

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้กระทำที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ลำดับการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมการ การหาค่าความเร็ว
ต่ำสุดในการเกิดสภาวะเสมือนของไหล และ ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัด
ตะกัวโดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด

3.1.1 ขั้นเตรียมการ

เป็นการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับ การทดลอง ได้แก่

1. การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์การทดลองโดยคำนึงถึงความเหมาะสม
ต่อการทดลองพารามิเตอร์ต่างๆ

2. เตรียมทรายกรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่กำหนด

3. เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ ตามความเข้มข้นที่กำหนด

4. เตรียมสารเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตัวอย่าง

3.1.2 ขั้นทดลองหาค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดสภาวะเสมือนของไหล

ทดลองหาค่าความเร็วต่ำสุดที่เหมาะสมในการเกิดสภาวะเสมือนของไหล
เพื่อนำไปใช้เป็นค่าความเร็วน้ำไหลชั้น ในการทดลองต่อไป

3.1.3 ชั้นทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว โดยการตกผลึกใน กระบวนการผลิตโคชเบค

ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จำนวน 75 การทดลอง

3.2 พารามิเตอร์ในการทดลอง

การวิจัย มุ่งศึกษาพารามิเตอร์ที่สำคัญ ๆ ในการกำจัดตะกั่ว โดยการตกผลึก ในกระบวนการผลิตโคชเบค ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่กำหนดให้แปรค่า และพารามิเตอร์ ที่กำหนดให้คงที่ ดังนี้

3.2.1 พารามิเตอร์ที่กำหนดให้แปรค่า

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่แปรเปลี่ยนในการวิจัย

ตัวแปร	ค่าที่ทดลอง				
1. ความเข้มข้นของตะกั่ว (มก./ล.)	5	10	50	100	200
2. พีเอช	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
3. ความสูงของอนุภาคที่อยู่กับที่ (ม.)	1.0	1.5	2.0		

3.2.2 พารามิเตอร์ที่กำหนดให้คงที่

1. ขนาดของทราย ใช้ทรายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.85-1.2 มม.
2. ความเร็วน้ำไหลขึ้น = 1.5 เท่าของความเร็วต่ำสุด ในการเกิด

สภาวะเสมือนของไหล

3. ชนิดสารเคมีที่ใช้ ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต

3.3 วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย

วัสดุที่สำคัญสำหรับการทดลองวิจัย ได้แก่ ทรายกรอง น้ำเสี้ยงสังเคราะห์ และสารเคมี อุปกรณ์ ได้แก่ ชุดเครื่องกำเนิดตะกั่ว โดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด

3.3.1 ทรายกรอง

ทรายกรองที่ใช้เป็นทรายก่อสร้างทั่วไป นำมาล้างด้วยน้ำแล้วแช่ด้วยกรดเกลือ (HCl 0.1 N) ทั้งไว้ 24 ชม. ตากให้แห้ง แล้วนำมาร่อนหาขนาดของทราย โดยวิธีตะแกรงร่อน (Sieve analysis) ค้างหรือผ่านตะแกรงเบอร์ 18 และ 20 จะได้ทรายที่มีขนาด 0.85-1.20 มม.

สำหรับการทดลองนี้ ใช้ทรายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.85-1.20 มม. ซึ่งมีขนาดสัมฤทธิ์ผล 0.69 สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ 1.45 และความหนาแน่น 1.44 ก./ลบ.ซม.

3.3.2 การเตรียมน้ำเสี้ยงสังเคราะห์ และสารเคมี

การเตรียมน้ำเสี้ยงสังเคราะห์ และสารเคมี สามารถดำเนินการได้ดังนี้

3.3.2.1 น้ำเสี้ยงสังเคราะห์

น้ำเสี้ยงสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองเตรียมจาก น้ำประปานำมาเติมสารเคมี เลดไนเตรด ($Pb NO_3$) ในปริมาณที่ให้ได้ความเข้มข้นของตะกั่วตามที่กำหนด ผสมให้เข้ากัน แล้วปรับพีเอชของน้ำเสี้ยงสังเคราะห์ ให้มีค่าประมาณ 1.9 ด้วยกรดไนตริก

3.3.2.2 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองสรุปในตารางที่ 4.2 และการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำ เตรียมตามหนังสือ Standard Method

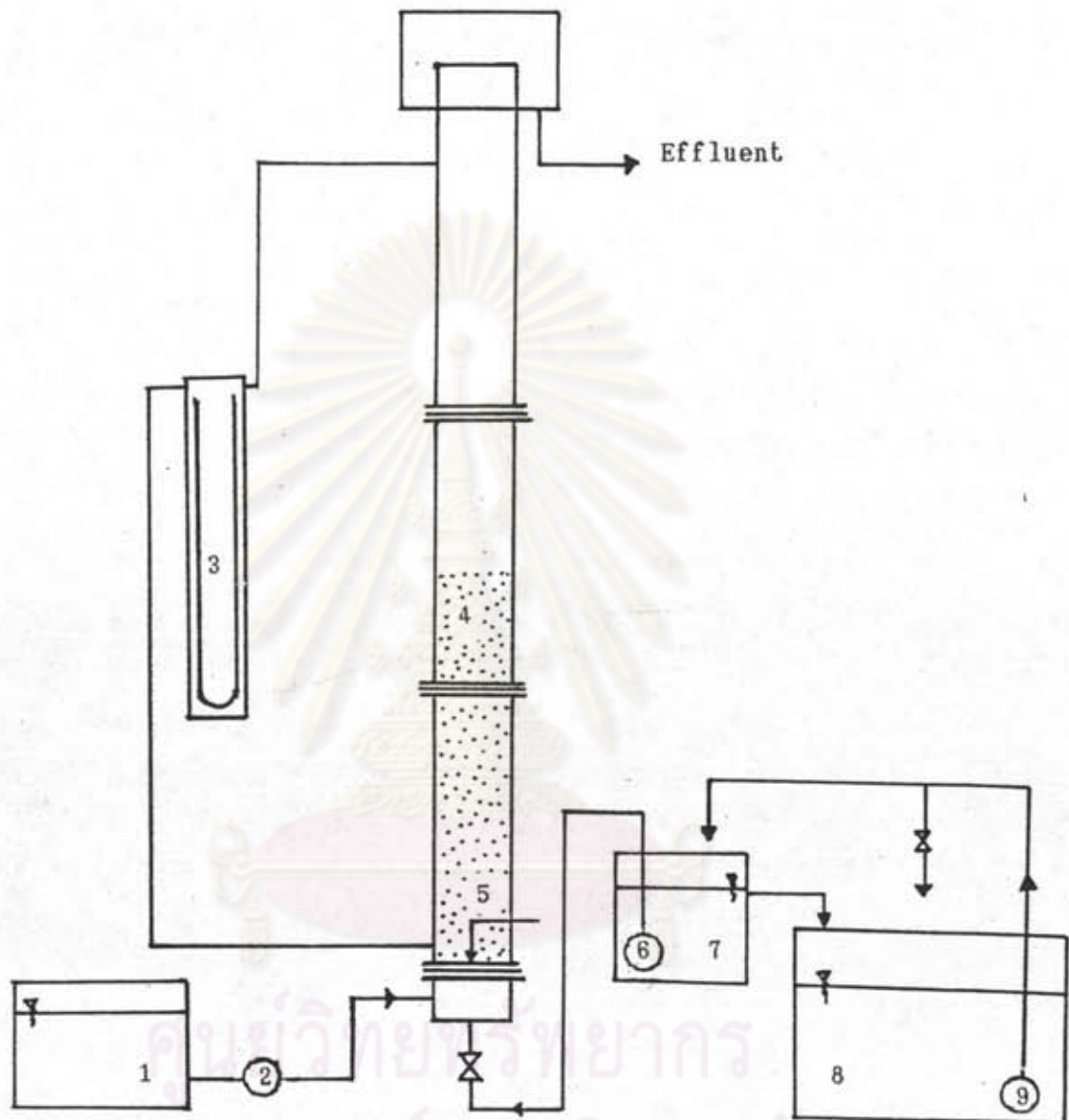
ตารางที่ 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	ความเข้มข้น
โซเดียมคาร์บอเนต	Na_2CO_3	4 N
กรดไนตริก	HNO_3	Conc.
กรดไฮโดรคลอริก	HCl	0.1 N
กรดซัลฟูริก	H_2SO_4	0.02 N

3.3.3 อุปกรณ์การกำจัดตะกั่วโดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไลซ์เบด

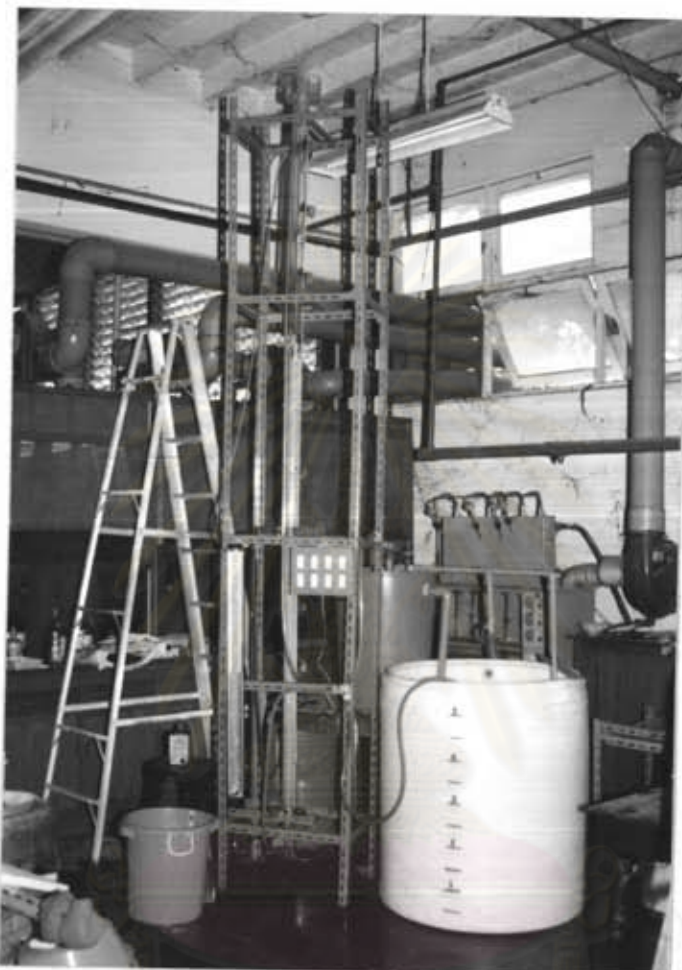
แสดงในรูป 3.1 และ 3.2 ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ คือ

1. ถังปฏิกรณ์ ทำด้วยท่ออะคริลิกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5.3 ซม. ความสูงประมาณ 3.4 ม.
2. แผ่นกระจายของไหล เป็นแบบตะแกรง
3. มาโนมิเตอร์วัดความดันลดขณะที่มีการไหลของของเหลวผ่านคอลัมน์
4. ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์ ขนาดความจุ 500 ลิตร 1 ใบ
5. ถังเก็บน้ำรักษาแรงดัน ขนาดความจุ 100 ลิตร 1 ใบ
6. ถังเก็บสารเคมี ขนาดความจุ 30 ลิตร 1 ใบ
7. เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ อัตราการสูบ 10 ล./นาที , ความสูงน้ำ 10 ม. 2 ชุด
8. เครื่องสูบน้ำสารเคมีแบบไดอะแฟรม อัตราการสูบ 2.77 ล./ม.



รูปที่ 3.1 ไคอะแกรมอุปกรณ์การกำจัดตะกั่วโดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด
รายการอุปกรณ์ประกอบ

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. ถังเก็บสารเคมี | 2. เครื่องสูบน้ำแบบไคอะแกรม |
| 3. นาโนมิเตอร์ | 4. ถังปฏิกรณ์ |
| 5. แผ่นกระจายของไหล | 6. เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ |
| 7. ถังเก็บน้ำรักษาแรงดัน | 8. ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์ |
| 9. เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ | |



รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การดำเนินการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดสภาวะเสมือนของไหล และ การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว โดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไคซ์เบค มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 การหาค่าความเร็วต่ำสุดของการเกิดสภาวะเสมือนของไหล ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วของของไหลขณะที่ไหลผ่านคอลัมน์ที่ไม่มีมือนุภาคบรรจุในคอลัมน์ กับค่าความดันลด
 2. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของของไหลขณะที่ไหลผ่านคอลัมน์ที่บรรจุอนุภาค (ทราย) ที่ความสูง 1, 1.5, 2 ๓ กับค่าความดันลด
- จาก 1 และ 2 จะได้ค่าความดันลดที่เกิดขึ้นจากการที่ผ่านของไหลผ่านกลุ่มอนุภาคที่ค่าความเร็วต่าง ๆ ซึ่งสามารถคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงความดันลดได้จาก

$$\Delta P_{\text{อนุภาค}} = \Delta P_{(2)} - \Delta P_{(1)}$$

พลอตกราฟระหว่าง ค่าความเร็วของของไหลกับ ΔP จากกราฟ จะได้ค่าความเร็วต่ำสุดของการไหลที่จุดที่การเปลี่ยนแปลงความดันลด มีค่าคงที่

3.4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว โดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไคซ์เบค ขั้นตอนการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. นำทรายกรองที่คัดขนาดแล้ว บรรจุในคอลัมน์ตามความสูงที่ต้องการศึกษา
2. เตรียมน้ำเสียสิ่งเคราะห์ของตะกั่วที่ความเข้มข้น 200, 100, 50, 10, 5 มก. ต่อลิตร
3. หาปริมาณของ Na_2CO_3 ที่ต้องใช้ในการที่จะทำให้สารละลาย ปริมาตร 1 ลิตร มีค่า pH ตามต้องการ

4. คำนวณหาปริมาณ Na_2CO_3 ที่ต้องใช้ทั้งหมดในปริมาณสารละลายที่ต้องการใส่ในถังเก็บสารเคมี ผสมให้เข้ากัน
5. ป้อนน้ำเสีย และสารเคมีเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ ด้วยความเร็วน้ำไหลขึ้น = 1.5 เท่าของ V_{mf} ที่หาได้จากการทดลอง
6. เก็บตัวอย่าง ที่ผ่านการบำบัดนำไปวิเคราะห์

3.5 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำ

การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำ หน่วยที่ใช้ และ ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำมีดังนี้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำ และการเก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวแปร	หน่วย	วิธีวิเคราะห์	ตำแหน่งของการเก็บ คย.	
			น้ำดิบ	น้ำที่ผ่านการบำบัด
ปริมาณตะกั่วทั้งหมด	มก./ล.	Atomic Absorption	-	B
ปริมาณตะกั่วที่ผ่านการกรอง	มก./ล.	Atomic Absorption	A	B
พีเอช		pH meter	A	B
ความเป็นด่างทั้งหมด	มก./ล.	Titrate method	-	B
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	มก./ล.	Gravimetric method	-	B

หมายเหตุ A = ตัวแปรที่วิเคราะห์ 1 ครั้ง

B = ตัวแปรที่วิเคราะห์หลังจากเริ่มทดลอง ทุก 0,5,10,15,30,60 นาที

หมายเหตุ A = ตัวแปรที่วิเคราะห์ 1 ครั้ง

B = ตัวแปรที่วิเคราะห์หลังจากเริ่มทดลอง ทุก 0,5,10,15,30,60 นาที



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย