

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

ปราโมทย์ ไชยเวช , ปีโตรเลียมเทคโนโลยี , โรงพิมพ์สุนทรอภเชษท , หน้า 175

ศุทธิ์ บรรจงจิตร , หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง , ซีเอ็ด ยูเคชั่น , หน้า 906-908

ภาษาอังกฤษ

Albin H. Warth.1956.The Chemistry and Technology of Waxes. New York : Reinhold Publishing Corporation , pp. 377-863

Dieter Klamann .1984. Lubricants and Related Products .(n.p.) :pp. 50-83

Elsevier .1983. The Petroleum Handbook .(n.p.): pp. 257-463

G.O. Hobson.1984. Modern Petroleum Technology .(n.p.): pp. 1021-1041

H. Bennett.1963. Industrial Waxes vol. 1 (Natural & Synthetic waxes). New York : Chemical Publishing Company, Inc. , pp. 3-88

Jame G. Speight .1980. The Chemistry and Technology of Petroleum .(n.p.): pp. 394-456

J.P.Allinson.1973.Criteria for Quality of Petroleum Products (n.p.): Applied Science Publishers.

Kirk othmer .1978. Encyclopedia of Chemical Technology .(n.p.): pp. 446-475

T.P. Hilditch.1945.The Industrial Chemistry of The Fats and Waxes , 2nd edition, revised and enlarged.(n.p.): Printed by Bailliere, Tindall and Cox.

W.L. Nelson .1958. Petroleum Refinery Engineering .(n.p.): pp.339-393

ASTM D 87 , Standard Test Method for Melting Point of Petroleum Wax , 1992

ASTM D 721 , Standard Test Method for Oil Content of Petroleum Waxes , 1993

ASTM D 938 , Standard Test Method for Congealing Point of Petroleum Wax , 1993

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลอ้างอิง

ตารางที่ ก-1 แสดงคุณสมบัติของแว็กซ์เกรดต่าง ๆ จากหน่วยแยกไซ

เกรด	Density@15°C (g/cm ³)	Flash point (°C)	Kinematic Viscosity @100°C (CST)	Oil content %wt	Melting point (°C)
60N SW	0.7928	172	2.185	25.79	52
150N SW	0.8241	212	3.814	25.51	58
500N SW	0.8531	260	8.148	26.25	72
150 BS SW	0.8872	316	17.61	26.92	80

หมายเหตุ

N: Neutral

SW: SLACK WAX (สแลกแว็กซ์)

BS: BRIGHT STOCK เป็นเกรดของแว็กซ์ที่มีความหนืดสูงสุด

60N SW และ 150N SW คือ แว็กซ์เกรดเบา (light grade)

500N SW และ 150 BS SW คือ แว็กซ์เกรดหนัก (heavy grade)

ตารางที่ ก-2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเกรดต่าง ๆ จากหน่วยแยกไข

เกรด	Specific gravity	Density @ 15°C	Flash point	Pour point	Kinematic Viscosity(cst)	
	@ 60/60°C	(g/cm ³)	(°C)	(°C)	@ 40°C	@ 100°C
60 N	0.8511	0.8506	178	-9	9.957	2.641
150 N	0.8716	0.8711	216	-9	30.48	5.293
500 N	0.8857	0.8852	262	-9	96.29	10.94
150 BS	0.9028	0.9023	320	-6	463.6	30.89

หมายเหตุ BS = BRIGHT STOCK เป็นเกรดของน้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดสูงสุด

ตารางที่ ก-3 แสดงแฟคเตอร์ที่ใช้ปรับเปลี่ยนหน่วย

To convert from	To	Multiply by
Btu	Cal _m	251.996
	Ft-lb _f	778.17
	J	1055.06
	KWh	2.9307×10^{-4}
Btu/lb	Cal _m /g	0.55556
Btu/lb°F	Cal _m /g - °C	1*
Btu/ft ² - h	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² - h - °F	W/m ² - °C	5.6783
	Kcal / m ² - h - K	4.882
Btu-ft/ft ² -h-°F	W-m/ m ² - °C	1.73073
	Kcal / m - h - K	1.488

ตารางที่ ก-4 แสดงค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสารต่างๆ

Material	M.p. °C	Heat of fusion. (cal/g)
Wax (bees)	61.8	42.3

ภาคผนวก ข.
ตัวอย่างการคำนวณ



การคำนวณผลผลิตร้อยละ (% yield) ของแก๊ซ

สามารถคำนวณผลผลิตร้อยละของแก๊ซได้เมื่อทราบ น้ำหนักแก๊ซหลังจากสเวดแล้ว และ น้ำหนักแก๊ซก่อนทำการสเวด ตามสมการดังนี้คือ

$$\text{ผลผลิตร้อยละ (\% yield) ของการสเวด} = \frac{\text{น้ำหนักแก๊ซหลังจากสเวด} \times 100}{\text{น้ำหนักแก๊ซก่อนสเวด}}$$

จากตารางข้อมูลการทดลองตารางที่ ง-31 และ ง-32 แสดงค่าต่างๆ ดังนี้

1. น้ำหนักแก๊ซก่อนสเวดครั้งที่ 1 เท่ากับ 262.20 กรัม
2. น้ำหนักแก๊ซหลังจากสเวดครั้งที่ 1 เท่ากับ 131.80 กรัม
3. น้ำหนักแก๊ซหลังจากสเวดครั้งที่ 2 เท่ากับ 125.00 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตร้อยละ (\% yield) ของการสเวด} &= \frac{125.00 \times 100}{262.20} \\ &= 47.67 \% \end{aligned}$$

การคำนวณประสิทธิภาพการลดลงของน้ำมันในแก๊ซ

สามารถคำนวณประสิทธิภาพการลดลงของน้ำมันในแก๊ซได้เมื่อทราบ เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซหลังจากสเวตแล้ว และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซก่อนทำการสเวต ตามสมการดังนี้

ประสิทธิภาพการลดลง

$$\text{ของน้ำมันในแก๊ซ} = 100 - \left[\frac{\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซหลังจากสเวต} \times 100}{\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซก่อนสเวต}} \right]$$

จากตารางข้อมูลผลการทดลองตารางที่ ง-31 และ ง-32 แสดงค่าต่างๆ ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซก่อนสเวตครั้งที่ 1 เท่ากับ 24.31 เปอร์เซ็นต์
2. เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซหลังจากสเวตครั้งที่ 1 เท่ากับ 1.17 เปอร์เซ็นต์
3. เปอร์เซ็นต์น้ำมันในแก๊ซหลังจากสเวตครั้งที่ 2 เท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการลดลงของน้ำมัน

$$\text{ในแก๊ซ} = 100 - \left[\frac{0.60 \times 100}{24.31} \right]$$

$$= 97.53 \%$$

ภาคผนวก ค.

มาตรฐานการตรวจวัดค่าต่างๆตาม ASTM

คุณสมบัติทางกายภาพของแวกซ์

1. ASTM D87-IP55 จุดหลอมเหลวของแวกซ์

นำตัวอย่างของแวกซ์หลอมเหลวในหลอดทดลองพร้อมด้วยเทอร์โมมิเตอร์ มาวางไว้ใน Air bath ซึ่งถูกแทรกไว้ใน Water bath ที่อุณหภูมิห้อง ความร้อนแฝงของการตกผลึกที่ปล่อยออกระหว่างการแข็งตัวของพาราฟินแวกซ์เพียงพอที่จะหน่วงอัตราการเย็นตัวชั่วขณะ ด้วยผลนี้ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในความสัมพันธ์ของเวลาต่ออุณหภูมิ อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นนั้นคือจุดหลอมเหลว วิธีการทดลองนี้ไม่เหมาะสมกับแวกซ์ชนิด ไมโครคริสตัลไลน์ วาสลีน หรือแวกซ์ที่ประกอบไปด้วย non-normal hydrocarbon จำนวนมาก

2. ASTM D127-IP133 การลดจุดหลอมเหลวของปิโตรเลียมแวกซ์ และรวมถึงวาสลีน

วิธีนี้สามารถใช้ได้กับปิโตรเลียมแวกซ์และ Wax-resin blends ส่วนใหญ่ กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกแช่เย็นถูกเคลือบโดยแวกซ์ที่หลอมเหลว (ซึ่งจะถูกทำให้แข็งตัว) วางลงในหลอดทดลองและให้ความร้อนตามอัตราที่กำหนดใน Water bath จุดหลอมเหลวคือ อุณหภูมิที่เกิดการหยุดของของเหลวที่เทอร์โมมิเตอร์

3. ASTM D938-IP76 จุดที่เกิดการแข็งตัว (Congealing Point) ของปิโตรเลียมแวกซ์และรวมถึงวาสลีน

ขั้นตอนการปฏิบัตินี้สามารถใช้กับปิโตรเลียมแวกซ์ และ Wax-resin blends ได้เกือบทุกชนิด กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จะถูกจุ่มลงในแวกซ์ที่หลอมเหลวซึ่งวางอยู่ในขวดเล็กๆ ที่ถูกให้ความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ถูกยึดให้อยู่ในแนวนอน และหมุนอย่างช้าๆ ตามแกนนั้นนานจนกว่าไขยังคงเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ลดการหมุนของเทอร์โมมิเตอร์คือ จุดที่เกิดการแข็งตัว

4. ASTM D721-IP158 ปริมาณน้ำมันที่อยู่ในปิโตรเลียมแวกซ์

ความจริงที่ว่า น้ำมันสามารถละลายได้ดีมากกว่าแวกซ์ในเมทิลเอทิลคีโตน ที่อุณหภูมิต่ำถูกใช้ในวิธีปฏิบัตินี้ ตัวอย่างแวกซ์ที่ถูกชั่งน้ำหนักจะถูกละลายในเมทิลเอทิลคีโตนอุ่น ภายในหลอดทดลองและถูกแช่เย็นที่ -25 องศาฟาเรนไฮต์ (-32 องศาเซลเซียส) เพื่อตกตะกอนแวกซ์ สาร

ละลายของตัวทำละลายและน้ำมัน จะถูกแยกออกจากแก๊สโดยการกรองด้วยความดันผ่านแท่งกรอง sintered สารละลายจะระเหยออก และสารตกค้างจะถูกขัง

ค่ามาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินคุณสมบัติทางกายภาพ

1. จุดหลอมเหลว

จุดหลอมเหลวเป็นวิธีการทดสอบที่ใช้กันมากในการตัดสินคุณภาพและชนิดของปิโตรเลียมแก๊ส จะไม่หลอมเหลวที่อุณหภูมิที่แน่นอน เพราะมีส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนหลายตัวที่มีจุดหลอมเหลวต่างกัน พาราฟินแก๊สมีส่วนผสมพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกัน โดยปกติจะมีช่วงจุดหลอมเหลวที่แคบ ไมโครคริสตัลไลน์แก๊สกับปิโตรลาทัมมีความซับซ้อนมากกว่า ดังนั้นจะมีจุดหลอมเหลวในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่า จุดหลอมเหลวของแก๊สมีความสำคัญทั้งทางตรงและทางอ้อมในการนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่พาราฟินแก๊สในการตลาดจะอ้างอิงที่จุดหลอมเหลวทั้งจุดหลอมเหลวแบบอังกฤษ (EMP) หรือแบบอเมริกัน (AMP)

มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะอ้างอิงจุดหลอมเหลวเป็นหลัก เพราะว่ามีผลกระทบกับค่าต่างๆ ที่สำคัญดังตัวอย่างเช่น ในการเคลือบกระดาษ แก๊สที่มีจุดหลอมเหลวสูงบางตัวจะแตกสลายอย่างรวดเร็วในขั้นตอนการทำกระดาษ แต่มีคุณสมบัติที่ดีคือ มีความมันวาวและกันน้ำได้ดี แก๊สที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจะมีค่าความต้านทานการแตกตัวดี ดังนั้นจุดหลอมเหลวจะมีความสำคัญเป็นอันดับสองเมื่อเทียบกับค่าความแข็ง ความหนา หรือความยืดหยุ่น

2. ปริมาณน้ำมันที่ผสมอยู่ในแก๊ส

เป็นที่ทราบกันว่าเมื่อมีการแบ่งแยกชัดเจนระหว่างส่วนที่เป็นน้ำมันกับแก๊ส ในส่วนประกอบที่เป็นอิสระของแก๊สทางการค้ามีจุดหลอมเหลวในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง ส่วนประกอบอาจจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งถูกอ้างว่าเป็นน้ำมัน

มีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งแยกให้แน่ชัดระหว่างพาราฟินแก๊ส ไมโครคริสตัลไลน์แก๊ส และปิโตรลาทัม เมื่อมีการถกเถียงถึงความสำคัญของน้ำมันที่ผสมอยู่เพราะความแตกต่างของความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในแต่ละแบบของแก๊สกับน้ำมัน

น้ำมันที่ผสมอยู่ในพาราฟินแวกซ์จะขึ้นกับระดับความบริสุทธิ์ ในการบำบัดแวกซ์ให้มีคุณภาพที่ดีโดยปกติจะมีน้ำมันผสมอยู่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ แวกซ์ที่ประกอบด้วยน้ำมันที่มีปริมาณที่มากกว่าปริมาณข้างต้นถูกเรียกว่า สเตลแวกซ์ ถึงแม้ว่าเกรดระดับกลางจะเป็นที่รู้จักกันในชื่อของเซมิรีไฟน์แวกซ์ ในบางครั้งเป็นที่รู้กันว่า แวกซ์ส่วนใหญ่จะมีน้ำมันผสมอยู่ประมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์

น้ำมันที่เกินจะแยกตัวออกจากพาราฟินแวกซ์ และจะสังเกตเห็นน้ำมันแยกตัวออกจากแวกซ์ ซึ่งจะไม่เหมาะในการนำไปใช้ประโยชน์โดยบางส่วนจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการห่อหุ้มอาหาร น้ำมันที่ผสมอยู่ในอัตราที่สูงจะมีผลทำให้แวกซ์มีผลกระทบในทางไม่ดีทั้งในด้านความแข็งแรง ความสามารถในการทำแรงดึง ความแกร่ง กลิ่น รส สี และความคงทนของสี

ไมโครคริสตัลไลน์แวกซ์ มีความสำคัญกับน้ำมันมากกว่าพาราฟินแวกซ์ เพราะมีโครงสร้างผลึกที่เล็กกว่าโดยปริมาณน้ำมันที่ยอมรับได้ขึ้นกับชนิดของแวกซ์และจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ปริมาณน้ำมันของไมโครคริสตัลไลน์แวกซ์โดยทั่วไปจะมีมากกว่าพาราฟินแวกซ์ และจะมีค่าสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์

ความแข็งของเนื้อแวกซ์

ความแข็งของเนื้อแวกซ์ สามารถทำได้โดยการวัดแบบพีเนเทรชัน (penetration) ในทางลึกของเข็ม (Needle) หรือ Cone ที่เจาะลงไปเนื้อแวกซ์ เป็นวิธีปกติในการตัดสินค่าความแข็ง เทคนิคสำหรับการวัดความแข็งจะใช้ Cone Penetration สำหรับแวกซ์ที่อ่อน และ Needle Penetration สำหรับแวกซ์ที่แข็ง เป็นมาตรฐานตาม ASTM

ความแข็งเป็นการวัดค่าความต้านทานการเสียดหรือความเสียหาย เป็นสิ่งสำคัญสำหรับแวกซ์ การทดสอบอื่นที่นิยมสำหรับแวกซ์เป็นการทดสอบหาค่าด้านการดึง การทดสอบการแตกหัก ก็เป็นตัวชี้ค่าความแข็งแกร่งหรือความเหนียวของแวกซ์ โดยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งและการบิดรูป

APPROVED AS
 AMERICAN STANDARD
 BY THE AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION
 ASA NO.: Z11.52-1956
 UDC 665.41:620.1
 TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND
 PAPER INDUSTRY TENTATIVE METHOD
 T 636 m-57

Tentative Method of Test for OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES¹



ASTM Designation: D 721 - 56 T

ISSUED, 1949; REVISED, 1951, 1953, 1955, 1956.²

This Tentative Method has been approved by the sponsoring committee and accepted by the Society in accordance with established procedures, for use pending adoption as standard. Suggestions for revisions should be addressed to the Society at 1916 Race St., Philadelphia 3, Pa.

This method was prepared jointly by the Technical Association of Pulp and Paper Industry and the American Society for Testing Materials.

Scope

1. This method describes a test procedure for the determination of oil in petroleum waxes having a melting point of 105 F or higher, and containing not more than 15 per cent of oil.³

Outline of Method

2. The sample is dissolved in methyl ethyl ketone, the solution cooled to -25 F to precipitate the wax, and filtered. The oil content of the filtrate is determined by evaporating the methyl ethyl ketone and weighing the residue.

¹ Under the standardization procedure of the Society, this method is under the jurisdiction of the ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants.

² Latest revision accepted by the Society at the Annual Meeting, June, 1956.

In 1956, Section 3(a), Fig. 1, and the Appendix were changed to incorporate pore size dimensions in the filter used, and a method for determining the pore size.

³ This method is being used by some laboratories for products of lower melting point and higher oil content.

Apparatus

3. (a) *Filter Stick and Assembly*, consisting of a 10-mm diameter sintered glass filter stick of 10 to 15 μ maximum pore diameter as determined by the method in the Appendix, provided with an air pressure inlet tube and delivery nozzle. It is provided with a ground-glass joint to fit a 25 by 170-mm test tube. The dimensions for a suitable filtration assembly are shown in Fig. 1.

NOTE 1.—A metallic filter stick may be employed if desired. A filter stick made of stainless steel and having a $\frac{1}{8}$ -in. disk of 10 to 15 μ maximum pore diameter, as determined by the method in the Appendix, has been found to be satisfactory.⁴ The metallic apparatus is inserted into a 25 by 150-mm test tube and held in place by means of a cork.

⁴ A suitable metal filter stick with designated porosity G may be obtained from the Micro Metallic Corp., 30 Sea Cliff Ave., Glen Cove, N. Y.

TEST FOR OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES (D 721)

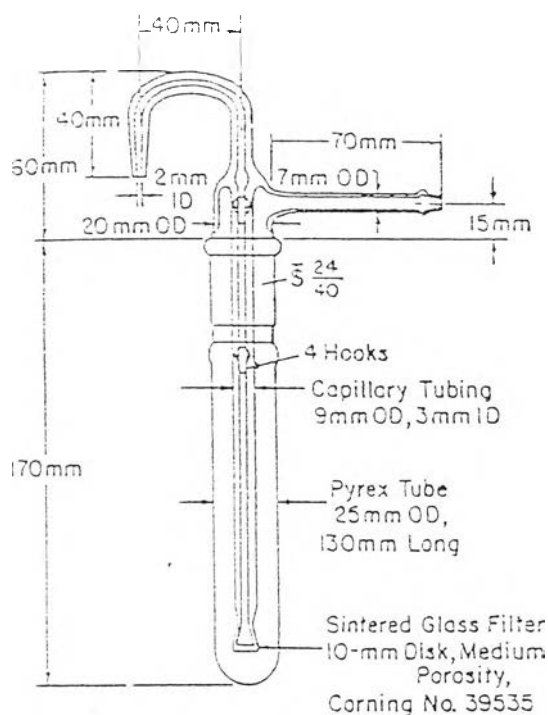
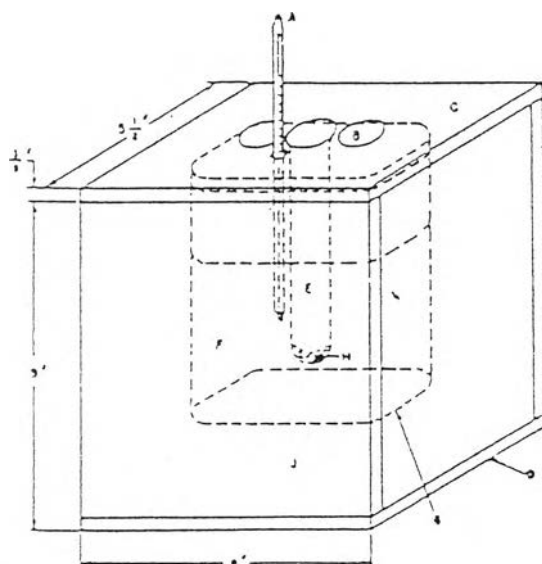


FIG. 1.—Filter Stick and Assembly.

(b) *Cooling Bath*, consisting of an insulated box with 1-in. holes in the center to accommodate any desired number of test tubes. The bath may be filled with a suitable medium such as kerosine, and may be cooled by circulating a refrigerant through coils, or by using solid carbon dioxide. A suitable cooling bath to accommodate three test tubes is shown in Fig. 2.

(c) *Dropper Pipet*, provided with a rubber bulb, and calibrated to deliver 1 ± 0.05 g of molten wax.



- A—Thermometer, ASTM Low Cloud and Pour.
 B—Hole, 1 in. in diameter.
 C—Phenolic plastic top.
 D—Wood box, $\frac{3}{8}$ -in. plywood.
 E—Test tube, 25 by 150 mm.
 F—Kerosine and dry ice.
 G—Metal can, 1-qt capacity.
 H—Absorbent cotton.
 J—Glass wool insulation surrounding can.

FIG. 2.—Cooling Bath.

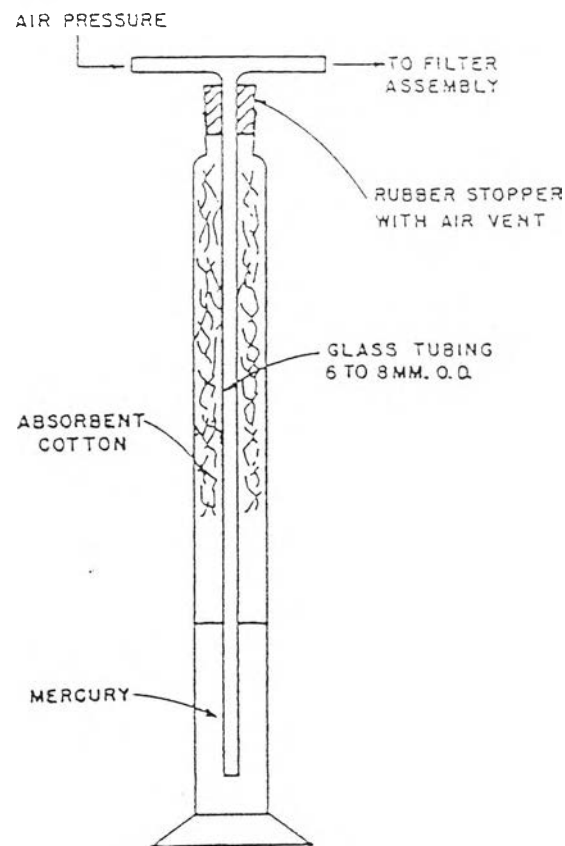


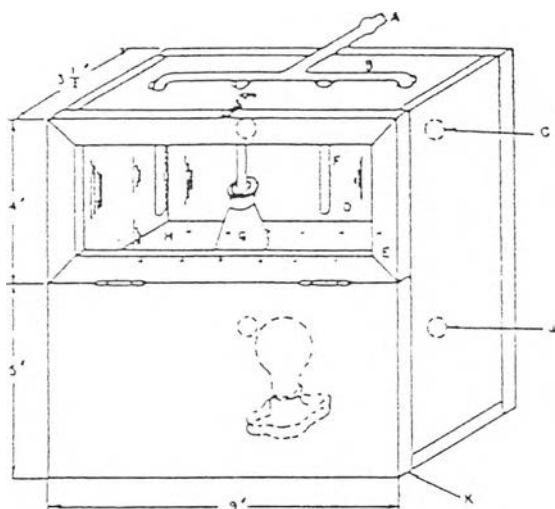
FIG. 3.—Air Pressure Regulator.

(d) *Transfer Pipet*, calibrated to deliver 15 ± 0.06 ml.

(e) *Air Pressure Regulator*, designed to supply air to the filtration assembly (Section 6(e)) at the volume and pressure required to give an even flow of filtrate. Either the conventional pressure-reducing valve or a mercury bubbler-type regulator has been found satisfactory. The latter type, illustrated in Fig. 3,

TEST FOR OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES (D 721)

consists of a 250-ml glass cylinder and a T-tube held in the cylinder by means of a rubber stopper grooved at the sides to permit the escape of excess air. The volume and pressure of the air supplied to the filtration assembly is regulated to a depth to which the T-tube is immersed in mercury at the bottom of the cylinder.



- A—Filtered air from flowmeter.
 B—Pyrex glass manifold, 6 mm in outside diameter.
 C—Air exit, $\frac{3}{4}$ in. in diameter.
 D—Glass door.
 E—Wood door frame.
 F—Jet 4 mm in inside diameter.
 G—Weighing bottle, 15-ml capacity.
 H—Aluminum platform with holes for hot air, $\frac{1}{4}$ in. in diameter.
 J—Air entrance, $\frac{3}{4}$ in. in diameter.
 K—Plywood, $\frac{3}{8}$ in. in thickness.

FIG. 4.—Evaporation Assembly.

Absorbent cotton placed in the space above the mercury prevents the loss of mercury by spattering. The air pressure regulator is connected to the filter stick and assembly by means of rubber tubing.

(f) *Thermometers*.—Oil in Wax Thermometers having the range of -35 to $+70$ F and conforming to the requirements for Thermometers 71F as prescribed in ASTM Specifications E 1.⁵

(g) *Weighing Bottles*, conical in shape and glass-stoppered, having a capacity of 15 ml.

⁵ Appears in this publication, see Contents in Numeric Sequence of ASTM Designations at front of book.

(h) *Evaporation Assembly*, consisting of an evaporating cabinet and connections, essentially as illustrated in Fig. 4, and capable of maintaining a temperature of 95 ± 2 F around the evaporation flasks. Construct the jets with an inside diameter of 4 ± 0.2 mm for delivering a stream of clean, dry air vertically downward into the weighing bottle. Support each jet so that the tip is 15 ± 5 mm above the surface of the liquid at the start of the evaporation. Supply air at the rate of 2 to 3 liters per min per jet, purified by passage through a tube of 1-cm bore packed loosely to a height of 20 cm with absorbent cotton. Periodically check the cleanliness of the air by evaporating 4 ml of methyl ethyl ketone by the procedure specified in Section 6(e). When the residue does not exceed 0.1 mg, the evaporation equipment is operating satisfactorily.

(i) *Analytical Balance*, capable of reproducing weights to 0.1 mg. The sensitivity should be adjusted so that 0.1 mg will deflect the pointer one half division on the pointer scale.

(j) *Wire Stirrer*.—A piece of stiff iron or nichrome wire of about No. 20 B & S gage, 250 mm long. A 10-mm diameter loop is formed at each end, and the loop at the bottom end is bent so that the plane of the loop is perpendicular to the wire.

Solvent

4. *Methyl ethyl ketone*, conforming to ASTM Specifications D 740, for Methyl Ethyl Ketone,⁶ and having a refractive index at 68 F of 1.378 ± 0.002 . The residue remaining after the evaporation of 4 ml by the procedure specified in Section 6(e) must not exceed 0.1 mg.

Sample

5. If the sample of wax is 2 lb or less, obtain a representative portion by melting the entire sample and stirring thor-

⁶ 1958 Book of ASTM Standards, Part 8.

TEST FOR OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES (D 721)

oughly. For samples over 2 lb, exercise special care to insure obtaining a truly representative portion, bearing in mind that the oil may not be distributed uniformly throughout the sample, and that mechanical operations may express some of the oil.

Procedure

6. (a) Melt a representative portion of the sample in a beaker, using a water bath or oven maintained at 160 to 210 F. As soon as the wax is completely melted, thoroughly mix by stirring. Preheat the dropper pipet in order to prevent the solidification of wax in the tip, and withdraw a 1-g portion of the sample as soon as possible after the wax has melted. Hold the pipet in a vertical position, and carefully transfer its contents into a clean, dry test tube previously weighed to the nearest 1 mg (Note 2). Swirl the test tube so as to coat the bottom evenly with wax. This permits more rapid solution later. Allow the test tube to cool, and weigh to the nearest 1 mg.

NOTE 2.—The weight of a test tube which is cleaned by means of solvents will not vary to a significant extent. Therefore, a tare weight may be obtained and used repeatedly.

(b) Pipet 15 ml of methyl ethyl ketone into the test tube and place the latter just up to the level of its contents in a hot water or steam bath. Heat the solvent-wax mixture, stirring up and down with the wire stirrer, until a homogeneous solution is obtained. Exercise care to avoid loss of solvent by prolonged boiling.

NOTE 3.—Very high-melting microcrystalline wax samples may not form clear solutions. Stir until the undissolved material is well dispersed as a fine cloud.

Plunge the test tube into an 800-ml beaker of ice water and continue to stir until the contents are cold. Remove the stirrer. Remove the test tube from the

ice bath, wipe dry on the outside with a cloth, and weigh to the nearest 0.1 g.

NOTE 4.—During this operation the loss of solvent through vaporization should be less than 1 per cent. The weight of the solvent is, therefore, practically a constant, and, after a few samples are weighed, this weight, approximately 11.9 g, can be used as a constant factor.

(c) Place the test tube containing the wax-solvent slurry in the cooling bath, which is maintained at -30 ± 2 F. During this chilling operation it is important that stirring by means of the thermometer be almost continuous, in order to maintain a slurry of uniform consistency as the wax precipitates. Do not allow the wax to set up on the walls of the cooling vessel nor permit any lumps of wax crystals to form. Continue stirring until the temperature reaches -25 ± 0.5 F.

(d) Immerse in the mixture the clean, dry filter stick, which has previously been cooled by placing it in a test tube and holding at -30 ± 2 F in the cooling bath for a minimum of 10 min. Seat the ground-glass joint of the filter so as to make an air-tight seal. Place an unstoppered weighing bottle, previously weighed together with the glass stopper to the nearest 0.1 mg, under the delivery nozzle of the filtration assembly.

NOTE 5.—Take every precaution to insure the accuracy of the weight of the stoppered weighing bottle. Prior to determining this weight, rinse the clean, dry, weighing bottle and stopper with methyl ethyl ketone, wipe dry on the outside with a cloth, and place in the evaporation assembly to dry for about 5 min. Then remove the weighing bottle and stopper, place near the balance, and allow to stand for 10 min prior to weighing. Stopper the bottle during this cooling period. Once the weighing bottle and stopper have been dried in the evaporation assembly, lift only with forceps. Take care to remove and replace the glass stopper with a light touch.

(e) Apply air pressure to the filtration assembly, and immediately collect about 4 ml of filtrate in the weighing bottle. Release the air pressure to permit the

TEST FOR OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES (D 721)

liquid to drain back slowly from the delivery nozzle. Remove the weighing bottle immediately, and stopper and weigh to the nearest 10 mg without waiting for it to come to room temperature. Unstopper the weighing bottle and place it under one of the jets in the evaporation assembly maintained at 95 ± 2 F, with the air jet centered inside the neck, and the tip 15 ± 5 mm above the surface of the liquid. After the solvent has evaporated, which usually takes less than 30 min, remove the bottle, stopper, and place near the balance. Allow to stand for 10 min and weigh to the nearest 0.1 mg. Repeat the evaporation procedure, using a 5-min evaporation period instead of 30 min, until the loss between successive weighings is not over 0.2 mg.

Calculation

7. Calculate the amount of oil in the wax as follows, and if the result is negative report as zero.

Oil in Wax, per cent by weight

$$= \frac{100 AC}{BD} - 0.15$$

where:

A = weight of oil residue, in grams,
 B = weight of wax sample, in grams,

C = weight of solvent, in grams, obtained by subtracting weight of test tube plus wax sample (Section 6(a)) from weight of test tube and contents (Section 6(b)), and

D = weight of solvent evaporated, in grams, obtained by subtracting weight of weighing bottle plus oil residue from weight of weighing bottle plus filtrate (Section 6(e)).

0.15 = average factor correcting for the solubility of wax in the solvent at -25 F.

Precision

8. The following data should be used for judging the acceptability of results (95 per cent probability).

(a) Duplicate results by the same operator should be suspect if they differ by more than the following amounts:

Oil Content, per cent	Repeatability
Under 2.....	0.1 per cent
2 and over.....	5 per cent of mean

(b) The results submitted by each of two laboratories should be suspect if they differ by more than the following amounts:

Oil Content, per cent	Reproducibility
Under 2.....	0.25 per cent
2 and over.....	7.5 per cent of mean or 0.2 per cent (absolute) whichever is greater

(See Appendix, p. 317.)

TEST FOR OIL CONTENT OF PETROLEUM WAXES (D 721)

APPENDIX

METHOD OF TEST FOR MEASUREMENT OF MAXIMUM PORE DIAMETER OF RIGID POROUS FILTERS

Scope:

A1. This method describes a test procedure for the determination of the acceptability of porous filter sticks used for filtration in ASTM Method D 721. This method establishes the maximum pore diameter and also provides a means of detecting and measuring changes which occur from continued use.

Definitions:

A2. *Maximum Pore Diameter* is the diameter in microns of the largest opening in the filter (Note 1).

NOTE 1.—It is recognized that the maximum pore diameter as defined herein does not necessarily indicate the physical dimensions of the largest pore in the filter. It is further recognized that the pores are highly irregular in shape. Because of the irregularity in shape and other phenomena characteristic of filtration, a filter may be expected to retain all particles larger than the maximum pore diameter as defined and determined herein, and will generally retain particles which are much smaller than the determined diameter.

Outline of Method:

A3. The filter is cleaned and wetted with water. It is then immersed in water. Air pressure is applied against its upper surface until the first bubble of air passes through the filter. The maximum pore diameter is calculated from the surface tension of water and the applied pressure.

Apparatus:

- A4. (a) *Manometer*, mercury filled and readable to 0.5 mm,
 (b) *Air supply*, clean and filtered,
 (c) *Air pressure regulator*, needle-valve type, and
 (d) *Drying oven*.

Procedure:

- A5. (a) Clean sintered-glass filter sticks by soaking in concentrated hydrochloric acid and then wash with distilled water. Clean stainless-steel filter sticks by soaking in concentrated nitric acid for 30 min and then wash with distilled water. Rinse all filter sticks with acetone, air dry, and place in drying oven at 220 F for 30 min.
 (b) Thoroughly wet the clean filter to be tested by soaking it in distilled water.

(c) Assemble the apparatus as shown in Fig. 5. Apply pressure slowly from a source of clean air.

(d) Immerse the filter just below the surface of the water (Note 2).

NOTE 2.—If a head of liquid exists above the surface of the filter, the back pressure produced must be deducted from the observed pressure.

(e) Increase the air pressure to 10 mm below the acceptable pressure limit. Then increase the air pressure at a slow uniform rate of about 3 mm of mercury per minute until the first bubble passes through the filter. This can be conveniently observed by placing the beaker or test tube over a mirror. Read the manometer when the first bubble passes off the underside of the filter.

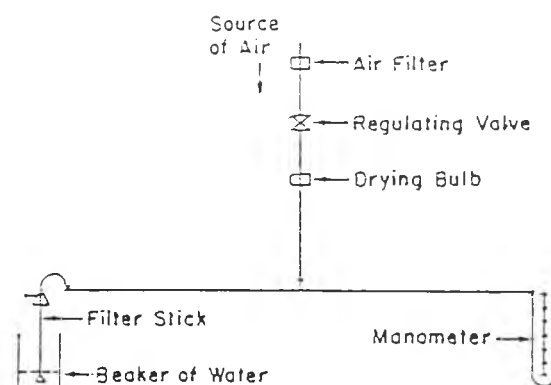


FIG. 5.—Schematic Drawing of Assembled Apparatus for Checking Pore Diameter of Filter Sticks.

Report and Calculation:

A6. The pore diameter is calculated by use of the following equation,

$$D = \frac{2180}{p}$$

where:

D = pore diameter in microns, and
 p = manometer reading in millimeters of mercury.

NOTE 3.—From this equation, pressures corresponding to the upper and lower limits of the specified pore diameters can be calculated. These pressures may be used for acceptance testing.

APPROVED AS
 AMERICAN STANDARD
 BY THE AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION
 ASA NO.: Z11.51-1949
 UDC 668.3: 620.1

Standard Method of Test for

CONGEALING POINT OF PHARMACEUTICAL PETROLATUMS¹



ASTM Designation: D 938 - 49

ADOPTED, 1949.²

This Standard of the American Society for Testing Materials is issued under the fixed designation D 938; the final number indicates the year of original adoption as standard or, in the case of revision, the year of last revision.

Scope

1. This method covers the test for determining the congealing point of pharmaceutical petrolatums or blends of such materials.

NOTE 1.—This method is an alternate to A.S.T.M. Method D 127, Test for Melting Point of Petrolatum and Microcrystalline Wax.³ Results obtained are invariably lower than are obtained by Method D 127, the amount of the deviation varying with the nature of the petrolatum.

Definition

2. *Congeaing Point* is that temperature at which molten petrolatum when allowed to cool under prescribed conditions, ceases to flow.

Apparatus

3. (a) *Thermometer*.—An A.S.T.M. Congealing Point Thermometer, having a range of 68 to 213 F. and conforming

to the requirements for thermometer 54 F as prescribed in ASTM Standard Specifications E 1.⁴

(b) *Thermometer Jacket*, consisting of a 1-oz. glass vial, 25 mm. in diameter and 55 mm. in height, attached to the thermometer by means of a cork.

Procedure

4. (a) Place a sample of sufficient size to represent exactly the material under inspection in a casserole or other suitable dish. Heat slowly, while stirring, to a temperature approximately 15 F. above the expected congealing point.

(b) Fit the thermometer into the jacket so that the bottom of the bulb is 10 to 15 mm. from the bottom of the jacket. Heat the assembly in a water bath to approximately the same temperature as the prepared sample.

(c) When both the sample and the thermometer assembly have reached the required temperature, remove the assembly from the bath. Remove the thermometer immediately from its jacket and immerse the bulb in the molten sample until completely covered, taking

¹ Under the standardization procedure of the Society, this method is under the jurisdiction of the A.S.T.M. Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants.

² Prior to adoption as standard, this method was published as tentative from 1947 to 1949.

³ Appears in this publication, see Contents in Numeric Sequence of ASTM Designations at front of book.

CONGEALING POINT OF PHARMACEUTICAL PETROLATUMS (D 938 - 49)

care not to cover any part of the thermometer stem with sample. Remove the thermometer and adhering sample and place as rapidly as possible in the jacket, holding both the thermometer and its jacket in a horizontal position during this operation.

(3) Rotate the thermometer in a horizontal position at the rate of approximately one revolution in 2 sec. Pause momentarily at the completion of each revolution and inspect the drop of sample on the thermometer bulb. When the drop is observed to rotate with the

bulb, read the thermometer and record the reading as the congealing point.

Report

5. Report the congealing point to the nearest 0.5 F.

Precision

6. Results should not differ from the mean by more than the following amounts:

Repeatability,
One Operator and
Apparatus

1 F

Reproducibility,
Different Operators and
Apparatus

2 F

ภาคผนวก ง.
ข้อมูลการทดลอง



ตารางที่ ง-1 แสดงข้อมูลการสเวต 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม
ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 28.50 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 28-44 องศาเซลเซียส
เวลาที่ใช้ในการสเวต 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟูดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	28.00	260.00	0.00	28.50
1.00	30.00	260.00	0.00	28.50
2.00	32.00	254.50	5.50	27.12
3.00	34.00	245.50	14.50	24.55
4.00	36.00	216.30	43.70	19.74
5.00	38.00	175.50	84.50	13.48
6.00	40.00	141.90	118.10	8.62
7.00	42.00	117.30	142.70	7.22
8.00	44.00	101.70	158.30	5.46

ตารางที่ ง-2 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 101.70 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 5.46 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 32-44 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	32.00	101.70	0.00	5.46
1.00	33.50	101.70	0.00	5.46
2.00	35.00	101.70	0.00	5.46
3.00	36.50	101.70	0.00	5.46
4.00	38.00	101.70	0.00	5.46
5.00	39.50	101.30	0.40	5.38
6.00	41.00	98.90	2.80	5.02
7.00	42.50	96.60	5.10	4.82
8.00	44.00	95.40	6.30	4.57

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 36.69 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-3 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิลทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 28.50 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 28-44 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.6 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	28.00	260.00	0.00	28.50
1.00	29.60	260.00	0.00	28.50
2.00	31.20	257.50	2.50	27.86
3.00	32.80	251.20	8.80	26.94
4.00	34.40	237.50	22.50	25.71
5.00	36.00	221.20	38.80	23.72
6.00	37.60	194.60	65.40	18.33
7.00	39.20	178.50	81.50	16.28
8.00	40.80	148.40	111.60	7.15
9.00	42.40	132.50	127.50	5.58
10.00	44.00	117.50	142.50	3.88

ตารางที่ ง-4 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 117.50 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 3.88 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 32-44 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	32.00	117.50	0.00	3.88
1.00	33.20	117.50	0.00	3.88
2.00	34.40	117.50	0.00	3.88
3.00	35.60	117.50	0.00	3.88
4.00	36.80	117.50	0.00	3.88
5.00	38.00	117.50	0.00	3.88
6.00	39.20	117.30	0.20	3.84
7.00	40.40	116.00	1.50	3.62
8.00	41.60	114.50	3.00	3.35
9.00	42.80	113.70	3.80	3.14
10.00	44.00	112.60	4.90	2.90

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 43.31 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-5 แสดงข้อมูลการสเวต 60N แวกซ์ดิลทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 28.50 เปอร์เซนต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 34-52 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 3.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกอยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	260.00	0.00	28.50
1.00	37.00	194.80	65.20	17.05
2.00	40.00	143.50	116.50	12.96
3.00	43.00	91.00	169.00	6.35
4.00	46.00	74.50	185.50	4.67
5.00	49.00	12.50	247.50	-
6.00	52.00	0.00	260.00	-

ตารางที่ ง-6 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 28.50 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-50 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	260.00	0.00	28.50
1.00	36.00	211.70	48.30	21.52
2.00	38.00	178.80	81.20	13.88
3.00	40.00	141.60	118.40	8.92
4.00	42.00	118.30	141.70	6.55
5.00	44.00	102.40	157.60	5.05
6.00	46.00	94.40	165.60	4.28
7.00	48.00	89.20	170.80	3.89
8.00	50.00	0.00	260.00	-

ตารางที่ ง-7 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดีสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 3.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	260.00	0.00	31.52
1.00	33.00	238.30	21.70	26.11
2.00	36.00	199.70	60.30	17.55
3.00	39.00	152.00	108.00	13.13
4.00	42.00	102.60	157.40	9.27
5.00	45.00	78.80	181.20	4.13
6.00	48.00	68.50	191.50	3.68

ตารางที่ ง-8 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 68.5 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 3.68 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 36-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณพุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	36.00	68.50	0.00	3.68
1.00	38.00	68.00	0.50	3.60
2.00	40.00	66.70	1.80	3.42
3.00	42.00	65.80	2.70	3.27
4.00	44.00	64.90	3.60	2.97
5.00	46.00	63.80	4.70	2.77
6.00	48.00	62.90	5.60	2.58

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 24.19 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-9 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 259.7 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.3 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟูดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	259.70	0.00	31.52
1.00	32.30	246.00	13.70	28.46
2.00	34.50	220.50	39.20	23.39
3.00	36.80	188.60	71.10	15.12
4.00	39.00	148.40	111.30	5.08
5.00	41.30	125.40	134.30	4.11
6.00	43.50	103.10	156.60	3.92
7.00	45.80	96.50	163.20	3.81
8.00	48.00	91.60	168.10	3.37

ตารางที่ ง-10 แสดงข้อมูลการสเวต 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 91.6 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 36-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	36.00	91.60	0.00	3.37
1.00	37.50	91.60	0.00	3.37
2.00	39.00	91.40	0.20	3.32
3.00	40.50	90.20	1.40	3.07
4.00	42.00	88.50	3.10	2.87
5.00	43.50	87.70	3.90	2.69
6.00	45.00	86.50	5.10	2.38
7.00	46.50	85.70	5.90	2.13
8.00	48.00	84.30	7.30	1.95

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 32.46 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวตครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวต *

ตารางที่ ง-11 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 259.2 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.8 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณพุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	259.20	0.00	31.52
1.00	31.80	254.00	5.20	30.28
2.00	33.60	242.80	16.40	27.94
3.00	35.40	227.10	32.10	25.32
4.00	37.20	202.70	56.50	19.66
5.00	39.00	173.10	86.10	15.73
6.00	40.80	142.30	116.90	6.21
7.00	42.60	124.60	134.60	4.28
8.00	44.40	118.80	140.40	3.02
9.00	46.20	115.70	143.50	2.44
10.00	48.00	110.80	148.40	1.76

ตารางที่ ง-12 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 110.8 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 1.76 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 36-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	36.00	110.80	0.00	1.76
1.00	37.20	110.80	0.00	1.76
2.00	38.40	109.46	1.34	1.75
3.00	39.60	109.10	1.70	1.73
4.00	40.80	108.50	2.30	1.70
5.00	42.00	106.00	4.80	1.61
6.00	43.20	105.40	5.40	1.57
7.00	44.40	104.80	6.00	1.53
8.00	45.60	104.20	6.60	1.42
9.00	46.80	103.90	6.90	1.30
10.00	48.00	103.20	7.60	1.22

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 39.81 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-13 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณพุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	260.00	0.00	31.52
1.00	31.50	258.10	1.90	31.52
2.00	33.00	251.60	8.40	30.92
3.00	34.50	245.90	14.10	26.05
4.00	36.00	236.60	23.40	21.26
5.00	37.50	229.40	30.60	19.23
6.00	39.00	172.30	87.70	8.14
7.00	40.50	153.90	106.10	6.63
8.00	42.00	149.60	110.40	5.94
9.00	43.50	146.70	113.30	4.28
10.00	45.00	135.90	124.10	1.86
11.00	46.50	125.00	135.00	1.55
12.00	48.00	123.70	136.30	1.49

ตารางที่ ง-14 แสดงข้อมูลการสเวด 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 123.70 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 1.49 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 36-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	36.00	123.70	0.00	1.49
1.00	37.00	123.70	0.00	1.49
2.00	38.00	123.16	0.54	1.47
3.00	39.00	122.62	1.08	1.44
4.00	40.00	122.20	1.50	1.40
5.00	41.00	121.30	2.40	1.35
6.00	42.00	120.10	3.60	1.31
7.00	43.00	119.30	4.40	1.29
8.00	44.00	118.00	5.70	1.27
9.00	45.00	117.20	6.50	1.21
10.00	46.00	116.60	7.10	0.97
11.00	47.00	115.20	8.50	0.78
12.00	48.00	114.80	8.90	0.68

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 44.15 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-15 แสดงข้อมูลการสเวต 60N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟูตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	260.00	0.00	31.52
1.00	31.20	258.32	1.68	31.52
2.00	32.40	253.26	6.74	29.67
3.00	33.60	248.68	11.32	26.55
4.00	34.80	242.35	17.65	22.87
5.00	36.00	237.88	22.12	19.88
6.00	37.20	230.65	29.35	15.42
7.00	38.40	212.48	47.52	11.91
8.00	39.60	183.74	76.26	7.56
9.00	40.80	156.38	103.62	6.25
10.00	42.00	150.51	109.49	4.06
11.00	43.20	146.14	113.86	3.16
12.00	44.40	141.27	118.73	2.37
13.00	45.60	131.08	128.92	1.65
14.00	46.80	127.33	132.67	1.47
15.00	48.00	126.21	133.79	1.45

ตารางที่ ง-16 แสดงข้อมูลการลเวต 60N แวกซ์ดิลทิลเลตครั้งที่ 1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการลเวต 30-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการลเวต 18 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	260.00	0.00	31.52
1.00	31.00	258.45	1.55	31.52
2.00	32.00	254.33	5.67	29.85
3.00	33.00	252.50	7.50	25.43
4.00	34.00	247.05	12.95	23.58
5.00	35.00	241.61	18.39	21.24
6.00	36.00	238.27	21.73	17.57
7.00	37.00	232.59	27.41	14.64
8.00	38.00	214.86	45.14	12.18
9.00	39.00	202.04	57.96	10.35
10.00	40.00	174.89	85.11	7.58
11.00	41.00	155.33	104.67	5.49
12.00	42.00	151.17	108.83	3.92
13.00	43.00	142.55	117.45	2.86
14.00	44.00	136.25	123.75	2.18
15.00	45.00	132.08	127.92	1.59
16.00	46.00	129.95	130.05	1.48
17.00	47.00	128.23	131.77	1.45
18.00	48.00	127.84	132.16	1.45

ตารางที่ ง-17 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 247.70 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 25.20 เปอร์เซนต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 28-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	28.00	247.70	0.00	25.20
1.00	30.50	247.70	0.00	25.20
2.00	33.00	247.70	0.00	25.20
3.00	35.50	241.90	5.80	24.78
4.00	38.00	228.60	19.10	21.58
5.00	40.50	200.40	47.30	16.39
6.00	43.00	149.10	98.60	7.68
7.00	45.50	124.50	123.20	6.15
8.00	48.00	108.00	139.70	5.18

ตารางที่ ง-18 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 108.00 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 5.18 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 32-48 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	32.00	108.00	0.00	5.18
1.00	34.00	108.00	0.00	5.18
2.00	36.00	108.00	0.00	5.18
3.00	38.00	108.00	0.00	5.18
4.00	40.00	108.00	0.00	5.18
5.00	42.00	108.00	0.00	5.18
6.00	44.00	106.90	1.10	5.03
7.00	46.00	104.80	3.20	4.74
8.00	48.00	103.30	4.70	4.36

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 41.70 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวตครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวต *

ตารางที่ ง-19 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 250.50 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 25.20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 30-50 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	30.00	250.50	0.00	25.20
1.00	32.00	250.50	0.00	25.20
2.00	34.00	250.50	0.00	25.20
3.00	36.00	241.90	8.60	24.13
4.00	38.00	232.70	17.80	22.17
5.00	40.00	217.10	33.40	20.35
6.00	42.00	188.00	62.50	16.52
7.00	44.00	165.80	84.70	12.36
8.00	46.00	151.90	98.60	9.75
9.00	48.00	135.90	114.60	6.32
10.00	50.00	122.20	128.30	4.48

ตารางที่ ง-20 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 122.20 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 4.48 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 35-50 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุดออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	35.00	122.20	0.00	4.48
1.00	36.50	122.20	0.00	4.48
2.00	38.00	122.20	0.00	4.48
3.00	39.50	122.20	0.00	4.48
4.00	41.00	122.20	0.00	4.48
5.00	42.50	122.20	0.00	4.48
6.00	44.00	121.80	0.40	4.37
7.00	45.50	121.40	0.80	4.24
8.00	47.00	119.70	2.50	4.12
9.00	48.50	117.80	4.40	3.98
10.00	50.00	116.30	5.90	3.87

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 46.43 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-21 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 249.60 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 25.20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 28-52 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟูตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	28.00	249.60	0.00	25.20
1.00	30.00	249.60	0.00	25.20
2.00	32.00	249.60	0.00	25.20
3.00	34.00	249.60	0.00	25.20
4.00	36.00	246.90	2.70	24.40
5.00	38.00	242.50	7.10	23.14
6.00	40.00	234.70	14.90	21.85
7.00	42.00	222.40	27.20	19.57
8.00	44.00	196.00	53.60	16.52
9.00	46.00	171.40	78.20	10.44
10.00	48.00	148.40	101.20	5.07
11.00	50.00	137.80	111.80	2.88
12.00	52.00	131.30	118.30	2.18

ตารางที่ ง-22 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 131.30 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 2.18 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-52 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	131.30	0.00	2.18
1.00	35.50	131.30	0.00	2.18
2.00	37.00	131.30	0.00	2.18
3.00	38.50	131.30	0.00	2.18
4.00	40.00	131.30	0.00	2.18
5.00	41.50	131.30	0.00	2.18
6.00	43.00	131.30	0.00	2.18
7.00	44.50	130.60	0.70	2.07
8.00	46.00	130.10	1.20	2.03
9.00	47.50	129.00	2.30	1.89
10.00	49.00	127.50	3.80	1.80
11.00	50.50	125.90	5.40	1.71
12.00	52.00	125.20	6.10	1.58

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 48.40 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-23 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 205.20 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.15 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 36-54 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 3.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	36.00	205.20	0.00	24.15
1.00	39.00	180.50	24.70	21.52
2.00	42.00	153.10	52.10	19.35
3.00	45.00	131.80	73.40	17.41
4.00	48.00	92.60	112.60	8.43
5.00	51.00	63.60	141.60	3.29
6.00	54.00	0.00	205.20	-

ตารางที่ ง-24 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 210.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.15 เบอ์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 38-54 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	38.00	210.00	0.00	24.15
1.00	40.00	185.70	24.30	20.76
2.00	42.00	175.60	34.40	18.82
3.00	44.00	162.90	47.10	17.17
4.00	46.00	144.70	65.30	13.62
5.00	48.00	114.80	95.20	8.36
6.00	50.00	90.40	119.60	4.66
7.00	52.00	78.30	131.70	3.52
8.00	54.00	0.00	210.00	-

ตารางที่ ง-25 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 263.70 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 25.75 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 3.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	263.70	0.00	25.75
1.00	37.20	245.40	18.30	23.78
2.00	40.40	224.90	38.80	21.31
3.00	43.60	193.20	70.50	17.62
4.00	46.80	115.70	148.00	8.62
5.00	50.00	83.60	180.10	3.68
6.00	53.00	74.30	189.40	3.24

ตารางที่ ง-26 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 74.30 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 3.24 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 40-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 6 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	74.30	0.00	3.24
1.00	42.20	73.60	0.70	3.15
2.00	44.40	72.10	2.20	3.07
3.00	46.60	70.80	3.50	3.02
4.00	48.80	69.90	4.40	2.79
5.00	51.00	69.60	4.70	2.58
6.00	53.00	69.20	5.10	2.36

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 26.24 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด *

ตารางที่ ง-27 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 261.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.31 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 2.4 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟูตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	261.00	0.00	24.31
1.00	36.40	246.90	14.10	23.33
2.00	38.80	223.90	37.10	20.88
3.00	41.20	192.10	68.90	14.93
4.00	43.60	153.00	108.00	5.79
5.00	46.00	131.40	129.60	4.18
6.00	48.40	114.50	146.50	3.32
7.00	50.80	104.50	156.50	2.95
8.00	53.00	99.70	161.30	2.84

ตารางที่ ง-28 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 99.70 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 2.84 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 40-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 8 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.6 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	99.70	0.00	2.84
1.00	41.60	99.70	0.00	2.84
2.00	43.20	99.50	0.20	2.77
3.00	44.80	99.30	0.40	2.69
4.00	46.50	99.10	0.60	2.59
5.00	48.10	98.70	1.00	2.47
6.00	49.70	98.00	1.70	2.31
7.00	51.30	96.50	3.20	2.11
8.00	53.00	94.30	5.40	1.86

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 36.13 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด

ตารางที่ ง-29 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 264.80 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.31 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.9 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	264.80	0.00	24.31
1.00	35.90	257.90	6.90	23.55
2.00	37.80	245.80	19.00	22.24
3.00	39.70	230.20	34.60	19.99
4.00	41.60	209.30	55.50	17.10
5.00	43.50	174.80	90.00	14.02
6.00	45.40	150.00	114.80	10.15
7.00	47.30	134.60	130.20	6.12
8.00	49.20	126.90	137.90	3.52
9.00	51.10	122.00	142.80	2.52
10.00	53.00	119.30	145.50	1.87

ตารางที่ ง-30 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 119.30 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 1.87 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 40-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 10 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.3 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	119.30	0.00	1.87
1.00	41.30	119.30	0.00	1.87
2.00	42.60	119.10	0.20	1.86
3.00	43.90	118.82	0.48	1.82
4.00	45.20	118.70	0.60	1.80
5.00	46.50	118.30	1.00	1.78
6.00	47.80	117.60	1.70	1.76
7.00	49.10	116.70	2.60	1.71
8.00	50.40	115.40	3.40	1.63
9.00	51.70	114.80	4.50	1.45
10.00	53.00	113.10	6.20	1.21

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 42.71 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวดครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวด

ตารางที่ ง-31 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 262.20 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.31 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.6 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกอยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	262.20	0.00	24.31
1.00	35.50	259.80	2.40	24.08
2.00	37.10	255.80	6.40	23.19
3.00	38.70	248.90	13.30	22.11
4.00	40.30	238.80	23.40	20.75
5.00	41.90	223.30	38.90	18.80
6.00	43.50	205.80	56.40	16.17
7.00	45.10	186.00	76.20	13.10
8.00	46.70	164.50	97.70	9.65
9.00	48.30	147.30	114.90	6.13
10.00	49.90	137.20	125.00	3.25
11.00	51.50	133.60	128.60	1.63
12.00	53.00	131.80	130.40	1.17

ตารางที่ ง-32 แสดงข้อมูลการสเวต 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่ 2 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 131.80 กรัม ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ 1.17 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 40-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	131.80	0.00	1.17
1.00	41.00	131.80	0.00	1.17
2.00	42.10	131.65	0.15	1.16
3.00	43.20	131.41	0.39	1.16
4.00	44.30	131.26	0.54	1.15
5.00	45.40	131.00	0.80	1.10
6.00	46.50	130.70	1.10	1.05
7.00	47.60	129.80	1.80	1.00
8.00	48.70	129.00	2.60	0.93
9.00	49.80	128.10	3.50	0.86
10.00	50.90	127.10	4.50	0.79
11.00	52.00	126.10	5.50	0.70
12.00	53.00	125.00	6.50	0.60

ผลผลิตร้อยละของแวกซ์เท่ากับ 47.67 % (ดูตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก ข.)

* ก่อนการสเวตครั้งที่ 2 จะต้องหลอมแวกซ์ก่อนแล้วปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงทำการสเวต *

ตารางที่ ง-33 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิสทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.31 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	260.00	0.00	24.31
1.00	35.20	258.24	1.76	24.31
2.00	36.50	255.25	4.75	23.53
3.00	37.70	251.11	8.89	22.85
4.00	39.00	242.68	17.32	21.04
5.00	40.20	236.42	23.58	19.96
6.00	41.50	224.23	35.77	17.62
7.00	42.70	209.32	50.68	14.85
8.00	44.00	197.32	62.68	12.15
9.00	45.20	182.70	77.30	9.67
10.00	46.50	167.54	92.46	4.78
11.00	47.70	152.15	107.85	3.05
12.00	49.00	144.18	115.82	2.54
13.00	50.20	135.12	124.88	1.28
14.00	51.50	132.32	127.68	1.17
15.00	53.00	130.76	129.24	1.15

ตารางที่ ง-34 แสดงข้อมูลการสเวด 150N แวกซ์ดิลทิลเลตครั้งที่1 ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 24.31 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 34-53 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 19 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออกอยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	34.00	260.00	0.00	24.31
1.00	35.00	258.43	1.57	24.31
2.00	36.00	255.74	4.26	23.80
3.00	37.00	251.76	8.24	22.52
4.00	38.00	246.75	13.25	21.53
5.00	39.00	241.19	18.81	20.37
6.00	40.00	234.84	25.16	19.26
7.00	41.00	225.18	34.82	16.84
8.00	42.00	216.42	43.58	13.16
9.00	43.00	207.12	52.88	11.96
10.00	44.00	198.73	61.27	9.44
11.00	45.00	179.39	80.61	8.08
12.00	46.00	170.52	89.48	7.24
13.00	47.00	161.16	98.84	6.22
14.00	48.00	148.36	111.64	4.87
15.00	49.00	139.56	120.44	2.18
16.00	50.00	136.23	123.77	1.32
17.00	51.00	133.16	126.84	1.22
18.00	52.00	131.99	128.01	1.15
19.00	53.00	131.08	128.92	1.15

ตารางที่ ง-35 แสดงข้อมูลการสเวต 500N แวกซ์ดิสทิลเลต ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 30.45 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 40-55 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	260.00	0.00	30.45
1.00	41.00	260.00	0.00	30.45
2.00	42.00	260.00	0.00	30.45
3.00	43.00	260.00	0.00	30.45
4.00	44.00	260.00	0.00	30.45
5.00	45.00	260.00	0.00	30.45
6.00	46.00	260.00	0.00	30.45
7.00	47.00	260.00	0.00	30.45
8.00	48.00	260.00	0.00	30.45
9.00	49.00	260.00	0.00	30.45
10.00	50.00	260.00	0.00	30.45
11.00	51.00	260.00	0.00	30.45
12.00	52.00	260.00	0.00	30.45
13.00	53.00	260.00	0.00	30.45
14.00	54.00	260.00	0.00	30.45
15.00	55.00	260.00	0.00	30.45

ตารางที่ ง-36 แสดงข้อมูลการสเวต 500N แวกซ์ดิสทิลเลต ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 30.45 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 56-71 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กรัม)	ปริมาณฟุตออยล์ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	56.00	260.00	0.00	30.45
1.00	57.00	260.00	0.00	30.45
2.00	58.00	260.00	0.00	30.45
3.00	59.00	260.00	0.00	30.45
4.00	60.00	260.00	0.00	30.45
5.00	61.00	260.00	0.00	30.45
6.00	62.00	260.00	0.00	30.45
7.00	63.00	260.00	0.00	30.45
8.00	64.00	260.00	0.00	30.45
9.00	65.00	260.00	0.00	30.45
10.00	66.00	260.00	0.00	30.45
11.00	67.00	260.00	0.00	30.45
12.00	68.00	260.00	0.00	30.45
13.00	69.00	260.00	0.00	30.45
14.00	70.00	52.00	208.00	-
15.00	71.00	0.00	260.00	-

ตารางที่ ง-37 แสดงข้อมูลการสเวต 150BS แวกซ์ดิสทิลเลต ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.27 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวต 40-55 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวต 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กก.)	ปริมาณฟุตออยล์ (กก.)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	40.00	260.00	0.00	31.27
1.00	41.00	260.00	0.00	31.27
2.00	42.00	260.00	0.00	31.27
3.00	43.00	260.00	0.00	31.27
4.00	44.00	260.00	0.00	31.27
5.00	45.00	260.00	0.00	31.27
6.00	46.00	260.00	0.00	31.27
7.00	47.00	260.00	0.00	31.27
8.00	48.00	260.00	0.00	31.27
9.00	49.00	260.00	0.00	31.27
10.00	50.00	260.00	0.00	31.27
11.00	51.00	260.00	0.00	31.27
12.00	52.00	260.00	0.00	31.27
13.00	53.00	260.00	0.00	31.27
14.00	54.00	260.00	0.00	31.27
15.00	55.00	260.00	0.00	31.27

ตารางที่ ง-38 แสดงข้อมูลการสเวด 150BS แวกซ์ดิสทิลเลต ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.27 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการสเวด 55-70 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสเวด 15 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กก.)	ปริมาณฟุตออยล์ (กก.)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	55.00	260.00	0.00	31.27
1.00	56.00	260.00	0.00	31.27
2.00	57.00	260.00	0.00	31.27
3.00	58.00	260.00	0.00	31.27
4.00	59.00	260.00	0.00	31.27
5.00	60.00	260.00	0.00	31.27
6.00	61.00	260.00	0.00	31.27
7.00	62.00	260.00	0.00	31.27
8.00	63.00	260.00	0.00	31.27
9.00	64.00	260.00	0.00	31.27
10.00	65.00	260.00	0.00	31.27
11.00	66.00	260.00	0.00	31.27
12.00	67.00	260.00	0.00	31.27
13.00	68.00	260.00	0.00	31.27
14.00	69.00	260.00	0.00	31.27
15.00	70.00	260.00	0.00	31.27

ตารางที่ ง-39 แสดงข้อมูลการลเวต 150BS แวกซ์ดิสทิลเลต ปริมาณแวกซ์เริ่มต้น 260.00 กรัม ปริมาณน้ำมันในแวกซ์ 31.27 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการลเวต 70-82 องศาเซลเซียส เวลาที่รับในการลเวต 12 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแวกซ์ที่เหลือ (กก.)	ปริมาณฟุดออยล์ (กก.)	ปริมาณน้ำมันที่เหลือในแวกซ์ (%)
0.00	70.00	260.00	0.00	31.27
1.00	71.00	260.00	0.00	31.27
2.00	72.00	260.00	0.00	31.27
3.00	73.00	260.00	0.00	31.27
4.00	74.00	260.00	0.00	31.27
5.00	75.00	260.00	0.00	31.27
6.00	76.00	260.00	0.00	31.27
7.00	77.00	260.00	0.00	31.27
8.00	78.00	260.00	0.00	31.27
9.00	79.00	106.00	154.00	-
10.00	80.00	0.00	260.00	-
11.00	81.00	0.00	260.00	-
12.00	82.00	0.00	260.00	-

ตารางที่ ง-40 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองหา C_p ของฟุดออยล์

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	50g	28°C	92°C	64°C		
น้ำ	50g	28°C	78°C	50°C	1.0	2,500

$$C_p = 0.78 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	50g	31°C	96°C	65°C		
น้ำ	60g	30°C	74°C	44°C	1.0	2,640

$$C_p = 0.81 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	100g	28°C	83°C	55°C		
น้ำ	100g	29°C	75°C	46°C	1.0	4,600

$$C_p = 0.84 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	150g	32°C	84°C	52°C		
น้ำ	150g	28°C	73°C	45°C	1.0	6,750

$$C_p = 0.87 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	150g	28°C	88°C	60°C		
น้ำ	200g	30°C	69°C	39°C	1.0	7,800

$$C_p = 0.87 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	75g	30°C	87°C	57°C		
น้ำ	75g	28°C	76°C	48°C	1.0	3,600

$$C_p = 0.84 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	125g	31°C	85°C	54°C		
น้ำ	125g	28°C	74°C	46°C	1.0	5,750

$$C_p = 0.85 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	175g	31°C	82°C	51°C		
น้ำ	175g	28°C	71°C	43°C	1.0	7,525

$$C_p = 0.84 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฟุดออยล์	200g	30°C	81°C	51°C		
น้ำ	200g	28°C	69°C	41°C	1.0	8,200

$$C_p = 0.80 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ เฉลี่ยของฟุดออยล์} = 0.83 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

ตารางที่ 41 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองหา C_p ของฮาร์ดแวร์

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	75g	31°C	81°C	50°C		
น้ำ	75g	30°C	74°C	44°C	1.0	3,300

$$C_p = 0.88 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	100g	31°C	77°C	46°C		
น้ำ	100g	30°C	71°C	41°C	1.0	4,100

$$C_p = 0.89 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	150g	31°C	75°C	44°C		
น้ำ	150g	30°C	68°C	38°C	1.0	5,700

$$C_p = 0.86 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	50.40g	36°C	90°C	54°C		
น้ำ	50g	30°C	78°C	48°C	1.0	2,400

$$C_p = 0.88 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	ΔT (°C)	C_p (cal/g°C)	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	82.10g	38°C	84°C	46°C		
น้ำ	80g	31°C	73°C	42°C	1.0	3,360

$$C_p = 0.89 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$C_p(\text{cal/g}^{\circ}\text{C})$	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	82.10g	30°C	80°C	50°C		
น้ำ	100g	31°C	69°C	38°C	1.0	3,800

$$C_p = 0.93 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$C_p(\text{cal/g}^{\circ}\text{C})$	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	82.10g	33°C	82°C	49°C		
น้ำ	90g	30°C	70°C	40°C	1.0	3,600

$$C_p = 0.89 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$C_p(\text{cal/g}^{\circ}\text{C})$	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	180g	31°C	74°C	43°C		
น้ำ	180g	30°C	67°C	37°C	1.0	6,660

$$C_p = 0.86 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

สารตัวอย่าง	มวล (g)	T เริ่มต้น(°C)	T สุดท้าย(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$C_p(\text{cal/g}^{\circ}\text{C})$	Q (cal)
ฮาร์ดแวร์	200g	31°C	73°C	42°C		
น้ำ	200g	30°C	67°C	37°C	1.0	7,400

$$C_p = 0.88 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

$$C_p \text{ เฉลี่ยของฮาร์ดแวร์} = 0.88 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

ภาคผนวก จ.

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานและความคุ้มค่า

วิธีการทดลองหา C_p ของฮาร์ดแวร์ซ์ และซอฟต์แวร์ซ์

เตรียมระบบภายในตู้อบและระบบรอบๆ ให้คงที่หรือเหมือนกันมากที่สุด โดยใช้หลักการคือ

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ = ปริมาณความร้อนที่ฮาร์ดแวร์ซ์ หรือ ฟุตออยล์ได้รับ

ฮาร์ดแวร์ซ์ คือ แวกซ์ที่ผ่านการสเวตน้ำมันออกแล้วสองครั้ง มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในแวกซ์ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

ฟุตออยล์ คือ ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ซ์ และน้ำมันที่แยกออกมาได้จากการสเวต

วิธีการทดลองหา C_p

1. ชั่งน้ำหนักฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์และตวงปริมาตรของน้ำ
2. วัดอุณหภูมิของฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์และน้ำก่อนเข้าตู้อบ
3. ตั้งอุณหภูมิของตู้อบที่อุณหภูมิใดๆ ในการทดลองนี้ใช้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส
4. ตั้งเวลาในการให้ความร้อน 1 ชั่วโมง
5. นำน้ำและฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์ในบีกเกอร์ ใส่เข้าไปภายในตู้อบพร้อมกันที่มวูลใดๆ โดยมีเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่
6. เปิดสวิทซ์ตู้อบให้เริ่มทำงาน
7. เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ เปิดตู้อบเพื่ออ่านค่าอุณหภูมิสุดท้ายของฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์และน้ำ
8. นำค่าที่ได้มาคำนวณหา C_p ของฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์ ซึ่งในที่นี้คือ C_p ของฮาร์ดแวร์ซ์ และ C_p ของฟุตออยล์ ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ใส่เข้าไปในตู้อบ

โดยคำนวณค่า C_p จากสูตรดังนี้

$$Q \text{ ที่น้ำได้รับจากตู้อบ} = Q \text{ ที่ฮาร์ดแวร์ซ์หรือฟุตออยล์ ได้รับจากตู้อบ}$$

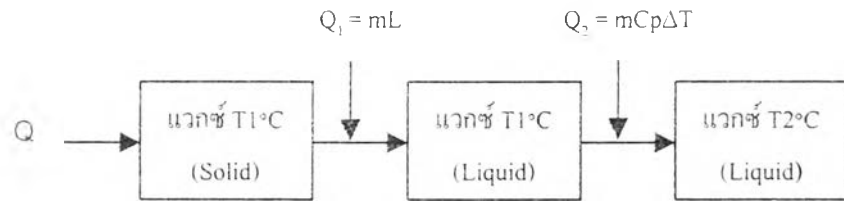
$$Q = \text{ปริมาณความร้อนที่ใส่เข้าไปภายในระบบ}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mL + m C_p \Delta T$$

เมื่อ $Q_1 =$ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ

$Q_2 =$ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิ

เมื่อ $L =$ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว = 42.3 Cal/g



Q ที่น้ำได้รับ = Q ที่ฮาร์ดแว็กซ์ หรือ Q ที่ฟุตออยล์ได้รับ

$$m_{\text{น้ำ}} C_{p_{\text{น้ำ}}} \Delta T_{\text{น้ำ}} = mL + m C_{p_{\text{wax}}} \Delta T_{\text{wax}}$$

พิจารณาที่แว็กซ์ดีสทิลเลตเกรด 150N เวลาสเวต 12 ชั่วโมง ได้ % yield = 47.67%

C_p เฉลี่ยของฮาร์ดแว็กซ์ = 0.88 cal/g°C, C_p เฉลี่ยของฟุตออยล์ = 0.83 cal/g°C (จาก

ข้อมูลการทดลอง ภาคผนวก ง.)

หา Q ที่ใช้ในการทดลองสำหรับการสเวตครั้งที่ 1 และ 2 โดยอุณหภูมิสุดท้ายที่ใช้สเวตเท่ากับ 53 °C หรือเท่ากับ 58°C (อุณหภูมิหน้าปิดตู้อบ)

สำหรับการสเวตครั้งที่ 1

น้ำหนักแว็กซ์เริ่มต้น = 262.20 กรัม

น้ำหนักแว็กซ์ที่เหลือ = 131.80 กรัม ปริมาณน้ำมันในแว็กซ์ = 1.17%

น้ำหนักฟุตออยล์ = 130.40 กรัม

หา Q สำหรับการสเวตครั้งที่ 1 ; $Q_{1^{st}}$

H:hard wax

F:foot oil

$$\begin{aligned} Q_{1^{st}} &= Q_1 + Q_2 \\ &= mL + (m_H C_{p_H} \Delta T + m_F C_{p_F} \Delta T) \\ &= 262.20 (42.3) + 131.80 (0.88) (58-27) + 130.40 (0.83) (58-27) \\ &= 18,041.756 \text{ cal} \end{aligned}$$

สำหรับการสเวตครั้งที่ 2

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักแก๊สเริ่มต้น} &= 131.80 \text{ กรัม} \\
 \text{น้ำหนักแก๊สที่เหลือ} &= 125.00 \text{ กรัม} \quad \text{ปริมาณน้ำมันในแก๊ส} = 0.60\% \\
 \text{น้ำหนักฟูตออยล์} &= 6.50 \text{ กรัม}
 \end{aligned}$$

หา Q สำหรับการสเวตครั้งที่ 2 : Q_2^{nd}

$$\begin{aligned}
 Q: 2^{nd} &= Q_1 + Q_2 \\
 &= mL + (m_H C_{p_H} \Delta T + m_F C_{p_F} \Delta T) \\
 &= 131.80(42.3) + 125(0.88)(58-27) + 6.5(0.83)(58-27) \\
 &= 9,152.385 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ใช้} &= 18,041.756 + 9,152.385 \\
 &= 27,194.141 \text{ cal} \quad \text{ต่อน้ำหนักแก๊ส 262.20 กรัม}
 \end{aligned}$$

$$Q = \frac{27,194.141 \text{ cal}}{1 \text{ cal}} \times \frac{4.2 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \times \frac{1 \text{ Btu}}{1055.06 \text{ J}} \times \frac{2.9307 \times 10^{-4} \text{ kWh}}{1 \text{ Btu}} = 0.032 \text{ kWh}$$

$$= 0.032 \text{ UNIT} = 0.032 \text{ บาทต่อน้ำหนักแก๊ส 262.20 กรัม}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = 1.22 \times 10^{-4} \text{ บาทต่อกรัม}$$

$$\text{ราคาแก๊สก่อนสเวต} = 7 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

$$\text{ราคาแก๊สหลังสเวต} = 20 \text{ บาทต่อกิโลกรัม} \quad (\text{ฮาร์ดแก๊สที่มีปริมาณน้ำมัน} < 1\%)$$

$$\text{ฐานการคำนวณ : แก๊ส 1 กิโลกรัม} = 1000 \text{ กรัม}$$

$$\text{แก๊สก่อนสเวต} = 7 \text{ บาท}$$

$$\text{แก๊สหลังสเวต 1000 กรัม \% yield ของการสเวตเป็นฮาร์ดแก๊ส} = 47.67 \%$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ฮาร์ดแก๊ส} = 476.7 \text{ กรัม} \quad \text{จะขายฮาร์ดแก๊สได้} = \frac{476.7 \times 20}{1000} = 9.53 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไรที่ได้ต่อ 1 กิโลกรัมของแก๊ส} = 9.53 - 7 = 2.53 \text{ บาทต่อกิโลกรัมของแก๊ส}$$

$$= 2.53 \times 10^{-3} \text{ บาทต่อกรัม}$$

(กรณีฟูตออยล์ คือ ซอฟท์แก๊สและน้ำมันที่แยกออกมาไม่มีค่าเลย)

อัตราค่าไฟฟ้า

ในปัจจุบันการไฟฟ้าได้แบ่งผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็นประเภทต่างๆ 12 ประเภท คือ ประเภทบ้านอยู่อาศัย ธุรกิจขนาดเล็ก ธุรกิจขนาดใหญ่ ธุรกิจเฉพาะอย่าง อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดเล็ก อุตสาหกรรมและเหมืองแร่นอกกลาง อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมถลุงหรือหลอมด้วยไฟฟ้า กิจกรรมด้านสาธารณูปโภคเฉพาะ การประปา ส่วนราชการองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร และสูบน้ำด้วยไฟฟ้าเพื่อการเกษตร ในการคิดค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ นั้น จะมีโครงสร้างค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย ธุรกิจขนาดเล็ก จะเสียเฉพาะค่าพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น และมีลักษณะเพิ่มขึ้นคือ ยิ่งใช้มากจะยิ่งเสียค่าไฟฟ้าแพงมากขึ้นด้วย ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ องค์กรที่ไม่แสวงหากำไรและสูบน้ำด้วยไฟฟ้าเพื่อการเกษตร จะเสียเฉพาะค่าพลังงานไฟฟ้า แต่มีลักษณะคงที่คือ ไม่ว่าจะใช้ไฟมากหรือน้อย ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) จะเท่าเดิม ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ที่เหลือจะต้องเสียทั้งค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดด้วย ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดอัตราค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย และธุรกิจขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจากเป็นประเภทที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไป

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งวัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

5 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรกหรือน้อยกว่า	เป็นเงิน 5.00 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6-15)	หน่วยละ 0.70 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16-25)	หน่วยละ 0.90 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26-35)	หน่วยละ 1.17 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36-100)	หน่วยละ 1.58 บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101-150)	หน่วยละ 1.68 บาท
150 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-300)	หน่วยละ 1.76 บาท
100 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 301-400)	หน่วยละ 2.02 บาท
400 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 401-800)	หน่วยละ 2.11 บาท
เกินกว่า 800 หน่วย (หน่วยที่ 801 เป็นต้นไป)	หน่วยละ 2.43 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 5.00 บาท	

ประเภทที่ 2 ธุรกิจขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

40 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรกหรือน้อยกว่า	เป็นเงิน 88.12 บาท
260 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 41-300)	หน่วยละ 1.77 บาท
200 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 301-500)	หน่วยละ 1.88 บาท
500 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 501-1,000)	หน่วยละ 2.21 บาท
2,000 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 1,001-3,000)	หน่วยละ 2.43 บาท
เกินกว่า 3,000 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 3,001 เป็นต้นไป)	หน่วยละ 2.50 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 88.12 บาท	



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุริยัน หวังอุดม เกิดเมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2517 ที่อำเภอเมือง จ.ตรัง สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2537 เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรควบคุมการผลิต น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกับบริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทีพีไอ ที่จังหวัดระยอง เมื่อ พ.ศ. 2538 จนถึง พ.ศ. 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540 ปัจจุบันเป็นพนักงานในตำแหน่งผู้ช่วยผู้ควบคุมงาน ฝ่ายวิจัยและพัฒนาการดำเนินงาน บริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน) สำนักงานใหญ่ ถ.จันทน์ตัดใหม่ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร