การศึกษาความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ กรณีศึกษา ศูนย์บริการนิสสัน

STUDY OF THE VISCOSITY OF ENGINE OILS:

A CASE STUDY OF NISSAN SERVICE CENTER

อดุลย์ พัฒนภักดี

หลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: adual.pa@spu.ac.th

สุดธิชัย ดอนแชอ้วน

หลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: sudtichai.don@spumail.net

เผชิญ จันทร์สา

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: pachern.ja@spu.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นสิ่งจำเป็นของเครื่องยนต์ซึ่งมีหน้าที่ช่วยลดการสึกหรอและเสียดสีของเครื่องยนต์ดังนั้นจึงต้องอาศัยน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เข้าไปหล่อลื่นระหว่างผิวโลหะไม่ให้กระทบกันโดยตรง นอกจากนี้น้ำมันหล่อลื่นยังช่วยระบายความร้อนและทำความสะอาดชิ้นส่วนต่างๆและยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ บทความนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์กับระยะทางการใช้งานของรถยนต์ โดยทำการเก็บข้อมูลของรถยนต์ที่เข้าใช้บริการที่ศูนย์บริการรถยนต์นิสสันแห่งหนึ่ง จำนวน 100 คันในช่วงวันที่ 11 มกราคม 2564 ถึง 30 เมษายน พ.ศ.2564 โดยแบ่งเป็น รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 จำนวน 61 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 25 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 8 คัน และรถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 จำนวน 6 คัน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (V: cSt) มีค่าเพิ่มมากขึ้นแปรเปลี่ยนไประยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) ดังรายละเอียด

สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 มีความสัมพันธ์เป็น $V=90.37+0.0098D$ สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 มีความสัมพันธ์เป็น $V=95.15+0.0098D$

คำสำคัญ: น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ความหนืด เครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องวัดความหนืด

ABSTRACT

Engine oil is an essential part of the engine, which is responsible for reducing wear and friction of the engine, therefore relying on engine oil to lubricate between the metal surfaces not to directly affect each other. In addition, the lubricant also helps to cool and clean various parts, and prolong the service life of the engine.

In this study, the relation between the viscosity and a car distance is investigated. The amount of 61 units of Nissan fully synthetic SAE 0w-20 gasoline engine oil, 25 units of Nissan fully synthetic SAE 5w-30 gasoline engine oil, 8 units of Nissan fully synthetic SAE 5w-30 diesel engine oil, and 6 units of Nissan semi synthetic SAE 5w-30 diesel engine oil, had been collected from the Nissan car service center during January 11, 2021 –April 30, 2021. The result from the Least square regression analysis show that the relation between the viscosity (V: cSt) and the car distance (D: km) are list below:

For Nissan fully synthetic SAE 0w-20 gasoline engine oil, the relation is $V=90.37+0.0098D$.

For Nissan fully synthetic SAE 5w-20 gasoline engine oil, the relation is $V=95.15+0.0098D$.

Keyword: Engine Oil, Viscosity, Gasoline Engine, Diesel Engine, Viscosity Meter

1. บทนำ

น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นสิ่งจำเป็นของเครื่องยนต์ซึ่งมีหน้าที่ช่วยลดการสึกหรอและเสียดสีของเครื่องยนต์ดังนั้นจึงต้องอาศัยน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เข้าไปหล่อลื่นระหว่างผิวโลหะไม่ให้กระทบกันโดยตรง นอกจากนี้น้ำมันหล่อลื่นยังช่วยระบายความร้อนและทำความสะอาดชิ้นส่วนต่างๆและยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ถ้ามีความหนืดต่ำ ฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นจะบางและเสียรูปง่ายจึงทำให้ชิ้นส่วนเครื่องยนต์สึกหรอได้ง่าย แต่ถ้าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีความหนืดมากเกินไปจะทำให้เกิดแรงต้านทานในการเคลื่อนที่เป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียกำลังงานของรถยนต์ (Jean-Louis Ligier and Bruno Noel, 2015) การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีความหนืดเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ใช้รถยนต์ต้องคำนึงถึง อีกทั้งค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่าเปลี่ยนไปตามอายุและสภาพการใช้งาน อุณหภูมิของเครื่องยนต์และห้องเผาไหม้ รวมทั้งอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะใช้งาน

ผู้ใช้รถยนต์จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการใช้รถของตนเอง โดยทั่วไปบริษัทผู้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และศูนย์บริการยานยนต์จะใช้เวลาและระยะทางการใช้รถยนต์เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ โดยมิได้ตรวจวัดค่าของความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ บทความนี้จึงทำการศึกษาและตรวจวัดค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เพื่อทำการประมาณค่าของความหนืดของของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่เปลี่ยนไปตามระยะทางการใช้รถยนต์ เพื่อใช้ค่าความหนืดน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นค่าอ้างอิงในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

2. วัตถุประสงค์

(1) เพื่อศึกษาและตรวจวัดค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

(2) เพื่อประมาณค่าความสัมพันธ์ของความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์กับระยะทางการใช้งานรถยนต์

3. ทฤษฎีและข้อมูลพื้นฐาน

3.1 ประเภทและมาตรฐานของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า น้ำมันหล่อลื่น หรือ น้ำมันเครื่อง ประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ น้ำมันพื้นฐาน และสารเพิ่มคุณภาพ น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีหน้าที่ลดแรงเสียดทานชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ และช่วยระบายความร้อนให้ชิ้นส่วนต่าง ๆของเครื่องยนต์ เคลือบช่องว่างระหว่างผิวสัมผัส ทำความสะอาดเขม่าและเศษโลหะที่เสียดสีกันภายในเครื่องยนต์ป้องกันการกัดกร่อนจากสนิมและกรดต่างๆ (ประเสริฐ เทียนนิมิต และคณะ,2559) โดยทั่วไปน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์จะแบ่งเป็นน้ำมันเครื่องธรรมดา (Mineral Oil) ผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นที่กลั่นจากน้ำมันปิโตรเลียม มีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 5,000-7,000 กิโลเมตร น้ำมันเครื่องกึ่งสังเคราะห์ (Semi Synthetic) ผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นธรรมดาผสมกับน้ำมันหล่อลื่นชนิดสังเคราะห์ในสัดส่วนต่าง ๆกัน มีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 7,000-10,000 กิโลเมตร น้ำมันเครื่องสังเคราะห์ (Fully Synthetic) เป็นน้ำมันหล่อลื่นสังเคราะห์จากขบวนการทางเคมี มีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 10,000-15,000 กิโลเมตร

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์นิสสัน

สำหรับมาตรฐานของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่บริษัทผู้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นและบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่ใช้อ้างอิงจะเป็นมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือมาตรฐาน SAE (Society of Automotive Engineers) และมาตรฐานของสถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา หรือมาตรฐาน API (American Petroleum Institute)

มาตรฐาน SAE จะระบุค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ประกอบด้วยตัวเลข 2 ชุด คือ SAE XW-XX โดยตัวเลขชุดหน้าแสดงถึงการวัดค่าค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มาตรฐานในเขตหนาว (สัญลักษณ์ W) หรือค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ โดยวัดช่วงอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต่ำลงมาจนถึงจุดเยือกแข็งตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียสจนถึง -30 องศาเซลเซียส และตัวเลขชุดหลัง แสดงถึง

การวัดค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แสดงค่าออกมาเป็นตัวเลขเรียกว่า เบอร์ของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เช่น SAE 5W-30

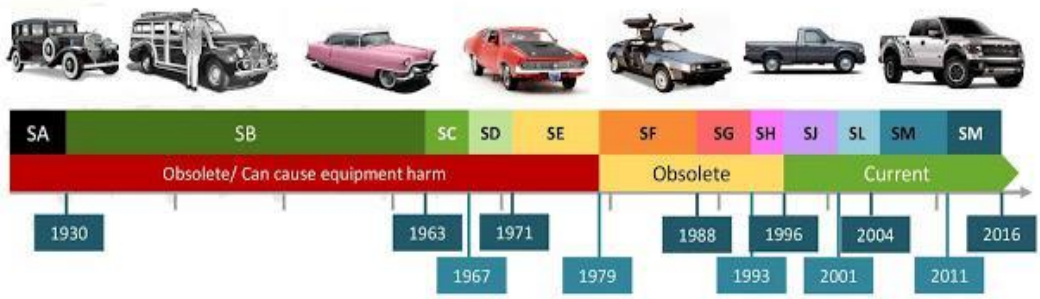
SAE VISCOSITY GRADES FOR ENGINE OILS

	Low Temperature Viscosities		High Temperature Viscosities	
SAE Viscosity Grade	Cranking: cP @ °C, max. (ASTM D 5293)	Pumping: Max. cP with no yield stress @ °C (ASTM D 4648)	Kinematic: cSt @ 100°C (ASTM D 445)	High Shear: cP @ 150°C &106s-1 min.
0W	6200 @ -35	60,000 @ -40	3.8 minimum	--
5W	6600 @ -30	60,000 @ -35	3.8 minimum	--
10W	7000 @ -25	60,000 @ -30	4.1 minimum	--
15W	7000 @ -20	60,000 @ -25	5.6 minimum	--
20W	9500 @ -15	60,000 @ -20	5.6 minimum	--
25W	13,000 @ -10	60,000 @ -15	9.3 minimum	--
20	--	--	5.6 < 9.3	2.6
30	--	--	9.3 < 12.5	2.9
40	--	--	12.5 < 16.3	2.9 (for 0W-40, 5W-40 & 10W-40 grades) 3.7 (for all other grades)
50	--	--	16.3 < 21.9	3.7
60	--	--	21.9 < 26.1	3.7

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างเบอร์น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ตามมาตรฐาน SAE

(ที่มา https://www.farmoyl.com/resources/sae-viscosity-grades)

มาตรฐาน API จะระบุค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แยกเป็นสองประเภท สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน (Spark Ignition Engine) จะใช้อักษรย่อ S ตามหลังตัวอักษร API แล้วตามด้วยตัวอักษรที่บอกเกรดคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ โดยเริ่มต้นจากชั้นคุณภาพแย่ที่สุดใช้ตัวอักษร A แล้วไล่เรียงชั้นคุณภาพที่ดีกว่าขึ้นไปเรื่อยๆ คือ B, C, D.....N ซึ่งในขณะนี้ชั้นคุณภาพที่ดีที่สุดสำหรับเครื่องยนต์เบนซินในปัจจุบัน คือ ชั้นคุณภาพ API SN (มาตรฐาน API, 2564)



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างเบอร์น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินตามมาตรฐาน API

(ที่มา http://www.oilthaishop.com/knowledge)

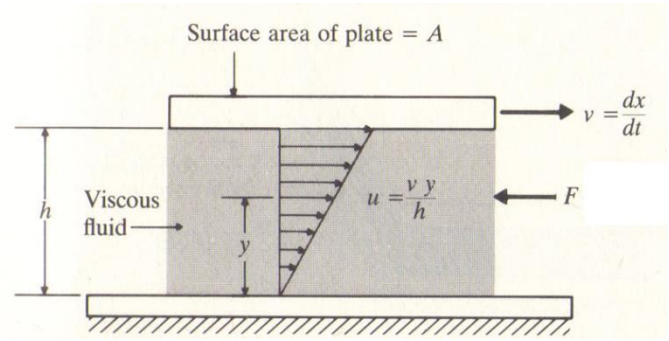
สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล (Compression Ignition Engine) จะใช้อักษรย่อ C ตามหลังตัวอักษรย่อ API เช่นกัน ต่อจากนั้นก็จะตามด้วยตัวอักษรที่บอกเกรดคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ โดยเริ่มจากเกรด

คุณภาพต่ำสุด คือ A แล้วไล่เรียงชั้นคุณภาพขึ้นไปเรื่อย ๆเหมือนกับเกรดคุณภาพสำหรับเครื่องยนต์ เบนซินทุกประการ เช่น API CE, API CF-4, API CG-4, API CH-4 ตัวเลข 4 ต่อท้ายหมายถึง ใช้กับเครื่องยนต์4จังหวะเท่านั้น สำหรับเกรดคุณภาพสูงสุดในปัจจุบัน คือ CJ-4

3.2 ความหนืดและเครื่องมือวัดค่าความหนืด

ความหนืดไดนามิกส์ (Dynamics Viscosity) คือ ความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหลเมื่อมีแรงมากระทำของไหลที่มีค่าความหนืดสูงจะมีค่าความต้านทานต่อการไหลสูงกว่าของไหลที่มีความหนืดต่ำ การวัดค่าความหนืดทำได้โดยการวัดแรงต้านทานการไหลภายในของของไหลเมื่อมีแรงมากระทำในแนวขนานกับพื้นผิว โดยเรียกแรงต้านทานที่เกิดขึ้นนี้ว่าแรงเฉือนในของไหล (Shear force) โดยค่าของแรงเฉือน (F) จะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส (A) ค่าของความหนืดไดนามิกส์ (m) และค่าอัตราเฉือน $\left(\frac{du}{dy}\right)$ ตามสมการที่ (1)

$$\frac{F}{A}=\mu\left(\frac{du}{dy}\right) \quad \ldots (1)$$



รูปที่ 4 แสดงแรงเฉือนระหว่างชั้นของของไหล

หน่วยของความหนืดไดนามิกส์จะมีหน่วยเป็น พอยส์ (poise) โดยที่ 1 พอยส์คือแรงที่ใช้ทำให้ของเหลวที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร เคลื่อนที่ด้วย ความเร็ว 1 เซนติเมตรต่อวินาที นอกจากหน่วยพอยส์แล้ว ยังมีหน่วยสำหรับความหนืดจลน์ (Kinematics Viscosity) เป็น สโตก (stoke: St) หรือเซนติสโตก (Centistokes : cSt) โดยที่ค่าของความหนืดจลน์คืออัตราส่วนของความหนืดไดนามิกส์ต่อค่าความหนาแน่นของสารหล่อลื่น

สำหรับวิธีการวัดค่าความหนืดในการทดสอบครั้งนี้จะใช้ถ้วยวัดความหนืด Zahn Cup เบอร์ 3 ถ้วยวัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้นถ้วยอยู่ที่ขนาด 3.86 มิลลิเมตร มีปริมาตรอยู่ที่ 44 มิลลิลิตร ช่วงวัดค่าความหนืด อยู่ที่ 100-800 เซนติสโตก และได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ASTM D1084, D1082

3.3 การประมาณค่าสมการความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น

สำหรับการประมาณค่าสมการความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นของข้อมูลในครั้งนี้จะใช้วิธีการที่เรียกว่า Least Square Regression ซึ่งเป็นรูปแบบการหาความสัมพันธ์ที่กำลังสองของค่าความผิดพลาด (error) ระหว่างค่าจริงกับค่าที่ประมาณขึ้นมีค่าน้อยที่สุด (Figliola & Beasley, 2015) ถ้ากำหนดให้ y แทนค่าของข้อมูลจริง จำนวน N ข้อมูล และ y_c แทนค่าของข้อมูลจากการประมาณค่า และ E แทนค่าของกำลังสองของค่าความผิดพลาด

$$y_c = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_m x^m \quad \ldots (2)$$

$$E=\sum_{i=1}^{N}\left(y_i-(a_0+a_1x\ +a_2x^2+\ldots+a_mx^m\right)^2 \quad \ldots (3)$$

การประมาณค่าโดยวิธี Least Square Regression ต้องทำให้ E มีค่าน้อยที่สุดนั่นคือ

$$dE=\frac{\partial E}{\partial a_0}da_0+\frac{\partial E}{\partial a_1}da_1+\frac{\partial E}{\partial a_2}da_2+\ldots+\frac{\partial E}{\partial a_m}da_m=0 \quad \ldots (4)$$

สำหรับการประมาณค่าเป็นสมการเส้นตรง $y_c=a_0+a_1x$ จากสมการที่ (4) เราได้

$$\frac{\partial E}{\partial a_0}=\frac{\partial}{\partial a_0}\left(\sum_{i=1}^{N}\left(y_i-(a_0+a_1x_i\right)^2\right)=-2\sum_{i=1}^{N}\left(y_i-(a_0+a_1x_i\right)\ =0 \quad \ldots (5)$$

$$\frac{\partial E}{\partial a_1}=\frac{\partial}{\partial a_1}\left(\sum_{i=1}^{N}\left(y_i-(a_0+a_1x_i\right)^2\right)=-2\sum_{i=1}^{N}\left(y_i-(a_0+a_1x_i)\right)x_i=0 \quad \ldots (6)$$

จากสมการที่ (5)และ (6) สามารถหาระบบสมการ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ ได้จากความสัมพันธ์

$$a_0N+a_1\sum x_i=\sum y_i \quad \ldots (7)$$

$$a_0\sum x_i+a_1\sum x_i^{\ 2}=\sum x_iy_i \quad \ldots (8)$$

4. วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 วิธีการทดสอบเก็บข้อมูล

4.1.1 เก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ จากรถยนต์ที่เข้ารับบริการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ หรือเข้ารับบริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ศูนย์บริการ คันละ 200 -250 มิลลิลิตร พร้อมบันทึกรายละเอียดตามใบงานของศูนย์บริการ

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการตรวจวัดระดับ การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ และการเก็บตัวอย่างข้อมูล

4.1.2 นำตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มาทดสอบหาค่าความหนืดโดยใช้ถ้วยวัดความหนืด Zahn Cup จุ่มลงในภาชนะที่บรรจุน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แล้วยกขึ้นในแนวดิ่ง จับเวลาเมื่อปลายถ้วยวัดความหนืดพ้นจากผิวของน้ำมันหล่อลื่นและหยุดเวลาเมื่อน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลออกจากรูก้นถ้วยวัดความหนืดขาดออกจากกัน ทำการทดสอบจำนวนสองครั้งเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ย แล้วจึงนำค่าของเวลาเฉลี่ยที่ได้ไปแปลงเป็นหน่วยของความหนืดจลน์ตามตารางการแปลงหน่วยของถ้วยวัดความหนืด Zahn Cup

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างข้อมูล ถ้วยวัดความหนืด Zahn Cup และวิธีการวัดค่าความความหนืด

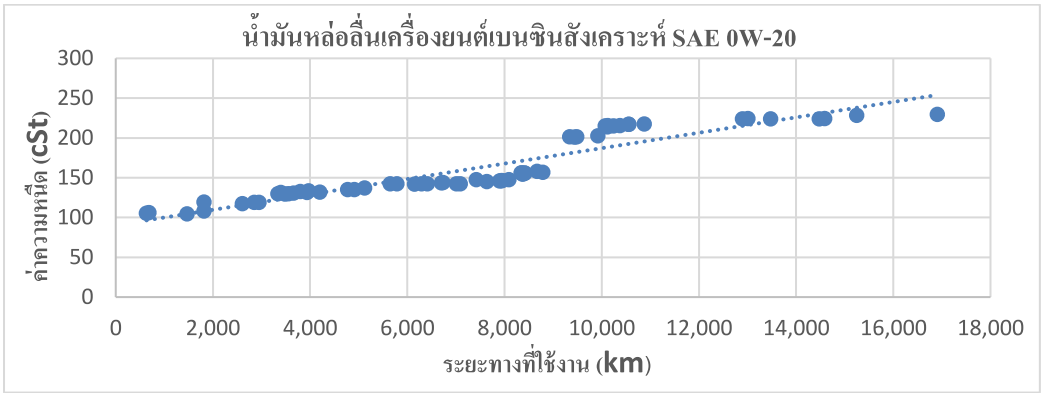
4.2 ผลการทดสอบ

จากการเก็บข้อมูลที่ศูนย์บริการรถยนต์นิสสันแห่งหนึ่ง ในช่วงวันที่ 11 มกราคม 2564 ถึง 30 เมษายน 2564 โดยทำการเก็บข้อมูลของรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการที่ศูนย์บริการ จำนวน 100 คัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลและจำนวนรถที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูลจำนวนรวม 100 คัน

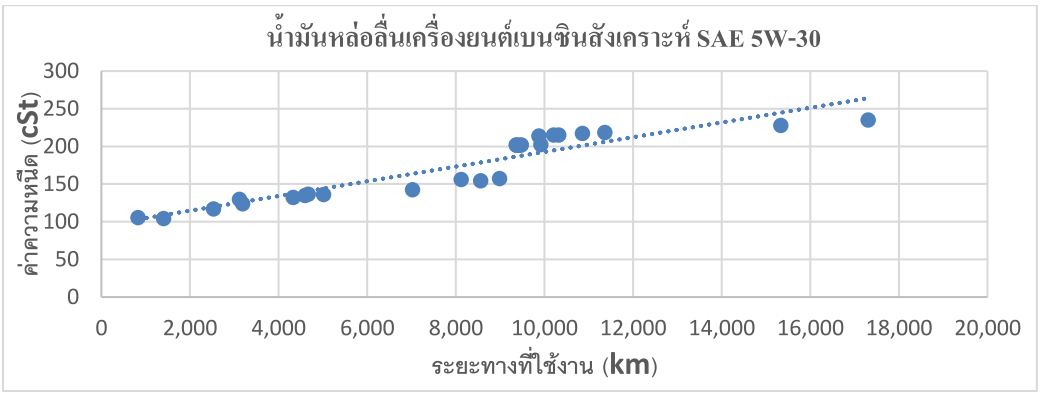
โมเดลรถ	เครื่องยนต์	ขนาดความจุกระบอกสูบ (cc)	จำนวน (คัน)
Nissan Almera	เบนซิน	1000-1200	38
Nissan Navara	ดีเซล	2500	14
Nissan March	เบนซิน	1200	13
Nissan X-Trail	เบนซิน	2000-2500	13
Nissan Teana	เบนซิน	2000-2500	8
Nissan Sylphy	เบนซิน	1600-1800	5
Nissan Note	เบนซิน	1200	5
Nissan Joox	เบนซิน	1600	2
Nissan Tida	เบนซิน	1600	1
Nissan Sunny Neo	เบนซิน	1600	1

จากจำนวนรถที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูลจำนวนรวม 100 คัน เมื่อทำการจำแนกตามประเภทของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้พบว่ามีรถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 จำนวน 61 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 25 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 8 คัน และรถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 จำนวน 6 คัน ได้ผลการทดสอบค่าความหนืดที่อุณหภูมิห้อง (38°C) แสดงดังรูปที่ 7-10



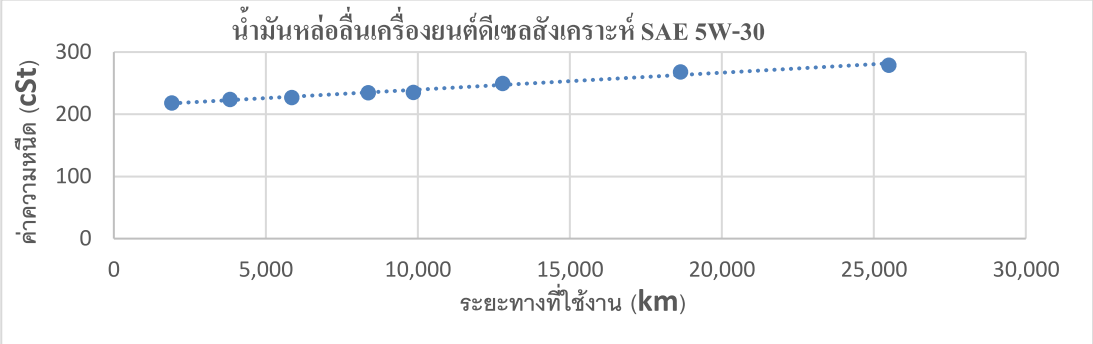
รูปที่ 7 แสดงค่าของความหนืดกับระยะทางการใช้งาน สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20

พิจารณาจากรูปที่ 7 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 จำนวน 61 คัน มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 106 – 229.5 cSt โดยที่ระยะทางใช้งานสูงสุดที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่า 16,910 km และจากกราฟข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าความหนืด (V: cSt) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) จากการประมาณค่าสมการแนวโน้มโดยใช้สมการที่ 7-8 จะได้ความสัมพันธ์เป็น V=90.37+0.0098D



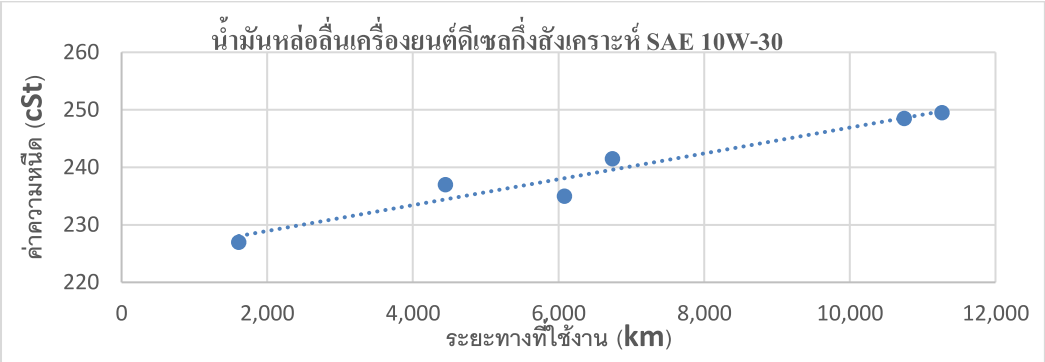
รูปที่ 8 แสดงค่าของความหนืดกับระยะทางการใช้งาน สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30

พิจารณาจากรูปที่ 8 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 25 คัน มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 104.5 – 235 cSt โดยที่ระยะทางใช้งานสูงสุดที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่า 17,312 km และจากกราฟข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าความหนืด (V: cSt) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) จากการประมาณค่าสมการแนวโน้มโดยใช้สมการที่ 7-8 จะได้ ความสัมพันธ์เป็น V=95.15+0.0098D



รูปที่ 9 แสดงค่าของความหนืดกับระยะทางการใช้งาน สำหรับน้ำมันหล่อลื่นดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30

พิจารณาจากรูปที่ 9 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 8 คัน มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 218 – 279 cSt โดยที่ระยะทางใช้งานสูงสุดที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่า 25,493 km และจากกราฟข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าความหนืด (V: cSt) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) จากการประมาณค่าสมการแนวโน้มโดยใช้สมการที่ 7-8 จะได้ ความสัมพันธ์เป็น $V=212.31+0.0027D$



รูปที่ 10 แสดงค่าของความหนืดกับระยะทางการใช้งาน สำหรับน้ำมันหล่อลื่นดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30

พิจารณาจากรูปที่ 10 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 จำนวน 6 คัน มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 227-249.5 cSt โดยที่ระยะทางใช้งานสูงสุดที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่า 11,266 km และจากกราฟข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าความหนืด (V: cSt) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) จากการประมาณค่าสมการแนวโน้มโดยใช้สมการที่ 7-8 จะได้ความสัมพันธ์เป็น $V=224.86+0.0022D$

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการเก็บข้อมูลรถยนต์นิสสันจำนวนรวม 100 คัน โดยแบ่งเป็นรถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 จำนวน 61 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 25 คัน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 จำนวน 8 คัน และรถยนต์ที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 จำนวน 6 คัน และจากกราฟข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่า

ความหนืด (V: cSt) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางการใช้งานของรถยนต์ (D: km) ทั้งนี้เมื่อทำการประมาณค่าสมการแนวโน้มโดยใช้สมการที่ 7-8 จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 มีความสัมพันธ์เป็น V=90.37+0.0098D
น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 มีความสัมพันธ์เป็น V=95.15+0.0098D
น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 มีความสัมพันธ์เป็น V=212.31+0.0027D
น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 มีความสัมพันธ์เป็น V=224.86+0.0022D

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่ศูนย์บริการรถยนต์ส่วนใหญ่ใช้สำหรับเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ (*ระยะทาง 10,000 km. สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แบบสังเคราะห์ และ 7,500 km. สำหรับสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แบบกึ่งสังเคราะห์*) และจากสมการประมาณค่าที่ได้สำหรับการใช้ค่าความหนืดเป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์จะได้ค่าความหนืดดังนี้

สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 0W-20 ควรเปลี่ยนเมื่อความหนืดสูงกว่า 188.37 cSt
สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินสังเคราะห์ SAE 5W-30 ควรเปลี่ยนเมื่อความหนืดสูงกว่า 193.15 cSt
สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลสังเคราะห์ SAE 5W-30 ควรเปลี่ยนเมื่อความหนืดสูงกว่า 239.31 cSt
สำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลกึ่งสังเคราะห์ SAE 10W-30 ควรเปลี่ยนเมื่อความหนืดสูงกว่า 241.36 cSt

อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ควรมีการทดสอบเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น (สำหรับบทความนี้ข้อมูลสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลมีจำนวนน้อย) และควรเก็บตัวอย่างของศูนย์บริการรถยนต์อื่นๆ เพื่อที่จะได้สมการประมาณค่าที่มีความเที่ยงตรงมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ เทียนนิมิตรและคณะ. (2559). *เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ด

มาตรฐานAPI . (2564). *API Standard* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564, จาก: https://www.api.org/products-and-services/standards

Jean-Louis Ligier and Bruno Noel, *Friction Reduction and Reliability for Engines Bearings*, Lubricants 2015, 3(3), pp. 569-596.

Richard S. Figliola & Donald E. Beasley. (2015). *Theory and Design for Mechanical Measurement*, (6th ed.) John Wiley and Sons.