

การควบคุม H₂S ในเฟสของเหลว ช่วยลดความเสี่ยงในระบบบำบัดน้ำเสียและการกักกอนได้อย่างไร

บทสรุป

อย่างดีที่สุด ระบบบำบัดน้ำเสีย (WWTP) อาจรวมถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่เป็นมิตร อย่างแย่มาก อาจมีอันตรายถึงชีวิตได้ หากพนักงานสัมผัสกับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สะสมตัวอยู่ในพื้นที่อับอากาศ ระหว่างความแตกต่างสุดขั้วทั้งสองนี้ มีสิ่งผลต่อค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพ ซึ่งจะได้รับผลกระทบเป็นอย่างมากจากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบน้ำเสียอย่างแม่นยำจะกระตุ้นระดับการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S)



เหตุใดการวัดสถานะของเหลวจึงมีความแตกต่าง

ปัจจุบันนี้ ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ ได้ใช้เซ็นเซอร์วัดสถานะก๊าซหรือเก็บตัวอย่างด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้เซ็นเซอร์ไฟฟ้าเคมีที่ตรวจสอบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในสถานะของเหลวได้อย่างแม่นยำ (รูปที่ 1) ช่วยให้การตรวจสอบในระดับที่แม่นยำได้ง่ายขึ้น ผ่านระบบ SCADA และ PLC ในโรงงานหรือระบบที่ใช้คลาวด์

- **เมื่อเปรียบเทียบกับ การวัดเฟสของแก๊ส** การวัดสถานะของเหลวต่อเนื่องจะแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่แท้จริงในน้ำ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สม่ำเสมอและเชื่อถือได้มากกว่าการวัดความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่กระจายอยู่ในอากาศข้างบน นั่นเป็นเพราะอัตราที่ H₂S เปลี่ยนแปลงจากสถานะของของเหลวไปเป็นสถานะก๊าซและระดับความเข้มข้นที่สามารถตรวจจับได้ในอากาศนั้นอาจแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิของน้ำ/อากาศ ความแปรปรวนที่เร่งการปล่อยสาร H₂S ออกจากน้ำ ระยะห่างของเซ็นเซอร์เหนือน้ำและการระบายอากาศที่ทำการวัด H₂S
- **เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบเก็บตัวอย่างด้วยตนเอง** ซึ่งมีราคาแพง ใช้แรงงานหนัก และขาดตัวชี้วัดที่ดีที่สุด การวัดสถานะของเหลวอย่างต่อเนื่องจะให้ข้อมูลในเวลาที่เหมาะสมเพื่อเป็นการช่วยลดระดับ H₂S ที่เกี่ยวข้องกับข้อกังวลด้านกลิ่นและด้านความปลอดภัย การทำการวัดเหล่านั้นที่ห้วงานหรือแม้แต่ที่ต้นน้ำที่ไหลออกไปในระบบกักเก็บช่วยให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียติดตามความเข้มข้นที่แท้จริงของ H₂S ในน้ำได้อย่างต่อเนื่องไปยังระบบบำบัด



รูปที่ 1 เซ็นเซอร์มีการออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด ถูกสร้างให้มีการป้องกันเพรียงหรือสาหร่ายใต้น้ำเกาะเมื่อมีการจุ่มไว้ในน้ำเสีย จะให้ข้อมูลความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่แท้จริงในสถานะ ของเหลวได้อย่างแม่นยำที่สุดในหลายๆตำแหน่งตลอดในระบบบำบัดน้ำเสียและเครือข่ายการกักเก็บน้ำเสีย ประโยชน์ของการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องดังกล่าวคือความสามารถในการใช้รูปป้อนกลับเพื่อปรับแต่งการจ่ายสารเคมีแบบละเอียดโดยใช้ความพยายามเพียงเล็กน้อยจากทีมผู้ดูแล

เมื่อการวัดเฟสของเหลวมีผลกระทบ

เนื่องจากการวัดความเข้มข้นของ H₂S ในน้ำเสียภายในเวลาไม่กี่วินาที การวัดไฮโดรเจนซัลไฟด์สถานะของเหลวซึ่งวัดโดยตรงในกระแสของน้ำเสีย จึงสามารถช่วยการควบคุมการปฏิบัติงานในระบบบำบัดน้ำเสีย:

1. การอ่านค่าในเวลาที่เหมาะสม แม่นยำ และต่อเนื่อง ช่วยระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการบำรุงรักษา โดยสิ่งสกปรกและพื้นที่ที่อันตราย มีแนวโน้มว่าจะเกิดการสะสมของไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือได้รับผลกระทบจากความผันผวนที่สูงกว่าความเข้มข้นปกติ
2. ความสามารถในการปรับและเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายสารเคมี ตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไป ไม่เพียงแต่เปลี่ยนอัตราการใช้สารเคมีเท่านั้น แต่ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมีให้น้อยที่สุด โดยไม่ต้องให้พนักงานเสี่ยงกับการสัมผัส H₂S หรือการรบกวนเรื่องกลิ่นจากประชาชนทั่วไป

3. การให้ภาพรวมของความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ยังช่วยลดความเสี่ยงจากการกัดกร่อนของโครงสร้างพื้นฐานที่มีราคาแพง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ก่อนกำหนด
4. การให้ข้อมูลเชิงลึกที่แม่นยำซึ่งจำเป็นต่อการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีเกินจำเป็น ไม่เพียงแต่ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่านั้น แต่ยังลดความเสี่ยงของการบำบัดทางเคมีที่มากเกินไปซึ่งเป็นการรบกวนกระบวนการบำบัดทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น การขจัดฟอสฟอรัสทางเคมี หรือการบำบัดขั้นต้นทางเคมีขั้นสูง (CEPT)

การรักษาสมดุลที่เหมาะสมระหว่างความเข้มข้นในกรณีร้ายแรงที่สุดที่ตรวจพบได้ในสถานะของเหลวและการบำบัดด้วยสารเคมีหรืออากาศที่ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด จะทำให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงานในสถานที่สำคัญ (รูปที่ 2) ตลอดช่วงระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 2 แผนภาพนี้ แสดงเซ็นเซอร์ สำหรับการตรวจวัดความเข้มข้นของ H₂S ในของเหลวที่จุดตกกรวดทราย (1) เพื่อควบคุมการจ่ายสารเคมีที่ควบคุมซัลไฟด์ ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการปล่อยกลิ่นที่บอวก่อนหลัก (2) เพื่อป้องกันการใช้สารเกินขนาดที่อาจส่งผลกระทบต่อการจัดฟอสฟอรัสหรือประสิทธิภาพของกระบวนการ CEPT และที่ถังเติมอากาศ (3) เพื่อควบคุมการจ่ายสารเคมีเพื่อจัดการกับฟอสฟอรัสหรือลดขนาดของstruvite

- **น้ำเสียฝั่งขาเข้า** การตรวจสอบท่อขาเข้าหลักที่หัวงานของระบบบำบัดน้ำเสียจะกำหนดขั้นตอนสำหรับป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อนที่อุปกรณ์ปลายน้ำ การปล่อยกลิ่น และสภาวะการทำงานที่ไม่ปลอดภัยโดยการจับปริมาณการใช้สารเคมีให้ตรงกันกับปริมาณ H₂S และในขณะที่การตรวจสอบการไหลเข้าที่หัวงานนั้นอาจเป็นขั้นตอนที่ดำเนินงานได้ง่ายที่สุด การติดตามท่อขาเข้าจากสถานีสูบน้ำแบบแยก สามารถช่วยให้เข้าใจผลกระทบจากต้นน้ำและการทำงานของเครือข่ายกักเก็บได้ดียิ่งขึ้น เพื่อการควบคุม H₂S ที่ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การลดเกณฑ์ของสถานีสูบน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำค้างคืน อาจเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการบำบัด (HRT) ที่เพียงพอที่จะป้องกัน H₂S ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงไหลเข้าสู่โรงบำบัดในตอนเช้าได้
- **ถังตกตะกอนขั้นแรก** การวัดที่แม่นยำจะให้คุณประโยชน์มากมายในการควบคุมกลิ่นและสามารถเตือนผู้ควบคุมให้ทราบถึงการหยุดชะงักของกระบวนการบำบัดทางชีวภาพได้
- **ถังเติมอากาศ** การตรวจสอบสถานะของเหลวของ H₂S ในถังเติมอากาศ สามารถช่วยในการจัดการฟอสฟอรัสและควบคุมขนาดสตรูไวท์ในนั้นได้
- **ถังย่อยแบบไร้อากาศ** การวัดสถานะของเหลวในท่อย่อยพาสา/หมุนเวียนของถังย่อยแบบไร้อากาศ สามารถปรับปริมาณการใช้อากาศหรือการบำบัดทางเคมี ที่มีการควบคุมซัลไฟด์ให้เหมาะสมเพื่อควบคุมแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศซึ่งเป็นวิธีจัดการปล่อยกลิ่น

หลักเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

นอกจากปัญหาค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นในการบำบัดทางเคมีแล้ว หากไม่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ H₂S อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ อาจเกิดผลเสียโดยมีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาในกรณีต่อไปนี้ :

- ปริมาณเกลือฟอสเฟตที่มากเกินไป สำหรับการควบคุม H₂S สามารถจับสารอาหารอย่างเช่น ฟอสฟอรัส ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางชีววิทยาที่อยู่ ปลายน้ำในโรงบำบัด การลดสารอาหารเกินจุดหนึ่งสามารถขัดขวางความสามารถในการเกิด BOD ในน้ำเสีย
- การลดคราบน้ำมันที่ระเหยง่ายในกระแสน้ำเสียที่มากเกินไปจะทำให้ลายสมดุลของระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องพึ่งพาการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพ
- การเติบโตของแบคทีเรียเส้นใยที่ไม่ต้องการ ซึ่งเกิดจากการลดลงของแบคทีเรียเซลล์เดี่ยวในระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคทิเวเต็ดสลัดจ์ สามารถขัดขวางการตกตะกอน ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของบ่อพักและคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

เหตุใดความแม่นยำและความสม่ำเสมอจึงมีความสำคัญ (และวิธีทำให้สำเร็จ)

ประโยชน์เบื้องต้นในการวัดค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ในเฟสของเหลวคือ เป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยหรือความเสี่ยงต่อการกัดกร่อนที่แม่นยำที่สุด

สัมพันธ์กับความเข้มข้นของ H₂S ที่แท้จริง แม้ว่าสภาวะเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตามเวลาของวันหรือผันผวนอย่างมากเนื่องจากสภาพการณ์อันนอกเหนือการควบคุม ความสามารถในการเฝ้าติดตามสภาวะอย่างถาวรตลอด 24 ชั่วโมงของทุกวันนั้น สร้างพื้นฐานที่ดีกว่าสำหรับการควบคุม H₂S เพิ่มความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นจากความสามารถในการพยากรณ์หรือการตรวจจับแบบสองเฟส สามารถปรับปรุงลักษณะอื่น ๆ ของการดำเนินงานในระบบบำบัดน้ำเสีย ได้อีกด้วย (รูปที่ 3)

ตัวอย่างเช่น ความสามารถในการย้ายเซ็นเซอร์เฟสของเหลว/เฟสแก๊สแบบพกพาไปยังสถานที่ต่างๆ เพื่อการประเมินความปลอดภัยและกลิ่นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซ็นเซอร์ที่มีการเชื่อมต่อบนคลาวด์ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการรับรู้สภาวะการทำงานตลอดระบบบำบัดน้ำเสียที่ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ผู้ควบคุมสามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อประเมินความสามารถในการควบคุมไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีอยู่หรือเพื่อทดสอบพื้นที่ที่ไม่มีการตรวจสอบก่อนหน้านี้เพื่อแก้ไขปัญหาคือตรวจไม่พบก่อนหน้านี้



รูปที่ 3 ความยืดหยุ่นในการติดตั้งเซ็นเซอร์แบบสองเฟสอย่างถาวรหรือแบบชั่วคราวในน้ำเสียโดยตรงหรือในอากาศเหนือน้ำเสีย จะช่วยให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียมีข้อมูลในการตรวจหาปัญหาที่เกี่ยวกับกลิ่นที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยหรือปัญหาด้านกระบวนการบำบัดในโรงงาน