

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(7)
รายการตารางภาคผนวก.....	(8)
รายการภาพประกอบ.....	(9)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
การตรวจเอกสาร.....	3
วัตถุประสงค์.....	18
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	18
2 วิธีการวิจัย.....	19
วัสดุ.....	19
อุปกรณ์.....	19
วิธีดำเนินการ.....	23
3 ผลและวิจารณ์.....	27
4 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	53
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ความเข้มข้นปรอท.....	60
ภาคผนวก ข ผลการทดลอง.....	62
ประวัติผู้เขียน.....	69

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. ลักษณะสมบัติของของเสียจากการตรวจวิเคราะห์ค่าซีไอดี ซึ่งเกิดจากห้องปฏิบัติการ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.....	2
2. ค่าทางทฤษฎีของความสามารถในการละลาย (solubility) ของสารประกอบโลหะหนัก ไฮดรอกไซด์ โลหะหนักซัลไฟด์ และโลหะหนักคาร์บอเนต ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศา เซลเซียส.....	5
3. ผลกระทบของพีเอชในการตกตะกอนโลหะหนักชนิดต่างๆ โดยใช้สารประกอบซัลไฟด์.	9
4. สารตกตะกอนโลหะประจุบวก.....	10
5. ผลการตกตะกอนโลหะหนักในของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี โดยใช้สาร ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 และปูนขาว.....	15
6. ผลการตกตะกอนโลหะหนักในของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยใช้สาร ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ในการตกตะกอนที่พีเอชต่าง ๆ.....	15
7. ผลการบำบัดของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยใช้วิธีตกตะกอนด้วย โซเดียมซัลไฟด์ และวิธีตกตะกอนร่วมด้วยเฟอร์ไรท์.....	16
8. สมบัติของของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีที่ใช้ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ....	27
9. ผลการตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี 2 กลุ่ม.....	43
10. สมบัติของของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีที่ใช้ในการทดลองระดับนําร่อง.....	43
11. ความเข้มข้นของปรอท และโครเมียมในส่วนไลต์ที่ได้จากการทดลองตกตะกอนที่พีเอช ต่าง ๆ เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับคุณภาพการค้าที่ละลายด้วยน้ำประปาในการ ทดลอง.....	49
12. ปริมาณปรอทและโครเมียมที่เข้าและออกจากระบบ.....	50

## รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
ข1 การทดลองตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีที่อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสาร ตกตะกอน.....	62
ข2 การทดลองตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีที่อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้โซเดียมซัลไฟด์เป็นสารตกตะกอน.....	62
ข3 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อปรับเปลี่ยนพีเอชในการตกตะกอน และใช้ระยะเวลาการกวนช้าต่างกัน.....	63
ข4 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า และการนำตะกอน มาป้อนกลับในชั้นกวนช้า.....	63
ข5 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า และใช้เหล็กเฟอร์ไรท์ เป็นสารช่วยตกตะกอน.....	64
ข6 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์ เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาป้อนกลับในชั้นกวนช้า.....	65
ข7 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์ เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาป้อนกลับในชั้นกวนช้า.....	66
ข8 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่พีเอชต่าง ๆ เมื่อเพิ่มการกวนช้า ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาป้อนกลับในชั้นกวนช้า 4 รอบ.....	67
ข9 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่พีเอชต่าง ๆ เมื่อใช้ระบบบำบัดแบบ ต่อเนื่อง.....	67
ข10 การทำงานของระบบบำบัดแบบต่อเนื่อง กรณีใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ละลายด้วยน้ำกรองในการตกตะกอน.....	68

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. ความสามารถในการละลายของสารประกอบโลหะหนักไฮดรอกไซด์ และโลหะหนักซัลไฟด์ที่พีเอชต่าง ๆ .....	12
2. สารคัลเลต-โลหะ ของอิตีทีเอ.....	14
3. แบบจำลองชุดอุปกรณ์ทดลองระดับห้องปฏิบัติการ.....	20
4. แบบจำลองชุดอุปกรณ์ทดลองระดับนํารอง.....	21
5. ความเข้มข้นของโครเมียมในสวนไลเมื่อดำเนินการตกตะกอนที่อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์เป็นสารตกตะกอน..	28
6. ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของของผสมกับปริมาณสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี.....	31
7. ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อปรับเปลี่ยนพีเอชในการตกตะกอนและใช้ระยะเวลาการกวนช้าต่างกัน.....	32
8. ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อนำตะกอนที่เกิดขึ้นมาป้อนกลับในขั้นการกวนช้า และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาการกวนช้า.....	34
9. ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาการกวนช้า.....	36
10. ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน ปรับเปลี่ยนระยะเวลาการกวนช้า และนำตะกอนมาป้อนกลับในขั้นการกวนช้า.....	38
11. ผลการใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน และการนำตะกอนที่เกิดขึ้นมาป้อนกลับในขั้นการกวนช้ามากกว่า 1 ครั้ง.....	40
1.2 ผลึกที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับลดความเป็นกรดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีแบบปิดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50.....	42
13. ชุดอุปกรณ์บำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีแบบต่อเนื่อง.....	44
14. ส่วนไลที่มีสีเขียวแกมเหลืองเนื่องจากการละลายของตะกอนโลหะหนัก.....	46
15. ความเข้มข้นของปรอท และโครเมียมในสวนไล ซึ่งได้จากกระบวนการตกตะกอนที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับคุณภาพการค้าซึ่งละลายด้วยน้ำประปา.....	46

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
16. ของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีภายหลังจากปรับลดความเป็นกรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับคุณภาพการค้าที่ให้น้ำประปาเป็นตัวทำละลาย.....	47
17. ความเข้มข้นของปรอท และโครเมียมในส่วนใสจากกระบวนการตกตะกอนที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับคุณภาพการค้าซึ่งละลายด้วยน้ำกรองจากกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส.....	50
18. รายละเอียดค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าสารเคมีและน้ำกรอง สำหรับบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 1 ลิตร.....	51