

บทที่ 5

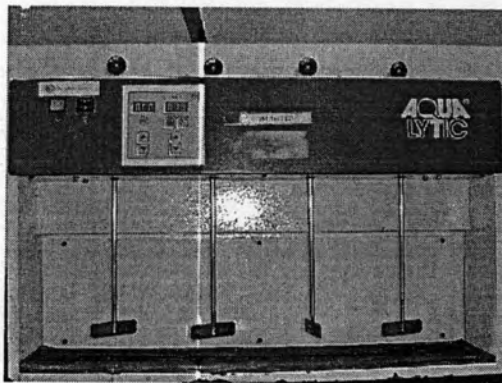
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วยอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลองขั้นที่ 1 และการทดลองขั้นที่ 2, รวมถึงขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 1 และขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

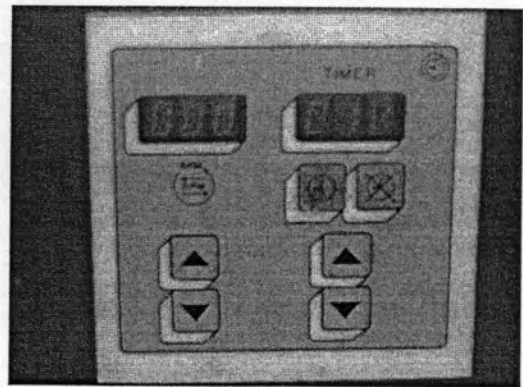
5.1 อุปกรณ์และสารเคมี

5.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองขั้นที่ 1 และ 2

1. เครื่อง Jar test เป็นเครื่องที่ใช้จำลองการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันของโรงงานอุตสาหกรรม



ก. เครื่อง Jar test



ข. หน้าจอสำหรับตั้งค่าความเร็วรอบและเวลา

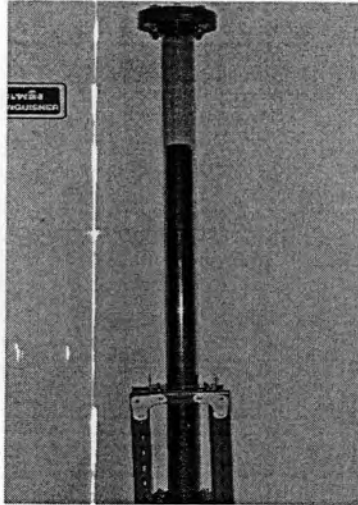
รูปที่ 5.1 แสดงเครื่อง Jar test สำหรับจำลองกระบวนการโคแอกกูเลชันในการบำบัดน้ำเสีย

2. ถังกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6.35 ซม. สูง 170 ซม. ทำด้วยพลาสติกใส

2.1 กรวด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 – 0.6 มม., สูง 20 ซม.

2.2 ททราย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 – 0.7 มม., สูง 30 ซม.

2.3 แอนทราไซต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 – 1.7 มม., สูง 60 ซม.



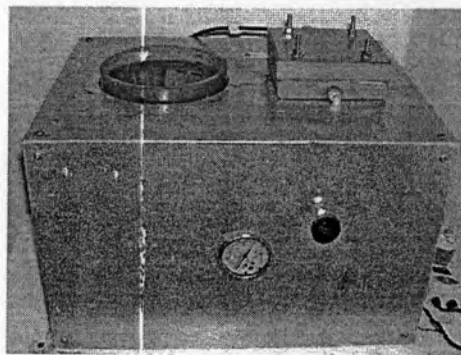
ก. ถังกรอง



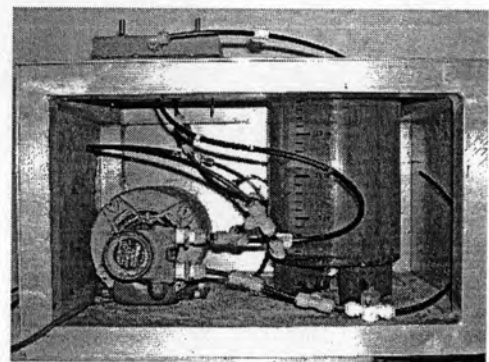
ข. สารกรองแอนทราไซต์และทราย

รูปที่ 5.2 แสดงถังกรองทำด้วยพลาสติกใสและสารกรองที่บรรจุอยู่ข้างใน

3. เครื่อง Membrane Cell System เป็นเครื่องที่ใช้จำลองการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส



ก. ภาพด้านหน้า

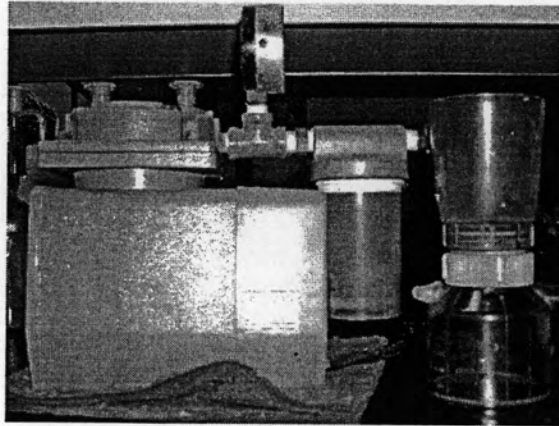


ข. ภาพด้านหลัง

รูปที่ 5.3 แสดงเครื่อง Membrane Cell System

4. แผ่นเมมเบรนรุ่น AG8040F
5. ปีกเกอร์ขนาด 500, 1000 และ 5000 มิลลิลิตร
6. ถังเปล่าขนาด 30 ลิตร
7. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร

8. เครื่องกรอง Vacuum filter apparatus เป็นเครื่องที่ใช้จำลองระบบได้กรองคาร์ทริดจ์ (Cartridge filter)



รูปที่ 5.4 แสดงเครื่องกรอง Vacuum Filter Apparatus

9. กระดาษกรองยี่ห้อ Whatman รุ่น GF/C (ขนาดรูกรอง 1 ไมครอน)
10. ลูกยางและปิเปต
11. นาฬิกาจับเวลา
12. หลอดชนิดยาขนาด 25 มิลลิลิตร
13. เครื่องวัดความขุ่น HACH รุ่น 2100P
14. เครื่องวัดพีเอชและค่าการนำไฟฟ้า HACH รุ่น Senion 156
15. เครื่องกวน Magnetic stirrer

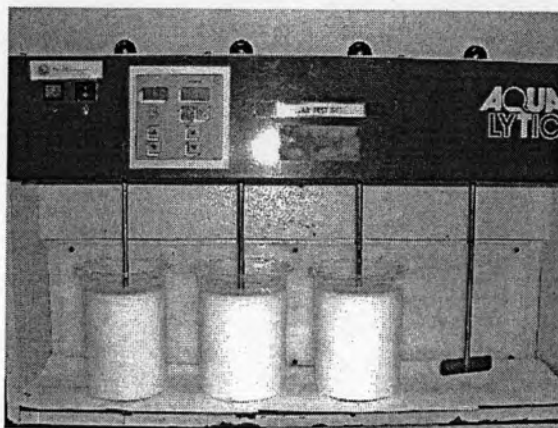
5.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลองขั้นที่ 1 และ 2

1. เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3)
2. พอลิเมอร์ที่มีประจุลบ
3. ปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

5.2 ขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 1

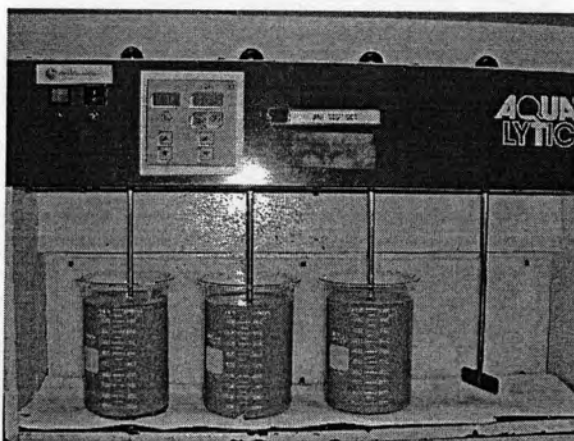
ทำการหาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่เหมาะสมเพื่อให้น้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่าความขุ่นน้อยกว่า 50 เอ็นทียู

1. เทตัวอย่างน้ำเสียในบีกเกอร์ขนาด 1000 มล. จำนวน 3 ตัวอย่าง
2. กำหนดค่าความเร็วในการกวนครั้งที่ 68 รอบต่อนาทีและตั้งเวลาในการกวนรวมทั้งหมด 13 นาที
3. เติมสารละลายปูนขาว 10 เปอร์เซ็นต์เพื่อปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าระหว่าง 11.0 – 12.0



รูปที่ 5.5 แสดงการจำลองการบำบัดทางเคมีภายหลังมีการปรับพีเอชด้วยปูนขาว

4. เติมสารเฟอร์ริกคลอไรด์และทำการกวนเป็นเวลา 10 นาที
5. จากนั้นเติมสารละลายพอลิเมอร์และทำการกวนต่ออีก 3 นาที



รูปที่ 5.6 แสดงการจำลองการบำบัดทางเคมีภายหลังเติมเฟอร์ริกคลอไรด์และพอลิเมอร์

6. หยุดการกวนและนำตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ตกตะกอน



รูปที่ 5.7 แสดงการตกตะกอนภายหลังจากเติมเคมี

7. ใช้หลอดฉีดยาทำการดูดตัวอย่างน้ำเสียเพื่อทำการวิเคราะห์ค่าพีเอช, ค่า การนำไฟฟ้า และค่าความขุ่น
8. ทำการทดลองที่สภาวะอื่น ๆ โดยการแปรผันปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ (ตามตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 แสดงการการแปรผันปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ในการทดลองขั้นที่ 1

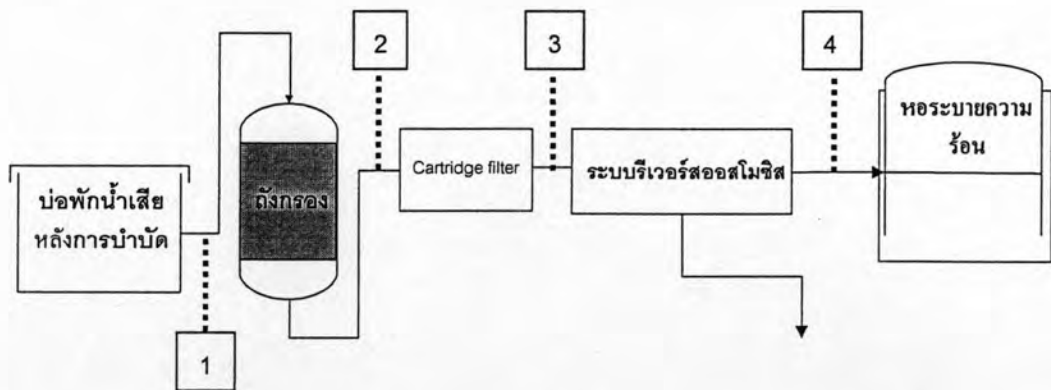
ปริมาณเฟอริกคลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณพอลิเมอร์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
5000	1.0	2.0	3.0
4500	1.0	2.0	3.0
4000	1.0	2.0	3.0
3500	1.0	2.0	3.0
3000	1.0	2.0	3.0

ในแต่ละสภาวะการทดลองจะใช้ตัวอย่างน้ำเสีย 3 ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนผลการทดลอง

5.3 ขั้นตอนการทดลองในขั้นที่ 2

เมื่อได้ปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการทดลองขั้นที่ 1 แล้ว นำค่าที่ได้มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย จากนั้นนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีมาผ่านกระบวนการ ดังต่อไปนี้

1. นำน้ำเสียมาผ่านถังกรอง (Multimedia filter) โดยให้อัตราการไหลของน้ำเสียผ่านถังกรองคงที่เท่ากับ 13.0 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. เพื่อลดค่าความขุ่นในน้ำเสีย
2. นำน้ำเสียที่ผ่านถังกรองมาผ่านเครื่องกรอง Vacuum filter apparatus อีกครั้งเพื่อให้มีค่าความขุ่นของน้ำเสียมีค่าน้อยกว่า 1.0 เอ็นทียู (ในขั้นตอนนี้อาจลองกระบวนการกรองผ่านไส้กรองคาร์ทริดจ์ (Cartridge filter) ขนาด 1 ไมครอน)
3. นำน้ำเสียที่ผ่านเครื่องกรอง Vacuum filter apparatus มาผ่านเครื่อง Membrane Cell System (ในขั้นตอนนี้อาจลองกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส) โดยกำหนดค่าความดันขาเข้าเท่ากับ 110 พีเอสไอ และ % Recovery เท่ากับ 20%
4. ในการทดลองนี้จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมด 4 จุด รูปที่ 5.8 (น้ำเสียหลังผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี, น้ำเสียหลังผ่านถังกรอง, น้ำเสียหลังผ่านเครื่องกรอง Vacuum filter apparatus และน้ำเสียหลังผ่าน Membrane Cell System) ปริมาณจุดละ 500 มล. จากนั้นนำตัวอย่างน้ำเสียไปทำการวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), ค่าความขุ่น (Turbidity), ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity), ค่าความกระด้าง (Hardness), ค่าแคลเซียม (Calcium), ค่าคลอไรด์ (Chloride), ค่าเหล็ก (Iron) และ ค่าซิลิกา (Silica)
5. นำผลการวิเคราะห์น้ำเสียหลังผ่านเครื่อง Membrane Cell System มาคำนวณหาปริมาณสัดส่วนผสมของน้ำเสียที่ 5, 10, 15, 20, 25, 30 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณสัดส่วนผสมของน้ำเสียที่มากที่สุดที่ทำให้น้ำภายหลังจากการผสมมีคุณภาพเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อนของทางโรงงานคาร์ไบเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด



รูปที่ 5.8 แสดงแผนผังการทดลองในขั้นตอนที่ 2 และจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้นจุด