

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองหาปริมาณทองแดงในของเสียทางเคมีโดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่ามีความเข้มข้นของทองแดงไอออน 4277 ppm.

2. จากการทดลอง พบว่าอัตราส่วนของ Mg : Cu ที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการได้ทองแดงจากการรีดิวซ์ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่หลังจากอัตราส่วนของ Mg : Cu มากกว่า 2:1 พบว่า ประสิทธิภาพการได้ทองแดง มีแนวโน้มเห็นความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่ามิโลหะ Mg เหลืออยู่ในสารละลาย

ดังนั้นจากการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างทองแดง กับโลหะแมกนีเซียม คือ 2:1 เนื่องด้วยโลหะแมกนีเซียมซึ่งเป็นโลหะที่ไวกว่าทองแดงในการทำปฏิกิริยา (Cu^{2+} รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Mg^{2+}) จะเข้าแทนที่ทองแดงในสารละลายได้หมด โดยมีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการได้ทองแดงจากการรีดิวซ์สูง และ เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงจากการรีดิวซ์ เท่ากับคือ 47.49 % และ 68.79 ตามลำดับ

3. ในขั้นตอนการรีดิวซ์ด้วย Mg พบว่าอัตราส่วนของ Mg : Cu เท่ากับ 2:1 แตกต่างจากทฤษฎีที่มีอัตราส่วนเท่ากับ 1:1 อาจเนื่องมาจากใน waste มีโลหะหนักชนิดอื่นปนเปื้อน ด้วย Mg มีค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ ต่ำ จึงเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี ทำให้สามารถรีดิวซ์โลหะหนักชนิดอื่นในสารละลายได้ด้วย ดังนั้นจึงควรมีการวัดปริมาณโลหะหนักชนิดอื่นด้วย

และในระหว่างการรีดิวซ์ด้วย Mg พบว่าสารละลายเกิดความร้อนที่ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงจากการรีดิวซ์ และ เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการได้ทองแดงจากการรีดิวซ์ด้วย Mg พบว่ามีความแตกต่างกัน $68.79 - 47.49 = 21.30$ อาจเนื่องด้วยเกิดการสูญเสียทองแดงเนื่องจากความร้อน

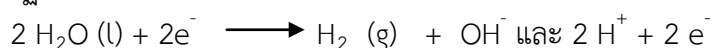
4. จากการใช้เทคนิคเคมีไฟฟ้าในการกำจัดทองแดงไอออนออกจากของเสียทางเคมี โดยศึกษาถึงอิทธิพลของ ศักย์ไฟฟ้า พีเอช และ เวลาที่เหมาะสมในการกำจัดทองแดงไอออน โดยจากการทดลองพบว่าค่าของตัวแปรดังกล่าวที่เหมาะสม คือ 3 โวลต์ , 1 และ 60 นาที ตามลำดับ โดยมี % ประสิทธิภาพการกำจัด อัตราการลดลง และ % การกลับของทองแดง เท่ากับ 93.96 เปอร์เซ็นต์ 1.26 กรัม/ชั่วโมง และ 90.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. จากการทดลองทุกๆ การทดลองจะมีแก๊สเกิดขึ้นภายในเซลล์เคมีไฟฟ้าจากปรากฏการณ์การเกิดโพลาไรเซชัน เนื่องจากศักย์ไฟฟ้าเกินตัว ซึ่งมีผลทำให้เกิดแก๊สที่ขั้วเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎีของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ในกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสของสารละลายทองแดงซัลเฟต ดังนี้

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด

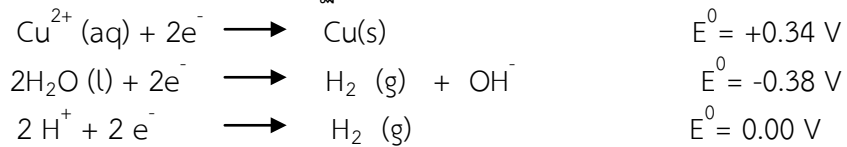


ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด



จากปฏิกิริยาจะเห็นว่าที่ขั้วแอโนดมีแก๊สออกซิเจน (O_2) เกิดขึ้น
ขณะเดียวกันที่ขั้วแคโทดจะมีแก๊สไฮโดรเจน (H_2) เกิดขึ้น โดยในช่วงแรกของการทดลอง

พบว่าปริมาณแก๊สอยู่เพียงเล็กน้อย และ จะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เพราะในช่วงแรกของการทดลองแก๊สที่เกิดขึ้น ภายในเซลล์มีเพียงแก๊สออกซิเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนด ขณะที่แก๊สไฮโดรเจนยังไม่เกิดขึ้น หรือ เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐานของทองแดงมีค่าเป็นบวกมากที่สุด ดังนั้นไอออนของทองแดงจึงเกิดปฏิกิริยาได้ก่อนเกิดเป็นโลหะทองแดงเกาะที่ขั้วแคโทด สามารถอธิบายได้จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด ดังนี้



แต่เมื่อเวลาผ่านไปไอออนของทองแดงในน้ำเสียลดลงเรื่อยๆ แนวโน้มที่จะเกิดแก๊สไฮโดรเจนจะเพิ่มสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ภายในเซลล์จะมีทั้งแก๊สออกซิเจนจากปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนด และแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด

6. จากการใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันร่วมกับเทคนิคเคมีไฟฟ้า สามารถกำจัดไอออนของทองแดงจากน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ ร้อยละ 98.11 และ พบว่าไอออนของทองแดงเฉลี่ยที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งที่สภาวะเหมาะสม คือ ศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ พีเอช 1 และ เวลาที่ใช้ 60 นาที เท่ากับ 80.67 ppm ยังเกินค่ามาตรฐาน ที่กฎหมายกำหนด (มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทรองงานอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรม ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539) และ กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานตามประกาศอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ที่กำหนดว่าทองแดงในน้ำทิ้ง ต้องไม่มากกว่า 2.0 ppm(ดูรายละเอียดภาคผนวก ค)

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

1. อุณหภูมิในระหว่างทำการทดลองการรีดิวซ์ด้วยMg พบว่าสารละลายร้อนขึ้นค่อนข้างสูง จึงทำให้เกิดการสูญเสียทองแดงเนื่องจากความร้อน ดังนั้นจึงต้องทำการหล่อเย็นในระหว่างการทดลองเพื่อลดอุณหภูมิลง

1. อุณหภูมิในระหว่างทำการทดลองแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี จะพบว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากพลังงานกระแสไฟฟ้าที่ให้บางส่วนถูกเปลี่ยนไปในรูปของความร้อน อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปนี้มีผลต่อประสิทธิภาพ การใช้พลังงานในการบำบัดของเสียทางเคมี มีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกาะของโลหะทองแดงที่ขั้วแคโทดอยู่ที่ 25-40 องศาเซลเซียส

2. ในการทดลองแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมีความร้อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำในของเสียทางเคมีระเหยออกจากบีกเกอร์ เนื่องจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ให้ไปมากเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ส่งผลให้ปริมาณร่อนและหลังการทดลองไม่เท่ากันทำให้ความเข้มข้นที่วัดได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องทำการหล่อเย็นในระหว่างการทดลองเพื่อลดอุณหภูมิลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการหาความบริสุทธิ์ของทองแดงที่ได้จากของเสียทางเคมี

2. ศึกษาวิธีการนำทองแดงที่เกาะที่ขั้วแคโทด ในการนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น การนำกลับไปใช้เป็นสารละลายในการทดลองที่ไม่ต้องการความแน่นอนมากนัก ได้แก่ การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยาเคมีและความสัมพันธ์ทางน้ำหนักหรือการทดลองที่ 12 สารประกอบเชิงซ้อนโคออร์ดิเนชันปฏิบัติการเคมีทั่วไป

3. น้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่า pH ประมาณ 1-2 ซึ่งไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่กำหนดให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-9 ดังนั้นจึงต้องมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบส ออกระบาย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

4. เนื่องจากน้ำเสียภายหลังการบำบัดยังไม่ได้ตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม อาจมีการศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมที่อาจมีผลต่อการบำบัด หรือ นำเทคนิคอื่นมาใช้ในการบำบัด ต่อจากเซลล์ไฟฟ้าเคมี ได้แก่ เทคนิคการใช้ตัวดูดซับ เป็นต้น