เอกสารอ้างอิง

1. Virgil, B.H., Petroleum Products Handbook, pp. 1-9-1-10, McGraw Hill Book Co., New York, 1st ed., 1960.
2. Nelson, W.L., Petroleum Refinery Engineering, pp. 10-18, 69-70, 216-222, McGraw-Hill Book Co., New York, 4th ed., 1965.
3. ภาวิณี คณาสวัสดิ์, อินทรีย์เคมีพื้นฐานเล่ม 1, หน้า 91-92, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2522.
4. William, F.B., and R.L. Davidson, Petroleum Processing Handbook, pp. 1-5-1-6, 3-92-3-97, McGraw-Hill Co., New York, 1967.
5. Wilfrid, F., and M.C. Peters., Fuel and Fuel Technology, pp. 193-196, Pergamon Press Co., New York, Second (SI) ed., 1980.
6. สมศักดิ์ หอมกลิ่นแก้ว, และ สุวันชัย นิติศรวุฒิ, "โรงกลั่นน้ำมันฝาง", รายงานการฝึกงาน ภาคฤดูร้อนระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2527.
7. Bailey, C.A. ,and J.S. Aarovs, The Lubrication Engineers Manual, pp. 1-7, 185, 187, 189, 193, 195, 197, United States Steel Co., U.S.A., 1st ed., 1971.
8. Larson, C.M., and R. Larson, "Lubrication Additive," Standard Handbook of Lubrication Engineering (O'Connor J.J., ed.), pt. 2, chap. 14, pp. 14-1-14-6, McGraw-Hill Co., New York, 1968.
9. SBP Board of Consultants & Engineerings, Industrial Lubricants, Greases & Related Products, SBP Chemical Engineering Series, No. 8, pp. 64-120, Small Business Publications, Delhi.
10. Ferris, S.W., E.R. Birkhimer, and L.M. Henderson, "Solvent Extraction of Lubrication oils," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 23, No. 7, pp. 753-761, 1931.
11. Ullmanno, and Fritz, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry,

pp. 662-664, Federal Republic of Germany, Weinheim, 3th ed., 1985.

12. Abou El Naga, H.H., and A.E.M. Salem, "Base Oils Thermooxidation," Lubrication Engineering, Vol. 42, No. 4, pp. 210-217, 1986.

13. Horne, W.A., and J. McAfee, "Hydrogenation of Petroleum and Its Fractions," Advances in Petroleum Chemistry and Refining (Kobe, K.A., and J.J. MeKetta, Jr. ed.), Vol. 3, Chap. 5, pp. 203-205, Interscience, New York, 1965.

14. Billon, A., J.P. Franck, and J.P. Peries, "Consider hydrorefining for Lubes," Hydrocarbon Processing, Vol. 54, No. 9, pp. 139-144, 1975.

15. Young, D.C., and L.G. Galya, "Determination of Paraffinic, Napthenic and Aromatic Carbon in Petroleum derived materials by Carbon-13 NMR Spectrometry," Liquid Fuels Technology, Vol. 2(3), pp. 307-326, 1984.

16. Murray, D.W., J.M. MacDonald, A.M. White, and P.G. Wright, "The effect of Basestock composition on Lubricant oxidation performance," IP 82-002, 1982.

17. Singh, H., and S.P. Srirastara, "NMR Characterisation of Lubricating oil base stocks derived from Assam and Darius crude oils," IP 85-006, 1985.

18. Shoolery, J.N., and W.L. Budde, "Natural abundance Carbon-13 Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry for Crude Oil and Petroleum Product Analysis," Analytical Chemistry, Vol. 48, No. 11, pp. 1458-1461, 1976.

19. Texas Oil Co., "Lubricating Oil Processing Development," Lubrication, Vol. 19, No. 9, pp. 109-120, 1964.

20. Ethyl Co., "Lubricating Oils," Technical Report, Ethyl Petroleum Additives Division, U.S.A.

21. Hobson, G.D., Modern Petroleum Technology, pp. 426-430, 782-786, John Wiley, New York, 5th ed., 1984.

22. Soudek, M., "What lube oil process to use," Hydrocarbon Processing, Vol. 53, No. 9, pp. 64-65, 1974.

23. Gudelis, D.A., J.F. Engen, and J.B. Bushnell, "New Route to Better Wax," Hydrocarbon Processing, Vol. 52, No. 9, pp. 141-146, 1973.

24. Marple, S., Jr., and L.J. Landry, " Modern Dewaxing Technology," Advances in Petroleum Chemistry and Refining, Vol. 10, Chap. 5, pp. 194-214, pp. 203-205, Interscience, New York, 1965.

25. Pullman Kellogy Div. of Pullman Inc., "Propane Dewaxing," Hydrocarbon Processing, Vol. 55, No. 9, pp. 206, 1976.

26. West, T.H., "Solvent Dewaxing with Methyl Tertiary Butyl Ether," U.S. Pat. No. 4,444,648, Apr. 24, 1984.

27. Tiedje, J.L., and D.M. MacLeod, "Higher Ketones as Dewaxing Solvents," Petroleum Refining, Vol. 34, NO. 3, pp. 150-154, 1955.

28. อภิชัย ศิริทัศนกุล, "การตกผลึกไขพาราฟินในน้ำมันไลท์ดิสติเลทจากโรงกลั่นฝาง," วิทยานิพนธ์, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

29. Hislop, D.B., and J.F. Eager, "Dewaxing Process," U.S. Pat. No. 3, 773, 650, Nov. 20, 1973.

30. Kemp, L.C., J.R., G.B. Hamilton, and H.H. Gress, "Furfural as a selection solvent in petroleum refining," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 42, No. 2, pp. 210-227, 1948.

31. Sequeira, A., P.B. Sherman, J.U. Douciere, and E.O. McBride, "MP Refining of lubes," Hydrocarbon Processing, Vol. 58, No. 9, pp. 155-160, 1979.

32. Gary, J.H., and G.E. Handwerk, "Lubricating Oils," Petroleum Refining (Technology & Economics), chap. 13, pp. 233-246, McGraw-Hill Book Co., New York, 3rd ed., 1963.

33. Reman, G.H., and J.G. van de Vusse, "Applying RDC to lube extraction," Petroleum Refiner, Vol. 34, No. 9, pp. 129-134, 1955.

34. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม, หลักการออกแบบเครื่องมือแยกสาร, หน้า 3/29-3/31, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

35. Hunter, T.G., "Principles of Solvent Extraction," The Science of Petroleum, Vol. 3, Section 28, pp. 1818-1828, Oxford University Press, 1938.

36. นพพร แซ่เตีย, "การแยกไขออกจากน้ำมันดิสติเลตชนิดหนักโดยใช้ตัวทำละลาย," วิทยานิพนธ์, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันเตาไสหนักต่อตัวทำละลายผสม

Ratio of MEK/toluene used = 1 : 1 (v/v)

Initial temp.of HD oil = 45 °C

Temp. of dewaxing = -20 °C

HD/solvent (v/v)	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Wt. of HD used (g)	82.7	82.1	83.8	82.9	82.5
Wt. of dewaxed oil (g)	50.1	52.0	55.4	56.1	57.8
% dewaxed oil (% wt.)	60.6	63.3	66.1	67.7	70.1
P.pt. of dewaxed oil (g)	8	6	6	6	6

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการตกผลึกไข

Ratio of MEK/toluene used = 1 : 1 (v/v)

Ratio of HD/solvent = 1/3 (v/v)

Initial temp. of HD oil = 45 °C

Temp. of dewaxing (°C)	-20	-15	-10	-5	0	5
Wt. of HD used (g)	82.1	83.8	83.6	79.3	83.5	81.0
Wt. of dewaxed oil (g)	52.0	56.6	60.2	60.3	66.8	70.3
% dewaxed oil (% wt.)	63.3	67.5	72.0	76.0	80.0	86.8
P.pt.of dewaxed oil (°C)	6	11	14	17	21	23

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองหาจำนวนครั้งของการตกผลึกไขที่เหมาะสม

Ratio of MEK/toluene = 1 : 1 (v/v)

Ratio of HD/solvent = 1/3 (v/v)

Initial temp. of HD oil = 45 °C

Temp. of dewaxing = -20 °C

จำนวนครั้งการตกผลึกไข	1	2	3
Wt. of HD used (g)	82.1	82.1	82.1
Wt. of dewaxed oil (g)	52.0	51.1	49.7
% dewaxed oil (% wt.)	63.3	62.2	60.5
P.pt. of dewaxed oil (°C)	6	5	5

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองการสกัดน้ำมันเตาใสหนัก (HD) ด้วยตัวทำละลาย furfural

Sample no.	Parts solvent per 100 parts oil[1]	% Solvent in mixture2	Temp. of separation[3] °C	Raffinate phase										Extract phase			
				Properties of Raffinate oil[7]								% Solvent in phase[5]	Vols. solvent per vols Raffinate oil[6]	Properties of Extract oil[8]			% Solvent in phase[5]
				% of stock[4]	Sp. Gr.[9] 60/60 °F	Vis.[10] @ 40 °C (Cst)	Vis.[10] @ 100 °C (Cst)	V.I.[11]	V.G.C.	P.pt[12] °C	ASTM[13] Colour			% of stock[4]	Sp. Gr.[9] 60/60 °F	V.G.C.	
1.	55	35.5	60	92.1	0.911	92.83	8.98	58	0.851	9	>8.0	8.7	0.60	7.9	1.016	0.975	85.3
2.	102	50.5		87.7	0.908	85.02	8.73	65	0.847	10	>8.0	8.0	1.16	12.3	1.010	0.967	88.4
3.	226	69.3		79.6	0.902	78.47	8.49	71	0.839	10	>8.0	7.3	2.86	20.4	0.999	0.954	91.5
4.	576	85.2		65.1	0.893	61.70	7.68	84	0.830	11	6.5	6.6	9.09	34.9	0.979	0.931	94.2
5.	55	35.4	80	90.5	0.911	90.18	8.86	59	0.851	10	>8.0	12.3	0.61	9.5	0.997	0.952	81.5
6.	102	50.5		83.6	0.907	82.94	8.61	66	0.845	10	>8.0	11.6	1.22	16.4	0.988	0.941	84.7
7.	231	69.8		71.6	0.900	69.46	8.03	77	0.838	11	8.0	8.7	3.22	28.4	0.976	0.927	88.8
8.	569	85.1		53.2	0.890	62.80	7.80	86	0.826	10	6.5	7.4	11.11	46.8	0.958	0.906	92.5
9.	55	35.2	100	88.3	0.912	90.74	8.86	58	0.852	10	>8.0	19.5	0.62	11.7	0.970	0.920	73.8
10.	101	50.3		76.2	0.907	82.98	8.66	67	0.845	11	8.0	17.3	1.33	23.8	0.963	0.912	78.2
11.	234	70.0		58.7	0.898	68.91	8.04	78	0.835	11	8.0	13.4	4.00	41.3	0.954	0.901	84.5
12.	569	85.0		33.9	0.885	56.18	7.44	92	0.820	10	6.0	9.3	16.67	66.1	0.937	0.881	89.5
13.	55	35.4	120	94.0	0.917	103.46	9.41	52	0.857	10	>8.0	26.2	0.58	6.0	0.980	0.933	78.1
14.	102	50.5		42.6	0.907	88.28	9.02	68	0.845	10	>8.0	24.7	2.38	57.4	0.929	0.872	60.6
15.	190	65.6		34.1	0.898	75.51	8.44	76	0.835	10	>8.0	19.9	5.56	65.9	0.933	0.877	73.3
16.	308	75.5		22.9	0.891	66.78	8.07	85	0.827	10	7.5	16.6	14.28	77.1	0.928	0.871	79.8

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองการสกัดน้ำมันเตาใสเบา (LD) ด้วยตัวทำละลาย furfural

Sample no.	Parts solvent per 100 parts oil[1]	% Solvent in mixture[2]	Temp. of separation[3] °C	Raffinate phase									Vols. solvent per vols Raffinate oil[6]	Extract phase			
				Properties of Raffinate oil[7]								% Solvent in phase[5]		Properties of Extract oil[8]			% Solvent in phase[5]
				% of stock[4]	Sp. Gr.[9] 60/60 °F	Vis.[10] @ 40 °C (Cst)	Vis.[10] @ 100 °C (Cst)	V.I.[11]	V.G.C.	P.pt[12] °C	ASTM[13] Colour			% of stock[4]	Sp. Gr.[9] 60/60 °F	V.G.C.	
17.	54	35.0	60	91.5	0.861	10.63	2.79	105	0.828	13	4.5	7.9	0.59	8.5	0.981	0.957	84.4
18.	101	50.2		86.8	0.856	10.37	2.72	100	0.822	14	3.0	6.8	1.16	13.2	0.971	0.947	87.7
19.	232	69.9		77.8	0.851	10.07	2.74	114	0.816	15	2.5	6.1	3.03	22.2	0.951	0.925	91.1
20.	560	84.9		62.5	0.843	9.99	2.74	116	0.808	15	1.5	5.4	9.09	37.5	0.925	0.897	93.7
21.	54	35.0	80	90.1	0.861	10.60	2.74	96	0.827	13	4.0	12.0	0.60	9.9	0.954	0.928	80.7
22.	100	50.0		82.6	0.856	10.44	2.73	100	0.822	14	3.0	11.0	1.20	17.4	0.943	0.916	83.8
23.	233	70.0		69.0	0.849	10.19	2.78	118	0.814	16	2.5	9.7	3.33	31.0	0.922	0.893	87.9
24.	561	84.9		47.7	0.842	10.18	2.79	120	0.806	17	1.5	7.3	12.50	52.3	0.901	0.871	91.5
25.	54	34.8	100	88.0	0.864	10.77	2.78	99	0.830	13	6.0	18.9	0.61	12.0	0.922	0.893	73.3
26.	100	49.9		75.4	0.856	10.45	2.76	105	0.822	14	4.0	16.9	1.32	24.6	0.916	0.887	77.5
27.	236	70.2		54.9	0.848	10.20	2.73	108	0.814	16	2.5	12.7	4.35	45.1	0.899	0.868	83.5
28.	567	85.0		23.8	0.841	10.44	2.85	123	0.804	17	1.5	11.6	25.00	76.2	0.882	0.850	88.1
29.	57	35.7	120	94.3	0.866	10.37	2.77	90	0.832	13	7.5	24.8	0.59	5.7	0.954	0.928	81.0
30.	100	50.0		84.9	0.860	10.54	2.73	96	0.827	14	6.0	27.3	1.18	15.1	0.932	0.904	81.8
31.	184	64.8		62.6	0.851	10.12	2.72	108	0.816	15	3.5	10.4	2.94	37.4	0.903	0.873	82.7
32.	300	75.0		36.4	0.847	10.84	2.75	113	0.811	17	3.0	22.0	8.33	63.6	0.886	0.854	82.0

หมายเหตุ

1. Part solvent per 100 parts oil (ปริมาณตัวทำละลายต่อ 100 ส่วนของน้ำมันเริ่มต้น
2. % Solvent in mixture (% ตัวทำละลายที่ใช้สกัดน้ำมัน)
3. Temp. of separation (อุณหภูมิของสมดุลการสกัด)
4. % of stock (% น้ำมันในเฟสเทียบกับน้ำมันเริ่มต้น)
5. % Solvent in phase (% ตัวทำละลายในเฟส)
6. Vols. solvent per vols. Raffinate oil (ปริมาตรของตัวทำละลายที่ใช้ต่อปริมาณของน้ำมันภายหลังการสกัด)
7. Raffinate oil (น้ำมันภายหลังการสกัดหรือน้ำมันในเฟสราฟฟิเนต)
8. Extract oil (น้ำมันที่ถูกสกัดด้วยตัวทำละลายหรือน้ำมันในเฟสเอกซ์แทรค
9. Sp. Gr. 60/60 °F (ความถ่วงจำเพาะที่ 60/60 °ฟ.)
10. Vis. @ 40/100 °C (ความหนืดที่ 40/100 °ซ.)

    (cSt) (หน่วย cSt)
11. V.I. (ค่าดรรชนีความหนืด)
12. P.pt °C (จุดไหลเท °ซ.)
13. ASTM Colour (สีของน้ำมันตามมาตรฐาน ASTM)

ตารางที่ ก.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเตาใสหนักภายหลังการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธี ^{13}C-NMR

Sample No.	% Aromatic Carbon ($\%C_A$)	% Paraffinic Carbon ($\%C_P$)	% Napthenic Carbon ($\%C_N$)
1	9.6	64.3	26.1
2	8.8	52.8	38.4
3	6.8	63.6	29.6
4	4.2	55.6	40.2
5	9.6	56.0	34.4
6	8.7	58.7	32.6
7	8.7	64.1	27.2
8	4.5	59.2	36.3
9	9.0	57.9	33.1
10	8.6	57.9	33.5
11	5.8	56.9	37.3
12	4.1	63.0	32.9
13	9.7	51.5	38.8
14	7.8	55.3	36.9
15	5.3	57.9	36.8
16	5.0	63.1	31.9

หมายเหตุ

1. % Aromatic Carbon = ร้อยละอะตอมคาร์บอนในโครงสร้างวงแหวนแอโรมาติก
2. % Paraffinic Carbon = ร้อยละอะตอมคาร์บอนในโครงสร้างโซ่พาราฟิน
3. % Napthenic Carbon = ร้อยละอะตอมคาร์บอนในโครงสร้างวงแหวนแนฟทีน

ตารางที่ ก.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเตาใสเบาภายหลังการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธี ^{13}C-NMR

Sample No.	% Aromatic Carbon ($\%C_A$)	% Paraffinic Carbon ($\%C_P$)	% Napthenic Carbon ($\%C_N$)
17	8.8	70.8	20.4
18	4.9	75.6	19.5
19	6.6	73.5	19.9
20	3.5	73.9	22.6
21	8.0	73.9	18.1
22	9.9	66.9	23.2
23	8.4	67.7	23.9
24	6.5	73.9	19.6
25	9.4	70.5	20.1
26	8.0	65.7	26.3
27	4.2	74.8	21.0
28	1.5	80.2	18.3
29	8.0	70.8	21.2
30	11.1	69.3	19.6
31	8.6	72.2	19.2
32	6.3	71.8	21.9

ตารางที่ ก.8 ผลการวิเคราะห์สมบัติทนต่อออกซิเดชั่นของน้ำมันเตาใสหนัก ก่อนและหลังการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธี TG

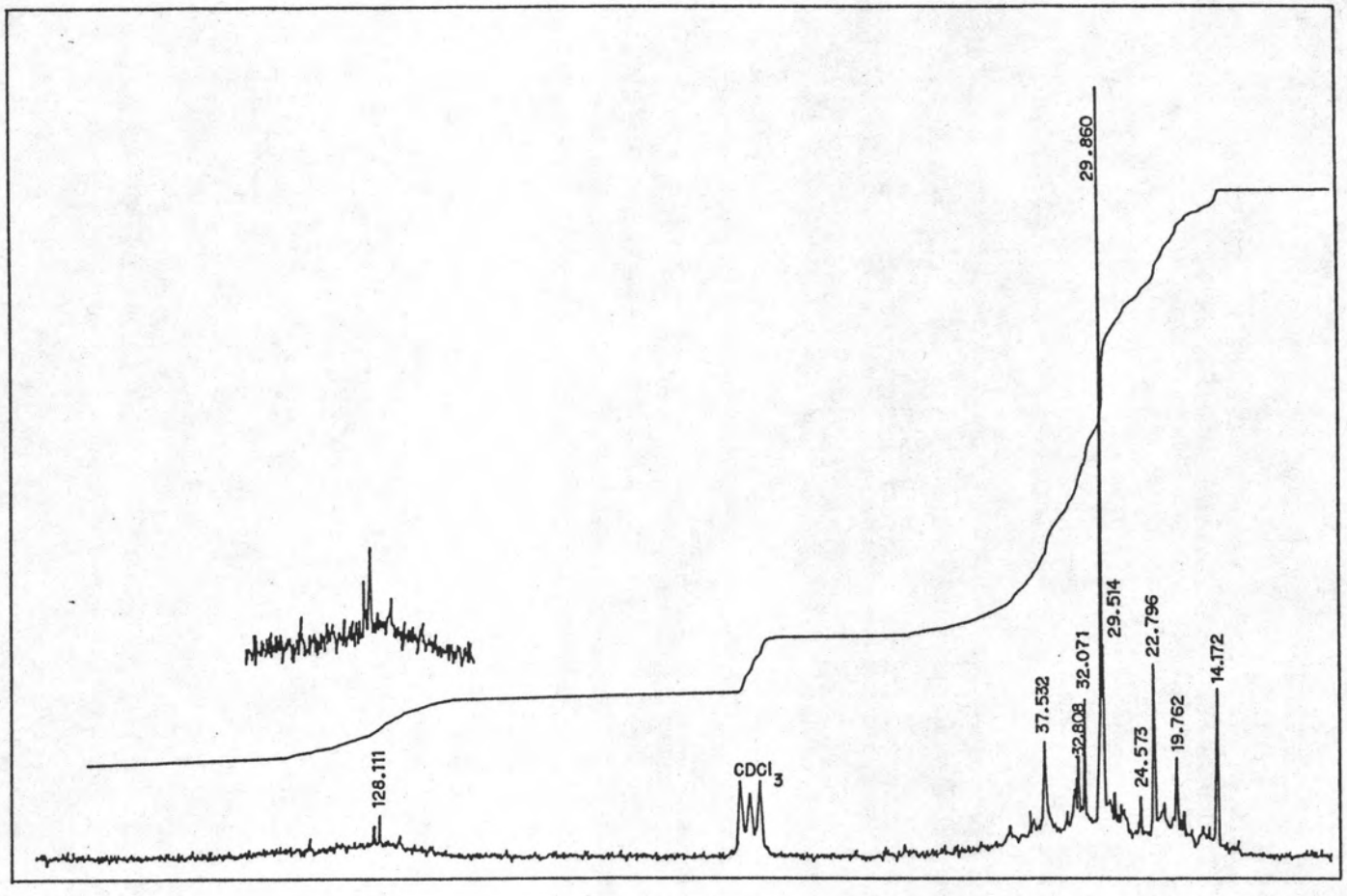
Sample No.	TG thermooxidation parameters	
	Oxidation Point, °C	Oxidation Comp, %wt (O.C)
1	310	6.41
2	310	5.96
3	310	5.64
4	310	5.32
5	310	6.78
6	310	6.25
7	310	4.72
8	310	5.90
9	310	6.61
10	310	5.74
11	310	5.21
12	310	6.19
13	310	6.43
14	310	6.04
15	310	5.88
16	310	5.13
HD dewaxed oil	310	7.78

หมายเหตุ

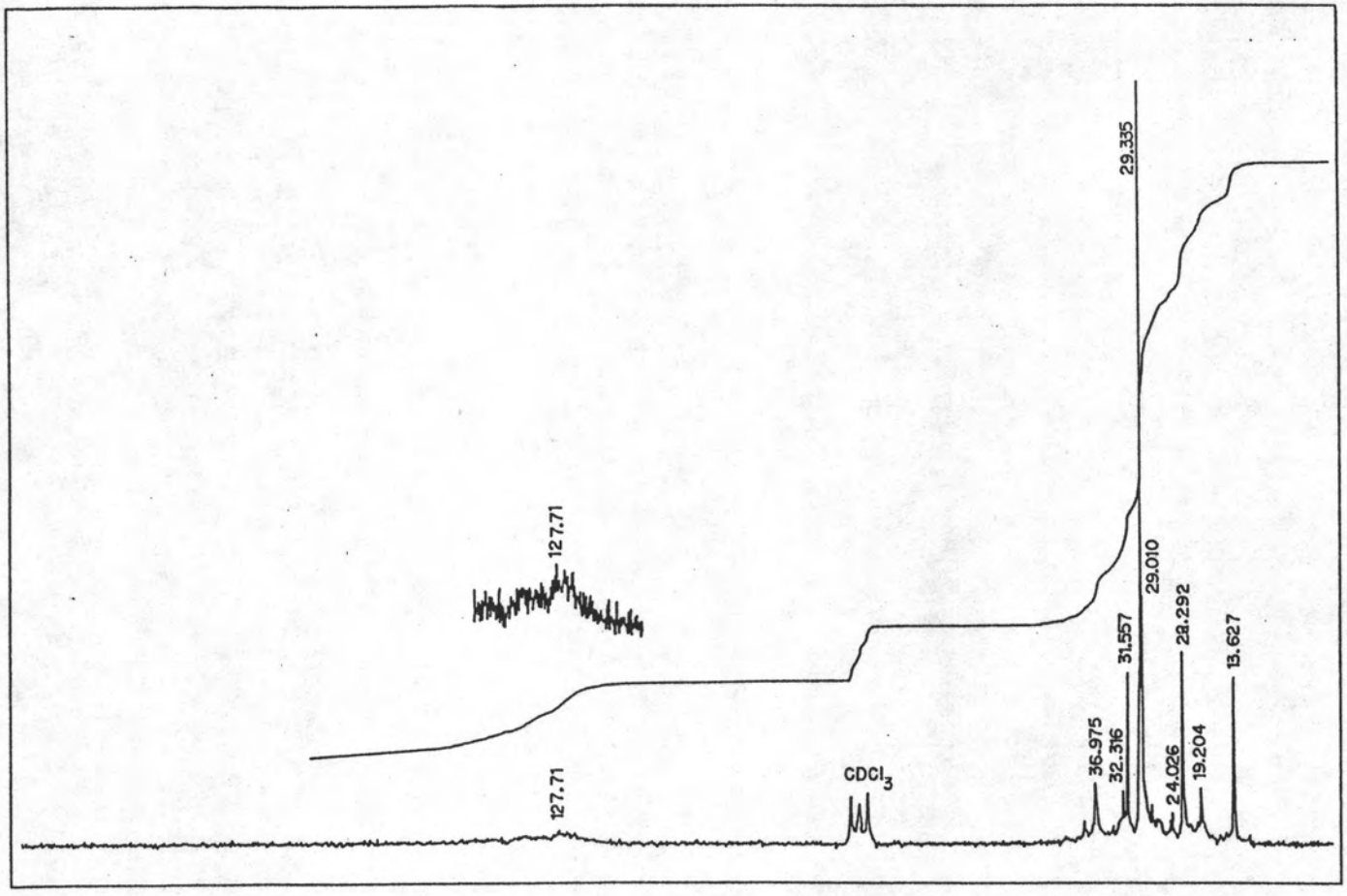
1. Oxidation Point, °C = อุณหภูมิการเกิดออกซิเดชั่น (องศาเซลเซียส) (O.C)
2. Oxidation Comp, %wt = %โดยน้ำหนักของสารประกอบที่ถูกออกซิเดชั่น (O.C)

ตารางที่ ก.9 ผลการวิเคราะห์สมบัติทนต่อออกซิเดชั่นของน้ำมันเตาใสเบา ก่อนและหลังการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธี TG

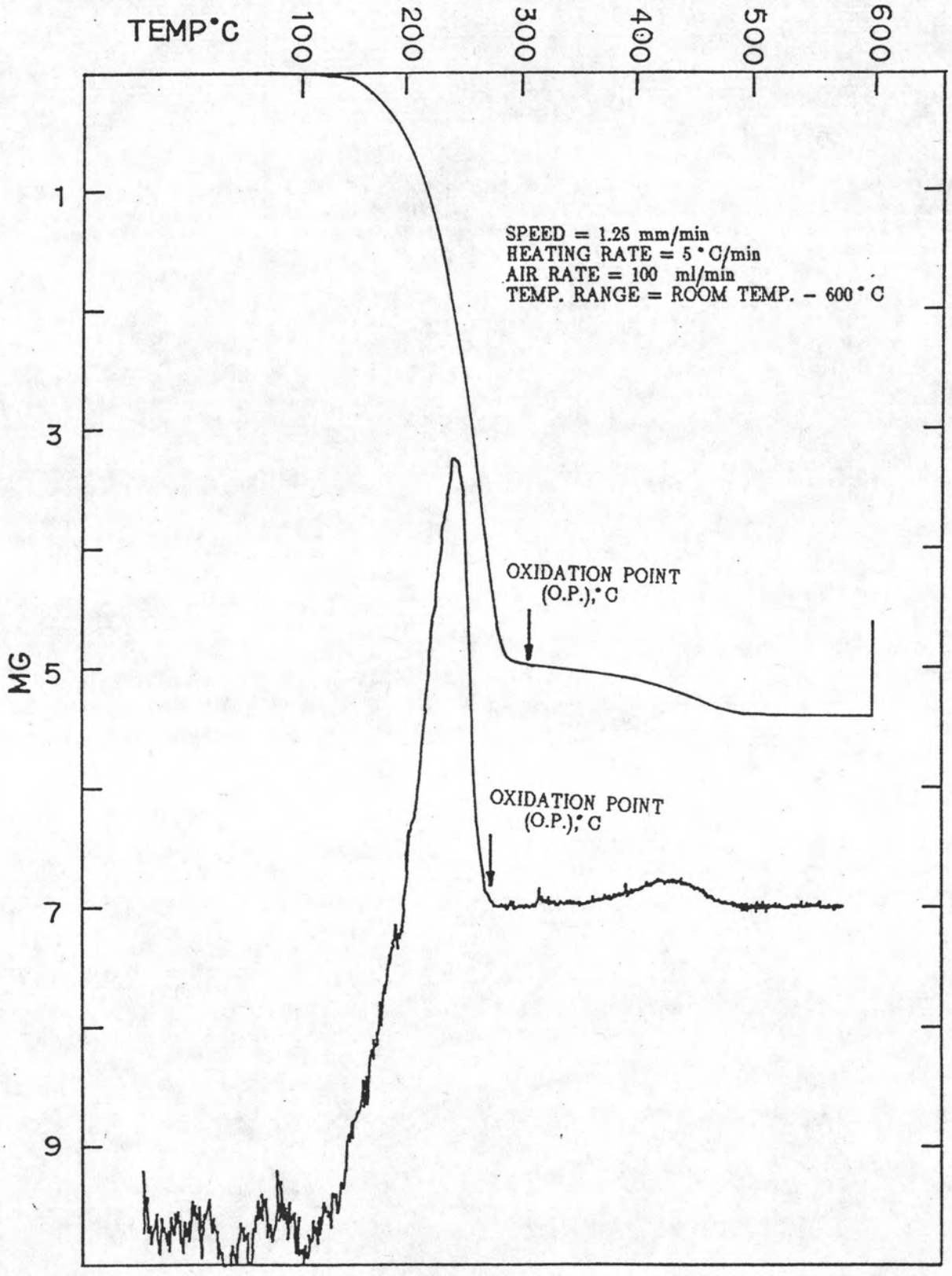
Sample No.	TG thermooxidation parameters	
	Oxidation Point, °C	Oxidation Comp, %wt (O.C)
17	270	1.43
18	270	0.80
19	270	1.09
20	270	0.90
21	270	1.15
22	270	1.33
23	270	1.23
24	270	1.11
25	270	1.13
26	270	1.21
27	270	1.14
28	270	0.77
29	270	1.19
30	270	1.41
31	270	1.14
32	270	1.19
LD dewaxed oil	270	1.56



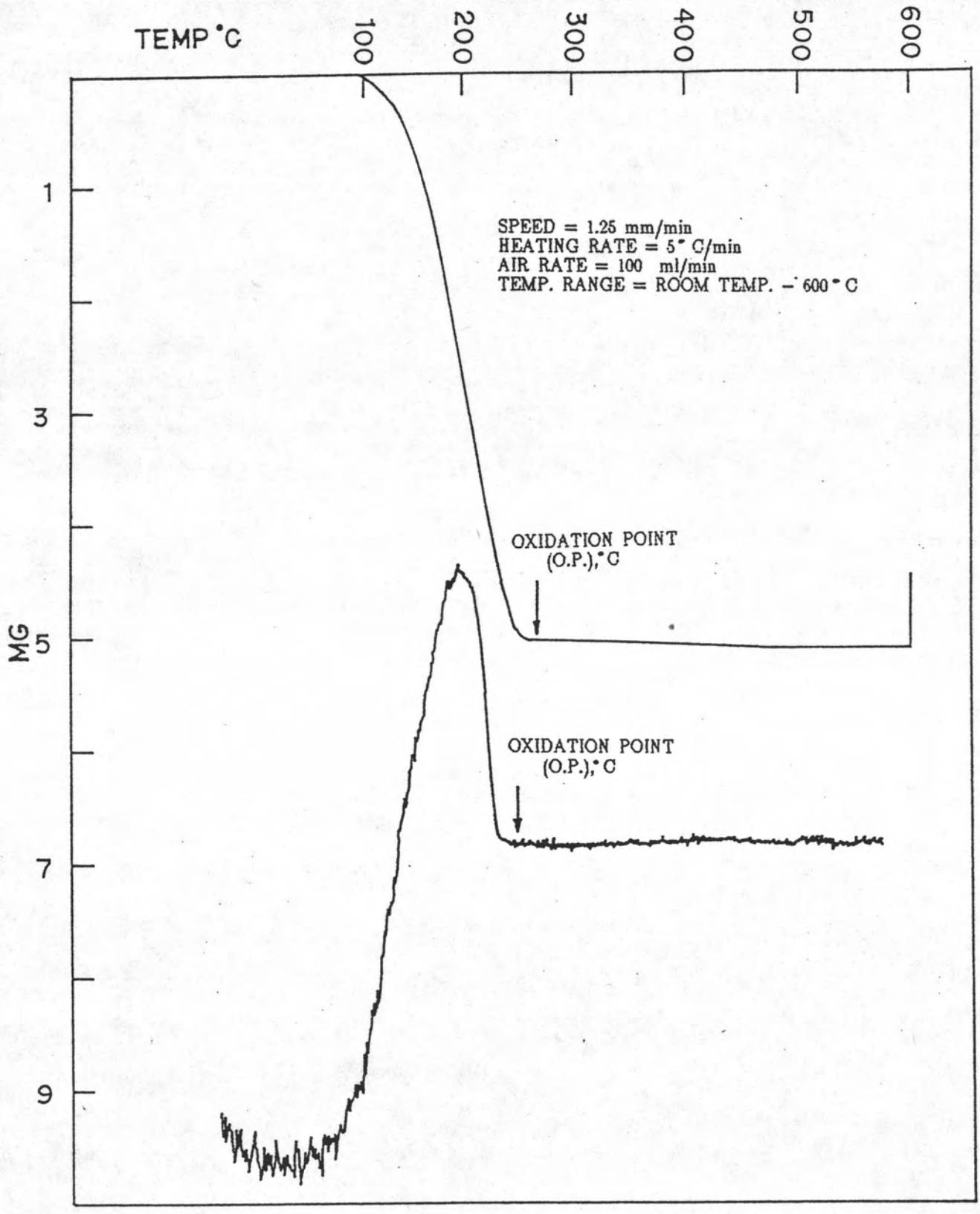
รูปที่ ก.1 สเปคตรัม ^{13}C-NMR ของน้ำมันเตาใสหนักภายหลังการแยกไข



รูปที่ ก.2 สเปคตรัม ^{13}C-NMR ของน้ำมันเตาในเบาภายหลังการแยกไข



รูปที่ ก.3 กราฟเทอร์มอลออกซิเดชั่นของน้ำมันเตาใสหนักภายหลังการแยกไข โดยวิธี TG



รูปที่ ก.4 กราฟเทอร์มอลออกซิเดชั่นของน้ำมันเตาใสเบาภายหลังการแยกไข โดยวิธี TG

ตารางที่ ข.1 สมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจาก China Gulf Corporation , Taiwan

Properties	Test Method	150 Solvent Neutral	500 Solvent Neutral	150 Solvent Bright Stock
Specific Gravity 60/60 °F	ASTM D 1298	Report	Report	Report
Viscosity ; cSt				
@ 40 °C	ASTM D 445	31.90-34.10	107.8-114.4	Report
@ 100 °C	ASTM D 445	Report	Report	31.68-33.68
Viscosity Index	ASTM D 2270	min. 95	min. 94	min. 95
Flash Point (COC) ; °C	ASTM D 92	min. 196.1	min. 232	min. 550
Pour Point ; °C	ASTM D 97	max. -12.2	max. -12.2	max. -12.2
Colour ; ASTM	ASTM D 1500	max. 1.5	max. 2.0	max. 5.0

ตารางที่ ข.2 สมบัติน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจาก British Petroleum , England

Properties	Test Method	150 Solvent Neutral	500 Solvent Neutral	150 Solvent Bright Stock
Specific Gravity 60/60 °F	ASTM D 1298	Report	Report	Report
Viscosity ; cSt				
@ 40 °C	ASTM D 445	Report	Report	Report
@ 100 °C	ASTM D 445	4.4-5.4	10.0-12.0	29.0-34.0
Viscosity Index	ASTM D 2270	min. 100	min. 95	min. 95
Flash Point (COC) ; °C	ASTM D 92	min. 190	min. 237	min. 260
Pour Point ; °C	ASTM D 97	max. -9	max. -6	max. -6
Colour ; ASTM	ASTM D 1500	max. 1.5	max. 3.0	max. 6.0

ตารางที่ ข.3 สมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจาก Shell Eastern Petroleum (Pte) Ltd.

Properties	Test Method	SHELL HVI 60	SHELL HVI 650
Specific Gravity 60/60 °F	ASTM D1298	0.8647	0.9061
Viscosity ; cSt			
@ 40 °C	ASTM D 445	Report	Report
@ 100 °C	ASTM D 445	4.64	31.75
Viscosity Index	ASTM D2270	103	97
Flash Point (PMCC) ; °C	ASTM D 93	220	273
Pour Point ; °C	ASTM D 97	−15	−9
Colour , ASTM	ASTM D1500	< 0.5	4.0

ประวัติผู้เขียน

ผู้เขียน	:	นายวีระศักดิ์ ธนาพรสิน
ประวัติ	:	เกิดเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2504 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางแสน เมื่อ พ.ศ. 2525
ประสบการณ์การทำงาน	:	R & D Staff ของบริษัทศรีกรุงวัฒนา จำกัด Technical Service Manager of BP Lubes ของบริษัท Advance Information System