERY OF SILVER FROM COD ANALYSIS WASTEWATER BY CHEMICAL PROCESS

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นางสาวศริญญา สุวรรณโครธ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

การนำกลับโลหะเงินจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีเคมี

นางสาวศริญญา สุวรรณโครธ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

RECOVERY OF SILVER FROM COD ANALYSIS WASTEWATER BY CHEMICAL PROCESS

MISS SARINYA SUWANKORT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ชื่อวิทยานิพนธ์: การนำกลับโลหะเงินจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีทางเคมี

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวศริญญา สุวรรณโครธ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

ดร. ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์	ประธานกรรมการ
ดร. กัลยกร ขวัญมา	กรรมการ
ผศ. ดร. เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์	กรรมการ
รศ. ดร. ภิญญ์ฑิตา มุ่งการดี	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ภิญญ์ฑิตา มุ่งการดี)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศริญญา สุวรรณโครธ. 2553. **การนำกลับโลหะเงินจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีเคมี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:** รศ. ดร. ภิญญ์ฑิตา มุ่งการดี

บทคัดย่อ

203332

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการนำกลับโลหะเงิน: ซึ่งเป็นโลหะเงินที่มีค่าออกจากน้ำเสียการวิเคราะห์ซีโอดี แตกต่างจากการตกตะกอนโลหะอื่น โลหะเงินยากต่อการตกตะกอนหากใช้วิธีการปรับพีเอชอย่างเดียว ดังนั้นการวิจัยนี้จึงใช้การตกตะกอนแบบจำเพาะ เพื่อนำกลับและกำจัดเงินออกจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี ในการศึกษานี้ใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารในการช่วยตกตะกอนการตกตะกอนโลหะเงินโดยมีการใช้โซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 20 30 40 50 และ60 กรัม ที่พีเอช <1 5 6 7 8 9 และ 10 จากการวิเคราะห์พบว่าการตกตะกอนเงินที่พีเอช 1 ซึ่งเป็นพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี พบว่าโซเดียมคลอไรด์ มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนเงินร้อยละ 98 และสามารถตกตะกอนปรอทได้ ร้อยละ 29 ส่วนโครเมียมและเหล็กไม่สามารถตกตะกอนได้ที่พีเอช <1 การตกตะกอนที่พีเอช 5 6 7 8 9 และ 10 โดยโซเดียมคลอไรด์ที่ปริมาณต่างๆ มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนโลหะเงินใกล้เคียงกัน แต่ที่พีเอช 5 6 7 8 9 และ10 มีการตกตะกอนของโครเมียมและเหล็กลงมาด้วย จึงทำให้ตะกอนที่ได้มีการปนเปื้อนของโลหะทั้งสองดังกล่าว การแยกตะกอนเงินจากปรอทและโลหะอื่นๆ ที่ได้จากการตกตะกอนที่พีเอช<1 และพีเอช10 เพื่อศึกษาการแยกเงินจากการปนเปื้อนของโลหะอื่นๆ โดยใช้สารละลายแอมโมเนียปริมาณ 5 10 15 20 25 และ 30 มิลลิลิตร พบว่าสามารถแยกตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ออกจากโลหะอื่น ๆ ได้ โดยสารละลายแอมโมเนียที่เหมาะสมในการแยกซิลเวอร์คลอไรด์ที่มีในตะกอนที่พีเอช < 1 และพีเอช 10 คือสารละลายแอมโมเนีย 20 และ 10 มิลลิลิตร จะได้ซิลเวอร์คลอไรด์ปริมาณ 6.63และ 2.43 กรัม ตามลำดับ การแยกโลหะเงินเพื่อทำให้บริสุทธิ์ทำโดย เติมสังกะสีในกรดซัลฟูริกเพื่อรีดิวซ์ตะกอนให้อยู่ในรูปของโลหะเงิน โดยตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์จากการทดลองที่พีเอช <1 และพีเอช10 ใช้สังกะสี 3.55 และ 3.56 กรัมตามลำดับต่อตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัม จากการศึกษาพบว่าโลหะเงินมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99 ดังนั้น การตกตะกอนโลหะเงินในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีที่พีเอชเริ่มต้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 กรัม เพียงพอต่อการตกตะกอนเงิน ส่วนการแยกซิลเวอร์คลอไรด์ออกจากโลหะอื่นใช้สารละลายแอมโมเนีย 20 มิลลิลิตร และการรีดิวซ์ ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ด้วยสังกะสีในกรดซัลฟูริก 2 โมลา จะได้โลหะเงินมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99 การศึกษาครั้งนี้สามารถแยกโลหะเงินในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีได้ 308.54 มก./ล คิดเป็นประสิทธิภาพในการนำกลับเงินร้อยละ 99.77โดยค่าใช้จ่ายในการนำกลับเงินบริสุทธิ์เท่ากับ 1.27 บาทต่อน้ำเสีย 1 ลิตร

Sarinya Suwannakort. 2010. **Recovery of Silver from COD Analysis Wastewater by Chemical Process.** Master of Engineering Thesis in Environmental Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Pinthita Mungkarndee

ABSTRACT

203332

This study makes an attempt to recover silver which is valuable metal from COD waste. Differ from other contaminated metals in this waste silver is difficult to remove from wastewater via pH adjustment. Therefore selective precipitation method is at interest to recover and remove silver from COD wastewater. In the selective precipitation method, sodium chloride was used as precipitant. Different quantities of sodium chloride used were at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 g /l and at different pH of <1, 5, 6, 7, 8, 9 and 10. At pH of <1 which is the original pH of COD wastewater, it was found that silver can be precipitated out at the efficiency of 98%. Hg can also be removed from wastewater at pH < 1 when NaCl was applied but with efficiency lower than 29%. Other metals which are Cr and Fe did not precipitated out at pH <1. At pH 5, 6, 7, 8, 9 and 10 when sodium chloride was added. But at high pH of 5, 6, 7, 8, 9 and 10, it was found that other metals i.e. Cr, Hg and Fe were precipitated out. These precipitating metals made silver purification process more costly. AgCl were purified from other chloride precipitation by using ammonia solutions. The amount of ammonium solutions used to purify AgCl at pH <1 and pH 10 are 20 ml and 10 ml, respectively. The amount of purified AgCl after the reaction at pH <1 and pH 10 are 6.63 g and 2.43 g, respectively. Zn in 2 M H_2SO_4 was used to reduce and purified silver. It was found that silver chloride at pH <1 and 10 used zinc 3.55 g and 3.56 g, respective. Silver from this purification process showed the purity of 99.99%. Ag can be recovered from COD wastewater by using NaCl 10 g via selective precipitation without any pH adjustment. In summary AgCl can be separated from other precipitating metals by using of 20 ml ammonia solution and purified by Zn in 2 M sulfuric acid which resulted in pure silver of 99.99%. The total amount of pure Ag recovery from COD wastewater is 308.54 mg/l which is equal to recovery efficiency of 99.77%. The cost for recovery pure silver from 1 liter COD waste is 1.27 Baht.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้แก่บุพการและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รศ.ดร. ภิญญ์ฑิตา มุ่งการดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาชี้แนะ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์ อาจารย์ ดร. กัลยากร ขวัญมา และ ผศ.ดร. เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ เพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวก และให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน และกำลังใจ ขอขอบคุณเพื่อนทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง ความดีและประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ บิดา มารดา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน ที่ช่วยส่งเสริมและให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จด้วยดี

ศริญญา สุวรรณโครธ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. คำถามการวิจัย	2
3. วัตถุประสงค์การวิจัย	2
4. สมมติฐานการวิจัย	2
5. นิยามศัพท์เฉพาะ	2
6. ขอบเขตของการวิจัย	2
7. ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. คุณสมบัติของโลหะเงิน	4
2. น้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี	6
3. การตกตะกอนทางเคมี	7
4. ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตกตะกอน	15
5. กระบวนการแยกสกัดโลหะเงิน	16
6. กระบวนการแยกสกัดเงินบริสุทธิ์	18
7. การนำกลับโลหะเงิน	21
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	26
1. น้ำเสียตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	26
2. ศึกษาหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโลหะเงิน	27
3. การหาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกโลหะอื่น ๆ ออกจากตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์	27
4. การหาปริมาณสังกะสีในการรีดิวซ์ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์	28
5. ศึกษาความบริสุทธิ์ของโลหะเงิน	29
6. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี	30
7. การวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งคำนวณค่าใช้จ่ายในการนำกลับเงิน	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	32
1. คุณสมบัติน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีเริ่มต้น	32
2. ศึกษาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียซีโอดีที่พีเอชต่าง ๆ	32
3. การแยกเงินบริสุทธิ์จากการตกตะกอนโลหะหนัก	40
4. ศึกษาความบริสุทธิ์โลหะเงิน	44
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการนำกลับโลหะเงิน	44
บทที่ สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	46
1. สรุปผลการวิจัย	46
2. ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง	52
ภาคผนวก ข การคำนวณปริมาณโลหะหนัก	59
ภาคผนวก ค การคำนวณค่าใช้จ่าย	61
การเผยแพร่วิทยานิพนธ์	63
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบโลหะหนัก	5
ตารางที่ 2.2	ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดโลหะหนักด้วยสารเคมีต่าง ๆ	9
ตารางที่ 3.1	Wave length และ Sensitivity ของการวิเคราะห์หาโลหะหนัก	31
ตารางที่ 4.1	ลักษณะน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีเริ่มต้น	32
ตารางที่ 4.2	ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังการปรับพีเอช	34
ตารางที่ 4.3	การศึกษาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัม ออกจากโลหะหนักอื่น ๆ	42
ตารางที่ 4.4	ปริมาณโลหะหนักที่คงเหลือในตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์หลังการทำให้บริสุทธิ์	44
ตารางที่ 4.5	ปริมาณโลหะหนักต่างๆ ที่ปนเปื้อนในโลหะหนัก	44
ตารางที่ ก-1	ปริมาณโลหะหนักที่พบในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี	53
ตารางที่ ก-2	ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังจากปรับพีเอชที่ระดับ 5 6 และ 7	54
ตารางที่ ก-3	ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังจากปรับพีเอช ที่ระดับ 8 9 และ 10	54
ตารางที่ ก-4	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเงินในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	55
ตารางที่ ก-5	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนโครเมียมในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	55
ตารางที่ ก-6	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนปรอทในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	56
ตารางที่ ก-7	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเหล็กในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	56
ตารางที่ ก-8	การศึกษาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัม ออกจากปรอท	57
ตารางที่ ก-9	ปริมาณโลหะหนักที่คงอยู่ในตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์หลังการทำให้บริสุทธิ์	57
ตารางที่ ก-10	การศึกษาปริมาณสังกะสีในการรีดิวซ์ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์	57
ตารางที่ ก-11	ปริมาณโลหะหนักต่างๆที่ปนเปื้อนในโลหะเงิน	58

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	กราฟแสดงความสามารถในการละลายน้ำของมลสารต่าง ๆ สำหรับ pH ต่าง ๆ	10
ภาพที่ 2.2	การตกตะกอนของโลหะหนักไฮดรอกไซด์และซัลไฟด์	13
ภาพที่ 2.3	ความสามารถในการละลายของโลหะซัลไฟด์	14
ภาพที่ 2.4	การแยกเงินด้วยไฟฟ้าโดยกระบวนการมอเบียส์	20
ภาพที่ 2.5	การแยกเงินด้วยไฟฟ้าโดยกระบวนการบอลแบท-ทัม	21
ภาพที่ 3.1	ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย	26
ภาพที่ 3.2	ขั้นตอนการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโลหะเงิน	27
ภาพที่ 3.3	การหาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกโลหะหนักอื่น ๆ ออกจากตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์	28
ภาพที่ 3.4	การหาปริมาณสังกะสีในการรีดิวซ์ตะกอนซิลเวอรีคลอไรด์	29
ภาพที่ 3.5	ศึกษาความบริสุทธิ์ของโลหะเงิน	29
ภาพที่ 4.1	ปริมาณโลหะหนักที่คงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังการปรับพีเอช	33
ภาพที่ 4.2	ประสิทธิภาพการตกตะกอนโลหะหนักด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอช <1	35
ภาพที่ 4.3	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเงินด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	37
ภาพที่ 4.4	ประสิทธิภาพการตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ	39
ภาพที่ 4.5	การศึกษาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัม ออกจากโลหะหนักอื่นๆ	42
ภาพที่ 4.6	ลักษณะตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ และโลหะเงิน	43