



Frigi-Tech Refrigeration Oil Supplement Products

ผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech มีองค์ประกอบหลัก ๆ 5 ชนิด คือ

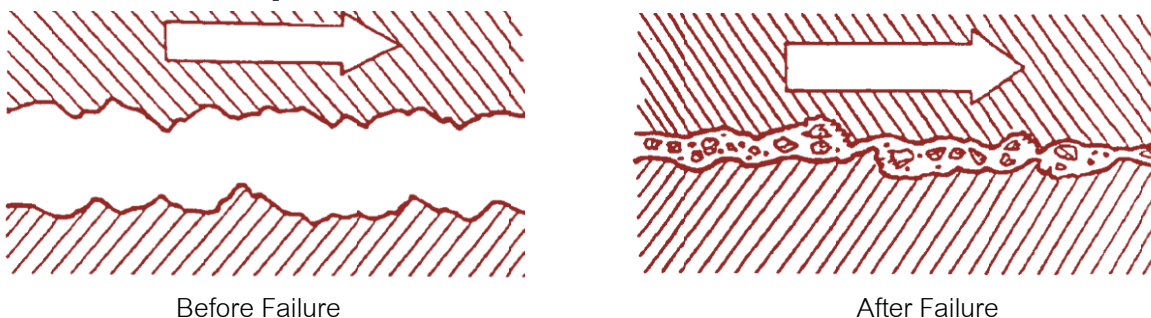
Additive ชนิดที่ 1 : Anti-Wear Additives

Frigi-Tech มีส่วนผสมของ additive ป้องกันการสึกหรอ 2 ประเภท ประเภทแรก เรียกว่า “Contact activated Anti-Wear additive” และประเภทที่ 2 เรียกว่า “Friction activated Anti-Wear additive”

1.1) Contact activated Anti-Wear additive

สาร Contact activated Anti-Wear additive ทำหน้าที่สร้างพันธะทางเคมีเคลือบบนพื้นผิวโลหะของท่ออย่างคงทน ในขณะที่น้ำมันคอมเพรสเซอร์ (Refrigerant Oil) ซึ่งเกาะติดบนผิวท่ออยู่เดิมนั้นมีลักษณะเป็นการเกาะแบบสะสม ไม่ได้สร้างพันธะทางเคมีกับพื้นผิวโลหะของท่อ จึงสามารถถูกกำจัดให้หลุดออกไปได้ และไม่สามารถกลับมาเคลือบติดบนผิวท่อแทนที่ additive ได้อีก นอกจากนี้ Contact activated Anti-Wear additive จะช่วยป้องกันพื้นผิวท่อจากปัญหา Hydrodynamic lubrication failure ซึ่งมีสาเหตุจากการการ start-up และ shutdown เครื่องคอมเพรสเซอร์ ซึ่งนำไปสู่การสึกหรอของอุปกรณ์และทำให้เกิดอนุภาคของโลหะขนาดเล็กหลุดออกมาแขวนลอยอยู่ในน้ำมันคอมเพรสเซอร์เป็นต้นเหตุให้เกิดความเสียหายที่เกิดขึ้นจาก Hydrodynamic lubrication failure ได้

รูปที่ 1 : แสดงภาวะการเกิด Hydrodynamic Failure damage



รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นจาก Hydrodynamic lubrication failure เมื่อเติม Frigi-Tech เข้าสู่ระบบแล้ว สาร Contact activated Anti-Wear additive จะสร้างพันธะทางเคมีเคลือบบนพื้นผิวโลหะของท่อ ซึ่งอยู่อย่างคงทนไม่สามารถหลุดออกไปได้อย่างง่าย ต้องใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงหรือใช้วิธีทางกลเท่านั้น และสารนี้ทำหน้าที่ปกป้องพื้นผิวท่อจากปัญหาการสึกหรอดังกล่าว

1.2) Friction activated Anti-Wear additive

สาร Friction activated Anti-Wear additive ทำหน้าที่ป้องกันการสึกหรออีกระดับหนึ่ง คือ เมื่อเติม Frigi-Tech ในระบบแล้ว ประโยชน์ที่ได้ในระดับแรก คือ สามารถลดแรงเสียดทาน (friction) ลงได้ 1,500% และระดับที่สอง สารเติมแต่งนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการสึกหรอโดยรวม ในกรณีที่เกิดภาวะ Chemical polishing ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีแรงเสียดทานสูงๆ เท่านั้น

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการ polishing ในระบบ

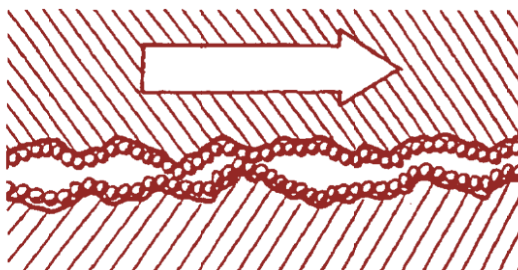


Figure 2A : Impending Failure

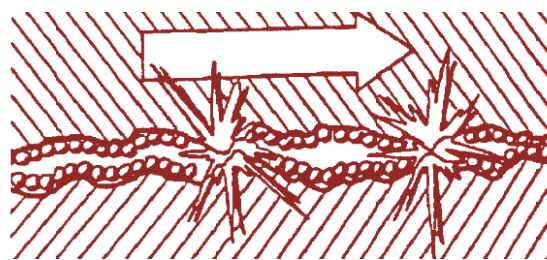


Figure 2A : Additive Activates

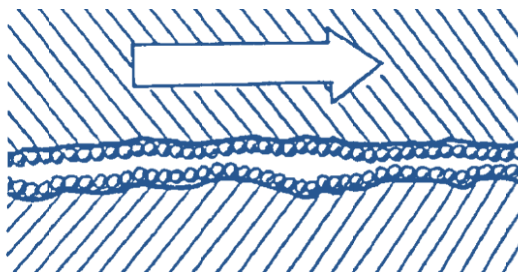
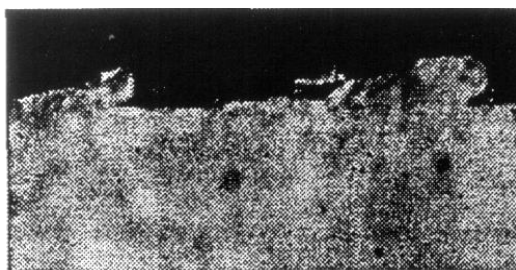


Figure 2C : Surface Polished

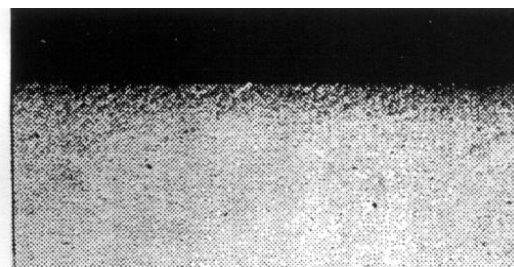
ตามที่ระบุไว้ในส่วนก่อนหน้า คือ สาร Contact activated Anti-Wear additive ซึ่งสร้างพันธะทางเคมีเพื่อเคลือบบนพื้นผิวโลหะของท่อเพื่อลดการเกิด friction แต่ในสถานะที่มี load มากกระทำสูงมากๆ สารเหล่านี้มีโอกาสที่จะหลุดออกไปได้ ในสถานะ เช่น bearing ที่หยุดขรุขระหรือการเสื่อมสภาพของ Lubricant ทำให้แรงเสียดทานและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่า 200 °C พันธะทางเคมีของสาร Contact activated additive จะอ่อนลงและเกิดการเปลี่ยนแปลง (transform) ไปเป็น Friction activated additive สารเติมแต่งนี้จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับอะตอมโลหะที่พื้นผิวท่อ โดยมีความสามารถในการกำจัด defect และ spot ที่ bearing ได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นภาพขยายตัดขวาง 1,000 เท่าของ roller bearing 2 ชุด ระหว่าง bearing ทัวไปกับ bearing ที่มีการใช้ Frigi-Tech เติมลงในระบบ ที่ load เท่าๆ กัน

โดยรูป a) เป็น bearing ที่ได้รับความเสียหายจากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น และเมื่อเติม Frigi-Tech ลงไป เมื่อ bearing ตัวเดียวกันนี้ได้รับแรงกระทำเพิ่มขึ้น (มีแรงเสียดทานสูง) สาร Friction activated additive จะทำหน้าที่ตามกลไกการทำงาน และนำไปสู่พื้นผิวของ bearing ที่มีสภาพดีขึ้นตามรูป b)

รูปที่ 3 : Photomicrograph of Bearing damage (1000X's)



a) Without Frigi-Tech



b) Treated with Frigi-Tech

กรณีคอมเพรสเซอร์ที่ใช้งานมานาน สาร additive ของ Frigi-Tech จะช่วยลด friction ที่พื้นผิวช่วยให้การทำงานราบรื่น ในขณะที่ถ้าเป็นเครื่องคอมเพรสเซอร์ใหม่ สาร additive จะช่วยเร่ง break-in และช่วยป้องกัน bearing จากความเสียหาย เพราะ friction ของ

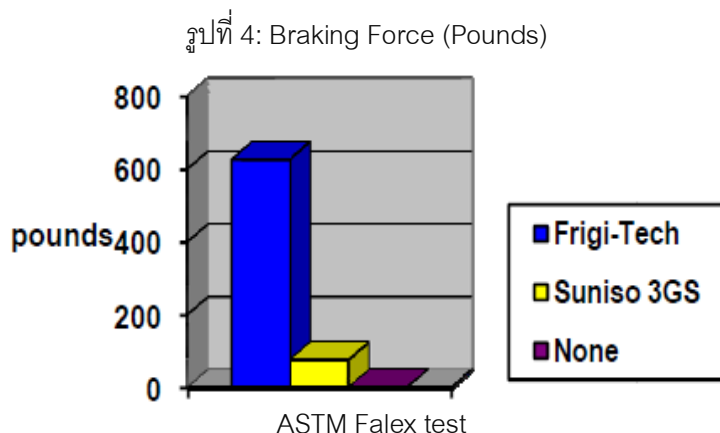
คอมเพรสเซอร์ลดลง การสั่นสะเทือน (vibration) ลดลง รวมทั้งเสียงรบกวน (noise) ลดลง นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และยืดอายุของคอมเพรสเซอร์ให้ยาวนานขึ้น

สาร Friction activated additive ยังช่วยควบคุมความเสียหายจากสภาวะ total lubrication failure เนื่องจากเป็นสภาวะที่ทำให้เกิดปัญหา friction ที่สูงขึ้น และทำให้เครื่องคอมเพรสเซอร์มีอายุการใช้งานที่สั้นลง เทคโนโลยีป้องกันการสึกหรอที่มีประสิทธิภาพสูงของสาร Anti-Wear additive ในผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech ได้รับการทดสอบตามมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ คือ ASTM Falex และการทดสอบ SRV Optimal (รายละเอียดตามรูปที่ 4, 5 และ 6)

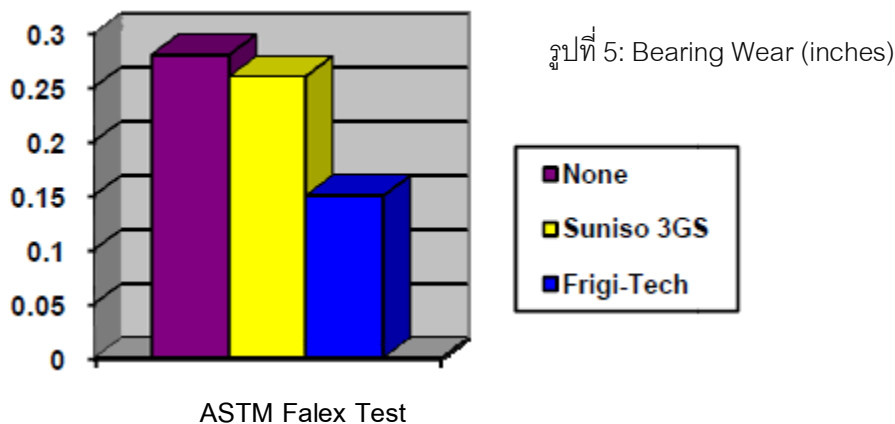
การทดสอบ ASTM Falex Test จะใช้ roller bearing ทำหน้าที่เหมือนตัวเบรกต่อ Motor driven spinning disk โดยแรงที่ต้องหยุดการหมุน disk นั้นเทียบได้กับค่าค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน และความเสียหายของ bearing เป็นตัวชี้วัดคุณสมบัติในการป้องกันการสึกหรอ จากการทดสอบ เมื่อเติม Frigi-Tech Refrigeration Oil 5% ลงในน้ำมันทำความเย็นแล้ว ต้องใช้แรงในการหยุดการหมุน (breaking force) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นว่าแรงเสียดทานในคอมเพรสเซอร์ลดลงอย่างมาก



ตัวอย่างชุดทดสอบ
Falex test

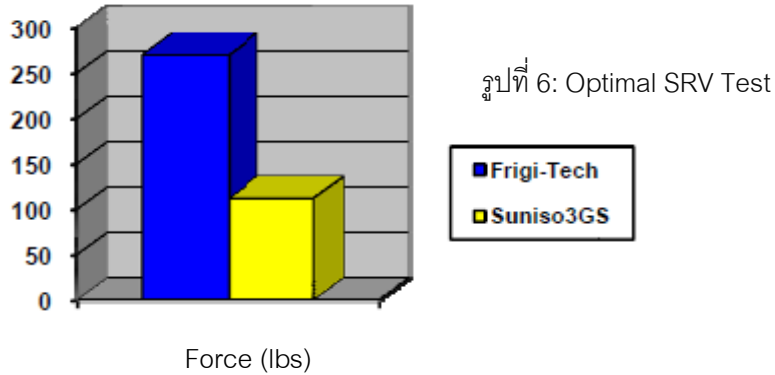


จากรูปที่ 5 แรงเสียดทานในคอมเพรสเซอร์ลดลงเมื่อเติม Frigi-Tech ในระบบ



การทดสอบ SRV Test เป็นการทดสอบเพื่อวัดค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานของวัสดุโลหะเมื่อเคลื่อนที่ไปบนผิวที่มีน้ำมันหล่อลื่น โดยจะมีการเพิ่มน้ำหนักของวัสดุโลหะขึ้นทีละน้อย จากการทดสอบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานลดลงมากกว่า 50% เมื่อน้ำมันหล่อลื่นผสมด้วยสาร Frigi-Tech

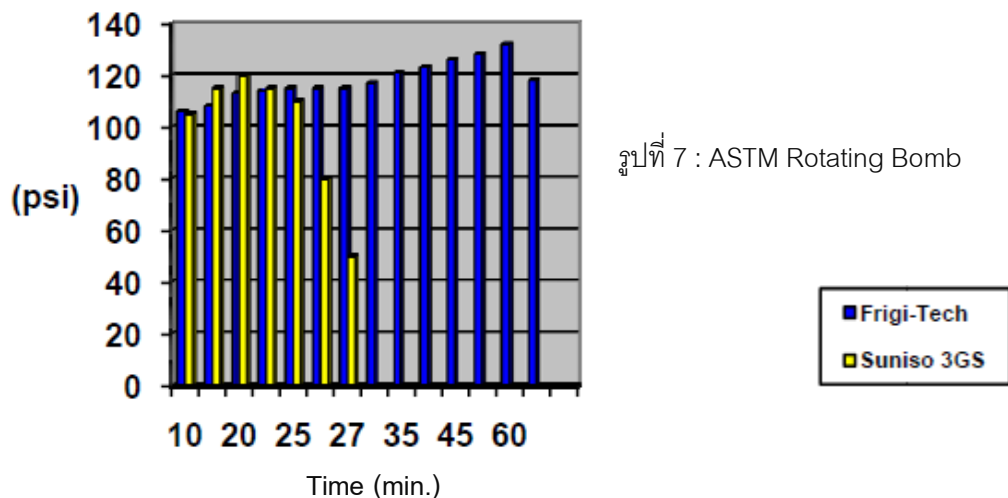
ตัวอย่างที่ผิวมีแต่น้ำมันทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว วัตถุจะหยุดเคลื่อนตัวที่น้ำหนัก 112 ปอนด์ (50 kg) ในขณะที่เมื่อเติม Frigi-Tech สัดส่วน 5% ลงไปในน้ำมันทำความสะอาดตัวเดิม วัตถุจะเคลื่อนตัวไปได้จนถึงน้ำหนัก 270 ปอนด์ (122 kg) แสดงให้เห็นว่าสาร Frigi-Tech สามารถเพิ่มคุณภาพการหล่อลื่นของน้ำมันทำความสะอาดได้มากขึ้น



Additive ชนิดที่ 2 : Oxidation Inhibitors

ผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech ประกอบด้วย additive ชนิดที่ 2 คือ สารยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation inhibitor) ในน้ำมัน เนื่องจาก lubricant สามารถเกิดการออกซิเดชันหรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดการเสื่อมสภาพลงตามระยะเวลา เมื่อน้ำมันเกิดการเสื่อมสภาพลง จะเกิดการดัดแปลงที่โมเลกุลที่ก่อตัวขึ้นรวมทั้งตะกอน ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบในน้ำมันและการกระจายตัวของสารหล่อลื่น สารยับยั้งการเกิดออกซิเดชันใน Frigi-Tech จะขัดขวางกระบวนการออกซิเดชันของน้ำมัน ซึ่งจะช่วยให้น้ำมันทำความสะอาดใช้งานได้ในระดับที่มีประสิทธิภาพอย่างที่เราควรจะเป็น และยืดอายุน้ำมันให้ใช้งานได้นานขึ้น ลดความถี่ในการเปลี่ยนน้ำมันลง

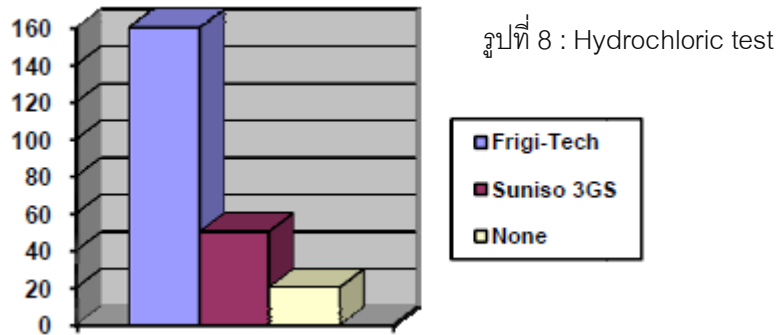
ประสิทธิภาพสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชันใน Frigi-Tech วัดได้ในการทดสอบ ASTM Rotating Boom Oxidation test (รูปที่ 7) จากผลการทดสอบพบว่า น้ำมันที่ได้รับการผสมด้วย Frigi-Tech มีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าน้ำมันทำความสะอาดทั่วไป 3 เท่า ผลการทดลองเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า Frigi-Tech มีส่วนช่วยยืดอายุการใช้งานของน้ำมันทำความสะอาดเพิ่มขึ้น



Additive ชนิดที่ 3 :: Corrosion Inhibitors

สาร additive ชนิดที่ 3 ในผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech ได้แก่ สารยับยั้งการกัดกร่อนภายในอุปกรณ์คอมเพรสเซอร์ ถ้ามีการกัดกร่อนในระบบทำความสะอาดแสดงให้เห็นว่าระบบมีความผิดปกติ กรดสามารถเกิดขึ้นได้จากการปนเปื้อนของน้ำหรือจากกระบวนการออกซิเดชันของน้ำมัน ในส่วนของสาร contact activated additive ที่กล่าวถึงไปว่าจะมีกลไกการทำงานคือ การสร้างพันธะเคลือบอยู่บนพื้นผิวท่อโลหะนั้น ก็จะทำหน้าที่ปกป้องโลหะผิวท่อจากการกัดกร่อนของกรดได้อีกชั้นหนึ่ง

การวัดความต้านทานต่อการกัดกร่อน สามารถทำได้โดยการวัดระยะเวลาที่ชิ้นงานสามารถทนต่อการกัดกร่อนในกรดเกลือ (Hydrochloric acid) ได้ (รูปที่ 8) เนื่องจากอลูมิเนียมจะถูกกัดกร่อนอย่างรวดเร็วในกรดเกลือ ในการทดสอบเราจึงใช้แผ่นฟอยล์ อลูมิเนียมเป็นตัวอย่าง โดยตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ นำมาเคลือบด้วยน้ำมันทำความสะอาดทั่วไป และอีกตัวอย่างหนึ่งเคลือบด้วย น้ำมันตัวเดียวกันแต่มีส่วนผสมของ Frigi-Tech 5% จากการทดสอบการกัดกร่อนแผ่นตัวอย่างอลูมิเนียม พบว่าตัวอย่างที่มีการเคลือบด้วยน้ำมันที่มีส่วนผสมของ Frigi-Tech มีคุณสมบัติต่อต้านกรดเกลือได้สูงกว่า 3 เท่าเมื่อเทียบกับแผ่นตัวอย่างที่เคลือบด้วยน้ำมันทำความสะอาดเพียงอย่างเดียว



Additive ชนิดที่ 4 : Surfactant agents

Frigi-Tech มีองค์ประกอบของสารลดแรงตึงผิว ทำหน้าที่ลดการเกิดฟองอากาศและลดความหนาของฟิล์มน้ำมันที่ตกค้างอยู่ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการรักษาการหล่อลื่นที่เหมาะสม เพราะฟองอากาศที่เกิดขึ้นในคอมเพรสเซอร์ทำให้การหล่อลื่นของ lubricant ลดลง และยังสร้างปัญหาใน evaporator coil ด้วย หลังจากที่สารทำความสะอาดและน้ำมันคอมเพรสเซอร์ผสมกันและไหลผ่าน expansion valve เนื่องจากสารทำความสะอาดและน้ำมันจะผสมกันได้อย่างดี เมื่อสารทำความสะอาดดูความร้อนและเกิดการระเหยเป็นไอ อาจทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นเมื่อไอสารทำความสะอาดผ่าน evaporator ซึ่งสามารถตรวจพบได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันคอมเพรสเซอร์มาวิเคราะห์ การลดฟองอากาศใน evaporator coil เป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากฟองอากาศมีสภาพเป็นฉนวนและชะลออัตราการถ่ายเทความร้อน การลดฟองอากาศเหล่านี้จึงเป็นการช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนหรือความเย็นของอุปกรณ์ให้สูงขึ้นด้วย

สาร anti-foam additive ในผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech ได้รับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และพบว่าอุณหภูมิของอากาศไหลที่ออกจาก evaporator coil ลดลง 2^o F หลังจากเติม Frigi-Tech ในระบบ ประสิทธิภาพการทำความสะอาดที่เพิ่มขึ้นช่วยให้ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น เพราะคอมเพรสเซอร์ใช้เวลาทำงานน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาก็ลดลงด้วยจากการที่อุปกรณ์เกิดการสึกหรอน้อยลง

สาร anti-foam additive นอกจากทำหน้าที่ลดฟองอากาศของน้ำมัน ยังช่วยลดความหนาของฟิล์มน้ำมันที่สะสมภายในคอนเดนเซอร์และ evaporator coil เนื่องจากฟิล์มน้ำมันนี้มีลักษณะเหมือนฉนวน จึงทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลงเช่นกัน จากประสบการณ์ของ Frigi-Tech พบว่าเมื่อเติมผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech ในระบบ ปริมาณฟิล์มน้ำมันบนพื้นผิวภายในจะลดลง โดยพิจารณาได้จากอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ปรับปรุงดีขึ้น

Additive ชนิดที่ 5: Conditioners

สาร Conditioner ในผลิตภัณฑ์ Frigi-Tech มีทำหน้าที่คงสภาพความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนที่เป็นวัสดุประเภทยาง elastomer ได้แก่ mechanical seals, valve packaging, case gaskets, hoses และ pressure relief valve ป้องกันการเสื่อมสภาพจากการ cracking Frigi-Tech จึงช่วยยืดอายุการใช้งานและความคงทนของชิ้นส่วนเหล่านี้ให้ยาวนานมากขึ้น