

## บทที่ 4

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### สรุป

ในการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีซึ่งมีความเป็นกรดสูง และมีโลหะหนักที่เป็นพิษนั้น เบื้องต้นจะต้องลดความเป็นกรดของของเสียโดยสะเทินด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร อาจทำให้ของผสมในกระบวนการบำบัดอิมตัวด้วยไอออนของโซเดียม และไอออนของซัลเฟต ส่งผลให้เกิดผลึกโซเดียมซัลเฟตอุดตันระบบท่อ หรือเกาะตามส่วนต่าง ๆ ของชุดอุปกรณ์บำบัดได้ จึงจำเป็นต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร เพื่อลดความเป็นกรดจนของเสียที่มีพีเอชต่ำกว่า 0 มีพีเอชเพิ่มขึ้นถึง 1.5 อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาระหว่างกรดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ส่งผลให้ของผสมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องพักส่วนผสมที่ปรับลดความเป็นกรดเพื่อให้อุณหภูมิลดลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง จึงเริ่มดำเนินการตกตะกอนโลหะหนัก

สำหรับการตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีนั้น โซเดียมซัลไฟด์เป็นสารตกตะกอนที่ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่เนื่องจากของผสมที่ปรับลดความเป็นกรดแล้วยังคงมีพีเอชต่ำประมาณ 1.5 การเติมโซเดียมซัลไฟด์ลงในของผสมที่มีพีเอชต่ำจะทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเป็นก๊าซพิษ จึงต้องปรับพีเอชของของผสมเพิ่มขึ้นถึง 4-5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อน ในช่วงนี้อุณหภูมิของของผสมจะเพิ่มสูงขึ้นได้เนื่องจากกรดที่เหลืออยู่ในของผสมทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ การระบายความร้อนจากปฏิกรณ์ทำได้โดยใช้น้ำหล่อเย็นร่วมกับการลดอัตราการป้อนของเสีย และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้าสู่ปฏิกรณ์ เมื่อปรับ พีเอชของผสมที่ 4-5 แล้วจึงเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์จนของผสมมีพีเอชเพิ่มถึง 8-9 การเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอนเพื่อให้ความเข้มข้นของปรอทในส่วนใสมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน น้ำทิ้งอุตสาหกรรมซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม/ลิตร ทำได้โดย

- เพิ่มการกวนช้า 2 ชั่วโมง ภายหลังเติมสารตกตะกอน
- เติมเหล็กเฟอร์ไรต์เป็นสารช่วยตกตะกอน ซึ่งอาจเติมขณะปรับพีเอชของของผสม

หรือเติมในขั้นตอนการกวนช้า ปริมาณเหล็กเฟอร์ไรต์ที่เหมาะสม คือ 0.5 เท่า ของจำนวนโมลโลหะหนักทั้งหมดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี

- นำตะกอนที่เกิดขึ้นมาป้อนกลับในขั้นการกวนซ้ำ ทั้งนี้อาจเพิ่มปริมาณตะกอนที่นำมาป้อนกลับให้มากจนสามารถทำให้ความเข้มข้นของปรอทในสไลม์มีค่าไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม/ลิตร

คลอไรด์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการตกตะกอนลดลง เนื่องจากปรอทจะตกตะกอนในรูปเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่พีเอชต่ำ เมื่อพีเอชของของผสมเพิ่มขึ้น ประกอบกับมีน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายเพิ่มขึ้น และมีการกวนผสมเป็นระยะเวลาานทำให้เมอร์คิวริกคลอไรด์ละลายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้น้ำที่กำจัดคลอไรด์แล้วในกระบวนการบำบัด และระมัดระวังไม่ให้เมอร์คิวริกคลอไรด์ที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับลดความเป็นกรด เข้าสู่กระบวนการตกตะกอนโลหะหนัก

ค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยกระบวนการตกตะกอนส่วนใหญ่จะเป็นค่าไฮเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ปรับลดความเป็นกรด

## ข้อเสนอแนะ

แม้การตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ซีไอดีสามารถดำเนินการในลักษณะต่อเนื่องได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่เพื่อให้สามารถการดำเนินงานได้โดยสะดวก และปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรปรับปรุงระบบดังนี้

1. ปรับให้การดำเนินปฏิกิริยาทั้งในขั้นการปรับลดความเป็นกรด และขั้นการตกตะกอน อยู่ในระบบปิด ซึ่งทำได้โดยการดำเนินปฏิกิริยาในเส้นท่อ เนื่องจาก

- การดำเนินการในระบบเปิดอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารพิษจากของเสีย และสารพิษที่เกิดขึ้นระหว่างการบำบัด การแพร่กระจายของสารพิษดังกล่าวนอกจากจะเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานแล้ว ยังทำให้อุปกรณ์ที่ใช้เสียหาย หรือชำรุดอย่างรวดเร็ว

- เมื่อดำเนินปฏิกิริยาในเส้นท่ออาจช่วยลดขนาดชุดอุปกรณ์บำบัดได้

- ช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนการจัดซื้อ และซ่อมบำรุงอุปกรณ์กวนผสม

- เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพระบายความร้อน เนื่องจากเส้นท่อมมีพื้นที่ผิวในการถ่ายโอนความร้อนมากกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2. ในการใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอนนั้น ตะกอนโลหะหนักจะถูกดูดติดกับอนุภาคของเหล็กเฟอร์ไรท์ ดังนั้นการใช้อุปกรณ์แยกที่มีการติดตั้งแม่เหล็ก (magnetic separator) จะช่วยให้ตะกอนแยกออกจากสไลม์เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าการปล่อยให้ตะกอนตกจมเองตามธรรมชาติ

3. ควรเพิ่มระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อให้การดำเนินปฏิบัติมีความสม่ำเสมอ และลดภาระของผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัด
4. เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำกรองจากกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิสเป็นตัวทำละลายสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการตกตะกอน อาจใช้น้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำสำหรับดื่ม หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งมีคลอไรด์ไอออนไม่มาก
5. การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ประเภทอุตสาหกรรมซึ่งเป็นของเหลวความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร จะลดภาระของผู้ปฏิบัติงานได้เนื่องจากไม่ต้องเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เอง แต่เพื่อแก้ปัญหาลิกเกล็ดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร อาจเติมน้ำลงในของเสียที่เข้าสู่ระบบเพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวในระบบเกิดการอิมตัวของไอออนของเกล็ด
6. อาจลดเวลาการกวนซ้ำให้อยู่ในช่วง 30-60 นาที อย่างไรก็ตามอาจต้องเพิ่มปริมาณตะกอนที่นำมาผสมกลับในขั้นการกวนซ้ำ