

การกำจัดก๊าซเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการผลิต NaOCl ด้วยสารละลาย Na_2SO_3 ในหอสเปรย์

Elimination of discharged waste gas from NaOCl production process with Na_2SO_3 solution in spray tower

ชนิกาญจน์ เพชรเลิศ¹, ผ่องศรี ศิวราศักดิ์², ประทีป เลิศมั่งคลชัย³,
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
กุดดริมแมนชั่น 36/10 ม. 1 ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา : บริษัท สยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด (มหาชน) อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280

บทคัดย่อ

จากการออกฝึกงานสหกิจศึกษาที่บริษัท สยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตสารเคมีพื้นฐานประเภทคลอรีน-อัลคาไลโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตชนิดใช้เครื่องแยกน้ำเกลือด้วยไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้แก่ โซดาไฟ กรดเกลือ คลอรีนเหลว และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยการนำก๊าซคลอรีนมาผ่านกระบวนการผลิต ให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ในระหว่างกระบวนการผลิตอาจมีก๊าซคลอรีนหลงเหลือจากกระบวนการ ปล่อยสู่บรรยากาศ ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซจะอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (น้อยกว่า 10 พีพีเอ็ม) ทางบริษัทยังต้องการพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม จึงได้จัดให้ทำโครงการขนาดเล็กพัฒนาระบบการผลิตให้ถึงขั้น Zero emission^(a) จึงได้ออกแบบระบบสแคร็บเบอร์ต้นแบบ ที่ใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟต์เพื่อกำจัดก๊าซคลอรีนด้วยอัตราการไหล 60 ลิตรต่อนาที ซึ่งสามารถกำจัดก๊าซคลอรีนได้หมดและวัสดุสำหรับสร้างสแคร็บเบอร์ก็เป็นวัสดุที่มีภายในประเทศทำให้สามารถสร้างได้ด้วยต้นทุนเพียง 30,000 บาทเท่านั้น อีกทั้งแนวความคิดที่ใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟต์มากำจัดก๊าซคลอรีนนี้ ได้รับการคิดค้นขึ้นใหม่และเป็นที่ประสบความสำเร็จ จึงจะได้นำไปขยายผลด้วยการสร้างสแคร็บเบอร์ติดตั้งในทุกหน่วยผลิต พร้อมทั้งออกแบบถังผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิมด้วยอัตราส่วน 1:8000 สำหรับส่งเข้าสแคร็บเบอร์ในทุกหน่วยผลิต ซึ่งแนวคิดนี้ทางบริษัทจะนำไปจดสิทธิบัตรต่อไป

1. บทนำ

บริษัท สยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด เป็นผู้ผลิตสารเคมีพื้นฐานประเภทคลอรีน-อัลคาไลรายใหญ่รายหนึ่งในประเทศไทยซึ่งได้ใช้เทคโนโลยีการผลิตชนิดใช้เครื่องแยกน้ำเกลือด้วยไฟฟ้า (หรือที่เรียกว่า Brine Electrolyzer) ชนิดแผ่นเมมเบรน (Ion Exchange Membrane Cell Electrolyzer) ซึ่งมีคุณสมบัติให้ผ่านได้เฉพาะอนุโมลโซเดียม (Na^+) เท่านั้น น้ำเกลือที่ส่งเข้าในขั้วบวกจึงเป็นน้ำเกลือที่มีความบริสุทธิ์เพื่อไม่ให้อนุโมลอื่นที่ปนเปื้อนมากับน้ำเกลือเกาะแผ่นเมมเบรน จึงต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเกลือก่อนส่งเข้าเครื่องแยกน้ำเกลือด้วยไฟฟ้า และในระหว่างกระบวนการผลิต ก๊าซคลอรีนบางส่วนที่หลงเหลือจากกระบวนการจะถูกส่งไปกำจัดในระบบผลิตสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite Solution) โดยใช้โซดาไฟในการดูดกลืนก๊าซดังกล่าว ก๊าซที่หลงเหลือจากขั้นตอนการดูดกลืนนี้อาจประกอบไปด้วยก๊าซคลอรีน (Cl_2) และก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ในปริมาณความเข้มข้นตามกฎหมายกำหนด (น้อยกว่า 10 ppm) แต่ทางบริษัทยังต้องการพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดีกว่าเดิมโดยมีเป้าหมายกำจัดก๊าซที่หลงเหลือนี้ให้มีความเข้มข้นเป็น (0 ppm) นำมาซึ่งแนวความคิดการกำจัดก๊าซคลอรีนด้วยสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ โดยวิธีการที่เรียกว่า Spray Tower Scrubbers ซึ่งแนวทางการปฏิบัติต่างๆจะแสดงเป็นลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. นางสาวชนิกาญจน์ เพชรเลิศ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2. คุณประทีป เลิศมั่งคลชัย วิศวกรอาวุโส ฝ่ายผลิต บริษัทสยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด

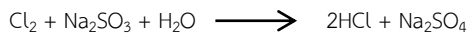
3. ผศ. ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

(a). Zero emission หมายถึง ความพยายามที่จะไม่ปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศเลย

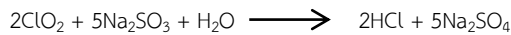
2. การดำเนินงาน

สครับเบอร์(Scrubber) หรือ Wet Scrubber เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกำจัดแก๊สและไอ (Gas and Vapor) ตลอดจนอนุภาคที่มีขนาดเล็ก โดยใช้ของเหลว เช่น น้ำ เป็นตัวดักจับด้วยการพ่นฉีดของเหลวหรือน้ำให้เป็นละอองฝอยขนาดเล็กให้กระจายไปปะทะกับกระแสแก๊ส โดยการกระทบจากความเฉื่อยซึ่งเป็นกลไกหลักในการสกัดกั้นและการแพร่

การออกแบบกระบวนการโดยติดตั้ง Spray Tower ในระบบก่อนปล่อยก๊าซสู่บรรยากาศ โดยให้ก๊าซจากกระบวนการผลิตที่ส่งมาจาก Blower ผ่านเข้ามาใน Spray Tower ที่มีสารละลายโซเดียมซัลไฟต์สเปรย์อยู่ สารละลายโซเดียมซัลไฟต์จะทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีนหรือคลอรีนไดออกไซด์ที่อาจหลงเหลือจากกระบวนการผลิต ดังสมการ



หรือ



2.1 หลักการออกแบบ Spray Tower

- 1) ความเร็วของก๊าซในหอสเปรย์
- 2) L/G ratio

ความเร็วก๊าซมาตรฐานสำหรับ sprays tower ผ่านระบบทางทฤษฎีไม่เกิน 2.3 m/s^[1] ความเร็วก๊าซในระบบจริง ณ จุดปล่อยก๊าซภายในหอขนาด 6 นิ้ว ที่วัดได้คือ 18 m/s หาอัตราการไหลของก๊าซได้ดังสมการ

$$Q = va \quad (1)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (m³/s)

V = ความเร็ว (m/s)

a = พื้นที่ (m²)

เนื่องจาก Q ที่ผ่านระบบเท่ากัน ดังนั้น

$$v_1 a_1 = v_2 a_2$$

$$a_2 = \frac{v_1 a_1}{v_2}$$

เมื่อ

$$a_2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

แทนค่า

$$\frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{v_1 \pi D_1^2}{v_2 \cdot 4}$$

$$\sqrt{\frac{18(6^2)}{2.3}} = (D_2)$$

$$D_2 = 16.78$$

Liquid-to-Gas ratio (L/G ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างของเหลวกับก๊าซมีหน่วยเป็น ลิตรต่อลูกบาศก์เมตรทางทฤษฎีอัตราส่วน

ของก๊าซกับของเหลว ในสครับเบอร์ที่สามารถดูดซับก๊าซได้หมดนั้นส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4-20 แกลลอนต่อลูกบาศก์ฟุต (0.5-3 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร) แต่ในทางปฏิบัติจริงต้องเผื่ออัตราส่วนที่ใช้ให้อยู่ในช่วง 20-40 แกลลอนต่อลูกบาศก์ฟุต (3-6 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร) เพื่อให้มั่นใจในการกำจัดก๊าซได้หมด^[2] เนื่องจากทราบความเร็ว (V) และพื้นที่ (a) ในระบบดังนั้น

อัตราการไหลของก๊าซ

$$\text{flow rate} = va \quad (2)$$

$$\text{flow rate} = 18 \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\text{flow rate} = 18 \left(\frac{\pi (6^2)}{4} \right)$$

$$\text{flow rate} = 18 \left(\frac{3.14(0.1524^2)}{4} \right)$$

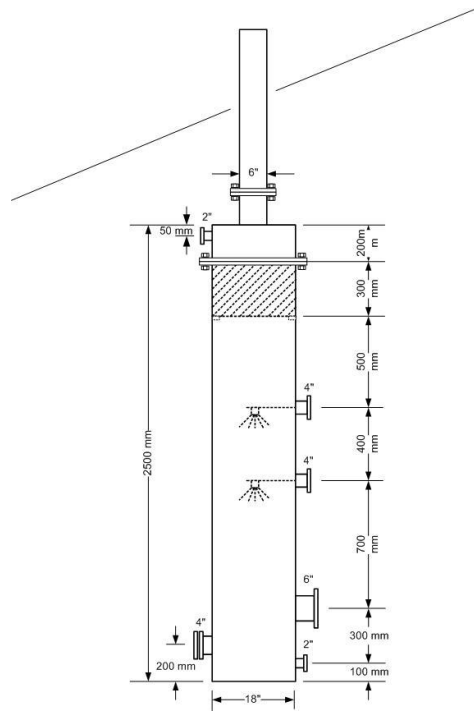
$$\text{flow rate} = 0.3228 \text{ m}^3/\text{s}$$

อัตราการไหลของของเหลว

$$\text{L/G ratio} = k \quad (3)$$

$$L = 3 \cdot (0.328 \cdot 60)$$

$$L = 59.04 \text{ L/min}$$



รูปที่ 2.1 Spray Tower Scrubbers

2.2 หลักการเลือก Spray Nozzles

1) อัตราการไหลของของเหลว $Q_L = 59.04 \text{ L/min}$

2) ความดันในระบบ $P = 3 \text{ bar}$ (ณ จุดติดตั้ง)

PERFORMANCE DATA

*At the stated pressure in bar.

Inlet Conn. (in.)	Nozzle Type									Capacity Size	Orifice Dia. Nom. (mm)	Max. Free Passage Dia. (mm)	Capacity (liters per minute)*													Spray Angle (")*		
	Standard Type				Wall Mounted			Angle																				
	G	GG	H	HH	GD	HD	GGD	GA	GGA				0.4	0.5	0.7	1.5	2	3	4	6	7	10	0.5	1.5	6			
1/8	●	●		●	●		●			1	.79	.64	.29	.33	.38	.54	.62	.74	.85	1.0	1.1	1.3	—	58	53			
	●	●		●						1.5	1.2	.64	.44	.49	.57	.81	.93	1.1	1.3	1.5	1.6	1.9	52	65	59			
	●	●					●	●	●	2	1.2	1.0	.59	.65	.76	1.1	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.6	43	50	46			
	●	●		●	●		●	●	●	3	1.5	1.0	.88	.98	1.1	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.3	3.9	52	65	59			
	●	●		●	●		●	●	●	3.5	1.6	1.3	1.0	1.1	1.3	1.9	2.2	2.6	3.0	3.6	3.8	4.5	43	50	46			
								●	●	3.9	2.0	1.0	1.1	1.3	1.5	2.1	2.4	2.9	3.3	4.0	4.3	5.1	77	84	79			
1/4	●	●		●	●		●	●	●	5	2.0	1.3	1.5	1.6	1.9	2.7	3.1	3.7	4.2	5.1	5.5	6.5	52	65	59			
								●	●	6.1	2.3	1.3	1.8	2.0	2.3	3.3	3.8	4.5	5.2	6.2	6.7	7.9	69	74	68			
	●	●		●	●		●	●	●	6.5	2.4	1.6	1.9	2.1	2.5	3.5	4.0	4.8	5.5	6.7	7.1	8.4	45	50	46			
	●	●		●	●		●	●	●	10	3.2	1.6	2.9	3.3	3.8	5.4	6.2	7.4	8.5	10.2	11.0	13.0	58	67	61			
								●	●	12.5	3.2	1.6	3.7	4.1	4.8	6.8	7.7	9.3	10.6	12.8	13.7	16.2	69	74	68			
	●	●		●	●		●	●	●	9.5	2.6	2.4	2.8	3.1	3.6	5.1	5.9	7.1	8.1	9.7	10.4	12.3	45	50	46			
3/8				●	●		●	●	●	15	3.6	2.4	4.4	4.9	5.7	8.1	9.3	11.2	12.7	15.4	16.5	19.4	64	67	61			
				●	●		●	●	●	20	4.0	2.8	5.9	6.5	7.6	10.8	12.4	14.9	17.0	20	22	26	76	80	73			
	●	●		●			●	●	●	22	4.5	2.8	6.5	7.2	8.4	11.9	13.6	16.4	18.7	23	24	28	87	90	82			
	●	●					●	●	●	16	3.5	3.2	4.7	5.2	6.1	8.7	9.9	11.9	13.6	16.4	17.6	21	48	50	46			
	●	●		●	●		●	●	●	25	4.6	3.2	7.4	8.2	9.5	13.5	15.4	18.6	21	26	27	32	64	67	61			
	●	●					●	●	●	32	5.2	3.6	9.4	10.4	12.2	17.3	19.8	24	27	33	35	41	72	75	68			
1/2				●				●	●	40	6.2	3.6	11.8	13.1	15.2	22	25	30	34	41	44	52	88	91	83			
	●	●						●	●	50	6.7	4.0	14.7	16.3	19.1	27	31	37	42	51	55	65	91	94	86			
				●	●		●			2.5	4.9	4.4	8.7	9.6	11.2	15.9	18.2	22	25	30	32	38	48	50	46			
				●			●			4.0	6.4	4.4	13.9	15.4	18.0	26	29	35	40	48	52	61	67	70	63			
				●	●					7.0	9.5	5.2	24	27	31	45	51	61	70	84	91	107	89	92	84			
	●	●			●					4.2	6.0	5.6	14.6	16.2	18.9	27	31	37	42	51	54	64	48	50	46			
3/4				●	●					7.0	8.3	5.6	24	27	31	45	51	61	70	84	91	107	67	68	62			
				●	●					8.0	9.5	5.6	28	31	36	51	58	70	80	97	104	122	72	81	82			
				●	●					10	11.9	5.6	35	38	45	64	73	88	100	121	130	153	78	90	94			
				●	●					12	11.9	6.4	42	46	54	77	87	105	120	145	155	183	89	92	84			
1																												

Maximum Free Passage Diameter is the maximum diameter as listed of foreign matter that can pass through the nozzle without clogging.

รูปที่ 2.2 ตารางสำหรับการเลือกหัวสเปรย์ที่มีอัตราการไหลและความดันเหมาะสมกับระบบปฏิบัติงาน



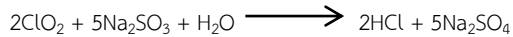
รูปที่ 2.3 หัวสเปรย์จากโรงงานผู้ผลิต

3. ผลการปฏิบัติงานและสรุป

1) สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีน หรือ คลอรีนไดออกไซด์ที่อาจหลงเหลือจากกระบวนการผลิต สามารถดูดซับ ก๊าซทั้งสองชนิดได้หมด ดังสมการ



หรือ



2) ใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ส่งเข้าทาวเวอร์ 61 ลิตรต่อนาที และใช้หัวสเปรย์ขนาด ¾” ชนิดฉีดพ่นลงด้านล่าง

3.1 ด้านสังคม

- ได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลในหลายๆแผนกและการประสานงาน
- ได้ประสบการณ์เรียนรู้การทำงานจริงและชีวิตประจำวันในการทำงาน

3.2 ด้านทฤษฎี

- ได้ศึกษากระบวนการผลิตต่างๆ
- ได้ทราบวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตในหน่วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์

3.3 ด้านการปฏิบัติงาน

- ได้เรียนรู้การใช้งานเครื่องมือหลายๆประเภท เช่น เครื่องมือวัดค่า Cl_2 เครื่องมือวัดความเร็วลมเครื่อง ICP ตรวจหาธาตุโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ และการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Visio เป็นต้น
- ได้ลองฝึกลองถูกในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการจับก๊าซ คลอรีนของสารละลายโซเดียมซัลไฟด์

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทสยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด ตั้งแต่วันที่3มิถุนายน2556 ถึงวันที่28กันยายน 2556 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับบทความงานวิชาสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

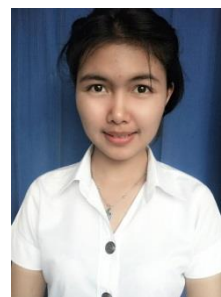
1. คุณพินิจ ฤกษ์เมือง ผู้จัดการฝ่ายผลิต
2. คุณประทีป เลิศมงคลชัย วิศวกรอาวุโส(Co-op Supervisor)
3. คุณอาทิตย์ ทุมกรชัย วิศวกรอาวุโส
4. คุณอนุสรณ์ เส้งประสิทธิ์ วิศวกรอาวุโส
5. คุณสิทธิเดช จันทร์สุขศรี หัวหน้าส่วนควบคุมคุณภาพ
6. คุณธนัชชพรรณ ปิ่นมณี เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล
7. คุณเสน่ห์ องค์กรลอย หัวหน้าหน่วยควบคุมคุณภาพ
8. คุณสุรศักดิ์ พงศ์วิชัยอมพร หัวหน้าหน่วยคุณภาพและผลิตภัณฑ์
9. คุณมนต์ศรา ลาวัลยวงษ์ เจ้าหน้าที่เทคนิคฝ่ายผลิตและบุคลากรท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำบทความ

ข้าพเจ้าใคร่ขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วม โดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ อาจารย์นิเทศสหกิจใน ครั้งนี้ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจน ให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Robert H. Perry. Other types of gas absorbers. 6. Japan : Kosaido printing Co., Ltd, 1984.
- [2] Wikipedia, the free encyclopedia. 2013. Liquid-to-gas ratio. แหล่งที่มา:http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-to-gas_ratio. 29 กรกฎาคม 2556
- [3] คุณประทีป เลิศมงคลชัย. (1กรกฎาคม255 ถึง 27 กันยายน 2556). วิศวกรผลิตอาวุโส. สัมภาษณ์โดย ชนิภาญจน์ เพชรเลิศ. สมุทรปราการ

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อนางสาวชนิกาญจน์ เพชรเลิศ

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ที่อยู่ กู้ดริ่มแมนชั่น 36/10 ม. 1 ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

เบอร์โทรศัพท์ : 083-089-5556, 088-244-8786

E-mail : pa.amm@hotmail.com

ดิฉันเป็นนักศึกษาระดับชั้นปีที่4 อายุ 22 ปี สูง 160 ซม. น้ำหนัก 45 กก. เคยร่วมชมรมพระพุทธศาสนาและร่วมเป็นผู้นำเชียร์ของ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ในงานกีฬาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สามารถใช้ คอมพิวเตอร์เบื้องต้นได้และสามารถเขียนแบบด้วยโปรแกรมvisioได้ พอสมควร ดิฉันเป็นคนร่าเริง ชอบถามเมื่อสนใจ สงสัย และไม่รู้ หากได้ ทำการสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไปแล้วก็จะทำจนถึงที่สุดและจะมีความสุขสนุกสนาน หากประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ เวลาว่างผ่อนคลายความตึงเครียด ด้วยการฟังเพลงเบาๆ ดูหนัง และทำในสิ่งที่ตัวเองชอบค่ะ