บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว

ผลการศึกษา การตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่มีอยู่จำนวน 10 ตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ผลการตรวจวัดที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งจะพบว่า ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่น้อยที่สุดที่ตรวจพบในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วมีปริมาณเท่ากับ 1,475 ppm และที่ตรวจพบมากที่สุดมีปริมาณเท่ากับ 1,824 ppm ดังนั้นโดยเฉลี่ยแล้วน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้จะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีประมาณ 1,650 ppm

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่อยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว

Sample No.	Zinc ion (ppm)	Sample No.	Zinc ion (ppm)
1	1,475	6	1,679
2	1,824	7	1,576
3	1,605	8	1,780
4	1,670	9	1,691
5	1,620	10	1,580
Average zinc ion = 1,650 ppm			

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารที่ใช้เป็นตัวสกัดแยกที่จะนำมาใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกสารละลาย แอมโมเนียมซัลเฟต เป็นตัวสกัดแยกเพื่อใช้สกัดแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ซึ่งศึกษาโดยหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สามารถสกัดแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้ได้มากที่สุด และเหลือไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้น้อยที่สุด สำหรับการทดสอบจะใช้สารละลาย แอมโมเนียมซัลเฟตจำนวน 1 ลิตร ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักผสมลงไปในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว จำนวน 1 ลิตร กวนให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ให้แยกชั้น เมื่อแยกชั้นโดยสมบูรณ์แล้ว ชั้นบนจะเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่กำจัดไอออนของโลหะสังกะสีออกไป ชั้นล่างจะเป็นสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตบางส่วนผสมอยู่กับไอออนของโลหะสังกะสีที่ถูกสกัดออกมา นำน้ำมันชั้นบนไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่เหลืออยู่ด้วย เครื่องตรวจวัดหาปริมาณของโลหะ (Atomic Absorption Spectrophotometer) ทำการทดลองใหม่แต่เปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต จาก 4 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เป็น 6,8,9,11,13,15, 17,19 และ 21 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก ซึ่งผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

จากข้อมูลที่ได้พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย แอมโมเนียมซัลเฟต ขนาด 4 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักสามารถสกัดแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วได้น้อยที่สุดคือ จาก 1,850 ppm เหลือ 285 ppm และที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักสามารถสกัดแยกไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วได้มากที่สุดคือจาก 1,850 ppm เหลือ 58 ppm และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นให้มากกว่านี้ ก็ไม่สามารถสกัดแยกอิออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วได้เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ สารที่ใช้เป็นตัวสกัดแยก (สารละลาย แอมโมเนียมซัลเฟต)

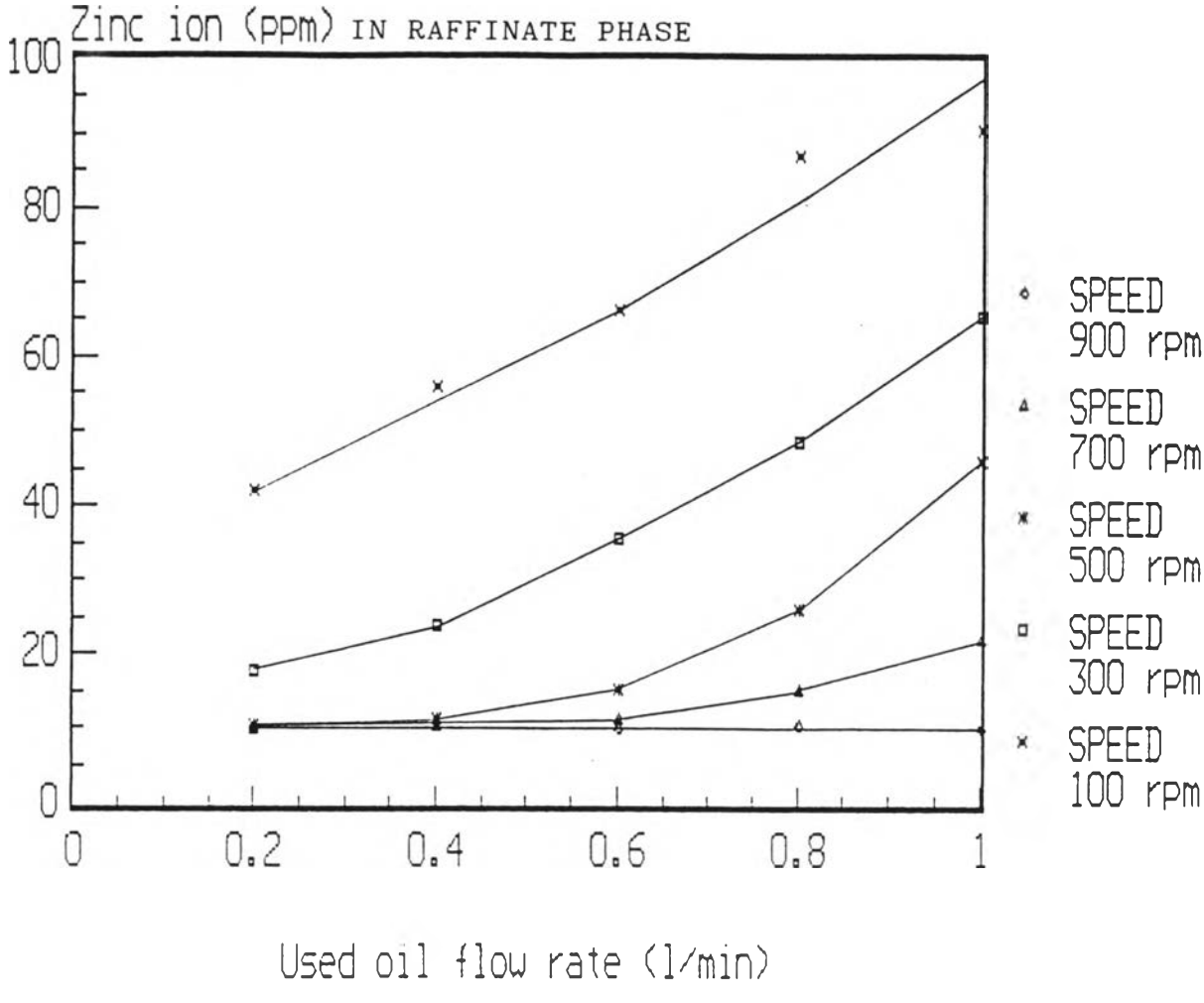
ความเข้มข้นของสารละลาย แอมโมเนียมซัลเฟต (เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก)	Zinc ion (ppm)
4	285
6	112
8	58
9	60
11	65
13	66
15	63
17	68
19	62
21	59

4.3 ผลการศึกษาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ

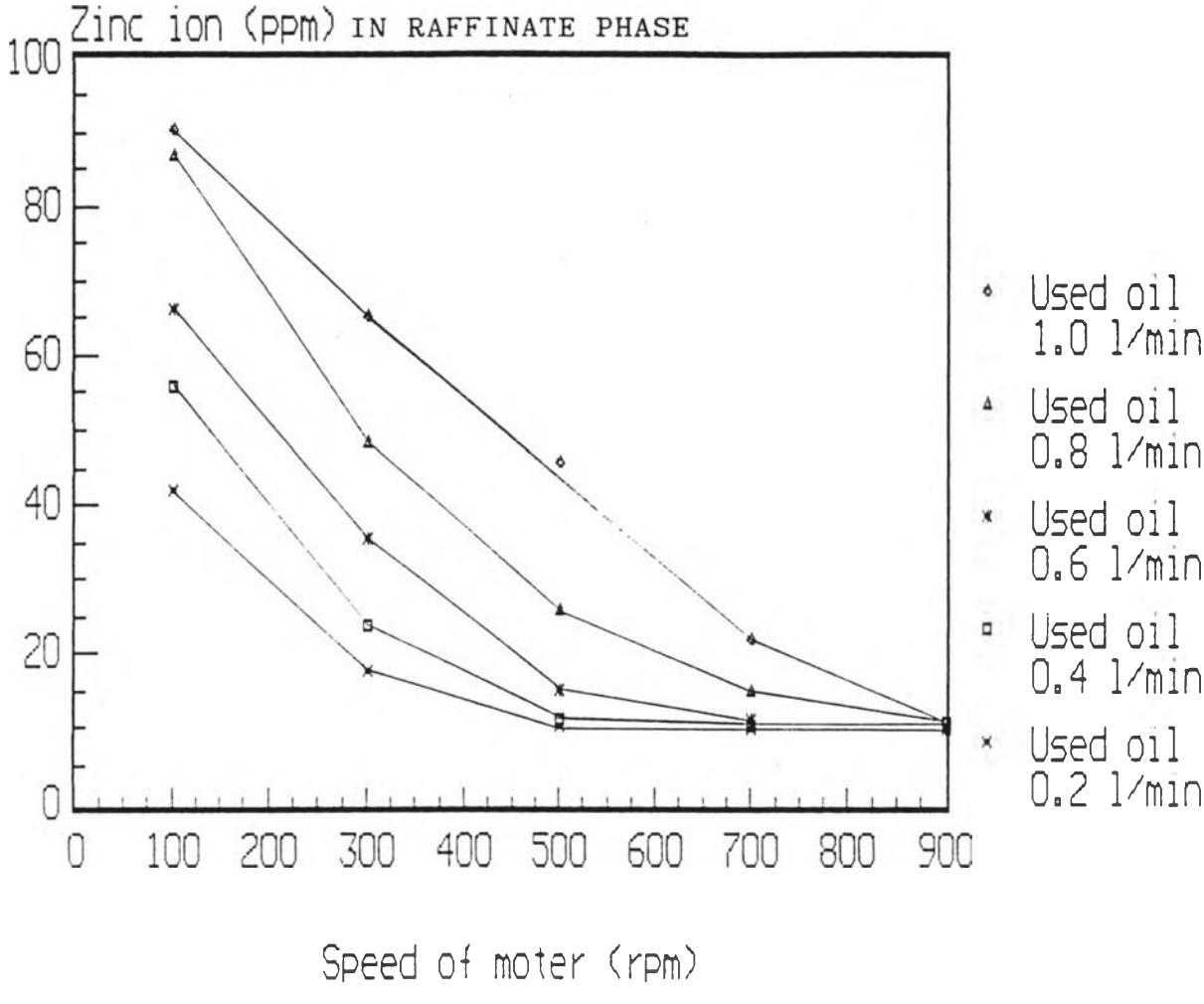
4.3.1 กำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยก คงที่ ในที่นี้ตัวสกัดแยกคือ สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (ที่ใช้สำหรับการทดลอง) มีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,650 ppm ซึ่งการศึกษาภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรต่างๆ นั้นได้ผลดังนี้

4.3.1.1 ผลการศึกษาเวลาที่เปลี่ยนแปลงจะมีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จึงนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีสำหรับการทดลองศึกษาที่ อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100, 300,500,700 และ 900 รอบ/นาที ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ ก.1-ก.5 และจากกราฟในรูปที่ ก.1-ก.5 ซึ่งจากข้อมูลที่ได้พบว่าในแต่ละอัตราส่วนของอัตราการไหลค่าเดียวกัน เมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ก็จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก นั่นคือจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมีการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้มากขึ้นพบว่าปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น (ถูกกำจัดออกได้น้อยลง) แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้มากขึ้นก็พบว่าปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตจะมีค่าลดน้อยลง (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนถึงค่าประมาณ 10 ppm ก็จะไม่ลดลงไปกว่านี้อีก

4.3.1.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนค่าอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว หลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จึงนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี สำหรับการทดลองศึกษาที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,1:2,1:3,1:4 และ 1:5 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ ก.1-ก.5 และจากกราฟในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งจากข้อมูลที่ได้พบว่า เมื่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเพิ่มมากขึ้น จะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตเพิ่มมากขึ้น (ถูกกำจัดออกได้น้อยลง) ด้วยเช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้สูงขึ้น จะพบว่าปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตจะมีค่าลดน้อยลงน้อยลง (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนถึงค่าประมาณ 10 ppm ก็จะไม่ลดลงไปกว่านี้อีก



รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว เมื่อให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 l/min

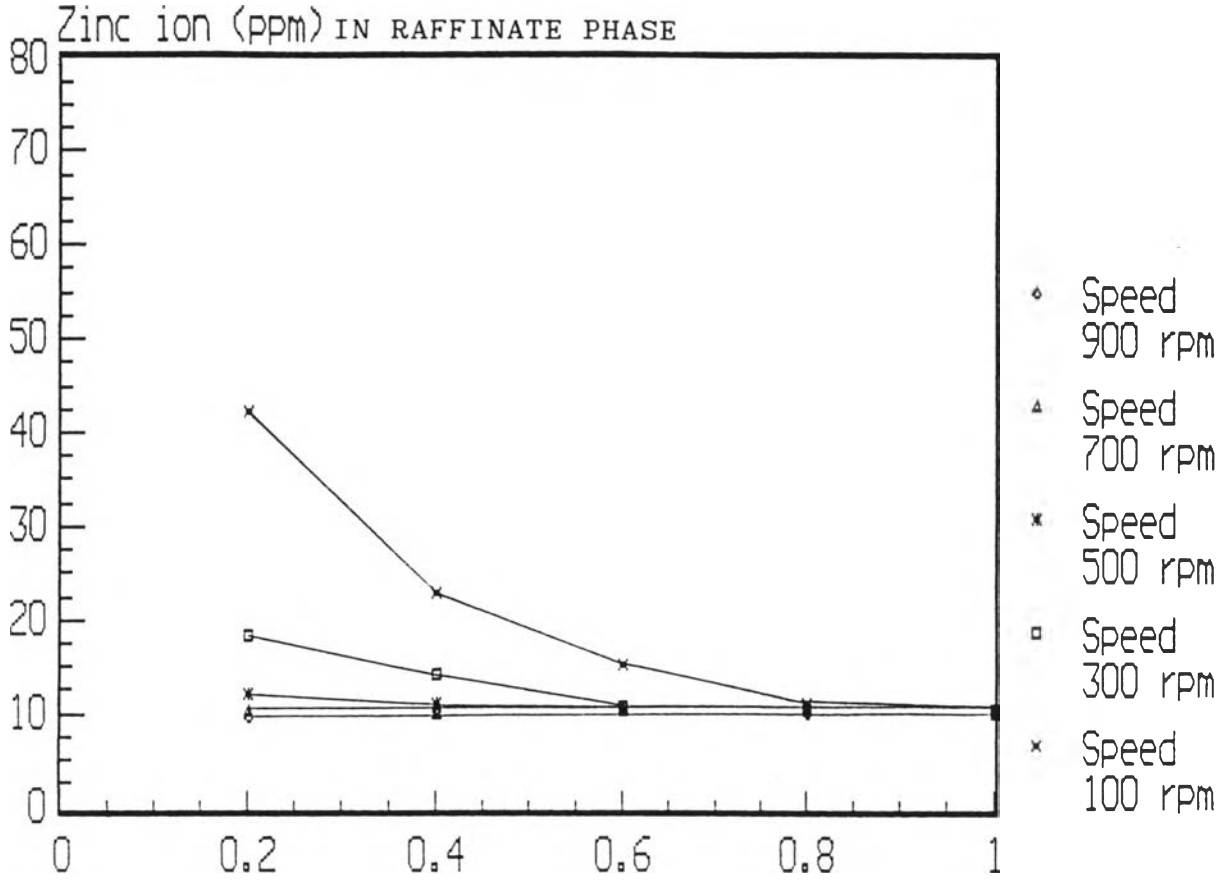


รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับความเร็วรอบของมอเตอร์ เมื่อให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 l/min

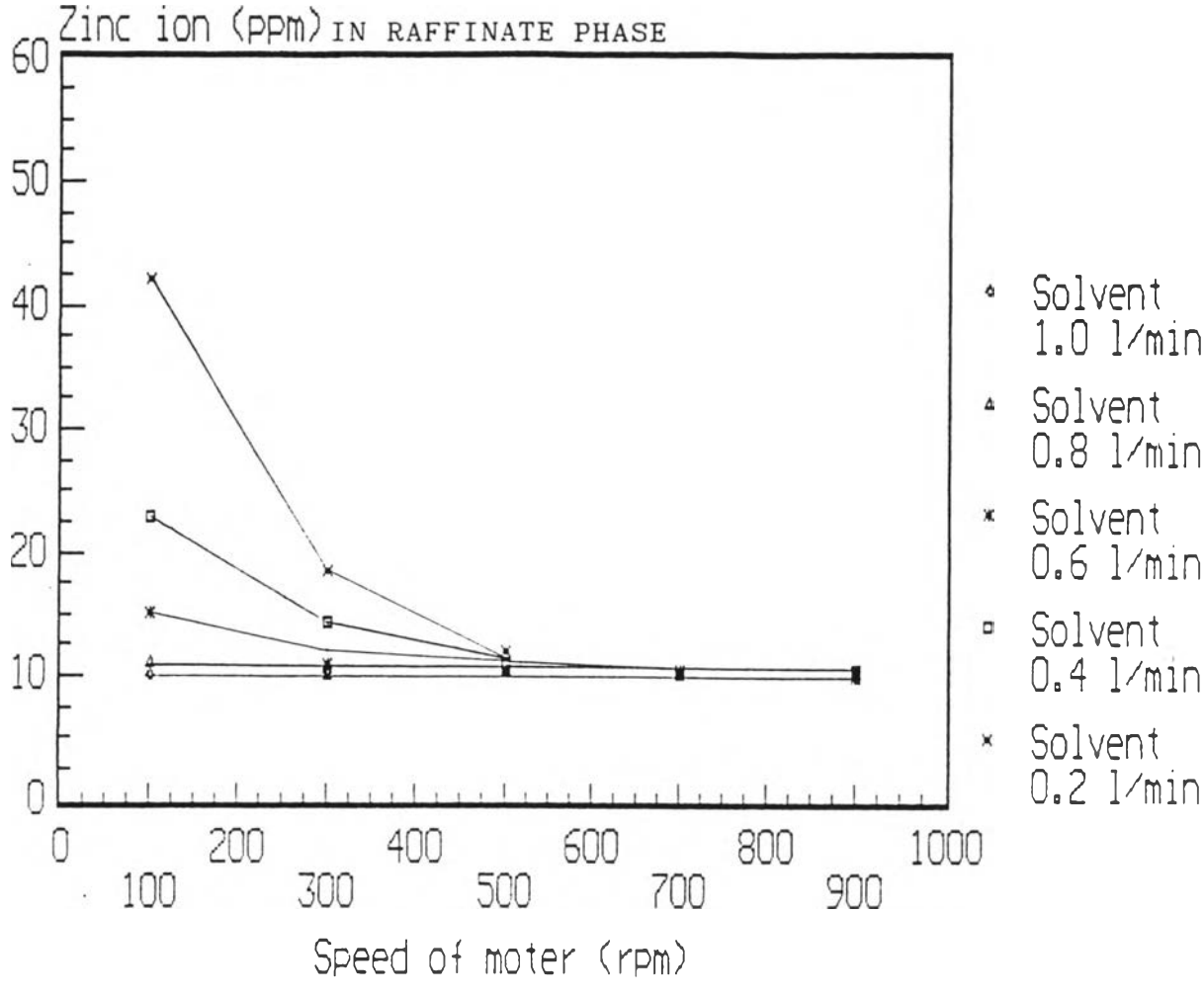
4.3.2 กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว คงที่และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (ที่ใช้สำหรับการทดลอง) มีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,650 ppm

4.3.2.1 ผลการศึกษาเวลาที่เปลี่ยนแปลงจะมีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี ที่ตรวจวัดได้ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จึงนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี สำหรับการทดลอง ศึกษาที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,2:1,3:1,4:1 และ 5:1 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์ 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ ก.6-ก.10 และจากกราฟในรูปที่ ก.6-ก.10 ซึ่งจากข้อมูลที่ได้พบว่าในแต่ละอัตราส่วนของอัตราการไหลของสารค่าเดียวกัน เมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ก็จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก นั่นคือจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมีการเพิ่มอัตราการไหลของตัวสกัดแยกหรือเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้มากขึ้น พบว่า ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตจะมีค่าลดน้อยลง (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนถึงค่าประมาณ 10 ppm ก็จะไม่ลดลงไปกว่านี้อีก

4.3.2.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนค่าอัตราการไหล ของตัวสกัดแยกสารว่ามีผลอย่างไรต่อปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วหลังจากที่ผ่านชุดอุปกรณ์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์แล้วทุกๆ 10 นาที จึงนำไปตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสี สำหรับการทดลอง ศึกษาที่อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารต่ออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็น 1:1,2:1,3:1,4:1และ 5:1 ที่แต่ละความเร็วรอบของมอเตอร์เป็น 100,300,500,700 และ 900 รอบ/นาที ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ ก.6-ก.10 และในกราฟรูปที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งจากข้อมูลการทดลองที่ได้พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของตัวสกัดแยกหรือความเร็วรอบของมอเตอร์ให้มากขึ้น พบว่าจะมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีที่ตรวจวัดได้ในวัฏภาคราฟฟิเนตลดน้อยลง (ถูกกำจัดออกได้มากขึ้น) จนถึงค่าประมาณ 10 ppm ก็จะไม่ลดลงไปกว่านี้อีก



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง ปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับอัตราการไหลของตัวสกัดแยกสาร เมื่อให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 l/min



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับความเร็วรอบของมอเตอร์ เมื่อให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 l/min