

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 วัฒสวัสดิ์ อินทรีย์เคมีพื้นฐานเล่ม 1 หน้า 91-92 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 1 2522
4. William, F.B., and Davidson, R. L., Petroleum Processing Handbook, PP.1-5-1-6, 3-92-3-97, McGraw Hill Co., New York, 1967.
5. Wilfrid, F., and Peters, M. C., Fuel and Fuel Technology, pp. 193-196, Pergamon Press Co., New York, Second (SI) ed., 1980.
6. สมศักดิ์ หอมกลิ่นแก้ว ส่วนชัย นิตติรุจิ "โรงกลั่นน้ำมันฝาง" รายงานการฝึกงาน ภาคฤดูร้อนระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527
7. Sybil, P. P., Encyclopedia of Science and Technology, Vol.14, pp. 1094, McGraw Hill Co., New York, 5th ed., 1982.
8. Goldsmith, J. N., Thorpe's Dictionary of Applied Chemistry, Vol.IX, pp. 404-415, Longman Co., London, 4th ed., 1949.
9. Hitchcox, H.F., and Weisgerber, F. A., "Petroleum Wax Quality and Uses", Petroleum and Chemical Process, Section 4, Exxon Research and Engineering Co., 1969.
10. Meyer, E., Petroleum Sulfonates and Microcrystalline Waxes, pp. 193-213, Chemical Publishing Company Inc., New York, 1968.
11. Phillips, J., "Refine Waxes for Suitable Properties." Petroleum Refiner 38 (Sept. 1959) : 193-198.
12. Hobson, G. D., Modern Petroleum Technology, pp. 794-799, John Willery, New York, 5th ed., 1984
13. Gruse, W. A., and Stevens, D.R., Chemical Technology of Petroleum, pp. 559-573, McGraw Hill Co., 1960.
14. Bondi, A., "Physical Chemistry of Lubricating Oils VI. phase equilibria," Petroleum Refiner, Vol. 34, No. 2, pp. 117-119, 1947.

15. Tiedije, J. L., and Macleod, D. M., "Higher Ketones as Dewaxing Solvents," Petroleum Refiner, Vol. 34, No. 2, pp. 150-154, 1955.
16. Hunter, T. G., "Principles of Dewaxing", The Science of Petroleum, Vol. 3, Section 29, pp. 1983-1990, Oxford University Press, 1938.
17. Hobson, G. D., Modern Petroleum Technology, pp. 426-430, 782-786, John Willey, New York, 5th ed., 1984.
18. Baxendell. P., Petroleum Handbook, pp. 263-266, 6th ed., 1983
19. Nelson, W. L., Petroleum Refinery Engineering, pp. 374-382 McGraw-Hill Book Co., New York, 4th ed., 1965.
20. McKetta, J. J., Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Vol. 15, pp. 348-349. Marcel Dekker Inc., New York, 1982.
21. Asinger, F., Paraffins, Chemistry and Technology, pp. 59-64, Pergamon Press, 1967.
22. Soudek, M., "What lube oil processes to use," Hydrocarbon Processing, Vol. 53, No. 9, pp. 64-65, 1974.
23. Gudelis, D. A., Eagen, J. F., and Bushnell, J. B., "New Route to Better Wax," Hydrocarbon Processing, Vol. 52, No. 9, pp. 141-146, 1973.
24. Marple, S., Jr., and Landry, L. J., "Modern Dewaxing Technology," Advances in Petroleum Chemistry and Refining, Vol. 10, Chap. 5, pp. 194-214, McKetta, J. J., Ed., Interscience, New York, 1965.
25. Pullman Kellogg 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. Padgett, F. W., Hefley, D. G., and Henriksen, A., "Wax Crystallization," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 18,

- No. 8, pp. 832-835, 1926.
28. Rhodes, F. H., Mason, C. W., and Sutton, W. R., "Crystallization of Paraffin Wax," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 19, No. 8, pp. 935-938, 1927.
29. Ferris, S. W., Cowles, H. C., Jr., and Henderson, L. M., "Composition and Crystal Form of the Petroleum Waxes," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 23, No. 6, pp. 681-688, 1931.
30. Padgett, F. W., "The Crystallization of Petroleum Wax," The Science of Petroleum, Vol. 3, Section 29, pp. 1941-1944, Oxford University Press, 1938.
31. Clarke, E. W., "Crystal Types of Pour Hydrocarbons in the Paraffin Wax Range," Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 43, No. 11, pp. 2526-2535, 1951.
32. Akers, R. J., and Ward, A. S., "Liquid Filtration Theory and Filtration Pretreatment," Filtration Principles and Practices, Part 1, Chap 2, pp. 171-173, Orr, C., Ed., Marcel Dekker Inc., New York, 1975.
33. Tiller, F. M., Alciatore, A., and Shirato, M., "Filtration in the Chemical Process Industry," Filtration Principles and Practice, Part 1, Chap 5, pp.395-411, Orr, C., Ed., Marcel Dekker Inc., New York, 1975.
34. Reeves, E. J., and Pattillo, I. E., "Effect of Solvent Composition and Primary Solvent Dilution on Dewaxing Filter Rates and Wax Oil Contents," Petroleum Refiner, Vol. 27, No. 3, pp. 80-82, 1948.
35. Francis, A. W., and King, W.H., "Solvent Dewaxing," Advances in Petroleum Chemistry and Refining, Vol. 1, Chap. 9, pp. 476-479, Kobe, K. A., McKetta, J. J., Jr., Ed., Interscience, New York, 1965.

36. Passut, C. A., Barton, P., Klaus, E. E., and Tewkbury, E. J.,
"Low-Temperature Ketone Dewaxing of Mineral Oils by Direct
Cooling," Industrial and Engineering Chemistry, Process
Des. Dev., Vol. 16, No. 1, pp. 120-124, 1977.
37. อภิชัย ตีรทัศน์กุล "การตกผลึกไฮพาราฟินในน้ำมันไลท์ดีเซลที่เลตจากโรงกลั่นฝาง" วิทยา-
นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2530
38. สรวงสุดา ลิ้มมงคล "การสกัดสารไฮโดรคาร์บอนไดออกไซด์เหลว" วิทยานิพนธ์ปริญญา-
มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2531
39. ประเสริฐ สายวัฒนาสุข "การกรองผลึกสำหรับการขจัดน้ำมันในไซปิโตรเลียม" วิทยา-
นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2532
40. Alliance, Handbook of Organic Industrial Solvent, pp. 103, 5th ed.,
Alliance of American Insures.
41. Mellen, Industrial Solvent Handbook, pp. 130, 268, 339-340, NOYES
Data Corporation Park Ridge, New York, 1970.
42. Docksey, P., "Viscosity Index and Viscosity Gravity Constant,"
The Science of Petroleum, Vol. 2, pp. 1093-1094, Oxford
University Press, 1938.
43. Nelson, W. L., Petroleum Refunery Engineering, pp. 59, 62 McGraw-Hill
Book Co., New York, 4th ed., 1965.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีการหาสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมัน

1. การหาจุดไหลเท (pour point) ของน้ำมันปิโตรเลียม (ASTM D-97)

วิธีนี้ใช้ทดสอบน้ำมันปิโตรเลียมได้ทุกชนิด

คำจำกัดความ

จุดไหลเท คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันสามารถไหลได้ เมื่อถูกทำให้เย็นลงโดยไม่มี การรบกวนภายใต้ภาวะที่กำหนดไว้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- หลอดทดสอบ
- เทอร์มอมิเตอร์
- จุกคอรั๊ก
- Jacket
- แผ่นรอง
- แหวนรอง
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการทดลอง

(1) เทน้ำมันตัวอย่างลงในหลอดทดสอบให้มีความสูงเท่ากับขีดระดับที่กำหนดไว้ ถ้าจำเป็นก็อุ่นน้ำมันตัวอย่างในอ่างน้ำร้อน เพื่อให้สามารถเทลงในหลอดทดสอบได้

(2) ปิดหลอดทดสอบให้แน่นด้วยจุกคอรั๊ก เสียบเทอร์มอมิเตอร์ลงในแนวตั้งที่กึ่ง กลางของหลอดทดสอบ โดยให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์จุ่มลงในน้ำมันตัวอย่าง ให้ส่วนเริ่มต้น capillary อยู่ใต้ผิวน้ำมันตัวอย่าง 1/8 นิ้ว

(3) อุ่นน้ำมันตัวอย่างโดยไม่กวนในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 118 °ฟ จน อุณหภูมิของน้ำมันตัวอย่างถึง 115 °ฟ แล้วนำออกมาตั้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 90 °ฟ ในอากาศหรือ ในน้ำเย็นซึ่งมีอุณหภูมิ 77 °ฟ แล้ววางไว้ใน jacket

(4) วางแผ่นรองลงในส่วนล่างของปลอกและสวมแหวนรองเข้ากับหลอดทดสอบโดย ให้สูงจากแผ่นรอง 1 นิ้ว แผ่นรอง แหวนรอง และ ผิวในของ jacket ต้องแห้งและสะอาดก่อนทำ การทดสอบ วางหลอดทดสอบลงใน jacket

(5) หลังจากน้ำมันตัวอย่างถูกทำให้เย็นลงจนเริ่มเกิดผลึกไข ให้ระมัดระวังอย่ารบกวน

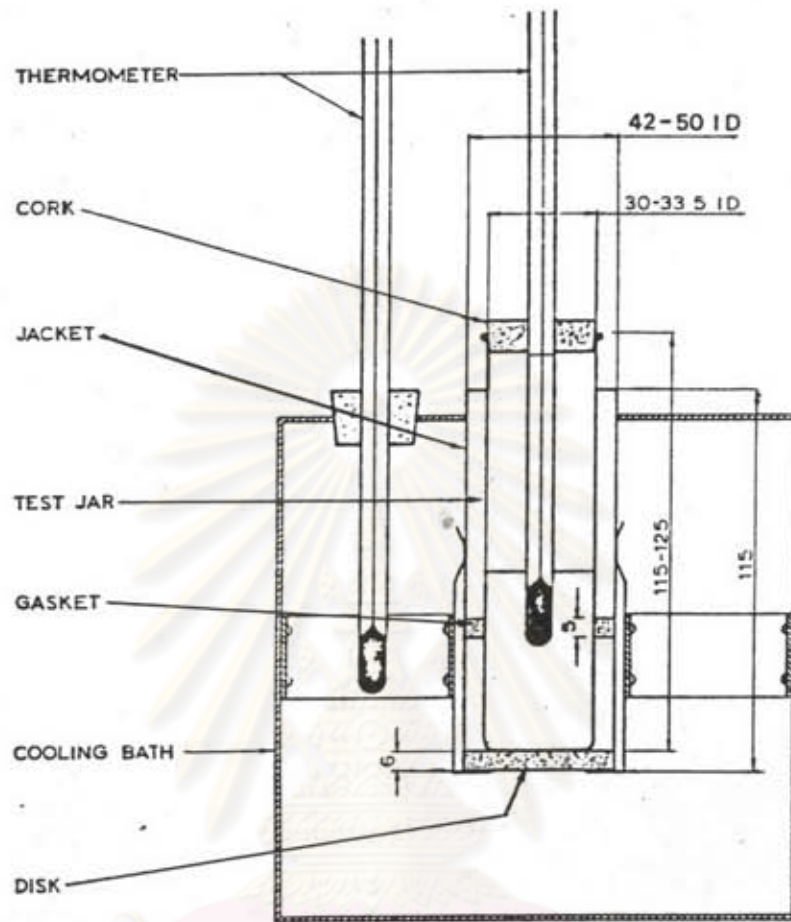
น้ำมันตัวอย่างและระวังอย่าให้เทอร์มอมิเตอร์เกิดการขยับ เพราะจะทำให้ได้ค่าต่ำกว่าค่าจริง

(6) รักษาอุณหภูมิของอ่างควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 30-35 °F ปิด jacket ซึ่งประกอบด้วย หลอดทดสอบให้แน่นและอยู่ในแนวตั้งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยให้ขอบบนของ jacket อยู่สูงกว่าตัว กลางในอ่างควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 1 นิ้ว

(7) เริ่มทดสอบจุดไหลเทที่อุณหภูมิ 20 °F ก่อนจะถึงจุดไหลเทที่คาดไว้และทดสอบ ขณะที่อุณหภูมิลดลงทุก ๆ 5 °F โดยค่อย ๆ หยิบหลอดทดสอบออกจาก jacket อย่างระมัดระวัง แล้วเอียงหลอดทดสอบเล็กน้อย (การหยิบหลอดทดสอบขึ้นมาและวางกลับลงใน jacket ไม่ควร ใช้เวลาไม่เกิน 3 วินาที) ถ้าน้ำมันตัวอย่างยังคงไหลได้ให้วางหลอดทดสอบลงในปลอกอ่าง ควบคุมอุณหภูมิตั้งเดิม ถ้าน้ำมันตัวอย่างไม่ไหลขณะเอียงหลอดทดสอบ ให้ถือหลอดทดสอบใน แนวนราบนาน 5 วินาที อ่านค่าอุณหภูมินี้ไว้ ค่าจุดไหลเทคืออุณหภูมิที่มากกว่าจุดแข็งตัว (solid point) 5 °F (3 °C) ค่าที่ได้คือ จุดไหลเท



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก.1 เครื่องมือวัดจุดไหลเทของน้ำมัน

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การหาจุดหลอมเหลวของไฮปิโตรเลียม (cooling curve), ASTM D-87

วิธีนี้เป็นวิธีการหาจุดหลอมเหลวของไฮปิโตรเลียม (petroleum waxes) แต่ไม่เหมาะสำหรับ petrolatum waxes หรือไขผสมระหว่าง petrolatum กับไขพาราฟินหรือไฮสเกล (Scale)

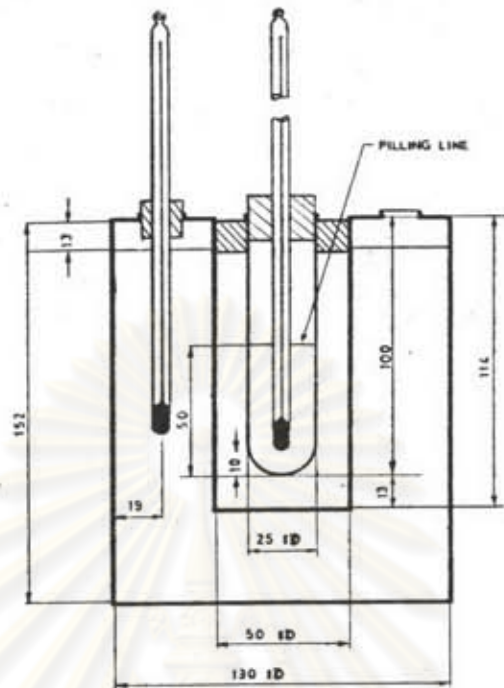
จุดหลอมเหลวของไฮปิโตรเลียม คือ อุณหภูมิที่ไขมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดเป็นครั้งแรก เมื่อมีการเย็นตัวภายใต้ภาวะที่กำหนด

เครื่องมือและอุปกรณ์

- เทอร์มอมิเตอร์
- หลอดทดสอบ (test tube)
- air bath
- อ่างน้ำ (water bath)

วิธีการทดลอง

- (1) วาง air bath ลงในอ่างน้ำที่มีน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าขอบบนประมาณ 0.5 นิ้ว (13 มม.) และมีอุณหภูมิในช่วง 60 ถึง 80 °ฟ (16 ถึง 28 °ซ) ตลอดการทดลอง
- (2) อุ่นไขให้ร้อนในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวที่คาดคะเนไว้ไม่เกิน 20 °ซ จนมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวประมาณ 15 °ฟ (8 °ซ) ห้ามอุ่นไขด้วยเปลวไฟหรือเตาโดยตรง
- (3) เทสารตัวอย่างเหลวลงในหลอดทดสอบสูง 2 นิ้ว (51 มม.) เสียบเทอร์มอมิเตอร์ลงในหลอดทดสอบให้ห่างจากก้นหลอด 3/8 นิ้ว (9.5 มม.) แล้ววางหลอดทดสอบลงใน air bath ซึ่งขณะนี้สารตัวอย่างเหลวยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลว 15 °ฟ (8 °ซ)
- (4) อ่านอุณหภูมิของสารตัวอย่างทุก 15 วินาที (ความละเอียด 0.05 °ซ) การทดลองจะสมบูรณ์เมื่อ
 - อุณหภูมิ 5 จุดมีค่าต่างกันน้อยกว่า 0.2 °ฟ (0.1 °ซ) หรือ
 - หลังจากอุณหภูมิเริ่มลดลงแล้วภายใน 3 นาทีมีผลต่างน้อยกว่า 0.2 °ฟ (0.1 °ซ)



รูปที่ ก.2 เครื่องมือวัดจุดหลอมเหลวของไข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ความถ่วงจำเพาะ API (API gravity) ASTM D-287

เครื่องมือและอุปกรณ์

- ไฮโดรมิเตอร์

- เทอร์มอมิเตอร์

- ภาชนะใส่น้ำมัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

ของไฮโดรมิเตอร์ไม่ต่ำกว่า 25 มม. และมีความสูงมากกว่าไฮโดรมิเตอร์ส่วนที่จมอยู่ใต้ผิวหน้าของน้ำมันตัวอย่างไม่น้อยกว่า 25 มม.

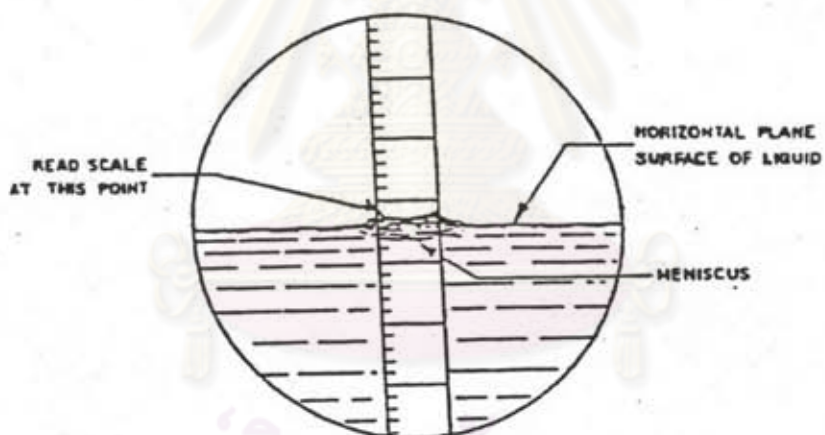
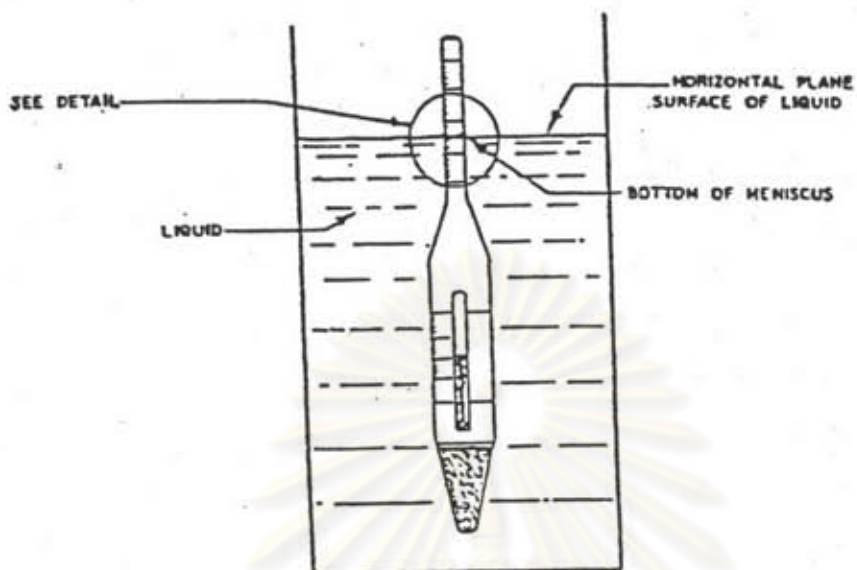
วิธีการทดลอง

(1) ปรับอุณหภูมิของน้ำมันให้สอดคล้องตามต้องการ ภาชนะใส่น้ำมันและเทอร์มอมิเตอร์ควรมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของน้ำมันตัวอย่างก่อนลงมือทำการทดสอบ

(2) เทน้ำมันตัวอย่างลงในไฮโดรมิเตอร์ที่สะอาดอย่างช้า ๆ สม่ำเสมอ เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดฟองอากาศ และเพื่อที่จะลดอัตราการระเหยของน้ำมันตัวอย่างที่มีสารระเหยได้อยู่ สำหรับน้ำมันที่มีสารระเหยได้อยู่มากให้เทลงในภาชนะใส่น้ำมันโดยการพ่น (siphon) แล้วแยกเอาฟองอากาศออกจากผิวหน้าของน้ำมันตัวอย่าง โดยใช้กระดาษกรองที่สะอาดซับฟองออกก่อนวางไฮโดรมิเตอร์ วางภาชนะใส่น้ำมันซึ่งบรรจุน้ำมันตัวอย่างในแนวตั้ง ณ ตำแหน่งที่ไม่มีกระแสลม และพยายามรักษอุณหภูมิของน้ำมันตัวอย่างให้คงที่ระหว่างทำการทดสอบและอุณหภูมิของตัวกลางที่ล้อมรอบอยู่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 5 °F

(3) วางไฮโดรมิเตอร์ลงในน้ำมันตัวอย่างอย่างเบา ๆ ให้ลอยอยู่อย่างอิสระไม่สัมผัสกับผนังข้าง ๆ ของภาชนะใส่น้ำมัน เมื่อไฮโดรมิเตอร์อยู่ที่ระดับคงที่แล้วให้กดลงไปอีก 2 ช่องแล้วปล่อย (โดยต้องระวังให้ก้านของไฮโดรมิเตอร์ส่วนที่เหลือแห้ง เพราะถ้าไม่แห้งจะทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดพลาดไปเนื่องจากน้ำหนักส่วนเกินที่เกาะอยู่บนก้าน) แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ไฮโดรมิเตอร์เข้าสู่สมดุล คือ หยุดนิ่งไม่เกิดการเคลื่อนที่ต่อไปเมื่ออุณหภูมิของน้ำมันตัวอย่างคงที่ในช่วง 2 °F ให้อ่านค่าบนไฮโดรมิเตอร์ตรงตำแหน่งที่ผิวหน้าของน้ำมันตัวอย่างตัดกับสเกล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



DETAIL

Hydrometer Scale Reading for Opaque Fluids¹

ศูนย์วิทยุโทรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.3 เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ

4. การหาความหนืดคิเนมาติก (Kinematic viscosity)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- Saybolt viscometer (U-tubes)
- viscometer holder สำหรับจับ U-tube ให้แช่อยู่ในอ่างน้ำมัน (oil bath)

ในแนวดิ่ง

- อ่างน้ำมันและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
- เทอร์มอมิเตอร์
- นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

- (1) ควบคุมอุณหภูมิของอ่างน้ำมันให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ
- (2) เลือกใช้ U-tube ให้เหมาะสมกับชนิดของน้ำมัน (ท่อ capillary กว้างสำหรับน้ำมันหนืดมากและท่อแคบสำหรับน้ำมันหนืดน้อย) เวลาที่ใช้ในการไหลของน้ำมันผ่าน U-tube ไม่ควรน้อยกว่า 200 วินาที
- (3) นำน้ำมันตัวอย่างที่จะทดสอบมาให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 50 °ซ (122 °F) คนด้วยแท่งแก้วคนจนกระทั่งน้ำมันเป็นเนื้อเดียวกัน (ไซอาจเกิดการแข็งตัวอยู่ที่ก้นภาชนะ) ถ่ายตัวอย่าง 100 มล. ปิดด้วยจุกนำไปจุ่มในอ่างน้ำเดือดประมาณ 30 นาทีเขย่าให้เข้ากัน
- (4) กรอกน้ำมันผ่านกรวยแก้วเล็กลงใน U-tube แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำมัน โดยยึดติดกับขาตั้งในแนวดิ่งเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำมันใน U-tube คงที่เท่ากับอุณหภูมิควบคุม
- (5) ปริมาณน้ำมันใน U-tube ต้องมีปริมาตรตามที่กำหนด
- (6) จับเวลาที่น้ำมันไหลผ่าน capillary จากขีดบนถึงขีดล่างเป็นวินาที
- (7) คำนวณหาความหนืดคิเนมาติกซึ่งเท่ากับ $c t$
เมื่อ c = ค่าคงที่ของ U-tube สำหรับแต่ละหลอด
- (8) สารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบหาค่าคงที่ c ในที่นี้คือน้ำ

5 การหาปริมาณไซในน้ำมัน (% wax)

อุปกรณ์และสารเคมี

- ชุดอุปกรณ์การกรองแบบสุญญากาศ

- น้ำแข็งและเกลือ

- น้ำมัน

- ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) และเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol)

ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

วิธีการทดลอง

(1) ผสมน้ำมันหนัก 5 กรัม กับส่วนผสมของไดเอทิลอีเทอร์และเอทิลแอลกอฮอล์
ในปริมาณที่น้ำมัน 5 กรัมจะละลายได้หมด

(2) นำสารละลายไปแช่ในห้องแช่แข็งเพื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนถึงอุณหภูมิ -20°C
เพื่อให้แน่ใจว่าไซตกผลึกออกมาจนหมด

(3) นำสารละลายมากรองแยกน้ำมันออกจากไซในชุดอุปกรณ์การกรองแบบสุญญากาศ

(4) ไซที่ได้จากการกรองไปอบไล่ตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 105°C นาน 15 นาที

(5) นำไซที่อบแห้งแล้วใส่ใน desiccator เพื่อไล่ความชื้นประมาณ 10 นาที

(6) ชั่งน้ำหนักไซที่ได้

(7) คำนวณหาปริมาณโดยร้อยละของไซในน้ำมัน

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละ ไซในน้ำมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไซที่ได้} \times 100}{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

1. โทลูอีน (Toluene) (40)

Physical properties

Boiling point

111 °C

Flash point

40 °F

Flammable limit % by vol. in air

Lower

1.2

Upper

7.1

Evaporation rate (Ether = 1)

4.5

Specific gravity @ 75 °F

0.9

Vapor volume

31 cu. ft

Threshold limit values

TWA

100 ppm.

STEL

150 ppm.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol, EtOH) (41)

Physical properties of 95 % ethyl alcohol

Acidity as acetic acid	0.0025 g/100 ml. max
Color, Pt-Co scale	10 max
Distillation range at 760 mm Hg	77-88 °C
Non-volatile matter	Not more than 0.0025 gm when 100 ml are evaporated and heated to constant weight at 100 °C to 110 °C
Permanganate time	30 min.
Reducing substances	At least 25 min. permanganate time at 15 °C
Relative evaporation rate, n-butyl acetate = 100	230
Specific gravity at 15.56 (60/60 °F)	0.8160
Weight per gallon at 20 °C	6.76 lbs.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) (41)

Typical properties and specification	
Apparent ignition temperature in air	190 °C
Boiling point at 760 mm	34.5 °C
Coefficient of expansion	0.00164 per 1 °C
Constant-boiling mixture (% by wt.)	
Diethyl ether 99%, Carbon disulfide 1.0 %	B.P. at 760 mm. 34.5 °C
Diethyl ether 44.5%, Methyl formate 55.5%	B.P. at 760 mm. 28.2 °C
Diethyl ether 98.9%, Water 1.1%	B.P. at 760 mm. 34.1 °C
Electrical conductivity at 25 °C	4×10^{-8} recip. ohm
Explosive limits	2.34-6.15 %
Flash point	- 40 °F
Freezing point	- 116.2 °C
Heat of combustion	651 Cal./mol.
Refractive index at 17 °C	1.3542
Specific gravity at 20/20 °C	0.7146
Specific heat at 30 °C	0.5476 Cal./g
Surface tension at 20 °C	17.0 dynes./sq.cm.
Solubility in water at 20 °C	6.9 % by wt.
Solubility of water in solvent at 20 °C	1.3 % by wt.
Viscosity at 20 °C	0.00233 poise
Vapor pressure at 20 °C	442.0 mm. Hg
Weight per gallon at 20 °C	5.95 lbs.
Weight per gallon at 17 °C	5.3542 lbs.
Acidity as acetic	0.002% by wt. max

4. สมบัติทางกายภาพของเมทิลเอทิลคีโตน (methyl ethyl ketone, MEK) (41)

Azeotropic mixtures

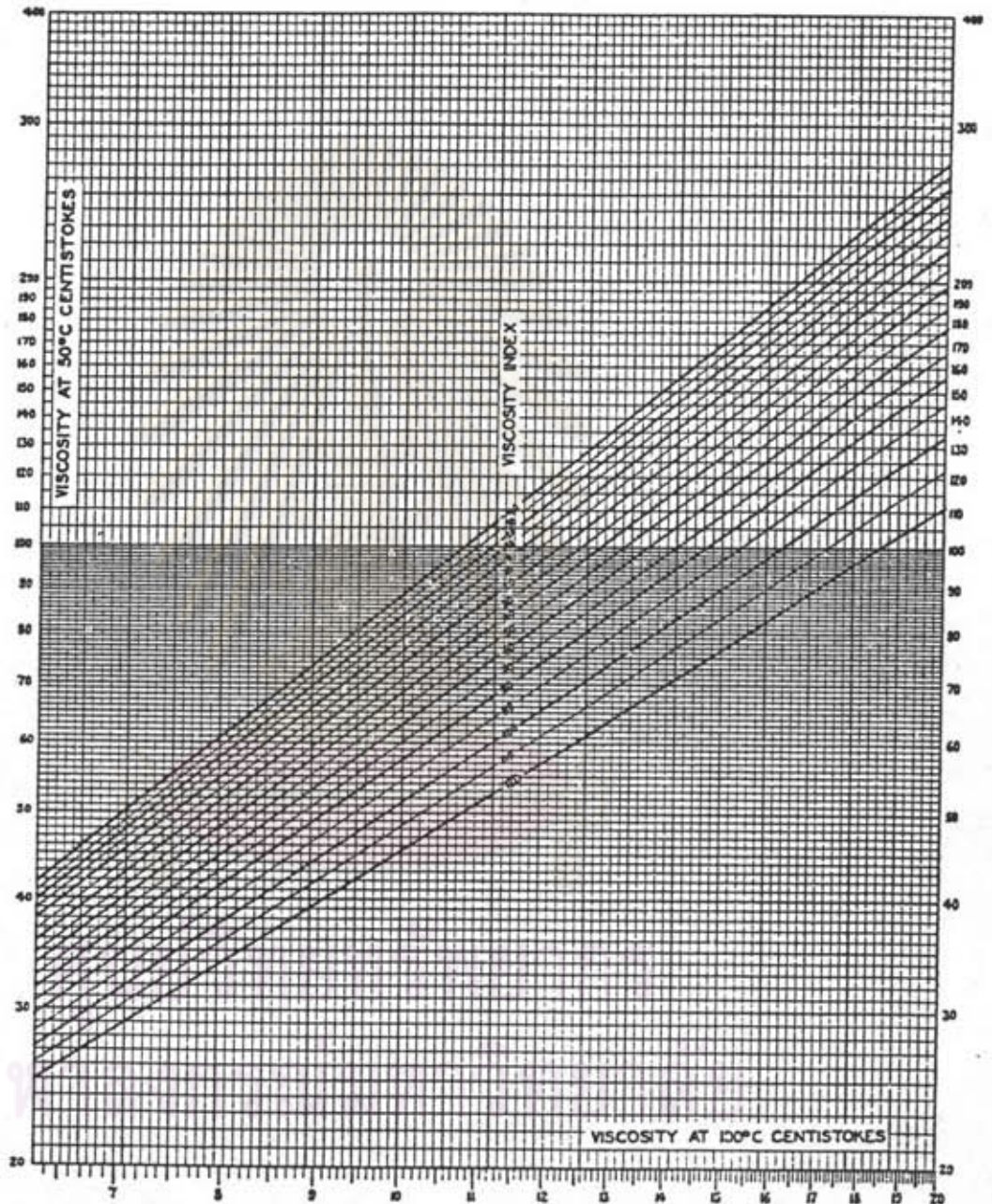
	% by wt.		% by wt.	B.P.(°C)
MEK	37.5	benzene	62.5	78.4
	73	tert-butyl alcohol	27	77.5
	84.7	carbon disulfide	15.3	45.9
	29	carbon tetrachloride	71	73.5
	40	1,3-cyclohexadiene	60	73
	40	cyclohexane	60	72
	12	ethyl acetate	82	77
	60	ethyl alcohol	40	74.8
	20	ethyl sulfide	80	77.5
	70	isopropyl alcohol	30	77.5
	52	methyl propionate	48	79.3
	55	propyl formate	45	79.5
	75	propyl mercaptan	25	55.5
	45	thiophene	55	76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

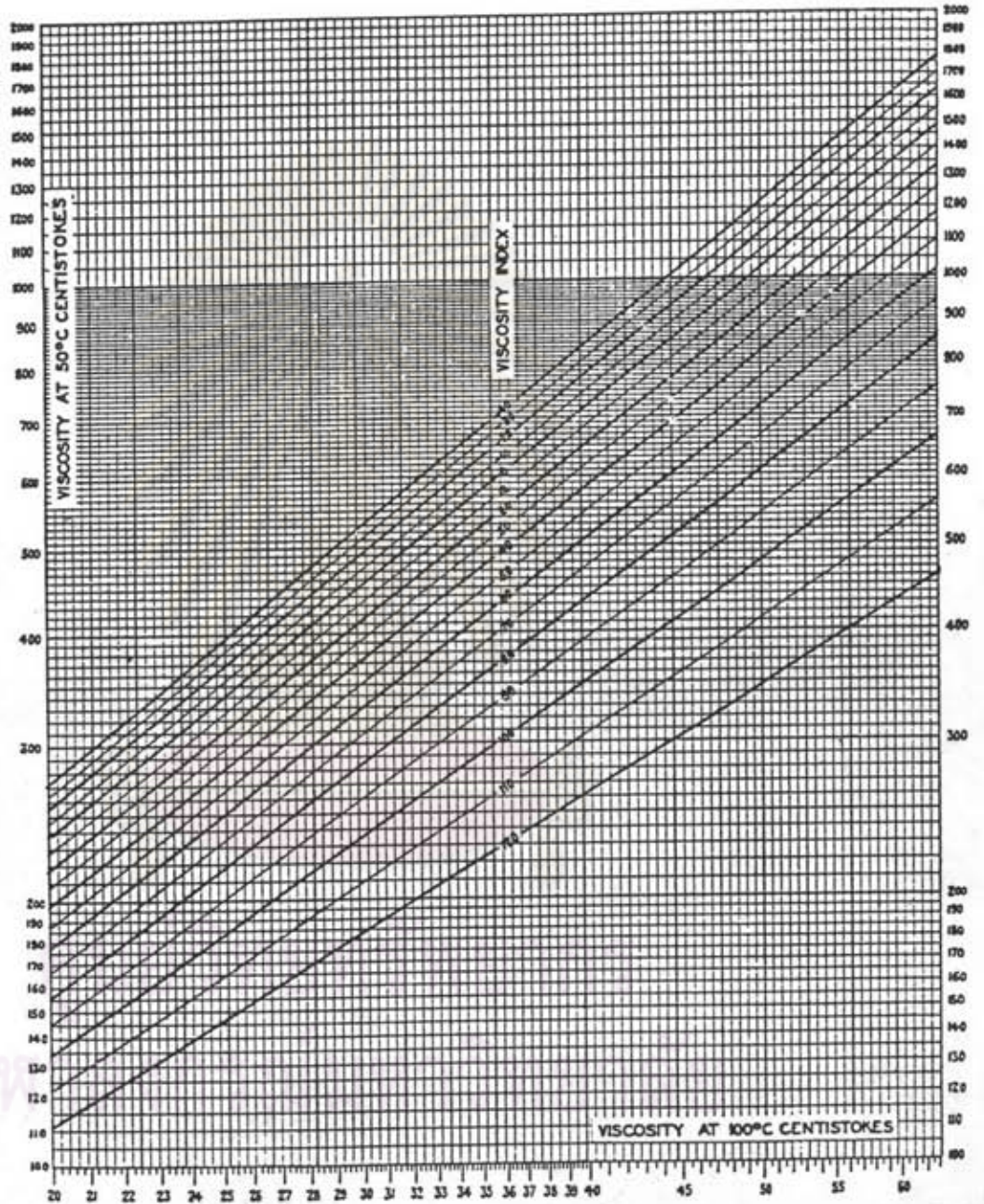
Typical properties and specification of MEK

Boiling point at 760 mm	79.6 °C
Coefficient of expansion	0.00076 per °F
Electrical conductivity	1.0×10^{-7} ohms at 25 °C
Explosive limits	1.97 % - 10.2 %
Flash point (Tag closed cup)	25 °F
Freezing point	- 86.4 °C
Heat of combustion	582 cal./mol
Latent heat of vaporization at 20 °C	106 cal./g
Refractive index , N 20/D	1.3788
Solubility of water at 20/20 °C	23.4 % by wt.
Specific heat	0.55 cal./g
Surface tension	
0 °C	26.9 dynes/sq.cm
20 °C	24.6 dynes/sq.cm
40 °C	22.3 dynes/sq.cm
75 °C	18.4 dynes/sq.cm
Viscosity at 15 °C	0.00423 poise
Weight per gallon at 20 °C	6.72 lbs.
Acidity (as acetic)	0.0025 by wt. (max)
Distillation range (ASTM)	70 - 80 °C
Non-volatile matter	3 mg. per 100 ml.(max)
Purity	99 %

ความหนืด ดรรชนีความหนืด และสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น



รูปที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกที่อุณหภูมิ 50 และ 100 °ซ กับ ดรรชนีความหนืด (viscosity index) ของน้ำมันที่ช่วงความหนืดต่ำ (42)



รูปที่ ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกที่อุณหภูมิ 50 และ 100 °ซ กับ ดรรชนีความหนืด (viscosity index) ของน้ำมันที่ช่วงความหนืดสูง (42)

ตารางที่ ค.1 ช่วงของน้ำมันหล่อลื่นและสมบัติทางกายภาพ (43)

Name of oil	Used for	API	Viscosity index	Pour point
Motor, light	Automotive engine	24-30	70-100	-10 to 15
Motor, medium	Automotive engine	22-28	50-100	0 to 25
Motor, heavy	Automotive engine	20-27	40-100	0 to 25
Aircraft engine, light	Airplanes	24-26	90-100	-10 to 0
Aircraft engine, heavy	Airplanes	23-25	90-100	0 to 30
Diesel engine, lightest	Diesels	23-25	40-70	-10 to 10
Diesel engine, Heaviest	Diesels	22-25	40-70	0 to 20
Transmission oil, lightest	Automobiles	21-23	-	-10 to 10
Transmission oil, heaviest	Automobiles	20-22	-	0 to 30
Engine and Machine, spindle	Textiles, etc.	25-27	-	0 to 30
Engine and Machine, heaviest	Heavy machinery	21-26	-	0 to 30
Cold test, light	Refrigeration, etc	27-32	-	-20 max
Cold test, heavy	Refrigeration, etc	25-28	-	-10 max
Cylinder oils, unfiltered				
Light mineral		25-28	-	20 to 60
Heavy mineral	Engine or	20-26	-	30 to 60
Light compounded	compressor	25-28	-	10 to 40
Heavy compounded	cylinders	20-26	-	30 to 30

ตารางที่ ค.2 น้ำมันเครื่องแบบต่าง ๆ ในระบบ SAE (43)

SAE viscosity number	Saybolt Universal, sec		Centistokes	
	0 °F	210 °F	0 °F	210 °F
5W	Below 4,000		Below 869	
10W	6,000-12,000	40 min	1,303-2,606	
20W	12,000-48,000	45 min	2,606-10,423	
20		45-58		5.73-9.62
30		58-70		9.62-12.94
40		70-85		12.94-16.77
50		85-110		16.77-22.68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ง.1 ความหนืดคิเนมาติกของน้ำมันดีเซลที่เลขชนิดหนัก น้ำมันที่แยกไขแล้วบางส่วน และ น้ำมันที่แทบจะปราศจากไข ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Temperature (°C)	Kinematic viscosity, (cst)		
	HD (pour point 51 °C)	Dewaxed oil (pour point 18 °C)	wax-free oil (pour point -7 °C)
40		78.22	
50		44.66	107.31
60	12.93	29.28	65.56
70	9.62	19.92	40.40
80	6.89	13.05	29.57
90	5.36	8.69	20.54

ตารางที่ ง.2 ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดีเซลที่เลขชนิดหนัก น้ำมันที่แยกไขแล้วบางส่วน และ ไขที่แยกได้ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Temperature (°C)	Specific gravity		
	HD (pour point 51 °C)	Dewaxed oil (pour point 18 °C)	Wax (melting point 54 °C)
60	0.84	0.845	0.820
70	0.83	0.838	0.814
80	0.823	0.83	0.805
90	0.821	0.828	0.803

ตารางที่ ง.3 ผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ MEK/toluene ในตัวทำละลายผสม

Density of HD at 60 °C	= 0.840
Vol. of HD at 60 °C	= 73 ml
Vol. of solvent	= 727 ml
Total volume of mixture	= 800 ml
Ratio of HD/solvent	= 1/10 (v/v at 60 °C)
Temp. of cold brine in	= -7 °C
Temp. of cold brine out	= -6.9 °C
Initial temp. of mixture	= 30 °C
Final temp. of mixture	= 0 °C
Average cooling rate	= 30 °C/40 min. = 0.75 °C/min.
Stirring rate	= 150 rpm
Pressure drop of filtration	= 4 in. Hg -----> 0 in. Hg
Filtration area	= 50.27 cm ² = 5.03 x 10 ⁻³ m ²

MEK/toluene (v/v at 20 °C)	0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
Wt. of HD used (g)	61.09	61.11	61.09	61.11	61.11	61.1
Vol. of filtrate (ml)	450	500	450	420	400	400
Vol. of wax cake (ml)	200	200	250	280	320	350
Filtration time (min.)	>60	60	22	12	5	2
Avg. filt. rate x 10 ⁴ (m ³ /m ² .s)	—	0.28	0.68	1.15	2.65	6.6
Vol. of dewaxed oil (ml)	33	32	28	25	24	23
Wt. of dewaxed oil (g)	27.06	26.84	24.06	21.27	19.90	19.5
% wax in dewaxed oil (% wt)	36.12	31.34	23.57	15.29	13.14	13.1
P. pt. of dewaxed oil (°C)	44	40	31	23	18	18
Vol. of wax (ml)	27	30	37	40	44	47
Wt. of wax (g)	22.16	24.81	31.80	33.07	36.70	39.4
% wax in wax (% wt)	61.31	64.90	65.54	68.15 (65.54)*	66.07	64.4
melting point (°C)	52.5	54	54.2	54.7 (54.5)*	54.2	54
Solvent recovery (ml)	580	620	620	620	640	670
Solvent loss (ml)	147	107	107	107	87	57
Vol. of HD loss (ml)	13	11	8	8	5	3
Wt. of HD loss (g)	11.87	9.46	5.23	6.77	4.51	2.1

* ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีในภาคผนวก ก.

ตารางที่ ง.4 ผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลที่เลขชนิดหนักต่อตัวทำละลายผสม

Density of HD at 60 °C	= 0.840
Ratio of MEK/toluene	= 75/25 (v/v) = 3/1 (v/v)
Total volume of mixture	= 800 ml
Temp. of cold brine in	= -7 °C
Temp. of cold brine out	= -6.9 °C
Initial temp of mixture	= 30 °C
Final temp. of mixture	= 0 °C
Average cooling rate	= 30 °C/40 min. = 0.75 °C/min.
Stirring rate	= 150 rpm
Pressure drop of filtration	= 4 in. Hg -----> 0 in. Hg
Filtration area	= 50.27 cm ² = 5.03 x 10 ⁻³ m ²

HD/solvent (v/v at 60 °C)	1/8	1/10	1/12	1/14	1/16	1/18
Wt. of HD used (g)	74.67	61.11	51.69	44.80	39.53	35.3'
Vol. of HD used (ml)	89	73	62	53	47	42
Vol. of solvent used (ml)	711	727	738	747	753	758
Vol. of filtrate (ml)	400	400	500	550	550	600
Vol. of wax cake (ml)	340	320	230	200	200	150
Filtration time (min.)	6	5	5	5	4	4
Avg. filt. rate x 10 ⁴ (m ³ /m ² .s)	2.21	2.65	3.32	3.64	4.56	4.91
Vol. of dewaxed oil (ml)	28	24	24	24	21	20
Wt. of dewaxed oil (g)	22.02	20.08	20.2	20.08	17.07	16.6
% wax in dewaxed oil (% wt)	14.80	13.23	13.13	13.45	13.15	13.3'
P. pt. of dewaxed oil (°C)	19	18	17.5	18	17.5	18
Vol. of wax (ml)	55	42	33	27	24	21
Wt. of wax (g)	47.47	35.27	27.19	23.53	20.91	17.81
% wax in wax (% wt)	62.61 (62.27)*	67.52	72.96	76.48 (74.33)*	75.47	79.1 (72.27)
melting point (°C)	52.8 (53)*	54.6	55.6	56 (56)*	55.8	56. (55.8)
Solvent recovery (ml)	640	640	650	670	680	680
Solvent loss (ml)	71	87	88	77	73	78
Vol. of HD loss (ml)	6	7	5	2	2	1
Wt. of HD loss (g)	5.18	5.76	4.30	1.19	1.55	0.9

* ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีในภาคผนวก ก.

ตารางที่ ๓.5 ผลการทดลองหาอุณหภูมิตกผลึกไขที่เหมาะสม

Density of HD at 60 °C	= 0.840
Ratio of MEK/toluene	= 75/25 (v/v) = 3/1 (v/v)
Ratio of HD/solvent	= 1/9 (v/v at 60 °C)
Wt. of HD used	= 67.20 g
Vol. of HD used	= 80 ml
Vol. of solvent used	= 720 ml
Total volume of mixture	= 800 ml
Initial temp of mixture	= 30 °C
Average cooling rate	= 0.75 °C/min.
Stirring rate	= 150 rpm
Pressure drop of filtration	= 4 in. Hg -----> 0 in. Hg
Filtration area	= 50.27 cm ² = 5.03 x 10 ⁻³ m ²

Temperature of mixture (°C)	-5	0	5	10	15
Temp. of cold brine in (°C)	-12	-7	-7	-7	-7
Temp. of cold brine out (°C)	-12	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9
Vol. of filtrate (ml)	500	400	430	430	420
Vol. of wax cake (ml)	270	330	300	300	320
Filtration time (min.)	10	6	6	4	3
Avg. filt. rate x 10 ⁴ (m ³ /m ² .s)	1.65	2.21	2.37	3.56	4.64
Vol. of dewaxed oil (ml)	26	25	27	30	30
Wt. of dewaxed oil (g)	20.59	20.70	23.09	25.03	25.06
% wax in dewaxed oil (% wt)	10.12	13.24	15.23	19.22	22.31
P. pt. of dewaxed oil (°C)	16	18	22	25	27
Vol. of wax (ml)	50	50	48	45	45
Wt. of wax (g)	42.76	42.58	39.21	37.23	37.26
% wax in wax (% wt)	68.10	69.49	64.10	62.87	62.97
melting point (°C)	54.7	54.8	54	53	53
Solvent recovery (ml)	670	640	640	640	645
Solvent loss (ml)	50	80	80	80	75
Vol. of HD loss (ml)	4	5	5	5	5
Wt. of HD loss (g)	3.85	3.92	4.90	4.94	4.88

ตารางที่ ๖.6 ผลการทดลองหาอัตราการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมของของผสม

Density of HD at 60 °C	= 0.840
Ratio of MEK/toluene	= 75/25 (v/v) = 3/1 (v/v)
Ratio of HD/solvent	= 1/9 (v/v at 60 °C)
Wt. of HD used	= 67.20 g
Vol. of HD used	= 80 ml
Vol. of solvent used	= 720 ml
Total volume of mixture	= 800 ml
Initial temp. of mixture	= 30 °C
Final temp. of mixture	= 0 °C
Stirring rate	= 150 rpm
Pressure drop of filtration	= 4 in. Hg -----> 0 in. Hg
Filtration area	= 50.27 cm ² = 5.03 x 10 ⁻³ m ²

Average cooling rate (°C/min.)	0.25	0.50	0.75	1	1.25
Temp. of cold brine in (°C)	-7	-7	-7	-12	-13
Temp. of cold brine out (°C)	-6.9	-6.9	-6.9	-12	-13
Vol. of filtrate (ml)	470	480	400	400	370
Vol. of wax cake (ml)	270	270	330	330	350
Filtration time (min.)	11	9	6	5	7
Avg. filt. rate x 10 ⁴ (m ³ /m ² .s)	1.41	1.77	2.21	2.65	1.75
Vol. of dewaxed oil (ml)	30	30	25	25	25
Wt. of dewaxed oil (g)	24.02	25.05	20.70	20.36	20.35
% wax in dewaxed oil (% wt)	13.36	13.57	13.24	15.19	14.98
P. pt. of dewaxed oil (°C)	18	18.5	18	21	20.5
Vol. of wax (ml)	46	46	50	50	50
Wt. of wax (g)	39.68	38.53	42.58	42.64	42.62
% wax in wax (% wt)	64.38	66.45	66.44	64.10	65.44
melting point (°C)	54	54.3	54.3	54	54.1
Solvent recovery (ml)	640	650	640	640	620
Solvent loss (ml)	80	70	80	80	100
Vol. of HD loss (ml)	4	4	5	5	5
Wt. of HD loss (g)	3.50	3.62	3.92	4.20	4.23

ตารางที่ ง.7 ผลการทดลองหาสมมูลของระบบน้ำมัน ไร่ และตัวทำละลาย ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Temp. °C	Mixture HD/S	Filtrate			Cake		
		weight fraction			weight fraction		
		s	o	w	s	o	w
28.5	1/9	0.90	0.06	0.04	0.62	0.06	0.32
	3/7	0.74	0.19	0.07	0.54	0.15	0.31
	1/1	0.54	0.37	0.09	0.40	0.26	0.34
	7/3	0.33	0.55	0.12	0.24	0.33	0.43
	9/1	0.10	0.71	0.19	0.07	0.40	0.53
20.0	1/1	0.51	0.38	0.11	0.25	0.19	0.56
	2/3	0.61	0.31	0.08	0.33	0.15	0.52
	3/7	0.73	0.21	0.06	0.19	0.09	0.72
	1/4	0.84	0.13	0.03	0.46	0.08	0.46
	1/9	0.92	0.06	0.02	0.23	0.03	0.74
	1/19	0.96	0.03	0.01	0.12	0.04	0.84
10.0	1/1	0.28	0.62	0.10	0.36	0.24	0.40
	2/3	0.48	0.45	0.07	0.46	0.20	0.34
	3/7	0.69	0.26	0.05	0.46	0.14	0.40
	1/4	0.81	0.16	0.03	0.53	0.09	0.38
	1/9	0.93	0.06	0.01	0.44	0.04	0.52
	1/19	0.96	0.03	0.01	0.22	0.04	0.74
5.0	1/1	0.17	0.72	0.11	0.33	0.22	0.45
	2/3	0.39	0.53	0.08	0.42	0.19	0.39
	3/7	0.59	0.36	0.05	0.46	0.14	0.40
	1/4	0.77	0.20	0.03	0.35	0.08	0.57
	1/9	0.93	0.06	0.01	0.34	0.04	0.62
	1/19	0.96	0.03	0.01	0.38	0.02	0.60
0.0	1/1	0.18	0.73	0.09	0.37	0.24	0.39
	2/3	0.42	0.53	0.05	0.45	0.20	0.35
	3/7	0.64	0.32	0.04	0.46	0.13	0.41
	1/4	0.81	0.17	0.02	0.51	0.09	0.40
	1/9	0.93	0.06	0.01	0.46	0.04	0.50
	1/19	0.96	0.03	0.01	0.35	0.03	0.62

s = solvent (MEK/toluene = 3/1)

o = oil

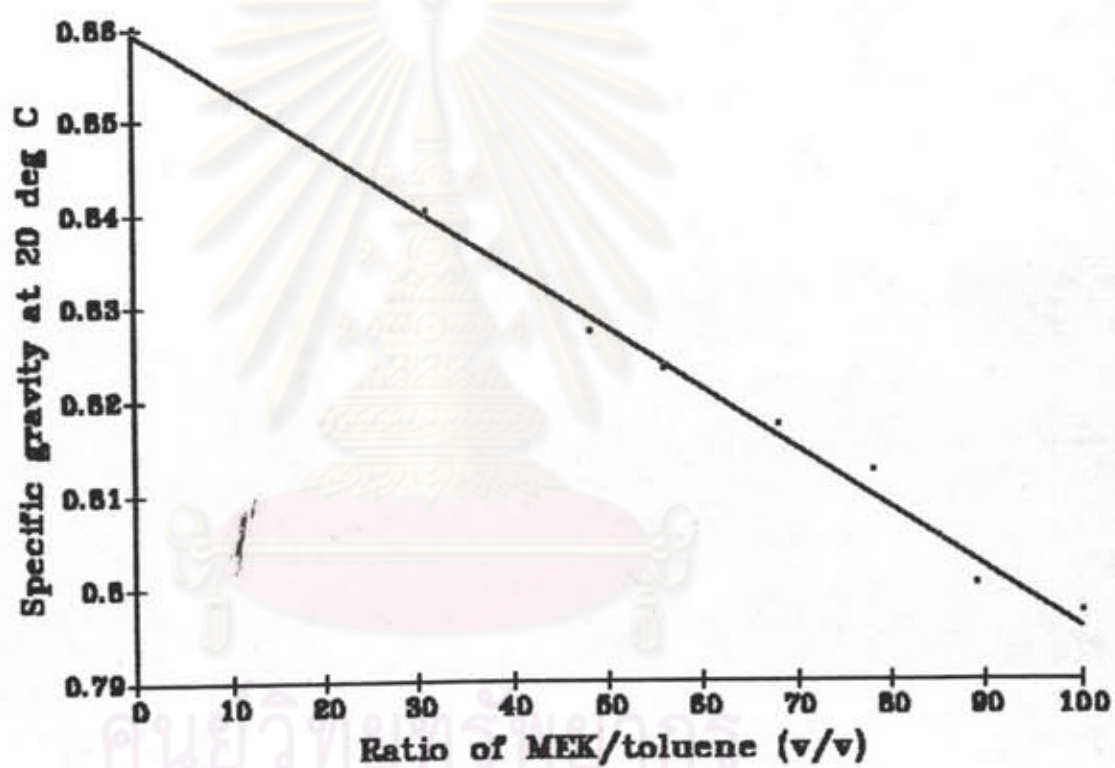
w = wax

HD = heavy distillate

ตารางที่ ง.8 อัตราส่วนของ MEK/toluene (ร้อยละโดยปริมาตรที่ 20 °ซ) ในตัวทำละลายผสม
กับความถ่วงจำเพาะของตัวทำละลายผสม

Ratio of MEK/toluene (v/v at 20 °ซ)	ความถ่วงจำเพาะ
100	0.797
89	0.800
85	0.805
78	0.812
68	0.817
56	0.823
48	0.827
31	0.840
0	0.860

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน MEK/toluene (โดยปริมาตรที่ 20 °ซ)
ในตัวทำละลายผสม กับความถ่วงจำเพาะของตัวทำละลายผสมที่ 20 °ซ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายนพพร แซ่เตีย
การศึกษา ปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี
มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปี พ.ศ. 2526



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย