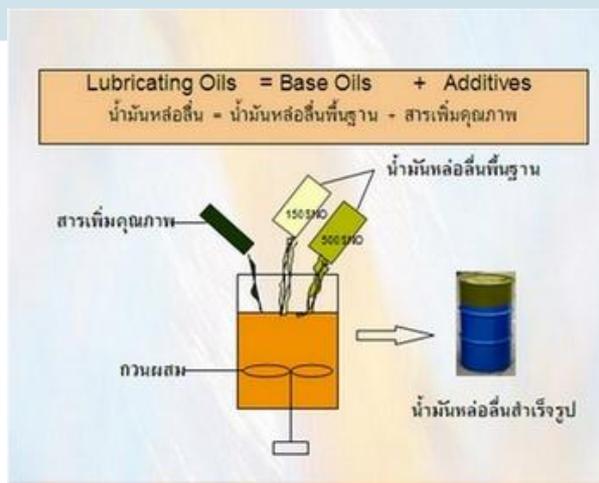


3. สารหล่อลื่นที่เป็นของเหลว **Lubricating Oil**



การจัดแบ่งกลุ่มน้ำมันพื้นฐาน

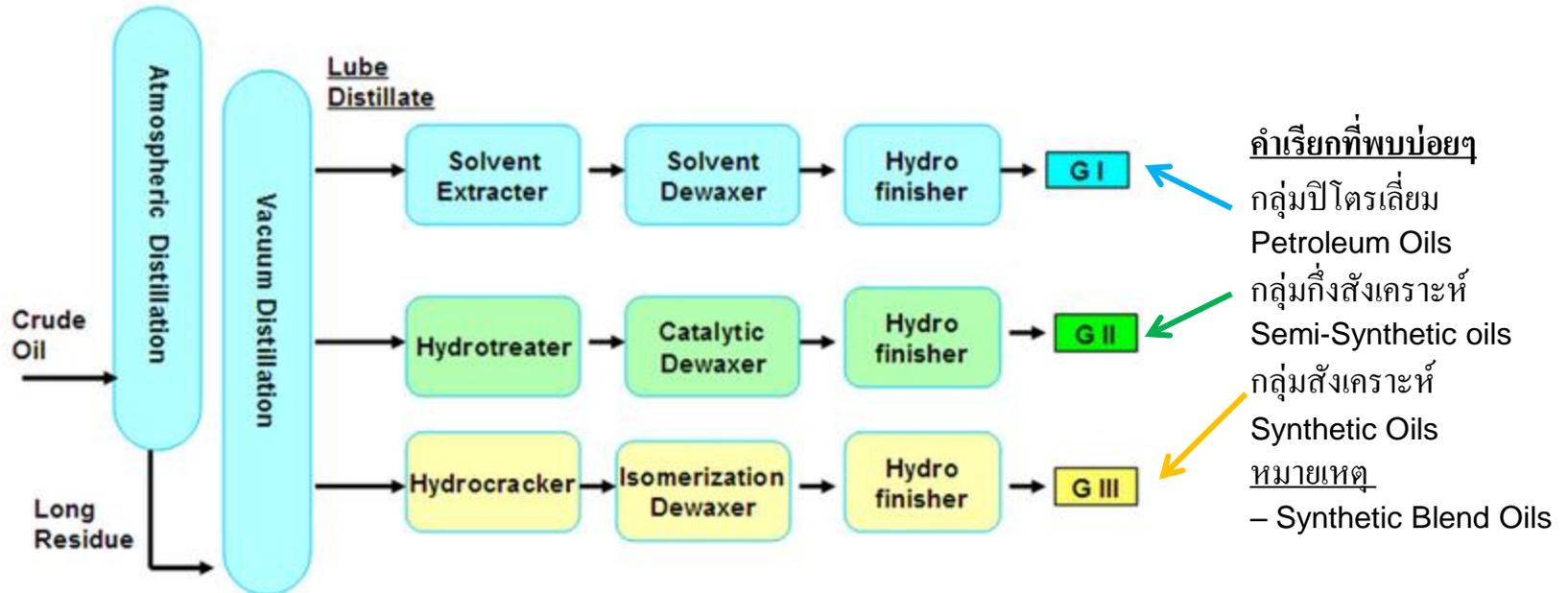
ตามมาตรฐาน **API** (American Petroleum Institute)

API Base Stock Categories (API Publication 1509)

Group	Sulfur, Wt%		Saturates	V.I.
I	>0.03	and/or	<90	80-119
II	≤0.03	and	≥90	80-119
III	≤0.03	and	≥90	≥120
IV	All Polyalphaolefins (PAOs)			
V	All Stocks Not Included in Groups I-IV (Pale Oils and Non-PAO Synthetics)			

กระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน แบ่งตามกลุ่ม

Base Oil Process (G I,II,III)



- G1**- การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยการใชตัวทำละลายสกัดแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว และไม่อิ่มตัวออกจากกัน ไฮโดรรีไฟนิง เป็นการกำจัดสารประกอบไนโตรเจน และซัลเฟอร์ ทำให้น้ำมันมีสีสวยขึ้น เพิ่มความสามารถในการต้านทานการทำปฏิกิริยา กับ ออกซิเจน และทนต่ออุณหภูมิได้สูงขึ้น
- G2**- ไฮโดรทรีตติ้ง — เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว เป็นไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว เป็นการเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าการสกัดด้วยตัว การทำไฮโดรทรีตติ้ง และการสกัดด้วยตัวทำละลาย
- G3**- ไฮโดรไอโซเมอไรเซชัน- เป็นการเพิ่มความเสถียรให้กับน้ำมันที่มาจากทำไฮโรแคร็คกิ้งมากขึ้น

ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

- กลุ่ม 1 : น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum Oil, Mineral Oil)

ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ สลายตัวที่อุณหภูมิประมาณ 90 ซ

- แนพทินิก(ซัลเฟอร์ เบส), พาราฟินิก (แวกซ์ เบส)

- กลุ่ม 2 : น้ำมันกึ่งสังเคราะห์ (Semi Synthetic Oil)

ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ แล้วผ่านกระบวนการ Hydrogenation

- กลุ่ม 3 : น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oil)

ได้จากการบวนการกลั่นน้ำมันดิบ แล้วผ่านกระบวนการผลิตที่สูงขึ้น

ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

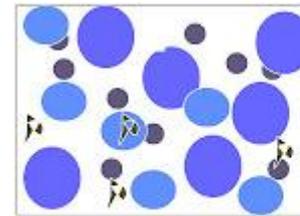
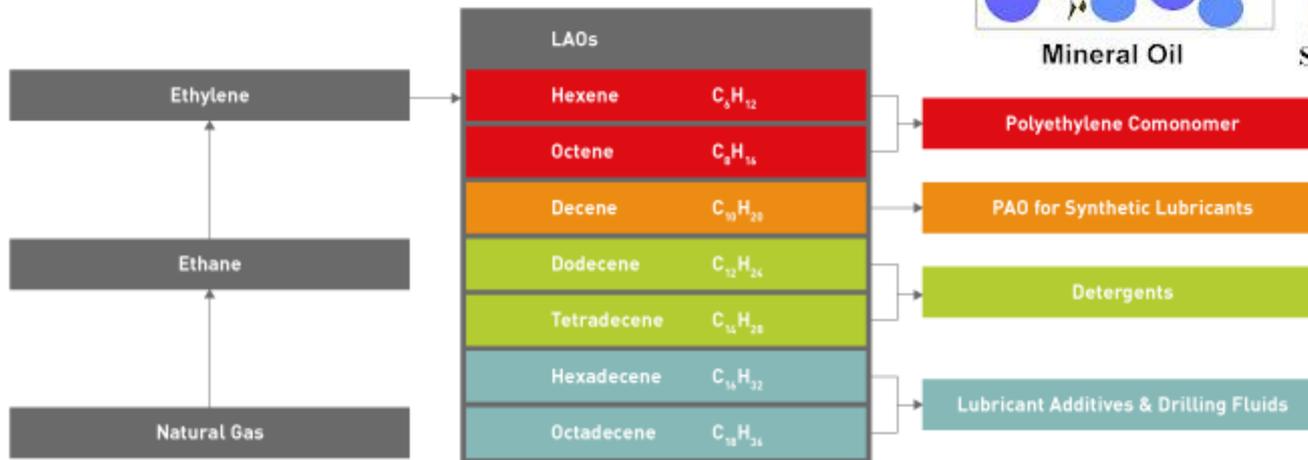
กลุ่ม 4 : น้ำมันสังเคราะห์กลุ่ม โพลีอัลฟาโอเลฟินส์ (PAO)

หรือ (Synthetic Hydrocarbon : SHC)

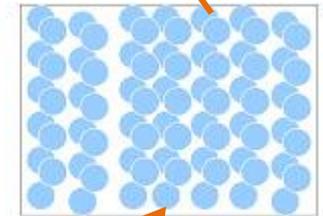
- ❖ สังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการทางเคมี สลายตัวในช่วงอุณหภูมิ 120 ๓

LAO Products and Applications

Forward integration, C8-C14 utilized for INEOS PAO production



Mineral Oil



Synthesized Hydrocarbon

จะพบคำเรียกหลายความหมายด้วยกัน **PAO (Poly alfa olefin) or SHC**

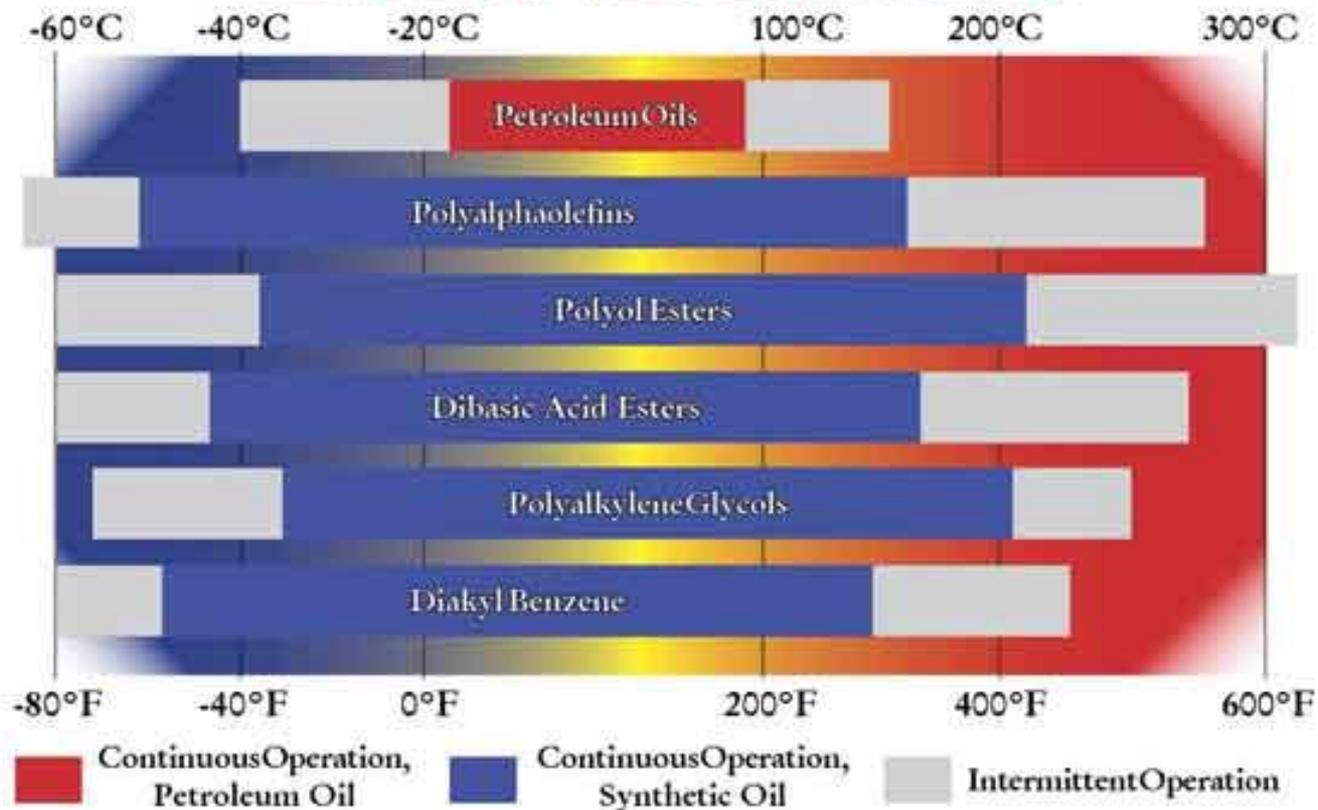
ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

- กลุ่ม 5 : น้ำมันสังเคราะห์ ที่ต่างจากกระบวนการผลิตที่กลุ่ม 1- 4
 - ซิลิโคน ออยล์ (หล่อลื่นซีลยาง, น้ำมันเบรก)
 - โพลีอัลคิลีน ไกลคอล (ก๊าซคอมเพรสเซอร์, เกียร์, น้ำมันเบรก)
 - ไดเอสเทอร์ (แอร์คอมเพรสเซอร์)
 - โพลีเอสเตอ์(แอร์คอมเพรสเซอร์งานหนัก, โซ่ทนความร้อนสูง)
 - ฟอสเฟตเอสเตอ์(ไฮดรอลิกทนไฟ)
 - ฯลฯ

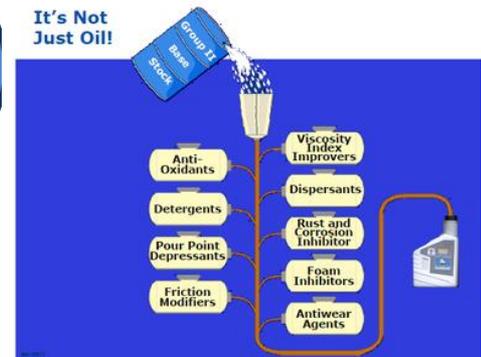
ข้อควรระวัง- โพลีอัลคิลีน ไกลคอล มีค่า **Density > 1** ทำให้รวมตัวกับน้ำ บางชนิดจะหนักกว่าน้ำ *น้ำ เท่ากับ 1, น้ำมันหล่อลื่นทั่วไป > 0.7 – 0.8

น้ำมันพื้นฐานกับช่วงอุณหภูมิ

CHART TWO: OIL TEMPERATURE LIMITS
PETROLEUM VERSUS SYNTHETIC



สารปรุงแต่ง หรือสารเพิ่มคุณภาพ: (Additives)



สารปรุงแต่ง หรือสารเพิ่มคุณภาพ: (Additives)

Type	Properties	Chemicals
สารต้านออกซิเดชัน Oxidation Inhibitors	<ul style="list-style-type: none">•ลดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน•ลดการเกิดกรด•ลดการเกิดตะกอน•ยืดอายุการใช้งาน	<ul style="list-style-type: none">•Zinc dialkydithiophosphate•Bis-phenols•Aromatic Amines
สารป้องกันสนิม Rust Inhibitors	<ul style="list-style-type: none">•ป้องกันสนิม	<ul style="list-style-type: none">•Metallic soaps•Organic acid•Amines
สารป้องกันการสึกหรอ Antiwear Additive	<ul style="list-style-type: none">•ป้องกันการสึกหรอของผิว•เครื่องจักรกลที่มีภาระงานสูง	<ul style="list-style-type: none">•Zinc dialkydithiophosphate•Tricresal phosphate

สารปรุงแต่ง / สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

Type	Properties	Chemicals
สารรับแรงกดสูง Extreme-Pressure	<ul style="list-style-type: none">•เพิ่มความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน•รับภาระงานสูง•ช่วยป้องกันการสึกหรอ	<ul style="list-style-type: none">•Organic compound of<ul style="list-style-type: none">- Sulfur- Phosphorous- Chlorine•Lead naphthenate
สารลดการแข็งตัว Pour-point Depressants	<ul style="list-style-type: none">•ลดการตกผลึกของขี้ผึ้ง•ลดจุดแข็งตัวของน้ำมัน•ทำให้น้ำมันไหลได้ที่อุณหภูมิต่ำ	<ul style="list-style-type: none">•Methacrylate polymer•Wax alkylated phenol and polymer
สารปรับปรุงดัชนีความหนืด Viscosity index improver	<ul style="list-style-type: none">•ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงความข้นใสของน้ำมันเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง	<ul style="list-style-type: none">•Polysobutylene•Methacrylate•Crylatecopolymers

สารปรุงแต่ง / สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

Type	Properties	Chemicals
สารชะล้างและกระจายสาร Detergents & Dispersants	<ul style="list-style-type: none">•ชะล้างความสกปรกออกจากผิวของชิ้นส่วน•กระจายไม่ให้อรวมตัวเป็นโคลน•ทำให้เครื่องเดินเรียบ	<ul style="list-style-type: none">•Metallic sulfonate•Amines, pheno•Alkyl substitute Salicylate•Succinimides
สารป้องกันฟอง Defoamants	<ul style="list-style-type: none">•ป้องกันการเกิดฟองของน้ำมันที่หมุนเวียนในระบบ	<ul style="list-style-type: none">•Silicone polymer•Organic polymer
สารแยกน้ำกับน้ำมัน Demulsifier Etc.	<ul style="list-style-type: none">•ป้องกันน้ำรวมตัวกับน้ำมัน (คล้ายสีน้ำมัน)	

Lubrication by additive types

ADDITIVE	TURBINE	GEAR	HYDRAULIC	ENGINE	PAPER MACHINE	CIRCULATING
Rust Inhibitor	+	+	+	+	+	+
Oxidation Inhibitor	+	+	+	+	+	+
Extreme Pressure		+				
Antiwear			+	+		
Detergents				+	+	
Dispersants				+		
Antifoam	0	0	+	+	0	0
V.I.Improver			0	+		
Demulsifiers	0	0	0		+	0

Table 3. Lubricant composition by Additive Type

Note : Lubricants in table with “o” signify that the additive is not in all formulations, but is Option for specific applications.

ปัจจัยในการเลือกสารหล่อลื่น

- ❖ ภาระหน้าที่การใช้งานจะเป็นตัวกำหนดของสารหล่อลื่นที่จำเป็นต้องใช้ การเลือกเกรดสารหล่อลื่นเหมาะสมกับเครื่องจักรแต่ละประเภทนั้น ควรเลือกใช้ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งควรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด **ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการเลือกชนิดของสารหล่อลื่น :**
- ✓ **ภาระการใช้งาน (Load)** หมายถึง ภาระที่กระทำบนผิวคู่สัมผัส ภาระการใช้งานปกติสำหรับเครื่องจักรหรือสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรจะถูกเรียกว่า “ปกติ” หากเครื่องจักรทำงานอยู่ในช่วงกำหนดที่ออกแบบไว้ ตย. ภาระใช้งานของฟันเฟืองทดที่ 400 **Mpa** (4000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) ถือว่าเป็นภาระปกติ
- ✓ **ความเร็วรอบ (Speed)** คือ ค่าความเร็วที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการกลิ้งหรือลื่นไถล ในเครื่องจักรทั่วไปจะประกอบด้วยชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น ลูกสูบที่เคลื่อนที่ไปมาอยู่ในกระบอกสูบ เพลาที่หมุนรอบตัวเอง และเฟืองบนเพลา โดยมีร่องลื่นรองรับเพลาอยู่ และรวมไปถึงอุปกรณ์ควบคุมระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีชิ้นส่วน ย่อยที่เป็นโลหะเคลื่อนไหวขัดสีกันอยู่ และมี

ปัจจัยในการเลือกสารหล่อลื่น

ต่อ - ผลกระทบต่อกันและกันจากลักษณะการเคลื่อนที่ดังกล่าว ที่เกิดขึ้น (ลูกสูบ) กับกระบอกสูบ เพลา กับ แบริ่งแบบกาน แทนเลื่อนบนรางเลื่อน ฯลฯ หรือการกลิ้งตัว (แบริ่ง แบบกลิ้งตัวหรือ ฟันเฟือง) ซึ่งโดยทั่วไปความเร็วรอบที่ถือว่าปกติอยู่ระหว่าง 500-3000 รอบต่อ/นาที

- ✓ **อุณหภูมิ (Temperature)** มักถูกจำแนกกันว่าเป็นอุณหภูมิภายนอกของเครื่องจักรที่ใช้ งาน โดยปกติอุณหภูมิภายนอกอยู่ระหว่าง 5 – 35 ซ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานปกติอยู่ในระหว่าง 40-80 ซ บางกรณีอาจสูงถึง 150 ซ
- ✓ **ผลกระทบจากปัจจัยภายนอก (Environments)** อาทิเช่น ผลกระทบของฝุ่นละออง สิ่งสกปรก ไอน้ำ ความชื้น น้ำ ฯลฯ ผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้ที่มีต่อสารหล่อลื่นสามารถป้องกันได้ โดยการจัดการอย่างเหมาะสม เช่น ซื้ลถังสารหล่อลื่นและบริเวณที่ใช้ในการจัดเก็บ การดูแลรักษาความสะอาด เป็นต้น

หน้าที่หลักและประโยชน์ของน้ำมันหล่อลื่น

หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป จะเป็นชั้นฟิล์มแทรกอยู่ระหว่างชิ้นส่วน 2 ชิ้น ที่มีการขัดสี หรือขัดถูกัน ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นดังกล่าวนี้จะช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนเหล่านั้น ดังนั้นองค์ประกอบซึ่งเป็นหน้าที่หลักประการสำคัญของน้ำมันหล่อลื่น

- ก). ลดแรงเสียดทาน (Reduce Friction) ซึ่งมีผลต่อเนื่องคือ
- ข). การลดการสึกหรอ (Reduce Wear)
- ค). ประหยัดพลังงาน (Saves Power)
- ง). ลดความร้อน (Reduces Heat) และเป็นการช่วยให้เกิดฟิล์มน้ำมันที่รองรับภาระที่ใช้งาน (Load-Carrying)
- จ). ทำหน้าที่เสมือนสารหล่อเย็นที่นำพาความร้อนออกไป (Carries Away Heat) จากชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่

หน้าที่หลักและประโยชน์ของน้ำมันหล่อลื่น

- จ). ทำหน้าที่เสมือนสารหล่อเย็นที่นำพาความร้อนออกไป (Carries Away Heat) จากชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่
- ฉ). ทำหน้าที่เสมือนซีล (Sealing) ป้องกันสนิม (Preventing Corrosion and Rust) ของผิวชิ้นงานที่เป็นหลัก
- ช). ในบางกรณีก็จะทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังเช่นน้ำมันไฮดรอลิก

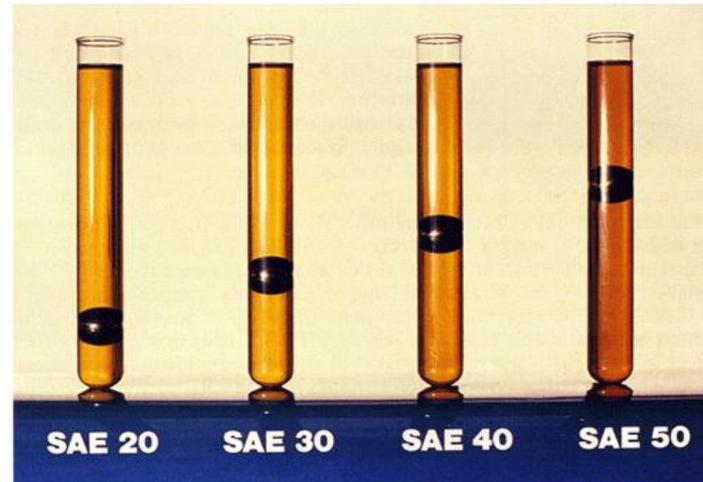
เนื่องจาก น้ำมันหล่อลื่นอาจจะต้องมีหน้าที่หลายๆ หน้าที่ในขณะเดียวกัน ดังนั้นการผสมน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ สิ่งที่สำคัญสูงสุดนั่นคือ น้ำมันหล่อลื่นต้องถูกออกแบบมาให้ใช้งานในช่วงการทำงานของ เครื่องจักร โดยที่มีการเสียด หรือสึกหรอ และการสูญเสียคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นให้น้อยที่สุด

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของน้ำมันหล่อลื่น

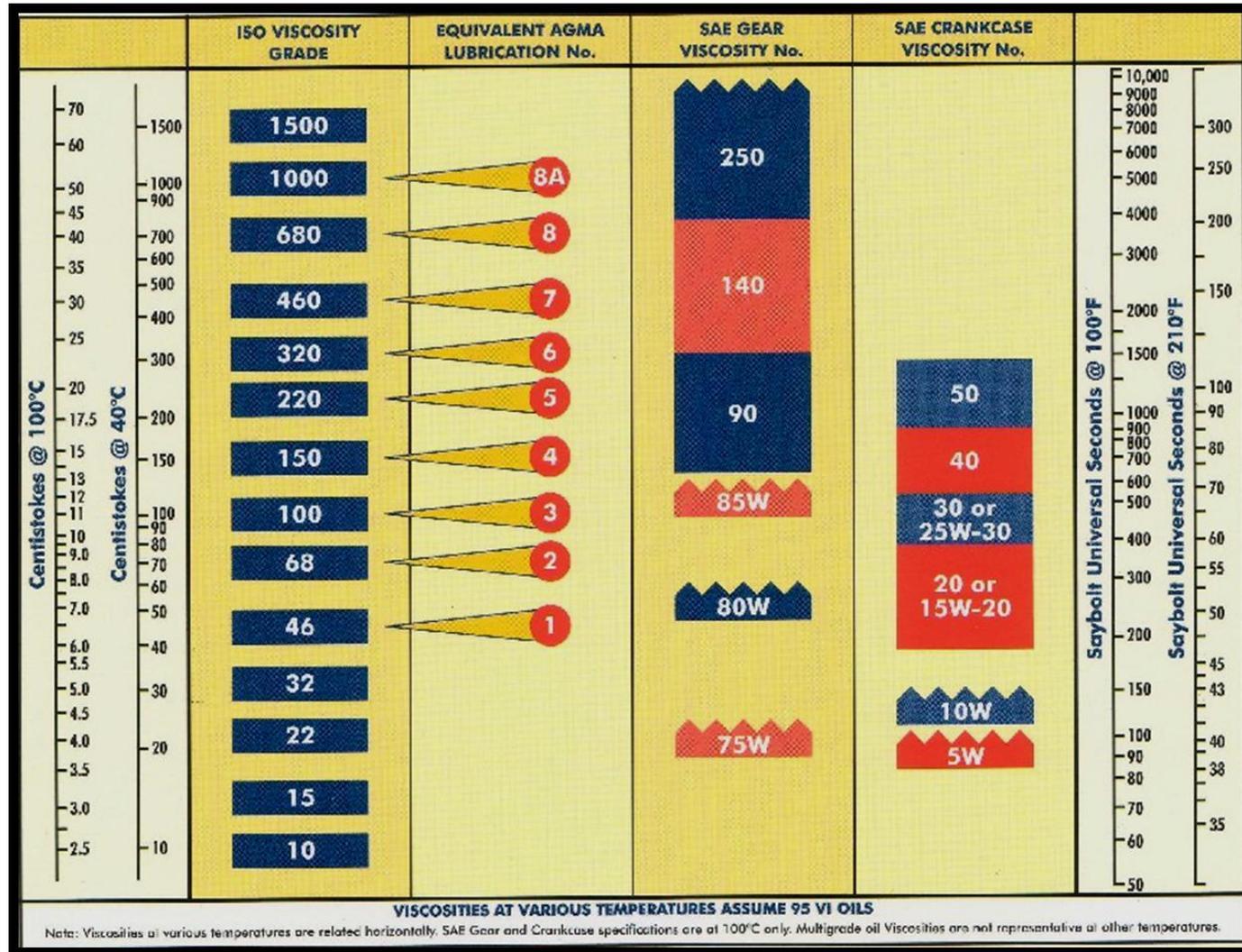
- ความหนืด (Viscosity)
- ดัชนีความหนืด (Viscosity Index : VI)
- จุดวาบไฟ (Flash Point)
- จุดไหลเท (Pour Point)
- การต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation Resistance)
- การแยกตัว / การผสมตัวเข้ากับน้ำ (Water Separation or Demulsibility)

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของน้ำมันหล่อลื่น

- **ความหนืด หรือความข้นใส (Viscosity)** หมายถึงความใสและความข้นของน้ำมันโดยวัดที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง น้ำมันที่มีความข้นใสต่ำจะไหลง่าย แต่ฟิล์มหล่อลื่นก็บางมากด้วย สำหรับน้ำมันที่มีความข้นใสสูงย่อมไหลยาก แต่จะมีฟิล์มหล่อลื่นหนากว่าน้ำมันที่มีความข้นใสต่ำ หน่วยวัดความข้นใสมีหลายระบบ และอุณหภูมิที่วัดก็ต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจสรุปได้ดังตาราง

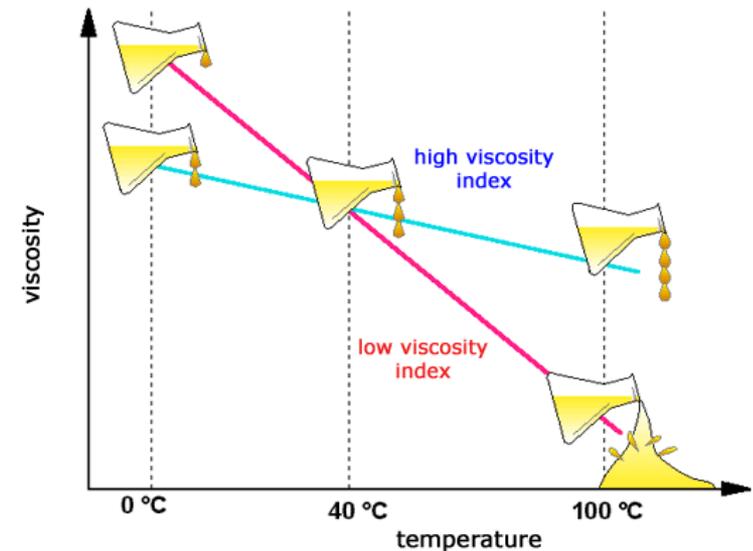
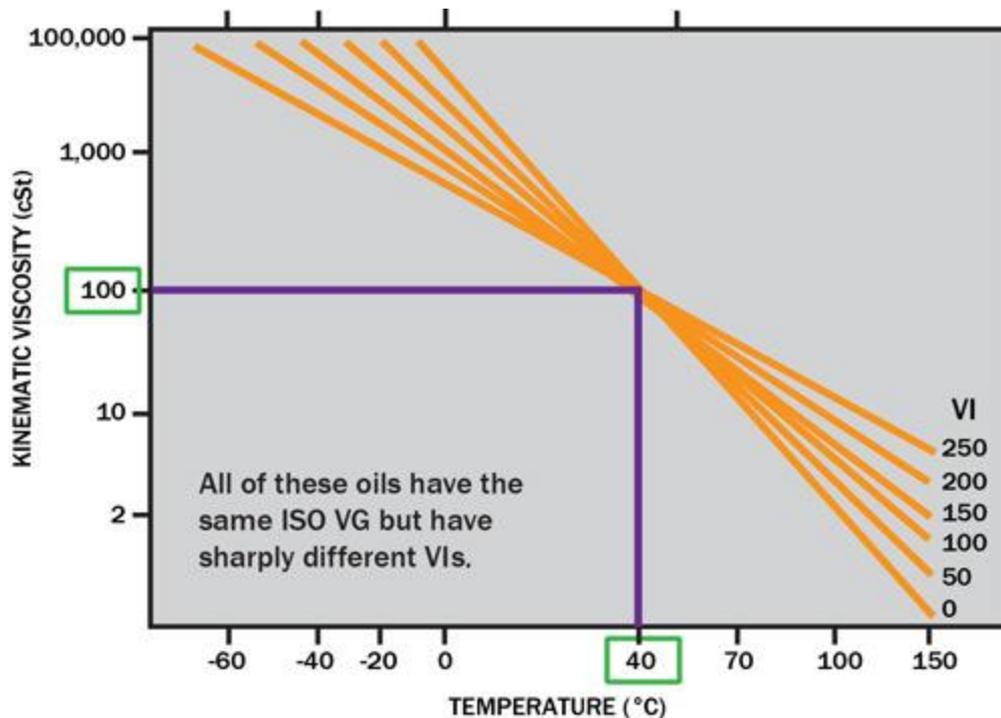


เทียบ : ISO, AGMA, SAE Gear, SAE of lubricants



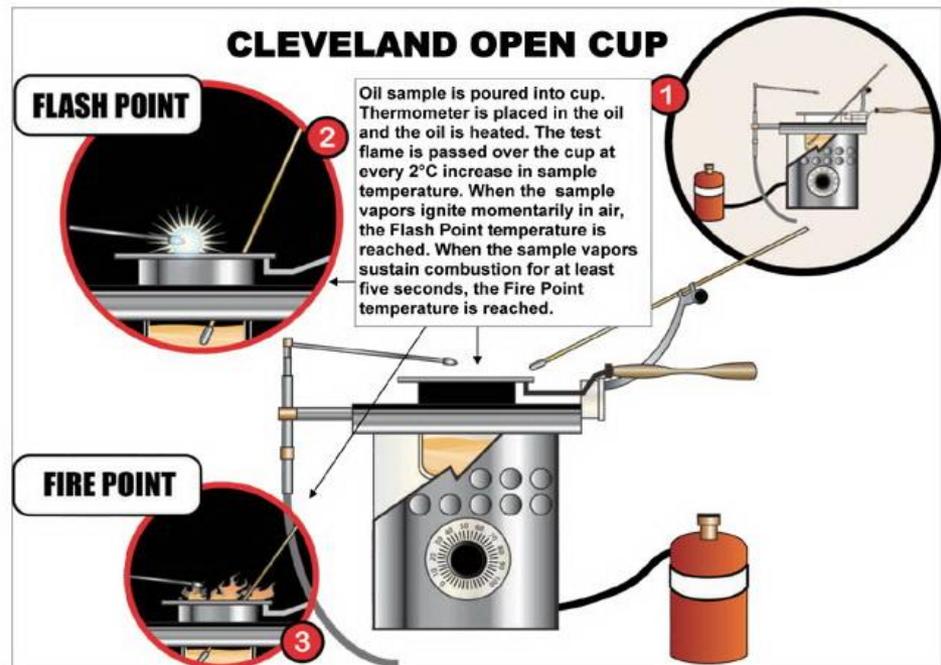
ดัชนีความหนืด (Viscosity Index : VI)

- **ดัชนีความหนืด หรือดัชนีความข้นใส** ความข้นใสของน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ดังนั้นน้ำมันจะไหลลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจะข้นขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง จึงมีการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงนี้ ออกไปเป็นค่าดัชนีความข้นใส (**Viscosity Index**) หรือที่เรียกกันว่า ค่า **VI** ถ้าน้ำมันหล่อลื่นมีความข้นใสเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก แสดงว่าน้ำมันหล่อลื่นนั้นมีค่า **VI** สูง แต่ถ้าความข้นใสของน้ำมันเปลี่ยนแปลงมากเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงน้อยก็แสดงว่าน้ำมันนั้นมีค่า **VI** ต่ำ



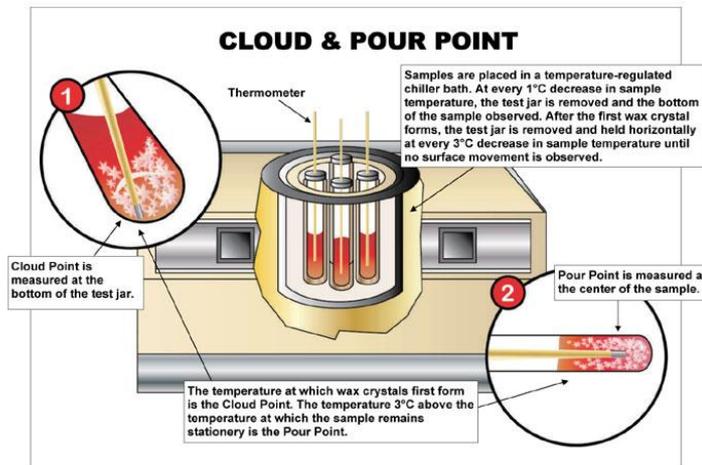
จุดวาบไฟ (Flash Point)

- จุดวาบไฟ คืออุณหภูมิของน้ำมันที่ได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วลุกวาบเมื่อโดนเปลวไฟ (*จุดวาบไฟมีความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน)



จุดไหลเท (Pour Point)

- จุดไหลเท คือ อุณหภูมิที่ต่ำสุดที่น้ำมันยังสามารถไหลได้ก่อนที่ไข (Wax) ที่มีอยู่ในน้ำมันจะเกิดการแข็งตัว ทำให้น้ำมันไหลได้ยาก ในที่มีอากาศหนาวหรือเย็น จะต้องพิจารณาเลือกใช้น้ำมันที่มีจุดไหลเทต่ำกว่าอุณหภูมิใช้งาน เพื่อป้องกันการแข็งตัวของน้ำมัน



การต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน

- น้ำมันที่ดีต้องรวมตัวกับออกซิเจนได้ยาก อายุการใช้งานยาวนาน
- น้ำมันจะเสื่อมสภาพเมื่อเกิดการรวมตัวกับอากาศหรือออกซิเจน
- ความร้อน น้ำ และตัวเร่งปฏิกิริยาจะเร่งให้น้ำมันเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

ผลกระทบ: เกิดโคลนตม > ความหนืดเพิ่มขึ้น

เกิดกรด > การกัดกร่อน

เกิดตะกอน > การสึกหรอและขาดการหล่อลื่น

การจัดแบ่งสารหล่อลื่นระบบเกียร์ปิด ตามมาตรฐาน AGMA

AGMA Viscosity Ranges for Royal Purple's Gear Oils

Read horizontally in either direction to change from AGMA Grade, to ISO Grade, to SAE Grade, to Centistoke Viscosity @ 40°C.

Table 3: Determining the Correct Lubricant Grade

AGMA R&O Oil Grade	AGMA R&O Worm Gear Oil Grade	AGMA EP Oil Grade	AGMA Synthetic Oil Grade	ISO Grade	SAE Grade	Viscosity Range cSt at 40°C (104°F) (Note: AGMA 13 = cSt at 100°C)
0			0 S	—	—	28.8 to 35.2
1			1 S	46	75W	41.4 to 50.6
2		2 EP	2 S	68	80W	61.2 to 74.8
3		3 EP	3 S	100	85W, 75W90	90 to 110
4		4 EP	4 S	150	90	135 to 165
5		5 EP	5 S	220	90	198 to 242
6		6 EP	6 S	320	140, 85W90	288 to 352
7	7 Compounded	7 EP	7 S	460	140	414 to 506
8	8 Compounded	8 EP	8 S	680	140	612 to 748
—	8A Compounded	8A EP	—	1000	250	900 to 1100
9		9 EP	9 S	1500	—	1350 to 1650
10		10 EP	10 S	—	—	2880 to 3520
11		11 EP	11 S	—	—	4140 to 5060
12		12 EP	12 S	—	—	6120 to 7480
13		13 EP	13 S	—	—	190 to 220 (@100°C)

กลุ่ม R&O (Rust and Oxidation), กลุ่ม Worm Gear,
 กลุ่ม EP (extreme pressure), กลุ่มสังเคราะห์ (Synthetic): ก.) สังเคราะห์ อีพี, ข.) สังเคราะห์ อาร์ แอนด์ โอ

คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่น ตามมาตรฐาน AGMA

Table 1. ANSI/AGMA 9005-D94

Requirements	Test Procedure	R&O and Compounded	EP	Synthetic
AGMA Grade		0-13	2EP-13EP	0S to 13S
Viscosity Index, min	ISO 2209/ASTM D2270	90	90	120
Oxidation Stability, 312 hours @ 250°F (121°C), % max increase in viscosity	ASTM D2983	None	6	6
Oxidation Stability Hours to reach AN of 2:				
Grades 0, 1, 2	ISO 4263/ASTM D943	1,500		
Grades 3, 4			750	
Grades 5, 6			500	
Rust Protection after 24 hours	ISO 7120/ASTM D665	No Rust	No Rust	No Rust
Copper Corrosion Protection:				
3 hours @ 100°C	ISO 2160/ASTM D130		1b	1b
3 hours @ 121°C		1b		
Foam Tendency/Stability, ml maximum	ASTM D892			
Sequence I - 75°F (24°C)		75/10	75/10	75/10
Sequence II - 200°F (93.5°C)		75/10	75/10	75/10
Sequence III - 75°F (24°C)		75/10	75/10	75/10
Demulsibility:				
Max % water in oil after 5 hours	ASTM D2711	0.5%	2%	1%
Max cuff after centrifuging, ml	(modified for EP and synthetic gear oils 90 ml of water used)	2.0 ml	1.0 ml	2.0 ml
Min total free water collected				
During entire test, ml		30 ml	80 ml	60 ml
FZG Failure Load Stage, min	ASTM D5182	None	> 12	11
Timken OK Loads, lbs	ASTM D2782	None	60	None

กลุ่มตัวอย่างน้ำมันเกียร์ แต่ละบริษัท

	Shell	Mobil	Esso	BP	Castrol	Royal Purple	Anderol	Citgo
Mineral EP	Omala	Mobil Gear 600 XP	Sparten EP	Energol GR-EP	Alpha SP		---	EP Compound
Synthetic EP	Omala HD	Mobil Gear SHC	Sparten SEP	Energol EPX	Alpha SYN T	Synergy, Thermly Glyde	Anderol # 5000	Citgear SYN EP
Synthetic R&O	Omala RL	Mobil SHC	Teresso SYN	Energol HTX	Alpha SYN	Synfilm GT	Anderol # 4000	Citgear SYN HT
Synthetic (PAG)	Tivela	Mobil Glygoyle	Glycolube	Energol SG-XP	Alpha PG	---	Anderol # 7000	Citgo SYN PAG

Oil Recommendation Bearings, Plain

LOW SPEED

4 in. shaft or smaller – Below 200 rpm.

4 in. to 8 in. shaft – Below 150 rpm

8 in. shaft or larger – Below 60 rpm.

Method of Application	Bearing Temperature Below 40 F	Bearing Temperature 40F – 120F	Bearing Temperature 40F – 180F	Bearing Temperature Above 180F
Circulating System Bath Or Splash	ISO-VG 46	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 320
Ring Chain, Or Collar	ISO-VG 46	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 320
Force Feed or Centralized	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 150	ISO-VG 460
Waste Pack	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 150	ISO-VG 460
Hand Oiled Drop, Wick or Bottle Oiler	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 220	ISO-VG 460

Oil Recommendation Bearings, Plain

MEDIUM SPEED

4 in. shaft or smaller – Over 700 rpm.

4 in. to 8 in. shaft – 150 to 400 rpm

8 in. shaft or larger – 60 to 200 rpm.

Method of Application	Bearing Temperature Below 40 F	Bearing Temperature 40F – 120F	Bearing Temperature 40F – 180F	Bearing Temperature Above 180F
Circulating System Bath Or Splash	ISO-VG 32	ISO-VG 46	ISO-VG 100	ISO-VG 150
Ring Chain, Or Collar	ISO-VG 32	ISO-VG 46	ISO-VG 100	ISO-VG 220
Force Feed or Centralized	ISO-VG 46	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 320
Waste Pack	ISO-VG 46	ISO-VG 68	ISO-VG 100	ISO-VG 320
Hand Oiled Drop, Wick or Bottle Oiler	ISO-VG 46	ISO-VG 68	ISO-VG 150	ISO-VG 320

Oil Recommendation Bearings, Plain

HIGH SPEED				
4 in. shaft or smaller – Over 700 rpm.				
4 in. to 8 in. shaft – Over 400 rpm.				
8 in. shaft or larger – Over 200 rpm.				
Method of Application	Bearing Temperature Below 40 F	Bearing Temperature 40F – 120F	Bearing Temperature 40F – 180F	Bearing Temperature Above 180F
Circulating System Bath Or Splash	ISO-VG 32	ISO-VG 32	ISO-VG 32	ISO-VG 68
Ring Chain, Or Collar	ISO-VG 32	ISO-VG 32	ISO-VG 68	ISO-VG 150
Force Feed or Centralized	ISO-VG 32	ISO-VG 46	ISO-VG 100	ISO-VG 220
Waste Pack	ISO-VG 32	ISO-VG 46	ISO-VG 100	ISO-VG 220
Hand Oiled Drop, Wick or Bottle Oiler	ISO-VG 32	ISO-VG 46	ISO-VG 100	ISO-VG 220

การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องจักร(Lubricating Oil)

ประเภทของเกียร์	ชนิดของสารหล่อลื่น	ภาวะ	ความเร็ว อุณหภูมิ ของ น้ำมัน	ต่ำกว่า 200 rpm		200-500 rpm		500-1000 rpm		1000-1500 rpm	
				30-70 °C	70-120 °C	30-70 °C	70-120 °C	30-70 °C	70-120 °C	30-70 °C	70-120 °C
ทุกประเภท ยกเว้นเกียร์ เบ็ดและ เฟืองหนอน	Spray	ปกติ หนัก				#68 #68	#100 #150	#68 #68	#100 #150	#32 #68	#68 #150
	Bath	ปกติ หนัก		#460 #460	#460 #680	#220 #220	#320 #320	#150 #150	#220 #220	#100 #150	#150 #150
เฟืองหนอน	Bath	ปกติ หนัก		#680 #680	#1000 #680	#460 #680	#680 #680	#320 #680	#460 #680	#220 #680	#320 #680
เกียร์เบ็ด	Bath	ปกติ หนัก		#680 #1000	#1000 #1000	#680 #1000	#1000 #1000				
	Hand	ทุก ๑ ภาวะ		Compound	Compound	Compound	Compound				

อุปกรณ์เสริมสำหรับการหล่อลื่น



Drip Feed Lubricators



Oil Levels & Windows



Constant Level Oilers



Oil Hole Covers & Cups