บทที่ 4
น้ำมันตัดเฉือนอุตสาหกรรมฐานน้ำมันปาล์ม

ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจำเป็นต้องใช้กระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ (Materials) ส่วนมากก็คือ โลหะชนิดต่าง ๆ ให้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลตามที่เราต้องการ กระบวนการแปรรูปโลหะนั้นได้แก่ การตัดเฉือน การขึ้นรูป เป็นต้น ซึ่งในการตัดเฉือนพื้นฐาน เช่น การกลึง การกัด การไส การเจาะ ฯลฯ นั้นจำเป็นจะต้องมีการหล่อเย็นชิ้นงานและคมตัดเพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสะสมที่สูงเกินไป ความร้อนสะสมที่สูงขึ้นมีผลกระทบโดยตรงต่ออายุการใช้งานของคมตัด ความหยาบของผิวชิ้นงาน การสูญเสียพลังงานและด้วยขีดจำกัดทางด้านเทคโนโลยีและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทำให้เราจำเป็นต้องใช้น้ำหล่อเย็น (Coolant) และน้ำมันล้วน (Neat Cutting Oil) ในกระบวนการตัดเฉือนโลหะเพื่อยืดอายุการใช้งานของคมตัดให้ยาวนานขึ้น และทำให้ผิวชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพดีตามต้องการและประหยัดพลังงานสูญเปล่า เนื่องจากน้ำมันตัดทำหน้าที่ในการหล่อลื่น ระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการตัดเฉือน พัดพาเศษตัดออกจากหน้าคมตัด ป้องกันการเกิดสนิมบนชิ้นงานและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร

ในปัจจุบันนี้ปริมาณการใช้น้ำมันตัดที่ใช้ในกระบวนการตัดเฉือนทั้งหมด 2 ใน 3 จะเป็นชนิดน้ำหล่อเย็น (Coolant) และที่เหลือ 1 ใน 3 จะเป็นชนิดน้ำมันล้วน (Neat Cutting Oil or Straight Oil) โดยในส่วนของน้ำหล่อเย็นนี้ยังแบ่งเป็นการใช้น้ำหล่อเย็นที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์จากน้ำมันแร่เป็นน้ำมันพื้นฐานถึง 2 ใน 3 ส่วน, ประมาณ 1 ใน 3 ส่วนจะได้จากผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ (Synthetic Products) และมีอยู่เพียงแค่ 2-3 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ใช้น้ำมันหล่อเย็นที่ผลิตจากน้ำมันฐานน้ำมันพืช (Vegetable Oil-Based Coolants) และเนื่องจากคุณสมบัติทางด้านความสามารถในการหล่อลื่น (Good Lubricity) เนื่องจากการมีขั้ว (Polar) ของตัวน้ำมันพืช (รวมทั้งน้ำมันปาล์มด้วยนั้น) ทำให้ชั้นฟิล์มหล่อลื่นจึงมีความหนาและแข็งแรงกว่าน้ำมันฐานน้ำมันแร่ ซึ่งมีผลทำให้น้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีและมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาน้ำมันปาล์มให้เป็นน้ำมันตัดได้ในอนาคต

น้ำมันตัดเฉือนอุตสาหกรรม

การตัดเฉือนคือ การนำเอาวัตถุที่มีความแข็งกว่าไปตัดเฉือนหรือขูดผิวของวัตถุที่อ่อนกว่าทำให้วัตถุที่อ่อนกว่า เปลี่ยนรูปร่างไปตามที่ต้องการ โดยที่ร้อยละ 97 ของพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือนทั้งหมดเปลี่ยนไปเป็นความร้อน โดยที่ความร้อนที่เกิดขึ้นนั้นมาจาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

- ความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปร่างของชิ้นงานที่ตัดเฉือน
- ความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานระหว่างคมตัดกับชิ้นงาน และทำให้เกิดการสึกหรอในที่สุด

ความร้อนที่เกิดขึ้นในการตัดเฉือนนี้หากไม่ถูกกำจัดให้หมดไปก็จะมีผลทำให้คมตัดสะสมความร้อนสูงมาก จนทำให้ความแข็งของคมตัดสูญเสียไปรวมไปถึงการเร่งให้เกิดการพอกนูนของสันคมตัด (BUE: Build-Up-Edge) และผลกระทบอีกอันหนึ่งก็คือ ชิ้นงานจะเกิดความร้อนสูงจนทำให้ไม่สามารถควบคุมขนาดชิ้นงานได้ การสึกหรอของคมตัดจะแปรผกผันกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่คมตัด อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จะทำให้อายุการใช้งานของคมตัดสั้นลงอย่างรวดเร็วมาก ดังนั้นหากความร้อนที่เกิดขึ้นจากการตัดเฉือนได้ถูกลดลงโดยสารหล่อลื่นหรือหล่อเย็น ก็จะทำให้อายุการใช้งานของคมตัดยาวนานขึ้น สามารถควบคุมความหยาบผิวและขนาดของชิ้นงานได้ตามต้องการ ดังนั้นหน้าที่หลักของน้ำมันหล่อเย็นถูกนำมาใช้ในกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานเพื่อ

- ช่วยในการหล่อลื่น และระบายความร้อนที่เกิดขึ้นขณะทำการตัดเฉือนชิ้นงาน
- เพื่อช่วยในการพัดพาเศษโลหะออกจากหน้าคมตัด
- ป้องกันการเกิดสนิมบนชิ้นงาน และชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร

น้ำมันตัดที่ใช้ในงานตัดเฉือนโลหะ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. น้ำมันล้วน (Neat Cutting Oils)
2. น้ำหล่อเย็น (Coolant) หรือน้ำมันหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ (Soluble Cutting Oils)

น้ำมันล้วน (Neat Cutting Oils)

น้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วนผลิตมาจากน้ำมันพื้นฐานที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม และนำมาเติมสารเพิ่มคุณภาพ (Additives) ลงไป เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ดีตามที่ต้องการ เช่น ทนต่อแรงกดสูง ป้องกันสนิม ลดการเกิดฟอง เป็นต้น น้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วนนี้สามารถนำไปใช้งานได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องน้ำหรือสารละลายอื่นใดเลยให้เจือจาง

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันล้วนคือความหนืด น้ำมันตัดที่มีความหนืดต่ำจะเป็นน้ำมันที่ใส ทำให้สามารถแทรกซึมเข้าไปยังจุดที่ต้องการการหล่อลื่นได้อย่างรวดเร็ว และให้การระบายความร้อนได้ดี น้ำมันที่มีความหนืดสูง จะเป็นน้ำมันที่ข้นและมีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่า ทำให้มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นได้ดีกว่า เพราะฟิล์มน้ำมันที่สามารถแยกผิวสัมผัสของชิ้นงานกับคมตัดได้ดี ทำให้ลดการสึกหรอ อย่างไรก็ตามน้ำมันที่มีความหนืดสูงจะไหลได้ช้ากว่า และระบายความร้อนได้ช้ากว่าน้ำมันที่มีความหนืดต่ำเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการหล่อลื่นและระบายความร้อนต่ำ

เนื่องจากในการตัดเฉือน ความร้อนและแรงกดดันจะเกิดขึ้นสูงมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุในการตัดเฉือน และความเร็วที่ใช้ในการตัด น้ำมันหล่อเย็นทั่ว ๆ ไปจะไม่สามารถทนความร้อน และแรงกดดันที่เกิดขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องเติมสารเพิ่มคุณภาพลงไปในน้ำมัน สารเพิ่มคุณภาพที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ ไขมัน คลอรีน และกำมะถัน โดยสารเพิ่มคุณภาพประเภทไขมันจะสามารถใช้งานได้ดีเมื่อความร้อนที่เกิดขึ้นในการตัดเฉือนไม่เกินจุดหลอมละลายของฟิล์ม (ประมาณ 100°ซ. ถึง 200°ซ.) ถ้าอุณหภูมิและความกดดันเกินจากนี้จำเป็นต้องใช้สารเพิ่มคุณภาพประเภท คลอรีนหรือกำมะถันเติมลงไป

สารเพิ่มคุณภาพที่กล่าวมานี้เรียกกันว่าสารเพิ่มคุณภาพอีพี (EP: Extreme Pressure) ปกติแล้วน้ำมันล้วนจะถูกเลือกนำมาใช้ในงานที่ต้องการ การทำงานประเภทกัดลึก เช่น กัดเฟือง งานที่ตัดเฉือนที่ความเร็วรอบต่ำและภาระการตัดเฉือนสูง ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นการหล่อลื่นแบบบาวน์ดารี่ (Boundary Lubrication) งานที่ต้องการผิวงานคุณภาพสูง และงานที่ไม่สามารถใช้น้ำหล่อเย็น (Coolant) ได้ เนื่องจากมีผลกระทบต่อเครื่องมือตัด (Cutting tools) คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันล้วน ได้แก่

- ลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่คมตัด
- ลดความร้อนที่เกิดขณะตัดเฉือนได้ดี
- ช่วยไล่เศษให้รวดเร็ว
- ช่วยหล่อลื่นรางเลื่อน เกลียวนำและชิ้นส่วนอื่น ๆของเครื่องจักร
- ป้องกันการเกิดฟอง
- ป้องกันการเกิดสนิม
- ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน
- ไม่เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อดีของน้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วน ได้แก่

- ให้การหล่อลื่นและรับภาระสูงได้ดี
- ป้องกันการเกิดสนิมขึ้นกับชิ้นงานในระหว่างการผลิตได้ดี
- ยืดอายุการใช้งานของคมตัด (ที่ความเร็วรอบต่ำ)
- ไม่มีปัญหาเรื่องการเกิดแบคทีเรีย (ปัญหาเรื่องการเน่าเสีย)
- ต้องการการดูแลเพียงเล็กน้อย

ข้อเสียของน้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วน ได้แก่

- ค่าใช้จ่ายสูง
- ความสิ้นเปลืองสูง
- ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องละอองน้ำมันฟุ้งกระจาย
- ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องผิวหนังของผู้ปฏิบัติงาน
- การระบายความร้อนไม่ดี
- อายุการใช้งานของมีดกลึงสั้น (ที่ความเร็วรอบสูง)
- ทำให้บริเวณปฏิบัติงานสกปรก
- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกำจัดทิ้ง

น้ำหล่อเย็น (Coolant or Emulsion)

เนื่องจากน้ำมีค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) และมีคุณสมบัตินำความร้อนที่ดีกว่าน้ำมัน ทำให้น้ำมีคุณสมบัติในการระบายความร้อนได้ดีกว่าน้ำมัน แต่ในการตัดเฉือนโลหะนั้น คุณสมบัติในการระบายความร้อนที่ดีเพียงอย่างเดียวนั้นไม่พอต่อการทำงาน แต่ยังต้องการคุณสมบัติในการหล่อลื่น ลดการสึกหรอ และป้องกันสนิมร่วมกันด้วย จึงเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมไม่ใช้น้ำเพียงอย่างเดียวในกระบวนการตัดเฉือนโลหะ แต่ต้องใช้น้ำผสมกับน้ำมัน และสารปรุงแต่งเพิ่มคุณภาพอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นน้ำมันหล่อเย็นสำหรับงานตัดเฉือนโลหะโดยปกติ น้ำกับน้ำมันจะไม่สามารถรวมตัวเข้ากันได้ ดังนั้นส่วนประกอบที่สำคัญมากที่สุดส่วนหนึ่งของน้ำหล่อเย็นก็คือ อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifiers) ที่ทำให้น้ำผสมเข้ากับน้ำมันได้ดี ดังนั้นน้ำหล่อเย็นจึงมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. น้ำมันพื้นฐาน
2. อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifiers)
3. สารเพิ่มคุณภาพป้องกันการสึกหรอ และรับแรงกดสูง (AW/EP)
4. น้ำ
5. สารป้องกันการกัดกร่อน
6. สารป้องกันการเกิดคราบประเภทในงาน ทองแดง ทองเหลือง
7. สารยับยั้งการเกิดแบคทีเรีย
8. สารป้องกันการเกิดฟอง ฯลฯ

น้ำมันหล่อเย็นเมื่อผสมเข้ากับน้ำจะรวมตัวกลายเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อมองด้วยตาเปล่า แต่ถ้าหากนำน้ำมันหล่อเย็นเหล่านี้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าน้ำมันและน้ำจะไม่รวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แต่จะอยู่ในสภาพที่แขวนลอยโดยที่โมเลกุลเล็ก ๆ ของน้ำมันจะแทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลเล็ก ๆ ของน้ำ สารอิมัลซิไฟเออร์ จะมีรูปร่างคล้ายลูกน้ำ โดยที่ส่วนหัวจะมีประจุไฟฟ้าลบอยู่ สารอิมัลซิไฟเออร์เหล่านี้จะใช้ส่วนหางฝังลงในโมเลกุลของหยุดน้ำมัน และจะโผล่ส่วนหัวที่มีประจุไฟฟ้าลบออกมาดังนั้น ในแต่ละโมเลกุลของน้ำมันจะมีสารอิมัลซิไฟเออร์ฝังอยู่โดยรอบและปล่อยประจุไฟฟ้าลบออกมา ทำให้โมเลกุลของน้ำมันแต่ละโมเลกุลเกิดการผลักกัน และสามารถแขวนลอยอยู่ในโมเลกุลของน้ำได้ และเมื่อสารอิมัลซิไฟเออร์ถูกใช้หมดไป หรือเสื่อมสภาพไป โมเลกุลของน้ำมันแต่ละโมเลกุลก็จะเข้ารวมตัวกันมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำมันและน้ำแยกตัวออกจากกัน โดยน้ำมันจะแยกตัวออกมาลอยอยู่บนผิวหน้าของน้ำ คุณสมบัติที่สำคัญ และข้อดีของน้ำหล่อเย็นชนิดนี้ ได้แก่

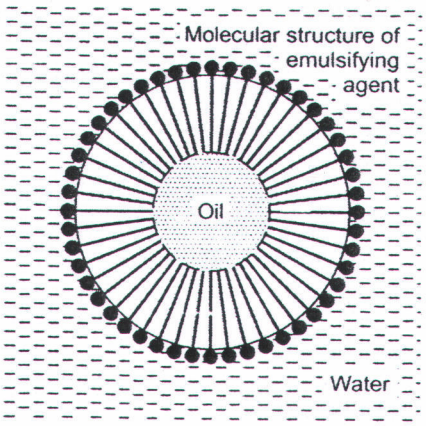
- ทำให้สามารถเพิ่มความเร็วในการตัดเฉือนได้
- ผิวของชิ้นงานมีคุณภาพดี
- เครื่องมือคมตัดมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น
- ระบายความร้อนออกจากชิ้นงานและคมตัดได้ดี
- ทำให้สามารถควบคุมขนาดของชิ้นงานได้ตามต้องการ

- ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน

ข้อเสียของน้ำหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ ได้แก่

- ใช้กับงานได้เฉพาะอย่าง
- ต้องการการดูแลรักษามาก
- เกิดปัญหาเรื่องแบคทีเรีย
- ป้องกันการเกิดสนิมบนชิ้นงานได้เพียงระยะเวลาสั้น ๆ
- มีปัญหากับซีลและยางที่มีคุณภาพต่ำ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

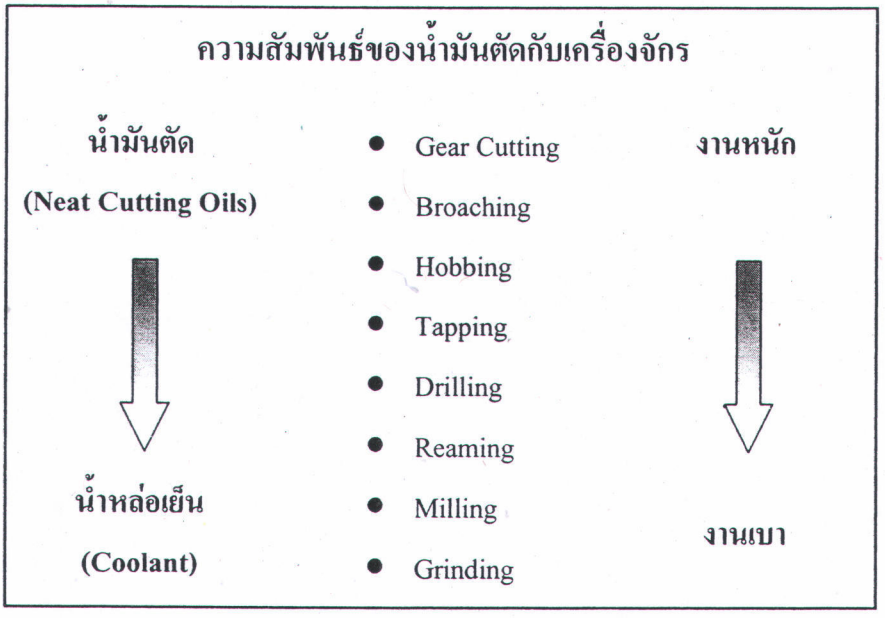


รูปที่ 1 อิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้น้ำกับน้ำมันผสมกันได้

การเลือกใช้น้ำมันหล่อเย็นต้องพิจารณาองค์ประกอบหลาย ๆ อย่างด้วยกัน โดยองค์ประกอบเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้ชนิดของน้ำมันหล่อเย็นว่า ควรจะใช้น้ำมันหล่อเย็นชนิดน้ำมันล้วนหรือชนิดผสมน้ำ โดยพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ชนิดของเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องกลึงธรรมดา เครื่องกลึงอัตโนมัติ เครื่องกลึงแบบควบคุมด้วยตัวเลข เครื่องเจียระไน เครื่องกัด เป็นต้น
2. ลักษณะของงาน ได้แก่ การกลึง การไส การเจาะ เป็นต้น อัตราป้อน ความเร็วตัด และความเร็วรอบ
3. กระบวนการผลิต ได้แก่ การพิจารณาถึงขบวนการผลิตก่อนหน้านั้น หรือหลังจากนั้นว่าจะเป็นขั้นตอนอะไร ซึ่งหากเลือกน้ำมันหล่อเย็นไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสนิมหรือปัญหาเรื่องการล้างทำความสะอาดได้
4. วัสดุชิ้นงานได้แก่ เหล็ก เหล็กหล่อ อลูมิเนียม สเตนเลส เป็นต้น
5. วัสดุคมตัด วัสดุคมตัดบางชนิดอาจจะทำปฏิกิริยากับน้ำหล่อเย็นทำให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนได้

การพิจารณาเลือกใช้น้ำมันหล่อเย็นว่าจะใช้น้ำมันหล่อเย็นชนิดใดนั้น พิจารณาได้จากความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของน้ำมันตัดกับเครื่องจักร

จากการศึกษาเอกสารประกอบการขายของน้ำมันตัดเฉือนใน พบว่าคุณสมบัติหลักที่น่าสนใจคือ

1. ค่าความถ่วงจำเพาะ
2. ค่าระดับความหนืด
3. ค่าการป้องกันการกัดกร่อน
4. ค่าความสามารถในการรับแรงกดสูง
5. ค่าความสามารถในการต่อต้านการเกิดฟอง

ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้บางส่วนได้ทำการทดสอบและวิจัยไปแล้วในบทที่สองและบทที่สาม เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันปาล์มที่ประมาณ 0.8 ถึง 0.9 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันที่นำมาเป็นน้ำมันตัด ค่าความหนืดของน้ำมันปาล์มที่ประมาณ 40 ถึง 50 เซนติสโตค (ที่ 40°ซ) ซึ่งอาจจะสูงกว่าน้ำมันที่นำมาทำเป็นน้ำมันตัดบ้างเล็กน้อย (โดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 10 ถึง 40 เซนติสโตค) ในกรณีของการกัดกร่อนก็ได้รายงานไปแล้วเช่นเดียวกัน จากการพิจารณาเบื้องต้นโดยทั่วไปพอจะเห็นได้ว่าน่าจะมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาหรือทดลองถึงความสามารถในการใช้น้ำมันปาล์มมาเป็นน้ำมันตัดทั้ง 2 ประเภท คือ น้ำมันล้วน (Neat Cutting Oil) และน้ำหล่อเย็น (Coolant)

การใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันตัดเฉือน

จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันปาล์ม เพื่อนำมาเป็นน้ำมันฐานเพื่อเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำหล่อเย็น (ซึ่งต้องมีการผสมด้วยสารปรุงแต่งหลักที่เรียกว่า อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)) และสามารถใช้ในกรณีของน้ำมันล้วนได้เช่นเดียวกัน โดยการทดสอบคุณลักษณะเบื้องต้นในแง่ของการใช้งานกระทำบนอุปกรณ์การตัดเฉือนทางกล 2 ชนิดคือ การกลึง (Turning) โดยใช้เครื่องกลึง (Lathe) และการเจาะ (Drilling) โดยใช้เครื่องเจาะแบบควบคุมด้วยตัวเลข (เครื่องเจาะ CNC)

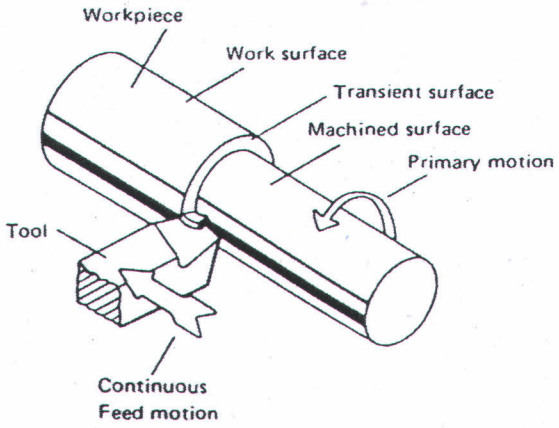
การใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันตัดแบบน้ำมันล้วน

จากการศึกษาพบว่าวิธีการศึกษาถึงสมรรถนะของน้ำมันตัดแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

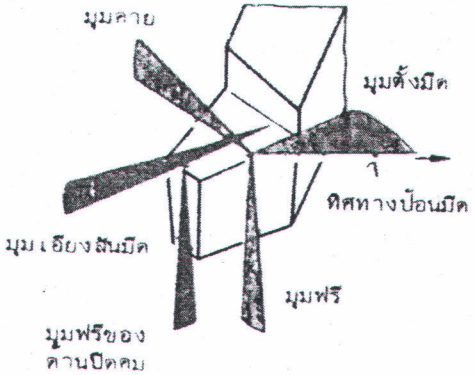
1. การทดลองในห้องทดลอง เช่น การใช้การทดสอบโดยเครื่องทดสอบแบบทิมเค็น (Timken) หรือเครื่องทดสอบแบบลูกบอลสี่ลูก (Four Ball) เป็นต้น
2. การทดสอบสมรรถนะจริงจากกระบวนการผลิตจริง เช่น การกลึง การกัด การเจาะ เป็นต้น

ในขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นในครั้งนี้ เนื่องจากเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เบื้องต้น จึงได้ทำการทดสอบสมรรถนะจริงโดยวิธีการกลึง โดยทำการกลึงปอกชิ้นงานเหล็กหล่อเหนียว โดยมีเงื่อนตัวแปรควบคุมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

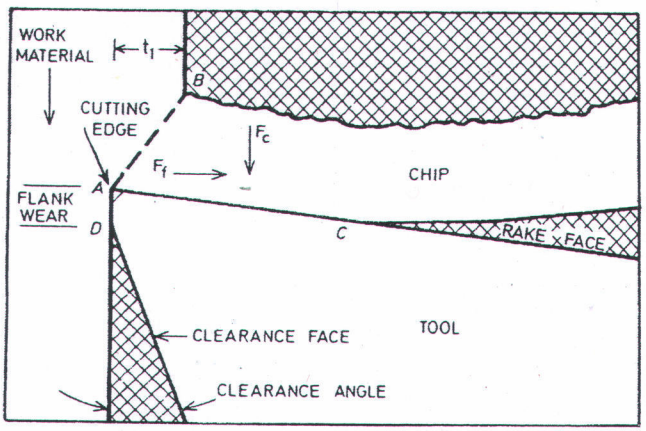
1. ความเร็วรอบ 180 รอบ/นาที
2. ความเร็วตัดประมาณ 28 เมตร/นาที
3. ชิ้นงานเหล็กหล่อเหนียว (FC 40) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร
4. อัตราป้อน 0.218 มิลลิเมตร/รอบ
5. ความลึกป้อน 0.25 มิลลิเมตร
6. ทำการกลึง 2 ครั้ง ครั้งละ 150 มิลลิเมตร
7. มีดกลึงทำจากเหล็กรอบสูง (High Speed Steel (HSS))
8. มุมมีดประกอบด้วย:
   - มุมลิ่มเท่ากับ 76°
   - มุมคายเศษ 6°
   - มุมหลบ 8°



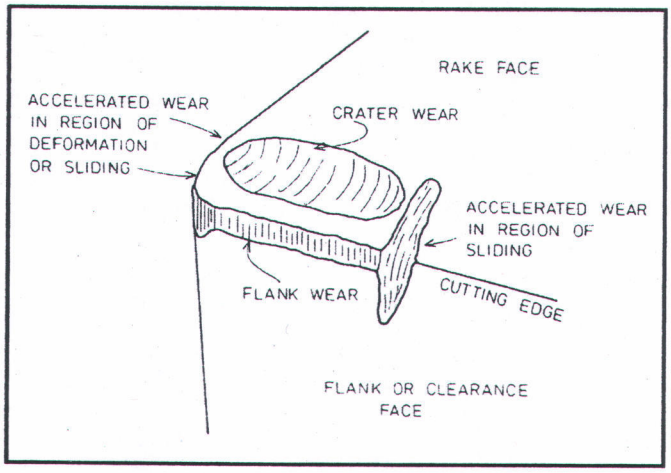
รูปที่ 3 วิธีการกลึงปอก



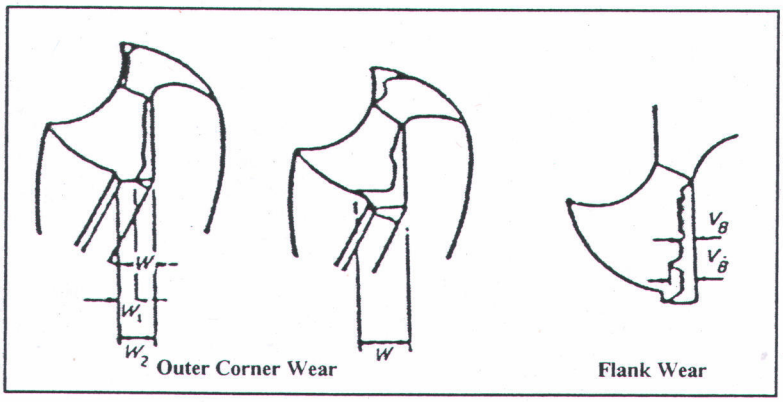
รูปที่ 4 มุมมีด



รูปที่ 5 แบบจำลองของการกลึง

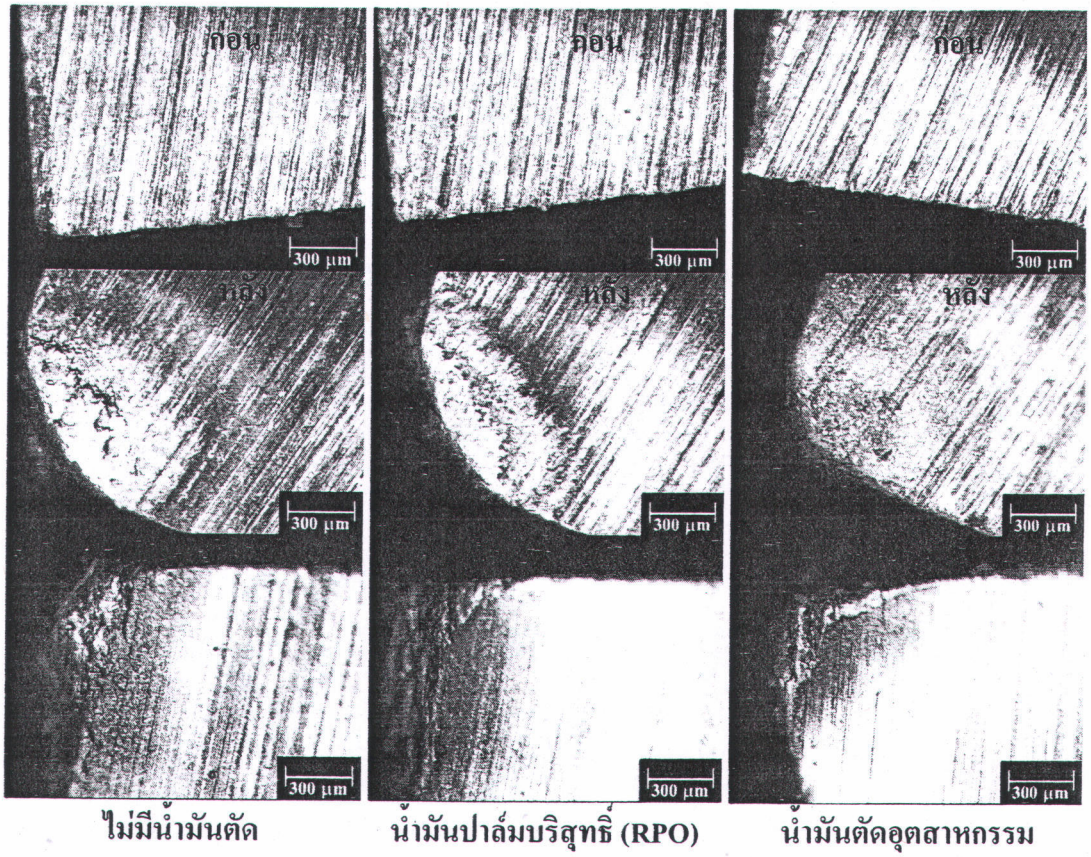


รูปที่ 6 ลักษณะการสึกหรอของใบมีดกลึง



รูปที่ 7 ลักษณะการสึกหรอของคมตัดของดอกสว่าน

ผลการทดสอบจากการกลึงเหล็กหล่อด้วยมีดกลึงเหล็กรอบสูง (HSS) แสดงดังรูปต่อไปนี้



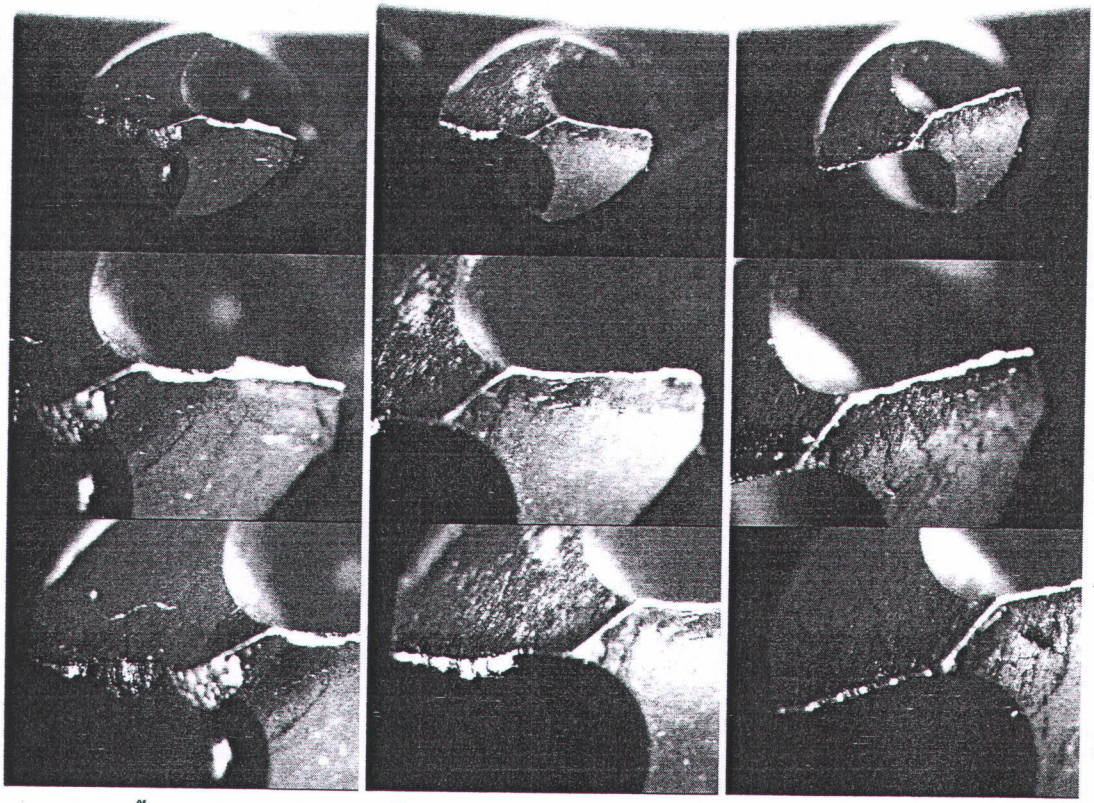
รูปที่ 8 ผลการทดสอบสมรรถนะจริงโดยวิธีการกลึงเหล็กหล่อเหนียวด้วยมีดกลึงเหล็กรอบสูง (HSS)

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าน้ำมันตัดอุตสาหกรรมมีสมรรถนะในการต่อต้านการสึกหรอ (ทั้งนี้เนื่องจากมีสารปรุงแต่งต่อต้านการสึกหรอและสารรับแรงกดสูง (AW/EP) ผสมอยู่) ในการกลึงได้ดีกว่าการใช้น้ำมันปาล์มและการกลึงแบบแห้ง (ไม่ใช้น้ำมันตัด) แต่ผิวของชิ้นงานที่ได้จากการกลึงทั้ง 3 วิธี (สังเกตแบบมหภาค) ไม่แตกต่างกัน โดยมีสมมติฐานว่าน้ำมันตัดและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) ชนิดนี้ อาจจะไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการกลึงวัสดุที่เป็นเหล็กหล่อ โดยผลของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) จากภาพทำให้เห็นว่ามีการสึกหรอที่บริเวณผิวคายเศษมากกว่าในน้ำมันตัดอุตสาหกรรม เนื่องจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) ที่ใช้นั้นมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันตัดอุตสาหกรรมที่นำมาใช้ในการทดสอบ ทำให้การพัดพาเศษออกจากหน้าคมตัดและบริเวณคายเศษทำได้ยากกว่า และมีผลทำให้เกิดการสะสมตัวของเนื้อโลหะในบริเวณคมตัด (Build-Up Edge) ทำให้ผิวของชิ้นงานที่ได้มีความหยาบสูง ซึ่งในน้ำมันตัดอุตสาหกรรมก็เกิดขึ้นเหมือนกันแต่เกิดขึ้นน้อยกว่า เพื่อให้การทดสอบมีความสมบูรณ์มากขึ้นทางคณะผู้วิจัยจึงทำการทดสอบสมรรถนะจริงด้วยวิธีการเจาะด้วยเครื่องเจาะควบคุมด้วยตัวเลข (CNC) โดยทำการเจาะด้วยเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. เจาะด้วยดอกสว่านเหล็กรอบสูง (HSS) ขนาด 8 มิลลิเมตร
2. ชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เกรด SM 490C

3. เจาะลึก 30 มิลลิเมตร จำนวน 10 รู
4. ความเร็วรอบ 1,393 รอบ/นาที
5. อัตราป้อน 100 เมตร/นาที
6. โปรแกรมการเจาะโดยเจาะลึก 2 มิลลิเมตร แล้วจึงยกดอกสว่านขึ้นมาเพื่อคายเศษและหล่อเย็นด้วยด้วยน้ำมันตัด โดยยกขึ้นมาเหนือผิวชิ้นงาน 2 มิลลิเมตร
7. เจาะโดยแช่ชิ้นงานในกระบะขนาด 3 ลิตร โดยเติมน้ำมันตัดจำนวน 2 ลิตร (ท่วมชิ้นงาน) ต่อการทดสอบ 1 การทดสอบ
8. น้ำมันตัดที่ใช้คือ น้ำมันตัดอุตสาหกรรม (ความหนืด 31 เซนติสโตคที่อุณหภูมิ 40°ซ. ความถ่วงจำเพาะ 0.88 ที่ 20°ซ.) และน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)

ทำการวัดผลการทดสอบด้วยการเปรียบเทียบรอยสึกหรอจากภาพขยายของคมของดอกสว่าน ผลการทดสอบแสดงดังรูปต่อไปนี้



ไม่มีน้ำมันตัด **น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)** **น้ำมันตัดอุตสาหกรรม**

รูปที่ 9 ผลการทดสอบสมรรถนะจริงด้วยวิธีการเจาะ

จากผลการทดสอบสมรรถนะจริงด้วยวิธีการเจาะ ทำให้ทราบถึงลักษณะการเกิดการสึกหรอที่คมตัดของดอกสว่านเมื่อใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) ไม่ด้อยกว่าการใช้น้ำมันตัดอุตสาหกรรม โดยสังเกตจากรอยสึกของคมตัดดอกสว่าน ที่ไม่แตกต่างกันมากแม้จะไม่ได้เติมสารปรุงแต่งในการต่อต้าน

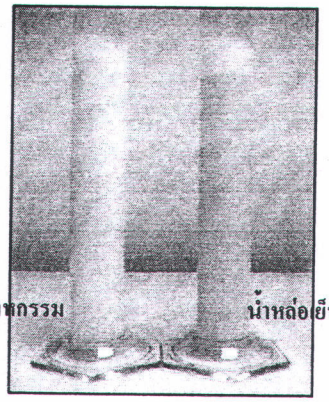
การสึกหรอและการรับแรงกดสูง (AW/EP) และจากการสังเกตคุณภาพผิวรูเจาะด้วยสายตา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

โดยสรุปเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าเป็นไปได้ในการนำน้ำมันปาล์มล้วนมาเป็นน้ำมันตัดเฉือนแบบน้ำมันล้วน เนื่องจากมีความสามารถไม่ด้อยเกินไปกว่าน้ำมันตัดอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามจะต้องดำเนินการทดสอบในขอบเขตที่กว้างมากขึ้นในอนาคต

การใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำหล่อเย็น (Coolant or Emulsion)

ในกรณีของน้ำมันหล่อเย็นได้ดำเนินการ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น คือ การนำน้ำมันปาล์มมาผสมให้เข้ากับน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยสารปรุงแต่งที่ช่วยให้น้ำมันปาล์มกับน้ำสามารถรวมตัวกันได้ ทั้งนี้เพราะโดยธรรมชาติแล้วโครงสร้างโมเลกุลของน้ำกับน้ำมันต่างกัน ทำให้น้ำและน้ำมันจะไม่สามารถรวมตัวกันได้ หรือหากแม้นรวมตัวกันก็จะแยกออกมาในภายหลัง ในที่นี้จึงได้ทำการจัดหาสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) มาเพื่อทำการทดลองผสมเข้ากับน้ำมันปาล์มและผสมเขากับน้ำ โดยใช้สูตรส่วนผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) ต่อสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) และน้ำมันก๊าด เป็นอัตราส่วน 79%/20%/1% โดยปริมาตร และเมื่อผสมโดยการกวนให้เข้ากันอย่างดีแล้วจะนำส่วนผสมดังกล่าวไปผสมกับน้ำในอัตราส่วน 20 : 1 โดยปริมาตร (น้ำมันผสม 1 ส่วนต่อน้ำ 20 ส่วน)

โดยลักษณะของน้ำมันปาล์มที่ผสมกับน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรมที่ส่วนผสม 20 : 1 เหมือนกันแสดงดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 10 น้ำมันหล่อเย็นอุตสาหกรรมและน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์มหลังจากผสมกันเสร็จ

อย่างไรก็ตามเมื่อตั้งน้ำหล่อเย็นทั้ง 2 ชนิดนี้ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จะเห็นได้ว่าน้ำมันปาล์มที่ผสมกับน้ำนั้นแยกตัวออกมาเป็นชั้นสีขาวอยู่ด้านบนของภาชนะ ทั้งนี้อาจจะเกิดจาก

1. สภาพน้ำดิบไม่เหมาะสม
2. ยังกวนสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ไม่สม่ำเสมอ
3. ปริมาตรสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) อาจน้อยเกินไป

ส่วนของน้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรมนั้นจะไม่มีการแยกชั้นออกมาให้เห็น ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการรวมตัวกับน้ำของน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์มต่อไปในอนาคต และจากการผสมน้ำมันปาล์มกับน้ำในเบื้องต้นนี้มีความเป็นไปได้ที่จะผสมน้ำมันปาล์มเข้ากับน้ำให้กลายเป็นน้ำหล่อเย็น (Coolant) ถึงแม้ว่าในขณะนี้จะผสมกันเป็นบางส่วนก็ตาม อีกทั้งยังไม่ได้มีการผสมกับสารปรุงแต่งเพื่อเพิ่มคุณภาพอื่น ๆ เข้าไปในน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์มนอกจากอิมัลซิไฟเออร์ ดังนั้นขั้นตอนถัดไปคือการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์ม ได้แก่ การทดสอบการต่อต้านการเกิดฟองตามวิธีการทดสอบอย่างง่าย ASTM D 3601-97

การทดสอบอย่างง่ายแบบนี้คือ นำน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์มที่ได้กับน้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรมมาใส่ในขวดแก้ว (ASTM D 3601-97 Standard Test Method for Foam in Aqueous Media (Bottle Test)) แต่ในการทดสอบนี้จะนำเอาน้ำหล่อเย็นทั้ง 2 ชนิดมาใส่ขวดพลาสติค (ขวดเพ็ท (PET)) แล้วทำการเขย่าอย่างรุนแรงด้วยวิธีการเดียวกันทั้ง 2 ตัวอย่าง เมื่อสิ้นสุดการเขย่าขวดให้ตรวจสอบดูความสูงของฟองอากาศที่เกิดขึ้นตามสูตร

$$F_m = M - I \qquad (1)$$

เมื่อ F_m = ความสูงของฟอง

M = ค่าความสูงทั้งหมด (น้ำหล่อเย็น + ฟอง)

I = ความสูงเดิม (น้ำหล่อเย็น)

และทำการศึกษาดูว่าฟองจะเหลืออยู่เท่าใดหลังจากเวลาผ่านไป 5 นาที โดยสูตร

$$F_r = R - I \qquad (2)$$

เมื่อ F_r = ระยะฟองที่เหลือหลัง 5 นาที

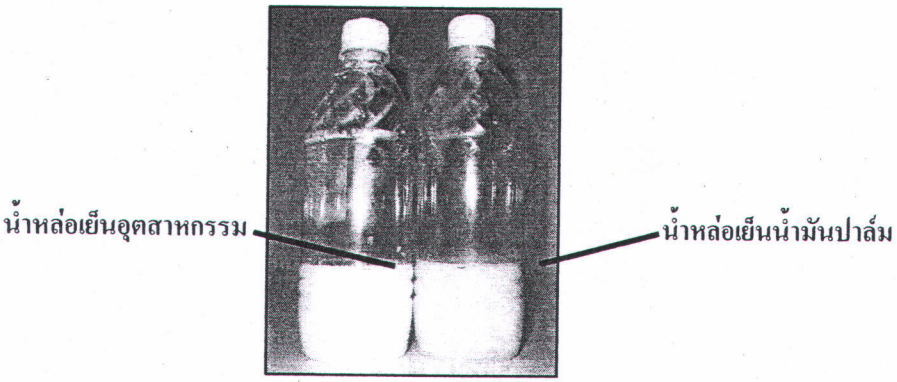
R = ค่าความสูงทั้งหมด (น้ำหล่อเย็น + ฟอง) หลัง 5 นาที

I = ความสูงน้ำหล่อเย็นเดิม

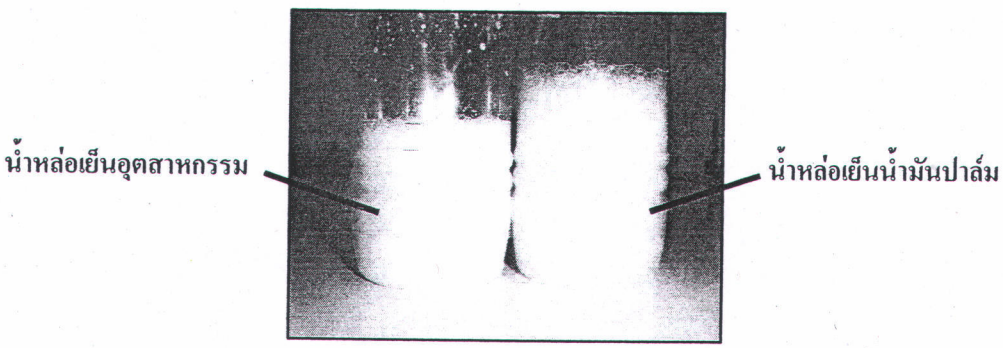
ผลการทดสอบที่ได้เป็นดังนี้

	น้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์ม	น้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรม
F_m	33	39
F_r	31	24

จากผลการทดลองในการต่อต้านการเกิดฟอง พบว่ามีความแตกต่างในการต่อต้านการเกิดฟองอยู่พอสมควร เพราะหลังจากทำการเขย่าขวดจนเกิดฟองแล้วปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนิ่ง ปรากฏว่าปริมาณของฟองที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เวลาที่ใช้ในการสลายของฟองที่พบเห็นได้ชัดว่าน้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรมมีการสลายตัวของฟองเร็วกว่าน้ำหล่อเย็นน้ำมันปาล์ม อาจจะเป็นเพราะน้ำหล่อเย็นอุตสาหกรรมมีการเติมสารปรุงแต่งเพื่อทำให้ปริมาณของฟองเกิดขึ้นน้อยและสลายตัวได้เร็วกว่า และในช่วงต่อไปของการวิจัยจะดำเนินการทำการทดสอบด้วยวิธีการเจาะ และใช้น้ำหล่อเย็นทั้ง 2 ชนิด เพื่อวิเคราะห์การสึกหรอของดอกสว่านในลักษณะเดียวกันกับกรณีของน้ำมันล้วน



รูปที่ 11 น้ำหล่อเย็นก่อนเขย่าให้เกิดฟองในการทดสอบตาม ASTM D 3601-97



รูปที่ 12 น้ำหล่อเย็นหลังจากเขย่าแล้วทิ้งไว้ในอากาศนิ่ง 30 นาที

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย