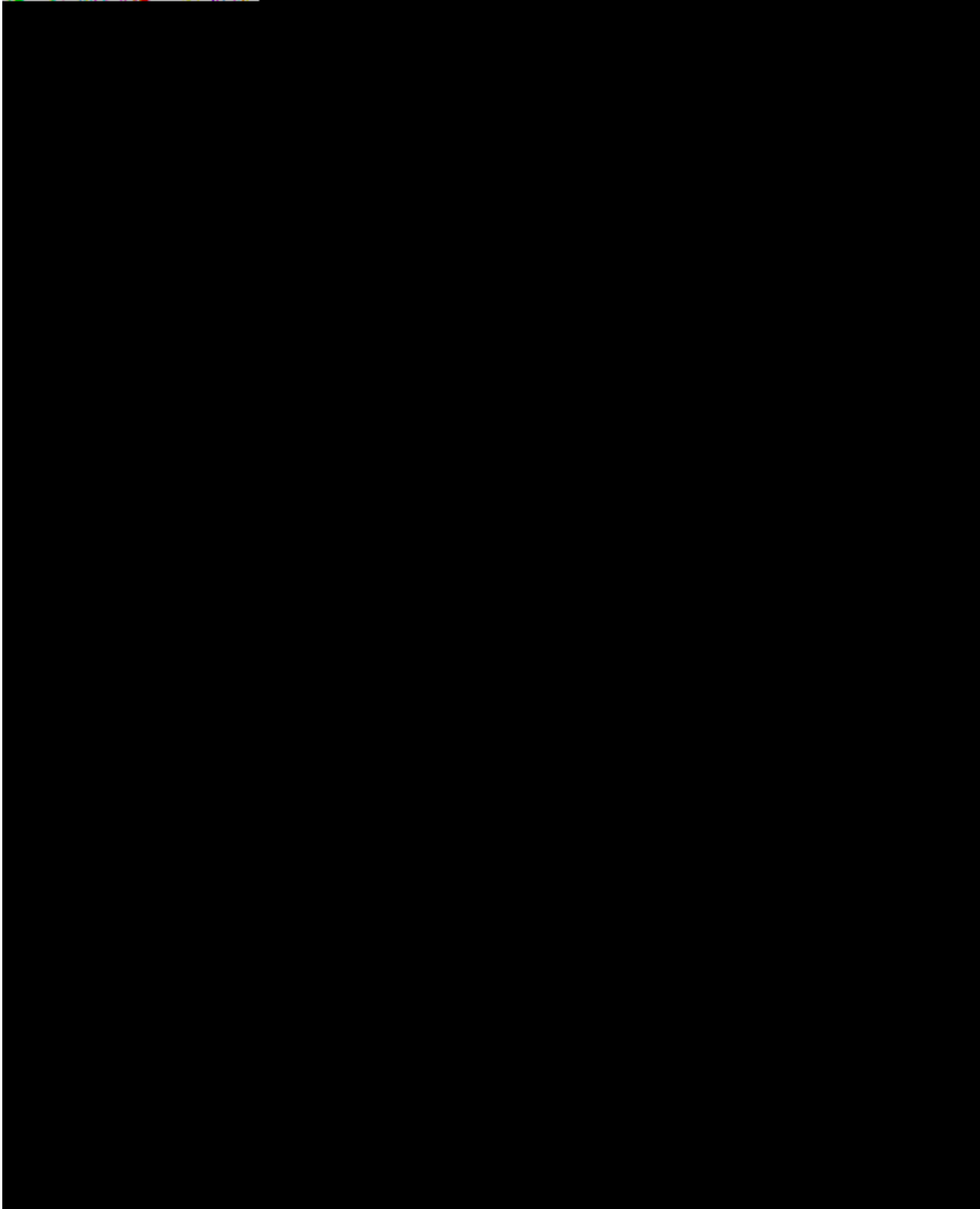


การคำนวณปริมาณเรซินกำจัดความกระด้าง

โดย

นายพงศ์ศักดิ์ ส้มไร่ไร่

การคำนวณปริมาณเรซินเพื่อกำจัดความกระด้างแบบง่าย



	Raw water flow rate	=	B	$m^3/hr$	
จากความกระด้าง	100 กรัม/ลิตร	=	1	ลิตร	
ถ้าความกระด้าง	A กรัม/ลิตร	=	$\frac{A}{100}$	ลิตร	

∴ เรซิน  $\frac{A}{100}$  ลิตร สามารถกำจัดความกระด้างออกได้หมด 1 ลบ.ม.

ปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรต้องใช้เวลา =  $\frac{A}{100}$  ลิตร

จาก Raw water flow rate B ลบ.ม. ต้องใช้เวลา =  $\frac{A}{100} \times B$  ลิตร ที่ 1 ชั่วโมง

แต่ประสิทธิภาพของเรซินมีประมาณ 50 ถึง 70 % เท่านั้น ดังนั้นปริมาณเรซินที่ต้องใช้จึง

$$\therefore \text{Volume resin} = \frac{A}{100} \times \frac{B}{\text{efficiency}} \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง}$$

#### ตัวอย่างการคำนวณ 1

ใช้คำนวณหาปริมาณเรซินเพื่อกำจัดความกระด้าง โดยให้ข้อมูลดังนี้

- |                                 |   |     |                    |  |
|---------------------------------|---|-----|--------------------|--|
| 1. ค่า Total Hardness           | = | 120 | $mg/l$ as $CaCO_3$ |  |
| 2. Raw Water Flow rate          | = | 50  | $m^3/hr$           |  |
| 3. จำนวน operate ระบบ           | = | 10  | hr/day             |  |
| 4. จำนวน regenerate เรซิน       | = | 15  | day/cycle          |  |
| 5. ค่าพดล.ที่เรซินมีประสิทธิภาพ | = | 60  | %                  |  |

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{Equation Volume resin} &= \frac{A}{100} \times \frac{B}{\text{efficiency}} \quad \text{Liter/hr} \\ &= \frac{120 \text{ mg/l as } CaCO_3 \times 50 \text{ m}^3/hr}{100 \times 0.6} \\ &= 100 \text{ Liter/hr} \\ \text{จำนวน operate ระบบที่} &= 10 \text{ hr/day} \\ \text{จำนวน regenerate เรซิน} &= 15 \text{ day/cycle} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1. \quad \text{ระยะเวลาการทำงานของระบบผลิตทั้งหมดจนถึงการ regenerate ทั่วกัน} &= 10 \times 15 \\
 &= 150 \quad \text{ชั่วโมง} \\
 \text{จาก Volume resin} &= 100 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\
 2. \quad \text{Volume resin ที่ต้องการทั้งหมด} &= 100 \times 150 \\
 &= 15,000 \quad \text{ลิตร}
 \end{aligned}$$

### ตัวอย่างการคำนวณ 2

ให้คำนวณหาปริมาณเรซินเพื่อกำจัดความกระด้าง โดยให้ข้อมูลดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ผลวิเคราะห์น้ำดังนี้} \quad \text{Na}^+ &= 20 \quad \text{mg/l} \\
 \text{Ca}^{2+} &= 15 \quad \text{mg/l} \\
 \text{Mg}^{2+} &= 10 \quad \text{mg/l} \\
 \text{Cl}^- &= 40 \quad \text{mg/l} \\
 \text{SO}_4^{2-} &= 30 \quad \text{mg/l} \\
 2. \quad \text{Raw Water Flow rate} &= 4 \quad \text{m}^3/\text{hr} \\
 3. \quad \text{ต้องการ operate ระบบ} &= 10 \quad \text{hr/day} \\
 4. \quad \text{ต้องการ regenerate เรซิน} &= 15 \quad \text{day/cycle} \\
 5. \quad \text{กำหนดให้เรซินมีประสิทธิภาพ} &= 60 \quad \%
 \end{aligned}$$

นำผลวิเคราะห์น้ำซึ่งผลการมาแปลงหน่วยให้เป็น mg/l as CaCO<sub>3</sub> ได้ดังนี้

Water analysis		Equivalent weight	mg/L (ppm as ion)	mg/L	ppm as CaCO <sub>3</sub>	Hardness	mg/L	ppm as CaCO <sub>3</sub>	mg/L
Calcium	Ca	20	15	0.7500	37.5	1.5833	79.167		
Magnesium	Mg	12	10	0.8333	41.7				
Sodium	Na	23	20	0.8696	43.5				
Potassium	K	39		0.0000	0.0				
Ammonium	NH <sub>4</sub>	14		0.0000	0.0				
Acidity	H	1		0.0000	0.0				
Sum cations					2.4529	122.6			
Chloride	Cl	35.5	40	1.1268	56.3	1.7518	87.6		
Sulphate	SO <sub>4</sub>	48	30	0.6250	31.3				
Nitrate	NO <sub>3</sub>	62		0.0000	0.0	mAlk	2	0	
Fluoride	F	17	0	0.0000	0.0	pAlk	0	0	
Bicarbonat	HCO <sub>3</sub>	61		0.0000	0.0	HCO <sub>3</sub>	0	0	0
Carbonate	CO <sub>3</sub>	30	0	0.0000	0.0	CO <sub>3</sub>	0	0	0
Hydroxide	OH	17	0	0.0000	0.0	OH	0	0	0
Sum anions					1.7518	87.6		0	0
Silica	SiO <sub>2</sub>	60		0.0000	0.0	pH	0		
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	44		0.0000	0.0	CO <sub>2</sub> from pH	0.000	0.0	0.00
pH									

ตัวอย่างที่ 1

$$\begin{aligned}
 \text{Equation Volume resin} &= \frac{A}{100} \times \frac{B}{\text{efficiency}} \quad \text{Liter/hr} \\
 &= \frac{79.1667 \text{ mg/l as CaCO}_3 \times 4 \text{ m}^3/\text{hr}}{100 \times 0.6} \\
 &= 5.27778 \text{ Liter/hr} \\
 \text{ถังกรอง operate ต่อวัน} &= 10 \text{ hr/day} \\
 \text{ถังกรอง regenerate เว้น} &= 15 \text{ day/cycle}
 \end{aligned}$$

ระยะเวลาการทำงานของระบบผลิตน้ำดื่มทั้งหมดจนถึงการ regenerate เท่ากับ

$$= 10 \times 15$$

$$= 150 \text{ ชั่วโมง}$$

จาก Volume resin = 5.27778 ลิตร/ชั่วโมง

$$\text{Volume resin ที่ต้องการทั้งหมด} = 5.27778 \times 150$$

$$= 792 \text{ ลิตร}$$

### วิธีทำที่ 2

$$\text{Equivalent} = \frac{E}{Eq - Wt}$$

$$\text{Equivalent- Weight} = \frac{\text{Molecular Weight (MW)}}{\text{Valency} + \text{or} -}$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ มี Molecular Weight} = 40.078 + 12.011 + (15.999 \times 3)$$

$$= 100$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ มี Valency} = 2 \quad (\text{ประจุบวก 2 หรือลบ 2})$$

$$\text{Equivalent-Weight} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\therefore \text{Equivalent} = 0.00158 \text{ eq/l}$$

การคำนวณหาปริมาณเรซินให้ได้อย่างถูกต้องจะต้องมีการคำนวณปริมาณเรซินเพื่อให้สามารถรับปริมาณสารละลายเกลือแอมโมเนียมใช้ในการ rinse แต่เนื่องจากปริมาณน้ำดังกล่าวค่อนข้างน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่ผลิตได้ใน 1 วัน จึงอาจออกเงินไม่นำมาคิดทำให้คำนวณได้ง่ายขึ้น

$$\text{จาก specification ของเรซินมีค่า Total Exchange Capacity} = 2 \text{ eq/l}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น Total Exchange capacity} \quad 2 \text{ eq มาจากเรซิน} = 1 \text{ liter}$$

ถ้าต้องการกำจัดความกระด้าง  $0.001583333 \text{ eq}$  จะต้องใช้เรซินเท่ากับ

$$= \frac{0.00158}{2} = 0.000791667 \text{ liter}$$

$\therefore$  ถ้าต้องการผลิตน้ำ 1 ลิตร โดยให้สามารถกำจัดความกระด้างออกทั้งหมดจะต้องใช้เรซินเท่ากับ

$$= 0.000791667 \text{ liter}$$

$$\text{Raw Water Flow rate} = 4 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{ต้องการ operate ระบบ} = 10 \text{ hr/day}$$

ต้องการ regenerate เรซิน	=	15	day/cycle
∴ ระยะเวลาการทำงานของระบบผลิตทั้งหมดจนถึงการ regenerate เท่ากับ	=	10 x 15	
	=	150	ชั่วโมง
เวลา 1 ชั่วโมง ผลิตน้ำได้	=	4	ลูกบาศก์เมตร
∴ ถ้า operate ระบบผลิต 150 ชั่วโมงจะผลิตน้ำได้ =		600	ลูกบาศก์เมตร
จากการผลิตน้ำ 1 ลิตรใช้เรซิน	=	0.00079	ลิตร
∴ ถ้าต้องการผลิตน้ำให้ได้ 600,000 จะต้องใช้เรซิน			
	=	475	ลิตร
กำหนดใช้เรซินมีประสิทธิภาพ	=	60	% ดังนั้นปริมาณเรซินที่ใช้จริง
	=	792	ลิตร

#### 776 Regeneration Resin

1. ปริมาณเกลือที่นิยมใช้ฟื้นฟูสภาพเรซินอยู่ระหว่าง 80 - 150 กรัม/ลิตรเรซิน (Countercurrent flow)		
ปริมาณเกลือที่นิยมใช้ฟื้นฟูสภาพเรซินประมาณ 240 กรัม/ลิตรเรซิน (Cocurrent flow)		
- เลือกใช้	=	150
∴ ปริมาณเกลือที่ใช้ทั้งหมด	=	119
2. เกลือที่ความเข้มข้นระหว่าง 8 - 10 % (8 ถึง 10 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)		
- เลือกเกลือที่	=	9
∴ ปริมาณน้ำเกลือที่ต้องเตรียม	=	1319.44
3. เวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพเรซินระหว่าง 30 - 50 นาที		
- เลือกใช้เวลาที่	=	40
∴ ความเร็วของน้ำเกลือที่จ่ายเข้าถังเรซิน	=	32.9861