



วัสดุหล่อลื่น

หลักการหล่อลื่น

การหล่อลื่นก็คือการนำเอาสารที่มีความต้านทานต่อการเลื่อนต่ำแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างผิวสัมผัส เพื่อป้องกันมิให้ขูดความ ขรุขระของผิวสัมผัสกันโดยตรง ซึ่งสารที่ใส่เข้าไประหว่างผิวสัมผัสที่เรียกว่า สารหล่อลื่น หรือวัสดุหล่อลื่นนี้ จะคงอยู่ระหว่างผิว สัมผัสได้ตลอดเวลาการทำงาน หรือเกือบตลอดเวลา หรือบางช่วงเวลา ของการทำงานภายใต้สภาวะที่กำหนดนั้นจะขึ้นอยู่กับ การ ออกแบบและลักษณะการทำงานเป็นหลัก

สารหล่อลื่นที่เข้าไปอยู่ระหว่างผิวสัมผัสโดยทั่วไปจะอยู่ในลักษณะของชั้นบางๆ ที่เรียกว่าฟิล์มของสารหล่อลื่น ซึ่งมี ความหนาเพียงพอที่จะแยกไม่ให้ขูดความขรุขระ ของผิวทั้งสองสัมผัสกันโดยตรงในช่วงการทำงานปกติ แต่ในบางกรณีความหนาของฟิล์มอาจจะไม่เพียงพอที่จะแยก ไม่ให้ขูดความขรุขระของผิวทั้งสองสัมผัสกันโดยตรงได้ตลอดเวลา ฟิล์มของสารหล่อลื่น ดังกล่าวมีหลายลักษณะซึ่งอาจแบ่งตามชนิดของสารหล่อลื่นที่ใช้ หรือแบ่งตามวิธีที่ทำให้เกิดฟิล์มของสารหล่อลื่น เมื่อมีการหล่อลื่นระหว่างผิวสัมผัสขูดความขรุขระก็จะ ไม่สัมผัสกันโดยตรง (ในกรณีที่ความหนาของฟิล์มเพียงพอที่จะ แยกไม่ให้ขูดความขรุขระสัมผัสกันในช่วงการทำงานปกติ) หรือขูดความขรุขระก็จะสัมผัสกันโดยตรงน้อยลง (ในกรณีที่ความหนาของฟิล์มไม่เพียงพอที่จะแยกไม่ให้ขูด ความขรุขระของผิวทั้งสองสัมผัสกันโดยตรงได้ตลอดเวลา) ซึ่งเป็นผลให้ความเสียหาย ลดลงโดยแทนที่จะเป็นการเสียหายหนักก็จะเปลี่ยน ไปเป็น ความเสียหายของของไหลซึ่งน้อยกว่าความเสียหายหนักมาก และการสึกหรอเนื่องจากการยึดติดและการขัดถูก็จะหมดไปหรือน้อยลง

ส่วนประกอบของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating oil) = น้ำมันฐาน (Base oil) + สารเคมีเพิ่มคุณภาพ (Additive)

สารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ประเภทน้ำมัน	สารต่อต้านการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน	สารยับยั้งการเกิดสนิม	สารยับยั้งการกัดกร่อน	สารยับยั้งการสึกหรอ	สารเคมีรับแรงกดสูง	สารต้านทานการเกิดฟองอากาศ	สารเคมีลดอุณหภูมิไหล	สารช่วยในการยึดเกาะ	สารช่วยชะล้างและทำความสะอาด
น้ำมันเกียร์	/	/	/	/	/	/			
น้ำมันไฮดรอลิกอุตสาหกรรม	/	/	/	/		/			
น้ำมันเทอร์ไบน์	/	/	/	/		/			
น้ำมันเครื่องออดอม	/	/	/			/			/
น้ำมันเกียร์เปิด เฟืองหนอน	/	/	/					/	
น้ำมันเครื่องทำความสะอาด	/	/	/	/			/		



หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น

- 1.หล่อลื่นชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
- 2.ลดการสึกหรอ
- 3.ส่งทอดกำลัง
- 4.ลดความร้อน
- 5.ทำความสะอาด
- 6.ลดแรงกระแทก
- 7.ลดแรงเสียดทาน
- 8.ป้องกันสนิม
- 9.ป้องกันการกัดกร่อน
- 10.ป้องกันสิ่งสกปรก
- 11.เป็นฉนวนไฟฟ้า
12. ฯลฯ

หลักการของการหล่อลื่นที่ดี

1. ใช้สารหล่อลื่นถูกชนิด
2. ใช้สารหล่อลื่นในปริมาณที่เหมาะสม
3. ทำการหล่อลื่นในระหว่างช่วงเวลาที่เหมาะสม
4. ทำการหล่อลื่นในจุด(ชิ้นส่วน)ที่ถูกต้อง
5. ใช้วิธีการหล่อลื่นที่เหมาะสม
6. มีทัศนคติที่ดีต่อการหล่อลื่น

การแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่น

เนื่องจากการนำเอาน้ำมันหล่อลื่นไปใช้สำหรับการหล่อลื่นของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลหลายชนิด และภายใต้สภาวะการทำงานหลายสภาวะการทำงาน ดังนั้นจึงได้มีการแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นออกเป็นน้ำมันหล่อลื่น ประเภทต่าง ๆ มากมายโดยผู้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นและสถาบันที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น สถาบันปิโตรเลียมอเมริกา (American Petroleum Institute, API), สมาคมวิศวกรยานยนต์ของอเมริกา (Society of Automotive Engineers, SAE), สถาบันมาตรฐานการทดสอบวัสดุของสหรัฐอเมริกา (American Standard for Testing of Materials, ASTM), สถาบันทหารของสหรัฐอเมริกา (U.S. Military Institute, MIL), สมาคมผู้ผลิตเกียร์ของสหรัฐอเมริกา (American Gear Manufacturers Association, AGMA), สมาคมวิศวกรหล่อลื่นของสหรัฐอเมริกา (American Society of Lubrication Engineers, ASLE), และองค์กรมาตรฐานสากล (International Standard Organization, ISO) เป็นต้น ซึ่งการแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นโดยทั่วไปมีสี่ลักษณะ คือ

1. การแยกประเภทตามชนิดของน้ำมันพื้นฐาน เป็นน้ำมันแร่ น้ำมันสังเคราะห์ น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์



2. การแยกประเภทตามการนำไปใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปผู้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นจะกำหนดว่า น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป ที่ผลิตขึ้นมาจะนำไปใช้สำหรับเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรใด โดยจะนิยมเรียกชื่อ น้ำมันหล่อลื่นตามชื่อของ เครื่องจักรและชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่จะนำน้ำมันหล่อลื่นนั้น ๆ ไปใช้ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

1. น้ำมันหล่อลื่นยานยนต์ (automotive Lubricating oils) ซึ่งแบ่งแยกต่อไปเป็น
 - น้ำมันเครื่อง (engine oils)
 - น้ำมันเกียร์ (gear oils)
 - น้ำมันห้องเกียร์อัตโนมัติ (automatic transmission fluid)
2. น้ำมันหล่อลื่นอุตสาหกรรม (industrial Lubricating oils) ซึ่งแบ่งแยกต่อไปเป็น
 - น้ำมันไฮดรอลิก (hydraulic oils)
 - น้ำมันเกียร์อุตสาหกรรม (industrial gear oils)
 - น้ำมันเครื่องมือลม (air tool oils)
 - น้ำมันเครื่องอัดลม (compressor oils)
 - น้ำมันเครื่องทำความเย็น (refrigerating oils)
 - น้ำมันเทอร์ไบน์ (turbine oils)
 - น้ำมันถ่ายเทความร้อน (heat transfer oils)
 - น้ำมันอุตสาหกรรมอื่น ๆ

การแยกประเภทตามการนำไปใช้งานนี้ น้ำมันหล่อลื่นแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตาม ความต้องการของเครื่องจักรและชิ้นส่วนของเครื่องจักร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วก็จะต่างกันที่ปริมาณและชนิดของสาร เพิ่มคุณภาพที่ใช้ โดยรูปที่ 7 แสดงถึงชนิดของสารเพิ่มคุณภาพที่สำคัญที่ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นประเภทต่าง ๆ

ประเภทน้ำมัน	ต้านทานออกซิเจน	ป้องกันสนิม	ต้านทานการกัดกร่อน	ชะล้างทำความสะอาด	กระจายเขม่าตะกอน	เพิ่มดัชนีความหนืด	ต้านทานการเกิดฟอง	ต้านทานการสึกกร่อน	ทนแรงกดสูง	ลดจุดไหลเท	ช่วยไม่ให้แข็งตัว	น้ำมันผสมกับน้ำได้	ลดแรงเสียดทาน
น้ำมันเครื่อง	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	●
น้ำมันเกียร์	●	●	●	—	—	—	●	—	●	—	—	—	—
น้ำมันไฮดรอลิก (อุตสาหกรรม)	●	●	●	—	—	—	●	●	—	—	—	—	—
น้ำมันเทอร์ไบน์	●	●	●	—	—	—	●	●	—	—	—	—	—
น้ำมันเครื่องอัดลม	●	●	●	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—
น้ำมันเกียร์เปิด, เฟืองหนอน	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—
น้ำมันเครื่องทำความเย็น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—
น้ำมันหัวเจาะเครื่องมือลม	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	●	—
น้ำมันช่างโลหะ (ผสมน้ำ)	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—

รูปที่ 7 ชนิดของสารเพิ่มคุณภาพที่ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นประเภทต่าง ๆ



3. การแยกประเภทตามความหนืด (viscosity classification) ซึ่งมีการแยกประเภทน้ำมันหล่อลื่นสำหรับยานยนต์และสำหรับอุตสาหกรรม ตามความหนืดไว้เท่าที่นิยมใช้กันมีดังต่อไปนี้คือ

1. การแยกประเภทของน้ำมันเครื่องตามความหนืด (engine oil viscosity classification) โดยสมาคมวิศวกรยานยนต์ของสหรัฐอเมริกา (SAE) ตามมาตรฐาน SAE J 300 (มีนาคม 1989) ซึ่งแยกเป็นเกรดหรือเบอร์ของน้ำมันเครื่องตามความหนืดออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นเกรดที่มีอักษร W ด้านหลัง เป็นน้ำมันเครื่องที่ใช้สำหรับสภาวะอุณหภูมิต่ำ แยกเป็นเกรดโดยใช้ค่าความหนืดสูงที่อุณหภูมิต่ำ, อุณหภูมิสูงสุดที่ปั๊มได้พอดี และความหนืดต่ำสุดที่ 100 °C กลุ่มที่สองเป็นเกรดที่ไม่มีอักษร W ด้านหลัง เป็นน้ำมันเครื่องที่ใช้สำหรับสภาวะอุณหภูมิที่สูงขึ้น แยกเป็นเกรดโดยใช้ค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C เพียงอย่างเดียวตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกรดของน้ำมันเครื่องตามมาตรฐาน SAE (SAE J300, March 1989)

เกรดหรือเบอร์ SAE	ความหนืด (cP) ที่อุณหภูมิ (°C), สูงสุด		ความหนืด (cSt) ที่ 100 °C	
	การหมุนเครื่อง (cranking)	การปั๊ม (pumpability)	ต่ำสุด	สูงสุด
0W	3,250 ที่ -30	30,000 ที่ -35	3.8	
5W	3,500 ที่ -25	30,000 ที่ -30	3.8	
10W	3,500 ที่ -20	30,000 ที่ -25	4.1	
15W	3,500 ที่ -15	30,000 ที่ -20	5.6	
20W	4,500 ที่ -10	30,000 ที่ -15	5.6	
25W	6,000 ที่ -5	30,000 ที่ -10	9.3	
20			5.6	< 9.3
30			9.3	< 12.5
40			12.5	< 16.3
50			16.3	< 12.9
60			21.9	< 26.1

น้ำมันเครื่องบางชนิดอาจจะมีที่อุณหภูมิสูงที่สุดที่ปั๊มได้พอดีตามเกรดที่มีอักษร W ด้านหลังเกรดใดเกรดหนึ่ง และมีความหนืดที่ 100 °C ตามเกรดหรือเบอร์ที่ไม่มี W ด้านหลังเกรดใดเกรดหนึ่งด้วย ตัวอย่างเช่น มีความหนืดที่อุณหภูมิสูงที่สุดที่ปั๊มได้พอดีตามเกรด 10W และมีความหนืดที่ 100 °C ตามเกรด 40 น้ำมันเครื่องชนิดนี้ก็จะมีการเป็น SAE 10W-40 ซึ่งเรียกว่า น้ำมันเครื่องหลายเกรด (multigrade) หรือหลายความหนืด (multiviscosity) โดยทั่วไปแล้วน้ำมันเครื่องหลายเกรดนี้จะมีการเติมสารเพิ่มคุณภาพประเภทสารเพิ่มค่าดัชนีความหนืด (viscosity index improvers) เข้าไป

2. การแยกประเภทของน้ำมันเกียร์ธรรมดา และเฟืองท้ายสำหรับรถยนต์ตามความหนืด (Axle and Manual Transmission Lubricant Viscosity Classification) โดยสมาคมวิศวกรยานยนต์ของ



สหรัฐอเมริกา (SAE) ซึ่งได้แยก ประเภทของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กับห้องเกียร์ธรรมดา และเฟืองท้ายของรถยนต์ตามมาตรฐาน J306 โดยใช้ค่าความหนืดที่วัดได้ที่อุณหภูมิ 100°C และค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ความหนืดมีค่าถึง 150,000 cP เมื่อทำให้เย็น และวัดตามวิธี ทดสอบค่าความหนืดตามที่ปรากฏที่อุณหภูมิที่ตามมาตรฐาน ASTM D2983 โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brook field เพื่อแยกเป็นเกรดหรือเบอร์ต่าง ๆ กัน ตามที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกรดของน้ำมันเกียร์ของเพลาท้ายตามมาตรฐาน SAE (SAE J360, March 1985)

เกรดหรือเบอร์ SAE	อุณหภูมิสูงสุด $^{\circ}\text{C}$ เมื่อความหนืดเป็น 150,000 cP	ความหนืดที่ 100°C	
		ต่ำสุด cSt	สูงสุด cSt
70W	-55	4.1	-
75W	-40	4.1	-
80W	-26	7.0	-
85W	-12	11.0	-
90	-	13.5	< 24.0
140	-	24.0	< 41.0
250	-	41.0	-

น้ำมันเกียร์และเฟืองท้ายจะมีชนิดหลายเกรด เช่นเดียวกับน้ำมันหล่อลื่น และมีเกรดหรือเบอร์ที่มีอักษร W ด้านหลังสำหรับในสภาวะการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำเช่นกัน

3. การแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับอุตสาหกรรมตามความหนืด (Viscosity System for Industrial Fluid Lubricants) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นร่วมกันระหว่าง ASTM และ ASLE โดยได้แบ่งเป็นระดับความหนืดต่าง ๆ ที่แน่นอน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการเลือกหรือกำหนดค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับอุตสาหกรรม การแยกประเภทตามระบบนี้เดิมใช้ค่าความหนืดที่วัดได้ที่ 100°F แต่ได้เปลี่ยนมาเป็นค่าความหนืดที่วัดได้ 40°C เพื่อให้ สอดคล้องกับมาตรฐานสากล ช่วงความหนืดและเกรดหรือเบอร์ที่กำหนดได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกรดของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับอุตสาหกรรม

เกรดหรือเบอร์ความหนืด	ค่าความหนืดที่จุดกลาง cSt ที่ 40°C	ช่วงความหนืด, cSt ที่ 40°C	
		ต่ำสุด	สูงสุด
ISO VG2	2.2	1.98	2.42
ISO VG3	3.2	2.88	3.52
ISO VG5	4.6	4.14	5.06
ISO VG7	6.8	6.12	7.48



ISO VG10	10	9.00	11.0
ISO VG15	15	13.5	16.5
ISO VG22	22	19.8	24.2
ISO VG32	32	28.8	35.2
ISO VG46	46	41.4	50.6
ISO VG68	68	61.2	74.8
ISO VG100	100	90.0	110
ISO VG150	150	135	165
ISO VG220	220	198	242
ISO VG320	320	288	352
ISO VG460	460	414	506
ISO VG680	680	612	748
ISO VG1000	1000	900	1000
ISO VG1500	1500	1350	1650

4. การแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับระบบเกียร์แบบปิดตามความ

หนืด (Viscosity Grades for Enclosed Gearing) ซึ่งเป็นระบบที่กำหนดขึ้นโดยสมาคมผู้ผลิตเกียร์ของสหรัฐอเมริกา (AGMA) โดยใช้ค่าความหนืด ที่วัดได้ที่อุณหภูมิ 100 °F เพื่อแยกเป็นเกรดหรือเบอร์ต่างๆ กันตามที่แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเกรด หรือเบอร์ความหนืดตามมาตรฐาน ISO ไว้ด้วย

ตารางที่ 4 เกรดของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับระบบเกียร์แบบเปิดของ AGMA

เบอร์ AGMA	ช่วงความหนืดที่ 100 °F, SUS	เทียบเท่ากับ ISO VG
1	139-235	46
2, 2 EP	284-347	68
3, 3 EP	417-510	100
4, 4 EP	626-765	150
5, 5 EP	918-1122	220
6, 6 EP	1335-1632	320
7 comp, 7 EP	1919-2346	460
8 comp, 8 EP	2837-3467	680
8 A comp	4171-5098	1000

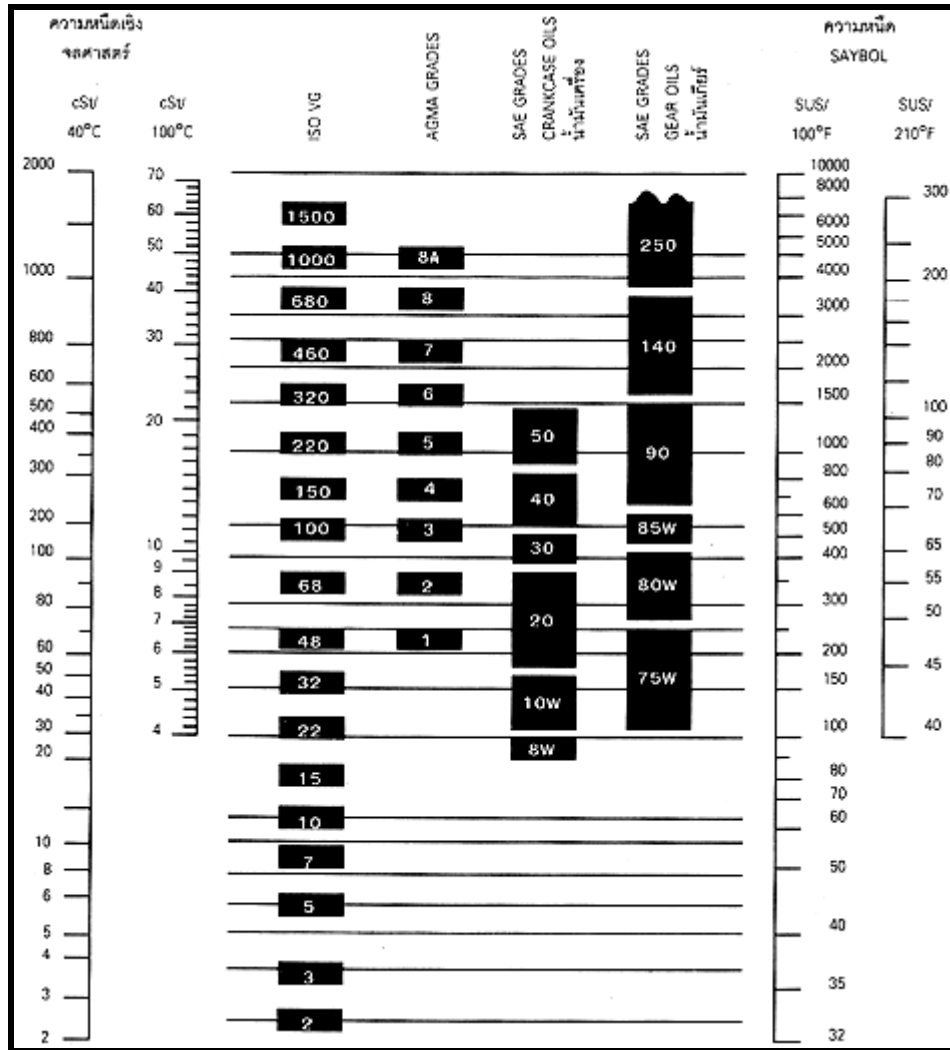


เบอร์ของน้ำมันหล่อลื่นที่ตามด้วยตัวอักษร EP (Extreme Pressure) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณสมบัติในการลดความเสียดทาน และการสึกหรอภายใต้สภาวะความดันสูงมาก ส่วนคำย่อ comp. หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่มีส่วนผสมของน้ำมันไขมัน หรือน้ำมันไขมันสังเคราะห์ (Fatty of Synthetic Fatty Oils) 3 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์

5. การแยกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับระบบเกียร์แบบเปิดตามความหนืด (Viscosity Grades for Open Gear Lubricants) ซึ่งเป็นระบบที่กำหนดขึ้นโดยสมาคมผู้ผลิตเกียร์ของสหรัฐอเมริกา (AGMA) โดยใช้ค่าความหนืดที่วัดได้ที่อุณหภูมิ 100 °F เพื่อแยกเป็นเกรดหรือเบอร์ต่างๆ กันตามที่แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเกรดหรือ เบอร์ความหนืดตามมาตรฐาน ISO ไว้ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 5 เกรดของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับระบบเกียร์แบบเปิดของ AGMA

เบอร์ AGMA	ช่วงความหนืดที่ 100 °F, SUS	เทียบเท่ากับ ISO VG
4, 4 EP	626-765	150
5, 5 EP	918-1,122	220
6, 6 EP	1,335-1,632	320
7, 7 EP	1,919-2,346	460
8, 8 EP	2,837-3,467	680
9, 9 EP	6,260-7,650	1,500
10, 10 EP	13,350-16,320	-
11, 11 EP	19,190-23,460	-
12, 12 EP	28,370-34,670	-



รูปที่ 8 เปรียบเทียบเกรดความหนืดตามมาตรฐานต่าง ๆ

โดยทั่วไปแล้วการแยกเกรดของน้ำมันหล่อลื่นตามความหนืดนั้น ถ้าตัวเลขของเกรดหรือเบอร์มาก ความหนืด ก็จะมาก แต่ในกรณีของการแยกเกรดหรือเบอร์ของน้ำมันเครื่องและน้ำมันเกียร์ ของ SAE นั้น น้ำมันเกียร์จะมีเกรด หรือ เบอร์สูงกว่าน้ำมันเครื่อง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าน้ำมันเกียร์จะมี ความหนืดมากกว่าน้ำมันเครื่อง ตัวเลขที่สูงกว่า ในกรณีนี้เพื่อให้ง่ายต่อการแยกระหว่างน้ำมันเครื่อง และ น้ำมันเกียร์เท่านั้น รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบเกรดความ หนืด ตามมาตรฐานต่าง ๆ ข้างต้น

4. การแยกประเภทตามสภาพการใช้งาน (service classification) การแยกประเภทตามความหนืด นั้นจะเกี่ยวข้องกับเฉพาะความหนืดเท่านั้น น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดเท่ากันอาจถูกนำไปใช้งานหลาย ลักษณะ ดังนั้นนอกจากการ แยกประเภทตามความหนืดแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการแยกตามสภาพการใช้งาน ซึ่ง มาตรฐานที่ใช้กันอยู่คือ

1. การแยกประเภทน้ำมันเครื่องตามสภาพการใช้งานของเครื่องยนต์ โดยสถาบันปิโตรเลียม อเมริกัน (API) ด้วยความร่วมมือกับสมาคมวิศวกรยานยนต์ของสหรัฐอเมริกา (SAE) และสถาบันมาตรฐาน



การทดสอบวัสดุของสหรัฐอเมริกา (ASTM) ได้แยกประเภทน้ำมันเครื่องตามสภาพการใช้งานของเครื่องยนต์ เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเครื่องยนต์ เบนซิน และ ดีเซล

* เครื่องยนต์เบนซิน (S - Service Station) ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่เจ็ดประเภท คือ

SA สำหรับเครื่องยนต์เบนซินทำงานเบา ไม่มีสารเพิ่มคุณภาพ จึงไม่ควรใช้กับเครื่องยนต์สมัยใหม่

SB สำหรับเครื่องยนต์เบนซินทำงานเบา มีสารเพิ่มคุณภาพสำหรับป้องกันการรวมตัวกับ

ออกซิเจน และสารป้องกันการกัดกร่อนของแบร็งก์เท่านั้น จึงไม่ควรนำมาใช้ ยกเว้นบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์จะแนะนำให้ใช้

SC สำหรับเครื่องยนต์เบนซินของรถยนต์นั่ง และรถบรรทุกอเมริกัน รุ่น

ปี 1964 ถึง 1966 น้ำมันเครื่อง ประเภทนี้มีสารเพิ่มคุณภาพที่ใช้ในการควบคุมการเกิดตะกอนการสึกหรอ สนิม และการกัดกร่อน

SD สำหรับเครื่องยนต์เบนซินของรถยนต์นั่งและรถบรรทุกบางแบบของอเมริกัน รุ่น

ปี 1968 ถึง 1970 โดยมีสารเพิ่มคุณภาพเหมือนกับประเภท SC แต่จะเพิ่มปริมาณที่เติมเพื่อให้สามารถป้องกันได้มากขึ้น

SE สำหรับเครื่องยนต์เบนซินของรถยนต์นั่งและรถบรรทุกบางแบบของอเมริกัน รุ่นปี 1971 บาง

รุ่น และ รุ่นปี 1972 เป็นต้น น้ำมันเครื่องประเภทนี้จะให้การป้องกันการเกิดตะกอน การสึกหรอ สนิม และการกัดกร่อนมากกว่า น้ำมันเครื่องประเภท SC และ SD

SF เป็นน้ำมันเครื่องที่ปรับปรุงคุณภาพจากน้ำมันประเภท SE เมื่อปี 1980 โดยมีการเพิ่มสารต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจนและการป้องกันการสึกหรอ

SG สำหรับเครื่องยนต์เบนซินของรถยนต์นั่ง รถตู้ และรถบรรทุกเบาของอเมริกัน ตั้งแต่รุ่น

ปี 1989 น้ำมันเครื่องนี้ให้การควบคุมการเกิดตะกอน การรวมตัวกับออกซิเจน และการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ดีขึ้นกว่าประเภทเดิม

* เครื่องยนต์ดีเซล (C - Commercial) ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ห้าประเภท คือ

CA สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ทำงานเบา ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูง และบางครั้งใช้สำหรับเครื่องยนต์ เบนซินที่ทำงานเบาด้วยน้ำมันเครื่องประเภทนี้จะให้การป้องกันการกัดกร่อนของแบร็งก์ และการรวมตัวของเขม่าที่แหวน ลูกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลแบบธรรมดา (ไม่ดีดเทอร์โบชาร์จ)

CB สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ทำงานปานกลาง และบางครั้งใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานปานกลางด้วย น้ำมัน เครื่องประเภทนี้ให้การป้องกันเช่นเดียวกับน้ำมันเครื่องประเภท CA แต่มากกว่า จึงสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำลงมาได้

CC สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดาหรือที่มีเทอร์โบชาร์จหรือซูเปอร์ชาร์จ ทำงานปานกลางถึง

ทำงานหนัก รวมทั้งสำหรับเครื่องยนต์เบนซินทำงานหนักบางชนิด น้ำมันประเภทนี้จะให้การป้องกันการเกิดตะกอนที่อุณหภูมิสูง และการกัดกร่อนของแบร็งก์ในเครื่องยนต์ดีเซล และให้การป้องกันสนิม การกัดกร่อน และการเกิดตะกอนที่อุณหภูมิ ต่ำในเครื่องยนต์เบนซินด้วย



CD สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดาหรือที่มีเทอร์โบชาร์จหรือซูเปอร์ชาร์จ ที่ทำงานหนักเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพหลากหลาย รวมทั้งเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันสูงด้วย น้ำมันเครื่องประเภทนี้จะให้การป้องกันการกัดกร่อน การเกิดตะกอนที่อุณหภูมิสูงได้ดี

CE สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดาหรือที่มีเทอร์โบชาร์จหรือซูเปอร์ชาร์จ ที่ทำงานหนัก ซึ่งมีคุณสมบัติลด การสะสมของเขม่าที่หัวลูกสูบ และป้องกันการสึกหรอได้ดีเยี่ยม

2. การแยกประเภทน้ำมันเกียร์ตามสภาพการใช้งาน โดยสถาบันปิโตรเลียมอเมริกา (API) ซึ่งได้แยกประเภท น้ำมันเกียร์ออกเป็นเกรดหรือเบอร์ต่าง ๆ (Gear Lubricant Number, GL) คือ

GL-1 สำหรับการใช้งานของเกียร์เดือยหมุน (spiral bevel) และเฟืองหนอน (worm gear) และกระปุกเกียร์ ในสภาพการใช้งานเบา น้ำมันประเภทนี้ไม่ต้องเติมสารเพิ่มคุณภาพ

GL-2 สำหรับการใช้งานของเกียร์แบบเฟืองหนอน ซึ่งสภาพหนักกว่า GL-1 น้ำมันประเภทนี้มีสารเพิ่ม คุณภาพป้องกันการสึกหรอ

GL-3 สำหรับการใช้งานเฟืองท้ายแบบเดือยหมุน และกระปุกเกียร์ ซึ่งมีสภาพความเร็วและการรับแรงขนาด ปานกลาง น้ำมันประเภทนี้มีสารรับความดันสูงปานกลาง

GL-4 สำหรับการใช้งานของเกียร์แบบเหสุนย (hypoid gear) และเกียร์อื่น ๆ ที่ทำงานหนัก

GL-5 สำหรับการใช้งานของเกียร์แบบเหสุนยและเกียร์อื่น ๆ ที่ทำงานหนักและต้องรับแรงกระแทก

GL-6 สำหรับการใช้งานของเกียร์แบบเหสุนยที่มีการเหสุนยสูง น้ำมันประเภทนี้มี การป้องกันการ ชุดขีด มากกว่า GL-5

นอกจากการแยกประเภทของน้ำมันเครื่อง และน้ำมันเกียร์ตามสภาพการใช้งาน โดยสถาบันปิโตรเลียม อเมริกันแล้ว ยังมีการแยกประเภทน้ำมันเครื่องและน้ำมันเกียร์ตามสภาพการใช้งานโดยสถาบันที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น องค์การทหารของสหรัฐอเมริกา (U.S. Military Organisation), องค์การมาตรฐานยานยนต์ของญี่ปุ่น (Japanese Automobile Standards Organisation), และสภาผู้ผลิตยานยนต์ของตลาดร่วมยุโรป (Committee of Common Market Automobile Constructors) เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่แล้วก็จะอ้างอิงหรือเทียบกับการแยกประเภทของ API

หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นนอกจากช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอแล้ว ยังทำหน้าที่อย่างอื่นอีกหลายประการ ซึ่งพอสรุปหน้าที่หลักของน้ำมันหล่อลื่นได้คือ

1. ลดความเสียดทาน โดยน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปอยู่ระหว่างผิวสัมผัสที่ขรุขระ ก็จะป้องกันไม่ให้ผิววัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง ซึ่งทำให้ไม่เกิดการสึกหรอในลักษณะของการยึดติดและการขัดถูเกิดขึ้น

2. ลดการสึกหรอ โดยเมื่อน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปอยู่ระหว่างผิวสัมผัสที่ขรุขระ ก็จะป้องกันไม่ให้ผิววัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง ซึ่งทำให้ไม่เกิดการสึกหรอในลักษณะของการยึดติดและการขัดถูเกิดขึ้น

3. ระบายความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจากความเสียดทานของน้ำมันหล่อลื่นเอง และเกิดจาก



แหล่งอื่น น้ำมันหล่อลื่นจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางส่งผ่านและ / หรือนำความร้อนออกจากระบบ

4. **ป้องกันสนิม** น้ำมันหล่อลื่นโดยทั่วไปมีความด่างฟิวคิ จึงสามารถรักษาฟิล์มไว้ได้นาน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะ จนเกิดเป็นออกไซด์หรือสนิมได้ง่าย

5. **ส่งกำลัง** น้ำมันหล่อลื่นมีคุณสมบัติหนืดตัวน้อยมากเมื่อถูกอัด และสามารถป้องกันสนิมได้ จึงใช้เป็น ตัวกลางในการส่งผ่านกำลัง ในกรณีนี้จะเรียกน้ำมันหล่อลื่นว่าน้ำมันไฮดรอลิก

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกน้ำมันหล่อลื่น

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกน้ำมันหล่อลื่นก็คือ น้ำมันหล่อลื่นจะต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับ สภาพการใช้งาน ซึ่งผู้ที่จะมีข้อมูลและรายละเอียดของการทำงานของเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมากที่สุดก็คือผู้ผลิต ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วผู้ผลิตเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนจะเป็นผู้กำหนดคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นที่จะใช้กับเครื่อง- จักรหรือชิ้นส่วนนั้น ๆ ซึ่งมักจะอ้างอิงตามมาตรฐานหรือประเภทของน้ำมันหล่อลื่นที่สถาบันและองค์กรต่าง ๆ ได้กำหนดไว้ โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นดังต่อไปนี้ คือ

1. ความหนืดที่เหมาะสม พิจารณาจากปัจจัยสามประการคือ

1. **แรงกด** ถ้าแรงกดมาก ใช้น้ำมันที่มีความหนืดมาก ถ้าแรงกดน้อย ใช้น้ำมันที่มีความหนืดน้อย

2. **ความเร็ว** ถ้าความเร็วสูง ใช้น้ำมันที่มีความหนืดน้อย ถ้าความเร็วต่ำ ใช้น้ำมันที่มีความหนืดมาก

3. **อุณหภูมิ** ถ้าอุณหภูมิสูง ใช้น้ำมันที่มีความหนืดมาก ถ้าอุณหภูมิต่ำ ใช้น้ำมันที่มีความหนืดน้อย

2. **ดัชนีความหนืด** พิจารณาจากช่วงอุณหภูมิของการใช้งาน ถ้าช่วงอุณหภูมิกว้างก็ต้องใช้น้ำมันที่มีดัชนีความหนืดสูงเพื่อไม่ให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิมากนัก

3. **คุณสมบัติอื่น** พิจารณาจากความจำเป็นและความต้องการของการใช้งาน โดยทั่วไปจะพิจารณาจาก สารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ที่เติมเข้าไป เช่น น้ำมันไฮดรอลิก ถ้าไม่ต้องการให้มีฟองอากาศในน้ำมันก็จะต้องมีสาร ป้องกันการเกิดฟอง เป็นต้น

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
● การเรียนการสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

