การเตรียมสารเคมีสำหรับระบบผลิตน้ำประปา

โดย

นายพรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ

ส่วนวิเคราะห์จัดการสิ่งแวดล้อม กองจัดการสิ่งแวดล้อมและมลพิษ
ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ การประปานครหลวง

วิธีการเตรียม STOCK SOLUTION จากสารเคมีในรูปแข็ง(W/W) ยกเว้นปูนขาว

ใช้สำหรับสารส้มชนิดของแข็ง(ก้อนหรือเกล็ด), PACIชนิดผงหรือเกล็ด , โพลีเมอร์ชนิดผง ด่างทับทิมชนิดก้อนหรือเกล็ด คลอรีนชนิดผงหรือเกล็ดยกเว้นปูนขาว

สมมุติเตรียมจากสารเคมีชนิดก้อนหรือชนิดเกล็ดหรือผงมีความเข้มข้น 65 % (weight/weight)

หมายถึงสารเคมี 100 กรัม มีเนื้อสารเคมี = 65 กรัม

Sol[n] สมมุติสารเคมี 65 %หมายถึง

สารเคมี 100 กรัม มี เนื้อสารเคมี = 65 กรัม

∴ ถ้าต้องการเตรียม Stock Solution เนื้อสารเคมี 10 % หมายถึง มีเนื้อสารเคมี

= 10 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร

= 100 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

จะใช้สารเคมี เท่าใด

จากเนื้อสารเคมี = 65 กรัม จะต้องใช้สารเคมี = 100 กรัม

∴ ถ้าต้องการเนื้อสารเคมี = 100 กรัม จะต้องใช้สารเคมี = $\frac{100 \times 100}{65}$ กรัม

นั้นคือจะต้องใช้สารเคมี = 153.85 กรัม ละลายน้ำ 1 ลิตร จะได้

ความเข้มข้นของเนื้อสารเคมี = 10 %

แต่ถัง STOCK SOLUTION มีปริมาตร = 200 ลิตร

∴ จะต้องใช้สารเคมี = 30,769.23 กรัม

= 30.77 กิโลกรัม

วิธีการเตรียม STOCK SOLUTION จากสารเคมีชนิดปูนขาว

สูตรคำนวณปริมาณปูนขาวที่จะเตรียม

$$\frac{AxBx56x100}{74xC}$$ หน่วยกิโลกรัม

โดยที่

A = ความเข้มข้นของ Stock Solution $Ca(OH)_2$ หน่วย กรัม/ลิตร

B = ปริมาตรที่ต้องการเตรียมของ Stock Solution $Ca(OH)_2$ หน่วยลูกบาศก์เมตร

C = Grade ปูนขาวที่ใช้กันทั่วๆไปเป็น Industrial Grade หน่วยเป็น %

สมมุติแทนค่า

A =	ความเข้มข้นของ Stock Solution $Ca(OH)_2$ หน่วย กรัม/ลิตร	=	30	กรัม/ลิตร
B =	ปริมาตรที่ต้องการเตรียมของ Stock Solution $Ca(OH)_2$ หน่วยลูกบาศก์เมตร	=	3	ลูกบาศก์เมตร
C =	Grade ปูนขาวที่ใช้กันทั่วๆไปเป็น Industrial Grade หน่วยเป็น %	=	90	% as CaO

เพราะฉะนั้นน้ำหนักปูนขาวที่ต้องการจะเท่ากับ 75.67568 กิโลกรัม

วิธีการเตรียม STOCK SOLUTION จากสารเคมีในรูปของเหลว(W/W)

ใช้สำหรับสารเคมีชนิดของเหลวทุกชนิด เช่น คลอรีนเหลว , ปูนขาวชนิด Slack Lime($Ca(OH)_2$) เป็นต้น

1. สมมุติเตรียมจากสารเคมี(Raw Chemical)ชนิดเหลวมีความเข้มข้น 28 % (weight/weight)

หมายถึงสารเคมี 100 กิโลกรัม มีเนื้อสารเคมี = 28 กิโลกรัม

2. สารเคมี(Raw Chemical)มีค่าความถ่วงจำเพาะ(specific gravity)(S.G) = 1.2

3. จากความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสให้ค่า = 997.1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

4. สมมุติต้องการเตรียมสารเคมี (Stock Solution) ที่ความเข้มข้น = 10 % (weight/volume)

หมายถึงเนื้อสารเคมี 10 กิโลกรัม ละลายน้ำให้ได้ = 100 ลิตร

Soln จากสมการ

$$\rho = \frac{m(kg)}{V(m^3).(S.G)}$$

ต้องเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักของสารเคมี(Raw Chemical) ชนิดเหลว 100 กิโลกรัมให้เป็นปริมาตรดังนี้

$$V(m^3) = \frac{m(kg)}{\rho.S.G}$$

∴ ปริมาตรของสารเคมี(Raw Chemical) ชนิดเหลว 100 กิโลกรัม = 0.0835757 ลูกบาศ์เมตร

∴ สารเคมีที่นำมาเตรียม เป็น Stock Solution มีความเข้มข้น = 335.0256 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นสารเคมี Raw Chemical หนัก 335.0256 กิโลกรัมได้สารละลาย = 1 ลูกบาศ์เมตร

ถ้าต้องการสารเคมี Stock Solution หนั 10 กิโลกรัมได้สารละลาย = 10 ลูกบาศ์เมตร

335.0256

= 0.0298485 ลูกบาศ์เมตร

ดังนั้น Stock Solution ที่ต้องการเตรียมจากสารเคมี(Raw Chemical) 0.0298485 ลูกบาศ์เมตร/น้ำ 100 ลิตร

= 35.714286 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร

จะได้ความเข้มข้นของ Stock Solution 10 % (weight/volume)

แต่ถัง STOCK SOLUTION มีปริมาตร 200 ลิตร

∴ จะต้องใช้สารเคมี = 71 กิโลกรัม

อัตราการจ่ายและค่าใช้จ่ายสารละลาย Pre-Cl_2

- ที่ความเข้มข้นของสาร Cl_2 ที่อัตราการจ่ายประมาณ = 3 mg/l (Dosing rate)
- % ของ Raw Chemical(Sodium Hypochlorite) = 10 %(W/W)
- Specific Gravity Sodium Hypochlorite = 1.2
- อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ = 50 m^3/hr

แทนค่าลงในสูตร

$$= \frac{Flow(m^3/hr)xppm}{9.971xSpecific\ Gravityx\%Raw\ Chemical(w/w)}$$

$$= \frac{50\ m^3/hr \times 3\ mg/l}{9.971 \times 1.2 \times 10} = 1.25\ l/hr$$

- ปรับ Stroke length ได้ดังนี้

ถ้า Spec. Pump ที่ 20 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length = 100 % (ดูจาก SPEC PUMP)

ถ้าที่ 1.25 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length $= \frac{1.254 \times 100}{20}$

$= 6.27\ \%$

$\approx 6\ \%$

- ราคาคลอรีนเหลว 10 % ราคา = 15 บาท/กิโลกรัม
  = 15 บาท / 0.0008 ลูกบาศก์เมตร
  = 15 บาท / 0.8333 ลิตร
  = 18 บาท / ลิตร
- จากอัตราการจ่ายคลอรีน = 1.25 ลิตร/ชั่วโมง

∴ ค่าใช้จ่ายคลอรีน = 22.5654 บาท/ชั่วโมง

∴ ***ค่าใช้จ่ายคลอรีน/น้ำดิบ = 0.4513 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบ***

∴ ***ค่าใช้จ่ายคลอรีน = 541.57 บาท/วัน***

= 16,247 บาท/เดือน

อัตราการจ่ายและค่าใช้จ่ายสารละลาย Post-Cl_2

- ที่ความเข้มข้นของสาร Cl_2 ที่อัตราการจ่ายประมาณ = 3 mg/l (Dosing rate)
- % ของ Raw Chemical(Sodium Hypochlorite) = 10 %(W/W)
- Specific Gravity Sodium Hypochlorite = 1.2
- อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ = 50 m^3/hr

แทนค่าลงในสูตร

$$= \frac{Flow(m^3/hr)xppm}{9.971xSpecific\ Gravityx\%Raw\ Chemical(w/w)}$$

$$= \frac{50\ m^3/hr \times 3\ mg/l}{9.971 \times 1.2 \times 10} = 1.25\ l/hr$$

- ปรับ Stroke length ได้ดังนี้

ถ้า Spec. Pump ที่ 20 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length = 100 % (ดูจาก SPEC PUMP)

ถ้าที่ 1.25 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length $= \frac{1.254 \times 100}{20}$

$= 6.27$ %

≈ 6 %

- ราคาคลอรีนเหลว 10 % ราคา = 15 บาท/กิโลกรัม
  = 15 บาท / 0.0008 ลูกบาศก์เมตร
  = 15 บาท / 0.8333 ลิตร
  = 18 บาท / ลิตร
- จากอัตราการจ่ายคลอรีน = 1.25 ลิตร/ชั่วโมง

∴ ค่าใช้จ่ายคลอรีน = 22.5654 บาท/ชั่วโมง

∴ ***ค่าใช้จ่ายคลอรีน/น้ำดิบ = 0.4513 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบ***

∴ ***ค่าใช้จ่ายคลอรีน = 541.57 บาท/วัน***

= ***16,247 บาท/เดือน***

การคำนวณอัตราการจ่ายปูนขาว กรณีสารเคมีอยู่ในรูปของแข็ง (W/W)

- ที่ความเข้มข้นของสารเคมีที่อัตราการจ่ายประมาณ = 3 mg/l (Dosing rate)
- % ของสารเคมีใน Stock Solution ของสารละลาย = 3 %(W/V)
- % ของ Raw Chemical = 90 %(W/W)
- อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ = 50 m^3/hr

แทนค่าลงในสูตร

$$= \frac{Flow(m^3/hr)xppmx\%Raw\ Chemical(W/W)}{1{,}000x\%Stock\ Solution(W/V)}$$

$$= \frac{50\ m^3/hr \times 3\ mg/l \times 90}{1000 \times 3} = 4.500\ l/hr$$

- ปรับ Stroke length ได้ดังนี้

ถ้า Spec. Pump ที่ 60 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke lengt = 100 % (ดูจาก SPEC PUMP)

ถ้าที่ 4.500 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke lengt = $\frac{4.5 \times 100}{60}$

= 7.50 %

≈ 8 %

การคำนวณอัตราการจ่ายสารส้มน้ำ(W/W)

- ที่ความเข้มข้นของสารเคมีที่อัตราการจ่ายประมาณ = 35 mg/l (Dosing rate)
- % ของสารส้มน้ำ = 50 %(W/W)
- Specific Gravity ของสารเคมี = 1.2
- อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ = 50 m^3/hr

แทนค่าลงในสูตร

$$= \frac{Flow(m^3/hr)xppm}{9.971xSpecific\ Gravityx\%Raw\ Chemical(w/w)}$$

$$= \frac{50\ m^3/hr \times 35\ mg/l}{9.97 \times 1.2 \times 50} = 2.93\ l/hr$$

- ปรับ Stroke length ได้ดังนี้

ถ้า Spec. Pump ที่ 60 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length = 100 % (ดูจาก SPEC PUMP)

ถ้าที่ 2.93 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length $= \frac{2.925 \times 100}{60}$

$= 4.88\ \%$

$\approx 5\ \%$

การคำนวณอัตราการจ่ายสารโพลีเมอร์ กรณีสารเคมีอยู่ในรูปของแข็ง 100% (W/W)

- ที่ความเข้มข้นของสารเคมีที่อัตราการจ่ายประมาณ = 0.05 mg/l (Dosing rate)
- % ของสารเคมีใน Stock Solution ของสารละลาย = 0.20 %(W/V)
- อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ = 50 m^3/hr

แทนค่าลงในสูตร

$$= \boxed{\frac{Flow(m^3/hr)xppm}{10x\%Stock\ Solution(w/v)}}$$

$$= \frac{50\ m^3/hr\ \times\ 0.05\ mg/l}{10\ \times\ 0.2} = 1.25\ l/hr$$

- ปรับ Stroke length ได้ดังนี้

ถ้า Spec. Pump ที่ 50 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length = 100 % (ดูจาก SPEC PUMP)

ถ้าที่ 1 l/hr ได้เปอร์เซ็นต์ Stroke length $= \frac{1.25\ \times\ 100}{50}$

$= 2.50\ \%$

$\approx 2.50\ \%$

การคำนวณค่าใช้จ่ายสารเคมีชนิดสารส้มน้ำ 50 %

ราคา		=	3,860	บาท/ตัน (มิถุนายน 2550)
สารส้มน้ำ 1 ตันราคา		=	7,720	บาท
สารส้มน้ำ 1,000 กิโลกรัมราคา		=	7,720	บาท
สารส้มน้ำ 1,000,0000 กรัมราคา		=	7,720	บาท
สารส้มน้ำ 1,000,0000,0000 มิลลิกรัมราคา		=	7,720	บาท
Optimum Dose สารส้มน้ำ		=	32	มิลลิกรัม/ลิตร
จากสารส้มน้ำ 1,000,0000,000 มิลลิกรัมราคา		=	7,720	บาท
ถ้าสารส้มน้ำ 32 มิลลิกรัม		=	0.00025	บาท/ลิตรน้ำดิบ
		=	0.24704	บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบ
∴ รวมค่าใช้จ่ายสารส้มในรอบ 1 เดือนเท่ากับ			8,893	บาท

การคำนวณค่าใช้จ่ายสารเคมีชนิดปูนขาว 90 %

จาก Optimum Dose ปูนขาว = 5 มิลลิกรัม/ลิตร

จากสมการ

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Molecular Weight 56 74

จากสารสะลาย $Ca(OH)_2$ 74 มิลลิกรัม มาจากเนื้อ CaO = 56 มิลลิกรัม

ถ้า Optimum Dose 5 มิลลิกรัม มาจากเนื้อ CaO = 3.78378 มิลลิกรัม

จากเนื้อปูนขาว 90 มิลลิกรัมมาจากปูนขาว = 100 มิลลิกรัม

ถ้าเนื้อปูนขาว 3.78 มิลลิกรัมมาจากปูนขาว = 4.2042 มิลลิกรัม/ลิตรน้ำดิบ

ปูนขาว 90 % ราคา = 100,000 บาท/ตัน(ขายรวมเนื้อ)

ปูนขาว 90 % 1,000 กิโลกรัมราคา = 100,000 บาท(มิถุนายน 2550)

ปูนขาว 90 % 1,000,000 กรัมราคา = 100,000 บาท

ปูนขาว 90 % 1,000 ,000,000 มิลลิกรัมราคา = 100,000 บาท

∴ ถ้าปูนขาว 4.2 มิลลิกรัมราคา = 0.00042 บาทลิตรน้ำดิบ

= 0.42 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบ

∴ รวมค่าใช้จ่ายปูนขาวในรอบ 1 เดือนเท่ากับ 15135.14 บาท

การคำนวณค่าใช้จ่ายสารเคมีชนิดสารโพลีเมอร์ประจุลบ 100%

สารโพลีเมอร์ประจุลบ 100% ราคา = 108,000 บาท/ตัน (มิถุนายน 2550)

สารโพลีเมอร์ประจุลบ 100% = 108,000 บาท

สารโพลีเมอร์ประจุลบ 100% 1,000,000,000 มิลลิกรัม ราคา = 108,000 บาท

Optimum Dose สารโพลีเมอร์ประจุลบ = 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร

(จากการเตรียมสารโพลีเมอร์ประจุลบ 100 % 1 มิลลิกรัม/น้ำ 1000 มิลลิลิตรจะได้ 0.001%)

สารโพลีเมอร์ประจุลบ 100% 1,000,000,000 มิลลิกรัม ราคา = 108,000 บาท

ถ้าสารโพลีเมอร์ประจุลบ 100% 0.03 มิลลิกรัม = 0.00000324 บาท/ลิตรน้ำดิบ

= 0.00324 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำดิบ

∴ รวมค่าใช้จ่ายโพลีเมอร์ในรอบ 1 เดือนเท่ 116.64 บาท