บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีน ในโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง)

The Design and Construction of the Prototype for Chlorine Gas Treatment at Mahasawat Water Treatment Plant (Metropolitan Waterworks Authority)

ภาณุวัตร ตันติธนวงศ์[1] จักรพันธ์ อินเฉลิม[1] และ สุกัญญา เชิดชูงาม[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: sukanya.che@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนในโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับงานซ่อมบำรุงและเปลี่ยนหัวจ่ายแก๊สคลอรีน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของแก๊สคลอรีนที่รั่วไหลจากขั้นตอนการเปลี่ยนหัวจ่ายแก๊สและบำบัดแก๊สคลอรีนเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายต่อสุขภาพของพนักงานและบุคคลโดยรอบ รวมทั้งช่วยลดมลพิษทางอากาศอันเกิดจากแก๊สคลอรีน แบบอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 44 เซนติเมตร ทำจากแผ่นอะคริลิค ท่อดูดมีความยาว 1.50 เมตร ซึ่งมีระบบการทำงานโดยการดูดแก๊สคลอรีนผ่านตัวกรองแก๊สคลอรีนและควบคุมการทำงานโดยวงจรไฟฟ้าเปิด-ปิดโบลเวอร์ดูดอากาศ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์ มีระบบควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนผ่านสมาร์ทโฟน ประสิทธิภาพการทำงานผ่านท่อดูดโดยไม่เกิดการกระจายต่อของกลุ่มควันที่ระยะ 5 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 30 วินาที และมีประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีนภายในระยะเวลา 120 วินาที ที่ค่าทดสอบเริ่มต้น 1.50 ppm

คำสำคัญ: แก๊สคลอรีน, โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

Abstract

This research designed and built the prototype for chlorine gas treatment at Mahasawat Water Treatment Plant (Metropolitan Waterworks Authority). The objective of the study was to increase the maintenance efficiency by changing the regulator of the chlorinator in order to reduce the leak of chlorine gas during the gas supply. In addition, chlorine gas was treated in order to prevent staff and surrounding people from health hazard and air pollution caused by chlorine gas. The prototype for gas chlorine treatment was 30 centimeter wide, 30 centimeter long and 44 centimeter high. It was made of acrylic sheets and the suction line was 1.50 meter long. The prototype operated by sucking chlorine gas through the gas filter and was controlled by an open-closed electric circuit. The suction blower was 220 volts and the electric power was 1,200 watt. The prototype for chlorine gas treatment was controlled through smart phones for switching on/off the operation. The operation efficiency of suction line without smoke distribution was at the distance of 5 centimeter in 30 seconds. The efficiency of chlorine treatment was at 120 seconds at the default test value of 1.50 ppm.

Keywords: Chlorine Gas, Mahasawat Water Treatment Plant

1. บทนำ

โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง) เป็นโรงงานผลิตน้ำประปาให้แก่ประชาชนในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล สามารถผลิตน้ำได้วันละประมาณ 800,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันทำการผลิตน้ำ โดยการสูบน้ำดิบจากลำคลองมาผ่านกระบวนการผลิตของโรงงาน การใช้สารเคมี เช่น สารส้ม สารคลอรีน เป็นต้น กระบวนการดังกล่าวจะมีวิศวกรทำหน้าที่ควบคุมหัวจ่ายสารเคมีหรือทำหน้าที่ซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ [1], [2]

โดยส่วนงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับกระบวนการผลิตน้ำประปาคือ แผนกเครื่องกลและเคมี เนื่องจากส่วนงานดังกล่าวมีผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิตน้ำประปาให้แก่ประชาชน แผนกเครื่องกลและเคมีนั้นจะทำหน้าที่ซ่อมบำรุงรักษาหรือทำการเปลี่ยนหัวจ่ายสารเคมี

ภายในโรงงาน เช่น ดูแลตรวจสอบสารเคมีในโรงงาน เป็นต้น ในการเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีนแต่ละครั้งจะจะพบว่ามีการรั่วไหลของแก๊สคลอรีนออกมา โดยอุปกรณ์ป้องกันสารคลอรีนเข้าสู่ร่างกายคือ อุปกรณ์ป้องกันการหายใจหรือหน้ากากออกซิเจน แต่ยังขาดการป้องกันสารคลอรีนออกสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งปัจจุบันภายในโรงงานที่ตั้งถังคลอรีนจะเป็นระบบเปิดทำให้ไม่สามารถควบคุมแก๊สคลอรีนบริเวณนั้นได้ทำให้เกิดการรั่วไหลของแก๊สคลอรีน ซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่ผู้มาติดต่องาน และวิศวกรท่านอื่น ๆ ที่ผ่านไปมาและทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณนั้นเป็นพิษ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนแบบพกพา ในโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง) สำหรับงานซ่อมบำรุงและเปลี่ยนหัวจ่ายแก๊สคลอรีน โดยตัวอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ และติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สคลอรีนเพื่อตรวจสอบการรั่วไหลและระบบ IoT เพื่อแจ้งเตือนเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบว่ามีแก๊สคลอรีนรั่วไหล

2. สภาพการทำงานของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

แผนกเครื่องกลและเคมีเป็นแผนกที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตน้ำประปาให้แก่ประชาชน โดยปัจจุบันมีวิศวกร 4-5 คน และมีปริมาณงานแจ้งซ่อมรวมงานซ่อมบำรุงรักษา โดยเฉลี่ยอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง แผนกเครื่องกลและเคมีนั้นจะทำหน้าที่ซ่อมบำรุงรักษาหรือทำการเปลี่ยนหัวจ่ายสารเคมีภายในโรงงาน เช่น ดูแลตรวจสอบสารเคมี เปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีน เป็นต้น ในการเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีนแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการทำงาน 15-30 นาที และมีวิศวกรที่ทำหน้าที่ประมาณ 2 คน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

- จัดเตรียมอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงรักษาหรือการเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีน ได้แก่ ประแจ ค้อนปอนด์ คีม ถุงมือ และหน้ากากออกซิเจน
- สวมถุงมือและอุปกรณ์ป้องกันการหายใจหรือหน้ากากออกซิเจน ก่อนทำการตรวจสอบการทำงานของระบบว่ามีการทำงานผิดปกติหรือไม่
- ทำการซ่อมบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีน

รูปที่ 2 ห้องเก็บถังแก๊สคลอรีน

รูปที่ 3 การกระจายของแก๊สคลอรีนขณะซ่อมบำรุง

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ชัดว่ามีการรั่วไหลของแก๊สคลอรีน ซึ่งไม่มีการป้องกันแก๊สคลอรีนออกสู่ภายนอกแต่อย่างใด ทางผู้จัดทำจึงเกิดความคิดที่จะสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนในโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง) ที่มีคุณสมบัติการใช้งานด้วย Internet of Things (IoT) ที่สามารถสั่งงานแบบออนไลน์ผ่านทางโทรศัพท์มือถือขึ้นมา เพื่อบำบัดแก๊สคลอรีนที่รั่วไหลจากการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีนเพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้มาติดต่องาน และวิศวกรท่านอื่นๆ ที่ผ่านไปมา รวมถึงยังทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นไม่มีการปนเปื้อนของแก๊สคลอรีนและยังสะดวกต่อการซ่อมบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนหัวจ่ายถังแก๊สคลอรีน

3. แนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีน

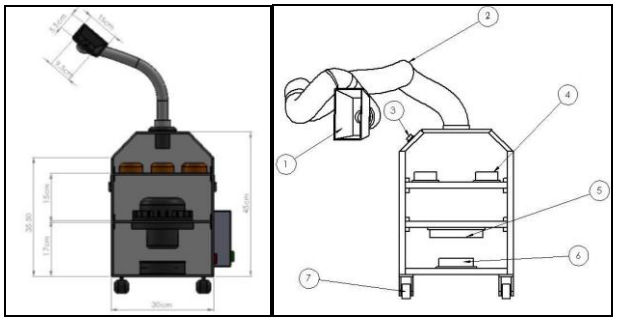
จากการศึกษารูปแบบการทำงานในปัจจุบันของโรงงานพบว่าสภาวะการรั่วไหลของแก๊สคลอรีนจะมีพื้นที่รั่วไหล โดยประมาณ 3x5 เซนติเมตร ทางผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะสร้างหัวต่อสายดูดแก๊สคลอรีนที่มีขนาด 10x15 เซนติเมตร เพื่อให้เพียงพอต่อการควบคุมและป้องกันแก๊สคลอรีนที่จะกระจายตัวออกสู่ภายนอกโครงสร้างอุปกรณ์ทำมาจากแผ่นอะคริลิค (Acrylic Sheet) ที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ใช้งานง่ายทั้งการตัด การเจาะและมีน้ำหนักเบา

อุปกรณ์ต้นแบบสาหรับบาบัดแก๊สคลอรีน มีส่วนประกอบสำคัญแสดงดังรูปที่ 4

① หัวต่อสายดูดแก๊สคลอรีน สำหรับ ควบคุมการกระจายตัวของแก๊สคลอรีน
② ท่อสายดูดแก๊สคลอรีน สำหรับใช้ลำเลียงแก๊สคลอรีน
③ เซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สคลอรีน สำหรับใช้ตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สคลอรีน [3]
④ ตัวกรองแก๊สคลอรีน สำหรับใช้กรองแก๊สคลอรีน [4]
⑤ Blower ใช้สำหรับดูดแก๊สคลอรีน

⑥ พัดลมดูดอากาศ ใช้สำหรับดูดแก๊สคลอรีนที่ผ่านการกรองแล้วทิ้ง [5]

⑦ ล้อรถเข็น ใช้สำหรับเคลื่อนอุปกรณ์ได้อย่างสะดวก



รูปที่ 4 อุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนในโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง)

จากรูปที่ 4 แสดงภาพอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีน เมื่อทำการสร้างต้นแบบแล้ว ผู้วิจัยได้ติดตั้งระบบ IoT เพื่อแจ้งเตือนเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบว่ามีแก๊สคลอรีนรั่วไหล [6]

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทำสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ 2 ส่วน คือ 1. การทดสอบความสามารถในการดูดแก๊สคลอรีน และ 2. การทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีน ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 1 การทดสอบความสามารถในการดูดแก๊สคลอรีน

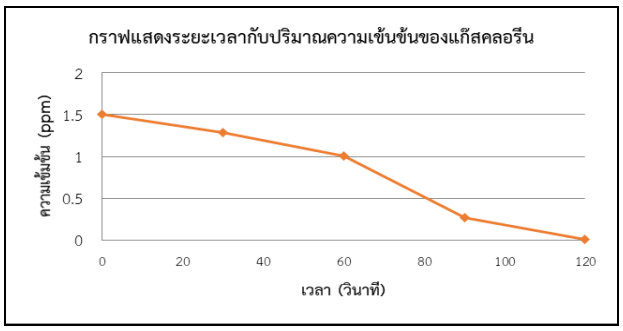
ครั้งที่	ระยะทดสอบ	ผลการทดสอบ
1	5 ซม.	ไม่มีการกระจายตัว ใช้เวลาในการทำงานเพียง 30 วินาที
2	10 ซม.	มีการกระจายตัวเล็กน้อย ใช้เวลาในการทำงานเพียง 50 วินาที
3	15 ซม.	มีการกระจายตัวเล็กน้อย ใช้เวลาในการทำงานเพียง 60 วินาที
4	20 ซม.	มีการกระจายตัวมาก ใช้เวลาในการทำงานเพียง 90 วินาที

จากการทดสอบความสามารถในการดูดแก๊สคลอรีน ที่แสดงในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นระยะการทดสอบ 4 ระยะ โดยระยะทดสอบวัดจากจุดที่มีการรั่วไหลถึงหัวดูดแก๊สคลอรีน พบว่า อุปกรณ์ยังสามารถดูดแก๊สคลอรีนได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ระยะห่าง 20 เซนติเมตร แต่ต้องใช้ระยะเวลาถึง 90 วินาที ซึ่งหากหัวดูดแก๊สคลอรีนอยู่ห่างจากจุดที่มีการรั่วไหลเกินกว่า 20 เซนติเมตร อุปกรณ์จะไม่สามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระยะทดสอบที่แนะนำคือที่ระยะห่างจากจุดที่มีการรั่วไหลที่ 5 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีน

ครั้งที่ \ ปริมาณความเข้มข้น (ppm)	เวลา (วินาที)				
	0	30	60	90	120
1	1.50	1.30	1.01	0.25	0.03
2	1.50	1.29	1.00	0.31	0.02
3	1.50	1.29	1.01	0.29	0.01
4	1.50	1.31	1.03	0.25	0.01
ค่าเฉลี่ย	1.50	1.29	1.01	0.27	0.01
สัดส่วนความเข้มข้นที่ลดลง (%)	0	14	33	82	99

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีน ที่แสดงในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีนโดยทดสอบปล่อยแก๊สคลอรีนที่มีความเข้มข้น 1.5 ppm ในห้องปิด จำนวน 4 ครั้ง พบว่าอุปกรณ์บำบัดแก๊สคลอรีนสามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้ ในระยะเวลา 120 วินาที แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีน

จากรูปที่ 5 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีน โดยเริ่มจากปล่อยแก๊สคลอรีนที่ปริมาณความเข้มข้น 1.5 ppm พบว่าอุปกรณ์บำบัดแก๊สคลอรีนสามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้ร้อยละ 14 จากปริมาณแก๊สคลอรีนที่ถูกปล่อยออกมาภายในระยะเวลา 30 วินาที สามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้ร้อยละ 33 จากปริมาณแก๊สคลอรีนที่ถูกปล่อยออกมาภายในระยะเวลา 60 วินาที สามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้ร้อยละ 82 จากปริมาณแก๊สคลอรีนที่ถูกปล่อยออกมากภายในระยะเวลา 90 วินาที และสามารถบำบัดแก๊สคลอรีนได้ร้อยละ 99 จากปริมาณแก๊สคลอรีนที่ถูกปล่อยออกมาภายในระยะเวลา 120 วินาที

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบความสามารถในการดูดแก๊สคลอรีน พบว่า อุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนที่มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 44 เซนติเมตร ทำจากแผ่นอะคริลิค ท่อดูดมีความยาว 1.50 เมตร ซึ่งมีระบบการทำงานโดยการดูดแก๊สคลอรีนผ่านตัวกรองแก๊สคลอรีนและควบคุมการทำงานโดยวงจรไฟฟ้าเปิด-ปิดโบลเวอร์ดูดอากาศ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์ มีระบบควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับบำบัดแก๊สคลอรีนผ่านสมาร์ทโฟน ประสิทธิภาพการทำงานผ่านท่อดูดโดยไม่เกิดการกระจายต่อของกลุ่มควันที่ระยะ 10 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 50 วินาที และมีประสิทธิภาพในการบำบัดแก๊สคลอรีนภายในระยะเวลา 120 วินาที ที่ค่าทดสอบเริ่มต้น 1.50 ppm

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย ในการสร้างอุปกรณ์บำบัดแก๊สคลอรีนขนาดเล็กที่พกพาสะดวก เหมาะสำหรับการใช้งานกรณีการซ่อมบำรุงปกติ ซึ่งสามารถควบคุมการรั่วไหลของแก๊สคลอรีนได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในกรณีฉุกเฉินที่ไม่สามารถควบคุมการรั่วไหลของแก๊สคลอรีนได้ เนื่องจากอุปกรณ์มีขนาดเล็กไม่สามารถรองรับการกระจายของแก๊สคลอรีนเป็นจำนวนมากได้ ซึ่งหากต้องการให้สามารถทำงานได้ระยะไกลมากขึ้นให้ทดลองเปลี่ยน Blower ซึ่งเป็นต้นกำลังในการดูดแก๊สคลอรีน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ (การประปานครหลวง) ที่มีส่วนช่วยงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักบริหารจัดการน้ำ. “คลอรีน”. *[Online]. Available: http://202.129.59.73/tn/chlorine/chlorine_.htm.* (วันที่ค้นหา : 11 มกราคม 2560).

[2] การประปานครหลวง. “ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค”. *[Online]. Available: http://www.mwa.co.th/main.php?filename=treat_water*. (วันที่ค้นหา : 12 มกราคม 2560)

[3] วชิรพรรณ ทองวิจิตร. *“Internet of things (IoT) เมื่อสรรพสิ่งอิงกับอินเตอร์เน็ต”*. วารสารรอบรู้เทคโนโลยี. 2559: 38-41.

[4] ธวัชชัย เสถียรรัตนกุล. *“เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับกรองอากาศ”* วารสารบทความวิชาการ ชุดที่ 17. 2551: 39-54.

[5] สาทิป รัตนภาสกร. *“แรงต้านทานการไหลของลมและพัดลม”*. รายงานวิจัยภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2560.

[6] สุวิทย์ ภูมิฤทธิกุล และปานวิทย์ ธุวะนุติ. *“Internet of thing เพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ และ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้โปรแกรม Hadoop”*. รายงานวิจัยคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2559.