บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ วิธีการสกัดของเหลวด้วยของเหลว (Liquid-Liquid Extraction) โดยใช้หลักการทำงานของเครื่องมือที่เรียกว่าไชน์เบลคอลัมน์ (Scheibel column) มาใช้ในการแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้อีก กระบวนการนี้เป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง (Continuous process) ซึ่งสามารถที่จะได้ผลิตภัณฑ์ครั้งละจำนวนมากแตกต่างจากการวิจัยที่ผ่านมาซึ่งจะทำเป็นถังหรือชุด (Batch process)และจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (Used Lubricating Oil) จะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้ โดยเฉลี่ยประมาณ 1,650 ppm ซึ่งในน้ำมันหล่อลื่นสภาพปกติจะไม่มีเลยหรือมีเพียงเล็กน้อย โดยจะมีอยู่ในส่วนผสมของสารเพิ่มคุณภาพ (Additive) สำหรับการคัดเลือกตัวสกัดแยกสาร(Extractant) ที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ยึดหลักเกณฑ์การคัดเลือกโดยพิจารณาถึง ความสามารถในการรวมตัวกับไอออนของโลหะสังกะสีที่อยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ได้ดีและไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วและจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่าตัวสกัดแยกสารที่จะนำมาใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้คือ สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต[$(NH_4)_2SO_4$] ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก และสำหรับการตรวจวัด ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ก่อนและหลังการทดลอง จะตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดปริมาณของโลหะ [Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)]

สำหรับการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ นั้น ได้กำหนดวิธีการทดลองออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

6.1.1 กำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสาร(สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$]) คงที่ โดยมีอัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์เป็น 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที ซึ่งจากการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารค่าเดียวกัน ที่เวลาต่างๆ กัน ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตจะให้ค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้สูงมากขึ้น พบว่าปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ก็จะมีค่าสูงมากขึ้นด้วย(ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) โดยที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารเป็น 1:1 จะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีต่ำที่สุด และที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารเป็น 1:5 จะมีปริมาณอิออนของโลหะสังกะสีสูงที่สุด และเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้สูงมากขึ้น จะพบว่าที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารค่าเดียวกัน ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนกระทั่งระบบดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ ให้มากขึ้นอีกก็จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะสมดุลของ
ระบบนั้นๆ ซึ่งภาวะที่สามารถสกัดแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วได้เหมาะสมที่สุดในกรณีนี้คือ ที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว เป็น 1:5 และที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ 900 รอบ/นาที

6.1.2 กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ โดยมีอัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว เป็น 1:1,2:1,3:1,4:1 และ 5:1 ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์เป็น 100,300,500, 700 และ 900 รอบ/นาที ซึ่งจากการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารค่าเดียวกันที่เวลาต่างๆกัน ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนต จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของตัวสกัดแยกให้สูงมากขึ้น พบว่าปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้จะลดลง (ถูกกำจัดออกได้มาก) โดยที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารเป็น 1:1 จะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีสูงที่สุดและที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารเป็น 5:1 จะมี

ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีต่ำที่สุด และเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้สูงมากขึ้นจะพบว่า ที่อัตราส่วนของอัตราการไหลของสารค่าเดียวกัน ปริมาณอิออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนต จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนกระทั่งระบบดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้มากขึ้นอีก ก็จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบ ซึ่งภาวะที่เหมาะสมในกรณีนี้คือ ที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 3:1และที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ 300 รอบ/นาที แต่อย่างไรก็ตามกรณีนี้ ได้ใช้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดแยกปริมาณมากกว่ากรณีแรก ซึ่งผลของการกำจัดไอออนของโลหะสังกะสีก็ให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นกรณีแรกนั้นจะเป็นภาวะที่เหมาะสมกว่าที่จะนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

จากข้อมูลที่ได้อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ปฏิกิริยาหรือการถ่ายเทมวลสารที่เกิดขึ้นนั้น จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเวลา, อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสาร, อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วและความเร็วรอบของมอเตอร์ ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนค่าของตัวแปรเหล่านี้ การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลของระบบก็จะเปลี่ยนไปด้วย แต่เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้ว การเปลี่ยนค่าของตัวแปรดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบ

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้นำมาจากหลายแหล่ง ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีควรทำจำนวนครั้งให้มากเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้นและถ้าเป็นไปได้ควรใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจากแหล่งเดียวกันมาใช้ในการทดลอง

6.2.2 การพิจารณาเลือกตัวสกัดแยกสารที่จะนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยมีความสำคัญมาก เพราะว่าสารที่จะนำมาใช้ในกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์จะต้องรวมตัวกับสารที่ต้องการจะแยกได้ดี(ในที่นี้คือไอออนของโลหะสังกะสี) และไม่รวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว อีกทั้งไม่ควรเป็นสาร

ที่มีความหนืดสูงมากนักเพราะจะทำให้การแยกตัวออกจากกันได้ยากหลังจากผ่านกระบวนการสกัดแยกแล้ว

6.2.3 บริเวณชั้นรอยต่อ (บริเวณ Interphase) ระหว่างตัวสกัดแยกสารกับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว บางครั้งไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งเดิม ตลอดเวลาได้ยาก เพราะว่าที่บริเวณท่อทางออกของตัวสกัดแยกสารกับสารที่ถูกสกัดออกมา (Extract phase) ไม่ได้ติดตั้งโรตามิเตอร์ เพื่อช่วยควบคุมอัตราการไหลออกให้เท่ากับอัตราการไหลเข้า ทั้งนี้เพื่อไม่เกิดการสะสมภายในคอลัมน์ ซึ่งจะไม่ทำให้รอยต่อ (Interphase) ระหว่างชั้นของตัวสกัดแยกสารกับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเคลื่อนขึ้นและลงไปมาได้

6.2.4 การทดลองที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สูงๆ นั้น การควบคุมเครื่องมือ(ชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์) จะทำได้ยากมากขึ้น เนื่องจากเกิดการสั่นสะเทือนบริเวณแกนเหล็กที่ยึดแผ่นเพลทภายในคอลัมน์

6.2.5 บริเวณด้านล่างของคอลัมน์ตำแหน่งที่แกนเหล็กของแผ่นเพลทยึดกับฐานของคอลัมน์ซึ่งเป็นจุดหมุนจะเกิดการเสียดสีทำให้มีความต้านทานสูง ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานของมอเตอร์มากยิ่งขึ้น ควรแก้ไขโดยการทำเป็นลักษณะฐานที่หมุนรอบตัวเองได้ (ตลับลูกปืน) ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการสูญเสียพลังงานของมอเตอร์และประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลอง