# เอกสารอ้างอิง


1. Virgil, B.H., Petroleum products handbooks. 1st ed. New York: McGraw Hill Book Co., 1960.
2. Nelson, W.L., Petroleum Refinery Engineering. 4th ed.New York: McGraw Hill Book Co., 1965.
3. ภาวิณี คณาสวัสดิ์. อินทรีย์เคมีพื้นฐานเล่ม1. พิมพ์ครั้งที่ 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2522.
4. William, F.B., and R.L. Davidson. Petroleum Processing Handbook. New York: McGraw Hill Book Co., 1967.
5. Wilfrid, F., and M.C. Peters. Fuel and Fuel Technology. 2nd (SI)ed. New York: Pergamon Press Co., 1980.
6. การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย. กองควบคุมคุณภาพ. ฝ่ายวิศวกรรมและบริการด้านการตลาด. การหล่อลื่นอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย. 2530.
7. Bieley, C.A., and Anrovs. The Lubrication Engineering manual. 1st ed. U.S.A.: United States Steel Co., 1971.
8. Salusinszky, Andor L., Treating used hydrocarbon lubricating oil, U.S.Pat.No. 4,250,021,Feb.10, 1981.
9. Whisman, Marvin L., et al., Process for preparing lubricating oil from used waste lubricating oil, U.S.Pat.No. 4,073,719,Feb. 1978.
10. Fletoher, L.C., Richard H., Solvent extraction Process for rerefining used lubricating oil, U.S.Pat.No. 4,399,025,Aug. 1983.

11. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมีเทคนิค. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องการแยกสกัดสาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

12. กัญจนา บุญเกียรติ. การคำนวนขั้นต้นในวิชาวิศวกรรมเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

13. Treybal, R.E., Liquid extraction. 2nd ed. New York: McGraw Hill Book Co., 1963.

14. วีรศักดิ์ ธนาพรสิน. การผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากน้ำมันเตาใสเบาและน้ำมันเตาใสหนัก โดยกระบวนการแยกไขด้วยตัวทำละลายและกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

15. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม. หลักการออกแบบเครื่องมือแยกสาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

16. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. กองควบคุมคุณภาพ. ฝ่ายวิศวกรรมและบริการด้านการตลาด. ความรู้และการทดสอบผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2533.

17. บริษัท เอสโซ่แสตนดาร์ดประเทศไทย จำกัด. แผนกบริการเทคนิค.ฝ่ายธุรกิจอุตสาหกรรมและการพาณิชย์. น้ำมันเชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์หล่อลื่น. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายธุรกิจอุตสาหกรรมและการพานิชย์, 2530.

18. Treybal, R.E., Mass Transfer Operation. 2nd ed. New York: McGraw Hill Book Co., 1968.

19. Foust, A.S., Principles of Unit Operation. 2 nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1980.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ข้อมูลการทดลอง

## การทดลองที่ 1

USED Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.
กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 100 rpm.
กำหนดอัตราเร็วของสารละลาย (SOLVENT) ให้คงที่ = 0.2 l/min
สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$
กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight
เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 40.8 | 42.1 | 41.8 | 41.4 | 41.5 | 41.9 | 41.58 |
| 0.2 | 0.4 | 56.4 | 55.9 | 55.2 | 55.1 | 55.2 | 55.3 | 55.52 |
| 0.2 | 0.6 | 67.2 | 66.6 | 66.5 | 65.6 | 65.5 | 65.4 | 66.13 |
| 0.2 | 0.8 | 89.3 | 88.0 | 86.4 | 86.1 | 85.8 | 85.8 | 86.90 |
| 0.2 | 1.0 | 92.6 | 90.4 | 89.6 | 89.5 | 89.6 | 89.5 | 90.20 |

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่

## การทดลองที่ 2

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 300 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของสารละลาย (SOLVENT) ให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 17.5 | 18.3 | 18.2 | 17.4 | 17.5 | 16.8 | 17.62 |
| 0.2 | 0.4 | 24.2 | 24.2 | 23.5 | 23.3 | 24.1 | 23.4 | 23.78 |
| 0.2 | 0.6 | 36.4 | 35.8 | 34.7 | 34.5 | 35.1 | 34.3 | 35.13 |
| 0.2 | 0.8 | 49.1 | 48.7 | 48.3 | 48.7 | 47.1 | 47.2 | 48.18 |
| 0.2 | 1.0 | 64.2 | 65.3 | 63.7 | 65.5 | 66.7 | 66.4 | 65.30 |

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่

## การทดลองที่ 3

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 500 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของสารละลาย (SOLVENT) ให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE [$(NH_4)_2SO_4$]

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 10.2 | 10.4 | 10.3 | 10.8 | 10.3 | 9.9 | 10.32 |
| 0.2 | 0.4 | 11.2 | 11.4 | 11.3 | 11.8 | 10.9 | 10.6 | 11.20 |
| 0.2 | 0.6 | 15.1 | 16.7 | 15.9 | 14.6 | 14.1 | 13.8 | 15.03 |
| 0.2 | 0.8 | 26.7 | 25.3 | 26.1 | 25.4 | 25.5 | 25.2 | 25.70 |
| 0.2 | 1.0 | 44.7 | 46.3 | 45.5 | 46.7 | 45.8 | 45.5 | 45.75 |

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่

## การทดลองที่ 4

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 700 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของสารละลาย (SOLVENT) ให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 9.5 | 9.4 | 10.7 | 10.5 | 9.7 | 9.9 | 9.95 |
| 0.2 | 0.4 | 9.9 | 10.1 | 9.7 | 9.7 | 10.4 | 10.2 | 10.00 |
| 0.2 | 0.6 | 11.3 | 10.5 | 11.4 | 11.6 | 9.7 | 10.8 | 10.88 |
| 0.2 | 0.8 | 16.2 | 14.8 | 15.9 | 14.1 | 13.8 | 14.7 | 14.92 |
| 0.2 | 1.0 | 22.2 | 23.1 | 22.5 | 21.7 | 20.7 | 21.1 | 21.88 |

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่

## การทดลองที่ 5

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 900 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของสารละลาย (SOLVENT) ให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 10.7 | 10.5 | 8.4 | 9.6 | 10.1 | 11.7 | 10.17 |
| 0.2 | 0.4 | 9.6 | 11.7 | 11.5 | 10.8 | 9.8 | 10.7 | 10.68 |
| 0.2 | 0.6 | 10.5 | 11.3 | 9.1 | 8.7 | 8.4 | 10.2 | 9.70 |
| 0.2 | 0.8 | 8.5 | 9.3 | 11.3 | 10.4 | 10.1 | 11.1 | 10.12 |
| 0.2 | 1.0 | 10.1 | 9.3 | 11.2 | 10.5 | 8.8 | 9.4 | 9.88 |

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่

## การทดลองที่ 6

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 100 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 40.8 | 42.2 | 43.6 | 41.8 | 42.1 | 41.5 | 42.00 |
| 0.4 | 0.2 | 23.6 | 21.8 | 22.2 | 23.3 | 23.7 | 22.1 | 22.78 |
| 0.6 | 0.2 | 15.8 | 16.1 | 14.4 | 15.2 | 14.2 | 14.1 | 14.97 |
| 0.8 | 0.2 | 10.3 | 11.5 | 11.2 | 10.7 | 12.1 | 10.6 | 11.07 |
| 1.0 | 0.2 | 10.0 | 10.4 | 10.7 | 9.4 | 9.7 | 9.3 | 9.92 |

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่

## การทดลองที่ 7

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 300 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 17.5 | 18.3 | 18.2 | 19.2 | 18.4 | 18.1 | 18.28 |
| 0.4 | 0.2 | 14.3 | 13.4 | 13.7 | 14.5 | 14.8 | 14.2 | 14.15 |
| 0.6 | 0.2 | 9.6 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 11.4 | 11.2 | 10.67 |
| 0.8 | 0.2 | 10.6 | 9.2 | 11.4 | 10.3 | 9.7 | 9.1 | 10.05 |
| 1.0 | 0.2 | 9.5 | 9.7 | 10.3 | 11.2 | 9.8 | 10.4 | 10.15 |

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่

## การทดลองที่ 8

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 500 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 12.4 | 11.9 | 11.8 | 12.1 | 11.5 | 11.8 | 11.92 |
| 0.4 | 0.2 | 11.1 | 10.3 | 12.2 | 11.7 | 9.6 | 10.5 | 10.90 |
| 0.6 | 0.2 | 10.5 | 10.1 | 9.4 | 11.2 | 10.8 | 9.4 | 10.23 |
| 0.8 | 0.2 | 9.4 | 9.9 | 10.7 | 11.5 | 9.8 | 10.6 | 10.32 |
| 1.0 | 0.2 | 9.9 | 10.7 | 9.3 | 10.3 | 11.5 | 10.2 | 10.32 |

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่

## การทดลองที่ 9

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 700 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้คงที่ = 0.2 l/min

สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 10.7 | 10.5 | 8.4 | 9.6 | 10.1 | 11.7 | 10.17 |
| 0.4 | 0.2 | 10.1 | 9.2 | 11.4 | 8.9 | 10.8 | 9.7 | 10.02 |
| 0.6 | 0.2 | 9.5 | 10.7 | 11.8 | 8.6 | 10.3 | 11.3 | 10.37 |
| 0.8 | 0.2 | 8.8 | 10.5 | 9.7 | 11.2 | 10.9 | 9.7 | 10.13 |
| 1.0 | 0.2 | 9.4 | 8.6 | 10.7 | 10.5 | 9.8 | 10.9 | 9.98 |

ตารางที่ ก.9 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่

## การทดลองที่ 10

Used Oil เริ่มต้นมีปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีปนอยู่ = 1,650 ppm.

กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้คงที่ = 900 rpm.

กำหนดอัตราเร็วของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วให้คงที่ = 0.2 l/min

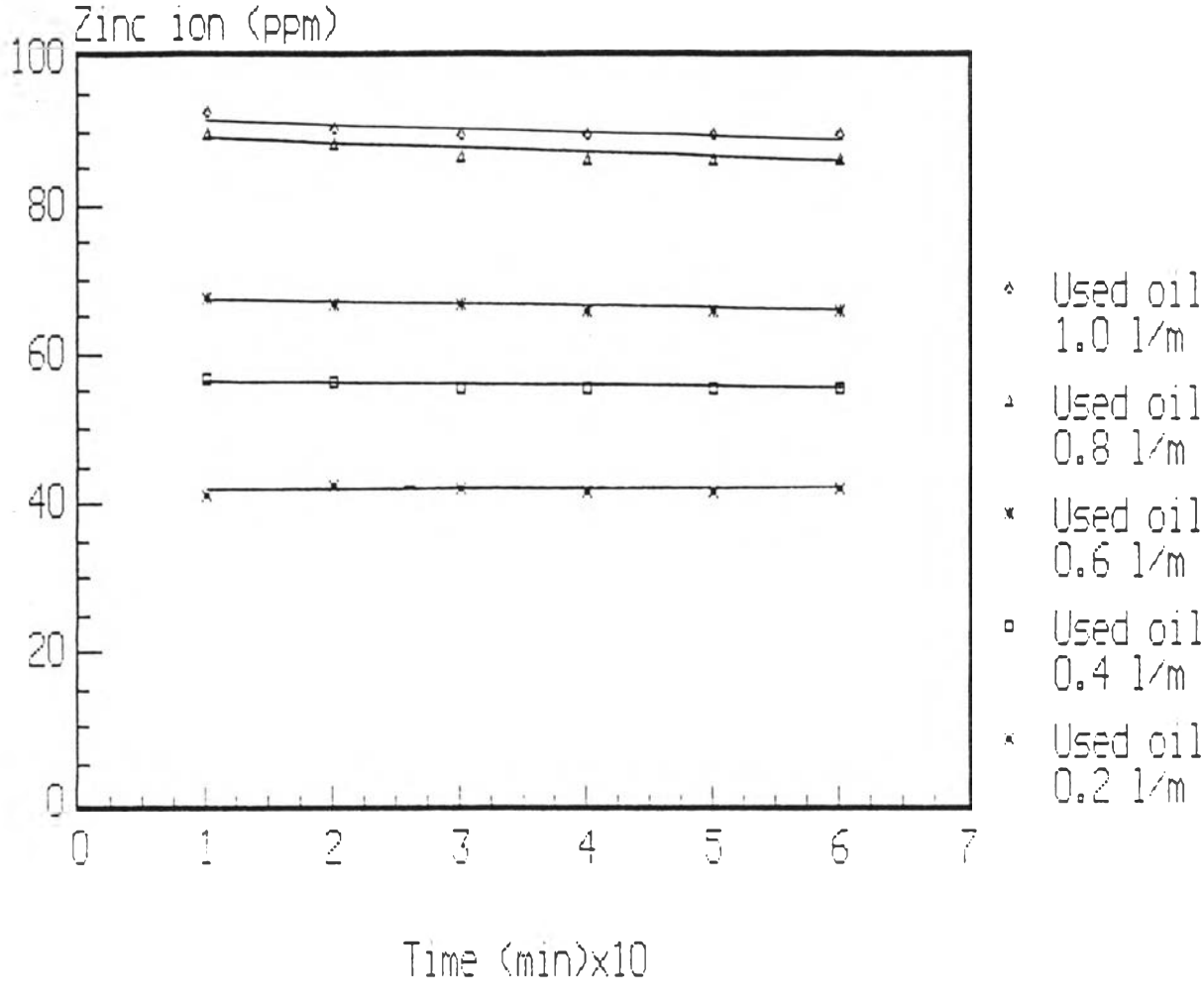
สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดคือ AMMONIUM SULPHATE $[(NH_4)_2SO_4]$

กำหนดให้สารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดมีความเข้มข้นคงที่ = 8 % by weight

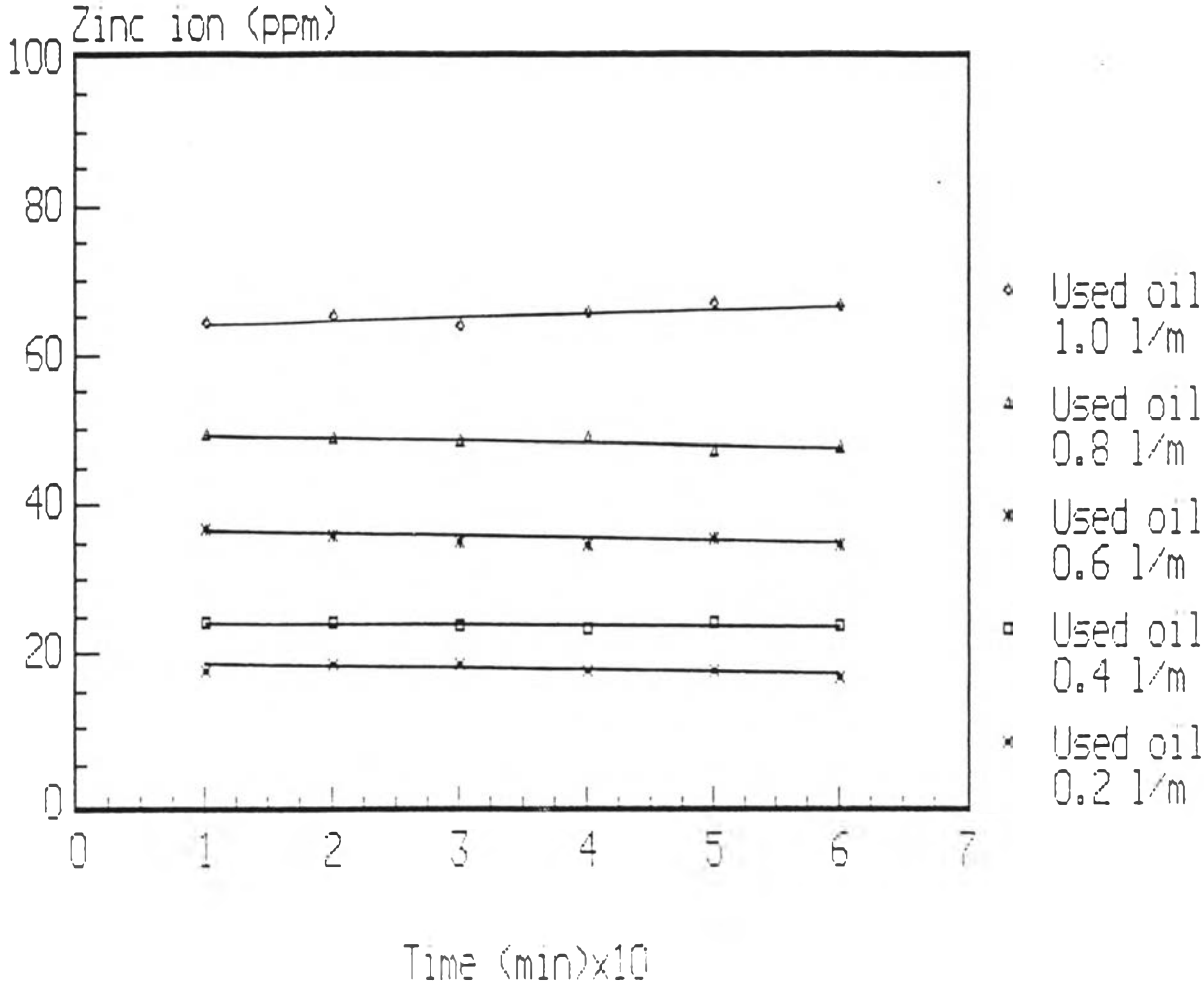
เก็บตัวอย่างการทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง

| Extractant (l/min) | Used Oil (l/min) | Zinc-ion (ppm.) Sample number (min) 1(10) | 2(20) | 3(30) | 4(40) | 5(50) | 6(60) | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | 8.9 | 8.8 | 9.8 | 10.2 | 10.7 | 9.6 | 9.67 |
| 0.4 | 0.2 | 10.3 | 9.5 | 8.7 | 10.4 | 10.8 | 11.1 | 10.13 |
| 0.6 | 0.2 | 9.6 | 10.2 | 10.6 | 11.1 | 9.7 | 10.4 | 10.27 |
| 0.8 | 0.2 | 9.4 | 11.8 | 10.9 | 8.4 | 9.2 | 10.2 | 9.98 |
| 1.0 | 0.2 | 10.3 | 10.8 | 8.8 | 9.1 | 8.7 | 10.6 | 9.72 |

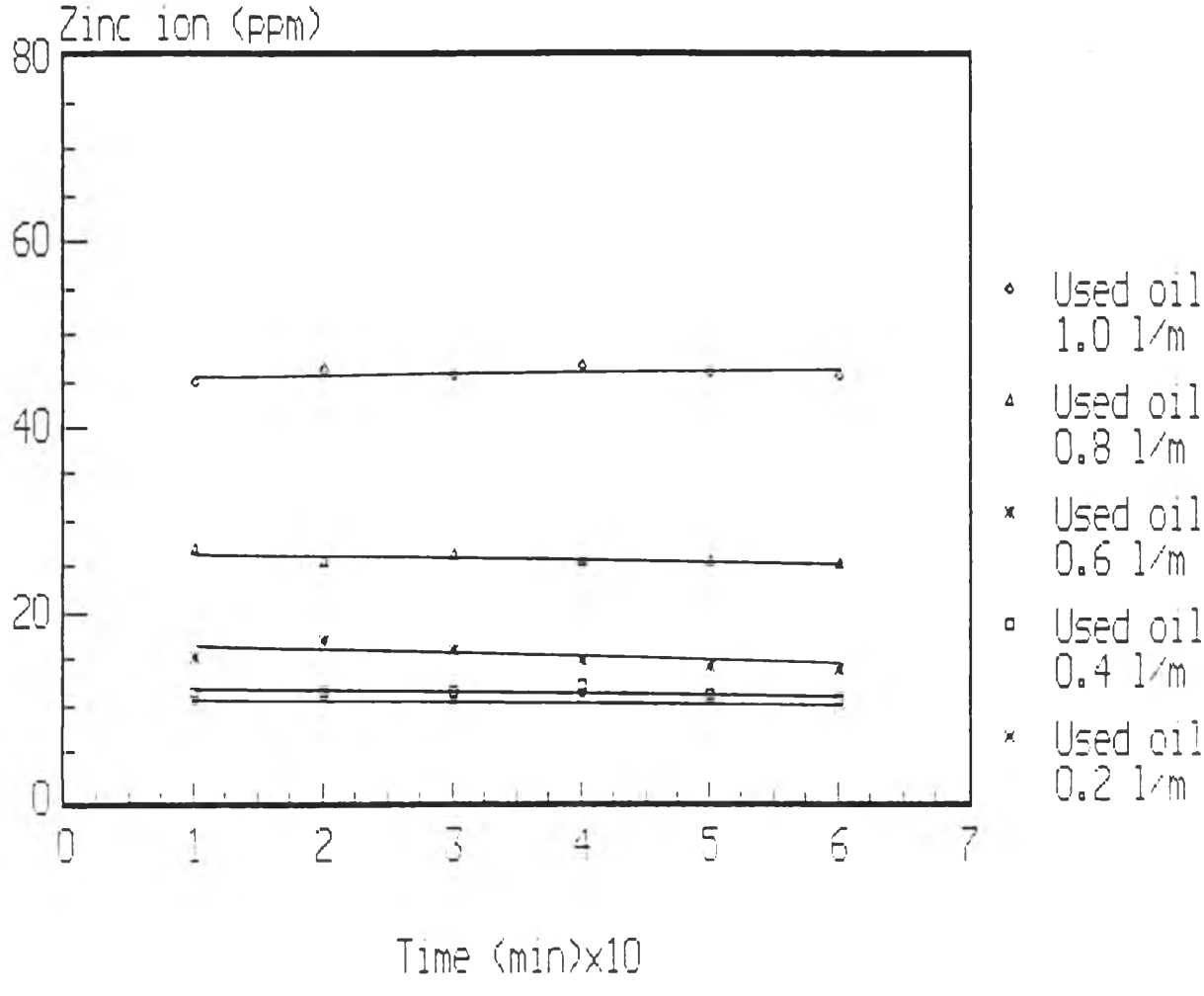
ตารางที่ ก.10 ผลการทดลองตรวจวัดหาปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ที่ผ่านกระบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไซน์เบลคอลัมน์โดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่



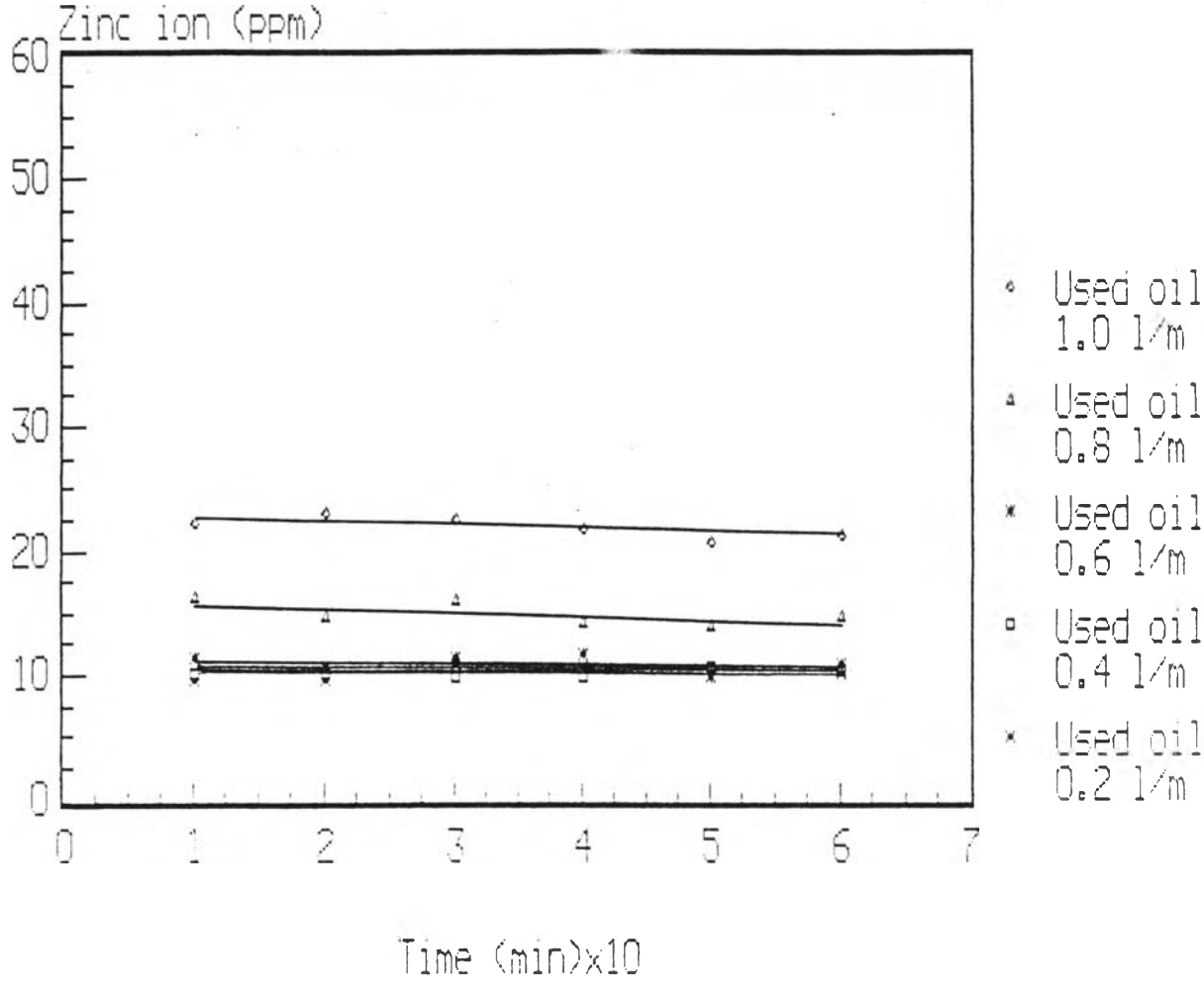

รูปที่ ก.1 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 100 รอบ/นาที



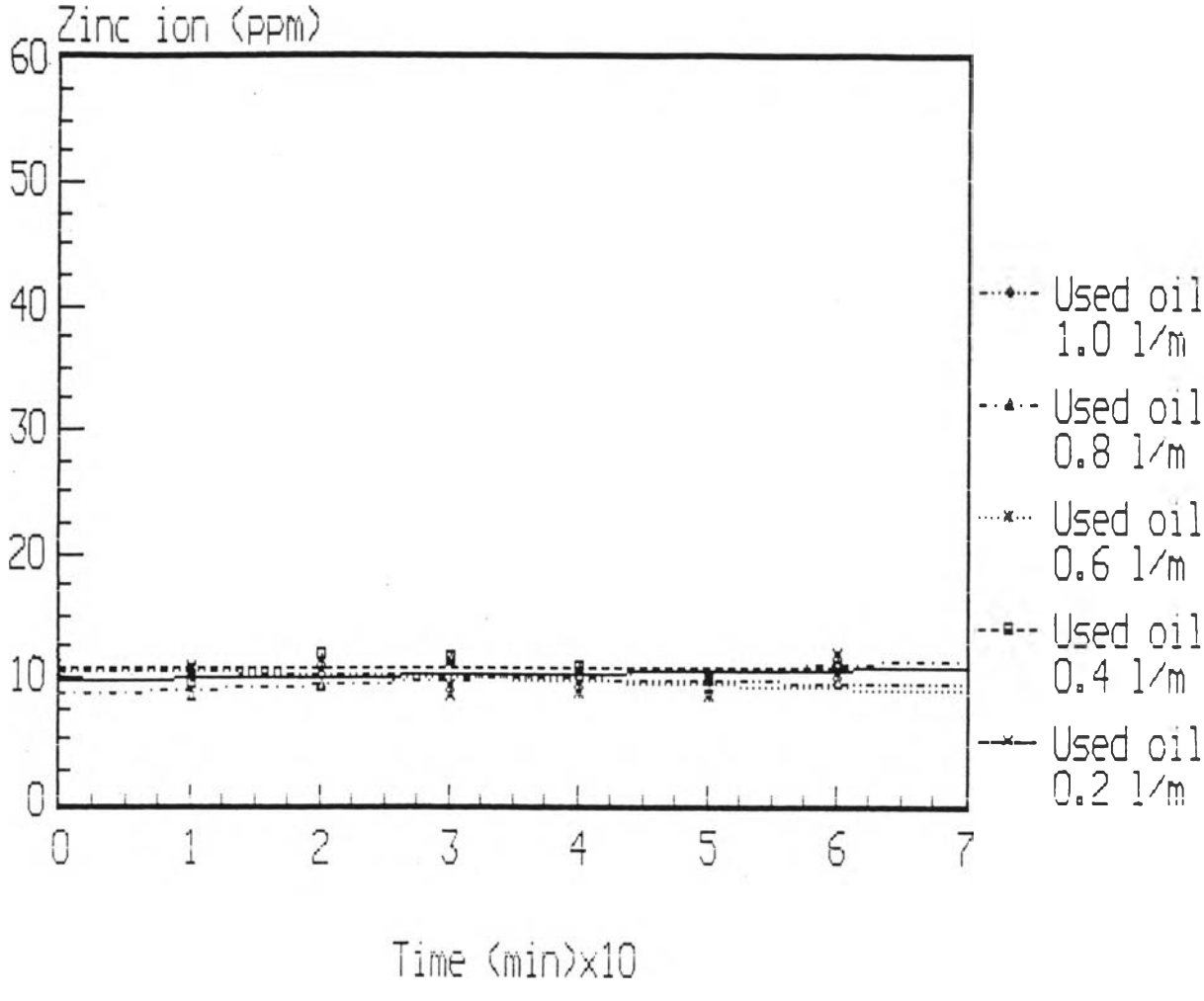

รูปที่ ก.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 300 รอบ/นาที



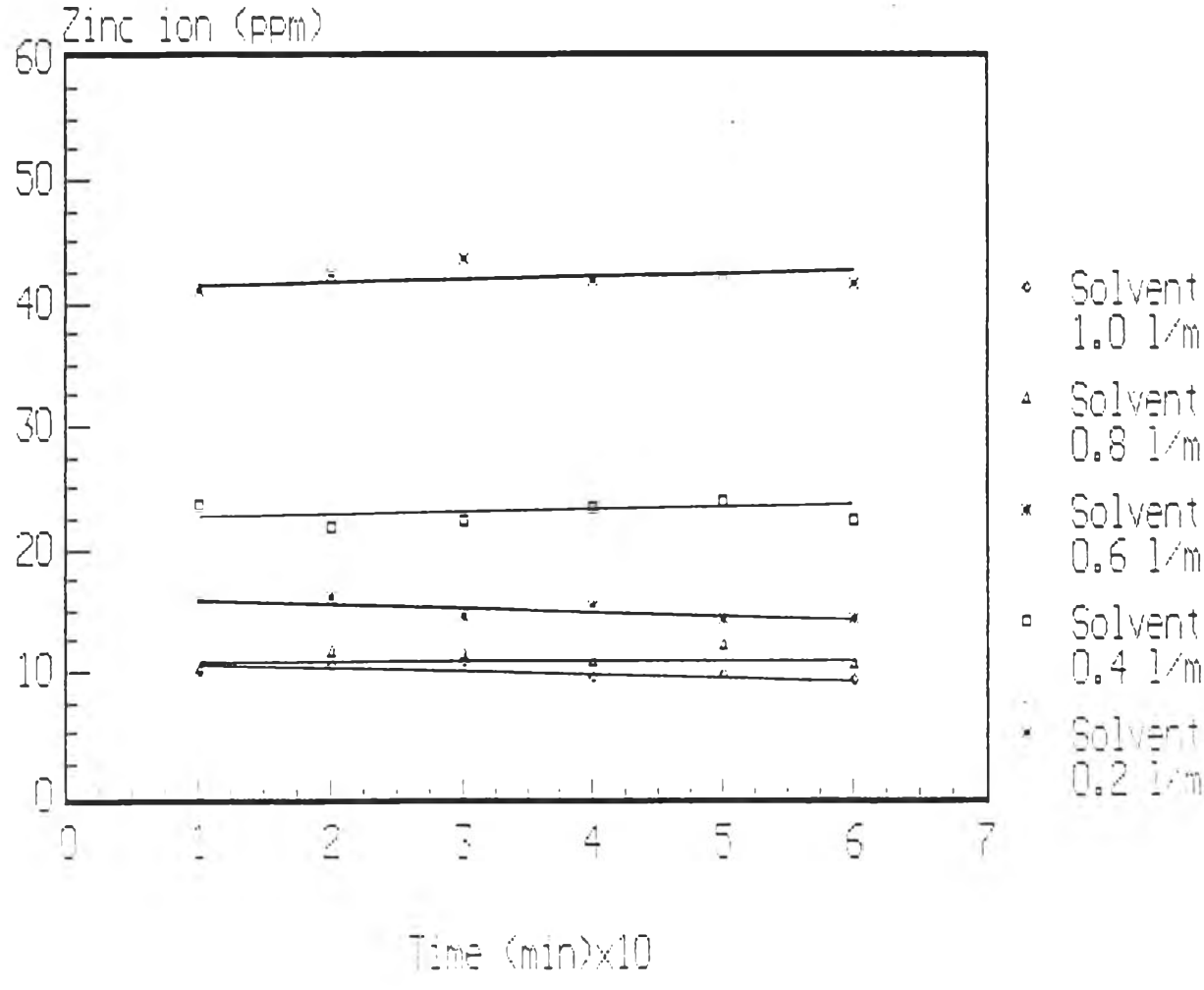

รูปที่ ก.3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 500 รอบ/นาที



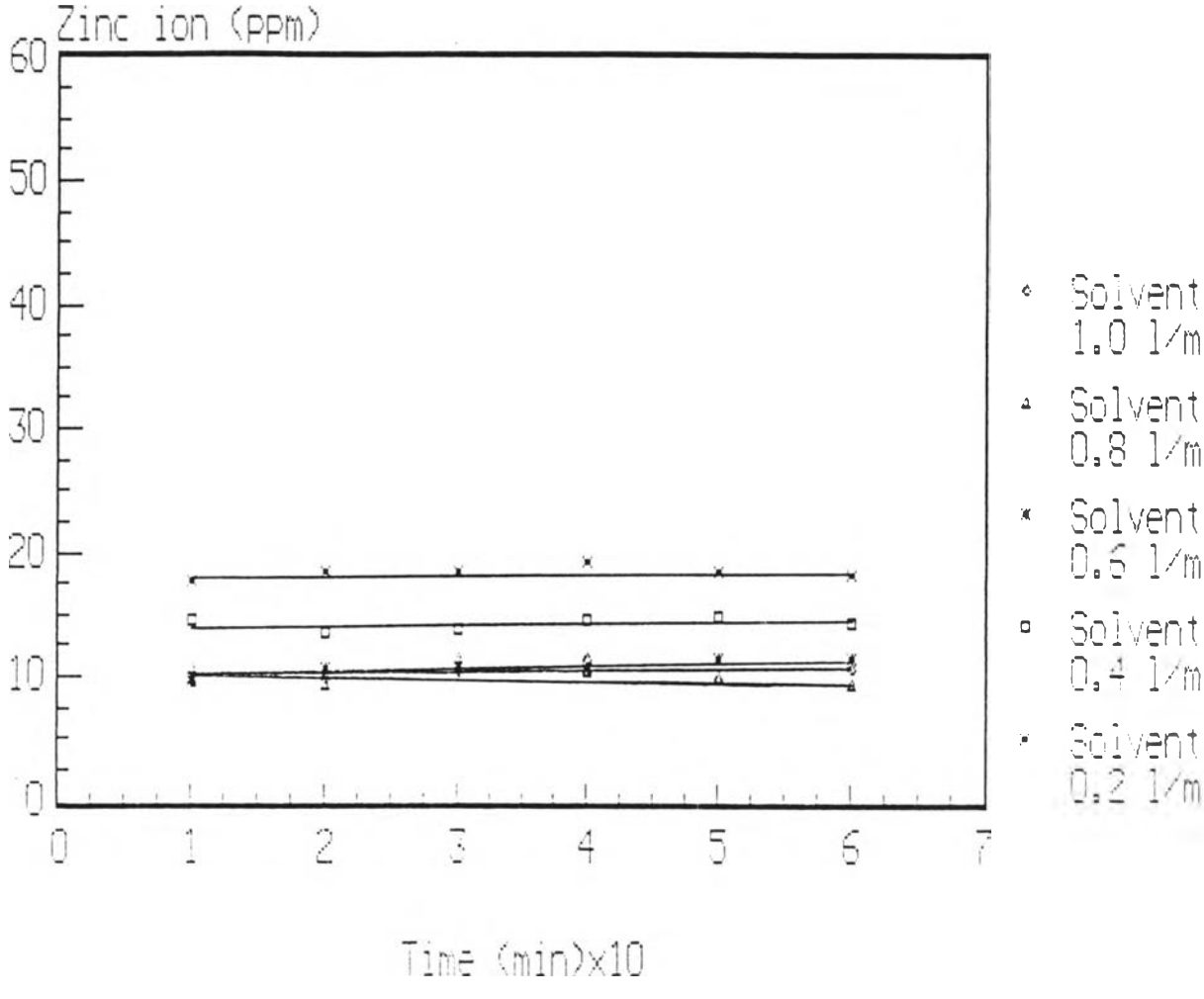

รูปที่ ก.4 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 700 รอบ/นาที



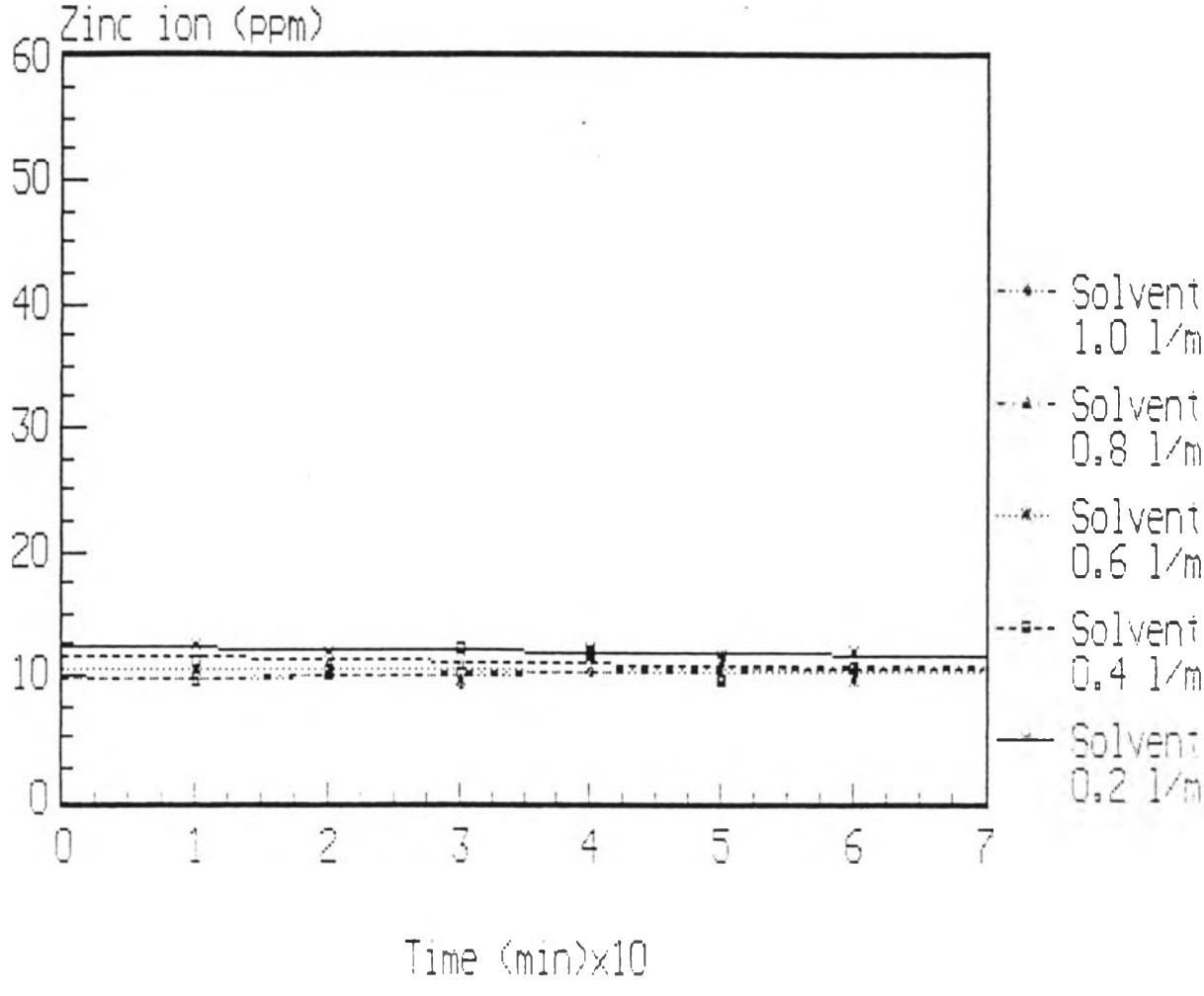

รูปที่ ก.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของตัวสกัดแยกสารคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 900 รอบ/นาที



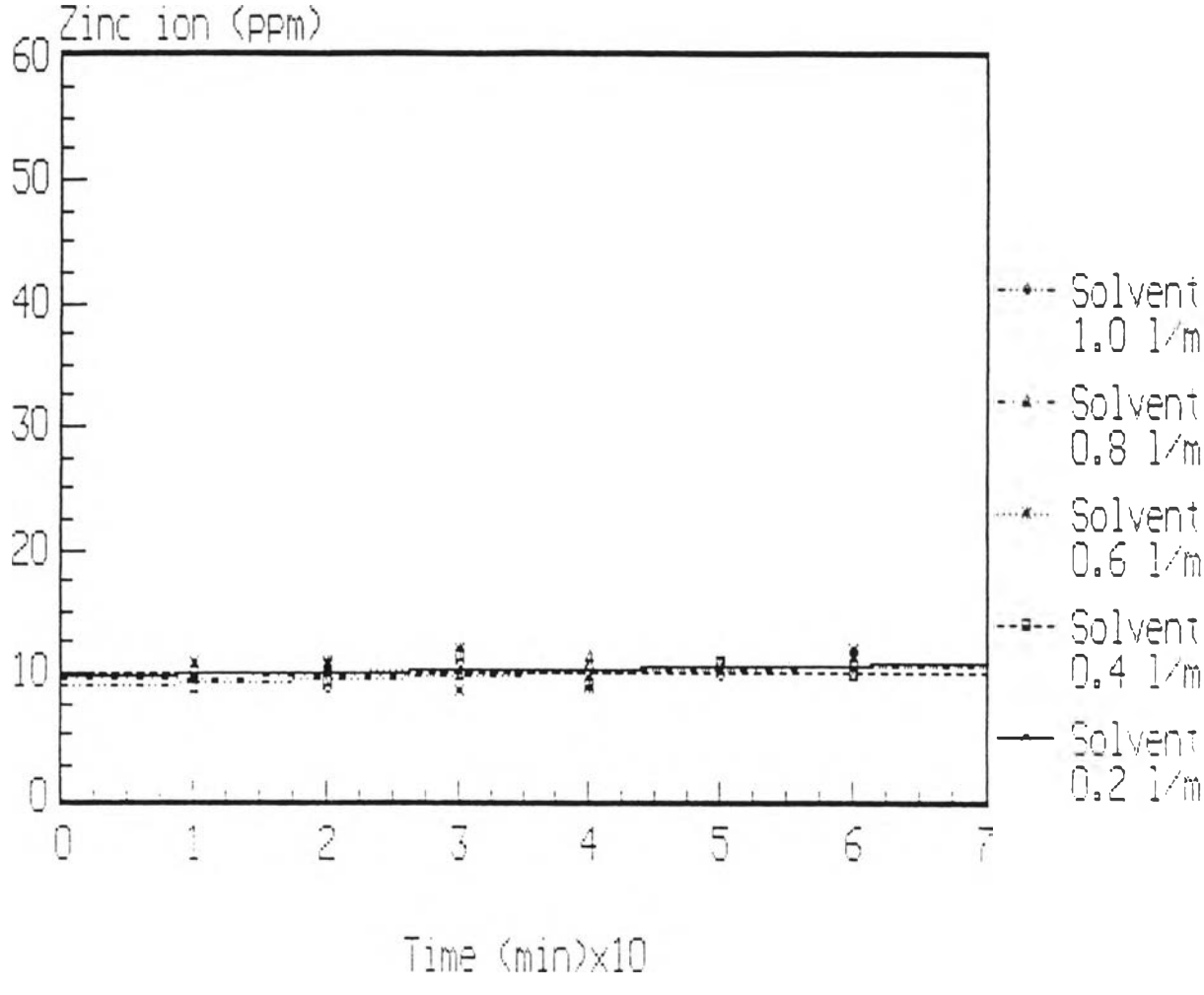

รูปที่ ก.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 100 รอบ/นาที



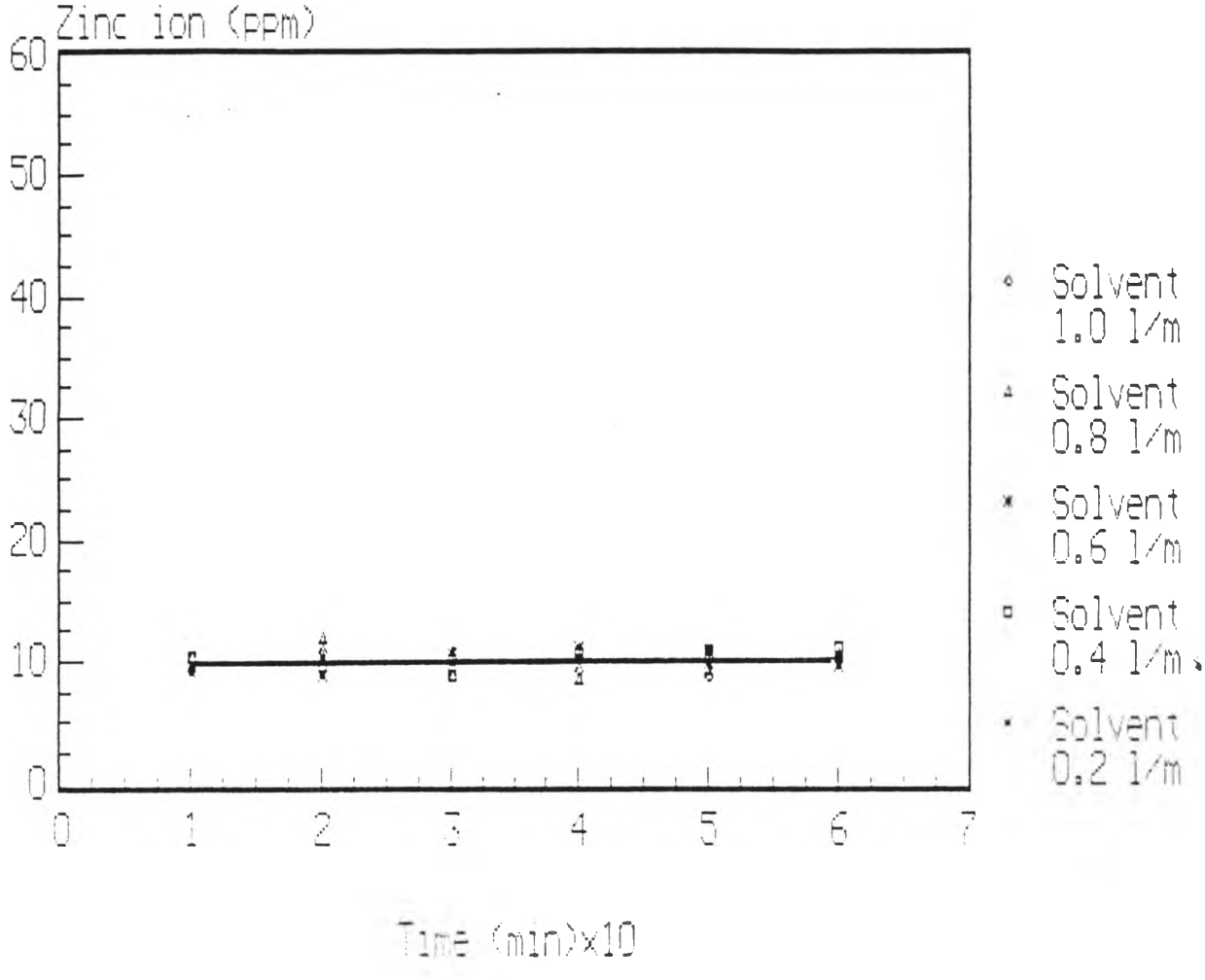

รูปที่ ก.7 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 300 รอบ/นาที




รูปที่ ก.8 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 500 รอบ/นาที




รูปที่ ก.9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 700 รอบ/นาที




รูปที่ ก.10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอออนของโลหะสังกะสีกับเวลาโดยกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วคงที่ ที่ 0.2 ลิตร/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ 900 รอบ/นาที

# ภาคผนวก ข

1. คุณสมบัติและองค์ประกอบของตัวทำละลาย(สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$]) : S.R. LAB. Co.,LTD.

$M_r$ = 132.14

Minimum assay 99 % (acc. to Sorensen)

ph of a 5 % solution at 25° c 5.5 +/- 0.5

| | | |
|---|---|---|
| Loss on drying | 0.4 | % |
| Residue on ignition | 0.006 | % |
| Water insoluble matter | 0.001 | % |
| Chloride (Cl) | 0.0002 | % |
| Phosphate ($PO_4$) | 0.0003 | % |
| Niteate ($NO_3$) | 0.001 | % |
| Heavy metals (PB) | 0.0002 | % |
| As | 0.00002 | % |
| Fe | 0.0002 | % |
| Mg | 0.0005 | % |
| Ca | 0.001 | % |
| K | 0.001 | % |
| Na | 0.005 | % |
| Cu | 0.0001 | % |
| Pb | 0.0001 | % |
| Ni | 0.0001 | % |

2. วิธีการใช้เครื่องตรวจวัดหาปริมาณโลหะ (Atomic Absorption Spectrophotometer [AAS] ของ IL VIDEO 12) : ที่มา ปตท.

2.1 เปิดสวิทช์อุ่นเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จอภาพจะแสดงข้อความ Check Date & Time

2.2 ตรวจสอบชนิดของหัวเตาเผา (Burner Head) ให้ตรงกับก๊าซที่ใช้(ขนาดของหัวเตาเผาที่ใช้ Nitrous Oxide / Acetylene เล็กกว่าหัวเตาเผาที่ใช้ Air / Acetylene)

2.3 เปิดวาล์วถังก๊าซปรับความดันตามที่กำหนด(Air 50 psig, Acetylene 15 pigs, $N_2O$ 50 psig)กรณีใช้ $N_2O$ ให้เสียบปลั๊กไฟอุ่นก๊าซด้วย

2.4 หมุนปุ่มเลือกก๊าซ ไปที่ตำแหน่ง Air ปรับปริมาณ Air ประมาณ 20-22 SCFH (ถ้าเป็น $N_2O$ ใช้ 8 SCFH)

2.5 ปรับอัตราการดูดสารละลาย โดยใช้ Solvent ที่ผสมตัวอย่างบรรจุลงในกระบอกตวงขนาด 25 ml ปรับให้ได้ rate 4-6 ml/sec

2.6 หมุนปุ่มเลือกก๊าซไปที่ Air/Fuel ปรับอัตราการไหลของ Fuel ประมาณ 3-5 SCFH

2.7 หมุนปุ่มเลือกก๊าซไปที่ Air อีกครั้งเป็นเวลา 15 วินาทีโดยประมาณ

2.8 หมุนปุ่มเลือกก๊าซไปที่ Air/Fuel ใหม่ กดปุ่ม Pilotแช่ไว้จนกว่าไฟติดที่หัวเตาเผา

2.9 ดูดสารละลายตัวอย่างเข้าเตาเผา ปรับเปลวไฟให้ได้ตามที่กำหนด

2.10 ปรับปุ่มเลือกความยาวคลื่นและหัวเตาเผาเล็กน้อย เพื่อให้เสกลขึ้นสูงสุด (อยู่ใน GREEN ZONE)(ดูวิธีการปรับระดับหัวเตาเผาและการปรับความยาวคลื่น)

2.11 ทำ Standard Curve ของโลหะที่ต้องการหาปริมาณ

2.12 กดปุ่ม READ เครื่องจะเริ่มวัดAbsorption(Emission) แล้วจะหยุดเมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้วไว้ แล้วคำนวนค่าปริมาณโลหะบนจอ

2.13 เมื่อเลิกใช้เครื่องให้ดูด Solvent เข้าเตาเผา ให้นานเท่ากับเปลวไฟที่ลุก

2.14 หมุนปุ่มเลือกก๊าซไปที่ Air/Fuel (ในกรณีใช้ $N_2O$/Fuel ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

2.15 หมุนปุ่มเลือกก๊าซไปที่ Air รอจนไฟหัวเตาเผาดับแล้วเลิกดูด Solvent

2.16 ปิดสวิทช์เครื่องหลังจากทิ้งไว้ ประมาณ 10 นาที

2.17 ปิดวาล์วถังก๊าซทุกใบและถอดปลั๊กอุ่นก๊าซ $N_2O$

# ประวัติผู้เขียน

นายสมนึก ภาคพานิชย์ เกิดวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2508 ที่อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2530 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2533 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่ง นักวิชาการแรงงาน 5 ฝ่ายตรวจความปลอดภัยที่ 4 กองตรวจความปลอดภัย กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม