บทที่ 4

การดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบข่ายของการทำวิจัย

1) การศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ
2) การคำนวณออกแบบและจัดสร้างหน่วยปฏิบัติการ
3) การวัดขนาดมิติภายในหอแต่ละหอของหน่วยปฏิบัติการ
4) การคำนวณปริมาณเรซินจากปริมาตรภายในหอของหน่วยปฏิบัติการ
5) การทดสอบการขยายตัวของเรซินในห้องปฏิบัติการ
6) การคำนวณปริมาณเรซินในรูปแบบอิ่มตัวที่ต้องใช้กับหน่วยปฏิบัติการ
7) การติดตั้งและทดสอบหน่วยปฏิบัติการ
8) การคำนวณหาปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ต้องใช้จริง
9) การรีเจนเนอเรตซ้ำ (Double regeneration) เรซินใหม่ทั้งสี่หอ
10) การทำให้เรซินทั้งสี่หออยู่ในรูปแบบอิ่มตัว (Exhausted form) ด้วยน้ำดิบ
11) การทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะ การผลิตน้ำบริสุทธิ์ระหว่างแบบแพ็กเบดชนิดโคเคอร์เรนต์และชนิดเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน
12) การตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
13) การสรุปความเหมาะสมในแง่ประสิทธิภาพในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์
14) การทดลองความเหมาะสมของสมการทั่วไปที่ใช้ออกแบบกับผลการทดลองที่ได้จริง
15) การเสนอระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่จะสร้างขึ้นใหม่ในโรงไฟฟ้า โดยพิจารณาจากผลการวิจัยข้างต้น

4.2 รายละเอียดการทดลองแต่ละขั้นตอน

4.2.1 การศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ

4.2.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) ยี่ห้อ ABB KENT-TAYLOR รุ่น EIL 7020 ประเทศอังกฤษ
2) เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) ยี่ห้อ RADIOMETER COPENHAGEN รุ่น CDM 3 ประเทศเดนมาร์ก
3) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity meter) ยี่ห้อ HACH รุ่น 2100A ประเทศอเมริกา
4) เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ PHARMACIA รุ่น NOVASPEC II ประเทศอังกฤษ
5) เครื่อง Klett-summerson Photoelectric Colorimeter รุ่น 900-3 ประเทศอเมริกา
6) ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1000 มล.
7) บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.
8) เทอร์โมมิเตอร์
9) ชามกระเบื้องเคลือบขนาด 250 มล.
10) แท่งแก้วกวน (Stirring rod)
11) ขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มล.
12) ขวดบีบ
13) ชุดไตเตรต (Auto-buret)
14) กระบอกตวงขนาด 50 , 100 และ 250 มล.

4.2.1.2 สารที่ใช้ทดลอง

1) น้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water)
2) สารเคมีและสารมาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์หาค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกรายการ ตามข้อ 3.2 บทที่ 3 และ ASTM Standard ตามข้อ 4.1.1.4
3) ตัวอย่างน้ำดิบ

4.2.1.3 วิธีการทดลอง

1) เก็บตัวอย่างน้ำดิบ (น้ำใสที่ผ่านขบวนการทำน้ำใส) ก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการติดต่อกันทุกวัน วันละ 1 ตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 3 เดือนครึ่ง ปริมาณตัวอย่างน้ำที่เก็บ 1000 มล.
2) ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฟิสิกส์ของตัวอย่างจากข้อ 1 ตามค่าดัชนีคุณภาพน้ำในหัวข้อ 3.2 บทที่ 3 โดยทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมี
3) นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 มาใช้ออกแบบหน่วยปฏิบัติการทดลอง ตามข้อ 3.3 บทที่ 3

4.2.1.4 วิธีการและมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

1) ความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่อง pH-meter
2) ความนำไฟฟ้า ใช้เครื่อง Conductivity meter
3) ความขุ่น ใช้เครื่อง Turbidity meter
4) ความกระด้างทั้งหมด แคลเซียมและแมกเนเซียม ใช้มาตรฐาน ASTM D511
5) ความเป็นด่าง ไฮดรอกไซด์ ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต ใช้มาตรฐาน ASTM D1067
6) คลอไรด์ ใช้มาตรฐาน ASTM D512
7) ซัลเฟต ใช้มาตรฐาน ASTM D516
8) ซิลิกา ใช้มาตรฐาน ASTM D859

4.2.2 การคำนวณออกแบบและจัดสร้างหน่วยปฏิบัติการ

โดยอาศัยข้อมูลคุณภาพน้ำดิบ ทำการคำนวณ ออกแบบ และจัดสร้างหน่วยปฏิบัติการทดลองได้ดังแสดงไว้ในหัวข้อ 3.3.5, 3.4 และ 3.5 โดยอาศัยอุปกรณ์และเครื่องมือตามข้อ 4.2.2.1

4.2.2.1 รายการเครื่องมือและวัสดุ

1) ท่อ PVC สีฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว อย่างหนา 4 เมตร จำนวน 1 เส้น
2) ท่อ PVC สีฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว อย่างหนา 4 เมตร จำนวน 1 เส้น
3) ท่อ PVC สีฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{4}$ นิ้ว อย่างหนา 4 เมตร จำนวน 6 เส้น

4) ท่อ PVC สีฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว อย่างหนา 4 เมตร จำนวน 5 เส้น
5) หน้าแปลน PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน ¾ นิ้ว จำนวน 16 EA
6) หน้าแปลน PVC สีฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 4 EA
7) แผ่น PVC กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 2 EA
8) แผ่น PVC กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จำนวน 2 EA
9) หน้าแปลน PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว จำนวน 4 EA
10) แผ่น PVC กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว จำนวน 2 EA
11) แผ่น PVC กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว จำนวน 2 EA
12) ฝาครอบ PVC ครึ่งวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จำนวน 2 EA
13) ฝาครอบ PVC ครึ่งวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว จำนวน 2 EA
14) ข้องอ PVC ขนาด ½ นิ้ว จำนวน 10 EA
15) ข้องอ PVC ขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 24 EA
16) สามทาง (T-WAY) PVC ขนาด ½ นิ้ว จำนวน 10 EA
17) สามทาง (T-WAY) PVC ขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 24 EA
18) Ball Valve PVC ขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 20 EA
19) Ball Valve PVC ขนาด ½ นิ้ว จำนวน 6 EA
20) Stainer Distributor จำนวน 8 EA
21) Teflon พันเกลียว จำนวน 12 EA
22) Bolt & Nut ขนาด $^{3}/_{8}$ นิ้ว จำนวน 150 Set.
23) Pressure gauge 0-3 kg./cm^2 จำนวน 6 Set.
24) T-Way Reduce ¾ kg. - ½ cm^2 จำนวน 6 EA
25) Rubber packing เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 10 EA
26) กระดาษทราย หยาบ + ละเอียด อย่างละ จำนวน 12 แผ่น
27) ลวดเชื่อม PVC ชนิดกลม จำนวน 20 เส้น
28) ลวดเชื่อม ทับหน้า รูปตัว V จำนวน 20 เส้น
29) ลวดเชื่อมกลม 2 เส้นคู่ จำนวน 10 เส้น
30) เลื่อยสำหรับตัดท่อ PVC จำนวน 1 EA
31) มาตรวัดน้ำ (Meter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว จำนวน 2 EA
32) กาวสำหรับต่อท่อ PVC จำนวน 3 EA
33) ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตรพร้อมฝาปิด จำนวน 2 ถัง
34) เหล็กฉาก 4 เมตร จำนวน 15 EA

35) ไม้อัดหนา 10 มม. จำนวน 1 แผ่น

หมายเหตุ : EA = Each.

4.2.3 การวัดขนาดมิติภายในหอแต่ละหอของหน่วยปฏิบัติการ

หลังจากทำการติดตั้งหน่วยปฏิบัติการตามที่ออกแบบไว้แล้ว ท มิติต่าง ๆ ภายในของหอทุกหอ รวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในหอ ในที่นี้คือหัวจ่ายน้ำและหัวรับน้ำ (Nozgles) เพื่อคำนวณหาปริมาตรของช่องว่างภายในหอ ทำให้ทราบถึงปริมาตรที่แท้จริงของเรซินที่จะต้องใช้เติมลงในหอแต่ละหอของหน่วยปฏิบัติการ

4.2.4 การคำนวณปริมาณเรซินจากปริมาตรภายในหอของหน่วยปฏิบัติการ

จากการวัดขนาดมิติต่าง ๆ ภายในแต่ละหอ และขนาดมิติของหัวรับ-จ่ายน้ำ ทำการคำนวณปริมาตรภายในหอแต่ละหอ และปริมาตรของหัวรับ-จ่ายน้ำได้

ปริมาณเรซินในหอแต่ละหอ หาได้จากปริมาตรภายในของหอนั้นลบด้วยปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ 2 หัวต่อหอ

4.2.5 การทดสอบการขยายตัวของเรซินในห้องปฏิบัติการ

4.2.5.1 รายการเครื่องมือและวัสดุ

1) ชุดหาปริมาตรความจุของเรซิน (ดูรูป ค.1 ของภาคผนวก ค.) ประกอบด้วย
   - ■ หลอดแก้วบอกปริมาตรคล้ายบิวเรต ขนาด 100 มล.
   - ■ หลอดนำก๊าซ
   - ■ Separatory funnel พลาสติก ขนาด 500 มล.
   - ■ Stand and Clamp
   - ■ สายยาง
   - ■ จุกยาง
   - ■ กรวยแก้ว
2) บีกเกอร์ ขนาด 500 ,1000 มล.
3) กระบอกตวง ขนาด 50, 250 และ 1000 มล.
4) pH-meter

4.2.5.2 สารที่ใช้ทดลอง

1) เรซินประจุบวก (Cation resin) ; AMBERLITE 200
2) เรซินประจุลบ (Anion resin) ; AMBERLITE IRA-900
3) น้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water)
4) Hydrochloric acid 35% wt, AR grade
5) Sodium hydroxide 50% wt, AR grade
6) Phenolphthalein indicator

4.2.5.3 วิธีการทดลอง

- **ทดลองการขยายตัวของเรซินประจุบวก**

1) ตวงเรซินประจุบวกในกระบอกตวงขนาด 50 มล. ในขณะที่เรซินอยู่ในน้ำให้ได้ปริมาตรเรซินอยู่ประมาณ 40 มล.
2) เขย่าเรซินให้แน่นในขณะที่เรซินอยู่ในน้ำในกระบอกตวง โดยไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ในชั้นของเรซิน วิธีการเขย่าทำโดยการจับปากกระบอกตวงแล้วเคาะให้ก้นกระบอกตวงกระแทกพื้นโต๊ะเบา ๆ จดปริมาตรเรซินประจุบวกที่ตวงด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3) เทเรซินที่ตวงได้ลงในชุดหา Capacity ของเรซิน ประกอบอุปกรณ์ตามรูป ค.1 ในภาคผนวก ค. โดยที่เรซินอยู่ในน้ำตลอด และแน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศในชั้นของเรซิน
4) ผ่านน้ำดิบที่จะใช้ทดลอง (น้ำใส) ลงในหอของเรซินให้มีอัตราไหลประมาณ 15 มล.ต่อนาที จนแน่ใจว่าเรซินอิ่มตัวแล้ว โดยการวัดค่า pH ของน้ำเข้าและออกจนมีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่างการทดลองน้ำต้องท่วมเรซินตลอดเวลา
5) จดปริมาตรของเรซินด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ค่า A)
6) ใช้สารละลายกรดเกลือ (HCl Solution) 6% wt จำนวน 600 มล. ผ่านเข้าไปในหอของเรซินด้วยอัตราไหล 2.0-2.5 มล.ต่อนาที จนหมดกรดเกลือ

หมายเหตุ : กรณีเรซินประจุบวกต้องการรีเจนเนอเรตเรซินให้สมบูรณ์ โดยสมมุติใช้ regeneration level ถึง 200 g/l_R

ที่ Reg. Level 200g/l_R จะใช้กรดเกลือ=$\frac{200g. \times 40ml}{1000\ ml}$ =8gHCl(Conc.)

8 g HCl (Conc.) eq. To $\frac{8 \times 1000}{51.195}$ ml HCl 5% wt.

= 156.27 ml HCl 5% wt.

ดังนั้นเพื่อให้การรีเจนเนอเรตเรซินให้สมบรูณ์ จึงใช้สารละลายกรดเกลือ 6 % wt. จำนวน 600 มล.

7) จดปริมาตรของเรซินด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ค่า B)

8) คำนวณการขยายตัวของเรซินจากรูปแบบอิ่มตัว (exhuasted form) เป็นรูปแบบไฮโดรเจน (hydrogen form) จากสูตร

$$\% \text{ การขยายตัวของเรซิน} = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \ \%$$

- **ทดลองการขยายตัวของเรซินประจุลบ**

ทำการทดลองการขยายตัวเช่นเดียวกับกรณีของเรซินประจุบวก โดยใช้ปริมาตรเรซินประมาณ 30 มล. ในการทดลอง และใช้ 6% wt. NaOH solution แทน 6% wt. HCl solution

หมายเหตุ : กรณีเรซินประจุลบ ต้องการรีเจนเนอเรตเรซินให้สมบูรณ์ โดยสมมุติใช้ regeneration level ถึง 200 g/l_R

ที่ Reg. Level 200g/l_R จะใช้ NaOH=$\frac{200g.x30ml}{1000\ ml}$ = 6gNaOH(Conc.)

6 g NaOH (Conc.) eq. To $\frac{6 \times 1000}{41.71}$ ml NaOH 4% wt.

= 143.85 ml NaOH 4% wt.

ดังนั้นเพื่อให้การรีเจนเนอเรตเรซินสมบรูณ์ จึงใช้สารละลาย NaOH 6% wt. จำนวน 600 มล.

4.2.6 การคำนวณปริมาณเรซินในรูปแบบอิ่มตัวที่ต้องใช้กับหน่วยปฏิบัติการ

จากข้อมูล % การขยายตัวของเรซินทั้งสองชนิดตามการทดลองข้อ 4.2.5 สามารถคำนวณหาปริมาณเรซินในรูปแบบอิ่มตัว (Exhausted form) ที่จะใช้เติมลงในหอแต่ละหอได้ และเมื่อทำการรีเจนเนอเรตมาอยู่ในรูปแบบของไฮโดรเจน (กรณีของเรซินประจุบวก) และไฮดรอกไซด์ (กรณีของเรซินประจุลบ) แล้วจะเต็มหอพอดี

4.2.7 การติดตั้งและทดสอบหน่วยปฏิบัติการ

1) ทำการเลือกสถานที่สำหรับติดตั้งหน่วยปฏิบัติการ โดยพิจารณาไว้ในหัวข้อ 3.1
2) นำหน่วยปฏิบัติการที่ได้จัดสร้างไว้ ตาม ข้อ 4.2.2 มาประกอบติดตั้งตามภาพเขียน (Drawing) และไดอะแกรม (Diagram) ข้อ 3.4
3) ล้างทำความสะอาดหน่วยปฏิบัติการทดลอง ทั้งภายนอกและภายในจนแน่ใจว่าสะอาด
4) เติมเรซินประจุบวกและเรซินประจุลบลงในหอของหน่วยปฏิบัติการทดลองทั้งกรณีของโคเคอร์เรนต์และเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์
5) ปิดฝาของหอ ขันสกูรให้แน่น และตรวจสอบความพร้อมของหน่วยปฏิบัติการ
6) ทำการทดลองอัดความดัน (Hydrostatic test) โดยค่อย ๆ เปิดน้ำดิบเข้าหอทุกหอ ปล่อยให้น้ำไหลจนเต็มหอแล้วล้นออกทางท่อน้ำออก แล้วปิดประตูน้ำขาออก เพิ่มความดันสูงสุด โดยการเปิดประตูน้ำจากท่อจ่ายน้ำดิบจนสุด (ความดันประมาณ 1.8 กก.ต่อ ตร.ซม.) ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เป็นอย่างน้อยจนแน่ใจว่าไม่มีน้ำรั่วไหลออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหน่วยปฏิบัติการ ถ้าพบว่ามีการรั่วไหลให้ทำการแก้ไข แล้วทดสอบความดันใหม่จนกระทั่งไม่มีการรั่วไหลอีก
7) ทดลองอัตราไหลของน้ำดิบผ่านหน่วยปฏิบัติการให้แน่ใจว่าสามารถจ่ายน้ำออกได้มากกว่า 300 ลิตรต่อนาที

4.2.8 การคำนวณหาปริมาณรีเจนเนอร์แรนต์ที่ต้องใช้จริง

จากการคำนวณปริมาณเรซินโดยการหักลบปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ ตามข้อ 4.2.4 นำปริมาณเรซินที่ได้ทั้งสองชนิดมาคำนวณหาปริมาณรีเจนเนอร์แรนต์ที่ต้องใช้สำหรับการรีเจนเนอเรตจริงในหอแต่ละหอ โดยอ้างอิงดูวิธีการคำนวณในผลการทดลอง บทที่ 5 หัวข้อ 5.6

4.2.9 การรีเจนเนอเรตซ้ำ (Double regeneration) เรซินใหม่ทั้งสี่หอ

เนื่องจากเรซินที่นำมาใช้ทดลองทั้งเรซินประจุบวกและประจุลบเป็นเรซินใหม่ โดยปกติก่อนการใช้งานเรซินใหม่ควรทำการรีเจนเนอเรตซ้ำก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้น (Activate) ให้การรีเจนเนอเรตสมบูรณ์ ทำให้ความสามารถจับประจุ (Capacity) ของเรซินมีค่ามากที่สุด

4.2.9.1 รายการเครื่องมือและวัสดุ

1) หน่วยปฏิบัติการทดลองซึ่งได้จัดสร้างและติดตั้งแล้ว ดังรูป.ที่ ค. 4 ก., ข. ในภาคผนวก ค.
2) สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน $\frac{3}{4}$ นิ้ว
3) ถ้วยพลาสติกขนาด 1 ลิตร
4) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติกแบบมีฝาปิดขนาด 500 มล.
5) บีกเกอร์พลาสติกขนาด 600 มล. , 250 มล.
6) ถังพลาสติกแบบมีฝาปิด 30 ลิตร
7) อ่างพลาสติก ขนาด 120 ลิตร
8) ใบพายพลาสติก
9) บีกเกอร์แก้ว ขนาด 600 มล. ,250 มล.
10) ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะ
11) ถุงมือยางกัน กรด-ด่าง
12) แว่นตานิรภัยกัน กรด-ด่าง
13) หน้ากากกันสารเคมี กรด-ด่าง
14) กระบอกตวงพลาสติกขนาด 2 ลิตร, 1 ลิตร และ 100 มล.

15) กระบอกตวงแก้วขนาด 1 ลิตร , 500 มล.
16) ถ้วยกระเบื้อง ขนาด 250 มล.
17) ชุดไทเตรต (Auto buret)
18) แท่งแก้วคน
19) ไฟฉาย
20) ท่อ PVC ขนาด ¾ นิ้ว , ½ นิ้ว
21) ข้อลด ¾ ⟶ ½ นิ้ว
22) ถังพลาสติกแบบมีหูหิ้วขนาด 8 ลิตร
23) นาฬิกาจับเวลา
24) เครื่องวัดความนำไฟฟ้า ตามข้อ 2 ในหัวข้อ 4.2.1.1

4.2.9.2 สารที่ใช้ทดลอง

1) น้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water)
2) 1N. HCl
3) 1N. NaOH
4) Phenolphthalein indicator
5) Methyl red indicator
6) Hydrochloric acid 35% wt.
7) Sodium hydroxide 50% wt.
8) สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาค่า Free mineral acid (FMA) ตาม ASTM D1067

4.2.9.3 วิธีการทดลอง

ก) กรณีหน่วยปฏิบัติการแบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

- **เรซินประจุบวก**

วิธีการรีเจนเนอเรตซ้ำ ทำดังนี้

1) เติมน้ำดิบผ่านเข้าหอเรซินประจุบวกของหน่วยปฏิบัติการโคเคอร์เรนต์ในลักษณะเติมจากด้านล่างของหอผ่านประตูน้ำสำหรับล้างกลับ (Backwash valve) เพื่อไม่ให้มีฟอง

อากาศติดค้างในชั้นของเรซิน จนน้ำเต็มและล้นออกทางประตูน้ำสำหรับน้ำทิ้ง (Waste valve)

2) เพิ่มแรงดันของน้ำทำการล้างย้อน ประมาณ 10 นาที จนน้ำใส

3) เปลี่ยนจากน้ำดิบมาใช้น้ำบริสุทธิ์ ล้างย้อน 5 นาที แล้วปิดประตูน้ำทุกตัว

4) เตรียมสารละลายกรดเกลือ 5% wt. จำนวน 2x16.21 ลิตร(รายละเอียดตามหัวข้อ 5.6 ของบทที่ 5) ลงในถังบรรจุสารรีเจนเนอร์แรนต์ (ถังบรรจุกรดเกลือ) ขนาด 200 ลิตร ซึ่งวางอยู่เหนือหอทดลอง ตามรูปที่ ค.4 ก., ข. ในภาคผนวก ค.

5) ปล่อยให้สารละลายกรดเกลือไหลเข้าหอบรรจุเรซินประจุบวกทางประตูน้ำของรีเจนเนอแรนต์ (regenerant valve) ด้านบนแล้วไหลออกทางประตูน้ำสำหรับน้ำทิ้ง ในทิศทางไหลผ่านเรซินด้านบนออกจากชั้นเรซินด้านล่าง (ทิศทางเดียวกับการจ่ายน้ำ) ใช้อัตราการไหลของสารละลายกรดเกลือ 30 ลิตรต่อชั่วโมง จนหมดกรดเกลือปิดประตูน้ำทุกตัวทันทีที่กรดเกลือหมด เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำในหอต่ำกว่าผิวหน้าชั้นเรซิน

6) ปล่อยน้ำบริสุทธิ์ผ่านเข้าหอ โดยผ่านท่อและประตูน้ำเหมือนกับสารละลายกรดเกลือในลักษณะล้างช้า (Slow rinse) ด้วยอัตราไหลเท่ากับอัตราไหลของกรดเกลือ (30 ลิตรต่อชั่วโมง) เพื่อให้น้ำบริสุทธิ์เข้าแทนที่สารละลายกรดเกลือในท่อและหอ ใช้ปริมาณน้ำบริสุทธิ์ 41.49 ลิตร (5BV)

7) ปิดประตูน้ำทุกตัว

8) เปิดน้ำบริสุทธิ์ผ่านเข้าหอ โดยผ่านเข้าทางประตูน้ำขาเข้า (Inlet valve) และให้น้ำไหลออกทางประตูน้ำสำหรับน้ำทิ้ง (Waste valve) น้ำจะไหลผ่านชั้นเรซินจากด้านบนสู่ด้านล่างในลักษณะล้างเร็ว (fast rinse) ด้วยอัตราไหล 300 ลิตรต่อนาที

9) ขณะที่ดำเนินการตามข้อ 8) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ปล่อยออกมา และตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้า

(Conductivity) ทุก ๆ 3 นาที จนกระทั่งค่าความนำไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่า 20 ไมโครซีเมนต์ต่อ ซม. (μS/cm.)

10) ปิดประตูน้ำทุกตัวเป็นอันเสร็จสิ้นการล้างสารกรองเรซินประจุบวก

•เรซินประจุลบ

วิธีการล้างสารกรองเรซินประจุลบของระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน มีวิธีการเช่นเดียวกับกรณีเรซินประจุบวก เพียงแต่เปลี่ยนสารรีเจนเนอร์แรนต์ อัตราไหลและปริมาณน้ำและสารรีเจนเนอร์แรนต์ในบางขั้นตอน ดังนี้

1) ทำตามข้อ 1) ,2) และ 3) ข้างต้น

2) เตรียมสารละลายด่าง (NaOH) 4 % wt. จำนวน 2 x 42.70 ลิตร (รายละเอียดตามหัวข้อ 5.6) ลงในถังบรรจุสารรีเจนเนอร์แรนต์ (ถังบรรจุด่าง) ขนาด 200 ลิตร ซึ่งวางอยู่เหนือ หอทดลองตามรูปที่ ค. 4 ก., ข. ในภาคผนวก ค.

3) ทำตามข้อ 5) ข้างต้น แต่เปลี่ยนจากสารละลายกรดเกลือเป็นสารละลายด่าง 4% wt. และใช้อัตราไหลของสารละลายด่างเท่ากับ 70 ลิตรต่อชั่วโมง

4) ปล่อยน้ำบริสุทธิ์ผ่านเข้าหอ โดยผ่านท่อและประตูน้ำเหมือนกับสารละลายด่างในลักษณะล้างช้า (Slow rinse) ด้วยอัตราไหล 70 ลิตรต่อชั่วโมง ใช้ปริมาณน้ำบริสุทธิ์ 89.04 ลิตร (5 BV)

5) ปิดประตูน้ำทุกตัว

6) ทำตามข้อ 8) , 9) และ 10) ข้างต้น

ข) กรณีหน่วยปฏิบัติการแบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

• เรซินประจุบวก

วิธีการรีเจนเนอเรตซ้ำสารกรองเรซินประจุบวกของระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน มีวิธีการคล้าย

กับการล้างเรซินประจุบวกของระบบโคเคอร์เรนต์ แต่เปลี่ยนทิศทางการไหลของสารรีเจนเนอแรนต์จากด้านบนสู่ด้านล่างมาเป็นไหลจากด้านล่างสู่ด้านบน ในลักษณะทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการจ่ายน้ำ มีรายละเอียดวิธีการ ดังนี้

1) ทำตามข้อ 1), 2), 3) และ 4) ในกรณี ก)

2) ปล่อยให้สารละลายกรดเกลือไหลเข้าหอบรรจุเรซินประจุบวกผ่านประตูน้ำของรีเจนเนอแรนต์ เข้าด้านล่างของหอแล้วไหลออกทางประตูน้ำสำหรับน้ำทิ้งในทิศทางการไหลของกรดเกลือผ่านด้านล่างของชั้นเรซิน ออกทางด้านบนของชั้นเรซิน (ทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการจ่ายน้ำ) ใช้อัตราไหล 30 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อหมดกรดเกลือ ให้ปิดประตูน้ำทุกตัว โดยไม่ให้น้ำในหอต่ำกว่าผิวหน้าของชั้นเรซิน

3) นำตามข้อ 6) ใน ก) โดยให้น้ำบริสุทธิ์ไหลในทิศทางจากด้านล่างของชั้นเรซิน ออกด้านบนของชั้นเรซินเหมือน ข้อ 2) ใน ข้อ ข)

4) ปิดประตูน้ำทุกตัว

5) ทำตามข้อ 8) , 9) และ 10) ในข้อ ก)

- **เรซินประจุลบ**

วิธีการรีเจนเนอเรตซ้ำสารกรองเรซินประจุลบของระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน มีวิธีการคล้ายกับการล้างเรซินประจุลบของระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน แต่เปลี่ยนทิศทางการไหลของสารรีเจนเนอแรนต์มาเป็นไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบน มีรายละเอียด ดังนี้

1) ทำตามข้อ 1) และ 2) ใน กรณี ก)

2) ทำตามข้อ 3) ใน กรณี ก) แต่ให้ทิศทางการไหลของสารละลายด่าง ไหลจากด้านล่างของชั้นเรซินขึ้นข้างบน (ตรงข้ามกับทิศทางการจ่ายน้ำ)

3) ทำตามข้อ 4) ใน กรณี ก) แต่ให้น้ำบริสุทธิ์ไหลในทิศทางจากด้านล่างของชั้นเรซินออกด้านบนของชั้นเรซินเหมือนข้อ 1) ที่นี่

4) ปิดประตูน้ำทุกตัว

5) ทำตามข้อ 8) , 9) และ 10) ใน กรณี ก)

4.2.10 การทำให้เรซินทั้งสี่หออยู่ในรูปแบบอิ่มตัว (Exhausted form) ด้วยน้ำดิบ มีวิธีการทำดังนี้

1) เปิดน้ำดิบไหลผ่านเข้าหอเรซินประจุบวก แล้วไหลต่อเข้าหอเรซินประจุลบโดยให้น้ำดิบไหลแยกเข้าระบบโคเคอร์เรนต์และเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์ด้วยอัตราไหล 300 ลิตรต่อชั่วโมง

2) ปล่อยให้น้ำดิบไหลตามข้อ 1 จนกระทั่งเรซินทั้งสี่หออิ่มตัว โดยการตรวจวิเคราะห์น้ำตามข้อ 3

3) เก็บตัวอย่างน้ำจากขาออกของหอทั้งสี่ตรวจวิเคราะห์รายการตามหมายเหตุ เป็นระยะทุก 2 ชั่วโมง จนแน่ใจว่าเรซินอิ่มตัวแล้ว

หมายเหตุ :

- น้ำเก็บจากขาออกของเรซินประจุบวก ตรวจวิเคราะห์ค่า Free mineral acid (FMA) วิธีการตามมาตรฐาน ASTM D1067 เมื่อค่า FMA = 0 หมายความว่าเรซินประจุบวกอิ่มตัวแล้ว
- น้ำเก็บจากขาออกของเรซินประจุลบ ตรวจวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ถ้าค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้น จากเดิมที่น้อยกว่า 20 ไมโครซิเมนต์ต่อ ซม. จนมีค่าสูงขึ้นมาใกล้เคียงกับน้ำดิบขาเข้า หมายความว่า เรซินประจุลบอิ่มตัวแล้ว

4) ปิดประตูน้ำทุกตัว

4.2.11 การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ การผลิตน้ำบริสุทธิ์ระหว่างแบบแพ็กเบดชนิดโคเคอร์เรนต์และชนิดเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

4.2.11.1 รายการเครื่องมือและวัสดุ

1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ตามข้อ 1 ในหัวข้อ 4.2.1.1

2) เครื่องวัดความนำไฟฟ้า ตามข้อ 2 ในหัวข้อ 4.2.1.1

3) อุปกรณ์ทดลองเหมือนกับข้อ 1 ถึง 23 ในหัวข้อ 4.2.6.1

4.2.11.2 สารที่ใช้ทดลอง

1) สารเคมีตามข้อ 1 ถึง 8 ในหัวข้อ 4.2.6.2

2) ตัวอย่างน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการทดลอง

3) ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากน้ำขาออกจากหอทดลองทั้งสี่หอ

4.2.11.3 วิธีการทดลอง

หลังจากการทำรีเจนเนอเรตซ้ำเรซิน ตามหัวข้อ 4.2.9 และการทำให้เรซินทั้งสี่หออยู่ในรูปแบบอิ่มตัวตามหัวข้อ 4.2.10 แล้วนั้น ทำการทดลองต่อดังนี้

ก) การทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียมการ

การทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียมการนี้ เป็นการทดลองศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อพิจารณาผลการทดลอง โดยทำการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการเดินเครื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการรีเจนเนอเรตในแต่ละขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการล้างช้า (Slow rinse) ขั้นตอนการล้างเร็ว (Fast rinse) เป็นต้น ซึ่งการทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียมการนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับวิธีการเดินเครื่อง วิธีการรีเจนเนอเรตความบกพร่องของอุปกรณ์ เพื่อให้ได้วิธีการทดลองที่เหมาะสมและดีที่สุด อันจะส่งผลให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ หลังจากนั้นจึงนำวิธีการที่เหมาะสมนี้ไปใช้ทดลองผลิตน้ำบริสุทธิ์ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างสองระบบคือ ระบบโคเคอร์เรนต์และระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชันในขั้นตอนทดสอบสมรรถนะต่อไป

ในการทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียม มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการเดินเครื่อง และการรีเจนเนอเรตให้แตกต่างกันไปตามการทดลองแต่ละรอบการจ่ายน้ำ โดยแบ่งแยกเป็นหัวข้อได้ ดังต่อไปนี้

1) การทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่หนึ่ง (Cycle # 1)

วิธีการทดลองเหมือนกับการทดสอบสมรรถนะในหัวข้อ ข)ของข้อ 4.2.11.3 แต่มีการกำหนดการเดินเครื่องและการรีเจนเนอเรต เป็นดังนี้

- การเดินเครื่อง : ใช้อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง
- การรีเจนเนอเรต :
  - การล้างช้า (Slow rinse) : ใช้น้ำดิบล้างด้วยอัตราไหล 30 ลิตรต่อชั่วโมง โดยผ่านทางท่อจ่ายน้ำ (Service line) (ไม่ได้ผ่านทางท่อรีเจนเนอเรต (Regenerate line)) จำนวนน้ำ 5 BV (bed volume)

- การล้างเร็ว (Fast rinse): ใช้น้ำดิบล้างด้วยอัตราไหล 200 ลิตรต่อชั่วโมง โดยผ่านทางท่อจ่ายน้ำ (Service line) จนกระทั่งค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 μS/cm.
- การล้างเร็ว : ทำโดยผ่านน้ำดิบเข้าหอเรซินประจุบวกแล้วผ่านต่อเข้าหอเรซินประจุลบในคราวเดียวกัน

2) การทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่สอง (Cycle # 2)

กำหนดเงื่อนไขการเดินเครื่อง และการรีเจนเนอเรต ดังนี้

- การเดินเครื่อง : ใช้อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง
- การรีเจนเนอเรต :
  - การล้างช้า : แก้ไขโดยเปลี่ยนจากใช้น้ำดิบมาใช้น้ำบริสุทธิ์ และเปลี่ยนจากการล้างโดยผ่านทางท่อจ่ายน้ำมาผ่านท่อรีเจนเนอเรต อัตราไหลของน้ำ 30 ลิตรต่อชั่วโมง และจำนวนน้ำ 5 BV เหมือนเดิม
  - การล้างเร็ว : แก้ไขโดยเปลี่ยนจากการใช้น้ำดิบมาใช้น้ำบริสุทธิ์ ผ่านท่อจ่ายน้ำเหมือนเดิม ด้วยอัตราไหล 200 ลิตรต่อชั่วโมง จนค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 μS/cm.
  - การล้างเร็ว : ทำโดยผ่านน้ำบริสุทธิ์เข้าหอเรซินประจุบวกแล้วผ่านต่อเข้าหอเรซินประจุลบในคราวเดียวกัน

3) การทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่สามและรอบที่สี่ (Cycle # 3 and (Cycle # 4)

กำหนดเงื่อนไขการเดินเครื่อง และการรีเจนเนอเรต ดังนี้

- การเดินเครื่อง : ใช้อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง
- การรีเจนเนอเรต :
  - การล้างช้า : ทำเหมือนกับการทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่สอง
  - การล้างเร็ว : ทำโดยการล้างทีละหอ แยกอิสระจากกัน ไม่ล้างผ่านจากหอเรซินประจุบวกแล้วต่อเข้าหอเรซินประจุลบเหมือนการทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่สอง จนกระทั่งค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 μS/cm.

4) การทดลองขั้นเตรียมการทำงานรอบที่ห้าและหก (Cycle # 5 and (Cycle #6)

กำหนดเงื่อนไขการเดินเครื่อง และการรีเจนเนอเรต ดังนี้

- การเดินเครื่อง : ใช้อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง
- การรีเจนเนอเรต :
  - การล้างช้า : ทำเหมือนกับการทดลองขั้นเตรียมการรอบการทำงานที่สอง
  - การล้างเร็ว : ใช้น้ำบริสุทธิ์ล้างแยกทีละหอ แต่เปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำจากเดิม 200 ลิตรต่อชั่วโมง มาเป็น 300 ลิตรต่อชั่วโมง ล้างจนกระทั่งค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 μS/cm.

5) ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องอื่น ๆ ของการผลิตน้ำบริสุทธิ์ทั้งสองระบบ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียมการตาม ข้อ ก.)ข้อย่อย 1) ถึง 5)

ข) การทดสอบสมรรถนะ

หลังจากการศึกษาทดลองเบื้องต้นในขั้นเตรียมการตาม ข้อ ก.)แล้ว นำผลสรุปเงื่อนไขการเดินเครื่อง การรีเจนเนอเรต และการแก้ไขข้อบกพร่องมาใช้กับการทดสอบสมรรถนะเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตน้ำของระบบทั้งสองชนิด โดยแยกการทดลองเป็น 3 เงื่อนไข ที่อัตราการผลิตจ่ายน้ำต่างกัน คือ 200, 300 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ดังนี้

1) เงื่อนไขการทดลองที่หนึ่ง : การทดลองรอบการทำงานที่เจ็ดและแปด (การทดลองที่อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง)

กำหนดเงื่อนไขการเดินเครื่อง และการรีเจนเนอเรต ดังนี้

- เงื่อนไขการเดินเครื่อง : ใช้อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง
- เงื่อนไขการรีเจนเนอเรต :
  - การล้างช้า (Slow rinse) : ใช้น้ำบริสุทธิ์ล้างด้วยอัตราไหล 30 ลิตรต่อชั่วโมง โดยผ่านท่อที่รีเจนเนอเรต (Regenerate line) จำนวนน้ำ 5 BV (bed volume)

- การล้างเร็ว (Fast rinse) : ใช้น้ำบริสุทธิ์ล้างด้วยอัตราไหล 300 ลิตรต่อชั่วโมง โดยผ่านทางท่อจ่ายน้ำ ทำการล้างทีละหอแยกอิสระจากกัน (ไม่ล้างผ่านจากหอเรซินประจุบวกแล้วผ่านเข้าหอเรซินประจุลบในคราวเดียวกัน) จนกระทั่งค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 μS/cm.

วิธีการทดลอง ทำตามขั้นตอนและรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1) ทำการรีเจนเนอเรตเรซินทั้ง 4 หอ (เรซินประจุบวก 2 หอ เรซินประจุลบ 2 หอ) ของทั้ง 2 ระบบ คือ โคเคอร์เรนต์และเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน โดยทำตามวิธีในหัวข้อ 4.2.9.3 ข้อย่อย ก) และ ข) แล้วแต่กรณี แต่มีการเปลี่ยนแปลงบางขั้นตอน ดังนี้

■ ใช้ระดับการรีเจนเนอเรต (Regeneration level) 100 g/l_R โดยใช้ปริมาณรีเจนเนอแรนต์ 1 ครั้ง เท่านั้น ไม่ต้องทำรีเจนเนอเรตซ้ำ กล่าวคือกรณีเรซินประจุบวก ใช้รีเจนเนอแรนต์ 5 % wt HCl จำนวน 16.2 ลิตร กรณีเรซินประจุลบ ใช้รีเจนเนอแรนต์ 4 % wt NaOH จำนวน 42.70 ลิตร

1.2) ขณะรีเจนเนอเรต ให้เก็บตัวอย่างน้ำที่ปล่อยออกจากแต่ละหอในขั้นตอนการล้าง (fast rinse) ทุก ๆ 2-3 นาที เพื่อวัดค่าความนำไฟฟ้าจนกระทั่งค่าต่ำกว่า 20 ไมโครซีเมนต์ต่อ ซม. จนบันทึกค่าไว้ทุกเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

1.3) ใช้ระบบผลิตน้ำทั้งสองแบบ ผลิตน้ำบริสุทธิ์ตามไดอะแกรมของกระบวนการ ตามรูปที่ 3.1 ของบทที่ 3 โดยปรับอัตราไหลของน้ำออกจากระบบทั้งสอง เท่ากับ 200 ลิตรต่อชั่วโมงที่ด้านขาออกจากหอเรซินประจุลบทั้งสองระบบ มีมิเตอร์วัดปริมาณน้ำแบบต่อเนื่อง

1.4) เก็บตัวอย่างน้ำขาออกจากหอเรซินประจุบวกและหอเรซินประจุลบทั้งสี่หอ ทุก 20 % ของปริมาตรน้ำทั้งหมดที่คาดว่าจะจ่ายได้จากการคำนวณในช่วงต้นของรอบ (Cycle) ของการผลิตน้ำ และทุก ๆ 10 % หรือ 5 % ในช่วงปลายของรอบของการผลิตน้ำ จนกระทั่งเรซินทั้งสี่หออิ่มตัว

1.5) เก็บตัวอย่างน้ำดิบก่อนเข้าเครื่องแบบสะสม (Composite Sample) ตลอดระยะเวลาการผลิตน้ำจนกระทั่งเรซินอิ่มตัว โดยเก็บที่ทุก 20 % ของปริมาตรน้ำที่จ่ายได้

หมายเหตุ : ข้อ 1.4 , 1.5 ใช้ขวดเก็บตัวอย่างขนาด 1 ลิตรเก็บจนเต็มขวด

1.6) จดบันทึกค่าความดันของทุกหอ ทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ 1.4

1.7) วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ความนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำข้อ 1.4 และเก็บตัวอย่างน้ำที่เหลือเพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีคุณภาพน้ำอื่น ๆ ในหัวข้อ 6.2.9 ต่อไป

1.8) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1.1 ถึง 1.7 อีก 1 ครั้ง

2) เงื่อนไขการทดลองที่สอง : การทดลองรอบการทำงานที่เก้าและสิบ (การทดลองที่อัตราการจ่ายน้ำ 300 ลิตรต่อชั่วโมง)

ทำการทดลองตามขั้นตอนและรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

2.1) ทำการทดลองตามข้อ 1.1) ถึง 1.8) ในหัวข้อ ข) ข้อ 1) แต่เปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำที่ผลิตจาก 200 ลิตรต่อชั่วโมงเป็น 300 ลิตรต่อชั่วโมง

3) เงื่อนไขการทดลองที่สาม : การทดลองรอบการทำงานที่สิบเอ็ดและสิบสอง (การทดลองที่อัตราการจ่ายน้ำ 100 ลิตรต่อชั่วโมง)

ทำการทดลองตามขั้นตอนและรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

3.1) ทำการทดลองตามข้อ 1.1) ถึง 1.8) ในหัวข้อ ข) ข้อ 1) แต่เปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำที่ผลิตจาก 200 ลิตรต่อชั่วโมงเป็น 100 ลิตรต่อชั่วโมง

4.2.12 การตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการเก็บตัวอย่างในหัวข้อ 4.2.8

4.2.12.1 รายการเครื่องมือและวัสดุ

1) รายการเครื่องมือและวัสดุตามข้อ 1 ถึง 14 ในหัวข้อ 4.2.1.1

2) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ PERKIN-ELMER รุ่น 2380 ประเทศอเมริกา

3) เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น 5000 ประเทศญี่ปุ่น

4.2.12.2 สารที่ใช้ในการทดลอง

1) น้ำบริสุทธิ์ (Demineralized Water)

2) สารเคมี และสารมาตรฐานต่าง ๆที่ใช้ในห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์หาค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกรายการตามข้อ 3.2 บทที่ 3 และ ASTM ตามข้อ 4.1.1.4

3) ตัวอย่างน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการทดลอง

4) ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากน้ำขาออกจากหอทดลองทั้งสี่หอ

4.2.12.3 วิธีการและมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

1) วิธีการและมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำเหมือนกับข้อ 1 ถึง 8 ในหัวข้อ 4.2.1.4

2) โซเดียมใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3) Total Organic Carbon (TOC) ใช้เครื่อง TOC Analyzer

4.2.12.4 วิธีการทดลอง

1) นำน้ำตัวอย่างที่เก็บจากการทดลองตามข้อ 4.2.8.3 มาวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1) น้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์รายการตามข้อ 3.2 บทที่ 3 คือ

ความเป็นกรด-ด่าง	(pH)
ความนำไฟฟ้า	(Conductivity, μS/cm.)
ความขุ่น	(Turbidity, NTU.)
ความกระด้างทั้งหมด	(Total hardness,ppm as $CaCO_3$)
แคลเซียม	(Calcium, ppm as $CaCO_3$)
แมกเนเซียม	(Magnesium, ppm as $CaCO_3$)
โซเดียมและโปแตสเซียม*	(Sodium and Potassium,ppm as $CaCO_3$)
ความเป็นด่าง	(Alkalinity, ppm as $CaCO_3$)
ไฮดรอกไซด์	(Hydroxide, ppm as $CaCO_3$)
ไบคาร์บอเนต	(Bicarbonate, ppm as $CaCO_3$)
คาร์บอเนต	(Carbonate, ppm as $CaCO_3$)

คลอไรด์ (Chloride, ppm)

ซัลเฟต (Sulfate, ppm)

ซิลิกา (Silica, ppm)

หมายเหตุ : * ใช้วิธีการคำนวณเทียบ

1.2) น้ำขาออกจากหอเรซินประจุบวกของทั้งระบบโคเคอร์เรนต์และระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน วิเคราะห์ตามรายการ ดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความนำไฟฟ้า (Conductivity, μS/cm.)

ปริมาณกรดอิสระ (Free mineral acid, ppm as $CaCO_3$)

โซเดียม (Sodium, ppm as $CaCO_3$)

1.3) น้ำขาออกจากหอเรซินประจุลบของทั้งสองระบบวิเคราะห์ตามรายการดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความนำไฟฟ้า (Conductivity, μS/cm.)

ซิลิกา (Silica, ppm)

* ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Total organic carbon, ppm)

หมายเหตุ : * วิเคราะห์ 2 ตัวอย่างต่อ 1 ไซเคิลการจ่ายน้ำ ประมาณกลางไซเคิล

4.2.13 การสรุปความเหมาะสมในแง่ประสิทธิภาพในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์

จากการดำเนินการวิจัย ตามหัวข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.12 และผลการทดลองและการวิจารณ์ผลตามหัวข้อ 5.1 ถึง 5.7 สามารถสรุปความเหมาะสมในแง่ประสิทธิภาพในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์เดิมของโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบโคเคอร์เรนต์ได้ โดยจะกล่าวสรุปใน บทที่ 5 หัวข้อ 5.8 และ บทที่ 6 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ต่อไป

4.2.14 การทดสอบความเหมาะสมของสมการทั่วไปที่ใช้ออกแบบ กับผลการทดลองที่ได้จริง

จากการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ 4.2.11.3 ข้อ ข) การทดสอบสมรรถนะ และผลการทดลองและการวิจารณ์ตามหัวข้อ 5.7 ข้อ ข) ผลการทดสอบสมรรถนะสามารถนำผลที่ได้มายืนยันเหมาะสมของสมการทั่วไปที่ใช้ออกแบบ (โดยอาศัย Engineering Bulletin and Engineering Data Sheet ของ AMBERLITE RESINS จาก บริษัท ROHM and HAAS) กับผลการทดลองที่ได้จริง ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5 หัวข้อ 5.9 ต่อไป

4.2.15 การเสนอระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่จะสร้างขึ้นใหม่ในโรงไฟฟ้า โดยพิจารณาจากผลการวิจัยข้างต้น

จากผลการดำเนินการวิจัย ตามหัวข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.14 และ ผลการทดลองและการวิจารณ์ ตามหัวข้อ 5.1 ถึง 5.9 ทำให้สามารถพิจารณาเสนอระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่จะสร้างขึ้นใหม่ในโรงไฟฟ้าได้ โดยจะกล่าวอยู่ในบทที่ 6 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ต่อไป