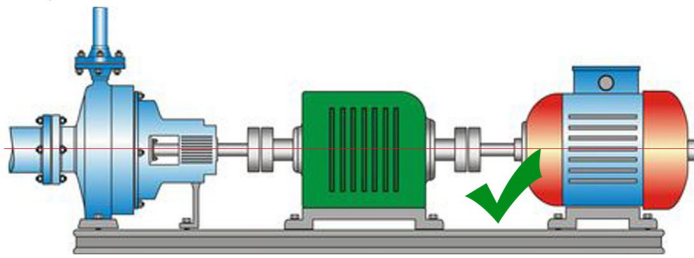




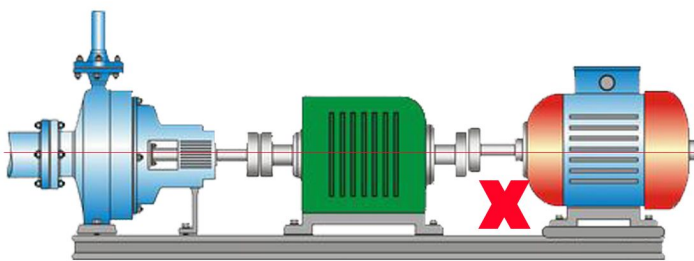
COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

โดยปกติแกนหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งต่อเข้ากับเพลลาของเครื่องจักรกลหมุนจะต้องเชื่อมต่อกันเป็นแนวตรง และได้ระดับต่อกัน เรียกว่า "Alignment" การเชื่อมต่อกันของเพลลาทั้ง 2 ส่วนดังกล่าวหากทำได้ไม่ดีพอก็จะเกิดผลเสียต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและยังทำให้อายุการใช้งานสั้นลงด้วย



ทั้งนี้ หากแกนหมุนของมอเตอร์กับเพลลาขับของเครื่องจักรกลหมุนเกิดการเอียงศูนย์ หรือ "Misalignment" เราจะสังเกตเห็นการสั่นสะเทือนผิดปกติหรือมีเสียงดังผิดปกติ และสัมผัสได้ถึงอุณหภูมิที่ร้อนผิดปกติบริเวณชิ้นส่วนกลไกที่มีการเคลื่อนที่ หรือหมุน เช่น ตลับลูกปืนมอเตอร์เพลลาขับของปั๊มน้ำ หรือตลับลูกปืนของเครื่องจักรหมุน เป็นต้น



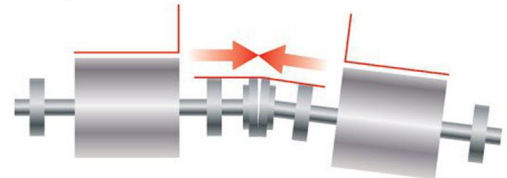
หากผู้ใช้งานพบว่า แบริงเสียบ่อย อายุการใช้งานสั้นกว่ากำหนด ชิ้นส่วนซีล (SEAL) รั่ว/หลวม ชิ้นส่วนทางกลชำรุดเสียหาย/รั่ว/ท่อน้ำมัน หน้าแปลนแตกบ่อย เครื่องจักรสั่น มีเสียงดัง อายุการใช้งานสั้น สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ปัญหาเหล่านี้ 60-70 % เป็นสัญญาณบ่งบอก

ว่ามาจากปัญหาการส่งถ่ายแรงบิดที่มีการเอียงศูนย์

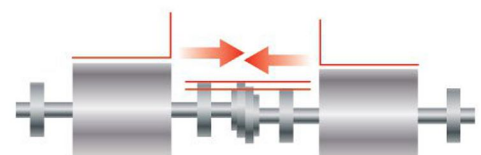
สาเหตุของการเอียงศูนย์ (Misalignment)

การเอียงศูนย์เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างเช่น การประกอบชิ้นส่วนมอเตอร์ที่ต่อเพลลาเข้ากับปั๊มน้ำอย่างไม่เที่ยงตรง ทำให้เกิดการเลื่อนตำแหน่งหลังจากประกอบเสร็จส่งผลให้เกิดความเสียหายได้ ทั้งนี้รูปแบบของการเชื่อมต่องานแกนหมุนกับเพลลาซึ่งไม่ได้แนวนั้นแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การเอียงศูนย์เชิงมุม (Angular Misalignment) เป็นลักษณะการเชื่อมต่องานแกนหมุนของมอเตอร์ กับเพลลาหมุนของเครื่องจักรที่ไม่ได้แนวตรง แต่ทำมุมระหว่างกัน ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการติดตั้งระบบไม่ดี หรือเกิดการเลื่อนตำแหน่ง เลื่อนระยะห่าง ทำมุมค่าใดค่าหนึ่งระหว่างกัน การเชื่อมต่อที่ไม่ได้แนวแบบเชิงมุมนี้จะเกิดการโก่งตัวขึ้นที่แกนหมุน และส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนขึ้นในอัตราตั้งแต่ 1-2 เท่าของความเร็วรอบและแรงสั่นสะเทือนจะส่งไปยังตลับลูกปืนของเพลลาหมุนทั้ง 2 ฝั่ง ทั้งนี้มุมที่เกิดจากการการเชื่อมต่อไม่ได้แนวแบบนี้อาจเป็นไปได้ทั้ง 4 แนว คือมุมเอียงซ้าย, ขวา เอียงบน หรือล่าง และถ้าแนวศูนย์กลางของเพลลาทั้ง 2 ยื่นออกมาขึ้นจนเกยกัน ก็จะทำให้ความเสียหายกับเครื่องจักรหมุนได้ในทันที



2. การเอียงศูนย์แนวขนาน (Parallel Misalignment) จะเกิดขึ้นเมื่อแนวศูนย์กลางของเพลลาทั้ง 2 ขนานกัน แต่ไม่ได้อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน



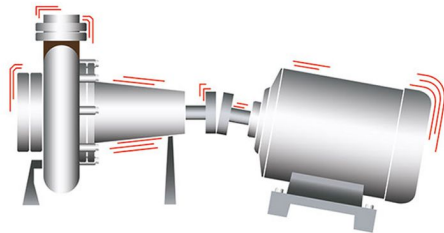


COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

3. การเยื้องศูนย์แบบผสม (Combined Misalignment)

รูปแบบการเชื่อมต่อที่ไม่ดีระหว่างเพลาหมุนซึ่งมีรูปแบบทั้งไม่ได้ขนานและทำมุมเอียงต่อกัน หากความเร็วรอบของเครื่องจักรมีการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ระดับการสั่นสะเทือนซึ่งเกิดการความไม่สมดุลของเพลาหมุนเพิ่มขึ้นเป็นกำลังสองเท่าของความเร็วรอบ ยกตัวอย่างเช่น หากความเร็วรอบเพิ่มขึ้น 2 เท่า จะส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนเพิ่มขึ้นได้ถึง 4 เท่า



การสั่นสะเทือนผิดปกติในเวลาเพียงไม่นานก็อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบได้ ดังนั้น มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ โดยปกติจะเชื่อมต่อเพลาเพื่อขับโหลดด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า **คัปปลิ่ง (Coupling)**

คัปปลิ่ง (Coupling) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

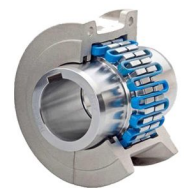
1. **คัปปลิ่งแบบอ่อน (Flexible Coupling)** ที่ใช้กันในงานอุตสาหกรรมมี 4 ชนิด ทั้งนี้แต่ละชนิดจะมีลักษณะและการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนี้

1.1 **Mechanical Coupling** เป็นคัปปลิ่งแบบที่ใช้ชิ้นส่วนของลูกกลิ้งหมุน หรือข้อต่อโลหะเป็นตัวเชื่อมเพลาหมุน และในการใช้งานจะต้องมีสารหล่อลื่นที่ตัวคัปปลิ่งอยู่ตลอดเวลา ยกตัวอย่างเช่น คัปปลิ่งแบบไขเฟืองเกียร์ (Gear Coupling) ซึ่งเหมาะกับงานที่มีแรงบิดสูง หรือแบบกริด (Grid Coupling) ซึ่งคล้ายแบบเกียร์ แต่ต่างกันที่จะใช้ในงานที่มีแรงบิดน้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีแบบ

ไขในรถยนต์ เป็นต้น



Gear Coupling



Grid Coupling



Chain Coupling



Universal Joint

1.2 **Elastomeric Coupling** โดยทั่วไปแบบนี้จะอาศัยความยืดหยุ่นของวัสดุประเภทยาง หรือ พลาสติก เป็นชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดการยืดหยุ่นในระหว่างการขับเพลาหมุน แต่การใช้งานจะต้องระมัดระวังเรื่องความร้อนสูง ซึ่งเกิดจากค่าความสูญเสียของวัสดุจากผลของฮิสเตอรีซิส (Hysteresis) และต้องระวังเรื่องของสารเคมีที่จะทำปฏิกิริยากับยางและพลาสติก จนทำให้คุณสมบัติของคัปปลิ่งเสียไป



Tyre Coupling



Jaw Coupling

1.3 **Metallic Membrane Coupling** อาศัยความยืดหยุ่นจากแผ่นโลหะบาง ๆ หรือไดอะแฟรม (Diaphragms) ยกตัวอย่างเช่น คัปปลิ่งแบบ Disc ซึ่งใช้แผ่นโลหะรูปทรง 6 เหลี่ยม ทั้งนี้แบบไดอะแฟรม จะต้านทานต่อแรงบิดได้ดีกว่าแบบ Disc



Disc Coupling



Diaphragms Coupling

ที่ไขโซ่โลหะ (Chain Coupling) และ Universal Joint แบบที่



COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

1.4 Miscellaneous Coupling เป็นแบบที่อาศัยความยืดหยุ่นจากการผสมผสานของกลไกทางกลของคัปปลิงชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมา กับกลไกของสปริงแบบต่างๆ เช่น Spring Coupling, Spiral Spring Coupling หรือ Slider Block Coupling เป็นต้น



Spiral Coupling



Slider Block Coupling

ลักษณะการทำงานคัปปลิงแบบอ่อน

1. ขับเคลื่อนได้อย่างลงตัวและพอดี เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้คัปปลิงที่มีความยืดหยุ่นเหมาะสมกับความเร็วรอบในการหมุนของเพลาและแกนหมุน
2. ยอมให้เกิดการเอียงของเพลาหมุนได้บ้าง สำหรับเพลาขับ และแกนหมุนที่อาจเกิดการไม่ตรงแนวระหว่างกัน หรือเพลาเอียงเล็กน้อยในขณะเริ่มหมุนที่แรงบิดสูง
3. เกิดการเคลื่อนที่ไปมาของเพลาขับ ในขณะที่หมุนคัปปลิงแบบอ่อนจะช่วยรักษาการขับเคลื่อนต่อไปได้

โดยปกตินั้นหากเราสามารถเลือกใช้คัปปลิงแบบอ่อนเพื่อส่งแรงหมุนทางกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยแก้ปัญหการไม่ตรงแนวระหว่างกันของเพลาขับทั้ง 2 ได้ ทั้งนี้เพราะความสูญเสียทางกลที่เกิดในตัวคัปปลิงมีค่าต่ำ และหากเลือกชนิดที่ประสิทธิภาพสูงก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้มาก

คัปปลิงแบบอ่อนจึงเป็นชิ้นส่วนสำคัญในระบบส่งกำลังทางกล แต่การออกแบบและการใช้งานคัปปลิงซึ่งมีระยะยืดหยุ่น หรือระยะช่องว่างด้วยคุณสมบัติการยืดหยุ่นของ

คัปปลิงแบบอ่อนอย่างไม่เหมาะสม เช่น ระยะช่องว่างมากเกินไป หรือการยืดหยุ่นของคัปปลิงสูง ก็อาจเกิดผลกระทบต่อการทำงานของเพลาหมุนได้ ทั้งนี้ก็เป็นเพราะคัปปลิงแบบอ่อนมีให้เลือกใช้มากมายหลายชนิดตามที่ได้กล่าวมา



2. คัปปลิงแบบแข็งเกร็ง (Rigid Coupling) นิยมใช้กับการต่อเพลาที่มีระยะห่างปลายเพลาและศูนย์กลางของเพลาทั้งสองที่ตรงกัน อยู่ในแนวเดียวกัน ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

- 2.1 คัปปลิงฝาประกบ (Split Coupling) เป็นคัปปลิงที่ต่อปลายเพลาที่อยู่ในแนวเดียวกัน มีลักษณะเป็นเหล็กประกบ 2 ชิ้น รัดหัวเพลาทั้งคู่ให้แน่น ไขกับงานส่งกำลังน้อยๆ หรือที่ความเร็วรอบต่ำในลักษณะที่ปราศจากการกระแทก โดยรับแรงได้ไม่เกิน 140 kW ที่รอบ 100 รอบต่อนาที
ข้อดี : มีชิ้นส่วนน้อยชิ้น ถอดประกอบง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำ
ข้อด้อย : ใช้งานความเร็วรอบสูงไม่ได้ จะเกิดความไม่สมดุลย์ขณะหมุน



Split Coupling

คัปปลิงนี้ก็อาจสร้างปัญหาในงานได้ ในขณะที่หากเลือกใช้



COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

2.2 คัปปลิงแบบหน้าแปลน (Flange Coupling) เป็นคัปปลิงแบบยึดหน้าแปลนเข้าด้วยกันโดยใช้สลักเกลียว เหมาะสำหรับรับแรงกระแทกหรือ ภาระสลับได้ดี
 ข้อดี : มีโครงสร้างแบบง่าย มีชิ้นส่วนน้อยชิ้น เมื่อประกอบแล้วเพลาทิ้งสองมีความเที่ยงตรง
 ข้อด้อย : ใช้ได้เฉพาะงานรอบต่ำ และในการถอดประกอบเพลายุ่งยาก เพราะสามารถเลื่อนขยับได้ตามความยาวของเพลานั้น



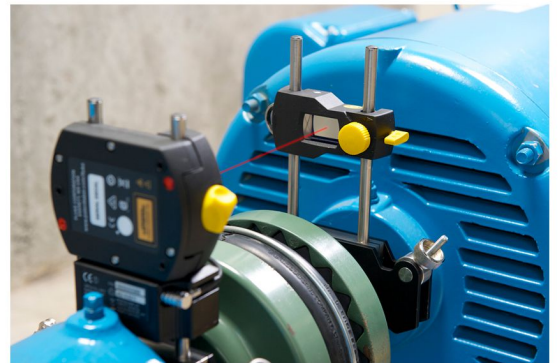
Flange Coupling

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อเพลลา (Coupling) อาจช่วยแก้ปัญหาการเยื้องศูนย์ที่ผิดพลาดเล็กน้อยได้บ้าง เพราะอุปกรณ์เชื่อมต่อเพลลาจะช่วยชดเชยระยะผิดพลาดได้ แต่คัปปลิงชนิดแข็งนั้นจะไม่ชดเชยระยะผิดพลาดของเพลลาที่เชื่อมต่อกันได้เลย เพราะการที่จะใช้คัปปลิงแบบนี้ได้นั้นแกนหมุนทั้ง 2 จะต้องถูกวางตำแหน่งอย่างได้แนวและตรงกันพอดี จึงจะสามารถใส่คัปปลิงแบบแข็งเข้าไปได้ ส่วนคัปปลิงแบบอ่อนนั้นจะยอมให้มีระยะที่ผิดพลาดได้บ้างจึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังช่วยลดแรงสั่นสะเทือนทางกลที่ส่งหากันระหว่างชิ้นส่วนทางกลของทั้ง 2 ฝ่ายด้วย



การติดตั้งคัปปลิง (Coupling Installation)

ในทางปฏิบัตินั้นเราจัดระยะและแนวของเพลลา ให้ตรงได้ยาก หากไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย อย่างเช่น Dial Indicator หรือเครื่องจัดแนวตรงด้วยเลเซอร์ (Laser Alignment Tools) เครื่องดังกล่าวนี้จะช่วยจัดแนวของเพลลาให้อยู่ในแนวเดียวกัน โดยมีหลักการง่าย ๆ เริ่มจากการจัดแนวของเครื่องจักรหมุนก่อน ยกตัวอย่างเช่น ปั๊มน้ำ ซึ่งมีการเชื่อมต่อระบบท่อน้ำเอาไว้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นติดตั้งคัปปลิงกับเพลลาแล้วจึงค่อยเลื่อนและจัดแนวแกนหมุนของมอเตอร์เข้าไป



เมื่อทุกอย่างเชื่อมต่อกันเป็นอย่างดีแล้ว จะต้องทำการทดสอบหมุนเป็นระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้อุณหภูมิของเครื่องจักรทั้ง 2 อยู่ตัว แล้วจึงค่อยหยุดเดินเครื่อง และทดสอบวัดแนวเชื่อมต่อของเพลลาอีกครั้ง เพื่อความมีการเลื่อนตำแหน่งหรือไม่ สาเหตุก็เพราะว่า เพลลาโลหะที่วางเชื่อมต่อกันนั้น อาจเกิดการขยายตัว และหดตัวเมื่ออุณหภูมิของโลหะสูงขึ้น และเย็นลงตามลำดับ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเป็นผลมาจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของโลหะนั้นเอง เราจึงควรทดสอบการหมุนของเครื่องจักรด้วยสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิของการใช้งานจริงด้วย

ผลกระทบจากจากอุณหภูมิ และความร้อน

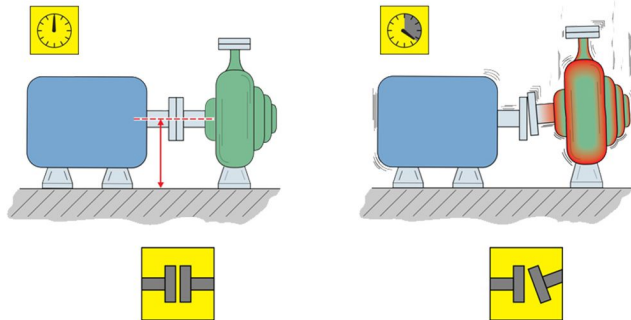
อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้แท่งโลหะขยายตัวได้ ด้วยอัตราที่กำหนดจากสัมประสิทธิ์เฉพาะของการขยายตัว และโดย



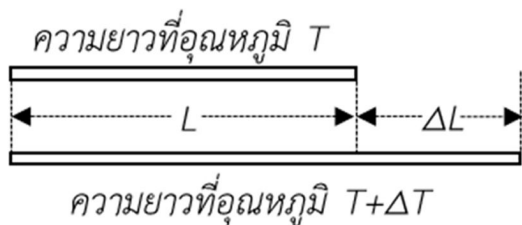
COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

ปกติของการใช้งานอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรกลหมุน จะได้รับอิทธิพลความร้อนจากสภาพแวดล้อม เช่น ความร้อนจากเตาหลอมโลหะ, ความร้อนจากหม้อต้มไอน้ำ ความร้อนที่สะสมและส่งผ่านออกจากขดลวดมอเตอร์และความร้อนจากของเหลวที่ปั๊มน้ำสูบ/อัดอยู่ตลอดเวลา เมื่อความร้อนส่งผ่านมายังชิ้นส่วนของแกนหมุนโลหะและคัปปลิงโลหะ จะส่งผลให้โลหะเกิดการขยายตัวยาวขึ้นจนส่งผลกระทบต่อระยะ และแนวของการเชื่อมต่อระหว่างเพลลาได้ ซึ่งผลกระทบนี้เรียกว่า ผลกระทบที่เกิดจาก Thermal Growth



เมื่อชิ้นส่วนโลหะได้รับความร้อน จะทำให้เกิดการขยายตัว ด้วยอัตราที่กำหนดจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นของโลหะชนิดต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น แท่งโลหะเมื่อได้รับความร้อน จะยืดออกด้วยความยาวเล็กน้อย (0.0005 นิ้ว) ทั้งนี้ระยะการขยายตัวของโลหะ และวัสดุแต่ละชนิดจะขยายตัวไม่เท่ากัน



รูปแสดงความยาวของของแข็งที่เพิ่มขึ้นเมื่อของแข็งนั้นได้รับความร้อน

L คือ ความยาวเดิมของของแข็ง (m)

ΔL คือ ความยาวของของแข็งที่เปลี่ยนไป (m)

ΔT คือ อุณหภูมิของของแข็งที่เปลี่ยนไป ($^{\circ}C$)

กรณีศึกษา

มอเตอร์ตัวหนึ่งเริ่มเดินเครื่องที่ระดับอุณหภูมิ 70°F โดยถูกต่อเพื่อขับปั๊มน้ำ ในขณะที่ใช้งานอุณหภูมิของมอเตอร์สูงขึ้นเป็น 120°F ภายใต้สภาวะการทำงานปกติ ตัวถังของมอเตอร์ซึ่งทำจากเหล็กหล่อมีค่า C เท่ากับ 0.0000059 และระยะห่างจากฐานยึดของมอเตอร์ไปยังศูนย์กลางของเพลลาวัดได้ 15 นิ้ว จะสามารถคำนวณระยะที่เปลี่ยนไปของเพลลาอันเนื่องมาจากผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ดังนี้

$$\text{ระยะที่เพิ่มขึ้น} = T \times L \times C$$

$$\text{จะได้ } (120^{\circ}F - 70^{\circ}F) \times 15 \text{ นิ้ว} \times 0.0000059 \text{ (นิ้ว/นิ้ว } ^{\circ}F) = 0.0044 \text{ นิ้ว}$$

จากตัวเลขที่คำนวณได้ แสดงให้เห็นว่ามอเตอร์จะขยายตัวขึ้น 0.0044 นิ้ว หรือ 4.4 Mills ทั้งนี้การขยายตัวเกิดขึ้นที่ด้านปลายทั้ง 2 ของตัวมอเตอร์ ก็จะส่งผลให้เพลลาหมุนเกิดการไม่ตรงแนวแบบขนาน (Parallel Misalignment) เป็นระยะ 4.4 mils ส่วนการเลื่อนระยะเชิงมุมจะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นการติดตั้งเพลลาสำหรับงานนี้จึงต้องลดระยะเพลลาของมอเตอร์ถอยออกจากเพลลาของปั๊มด้วยระยะ 4.4 mils เพื่อชดเชยกับการขยายตัวดังกล่าว

ระดับการไม่ตรงแนวของเพลลาหมุนที่มากเกินไป 2 มิล สำหรับมอเตอร์หมุนความเร็วรอบ 3600 rpm ในสภาวะการทำงานปกติจะสร้างแรงมากพอส่งตรงไปยังตลับลูกปืนจนทำให้เกิดการหลวม ร้าว หรือแตกหักได้ ทั้งนี้ตลับลูกปืนแบบ Ball และแบบ Roller ซึ่งมีการคำนวณอายุการใช้งานเอาไว้เรียกว่า L10 Life ของตลับลูกปืน ค่าดังกล่าวนี้จะใช้เพื่อวิเคราะห์ถึงอายุการใช้งานของตลับลูกปืนเมื่อเกิดแรงกระทำจากการหมุนไม่ตรงแนวของเพลลา



COUPLING SOLUTIONS:

Coupling คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

L10 = Hours of Life

$$= \frac{(16700/\text{rpm}) \times ((\text{Dynamic capacity} \times \text{Load rating}))}{\text{Force}}$$

สำหรับตลับลูกแบบ Ball: $L10 = (C/P)^3 \times 10^6$ และ
 สำหรับตลับลูกปืนแบบ Roller จะคำนวณได้จากสมการ

$$L10 = (C/P)^{10/3} \times 10^6$$

โดย L10 แทนอายุการใช้งานของตลับลูกปืนที่ระดับ
 ความน่าเชื่อถือลดลงเหลือ 90%

- C คือพิกัดโหลดไดนามิกพื้นฐาน เป็นระดับ
 โหลดที่คิดในการหมุน 1 ลานรอบ ซึ่งจะหา
 ข้อมูลได้จากแคตตาล็อกของตลับลูกปืน
- P คือโหลดสมมูลไดนามิกที่กระทำบนตลับ
 ลูกปืน

สรุปจากตัวเลขการคำนวณทั่วไปแล้ว เมื่อเกิดแรงกระทำ
 บนตลับลูกปืนมากขึ้นจะส่งผลให้อายุการใช้งานตลับลูกปืน
 ลดลง ยกตัวอย่างเช่น หากแรงที่กระทำบนตลับลูกปืนเพิ่ม
 ขึ้น 3 เท่า จะส่งผลให้อายุการใช้งานของตลับลูกปืนลดลง
 ถึง 27 เท่า



การป้องกันการเยื้องศูนย์

การเยื้องศูนย์ของเพลามหมุน สามารถป้องกัน และแก้ไข
 ได้ด้วยการตรวจเช็คระบบเครื่องจักรเป็นระยะ ๆ ตามตาราง
 การซ่อมบำรุง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องจักรและ
 ชั่วโมงการทำงานด้วย นอกจากนี้การเลือกใช้อุปกรณ์ให้
 เหมาะกับงาน ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งช่วยให้การสั่นสะเทือนที่
 เกิดขึ้นกระทบต่อการเยื้องศูนย์ลดลงได้ ยกตัวอย่างเช่น
 การเลือกใช้มอเตอร์, ตลับลูกปืน, คับปลีง หรือสายพาน
 ทั้งนี้การเลือกใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพอาจพิจารณา
 จากข้อเสนอแนะของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว



บริษัท พลวัตร จำกัด ตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ระบบส่งกำลัง
 ออกแบบและประกอบชุดระบบขับเคลื่อน โดยใช้อุปกรณ์
 มาตรฐานเพื่อนำไปใช้งานเฉพาะด้านเหล่านั้น ตามวัตถุประสงค์
 ประสงค์ที่ท่านต้องการเป็นพิเศษ ซึ่งผลิตภัณฑ์เฉพาะด้าน
 ตามสิ่งอาจเป็นเรื่องยุ่งยากสำหรับที่อื่น แต่สำหรับเราแล้ว
 เราทำมันทุกวันในโรงงานของเรา พร้อมวิศวกรที่ชำนาญ
 งานคอยแนะนำและให้บริการพร้อมรับประกันหลังการขาย
 อย่างครบครัน

ต้องการคำปรึกษา หรือสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อได้ที่
 บริษัท พลวัตร จำกัด (PALAWATR CO., LTD.)

76 หมู่ 11 ถ.พุทธมณฑลสาย 5 ต.ไร่จิ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม 73210
 โทร. 02-019-9100, 098-270-9100 Email: marketing@palawatr.co.th

@palawatr @palawatr.co.th