บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยเรซิ่น QUARON AU-808 และ DOWEX MSA-1 ซึ่งเป็นเรซิ่นแบบ SBA พบว่าการแยกโครเมียมจากน้ำเสียสังเคราะห์มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนกับโครเมตได้เป็นอย่างดี โดยมีความเข้มข้นของโครเมตและโครเมียมในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดความเข้มข้นของ Cr^{6+} ไว้ไม่เกิน 0.5 มก.ต่อลิตร และ 1 มก.ต่อลิตรสำหรับโครเมียมรวมทั้งหมด โดยสภาวะที่เหมาะสมคือ น้ำเสียควรมีความเข้มข้นของโครเมียมไม่เกิน 1,000 มก.ต่อลิตร เนื่องจากถ้าความเข้มข้นของโครเมียมสูงกว่า 1,000 มก.ต่อลิตร ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออนจะลดลง และอัตราไหลผ่านเรซิ่นของน้ำเสียที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10-40 BV/hr เพราะถ้าอัตราการไหลสูงเกินประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออนจะลดลง ซึ่งทั้งความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำเสียและอัตราการไหลของน้ำเสียมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซิ่น โดยที่เมื่อความเข้มข้นของโครเมียมและอัตราการไหลเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออนจะลดลง

เมื่อทำการรีเจนเนอเรตเพื่อสกัดกลับโครเมียมพบว่าเรซิ่นแบบ QUARON AU-808 ต้องใช้สารรีเจนเนอเร้นท์ปริมาณมาก และสารละลายที่รีเจนเนอเรตได้มีความเข้มข้นของ Cr^{6+} ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นสูง สังเกตได้จากเรซิ่นมีสีเหลืองเข้มของโครเมตติดอยู่ และสารละลายที่ผ่านเรซิ่นมีกลิ่นคล้ายกลิ่นคาวปลา คาดว่าเป็นกลิ่นของหมู่ฟังก์ชั่นเอมีน ที่ถูกออกซิไดซ์ ด้วยกรดโครมิกซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่แรง หลุดออกจากโครงสร้างของเรซิ่น ทำให้เรซิ่นสูญเสียประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออน ดังนั้นเรซิ่น QUARON AU-808 จึงไม่เหมาะสมสำหรับการสกัดกลับโครเมียม

เรซิ่น DOWEX MSA-1 มีประสิทธิภาพต่อการรีเจนเนอเรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ดีกว่าโดยสามารถรีเจนเนอเรตได้ด้วย 5-7% NaOH ที่อัตราการไหล 2 BV/hr ซึ่งจะให้สารละลายมีโครเมตเข้มข้นสูง และประหยัดเวลาสำหรับการรีเจนเนอเรต

การทดลองด้วยเครื่องต้นแบบ

การทดลองด้วยเครื่องต้นแบบ โดยใช้เรซิ่น Dowex MSA-1 สำหรับแลกเปลี่ยนไอออนกับโครเมต และเรซิ่น Dowex MSC-1 สำหรับแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะที่มีประจุบวก เช่น ทองแดง หรือ นิกเกิล และใช้สำหรับแลกเปลี่ยนระหว่างไอออนโซเดียมของสารละลายโซเดียมไดโครเมตที่รีเจนเนอเรตได้ กับไอออนไฮโรเจนเพื่อเปลี่ยนให้เป็นกรดโครมิกโดยใช้เงื่อนไขที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สามารถบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็กที่ไม่มีระบบนำบัดน้ำเสีย พบว่าสามารถลดความเข้มข้นของ Cr^{6+} จาก 61.20-300.0 มก.ต่อลิตร และ ลดปริมาณโครเมียมรวมจาก 634.4-1,034.4 มก.ต่อลิตร จนมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของโครเมตไม่เกิน 0.5 มก.ต่อลิตร และและโครเมียมรวมไม่เกิน 2 มก.ต่อลิตร น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถน้ำไปเป็นน้ำล้างชิ้นงานที่ชุบเสร็จ หรือเก็บไว้สำหรับล้างเรซิ่น ซึ่งเป็นการประหยัดการใช้น้ำได้

การสกัดกลับโครเมียมที่แยกได้จากน้ำเสีย ใช้สารละลาย 5%โซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า จากการทดลองมีประสิทธิภาพการสกัดกลับระหว่าง 12.96-46.98% ซึ่งค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากน้ำเสียที่นำมาทำการทดลองมีความเข้มข้นต่ำและปริมาตรน้อย กว่าความสามารถสูงสุดของเครื่อง รวมทั้งลักษณะของเครื่องต้นแบบที่เหลือพื้นที่ว่างสำหรับการขยายตัวของเรซิ่นด้านบนของคอลัมน์มากเกินพอ ทำให้โครเมียมที่รีเจนเนอเรตได้มีความเข้มข้นต่ำ เนื่องจากการเจือจางและตกค้างตามท่อ รวมทั้งปนเปื้อนไปกับน้ำล้างเรซิ่นและกรดซัลฟูริกที่ใช้รีเจนเนอเรตเรซิ่น SAC ดังนั้นควรเหลือพื้นที่ว่างด้านบนของคอลัมน์ให้น้อยที่สุด

ค่าใช้จ่ายที่ใช้บำบัดน้ำเสียโครเมียม ส่วนใหญ่เป็นค่าวัสดุและอุปกรณ์ของเครื่องต้นแบบ ซึ่งเป็นต้นทุนก่อสร้าง (Capital cost) ส่วนค่าใช้จ่ายสำหรับดำเนินการ (Operation cost) ซึ่งมีเฉพาะค่าสารเคมีประมาณ 0.52 บาท ต่อน้ำเสีย 1 ลิตร เมื่อคิดจากการใช้งานเมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นของโครเมียม 1,000 มก. ต่อลิตร และถ้าความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำเสียต่ำกว่า 1,000 มก. ต่อลิตร เครื่องต้นแบบนี้จะสามารถรองรับน้ำเสียได้มากกว่า 100 ลิตร ดังนั้นจะสามารถประหยัดการใช้น้ำได้เนื่องจากเครื่องต้นแบบต้องใช้น้ำในกระบวนการล้างเรซิ่นไม่เกิน 100 ลิตร ซึ่งอาจจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการให้ความร่วมมือรักษาสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตได้

ข้อเสนอแนะ

1.น้ำเสียที่นำมาบำบัดด้วยวิธีแลกเปลี่ยนประจุไอออนควรกรองแยกสารแขวนลอยออกก่อน เพื่อยืออายุการใช้งานของเรซิ่น

2.ควรบรรจุเรซิ่นให้เต็มคอลัมน์เพื่อลดความสิ้นเปลืองรีเจนเนอเร้นท์ และลดการตกค้างของสารละลายที่รีเจนเนอเรตได้

3.ควรมีการศึกษาน้ำทิ้งที่มีโลหะชนิดอื่น เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับสกัดกลับโลหะ

4.ควรทดลองกับเรซิ่นหลายๆชนิด เพื่อหาชนิดที่เหมาะสำหรับสกัดกลับโครเมียม

5.ควรมีการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ราคาถูก ใช้งานง่าย เพื่อเป็นการจูงใจผู้ประกอบการโรงงานชุบโลหะขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นเครื่องที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยติดตั้งบนรถบรรทุกขนาดเล็ก เพื่อออกให้บริการกำจัดน้ำเสียให้กับโรงงานชุบโลหะที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียได้

6. ควรมีศูนย์รับบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะโดยตรง โดยอาจนำกระบอกบรรจุเรซิ่นไปติดตั้งที่โรงงานเพื่อบำบัดน้ำเสียที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียได้ และเมื่อเรซิ่นเต็มประสิทธิภาพจะนำกระบอกบรรจุเรซิ่นใหม่ไปติดตั้งแทน แล้วนำเรซิ่นที่เต็มประสิทธิภาพกลับมารีเจนเนอเรต เพื่อแยกโลหะออก เป็นการแลกเปลี่ยนของเสียที่เกิดขึ้น (Waste Exchange) ซึ่งเป็นการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย