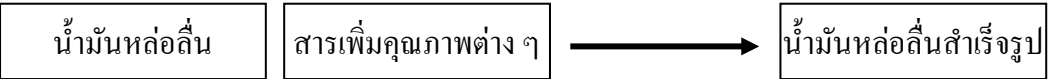





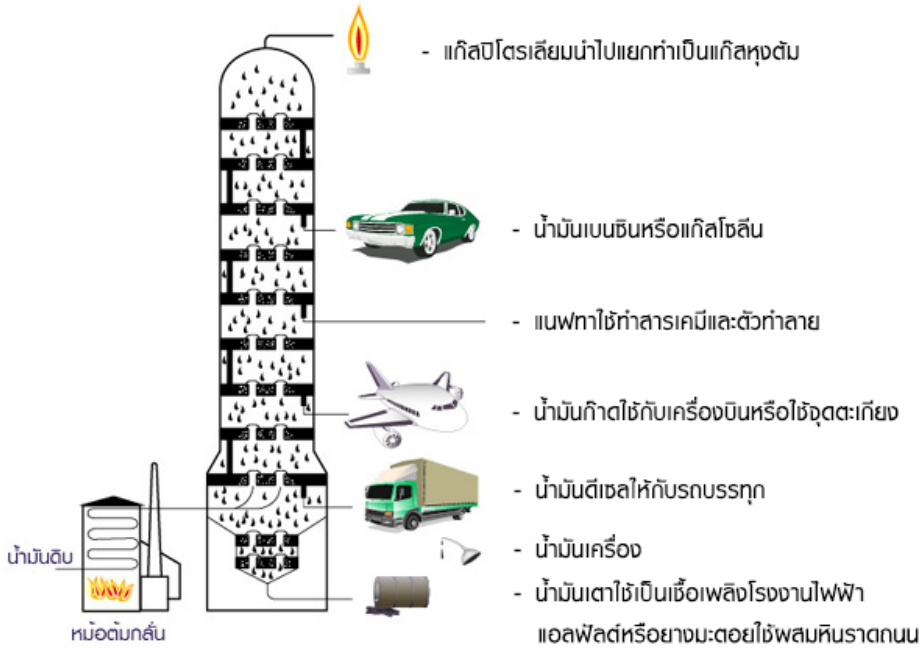
	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สัปดาห์ที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.1 ความหมายของวัสดุหล่อลื่น</p> <p>วัสดุหล่อลื่นหรือสารหล่อลื่น (Lubricant) เป็นสารหรือวัสดุที่ใช้ในการหล่อลื่นเครื่องจักรกล ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแข็ง ของแข็งที่คเป็นผง ของเหลว และก๊าซ แต่สารหล่อลื่นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางจะอยู่ในลักษณะของของเหลว เช่น น้ำมันหล่อลื่น หรือสารที่มีลักษณะเหนียว เช่น จาระบี ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงสารหล่อลื่นที่เป็นของเหลวเป็นส่วนใหญ่ โดยจะอธิบายถึงวิธีการผลิต ประเภท และคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น การเติมสารคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่น รวมทั้งการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นให้เหมาะสมกับลักษณะงานทั้งในรถยนต์ และเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม</p> <p>6.2 น้ำมันหล่อลื่น</p> <p>น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil) เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม น้ำมันหล่อลื่นเป็นวัสดุหล่อลื่นที่มีลักษณะเป็นของเหลว โดยทั่วไปจะนำไปใช้ในการหล่อลื่นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์และเครื่องจักรกลที่มีลักษณะปิด เช่น ภายในห้องเพลาช้อเหวียง ห้องเกียร์ และเฟืองท้าย การผลิตน้ำมันหล่อลื่นให้ได้น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับเครื่องยนต์ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานและการผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปโดยการเพิ่มสารปรับปรุงคุณภาพต่าง ๆ ลงในน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>6.2.1 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)</p> <p>น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่ผลิตได้จากวัตถุดิบโดยตรง และนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ น้ำมันพืชหรือสัตว์ น้ำมันแร่ และน้ำมันสังเคราะห์ โดยส่วนใหญ่นิยมนำน้ำมันแร่ไปผลิตเป็นน้ำมันหล่อลื่น เพราะมีคุณภาพดีและราคาถูก ส่วนน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ และน้ำมันสังเคราะห์ จะนำไปใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเท่านั้น</p> <p>6.2.2 แหล่งที่มาของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากพืชหรือสัตว์ (Vegetable or Animal Base Oil) สมัยก่อนนิยมนำไปใช้ในงานหลายอย่าง แต่ปัจจุบันมีการนำมาใช้น้อยมาก เนื่องจากน้ำมันจากพืชหรือสัตว์มีการคงตัวทางเคมีต่ำ เสื่อมสภาพได้ง่ายในขณะใช้งาน เมื่อนำมาใช้ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพหลายอย่าง ทำให้ราคาแพงมาก ความนิยมจึงหมดไป แต่จะใช้เฉพาะในงานหล่อลื่น ที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเท่านั้น 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6														
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9														
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง														
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)																
<p>2. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากปิโตรเลียมหรือน้ำมันแร่ (Mineral Base Oil) เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีคุณภาพดีและราคาถูก น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานชนิดนี้เป็นผลผลิตอันหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบในหอกกลั่น ส่วนเบาที่มีจุดเดือดต่ำ ได้แก่ ก๊าซ แก๊สโซลีน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล จะระเหยเป็นไอแยกออกมา ส่วนหนักที่มีจุดเดือดสูงจะไม่ระเหยเป็นไอ และเหลืออยู่เป็นพวกน้ำมันเตา ไช และยางมะตอย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานได้ น้ำมันแร่ที่ได้จากการนำส่วนที่เหลืออยู่กันหอกกลั่นบรรยากาศผ่านกระบวนการกลั่นภายใต้สุญญากาศ แยกเอาน้ำมันหล่อลื่นชนิดใสและชนิดข้นออกมา ที่เหลือเป็นกากก็สามารถนำไปผลิตยางมะตอยได้ ชนิดและปริมาณของน้ำมันแร่ที่แยกออกมาได้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันดิบที่นำมากลั่น น้ำมันดิบบางชนิดไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำมันแร่ น้ำมันแร่ที่ได้จากน้ำมันดิบพวกพาราฟินิกมักมีไขสูง ต้องผ่านกระบวนการนำไขออก น้ำมันแร่ที่ได้จากกระบวนการกลั่นภายใต้สุญญากาศนี้ ปกติคุณภาพยังไม่ดีพอที่จะนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อกำจัดสารที่ไม่ต้องการออก และเพื่อให้มีความอยู่ตัวเชิงเคมีและเชิงความร้อนที่ดีพอ</p> <p>ตารางที่ 6.1 ประเภทของน้ำมันแร่ที่นำมาผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเภท</th> <th>ระดับความข้นใส</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ดัชนีความข้นใสสูง (High Viscosity Index; HVI)</td> <td>ต่ำ</td> </tr> <tr> <td>กลาง</td> </tr> <tr> <td>สูง</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ดัชนีความข้นใสปานกลาง (Medium Viscosity Index; MVI)</td> <td>ต่ำ</td> </tr> <tr> <td>กลาง</td> </tr> <tr> <td>สูง</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ดัชนีความข้นใสต่ำ (Low Viscosity Index; LVI)</td> <td>ต่ำ</td> </tr> <tr> <td>กลาง</td> </tr> <tr> <td>สูง</td> </tr> </tbody> </table>			ประเภท	ระดับความข้นใส	ดัชนีความข้นใสสูง (High Viscosity Index; HVI)	ต่ำ	กลาง	สูง	ดัชนีความข้นใสปานกลาง (Medium Viscosity Index; MVI)	ต่ำ	กลาง	สูง	ดัชนีความข้นใสต่ำ (Low Viscosity Index; LVI)	ต่ำ	กลาง	สูง
ประเภท	ระดับความข้นใส															
ดัชนีความข้นใสสูง (High Viscosity Index; HVI)	ต่ำ															
	กลาง															
	สูง															
ดัชนีความข้นใสปานกลาง (Medium Viscosity Index; MVI)	ต่ำ															
	กลาง															
	สูง															
ดัชนีความข้นใสต่ำ (Low Viscosity Index; LVI)	ต่ำ															
	กลาง															
	สูง															


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.2.3 คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากปิโตรเลียม</p> <p>น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากปิโตรเลียมนั้นสามารถแยกคุณสมบัติได้ 3 พื้นฐาน ซึ่งขึ้นอยู่กับฐานของน้ำมันปิโตรเลียมที่นำมาใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน</p> <p>1. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากน้ำมันดิบฐานพาราฟินิก (Paraffinic Base Oil) คุณสมบัติ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) มีจุดวาบไฟสูง (2) มีการระเหยตัวต่ำ (3) รักษาคุณสมบัติทางเคมีไว้ได้ดี (4) จุดไหลเทสูง (5) มีความถ่วงจำเพาะต่ำ (6) มีคุณสมบัติหล่อลื่นได้ดี (7) เกิดไขได้ดี (8) มีค่าดัชนีความข้นใสสูง (9) ถ้าเผาไหม้จะให้เขม่าแข็ง แต่หลุดล่อนได้ง่าย (10) โมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอนยึดเกาะกันเหนียวแน่น ทำให้ฟิล์มน้ำมันแตกด้วยยาก (11) มีค่าต้านทานการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดี (12) ฟิล์มน้ำมันเหนียวและแข็งแรง <p>2. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากน้ำมันดิบฐานเนฟธิก (Naphthenic Base Oil) คุณสมบัติ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) จุดวาบไฟต่ำ (2) มีการระเหยตัวต่ำ (3) รักษาคุณสมบัติโครงสร้างทางเคมีได้ดีพอสมควร (4) มีจุดไหลเทต่ำ (5) มีความถ่วงจำเพาะสูงและรวมตัวกันได้ดี (6) มีคุณสมบัติทางการหล่อลื่นต่ำ (7) มีค่าดัชนีความข้นใสต่ำ (8) เมื่อเผาไหม้จะให้เขม่าที่อ่อนตัว (9) การยึดเกาะโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนดีเป็นบางส่วน (10) มีความต้านทานการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนต่ำ 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>3. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากน้ำมันดิบฐานอะโรแมติก (Aromatic Base Oil) คุณสมบัติ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) มีค่าดัชนีความข้นใตต่ำ (2) มีจุดไหลเทต่ำมาก (3) ไม่มีไข (4) คุณสมบัติทางการหล่อลื่นไม่ดี (5) โครงสร้างการจับตัวระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนไม่เสถียร (6) คุณสมบัติในการต้านทานการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนต่ำ (7) รักษาคุณสมบัติทางเคมีได้ไม่แน่นอน (8) มีความถ่วงจำเพาะสูง <p>4. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากน้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Base Oil) เป็นน้ำมันที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการทางเคมี วัสดุที่นำมาสังเคราะห์มักมาจากน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนใหญ่ใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานในงานพิเศษเฉพาะที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษในด้านดัชนีความข้นใตสูง จุดไหลเทต่ำ และมีการระเหยต่ำ เป็นต้น น้ำมันหล่อลื่นสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากมีหลายชนิดและมีราคาแพง ตัวอย่างเช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) พวกโพลีอัลฟาโอเลฟิน (Polyalphaolefin; PAO) เป็นสารที่มีค่าดัชนีความข้นใตสูง จุดไหลเทต่ำ การระเหยตัวต่ำ และมีความต้านทานต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันดี (2) พวกเอสเทอร์ (Ester) ไดเอสเทอร์ (Diester) และคอมเพล็กซ์เอสเทอร์ (Complex Ester) เป็นสารที่มีค่าดัชนีความหนืดสูงมาก มีการระเหยตัวต่ำ และมีความคงตัวดี ใช้เป็นน้ำมันพื้นฐานที่ต้องการทำงานกับสภาวะที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมาก ๆ เช่น น้ำมันเทอร์ไบน์ของเครื่องบินไอพ่น (3) พวกโพลีไกลคอล (Polyglycol) เป็นสารที่มีจุดเดือดสูงและจุดไหลเทต่ำ นิยมใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ใช้ทำน้ำมันเบรกและน้ำมันไฮดรอลิกที่ไม่ติดไฟ เป็นต้น (4) พวกซิลิโคน (Silicone) ใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูง ๆ (5) พวกฮาโลจีเนตไฮโดรคาร์บอน (Halogenated Hydrocarbon) เช่น คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbons) ใช้ทำน้ำมันสำหรับอัดออกซิเจน เพราะมีความอยู่ตัวทางเคมีและความอยู่ตัวทางความร้อนดีมาก (6) พวกโพลีฟีนิลอีเทอร์ (Polyphenyl Ether) เป็นสารที่ใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูงมากถึง 800 องศาเซลเซียส เช่น น้ำมันไฮดรอลิกในยานอวกาศ เนื่องจากมีความอยู่ตัวทางความร้อนสูงมาก และมีความสามารถต่อการต้านทานรังสีนิวเคลียร์ได้ 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.2.4 การผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน</p> <p>น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเป็นส่วนที่แยกออกจากหอกลั่นน้ำมันดิบ (หอกลั่นบรรยากาศ) แล้วนำมากลั่นต่อในหอกลั่นสุญญากาศ หลังจากนั้นจึงทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีความบริสุทธิ์และคุณภาพดีขึ้นด้วยการแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การกลั่น (Distillation) ในหอกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีการแยกผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงต่าง ๆ ออกด้วยหอกลั่นบรรยากาศ ส่วนในโรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่นจะนำส่วนที่เหลือไปผ่านหอกลั่นสุญญากาศเพื่อที่จะให้ส่วนหนัก ๆ ที่เป็นน้ำมันหล่อลื่นระเหยตัวแล้วกลั่นออกไปได้ 2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) คือ การกำจัดสารพวอะโรแมติกด้วยตัวทำละลาย โดยมากใช้ฟีนอล (Phenol; C_6H_5OH) เพื่อทำให้น้ำมันมีค่าดัชนีความข้นใสสูงขึ้น และไม่เกิดการรวมตัวกับออกซิเจน 3. ไฮโดรไฟนิง (Hydrofining) คือ กรรมวิธีการเติมไฮโดรเจนสำหรับเปลี่ยนแปลงรูปโมเลกุลของสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน กรด และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวเพื่อทำให้น้ำมันมีสีสวยขึ้น สีคงตัวได้นาน เขม่าลดลง และมีอายุการใช้งานนานขึ้น 4. การแยกไขออก (Dewaxing) เพื่อให้มีจุดไหลเทต่ำ (Pour Point) สามารถใช้งานได้ดี ที่อุณหภูมิต่ำหรือใช้ในฤดูหนาวได้ดี 5. การแยกแอสฟัลต์ (Asphalt Separation) คือ การแยกสารจำพวกยางมะตอยออกจากน้ำมันหล่อลื่นส่วนหนัก ๆ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่จะทำให้บริสุทธิ์ทุก ๆ กระบวนการ ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของน้ำมันดิบที่จะนำมากลั่นและขึ้นอยู่กับงานที่ต้องนำไปใช้เป็นสำคัญ 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
		
รูปที่ 6.1 การกลั่นน้ำมันหล่อลื่น (หอกลิ้นสูญญากาศ)		
<p>6.2.5 คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเมื่อผ่านออกมาจากโรงกลั่น</p> <p>น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเมื่อผ่านออกมาจากโรงกลั่นก็มีคุณสมบัติที่สำคัญบางอย่างในตัวเองอยู่แล้ว ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความหนืดหรือความข้นใส หมายถึง ความใสและความข้นของน้ำมัน โดยวัดที่อุณหภูมิใด อุณหภูมิหนึ่ง น้ำมันที่มีความข้นใสน้อยจะไหลง่าย แต่เชื้อหล่อลื่นก็บางมากด้วย สำหรับน้ำมันที่มีความข้นใสสูงย่อมไหลยาก แต่จะมีเชื้อหล่อลื่นหนามากกว่าหรือแข็งแรงกว่าน้ำมันที่มีความข้นใสน้อย หน่วยวัดความข้นใสมีหลายระบบและอุณหภูมิที่วัดต่างกัน เช่น 2. ความต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจน ดังที่ได้กล่าวทราบแล้วว่า น้ำมันเป็นส่วนผสมที่ซับซ้อนของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อสารไฮโดรคาร์บอนสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ จะทำปฏิกิริยากัน ทำให้เกิดสิ่งไม่พึงประสงค์หลายชนิด เช่น กรด ความเหนียว นอกจากนี้ ถ้าอุณหภูมิสูง อัตราการรวมตัวจะยิ่งเกิดขึ้นเร็ว สำหรับน้ำมันที่ดีต้องรวมตัวกับออกซิเจนได้ยาก 3. จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิของน้ำมันที่ได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วลุกวาบขึ้นเมื่อโดนเปลวไฟ จุดวาบไฟมีความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย 4. จุดไหลเท คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันจะไหลได้โดยไม่มีอะไรมารบกวน สำหรับในการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้น้ำมันที่มีจุดไหลเทต่ำ 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.3 สารเพิ่มคุณภาพ</p> <p>6.3.1 ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ</p> <p>1. สารเพิ่มคุณภาพด้านเคมี</p> <p>(1) สารด้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Anti-Oxidants) ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นในงานที่มีอุณหภูมิสูงและน้ำมันต้องสัมผัสกับอากาศ ใช้ลดการเกิดยางเหนียวและตะกอนจากน้ำมัน ยืดอายุการใช้งานของน้ำมัน ได้แก่ สารซิงก์ไดอัลคิลไดโซโอฟอสเฟต (ZDDP) สารบิสฟีนอล สารอะโรมาติกเอมีน</p> <p>(2) สารป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion Inhibitors) ใช้เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี เช่น กรดที่จะกระทำต่อผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ ได้แก่ สารเพิ่มความเป็นด่าง ซัลโฟเนตฟอสเฟต สารไฮดรอกซีแอตติฟ สาร ZDDP สารฟอสโฟซิลฟูไรซ์เทอร์ปีน</p> <p>(3) สารป้องกันสนิม (Anti-Rust Additives) ใช้ป้องกันการเกิดสนิมในงานที่อาจมีความชื้นหรือน้ำเข้ามาสัมผัสกับผิวโลหะ ได้แก่ สารประกอบประเภทเมทาลิกโซฟแบบมีขี้ผึ้ง เช่น เอสเทอร์ อีเทอร์ กรดอินทรีย์เอมีน</p> <p>(4) สารป้องกันการสึกหรอ (Anti-Wear Additives) ใช้ป้องกันการสึกหรอของผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระน้ำหนักสูง ซึ่งมักเกิด Boundary Lubrication ขึ้น ได้แก่ สาร ZDDP ไตรครีซิลฟอสเฟต</p> <p>(5) สารรับแรงกดสูง (Extreme Pressure Additives) ใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟิล์มน้ำมัน และเพิ่มความสามารถในการรับภาระน้ำหนัก ป้องกันการสึกหรอและหลอมติดในภาวะที่ภาระน้ำหนักสูง ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์ของกำมะถัน ฟอสฟอรัส หรือคลอรีน สารเลดแนฟทีเนต เลดโซฟ ไช หรือน้ำมันประเภทมีขี้ผึ้ง</p> <p>(6) สารชะล้างและกระจายสิ่งสกปรก (Detergents and Dispersants) ใช้ชะล้างสิ่งสกปรกออกจากผิวของชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และกระจายไม่ให้รวมตัวเป็นโคลน ตะกอน จำเป็นสำหรับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ ได้แก่ สารเมทาลิกซัลโฟเนต ฟีนิต และฟอสเฟต สารเอมีน ฟีนอล สารอัลคิลซัลฟิเดต ซาลิไซเนต สารซัคซินิมิด</p> <p>(7) สารที่เป็นด่าง (Alkaline Agents) ใช้ทำลายกรดที่เกิดจากการเผาไหม้กำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน ได้แก่ สารโอเวอร์เบสเมทาลิกซัลโฟเนต ฟีนิต และฟอสเฟต</p> <p>(8) สารขับน้ำ (Water Repellents) ใช้เพิ่มความต้านทานน้ำให้กับสารอุ้มน้ำมันประเภทดินเหนียว สารอนินทรีย์ในจาระบี และในน้ำมันบางประเภทที่ต้องการให้น้ำมันแยกตัวออกเร็ว ได้แก่ สารออร์แกนิกซิลิโคนพอลิเมอร์ สารอะลิฟาติกเอมีน สารไฮดรอกซีเพตตี้เอซิด</p>		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>(9) สารลดปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะ (Metal Deactivators) ใช้ลดและป้องกันผลจากปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะต่าง ๆ เช่น ทองแดง ตะกั่ว เหล็ก โครเมียม ในเครื่องจักรกลที่กระตุ้นให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพช้าลง</p> <p>(10) สารเปลี่ยนแปลงความเสียด (Friction Modifiers) ใช้เปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดของผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สัมผัสกับน้ำมัน</p> <p>2. สารเพิ่มคุณภาพด้านกายภาพ</p> <p>(1) สารเพิ่มค่าดัชนีความข้นใส (Viscosity Index Improver) ใช้ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงความข้นใสตามอุณหภูมิของน้ำมัน ใช้ในน้ำมันชนิดมัลติเกรดหรือเกรดรวม ได้แก่ สารโพลีไอโซบิวทิลีน สารเม-ทาครีเลต สารอะครีเลตโคพอลิเมอร์</p> <p>(2) สารลดจุดไหลเท (Pour Point Depressants) ใช้ลดจุดแข็งตัวของน้ำมัน ซึ่งเกิดขึ้นเพราะไขในน้ำมันแตกตัวเป็นผลึก โดยป้องกันมิให้ไขเกาะตัวกันเป็นกลุ่ม ทำให้น้ำมันสามารถไหลได้ในอุณหภูมิต่ำๆ ได้แก่ สารเมทาครีเลตพอลิเมอร์ สารเวกซ์อัลกิลิเตฟีนอลและอีตส์พอลิเมอร์ สารเวกซ์อัลกิลิเตนพธาไลน์และอีตส์พอลิเมอร์</p> <p>(3) สารป้องกันการเกิดฟอง (Anti-Foamants) ใช้ป้องกันการเกิดฟองถาวรเมื่อน้ำมันถูกหมุนเวียนใช้ในระบบ เช่น ในอ่างน้ำมันเครื่อง เกียร์ไฮดรอลิก ได้แก่ สารซิลิโคนพอลิเมอร์ สารออร์กานิกโพลีเมอร์</p> <p>(4) สารเพิ่มความเหนียว (Tackiness Agents) ใช้เพิ่มคุณสมบัติด้านการเกาะติดผิวให้กับน้ำมันและจาระบี ใช้ในน้ำมันหยอดรางแทนเครื่องกลึง และจาระบีสายไหม ได้แก่ พอลิเมอร์ ของอะครีเลตหรือของพอลิเมอร์บิวทิน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น</p> <p>(5) สารเพิ่มความลื่นและความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน (Oiliness & Film Strength) ใช้เพิ่มความลื่น และเพิ่มความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน และทำให้น้ำมันเข้ากับน้ำได้บ้าง ได้แก่ น้ำมันหมู กรดโอเลอิก สารแทลโลว์ สารสเปอร์มอยล์ สารบลาวน์แรพซิดออยล์</p> <p>(6) สารใช้น้ำมันผสมเข้ากับน้ำ (Emulsifiers) ใช้ลดแรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำมัน ทำให้น้ำมันสามารถแขวนตัวเป็นเม็ดละเอียดในน้ำ ใช้สำหรับใส่ในน้ำมันสบู่ ได้แก่ เซอร์แฟกแทนต์ สบู่ที่ได้จากไขมันและกรดไขมัน โซเดียมซัลโฟเนต สารประกอบประเภทที่มีขี้ผึ้ง</p> <p>(7) สารหล่อลื่นที่เป็นของแข็ง (Solid Lubricants) ใช้เพิ่มคุณสมบัติในการหล่อลื่นในสภาวะที่อุณหภูมิสูงมาก และภาระน้ำหนักกระแทกกระชั้นได้ ได้แก่ แกรไฟต์ โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์</p>		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>(8) สี (Dyes) ใช้เติมเพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบีมีสีตามต้องการ เพื่อสามารถสังเกตและแยกชนิดได้ ได้แก่ สารอัลคิลเลตอะนิลีนไดส์ สารแอโซไดส์ สารฟลูโอเรซเซนต์ไดส์</p> <p>(9) สารฆ่าเชื้อโรค (Antiseptic หรือ Germicides) ใช้เติมในน้ำมันสบูเพื่อป้องกันการบูดซึ่งทำให้น้ำมันแยกตัวออกจากน้ำได้ ได้แก่ แอลกอฮอล์ ฟีนอล สารประกอบของคลอรีน</p> <p>(10) สารเพิ่มกลิ่น (Odorants) ใช้สำหรับกลบกลิ่นของสารอื่นในน้ำมันและทำให้มีกลิ่นหอม ได้แก่ สารฟอร์มัลดีไฮด์พอลิเมอร์ ออร์แกนิกโอเดอแรนต์ พินน์ หรือซีตารออยล์</p> <p>6.3.2 ประโยชน์ของสารเพิ่มคุณภาพ</p> <p>สรุปประโยชน์ของการใส่สารเพิ่มคุณภาพชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันก็เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปรับให้น้ำมันมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นได้สมบูรณ์ตลอดอายุการใช้งานของน้ำมันหล่อลื่น 2. ปรับค่าความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันหล่อลื่นตามอุณหภูมิการทำงานที่แตกต่างกัน 3. ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะอย่าง ซึ่งเหมาะกับการใช้งานที่แตกต่างกัน 4. ช่วยลดการสึกหรอและยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ให้ยาวนานขึ้น 5. ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีอายุการใช้งานที่นานขึ้น 6. ทำให้เครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์มีสมรรถนะในการทำงานสูงขึ้น <p>6.4 หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น</p> <p>น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด น้ำมันหล่อลื่น หมายถึง น้ำมันที่นำไปหล่อลื่นเครื่องยนต์ เครื่องจักรกลต่าง ๆ หน้าที่หลักของน้ำมันหล่อลื่นและประโยชน์ของการใช้น้ำมันหล่อลื่นมีดังนี้</p> <p>6.4.1 ช่วยหล่อลื่น (Lubricate) ฟิล์มหรือเยื่อบาง ๆ ของน้ำมันหล่อลื่นจะทำหน้าที่เคลือบผิวโลหะหรือชิ้นงานที่มีการเคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีกันโดยตรง หรือเพื่อเป็นการลดการสึกหรอของชิ้นงาน น้ำมันหล่อลื่นที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติในการคงความหนาของเยื่อน้ำมันและฟิล์มน้ำมันให้เกือบคงที่ตลอดเวลา แม้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ก็จะต้องไม่บางเกินไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และไม่หนาเกินไปเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เรียกว่า ค่าดัชนีความข้นใส</p> <p>6.4.2 ช่วยระบายความร้อน (Coolant) คุณสมบัติข้อนี้เป็นสิ่งสำคัญข้อหนึ่งของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ ซึ่งจะต้องลดอุณหภูมิ หรือระบายความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบอกสูบและระบายความร้อนอันเกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเครื่องยนต์ เช่น ระบบเกียร์หรือเฟืองท้าย</p> <p>6.4.3 ช่วยรักษาความสะอาด (Clean) ขณะที่ทำหน้าที่หล่อลื่นจะต้องเป็นตัวทำความสะอาดชิ้นงานนั้นไปด้วย ก็จะต้องสามารถชะล้างหรือขจัดคราบสกปรกต่าง ๆ จากผิวชิ้นงานได้เป็นอย่างดี</p>		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.4.4 ช่วยป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อน (Rust and Corrosion Protect) น้ำมันหล่อลื่นที่ดีต้องไม่มีสารที่เป็นอันตรายในการกัดกร่อน นอกจากนี้เมื่อมีสารจากภายนอกที่อาจทำให้เกิดกรดได้ เช่น ก๊าซไอเสีย ละอองน้ำ น้ำมันหล่อลื่นที่ดีต้องมีคุณสมบัติในการทำให้กรดนั้นเจือจางและไม่สามารถที่จะไปกัดกร่อนโลหะของชิ้นงานได้</p> <p>6.4.5 ช่วยกระจายความสกปรก (Dispersancy) น้ำมันหล่อลื่นที่ดีต้องมีคุณสมบัติในการกระจายสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่มีปนในน้ำมันหล่อลื่น อันเนื่องมาจากการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากชิ้นงาน เพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ เหล่านั้นทำการรวมตัวกันได้ง่าย เพราะหากสิ่งสกปรกในน้ำมันหล่อลื่นเกิดการรวมตัวกันมากขึ้น จะทำให้เกิดเป็นยางเหนียว</p> <p>นอกจากหน้าที่ดังกล่าวแล้ว น้ำมันหล่อลื่นยังต้องมีคุณสมบัติอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก ซึ่งขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ เช่น ต้องไม่เกิดเป็นฟองง่าย ๆ สามารถรับแรงกดได้สูง ทนต่อปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำหน้าที่เป็นซีล (Seal) ป้องกันการรั่วไหลของก๊าซในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ เป็นต้น</p> <p>6.5 การแยกประเภทของน้ำมันเครื่อง</p> <p>การแยกประเภทน้ำมันเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ</p> <p>6.5.1 ประเภทระดับสมรรถนะของน้ำมันเครื่อง (Performance Level of Lubricating Oil) ประเภทระดับสมรรถนะของน้ำมันเครื่องหรือน้ำมันเครื่องตามสภาพการใช้งาน สถาบันต่าง ๆ ได้กำหนดสมรรถนะของน้ำมันเครื่องในระดับต่าง ๆ ไว้ เพื่อแบ่งแยกน้ำมันตามสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ และเพื่อให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการของเครื่องยนต์สมัยใหม่ โดยอาศัยหลักเกณฑ์คุณสมบัติ ความสามารถในการใช้งานของน้ำมันเครื่องแต่ละชนิด</p> <p>การกำหนดมาตรฐานสำหรับน้ำมันเครื่อง ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. API (American Petroleum Institute) 2. SAE (Society of Automotive Engineers) 3. ASTM (American Society for Testing and Materials) 4. US Military Classification (สถาบันทหารของสหรัฐอเมริกา) 5. CCMC (Committee of Common Market Construction) 6. ผู้ผลิตเครื่องยนต์รายใหญ่ ๆ เช่น Caterpillar, Ford, Volvo General Motors, Daimler Benz, Volkswagen, British Leyland เป็นต้น 		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>ระดับสมรรถนะที่สำคัญและใช้กันแพร่หลาย คือ ระดับสมรรถนะของ API ซึ่งระดับสมรรถนะของน้ำมันเครื่องตามมาตรฐาน API นี้ ได้กำหนดเป็น 2 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. API ของน้ำมันเครื่องทางเครื่องยนต์เบนซิน แบ่งตามสภาพการทำงาน of เครื่องยนต์ตามศูนย์บริการทั่ว ๆ ไป ใช้สัญลักษณ์ “S” (Station Service) 2. API ของน้ำมันเครื่องทางเครื่องยนต์ดีเซล แบ่งตามสภาพการทำงาน of เครื่องยนต์ที่ใช้ในการพาณิชย์ อุตสาหกรรม งานก่อสร้าง และเกษตรกรรม ใช้สัญลักษณ์ “C” (Commercial Service <p>เกรดคุณภาพน้ำมันเครื่องสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน</p> <p>หากอ้างอิงตาม API ซึ่งเข้าใจได้ง่าย ก็คือ นำหน้าด้วยตัว S เสมอ ตามด้วยตัวอักษรที่ยิ่งไกลจาก A เท่าไรยิ่งมีคุณภาพดี เรียงจาก SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, ซ้ำม SI, SK ไปโดยไม่บอกเหตุผล ล่าสุดเพิ่งออก SM</p> <p>มาตรฐานของน้ำมันเครื่อง</p> <p>การเลือกซื้อน้ำมันเครื่องให้เหมาะกับเครื่องยนต์แต่ละประเภท แต่ละภูมิภาค และสภาพของเครื่องยนต์ที่มีปัจจัยต่าง ๆ ในการเลือกซื้อ โดยมักดูที่ค่าความหนืดและคุณภาพของของผลิตภัณฑ์ที่กำกับโดยมาตรฐานต่าง ๆ เช่น</p> <p>SAE – SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS API – AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE US MILITARY CLASSIFICATION – สถาบันทางทหารของสหรัฐอเมริกา ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS CCMC – COMITEE OF COMMON MARKET CONSTRUCTION</p> <p>ในที่นี้จะพูดถึงมาตรฐานที่ใช้กันหลัก ๆ 2 ประเภท คือ SAE และ API</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มาตรฐาน SAE จะประกอบด้วยตัวเลข 2 ชุด คือ SAE XW-XX <p>โดยตัวเลขชุดหน้าแสดงถึงการวัดค่ามาตรฐานในเขตหนาว (สัญลักษณ์ W-Winter Grade) จะเป็นการวัดค่าด้านทานการเป็นไข โดยวัดตั้งแต่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต่ำลงมาถึงจุดเยือกแข็งตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส จนถึง -30 องศาเซลเซียส โดยตัวอักษร W ที่ระบุแสดงถึง WINTER โดยตัวเลขค่าต่าง ๆ สามารถสรุปผลได้เป็น ดังนี้</p>		


	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>0W คือ ความสามารถคงความข้นใสไว้ได้ต่ำกว่า -30°C โดยไม่เป็นไข</p> <p>5W คือ ความสามารถคงความข้นใสไว้ได้ถึง -30°C โดยไม่เป็นไข</p> <p>10W คือ ความสามารถคงความข้นใสไว้ได้ถึง -20°C โดยไม่เป็นไข</p> <p>15W คือ ความสามารถคงความข้นใสไว้ได้ถึง -10°C โดยไม่เป็นไข</p> <p>20W คือ ความสามารถคงความข้นใสไว้ได้ถึง 0°C โดยไม่เป็นไข</p> <p>ตัวเลขชุดหลัง แสดงถึงการวัดค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100°C แทนค่าออกมาเป็นตัวเลข เรียกว่า เบอร์ของน้ำมันเครื่อง (Number) เช่น 30, 40, 50 เป็นต้น โดยตัวเลขที่มากขึ้น แสดงถึงความหนืดน้ำมันที่มากขึ้น ความหนืดมิได้เป็นตัวบอกคุณภาพของน้ำมันเครื่องนั้น ๆ ผู้ใช้ควรเลือกน้ำมันเครื่องที่มีความหนืดที่เหมาะสมกับสภาพของเครื่องยนต์ และสภาพการใช้งานของท่าน เช่น หากรถของท่านเป็นรถใหม่ ควรเลือกใช้ น้ำมันเครื่องที่มีเบอร์ความหนืดใส (เบอร์น้อย ๆ) จะช่วยในการประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้น เช่น SAE 10W-30 เป็นต้น แต่หากรถของท่านเป็นรถเก่ามีอาการกินน้ำมันเครื่อง ควรเลือกใช้ น้ำมันเครื่องที่มีเบอร์ความหนืดที่ข้นมากขึ้น เพื่อช่วยลดปัญหาการกินน้ำมันเครื่อง เช่น SAE 20W-50 เป็นต้น</p> <p>2. มาตรฐาน API เป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของน้ำมันเครื่อง โดยมาตรฐาน API จะขึ้นต้นด้วย API และตามด้วย S – โดย S – Service Station Classifications สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน C – โดย C – Commercial Service-Compression Ignition สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล นั่นคือ จะมีเฉพาะตัวอักษรด้านท้ายตัวเดียวเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลง โดยอักษรตัวสุดท้ายจะเริ่มต้นตามภาษาอังกฤษ คือ A, B, C,... เรียงไปเรื่อย ๆ ยิ่งไกลจากตัว A เท่าไรแสดงว่าเป็นเกรดคุณภาพสูงขึ้น</p> <p>API มีการประกาศใช้ระดับมาตรฐานใหม่ไม่บ่อยทุก 3-10 ปี เรียงห่างจากตัว A และบางตัวอักษรก็ข้ามไป ของเบนซินและดีเซล เรียงออกมาไม่เท่ากัน ส่วนระดับมาตรฐานเก่า ๆ ก็จะเรียงยกเลิกไปโดยปริยาย เพราะมีผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าออกสู่ตลาด</p> <p>หากอ้างอิงตาม API ซึ่งเข้าใจได้ง่าย ก็คือ นำหน้าด้วยตัว S เสมอ ตามด้วยตัวอักษรที่ยิ่งไกลจาก A เท่าไรยิ่งมีคุณภาพดี เรียงจาก SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, ข้าม SI, SK ไปโดยไม่บอกเหตุผล ล่าสุดเพิ่งออก SM เกรดของน้ำมันดีเซล API คือ CA, CB, CC, CD, CE, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4 (ส่วนเลข 4 จะหมายถึงใช้กับเครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ)</p> <p>ในน้ำมันบางยี่ห้อ อาจระบุ API SM/CF อักษรนำหน้าจะเป็นตัว S แล้วตามด้วยว่าถ้านำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลจะมีค่ามาตรฐาน C อักษรใดขึ้นก่อน ถือว่าเป็นน้ำมันเครื่องที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์เชื้อเพลิงนั้น</p>		

	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6																																																																
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9																																																																
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง																																																																
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)																																																																		
<p>6.5.2 ประเภทน้ำมันเครื่องตามค่าความข้นใสหรือความหนืด</p> <p>สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ หรือ SAE ได้ตั้งมาตรฐานเกี่ยวกับการวัดความข้นใสของน้ำมันเครื่องครั้งล่าสุดเมื่อเดือน กันยายน พ.ศ. 2523 โดยใช้ชื่อว่า SAE J 300 ดังตารางที่ 6.3</p> <p>ตารางที่ 6.3 การวิเคราะห์ความข้นใสแบบ SAE ที่ระบบต่าง ๆ (J 300 SEP 80)</p>																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เบอร์ SAE</th> <th>ความข้นใสที่อุณหภูมิ*</th> <th rowspan="2">Borderline Pumping</th> <th colspan="2">ความข้นใสที่ 100 °C ASTM D 445 (cst)</th> </tr> <tr> <th>ค่าสูงสุด @ °C (cP)</th> <th>ค่าสูงสุด (°C)</th> <th>ค่าต่ำสุด</th> <th>ค่าสูงสุด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 W</td> <td>3250 @ -30</td> <td>-35</td> <td>3.8</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5 W</td> <td>3500 @ -25</td> <td>-30</td> <td>3.8</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10 W</td> <td>3500 @ -20</td> <td>-25</td> <td>4.1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>15 W</td> <td>3500 @ -15</td> <td>-20</td> <td>5.6</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>20 W</td> <td>4500 @ -10</td> <td>-15</td> <td>5.6</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>25 W</td> <td>6000 @ -5</td> <td>-10</td> <td>9.3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3">ความข้นใส SUS ที่ 210 °F</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>-</td> <td>45-58</td> <td>5.6</td> <td>9.3</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>-</td> <td>58-70</td> <td>9.3</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>-</td> <td>70-85</td> <td>12.5</td> <td>16.3</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>-</td> <td>85-110</td> <td>16.3</td> <td>21.9</td> </tr> </tbody> </table>			เบอร์ SAE	ความข้นใสที่อุณหภูมิ*	Borderline Pumping	ความข้นใสที่ 100 °C ASTM D 445 (cst)		ค่าสูงสุด @ °C (cP)	ค่าสูงสุด (°C)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	0 W	3250 @ -30	-35	3.8	-	5 W	3500 @ -25	-30	3.8	-	10 W	3500 @ -20	-25	4.1	-	15 W	3500 @ -15	-20	5.6	-	20 W	4500 @ -10	-15	5.6	-	25 W	6000 @ -5	-10	9.3	-			ความข้นใส SUS ที่ 210 °F			20	-	45-58	5.6	9.3	30	-	58-70	9.3	12.5	40	-	70-85	12.5	16.3	50	-	85-110	16.3	21.9
เบอร์ SAE	ความข้นใสที่อุณหภูมิ*	Borderline Pumping		ความข้นใสที่ 100 °C ASTM D 445 (cst)																																																														
	ค่าสูงสุด @ °C (cP)		ค่าสูงสุด (°C)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด																																																													
0 W	3250 @ -30	-35	3.8	-																																																														
5 W	3500 @ -25	-30	3.8	-																																																														
10 W	3500 @ -20	-25	4.1	-																																																														
15 W	3500 @ -15	-20	5.6	-																																																														
20 W	4500 @ -10	-15	5.6	-																																																														
25 W	6000 @ -5	-10	9.3	-																																																														
		ความข้นใส SUS ที่ 210 °F																																																																
20	-	45-58	5.6	9.3																																																														
30	-	58-70	9.3	12.5																																																														
40	-	70-85	12.5	16.3																																																														
50	-	85-110	16.3	21.9																																																														
<p>* หมายถึงวัดโดยเครื่องทดสอบที่ใช้วิธีแยกสลายด้วยความเย็น (ASTM D 2602 extension)</p> <p>* หมายถึงวัดโดยเครื่องมือวัดความข้นใสแบบมินิ-โรตารี (ASTM D 3829)</p> <p>น้ำมันเครื่องที่ใช้อยู่มี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชนิดเกรดเดียวกับชนิดเกรดรวม ซึ่งแต่ละชนิดเหมาะกับสภาพของงานแต่ละอย่าง ลักษณะที่สำคัญของน้ำมันเครื่องแต่ละชนิดมีดังนี้</p>																																																																		

	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>6.6.1 น้ำมันเครื่องชนิดเกรดเดียว (Single Viscosity หรือ Single Grade)</p> <p>SAE เป็นผู้วางมาตรฐานเกี่ยวกับค่าความข้นใสของน้ำมันแต่ละชนิด ถ้าน้ำมันเครื่องที่มีตัวเลขแสดงค่าความข้นใสต่ำ ความหนืดจะน้อยกว่าน้ำมันที่มีตัวเลขแสดงค่าความข้นใสสูง ตัวอย่างเช่น น้ำมันเครื่องสองชนิด SAE 20 และ SAE 50 จะแสดงว่าน้ำมันเครื่องชนิด SAE 50 มีความหนืดมากกว่าน้ำมันเครื่องชนิด SAE 20 ที่อุณหภูมิเดียวกัน</p> <p>6.6.2 น้ำมันเครื่องชนิดเกรดรวม (Multi Viscosity หรือ Multi Grade)</p> <p>น้ำมันเครื่องชนิดเกรดรวมนี้ อุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความข้นใสน้อยกว่าชนิดเกรดเดียว ดังนั้นน้ำมันเครื่องชนิดนี้จึงสามารถใช้แทนน้ำมันเครื่องชนิดเกรดเดียวได้ ตัวอย่างเช่น น้ำมันเครื่องชนิด SAE 10 W/50</p> <p>6.7 น้ำมันไฮดรอลิกส์</p> <p>ระบบไฮดรอลิกส์ คือ การใช้ของเหลวภายใต้แรงดันสูงๆ เพื่อส่งถ่ายกำลังจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และในเวลาเดียวกันก็จะให้แรงเป็นเท่าทวีคูณด้วย</p> <p>ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกส์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำมันปิโตรเลียม <ol style="list-style-type: none"> 1.1 น้ำมันไฮดรอลิกส์ทั่วไป (HYDRAULIC AW) 1.2 น้ำมันเทอร์ไบน์ 1.3 น้ำมันไฮดรอลิกส์ชนิดพิเศษ (HYDRAULIC HVI) 1.4 น้ำมันเครื่องเบอร์ SAE 10W หรือ SAE 30 2. น้ำมันทนไฟ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 ประเภทผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ (Synthetic Fluids) 2.2 ประเภทน้ำมันที่มีน้ำผสมอยู่ (Water Containing Fluids) <p>หน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์มีดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เป็นที่เก็บและพักน้ำมัน 2. เป็นที่จัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น เศษผงชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ น้ำ หรือเศษผงอื่น ๆ ที่ติดมากับไฮดรอลิกส์ 3. เป็นที่ระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ 4. เป็นที่ขจัดฟองอากาศที่เกิดจากน้ำมันไหลฟุ้งกลับถึงน้ำมัน 		

	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
แบบทดสอบ หลังเรียน		
คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด		
1. ข้อใดหมายถึงสารหล่อลื่น		
ก. วัสดุที่ใช้หล่อลื่นในรูปใดก็ได้		
ข. วัสดุที่ใช้หล่อลื่นในรูปของแข็ง		
ค. วัสดุที่ใช้หล่อลื่นในรูปของเหลว		
ง. วัสดุที่ใช้หล่อลื่นในรูปกึ่งของแข็งกึ่งของเหลว		
2. แกรไฟต์เป็นสารหล่อลื่นประเภทใด		
ก. กึ่งของแข็ง		
ข. ก๊าซ		
ค. ของแข็ง		
ง. ของเหลว		
3. สารใดที่ใช้เติมในน้ำมันหล่อลื่นเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านค่าดัชนีความข้นใส		
ก. โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์		
ข. ฟอสเฟต		
ค. พอลิเมอร์		
ง. ฟีนอล		
4. การเติมสารเพิ่มคุณภาพชนิดต่าง ๆ เพื่อข้อใด		
ก. ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีอายุการใช้งานนานขึ้น		
ข. ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีความสามารถรับแรงกดได้มาก		
ค. ปรับค่าความข้นใสตามอุณหภูมิการทำงานที่แตกต่างกัน		
ง. ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีคุณสมบัติพิเศษที่เหมาะสมกับการใช้งาน		
5. มาตรฐานน้ำมันหล่อลื่นของสถาบันใดที่ใช้เกณฑ์ของค่าความข้นใสเป็นตัวกำหนด		
ก. ISO		
ข. ASTM		
ค. SAE		
ง. API		
6. สารหล่อลื่นหมายถึงข้อใด		
ก. วัสดุหล่อลื่นในรูปของแข็ง		
ข. วัสดุหล่อลื่นในรูปของเหลว		
ค. วัสดุหล่อลื่นในรูปกึ่งของเหลว		
ง. วัสดุที่ใช้ในการหล่อลื่น		
7. SAE แบ่งเกรดน้ำมันเกียร์ตามข้อใด		
ก. ตามความหนืด		
ข. ตามสารเพิ่มคุณภาพ		
ค. ตามการใช้งาน		
ง. ตามการหล่อลื่น		

	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		
นำเข้าสู่บทเรียน		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ผู้เรียนลงมือทำข้อสอบในเรื่องวัสดุหรือสารหล่อลื่น (10 นาที) 2. ครูให้ผู้เรียนส่งข้อสอบพร้อมกระดาษคำตอบ 3. กล่าวนำเข้าสู่บทเรียนโดยพูดคุยถึงเรื่องวัสดุหรือสารหล่อลื่น (5 นาที) 4. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนการสอนการหน่วยที่ 6 (เรื่องเชื้อเพลิงก๊าซ) และครูสุ่มถามทบทวนเรื่องที่เรียนในสัปดาห์ที่แล้ว (10 นาที) 		
ขั้นให้ความรู้		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูอธิบายรายละเอียดตามเอกสารประกอบการสอนครั้งที่ 8-9 พร้อมแผ่นใส และตั้งคำถามเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลาและจดบันทึกย่อส่ง (40 นาที) 2. ครูให้ผู้เรียนสรุปเรื่องที่สอนมาส่งรายบุคคล (40 นาที) 		
ขั้นสรุป		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและผู้เรียน ช่วยกันสรุปเนื้อหาตามที่ครูได้ทำการสอนมา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ซักถามข้อสงสัย (15 นาที) 		

	หน่วยที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง วัสดุหล่อลื่น (Lubricant)		
<p>ขั้นประเมินผลและวัดผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูประเมินความรู้ของผู้เรียนโดยการสุ่มถาม 2. ครูให้ผู้เรียนทำใบงานเรื่องที่สอนเพื่อประเมินความเข้าใจในเรื่องที่สอน 3. ครูมอบหมายแบบฝึกหัดให้กลับไปทำเป็นการบ้านส่งก่อนเข้าเรียนครั้งต่อไป 4. แจกเอกสารประกอบการเรียนครั้งที่ 8-9 ให้ผู้เรียน ไปอ่านเตรียมเรียนในครั้งต่อไป 5. ครูให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน <p>สื่อการเรียนการสอน</p> <p>สื่อสิ่งพิมพ์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แผนการสอนรายวิชาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น 2. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 ในหัวข้อ 3. แผ่นใสประกอบการสอนในหัวข้อเรื่อง <p>การวัดผลและประเมินผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตความสนใจผู้เรียน 2. ความรับผิดชอบงานที่มอบหมาย 3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน 4. ให้ทำแบบทดสอบ 5. ตรงต่อเวลา 		

