



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้โลหะหนัก จะเป็นแหล่งใหญ่ที่ปล่อยน้ำทิ้ง ซึ่งมีโลหะหนักปนเปื้อน แต่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ตามมหาวิทยาลัย หน่วยงานราชการ และบริษัทเอกชน จัดเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ควรตระหนักถึง เพราะโลหะหนักได้ถูกนำมาใช้กันมาก ในงานวิเคราะห์ค่าทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างค่าทางวิทยาศาสตร์ที่มีการวิเคราะห์กันมากโดยเฉพาะงานด้านสิ่งแวดล้อมคือ การวิเคราะห์หาค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD) น้ำภายหลังการวิเคราะห์หรือน้ำเสียซีโอดีมีค่าพีเอชต่ำมาก และมีปริมาณโลหะหนักคือ โปรท โครเมียมและเงิน ปะปนอยู่สูง โดยเฉพาะปริมาณโปรทมีอยู่ในน้ำเสียมากกว่าโลหะอื่น ดังข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1 ซึ่งโลหะหนักดังกล่าวมีความเป็นพิษสูงและมีโลหะเงินซึ่งมีราคาแพงปะปนอยู่ จึงควรมีการนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนโปรทและโครเมียมควรมีการกำจัดก่อนที่จะมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำของชุมชน หากละลายหรือกำจัดแล้วแต่ตะกอนโลหะหนักที่ได้ไม่มีการทำลายฤทธิ์ จะทำให้โลหะหนักเหล่านี้กระจายสู่สิ่งแวดล้อม และอาจส่งผลกระทบต่อคนได้ในที่สุด ดังเช่น ความเป็นพิษของโปรทที่เกิดขึ้นในคนที่กินปลาซึ่งจับได้บริเวณ อ่าวมินามาตะ เมืองคุมาโกโตะ ประเทศญี่ปุ่น อาการผิดปกติของร่างกายเริ่มด้วยมือและใบหน้า เกิดอาการบวมและเจ็บปวด สายตามัว มีอาการเหน็บชาร่างกายบางส่วน เป็นอัมพาต ความจำเสื่อม อาจเสียชีวิตและเสียชีวิตในที่สุด และได้เรียกโรคนี้ว่า โรคมินามาตะ (พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2539) จากการสอบสวนและศึกษาพบว่ามีสาเหตุมาจาก การทิ้งสารประกอบปรอทอินทรีย์ ($HgCl_2$) ลงอ่าว ซึ่งสารนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบเมทิลเมอร์คิวรีในดินก้นทะเล และปรอทอินทรีย์รูปนี้สามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ โดยสะสมในเนื้อปลาและสัตว์น้ำประเภทมีเปลือกหุ้ม (สุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539) เมื่อรับประทานสัตว์น้ำนี้เป็นประจำ จึงเป็นเหตุให้เกิดการสะสมสารประกอบปรอทในร่างกาย

ตารางที่ 1.1 ลักษณะน้ำเสียซีไอดี

ลักษณะ	งานวิจัย					
	Youn (1990) ¹	ทวงรัตน์ (2537) ²	นฤมิต (2538) ³	ขนิษฐา (2539) ⁴	อนุวัฒน์ (2540) ⁵	งานวิจัยนี้ ⁶
พีเอช	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ปรอท(มก/ล)	927	1,804	703	1,341	2,562	1,396
โครเมียม(มก/ล)	355	700	492	288	672	444
เหล็ก(มก/ล)	n.a.	670	540	153	1,083	1,041
เงิน(มก/ล)	n.a.	1,150	n.a.	921	n.a.	1,715

หมายเหตุ ทุกตัวอย่างนำเสียมมาจากภาควิเคราะห์หาค่าซีไอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบเปิด

n.a. : ไม่มีข้อมูล

- ¹ : อ้างถึงใน นฤมิต(2538) ตัวอย่างนำเสียรวบรวมจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- ² : ตัวอย่างนำเสียรวบรวมจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ
- ³ : ตัวอย่างนำเสียรวบรวมจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ⁴ : ตัวอย่างนำเสียรวบรวมจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของหน่วยงานราชการและบริษัทเอกชน 10 แห่ง
- ^{5,6} : ตัวอย่างนำเสียรวบรวมจาก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในปัจจุบันกระบวนการที่นิยมใช้ในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียคือ กระบวนการตกตะกอนด้วยไฮดรอกไซด์หรือซัลไฟด์เพราะเป็นกระบวนการที่ง่ายและราคาถูก แต่มีข้อเสียคือกรณีที่น้ำเสียน้ำมีโลหะหนักปะปนอยู่หลายชนิดต้องมีการปรับค่าพีเอชที่ทำให้โลหะหนักแต่ละชนิดตกตะกอนได้ดีที่สุด จึงทำให้ต้องมีการทำงานหลายขั้นตอน นอกจากนั้นการตกตะกอนเกิดได้ช้า จมตัวได้ยากทำให้มีตะกอนบางส่วนไหลปนออกไปกับน้ำทิ้ง และตะกอนสามารถละลายได้เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาวะเหมาะสม จึงจัดเป็นของเสียอันตรายที่ต้องมีการทำลายฤทธิ์ก่อนจะนำไปฝังกลบ การทำลายฤทธิ์โดยการทำตะกอนโลหะหนักให้เป็นก้อนด้วยปูนซิเมนต์เป็นวิธีที่นิยมใช้ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของนฤมิต กนิมาน(2538) เมื่อนำตะกอนโลหะหนักจากการบำบัดน้ำเสียซีไอดีด้วยกระบวนการตกตะกอนผลึกมาทำให้เป็นก้อนด้วยปูนซิเมนต์และด้วยปูนซิเมนต์ผสมแฉะล่อยแล้วนำมาทดสอบการชะละลายตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม(2531)

พบว่า ปะการอกถูกชะละลายออกมามากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเข้าข่ายเกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษที่กำหนดโดย กระทรวงอุตสาหกรรม(2531)

กระบวนการเฟอร์ไรต์เป็นวิธีการหนึ่งในการกำจัดโลหะหนัก ซึ่งน่าจะแก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจาก กระบวนการเฟอร์ไรต์สามารถกำจัดโลหะหนักที่ปนกันอยู่หลายชนิดในน้ำเสียได้พร้อมกัน ตะกอนเฟอร์ไรต์มีลักษณะละเอียด หนัก สีดำ และมีสมบัติเป็นสารแม่เหล็กจึงแยกตะกอนออกได้ง่ายด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก (สุรภี โรจน์อารยานนท์, 2530; Mandaokar และ Dharmadhikari, 1994) เนื่องจากไอออนโลหะหนักเข้าไปอยู่ในแลตทิซผลึกเฟอร์ไรต์ (Katsura และคณะ 1977; Tamaura และคณะ, 1986b,1989. อ้างถึงใน Tamaura, Katsura และคณะ, 1991) ทำให้ตะกอนเฟอร์ไรต์มีความเสถียรสูง โลหะหนักถูกชะละลายได้ยาก และผลพลอยได้ของตะกอนเฟอร์ไรต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก ดังตัวอย่างที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่นคือ นำตะกอนเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียผลิตเป็น แมกเนติกมาร์กเกอร์ (Magnetic Marker) เพื่อนำไปใช้เป็นระบบนำทางสำหรับคนตาบอด นำทางยานยนต์อัตโนมัติ (Tamaura, Katsura และคณะ, 1991)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของกระบวนการเฟอร์ไรต์ในการกำจัดปรอท, โครเมียม และเหล็กจากน้ำเสียซีโอดี
2. ทดสอบหาประสิทธิภาพของกระบวนการเฟอร์ไรต์, ความเสถียรของตะกอนที่ได้จากกระบวนการเฟอร์ไรต์ และยืนยันสมบัติความเป็นสารแม่เหล็ก
3. เพื่อประมาณค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของการกำจัดโลหะหนักด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาตัวแปรและแปรค่าดังนี้คือ พีเอชที่ 9, 10, 11, 12 อุณหภูมิที่ 55, 60, 65, 70 องศาเซลเซียส และเฟอร์ริสซัลเฟตที่ 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 โมล เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของกระบวนการเฟอร์ไรต์ในการกำจัดปรอท, โครเมียม และเหล็กในน้ำเสียจากการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบเปิด ซึ่งได้เก็บรวบรวมจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ไอออนเงินในน้ำเสียซีโอดีทำการบำบัดก่อนด้วยโซเดียมคลอไรด์ ส่วนไอออนปรอท, โครเมียม และเหล็กที่เหลือนำมาทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์ โดยการทดลอง แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 ทำการทดลองหาพีเอชและอุณหภูมิที่เหมาะสม ใช้ปริมาณ เฟอร์รัสซัลเฟต 0.025 โมล และทำการแปรค่าพีเอชเป็น 9, 10, 11, 12 และแปรค่าอุณหภูมิเป็น 55, 60, 65, 70 องศาเซลเซียส ส่วนขั้นตอนที่ 2 ทดลองหาอัตราส่วนโมลที่เหมาะสม โดยใช้พีเอชและ อุณหภูมิที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ทำการแปรปริมาณเฟอร์รัสซัลเฟตเป็น 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 โมล และกำหนดให้อัตราการเติมอากาศคงที่ 10 ลิตรต่อนาที ตลอดการทดลอง
2. ทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการเฟอร์ไรต์ โดยการวิเคราะห์หาความเข้มข้นปรอท, โครเมียม และเหล็กที่เหลืออยู่หลังการบำบัด ด้วยเทคนิค อะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรโฟโตเมตรี และ เปรียบเทียบความเข้มข้นปรอทและโครเมียมที่เหลืออยู่กับมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม (2539) ซึ่งกำหนดให้มีปรอทไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร และโครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ที่ไม่ มากกว่า 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. ทดสอบเปรียบเทียบความเป็นสารแม่เหล็กของตะกอนที่ได้จากกระบวนการเฟอร์ไรต์ ที่เงื่อนไข ต่างๆกัน ด้วยเทคนิค อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี
4. ทดสอบความเสถียรของตะกอนที่ได้ด้วยวิธีการสกัดสารตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2531) และเปรียบเทียบความเข้มข้นปรอทและโครเมียมในน้ำสกัดกับเกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของ กระทรวงอุตสาหกรรม(2531) ซึ่งกำหนดให้มีปรอทมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และโครเมียมมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
5. ทดสอบยืนยันสมบัติความเป็นสารแม่เหล็กของตะกอนที่ได้จากกระบวนการเฟอร์ไรต์ ด้วยเทคนิค การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เพาเดอร์
6. ประมาณค่าใช้จ่ายเบื้องต้นคิดเฉพาะค่าสารเคมีจากการทดลองด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์ และ เปรียบเทียบกับกระบวนการตกตะกอนผลึกและทำตะกอนโลหะหนักให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

คาดว่าจะจากผลของการวิจัย จะเป็นประโยชน์ในการกำจัดไอออนโลหะหนักที่มีในน้ำเสีย ซีโอดีจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และวิจัยทั่วไป