การจัดการความรู้ กรง.ฐท.สส.

เรื่อง

การหาศูนย์เพลาใบจักรในงานซ่อมทำเรือ

<u>เจ้าขององค์ความรู้</u>

นายพงษ์สถิต สหนาวิน
ช่างกลโรงงาน ชั้น ๓

นายพงษ์ศักดิ์ พุทธพงศ์
ช่างกลโรงงาน ชั้น ๓

ผู้รวบรวมองค์ความรู้

เรือตรี เดชาภัค โตแจ่ม

หน.ช่างหมวดประสาน ฯ

เรือตรี สมโภชน์ ทองบ่อ

นายช่าง รง.ซ่อมสร้างเรือเหล็ก ฯ

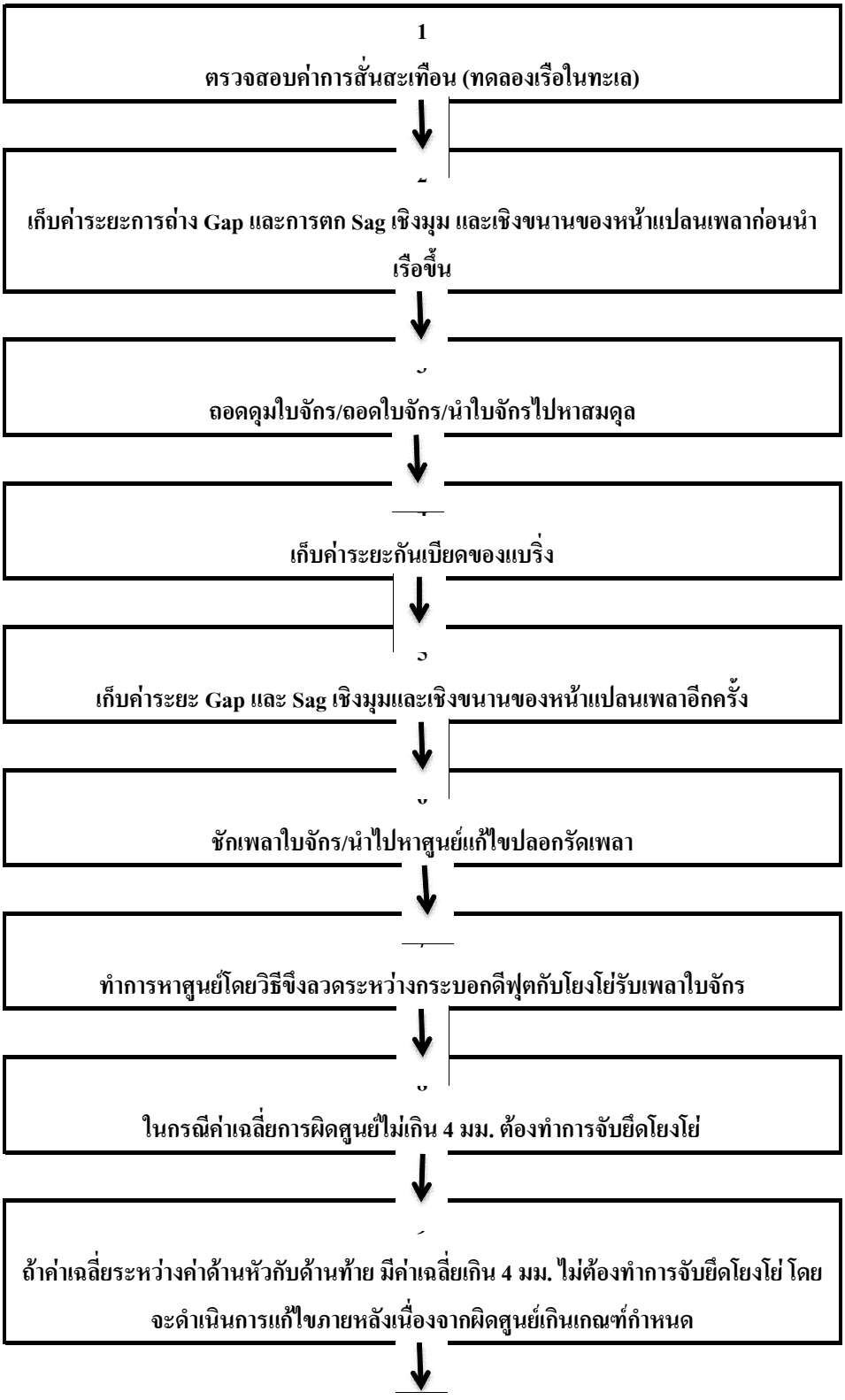
วัตถุประสงค์

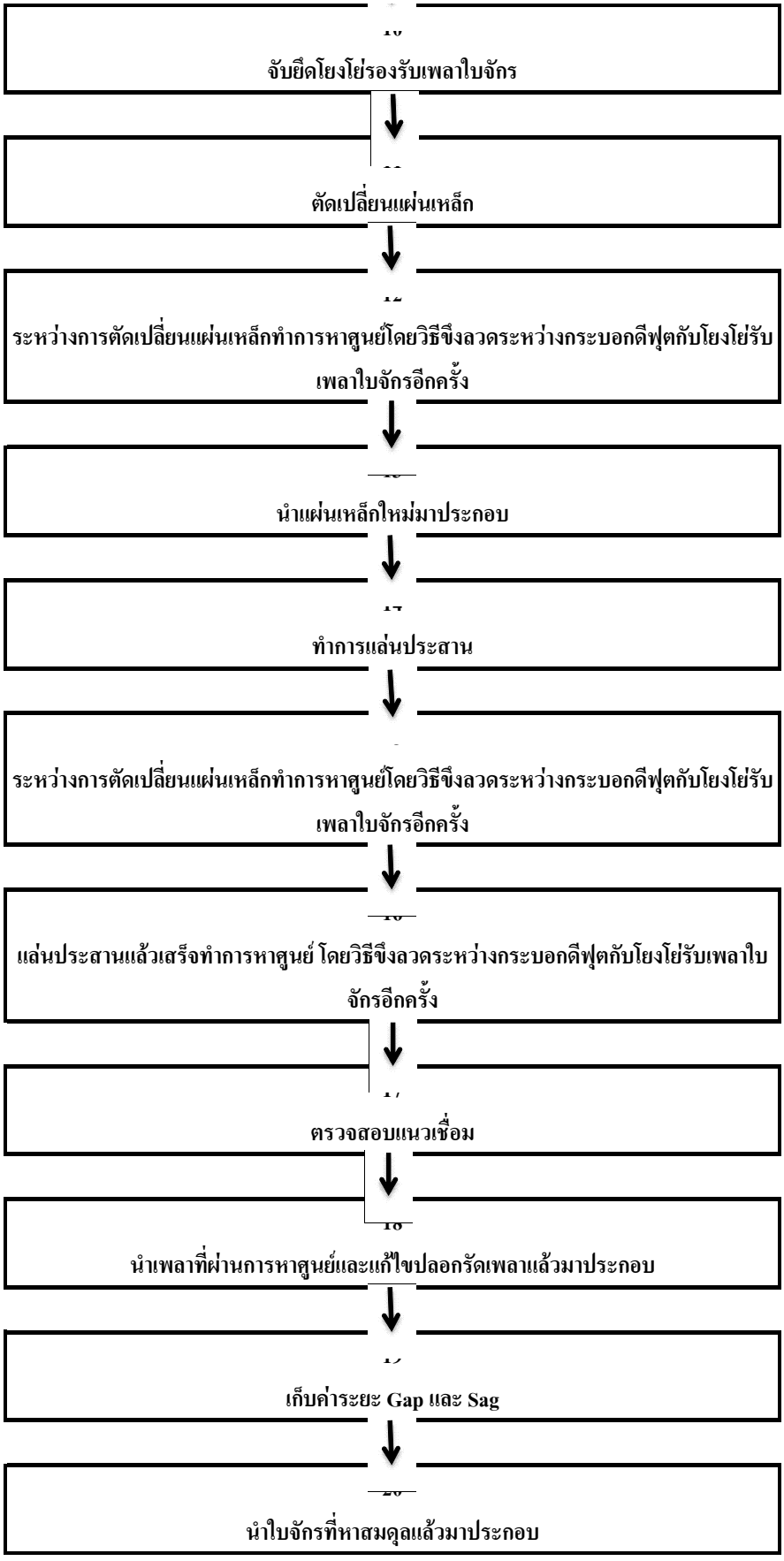
1. เพื่อให้มีการถ่ายทอดขั้นตอนการหาศูนย์เพลาใบจักรในการซ่อมทำตัวเรือจากผู้มีประสบการณ์ในการทำงาน
2. เพื่อให้มีการจัดเก็บกระบวนการการทำงานตลอดจนเทคนิคและข้อควรระวังจากผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถสืบค้นขั้นตอนการทำงานและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกิดขึ้น

ขอบเขตการทำงาน

รายละเอียดของขั้นตอนการหาศูนย์เพลาใบจักรตั้งแต่การเตรียมอุปกรณ์ การหาศูนย์เพลาใบจักร การตรวจสอบต่าง ๆ จนจบกระบวนการหาศูนย์เพลา

สรุปขั้นตอนการหาศูนย์เพลาใบจักรในการซ่อมทำตัวเรือ




จับยึดโยงโย่รองรับเพลาใบจักร
ตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็ก
ระหว่างการตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
นำแผ่นเหล็กใหม่มาประกอบ
ทำการแล่นประสาน
ระหว่างการตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
แล่นประสานแล้วเสร็จทำการหาศูนย์ โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
ตรวจสอบแนวเชื่อม
นำเพลาที่ผ่านการหาศูนย์และแก้ไขปลอกรัดเพลาแล้วมาประกอบ
เก็บค่าระยะ Gap และ Sag
นำใบจักรที่หาสมดุลแล้วมาประกอบ

กล่าวนำ

การตั้งศูนย์มีจุดประสงค์เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ของแบริ่งทุกตัวที่จะทำให้เกิดสภาวะที่ต้องการ ดังนี้

1. แรงกดแบริ่งแต่ละตัวจะต้องไม่สูงเกินเกณฑ์หรือทำให้แบริ่งอยู่ในสภาพ Overloaded
2. จะต้องไม่เกิดสภาวะ Unload ที่แบริ่งทุก ๆ สภาวะ คือ เพลาไม่นั่งบนแบริ่ง แต่พยายามดึงแบริ่งให้ลอยตัวขึ้นในทางดิ่ง
3. แรงกดบนแบริ่งในบริเวณใกล้เคียงกันควรมีค่าใกล้เคียงกัน
4. แบริ่งหัว - ท้ายของเกียร์ควรมีแรงกดใกล้เคียงกัน
5. ความเค้นประเภท Bending Stress ที่เกิดในเพลาต้องมีค่าไม่เกิน Endurance Limit ของวัสดุ
6. ไม่เกิดปัญหาการสั่นสะเทือนของเพลาใบจักร (Vibration)

การเสียศูนย์ของระบบเพลาของเรือ แบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

1. ศูนย์แบริ่งเพลาผิดไป

    1.1 เกิดการเปลี่ยนรูปร่าง (Deformation) หลังจากการเปลี่ยนแผ่นเหล็ก หรือโครงสร้างอันเนื่องมาจากการแล่นประสาน

    1.2 การถูกแสงแดดส่องเพียงด้านเดียว

    1.3 อุณหภูมิของน้ำและอากาศแตกต่างกัน

    1.4 ถูกคลื่นลม

    1.5 การชำรุดของโครงสร้างหลักบริเวณท้ายเรือ

2. เพลาคดหรือไม่ได้ศูนย์

    2.1 เครื่องมือที่ใช้งานซ่อมทำเพลาและเครื่องมือวัดมีอัตราผิดมาก

    2.2 เกิดการดุ้งในการประกอบหรือการขนย้าย

    2.3 แอ่นเนื่องมาจากน้ำหนักของเพลาเองในระหว่างใช้งาน และศูนย์ของตัวเรือเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบมาถึงเพลา

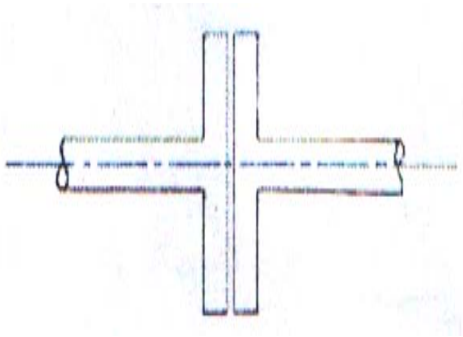
การหาศูนย์เพลาของเรือในอู่ที่ชักเพลาออกแล้ว มี ๓ วิธี

1. หาศูนย์โดยวิธีขึงลวด (Wire Method)
2. ใช้กล้อง (Optical)
3. ใช้แสง (Light Beam)

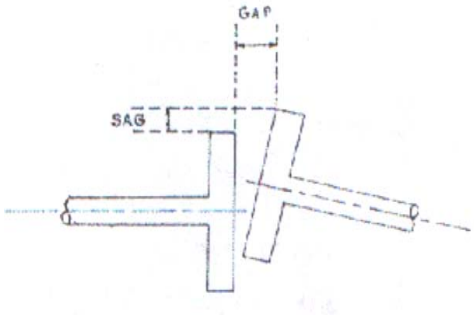
จะกล่าวถึงการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวด (Wire Method) เท่านั้น

การสอบศูนย์เพลาของเรือที่ยังไม่ได้ชักเพลาออก

วิธีวัดค่าการถ่าง (Gap) และค่าการตก (Sag) ของหน้าแปลนเพลาขณะเรืออยู่ในน้ำ



หน้าแปลนปกติ



การถ่างและการตกของหน้าแปลน

ก่อนที่จะทำการวัดค่า Sag และ Gap ของหน้าแปลนเพลาให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- เลือกทำในวันที่คลื่นลมสงบ
- คลายฝาอัดกระบอกดีฟุต และฝาอัดผนังกั้นห้องพอให้มีน้ำเข้าได้เล็กน้อย
- คลายสลักยึดหน้าแปลนเพลา
- เลื่อนเพลาไปยังหัวเรือ หรือท้ายเรือ ถ้าเป็นหน้าแปลนชนิดเดือยสวมกันจะต้องถอยเพลาให้เดือยแยกพ้นจากกันด้วย

เครื่องมือและอุปกรณ์

- ไดแอลอินดิเคเตอร์ และขาจับยึดไดแอลอินดิเคเตอร์ 2 ตัว

- รอกหรือ แม่แรง

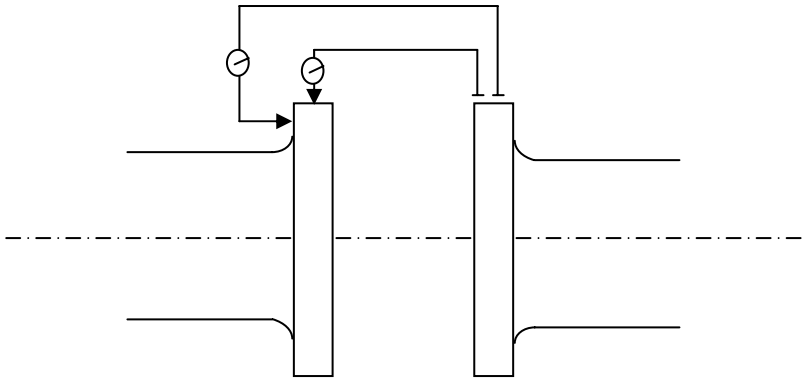
- ฟุตเหล็ก

- ฟิลเลอร์เกจ

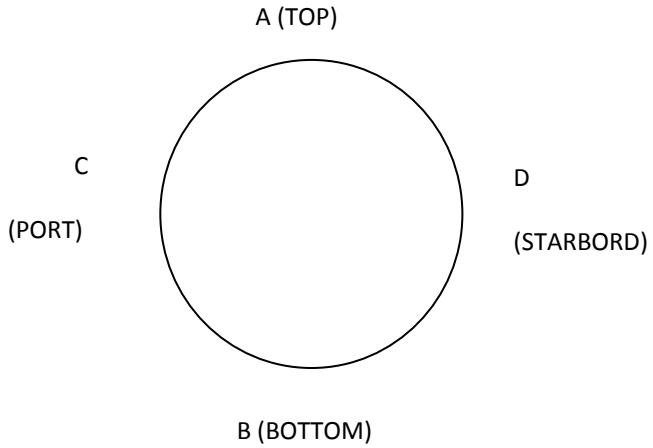
- กระจกเงา และสีทำมาร์คตำแหน่ง

ขั้นตอนและวิธีการ

1. แยกหน้าแปลนเพลากับเกียร์ออกจากกันประมาณ 1 นิ้ว
2. คลายแป๊กกิ้งกันน้ำที่กระบอกดีฟุตออกพอหลวม ๆ
3. ทำการเซ็ทเพลาใบจักรให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างบู๊ช
4. ทำการติดตั้งไดแอลอินดิเคเตอร์ ที่หน้าแปลนเกียร์โดยให้เข็มของไดแอลอินดิเคเตอร์กดสัมผัสอยู่ที่หน้าแปลนของเพลาใบจักร ในตำแหน่งที่จะอ่านค่า Sag และ Gap ได้
5. ทำการเซ็ทศูนย์ที่ไดแอลอินดิเคเตอร์ 2 ตัว โดยการกดให้ขาของไดแอลอินดิเคเตอร์หดหรือสั้นลง = ½ ของความยาวของขาแล้วเซ็ทศูนย์ที่หน้าปัทม์ไดแอลอินดิเคเตอร์
6. ทำการกวาดเซ็ทโดยการหมุนหน้าแปลนเกียร์ไปครั้งละ 90 ° แล้วทำการเก็บค่าตัวเลข Sag และ Gap จดบันทึก



การวัดระยะ Sag และ Gap ด้วยไดแอลอินดิเคเตอร์



การบันทึกค่า Sag และ Gap ที่ทุก ๆ 90 องศา

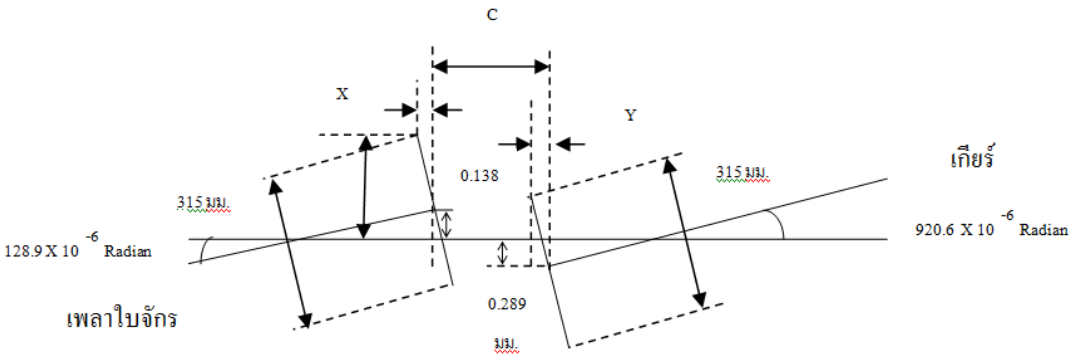
ค่าของ Sag และ Gap

การคำนวณด้วย Beam Theory แล้วนอกจากจะได้ค่าแรงกดหรือแรงปฏิกิริยาของแบริ่งแล้วยังจะได้เส้นโค้งการแอ่นตัวของเพลา หรือ Deflection Curve ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการวัดค่า Sag และ Gap ของหน้าแปลนเพลาสองท่อนที่ยังไม่ร้อยสลักเข้าด้วยกัน

ตัวอย่าง

ระบบเพลาใบจักรของ ร.ล.ล่องลม มีแบริ่งในเพลาทั้งหมด 4 ตัว คือ ในโยงโย่ตัวหน้าและตัวท้าย ใน Shaft Tunnel และแบริ่งหัวท้ายของ Gearbox ผลการคำนวณเพื่อตรวจสอบแรงปฏิกิริยาของแบริ่งเมื่อแบริ่งทุกตัวอยู่บนเส้นตรง พบว่าแบริ่งตัวท้ายของเกียร์มีภาระสูงมาก ในขณะเดียวกันแบริ่งตัวหัวของเกียร์อยู่สูงกว่าแนวเดิม 0.62 มม. ภาระของแบริ่งทั้งสองของเกียร์มีค่าใกล้เคียงกัน และสภาพ Unload หายไป

เนื่องจากระยะทางระหว่างแบริ่งใน Shaft Tunnal และหน้าแปลนเพลายาวมาก การตั้งศูนย์เพลาจึงต้องมีการใส่แบริ่งชั่วคราวเพื่อประคองเพลาเรียกว่า Shaft Crutch เพื่อป้องกันไม่ให้มีระยะตกของปลายเพลา จากการคำนวณพบว่าเมื่อติดตั้งแบริ่งทุกตัวรวมทั้ง Crutch เข้าที่แล้ว ปลายของเพลาจะสูงกว่าแนวแกนเพลาเท่ากับ 0.138 มม. และเอียงเป็นมุม 128.9 X 10^{-6} Radian ในขณะที่เมื่อแบริ่งตัวท้ายของเกียร์อยู่บนแนวแกนเพลา เท่ากับ 0.289 มม. และมี Slope เท่ากับ 920.6 X 10^{-6} Radian



ระบบเพลาใบจักรของ ร.ล.ล่องลม

ระยะ $A = \frac{315}{2} \cos\left[\frac{128.9 \times 10^{-6} \times 360}{2}\right] + 0.138 = 157.64$ มม.

ระยะ $B = \frac{315}{2} \cos\left[\frac{920.6 \times 10^{-6} \times 360}{2}\right] - 0.289 = 157.21$ มม.

ดังนั้น ระยะ Sag ระหว่างหน้าแปลนทั้งสองคือ A – B ซึ่งมีค่าเท่ากับ 157.64 – 157.21 = 0.43 มม.

ระยะ Gap ด้านบน = X + C – Y;
โดยที่ C = ระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของหน้าแปลนทั้งสอง

$$X = \frac{315}{2} \text{ SIN } [128.9 \text{ X } 10^{-6} \text{ X } 360] = 0.02 \text{ มม.}$$

$$Y = \frac{315}{2} \text{ SIN } [920.6 \text{ X } 10^{-6} \text{ X } 360] = 0.145 \text{ มม.}$$

นั่นคือ

ระยะ Gap ด้านบน = C + X - Y
= C + 0.02 – 0.145
= C – 0.125 มม.

ระยะ Gap ด้านล่าง = C – X + Y
= C – 0.02 + 0.145
= C + 0.125 มม.

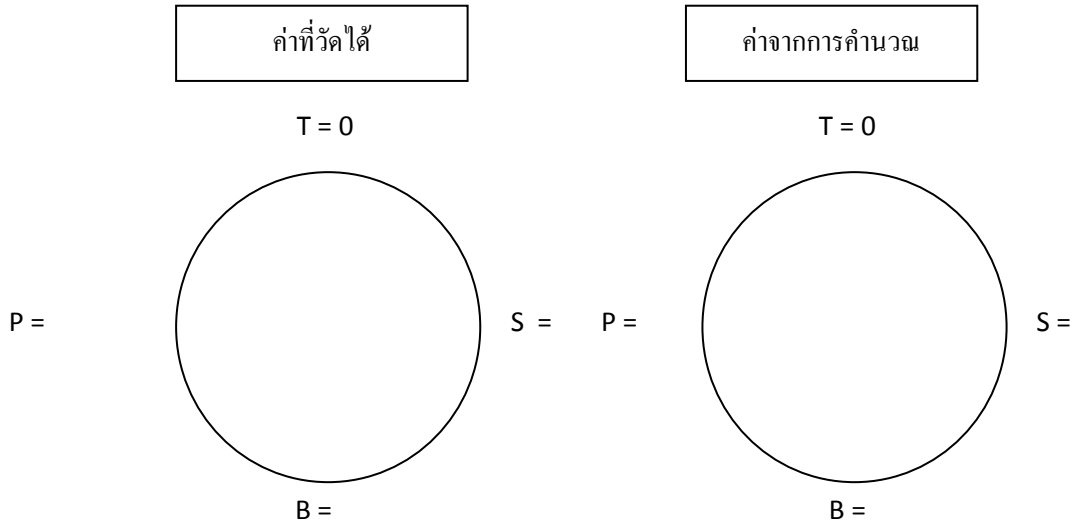
ดังนั้น ผลต่างระหว่าง Gap ด้านบน และ Gap ด้านล่าง = (C + 0.125) – (C - 0.125) = 0.25 มม.

การตั้งศูนย์เกียร์จะต้องใช้หน้าแปลนของเพลาเป็นจุดอ้างอิงโดยช่างผู้ปฏิบัติจะต้องแน่ใจว่า ติดตั้งเรือนเกียร์เข้าที่อยู่ถูกต้อง และเมื่อตรวจสอบพบว่า

- ระยะ Sag หน้าแปลนเพลาสูงกว่าหน้าแปลนเกียร์เท่ากับ 0.43 มม. (+ อัตราผิดที่ยอมรับได้)
- ระยะ Gap ด้านล่างกว้างกว่า Gap ด้านบนเท่ากับ 0.25 มม. (+ อัตราผิดที่ยอมรับได้)

<u>การบันทึกค่า</u>

การตั้งศูนย์เพลาใบจักรและระบบขับเคลื่อน	แบบบันทึกค่า ☐ SAG ของหน้าแปลน ☐ GAP ของหน้าแปลน	ร.ล. ..... เพลา ☐ ขวา ☐ ซ้าย แบริ่ง ..... เพลา – เกียร์ ☐ เกียร์ – เครื่องจักรใหญ่ ☐



<u>หมายเหตุ</u> รูปนี้มองไปทางหัวเรือ

อัตราผิดทางด้าน P, S = ... มม.

อัตราผิดที่ยอมรับได้ = ... มม.

อัตราผิดทางด้าน T, B = ... มม.

อัตราผิดที่ยอมรับได้ = ... มม.

อุณหภูมิบริเวณที่วัดตัวเลข ..... °C

แสงแดดส่อง ☐ กราบขวา

☐ กราบซ้าย

☐ ดาดฟ้า MAINDECK

☐ ไม่มีแสงแดด

!!!!! **ข้อควรระวัง** เมื่อเซ็ทเพลาได้กึ่งกลางแล้ว เมื่อทำงานต่อไปต้องระวังคนนำวัสดุไปกดทับหรือไปเบียดให้ตำแหน่งเพลาเปลี่ยนไป

! เทคนิค

มองด้วยตา ถ้าสมมุติว่า มองดูหน้าแปลน 2 ตัวใกล้เคียงมากไม่ต้องเช็ค Sag และ Gap ให้ใช้ฟุตเหล็กทาบหน้าแปลน ซ้าย – ขวา ลากหน้าแปลนเข้ามาให้ใกล้ แล้วดูช่องว่างของ Gap อาจสอดฟิลเลอร์เกจวัดดูก็ได้

!!!!! **ข้อควรระวัง**

เรือบางลำอุปกรณ์ท้ายเกียร์ พื้นที่ไม่อำนวยในการตรวจสอบค่า Sag และ Gap

เรือบางลำ ซีลกันน้ำเป็นแบบ V – Ring ถอยหน้าแปลนในน้ำไม่ได้

การถอดใบจักรเรือ

เครื่องมือและอุปกรณ์

- รอกผ่อนแรง (1-2 ตัน จำนวน 2 ตัว)
- ไฮดรอลิกส์ สำหรับดูดใบจักรออก
- ประแจพิเศษ (สำหรับถอดดุมใบจักร)
- แกน สลักดูดใบจักร คานเหล็ก เชือก ค้อนใหญ่
- ชุดแก๊ส สำหรับให้ความร้อนในขณะดูดใบจักรออก
- ลวดสลิง

ขั้นตอนและวิธีการ

1. หลังจากทำความสะอาดใบจักรแล้วทำการติดห่วงแขวนรอกที่ท้องเรือเพลาละ 4 ตำแหน่ง

ห่วงแขวนรอก

2. ถอดดุมใบจักรออก (ต้องใช้รอกล๊อกใบจักรไว้กันหลุด)
3. หมุนใบจักรให้ลิ่มล็อกใบจักรอยู่ตำแหน่งบนสุด

4. ประกอบเหล็กแกนดูดใบจักรพร้อมแม่แรงไฮดรอลิกส์ทั้งชุดดูดใบจักรทั้งหมดประกอบเข้าที่พร้อมทำการดูดใบจักรออกจากเพลา (ถ้าทำการดูดแล้วใบจักรไม่ออก ให้ใช้แก๊สเผาให้ความร้อนที่ใบจักร โดยการเผาบริเวณรอบ ๆ เทเปอร์ของใบจักร)

!!!!! ข้อควรระวัง

- ใบจักรเรือมีน้ำหนักมาก รอกผ่อนแรงชำรุด หรือเก่าให้ระวังโซ่ ข้อต่อห่วงของรอกขาด อาจได้รับอุบัติเหตุได้ง่าย
- ขณะดูดใบจักรโดยการใช้ไฮดรอลิกส์ ต้องระวังแกนเหล็กอาจจะขาด แล้วแกนเหล็กจะวิ่งไปพุ่งชนตัวเราอาจเป็นอันตราย สาหัส

! เทคนิค

- ใบจักรของเรือบางลำใหญ่มากน้ำหนักมาก ใบจักรกับหางเสือชิดติดกันมาก ต้องมองมุมจับโซ่ที่จะหิ้วใบจักรต้องให้สัมพันธ์กับหางเสือ
- แกนสลักดูดใบจักร ต้องกวดสลักให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 2 แขน มิฉะนั้นแรงที่ออกมาจะไม่เป็นเส้นตรง

!!!!! ข้อควรระวัง

- ใบจักรออกยาก มุมหางเสือไม่สัมพันธ์กับมุมใบจักร
- ลมแรง การเผาของแก๊สไม่ได้ผลความร้อนน้อยเกินไป

ระบบเพลาใบจักร

การถอดเพลาใบจักร

เครื่องมือและอุปกรณ์

- ประแจสำหรับถอดนัทล็อกดุมหน้าแปลนด้านที่ต่อกับหน้าแปลนเกียร์
- แม่แรงไฮดรอลิกส์สำหรับดูดหน้าแปลนใบจักร

- แก๊สให้ความร้อนขณะดูดหน้าแปลน
- รอกสำหรับดึงเพลาออก
- รถเครน

<u>ขั้นตอนการชักเพลา</u>

1. ถอดดุมใบจักร
2. วัดค่าระยะ GAP และ SAG (บันทึกค่า)
3. วัดค่าระยะเบียด แบริ่งกระบอกเพลา และแบริ่งโยงโย่รับเพลาใบจักร
4. ทำการตัดโกร่งครอบเพลาออก
5. ทำการวัดค่า Clearances ระหว่างบู๊ชกับเพลาใบจักร
6. ติดห่วงที่ตัวเรือเพื่อแขวนรอกชักเพลา
7. ถอดใบจักรออกเพื่อนำไปหาสมดุล
8. ถอดหน้าแปลนเพลาที่ต่ออยู่กับหน้าแปลนเกียร์ออกจากกัน
9. ถอยหน้าแปลนเพลาให้แยกออกจากหน้าแปลนเกียร์ ประมาณ 1 ซ.ม.
10. กวาดศูนย์เพลาระหว่างหน้าแปลนเพลากับหน้าแปลนเกียร์
11. ถอดดุมหน้าแปลนเพลาออก
12. ถอยชักเพลาออกโดยใช้รถเครนช่วย
13. ผ่าบู๊ชรองรับเพลาออกเพื่อทำการเปลี่ยนบู๊ชใหม่
14. พ่นทรายทำความสะอาดตัวเรือนรองรับบู๊ช
15. นำเพลาไปตรวจสอบหาศูนย์บนแท่นกลึง ในโรงงาน (การทดสอบหาศูนย์ต้องประกอบหน้าแปลนเข้ากับตัวเพลา) บันทึกค่า
16. ตรวจสอบเสียหายของปลอกรัดเพลา เพื่อหาค่าความโต เพื่อทำบู๊ชตัวใหม่
17. ทำการกลึงบู๊ชตัวใหม่ (จากการวัดค่าใหม่ที่ได้จากการตรวจสอบค่าปลอกรัดเพลา) เพื่อจะเตรียมไปประกอบใหม่
18. ตรวจสอบการผิดศูนย์ของกระบอกดีฟุตกับโยงโย่ฯ โดยวิธีการขึงลวด หรือส่องกล้อง

<u>หมายเหตุ</u> ในสภาวะที่เรือไม่ปกติ เมื่อต้องการเปลี่ยนบู๊ชใหม่ ต้องทำการขึงลวดเพื่อหาศูนย์โยงโย่ กระบอกเพลา และจุดแบริ่งรองรับเพลาใหม่

ตรวจสอบหาศูนย์เพลาบนแท่นกลึง ในโรงงาน

เพลาแบริ่ง และส่วนต่าง ๆ ที่จะนำเข้าตรวจสอบขั้นแรกในโรงงานจะต้องทำสะอาดให้ปราศจากฝุ่น สนิม ถอดลิ่มออกจากร่องลิ่ม สำหรับเพลากันรุนเพลาต่อ และเพลาใบจักร ต้องตรวจผิวภายนอกเพื่อหารอยร้าว ความสึกกร่อน ความตรง และสิ่งบกพร่องต่าง ๆ ความหลวมของเพลาให้วัดความโตของปลอกเพลา หรือส่วนของเพลาที่สัมผัสกับแบริ่งด้วยไมโครมิเตอร์ การวัดให้วัด 3 จุด คือ หัว กลาง และท้ายของปลอกเพลา แต่ละจุดให้วัดตรงด้านบน ล่าง ขวา และซ้าย การส่ายของเพลา (Shaft wobble) ให้วัดที่ปลอกเพลา บ่าเพลากันรุน หน้าแปลนเพลา และส่วนที่เรียวของปลายเพลาใบจักร

ค่าความเบี้ยว (Ellipticity) และความเรียว (Taper) ของปลอกเพลาต่อ และปลอกเพลาใบจักรที่ยอมให้ใช้งานได้กำหนดไว้ดังนี้

- เพลาต่อที่มีขนาดโต 120 - 500 มม.

  ความเบี้ยว 0.25 - 0.45 มม.

  ความเรียว 0.25 - 0.50 มม.

- เพลาใบจักรที่มีขนาดโต 120 - 500 มม.

  ความเบี้ยว 0.30 - 0.60 มม.

  ความเรียว 0.40 - 0.70 มม.

วัดค่าระยะเบียดแบริ่ง (Clearances)

การวัดระยะเบียดของแบริ่งชนิดที่ไม่มีฝาครอบ ให้ใช้ฟิลเลอร์เกจชนิดยาวสอดตามแนวข้างเพลา 4 จุด คือ บน ล่าง ขวา ซ้าย สำหรับ Oil Clearances ให้วัดโดยวิธีบีบตะกั่ว

สำหรับ Oil Clearances ของแบริ่งรับเพลาต่อที่ใช้งานให้มีขนาดความหลวม = 0.001 x ความโตของปลอกเพลา (มม.) + 0.1 มม.

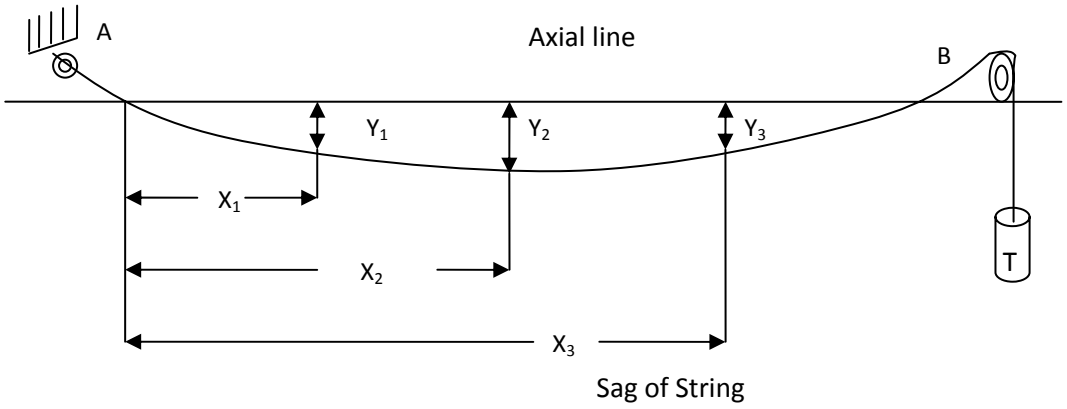
สำหรับเกณฑ์ความหลวมสูงสุดของ Oil Clearances ในแบริ่งรับเพลาใบจักรที่มีขนาดโต 100 ถึง 500 มม. ให้ใช้เกณฑ์ 0.35 ถึง 0.80 มม. ตามลำดับ ปลอกเพลาควรสัมผัสกับเนื้อแบริ่งฝาล่างเป็นส่วนโค้งมากกว่า 100 ถึง 140 องศา สำหรับระยะห่างของผ้าเบรกกับเพลาให้ตรวจสอบโดยวิธีใช้ฟิลเลอร์เกจ ขนาดหนา 0.10 มม. สอดผ่านไม่ได้ในขณะเบรกทำงาน

การสอบหาศูนย์โดยวิธีขึงลวด (Wire Method)

การสอบหาศูนย์เพลาวิธีนี้ใช้กันมานาน และกรมโรงงานฐานทัพเรือสัตหีบ ยังยึดถือเป็นหลักปฏิบัติอยู่ สามารถใช้แทนการหาศูนย์ด้วยวิธีอื่น ๆ และจะได้ผลดีเฉพาะการหาศูนย์เพลาที่มีระยะยาวไม่ควรเกิน 5 เมตร

เท่านั้นสำหรับเพลาที่มีขนาดยาวกว่านี้จะมีอัตราการผิดจากการหย่อนของเส้นลวดอันเนื่องจากน้ำหนักของเส้นลวดเองและการแกว่งของเส้นลวดเมื่อถูกลม หรือกระเทือน

การหาศูนย์เพลาโดยวิธีขึงลวดจะต้องถอดเพลาออก โดยปกติการสอบศูนย์เพลาขั้นแรกจะใช้ด้าน หัว-ท้าย ของกระบอกดีฟุตเป็นหลัก ลวดที่ใช้เป็นลวดเปียโนขนาด 0.5 – 0.7 มม. ปลายด้านหนึ่งยึดแน่น ปลายอีกด้านหนึ่งใช้น้ำหนักถ่วง และจะต้องทราบระยะหย่อน หรือตกท้องช้าง ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของเส้นลวดมาพิจารณาด้วย จึงจะทราบศูนย์กลางของกระบอกดีฟุตที่แท้จริง



ระยะหย่อนที่จุดต่างๆของเส้นลวด

ระยะหย่อนที่จุดต่างๆ ของเส้นลวดจะหาได้จากสูตร

$$Y = \frac{P \times (L - X)}{2T}$$

โดยที่

Y = ระยะหย่อนหน่วยเป็น มม.

P = น้ำหนักของเส้นลวดต่อระยะยาว 1 เมตรหน่วยเป็น กก.

X = ระยะจากจุดที่ต้องการหาความหย่อนถึงปลายอีกด้านหนึ่ง หน่วยเป็น เมตร

T = น้ำหนักที่ใช้ถ่วง หน่วยเป็น กก.

L = ระยะของเส้นแกน

ระยะหย่อนตรงจุดกึ่งกลางของระยะเส้นลวดจะหาได้จากสูตร

$$Y = \frac{P1^2}{-2T}$$

ซึ่ง 1 = X ซึ่งเป็นครึ่งระยะยาว (L = 21)

<u>ตารางแสดงระยะการตกท้องช้างของลวด</u>

สำหรับลวดเปียโนหมายเลข 6 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.0166 นิ้ว (0.42164 มม.)
ระยะระหว่างจุดขึงลวดหัวท้ายไม่เกิน 9.14 เมตร
แรงดึงในเส้นลวด 30 ปอนด์ หรือเท่ากับ 13.60 กิโลกรัม (ขนาดตุ้มถ่วง)

ระยะทางจากปลายลวด		ระยะระหว่างจุดขึงหัวท้ายของลวด (เมตร)									
ฟุต	เมตร	3.66	4.27	4.88	5.49	6.10	6.71	7.32	7.92	8.53	9.14
1	0.30	.0381	.0508	.0508	.0635	.0762	.0762	.0889	.0889	.1016	.1143
2	0.61	.0762	.0889	.1016	.1143	.1397	.1524	.1651	.1778	.1905	.2032
3	0.91	.1016	.1270	.1387	.1651	.1905	.2159	.2286	.2540	.2794	.3048
4	1.22	.1143	.1524	.1778	.2032	.2413	.2667	.2921	.3302	.3556	.3810
5	1.52	.1270	.1651	.2032	.2413	.2794	.3175	.3556	.3937	.4318	.4699
6	1.83	.1397	.1778	.2286	.2667	.3175	.3556	.4064	.4445	.4953	.5334
7	2.13	-	.1778	.2286	.2921	.3429	.3937	.4445	.4953	.5461	.5969
8	2.44	-	-	.2413	.2921	.3556	.4191	.4826	.5334	.5969	.6604
9	2.74	-	-	-	.3048	.3683	.4318	.5080	.5715	.6350	.6985
10	3.05	-	-	-	-	.3683	.4445	.5207	.5969	.6731	.7493
11	3.35	-	-	-	-	-	.4445	.5334	.6096	.6985	.7620
12	3.66	-	-	-	-	-	-	.5334	.6223	.7112	.8001
13	3.96	-	-	-	-	-	-	-	.6350	.7239	.8255
14	4.27	-	-	-	-	-	-	-	-	.7239	.8382
15	4.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8382

หากจำเป็นต้องใช้ลวดขนาดอื่น จะต้องขึงลวดด้วยแรงดึงที่เหมาะสมเพื่อให้มีระยะตกท้องช้างเท่ากับที่กำหนดไว้

แรงดึงดังกล่าวคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$T_2 = \frac{T_1 (D_2)^2}{D_1}$$

โดยที่

T_1 = คือ แรงดึงในตาราง

T_2 = คือ แรงดึงที่ ใช้กับลวดที่จะใช้ตั้งศูนย์

D_1 = 0.42164 มม. (เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดในตาราง)

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดขนาดอื่นที่จะใช้ตั้งศูนย์เพลา

การผิดศูนย์ของระบบเพลาใบจักรหากผิดมากจนเกินเกณฑ์จำกัด การประกอบเพลาจะทำไม่ได้จะต้องหาวิธีจัดวางเพลาให้ได้ศูนย์กับเครื่องจักรใหญ่ ซึ่งมีวิธีทำได้หลายวิธี เช่น การคว้านโย้ศูนย์แบริ่งกระบอกดีฟุต เลื่อนเครื่องจักรใหญ่เข้าหาศูนย์เพลา หรือ ดัดโยงโย่ การเลื่อนเครื่องจักรใหญ่เข้าหาศูนย์เพลา เป็นวิธีที่เลือกทำวิธีสุดท้าย เพราะเป็นวิธีที่เสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ

<u>การวางเป้าของการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวด</u>

การวางเป้าของการหาศูนย์ ๆ นั้นทำได้ 2 แบบ คือ

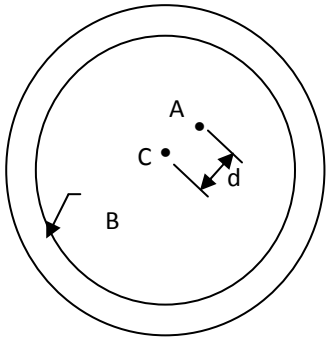
- การวางเป้าด้านท้ายเรือ ด้านหัวเรือใช้แป้นเหล็กสำหรับขึงลวด
- การวางเป้ามากกว่า 1 เป้า (สำหรับเพลาต่อหลายท่อน)

อัตราผิดที่ยอมรับได้ของการติดตั้งโยงโย่ แบริ่ง และ Shaft Seal

1. อัตราผิดของการติดตั้ง คือ ระยะทางระหว่างแนวเล็ง (แนวเพลา) กับจุดศูนย์กลางของแบริ่งในโยงโย่ หรือแบริ่งภายในเรือ หรือ Shaft Seal
2. อัตราผิดของแบริ่งในโยงโย่

เนื่องจากการติดตั้งเป้า 2 เป้า เป้าที่ด้านหัวและด้านท้ายเรือของแบริ่งในเรือโยงโย่ อัตราผิดของโยงโย่ คือ ระยะทางระหว่างแนวเล็งกับจุดศูนย์กลางของเป้า อัตราผิดของโยงโย่ที่จะต้องควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อัตราผิดของเป้าแต่ละเป้า และอัตราผิดระหว่างเป้า 2 เป้า

อัตราผิดของเป้าแต่ละเป้าที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเพลาใบจักร ตามที่แสดงไว้ในตาราง



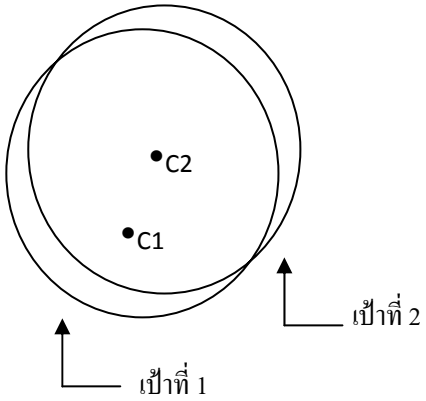
โดยที่

A = แนวเล็ง

B = ผิวด้านในแบริ่ง

C = จุดศูนย์กลางของรูปหน้าตัดแบริ่ง

d = ระยะทางระหว่างจุด A และ C คือ อัตราผิดของแบริ่ง



เมื่อมองตามแนวเล็งเป้า 2 เป้าใดๆ จะปรากฏตามรูปข้างบนนี้

C1 = จุดศูนย์กลางของเป้าที่ 1

C2 = จุดศูนย์กลางของเป้าที่ 2

ระยะห่างระหว่างจุด C1 - C2 ในระนาบนี้ คือ อัตราผิดระหว่างเป้า 2 เป้า

เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา (มม.)	ไม่เกิน 100	มากกว่า 100 ไม่เกิน 200	มากกว่า 200
อัตราผิดที่ยอมรับได้ (มม.)	0.2	0.3	0.5

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

- ลวดเปียโน
- แป้นเหล็กสำหรับขึงลวด
- ลูกตุ้มเหล็กถ่วงเส้นลวด
- เป้าและลูกลอก สำหรับเลื่อนปรับตำแหน่งเส้นลวด
- ขาเหล็กสำหรับยึดเป้าให้แขวนติดกับตัวเรือ
- เวอร์เนีย คาลิปเปอร์วัดในไฟฉาย

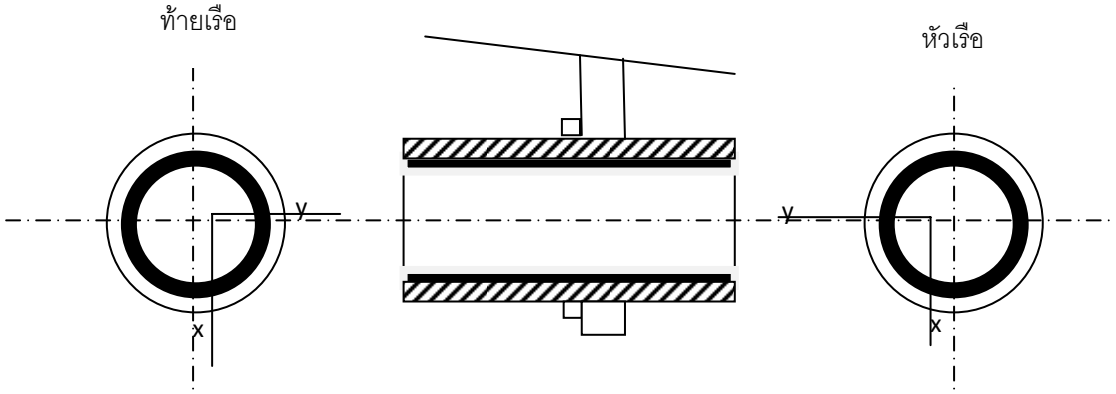
- ประแจปากตาย คีมล๊อก ค้อน
- อุปกรณ์การจดบันทึก

<u>ขั้นตอนการขึงลวด</u>

1. ถอดเพลาใบจักรออกจากระบบเพลา
2. ทำการผ่าบู๊ชหรือแบริ่งรองรับเพลาออกให้เหลือแต่เสื้อเพลา
3. ทำความสะอาดกระบอกเพลา
4. ทำการติดตั้งขาเพื่อยึดเป้าหาศูนย์ทางด้านท้ายของโยงโย่
5. ทำการวัดความยาวของระยะทางที่ต้องขึงลวดกระบอกดีฟุต ไปถึงเป้าหาศูนย์ที่อยู่หลังโยงโย่ ยาวเท่าไร เพื่อนำมาคำนวณค่าท้องช้าง ในแต่ละจุด และคำนวณน้ำหนักลูกตุ้มเหล็กที่จะดึงเส้นลวดให้ตึง
6. นำแป้นเหล็กที่ทำไว้เพื่อยึดตรึงเส้นลวดให้อยู่กึ่งกลางของกระบอกดีฟุต
7. นำลวดเปียโน เบอร์ 6 (โตนอก 0.0166 นิ้ว) ไปยึดไว้กับแป้นที่กระบอกดีฟุตแล้วลากผ่านกระบอกเพลาที่ท้องเรือ แล้วลากร้อยผ่านกระบอกเพลาที่โยงโย่แล้วลากผ่านให้นั่งอยู่บนลูกรอกที่เป้าปรับลวดหลังโยงโย่ โดยให้ปลายลวดห้อยลงยึดตรึงไว้กับลูกตุ้มเหล็กตามน้ำหนักของลูกตุ้มที่ได้จากการคำนวณ เพื่อถ่วงให้เส้นลวดตรึงอยู่เสมอ ให้ตกท้องช้างน้อยที่สุด แต่ถ้าลูกตุ้มหนักมากเกินไปลวดก็ขาดง่าย
8. ทำการปรับเส้นลวดให้อยู่กึ่งกลางของกระบอกเพลาตัวที่อยู่ที่ท้องเรือ โดยให้วัดค่าเป็น 4 จุด ซ้าย ขวา ล่าง บน ในตำแหน่ง 90 องศา ให้เป็นแกนแนวดิ่งและแนวตั้ง
9. การปรับลวดให้ได้กึ่งกลางที่กระบอกเพลาตัวท้องเรือทำได้โดยการปรับเลื่อนเป้า ด้านหลังโยงโย่ โดยการคลาย กวดเข้า กวดออก ขึ้น – ลง ตามต้องการ
10. เมื่อได้ค่ากึ่งกลาง จะเป็นการปรับลวดหรือค่ากึ่งกลางจากการหาร 2 ของเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวตั้งและแนวนอนแล้ว สำหรับแนวนอนนั้นให้คงเดิมค่ากึ่งกลางตามเดิม แต่สำหรับแนวตั้งนั้นให้เอาค่ากึ่งกลางไปลบออกจากค่าตกท้องช้างตามตาราง ความยาวของเส้นลวด ณ จุดนั้น ๆ
11. เมื่อปรับเส้นลวดใหม่ตามหลักการ หักค่าตกท้องช้างได้แล้วให้เอาจุดนั้นเป็นหลัก แล้วไปเช็คตัวเลขที่โยงโย่ที่เราต้องการทราบค่า การวัด 4 จุด เหมือนตัวท้องเรือว่าค่าที่ได้ ล่าง บน เท่ากันหรือไม่ และซ้าย – ขวา เท่ากันหรือไม่ ถ้าใกล้เคียงหรือเท่ากันก็แสดงว่าศูนย์โยงโย่ไม่ผิด แต่เมื่อเช็คค่าแล้วทราบว่ามันผิด ต้องทำการปรับแต่งถึงขั้นการตัดขาโยงโย่นั้น

การบันทึกค่า

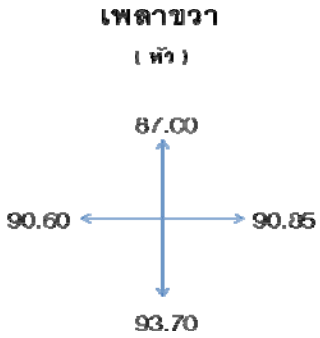
การตั้งศูนย์เพลาใบจักรและระบบขับเคลื่อน	แบบบันทึกการตั้งศูนย์แบริ่ง	ร.ล. ..... เพลา ☐ ขวา ☐ ซ้าย แบริ่ง .....



รายการตรวจสอบ		ระยะผิดศูนย์ท้ายเรือ		ระยะผิดศูนย์หัวเรือ		หมายเหตุ
		แกน x	แกน y	แกน x	แกน y	
ระยะที่วัดได้	Port					
	Stbd					
เกณฑ์กำหนด						

ข้อจำกัดในกรณีที่ค่าเฉลี่ยการผิดศูนย์ หัว – ท้าย ถ้าไม่เกิน 4 ม.ม. ให้ทำการจับยึดโยงโย่รองรับเพลาใบจักร (เพื่อป้องกันการผิดศูนย์ในระหว่างการซ่อมทำตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กตัวเรือ)

การคำนวณ



นำค่าระหว่าง ด้านบนหัวมาลบกับค่าด้านล่างหัว ได้ผลลัพธ์เท่าใด นำมาหารสอง

ตัวอย่าง 93.70 – 87.00 = 6.7

6.7 ÷ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 (ต้องมีการจับยึดโยงโย่รับเพลาใบจักร)

<u>การจับยึดโยงโย่ มี 2 วิธี</u>

1. วิธีจับยึดกับตัวเรือ

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

- เหล็กฉาก 2 – 3 นิ้ว แล้วแต่ขนาดของโยงโย่
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

<u>ข้อดี</u>

- เป็นการเชื่อมยึดอิสระในตัวเองไม่ต้องกังวนเรื่องผลกระทบจากลม ฟ้า อากาศ หรือแรงกระแทกจากที่อื่น

<u>ข้อเสีย</u>

- ในกรณีโครงสร้างของตัวเรือบริเวณท้ายเรือชำรุดมาก โครงสร้างไม่แข็งแรง จะทำให้ไม่มีแรงพยุง ขณะเรือขึ้นคานนาน ๆ

วิธีจับยึดกับตัวเรือ นิยมใช้ในการซ่อมทำ ก่อนทำการตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กตัวเรือ การจับยึด ใช้เหล็กแผ่นขนาด ความหนา ¼” ตัดพอดีขนาด มาพับงอเป็นรูปตัวยู รองรับบู๊ชแบริ่งโยงโย่ จากนั้นใช้เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว เป็นขายึดกับท้องเรือตรงโครงสร้างที่แข็งแรง ตามรูป

2. วิธีจับยึดกับพื้น

ส่วนใหญ่นิยมใช้ในการสร้างเรือ

<u>ข้อดี</u>

- ในกรณีโครงสร้าง กงทางตั้ง และกงทางขวาง ชำรุดมาก การจับยึดกับพื้นช่วยได้ดีกว่าการจับยึดกับตัวเรือ

ข้อเสีย

- โครงสร้างเกะกะด้านล่าง เวลาเปลี่ยนตำแหน่งจอดเรือ เมื่อลากเรือแล้วส่วนที่ค้ำยันอยู่กับพื้นคานเลื่อนจะเกิดการบิดตัวเนื่องจากแรงกระชาก

เมื่อพบว่าโยงโย่ผิดศูนย์จำเป็นต้องตั้งศูนย์ใหม่

1. ทำการขึงลวดแบบเดิมแต่ให้มาปรับตั้งศูนย์ที่กระบอกเพลา ตัวที่ท้องเรือ ทำตามวิธีเดิม แต่ให้ปรับแต่งเวลาที่อากาศเย็นเทียบพอกับกับในขณะเรืออยู่ในน้ำคือเวลา 0400 – 0500 น. เมื่อได้ค่าแล้ว ล๊อกเป้าให้แน่น ห้ามขยับเป้า

2. ดำเนินการเตรียมตัดขาโยงโย่ โดยการทำกล่องรับโยงโย่เพื่อให้ปรับโยงโย่ขึ้นลงได้ และให้เคลื่อนไป ซ้าย – ขวา ได้ด้วย

3. เมื่อตัดขาโยงโย่ออกแล้ว ให้ขยับโยงโย่เข้าหาศูนย์กลางของเส้นลวด ให้หัวและท้ายของโยงโย่อยู่ในแนวกึ่งกลางของเส้นลวด

4. เมื่อโยงโย่อยู่ในแนวศูนย์กลางของเส้นลวด ให้กลับไปเช็คเส้นลวดใหม่ ตามสภาพของเวลา เช้า สาย และบ่าย ดูผลการกระทบการรับแสงตะวัน แล้วจดบันทึกประมวลผล เพื่อปรับแต่งโยงโย่ เทียบกับตอนเช้าที่ตั้งศูนย์

5. ทำการปรับโยงโย่ ไปทาง ซ้าย ขวา ขึ้น และลง ด้วยสลักปรับแต่ง

6. ปัญหาของโยงโย่ ขณะทำการเชื่อมจะมีปัญหาการดึงตัวของเนื้อเหล็กที่ขาโยงโย่ การดึงจะเป็นการดึงขึ้นด้านบน ควรเผื่อระยะการดึงตัวของการเชื่อมประสานลงล่างประมาณ 4 มม.

7. ทำการล๊อกขาโยงโย่ ระหว่างแนวตั้ง หรือแนวเชื่อม

8. ทำเหล็กยันโยงโย่ ค้ำยันที่พื้นท้องเรือ ต้องยันให้แข็งแรง เพราะแรงเค้นจากการแล่นประสานอาจทำให้โยงโย่ผิดศูนย์อีกหลังการประสานขาโยงโย่เสร็จ

9. ทำการเชื่อมตามวิธีการที่ถูกต้องตาม WPS. พร้อม ตรวจสอบแนวดึงตลอดเวลาหลังจากการแล่นประสานไปขณะหนึ่ง ปฏิบัติอย่างนี้จนเสร็จกระบวนการแล่นประสาน

! เทคนิค

การเช็คค่าของเส้นลวดต้องทำในตอนเช้ามืด เวลา 0400 – 0500 น.

!!!!! **ข้อควรระวัง**

- ต้องให้น้ำหนักของลูกตุ้มเหมาะสมกับขนาดของความยาวเส้นลวด
- ในขณะขึงเส้นลวดไว้ต้องระวังคนเดินชน
- การทำงานบริเวณข้างเคียงต้องไม่ เคาะ ตี กระแทก หรือทำอย่างใดอย่างหนึ่งให้เส้นลวดหรือเป้าหาศูนย์เคลื่อน
- หลังจากเก็บข้อมูลตัวเลขแล้ว ควรเก็บลวด หรืออย่าขึงตึงตลอดเวลาเพราะอาจมีคนเดินชนหรือ ถูกสะเก็ดไฟจากการแล่นประสาน อาจทำให้ลวดขาด
- การทำงานบริเวณใกล้ๆกัน
- ช่วงต่อฤดูกาลต่าง ๆ ฝน หนาว (เดี๋ยวเปียก-แห้ง) ทำให้เกิดการบิดตัวของตัวเรือ
- การลากเปลี่ยนตำแหน่งของการจอดเรือ
- โครงสร้างภายในของตัวเรือชำรุดมาก

ขั้นตอนการประกอบเพลา

1. นำเพลาที่หาค่าต่างๆได้แล้วมาประกอบที่เรือ
2.ทำการประกอบหน้าแปลนเพลาเข้ากับเพลา
3. ประกอบใบจักรเข้ากับเพลา
4. ทำการวัดค่าระหว่างหน้าแปลนเพลา กับหน้าแปลนเกียร์
5. ดึงให้หน้าแปลนเพลากับหน้าแปลนเกียร์ห่างกันประมาณ 1 ซม. เพื่อทำการเช็คศูนย์ระหว่างหน้าแปลนแล้วเช็ค Clearances ระหว่างบู๊ชกับเพลา
6. ประกอบแป๊กกิ้งกันน้ำที่กระบอกดีฟุต
7. ประกอบโกร่งครอบเพลาเข้าที่เดิม พร้อมนัทล๊อกบู๊ช
8. นำเรือลงน้ำ ทิ้งไว้ 3 วันเพื่อให้สภาพเรือเข้าที่กลับสู่สภาพเดิมแล้วทำการกวาดเช็คค่าหาศูนย์ระหว่างหน้าแปลนเพลากับหน้าแปลนเกียร์
9. เมื่อทำการปรับแต่งค่าได้แล้ว ประกอบหน้าแปลนเพลาเข้าด้วยกันกับหน้าแปลนเกียร์ กวดสลักปรับแต่งตัวแป๊กกิ้งอัดน้ำให้เข้าที่
10. ประกอบอุปกรณ์ที่ถอดออกเข้าที่เดิม

<u>กระบวนการสอบหาศูนย์เพลาใบจักรในการซ่อมทำตัวเรือ</u>

แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. ก่อนการซ่อมทำ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

1.1 ก่อนนำเรือขึ้นซิงค์โครลิฟท์

1.1.1 เพลาใบจักร

- ตรวจสอบค่าการสั่นสะเทือน (ทดลองเรือในทะเล)
- เก็บค่าระยะการถ่าง Gap และการตก Sag เชิงมุมและเชิงขนานของหน้าแปลนเพลาก่อนนำเรือขึ้น

1.2 หลังนำเรือขึ้นซิงค์โคลิฟท์

1.2.1 ใบจักร

- ถอดดุมใบจักร
- ถอดใบจักร
- นำใบจักรไปหาสมดุล (Balance)

1.2.2 แบริ่งรับเพลาใบจักร

- เก็บค่าระยะกันเบียดของแบริ่ง (Clearance)

1.2.3 เพลาใบจักร

- เก็บค่าระยะ Gap & Sag เชิงมุม และเชิงขนานของหน้าแปลนเพลาอีกครั้ง
- ชักเพลาใบจักร
- นำเพลาใบจักรไปหาศูนย์ แก้ไขปลอกรัดเพลา

1.2.4 โยงโย่รับเพลาใบจักร

- ทำการหาศูนย์ โดยวิธีขึงลวด ระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักร
- ในกรณีค่าเฉลี่ยการผิดศูนย์ไม่เกิน 4 มม.ต้องทำการจับยึดโยงโย่
- ถ้าค่าเฉลี่ยระหว่างค่าด้านหัวกับด้านท้าย มีค่าเฉลี่ยเกิน 4 มม. ไม่ต้องทำการจับยึดโยงโย่จะดำเนินการแก้ไขภายหลังเนื่องจากผิดศูนย์เกินเกณฑ์กำหนด

2. ขณะทำการซ่อมทำ

2.1 ตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็ก

2.2 ระหว่างการ ตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กทำการหาศูนย์ โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง

2.3 นำแผ่นเหล็กใหม่มาประกอบ

2.4 ทำการแล่นประสาน

2.5 ระหว่างการ ทำการแล่นประสานทำการหาศูนย์ โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง

2.6 แล่นประสานแล้วเสร็จทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง

3. หลังการซ่อมทำ

3.1 ตรวจสอบแนวเชื่อมโดยแผนกควบคุมคุณภาพ กรง.ฐท.สส.

3.2 นำเพลาที่ผ่านการหาศูนย์และแก้ไขปลอกรัดเพลาแล้วมาประกอบ

3.3 เก็บค่าระยะ Gap & Sag

3.4 นำใบจักรที่หาสมดุลแล้วมาประกอบ

<u>การตรวจสอบศูนย์หลังการติดตั้ง</u>

ในการปฏิบัติจริงใช้แม่แรงกดวัดที่ปลายเพลาได้ 160 กก. เมื่อร้อยสลักต่อหน้าแปลนเกียร์เข้ากับหน้าแปลนของเพลาทดลองหมุนเพลาแล้วใช้ Strain Gauge วัด Strain ที่ปากกระบอกดีฟุต เมื่อคำนวณความเค้นแล้ว ได้ค่าเท่ากับ 0.67 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อเทียบกับ Yield Strength ของวัสดุทำเพลา (คือเหล็ก SEA 1045) ซึ่งเท่ากับ 50 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตรแล้ว มีความปลอดภัย (Safety Margin) สูงมาก

Check List

ขั้นตอนการหาศูนย์เพลาใบจักรในการซ่อมทำตัวเรือ	
☐	ตรวจสอบค่าการสั่นสะเทือน (ทดลองเรือในทะเล)
☐	เก็บค่าระยะการถ่าง Gap และการตก Sag เชิงมุม และเชิงขนานของหน้าแปลนเพลาก่อนนำเรือขึ้น
☐	ถอดดุมใบจักร/ถอดใบจักร/นำใบจักรไปหาสมดุล
☐	เก็บค่าระยะก้นเบียดของแบริ่ง
☐	เก็บค่าระยะ Gap และ Sag เชิงมุมและเชิงขนานของหน้าแปลนเพลาอีกครั้ง
☐	ชักเพลาใบจักร/นำไปหาศูนย์แก้ไขปลอกรัดเพลา
☐	ทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักร
☐	ในกรณีค่าเฉลี่ยการผิดศูนย์ไม่เกิน 4 มม. ต้องทำการจับยึดโยงโย่
☐	ถ้าค่าเฉลี่ยระหว่างค่าด้านหัวกับด้านท้าย มีค่าเฉลี่ยเกิน 4 มม. ไม่ต้องทำการจับยึดโยงโย่ โดยจะดำเนินการแก้ไขภายหลังเนื่องจากผิดศูนย์เกินเกณฑ์กำหนด
☐	จับยึดโยงโย่รองรับเพลาใบจักร
☐	ตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็ก
☐	ระหว่างการตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
☐	นำแผ่นเหล็กใหม่มาประกอบ
☐	ทำการแล่นประสาน
☐	ระหว่างการตัดเปลี่ยนแผ่นเหล็กทำการหาศูนย์โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
☐	แล่นประสานแล้วเสร็จทำการหาศูนย์ โดยวิธีขึงลวดระหว่างกระบอกดีฟุตกับโยงโย่รับเพลาใบจักรอีกครั้ง
☐	ตรวจสอบแนวเชื่อม
☐	นำเพลาที่ผ่านการหาศูนย์และแก้ไขปลอกรัดเพลาแล้วมาประกอบ
☐	เก็บค่าระยะ Gap และ Sag
☐	นำใบจักรที่หาสมดุลแล้วมาประกอบ