เอกสารประกอบการเรียน

หัวข้อวิชา ระบบเพลาใบจักร

แบริ่งกันรุนเพลาใบจักร
แบริ่งรับเพลาใบจักร
แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่
ซีลเพลาใบจักร
เพลาใบจักรและใบจักร

หลักสูตร พันจ่าเอกอาชีพพรรคกลิน

แผนกพลังขับเคลื่อน กฝล.กฝร.

(เอกสารเพื่อพลาง)

(หน้านี้ว่าง)

หัวข้อการเรียน

	หน้า
แบริ่งกันรุนเพลาใบจักร (MAIN PROPULSION THRUST BEARING)	**1**
หน้าที่แบริ่งกันรุนเพลาใบจักร	1
แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบลูกกลิ้ง	1
PIROTED–SHORE SELF-EQUALIZING THRUST BEARING	2
SELF-EQUALIZING THRUST BEARING WITH VIBRATION REDUCER	7
การติดตั้งแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรของเรือผิวน้ำ	12
ระบบน้ำมันหล่อลื่น	14
การใช้งานแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร	16
การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE)	18
การแก้ไขข้อขัดข้อง (THROUBLESHOOTING)	19
แบริ่งรับเพลาใบจักร (LINESHAFT BEARING)	**21**
หน้าที่ / สถานที่ติดตั้ง	21
การออกแบบแบริ่งรับเพลาใบจักร	22
ส่วนประกอบของแบริ่งรับเพลาใบจักร	22
การใช้และปัญหาข้อขัดข้อง	27
การซ่อมบำรุง	30
แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร	**33**
หน้าที่ / สถานที่ติดตั้ง	33
การแบ่งประเภท /การออกแบบ	33
การหล่อลื่น	36
ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานและขั้นตอนการปฏิบัติ	37
การซ่อมบำรุง /การตรวจสอบ	38
ซีลเพลาใบจักร (PROPULSION SHAFT SEAL)	**42**
หน้าที่ / สถานที่ติดตั้ง	42
MECHANICAL - TYPE FACE SEALS	43
RUBBER-LIP FACE SEALS	47
ซีลพองลม	51
ซีลเพลาใบจักรแบบแป๊กกิ้ง	52
เพลาใบจักรและใบจักร (MAIN PROPULSION SHAFTING AND PROPELLER)	**53**

(หน้านี้ว่าง)

แบริ่งกันรุนเพลาใบจักร (MAIN PROPULSION THRUST BEARING)

1. กล่าวโดยทั่วไป (GENERAL)

แบริ่งกันรุนเพลาใบจักร ทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงตามแนวแกน (AXIAL THRUST) จากใบจักรสู่โครงสร้างตัวเรือ (SHIP'S HULL) ทำให้เรือเกิดการเคลื่อนที่ และทำหน้าที่รักษาระยะห่างระหว่างปลายเพลาใบจักรและปลายเพลาของหมู่เฟืองทดรอบเครื่องจักรใหญ่ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

2. การแบ่งประเภทของแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร

2.1 แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบลูกกลิ้ง (ROLLING-ELEMENT THRUHT BEARING) เป็นแบริ่งที่ใช้งานในเรือขนาดเล็ก โดยจำแนกออกได้เป็นหลายชนิด เช่น แบริ่งชนิดลูกปืนกลมสัมผัสเชิงมุม (ANGULAR-CONTACT BALL BEARING) แบริ่งชนิดลูกปืนเม็ดยาว (CYLINDERCAL ROLLER BEARING) หรือ แบริ่งชนิดเม็ดเรียว (TAPER ROLLER BEARING) เป็นต้น อายุการใช้งานของแบริ่งกันรุนแบบลูกกลิ้งนี้ ถูกจำกัดด้วยภาระและความเร็วรอบที่ใช้ ซึ่งทำให้มีข้อกำหนดที่สำคัญในการใช้งาน คือ เมื่อครบอายุการใช้งานแล้วต้องเปลี่ยนใหม่ทันที และเป็นสาเหตุทำให้แบริ่งประเภทนี้ไม่นิยมใช้งานในเรือขนาดใหญ่หรือเรือที่มีภาระมาก (เรือใหญ่ /ภาระมากหรือความเร็วสูงใช้แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบกำลังดันน้ำมัน)

2.2 **แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบกำลังดันน้ำมัน** (HYDRODYNAMIC THRUST BEARING) เป็นแบริ่งกันรุนที่มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ แผ่นเอียง (PIROTED – SHORE) ทำงานร่วมกับฟิล์มน้ำมันหล่อ (HYDRODYNAMIC FILM OIL) ในการรับแรงดัน (AXIAL THRUST) จากบ่าเพลา (THRUST COLLAR) ของเพลาใบจักร แล้วส่งให้โครงสร้างตัวเรือ

ฟิล์มน้ำมันหล่อเกิดจากการหมุนของบ่าเพลาทำให้น้ำมันหล่อเกิดการเหวี่ยงตัวปะทะแผ่นเอียง ซึ่งการปะทะของน้ำมันหล่อนี้ทำให้แผ่นเอียงเกิดการเอียงตัว และเกิดเป็นช่องว่างระหว่างแผ่นเอียง(PIROTED – SHORE) และบ่าเพลา (THRUST COLLAR) น้ำมันหล่อก็จะถูกชักเข้าไปอยู่ภายในช่องว่างนั้น (ดูภาพประกอบ)

การทำงานที่มีประสิทธิภาพของแบริ่งกันรุนประเภทนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของฟิล์มน้ำมันหล่อและความเร็วในการหมุนของเพลาใบจักร ตัวอย่างแสดงการทำงานของแบริ่ง เช่น ขณะที่เพลาใบจักรหมุนด้วยความเร็วสูงกว่า 20 RPM. การหมุนของบ่าเพลา (SHAFT COLLAR) ทำให้น้ำมันหล่อเกิดการเหวี่ยงตัว (HYDRODYNAMIC) ปะทะและดันแผ่นเอียงให้เอียงตัว ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นเอียงและบ่าเพลา และในขณะเดียวกันนั้นน้ำมันหล่อก็จะถูกชักเข้าไปอยู่ภายในช่องว่างที่เกิดขึ้นดังกล่าว น้ำมันหล่อจะเข้าไปทำหน้าที่รับและถ่ายทอดแรงดันที่ถูกส่งมาจากเพลาใบจักร รวมทั้งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผิวสัมผัสของแผ่นเอียง (แบริ่ง) สัมผัสกับบ่าเพลาโดยตรงอีกด้วย จากหลักการนี้จะเห็นว่า ต้องมีน้ำมันหล่อเข้าไปเป็นฟิล์มรูปลิ่มอยู่ภายในช่องว่างระหว่างแผ่นเอียงและบ่าเพลาด้วยปริมาณที่มากพอตลอดเวลาที่เพลาใบจักรหมุน (FULL FILM HYDRODYNAMIC THRUST BEARING) การชำรุดของแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรมักเกิดในขณะที่เพลาใบจักรหมุนรอบต่ำ สาเหตุเพราะมีน้ำมันหล่อเข้าไปทำงานไม่เพียงพอ ดังนั้น การใช้งานเพลาใบจักรที่ใช้แบริ่งกันรุนประเภทนี้ในรอบต่ำนานๆ เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ

แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบกำลังดันน้ำมันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ PIROTED – SHORE, SELF-EQUALIZING THRUST BEARING เป็นแบบ แผ่นเอียง (PIROTED – SHORE) ทำงานร่วมกับแผ่นปรับแรง (LEVELING PLATE) และแบริ่งกันรุนแบบ SELF-EQUALIZING THRUST BEARING WITH VIBRATION REDUCER เป็นแบบที่ แผ่นเอียง (PIROTED – SHORE) ทำงานร่วมกับสูบไฮดรอลิก (VIBRATION REDUCER ASSEMBLY หรือ ชุด VR) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 PIROTED–SHORE SELF-EQUALIZING THRUST BEARING

โครงสร้าง /ส่วนประกอบ

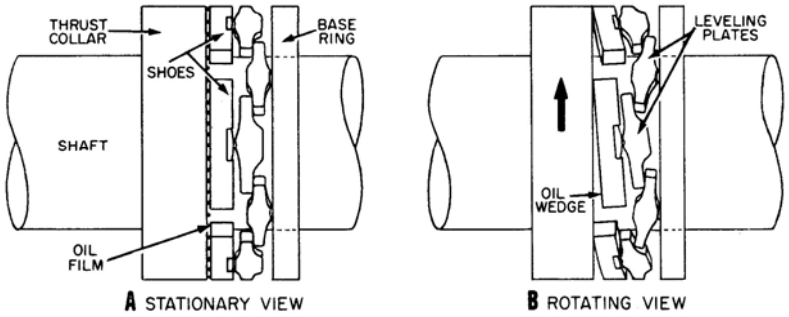
- **บ่าเพลากันรุน** (THRUST COLLAR) ภาพที่ 2-1(ก) เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่บนเพลาเฟืองทดรอบ (MAIN GEAR) หรือติดตั้งอยู่กับเพลากันรุน (THRUST SHAFT) ทำหน้าที่ส่งแรงดันตามแนวแกนของเพลาใบจักรให้ชุดแบริ่งกันรุน (ผ่านฟิล์มน้ำมัน)

- **แผ่นเอียง** (THRUST SHOE) ภาพที่ 2-1(ข) มีรายละเอียดกล่าวคือ แผ่นเอียงสร้างด้วยเหล็กเคลือบผิวสัมผัสด้านรับกับบ่าเพลาด้วย BABBITT ด้านที่สัมผัสอยู่บนแผ่นปรับแรง (LEVELING PLATE) ทำด้วยเหล็กแข็งเรียกว่า SHOE SUPPORT DISK การทำงานของแผ่นเอียงเริ่มขึ้นเมื่อบ่าเพลาหมุน (ดูภาพที่ 2-1(ก) ทำให้น้ำมันหล่อหมุนและเกิดการเหวี่ยงตัว (HYDRODYNAMIC) ปะทะกับแผ่นเอียง ดันให้แผ่นเอียงเกิดการเอียงตัว และทำให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นเอียงกับบ่าเพลา (THRUST COLLAR) เกิดขึ้น ซึ่งในขณะนั้น น้ำมันหล่อก็จะถูกชักเข้าไปอยู่ภายในช่องว่างกลาย เป็นฟิล์มน้ำมันที่สามารถรับแรงดันที่ถูกส่งมาตามแกนเพลาใบจักรได้

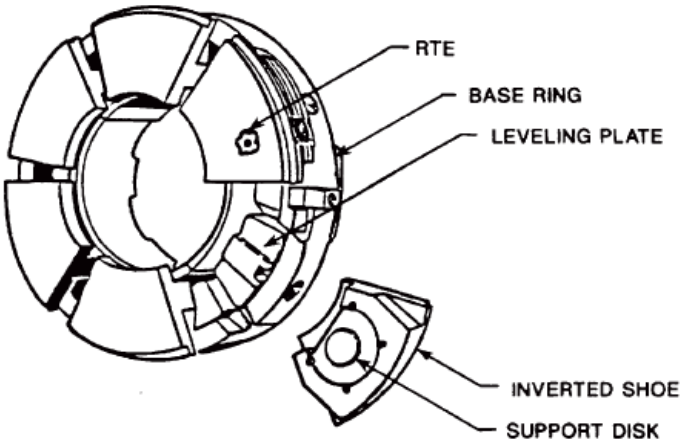
ในการส่งแรงดันเพลาใบจักรผ่าน THRUST COLLAR แผ่นเอียงด้านแบริ่งจะสัมผัสและรับแรงดันต่อจากลิ่มน้ำมัน ความหนาของลิ่มน้ำมันเป็นสัดส่วนกับแรงดันที่กระทำกับผิวสัมผัสแบริ่งที่แผ่นเอียง ส่วนแผ่นเอียงด้านที่สัมผัสอยู่บนแผ่นปรับแรง (UPPER LEVELING PLATE) ช่วยทำให้เกิดช่องว่างลิ่มน้ำมันดีขึ้น ต่อจากนั้นแรงที่กระทำต่อแผ่นเอียงก็จะถูกส่งผ่านไปยังแผ่นปรับแรงบน (UPPER LEVELING PLATE)

- **แผ่นปรับแรง** (LEVELING PLATE) ทำหน้าที่ปรับแรงดันที่กระทำต่อทุกชุดแผ่นเอียงให้เกิดสภาวะสมดุล (ภาพที่ 2-1(ค) แสดงรายละเอียดของโครงสร้าง) แผ่นปรับแรงนี้ถูกยึดติดกับวงฐาน (BASE RING) ด้วยเดือย (DOWELS) หรือสลัก โดย แผ่นปรับแรงบน (UPPER LEVELING PLATE) วางสัมผัสอยู่กับแผ่นปรับแรงล่าง (LOWER LEVELING PLATE) ทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงดันจากแผ่นปรับแรงบนสู่แผ่นปรับแรงล่าง แผ่นปรับแรงนี้สร้างด้วยเหล็กโดยวิธีการตีขึ้นรูป (FORGED STEEL)

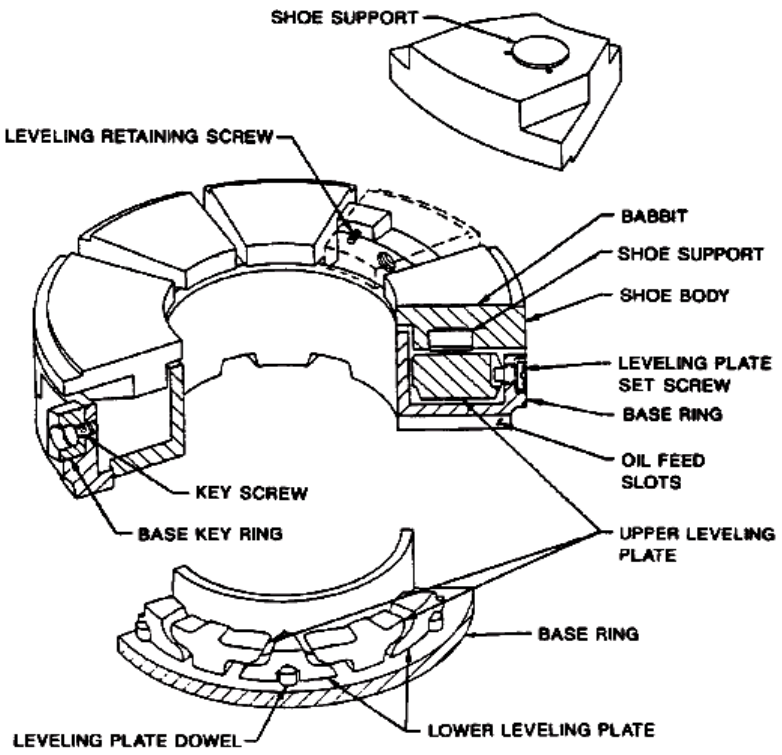
- **วงฐาน** (BASE RING) สร้างแยกเป็น 2 ฝาด้วยเหล็ก แล้วนำมาประกบกันด้วยเดือยยึดและสกรู (ภาพที่ 2-2) วงฐานประกอบติดกับตัวเรือนแบริ่งด้วยสลักยึดและร่องลิ่ม ทำหน้าที่เป็นสถานที่ติดตั้งของแผ่นปรับแรง และทำหน้าที่ในการถ่ายทอดแรงดันจากแผ่นปรับแรงดันล่างสู่โครงตัวเรือนแบริ่ง


THRUST COLLAR
SHOES
BASE RING
SHAFT
OIL FILM
A STATIONARY VIEW
LEVELING PLATES
OIL WEDGE
B ROTATING VIEW

(ก)

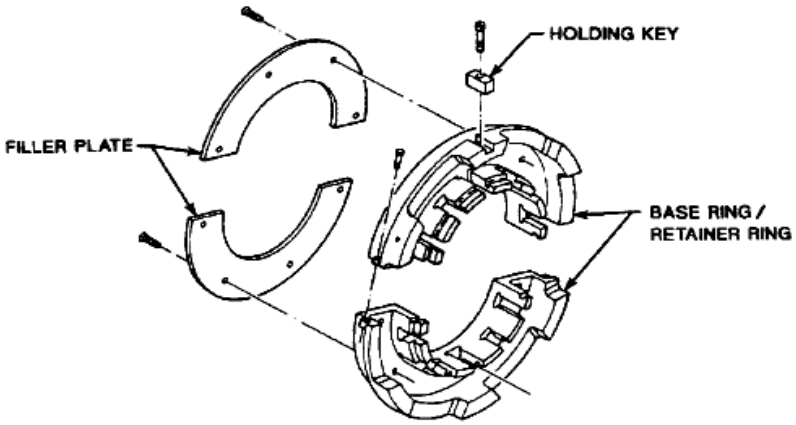

RTE
BASE RING
LEVELING PLATE
INVERTED SHOE
SUPPORT DISK

(ข)


SHOE SUPPORT
LEVELING RETAINING SCREW
BABBIT
SHOE SUPPORT
SHOE BODY
LEVELING PLATE SET SCREW
BASE RING
OIL FEED SLOTS
KEY SCREW
BASE KEY RING
UPPER LEVELING PLATE
BASE RING
LEVELING PLATE DOWEL
LOWER LEVELING PLATE

(ค)

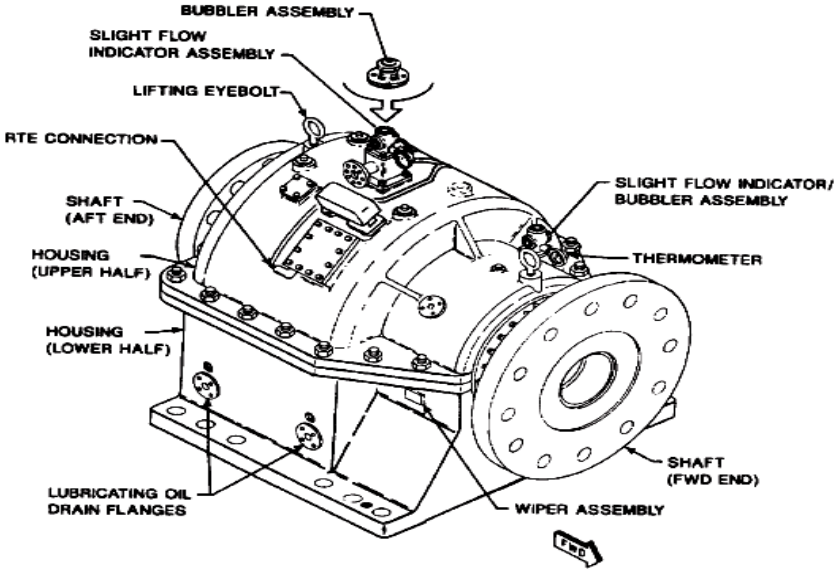
ภาพที่ 2–1 PIVOTED-SHOE, SELF-EQUALIZING THRUST BEARING



ภาพที่ 2-2 BASE RING ASSEMBLY

- แผ่นรอง (SHIM หรือ FILLER PLATE) ภาพที่ 2-2 ติดตั้งและทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงดันอยู่ระหว่าง วงฐานและตัวเรือนแบริ่ง ความหนาของแผ่นรองสามารถปรับแต่งได้เพื่อให้เกิดระยะที่เหมาะสมกับการทำงานของชุดแบริ่ง กล่าวคือ ระยะที่เหมาะสมหมายถึง ระยะการเลื่อนของเพลาใบจักรที่เกิดจากแรงผลักของใบจักรที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังที่ลิ่มน้ำมันหล่อ และลดแรงดันกลับ (REVERSE THRUST) ที่เกิดได้ชั่วขณะเมื่อเพลาใบจักรเริ่มหมุนเปลี่ยนทางให้น้อยที่สุด รวมทั้งรักษาตำแหน่งของบ่าเพลาให้ถูกต้อง

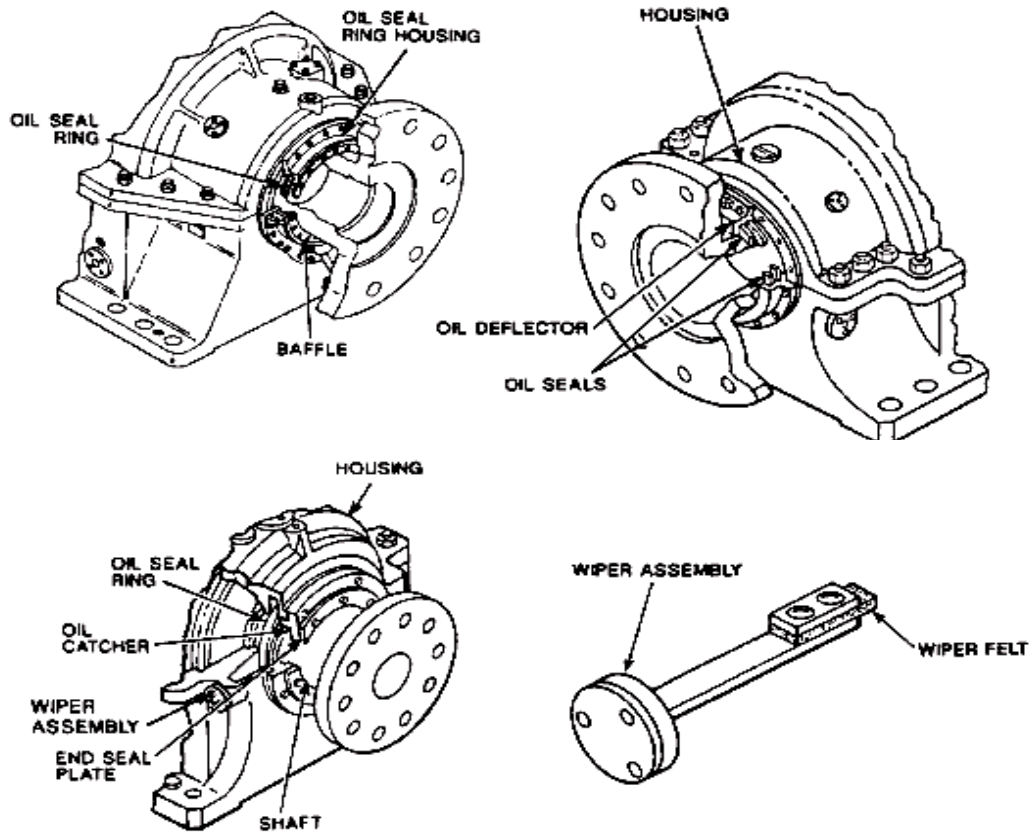
- **ตัวเรือนแบริ่ง** (HOUSING) ตัวเรือนแบริ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงดันจากชุดแบริ่งสู่โครงสร้างตัวเรือ (ภาพที่ 2-3) เป็นตัวเรือนแบริ่งที่วางโครงสร้างตามแนวนอนแบบแยก 2 ฝา บน-ล่าง (บางแบบอาจวางในทางตั้ง) วัตถุประสงค์ของการสร้างตัวเรือนแบริ่งให้เป็นแบบ 2 ฝา เพื่อให้สามารถเปิดออกตรวจสอบและซ่อมทำชุดแบริ่งที่อยู่ภายในได้โดยง่าย ตัวเรือนแบริ่งยังเป็นสถานที่บรรจุน้ำมันหล่อที่ทำงานร่วมกับชุดแบริ่งอีกด้วย ส่วนประกอบสำคัญที่ติดตั้งอยูบนตัวเรือนแบริ่ง เช่น หลอดแก้วดูน้ำมันหล่อลื่น ห่วงสำหรับเกี่ยวยกตัวเรือนฝาบน(LIFTING EYE BOLTS) เป็นต้น



ภาพที่ 2-3 THRUST BEARING HOUSING

- **หลอดแก้วดูน้ำมันหล่อลื่น** (SIGHT FLOW INDICATOR หรือ BUBBLER ASSEMBLY) ติดตั้งอยู่ส่วนบนของตัวเรือนแบริ่ง สำหรับตรวจดูการไหลวนเวียนของน้ำมันหล่อลื่นที่ทำงานกับชุดแบริ่งกันรุนและแบริ่งรับเพลา (ถ้าติดตั้งรวมกัน) โครงสร้างประกอบด้วย (ดูภาพที่ 2-3) ตัวเรือนหลอดแก้ว (BODY) และช่องกระจกสำหรับตรวจ (GLASS OBSERVATION PORT) เป็นต้น ขณะแบริ่งทำงานต้องมีน้ำมันหล่อลื่นไหลเวียนที่หลอดแก้วตลอดเวลา

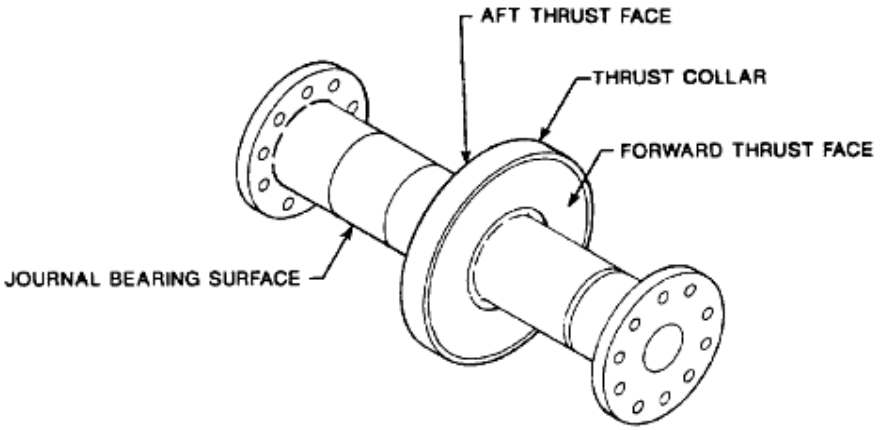
- **ซีลป้องกันรั่ว** (END SEAL หรือ SHAFT SEAL ASSEMBLY) ทำหน้าที่ป้องกันน้ำมันหล่อลื่นรั่วออกและสิ่งสกปรกเข้าไปในตัวเรือนแบริ่ง ติดตั้งอยู่ระหว่างแผ่นกั้นน้ำมัน (OIL DEFLECTOR) และผนังตัวเรือนด้านหัว-ท้าย (ภาพที่ 2-4) ซีลป้องกันรั่วนี้ทำงานร่วมกับแผ่นกั้นน้ำมันกล่าวคือ ขณะที่แบริ่งกันรุนทำงาน น้ำมันหล่อลื่นที่ตกลงบนเพลากันรุน จะถูกแผ่นกั้นน้ำมันบังคับทิศทางให้ไหลกลับลงส่วนล่างของเรือนแบริ่ง ส่วนน้ำมันหล่อลื่นที่เหลือจากการทำงานของแผ่นกั้นนั้น ซีลป้องกันรั่วจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลออกไปสู่ภายนอกได้ ในเรือนแบริ่งกันรุนบางแบบอาจใช้ชุดแผ่นกวาดน้ำมัน (WIPER ASSEMBLY) ทำหน้าที่กวาดน้ำมันหล่อที่อยู่บนเพลาให้ตกลงส่วนล่างเมื่อเพลาหมุนแทนการใช้แผ่นกั้นน้ำมัน โดยปลายของแผ่นกวาดทำด้วยวัสดุประเภทผ้าหรือสักหลาด (FELT) ซีลป้องกันรั่วที่เพลานี้ อาจเป็นซีลประเภท LABYRINTH หรือซีลคาร์บอนพร้อมสปริงกด (CARBON RING SEAL) หรือเป็นซีลยางพร้อมสปริงกด (RUBBER LIP SEAL) ก็ได้ รายละเอียดโครงสร้างของซีลป้องกันรั่วให้ศึกษาจากคู่มือเรือ



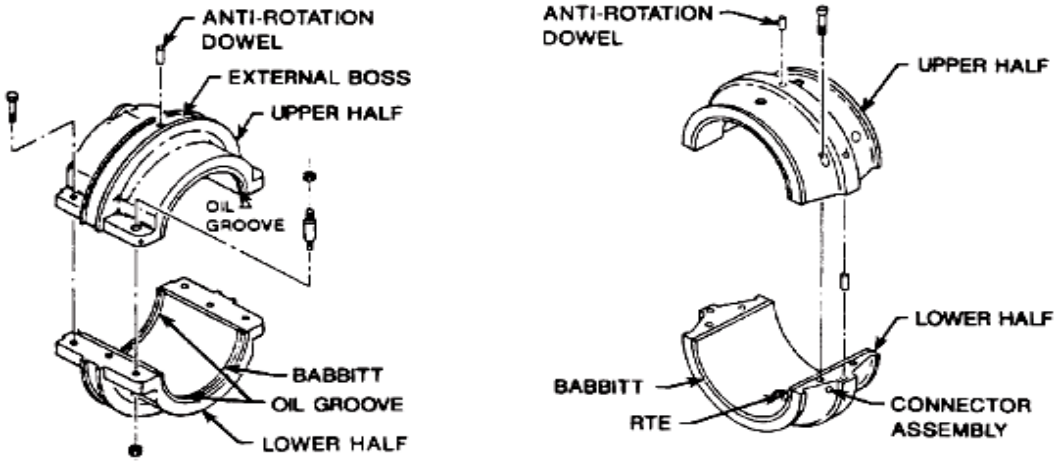
ภาพที่ 2-4 END SEAL หรือ SHAFT SEAL ASSEMBLY

- **เพลากันรุน** (THRUST SHAFT) เพลากันรุนเป็นส่วนหนึ่งของเพลาใบจักรที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวเรือนแบริ่ง เป็นเพลาที่ประกอบด้วยหน้าแปลนต่อ (SHAFT FLANGE CONNECTION) อยู่ที่ปลายเพลาทั้ง 2 ด้าน ภายนอกตัวเรือนแบริ่ง และมีบ่าเพลา (THRUST COLLAR) เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางเพลา โครงสร้างและรายละเอียดของเพลากันรุน ตามภาพที่ 244-3-10

- แบริ่งรับเพลากันรุน (JOURNAL BEARING) แบริ่งรับเพลาทำหน้าที่รับน้ำหนักเพลากันรุน (มีใช้เฉพาะในชุดแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบติดตั้งฐานไกลจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรตามภาพที่ 2-13 เท่านั้น) ลักษณะเป็นแบริ่งแบบ 2 ฝา บน-ล่าง (TOP AND BOTTOM HALVE) ประกอบติดกันด้วยเดือยและนัตอาบผิวสัมผัสด้วย BABBIT และมีเดือยขัดป้องกันแบริ่งหมุนตามเพลากันรุน(ANTI-ROTATION DOWEL) ประกอบติดอยู่กับแบริ่งฝาบน รวมทั้งร่องน้ำมันที่ผิวสัมผัสแบริ่ง (OIL GROOVING) มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นช่องทางให้น้ำมันหล่อไหลเข้าไปเป็นแผ่นฟิล์มอยู่ระหว่างแบริ่งและเพลากันรุน รายระเอียดและโครงสร้างของ แบริ่งรับเพลากันรุน ตามภาพที่ 2-6



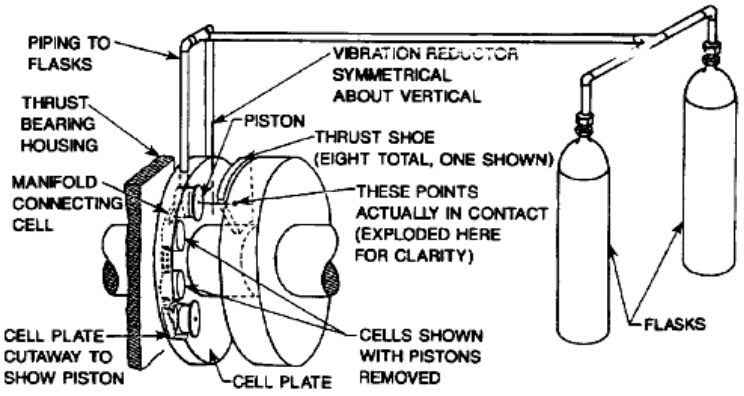
ภาพที่ 2-5 THRUST SHAFT



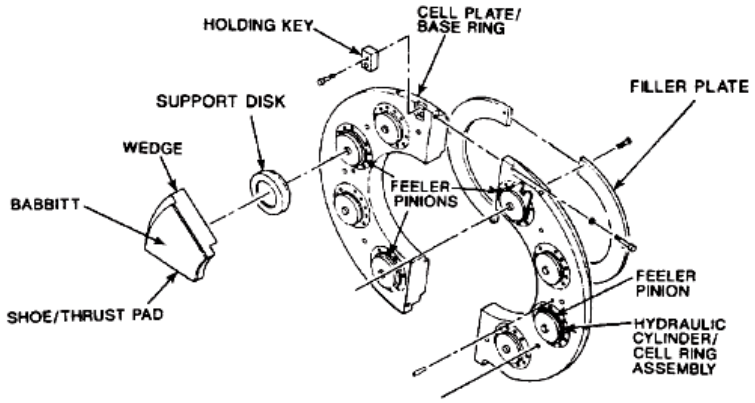
ภาพที่ 2-6 JOURNAL BEARING

2.2.2 SELF-EQUALIZING THRUST BEARING WITH VIBRATION REDUCER เป็นแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบกำลังดันน้ำมัน ชนิดแผ่นเอียงทำงานร่วมกับอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือน ประกอบด้วยชุดปรับลดแรงดัน (VIBRATION REDUCER ASSEMBLY /VR) ทำหน้าที่รับและหน่วงแรงดัน(ที่เกิดจากแรงผลักของใบจักร)ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาและถ่ายทอดสู่โครงสร้างตัวเรือ รายละเอียดและโครงสร้างตามภาพที่ 2-7 การทำงานร่วมกันของแบริ่งกันรุนชนิดนี้ คือ เมื่อแรงดันเพลาใบจักรถูกถ่ายทอดมาถึงชุดแบริ่งกันรุน (โดยส่งแรงผ่านลิ่มน้ำมัน แผ่นเอียงและสูบไฮดรอลิกของชุดปรับแรง (VR) ตามลำดับ) ซึ่งลูกสูบของชุดปรับลดแรงดันทำหน้าที่รับและถ่ายทอดแรงทั้งหมดให้กับระบบไฮดรอลิก (PIPING AND FLASK / ภาพที่ 2-7A) และเป็นอุปกรณ์สุดท้ายที่ทำหน้าที่เก็บแรงดันที่ส่งมาโดยเพลาใบจักรไว้ทั้งหมด แรงดันที่กระทำบนแผ่นเอียงทุกตัวจะเท่ากับกำลังดันของลูกสูบไฮดรอลิกก็ต่อเมื่อ กำลังดันของน้ำมันไฮดรอลิกในท่อทางที่กระทำต่อลูกสูบทุกตัวนั้นเท่ากันทั้งกำลังดันในท่อทางภายในช่องที่วงฐาน (MAINFOLD CONNECTION CELL PLATE) และท่อทางภายนอก (EXTERNAL PIPING SYSTEM) รายละเอียด

ที่เป็นโครงสร้างส่วนประกอบและการทำงานของชุดอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนหรือชุดปรับลดแรงดันมีดังต่อไปนี้



A. Typical Vibration Reducer System.

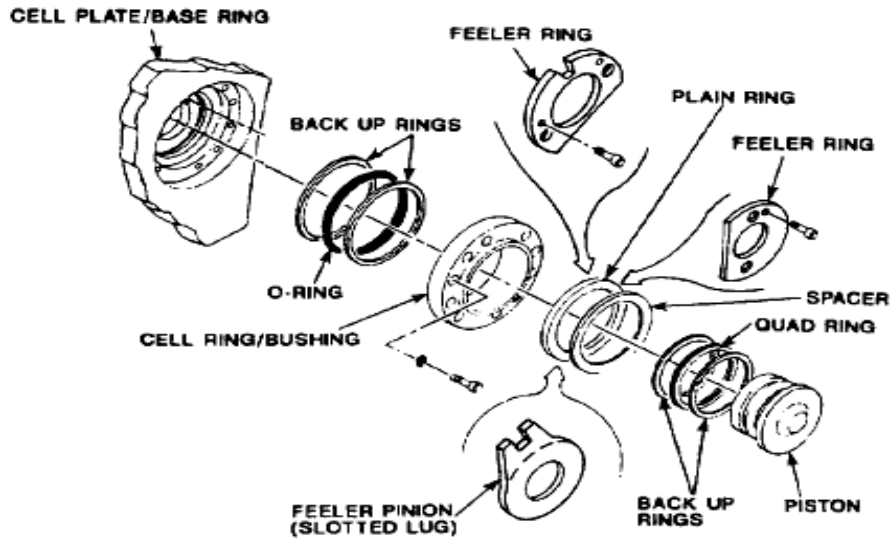


B. Typical Vibration Reducer Internal Components.

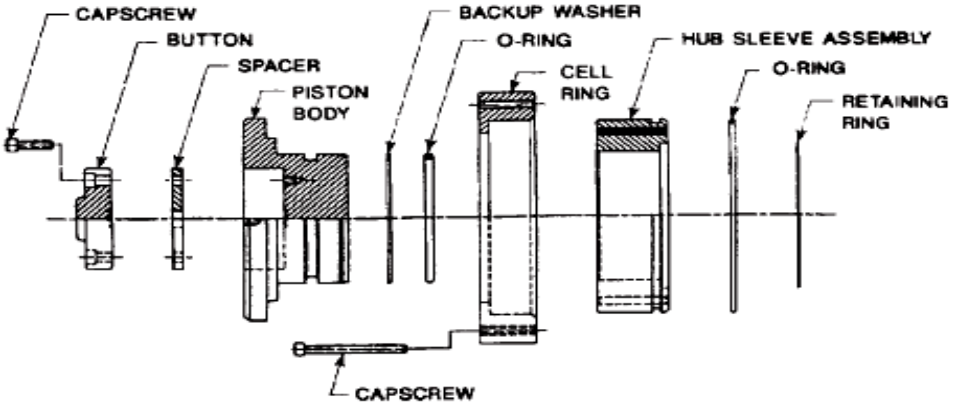
ภาพที่ 2-7 ชุดปรับลดแรงดัน (VIBRATION REDUCER ASSEMBLY หรือ ชุด VR)

- ชุดวงฐาน (CELL PLATE ASSEMBLY) ภาพที่ 2-7B ลักษณะเป็นวงแหวน 2 ซีก ประกอบติดกันด้วยเดือยและสกรู เป็นสถานที่ติดตั้งสูบไฮดรอลิค ภายในวงฐานแต่ละซีกได้เจาะช่องทางเดินน้ำมัน (MANIFOLD) ระหว่างกระบอกสูบไว้สำหรับจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกเข้าไปทำงานในลูกสูบแต่ละชุด ซึ่งช่องทางเดินน้ำมันภายในชุดวงฐานนี้มีท่อทางต่อกับระบบน้ำมันไฮดรอลิกจากภายนอก

- ชุดลูกสูบไฮดรอลิก (PISTON ASSEMBLY) ลูกสูบของชุดปรับแรงดัน (VR) มี 2 แบบคือ ลูกสูบทำด้วยตะกั่ว (QUAD-RING PISTON) และลูกสูบทำด้วยยาง (RUBBER-BONDED PISTON) ตามภาพที่ 2-8 แสดงโครงสร้างของลูกสูบทั้ง 2 แบบ ซึ่งจากการตรวจสภาพพบว่าลูกสูบตะกั่วมีรอยสึกที่เกิดจากการเสียดสีเนื่องจากความฝืดขณะใช้งาน จึงได้ค้นคิดและทดลองใช้งานแบบทำด้วยยาง ปัจจุบันยังคงมีใช้ทั้ง 2 แบบ



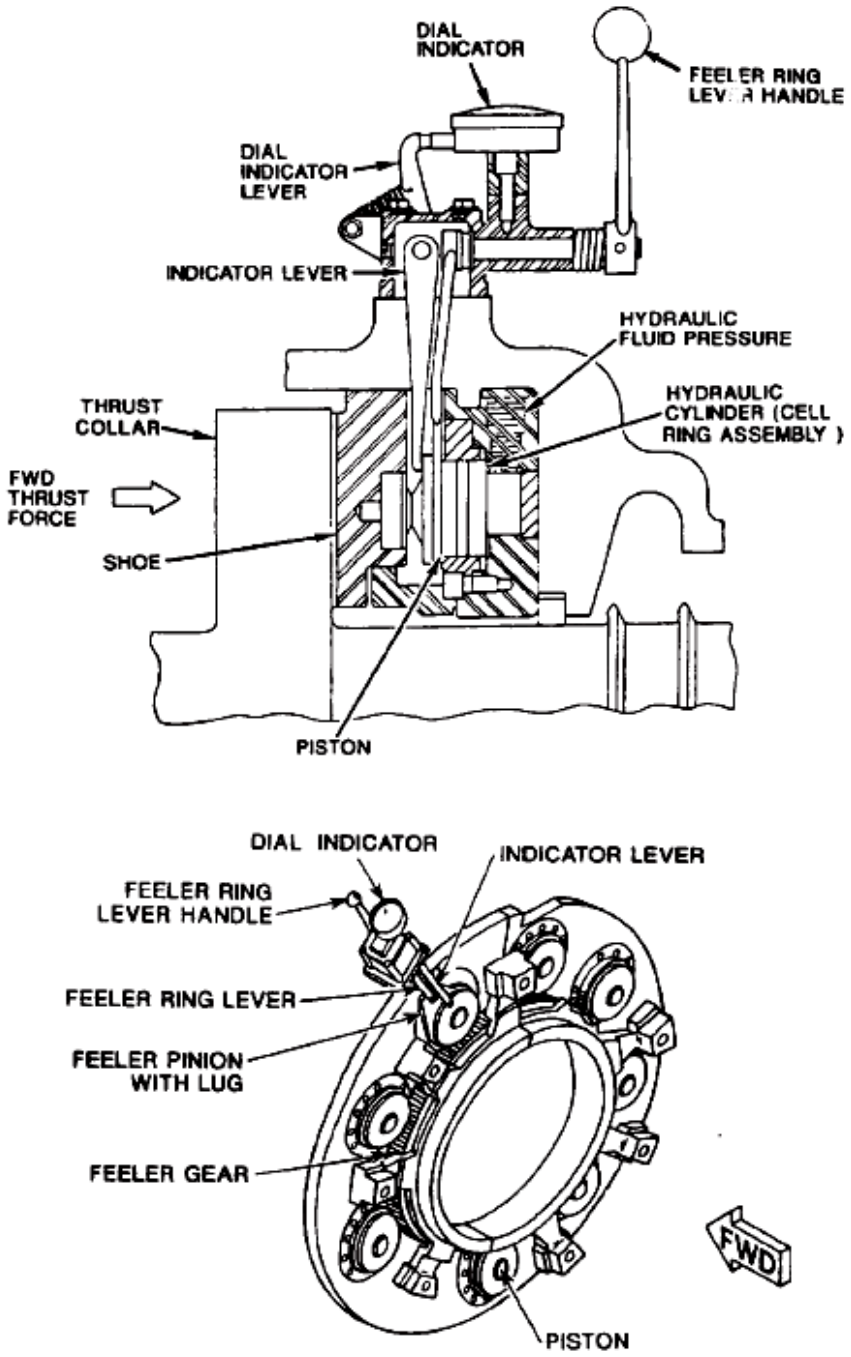
PISTON AND CELL RING ASSEMBLY



RUBBER-BONDED PISTON

ภาพที่ 2-8 PISTON ASSEMBLY

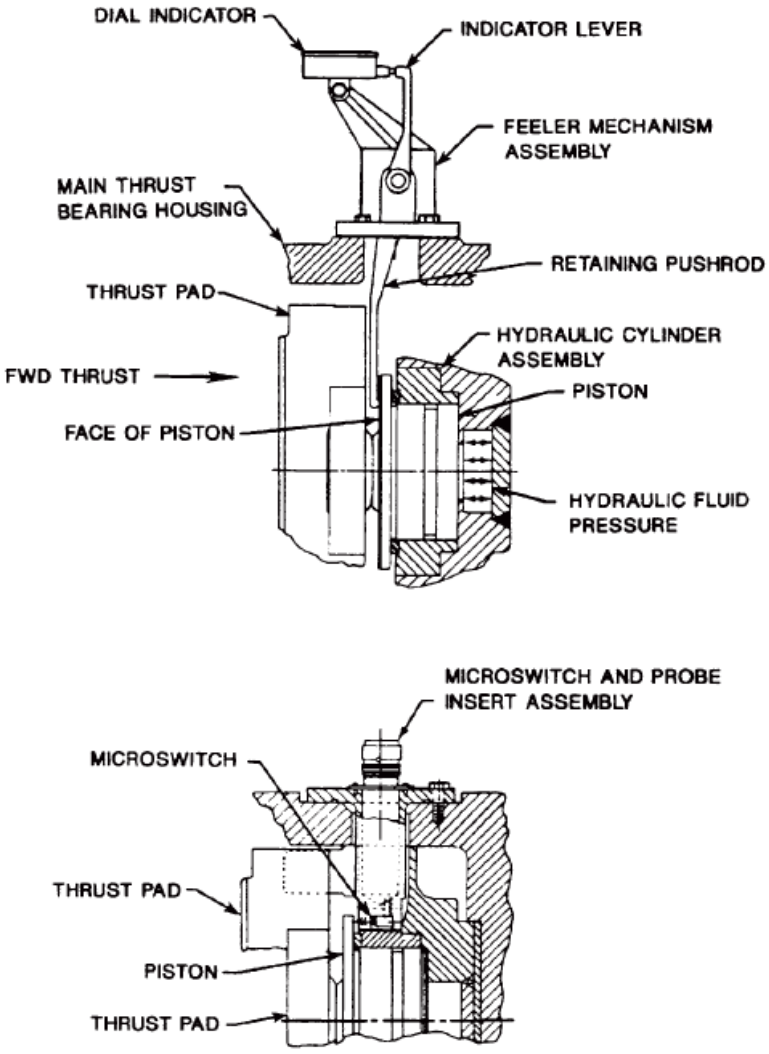
- **ชุดวัดระยะเลื่อนเพลาใบจักร** (FEELER MECHANISM ASSEMBLY) หน้าที่หลักคือ วัดและแสดงตำแหน่งศูนย์กลางหรือตำแหน่งการเลื่อนไปทางหัวหรือท้ายของบ่าเพลา (THRUST COLLAR) ที่เกิดจากการเลื่อนของเพลาใบจักรเมื่อเรือเปลี่ยนแปลงความเร็ว การทำงานกล่าวโดยทั่วไปของอุปกรณ์คือ การเลื่อนของเพลาใบจักรทำให้ก้านส่งอาการ (RETAINER PUSHROD) ของชุดวัดระยะส่งอาการไปกระตุ้นมาตรวัด (DIAL INDICATOR) โดยที่ตัวมาตรวัดจะแสดงทั้งทิศทางและระยะการเลื่อนที่ของบ่าเพลา การตรวจสอบตามระยะเวลาและการตั้งค่า (RECALIBRATION) เป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติ เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้ถูกต้อง ชุดวัดระยะเลื่อนเพลาใบจักรมี 2 แบบ รายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 2-9 FEELER MECHANISM ASSEMBLY (KINGSBURI)

ชุดวัดระยะเลื่อนเพลาใบจักรแบบ KINGSBURI (ภาพที่ 2-9) มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ เฟืองขับ (FEELER PINION) เฟืองวัดระยะ (FEELER GEAR) และคันหมุนเฟือง (FEELER RING LEVER HANDLE) การทำงานนอกจากมีหน้าที่หลัก คือวัดและแสดงตำแหน่งศูนย์กลาง หรือตำแหน่งการเคลื่อนตัวไปทาง หัว-ท้าย ของบ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR) ที่เกิดจากการเลื่อนของเพลาใบจักรเมื่อเรือเปลี่ยนแปลงความเร็วแล้ว ยังมีหน้าที่รอง คือ ตรวจและแสดงการทำงานของสูบไฮดรอลิกกรณีเกิดการขัดข้อง เช่น สูบติดเนื่องจากระบบน้ำมันไฮดรอลิกขัดข้อง การทำงานเมื่อตรวจวัดและแสดงค่ากล่าวคือ เมื่อเพลาใบจักรมีการ

เลื่อนตัวจะทำให้ก้านส่งอาการ (RETAINER PUSHROD) ส่งอาการไปกระตุ้นมาตรวัด (DIAL INDICATOR) และมาตรวัดจะแสดงทั้งทิศทางและระยะการเคลื่อนที่เพลาใบจักร ส่วนการทำงานเมื่อต้องการตรวจการทำงานของสูบไฮดรอลิกให้ทำโดยหมุนคันเฟืองของอุปกรณ์วัดระยะเลื่อน ถ้าหมุนสะดวกแสดงว่าลูกสูบอยู่ในสภาพลอยตัว และมีน้ำมันไฮดรอลิกเข้ามาทำงานในชุด VR. ด้วยจำนวนที่ถูกต้อง แต่ถ้าหมุนไม่สะดวก / ติดขัด (HARD UP) และหมุนไม่ไปในที่สุด แสดงว่าในระบบไม่มีน้ำมันไฮดรอลิกเข้ามาทำงาน หรืออาจจะมีแต่ลูกสูบไม่ทำงาน



ภาพที่ 2-10 FEELER MECHANISM ASSEMBLY WITH MICROSWITCH AND PROBE INSERT ASSEMBLY (WAUKESHA BEARING)

ชุดวัดระยะเลื่อนเพลาใบจักร แบบ WAUKESHA BEARING มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ MICROSWITCH และ PROBE INSERT ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบการทำงานของสูบไฮดรอลิกขณะใช้งาน ถ้ากำลังดันของน้ำมันไฮดรอลิกเพียงพอไมโครสวิทช์จะทำงานส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเตือนให้ได้รับทราบตลอดเวลา (รายละเอียดโครงสร้างตามภาพที่ 2-10)

- ระบบควบคุมชุดปรับลดแรงดัน (VIBRATION REDUCER CONTROL) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุด VR (สูบไฮดรอลิก) ในการรักษาตำแหน่งของเพลาใบจักรให้อยู่ที่ศูนย์กลางตลอดเวลา

ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้า มีส่วนประกอบสำคัญ / การทำงาน ดังนี้

1. แขนวัด (FEELER ARM) เป็นอุปกรณ์วัดระยะการเลื่อนไปทาง หัว-ท้าย ของบ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR)

2. MICRO SWITCH ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณการเคลื่อนที่ของบ่าเพลากันรุน (สัญญาณกลไกล) เป็นสัญญาณไฟฟ้า

3.ชุดควบคุมและแสดงค่า (CONTROL AND INDICATOR ASSEMBLY) มีหน้าที่แสดงตำแหน่งของเพลาใบจักร และถ้าเพลาไม่ได้อยู่ตำแหน่งศูนย์กลางจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปควบคุมการทำงานของลิ้นควบคุมน้ำมันไฮดรอลิก (HYDRAULIC CONTROL VALVE) ปรับแต่งน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ VR . เพื่อเลื่อนบ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR) กลับมาในอยู่ตำแหน่งศูนย์กลางโดยอัตโนมัติ

ระบบควบคุมลม มีส่วนประกอบ /การทำงาน ดังนี้

1. แขนวัด (FEELER ARM) เป็นอุปกรณ์วัดระยะการเคลื่อนที่ไปทางหัว-ท้าย ของบ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR)

2. ชุดลิ้นลมควบคุม (PREUMATIC CONTROL VALVE) เปลี่ยนสัญญาณการเคลื่อนที่ของบ่าเพลากันรุน (สัญญาณกลไกล) เป็นสัญญาณลม

3. ลิ้นควบคุมระบบไฮดรอลิก (HYDRAULIC CONTROL VALVE) ทำหน้าที่ปรับแต่งน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ VR. เลื่อนบ่าเพลากันรุนกลับมาในอยู่ตำแหน่งศูนย์กลางโดยอัตโนมัติ

การใช้งานแบบ MANUAL หรือ MANUAL OVERRIDE OPERATION วัตถุประสงค์เพื่อส่งน้ำมันไฮดรอลิกไปทำงานที่ลูกสูบ VR เพื่อเลื่อนเพลาใบจักรให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางหรือตำแหน่งใช้งานปกติโดยใช้ลิ้นน้ำมัน (SUPPLY AND RETURN VALVE) ควบคุมการทำงานในกรณีฉุกเฉินนั้น ให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานหรือเอกสารประจำเรือเท่านั้น

การปรับแต่งการทำงานของชุด VR เป็นการปรับแต่งภายหลังเมื่อมีการซ่อมทำคืนสภาพแบริ่งกันรุนหรือชุด VR หรือเมื่อต้องการปรับแต่งให้ระบบทำงานอย่างถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นภายหลังที่ได้มีการตรวจสอบและแน่ใจว่าการปรับแต่งไว้ครั้งสุดท้ายระบบยังทำงานไม่สมบูรณ์ ให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ

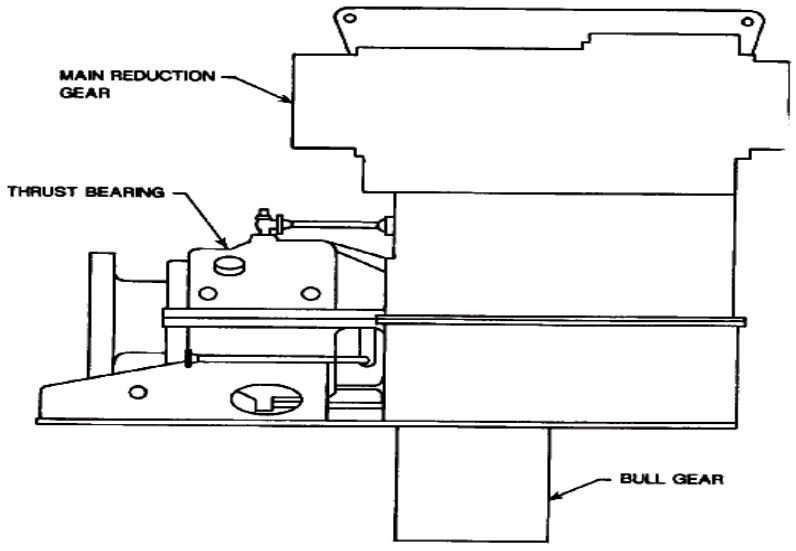
3. การติดตั้งแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรของเรือผิวน้ำ (SURFACE SHIP MAIN PROPULSION THRUST BEARING)

ระบบเพลาใบจักรของเรือประเภทผิวน้ำ ปกติใช้แบริ่งกันรุนแบบกำลังดันน้ำมันชนิดแผ่นเอียงทำงานได้ด้วยตัวเอง (PIROTED – SHOE, SELF - EQUALIZING THRUST BEARING) แรงดันจากเพลาใบจักรถูกถ่ายทอดสู่ชุดแบริ่ง ตัวเรือนแบริ่งกันรุน และสู่โครงสร้างตัวเรือตามลำดับ รูปแบบการติดตั้งของแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรเรือประเภทเรือผิวน้ำมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

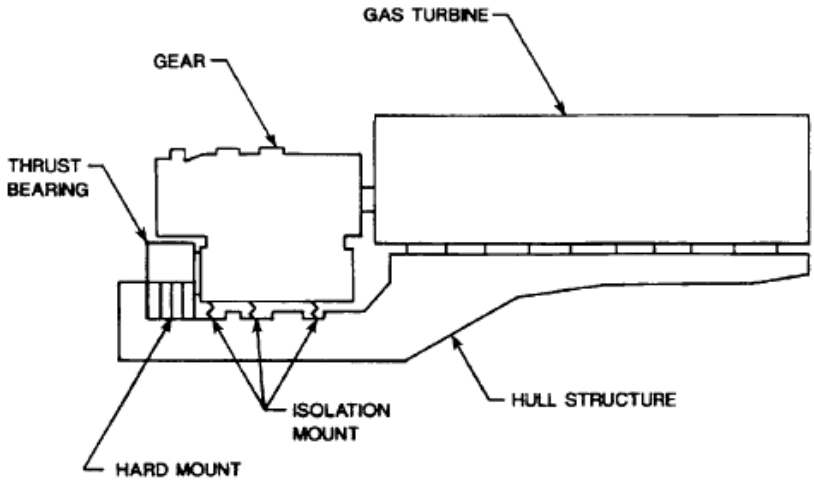
3.1. แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบติดตั้งร่วมฐานกับหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร (INTEGRAL MOUNT THRUST BEARING) เป็นแบบที่ใช้งานโดยทั่วไป มีโครงสร้างที่สำคัญ กล่าวคือ ตัวเรือนฝาบนของแบริ่งกันรุนได้สร้างแยกออกจากตัวเรือนฝาบนของตัวเรือนหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปิดซ่อมทำได้สะดวก ส่วนตัวเรือนแบริ่งกันรุนและตัวเรือนหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรฝาล่างใช้ฐานร่วมกัน บ่าเพลา (THRUST COLLAR) ติดตั้งอยู่ที่เพลาของเฟืองทดรอบ (BULL GEAR SHAFT) และใช้น้ำมันหล่อร่วมกับระบบน้ำมันของหมู่เฟืองทดรอบ แรงดันจากเพลาใบจักรถูกถ่ายถอดโดยตรงจากแบริ่งกันรุนผ่านตัวเรือนหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรสู่โครงสร้างตัวเรือ (ภาพที่ 2-11)

3.2. แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบติดตั้งฐานใกล้หมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร (ADJACCENT MOUNT THRUST BEARING) ตามภาพที่ 2-12 จะเห็นว่าตัวเรือนแบริ่งได้สร้างไว้ท้ายหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรโดยมีฐานแยกจากกัน (HARD MOUNT) แต่บ่าเพลา (THRUST COLLAR) ยังคงติดตั้งไว้ที่เพลาของเฟืองทดรอบ (BULL GEAR SHAFT) และใช้น้ำมันหล่อร่วมกับระบบน้ำมันของหมู่เฟืองทดรอบ การถ่ายทอดกำลังดันจากเพลาใบจักรสู่โครงสร้างตัวเรือผ่านเฉพาะฐานของตัวเรือนแบริ่งกันรุนเท่านั้น

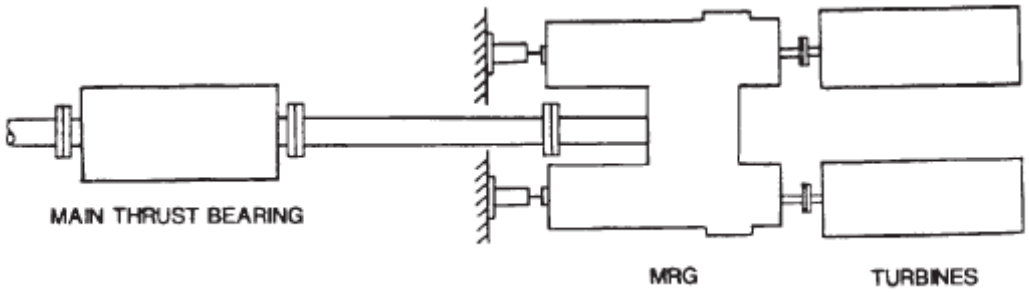
3.3. แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรแบบติดตั้งฐานไกลจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร (REMOTE MOUNT THRUST BEARING) ตามภาพที่ 2-13 แสดงการติดตั้งแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร หมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร (MRG) และเครื่องจักรใหญ่ (TURBINE) ซึ่งชุดแบริ่งกันรุนที่ติดตั้งในลักษณะนี้มีโครงสร้างแตกต่างจากสองแบบแรก คือ ต้องมีแบริ่งรับเพลา (JURNAL BEARING) อยู่ภายในตัวเรือนแบริ่ง และต้องใช้เพลากันรุนและบ่าเพลาที่มีลักษณะโครงสร้างตามภาพที่ 2-5 และมีระบบน้ำมันหล่อลื่นแยกโดยเฉพาะ (แบริ่งกันรุนสองแบบแรกใช้น้ำมันหล่อลื่นร่วมกับหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร)



ภาพที่ 2-11 INTEGRAL MOUNT THRUST BEARING



ภาพที่ 2.-12 ADJACCENT MOUNT THRUST BEARING



ภาพที่ 2-13 REMOTE MOUNT THRUST BEARING

4.ระบบน้ำมันหล่อลื่น (LUBRICATION SYSTEM)

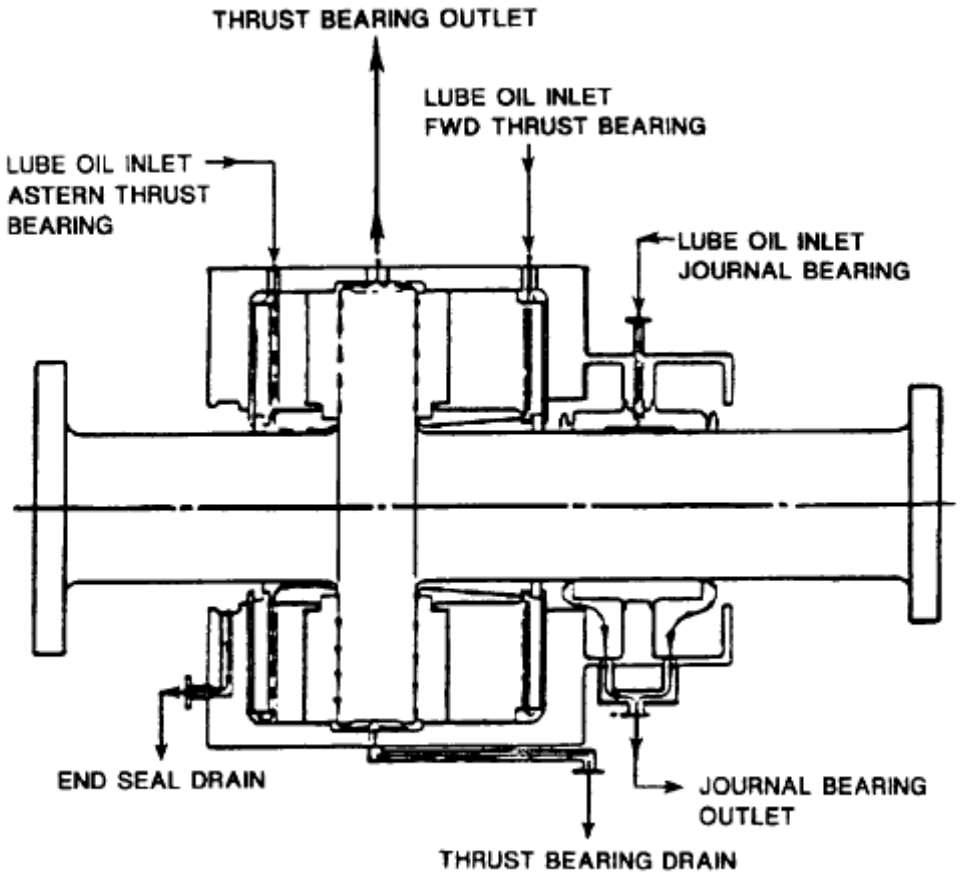
4.1. ประเภทของระบบหล่อลื่น (TYPE OF LUBRICATION SYSTEM) แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรรับน้ำมันหล่อลื่นจากระบบภายนอกเข้ามาทำงาน กล่าวคือ แบริ่งกันรุนที่ติดตั้งอยู่รวมฐานกับหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีท่อ รับ-ส่ง มาจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร ส่วนแบริ่งกันรุนที่ติดตั้งแยกฐานจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร อาจใช้น้ำมันหล่อลื่นจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรหรือมีระบบน้ำมันหล่อลื่นภายในตัวเรือนแบริ่ง(SELF CONTAINED) แบบกำลังดัน (PRESSURE LUBRICATION SYSTEM) เรียกว่าระบบน้ำมันหล่อลื่นภายในก็ได้ แต่ในบางกรณี เช่น แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรที่ติดตั้งแยกฐานจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรและติดตั้งไกล (REMOTE) อาจมีระบบน้ำมันหล่อลื่นแยกโดยเฉพาะ

4.2.โครงสร้าง/ส่วนประกอบของระบบน้ำมันหล่อลื่นภายนอก ประกอบด้วยปั๊มและท่อทาง จ่ายน้ำมันหล่อลื่นภายใต้กำลังดันส่งเข้าไปภายในตัวเรือนแบริ่ง การควบคุมอุณหภูมิด้วยคูลเลอร์ระบายความร้อนที่ติดตั้งรวมอยู่ในระบบ รายละเอียดของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่ตัวเรือนแบริ่งและการทำงานของน้ำมันหล่อลื่น ดังนี้

แบริ่งกันรุนเพลาใบจักรติดตั้งแยกฐานไกลจากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรที่รับน้ำมันหล่อลื่นจากภายนอก การส่งน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปในตัวเรือนแบริ่งด้วย 3 ท่อทาง คือ (ตามภาพที่ 2-14) ท่อทางที่ 1 ส่งเข้า

ไปทำงานชุดแบริ่งกันรุนเดินหน้า ท่อทางที่ 2 ส่งเข้าไปทำงานชุดแบริ่งกันรุนถอยหลัง และท่อทางที่ 3 ส่งเข้าไปทำงานที่แบริ่งรับเพลากันรุน สำหรับแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรที่รับน้ำมันหล่อลื่นจากหมู่เฟืองทดรอบโดยท่อทางนั้น น้ำมันหล่อลื่นจะเข้าไปภายในเรือนแบริ่งได้จากท่อทางด้านหลัง โดยน้ำมันหล่อลื่นจะเข้าไปอยู่ภายในช่องว่างรอบๆ วงฐาน และจากรอบๆ วงฐาน น้ำมันหล่อลื่นจะไหลผ่านช่องทางออกไปด้านหลังของวงฐานสู่เพลากันรุน หลังจากนั้นน้ำมันหล่อลื่นจะไหลตามช่องว่างระหว่างเพลากันรุนและวงฐานไปที่บ่าเพลากันรุน แรงดันที่เกิดจากการหมุนของบ่าเพลากันรุนจะส่งผลให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดการหมุนตัวแทรกเข้าไปในช่องระหว่างแผ่นเอียงและบ่าเพลากันรุน เกิดเป็นลิ่มน้ำมันรับภาระ (แรงดัน) จากเพลาใบจักร ต่อจากนั้นน้ำมันหล่อลื่นจะถูกเหวี่ยงออกไปที่บริเวณปลายของแผ่นเอียง และเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างปลายบ่าเพลากันรุนและผนังตัวเรือนแบริ่ง แล้วไหลผ่านช่องที่ผนังตัวเรือนแบริ่งด้านบนกลับไปเข้าท่อทางส่งน้ำมันหล่อลื่นกลับไปยังหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร (มีน้ำมันหล่อลื่นจากตัวเรือนแบริ่งด้านบนบางส่วนถูกส่งผ่านช่องทางภายในฝาปิดเรือนแบริ่งด้านบนไปเข้าหลอดแก้วดูน้ำมัน เมื่อออกจากหลอดแก้วแล้วน้ำมันหล่อลื่นจะถูกส่งไปรวมกับน้ำมันหล่อที่ทางส่งกลับ)

4.3. มาตรฐานน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานกับแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรของเรือแต่ละประเภท และข้อมูลที่เป็นเกณฑ์การใช้งาน เช่น ค่ากำลังดันและอุณหภูมิต่างๆ ให้ตรวจสอบจากคู่มือเรือ



ภาพที่ 2-14 แสดงการส่งน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปในตัวเรือนแบริ่งกันรุน ชนิดติดตั้งแยกฐานไกล

จากหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร

5. การใช้งานแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร (MAIN PROPULSION THRUST BEARING OPERATION)

ข้อควรระวัง

อุณหภูมิแบริ่ง(BABBITT)ไม่ควรเกิน 250 องศา F. และอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นไม่ควรเกิน 180 องศา F.

5.1 การตรวจสอบก่อนการใช้งาน (PRE OPERATION CHECK)

การปฏิบัติต่อไปนี้เป็นการตรวจสอบแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรและส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง

1.) นำน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างไปตรวจสิ่งปนเปื้อนประเภทของแข็งและน้ำ

2.) ตรวจสอบการรั่วไหลตามระบบท่อทาง ลิ้น และการชำรุดบริเวณข้อต่อของท่อทางระบบน้ำมันหล่อลื่น

3.) ตรวจสอบอุปกรณ์วัดระยะ (FEELER) ของชุด VR ให้มีการเคลื่อนตัวได้ไม่ติดขัด

4.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบท่อทางไฮดรอลิกของชุด VR พร้อมใช้งาน

5.) ตรวจระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังพัก เติมให้อยู่ในระดับที่ถูกต้อง

6.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าลิ้นในระบบท่อทางของ VR อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ปฏิบัติตามคู่มือ

7.) แบริ่งกันรุนที่ติดตั้งร่วมฐานและใช้น้ำมันหล่อลื่นจากหมู่เฟืองทดรอบ ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการเดินเครื่อง ตรวจสอบการไหลเวียนของน้ำมันหล่อลื่นที่หลอดแก้ว (ถ้ามี) ตรวจสอบและบันทึกกำลังดันและอุณหภูมิลงในปูมให้เรียบร้อย

8.) แบริ่งกันรุนที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นแยกเฉพาะ (SELF-CONTAIN SYSTEM) ให้ทำการตรวจระดับและคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น ต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่ถ้าตรวจพบว่าสกปรก

5.2 . การตรวจสอบแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรขณะใช้งานตามระยะเวลา ดังต่อไปนี้

1.) อุณหภูมิแบริ่ง (RTE BABBITT)

2.) อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นในระบบท่อทางและทางส่ง

3.) กำลังดันน้ำมันหล่อลื่นในระบบท่อทาง

4.) การไหลเวียนน้ำมันหล่อลื่นในหลอดแก้ว

5.) ตำแหน่งของบ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR) (ถ้าติดตั้ง)

5.2.1. อุณหภูมิแบริ่ง (BEARING TEMPERATURE) อุณหภูมิเป็นเสมือนบรรทัดวัด ที่จะบ่งบอกให้เจ้าหน้าที่หรือยามรู้ถึงสภาพการทำงานของแบริ่งแต่ละตัว ดังนั้น ผู้ปฏิบัติหน้าที่เป็นยามควรตรวจสอบและจดบันทึกอุณหภูมิตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลไว้สำหรับตรวจสอบหาสาเหตุการขัดข้องของแบริ่งที่เกิดจากความร้อนสูงเกินเกณฑ์ (OVERHEAT) รวมทั้งเป็นแนวทางในการแก้ไขซ่อมทำอย่างถูกต้อง

เหมาะสมต่อไป ทั้งนี้ พึ่งจดจำไว้ว่า “อุณหภูมิของแบริ่งจะต้องเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบและภาระที่เพิ่มเสมอ “

5.2.2 แบริ่งอุณหภูมิสูง (HIGH BEARING TEMPERATURE) แบริ่งอุณหภูมิสูงและเกณฑ์ยอมรับจะได้กล่าวต่อไป แต่ถ้าแบริ่งมีอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ขณะที่ใช้งานตามปกติ ให้ทำการตรวจสอบกำลังดันน้ำมันหล่อลื่นในระบบ และตรวจสอบอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่ออกจากคูลเลอร์ รวมทั้งตรวจให้แน่ใจว่าคูลเลอร์ระบายความร้อนน้ำมันหล่อลื่นทำงานถูกต้อง แต่ถ้าตรวจหาสาเหตุไม่พบ ให้ทำการลดรอบเพลาใบจักรหรือหยุดการใช้งาน ตรวจหาสาเหตุอื่นๆ ต่อไป

5.2.3. การใช้งานปกติ (NORMAL OPERATION) อุณหภูมิที่อยู่ในเกณฑ์ปกติของแบริ่งกันรุนจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานเพลาใบจักร ต้องแน่ใจว่าแบริ่งทำงานปกติในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเร็วที่เปลี่ยนแปลง ต้องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่จ่ายไปยังเรือนแบริ่งให้อยู่ระหว่าง 120-130 องศา F. ตลอดเวลาใช้งาน (หรือตามคู่มือกำหนด)

5.2.4. การเปลี่ยนแปลงแรงดันตามแนวแกนของเพลา (THRUST VARIATION) อุณหภูมิแบริ่งกันรุนสามารถที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติเกิดขึ้นได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงแรงดันตามแนวแกนที่เพิ่มขึ้นมารวมอยู่ด้วย (ตัวอย่างเช่น แรงดันตามแนวแกนที่เกิดจาก HIGH-SPEED FLEXIBLE COUPLING ของหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักร)

5.2.5. การวัดอุณหภูมิแบริ่ง (TEMPERATURE MEASUREMENT) การตรวจสอบอุณหภูมิแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร ปฏิบัติได้ 2 วิธี ซึ่งมีเกณฑ์อุณหภูมิใช้งานต่างกัน คือ ตรวจวัดจากอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และตรวจวัดจากผิวสัมผัสของแบริ่ง (BABBITT) ด้วย RTE โดยอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงสุดต้องไม่เกิน 180 องศา F. และอุณหภูมิแบริ่งต้องไม่เกิน 250 องศา F. ทั้งแบริ่งกันรุนและแบริ่งรับเพลาใบจักร

5.2.6. ระบบการตรวจสอบอุณหภูมิแบริ่ง RTE (RESISTANCE TEMPERATURE ELEMENT SYSTEM) เป็นระบบการตรวจวัดอุณหภูมิด้วยไฟฟ้า และส่งค่าไปแสดงผลที่ห้องควบคุม ระบบจะแสดงสัญญาณเตือน (เสียง) เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่าอุณหภูมิใช้งานปกติ 20 องศา F

5.2.7. การปฏิบัติในการตั้งค่าสัญญาณเตือนอันตรายเมื่ออุณหภูมิแบริ่งหรือน้ำมันหล่อลื่นสูงของระบบหรือเครื่องมือตรวจวัดและแสดงค่า ให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือเท่านั้น การตั้งค่าตัวอันตรายสูงสุดที่ผิดไปจากค่าที่คู่มือกำหนดไว้ ต้องได้รับอนุญาตจากกองเรือต้นสังกัดและต้องให้ช่างเทคนิคหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบก่อนการใช้งานจริง

5.2.8.ในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบ RTE ตรวจสอบการทำงานของแบริ่ง มักจะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่น (เทอร์โมมิเตอร์) ติดตั้งไว้ที่ตัวเรือนของแบริ่งแต่ละตัวรวมอยู่ด้วย ทั้งนี้เพื่อการเปรียบเทียบค่า ซึ่งในกรณีที่อุณหภูมิที่ตรวจสอบได้จากเครื่องวัดทั้ง 2 ชนิดไม่ตรงกัน ให้ตรวจสอบค่าที่แท้จริงได้จากคู่มือหรือจากการบันทึกไว้ในปูมครั้งสุดท้าย

5.2.9. ข้อดีของระบบ RTE (ระบบการตรวจวัดอุณหภูมิด้วยไฟฟ้า) คือ มีการตอบสนองเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วกว่าการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์ และมีอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีเหตุการณ์อุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม แบริ่งทุกตัวที่ติดตั้งระบบวัดอุณหภูมิ RTE หรือเทอร์โมมิเตอร์ ถ้าเครื่องวัดแสดงค่าอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องภายหลังที่เรือเพิ่มความเร็วได้ตามต้องการแล้ว แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นต้องตรวจสอบหาสาเหตุและดำเนินการควบคุมความเสียหายด้วยวิธีลดรอบความเร็วเพลาใบจักร เพื่อป้องกันแบริ่งชำรุดเนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์

6. การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE)

ข้อระมัดระวังอันตราย

ตรวจสอบให้แน่ใจว่าชิ้นส่วนหรืออะไหล่ที่ใช้ถูกต้องตรงตามคู่มือหรือ DRAWING การนำชิ้นส่วนหรืออะไหล่ไม่ถูกต้องมาใช้ในการซ่อมทำ /เปลี่ยนแทนของเดิมที่ชำรุด เป็นสาเหตุทำให้แบริ่งกันรุนและส่วนประกอบชำรุดเสียหายเร็วกว่ากำหนด

6.1. การซ่อมบำรุงระดับเรือ (SHIPBOARD MAINTENANCE) การซ่อมบำรุงระดับเรือ ได้แก่การปรับแต่งและซ่อมทำโดยไม่ต้องทำการเปิดฝาครอบตัวเรือนแบริ่งกันรุน การซ่อมทำหรือปรับแต่งระบบสายไฟภายนอก ระบบท่อทางน้ำมันไฮดรอลิกส์และน้ำมันหล่อลื่น รวมทั้งข้อต่อท่อทางที่สามารถดำเนินการได้เท่านั้น

6.2. ตัวอย่างการซ่อมบำรุง เช่น ตรวจสภาพการชำรุดของแผ่นเอียง (THRUST PADS) เมื่อพบว่า การเลื่อนตามแนวแกนของเพลาใบจักรจากศูนย์กลางไปทางท้ายได้เกินกว่าเกณฑ์การสึกของแบริ่งที่ยอมรับได้ตามคู่มือ หรือเปลี่ยนแผ่นเอียง เมื่อวัดความสูงของแผ่นเอียงแล้วพบว่าสึกเกินกว่าเกณฑ์กำหนด หรือตรวจสภาพแผ่นเอียงเมื่อระบบตรวจสอบอุณหภูมิแบริ่งส่งสัญญาณเตือนอุณหภูมิแบริ่ง (BABBIT) สูงเกิน 250 ˚F

7. การแก้ไขข้อขัดข้อง (THROUBLESHOOTING)

การทำงานผิดปกติของแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร จะแสดงให้รู้ได้โดยอุณหภูมิที่อ่านได้จากระบบ RTE และเทอรโมมิเตอร์สูงเกินเกณฑ์ กำลังดันน้ำมันหล่อลื่นสูงหรือต่ำผิดปกติ การไหลเวียนของน้ำมันหล่อลื่นผ่านหลอดแก้วผิดปกติ หรือเกิดเสียงหรือความสั่นสะเทือนผิดปกติ เป็นต้น

7.1. ข้อขัดข้องที่เกิดกับชุด VR ของแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร เช่น อาการ SHAFT HUNTING (อาการที่เพลาใบจักรเลื่อนตามแนวแกนจากศูนย์กลางไปทางด้านหัวและด้านท้ายสลับกัน) ซึ่งอาจเป็นเพราะการตั้งค่าการทำงานของลิ้นควบคุมกำลังดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ (CONTROL VALVE) ไม่ถูกต้อง หรืออาจเกิดจากสาเหตุลิ้นควบคุมเกิดอาการติดขัด (STICKING CONTROL VALVE) การแก้ไขโดยตั้งค่าการทำงานของลิ้นควบคุมกำลังดันน้ำมันให้ถูกต้อง ถ้าปล่อยอาการดังกล่าวทิ้งไว้ อาจทำให้เกิดข้อขัดข้องที่ร้ายแรงกล่าวคือ เกิดอาการไฮดรอลิกส์ล็อคขณะที่เพลาใบจักรอาจจะเลื่อนไปติดอยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งที่อาจทำความ

เสียหายให้กับโครงสร้างทั้งระบบ (อาการของไฮดรอลิกส์ล็อคเกิดที่บ่าเพลากันรุน (THRUST COLLAR) เหมือนกับการทำงานของ DISK BRAKE อาจทำให้เพลากันรุนหมุนช้าหรือหยุดหมุน RTE ส่งสัญญาณเตือนอุณหภูมิแบริ่งสูง การแก้ไขโดยใช้ MANUAL OVERRIDE ควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ ปรับเลื่อนเพลาใบจักรให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องโดยเร็วที่สุด)

7.2. อาการแบริ่งเช็ด (WIPING) อาจจะเกิดขึ้นได้กับแบริ่งกันรุนเพลาใบจักร (แต่ไม่บ่อยนัก) ตรวจพบได้โดยอุณหภูมิแบริ่งและอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และสิ่งที่รู้ได้อย่างชัดเจนว่าเกิดอาการแบริ่งเช็ด คือ ตรวจพบเศษแบริ่ง (BABBIT) อยู่ในหม้อกรองน้ำมันหล่อลื่น

7.3. การแก้ไขข้อขัดข้องตามตารางที่ 2-1

ตาราง 2-1 แนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง

ข้อขัดข้อง /ปัญหา	สาเหตุ	การตรวจสอบและซ่อมทำ
แบริ่งร้อน	การไหลเวียนของ นมล.ในระบบไม่เพียงพอ	ตรวจกำลังดันทางส่งของปั๊ม นมล.และการไหลเวียนที่หลอดแก้ว ตรวจหาความผิดปกติของปั๊ม นมล. การอุดตันในระบบท่อทางและหม้อกรอง นมล. ทำความสะอาดหรือแก้ไขซ่อมทำ
	แบริ่งรับเพลากันรุนรับภาระมากเกินไป	ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของศูนย์เพลาใบจักรที่มีสาเหตุจากการสึกของแบริ่งกระบอกดีฟุตหรือแบริ่งรับเพลาใบจัก การแก้ไขโดยตั้งศูนย์เพลาใบจักรหรือเปลี่ยนแบริ่งใหม่ถ้าจำเป็น
	แบริ่งเช็ด	ตรวจระยะแบริ่ง /เปรียบเทียบกับค่าเดิมที่บันทึกไว้ ตรวจหาเศษ Babbitt ที่หม้อกรอง นมล. การแก้ไขโดยซ่อมทำ หรือเปลี่ยนแบริ่งใหม่ถ้าจำเป็น
	น้ำมันหล่อลื่นสกปรก	ตรวจหาสาเหตุที่ทำให้ นมล.สกปรกและดำเนินการแก้ไข โดยทำความสะอาดระบบด้วยวิธีระบายทิ้งแล้วทำความสะอาด SUMP
	RTE ทำงานผิดปกติ	ตรวจการช็อตหรือลงกราวด์ของอุปกรณ์และสายไฟ ต่อสายไฟใช้ RTE ตัวอะไหล่ ตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ อุปกรณ์หรือสายไฟที่ชำรุด

	อุณหภูมิ นมล.ทางเข้าเรือนแบริ่งสูง	ตรวจหาสาเหตุอุณหภูมิ นมล.สูง ดำเนินการแก้ไขถ้าจำเป็น
เกิดการสั่นสะเทือนหรือเสียงดัง	เพลาคด	ตรวจสภาพตลอดเพลา ดัดให้ตรง หรือเปลี่ยนเพลาใหม่
	เกิดการเสียดสีที่ซีล	ตรวจสภาพ/เปลี่ยนซีล
	แบริ่งเช็ด	ตรวจระยะแบริ่งและเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมที่บันทึกไว้ ตรวจหาเศษ BABBITT ที่หม้อกรอง นมล. ซ่อมทำหรือเปลี่ยนผิวสัมผัสของแบริ่งถ้าจำเป็น
	สลักยึดฐานหรือตัวเรือนแบริ่งฝาบนหลวม	กวดสลักยึดให้แน่น หรือกวดตามคู่มือ
	ชุด VR ไม่ทำงาน	ตรวจสอบกำลังดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ ตรวจความผิดปกติของระบบควบคุมและชุดวัดระยะเลื่อน หรือตรวจความผิดปกติของลิ้นควบคุมด้วยไฟฟ้า ซ่อมทำส่วนประกอบที่ชำรุดหรือเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น
เพลาติด (HARD UP)	ชุด VR ทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน	ตรวจสอบกำลังดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ ตรวจความผิดปกติของระบบควบคุมและชุดวัดระยะเลื่อน หรือตรวจความผิดปกติของลิ้นควบคุมด้วยไฟฟ้า ซ่อมทำส่วนประกอบที่ชำรุดหรือเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น
เพลาใบจักรเลื่อนตามแนวแกนไปทางหัวและทางท้ายสลับกัน (SHAFT -HUNTING)	ชุด VR ทำงานผิดปกติ	ตรวจสอบการรั่วไหลระบบน้ำมันไฮดรอลิกส์ หรือความผิดปกติของระบบควบคุมและชุดวัดระยะเลื่อน ซ่อมทำส่วนประกอบที่ชำรุดหรือเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น
ซีลกั้นน้ำมันที่เพลารั่ว	แป๊กกิ้งขาดหรือชำรุด	ตรวจสภาพ /เปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น

เอกสารอ้างอิง NSTM CHAPTER 244 SECTION 3

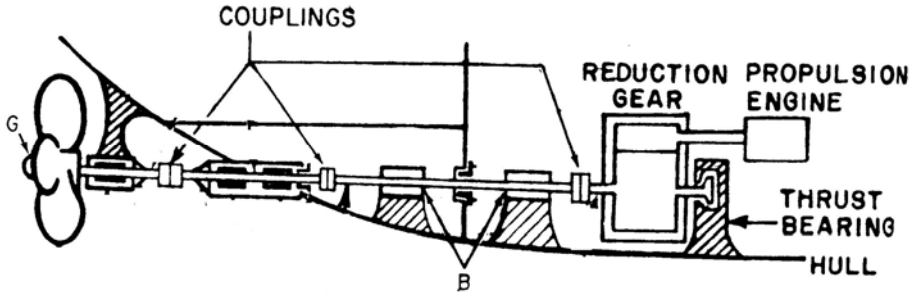
PROPULSION BEARINGS AND SEALS

แบริ่งรับเพลาใ บจักร (LINESHAFT BEARING)

1. **กล่าวโดยทั่วไป**

1.1 แบริ่งรับเพลาใบจักร เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ระหว่างหน้าแปลนต่อเพลาใบจักรท้ายหมู่เฟืองทดรอบและซีลกันรั่วกระบอกดีฟุต (STREN TUBE SEAL) ทำหน้าที่รับแรงในแนวรัศมีของเพลาใบจักรเรือ (แบริ่งอาจจะมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับความยาวของ LINESHAFT) รายละเอียดเกี่ยวกับการติดตั้งในเรือหรือข้อมูลเฉพาะให้ศึกษาจากคู่มือเรือ

1.2 ในรายละเอียดจะกล่าวถึงแบริ่งชนิดผิวลื่นสัมผัส (SLIDING-SURFACE-TYPE BEARING) แบบ DISK-OIL BEARING และ RING-OIL BEARING ซึ่ง DISK-OIL BABBITTED BEARING เป็นแบริ่งที่มีวิธีการหล่อลื่นด้วยแผ่นจานน้ำมัน (DISK-OIL) ติดตั้งอยู่รอบเพลาใบจักรด้วยฝาปะกับ (CLAMP-RING) ภายในเรือนแบริ่ง และเป็นแบริ่งที่ออกแบบมาใช้งานกับเรือรุ่นใหม่ ส่วน RING -OIL BABBITTED BEARING เป็นแบริ่งที่มีวิธีการหล่อลื่นด้วยวงแหวนน้ำมัน (RING-OIL) ที่ประกอบรอบและหมุนไปพร้อมกับเพลาใบจักรอยู่ภายในเรือนแบริ่ง เป็นแบริ่งที่ใช้งานอยู่ในเรือรบรุ่นเก่า แบริ่งทั้ง 2 แบบถูกออกแบบให้สามารถปรับศูนย์เองได้ (SEFF-ALINGING) สำหรับเรือขนาดเล็กอาจใช้แบริ่งรับเพลาใบจักรแบบรูปทรงกระบอก (STRAIGHT – CYLINDRICAL TYPE) ก็ได้



ภาพที่ 1-1 แสดงสถานที่ติดตั้งแบริ่งรับเพลาใบจักร (B)

1.3 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน (SAFETY RECAUTION) ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับแบริ่งรับเพลาใบจักรชนิดผิวลื่นสัมผัสให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ แต่มีสิ่งที่เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อสังเกตดังนี้

ก. หลีกเลี่ยงการสัมผัสเพลาใบจักรที่กำลังหมุน เฟืองจากเป็นอันตรายอย่างมาก

ข. เมื่อต้องการซ่อมบำรุงแบริ่งรับเพลาใบจักรควรให้เพลาใบจักรหยุดหมุน ติดป้ายแจ้งเตือนห้ามเดินเครื่องจักรใหญ่หรือหมุนเพลาใบจักรให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบและทำการล็อคเพลาใบจักร

ค. ระวังอย่าให้เกิดประกายไฟ น้ำมันหล่อลื่นอาจลุกไหม้ได้

ง. เนื่องจากส่วนประกอบของแบริ่งมีน้ำหนักมาก ถอดประกอบและยกยาก ให้ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษขณะปฏิบัติงาน

จ. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น แว่นตา ถุงมือ ผ้ากันเปื้อนและตรวจสอบเสื้อผ้าชนิดป้องกันสารเคมี ขณะทำความสะอาดหรือตรวจสอบสภาพโลหะของผิวสัมผัสแบริ่ง (BABBITT)

ฉ. ควรจัดให้มีการระบายอากาศในห้องอย่างเพียงพอ เพื่อการระบายควันหรือไอระเหยของสารพิษขณะปฏิบัติงาน

2. การออกแบบแบริ่งรับเพลาใบจักร (LINESHAFT BEARING DESGN)

2.1 แบริ่งรับเพลาใบจักรเป็นแบบปรับศูนย์เองได้ ประกอบอยู่ภายในตัวเรือนแบริ่งที่สามารถถอดชิ้นส่วนสำคัญได้ง่าย ซึ่งตัวเรือนแบริ่งประกอบด้วนฐาน (PEDESTAL) และฝาครอบ (CAP)

2.2 ระบบหล่อลื่น (LUBRICATION) เป็นระบบที่มีโครงสร้างเฉพาะ (SELF- CONTAINED) โดยมีวิธีการหล่อลื่นแบบใช้วงแหวนน้ำมันหรือแบบจานน้ำมันอย่างใดอย่างหนึ่งในการนำน้ำมันหล่อลื่นในอ่างน้ำมัน (SUMP) ส่งขึ้นไประบายความร้อนและหล่อลื่นที่ผิวสัมผัสของแบริ่ง แบบของแบริ่งที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ แบบปลอกรูปทรงกระบอก เวลาประกอบต้องใช้วิธีสอด (INSERT - TYPE BABBITTED BEARING LINER) และแบบหล่ออัดแน่นติดกับเปลือกแบริ่ง (BEARING LINER SHELL) แบริ่งดังกล่าวถูกติดตั้งอยู่บนฐานแบบปรับศูนย์ได้อยู่ภายในเรือนแบริ่ง

2.2.1 แหวนน้ำมัน (RING – OIL) โครงสร้างของแบริ่งรับเพลาใบจักรที่ใช้การหล่อลื่นด้วยแหวนน้ำมันตามภาพที่ 1-2 อาจใช้แหวนน้ำมันได้ 2-3 วง วงแหวนน้ำมันด้านบนประกอบอยู่ภายในช่องที่เปลือกแบริ่ง ด้านล่างประกอบอยู่ในอ่างน้ำมัน ลักษณะการประกอบรอบเพลาใบจักรเป็นรูปวงรี

2.2.2 จานน้ำมัน (DISK OIL) โครงสร้างของแบริ่งรับเพลาใบจักรที่ใช้วิธีการหล่อลื่นด้วยจานน้ำมันตามภาพ 1-3 ลักษณะการทำงานเหมือนกับวิธีการหล่อลื่นด้วยแหวนน้ำมันกล่าวคือ เมื่อจานหมุนน้ำมันหล่อลื่นจากถังพักส่วนล่างจะติดจานหมุนขึ้นไปส่วนบนของเรือนแบริ่ง จากนั้นแผ่นกวาดน้ำมัน (SCRAPER) จะทำหน้าที่กวาดน้ำมันหล่อลื่นจากแผ่นจานให้ตกลงไปยังช่องเก็บที่เปลือกแบริ่งบน จากช่องเก็บที่เปลือกแบริ่งบน น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านรูเข้าไปหล่อลื่นและระบายความร้อนที่ผิวสัมผัสแบริ่ง

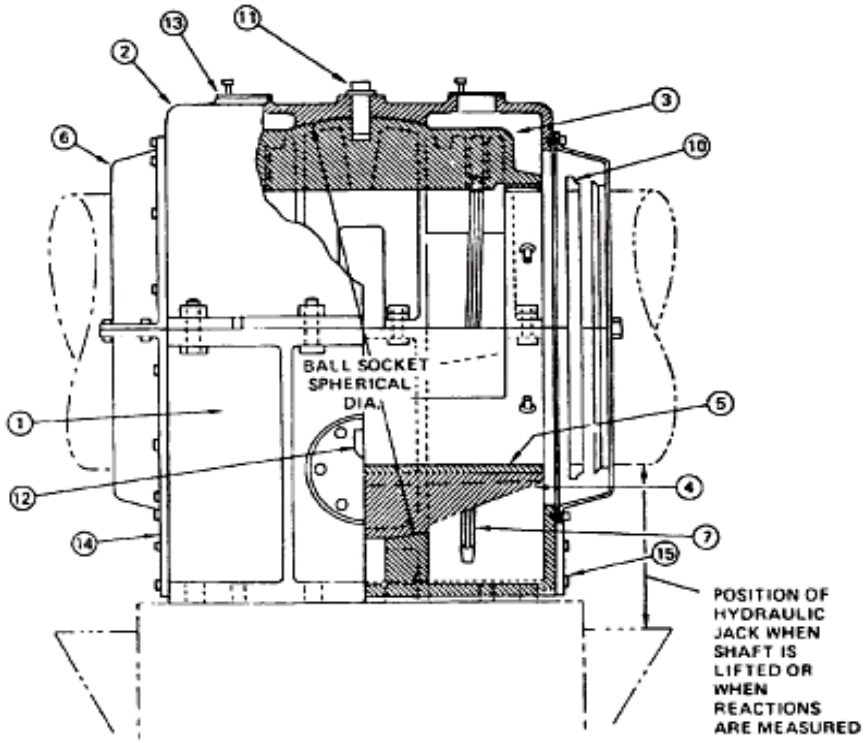
2.2.3 จากการใช้งานพบว่า การทำงานของจานน้ำมันดีกว่าแหวนน้ำมันในทุกๆ ความเร็วโดยเฉพาะขณะหมุนเพลาใบจักรด้วยมอเตอร์ (TURNING GEAR) ทั้งนี้เพราะแหวนน้ำมันอาจจะเกิดอาการติด (ไม่หมุนไปพร้อมเพลา) ทำให้แบริ่งขาดการหล่อลื่น สำหรับแบริ่งที่ใช้จานน้ำมัน การประกอบแผ่นจานกับเพลาใบจักรทำได้ดี และไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการหมุน

2.2.4 แผ่นกวาดน้ำมัน (SCRAPER) ที่ติดตั้งอยู่ส่วนบน และทำหน้าที่กวาดน้ำมันหล่อลื่นจากแผ่นจานลงไปช่องด้านบนของเปลือกแบริ่งบนนั้น ประกอบยึดติดแน่นไม่ให้หมุนตามแผ่นจานด้วยเดือยหรือสลัก (ดูภาพประกอบ)

3. ส่วนประกอบของแบริ่งรับเพลาใบจักร (MAJOR COMPONENT)

ภาพที่ 1-2 และภาพที่ 1-3 แสดงส่วนประกอบสำคัญของชุดแบริ่งรับเพลาใบจักร

3.1 ฐานแบริ่ง (BEARING PODESTAL) (หมายเลข 1) ฐานแบริ่งเป็นส่วนล่างของตัวเรือน แบริ่งทำหน้าที่เป็นสถานที่ติดตั้งและปรับศูนย์เปลือกแบริ่ง นอกจากนั้นยังทำหน้าที่รองรับส่วนประกอบทั้งหมดของชุดแบริ่งและเพลาใบจักร ฐานแบริ่งประกอบติดกับโครงสร้างตัวเรือด้วยสลัก

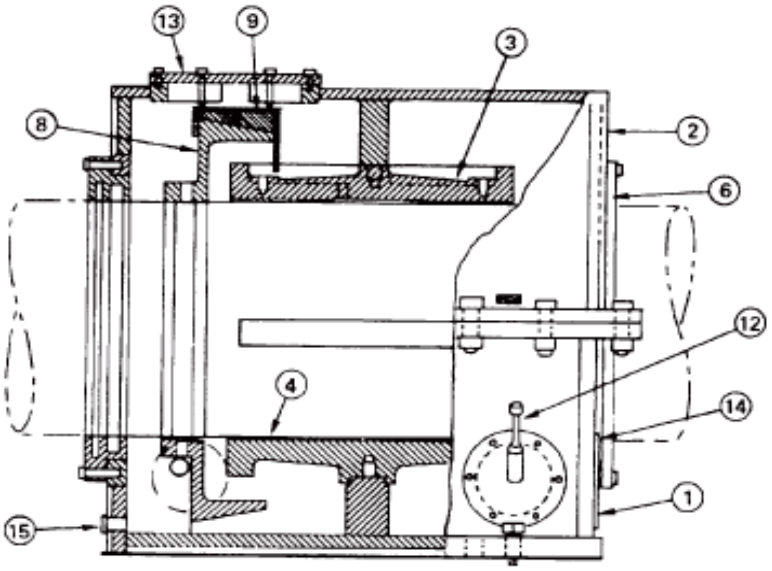


ภาพที่ 1-2 RING-OILED BEARING

3.2 ฝาครอบแบริ่ง (BEARING CAP) (หมายเลข 2) ฝาครอบแบริ่งเป็นส่วนหนึ่งของตัวเรือนแบริ่ง ทำหน้าที่ยึดแบริ่งและส่วนประกอบไม่ให้มีการเคลื่อนตัว และทำหน้าที่รับแรงสั่นสะเทือนหรือภาระที่มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเพลาใบจักรในทางตั้ง ฝาครอบแบริ่งถูกยึดติดกับฐานแบริ่งด้วยสลัก

3.3 ตัวเรือนแบริ่ง (BEARING HOUSING) ตัวเรือนแบริ่ง เป็นส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้าง 3 ส่วน คือ ฐานแบริ่ง (หมายเลข 1) ฝาครอบแบริ่ง (หมายเลข 2) และแผ่นปิดหัวท้ายเรือนแบริ่ง (หมายเลข 6)

3.4 เปลือกแบริ่ง (BEARING SHELL) (หมายเลข 3 และ 4) เปลือกแบริ่งเป็นส่วนประกอบของชุดแบริ่งที่ออกแบบให้ทำหน้าที่ในการปรับระยะหรือปรับศูนย์แบริ่งได้ในตัวขณะใช้งาน(SELF – ALIGNING) ประกอบด้วย 2 ส่วน (เปลือกบน - ล่าง) โดยด้านในของเปลือกแบริ่งทั้งส่วนบนและล่างถูกสร้างให้มีผิวทรงกระบอก และมีระยะโตใน (INSIDE DIAMETER) ที่พอดีกับการใส่แบริ่ง (BABBITT BEARING INSERT) หรือมีระยะโตในที่สามารถอาบผิวสัมผัสด้วย BABBITT ให้ได้ความหนาตามคู่มือ การวัดหนาของ BABBITT และการตรวจสอบขณะใช้งานให้ปฏิบัติตามคู่มือ



PART NO.	NOMENCLATURE
1	BEARING PEDESTAL
2	BEARING CAP
3	UPPER BEARING SHELL
4	LOWER BEARING SHELL
* 5	BEARING INSERT
6	OIL RETAINING END COVER
* 7	OIL RING
8	OIL DISK
9	OIL SCRAPER
*10	OIL SLINGER RING
*11	PIVOT PIN
12	OIL GAGE
13	SIGHTHOLE
14	HANDHOLE
15	PIPE PLUG

* SHOWN ON RING-OILED BEARING

ภาพที่ 1-3 DISK-OILED BEARING

3.5 แบริ่งปลอกรูปทรงกระบอกปลอก (INSERT - TYPE BABBITTED BEARING LINER) (หมายเลข 5) เป็นแบริ่งที่มีขนาด (ความหนา) พอดีกับการสอดใส่เข้าไปในช่องว่างระหว่างเปลือกแบริ่งและผิวสัมผัสของเพลาใบจักร ความหนาของ BABBITT และวิธีการวัดตามคู่มือกำหนด แบริ่งปลอกหรือ BEARING INSERT เมื่อหมดระยะใช้งานไม่สามารถหล่อกลับมาใช้งานใหม่ได้

3.6 แหวนน้ำมัน (OIL RING) (หมายเลข 7 ภาพที่ 1-2) แหวนน้ำมันมีโครงสร้างที่เป็นส่วนผสมของโลหะ(BRASS) ผิวภายนอกหยาบ และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตในประมาณ 1 1/3 ของเพลาใบจักรและปลอกเพลา (SHAFT SLEEVE) แหวนน้ำมันประกอบอยู่โดยเพลาใบจักร สัมผัสและหมุนไปพร้อมกับเพลาใบจักร (ด้วยความฝืดของผิวภายนอกที่หยาบ) การทำงานของแหวนน้ำมัน กล่าวคือ เมื่อวงแหวนหมุนด้านล่างของแหวนน้ำมันที่จมอยู่ในอ่างน้ำมันหล่อก็จะหมุนขึ้น และนำเอาน้ำมันหล่อลื่นติดผิววงแหวนขึ้นมาด้านบนของเพลาใบจักรด้วย เมื่อน้ำมันหล่อลื่นที่ติดวงแหวนมาถึงส่วนบนของเพลาใบจักร ช่องบังคับวงแหวน (GROOVE หรือ OIL RING GUIDE ที่เปลือกแบริ่ง) จะทำหน้าที่รีดน้ำมันหล่อลื่นออกจากวงแหวนตกลงบนเพลาใบจักรและหล่อลื่นผิวสัมผัสของแบริ่ง (BABBITL)

3.7 จานน้ำมัน (OIL DISK) (หมายเลข 8 ภาพที่ 1-3) จานน้ำมันสร้างจากโลหะทรงกลมบาง ประกอบติดอยู่รอบเพลาใบจักรภายในเรือนแบริ่ง ส่วนล่างของจานน้ำมัน (ใต้เพลาใบจักร) จมอยู่ในอ่างน้ำมัน การทำงานเหมือนกับแหวนน้ำมัน กล่าวคือ เมื่อเพลาใบจักรหมุน จานน้ำมันส่วนที่จมอยู่ในอ่างน้ำมันทำหน้าที่พาน้ำมันหล่อลื่นติดขึ้นไปส่วนบนของเพลาด้วย จากนั้นแผ่นกวาดน้ำมัน (SERAPER) จะทำหน้าที่กวาดน้ำมันออกจากผิวจานตกไปหล่อลื่นผิวสัมผัสของแบริ่ง

3.8 แหวนกันน้ำมัน (OIL SLINGER RING) (หมายเลข 10) แหวนกันน้ำมันประกอบติดและหมุนพร้อมไปกลับเพลาใบจักรอยู่บริเวณด้านหัว-ท้ายภายในเรือนแบริ่ง ทำหน้าที่ป้องกันน้ำมันหล่อลื่นรั่วไหลออกไปจากเรือนแบริ่ง การทำงานของแหวนกันน้ำมันด้วยแรงเหวี่ยงเมื่อเพลาใบจักรหมุน

3.9 เดือยล็อค (PIROT PIN) (หมายเลข 3) เดือยล็อคที่ประกอบอยู่ระหว่างฝาครอบและเปลือกแบริ่งบนทำหน้าที่ป้องกันเปลือกแบริ่งหมุนตามเพลาใบจักร และรูเดือยล็อคยังเป็นสถานที่ติดตั้งไมโครมิเตอร์ (DEPT MICROMETER) สำหรับอัดระยะ (CLEARANCE) ผิวสัมผัสของแบริ่งอีกด้วย

3.10 อุปกรณ์วัดระดับน้ำมันในถังพัก (OIL GAGE) (หมายเลข 2) อุปกรณ์วัดระดับน้ำมันหล่อลื่นในอ่างน้ำมันหล่อลื่นปกติเป็นไม้วัดพร้อมด้วยขีดแสดงระดับ แต่เรือนแบริ่งบางแบบแสดงระดับน้ำมันหล่อด้วยหลอดแก้ว

3.11 ช่องตรวจ (INSPECTION PORT หรือ SIGHTHOLE)(หมายเลข 13) เป็นช่องที่อยู่บนฝาครอบเรือนแบริ่งเหนือบริเวณที่ติดตั้งจานน้ำมันหรือแหวนน้ำมัน เดิมช่องตรวจถูกปิดไว้ด้วยฝาโลหะเพื่อป้องกันผงฝุ่นเข้าไปในเรือนแบริ่ง ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นฝาพลาสติกที่สามารถตรวจสอบการทำงานของแหวนน้ำมันหรือจานน้ำมันได้โดยไม่ต้องเปิดฝาช่องตรวจ ช่วยลดสิ่งสกปรกที่จะเข้าไปปนกับน้ำมันหล่อลื่น และสามารถตรวจการทำงานของอุปกรณ์ภายในได้ตลอดเวลาโดยเฉพาะขณะใช้ความเร็วสูง

3.12 ช่องมือ (HAND HOLE) (หมายเลข 14) ช่องมือพร้อมฝาปิดเป็นส่วนประกอบที่อยู่บริเวณด้านหัวหรือด้านท้ายเหนือฐานแบริ่ง เป็นช่องสำหรับเปิดเพื่อทำความสะอาดภายในอ่างน้ำมันหล่อ และตรวจสภาพภายในตัวเรือนแบริ่ง

3.13 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น ปกติใช้เทอร์โมมิเตอร์ โดยปลายด้านรับอุณหภูมิสัมผัสอยู่กับน้ำมันหล่อลื่นภายในถังอ่างน้ำมันตลอดเวลา (ห้ามใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอท) หรืออาจติดตั้ง RTE (RESISTANCE TEMPERATURE ELEMENT) เครื่องวัดอุณหภูมิด้วยไฟฟ้าแทนเทอร์โมมิเตอร์ก็ได้

4. ฐานปรับระยะ (SELF-ALIGNING MOUNT)

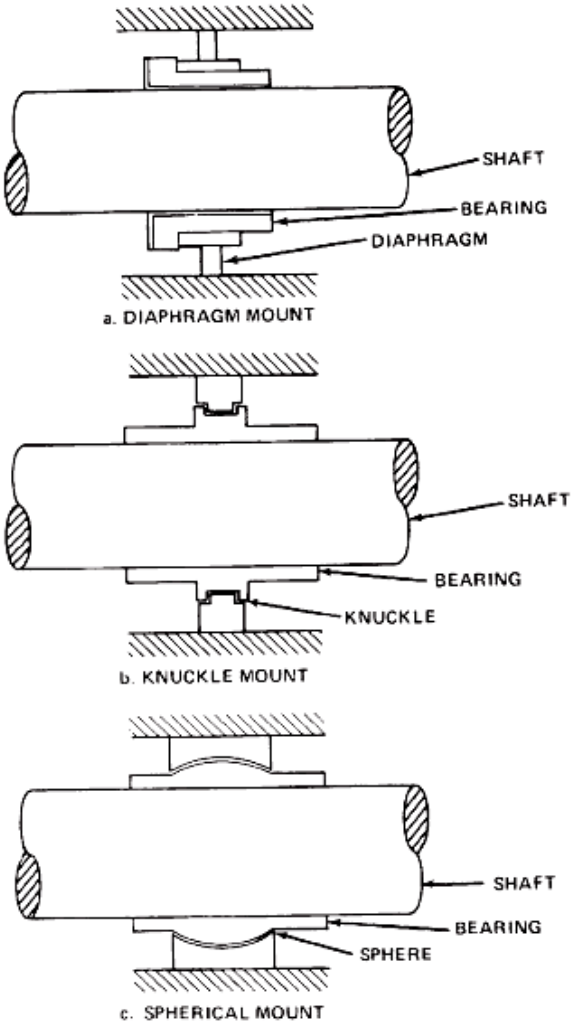
ฐานแบริ่งที่ออกแบบให้มีคุณสมบัติปรับศูนย์ได้ภายในตัวมี 3 ลักษณะ (ตามภาพ 1-4) มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ฐานแบบไดอะแฟรม (DIAPHRAM MOUNT) ตามภาพที่ 1-4A แสดงโครงสร้างของแบริ่งที่วางอยู่บนโครงรับ (RIB) ภายในเรือนแบริ่ง ความหนาของโครงรับนี้จะถูกควบคุมให้มีขนาดตามที่กำหนดเพื่อให้มีระยะการทำงานร่วมกับไดอะแฟรมในการปรับแนวสัมผัสของแบริ่งให้ได้ศูนย์ตามแนวของเพลาใบจักรที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแรงที่กระทำอยู่ตลอดเวลา

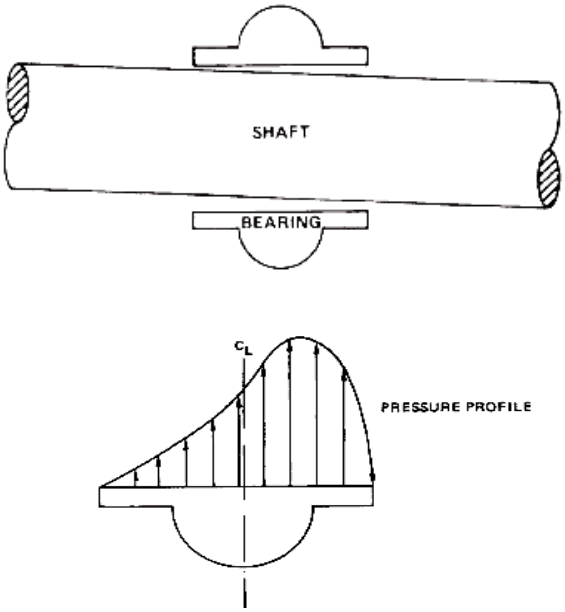
4.2 ฐานแบบข้อต่อ (KNUCKLE MOUNT) ตามภาพที่ 1-4B ลักษณะที่สำคัญของฐาน แบริ่งแบบข้อต่อ คือ ด้านนอกของเปลือกแบริ่งมีโครงรับ 2 แนว ส่วนบริเวณแนวตรงกลางของโครงรับสร้างในลักษณะนูนกลมตื้น (SPHERICAL) ซึ่งตรงกลางของนูนกลมนี้เป็นข้อต่อ (KNUCKLE) หรือพื้นที่สัมผัสกับส่วนประกอบของตัวเรือนแบริ่งที่สามารถโครงตัว (ROCK) และปรับแนวสัมผัสระหว่างแบริ่งกับเพลาใบจักรได้

4.3 ฐานแบบทรงกลม (SPHERICAL MOUNT) ตามภาพที่ 1-4C ลักษณะที่สำคัญของฐานทรงกลมคือด้านนอกของเปลือกแบริ่งสร้างเป็นทรงกลมนูนใหญ่ ซึ่งเมื่อสัมผัสกับบริเวณช่องเว้าที่เปลือกแบริ่งแล้วสามารถที่จะเลื่อนตัวปรับแนวสัมผัสของแบริ่งกับเพลาใบจักรให้สัมพันธ์กับภาระได้

4.5 การเยื้องศูนย์ (MISALIGNMENT) เมื่อมีการเยื้องศูนย์เกิดขึ้นที่ฐานแบริ่งทั้ง 3 แบบ แบริ่งจะรับน้ำหนักของเพลาใบจักรได้ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้เกิดเป็นแรงกระทำต่อแบริ่งและเพลาใบจักรในลักษณะตามภาพที่ 1-5



ภาพที่ 1-4. BEARING MOUNTS



ภาพที่ 1-5 แสดงการเยื้องศูนย์เกิดขึ้นที่ฐานแบริ่ง (MISALIGNED BEARING)

5. การใช้งานและปัญหาข้อขัดข้อง (OPERATING PROCEDURES AND PROBLEMS)

5.1. มาตรการใช้งาน (OPERATING CRITERIA) การติดตั้งและการปฏิบัติกับระบบหล่อลื่นอย่างถูกต้องเป็น 2 มาตรการสำคัญของการใช้งานแบริ่งรับเพลาใบจักร อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นในถังพักไม่ควรเกิน 82 ºC (180 º F) และอุณหภูมิ BABBIT จะต้องไม่เกิน 121 ºC (250 º F)

5.2. น้ำมันหล่อลื่น (LUBRICATING OIL) น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานกับแบริ่งรับเพลาใบจักร ปกติเป็นชนิดเดียวกันกับที่ใช้งานในเครื่องจักรอื่นๆ ของระบบขับเคลื่อน และโครงสร้างของระบบน้ำมันหล่อลื่นแบริ่งรับเพลาใบจักรนั้น ส่วนมากเป็นระบบแยกเป็นอิสระ (SELF-CONTAINED OIL SYSTEM) สำหรับเรือบางประเภทอาจมีระบบท่อทางเติมและท่อทางเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นรวมอยู่ด้วย (ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นให้ตรวจสอบจากคู่มือเรือ)

5.2.1 เพื่อป้องกันแบริ่งรับเพลาใบจักรชำรุด น้ำมันหล่อลื่นต้องสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน ต้องทำการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นถ้าตรวจพบว่ามีน้ำหรือตะกอนปน

5.3 การป้องกันอันตรายกับแบริ่ง (BEARING SECURITY) เพื่อหลีกเลี่ยงผู้ไม่หวังดี บริเวณตัวเรือนแบริ่ง (ช่องตรวจ) หรือห้องเพลาที่เป็นสถานที่ติดตั้งแบริ่ง ควรมีการปิดล็อกด้วยกุญแจ หรือจัดเวรยามตรวจความเรียบร้อยอย่างต่อเนื่อง

ข้อควรระวัง

การเพิ่มของอุณหภูมิแบริ่ง หรืออุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่สูงเกินเกณฑ์ โดยมีสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิห้องปกตินั้น อาจเป็นเพราะปัญหาภายในตัวเรือนแบริ่ง ควรเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด วัดระดับน้ำมันหล่อลื่น ในถังพักและนำตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นส่งไปตรวจ

5.4 อุณหภูมิแบริ่ง (BEARING TEMPERATURE) น้ำมันหล่อลื่นในถังพักของแบริ่งรับเพลาใบจักรปกติจะมีอุณหภูมิประมาณ 28 ºC (50 º F) หรือประมาณอุณหภูมิห้องถ้าไม่มีปัจจัยภายนอกมาเกี่ยวข้อง ส่วนอุณหภูมิของแบริ่ง (วัดโดย RTE) จะสูงกว่าน้ำมันหล่อลื่นในถังพัก อุณหภูมิแบริ่งสูงสุดไม่ควรเกิน 180 º F (82 ºC)

5.4.1 อุณหภูมิแบริ่งสูงเกินเกณฑ์ (OVERHEAT BEARING) เพื่อให้มีการปฏิบัติที่ถูกต้อง จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์อุณหภูมิของแบริ่งรับเพลาใบจักรที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ร้อน (HOT) หรือร้อนจนไม่สามารถควบคุมได้ (UNCONTROLLED HOT) โดยมีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นแบริ่งที่วัดโดยตรงจากในถังพักด้วยเทอร์โมมิเตอร์

ก. เกณฑ์ร้อน (HOT)

1. อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นในถังพักสูงเกินเกณฑ์ใช้งานในสภาวะปกติ แต่น้อยกว่า 180 º F (82 ºC) โดยพิจารณาจากภาระและความเร็วรอบของเพลาใบจักร

2. อุณหภูมิใช้งานที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง โดย วิธีระบายความร้อนด้วยอุปกรณ์ในระบบ หรือวิธีลดรอบความเร็วเพลาใบจักร

ข. เกณฑ์ร้อนจนไม่สามารถควบคุมได้ (UNCONTROLLED HOT)

1. อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นในถังพักสูงเกิน 180 º F (82 ºC)
2. มีควันลอยออกมาจากแบริ่ง
3. มีเสียงดังผิดปกติจากแบริ่ง
4. เกิดสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูง (ถ้ามี)

- อุณหภูมิแบริ่ง (BABBITT) ที่วัดโดยเครื่องวัดอุณหภูมิระบบไฟฟ้า (RTE)

ก. เกณฑ์ร้อน (HOT)

1. อุณหภูมิแบริ่งสูงเกินเกณฑ์ใช้งานปกติในแต่ละรอบความเร็วของเพลาใบจักรตามที่เคยใช้ (วัดขณะเรือเดินทางปกติหรือขณะแปรขบวน) แต่ไม่เกิน 250 º F (121 ºC)

2. อุณหภูมิแบริ่งที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกตินั้น สามารถควบคุมได้โดยการระบายความร้อนด้วยอุปกรณ์เฉพาะที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในระบบเท่านั้น

ข. เกณฑ์ร้อนจนไม่สามารถควบคุมได้ (UNCONTROLLED HOT)

1. อุณหภูมิแบริ่งเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิปกติสูงสุดประมาณ 20 º F (11 ºC) โดยวัดในขณะที่เรือเดินทางปกติหรือเรือแปรขบวน

2. แบริ่งมีอุณหภูมิ 250 º F (121 ºC) หรือสูงกว่า

5.4.2 การปฏิบัติเมื่อแบริ่งร้อน (HOT BEARING) เมื่อเกิดเหตุการณ์แบริ่งรับเพลาใบจักรร้อน ควรดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. แจ้งห้องควบคุมเครื่องจักร

2. เมื่อได้รับอนุญาตให้ลดความเร็วรอบเพลาใบจักร ให้ใช้ความเร็วในการเดินทางนั้นไปจนกระทั่งแบริ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่รอบนั้น

ข้อควรระวัง

-ไม่ควรทำให้อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่สูงเกินปกติลดลงเร็วเกินกว่าที่คู่มือกำหนด การลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วอาจเป็นสาเหตุทำให้ไอน้ำมันเกิดการควบแน่นภายในตัวเรือนแบริ่ง

- การลดอุณหภูมิแบริ่งร้อนด้วยวิธีใช้น้ำราดไปบนเรือนแบริ่ง อาจมีน้ำรั่วผ่านฝาปิดหรือฝาปิดช่องตรวจได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำมันหล่อลื่นมีน้ำปน

3. ใช้พัดลมเป่าแบริ่ง หรือในกรณีฉุกเฉินให้ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมบนตัวเรือนแบริ่ง

4. ตรวจสอบระดับมันหล่อลื่นในถังพัก

5. ส่งน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างไปตรวจ

<u>หมายเหตุ</u> ถ้าตรวจพบชิ้นส่วนของแบริ่ง (BABBITT) ปนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นแสดงว่าเกิดการเสียดสีที่แบริ่ง ให้เปิดและตรวจสอบแบริ่งในโอกาสแรก

6. ให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือในการตรวจสอบหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขแบริ่งร้อน

5.4.3 การปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุการณ์แบริ่งร้อนจนไม่สามารถควบคุมได้ หรือเกิดการเสียดสีขึ้นที่แบริ่ง

1. แจ้งห้องควบคุมเครื่องจักร

2. เมื่อได้รับอนุญาตให้หยุดการใช้เครื่องและล็อคเพลาใบจักร

<u>หมายเหตุ</u> การตัดสินใจว่าจะใช้งานต่อไป หรือเลิกเครื่องและล็อคเพลาใบจักร รวมทั้งสิ่งที่ต้องปฏิบัติหลังจากเมื่อเลิกใช้งานเพลาใบจักรแล้ว ว่าจะใช้วิธีการแก้ไขหรือซ่อมทำอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับการประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นจะมีมาก /น้อย

ข้อควรระวัง

- ไม่ควรทำให้อุณหภูมิมันหล่อลื่นที่สูงเกินปกติลดลงเร็วเกินกว่าที่คู่มือกำหนด การทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วอาจเป็นสาเหตุทำให้ไอน้ำมันเกิดการควบแน่นภายในตัวเรือนแบริ่ง

- การลดอุณหภูมิแบริ่งร้อนด้วยวิธีใช้น้ำราดไปบนเรือนแบริ่ง อาจทำให้มีน้ำรั่วผ่านฝาปิดหรือฝาปิดช่องตรวจได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้มันหล่อลื่นมีน้ำปน

3. ใช้พัดลมหรือผ้าชุบน้ำคลุมบนตัวเรือนแบริ่ง เพื่อว่าอาจจะแสดงอาการให้ทราบสาเหตุได้

4. ตรวจสภาพแบริ่งและมันหล่อลื่นในถังพัก เพื่อตรวจสอบความเสียหายที่เกิดการแบริ่งเช็ด

5. ให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ ในการตรวจสอบสาเหตุและดำเนินการแก้ไขสถานการณ์

5.5 ความสั่นสะเทือนและเกิดเสียงดังผิดปกติ (VIBRATION AND NOISE) ความสั่นสะเทือนและเสียงดังที่เกิดขึ้นกับแบริ่งรับเพลาใบจักรขณะใช้งานด้วยความเร็วรอบต่ำนั้น อาจมีสาเหตุมาจากการหมุน

ของเพลาใบจักรไม่ราบเรียบ ทั้งนี้เกิดจากการสัมผัสหรือเกาะติดกันเป็นช่วงๆ ระหว่างเพลาใบจักรและแบริ่งกระบอกดีฟุตหรือโยงโย่ เป็นผลมาจากการเป็นฟิล์มของน้ำทะเลยังมีความหนาไม่พอที่จะยกเพลาใบจักรให้พ้นจากผิวสัมผัสของแบริ่ง ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มรอบเพลาใบจักรให้หมุนอยู่เกณฑ์ปกติ แต่ถ้าเพิ่มรอบเพลาใบจักรแล้วปรากฏว่าเสียงและความสั่นสะเทือนเกิดด้วยความรุนแรงมากขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากแบริ่งรับเพลาใบจักรตัวใดตัวหนึ่งสึก (WEARDOWN) ควรตรวจสอบศูนย์เพลาใบจักร หรืออาจจะต้องเปลี่ยนแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรถ้าจำเป็น

5.5.1 ถ้าเพลาใบจักรเกิดการโค้งงอ การเสียดสีระหว่างแป๊กกิ้งผนังห้องและเพลาใบจักรที่เกิดการโค้งงอนั้น นอกจากจะทำให้มีเสียงดังเกิดขึ้นแล้ว ยังทำให้เพลาใบจักรและชุดแป๊กกิ้งผนังห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น (OVERHEAT) (หรืออาจเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้งานเพลาใบจักรภายหลังที่มีการทดลองอัดอากาศภายในห้อง) เสียงและความสั่นสะเทือนจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา เพราะเพลาใบจักรจะเกิดการโค้งงอมากขึ้นเนื่องจากการเสียดสีทำให้เพลาใบจักรมีอุณหภูมิสูงขึ้น ควรทำให้อุณหภูมิลดลงด้วยการระบายความร้อนเพลาใบจักรด้วยพัดลมหรือลดความเร็วรอบเพลาใบจักร ก่อนดำเนินการแก้ไขข้อขัดข้องด้วยการเปลี่ยนแป๊กกิ่งเพลาใบจักรผนังห้องและปรับให้ได้ศูนย์ ถ้าจำเป็น

5.6 น้ำท่วมแบริ่งรับเพลาใบจักร (SEAWATER IMMERSION) เมื่อมีเหตุการณ์น้ำทะเลท่วมห้องและเป็นสาเหตุทำให้แบริ่งรับเพลาใบจักรจมอยู่ใต้น้ำ การทำความสะอาดและปรับสภาพแบริ่งให้กลับมาใช้งานได้ใหม่นั้นให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ ส่วนการควบคุมน้ำเข้าเรือให้ปฏิบัติตามคู่มือป้องกันความเสียหาย

5.7 การป้องกันสิ่งปนเปื้อน (PROTECTION FROM CONTAMINATION) ตลอดระยะเวลาที่มีการซ่อมทำแบริ่งรับเพลาใบจักร (ปกติดำเนินการโดยช่างโรงงาน) ต้องป้องกันผงฝุ่นและสารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดส่วนประกอบต่างๆ หรือสิ่งอื่นใดเข้าไปภายในตัวเรือนแบริ่ง หรือสัมผัสกับส่วนประกอบสำคัญด้วยวิธีคลุมหรือห่อหุ้มด้วยพลาสติก และผูกรัดด้วยเทปกาวอย่างแน่นหนา พลาสติกที่ใช้ควรมีความหนาพอที่จะไม่เกิดการฉีกขาด

5.8 การปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุข้อขัดข้อง (CASUALTY CONDITION) เมื่อมีเหตุการณ์หรือข้อขัดข้องเกิดขึ้นหรือสงสัยว่าจะเกิด ผู้ปฏิบัติหน้าที่ยามต้องรีบแจ้งห้องควบคุมเครื่องจักรทราบทันที

6. การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE)

6.1 ตารางการซ่อมบำรุง (SCHEDULED MAINTENANCE) การกำหนดตารางการซ่อมบำรุงควรเป็นช่วงที่เรือไม่มีภารกิจใดๆ และอาจจะต้องมีการซ่อมบำรุงก่อนตารางการปฏิบัติบ้างเป็นบางครั้ง เพื่อเร่งให้ทันภารกิจ หรือเพื่อแก้ไขสิ่งผิดปกติตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น (ตารางการซ่อมบำรุงระบบน้ำมันหล่อลื่นของแบริ่งรับเพลาใบจักรให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือเท่านั้น) และควรจัดทำบันทึกหรือลงปูมไว้เป็นประวัติการซ่อมทำด้วยทุกครั้ง ทั้งนี้การซ่อมบำรุงที่ถูกต้องช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายร้ายแรงที่อาจจะมีแฝงอยู่ได้ จงเปรียบเทียบข้อมูลใหม่ที่ตรวจสอบได้กับข้อมูลเดิมในปูม ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ควรจดบันทึก เช่น อุณหภูมิใช้งาน ระดับน้ำมันหล่อลื่นในถังพัก ระยะหรือ CLEARANCE ของแบริ่ง รวมทั้งข้อขัดข้องหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับส่วนหมุนหรืออุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ ของแบริ่ง เป็นต้น

6.2 น้ำมันหล่อลื่น (LUBRICATING OIL) น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานกับแบริ่งรับเพลาใบจักร ปกติจะเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้งานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่นๆ ในระบบขับเคลื่อน ให้ใช้น้ำมันหล่อลื่นตามที่คู่มือกำหนดเท่านั้น สิ่งปนเปื้อนที่ปนอยู่ใน น้ำมันหล่อลื่น เช่น น้ำ หรือของแข็งประเภทต่างๆ ซึ่งทั้ง 2 ประเภทมีผลต่อการทำงานของแบริ่งรับเพลาใบจักรทั้งสิ้น มีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 น้ำมันหล่อลื่นมีน้ำปน (WATER CONTAMINATION) ความชื้นกลั่นตัวเป็นน้ำ (ขณะลดอุณหภูมิแบริ่ง) แล้วเกิดการสะสมอยู่ในถังพักน้ำมันหล่อลื่น อาจเป็นน้ำจืดหรือน้ำทะเลขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศ น้ำทำให้สูญเสียสภาพการเป็นฟิล์มระหว่างผิวสัมผัสของเพลาใบจักรและแบริ่ง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดสนิม ซึ่งสนิมก็เป็นต้นเหตุที่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีสิ่งปนเปื้อนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการเกิด TIN OXIDE บนผิวสัมผัสของแบริ่ง (BABBITT) ก็เพราะน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นเช่นกัน

6.2.2 สิ่งปนเปื้อนของแข็ง (SOLID CONTAMINATION) ผงฝุ่น และสารละลายที่ปนอยู่ในอากาศสามารถเข้าไปในเรือนแบริ่งได้ และลงไปสะสมอยู่ในน้ำมันหล่อลื่น ชนิดของสิ่งปนเปื้อนและอัตราการสะสมขึ้นอยู่กับสถานที่เทียบเรือและสภาพแวดล้อมของสถานที่นั้นๆ เช่น สภาพแวดล้อมในอู่ต่อเรือหรือในห้องหม้อน้ำที่กำลังเปลี่ยนแผ่นอิฐทนไฟใหม่ เป็นต้น สถานที่ดังกล่าวมีสิ่งปนเปื้อนที่สามารถทำความเสียหายให้กับแบริ่งรับเพลาใบจักรได้

6.2.3 การตรวจน้ำมันหล่อ (LUBRICATING OIL INSPECTION) การสุ่มตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นเพื่อนำไปตรวจน้ำและตะกอนสิ่งสกปรก ถูกกำหนดเป็นตารางการปฏิบัติไว้ใน PMS หรือคู่มือแล้ว วิธีการตรวจน้ำมันหล่อลื่นให้ปฏิบัติตามคู่มือหรือส่งไปตรวจยังหน่วยที่เกี่ยวข้อง ถ้าผลการตรวจไม่ผ่านเกณฑ์ให้ทำการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น โดยเดรนน้ำมันหล่อลื่นในถังพักและทำความสะอาดก้นถัง แล้วจึงเติมน้ำมันหล่อลื่นใหม่

6.3 การทำความสะอาดถังพัก (CLEANING OIL SUMP) ถังพักน้ำมันหล่อลื่นของแบริ่งรับเพลาใบจักร (OIL SUMP) ต้องปราศจากน้ำและสิ่งปกปรกต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นในถังพัก ควรทำความสะอาดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1.) ใช้ผ้าสะอาดเช็ดบริเวณก้นถัง ตามมุมของถังพัก และบริเวณทั่วไปเหนือระดับน้ำมันหล่อลื่น

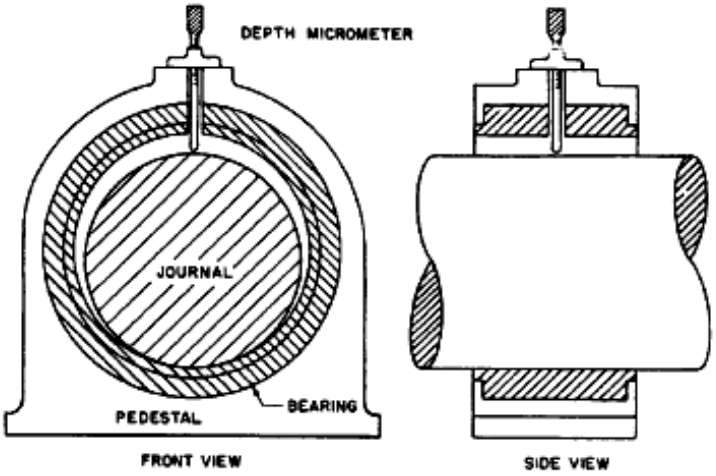
2.) ถ้าต้องล้างถัง ให้ใช้น้ำมันหล่อลื่นแบริ่งที่สะอาด และห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นล้างถังเติมใช้งาน

<u>หมายเหตุ</u> ห้ามนำน้ำยาหรือวัตถุที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนมาใช้ทำความสะอาดถังพักน้ำมันหล่อลื่น ถ้าสิ่งสกปรกที่เป็นของแข็งไม่สามารถทำความสะอาดด้วยผ้าให้ใช้เครื่องมือขูดออก (SCRAPERS)

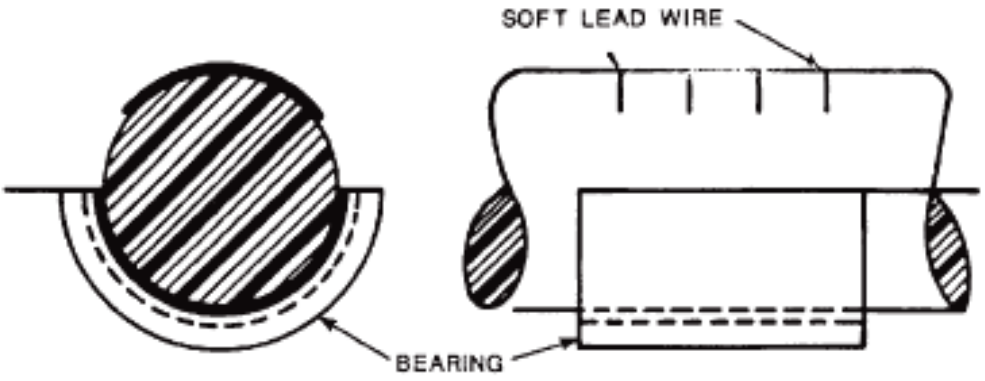
3.) ต้องตรวจสอบความเรียบร้อยเมื่อทำความสะอาดแล้วเสร็จ เก็บผ้าหรือเครื่องมือและสิ่งทำความสะอาดอื่นๆ ออกไปจากถังให้เรียบร้อย ก่อนทำการปิดช่องตรวจหรือฝาครอบเรือนแบริ่ง

6.4 ระยะแบริ่ง (BEARING CLEARANCE) ระยะที่อยู่ในเกณฑ์ใช้งานของแบริ่งที่ติดตั้งใหม่ หรือแบริ่งที่หล่อ BABBITT ใหม่นั้น ควรอยู่ในช่วงตามที่คู่มือกำหนดเท่านั้น และเมื่อแบริ่งมีระยะเพิ่มขึ้นเท่ากับระยะที่ต้องทำการเปลี่ยน(BEARING REPLACEMENT CLEARANCE)ตามคู่มือ แบริ่งรับเพลาใบจักรดังกล่าวควรได้รับการถอด /ตรวจสอบและซ่อมทำตามความจำเป็น การวัดระยะสึกหรอของแบริ่งรับเพลาใบจักร

ทำได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้ลวดตะกั่ว (LEAD WIRE) หรือวัดด้วย FEELER GAGES (วิธีปฏิบัติตามคู่มือ) หรือวัดไมโครมิเตอร์ (DEPTH MICROMETER) ถ้าการวัดด้วยไมโครมิเตอร์พบว่าได้ระยะเท่าเดิม (ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากการวัดครั้งสุดท้ายที่มีการบันทึกไว้ในปูม) หรือไม่แน่ใจว่าการวัดด้วยไมโครมิเตอร์ได้ระยะถูกต้องหรือไม่ ให้ทำการวัดซ้ำด้วยฟิลเลอร์เกจเพื่อยืนยันอีกครั้ง อย่างไรก็ตาม การถอดตัวเรือนแบริ่งเพียงเพื่อต้องการวัดระยะแบริ่งเท่านั้นเป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ ซึ่งการวัดระยะแบริ่งด้วยวิธีลวดตะกั่ว (LEAD WIRE) เป็นวิธีวัดที่ต้องถอดเรือนแบริ่ง ดังนั้นให้ทำการวัดระยะของแบริ่งทุกครั้งที่มีการถอดตัวเรือนแบริ่ง (ไม่ว่าจะเป็นการถอดเพื่อทำสิ่งใดก็ตาม) รวมทั้งเป็นวิธีวัดเมื่อทำการการปรับซ่อมใหญ่



ภาพที่ 1-6 แสดงการวัดระยะแบริ่งด้วยไมโครมิเตอร์ (DEPTH MICROMETER)



ภาพแสดง 1-7 แสดงการวางลวดตะกั่ววัดระยะแบริ่ง
วัดวิธีลวดตะกั่ว (LEAD WIRE)

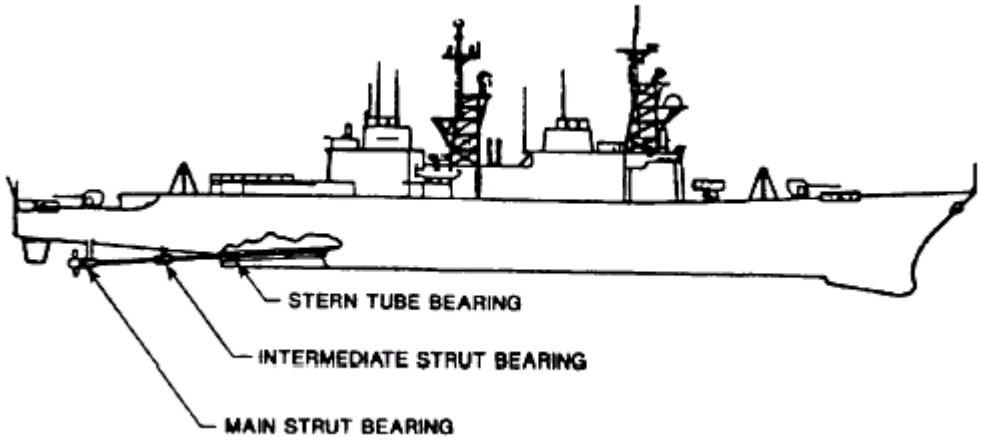
.....

เอกสารอ้างอิง **NSTM CHAPTER 244 SECTION 2**
PROPULSION BEARINGS AND SEALS

แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร (MAIN PROPULSION STERN TUBE AND STRUT BEARING)

1 กล่าวโดยทั่วไป (INTRODUCTION)

แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่ ทำหน้าที่รับเพลาใบจักรภายนอกตัวเรือที่เรียกว่า STERN TUBE SHAFT และ TAIL SHAFT ติดตั้งต่อจากซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร (ภาพที่ 4-1) แบริ่งกระบอกดีฟุต (STERN TUBE BEARING) เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายในกระบอกดีฟุต เรือผิวน้ำบางประเภทอาจมีแบริ่งกระบอกดีฟุต 1 หรือ 2 ชุด แบริ่งโยงโย่เพลาใบจักร (STRUT BEARING) เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่ภายในโยงโย (เสาค้ำหรือคานรับที่เป็นโครงสร้างยื่นออกมาจากตัวเรือ) ทำหน้าที่รับเพลาใบจักรใต้น้ำ (ภาพที่ 4-1) เรือผิวน้ำที่มีแบริ่งโยงโย่เพลาใบจักร 2 ชุด การเรียกชื่อต่างกันคือ แบริ่งโยงโย่กลาง (INTERMEDIATE STRUT BEARING) และโยงโย่ท้าย (MAIN STRUT BEARING) แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรใช้น้ำทะเลหล่อลื่นและระบายความร้อน



ภาพที่ 4-1 แสดงสถานที่ติดตั้งของ STERN TUBE AND STRUT BEARING

2. **การออกแบบแบริ่ง** (BEARING DESIGN)

แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรถูกใช้งานอยู่ในน้ำทะเลเป็นประจำ รวมทั้งใช้น้ำทะเลในการหล่อลื่นและระบายความร้อน ดังนั้นจำเป็นต้องเลือกวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อน วัสดุดังกล่าว ได้แก่ ยางสังเคราะห์ (WATER LUBRICATED BOUNDED SYNTHETIC RUBBER BEARING) ตรวจสอบรายละเอียดจากคู่มือเรือ

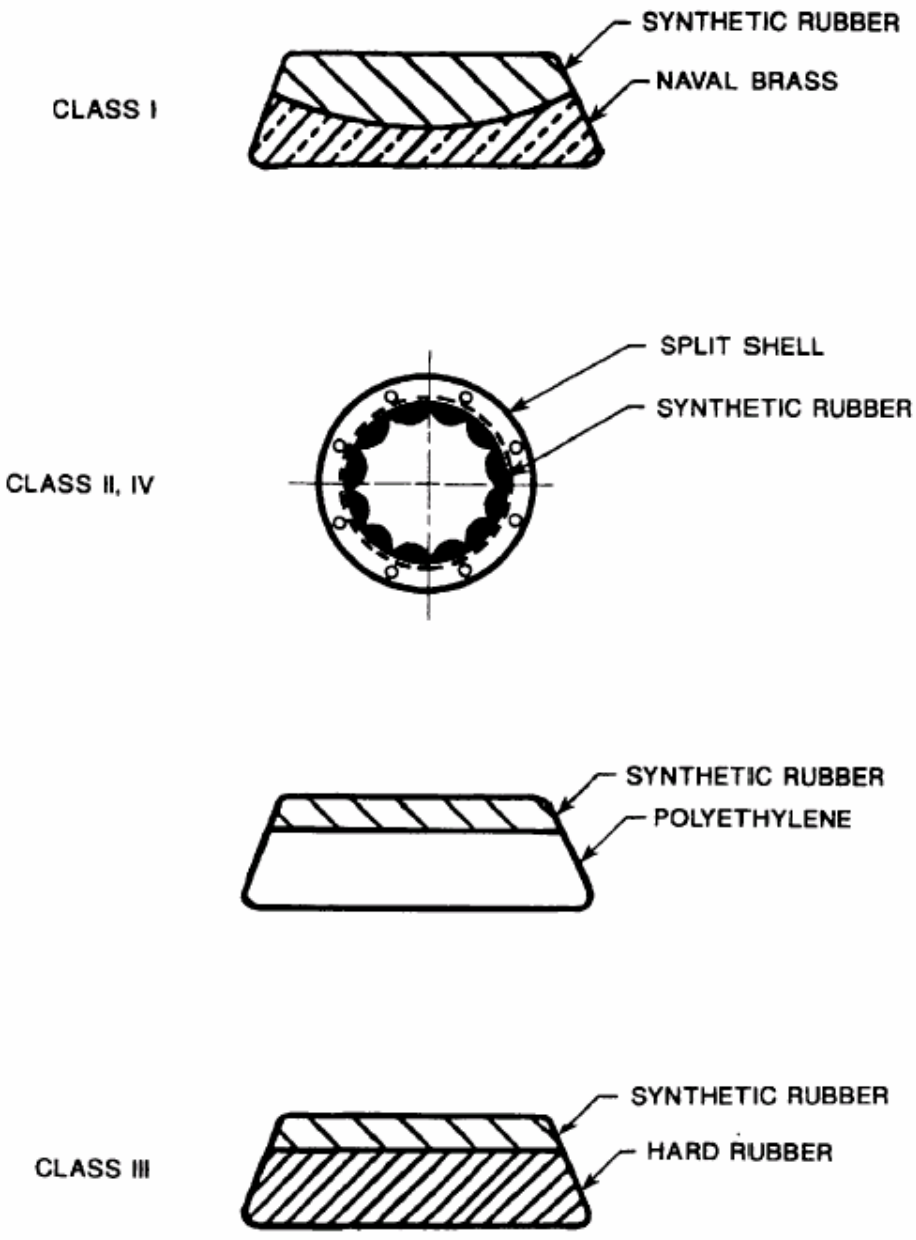
2.1 ตามมาตรฐานทร.อม. ได้แบ่งประเภทของแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรตามวัสดุ (MATERIAL) และลักษณะโครงสร้าง (CONFIGURATION) ดังนี้ (ภาพที่ 4–2)

CLASS I – แบบแผ่นยาวด้านหลังเป็นโลหะ (METALLIC BACKED)

CLASS II - แบบทรงกระบอก (CYLINDRICAL) ด้านหลังของแบริ่งเป็นโลหะ (METALLIC BACKED) ผิวสัมผัสแบริ่งที่อยู่ภายในหล่อเป็นแผ่นยาว (STAVE)

CLASS III - แบบแผ่นยาว (STAVE BEARING) ด้านหลังเป็นอโลหะ (NONMETALLIC BACKED)

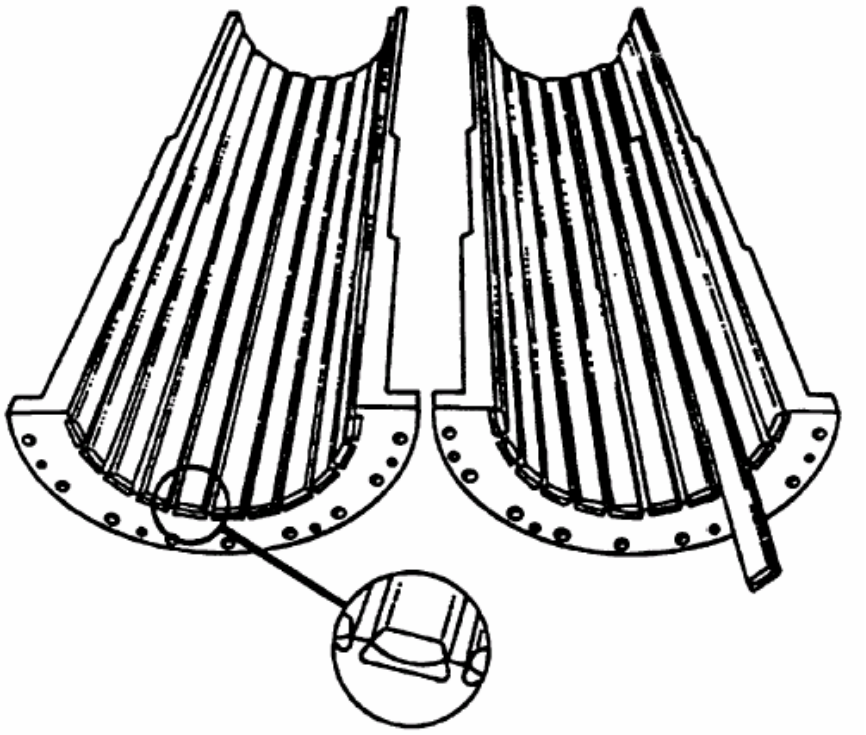
CLASS IV - แบบทรงกระบอก (CYLINDRICAL) ด้านหลังของแบริ่งเป็นอโลหะ (NONMETALLIC BACKED) ผิวสัมผัสภายในหล่อเป็นแผ่นยาวติดกัน



ภาพที่ 4–2 แสดงการแบ่งประเภทของ STERN TUBE AND STRUT BEARINGS

2.1.1 แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร CLASS I และ CLASS III ใช้งานกับเพลาใบจักรที่มีขนาดตั้งแต่ 6 นิ้วขึ้นไป ซึ่งการใช้งานของแบริ่งทั้ง 2 ประเภทนี้ ต้องมีเปลือกแบริ่งทรงกระบอกผ่าซีก (SPLIT BEARING SHELL) พร้อมร่องหางปลา (DOVETAIL GROOVE) สำหรับสอดและเลื่อนแบริ่งเข้าไปไว้ภายในเปลือกแบริ่ง (ภาพที่ 4-3) แบริ่ง CLASS I และ CLASS III นี้มีลักษณะเป็นแผ่นยาว มีหน้าสัมผัสทำด้วยยางสังเคราะห์ และมีพื้นหลังเป็นโลหะหรืออโลหะ เรียกแบริ่งลักษณะดังกล่าวว่า STAVE หรือ STAVE BEARING (แผ่นแบริ่ง)

2.1.2 แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร CLASS II และ CLASS IV ใช้งานกับเพลาใบจักรที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 6 นิ้ว (ตามภาพที่ 4-2) เป็นแบริ่งที่มีผิวสัมผัสเป็นยางสังเคราะห์หล่อติดกับเปลือกแบริ่งรูปทรงกระบอกผ่าซีก ด้านหลังหรือเปลือกแบริ่งทำด้วยโลหะประเภททองเหลือง (แบริ่ง CLASS II) หรืออโลหะ(แบริ่ง CLASS IV) ผิวสัมผัสของแบริ่งทั้ง 2 ประเภทได้หล่อเป็นร่องน้ำ (WATER GROOVE) ตามความยาวคล้ายลูกระนาด แบริ่ง CLASS II และ CLASS IV เปลี่ยน /ใช้งานแทนกันได้ แต่นิยมแบริ่ง CLASS IV มากกว่า ทั้งนี้เพราะน้ำหนักเบาและเปลือกแบริ่งอโลหะสามารถต้านทานการสึกกร่อนได้ดี



ภาพที่ 4-3 แสดงเปลือกแบริ่งทรงกระบอกผ่าซีกใช้งานกับแบริ่ง CLASS I และ CLASS III

2.2 แผ่นแบริ่ง (STAVES) แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร มีลักษณะโครงสร้างเป็นแผ่นยาว ด้านหลังของแผ่นแบริ่งเป็นโลหะ (CLASS I) หรืออโลหะ (CLASS III) ส่วนด้านหน้าเป็นผิวสัมผัสทำด้วยยางสังเคราะห์ (ตามภาพที่ 4-2) เมื่อประกอบแผ่นแบริ่งเข้าช่องภายในเปลือกแบริ่งแล้ว(ตามภาพที่ 4-3) จะถูกยึดแน่นด้วยแหวนล็อค สำหรับ CLASS II และ CLASS IV ลักษณะของแผ่นแบริ่งเหมือนกับ CLASS I และ CLASS III แต่ยางสังเคราะห์หล่อติดกัน และหล่อติดกับเรือนแบริ่ง (ตามภาพที่ 4-2) แผ่นแบริ่ง (RUBBER STAVE-TYPE BEARING) ถูกออกแบบให้มีพื้นที่รับภาระบนผิวสัมผัส (PROJECTED AREA LOADING) สูงสุดได้ 40 ปอนด์/ตร.นิ้ว (ผิวสัมผัสเปลี่ยนแปลงได้ 0.020-0.040 นิ้ว) แผ่นแบริ่ง CLASS I และ CLASS III สามารถสับเปลี่ยนกันได้ แต่ CLASS III นิยมใช้มากกว่าเพราะน้ำหนักเบา และการที่ด้านหลังเป็นอโลหะสามารถต้านทานการสึกกร่อนได้ดี

2.3. ร่องแบริ่ง (BEARING GROOVE) ร่องที่อยู่ระหว่างแผ่นแบริ่งมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ (1) เป็นช่องให้น้ำทะเลผ่านเข้าไปภายในแบริ่ง (2) เป็นช่องทางน้ำทะเลชะล้างสิ่งสกปรกและนำความร้อน

ออกไปจากแบริ่ง ซึ่งการชะล้างสิ่งสกปรก เช่น เม็ดหิน ทราย ให้ออกไปจากผิวสัมผัสแบริ่งด้วยแรงดันน้ำทะเลที่ผ่านภายในร่องแบริ่งนั้นเป็นข้อดีของแบริ่งยาง (ร่องแบริ่ง ตามภาพที่ 4-3)

2.4 ระยะผิวสัมผัสแบริ่ง (BEARING CLEARANCE) ต้องทำการวัดและบันทึกระยะแบริ่งทันทีที่การติดตั้งแบริ่งและเพลาใบจักรแล้วเสร็จ ทั้งนี้เนื่องจากผิวสัมผัสของแบริ่ง (ยางสังเคราะห์) จะเกิดการสึกตลอดเวลาขณะใช้งาน ทำให้ระยะแบริ่งเพิ่มขึ้น รวมทั้งถ้าผิวสัมผัสที่เพลาใบจักรหรือปลอกเพลา (SHAFT SLEEVE) มีการสึกกร่อนเพิ่มด้วยแล้ว จะยิ่งทำให้ผิวสัมผัสระหว่างแบริ่งและเพลาใบจักรเพิ่มมากขึ้น และเมื่อระยะดังกล่าวเพิ่มมากเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดตามคู่มือเรือ ต้องเปลี่ยนแบริ่งใหม่ทันที ซึ่งในการเปลี่ยนแบริ่งใหม่นี้ ถ้าแบริ่งแผ่นขนาดมาตรฐาน (STANDARD-SIZED STAVES) ยังมีระยะมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็สามารถใช้แบริ่งที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน (OVER SIZED STAVE) ที่มีใช้อยู่เปลี่ยนแทนได้ (ขนาดของ OVER SIZED STAVE คือ 1/16 และ 1/8 นิ้ว) แต่ทั้งนี้ถ้าตรวจพบว่าผิวสัมผัสที่เพลาใบจักรหรือปลอกเพลามีการสึกกร่อนมาก หรือมีรอยขรุขระเป็นหลุมบ่อ ควรดำเนินการซ่อมทำหรือเปลี่ยนปลอกเพลาใบจักรใหม่ ระยะห่างระหว่างผิวสัมผัสของแบริ่งและเพลาใบจักร รวมทั้งการดำเนินการแก้ไขให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ

ข้อควรระวัง

ไม่ควรคว้าน หรือใช้วิธีการด้วยเครื่องมือใดๆ เพื่อแก้ไขผิวสัมผัสให้ได้ระยะแบริ่งใหม่ที่ต้องการ เพราะการปฏิบัติด้วยวิธีดังกล่าวเป็นการทำให้เกิดความเสียหายกับผิวสัมผัสแบริ่ง (ยางสังเคราะห์)

2.5 วัสดุที่ใช้ทำแบริ่ง (BEARING MATERIAL)

2.5.1 วัสดุที่เป็นผิวสัมผัส (FACING MATERIAL) วัสดุที่ใช้ทำผิวสัมผัสของแบริ่งได้แก่ยางสังเคราะห์ (SYNTHETIC RUBBER COMPOUND) ซึ่งหล่อให้มีลักษณะเป็นแผ่น มีพื้นหลัง และมีคุณลักษณะเฉพาะ เช่น การยืดขยาย (TENSILE STRENGTH) ความแข็ง (HARDESS) หรือลักษณะที่สำคัญของผิวสัมผัสให้ตรวจสอบตามคู่มือของเรือแต่ละประเภท

2.5.2 วัสดุพื้นหลัง (BACK) แบริ่ง CLASS I พื้นหลังทำด้วยแผ่นทองเหลือง (NAVAL BRASS) แบริ่ง CLASS II เปลือกแบริ่งหล่อด้วยทองเหลืองทรงกระบอกผ่าซีก (SPLIT SHELL) แบริ่ง CLASS III พื้นหลังเป็นอโลหะประเภทยางแข็ง (HARD RUBBER) เปลือกแบริ่งหล่อด้วยทองเหลืองทรงกระบอกผ่าซีก (SPLIT SHELL และแบริ่ง CLASS IV เปลือกแบริ่งเป็นอโลหะทรงกระบอก ทั้งแบริ่ง CLASS I และ CLASS III พื้นหลังมีรูปร่างเฉพาะ (มีรูปหางปลา) เพื่อให้สามารถสอดเข้าไปในภายในช่องของเปลือกแบริ่งได้ รายละเอียดของพื้นหลัง (BACK) และเปลือกแบริ่ง (BEARING SHELL) ให้ตรวจสอบจากพิมพ์เขียวหรือคู่มือของเรือแต่ละประเภท

3. การหล่อลื่น (LUBRICATION)

3.1 ทฤษฎีการหล่อลื่น (LUBRICATION THEORY)

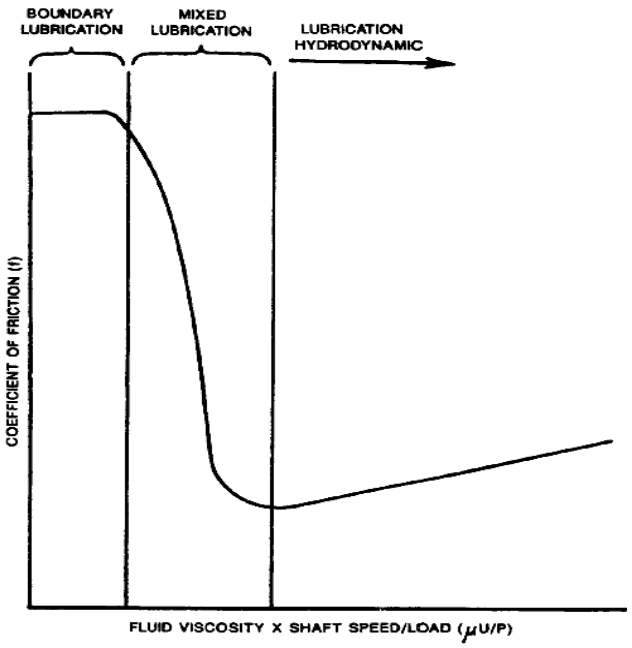
3.1.1.การหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิก (HYDRODYNAMIC LUBRICATION) ขณะที่เพลาใบจักรหมุนอยู่ในรอบความเร็วปกติ ฟิล์มน้ำทะเลทำหน้าที่แยกผิวสัมผัสระหว่างเพลาใบจักรและแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่ การทำงานของเพลาใบจักรที่ทำให้เกิดกระบวนการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิคกล่าวคือ การ

หมุนของเพลาใบจักรทำให้น้ำทะเลถูกดูดและถูกเหวี่ยงเข้าไปแทรกอยู่ในระหว่างผิวสัมผัสแบริ่ง และเมื่อเพลาใบจักรมีความเร็วเพิ่มขึ้น น้ำทะเลจะถูกดูดเข้าไปภายในผิวสัมผัสเพิ่มมากขึ้น และมากพอที่จะทำให้เกิดลิ่มน้ำทะเล (SEAWATER WEDGE) และมีกำลังยกเพลาใบจักรไม่ให้สัมผัสกับแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่ ถ้าฟิล์มน้ำทะเลมีกำลังยกเพลาใบจักรได้ทั้งหมด การแทรกตัวเข้าไปหล่อลื่นอยู่ระหว่างผิวสัมผัสของแบริ่งและเพลาใบจักรในลักษณะเป็นฟิล์มของน้ำทะเลดังกล่าวเรียกว่า การหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิค (HYDRODYNAMIC LUBRICATION) ภาพที่ 4-4 ด้านขวามือ แสดงเส้นโค้งที่บอกถึงการทำงานของการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิค และภาพที่ 4-5 แสดงกำลังดันที่กระทำบนผิวสัมผัสของแผ่นแบริ่ง การหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิคนี้ สิ่งสกปรกขนาดเล็ก (ทราย หิน) จะไม่ทำความเสียหายให้กับผิวสัมผัสของแบริ่งและเพลาใบจักรเพราะไหลผ่านไปได้ และเป็นวิธีการหล่อลื่นที่ให้ค่าความฝืดที่ผิวสัมผัสต่ำสุด

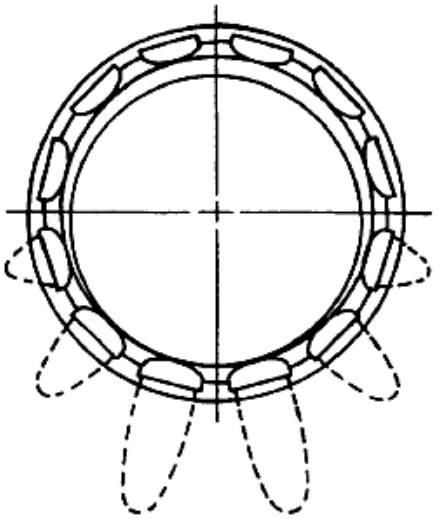
3.1.2 การหล่อลื่นแบบมิกฟิล์ม (MIXED FILM LUBRICATION) ขณะลดความเร็วของเพลาใบจักรให้ต่ำกว่ารอบใช้งานปกติ การแทรกของน้ำทะเลที่เข้าไปเป็นฟิล์มอยู่ระหว่างผิวสัมผัสของแบริ่งและเพลาใบจักรจะลดหรือบางลง เรียกการหล่อลื่นด้วยฟิล์มน้ำทะเลต่อไปนี้ว่า MIXED FILM LUBRICATION เป็นรอบการทำงานที่เพลาใบจักรและแบริ่งเริ่มที่จะมีการสัมผัสกัน มีความฝืดเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส และถ้าลดความเร็วของเพลาใบจักรลงอีก ความเป็นฟิล์มของน้ำทะเลจะยิ่งลดลง เพิ่มจุดสัมผัสระหว่างเพลาและแบริ่งมากขึ้น ดังนั้น ถ้าใช้งานเพลาใบจักรด้วยรอบการหล่อลื่นแบบมิกฟิล์ม ผลที่จะได้รับนอกจากการทำงานของแบริ่งที่ไม่มีเสถียรภาพแล้ว ความเสียหาย เช่น แบริ่งหลุดออกจากร่องหางปลาหมุนตามเพลาใบจักรอาจเป็นสิ่งที่เกิดตามมา การใช้งานเพลาใบจักรด้วยรอบการหล่อลื่นแบบมิกฟิล์มอย่างต่อเนื่อง น้ำทะเลจะรับภาระจากเพลาใบจักรได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

3.1.3 การหล่อลื่นแบบเบานดรี่ (BOUNDARY LUBRICATION) เมื่อเพลาใบจักรลดความเร็วลงจนกระทั่งน้ำทะเลไม่สามารถแทรกเข้าไปเป็นฟิล์มระหว่างผิวสัมผัสได้ ทำให้แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่สัมผัสกับเพลาใบจักรอย่างเต็มที่ เรียกการหล่อลื่นนี้ว่า BOUNDARY LUBRICATION ซึ่งการหล่อลื่นประเภทนี้ก่อให้เกิดความฝืดและการสึกหรอที่แบริ่งและเพลาใบจักร (ปลอกเพลา) มากที่สุด

3.2 การหล่อลื่นแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร (PROVISION FOR LUBRICATION) มี 2 วิธีที่ทำให้มั่นใจได้ว่าส่งน้ำทะเลเข้าไปหล่อลื่นแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรได้อย่างเพียงพอ คือ วิธีสูบส่ง (PRESSURE LUBRICATION) และวิธีธรรมชาติ (NATURAL LUBRICATION) วิธีสูบส่งใช้กับแบริ่งกระบอกดีฟุตเป็นหลัก โดยใช้ปั๊มสูบน้ำทะเลส่งเข้าไปยังด้านหน้าของกระบอกดีฟุต(ภายในตัวเรือ) และไปออกด้านท้าย(นอกตัวเรือ) น้ำทะเลที่ผ่านเข้าไปภายในกระบอกดีฟุต นอกจากทำหน้าที่หล่อลื่นแล้ว ยังทำหน้าที่ชะล้างสิ่งสกปรก (FLUSH) และระบายความร้อนอีกด้วย กำลังดันน้ำทะเลควรอยู่ระหว่าง 10-25 PSI (หรือตามคู่มือ) ส่วนการหล่อลื่นแบริ่งที่โยงโย่เพลาใบจักรนั้น เนื่องจากโครงสร้างของโยงโย่ที่มีปลายทั้ง 2 ด้านจมอยู่ใต้น้ำ ดังนั้นจึงใช้วิธีการหล่อลื่นแบบธรรมชาติ กล่าวคือ น้ำทะเลถูกส่งเข้าไปภายในเรือนโยงโย่ทางด้านหน้า และผ่านไปออกทางด้านท้ายด้วยกำลังดันที่เกิดจากความเร็วเรือ



ภาพที่ 4-4 เส้นโค้งแสดงการหล่อลื่นแบบ : Boundary, Mixed, and Hydrodynamic



ภาพที่ 4-5 แสดงกำลังดันที่กระทำบนผิวสัมผัสของแผ่นแบริ่ง ขณะทำการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิก

4. ปัญหาที่เกิดจากการใช้งาน และขั้นตอนการปฏิบัติ (OPERATIONAL PROBLEMS AND PRODUCERS)

4.1 กล่าวโดยทั่วไป (GENERAL) ต้องปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานด้วยความระมัดระวัง ถ้าเป็นแบริ่งที่ได้รับการติดตั้งใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเพลาใบจักรเริ่มหมุน หรือเมื่อตรวจพบว่ามีเสียงดังผิดปกติเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น การเดินเรือด้วยการใช้เพลาใบจักรรอบต่ำก่อให้เกิดความเสียหายต่อแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรที่เรียกว่า STICK-SLIP (แผ่นแบริ่งหลุดออกมาจากร่องหางปลาและหมุนตามเพลาใบจักร) สาเหตุเกิดจากการทำงานของฟิล์มน้ำทะเล (HYDRODYNAMIC WATER FILM) ยังไม่มีกำลังพอที่จะยกเพลาใบจักรให้ลอยพ้นจากผิวสัมผัสของแบริ่งได้ทั้งหมด อาการ STICK-SLIP ทราบได้โดยเกิดเสียงดังกระแทก

(CHATTERING) หรือเสียงที่เกิดจากการเสียดสีอย่างรุนแรง (SQUEALING /ลั่นเอี๊ยดๆ) วิธีการป้องกันโดยเพิ่มความเร็วเพลาใบจักรให้ไปอยู่ในรอบใช้งานปกติ

4.2 อุณหภูมิแบริ่งสูง (HIGH TEMPERATURE) แบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำทะเล ซึ่งในขณะที่เพลาใบจักรหมุนด้วยความเร็วรอบปกติหรือรอบสูงสุดจะต้องไม่มีเสียง ถ้ามีเสียงดังเกิดขึ้นมักเป็นเสียงที่เกิดจากแรงที่พยายามทำให้เพลาใบจักรหมุนภายใต้ความฝืด และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะทำให้ แบริ่งมีอุณหภูมิสูงขึ้น ต้องไม่พยายามใช้งานแบริ่ง (RUBBER STAVES) ที่มีอุณหภูมิ 180 องศา F (83 องศา C) หรือสูงกว่าเกินไปนัก ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนทำให้ยางสังเคราะห์ชำรุด (ยางแข็งตัวและแตกเป็นชิ้นๆ) ซึ่งถ้ามียางชำรุดในลักษณะแตกเป็นก้อนแข็งขนาดใหญ่ติดขวางอยู่ในร่องที่ผิวสัมผัสของแบริ่งด้วยแล้ว ทำให้แบริ่งร้อนเพิ่มขึ้น รวมทั้งยางที่ชำรุดอาจจะหมุนไปพร้อมกับเพลาใบจักร ทำให้การชำรุดของแบริ่งเพิ่มมากขึ้น และท้ายที่สุดแบริ่งจะถูกทำลายทั้งหมดถ้ายังมีการฝืนใช้งานต่อไป

4.2.1 แบริ่งที่หล่อลื่นด้วยน้ำทะเลได้ถูกออกแบบโครงสร้างให้มีลักษณะเฉพาะ ทั้งนี้เพื่อทำให้การแทรกตัวของน้ำทะเลมีลักษณะเป็นรูปลิ่ม ขณะอยู่ในวงรอบการทำงาน (รายละเอียดในหัวข้อการหล่อลื่น)

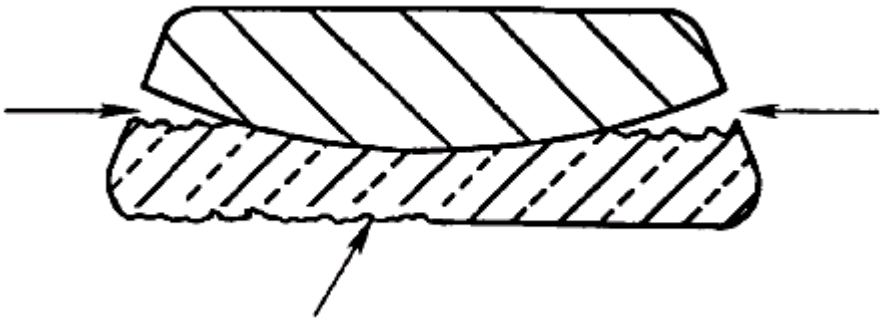
ข้อควรระวัง

ไม่ควรเปลี่ยนแปลงผิวสัมผัสแบริ่งยางด้วยการคว้าน ขัดด้วยกระดาษทรายหรือเครื่องมือกลใดๆ ทั้งนี้ นอกจากไม่ได้ช่วยให้การสัมผัสของแบริ่งดีขึ้นแล้ว อาจเป็นสาเหตุทำให้แบริ่งชำรุดเร็วก่อนกำหนดหรืออายุการใช้งานสั้นลง

4.2.2 แบริ่ง CLASS III พื้นหลังเป็นอโลหะ มีอุณหภูมิการขยายตัวสูงกว่าแบริ่ง CLASS I ที่มีพื้นหลังเป็นโลหะ ด้วยเหตุนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้แผ่นแบริ่งที่สอดอยู่ในร่องที่เปลือกแบริ่งหลวม ซึ่งอาจจะพบอาการนี้ได้ถ้าเรือเดินทางอยู่ในกระแสน้ำเย็น

4.3 การกัดกร่อน (CORROSION) การกัดกร่อนเป็นกระบวนการทางเคมีที่ทำให้เสื่อมสภาพของแบริ่งที่มีผลต่อการใช้งาน ตัวอย่างของการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นกับแบริ่ง เช่น การกัดกร่อนที่เปลือกแบริ่ง การกัดกร่อนที่ด้านหลังของแบริ่งที่ทำด้วยทองเหลือง หรือการกัดกร่อนที่ปลอกเพลาใบจักร (SHAFT SLEEVE) เป็นต้น ขณะเกิดกระบวนการกัดกร่อนที่แผ่นทองเหลืองด้านหลังของแบริ่ง CLASS I ทำให้สังกะสีที่เป็นส่วนประกอบของทองเหลืองหมดไป ส่งผลให้แผ่นแบริ่งชำรุด (ภาพที่ 244-4-9) ในขณะที่แบริ่งยางสังเคราะห์มีความสามารถต้านทานการสึกกร่อน และจะไม่ส่งผลทำให้ปลอกเพลาใบจักรเกิดการสึกกร่อนอีกด้วย (การสึกกร่อนของแผ่นทองเหลืองแบริ่ง CLASS I จะทำให้แผ่นแบริ่งหลุดออกมาจากช่องหางปลาของเปลือกแบริ่ง) สำหรับการสึกกร่อนถ้าเกิดขึ้นกับเพลาหรือปลอกเพลาใบจักร รอยขรุขระที่เกิดจากการกัดกร่อนบริเวณผิวสัมผัสของเพลาจะเกิดการขัดสีกับผิวสัมผัสแบริ่ง ทำให้ขนาดของเพลาใบจักร แบริ่ง และการทำงานเปลี่ยนไป การแก้ไขโดยการติดตั้งสังกะสีกันกร่อน (ZINE ANODE) ไว้ที่เปลือกแบริ่ง เพื่อป้องกันการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากน้ำทะเลที่มีผลต่อเปลือกแบริ่ง เพลาใบจักรและอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบของแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักร

4.4 วัสดุปลอกเพลา (SLEEVE MATERIAL) การเลือกใช้วัสดุปลอกเพลา (SHAFT SLEEVE) ที่ถูกต้องช่วยลดการสึกกร่อนที่จะเกิดกับเพลาใบจักรได้ ควรใช้โลหะมีความแข็ง ผิวเรียบ ไม่ขรุขระเป็นหลุมบ่อ ผิวบริเวณที่สัมผัสกับแบริ่งต้องเรียบ ขัดเงา เพลาใบจักรหรือปลอกเพลาที่ไม่มีร่องรอยของการกัดกร่อนช่วยทำให้แบริ่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รายละเอียดศึกษาจากคู่มือเรือ



ภาพที่ 4-6 แสดงการกัดกร่อนที่แผ่นทองเหลืองด้านหลังของแบริ่ง CLASS I

5. การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE)

5.1 เมื่อได้ทำการติดตั้งอย่างถูกต้องแล้ว ไม่ต้องมีการซ่อมบำรุงใดๆ นอกจากตรวจสอบระยะแบริ่งตามกำหนดเวลา รวมทั้งวัดระยะผิวสัมผัสของแบริ่งและเพลาใบจักรมีน้ำทะเลทำหน้าที่แยกผิวสัมผัสและลดการสึกหรอขณะใช้งานด้วย แต่ถ้าผลการวัดระยะแบริ่งเกินกว่าที่ได้กำหนดไว้ในคู่มือ ให้เปลี่ยนแผ่นแบริ่ง (BEARING STAVE) หรืออาจเปลี่ยนปลอกเพลาถ้าจำเป็น

6. การตรวจสอบ (INSPECTION)

6.1 ให้ตรวจสอบแบริ่ง และทำการวัดระยะแบริ่งทุกครั้งเมื่อเรือเข้าซ่อมทำบนอู่แห้ง การวัดระยะด้วยฟิลเลอร์เกจทำโดย สอดฟิลเลอร์เกจเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างผิวสัมผัสแบริ่งและปลอกเพลา และใช้ฟิลเลอร์เกจขนาด 4-6 นิ้ว สอดวัดระยะที่ปลายแบริ่งทั้งด้านหน้าและด้านหลัง (ถ้าเป็นไปได้ให้วัดขณะที่ยังไม่ได้ทำการถอดซีลเพลาใบจักร) ขณะทำการวัดระยะให้ถอดแหวนล็อคและตรวจสภาพบริเวณปลายแผ่นแบริ่ง ซึ่งต้องไม่มีรอยกัดกร่อนที่อาจเป็นสาเหตุทำให้แผ่นแบริ่งหลวม (UNBONDING)

6.2 การสึกของแผ่นแบริ่ง (STAVE WEAR) รอยสัมผัสของเพลาใบจักรที่ปรากฏอยู่บนแผ่นแบริ่งสามารถบอกปัญหาที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 244-4-11 และภาพที่ 244-4-12 แสดงการสึกของแบริ่งที่ปกติและแสดงการสึกของแบริ่งที่เกิดจากเพลาใบจักรไม่ได้ศูนย์ตามลำดับ ถ้าตรวจพบการสึกของแบริ่งที่แสดงถึงเพลาใบจักรเกิดการเยื้องศูนย์ ให้ทำการตรวจสอบศูนย์เพลาใบจักร (รายละเอียดในหัวข้อระบบเพลาใบจักร (PROPULSION SYSTEM)) แต่ถ้ารอยสึกผิวสัมผัสแสดงถึงแบริ่งหลุดออกเป็นชิ้นๆ และหายไป (ตามภาพที่ 244-4-13) มักเกิดจากสาเหตุแบริ่งร้อน

6.3 อัตราการสึกของแบริ่ง (WEAR RATE) โดยทั่วไปยางสังเคราะห์ที่เป็นผิวสัมผัสแบริ่งกระบอกดีฟุตและโยงโย่เพลาใบจักรของเรือผิวน้ำ จะมีอัตราการสึกประมาณ 0.020-0.030 นิ้ว/ปี แต่ถ้าเป็นเรือประเภทใบจักรปรับพิทช์ได้ อัตราการสึกจะสูงกว่า (ประมาณ 0.040 นิ้ว/ปี) ทั้งนี้เพราะทุกครั้งที่ใบจักร

หมุนอยู่ที่ 0 PITH (IDLING) จะไม่มีน้ำทะเลผ่านเข้าไปหล่อลื่นผิวสัมผัสแบริ่ง (โดยเฉพาะแบริ่งโยงโย่ ปริมาณน้ำทะเลผ่านผิวสัมผัสแบริ่ง ขึ้นอยู่กับความเร็วเรือ) เป็นผลทำให้การสึกของแบริ่งเพิ่มขึ้น

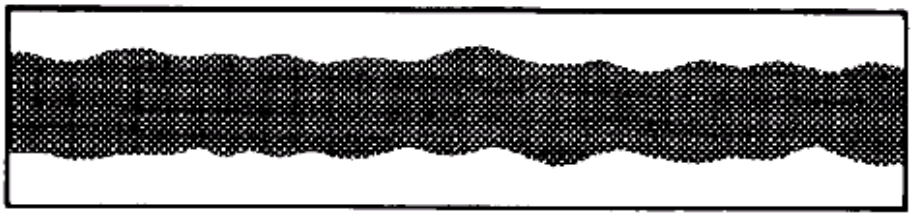


Figure 244–4–11. Normal Wear Pattern

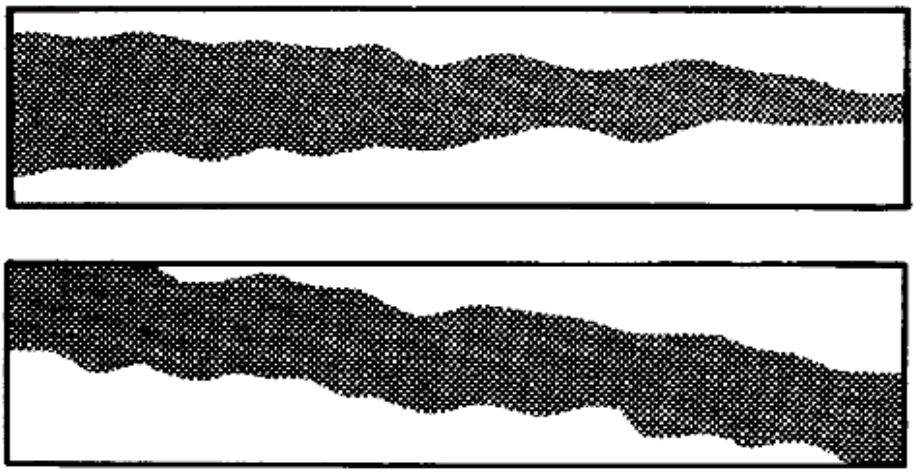


Figure 244–4–12. Shaft Misalignment Wear Pattern

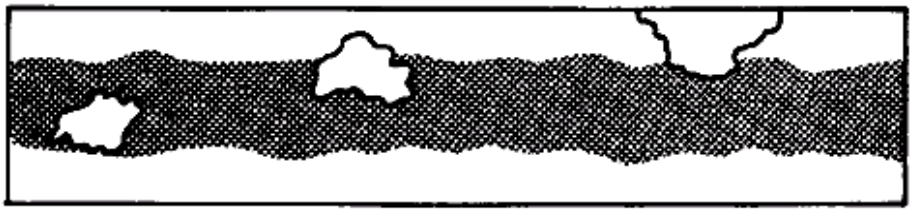


Figure 244–4–13. Chunking Out of Stave Bearing

.....

เอกสารอ้างอิง NSTM CHAPTER 244 SECTION 4

PROPULSION BEARINGS AND SEALS

ซีลเพลาใบจักร (PROPULSION SHAFT SEAL)

1. กล่าวโดยทั่วไป (GENERAL)

1.1 ต่อไปนี้กล่าวถึงซีลเพลาใบจักรชนิดต่างๆ ที่ใช้งานกับเรือผิวน้ำ รายละเอียดที่กล่าวถึง เช่น การออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบ การใช้งานการ การซ่อมบำรุง การตรวจสอบ และการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง รวมทั้งซีลพองลม และซีลผนังกันห้องของเรือผิวน้ำ

2.1 ซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักรทำหน้าที่ผนึกห้องที่เพลาใบจักรสอดทะลุผ่านออกไปภายนอกตัวเรือ เพื่อป้องกันและควบคุมน้ำเข้าเรือ (อัตราสูงสุดที่น้ำทะเลรั่วผ่านซีลกระบอกดีฟุตเข้าตัวเรือได้ตามตารางที่ 5-1) ซีลที่นำมาติดตั้งใช้งานมีหลายแบบ แต่แบบที่เป็นมาตรฐาน ทร.อม.และนิยมใช้กับเรือผิวน้ำ คือ MECHANICAL – TYPE FACE SEAL และ RUBBER-TYPE FACE SEAL

2.1.1. MECHANICAL – TYPE FACE SEAL เป็นไดนามิกซีลประเภทผิวสัมผัส (FACE SEAL) ทำงานด้วยกลไกล (สปริงหรือแบลโล่) โดยมีซีล 1 ชุด เป็นซีลวงแหวน 2 วงวางในลักษณะให้ผิวสัมผัสผนึกกัน (ซีลวงแหวนทำด้วยวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ 1 วง และอีก 1 วงทำด้วยบรอนซ์หรือดีฟุตผสมตะกั่ว) ในสถานการณ์ฉุกเฉิน(ซีลชำรุด) สามารถใช้ซีลธรรมดาแบบฝาอัดกระบอกดีฟุต (PACKING-TYPE STUFFING BOX) ที่ติดตั้งรวมอยู่ด้วยแทนได้ MECHANICAL-TYPE FACE SEAL ที่ใช้งานมี 2 แบบ คือ CRANE TYPE MX9 ใช้งานในเรือรุ่นใหม่ และ EG&G SEALOL ยังมีใช้งานเรือรุ่นเก่า

2.1.2. RUBBER-LIP-TYPE FACE SEAL เป็นไดนามิกซีลที่ประกอบด้วยซีลยาง 2 ชุดวางเรียงกัน โดยที่บริเวณปลายของซีลยางแต่ละชุดถูกกดให้สัมผัสกับเพลาใบจักรด้วยขดสปริง ซีลยางชุดหน้าทำหน้าที่เป็น ซีลป้องกันรั่วที่สัมผัสอยู่กับ GLAND RING ส่วนซีลยางชุดหลังทำหน้าที่เป็นช่องว่างวงแหวน (SPACER RING) ช่วยทำให้ซีลยางชุดหน้าไม่เกิดการเยื้องศูนย์ ซีลยางทั้ง 2 ชุดสามารถสลับตำแหน่งกันได้เมื่อต้องการ

ตารางที่ 5-1 อัตราการรั่วไหลของซีลเพลาใบจักรเรือผิวน้ำ

ชนิดของซีล	สภาพของซีล	อัตราการรั่วไหล
MECHANICAL – TYPE FACE SEAL	การรั่วไหลสูงสุดขณะเพลาอยู่นิ่ง (STATIC LEAKAGE) (หลังจากการติดตั้งและตั้งศูนย์แล้ว)	1 PINT /นาที 1.5 PINT /นาที (CV / CVN)
	การรั่วไหลสูงสุดขณะเพลาอยู่นิ่ง (STATIC LEAKAGE) (ที่ 300 ช.ม.ใช้งาน)	1 GUART / ช.ม. 1 แกลลอน / ช.ม. (CV / CVN)
	การรั่วไหลสูงสุดขณะเพลาหมุน (DYNAMIC LEAKAGE) (ที่ 300 ช.ม.ใช้งาน)	1 แกลลอน / ช.ม. 8 แกลลอน / ช.ม. (CV / CVN)

	การรั่วไหลที่ต้องเปลี่ยนซีล (REPLACEMENT LEAKAGE)	มากกว่า 1 แกลลอน / ช.ม. 8 แกลลอน /ช.ม. (CV / CVN) หรือ 3 แกลลอน /นาที ทุกๆ เวลา
RUBBER – LIP - TYPE FACE SEAL	การรั่วไหลสูงสุดขณะเพลาอยู่นิ่ง (STATIC LEAKAGE)	1 ออนซ์ / นาที
	การรั่วไหลสูงสุดขณะเพลาหมุน (DYNAMIC LEAKAGE)	1 แกลลอน / นาที
	การรั่วไหลที่ต้องเปลี่ยนซีล (REPLACEMENT LEAKAGE)	3 แกลลอน / นาที

หมายเหตุ อัตราการรั่วไหลของซีลเพลาใบจักรให้ตรวจสอบจากคู่มือเรือ

2. CRANE MECHANICAL – TYPE FACE SEAL

2.1. โครงสร้างส่วนประกอบของซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักรแบบ CRANE TYPE MX9 (ตามภาพที่ 5-1) มีลักษณะเป็นโครงสร้างแยกส่วน หล่อลื่นด้วยน้ำ ติดตั้งอยู่ภายในกระบอกดีฟุตด้านภายในตัวเรือ โดยมีสปริง (BELLOW ASSENBLY) และแรงดันไฮดรอลิคเป็นกลไกลที่ทำให้เกิดภาวะสมดุลย์และทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่เกิดผิวสัมผัส (FACE –TO- SEAL) การป้องกันรั่วของซีลประเภทนี้เกิดขึ้นได้เมื่อมีการสัมผัสกันในแนวตั้งฉากระหว่างซีล (O-RING) กับเพลาใบจักร และการสัมผัสกันอย่างต่อเนื่องของซีลชุดติดตั้งอยู่กับที่ (FACE INSERTE) และซีลชุดที่หมุนไปกับเพลาใบจักร (SEAT) (ดูภาพประกอบ) ซีลแบบ CRANE TYPE MX9 สามารถใช้งานร่วมกับซีลธรรมดาแบบฝาอัดกระบอกดีฟุตได้ในกรณีฉุกเฉิน และสามารถใช้งานซีลพองลม (INFLTTABLE SEAL)ได้ ในกรณีต้องการตรวจสอบเมื่อมีน้ำเข้าเรือ หรือเมื่อมีการปรับแต่ง /ซ่อมทำซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร

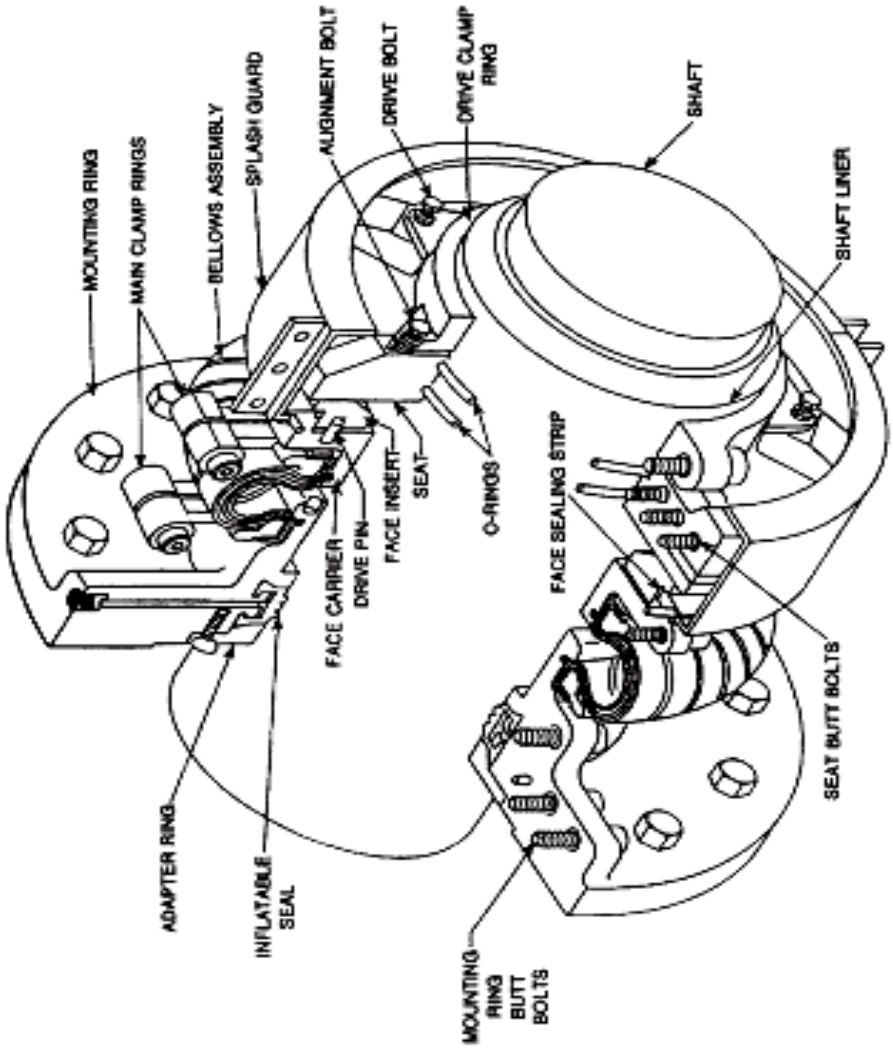
2.2 ระบบท่อทาง (PIPING SYSTEM) ประกอบด้วยระบบน้ำทะเล (SEA WATER SYSTEM) และระบบลมกำลังดันต่ำ (LOW PRESSURE AIR SYSTEM) ระบบน้ำทะเลทำหน้าที่หล่อลื่นและระบายความร้อนแบริ่งและซีลกระบอกดีฟุต ส่วนระบบลมกำลังดันต่ำ (หรือกำลังดันจากขวด CO2) ทำหน้าที่จ่ายลมเข้าซีลพองลม โครงสร้างของระบบท่อทางน้ำทะเลที่ใช้กับซีล MX9 ตามภาพที่ 5-2

2.3. อุปกรณ์ควบคุมและแสดงค่าการทำงาน (CONTROL AND INDICATOR) อุปกรณ์ต่อไปนี้ถูกติดตั้งอยู่ในระบบท่อทางน้ำทะเล และท่อทางระบบลม (AIR SUPPLY) เพื่อควบคุมการทำงานของซีลกระบอกดีฟุต MX9 มีรายละเอียด ดังนี้

ก. อุปกรณ์ตรวจสอบการไหลเวียนของน้ำทะเลในระบบ (WATER FLOW INDICATOR) ทำหน้าที่ส่งค่าและแสดงสัญญาณเตือนที่ห้องควบคุมเมื่อน้ำในระบบกำลังดันไม่ได้ตามเกณฑ์

ข. เกจวัดกำลังดันน้ำทะเล ติดตั้งในระบบท่อทาง

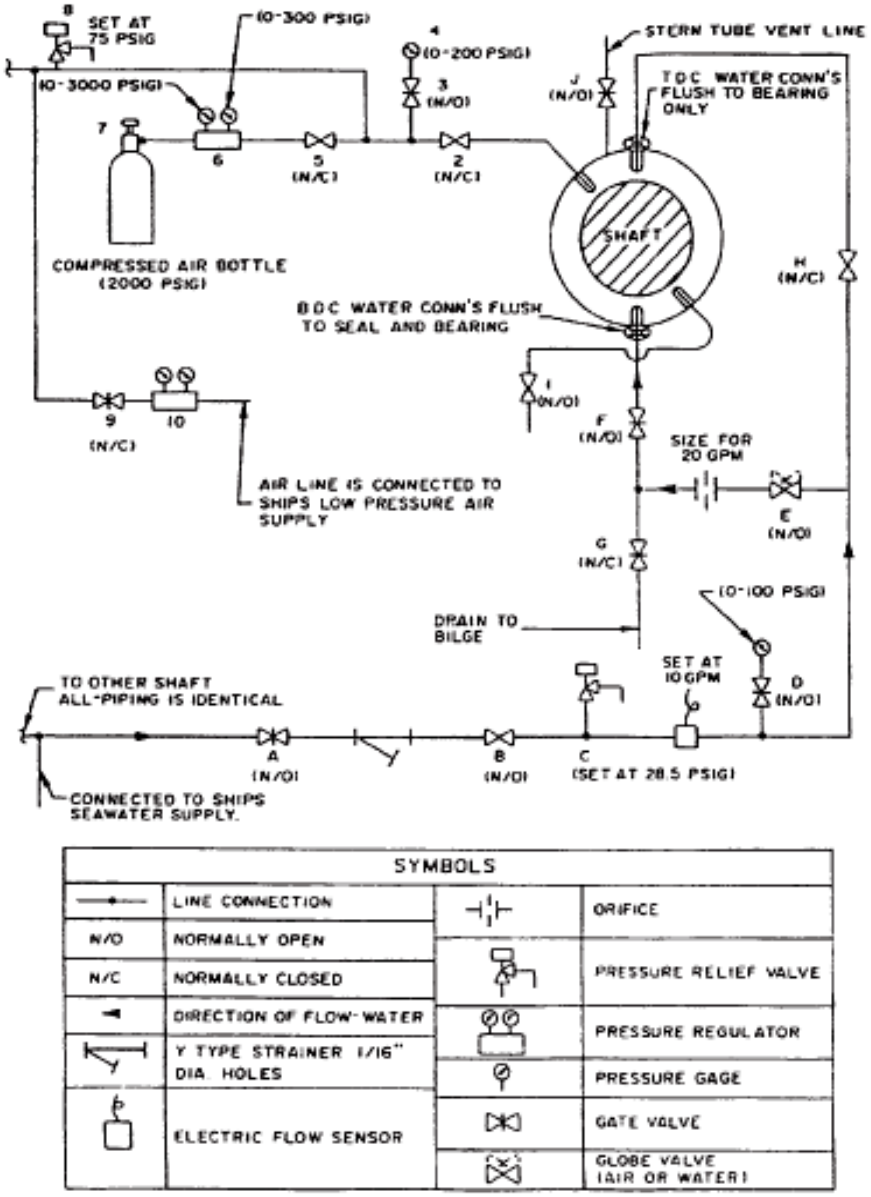
ค. เกจวัดกำลังดันลมของซีลพองลม ติดตั้งอยู่ในระบบท่อทางลม



ภาพที่ 5-1 CRANE TYPE MX9 STERN TUBE SHAFT SEAL

2.4 การใช้งาน (OPERATION) ซีล CRANE TYPE MX9 สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการปรับแต่งใดๆ จากเจ้าหน้าที่ ด้วยการเปิดลิ้นให้น้ำทะเล (SEAWATER FLUSH / ดูภาพ 5-2) เข้าไปทำงานภายในชุดซีลด้วยอัตราการไหลอย่างถูกต้อง (อัตราการไหลของน้ำทะเล 15 GPM ที่กำลังดัน 20 PSI หรือ 20 GPM ที่กำลังดัน 25 PSI ขึ้นอยู่กับรุ่นหรือแบบที่ใช้) และเปิดลิ้นระบายอากาศ (VENT) ของระบบท่อทางน้ำทะเลหล่อกระบอกดีฟุตเพื่อไม่ให้มีอากาศตกค้างอยู่ตามส่วนต่างๆ กำลังดันที่กระทำบนผิวสัมผัสระหว่างซีลที่เกิดจากกำลังดันสปริงและกำลังดันไฮดรอลิคในชุดแบลโล่นั้น กำลังดันไฮดรอลิคเป็นกำลังดันที่เกิดจากน้ำทะเลภายนอกตัวเรือที่กระทำในชุดแบลโล่ ซึ่งแรงดันสปริงและแรงจากไฮดรอลิคนี้ทำให้ผิวสัมผัสของซีลเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ สามารถป้องกันการรั่วไหลได้เป็นอย่างดีแม้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแรงดันหรือผิวสัมผัสของซีลจะมีการสึกหรอไปบ้างแล้วก็ตาม ชุดแบลโล่เป็นส่วนประกอบทำให้ซีลเพลาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทุกสถานการณ์ เช่น ขณะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือเปลี่ยนแปลงภาระที่กระทำต่อเพลาใบจักร ความสั่นสะเทือน

การสึกหรอของแบริ่ง หรือแม้แต่ในขณะเกิดการเยื้องศูนย์ที่เพลาใบจักร เป็นต้น การใช้งานสภาวะปกติและการใช้งานในสภาวะฉุกเฉินของซีล CRANE TYPE MX9 ให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือเท่านั้น



ภาพที่ 5-2 CRANE MX9 STERN TUBE SEAL AIR AND WATER PIPING ARRANGEMENT

2.5 การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE) ไม่มีการซ่อมบำรุงใดๆ ที่สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของซีลได้ แต่อย่างไรก็ตามการซ่อมบำรุงซีล MX9 ให้ปฏิบัติตาม PMS และคู่มือเรือ ตารางที่ 5-2 เป็นตัวอย่างตารางการซ่อมบำรุงซีล MX9 เท่านั้น

2.6. การซ่อมทำใหญ่ (SEAL OVERHAUL) จากตัวอย่างตารางการซ่อมบำรุงซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร ได้กำหนดให้ครบวงรอบการซ่อมทำใหญ่ทุกๆ 5 ปี โดยกำหนดให้ต้องถอดส่วนประกอบต่างๆ เพื่อตรวจสอบสภาพ วัดค่า ซ่อมทำหรือเปลี่ยนใหม่ส่วนประกอบที่ชำรุด ตัวอย่าง

ของส่วนประกอบที่ต้องถอด เช่น ส่วนประกอบที่เป็นยางทั้งหมด ชุดแบลโล ถอดเปลี่ยน FACE INSERT และปรับแต่งหรือเปลี่ยน SEAT (ซีลชุดหมุนที่ติดกับเพลาใบจักร) ขึ้นอยู่กับความหนาของผิวสัมผัส เป็นต้น ระยะการสึกหรอของ FACE INSERT และ SEAT และรายละเอียดเกี่ยวกับความหนา (ของใหม่) การสึกที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ความหนาที่ต้องเปลี่ยน ให้ตรวจสอบจากคู่มือเรือเท่านั้น

ตารางที่ 5-2 ตารางการซ่อมทำบำรุง ซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักรแบบ MX 9

ความต้องการการบำรุงรักษา	ระยะเวลาในการบำรุงรักษา
ตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศและน้ำที่ซีลพองลมขณะที่ไม่มีการหมุนเพลาใบจักร	ทุก ๆ 6 เดือน
ตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ภายนอก วัดระยะ การสึกของหน้าสัมผัสของ FACE INSERTE และ SEAT และตรวจสอบการเยื้องศูนย์	ทุกปี

6-7 การแก้ไขข้อขัดข้อง (TROUBLESHOOTING) ซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร ถูกออกแบบการทำงานได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งใดๆ ดังนั้นการแก้ไขข้อขัดข้องจะปฏิบัติก็ต่อเมื่อตรวจพบขณะทำการซ่อมบำรุงและขณะตรวจสอบก่อนการใช้งาน หรือขณะใช้งานเท่านั้น ตารางที่ 5-3 เป็นแนวทางการแก้ไขข้อขัดข้อง ซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร

ตาราง 5-3 การแก้ไขข้อขัดข้องซีลกระบอกดีฟุตแบบ MX9

อาการ	สาเหตุที่เกิดปัญหา	การแก้ไข
เกิดความร้อนที่ซีล (SEAL RUNNING HOT)	น้ำทะเลขาดระบบ (LACK OF FLUSH WATER)	ตรวจสอบระบบท่อทางน้ำทะเล ลิ้นต่างๆ ควรเปิดอย่างถูกต้อง / ตรวจ และล้างหม้อกรองน้ำทะเล
	กำลังดันที่ผิวสัมผัสสูงเกินเกณฑ์ (OVERCOMPRESSION)	ตรวจสอบระยะการทำงานของผิวสัมผัสกับที่จดบันทึกไว้เมื่อครั้งติดตั้ง ปรับแต่งใหม่ถ้าจำเป็น
	เกิดการอั้นของไอน้ำหรืออากาศภายในตัวเรือน	ต้องแน่ใจว่าลิ้นที่ท่อทางระบายเปิด และไม่มีอะไรอุดตันท่อทางระบาย

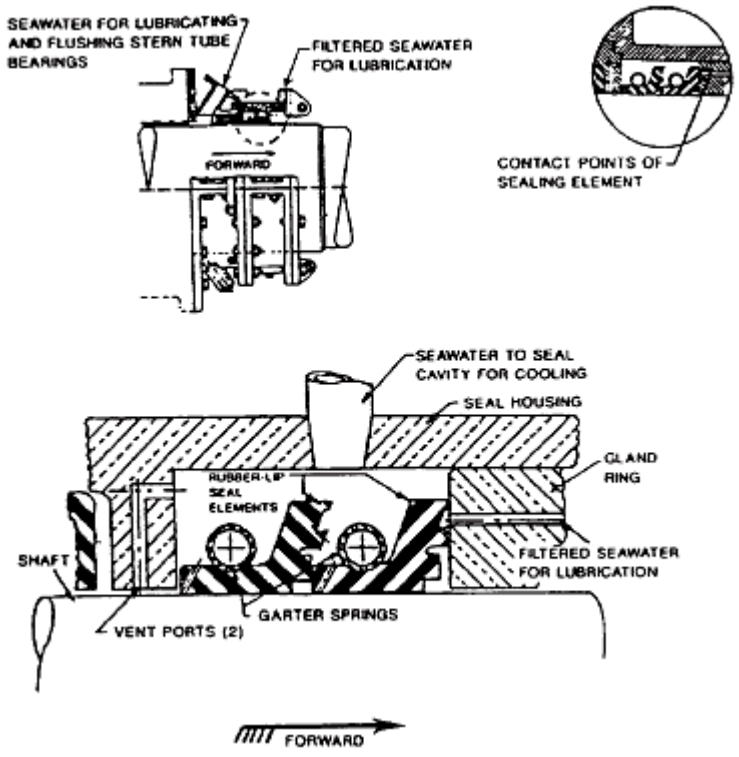
	น้ำทะเลเกิดการอุดตัน หรือไหลผ่านผิวหน้าสัมผัสไม่สะดวก	ตรวจสอบหน้าสัมผัส FACE INSERT และทำให้แรงดันน้ำที่เซาะร่องไหลสะดวก
เกิดการรั่วไหลสูงเกินเกณฑ์ (มากกว่า 3 GPM)	ซีลไม่ได้ศูนย์ (OUT OF ALIGNMENT)	ปรับใหม่ให้ได้ศูนย์ตามคู่มือ
	กำลังดันที่ผิวสัมผัสน้อยเกินไป (TOO LITTLE COMPRESSION)	ตรวจสอบระยะการทำงานของผิวสัมผัสกับที่ได้จดบันทึกไว้เมื่อครั้งติดตั้ง ปรับแต่งใหม่ถ้าจำเป็น
	O-RINGS หรือ SEALING STRIPS ชำรุด	เปลี่ยนส่วนประกอบที่ชำรุด
	FACE INSERT ชำรุด	เปลี่ยน FACE INSERT และปรับแต่งผิวสัมผัส SEAT
ความสั่นสะเทือนสูงเกินเกณฑ์ (EXCESSIVE VIBRATION)	ซีลไม่ได้ศูนย์ (OUT OF ALIGNMENT)	ปรับใหม่ให้ได้ศูนย์ตามคู่มือ

3. RUBBER-LIP FACE SEALS

เป็นซีลที่ใช้งานในเรือรุ่นเก่าของ ทร.อม.ผลิตโดยหลาย ๆ บริษัท ใช้ชื่อว่า SYNTON SEAL

3.1. โครงสร้างส่วนประกอบของ SYNTON SEAL ตามภาพที่ 5-3 แสดงโครงสร้างแยกส่วนของ SYNTON SEAL ประกอบด้วยตัวเรือน (HOUSING) สร้างด้วยโลหะหล่อ (BRONZE CASTING) ภายในตัวเรือนประกอบด้วยซีลยางหรือ RUBBER-LIP SEAL ELEMENT จำนวน 2 ชุด ซึ่งซีลยางแต่ละชุดสามารถสับเปลี่ยนกันได้ ผิวสัมผัสระหว่างซีลยางและปลอกเพลาใบจักรระบายความร้อนและหล่อลื่นด้วยน้ำทะเล (น้ำทะเลไหลจากช่องทางภายในฝาอัด (GLAND RING) ผ่านซีลชุดหน้าเข้าไปภายในตัวเรือน) ซีลพองลมเป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่ภายในช่องว่างของตัวเรือน การอัดซีลพองลมโดยใช้ลมกำลังดันต่ำจากเครื่องอัดลม ซึ่งการงานในกรณีซ่อมทำซีลขณะที่เรือลอยลำอยู่ในน้ำเท่านั้น

3.2. การใช้งาน (OPERATION) ซีล SYNTRON ทำงานอัตโนมัติในทันทีที่มีน้ำทะเลไหลผ่านเข้าไประบายความร้อนในห้องซีล และมีน้ำทะเลไหลผ่าน GLAND RING (ดูภาพที่ 5-3) โดยเปิดลิ้นน้ำและตรวจสอบกำลังดันน้ำทะเลให้ได้ตามเกณฑ์ (เมื่อปฏิบัติกับระบบน้ำทะเลดังกล่าวเรียบร้อยแล้วจึงจะสามารถหมุนเพลาใบจักรได้) ส่วนการเลิกใช้งานให้ปฏิบัติด้วยวิธีเลิกระบบน้ำทะเลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด การรั่วไหลของน้ำทะเลที่ซีลเพลากระบอกดีฟุตตามตารางที่ 5-1 รายละเอียดด้านการใช้งานและการเลิกให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือ



ภาพที่ 5-3 แสดงโครงสร้างส่วนประกอบ SYNTON SEAL RUBBER - LIP SEAL

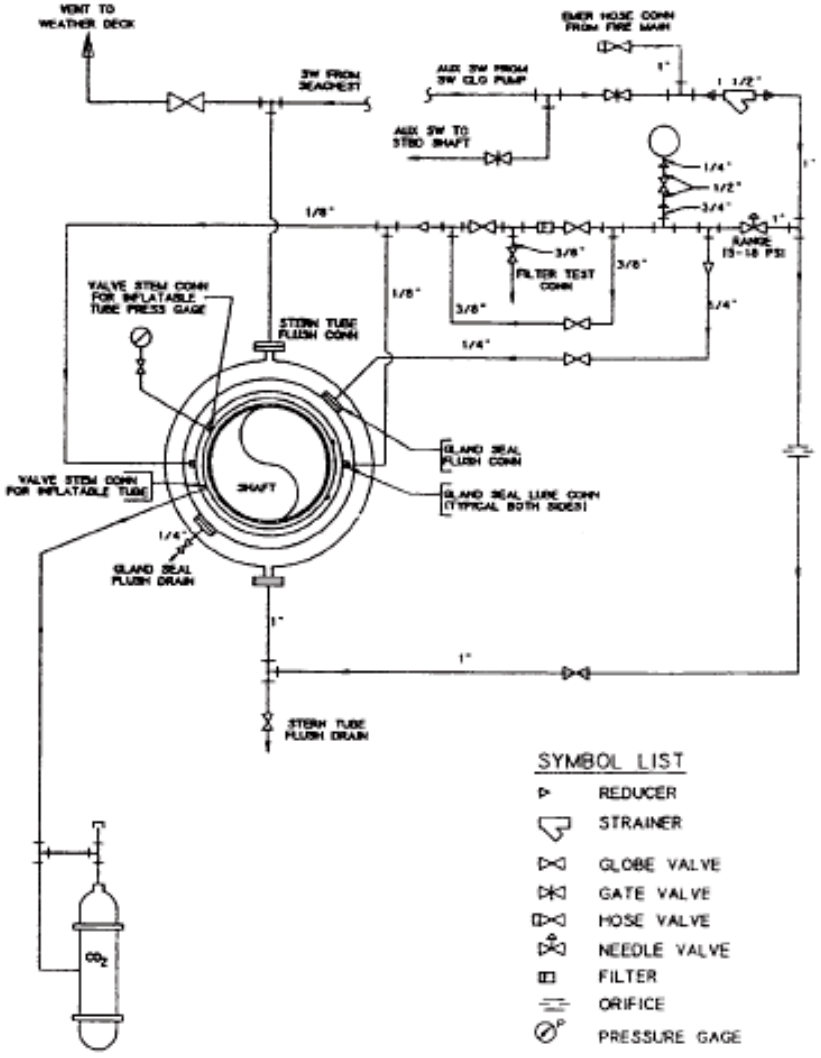
3.3. การใช้งานกรณีฉุกเฉิน (EMERGENCY SEAL OPERATION) ในกรณีเกิดการชำรุดการเปลี่ยนเป็นซีลแบบแป๊กกิ้งธรรมดา (STUFFING BOX) ขณะเรือลอยลำอยู่ในน้ำกระทำโดย อัดซีลพองลม เปิดตัวเรือนและถอดชุดซีล SYNTRON ออกแล้วเปลี่ยนใส่แป๊กกิ่งลงไปแทน ต่อจากนั้นปิดฝาตัวเรือน ระบายลมออกจากซีลพองลม ตรวจสอบและปรับแต่งการรั่วไหลของน้ำทะเลผ่านซีลให้อยู่ในเกณฑ์ การปฏิบัติในการเปลี่ยนซีลกรณีฉุกเฉินดังกล่าวให้ศึกษาโดยละเอียดจากคู่มือเรือเท่านั้น

3.4. การควบคุมและอุปกรณ์ควบคุม (CONTROL AND INDICATORS) ตารางที่ 5-4 เป็นตารางปฏิบัติ และกล่าวถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการใช้งานซีล SYNTRON ซึ่งได้แก่ระบบน้ำทะเลและระบบอากาศอัดซีลพองลม และภาพที่ 5-4 เป็นรายละเอียดของระบบน้ำทะเลและระบบอากาศอัดซีลพองลมของซีล SYNTRON

ตารางที่ 5-4 RUBBER-LIP- SEAL การควบคุมและอุปกรณ์ควบคุม

ชื่อ อุปกรณ์ควบคุม	วัตถุประสงค์ หรือ การทำงาน	สถานที่ติดตั้ง	การใช้งาน	ตำแหน่ง หรือ ค่าที่ต้องการใช้งาน
STERN TUBE FLUSH INLET VALVE	เปิด-ปิด น้ำทะเลหล่อกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร	ท่อทางน้ำทะเลเข้ากระบอกดีฟุต	เปิด เมื่อเริ่มใช้งาน และ ปิด เมื่อเลิกใช้งาน	เปิด
SEAL CAVITY FLUSH INLET VALVE	เปิด-ปิด น้ำทะเลหล่อภายในห้องซีล (SEAL CAVITY)	ท่อทางน้ำทะเลเข้าห้องซีล	เปิด เมื่อเริ่มใช้งาน และ ปิด เมื่อเลิกใช้งาน	เปิด

NEEDLE REDUCE VALVE	ลดกำลังดันน้ำทะเลหล่อภายในห้องซีล (SEAL CAVITY)	ระหว่างระบบน้ำทะเลและท่อทางน้ำทะเลเข้าห้องซีล	ปรับแต่งกำลังดันน้ำทะเลเข้า GLAND RING และ ห้องซีล	15-18 PSI
เกจวัดกำลังดัน	แสดงกำลังดันน้ำทะเลที่ท่อทางออกของ REDUCE VALVE	ท่อทางระหว่าง REDUCE VALVE และตัวเรือนซีล	ขณะใช้งาน	15-18 PSI
น้ำทะเลรั่วออกจากซีล	แสดงน้ำทะเลรั่วไหลผ่านซีล	ด้านใต้ของซีล	ขณะใช้งาน	สูงสุด 3 GPM /หรือ 1 ปิ้น/นาที เมื่อซีลติดตั้งใหม่



ภาพที่ 5-4 ระบบน้ำทะเล และระบบอากาศอัดซีลพองลมซีล SYNTRON

3.5.การซ่อมบำรุง (MAINTENANCE) ซีล SYNTRON ถูกออกแบบสำหรับการใช้งานที่ยาวนานและปราศจากข้อขัดข้องใดๆ ถ้ามีการซ่อมบำรุงป้องกันตามระยะเวลาที่ถูกต้อง อัตราการรั่วไหลของน้ำทะเลที่รั่วผ่านซีลจะบอกให้ทราบถึงสภาพของซีลภายใน เฉพาะงานการซ่อมทำ(CORRECTIVE MAINTENANCE)ที่สามารถทำได้ เช่น การเปลี่ยนซีล เปลี่ยนสปริงนัตหรือสกรู และเปลี่ยนหรือซ่อมทำผิวสัมผัสของ GLAND RING เป็นต้น ถ้ามีการสึกมากเกินไป รวมทั้งมีการรั่วไหลของน้ำทะเลเกิน 3 แกลลอน/นาที ให้เปลี่ยนชุดซีลยางใหม่ งานการซ่อมบำรุงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE) เช่น การรั่วไหลของอากาศและน้ำที่ซีลพองลม เปลี่ยนไส้กรองของหม้อกรองน้ำทะเล (ถ้ามี) ตรวจรั่วตามระยะเวลาของซีลกระบอกดีฟุตและท่อทางน้ำทะเล เป็นต้น ตารางที่ 5-5 แสดงตัวอย่างรายการซ่อมบำรุงป้องกันซีล SYTRON รายละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติให้ศึกษาจาก PMS หรือคู่มือเรือ

หมายเหตุ (NOTE) ไม่ควรเปิดตัวเรือซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร เพียงเพื่อต้องการตรวจสอบหน้าสัมผัสของซีลเท่านั้น

ตารางที่ 5-5 ตารางการซ่อมบำรุงป้องกันซีล SYTRON

รายการซ่อมบำรุง	เวลา
ตรวจสอบอัตราการรั่วไหลของน้ำทะเลผ่านซีล	ทุกวัน
ตรวจสอบและปรับแต่งกำลังดันน้ำทะเลที่ NEEDLE REDUCE VALVE	ทุกวัน
ตรวจสอบและทำความสะอาดไส้กรองหม้อกรองน้ำทะเล	ทุก 3 เดือน
ทดลองซีลพองลมและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	ทุก 6 เดือน

3.6. การปรับซ่อมใหญ่ (SEAL OVERHAUL) การปรับซ่อมใหญ่ของซีลกระบอกดีฟุตแบบ SYNTRON เป็นการซ่อมทำเมื่อเรือเข้าอู่ งานที่สำคัญคือการเปลี่ยนซีลพองลมและชุด SYNTRON SEAL รายละเอียดตามคู่มือเรือ

3.7. การตรวจสอบ (INSPECTION) การตรวจสอบ RUBBER-LIP- SEAL เป็นสิ่งที่ต้องทำเมื่อพบว่าอัตราการรั่วไหลเกินเกณฑ์ (ดูตารางที่ 5-1) ซึ่งในการนี้จะต้องทำการถอดชิ้นส่วนภายในออกตรวจด้วย แนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติกล่าวคือ อัดซีลพองลม ถอดนัต (HEX NUT) ยึด GLAND RING และเลื่อน GLAND RING ออกไปตามเพลาใบจักร (เพื่อป้องกันน้ำท่วมเรือให้เตรียมปั๊มหรือเครื่องสูบน้ำพร้อมสายสูบติดตั้งไว้ให้พร้อม กรณีซีลพองลมขัดข้องหรือชำรุดขณะกำลังถอดซีลตรวจสอบ) ขั้นตอนต่อไปให้ถอดซีลยางออกจากตัวเรือน ถ้าผลการตรวจพบว่าชำรุด อาจซ่อมทำฉุกเฉินด้วยการใช้แป๊กกิ้งก็ได้ แต่ให้เปลี่ยนไปใช้ซีลยางใหม่ให้เร็วที่สุด และปรับผิวสัมผัสของ GLAND RING ให้ตั้งฉากรับกับผิวสัมผัสของซีลยางที่เปลี่ยนใหม่ด้วย (ระยะห่างระหว่างผิวสัมผัสควรอยู่ที่ประมาณ 0.006 – 0.120 นิ้ว หรือตามคู่มือกำหนด ซีลจึงจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ) นอกจากนั้น ถ้าปลอกเพลาใบจักรมีลักษณะเป็นร่องเกิดขึ้น แสดงถึงซีลยาง SYNTRON ทำงานผิดปกติเกิดจากปลอกเพลาและเพลาใบจักรเลื่อนหรือเกิดการขยับตัวได้ ซึ่ง ทร.อม. ได้ดำเนินการแก้ไขโดย

เสริมด้วยเรซิน (EPOXY INSERT) เพื่อเพิ่มความยึดเกาะเข้าไปภายในปลอกเพลาใบจักร และปิดลิ้นน้ำทะเลผ่าน GLAND RING เพราะซีลมีการหล่อลื่นอยู่ภายในตัวเองแล้ว

3.8 การแก้ไขข้อขัดข้อง (TRUBLESHOOTING) ตาราง 5-6 แนวทางแก้ไขข้อขัดข้องของ RUBBER-LIP- FACE SEAL ที่บอกถึงอาการ สาเหตุ และการแก้ไข

ตาราง 5-6 การแก้ไขข้อขัดข้อง RUBBER-LIP- FACE SEAL

อาการ	สาเหตุ	การแก้ไข /ซ่อมทำ
ผิวสัมผัสของซีลสึกหลอเร็วกว่ากำหนด (PREMATURE WEAR OF SEAL FACE)	น้ำทะเลหล่อลื่นและระบายความร้อนน้อยกว่าเกณฑ์	ตรวจสอบ /ซ่อมทำระบบน้ำทะเล
	ห้องซีล (SEAL CAVITY) สกปรก	ถอด GLAND RING ออก ตรวจสภาพภายในและทำความสะอาด
	ผิวสัมผัสของ GLAND RING ชำรุด ขณะทำการติดตั้ง	ถอด GLAND RING ตรวจสภาพผิวสัมผัสของชุดซีล
ตัวเรือนซีลมีอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ขณะใช้งานด้วยซีลแบบแป๊กกิ้ง (OVERHEATING)	กวดฝาอัดแป๊กกิ้งแน่นเกินไปจนน้ำทะเลไหลผ่านซีลไม่ได้	คลายฝาอัดแป๊กกิ้ง หรือเพิ่มอัตราการไหลของน้ำทะเล หรือ ปฏิบัติทั้ง 2 อย่างที่ได้กล่าว
อัตราการรั่วไหลของน้ำทะเลน้อยหรือน้ำทะเลหยุดรั่วไหล (LITTLE OR NO LEAKAGE)	หม้อกรองน้ำทะเลอุดตัน	เปลี่ยน /ทำความสะอาดไส้กรอง
	ปรับแต่ง NEEDLE REDUCE VALVE ไม่ถูกต้อง	ปรับแต่งใหม่ เพิ่มอัตราการไหลของน้ำทะเลให้สูงขึ้น
อัตราการรั่วไหลของน้ำทะเลสูงเกินเกณฑ์ (EXCESSIVE LEAKAGE)	ผิวสัมผัสของซีลสึก	ถอด /ตรวจสภาพซีล(ผิวสัมผัส) เปลี่ยนใหม่ถ้าสึกหลอเกินเกณฑ์
	ซีล O-RINGS ชำรุด	เปลี่ยน O-RINGS
	ปรับแต่งระยะระหว่าง GLAND RING กับ ชุดซีล ไม่ถูกต้อง	ปรับแต่งใหม่ ให้ได้ระยะ 0.006 - 0.120 นิ้ว

4. ซีลพองลม (INFLATABLE SEAL)

ซีลพองลมเป็นส่วนประกอบภายในของซีลกระบอกดีฟุตเพลาใบจักร เช่น ซีลพองลมของซีล MX9 มีลักษณะเป็นยางยืดหยุ่นขนาดเล็ก-แคบ ติดตั้งรวมอยู่ภายใน MOUTING RING ด้านใต้ติดกับเพลาใบจักร (ดูภาพที่ 1-1) ที่ตัวเรือนซีลพองลมมีชุดข้อต่อลมสำหรับต่อกับระบบลมกำลังดันต่ำ (หรือขวด CO2) เมื่อทำการอัดลมเข้าซีลพองลม แรงดันจะทำให้ซีลพองลมเกิดการขยายตัวลงไปสัมผัสกับเพลาใบจักร เกิดเป็น STATIC SEAL ป้องกันน้ำเข้าเรือได้ การใช้งานซีลพองลมจะต้องใช้ในขณะเพลาใบจักรหยุดนิ่งเท่านั้น ทั้งนี้ ถ้าใช้ในขณะเพลาหมุน แรงดันภายในจะทำให้ส่วนประกอบของซีลพองลมที่เป็นยางชำรุด การเปลี่ยนซีลพองลมที่ชำรุดต้องกระทำขณะเรือเข้าอู่เท่านั้น การติดตั้งและการใช้งานซีลพองลมให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือเท่านั้น

4.1 การใช้งาน (OPERATION) รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานซีลพองลมให้ปฏิบัติตามคู่มือเรือเฉพาะลำ และมีข้อระมัดระวังอันตรายที่ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัด เช่น ต้องระบายลมออกจากซีลพองลมก่อนหมุนเพลาใบจักร และให้ใช้งานซีลพองลมเฉพาะเวลาที่ทำการซ่อมทำ SEAL ELEMENT เท่านั้น /ไม่ควรอัดลมเกิน 125 PSI หรือตามที่คู่มือกำหนด รวมทั้งต้องไม่หมุนเพลาใบจักรขณะอัดซีลพองลม เพราะการหมุนเพลาใบจักรจะทำให้ซีลพองลมชำรุดและไม่สามารถใช้งานต่อไปได้

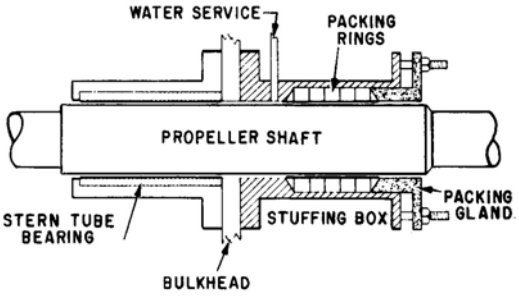
5. ซีลแบบแป๊กกิ้ง (PACKING-TYPE STUFFING BOX)

5.1 กล่าวโดยทั่วไป (GENERAL) เป็นซีลที่ง่ายในการออกแบบ ไม่ต้องการน้ำหรือกลไกใดๆ เข้ามาเกี่ยวข้องขณะใช้งาน การซ่อมบำรุงน้อยเพียงคอยดูแลเปลี่ยนแป๊กกิ้งตามระยะเวลาเท่านั้น สำหรับการกระตุ้นใช้งานกระทำโดยกวดฝาอัดกระบอกซีล (STUFFING BOX) ให้วงแป๊กกิ้งสัมผัสกับเพลาใบจักร การใช้งานกับเรือเล็ก และเป็นซีลที่ใช้งานฉุกเฉินของเรือขนาดกลางหรือขนาดใหญ่บางประเภท

5.2 โครงสร้าง/ส่วนประกอบ (DESCRIPTION) ซีลแบบแป๊กกิ้งมีส่วนประกอบสำคัญ คือ กระบอกซีล (STUFFING BOX) ภายในกระบอกซีลมีช่อง (GROOVE) สำหรับประกอบวงแป๊กกิ้ง ซึ่งเมื่อได้ประกอบแป๊กกิ้งเข้าไปในช่องว่างกระบอกซีลรอบเพลาใบจักรเรียบร้อยแล้ว จะทำให้กระบอกซีลและเพลาใบจักรได้ศูนย์กันโดยอัตโนมัติ แป๊กกิ้งที่ถูกอัดไว้ภายในกระบอกซีลทำหน้าที่กำหนดและควบคุมระยะห่างจากเพลาใบจักรขณะใช้งานปกติ แป๊กกิ้งที่ใช้เป็นวัสดุประเภทเทฟลอน หรือเอสเบททอส

5.3 การใช้งาน (OPERATION) การใช้งานซีลเพลาใบจักรแบบแป๊กกิ้งด้วยการกวด หรือคลายนัตฝาอัดกระบอกซีล เพื่อป้องกันหรือควบคุมน้ำเข้าเรือ ทั้งขณะเรือจอดและเรือเดิน

5-4 การแก้ไขข้อขัดข้อง (TROUBLE SHOOTING) ปัญหาข้อขัดข้องของซีลเพลาใบจักรมักเกิดขึ้นเมื่อระยะห่าง (CLEARANCE) ระหว่างเพลาใบจักรและแป๊กกิ้งมากหรือน้อยเกินไป ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับอัตราน้ำเข้าเรือ หรือเพลาใบจักรร้อนขณะเรือเดิน ดังนั้นควรมีการตรวจสอบตามระยะเวลา และปฏิบัติตามคู่มือการใช้ภายในเรือ



ซีลเพลาใบจักรแบบแป๊กกิ้ง (PACKING-TYPE STUFFING BOX)

.....

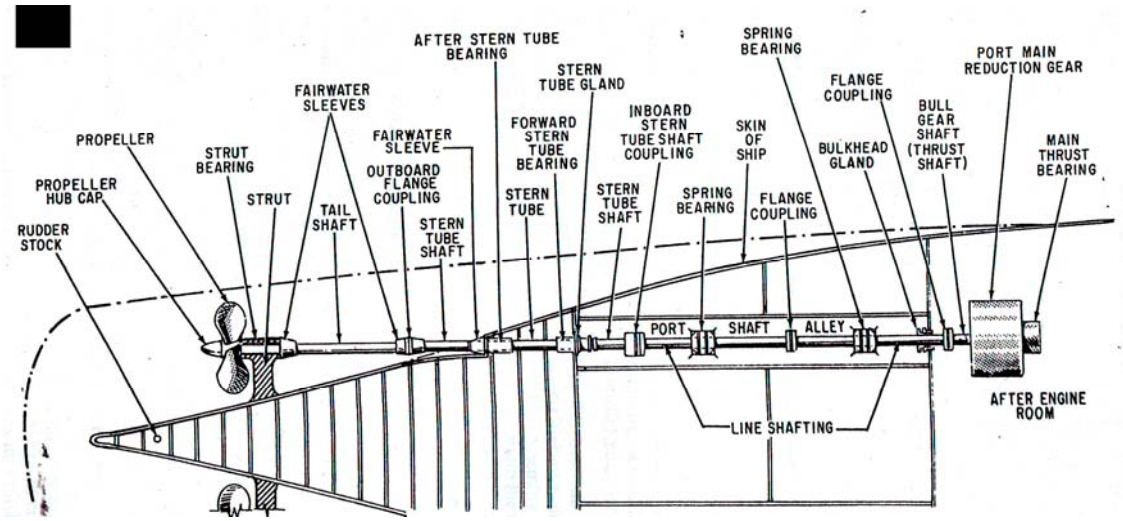
เพลาใบจักรและใบจักร (MAIN PROPULSION SHAFTING AND PROPELLER)

เครื่องจักรใหญ่ (ดีเซล เทอร์ไบน์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า) และเฟืองทดรอบ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นพลังงานกล ซึ่งพลังงานกลที่ได้นี้ ถูกนำไปใช้งานผ่านเพลาและใบจักร

1. เพลาใบจักร (MAIN PROPULSION SHAFTING)

เพลาใบจักรที่ใช้งานในระบบขับเคลื่อนเรือ อาจจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ประมาณ 30 นิ้ว ถูกแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 2 ส่วน ตามสถานที่ติดตั้ง คือ เพลาใบจักรส่วนที่อยู่ภายในตัวเรือ (IN BOARD หรือ LINE SHAFTING) และเพลาใบจักรส่วนที่อยู่ภายนอกตัวเรือ (OUT BOARD หรือ WATER BONE SHAFTING) (ภาพที่ 6-1) เพลาใบจักรสร้างด้วยเหล็กด้วยวิธีตีขึ้นรูป (FORGET STEEL) และถ้ามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 6 นิ้ว ขึ้นไป มักสร้างภายในกลวง (HOLLOW)

เพลาใบจักรอยู่ภายในตัวเรือ หรือ LINE SHAFTING ประกอบด้วยเพลาหลายส่วน อาจรวมทั้งเพลากันรุน (THRUST SHAFT) ถ้าแบริ่งกันรุนเพลาใบจักรไม่ได้ติดตั้งรวมอยู่ภายในตัวเรือนของหมู่เฟืองทดรอบเพลาใบจักรของเรือบางประเภท



ภาพที่ 6-1 แสดงส่วนประกอบเพลาใบจักร

เพลาใบจักรที่อยู่ภายนอกตัวเรือ หรือ OUT BOARD ประกอบด้วย PROPELLER SHAFT หรือ TAIL SHAFT โดยมี STERN TUBE SHAFT ซึ่งเป็นเพลาใบจักรส่วนที่สอดผ่านกระบอกดีฟุตผนังตัวเรือ และทำหน้าที่ส่งกำลังอยู่ระหว่าง IN BOARD และ OUT BOARD SHAFT หรือในเรือบางประเภทเพลาใบจักรส่วนที่อยู่นอกตัวเรืออาจมีเพลาใบจักรที่เรียกว่า INTERMEDIATE SHAFT หรือ DROP OUT SHAFT ติดตั้งอยู่ระหว่าง PROPELLER SHAFT และ STERN TUBE SHAFT อีกด้วยก็ได้ สำหรับเรือผิวน้ำบางประเภทที่ใช้เพลาใบจักรเดี่ยว และเรือดำน้ำเพลาใบจักร (PROPELLER SHAFT) ยังทำหน้าทีเป็น STERN TUBE SHAFT อีกด้วย (เรือเล็ก) เพลาใบจักรที่อยู่ภายนอกตัวเรือนี้ ถูกเคลือบไว้ด้วยพลาสติก

หรือยาง เพื่อป้องกันการสึกกร่อนเนื่องจากน้ำทะเล ยกเว้นบริเวณที่ติดตั้งแบริ่งรับเพลาใบจักร ซึ่งมีปลอกเพลา (SLEEVES) ทำด้วย BRONZE หรือ COPPER-NICKLE หุ้มไว้ ส่วนการเชื่อมต่อเพลาใบจักรที่อยู่ภายนอกตัว (ระหว่าง TAILS SHAFT และ STERN TUBE SHAFT) นั้น เชื่อมต่อกันด้วยหน้าแปลน (FLANGES) หรือข้อต่อชนิด MUFF-TYPE (MUFF-TYPE OUT BOARD COUPLING) และเชื่อมต่อระหว่าง LINE SHAFT และ STERN TUBE SHAFT ด้วยข้อต่อที่เรียกว่า IN BOARD STERN TUBE COUPLING ชนิดถอดได้

2 ใบจักร (PROPELLER)

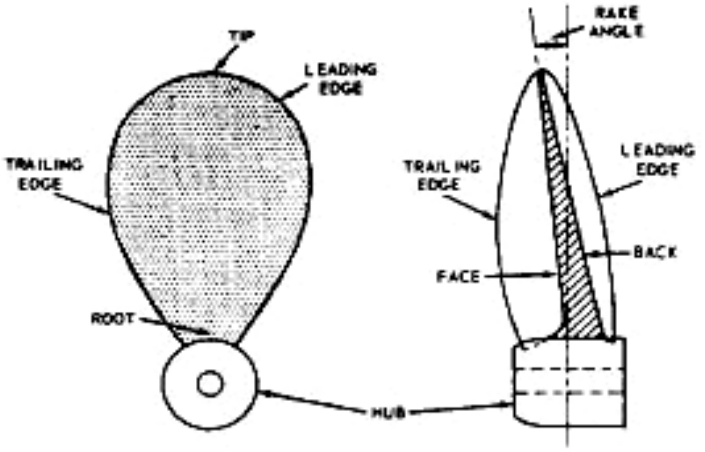
ใบจักรแบบสกรู (SCREW – TYPE PROPELLER) ประกอบด้วย ดุม (HUB) และใบจักร (BLADE) วางทำมุมกับแกนเพลาจักรด้วยระยะที่เท่ากัน ใบจักรที่ดุมและใบจักรหล่อเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน เรียกว่า SOLID PROPELLER และใบจักรที่ดุมและใบจักรประกอบติดกันด้วยสลัก เรียกใบจักรชนิดนี้ว่า BUILT – UP PROPELLER

ภาพที่ 6-2 แสดงส่วนประกอบของใบจักรแบบสกรู (บางส่วน) ด้านหน้าหรือด้านกำลังดัน (FACE หรือ PRESSURE FACE) คือด้านที่อยู่ด้านหลังของใบจักรเมื่อเรือเคลื่อนที่ในทิศทางเดินหน้า ด้านหลังหรือด้านทางดูด (BACK หรือ SUCTION BACK) คือด้านที่อยู่ตรงข้ามด้านหน้า เมื่อใบจักรหมุน ด้านหน้าของใบจักรจะเพิ่มกำลังน้ำและทำให้น้ำเกิดการเคลื่อนที่ไปทางท้ายเรือ แรงดันกลับ (THRUST หรือ REACTION FORCE) ที่กระทำกับใบจักรให้เรือเคลื่อนที่ในทิศทางเดินหน้าเกิดจากความเร็วของน้ำที่เคลื่อนที่ไปทางท้ายเรือ

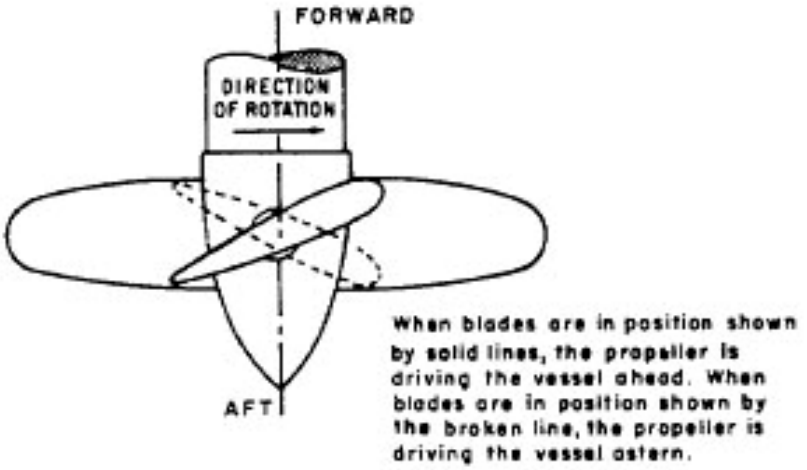
ปลายใบจักร (TIP OF THE BLADE) คือส่วนที่อยู่ไกลสุดจากดุมใบจักร (ดูภาพประกอบ) โคนใบจักร (ROOT OF THE BLADE) คือบริเวณพื้นที่เชื่อมต่อใบจักรกับดุมใบจักร ขอบนำ (LEADING EDGE) คือขอบใบจักรด้านที่ตัดน้ำเมื่อเรือเคลื่อนที่ในทิศทางเดินหน้า ขอบตาม (TRAILING EDGE หรือ FOLLOWING EDGE) คือขอบใบจักรด้านตรงข้ามกับขอบนำ

มุมเอียง (RAKE ANGLE) เกิดขึ้นเมื่อปลายใบจักรไม่ได้อยู่ในแนวตั้งฉากกับดุมใบจักร มุมเอียงเป็นมุมที่เกิดจากระยะระหว่างตำแหน่งจริงของปลายปีก (ที่อาจอยู่ค่อนไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังดุมใบจักร) และตำแหน่งของปลายปีกที่ควรจะเป็น ถ้ามันอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับดุมใบจักร

ใบจักรแบบสกรู แบ่งประเภทออกเป็นใบจักรแบบพิทช์คงที่ (FIXED PITCH) และใบจักรแบบปรับพิทช์ได้ (CONTROLLABLE PITCH) โดยใบจักรแบบพิทช์คงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงมุมบิดของใบจักรได้ในขณะใช้งาน ส่วนใบจักรแบบปรับพิทช์ได้สามารถเปลี่ยนมุมบิดของใบจักรได้ตลอดเวลาด้วยอุปกรณ์บนสะพานเดินเรือหรือจากห้องควบคุมเครื่องจักร และใบจักรแบบปรับพิทช์ได้ยังสามารถใช้งานในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือจากเดินหน้าเป็นถอยหลังโดยไม่ต้องเปลี่ยนทิศทางในการหมุนของอุปกรณ์ส่งกำลังได้อีกด้วย โครงสร้างของใบจักรแบบปรับพิทช์ได้และการทำงานตามที่แสดงในภาพ 6-3



ภาพที่ 6-2 แสดงส่วนประกอบของใบจักร



ภาพ 6-3 ใบจักรแบบปรับพิทช์ได้ แสดงการทำงาน

ตำแหน่งปีกใบจักเส้นทึบ ผลักน้ำให้เรือไปในทิศทางเดินหน้า

ตำแหน่งปีกใบจักเส้นทึบเส้นประ ผลักน้ำให้เรือไปในทิศทางเดินถอยหลัง

เพลาใบจักรหมุนทางเดียว

. .....

เอกสารอ้างอิง FIREMAN (NAVEDTRA 14104)