

การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอทีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี

นางสาวนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-220-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMOVAL OF HEAVY METALS FROM COD ANALYSIS
WASTEWATER BY CHEMICAL PRECIPITATION

MISS KANITA THAVEETHAVORNSAWAT

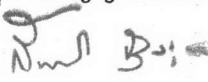
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Interdepartment of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
1996
ISBN 974-634-220-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการ
ตกตะกอนผลึกทางเคมี

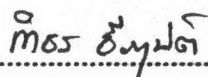
โดย นางสาวณิชชญา ทวีถาวรสวัสดิ์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒนากร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรทัย ขวาลภาฤทธิ์

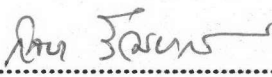
.....

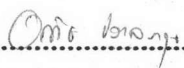
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

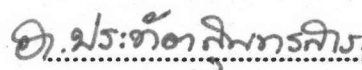

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ จงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กั๊ว อีร์คุปต์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒนากร)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรทัย ขวาลภาฤทธิ์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อาจอง ประตัสุนทรสาร)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์ : การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยวิธีการตกตะกอน
ผลึกทางเคมี (REMOVAL OF HEAVY METALS FROM COD ANALYSIS WASTEWATER BY
CHEMICAL PRECIPITATION) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. กัลยา วัฒนากร ,อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. อรทัย
ชวาลภาฤทธิ์, 133หน้า ISBN 974-634-220-7

การศึกษาการกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมีใน
ครั้งนี้ มีขั้นตอนในการศึกษา 3 ขั้นตอน คือ (1) การสำรวจและการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ (2) การ
ศึกษาทดลองการตกตะกอนโลหะหนักด้วยสารเคมี และ (3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

ผลการวิเคราะห์น้ำเสียซีไอดีก่อนบำบัดของห้องปฏิบัติการทั้ง 10 ที่ทำการสำรวจมีปริมาณโลหะปรอท
โครเมียม เงิน และเหล็ก เหล็กดังนี้คือ 1,341.20, 288.45, 921.10 และ 153.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับการ
การทดลองการตกตะกอน ด้วยสารเคมีได้ใช้สารเคมี 4 ชุด คือ โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียม
ไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์, โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์, โซเดียมไฮดรอกไซด์และ
โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยการทดลองที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ การตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม
และปรับพีเอชเป็น 7 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50% น้ำหนักโดยปริมาตร ต่อน้ำเสีย 500 มิลลิตร และทิ้ง
ให้ตกตะกอนประมาณ 1 วัน ซึ่งจะมีปริมาณโลหะปรอท โครเมียม เงินและเหล็กที่เหลือในน้ำเท่ากับ 0.001 , 0.01
, 0.50 และ 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพของการกำจัดโลหะได้ร้อยละ 100 , 100 , 99.96
และ 99.80 สำหรับปรอท โครเมียม เงิน และเหล็ก ตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำบัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 10 กรัม ที่พีเอช 7คิดเป็นค่าใช้จ่าย
ด้านสารเคมี และค่าใช้จ่ายในการบำบัดตกตะกอนได้เท่ากับ 6,336.75 และ 58.90บาท ต่อน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร
ค่าใช้จ่ายในการบำบัดรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 6,395.65 บาทต่อน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร (ประมาณ 6.50 บาทต่อน้ำเสีย 1
ลิตรหรือ 1.95 บาทต่อ 1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ซีไอดี)

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

#C626569 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: CHEMICAL PRECIPITATION / SULFIDE PRECIPITATION
KANITA THAVEETAVORNSAWAT : REMOVAL OF HEAVY METALS FROM COD
ANALYSIS WASTEWATER BY CHEMICAL PRECIPITATION. THESIS
ADVISOR: ASSO.PROF. GULLAYA WATTAYAKORN, Ph.D. THESIS
CO-ADVISOR: ASST.PROF. ORATHAI CHAVALPARIT. 133 pp.
ISBN 974-634-220-7

Study on the removal of heavy metals from COD analysis wastewater, by chemical precipitation, was conducted in 3 parts, namely (i) primary data collection by interviewing, (ii) precipitation of heavy metals by using chemicals, and (iii) wastewater treatment cost analysis.

Analysis of COD wastewater, collected from 10 laboratories, was carried out before chemical treatment and was found to have the average content of mercury, chromium, silver, and iron at 1,341.20, 288.45, 921.10, and 153.18 mg/l, respectively. Chemical precipitation was performed using 4 sets of chemical combinations, namely sodium chloride and sodium hydroxide, sodium hydroxide and sodium sulfide, sodium hydroxide and sodium hydrogen sulfide, sodium thiosulfate and sodium hydroxide. The optimum condition for metal precipitation was obtained in the test set using 10 g of sodium thiosulfate and 50% (w/v) sodium hydroxide, with adjusted pH=7 and a retention time of 1 day, for 500 ml wastewater. The residual contents of mercury, chromium, silver, and iron in treated water were 0.001, 0.01, 0.50, 1.32 mg/l, respectively; with the removal efficiencies of 100, 100, 99.96, and 99.80, for mercury, chromium, silver, and iron.

The cost of chemicals used in precipitation and cost of sludge treatment, using 10 g of sodium thiosulfate at pH 7, was determined to be 6,336.75 and 58.90 Baht per cubic metre of treated wastewater, respectively. Hence, the total cost for COD wastewater treatment was 6,395.65 Baht per cubic metre (approximately 6.50 Baht per 1 litre of wastewater or 1.95 Baht per one COD sample).

ภาควิชา.....

ลายมือชื่อนิติ.....

สาขาวิชา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ข้อชี้แนะต่างๆ ตลอดจนดูแลเอาใจใส่ในการแก้ไขปัญหามาจากรองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์อรทัย ชาวลาภฤทธิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ในงานวิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. กำธร อีร์คุปต์ และอาจารย์ ดร. อาจง ประทัดสุนทรสาร ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์ฝึกอบรมกลางการประปาแห่งชาติ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางน้ำ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมทุกท่านที่ช่วยเหลือมาตลอด

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ๆ และน้องๆ ที่ให้ความรักและห่วงใยช่วยเหลือในด้านปัจจัยต่างๆ รวมทั้งให้กำลังใจตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. ทบทวนเอกสาร.....	3
3. แผนการดำเนินการวิจัย.....	27
4. ผลการศึกษาและวิจารณ์.....	37
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	79
เอกสารอ้างอิง.....	81
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	94
ภาคผนวก ค.....	105
ภาคผนวก ง.....	109
ภาคผนวก จ.....	113
ภาคผนวก ฉ.....	117
ภาคผนวก ช.....	120
ประวัติผู้เขียน.....	126

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปฏิกริยาออกซิเดชันและปฏิกริยารีดักชันในการบำบัดของเสีย.....	8
2.2 การบำบัดสารอนินทรีย์เคมีด้วยการไฮโดรไลซิส.....	9
2.3 ความสามารถในการละลายของโลหะซัลไฟด์เทียบกับโลหะไฮดรอกไซด์	13
2.4 เปรียบเทียบการตกตะกอนแบบต่าง ๆ.....	15
2.5 ประสิทธิภาพการกำจัดปรอทโดยวิธีการของ Aslam and Walker.....	17
2.6 ประสิทธิภาพการนำกลับซิลเวอร์มาใช้ใหม่.....	18
2.7 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองบำบัด ด้วยเหล็กเฟอร์ไรท์.....	24
2.8 ปริมาณน้ำเสียและตะกอนที่ได้ของเหล็กเฟอร์ไรท์.....	24
2.9 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว.....	25
3.1 รายชื่อห้องปฏิบัติการทั้ง 10 แห่ง.....	29
4.1 ข้อมูลทั่วไปในการวิเคราะห์ค่าซีไอดี.....	38
4.2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้กับขนาดของตัวอย่างต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ซีไอดี..	39
4.3 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีตั้งแต่ปี พ.ศ.2533-2538.....	40
4.4 ลักษณะน้ำเสียซีไอดีก่อนบำบัด.....	42
4.5 ลักษณะน้ำเสียซีไอดีที่ตรวจวัดเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา.....	43
4.6 ผลการทดลองการตกตะกอนผลึกโลหะด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ.....	44
4.7 ผลการทดลองการตกตะกอนโลหะ (ก) เงิน (ข) โครเมียม (ค) เหล็ก ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียมคลอไรด์แล้ว.....	45
4.8 ผลการทดลองการปรับพีเอชตั้งแต่ 5-9 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์....	51
4.9 ผลการทดลองตกตะกอนโลหะ (ก) ปรอท (ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง) เหล็ก ด้วยโซเดียมซัลไฟด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอก ไซด์แล้ว.....	53
4.10 ผลการทดลองตกตะกอนโลหะ (ก) ปรอท (ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง) เหล็ก ด้วยโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียม ไฮดรอกไซด์แล้ว.....	61
4.11 ผลการทดลองการตกตะกอนผลึกโลหะด้วยโซเดียมไรโอซัลเฟตที่ ปริมาณต่าง ๆ.....	66

สารบัญตารางต่อ

	หน้า
ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองการตกตะกอนโลหะ (ก) พรอท(ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง)เหล็ก ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียม ไฮโอซัลเฟตแล้ว.....	68
4.13 ราคาสารเคมี.....	75
4.14 ค่าสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย 1 ลบ.ม.....	75
4.15 ค่าบำบัดกากตะกอนต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.....	77
4.16 ค่าบำบัดรวม.....	77

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1ระบบบำบัดน้ำเสียที่เป็นกรดหรือด่าง.....	4
2.2ความสามารถในการละลายของโลหะหนักที่ค่าพีเอชต่าง ๆ.....	5
2.3 กระบวนการแยกสารด้วยไฟฟ้า.....	8
2.4ความสามารถในการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์.....	11
2.5ความสามารถในการละลายของโลหะซัลไฟด์.....	12
2.6 แผนผังการบำบัดน้ำเสียพิเศษที่เป็นอนินทรีย์สารจากห้องปฏิบัติการ....	19
2.7 แผนผังการบำบัดน้ำเสียทั่วไปจากห้องปฏิบัติการ.....	20
2.8แผนผังการบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการในประเทศเดนมาร์ก.....	22
3.1แผนผังแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	28
3.2ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ด้วย NaCl และ NaOH.....	32
3.3ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ด้วย NaOH และ Na ₂ S และ NaOH และ NaHS.....	33
3.4ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ด้วย NaOH และ Na ₂ S ₂ O ₃	34
4.1ผลการตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ.....	47
4.2ผลการตกตะกอนโลหะ (ก) เงิน (ข) โครเมียม (ค) เหล็ก ด้วยโซเดียม ไฮดรอกไซด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียมคลอไรด์แล้ว.....	48
4.3การตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ.....	49
4.4ผลการตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ..	55
4.5การตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่พีเอชค่าต่าง ๆ.....	56
4.6ผลการตกตะกอนโลหะ (ก) พรอท (ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง) เหล็ก ด้วยโซเดียมซัลไฟด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้ว.....	57
4.7การตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ.....	59
4.8ผลการตกตะกอนโลหะ (ก) พรอท (ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง) เหล็ก ด้วยโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์หลังตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้ว	63
4.9การตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ	65
4.10ผลการตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ปริมาณต่าง ๆ.....	70
4.11ผลการตกตะกอนโลหะ (ก) พรอท (ข) เงิน (ค) โครเมียม (ง) เหล็ก ด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟตหลังตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้ว.....	71
4.12การตกตะกอนโลหะด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ความเข้มข้นค่าต่าง ๆ.....	73