สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

1. ชื่อ : พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ
2. ตำแหน่ง : นักวิทยาศาสตร์ 6
3. สถานที่ทำงาน : ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ
   การประปานครหลวง

- การศึกษา :

1. ระดับปริญญาตรี สาขา วิทยาศาสตร์สุขาภิบาล จาก มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ระดับปริญญาโท สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การฝึกอบรมต่างประเทศ

1. Training course Yokohama Training Program in 2001 in Japan

สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

1. การคำนวณอัตราการจ่ายสารเคมี กรณีสารเคมีอยู่ในรูปของแข็ง 100 % (W/W)

Example

กำหนดให้ Flow น้ำดิบ	=	A	m^3/hr
Optimum dose ของสารเคมีที่จ่าย	=	B	mg/l
Stock Solution ของสารเคมีเตรียมที่	=	C	%
	=	C	Kg/100 L
	=	Cx10	g/L
จากน้ำดิบ 1 ลิตร ใช้สารเคมี	=	B	mg

เพราะฉะนั้นจาก Flow น้ำดิบ A m^3 = A x 1,000 ลิตร ใช้สารเคมี = Ax1000xB mg

แต่ Stock Solution ของสารเคมี Cx10 กรัม มาจากสารเคมี = 1 ลิตร

ถ้าใช้ Stock Solution สารเคมี $\frac{Ax1000xB}{1000}$ กรัมจะใช้สารเคมี = $\frac{Ax1000xBx\ 1}{1000 \times C \times 10}$

= $\frac{A \times B}{C \times 10}$ ลิตร/ชั่วโมง

เป็นที่มาของสูตร สำหรับการปรับ Metering Pump

$$\frac{Flow(m^3/hr)x\,ppm}{10x\%Stock\ Solution} = l/hr$$

สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

2. การคำนวณอัตราการจ่ายสารเคมี กรณีสารเคมีอยู่ในรูปของแข็ง D % (W/W)

Example

กำหนดให้ Flow น้ำดิบ	=	A	m^3/hr
Optimum dose ของสารเคมีที่จ่าย	=	B	mg/l
Stock Solution ของสารเคมีเตรียมที่	=	C	%
	=	C	Kg/100 L

หมายถึงเนื้อสารเคมี C กิโลกรัมละลายน้ำ 100 ลิตรจะได้ความเข้มข้น C %

Raw Chemical ที่นำมาเตรียม D % หมายถึงเนื้อสารเคมี D กิโลกรัมมาจากสารเคมี 100 กิโลกรัม

ดังนั้นเนื้อสารเคมี D กิโลกรัมมาจากสารเคมี = 100 กิโลกรัม

ถ้าต้องการเนื้อสารเคมี C กิโลกรัมมาจากสารเคมี = $\frac{Cx100}{D}$ กิโลกรัม

$\therefore$ Stock Solution สารเคมีที่เตรียม = $\frac{Cx100}{Dx100}$ กิโลกรัม/ลิตร = $\frac{Cx1000}{D}$ กรัม/ลิตร

จากน้ำดิบ 1 ลิตร ใช้สารเคมี = B mg

เพราะฉะนั้นจาก Flow น้ำดิบ A m^3 = A x 1,000 ลิตร ใช้สารเคมี = Ax1000xB mg

แต่ Stock Solution ของสารเคมี $\frac{Cx1000}{D}$ กรัม มาจากสารเคมี = 1 ลิตร

ถ้าใช้ Stock Solution สารเคมี $\frac{Ax1000xB}{1000}$ กรัมจะใช้สารเคมี = $\frac{Ax1000xBx\ D}{1000 \times C \times 1000}$

= $\frac{A \times B \times D}{C \times 1000}$ ลิตร/ชั่วโมง

เป็นที่มาของสูตร สำหรับการปรับ Metering Pump

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

สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

3. การคำนวณอัตราการจ่ายสารเคมี กรณีสารเคมีอยู่ในรูปของเหลว D % (W/W)

Example

กำหนดให้ Flow น้ำดิบ	=	A	m^3/hr
Optimum dose ของสารเคมีที่จ่าย	=	B	mg/l

จาก Specification สารเคมี

1. Raw Chemical ที่นำมาเตรียม D % หมายถึงเนื้อสารเคมี D กิโลกรัมมาจากสารเคมี 100 กิโลกรัม

2. ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) (SG) เท่ากับ C ที่อุณหภูมิใช้งาน

ต้องเปลี่ยนน้ำหนัก 100 กิโลกรัมให้เป็นปริมาตรจากสูตร

$$\rho = \frac{m(kg)}{V(m^3).SG} \quad kg/m^3$$

จากความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสให้ค่า = 997.1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

แทนค่าลงในสูตร

$$997.1 = \frac{100kg}{V(m^3).C}$$

$$V = \frac{100}{997.1C} \quad m^3$$

∴ สารเคมีที่นำมาเตรียมเป็น Stock Solution มีความเข้มข้น = $\frac{D}{\left(\frac{100}{997.1C}\right)}$ kg/m^3

$$= \frac{997.1CD}{100} \text{ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร}$$

$$= \frac{997.1CD}{(100x1{,}000)} \text{ กิโลกรัม/ลิตร}$$

∴ สารเคมีที่นำมาเตรียมเป็น Stock Solution มีความเข้มข้นในรูป W/V จะเท่ากับ

$$0.9971CD \left(\frac{kg}{100L}\right) = 0.9971CD \quad \%(W/V)$$

จากน้ำดิบ 1 ลิตร ใช้สารเคมี = B mg

เพราะฉะนั้นจาก Flow น้ำดิบ A m^3 = A x 1,000 ลิตร ใช้สารเคมี Ax1,000xB mg

แต่ Stock Solution ของสารเคมี $\frac{997.1CDx1000}{100x1000}$ กรัม มาจากสารเคมี = 1 ลิตร

ถ้าใช้ Stock Solution สารเคมี $\frac{Ax1,000xB}{1,000}$ กรัมจะใช้สารเคมี = $\frac{Ax1,000xBx100x1,000}{1,000x997.1CDx1,000}$ ลิตร

$$= \frac{AxB}{9.971xCxD} \text{ ลิตร}$$

ดังนั้นอัตราการจ่ายสารเคมี $= \frac{AxB}{9.971xCxD}$ ลิตร/ชั่วโมง

เป็นที่มาของสูตร สำหรับการปรับ Metering Pump

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

สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

4. การคำนวณสารส้ม

Example

กำหนดให้สารส้ม มี % Al_2O_3 = Y %

สารส้ม มีความถ่วงจำเพาะ = Z

จาก molecular weight ของ $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = 666.43

จาก molecular weight ของ Al_2O_3 = 101.96

สารส้ม มี % Al_2O_3 = Y % หมายถึง สารส้ม 100 กรัม มีเนื้อ Al_2O_3 = Y กรัม

จาก Al_2O_3 101.96 กรัมมาจากเนื้อสารส้ม $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = 666.43 กรัม

ถ้ามีเนื้อ Al_2O_3 = Y กรัม จะมาจากเนื้อสารส้ม $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = $\frac{666.43 \times Y}{101.96}$ กรัม

ดังนั้นเนื้อ Al_2O_3 = Y กรัม จะมีเนื้อสารส้ม $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = $\frac{666.43 \times Y}{101.96}$ กรัม

จากสารส้ม 100 กรัม

เปลี่ยนจากสารส้ม 100 กรัม ให้เป็นปริมาตร จากสูตร

$$W = Vds$$

w = น้ำหนักสารส้ม (กรัม)

V = ปริมาตรสารส้ม (มิลลิลิตร)

d = ความหนาแน่นน้ำ = 1 กรัม/ มิลลิลิตร

S = ความถ่วงจำเพาะสารส้ม (Z)

เพราะฉะนั้นแทนค่าสารส้ม 100 กรัม จะมีปริมาตร = $\frac{100}{Z}$ มิลลิลิตร

นั้นคือ สารส้ม ปริมาตร = $\frac{100}{Z}$ มิลลิลิตร มีเนื้อสารส้ม $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = $\frac{666.43 \times Y}{101.96}$ กรัม

ถ้าสารส้ม ปริมาตร = 1000 มิลลิลิตรจะมีเนื้อสารส้ม = $\frac{666.43 \times Y \times 1000 \times Z}{101.96 \times 100}$ กรัม/ลิตร

$$= \frac{666.43 x Y x 10 x Z}{101.96}$$ กรัม/ ลิตร

โดยที่

Y = % Al_2O_3

Z = ความถ่วงจำเพาะ (กรัม/มิลลิลิตร)

<u>ตัวอย่าง</u> สารส้มน้ำโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

- มีเนื้อ Al_2O_3 6.5 %
- มีความถ่วงจำเพาะ 1.265 กรัม/มิลลิลิตร

แทนค่าในสูตร = $\frac{666.43 \times 6.5 \times 10 \times 1.265}{101.96}$

= 537.438 กรัม/ลิตร = 53.74 %

สูตรคำนวณสารเคมีต่างๆในระบบผลิตน้ำประปา

5. การคำนวณปริมาณปูนขาว (Quick lime)

สมมุติ เตรียม Stock Solution $Ca(OH)_2$ = A กรัม/ลิตร

เตรียม Stock Solution $Ca(OH)_2$ ปริมาตร = B ลูกบาศก์เมตร

จาก Stock Solution $Ca(OH)_2$ ปริมาตร 1 ลิตร มีเนื้อ $Ca(OH)_2$ = A กรัม

ถ้าเตรียม Stock Solution $Ca(OH)_2$ ปริมาตร Bx1000 ลิตร มี$Ca(OH)_2$ = AxBx1000 กรัม

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

Molecular weight 56 74

เพราะฉะนั้น $Ca(OH)_2$ 74 กิโลกรัม มาจาก CaO = 56 กิโลกรัม

ถ้า $Ca(OH)_2$ A x B กิโลกรัม มาจาก CaO = $\frac{A \times B \times 56}{74}$ กิโลกรัม

แต่จาก Grade ปูนขาวเป็น industrial grade = C % as CaO

เพราะฉะนั้น CaO น้ำหนัก C กิโลกรัม ได้จากปูนขาว = 100 กิโลกรัม

ถ้า CaO น้ำหนัก $\frac{A \times B \times 56}{74}$ กิโลกรัม ได้จากปูนขาว = $\frac{A \times B \times 56 \times 100}{74 \times C}$

ดังนั้นถ้าต้องการเตรียม Stock Solution $Ca(OH)_2$ ความเข้มข้น A กรัม/ลิตรให้ได้ปริมาตร B ลูกบาศก์เมตร จะต้องใช้ปูนขาว (CaO)

$$\frac{AxBx56x100}{74xC}$$ กิโลกรัม

โดยที่

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

B = ปริมาตรของ Stock Solution $Ca(OH)_2$ ลูกบาศก์เมตร

C = Grade ปูนขาวเป็น industrial grade = C % as CaO

<u>ตัวอย่าง</u> ปูนขาว CaO 90 % ให้ได้ Stock Solution $Ca(OH)_2$ = 30 กรัม/ลิตร เตรียมที่ 1 ลูกบาศก์เมตร จะใช้ปูนขาวน้ำหนักเท่าใด

แทนค่าลงในสูตร = $\frac{30 \times 1 \times 56 \times 100}{74 \times 90}$

= 25.225 กิโลกรัม

1. สารส้ม (Aluminium Sulfate) อาจใช้ในรูปของแข็งหรือของเหลว

- สำหรับในรูปของแข็งนั้นมีทั้งชนิดก้อนและชนิดผง (Grains and Powder) มีสูตรทางเคมี $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ **เตรียมที่ 10 ถึง 20 % (10 ถึง 20 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)**

- สำหรับในรูปของเหลวนั้นโดยทั่วไปจะกำหนดส่วนของ Al_2O_3 ระหว่าง 8 ถึง 8.5 เปอร์เซ็นต์ หรือ 630 ถึง 650 กรัมของ $Al_2(SO4)_3.18H_2O$ ต่อลิตรของสารส้มเหลว

2. เฟอร์ริกคลอไรด์ (Ferric Chloride) มีทั้งในรูปของแข็งหรือของเหลว ส่วนใหญ่นิยมใช้ในรูปของเหลว จะประกอบด้วย $FeCl_3$ บริสุทธิ์ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ สารเฟอร์ริกคลอไรด์นี้เป็นสารกัดกร่อนอย่างแรง ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บในถังเหล็ก

3. โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Polyaluminium Chloride) หรือเรียกอย่างย่อว่า PACl ความเข้มข้น 35 %

4. Polymer มีลักษณะเป็นผง เตรียมที่ 0.2-0.5 % (0.2-0.5 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)

5. โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium Hypochlorite ; NaOCl) ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรค เตรียมที่ความเข้มข้น 5 ถึง 10 % (5 ถึง 10 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)

6.แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (Calcium Hypochlorite ; $Ca(OCl)_2$ ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรค โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของแข็ง (เป็นผง) **เตรียมที่ความเข้มข้น 5 ถึง 10 % (5 ถึง 10 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)**

7. ปูนคลอรีน(Chlorinated Lime) มีสูตรทางเคมี คือ $CaOCl_2$ เป็นผงมีความบริสุทธิ์ 70 % และมี Available Chlorine 27 – 37 % **เตรียมที่ความเข้มข้น 5 ถึง 10 % (5 ถึง 10 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)**

8. Potassium permanganate มีสูตรทางเคมี คือ $KMnO_4$ ลักษณะเป็นผงมีความบริสุทธิ์ 97 – 99% สำหรับฆ่าเชื้อโรคและกำจัดแมงกานีสในน้ำ **เตรียมที่ 2 ถึง 5 % (2 ถึง 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)**

9. ปูนขาวชนิดควิกไลม์ (Quick lime ; CaO 90 %) **เตรียมที่ 1 ถึง 2 % (1 ถึง 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร)**