

พื้นฐานการหล่อลื่น

คำนำ

ผิวโลหะที่สัมผัสกันอยู่ ซึ่งเรามองด้วยตาเปล่า และจับคว่ำเรียบดี หากใช้กล้องขยายที่มีกำลังขยายสูง ๆ จะพบว่าพื้นผิว ที่เรียบจะมีลักษณะขรุขระคล้ายฟันเลื่อย ซึ่งหากเราพยายามเลื่อนผิว โลหะผ่านอีกผิวหนึ่ง จะมีความรู้สึกว่าเกิดแรงต้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า "แรงเสียดทาน" แรงเสียดทานที่เกิดจะทำให้เกิดความร้อน และความร้อนจะทำให้โลหะเกิดการขยายตัว จุดที่สูงขึ้นมาของพื้นผิวทั้ง 2 เมื่อสัมผัสกัน จะทำให้จุดดังกล่าวหลุดออกจากผิวหน้า ซึ่งเรียกว่า "การสึกหรอ" ชิ้นส่วนที่สึกหรอเล็ก ๆ นี้นี้ เมื่อหลุดออกมาจะเปรียบเสมือนเครื่องกีด หรือเจียรนัยโลหะ ขนาดเล็ก ๆ คอยกัดผิวหน้าโลหะทั้งสองออก ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อน การสิ้นสละเทือน และการสึกหรออย่างรวดเร็ว การกัดกร่อน และการสะสมของการสึกหรอบนผิวทั้ง 2 นี้ จะเร่งให้ความเสียหายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เราจะลดเหตุดังกล่าวได้อย่างไร "โดยใช้การสารหล่อลื่น"

การหล่อลื่น : ทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปอย่างเรียบลื่น โดยการให้สารหล่อลื่น

สารหล่อลื่น : สารที่สามารถลดแรงเสียดทาน ความร้อน และการสึกหรอ เมื่อนำไปใช้เป็นฟิล์มระหว่างผิวหน้าทั้งสองที่สัมผัสกัน

สารหล่อลื่นที่วางตัวเป็นแผ่นฟิล์มระหว่างผิวสัมผัส จะทำให้เราสามารถเลื่อนผิวทั้ง 2 ไปมาได้โดยไม่ตะกัน ซึ่งเป็นจุดประสงค์สำคัญของการหล่อลื่น คือการแยกผิวหน้าที่สัมผัสกันทั้งสอง ให้เคลื่อนตัวไปมาได้ภายใต้แรงกดที่มีมากกระทำ สารหล่อลื่น (น้ำมันหรือจาระบี) ที่จะนำไปใช้ระหว่างผิวสัมผัสทั้ง 2 ต้องกระจายแยกออกตลอดพื้นผิวหน้าสัมผัส ผิวหน้าที่เคลื่อนที่จะแยกออก และวิ่งอยู่บนสารหล่อลื่นได้ ซึ่งจะไม่มีทางที่ผิวทั้งสองจะสัมผัสกัน แต่ในความเป็นจริงสภาพดังกล่าวไม่มีทางเป็นไปได้ ที่จะขจัดแรงเสียดทาน และการสึกหรอ แต่เราพยายามลดลงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

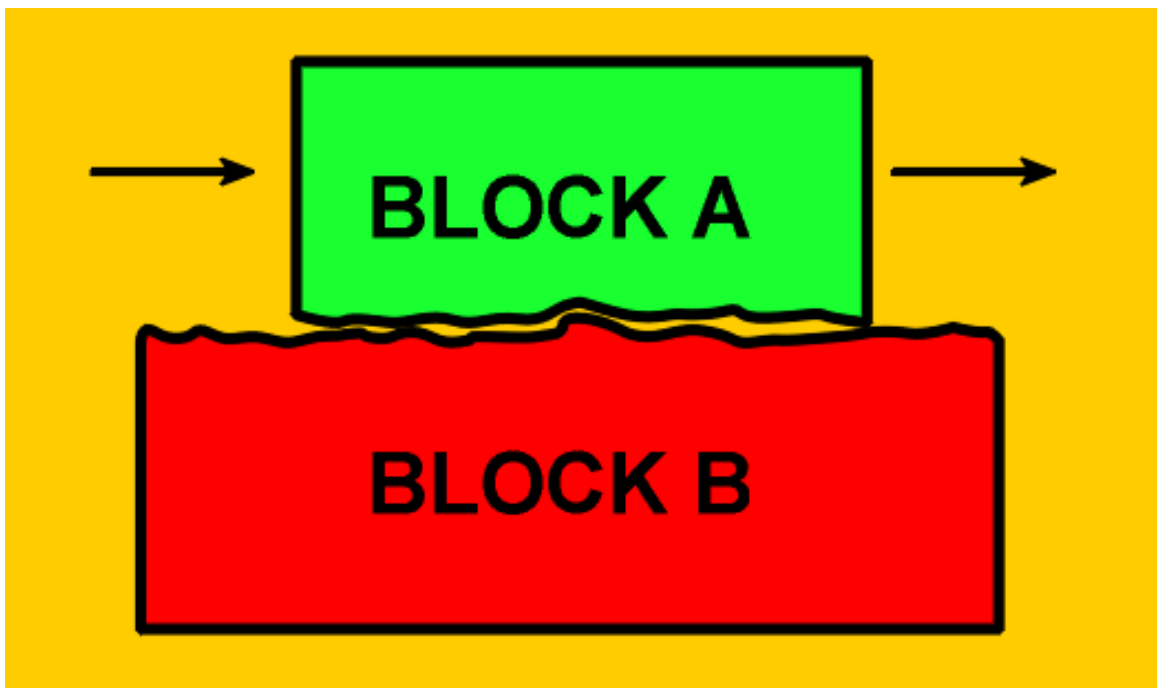
หน้าที่ของสารหล่อลื่น

1. ลดแรงเสียดทาน
2. ลดการสึกหรอ
3. ลดแรงกระแทก
4. ลดอุณหภูมิที่เกิดจากการทำงาน
5. ลดการกัดกร่อนของผิว
6. ป้องกันสิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบ

1. ลดแรงเสียดทาน

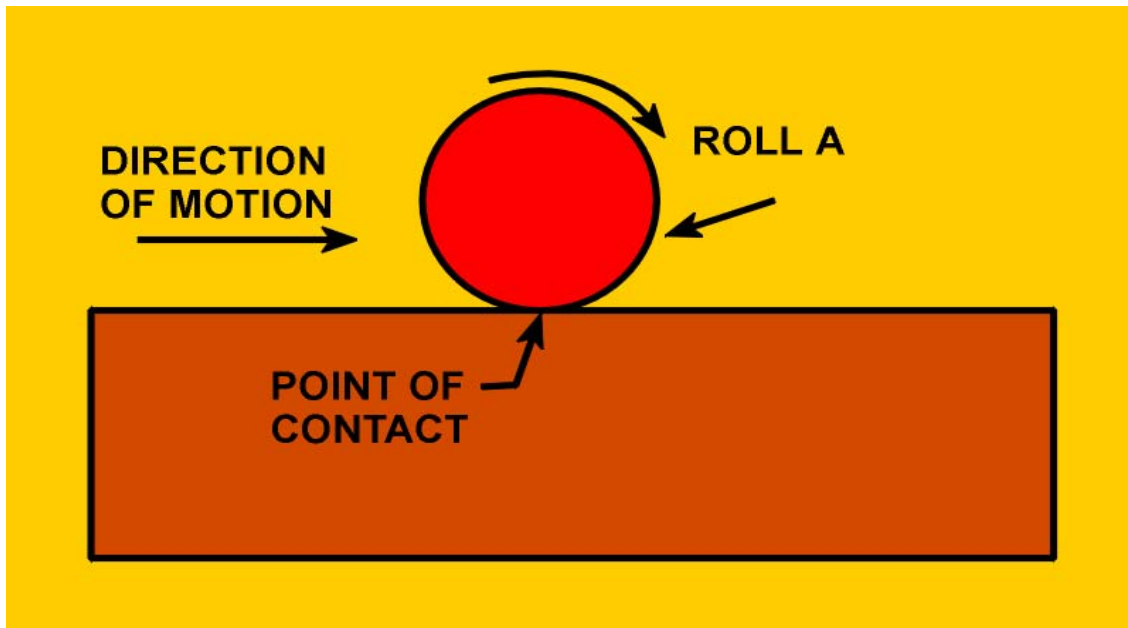
สารหล่อลื่นจะลดแรงเสียดทาน โดยการแยกผิวที่เคลื่อนตัวออกจากกันภายใต้แรงกด ซึ่งมี 2 อย่างคือ

- 1.1. แรงเสียดทานจากการสไลด์
- 1.2. แรงเสียดทานจากการหมุน



รูปที่ 1 แรงเสียดทานจากการสไลด์

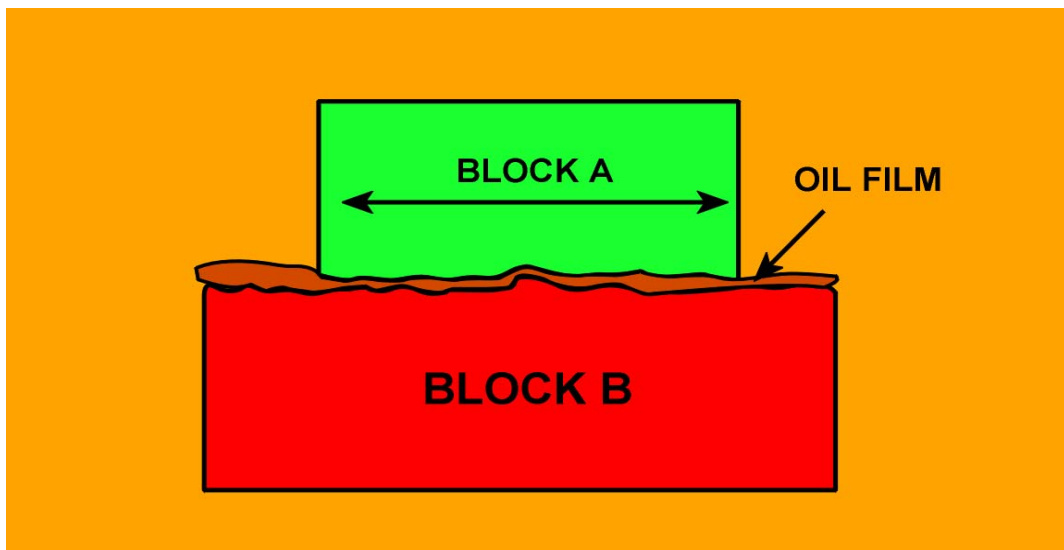
แรงเสียดทานจากการหมุน เป็นผลจากผิวสัมผัสที่เคลื่อนตัวผ่านกันในทิศทางตรงกันข้าม จากรูป คือผลจากการที่เพลาพยายามหมุนตัวให้เคลื่อนที่บนผิวที่อยู่กับที่ ตัวอย่างที่เห็นได้ของแรงเสียดทานต่อการหมุนคือ ลูกปืนล้อต่าง ๆ



รูปที่ 2 แรงเสียดทานจากการหมุน

2. ลดการสึกหรอ

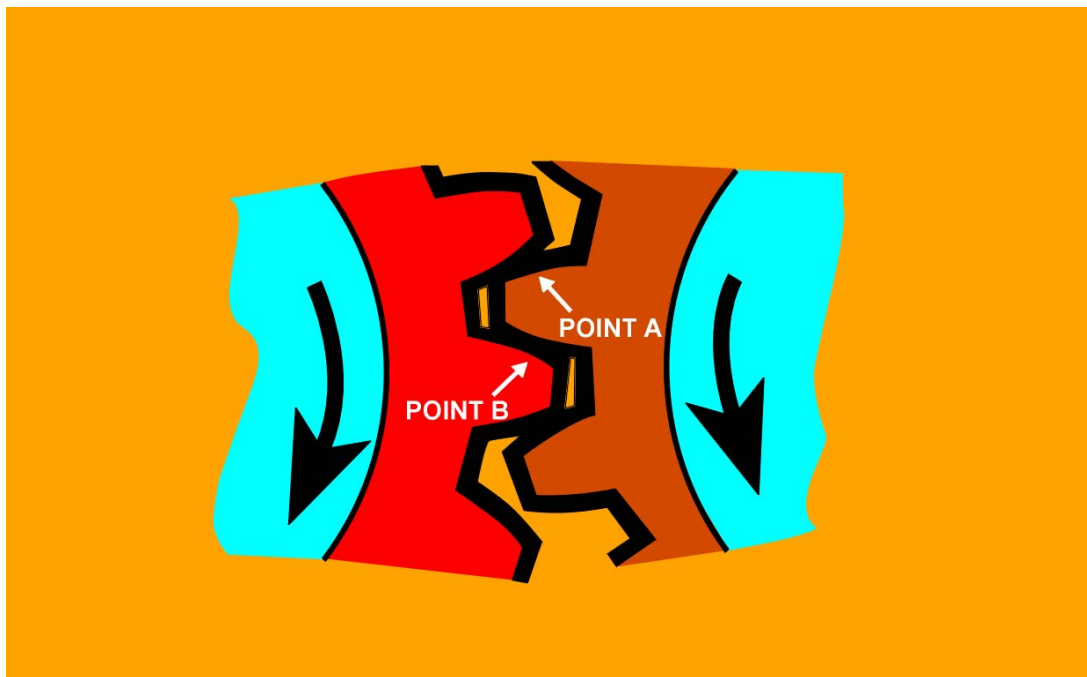
สารหล่อลื่นจะช่วยลดการสึกหรอ โดยการแยกผิวสัมผัสที่เคลื่อนที่ และอยู่นิ่ง ให้แยกจากกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้



รูปที่ 3 ลดการสึกหรอโดยแยกบริเวณผิวสัมผัส

3. ลดหรือซึมซับแรงกระแทก

สารหล่อลื่นที่ติดค้างระหว่างจุดสัมผัสของฟันเฟืองทั้งสองที่ขั้บกัน จะมีแรงดันต้านการเคลื่อนตัวเข้าหากันของฟันเฟือง การหล่อลื่นที่เหมาะสม จะป้องกันฟันเฟืองไม่ให้เกิดการกระแทกขณะเคลื่อนที่เข้าหากัน.



รูปที่ 4 แสดงถึงการลด หรือซึมซับแรงกระแทกระหว่างฟันเฟืองที่ขั้บกัน

4. ลดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นขณะทำงาน

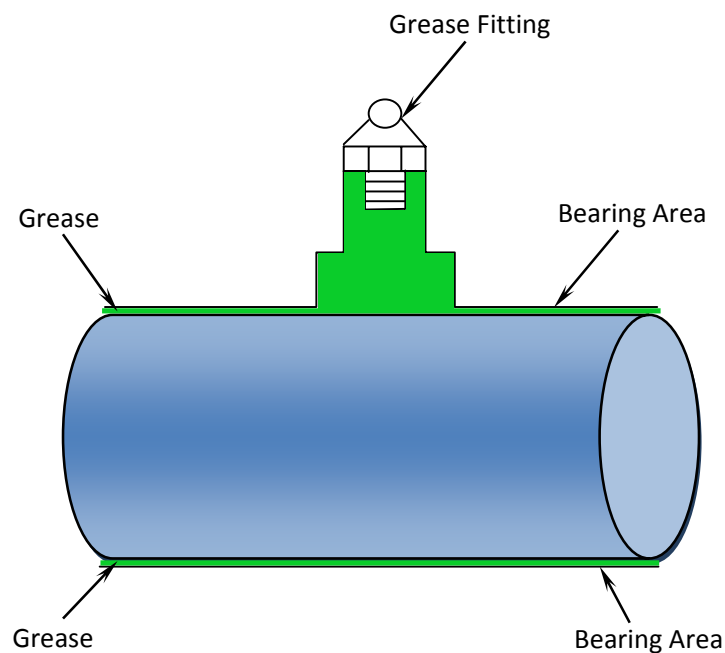
สารหล่อลื่นจะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้น โดยลดแรงเสียดทาน และเก็บความร้อนถ่ายเทไปยังส่วนที่เย็นกว่าของเครื่องจักร ข้อสังเกต หากควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ได้ จะทำให้ผิวสัมผัสของโลหะเกิดการขยายตัว และติดกันจะทำให้เกิดความเสียหาย หรือทำให้จุดด่างดำวร้อนขึ้น เกิดการผุกร่อน และอ่อนตัวลงจะทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ สึกหรือเร็วจนต้องเปลี่ยนใหม่.

5. ลดการกัดกร่อน

สารหล่อลื่นจะลดการกัดกร่อนของผิวสัมผัสทั้งสอง โดยทำหน้าที่เคลือบผิวทั้งสองไว้เป็นแผ่นบาง ๆ

6. ป้องกันสิ่งสกปรกเข้าระบบ

สารหล่อลื่นจะป้องกันสิ่งสกปรกเข้า โดยจะแทรกตัวระหว่างผิวสัมผัส และรักษาความดันใช้งานของสารหล่อลื่น ให้คงสภาพไว้ตลอดเวลา



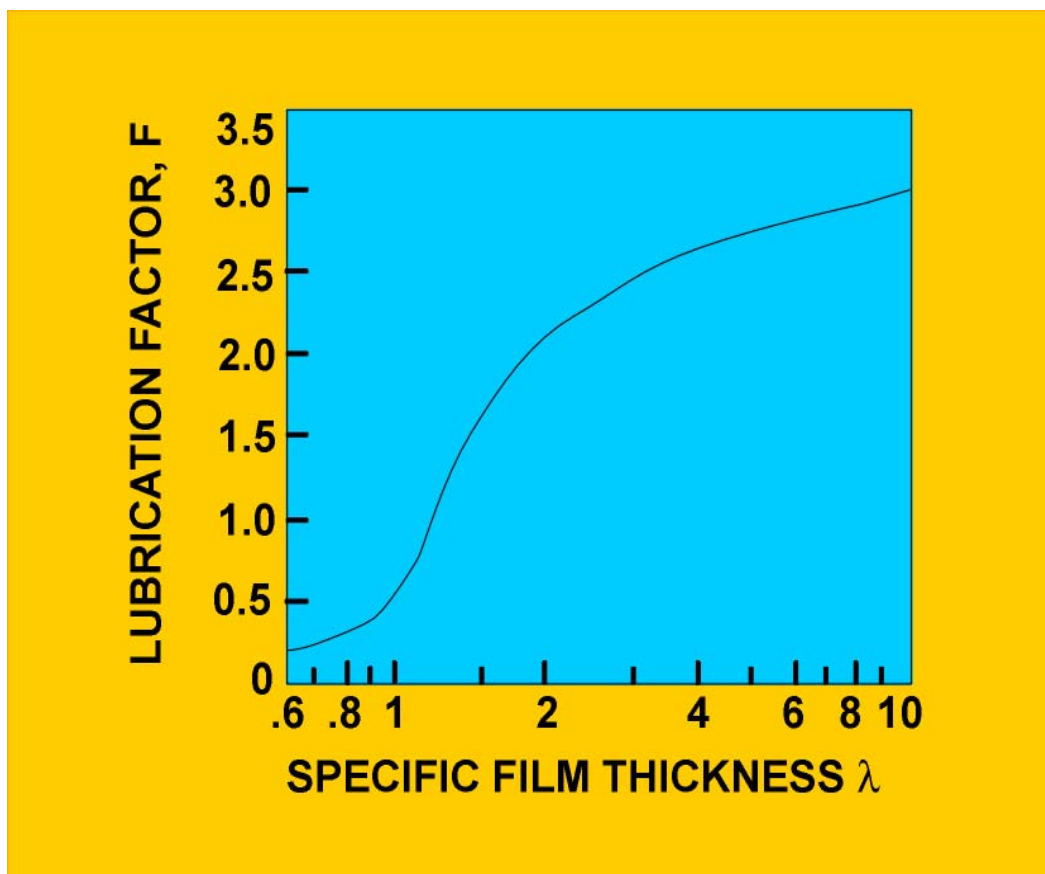
รูปที่ 5 ป้องกันสิ่งสกปรก

ลักษณะฟิล์มหล่อลื่น

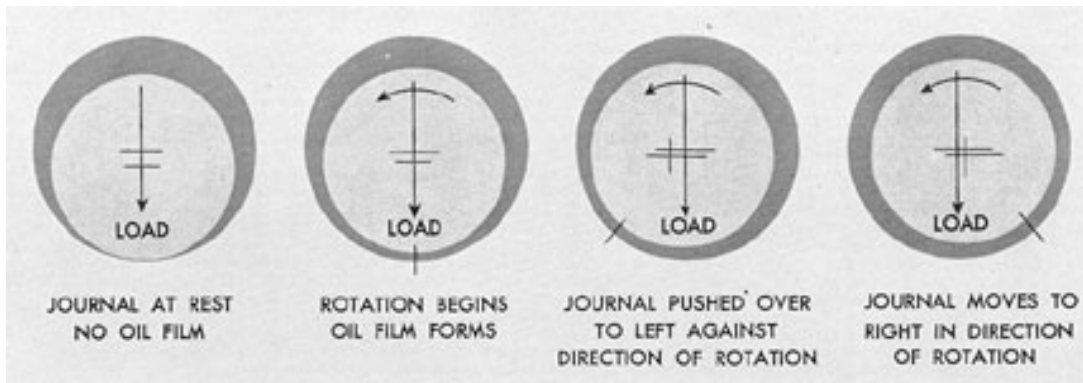
ฟิล์มหล่อลื่นแบ่งได้ 3 แบบ คือ

- Full Film
- Elastohydrodynamic
- Boundary Film

ฟิล์มหล่อลื่น เป็นค่าที่สัมพันธ์กับความหนาของฟิล์ม ซึ่งมีผลในทางกลับกันของ Lubrication Factor



รูปที่ 6 ความหนาของฟิล์มและผลต่อ Lubrication Factor



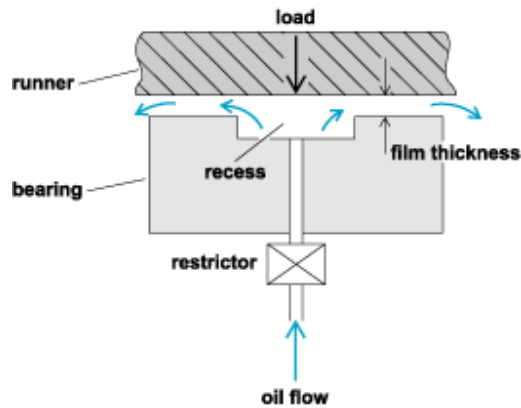
รูปที่ 7 ลักษณะการก่อตัวของฟิล์มน้ำมันใน Journal Bearing

ลักษณะฟิล์มแบบ Full Film

เป็นลักษณะของฟิล์มในอุดมคติของการหล่อลื่น โดยส่วนที่เคลื่อนที่จะไม่เกิดการสัมผัสกับส่วนที่อยู่กับที่เลยในทุกกรณีซึ่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

- Hydrodynamic Full Film
- Hydrostatic Full Film

ลักษณะของ Hydrodynamic คือ ลักษณะตามรูปที่ 7 ฟิล์มที่มีแรงดันก่อตัวขึ้นจากการเคลื่อนตัวของส่วนเคลื่อนที่อัดสารหล่อลื่นผ่านเข้าไประหว่างส่วนเคลื่อนที่ และส่วนอยู่กับที่ ยิ่งเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนตัว จะทำให้ผิวสัมผัสของส่วนเคลื่อนที่ถูยกตัวแยกออกจากผิวของส่วนอยู่กับที่โดยฟิล์มของน้ำมัน ลักษณะของ Hydrostatic คือ ลักษณะดังรูปที่ 8 โดยฟิล์มจะก่อตัวขึ้นจากแรงดันจากภายนอก มาดันให้สารหล่อลื่น ยกและรองรับน้ำหนักที่กดไว้ สารหล่อลื่นที่ถูกบีบด้วยแรงดันที่พอเหมาะ จะแยกให้ผิวเบร้งแยกกัน ในลักษณะฟิล์มทั้ง 2 แบบ ผิวสัมผัสที่เคลื่อนที่ จะถูยกตัว และลอยอยู่ด้วยแรงดันของน้ำมัน แต่แบบ Hydrostatic แรงดันน้ำมันได้จากปั๊มภายนอกเท่านั้น

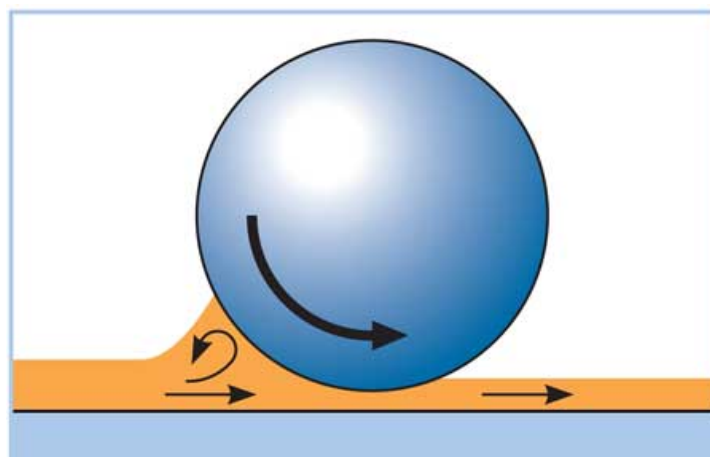


รูปที่ 8 ลักษณะการหล่อลื่นของ Hydrostatic

ลักษณะฟิล์มแบบ Elastohydrodynamic

คือการก่อตัวของฟิล์มแบบ Hydrodynamic โดยได้รับความดันเกิดจากน้ำหนักที่กดลงบนส่วนที่เคลื่อนที่ และหมุนตัวไปบนผิวที่อยู่กับที่ สารหล่อลื่นจะแทรกผ่านไปอยู่ระหว่างผิวหน้าทั้งสองซึ่งจะเพิ่มความดันให้กับผิวของสารหล่อลื่น สารหล่อลื่นจะถูกรีดตัวออกจากระหว่างผิวทั้งสอง ภายใต้อันดันสูง สารหล่อลื่นจะถูกรีดเป็นแผ่นบาง ๆ ถ้าน้ำหนักที่กดลงมายังคงเพิ่มไปตลอด จะทำให้สารหล่อลื่นถูกกดให้แยกออกจากผิวทั้งสอง และจะทำให้ผิวทั้งสองสัมผัสกัน

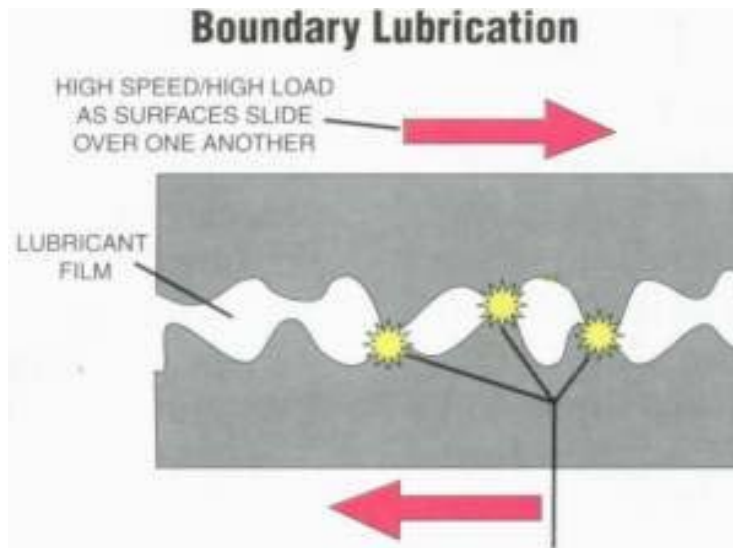
ข้อสังเกต การพิจารณาคูณสมบัติของสารหล่อลื่นก่อนนำไปใช้ จะเป็นแนวทางการใช้งานได้อย่างดี



รูปที่ 9 ลักษณะการหล่อลื่นแบบ Elastohydrodynamic

ลักษณะฟิล์มแบบ Boundary Layer Film

ลักษณะฟิล์มแบบ Boundary Layer Film ลักษณะดังกล่าว ฟิล์มจะเกิดขึ้นโดยส่งสารหล่อลื่นเข้าไปแทรกตัวระหว่างผิวทั้งสองในจำนวนที่พอเหมาะ ให้จุดสูงสุดของผิวสัมผัสเกิดแยกตัวเท่านั้น.



รูปที่ 10 ลักษณะแบบ Boundry

ข้อสังเกต ลักษณะฟิล์มแบบนี้เกิดจากการให้สารหล่อลื่นไม่เพียงพอ หรือให้แรงกดที่พอดีกับความสามารถของสารหล่อลื่น