

การทดสอบสมรรถนะ การเติมอากาศในน้ำของ เครื่องกลเติมอากาศ ที่พิวน้ำหมุนช้า แบบทุ่นลอย



นสรสม สติรกุล
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
กองวิศวกรรม

การบำบัดน้ำเสียและปรับปรุงคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำต่าง ๆ นั้น สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือการเติมอากาศในน้ำเพื่อให้มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำอย่างเพียงพอเพื่อให้จุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายขยะจำพวกสารอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำได้ดำรงชีพได้ และช่วยบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเติมออกซิเจนให้สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้ใช้ดำรงชีพอยู่ได้ เครื่องกลสำหรับเติมอากาศในน้ำจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและปรับปรุงคุณภาพน้ำ

เครื่องกลเติมอากาศที่พิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือที่เราคุ้นเคยกันคือ กังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบหนึ่งที่ปัจจุบันได้มีการนำไปใช้งานตามแหล่งน้ำต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย โดยเป็นเครื่องกลเติมอากาศที่มีลักษณะเป็นกังหันที่ประกอบด้วยใบพัดที่ออกแบบเป็นช่องวิดน้ำ หรือตักน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจำนวน 6 ช่องแต่ละช่องมีรูพรุน ทำให้เมื่อกังหันหมุนตักน้ำเข้าช่องเมื่อช่องถูกยกขึ้นเหนือผิวน้ำ และน้ำในช่องจะไหลออกจากรูพรุนเป็นสาย ๆ จำนวนมากพุ่งพรุและตกลงกระทบกับผิวน้ำอีกครั้ง ทำให้น้ำได้สัมผัสกับอากาศและเมื่อสายน้ำตกกระทบกับผิวน้ำก็ทำให้เกิดเป็นฟองอากาศจำนวนมากใต้ผิวน้ำ ขณะที่กังหันหมุนวนเวียนช้าแล้วช้าเล่านี้ทำให้มีอากาศเติมลงในน้ำอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เป็นการเติมออกซิเจนในน้ำที่ใช้กลไกที่ง่ายแต่ได้ผลดีเยี่ยม อีกทั้งตัวกังหันและมอเตอร์ขับเคลื่อนนำมาติดบนทุ่นลอยน้ำทำให้สามารถนำไปใช้ติดตั้งใช้งานในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้โดยสะดวกจากหลัก

การทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนานี้ได้มีหน่วยงานเอกชนแห่งหนึ่งนำมาพัฒนาต่อยอดโดยเพิ่มแผงโซลาเซลล์ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนกังหันซึ่งจะทำให้เครื่องกลเติมอากาศนี้สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าส่งถึง โดยหน่วยงานเอกชนนี้ต้องการนำสิ่งประดิษฐ์นี้ขึ้นทะเบียนสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมไทยจึงได้ขอความอนุเคราะห์ให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทำการทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศในน้ำของกังหันน้ำเติมอากาศนี้ การทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศในลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับกังหันน้ำชัยพัฒนานั้นยังไม่มีมาตรฐานการทดสอบใดที่กำหนดไว้ และลักษณะการทำงานที่อากาศเติมลงในน้ำได้เนื่องจากการที่สายน้ำไหลตกสัมผัสอากาศและกระแทกน้ำเกิดฟองอากาศขึ้นเช่นนี้เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนมาก ยากต่อการวัดปริมาณอากาศที่ได้เติมเข้าไปในน้ำ ต่างจากการเติมอากาศในน้ำโดยใช้ปั๊มอัดอากาศผ่านท่ออากาศอัดเติมใส่น้ำซึ่งง่ายต่อการวัดปริมาณอากาศที่ไหลผ่านท่ออากาศ

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ออกแบบวิธีการทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศที่พิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอยนี้โดยมีแนวคิดที่จะวัดปริมาณอากาศจากผลการละลายน้ำของออกซิเจน (Dissolved Oxygen หรือ DO) ที่เพิ่มขึ้นในภาชนะใส่น้ำที่ปิดซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า Dissolved Oxygen Meter โดยการทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ดำเนินการมีรายละเอียดเป็นดังนี้

ลักษณะของเครื่องกลเติมอากาศที่ทดสอบ:

เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบกังหันน้ำ ตัวกังหันมีลักษณะเป็นวงล้อ 12 เหลี่ยม โครงสร้างเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร หน้ากว้าง 35 เซนติเมตร ขอบวงกังหันมีช่องน้ำ จำนวน 6 ช่อง เว้นระยะห่างเท่าๆกัน รูปพื้นที่หน้าตัดของน้ำคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาด กว้าง 35 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร และลึก 20 เซนติเมตร แต่ละช่องน้ำจุน้ำได้ราว 15 ลิตร และมีรูเจาะเป็นแถวตลอดพื้นที่แผ่นหลังและก้นของน้ำ เพื่อให้ น้ำในช่องไหลออกในตำแหน่งที่ช่องน้ำหมุนขึ้นเหนือผิว น้ำในช่องน้ำจะไหลออกจากช่องน้ำผ่านรูเหล่านี้เป็นสายน้ำตก กระแทกผิวน้ำทำให้เกิดฟองอากาศในน้ำเป็นการเติมอากาศในน้ำ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ: มีรายการดังนี้

1. แท็งก์น้ำใส ขนาด กว้าง 1.2 เมตร ยาว 2.4 เมตร สูง 1.2 เมตร ใส่น้ำปริมาณ 2,200 ลิตร
2. แท่นโครงเหล็กติดตั้งกังหันน้ำเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศที่ทดสอบ
3. มอเตอร์ไฟฟ้าและกลไกส่งกำลังพร้อมวงจรปรับความเร็วรอบสำหรับชุดหมุนกังหันน้ำของเครื่องกลเติมอากาศ ที่ทำการทดสอบ
4. เครื่องมือวัดออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen Meter หรือ DO Meter)
5. ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำ
6. นาฬิกาจับเวลา



รูปการติดตั้งกังหันน้ำของเครื่องเติมอากาศที่ทำการทดสอบ

วิธีการทดสอบ: การทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศเป็นดังนี้

1. ติดตั้งกังหันน้ำของเครื่องกลเติมอากาศที่ทำการทดสอบบนแท่นโครงเหล็ก ให้กังหันน้ำอยู่เหนือแท็งก์น้ำใสที่

เตรียมไว้ พร้อมต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์ขับเคลื่อนน้ำให้สามารถหมุนด้วยความเร็วที่สามารถปรับตั้งความเร็วให้เหมาะสมได้

2. เติมน้ำใสในแท็งก์ใส โดยให้ระดับน้ำสูงท่วมมิดของน้ำล่างของกังหันน้ำ น้ำที่เติมใสในแท็งก์ต้องมีค่าออกซิเจน (DO) เริ่มต้นในระดับต่ำ

3. วัดค่า DO ของน้ำในแท็งก์ก่อนเริ่มเดินเครื่องกลเติมอากาศ โดยใช้ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำในแท็งก์ ลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร วัดค่าโดยใช้ DO Meter ที่ได้สอบเทียบแล้ว พร้อมบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำ

4. เดินเครื่อง หมุนกังหันน้ำเติมอากาศ พร้อมเริ่มจับเวลา ควบคุมความเร็วรอบของการหมุนให้สม่ำเสมอในค่าที่เหมาะสมในการทดสอบครั้งนี้ตั้งความเร็วรอบของกังหันอยู่ที่ 8.5 รอบต่อนาที

5. สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากแท็งก์เพื่อทำการวัดและบันทึกค่า DO ที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ ที่ช่วงเวลา 1 3 5 7 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 และ 60 นาที ตามลำดับ พร้อมบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำ ตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บขึ้นมาเมื่อวัดค่า DO แล้ว เทใส่กลับลงแท็งก์

6. เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ วัดค่า DO แล้ว หยุดการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศ

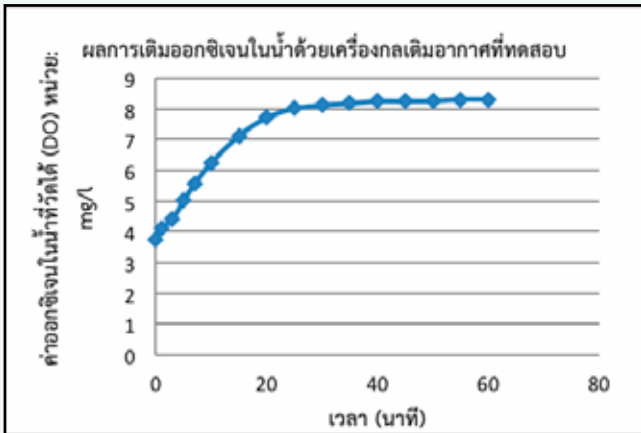
7. นำค่าที่วัดได้จากผลการทดสอบมาวิเคราะห์คำนวณหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศที่รับการทดสอบ



รูปขณะทำการทดสอบโดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแท็งก์น้ำ และวัดค่า DO ด้วย DO Meter

ผลการทดสอบ และการคำนวณผล:

การทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศ พบว่า ณ ความเร็วรอบกึ่งหันน้ำที่ 8.5 รอบต่อนาที ระดับน้ำท่วมมิตของน้ำที่อยู่ตำแหน่งต่ำสุดของวงล้อกึ่งหัน และอุณหภูมิน้ำขณะทำการทดสอบที่ 22.8 องศาเซลเซียส ได้ข้อมูลค่า DO ตลอดระยะเวลาการทดสอบนำมาพล็อตกราฟว่าค่า DO ของน้ำที่เพิ่มขึ้นตามเวลาที่เครื่องกลเติมอากาศทำงาน ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



รูปกราฟแสดงผลการวัดค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เพิ่มขึ้นตามเวลาขณะทำการทดสอบ

ความชันของเส้นกราฟผลการทดสอบการเติมออกซิเจนในน้ำของเครื่องกลเติมอากาศ แสดงถึงสมรรถนะของเครื่องกลเติมอากาศที่ทำการทดสอบ จากตัวเลขผลการทดสอบข้างต้นคำนวณค่าความชันของกราฟได้ 0.21 มิลลิกรัมออกซิเจน ต่อ น้ำ 1 ลิตร ต่อนาที (mg/L/minute) และหากคำนวณเทียบกับน้ำในแท็งก์ทดสอบทั้งหมด 2,200 ลิตร จะได้อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำของเครื่องกลเติมอากาศนี้เป็น 468.60 มิลลิกรัมออกซิเจน ต่อนาที หรือ 28.12 กรัมออกซิเจน ต่อชั่วโมง และ ณ ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 22.80 องศาเซลเซียส ออกซิเจนมีความหนาแน่น 1.30 กรัม ต่อลิตร จะได้อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำเป็น 0.36 ลิตรออกซิเจน ต่อนาที หรือ 21.60 ลิตรออกซิเจน ต่อชั่วโมง และหากจะคำนวณเป็นอัตราของปริมาณของอากาศที่เครื่องกลเติมอากาศนี้สามารถพาลงสู่น้ำได้ สามารถคำนวณจากสมมติฐานว่า สัดส่วนของก๊าซออกซิเจนในอากาศคิดเป็น ร้อยละ 21.00 โดยปริมาตร โดยประมาณแล้ว จะสามารถคำนวณอัตราการเติมอากาศในน้ำของเครื่องกลที่ได้รับการทดสอบนี้ได้เป็น 1.71 ลิตรอากาศ ต่อนาที หรือ 102.90 ลิตรอากาศ ต่อชั่วโมง

กล่าวได้ว่าสมรรถนะของการเติมอากาศของเครื่องกลเติมอากาศที่มีกลไกหลักการทำงานเช่นเดียวกับกึ่งหันน้ำ

ชัยพัฒนานั้นสามารถวัดและทดสอบได้ด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น การเติมอากาศจะทำได้ดียิ่งขึ้นหากอุณหภูมิของน้ำต่ำลงเพราะออกซิเจนจะสามารถละลายได้ดีขึ้นในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ และหากความเร็วรอบของกึ่งหันน้ำเร็วขึ้นอีก อัตราการพ่นน้ำสัมผัสอากาศก็จะมีมากขึ้นทำให้โอกาสเกิดฟองอากาศในน้ำเมื่อน้ำตกกระทบผิวน้ำจะมากขึ้น อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ทั้งนี้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนกังหันน้ำก็จะสูงขึ้นตามความเร็วรอบด้วย

การขึ้นทะเบียนสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมไทยนั้น สิ่งที่สำคัญในการประกอบการดำเนินการคือการแสดงหลักฐานเอกสารผลการทดสอบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่จะขึ้นทะเบียนในเรื่องของความปลอดภัยในการใช้งานที่ได้มาตรฐานและด้านสมรรถนะของการทำงานของสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมนั้นๆ มีอยู่หลายกรณีที่สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมนั้นไม่มีมาตรฐานการทดสอบที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนเนื่องจากว่าเป็นสิ่งใหม่ที่เพิ่งประดิษฐ์คิดค้นขึ้น การทดสอบสมรรถนะจึงจำเป็นต้องออกแบบวิธีการที่เหมาะสมขึ้นมาใหม่ กรมวิทยาศาสตร์บริการนอกจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน วิธีทดสอบกำหนดไว้แล้ว ในส่วนของสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมหรือสินค้าใหม่ๆที่ไม่เคยมีมาตรฐานการทดสอบกำหนดมาก่อนก็สามารถให้บริการออกแบบและทดสอบให้กับผู้ประกอบการได้อย่างเหมาะสมตามหลักทางวิชาการ ดังตัวอย่างการทดสอบสมรรถนะการเติมอากาศในน้ำของเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอยที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ ผู้ประกอบการผลิตสินค้านวัตกรรมที่ต้องการรับบริการทดสอบสามารถติดต่อปรึกษาเจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ เพื่อจะได้ช่วยกันผลักดันสินค้านวัตกรรมของไทยให้มีคุณภาพสามารถนำออกจำหน่ายสู่ตลาดทั้งในและต่างประเทศได้เป็นอย่างดี

