

คุณสมบัติของสารหล่อลื่นพื้นฐาน

อินทรชิต หอวิจิตร*

[รับตีพิมพ์เมื่อ 12 พฤษภาคม 2532]

หน้าที่หลักที่สำคัญของสารหล่อลื่นทุกชนิดได้แก่การลดความฝืด และความสึกหรอ ช่วยให้เครื่องจักรกลทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยระบายความร้อนและชะล้างสิ่งสกปรกออกจากบริเวณผิวสัมผัสที่ต้องการการหล่อลื่น สารหล่อลื่นที่ใช้อยู่ทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

- น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil)
- จารบี (Grease)

1. น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil)

น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพดีมักจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 อย่างคือ

1. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Basic Oils)
2. สารเพิ่มคุณภาพ (Additives) ในชนิดและปริมาณที่เหมาะสมกับงาน

1.1 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Basic Oils)

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่

- น้ำมันพืชหรือสัตว์ (Vegetable or Animal Oils)
- น้ำมันแร่ (Mineral Oils)
- น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oils)

1 น้ำมันพืชหรือสัตว์ (Vegetable or Animal Oils) น้ำมันที่ได้จากพืชเช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันละหุ่ง น้ำมันที่ได้จากสัตว์เช่น น้ำมันหมู น้ำมันปลา เป็นต้น น้ำมันเหล่านี้ เป็นน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติ จึงมีความอยู่ตัวทางเคมีต่ำ เสื่อมสภาพได้ง่ายจึงต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพหลายขั้นตอนซึ่งราคาก็จะแพงมากขึ้น ปัจจุบันมีการใช้น้ำมันพืชหรือสัตว์น้อยมาก จะใช้เฉพาะในงานหล่อลื่นที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางประการเช่น เพิ่มความลื่น และความสามารถในการเข้ากับน้ำ เป็นต้น

*อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 น้ำมันแร่ (Mineral Oils) เป็นน้ำมันพื้นฐานที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีคุณภาพ และราคาถูก น้ำมันแร่ได้มาจากการนำเอาส่วนที่อยู่ก้นหลอมผ่านกระบวนการกลั่น ภายใต้สุญญากาศ น้ำมันแร่ที่ได้ใหม่ก็จะมีคุณภาพไม่ดีพอที่จะนำมา เป็นน้ำมันพื้นฐานต้อง ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อจัดเอาสารบางอย่างที่ไม่ต้องการออก เพื่อให้มีความอยู่ตัว แข็ง เคม และ แข็งความ ร้อนดี

น้ำมันแร่ที่นำมาใช้ทำน้ำมันหล่อลื่นแบ่งตามดัชนีความหนืดออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่มีดัชนีความหนืดสูง กลาง ต่ำ น้ำมันแร่ที่มีดัชนีความหนืดสูงได้มาจากการกลั่น น้ำมันดิบประเภทพาราฟินิก (Parafinic) ส่วนที่มีดัชนีความหนืดกลางและต่ำได้มา จากน้ำมันดิบประเภทแนฟเทนิก (Napthanic)

3 น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oils) เป็นน้ำมันที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการ ทางเคมี วัสดุที่ใช้มักจะมาจากน้ำมันปิโตรเลียม ราคาค่อนข้างแพง ปัจจุบันใช้เป็น น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานในบาง ประเภทที่ต้องการคุณสมบัติ ดัชนีความหนืดสูง จุดไหลเทต่ำ และ มีการระเหยต่ำ เป็นต้น

1.2 สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

สารเพิ่มคุณภาพมีอยู่มากมายหลายชนิด หลายประเภท แต่ที่นิยมใช้กันมากได้แก่

- สารลดแรงเสียดทาน
- สารป้องกันการสึกหรอ
- สารป้องกันการสนิม
- สารป้องกันการฟอง
- สารรับแรงกดดันสูง
- สารเพิ่มดัชนีความหนืด
- สารชะล้างกระจายสิ่งสกปรก
- สารเพิ่มความเสถียร

การเติมสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่นชนิดใด จะต้องทราบหน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น นั้น ที่จะต้องกระทำ และสภาวะต่างๆ ที่น้ำมันหล่อลื่นนั้นจะต้องประสบขณะทำการหล่อลื่น จากนั้นจึงสามารถกำหนดคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการ แล้วจึงเลือกสรรน้ำมันหล่อลื่น

พื้นฐาน และชนิดรวมทั้งปริมาณของสารเพิ่มคุณภาพที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นนั้น มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานที่ต้องการ

1.3 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันหล่อลื่น

1 ความหนืด ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการหล่อลื่นนั้น ความหนืดเป็นคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ที่จะต้องนำมาพิจารณาเป็นอย่างแรกในการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นให้เหมาะกับงาน ความหนืดจะมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของน้ำมัน กล่าวคือ หนืดมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง และหนืดน้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความหนืดที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบันได้แก่ ค่าความหนืดคิเนแมติก (Kinematic Viscosity) ที่มีหน่วยเป็นเซนติสโตก (cSt)

2 ดัชนีความหนืด ตัวเลขที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นกับอุณหภูมิ โดยการเปรียบเทียบกับน้ำมันมาตรฐาน น้ำมันที่มีค่าดัชนีความหนืดสูงจะมีค่าความหนืด เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่แปรเปลี่ยนไปน้อยกว่าน้ำมันที่มีค่าดัชนีความหนืดต่ำ

3 จุดไหลเท เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันลดต่ำลงความหนืด หรือความต้านทานการไหลของน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดน้ำมันจะหยุดไหล อุณหภูมิสูงสุดที่น้ำมันเริ่มหยุดไหลเรียกว่า จุดไหลเท

4 จุดวาบไฟ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันจะต้องถูกทำให้อุ่นขึ้น จนไอของน้ำมันระเหยออกมามากเพียงพอที่จะติดไฟ ซึ่งใช้ในการประเมินถึงความเหมาะสมของน้ำมันหล่อลื่นในด้านความปลอดภัยสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง

2. จารบี (Grease)

จารบีเป็นสารหล่อลื่นที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว ซึ่งความแข็งของจารบีขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันและสารอึด จารบีที่มีส่วนผสมของสารอึดน้ำมันมากจะแข็งกว่าจารบีที่มีสารอึดน้ำมันน้อย ในการใช้งานน้ำมันในจารบีจะทำหน้าที่ในการหล่อลื่น ส่วนสารอึดน้ำมันจะทำหน้าที่กักน้ำมันให้อยู่ในเนื้อโครงสร้างของตัวเอง และค่อยๆ ปล่อน้ำมันออกมาทีละน้อยทำให้น้ำมันไม่ไหลหกหยดหรือสลดกระเด็นได้ง่าย

จารบีโดยทั่วไปเป็นสารประกอบของ

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Basic Oils)

สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

- สารอุ้มน้ำมัน (Thickeners)

2.1 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Basic Oils)

เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่มีปริมาณตั้งแต่ 70 ถึง 90% โดยน้ำหนัก ระดับความหนืด และคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น ที่ใช้ในจารบีแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับงานที่จารบีจะต้องไปทำหน้าที่หล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้ทำจารบีอาจเป็นน้ำมันแร่หรือน้ำมันสังเคราะห์ก็ได้ แต่โดยทั่วไปจะใช้น้ำมันแร่เพราะราคาถูก สำหรับงานหล่อลื่นที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ เช่น อุณหภูมิสูงมาก และฟิล์มของอุณหภูมิกว้างขวางมาก จึงจะใช้น้ำมันสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพงกว่ามาก

2.2 สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

จารบีที่มีคุณภาพโดยทั่วไป มักจะมีสารเพิ่มคุณภาพบางตัวผสมอยู่ด้วยเพื่อเพิ่มคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น สารเพิ่มคุณภาพที่ใช้มากได้แก่

- สารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Anti-oxidants) สำหรับงานอุณหภูมิสูง
- สารป้องกันสนิม (Anti-rust) สำหรับงานที่อาจมีความชื้นมาสัมผัส
- สารรับแรงกดสูง (EP Additives) สำหรับงานหนักและภาวะกระแทกกระทั้น
- สารกันน้ำ (Waterproofants)
- สารลดปฏิกิริยาเร่งผิวโลหะ (Metals Deactivators)
- สารเหนียวเกาะติด (Tackiness Additives) สำหรับจารบีสายไหม
- สารหล่อลื่นที่เป็นของแข็ง (Solid Lubricants) เช่น กราไฟท์
- สารเพิ่มความคงทนของโครงสร้างเนื้อจารบี (Structure Stabilizers)

2.3 สารอุ้มน้ำมัน (Thickeners)

สารอุ้มน้ำมันมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติของจารบี

ในการใช้งาน ทั้งในด้านอุณหภูมิการใช้งานและอายุการใช้งาน สารอุ้มน้ำมันโดยมากจะเป็นสบู่อซึ่งผลิตได้ง่ายคุณภาพดีและราคาถูก หรือเป็นสารอื่นก็ได้ เช่น สารอินทรีย์ ได้แก่

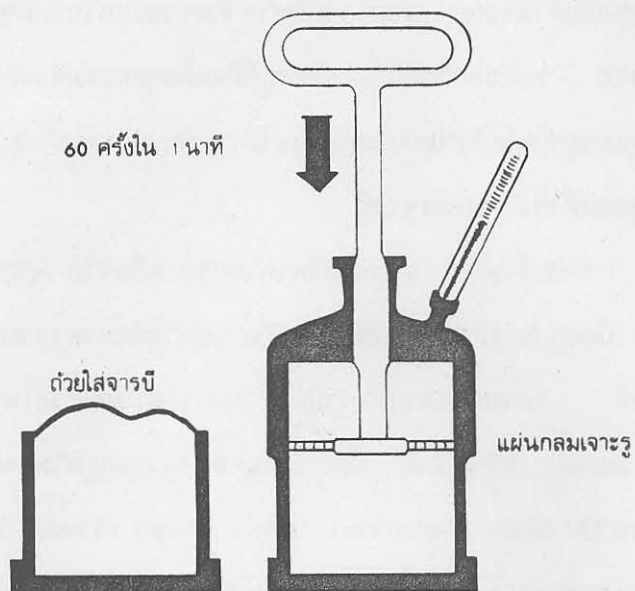
ดินเหนียว เบนโตนีท์ หรือเชกโตไรท์ หรือสารอินทรีย์ได้แก่ โพลียูเรีย (Polyurea) และ อินแดนทรีน (Indanthrene)

จารบีที่ทำจากสบู่มีข้อจำกัดการใช้งานในเรื่องอุณหภูมิคือ ไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงเกินจุดหลอมตัวของสบู่ ส่วนจารบีที่ทำจากสารอินทรีย์ไม่มีจุดหลอมตัว จึงใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูงได้ ชนิดของไขมันที่มาผลิตสบู่ก็มีผลต่อจุดหลอมตัวของสบู่เช่นกัน ดังนั้นจารบีที่ทำจากสบู่แต่ละชนิดจึงใช้ได้กับอุณหภูมิสูงไม่เท่ากัน และทนน้ำชะไม่เท่ากันด้วย

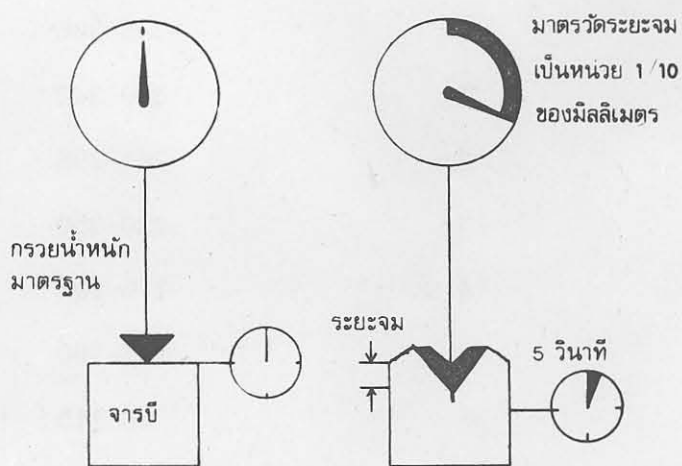
2.4 คุณสมบัติที่สำคัญของจารบี

1. ความแข็งอ่อน สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัด ASTM Cone Penetrometer ที่วัดระยะเป็นหน่วย 1/10 ของมิลลิเมตรที่กรวยน้ำหนักมาตรฐานจมลงในเนื้อจารบีในเวลา 5 วินาที ภายหลังจากที่จารบีผ่านการอัดแน่นด้วยเครื่องมือมาตรฐาน ASTM Grease Worker มาแล้ว 60 รอบ และถูกควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อยู่ที่ 25 °C ขณะที่ทำการวัด สถาบัน NLGI (National Lubricating Grease Institute) ได้กำหนดการแบ่งเกรดของจารบีออกเป็นเบอร์ ตามความแข็งอ่อนที่วัดโดยวิธีการดังกล่าวไว้ดังนี้

เบอร์ NLGI	ระยะชม (1/10 มม.)
000	445-475
00	400-430
0	355-385
1	310-340
2	265-295
3	220-250
4	175-205
5	135-160
6	85-115

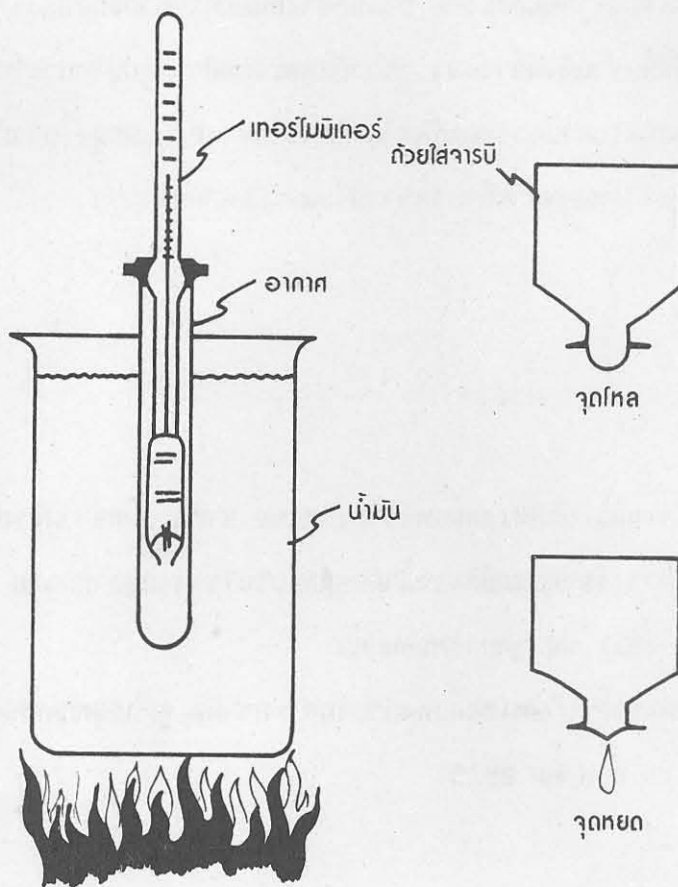


รูปที่ 1 เครื่องมือมาตรฐาน ASTM Grease Worker



รูปที่ 2 เครื่องวัด ASTM Cone Penetrometer

2. จุดหยด จารบีที่มีสารอุ้มน้ำมันเป็นประเภทสบู่ เมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้นเนื้อสบู่บางส่วนจะละลายในน้ำมันทำให้จารบีอ่อนตัวลงเรื่อยๆ จนกลายเป็นของไหลในที่สุด อุณหภูมิค่าสุดท้ายที่จารบีเริ่มไหลหยด ในการทดสอบตามวิธี ASTM D-566 ถือเป็นจุดหยดของจารบีนั้น ซึ่งแตกต่างกันไปแล้วแต่นิคมของสบู่ จารบีที่มีสารอุ้มน้ำมันประเภทอนินทรีย์ เช่น ดินเหนียว เบนโตไนท์จะไม่มีการละลายของสารอุ้มน้ำมันเมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้น ทำให้ไม่มีการหลอมไหล จารบีประเภทนี้จึงไม่มีจุดหยด



รูปที่ 3 แสดงการทดสอบ ASTM D-566

3. ความคงทนต่อแรงเฉือน เมื่อจารบีถูกใช้งานโครงสร้างของสารอุ้มน้ำมันจะถูกฉีกขาดไปเรื่อยๆ ใต้แรงเฉือน ทำให้ความแข็งของจารบีลดลง จารบีที่ทำจากสารอุ้มน้ำมันต่างประเภทกันจะให้โครงสร้างที่มีความคงทนต่อแรงเฉือนแตกต่างกัน

4. การแยกตัวของน้ำมัน เนื่องจากจารบีต่างชนิดกันมีโครงสร้างของสารอุ้มน้ำมันที่ไม่เหมือนกัน ความสามารถในการเก็บกักน้ำมันไว้ในโครงสร้างของสารอุ้มน้ำมันแตกต่างกัน โอกาสแยกตัวของน้ำมันจะมีมากเมื่อถูกบีบหรืออัด การแยกตัวของน้ำมันอาจก่อให้เกิดความเสียหายเนื่องจากจารบีแข็งอุดตันในท่อจ่ายจารบี

5. ความทนต่อการชะของน้ำ ความสามารถในการต้านทานการชะของน้ำ เป็นคุณสมบัติพื้นฐานจำเพาะของจารบีแต่ละชนิด ซึ่งแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสารอุ้มน้ำมัน

นอกจากคุณสมบัติพื้นฐานดังกล่าวแล้ว จารบีแต่ละชนิดยังจะถูกปรับปรุงให้มีคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ เช่น คุณสมบัติในการป้องกันสนิม การรับแรงกระแทกสูง การยึดเกาะติดผิว ฯลฯ โดยการใส่สารเพิ่มคุณภาพก็จะได้จารบีที่คุณสมบัติตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง

1. แผนกเทคนิคเซลล์ บริษัทเซลล์แห่งประเทศไทย จำกัด บทความที่เสนอในการสัมมนาวิชาการเรื่องคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นในโรงงานอุตสาหกรรม พฤศจิกายน 2531 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. แผนกเทคนิคเซลล์ บริษัทเซลล์แห่งประเทศไทย จำกัด คู่มือผลิตภัณฑ์หล่อลื่นเซลล์ พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2529