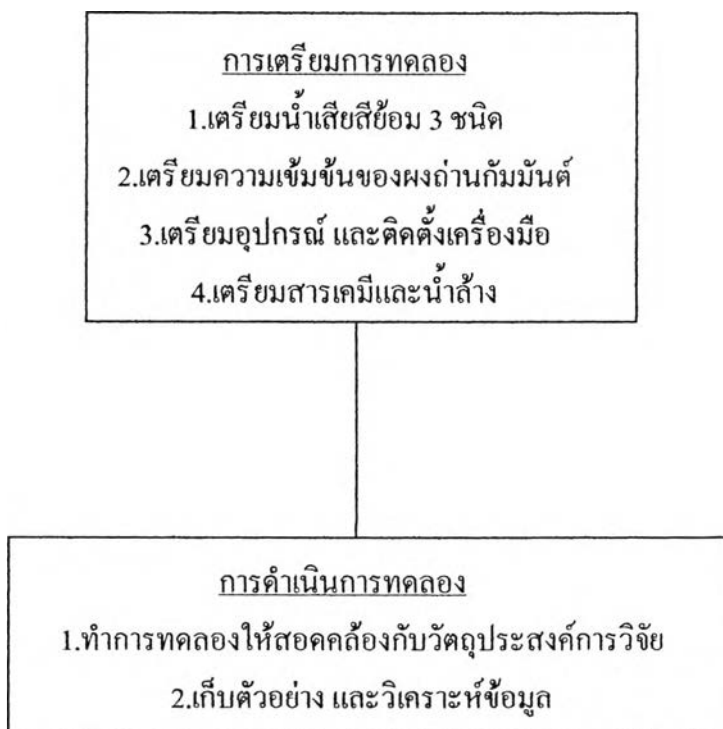


บทที่ 3

แผนการทดลองและการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยทั้งหมดกระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย น้ำเสียที่ย้อมที่ใช้เป็นน้ำเสียที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น แผนการดำเนินการวิจัย แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินการวิจัย

3.2 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. ความดันก่อนการกรองน้ำ
2. ชนิดของน้ำเสียสีย้อมและ โทนสีต่างๆ
3. ความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์
4. ชนิดของผงถ่านกัมมันต์
5. พีเอชของน้ำเสียสีย้อม

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. อัตราการกรองน้ำต่อพื้นที่
2. ซีไอคิของน้ำเพอมีเอท
3. ทีไอซีของน้ำเพอมีเอท
4. ความเข้มข้นของน้ำเพอมีเอท
5. พีเอชของน้ำเพอมีเอท

ตัวแปรคงที่ ได้แก่

1. พื้นที่ผิวเมมเบรน 0.0336 ตารางเมตร
2. ขนาดเมมเบรน 198*127*90 มิลลิเมตร
3. ความดันในการล้าง 2 บาร์
4. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง คือ ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุล
5. อุณหภูมิห้อง

3.3 การเตรียมน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์สำหรับการวิจัย

การแบ่งสีย้อมโดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็นหลายประเภท ที่นิยมใช้มี 2 ลักษณะ คือ แบ่งตามสูตรโครงสร้างของสีย้อม และแบ่งตามลักษณะการใช้งาน เนื่องจากสูตรโครงสร้างของสีย้อมมีมากมายหลายชนิดและไม่สามารถทราบได้อย่างแน่ชัด จึงใช้วิธีการแบ่งตามลักษณะการใช้งาน สำหรับการวิจัยนี้ เลือกใช้สีย้อมผ้า 3 ประเภท คือ

1. สีย้อมไคเร็กซ์
2. สีย้อมเวต
3. สีย้อมคิสเพอร์ส

การวิจัยนี้จะทำการทดลองเฉพาะ น้ำเสียที่ย้อมจากสีย้อม 3 ประเภทนี้เท่านั้น และสำหรับ โทนสีของสีย้อมแต่ละประเภทที่นำมาทดลองนี้ ได้พิจารณาจากความนิยมของตลาดเป็นสำคัญ

สำหรับสูตรสังเคราะห์น้ำเสียสีย้อมทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 3 โทนสี เป็นสูตรที่ใช้ในการย้อมผ้าของโรงงานย้อมผ้า ซึ่งสูตรที่ใช้ในการย้อมผ้าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของผู้บริโภค ในการทดลองจะนำสีย้อมแต่ละโทน มาเตรียมตามสูตรให้ได้น้ำเสีย คิดเป็นค่าซีโอดี ประมาณไม่เกิน 200 มก./ล. สำหรับน้ำเสียปริมาตร 70 ลิตร

3.3.1 สูตรสังเคราะห์น้ำเสียโดยใช้สีย้อมไคเร็กซ์ มี 3 โทนสี คือ

1. Best direct yellow PGR	=	0.0882 กรัม/ลบ.คม.
2. Sirius blue KCFN	=	0.0882 กรัม/ลบ.คม.
3. Sirius rubine K2BL	=	0.0882 กรัม/ลบ.คม.

3.3.2 สูตรสังเคราะห์น้ำเสียโดยใช้สีย้อมแวก มี 3 โทนสี คือ

1. Indanthrene Blue RS	=	0.0460 กรัม/ลบ.คม.
2. Indanthrene Red FBB	=	0.0460 กรัม/ลบ.คม.
3. Indanthrene Yellow 5GF	=	0.0460 กรัม/ลบ.คม.

3.3.3 สูตรสังเคราะห์น้ำเสียโดยใช้สีย้อมคิสเพอร์ส มี 3 โทนสี คือ

1. Sumikaron Red SE-RPD	=	0.0650 กรัม/ลบ.คม.
2. Sumikaron Yellow SE-RPD	=	0.0650 กรัม/ลบ.คม.
3. Sumikaron Blue SE-RPD	=	0.0650 กรัม/ลบ.คม.

3.4 การเตรียมสารเคมีและน้ำล้าง

การทำความสะอาดเมมเบรนเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นการลดสิ่งปนเปื้อนผิวหน้าเมมเบรน และเพิ่มอัตราการกรองน้ำให้สูงขึ้น สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ เช่น สารอินทรีย์ โลหะหนัก และสี ที่อยู่ในสีย้อมผ้า เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการลดอัตราการกรองน้ำ และเกิด fouling ได้ การทำความสะอาดที่ให้ประสิทธิภาพที่สุด ต้องควบคุมพีเอช(ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี) อุณหภูมิ(ควรมากกว่า 15 °C) ชนิดและความเข้มข้นของสารเคมี ตามที่ผู้ผลิตกำหนด (ดูที่ภาคผนวก ฉ) รวมทั้งควรทำความสะอาดทันทีที่สิ้นสุดการทดลอง หากปล่อยทิ้งไว้จะทำให้ยากต่อการกำจัด foulant และควรทำอย่างระมัดระวังทุกครั้ง

โดยทั่วไป เมมเบรนควรทำความสะอาด เมื่อ อัตราการกรองน้ำเพอมีเอทลดลง 10% จากเริ่มต้น และ ความแตกต่างระหว่างความดันก่อนเข้าเมมเบรน และ concentrate pressure เพิ่มขึ้น 15% จากสภาวะเริ่มต้น

3.4.1 การเตรียมสารเคมีสำหรับทำความสะอาด

เมมเบรนที่ใช้เป็นแบบแผ่น รุ่น RC70PP ของ Dow Denmark สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดมีดังนี้

1. กรดไนตริก (HNO_3) เจือจางให้ได้พีเอช 3-4 สำหรับทำความสะอาดโลหะหนักที่อยู่ในสีย้อม
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เจือจางให้ได้พีเอช 10-11 สำหรับทำความสะอาดสารอินทรีย์
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม ที่พีเอช 3-4 สำหรับทำความสะอาดเชื้อโรค และ จุลินทรีย์ต่างๆ

3.4.2 การเตรียมน้ำล้าง (Flushing)

น้ำที่ใช้ล้างเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน RC70PP เตรียมจากน้ำที่ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิสผ่นกลับ ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (ผู้ผลิตกำหนด)

● Iron content (Fe)	<	0.05 ppm
● Manganese content (Mn)	<	0.02 ppm
● Silicate content (SiO_2)	<	5 ppm
● Hardness	<	20 German degree
● Particle size	<	25 micron
● Turbidity	<	1 NTU
● Total plate count	<	1000 per ml.
● Coliform bacteria	<	1 per 100 ml.

3.5 ขั้นตอนการทำความสะอาดเมมเบรน

โดยทั่วไปแล้ว หลักสำคัญของขั้นตอนการทำความสะอาดเมมเบรนคือ

- การกำจัดน้ำเสียที่สะสมอยู่ในกระบวนการเมมเบรนออกให้หมด โดยใช้ น้ำทำความสะอาด (flushing)
- ทำความสะอาดด้วยสารเคมี โดยให้สารเคมีไหลวนอยู่ในระบบ แล้วล้างสารเคมีออกจากระบบ ให้หมดด้วยน้ำสะอาด

จากหลักการดังกล่าว สามารถอธิบายขั้นตอนการทำความสะอาดอย่างละเอียดดังนี้

1.เมื่อทำการทดลองสิ้นสุด จะมีน้ำเสียที่ยังเหลืออยู่ในระบบ ให้เติมน้ำสะอาด(น้ำผ่านกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิสผัดกลับ) ลงไปใน feed tank ประมาณ 30 ลิตร

2.ปล่อยสายเพอมีเอทและสาย concentrate ทั้ง ดำเนินการ โดยปรับความดันก่อนเข้าระบบ 2 บาร์(ควรใช้ความดันต่ำกว่าความดันที่ใช้ในการทดลอง) อุณหภูมิห้อง

3.เมื่อล้างด้วยน้ำจนหมดแล้ว เตรียมกรดไนตริก (พีเอช 3-4) ประมาณ 10 ลิตร ใส่งใน feed tank จัดระบบให้เป็นแบบไหลเวียน โดยนำสายเพอมีเอทและสาย concentrate กลับมาใน feed tank แล้วดำเนินระบบ โดยใช้ความดัน 2 บาร์ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20-30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

4.ทำการทดลองซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (พีเอช 10-11) และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (พีเอช 3-4) ตามลำดับ

3.6 การเตรียมความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์และขั้นตอนการทำ isotherm test

เนื่องจากมีบริษัทจำนวนมากได้ผลิตผงถ่านกัมมันต์ออกจำหน่าย ซึ่งแต่ละชนิดอาจมีคุณสมบัติแตกต่างกันหรือใกล้เคียงกัน จำเป็นต้องทำการศึกษาทดลองเลือกผงถ่านที่ดีที่สุดโดยใช้วิธี adsorption isotherm test และใช้ค่านี้เป็นบรรทัดฐานในการวิเคราะห์ เพื่อหาความสามารถในการดูดซับของผงถ่านที่จะนำมาทดลอง

ผงถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ นำมาจากบริษัท คาร์โบกาญจน์ จำกัด มี 3 ชนิด แต่ละชนิดนำมาทดสอบ Isotherm test โดยใช้สมการ Freundlich Isotherm เพื่อเลือกผงถ่านกัมมันต์ที่ให้ประสิทธิภาพการดูดซับดีที่สุด การทดสอบจะใช้สีไคเร็กซ์ โทนสีเหลือง เป็นตัววัดประสิทธิภาพ ผงถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด คือ

- HRO CH M325-60
- HRO HM325-60
- HRO M200-60

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของผงถ่านกัมมันต์ชนิด HRO CH M325-60

Physical Properties	Specification
Particle Size Distribution : Under 325 mesh (ASTM MESH/MM.)	max. 60%
Apparent Density (g/cc)	min. 0.53
Moisture (%w/w) (As Packed)	max. 5
pH	8-10
Surface Area (m ² /g) (BET)	min. 1000
Iodine Number (mg/g) (AWWA B 604)	min. 950
Carbon Tetrachloride Adsorption (%w/w) (ASTM 3467-88)	min. 40
Methylene Blue (cc/g) (JIS K 1407-67)	min. 130

Test Method : ASTM , Unless otherwise stated

ที่มา: บริษัท คาร์โบกาญจน์ จำกัด

3.6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทำ isotherm test

- 1.ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ลบ.ซม. 5 ใบ
- 2.เครื่องเขย่า (shaker)
- 3.กระดาษกรอง 0.45 ไมครอน
- 4.เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.6.2 ขั้นตอนการทำ Freundlich isotherm test มีดังนี้

1. เติมน้ำเสียสีย้อมโคเร็กซ์ (ในที่นี้ใช้โทนสีเหลือง) ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 ลบ.ซม. 5 ใบ ใบละ 700 ลบ.ซม. จากนั้นเติมผงถ่านกัมมันต์ชนิด HRO CH M325-60 ปริมาณ 0, 1.05, 2.1, 3.5 และ 7.0 กรัม ลงไปตามลำดับ วิธีนี้จะทำให้ได้ความเข้มข้นผงถ่าน เท่ากับ 0, 1500, 3000, 5000 และ 10000 มก./ล.

2. นำไปใส่ในเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เขย่านาน 10 ชั่วโมง โดยให้อุณหภูมิของน้ำในขวดคงที่ที่อุณหภูมิห้อง

3. เก็บน้ำตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไป 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 6.0 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ ทั้ง 5 ขวด นำตัวอย่างไปกรองผ่านกระดาษกรอง 0.45 ไมครอน แล้วไปวัดหาซีไอดี ทีไอซี พีเอช และความเข้มข้นในหน่วย Su

4. ทำการทดลองซ้ำ แต่เปลี่ยนผงถ่านกัมมันต์เป็นชนิด HRO HM325-60 และ HRO M200-60 ตามลำดับ

5. คำนวณหาค่า q จากสมการ (2.7) พร้อมกับค่าของ C นำค่าที่ได้ไปกำหนดเส้น isotherm บนกราฟ log-log เพื่อเลือกผงถ่านที่ให้ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมดีที่สุด

3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. โมดูลมินิแล็บ-10 ซึ่งมีพลาสติก 4 แผ่น ขนาด 198*127*90 มิลลิเมตร
2. ถังน้ำขนาด 100 ลิตร 1 ถัง
3. ถังน้ำขนาด 20 ลิตร 2 ถัง
4. เมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันแบบแผ่น รุ่น RC70PP ของ Dow Denmark พื้นที่ผิว 0.0336 ตารางเมตร
5. เครื่องสูบน้ำแบบเกียร์ (Positive displacement) รุ่น ECO ของ Pulsafeeder (Capacity 2 GPM Max, Discharge Pressure 100 psig.)
6. สายยางซิลิโคน 2 เส้น
7. สายยางทนแรงดัน 2 เส้น
8. เครื่องวัดความดัน (pressure gauge) ของ Wika ขนาด 7 บาร์ จำนวน 2 ตัว
9. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
10. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
11. ท่อ ข้อต่อ และวาล์วต่างๆ
12. เครื่องเขย่า

13. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
14. บีกเกอร์ ขนาด 1000, 500, 250, 100, 50 และ 25 มล.
15. กระจกบด ขนาด 25 และ 100 มล.
16. air pump

ตารางที่ 3.2 เป็นตารางแสดงคุณลักษณะของแผ่นเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันและ โมดูลที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะของเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันและ โมดูลที่ใช้ในงานวิจัย

คุณลักษณะของเมมเบรน	แบบแผ่นของ Dow Denmark. MWCO-10000 ผลิตจาก Regenerated Cellulose Acetate. รุ่น RC70PP ได้อัตราการกรองน้ำ 150-250 l/m ² -h ทน pH 1-10, อุณหภูมิ 0-60 °C, ความดัน 0-10 bar.
พื้นที่ผิวเมมเบรน	0.0336 m ²
คุณลักษณะของโมดูล Mini-Lab 10	ขนาด 198*127*90 mm. ประกอบด้วยเมมเบรน 4 แผ่น ทนอุณหภูมิได้ 90 °C รวมทั้งปั๊ม, pressure gauges, ท่อ และ วาล์วต่างๆ
ปริมาตรภายใน	57 ml (โมดูล), 100 ml (ปั๊ม and fittings)
ความดันเข้าระบบสูงสุด	4.6 bar
ความดันออกระบบต่ำสุด	0.5 bar
อัตราการไหลเข้าสูงสุด	10 l/min
อัตราการไหลเข้าต่ำสุด	3 l/min
Biosafety	ทุกส่วนของระบบ(membranes, O-rings, and support plates) ทำจากวัสดุ FDA
Standard Sanitary Design	ทุกส่วนของระบบทำจากสแตนเลสและ โพลีซัล ฟอน
การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	NaOH and HNO ₃ (pH 1-11) Hydrogen peroxide 1000 ppm.

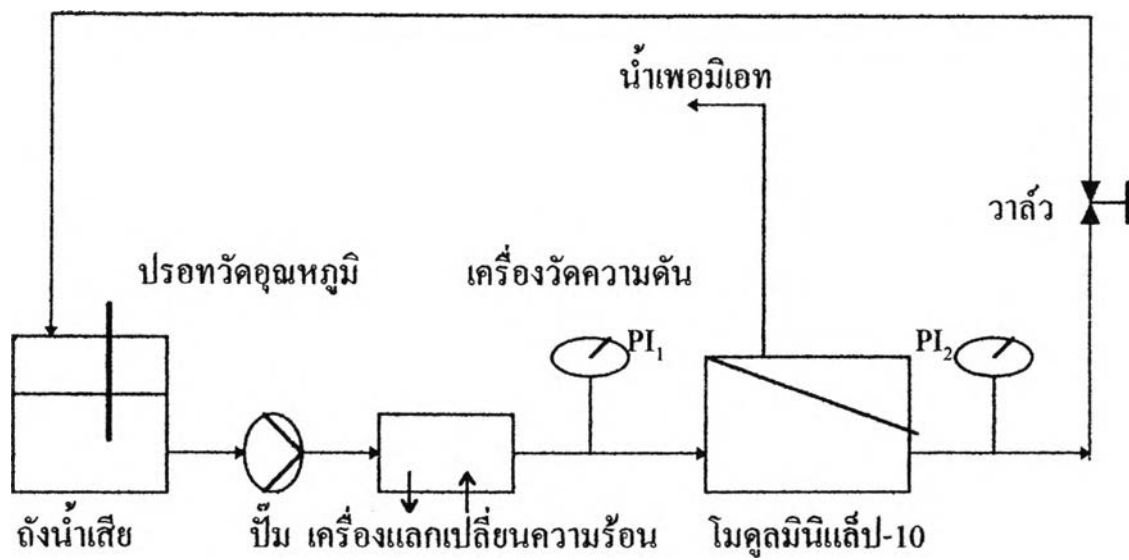
ที่มา : บริษัท LPE จำกัด

3.8 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

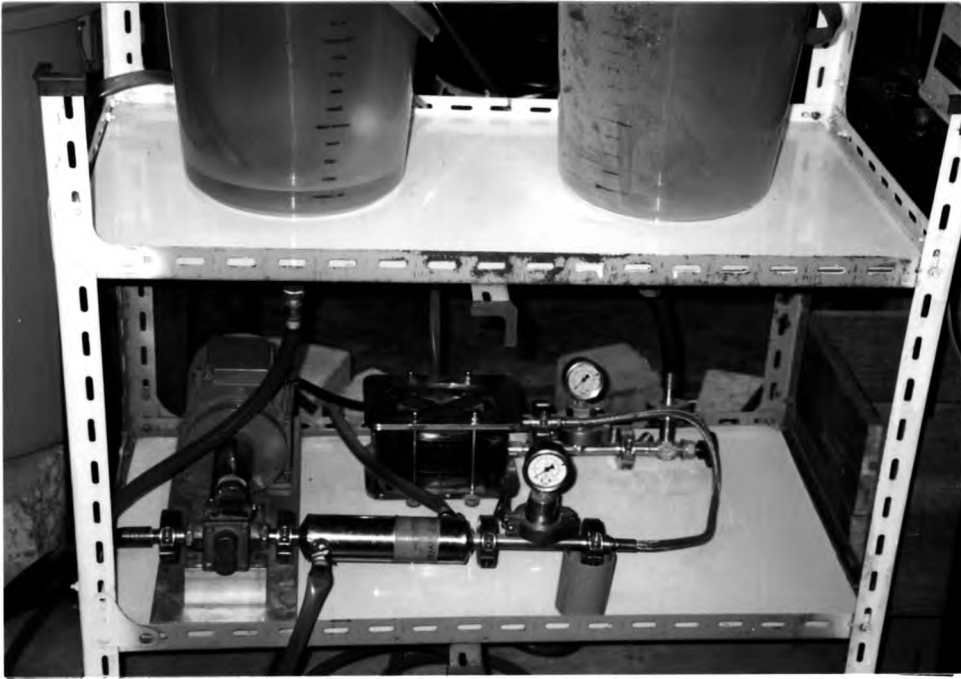
การวิจัยการบำบัดน้ำเสียสี่ข้อมโดยระบบ PAC-UF กำหนดให้ระบบเป็นแบบภาคเท (batch) จนกระทั่งเข้าสู่สภาวะสมดุล จึงสิ้นสุดการทดลอง แล้วจึงทำการล้างเยื่อแผ่นเมมเบรนด้วย สารเคมี และน้ำสะอาด ก่อนดำเนินการทดลองต่อไป ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงรูปที่ 3.2

1. เตรียมน้ำเสียสี่ข้อมสังเคราะห์ให้ได้ปริมาตร 70 ลิตร (ความเข้มข้นสี ตามหัวข้อที่ 3.3) ใส่งใน ถังน้ำขนาด 100 ลิตร พร้อมทั้งทำการผสมด้วยอากาศจากหัวฟู่
2. วัดอุณหภูมิของน้ำเสียสี่ข้อม (ใช้อุณหภูมิห้อง) พีเอช ซีไอดี ทีไอซี และความเข้มข้น
3. จัดให้เป็นระบบไหลเวียน โดยนำสายเพอมีเอท และสาย concentrate ไหลกลับมายังถังน้ำ ปรับ ความดันก่อนเข้าเมมเบรนเป็น 3.5 บาร์ ทดลองจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่งใช้เวลา ประมาณ 2 ชั่วโมง และวัดอัตราการไหลของน้ำเพอมีเอท ทุกๆ 10 นาที เมื่อครบ 2 ชั่วโมง เก็บ ตัวอย่างน้ำเพอมีเอท มาวัดค่าพารามิเตอร์ตามข้อ 2
4. ปรับความดันเป็น 3.0, 2.5 และ 2.0 บาร์ ตามลำดับ แต่ละความดันใช้เวลาทดลอง 2 ชั่วโมง เช่น เดียวกัน แล้วเก็บตัวอย่างน้ำเพอมีเอท มาวัดค่าพารามิเตอร์ตามข้อ 2
5. เมื่อทดลองจนครบทุกความดันแล้ว ปิดเครื่อง แล้วเติมน้ำสะอาดลงใน feed tank เพื่อ flush ใช้ ความดันในการดำเนินระบบ 2 บาร์ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที โดยปล่อยสายเพอมีเอท และสาย concentrate ทิ้ง
6. เตรียมกรดไนตริก (พีเอช 3-4) ประมาณ 20 ลิตร ใส่งใน feed tank เพื่อล้างเมมเบรน โดยจัดให้ เป็นระบบไหลเวียน ใช้ความดันในการดำเนินระบบ 2 บาร์ เป็นเวลา 20-30 นาที แล้ว flush ด้วย น้ำสะอาดอีกครั้ง
7. ทำซ้ำข้อ 6 แต่เปลี่ยนสารเคมีล้างเมมเบรนเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (พีเอช 10-11) และ ไฮโดร เจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม
8. ทำการทดลองเช่นเดิมตั้งแต่ข้อแรก แต่เปลี่ยนโทนสี จนครบทุกโทนสี และชนิดของสี จนครบ ทุกชนิด
9. ทำการทดลองเช่นเดิมตั้งแต่ข้อ 1-8 โดยเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสี่ข้อม กำหนดให้พีเอชมีค่าประมาณ 3-4 สำหรับความเป็นกรด และพีเอชประมาณ 9-10 สำหรับความ เป็นด่าง
10. ทำการทดลองเช่นเดิม สำหรับการบำบัดน้ำเสียสี่ข้อมโคเร็กซ์ที่มีการเติมผงถ่านกัมมันต์ โดยใช้ ผงถ่านกัมมันต์ชนิดที่ให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสีข้อมดีที่สุด และความเข้มข้นที่ให้ ประสิทธิภาพการบำบัดสีประมาณ 50-60%
11. ทำการทดลองเช่นข้อ 10 แต่เปลี่ยนโทนสีโคเร็กซ์ จนครบทุกโทนสี

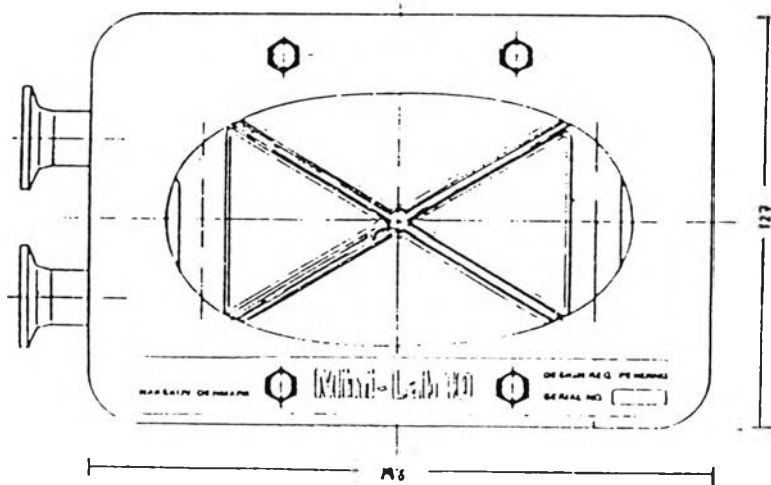
น้ำคอนเซนเทรท



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทดลอง

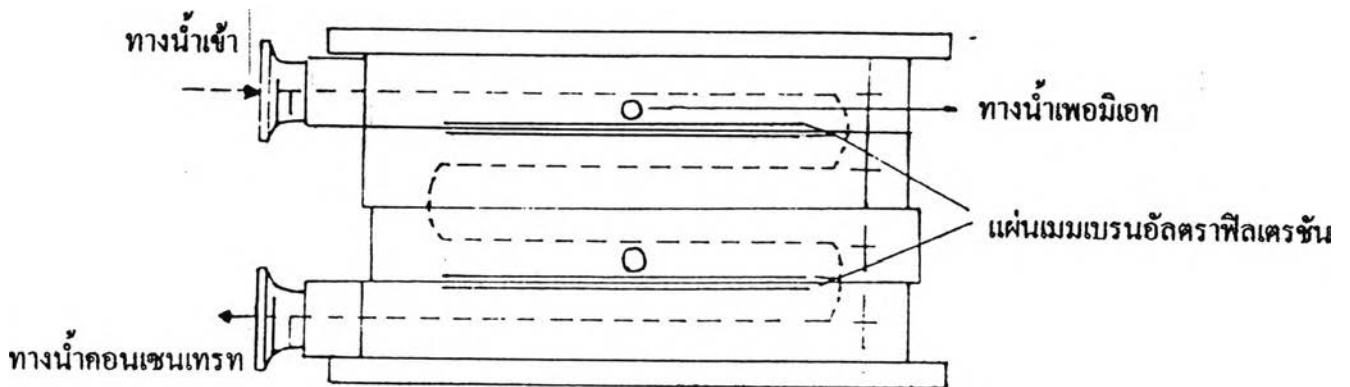


รูปที่ 3.3 กระบวนการเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน

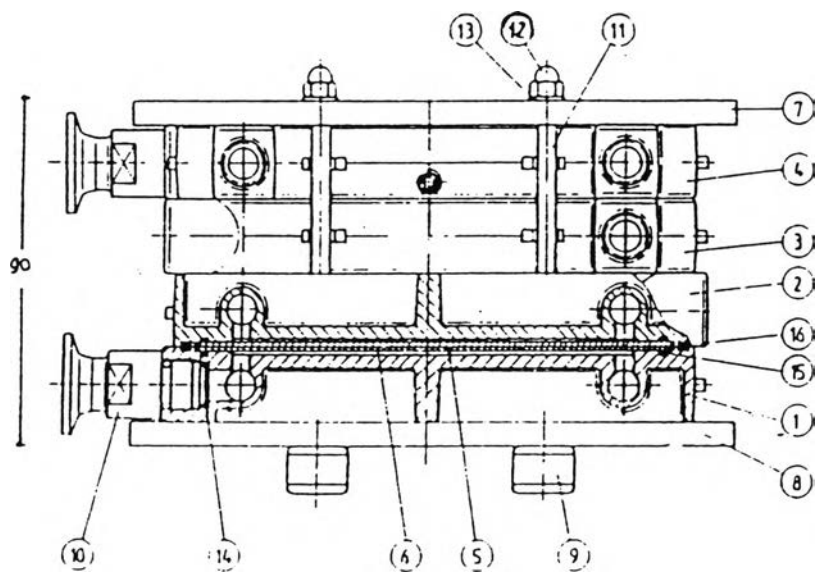


Unit: All dimension are in millimeter (mm)

รูปที่ 3.4 ภาพด้านบนของ mini lab-10 module



รูปที่ 3.5 แสดงทิศทางการไหลของน้ำ



- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Spacer Plate No 1 | 9. Vibration Damper |
| 2. Spacer Plate No 2 | 10. Clamp Reducer |
| 3. Spacer Plate No 3 | 11. Stay Bolt |
| 4. Spacer Plate No 4 | 12. Cap Nut |
| 5. Support Plate | 13. Washer |
| 6. Support Plate | 14. O-Ring |
| 7. End Flange Top M10 | 15. O-Ring |
| 8. End Flange Bottom M 10 | 16. O-Ring |

รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบและขนาดของ mini lab-10 module

3.9 การเก็บตัวอย่าง และ วิธีวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

ตารางที่ 3.3 วิธีวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
COD	closed reflux method
TOC	TOC measurement
pH	pH meter
ความเข้มข้น	spectrophotometer

3.10 การวัดสี

นำน้ำตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ ไปเข้าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ใช้วัดสีออกมาในรูปของค่าแอมป์ซอบแบนซ์ ที่ความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ซึ่งจะทำการวัดทุกๆ 100 นาโนเมตร แล้วนำมาแสดงเป็นรูปกราฟระหว่าง ค่าร้อยละแอมป์ซอบแบนซ์ กับ ความยาวคลื่น พื้นที่ใต้กราฟดังกล่าวจะนำมาคำนวณเป็นค่าสีในหน่วย Su สามารถใช้เป็นตัวแทนในการดูแนวโน้มการกำจัดสีได้

3.11 ปริมาณการทดลองวิจัย

3.11.1 ตารางการเก็บข้อมูลเพื่อคัดเลือกผงถ่านกัมมันต์ที่ให้ประสิทธิภาพการดูดติดสีที่ดีที่สุด

ชนิดของสีย้อม..... โทนสี.....

ความเข้มข้นของสีย้อม.....

ชนิดของผงถ่านกัมมันต์.....

เวลาสัมผัส PAC (ชม.) (มก./ล)	0			0.5			1			2			3			6			10			
	COD	สี	pH	COD	สี	pH	COD	สี	pH	COD	สี	pH	COD	สี	pH	COD	สี	pH	COD	สี	pH	
0																						
1500																						
3000																						
5000																						
10000																						

หมายเหตุ : หน่วยของความดัน (บาร์)

หน่วยของซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)

หน่วยของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

หน่วยของทีไอซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)

หน่วยของอัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)

หน่วยของความเข้มข้นสี (Space Unit, Su)

3.11.2 ตารางการเก็บข้อมูลการบำบัดน้ำคูลิ่งโดยกระบวนการเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน
ชนิดของสี..... โทนสี.....ความเข้มข้นสี.....
ความเข้มข้นผงดำกับมันต์.....พื้นที่ผิวเมมเบรน 0.0336 m²

ความดัน เข้า/ออก	อุณหภูมิ	เวลาที่เก็บ	flow	พารามิเตอร์			
				COD	TOC	สี	pH
3.5/ น้ำสีเข้า		0	0				
		10					
		20					
		30					
		40					
		50					
		60					
		70					
		80					
		90					
		100					
		110					
	120						
3/ น้ำสีเข้า		130					
		140					
		150					
		160					
		170					
		180					
		190					
		200					
		210					
		220					
		230					
		240					
2.5/ น้ำสีเข้า		250					
		260					
		270					
		280					
		290					
		300					
		310					
		320					
		330					
		340					
		350					
		360					
2/ น้ำสีเข้า		370					
		380					
		390					
		400					
		410					
		420					
		430					
		440					
		450					
		460					
		470					
		480					

