บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สารที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (Used Lubricating Oil)

3.1.2 สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต [Ammonium Sulphate $(NH_4)_2SO_4$]

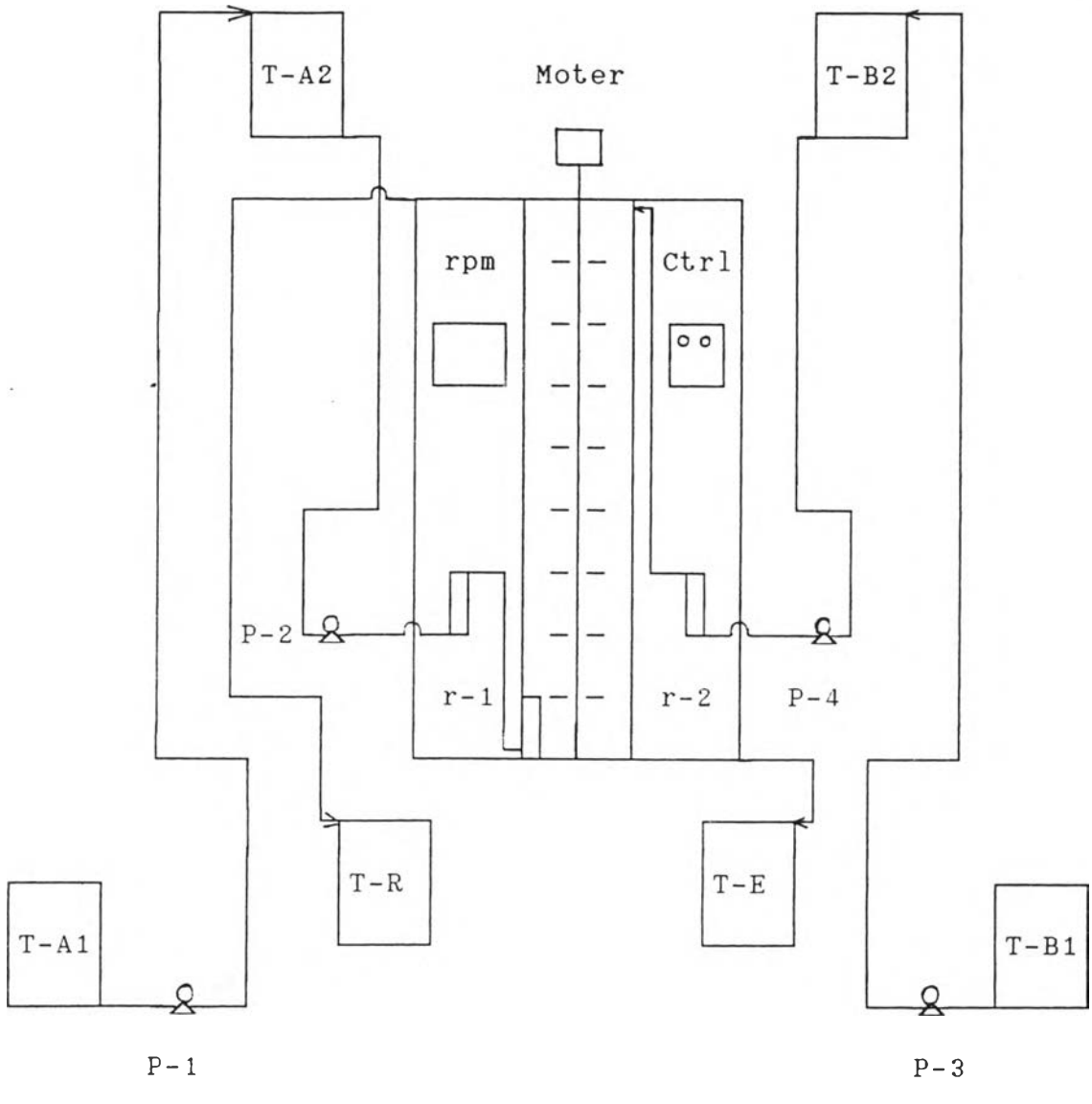
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดของเหลวด้วยของเหลว (Liquid-Liquid Extraction) โดยอิงหลักการทำงานแบบไซน์เบลคอลัมน์ (Scheibel Column)ดังแสดงในรูปที่ 3.1และรูปที่ 3.2 ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องมือมีดังนี้

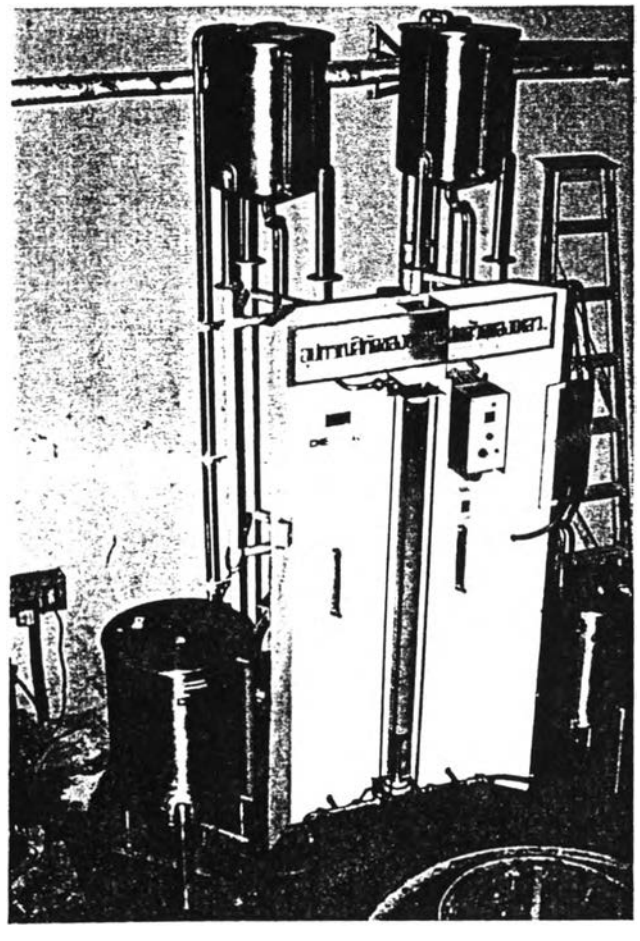
3.2.1.1 จากแทงค์ T-A1เป็นแทงค์ที่บรรจุน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจากนั้นจะถูกปั๊มโดยผ่านปั๊ม P-1 ซึ่งจะปั๊มน้ำมันไปเก็บไว้บนแทงค์ T-A2 และจะปล่อยน้ำมันจากแทงค์นี้ลงมาผ่านเข้าปั๊ม P-2 เพื่อเป็นการเพิ่มแรงดันจากนั้นก็เข้าสู่โรตามิเตอร์ R-1 เพื่อวัดและควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว เมื่อออกจากโรตามิเตอร์แล้วก็จะเข้าสู่ทางด้านล่างของคอลัมน์

3.2.1.2 อีกด้านหนึ่งที่แทงค์ T-B1 เป็นแทงค์สำหรับเก็บสารละลายที่ใช้ เป็นตัวสกัดแยกอิออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วซึ่งก็คือ สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$] จากนั้นจะทำการปั๊มตัวทำละลายนี้ขึ้นไปเก็บไว้ยังแทงค์ T-B2 และจะถูกปล่อยลงมาให้ผ่านปั๊ม P-4 เพื่อเพิ่มแรงดันและถูกส่งต่อไปยังโรตามิเตอร์ R-2 เพื่อวัดและควบคุมอัตราการไหลของตัวทำละลาย จากนั้นก็จะถูกส่งต่อออกไปเพื่อให้เข้าทางด้านบนของคอลัมน์

3.2.1.3 ภานในคอลัมน์ซึ่งมีปริมาตรประมาณ 9 ลิตร จะมีแผ่นเพลทขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 37 เพลท และในแต่ละเพลท จะมีรูขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร จำนวน 32 รู แผ่นเพลทจะยึดติดอยู่บนแกนแสตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 150 เซ็นติเมตร และแกนนี้ต่อเข้ากับมอเตอร์ซึ่งสามารถที่จะควบคุมความเร็วรอบได้ ที่ด้านหน้าจะมีแผงสวิทช์ควบคุมการทำงานของเครื่องมือและนอกจากนี้ยังมีแผงบอกค่าความเร็วรอบของมอเตอร์



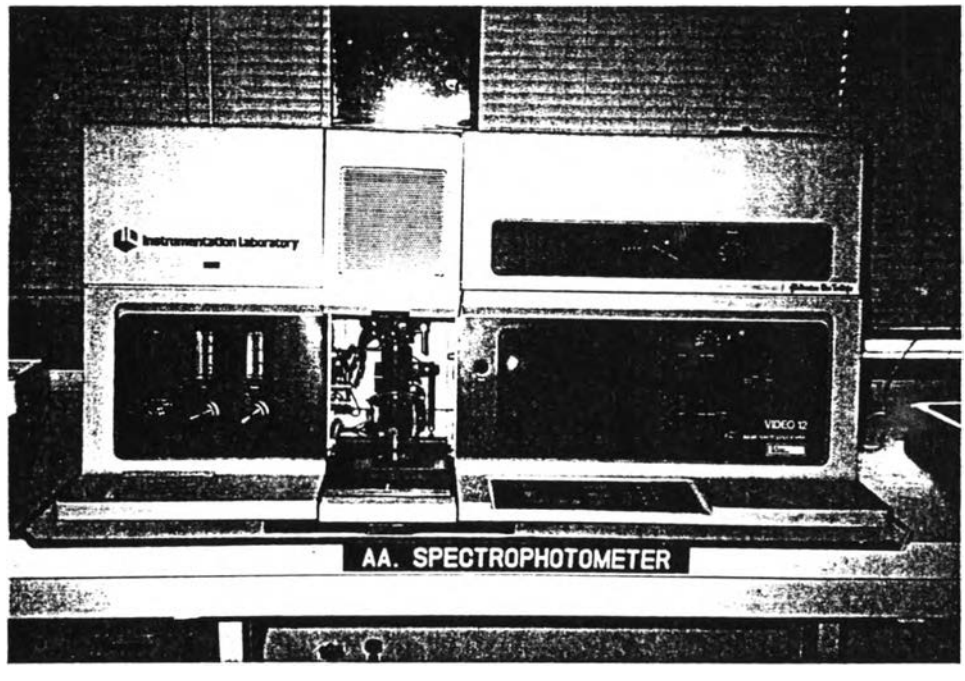
รูปที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์ (แบบแปลน)



รูปที่ 3.2 ชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์ (ภาพถ่าย)

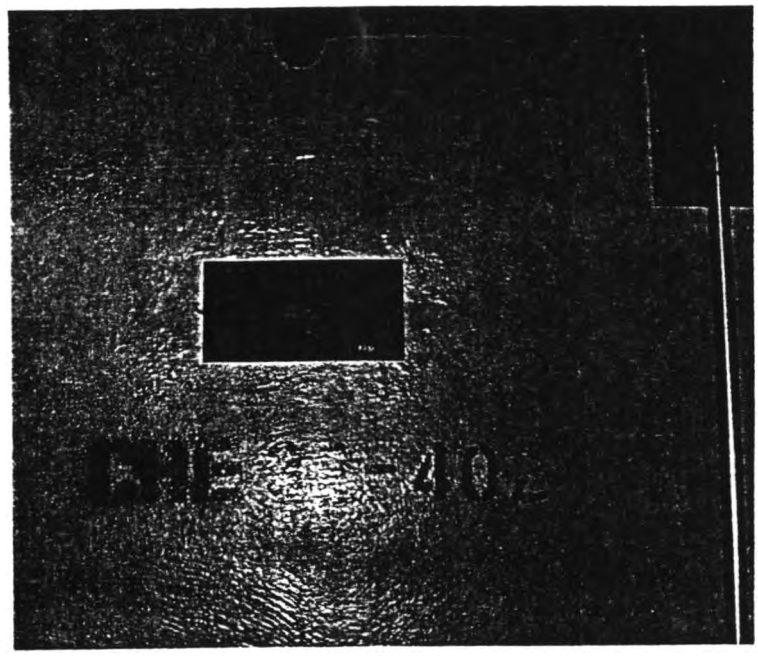
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องตรวจวัดปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีซึ่งในการทดลองในที่นี้ใช้เครื่อง Atommic Absorption Spectrophotometer (AAS) รุ่น IL VIDEO 12 ดังแสดงในรูปที่ 3.3

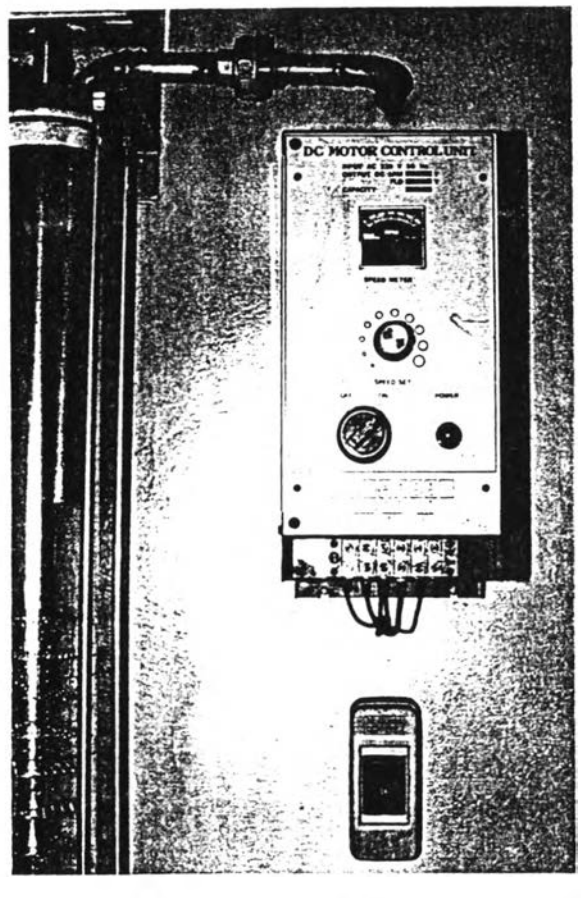


รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ตรวจวัดหาปริมาณอิออนของโลหะสังกะสี (AAS)

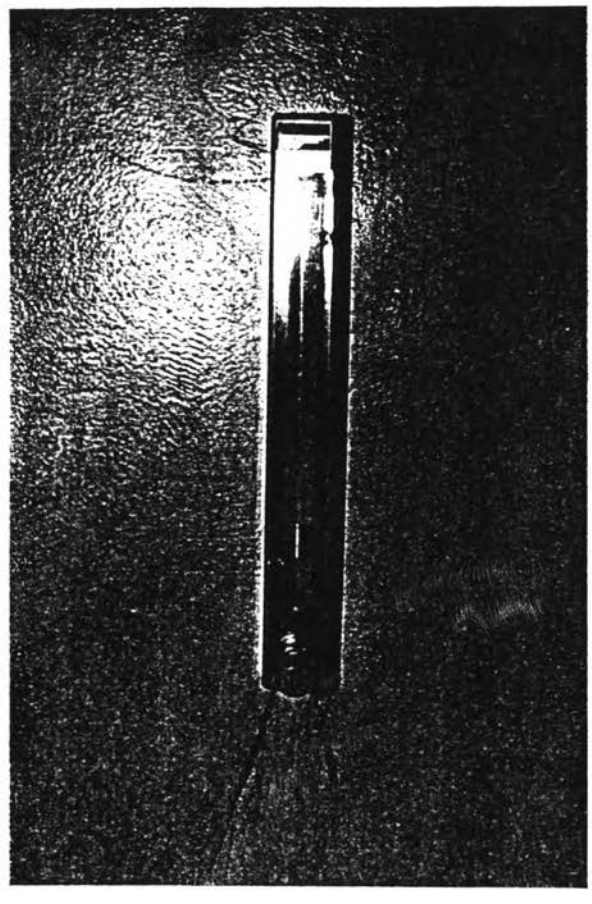
หลักการทำงานของเครื่องตรวจวัดปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี(AAS) รุ่น IL VIDEO 12 รายละเอียดและวิธีการใช้ดูในภาคผนวก ข



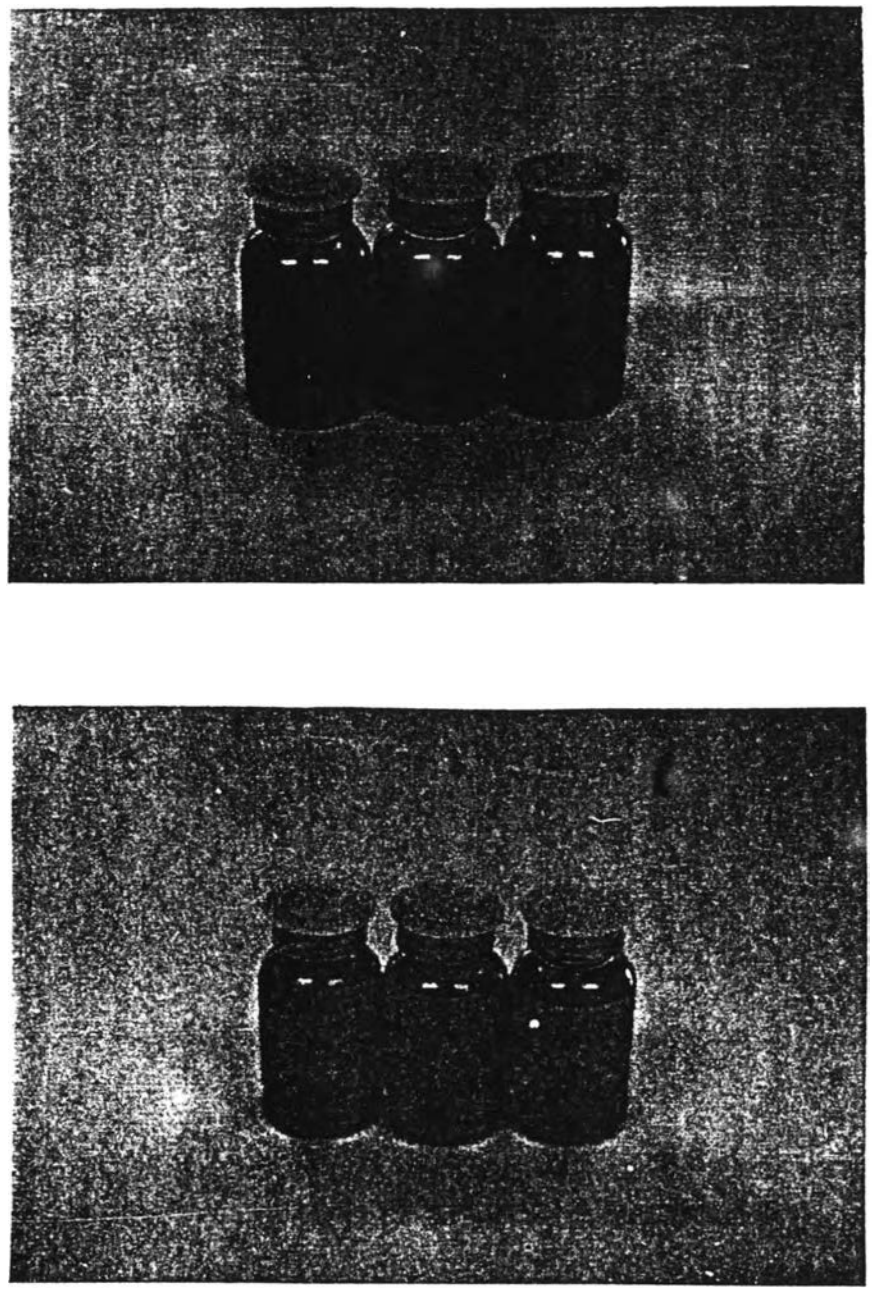
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์อ่านความเร็วรอบของมอเตอร์
(Speed moter reading)



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์
(DC moter control unit)



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของสาร (Rotameter)



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างแสดงการเปรียบเทียบน้ำมันหล่อลื่น ที่ใช้งานแล้ว ก่อน(บน)และหลัง(ล่าง)ผ่านกระบวนการกำจัดไอออนของโลหะสังกะสีด้วยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต$(NH_4)_2SO$

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การทดสอบหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วก่อนการทดลองซึ่งทำการทดลองโดยการสุ่มตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจำนวน 10 ตัวอย่าง เพื่อตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ปนอยู่ด้วยเครื่องตรวจวัดหาปริมาณของโลหะ (AAS)

3.4.2 การทดสอบหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม ของตัวสกัดแยก (สารละลาย Ammonium Sulphate) ที่จะนำมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ วิธีการทดลองทำโดย เตรียมสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีความเข้มข้น 4 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักจำนวน 1 ลิตร ผสมลงไปในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว จำนวน 8 ลิตร กวนให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้เพื่อให้แยกชั้น จากนั้นนำส่วนที่เป็นน้ำมันมาตรวจวัดปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว อีกครั้งหนึ่งทำการทดลองเหมือนเดิมแต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตจาก 4 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เป็น 6,8,9,11,13,15,17,19 และ 21 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักตามลำดับ

3.4.3 การทดลองหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว โดยนำมาผ่านชุดเครื่องมือสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์ (Scheibel column) โดยให้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วถูกป้อนเข้าสู่ทางด้านล่างของคอลัมน์ (เป็นสาย Feed) และตัวทำละลายที่เลือกใช้ถูกป้อนเข้าทางด้านบนของคอลัมน์ (เป็นสาย Solvent)

3.4.4 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ เมื่อให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยก [$(NH_4)_2SO_4$] คงที่

3.4.4.1 ศึกษาเวลาที่เปลี่ยนแปลงว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ10 นาที

จำนวน 6 ครั้ง(60 นาที) แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีโดยการทดลอง ทำที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.4.2 ศึกษาการเปลี่ยนค่าอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่าน ชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จำนวน 6 ครั้ง (60 นาที) แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี โดยการทดลองทำที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.4.3 ศึกษาการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว หลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จำนวน 6 ครั้ง (60 นาที) แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี โดยการทดลองทำที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.4.4 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง ที่แต่ละอัตราส่วนของอัตราการไหลของสาร

3.4.4.5 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์

3.4.4.6 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่แต่ละอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว

3.4.4.7 ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ จากความสัมพันธ์ทั้งหมดที่ได้ คือ ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้, เวลา, อัตราการไหลของสาร และความเร็วรอบของมอเตอร์

3.4.5 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ เมื่อให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วมีค่าคงที่

3.4.5.1 ศึกษาเวลาที่เปลี่ยนแปลงว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ10 นาที จำนวน 6 ครั้ง (60 นาที)แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีโดยการทดลอง ทำที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,2:1,3:1,4:1 และ 5:1 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.5.2 ศึกษาการเปลี่ยนค่าอัตราการไหลของ ตัวสกัดแยกว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จำนวน 6 ครั้ง (60 นาที) แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี โดยการทดลองทำที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,2:1,3:1,4:1 และ 5:1 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100, 300, 500, 700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.5.3 ศึกษาการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว หลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จำนวน 6 ครั้ง (60 นาที) แล้วนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี โดยการทดลองทำที่อัตราการไหลของตัวทำละลายต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,2:1,3:1,4:1 และ 5:1 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100, 300, 500, 700 และ 900 รอบ/นาที

3.4.5.4 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ที่แต่ละอัตราส่วนของอัตราการไหลของสาร

3.4.5.5 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับอัตราการไหลของตัวสกัดแยก ที่แต่ละความเร็วรอบมอเตอร์

3.4.5.6 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้จากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากผ่านการทดลองกับความเร็วรอบของมอเตอร์ ที่แต่ละอัตราการไหลของตัวสกัดแยก

3.4.5.7 ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ จากความสัมพันธ์ทั้งหมดที่ได้ คือ ปริมาณอิออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้, เวลา, อัตราการไหลของสาร และความเร็วรอบของมอเตอร์