ประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์
(Elastomeric flexible couplings)

โดย ปริญญา ปราชญ์นิวัฒน์
บริษัท เวอร์ทัส จำกัด

ภาวะเยื้องแกนของเพลา (shaft misalignment) สร้างความเสียหายอย่างมหาศาลต่อระบบส่งกำลังทางกล เนื่องจากเป็นต้นเหตุของแรงสั่นสะเทือนซึ่งส่งผ่านไปยังโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ตลับลูกปืน (bearing) เป็นต้น เป็นผลทำให้เกิดความเสียหายที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นตามเวลา โดยการตั้งศูนย์เพลาที่ดีจะสามารถยืดอายุการใช้งานของตลับลูกปืนได้ 2-3 เท่า และลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายโดยไม่คาดคิด [6] การตั้งศูนย์เพลาที่ดีนั้นต้องใช้เวลานานและมักจะเกิดการเยื้องแกนของเพลาขึ้นอีกเมื่อมีการใช้งานเครื่องจักรในระยะหนึ่ง ทั้งนี้เกิดจากการขยายตัวหรือหดตัวของโครงสร้างเนื่องจากความร้อน, การยุบตัวของฐานเครื่องจักรหรือการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการทำงานอื่นๆ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ในความเป็นจริงการส่งกำลังทางกลลักษณะนี้จึงทำงานอยู่ภายใต้ภาวะเยื้องแกนเพลาเสมอ จึงมีการออกแบบและมีการใช้งานประกับเพลาแบบอ่อนตัว (flexible coupling) เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะเยื้องแกนเพลาและได้ผ่านการพิสูจน์แล้วจากการใช้งานด้านอุตสาหกรรมเป็นเวลานานกว่า 90 ปีทั่วโลก โดยประกับเพลาอ่อนตัวทำหน้าที่หลัก 3 ประการ คือ [6]

1. ส่งผ่านแรงบิดจากเพลาต้นกำลังสู่เพลาเครื่องจักร
2. รองรับการทำงานภายใต้ภาวะเยื้องแนวแกนเพลา
3. ชดเชยระยะการเลื่อนตัวระหว่างปลายเพลา

โดยประกับเพลาอ่อนตัว แบ่งประเภทตามวัสดุได้ 2 ประเภท คือ ประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์และประกับเพลาอ่อนตัวโลหะ

ประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์ทำจากยาง, ยางสังเคราะห์และโพลิเมอร์ ซึ่งจำแนกออกได้หลายประเภทตามชนิดของวัสดุโดยขึ้นกับขนาดของแรงบิด, อุณหภูมิ, การกัดกร่อนจากสารเคมีและความสามารถในการลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือน ซึ่งแสดงข้อมูลเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 [1] โดยหน้าที่ของประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์ คือ

1. ส่งผ่านแรงบิดจากเพลาต้นกำลังสู่เพลาเครื่องจักร
2. รองรับการทำงานภายใต้ภาวะเยื้องแนวแกนเพลา
3. ชดเชยระยะการเลื่อนตัวระหว่างปลายเพลา
4. ลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนและลดระดับของแรงปฏิกริยาที่เกิดการเยื้องแกนของเพลา
5. ปกป้องเครื่องจักรจากแรงบิดเกินกำลัง

ประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์มีข้อดี คือไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากเป็นการส่งผ่านแรงบิดระหว่างดุม (hub) และยางจึงไม่ก่อให้เกิดความร้อนสูง ดังนั้นจึงไม่ต้องหล่อลื่นทำให้ลดค่าบำรุงรักษาและทำให้เกิดความสะอาดในพื้นที่ปฏิบัติงาน แต่ควรตรวจสอบการชำรุดของลูกยางเสมอเพื่อการวางแผนเปลี่ยนลูกยางทดแทน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสมบัติความทนทานต่อสารเคมีของวัสดุอีลาสโตเมอร์ประเภทต่างๆ [1], [7]

Resistance to:	Neoplene	NBR	Urethane	EPDM	Hytrel
Acetone	B	C	C	A	B
Ammonia Anhydrous	A	-	-	A	-
Ammonia hydroxide solutions	A (70 ^{o}C)	C	C	A	A
Benzene	C	C	C	C	B
Butane	A	A	A	C	A
Carbon tetrachloride	C	C	C	C	C
Chloroform	C	C	C	C	C
Ethyl alcohol	A (70 ^{o}C)	C	C	A	A
Ethylene glycol	A (70 ^{o}C)	A	B	A	A
Fuel oil	A	A	C	C	A
Gasoline	B	A	B	C	A
Glycerin	A	A	C	A	A
Hydraulic oils (Petroleum Based)	A-B	A	A	C	A
Hydrochloric acid, 37% (cold)	A-B	C	C	A	C
Isopropyl alcohol	A-B	B	C	A	A
Kerosene	B-C	A	B	C	A
Lacquer solvents (MEK)	C	C	C	C	C
Lubricating oils	B	B	-	C	A
Methyl alcohol	A	C	C	A	A
Mineral oil	B	A	A	C	A
Naphtha	C	C	C	C	A
Nitric acid, 10%	B	C	C	B	B
Nitrobenzene	C	C	C	C	C
Phenol	C	C	C	C	B
Phosphoric acid, 20%	B	C	A	A	-
Soap solutions	A (70 ^{o}C)	A	A	A	A
Sodium hydroxide, 20%	B	B	B	A	A
Sulfuric acid, up to 50%	A-B (70 ^{o}C)	C	C	B	A
Sulfuric acid, 50-80%	B-C	C	C	B	C
Toluene	C	C	C	C	A
Trichloroethylene	C	C	C	C	B
Turpentine	C	A	C	C	-
Water	A (100 ^{o}C)	A	-	A (70 ^{o}C)	B (70 ^{o}C)
Xylene	C	C	C	C	B

A = Little or no effect, B = Minor to moderate effect, C = Severe effect,
Where temperature are noted, resistance drops off quickly above the stated temperature.

1. การส่งผ่านแรงบิดจากเพลาต้นกำลังสู่เพลาเครื่องจักร

ยางโดยทั่วไปจะมีความสามารถในการรับแรงกด (compression) สูงกว่าแรงเฉือน (shear) ประมาณ 5-10 เท่า [2] สำหรับการรับแรงดึง (Tension)นั้นมีความเสี่ยงต่อความเสียหายมากเนื่องจากพื้นที่รับแรงของยางลดลงตามขนาดของแรงดึงและเมื่อเกิดรอยแตกของเนื้อยางจะทำให้เกิดการฉีกขาดอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงออกแบบให้การส่งกำลังของประกับเพลาประเภทนี้ให้มีการรับแรงของยางออกเป็น 2 หลักการ คือ รับแรงกดอัดและรับแรงเฉือน โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติของประกับเพลาระหว่างประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์ด้วยกันมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 วัสดุอีลาสโตเมอร์รับแรงกดอัด (Elastomeric compression) ได้แก่ ประกับเพลาเขี้ยว, ประกับเพลาโดนัทมีความสามารถในการรับแรงบิดได้สูงกว่าที่ขนาดเท่ากัน

1.2 วัสดุอีลาสโตเมอร์รับแรงเฉือน (Elastomeric shear) ได้แก่ ประกับเพลาเฟืองยาง (Elastomeric sleeve couplings) เนื่องจากความสามารถในการรับแรงเฉือนต่ำกว่าแรงกดจึงมักออกแบบให้ประกับเพลาประเภทนี้ทำหน้าที่เป็นข้อต่อนิรภัย (fusible link) ซึ่งจะยอมขาดตัวก่อนเมื่อเกิดแรงกระชากหรือภาระเกินกำลังเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องจักรราคาแพง

1.1 ประกับเพลาอ่อนตัววัสดุอีลาสโตเมอร์รับแรงกดอัด (Elastomeric compression couplings)

1.1.1 ประกับเพลาเขี้ยว (Jaw couplings)

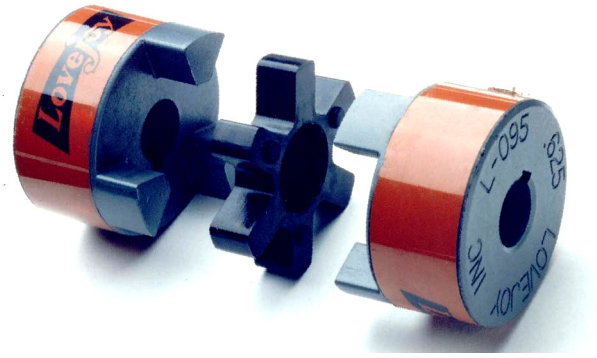
มีการออกแบบใช้งานลิขสิทธิ์ตั้งแต่ปี 1927 และยังได้รับความนิยมแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากง่ายต่อการติดตั้ง ราคาถูก โดยใช้งานมากในการส่งกำลังปั๊ม, ห้องเฟือง, พัดลม เป็นต้น เนื่องจากประกับเพลาเขี้ยวลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนได้ไม่มาก จึงไม่เหมาะสมกับการส่งกำลังของเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรที่มีการทำงานแบบลูกสูบที่มีการปิด-เปิดบ่อยครั้ง

ประกับเพลาเขี้ยวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบเขี้ยวตรง (Straight jaw coupling) นิยมใช้ในอเมริกา และเขี้ยวโค้ง (Curved jaw coupling) ซึ่งนิยมมากในยุโรป ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (a), (b) โดยประกอบด้วยดุม (hub) [1] และลูกยางแฉก (spider) ซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางระหว่างดุมทั้งสอง โดยประเภทวัสดุของลูกยางแฉก ได้แก่ NBR, Urethane, HYTREL, Bronze, NYLON, VITON, ZYTEL ทำหน้าที่ส่งผ่านแรงบิดซึ่งรับแรงในแนวกดอัด โดยทั่วไปควรเปลี่ยนลูกยางแฉกเมื่อมีการยุบตัวถาวรของยางประมาณ 25% ของความหนาเดิม ในบางครั้งเมื่อเกิดภาระเกินกำลังหรือไม่มีการเปลี่ยนลูกยางแฉกเมื่อหมดสภาพการทำงาน ทำให้ลูกยางแฉกถูกกดอัดจนเสียรูปไปมากจนทำให้เขี้ยวของดุมโลหะกระทบกันเองโดยเฉพาะขณะเริ่มเดินเครื่องจักร ซึ่งสังเกตได้จากเสียงโลหะกระทบกันเป็นสัญญาณบ่งบอกถึงเวลาที่ต้องเปลี่ยนลูกยางทดแทนก่อนที่จะเกิดความเสียหายกับดุมทั้งสอง

เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและเปลี่ยนลูกยาง มีการออกแบบลูกยางแบบแถบ (Snap wrap spider) [5] ดังรูปที่ 1.1 (c) โดยเวลาใช้งานหลังจากตั้งศูนย์เพลาแล้วจะพันแถบยางจากข้างนอกแล้วรัดด้วยวงแหวนเหล็ก เพื่อ

สะดวกต่อการติดตั้งหรือเปลี่ยนลูกยางโดยไม่ต้องเลื่อนเพลา ทั้งนี้สามารถติดตั้งลูกยางแบบแถบทดแทนลูกยางแฉกโดยใช้ดุมเดียวกัน

คุณลักษณะพิเศษคือ Fail-safe กล่าวคือ โดยปรกติลูกยางแฉกสามารถรับขนาดแรงบิดได้ประมาณ 3 เท่าของแรงบิดปรกติ เมื่อลูกยางแฉกเกิดความเสียหายและไม่สามารถรับแรงต่อไปได้อีก เขี้ยวของดุมจะทำหน้าที่รับแรงบิดโดยตรงซึ่งจะรับแรงบิดได้ประมาณ 6-7 เท่า [3] ของแรงบิดปรกติ การส่งผ่านแรงบิดโดยเขี้ยวของดุมทำให้เกิดเสียงดังเพราะเป็นการสัมผัสกันระหว่างโลหะ แต่ก็สามารถรักษาการส่งกำลังของเครื่องจักรไว้ต่อไปได้ในระยะหนึ่งในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ต้องการหยุดการทำงานเครื่องจักรและจึงเปลี่ยนลูกยางแฉกภายหลัง หากไม่มีการเปลี่ยนลูกยางอาจทำให้เกิดความเสียหายกับเขี้ยวของดุมได้เนื่องจากการกระแทก ดังแสดงในรูปที่ 4.1 (b)



(a) ประกับเพลาเขี้ยวตรง

(b) ประกับเพลาเขี้ยวโค้ง

(c) ประกับเพลาเขี้ยวแบบลูกยางแถบ

รูปที่ 1.1 ประกับเพลาเขี้ยว

1.1.2 ประกับเพลาโดนัท (Donut shape couplings)

ใช้งานตั้งแต่ปี 1970 กับงานเครื่องยนต์ Diesel โดยประกอบด้วยลูกยางโดนัทยึดโดยสลักเกลียวเข้าระหว่างดุมทั้ง 2 ซึ่งสลักเกลียวดังกล่าวจะสร้างแรงกดก่อนหน้า (precompressed) ให้กับลูกยางโดนัท ดังแสดงในรูปที่ 1.2 โดยประเภทวัสดุของลูกยางโดนัท ได้แก่ ยางธรรมชาติซึ่งเป็นยางที่มีความแข็งแรงสูงและทนทานต่อความล้าได้ดีมาก HYTREL และ ZYTREL [3] ดังรูปที่ 1.2 (b) สำหรับการรับแรงบิดที่สูงกว่าโดยทำหน้าที่ส่งผ่านแรงบิดด้วยแรงประเภทกดอัด ด้วยการออกแบบลักษณะนี้ทำให้เกิดคุณลักษณะ 2 ประการ [8] คือ

a) ป้องกันการเกิดแรงดึงกับลูกยางโดนัท ซึ่งเป็นผลดีต่อความสามารถในการรับแรงบิดและอายุการใช้งาน

b) มีประสิทธิภาพสูงในลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์และจากความผิดปรกติของระบบส่งกำลัง เช่น ความไม่สมดุล, การเยื้องแกนของเพลา เป็นต้น

(a) Juboflex coupling, PAULSTRA SNC.

(b) Torsional couplings

รูปที่ 1.2 ประกับเพลาโดนัทรับแรงกดก่อนหน้า

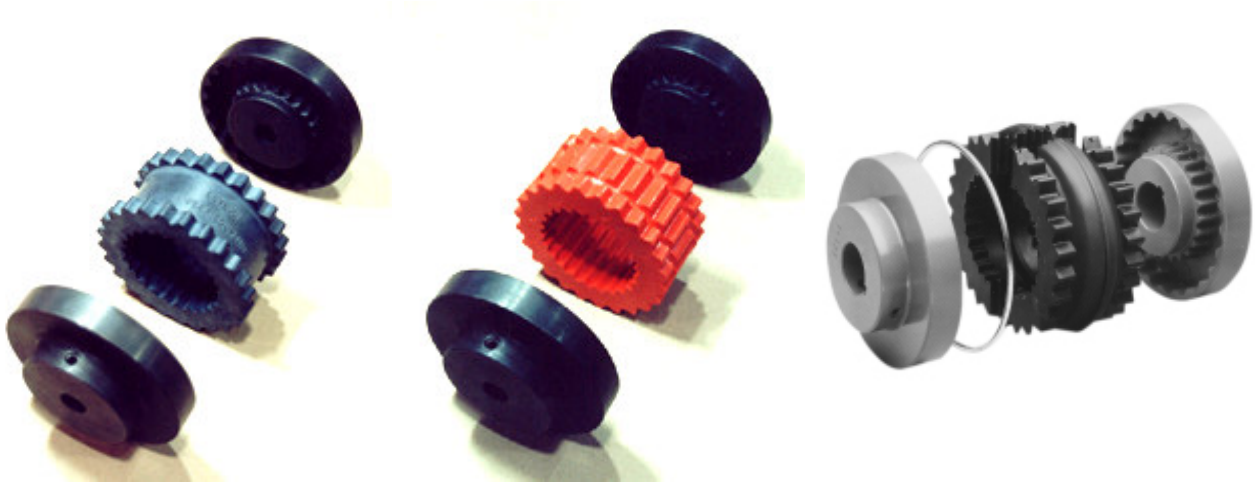
1.2 ประกับเพลาอ่อนตัววัสดุอีลาสโตเมอร์รับแรงเฉือน (Elastomeric shear couplings)

1.2.1 ประกับเพลาเฟืองยาง (Elastomeric Sleeve couplings)

เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี 1950 และได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบัน ทำงานโดยการส่งผ่านแรงบิดโดยเฟืองยางซึ่งถูกประกบอยู่ระหว่างดุมหน้าแปลนทั้งสองดังแสดงในรูปที่ 1.3 โดยชนิดของวัสดุปลอกเฟืองยาง คือ ยางธรรมชาติ, EPDM และ HYTREL ซึ่งข้อดีของประกับเพลาเฟืองยาง คือ

- สามารถลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือน และดูดซับแรงกระแทกได้โดย HYTREL จะรับแรงบิดได้สูงกว่า EPDM มาก แต่ลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนและดูดซับภาระกระแทกได้น้อยกว่า
- ปลอกเฟืองยางมีความกลวงภายในทำให้ติดตั้งได้แม้ปลายเพลาขับและเพลาตามอยู่ใกล้กัน
- ปลอกเฟืองยางสามารถรับแรงบิดได้ประมาณ 3-4 เท่าของแรงบิดปรกติ และยอมขาดตัวทันทีเมื่อเกิดแรงบิดเกินกำลังแบบฉับพลัน (shockload) เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องจักรอื่นที่มีราคาแพง เช่น สกรูคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น โดยลักษณะการขาดตัวดังรูป 4.1 (d)
- บางขนาดชิ้นส่วนปลอกเฟืองยางถูกแบ่งเป็นสองส่วนเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง ดังรูปที่ 1.3 (c)

ข้อควรระวังในการเลือกประเภทของวัสดุปลอกเฟืองยาง คือ การรับแรงบิด โดยที่ขนาดเดียวกันไม่ควรทดแทนปลอกเฟืองยางสังเคราะห์ EPDM ด้วย ปลอกเฟืองยางโพลิเมอร์ HYTREL เนื่องจาก HYTREL มีความแข็งมากซึ่งทำให้สามารถรับแรงบิดได้สูงกว่า EPDM หลายเท่า การใช้งานรับแรงบิดที่ต่ำเกินไปหรือน้อยกว่า 25% ของแรงบิดที่ปลอกเฟืองยางทำงานได้จะทำให้เกิดการเสียดสีระหว่างผิวฟันของเฟืองยางและฟันของดุมหน้าแปลนซึ่งก่อให้เกิดความร้อนและสร้างความเสียหายแก่ปลอกเฟืองยางในที่สุด



a) ปลอกเฟือง EPDM b) ปลอกเฟือง HYTREL c) ปลอกเฟืองแยกสองชิ้น

รูปที่ 1.3 ประกับเพลาเฟืองยาง

1.2.2 ประกับเพลาเฟืองไนลอน (NYLON Sleeve couplings)

ประกอบด้วยปลอกเฟืองไนลอนซึ่งถูกประกบอยู่ระหว่างดุมทั้งสองดังแสดงในรูปที่ 1.4 ทั้งนี้ทำงานโดยการส่งผ่านแรงบิดผ่านฟันปลอกเฟืองไนลอนและดุมโลหะ โดยผิวฟันของเฟืองดุมโลหะมีความโค้ง 3 มิติ (crowned tooth) ดังรูปที่ 1.4 (b) ซึ่งเป็นการกระจายความเค้นและลดแรงเสียดทานจากการสัมผัสระหว่างฟันเฟืองภายใต้ภาวะเยื้องแกนของเพลา ทำให้สามารถรับภาวะเยื้องแกนของเพลาได้ตั้งแต่ 1^{o} ถึง 5^{o} และสามารถรักษาเสถียรภาพการทำงานได้โดยไม่ต้องหล่อลื่นที่อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 80 ^{o}C และสำหรับปลอกเฟือง polyamide ทำงานที่อุณหภูมิได้สูงถึง 120 ^{o}C [4]

ประกับเพลาปลอกเฟืองไนลอนถูกออกแบบให้มีการทำงานโดยไม่ต้องหล่อลื่น ทำให้ถูกจำกัดด้วยการควบคุมระดับของแรงเสียดทานระหว่างฟันของปลอกเฟืองไนลอนและดุมโลหะไม่ให้มากจนเกินไป จึงไม่สามารถรับแรงบิดได้สูงนักเมื่อเทียบกับขนาดของปลอกเฟืองไนลอน

การใช้งานพบมากในการส่งกำลังด้วยชุดมอเตอร์ผลิตกระแสไฟฟ้า, ชุดปั๊ม, งานอุตสาหกรรมระดับเบาและระดับกลาง เนื่องจากประกับเพลาชนิดนี้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา จึงมีการใช้งานส่งกำลังจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยรับขนาดเพลาได้ถึง 100 mm.

นอกจากนี้ปลอกเฟืองไนลอนยังทำหน้าที่เสมือนสลักนิรภัย โดยในกรณีที่เกิดภาระแรงบิดเกินกำลังจะทำให้ฟันเฟืองไนลอนเกิดการรูดตัวเพื่อให้ไม่สามารถส่งกำลังต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพื่อปกป้องเครื่องจักรราคาแพงไม่ให้เกิดความเสียหาย ดังรูปที่ 4.1 (c)

a) ลักษณะการประกอบเพื่อใช้งาน

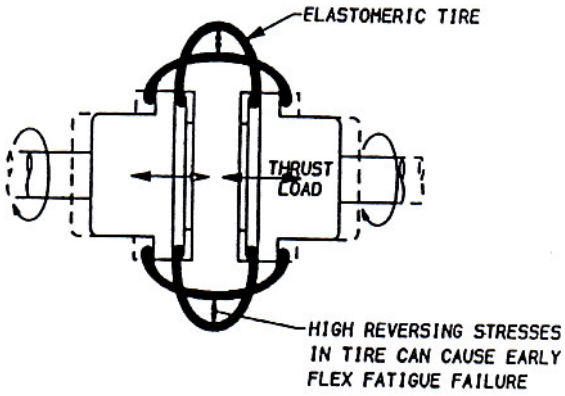
b) ลักษณะฟันเฟืองโค้ง 3 มิติของดุม

รูปที่ 1.4 ประกับเพลาเฟืองไนลอน

1.2.3 ประกับเพลาล้อยาง (Tire couplings)

ประกอบด้วยดุมและลูกยางที่มีลักษณะคล้ายล้อยาง ดังรูปที่ 1.5 โดยดุมทั้งสองจะประกบยึดกับลูกยางแบบแคลมป์ (clamp) ซึ่งส่วนของดุมทำหน้าที่เป็นชุดล็อคเพลาแบบกรวย (taper bush)[5] และส่วนของลูกยางทำจากยางธรรมชาติซึ่งความแข็งแรงและทนทานต่อความล้าสูงประกอบกับการเสริมใยธรรมชาติเพื่อเพิ่มความทนทานต่อการฉีกขาดและความสามารถในการรับแรงบิดได้สูงขึ้นในขณะที่ระยะบิดตัวตามแรงบิดต่ำลง โดยการใช้งานประกับเพลาล้อยางเหมาะสมกับงานที่ต้องการส่งผ่านแรงบิดแบบไม่มีระยะคลอน (backlash) หรือมีการเลื่อนตัวระหว่างปลายเพลาสูงซึ่งแสดงในรูปที่ 1.6

รูปที่ 1.5 ประกับเพลาล้อยาง



รูปที่ 1.6 การชดเชยระยะการเลื่อนตัวของปลายเพลาสำหรับประกับเพลาล้อยาง

2. การชดเชยระยะการเลื่อนตัวของปลายเพลา

ซึ่งเกิดขึ้นมากในการใช้งานที่มีใบพัดติดตั้งกับเพลา เช่น เครื่องกวน, เครื่องผสม เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการเลื่อนตัวระหว่างปลายเพลาขับและปลายเพลาตามเลื่อนเข้าหากันหรือแยกออกจากกัน ทำให้เกิดความเค้นในส่วนของลูกยางสูง ทั้งนี้ไม่ควรเลือกใช้ประกับเพลาอ่อนตัวที่ดุมสามารถเลื่อนแยกออกจากลูกยางทางแนวแกนเพลาได้ [1] เช่น ประกับเพลาเฟืองยาง เป็นต้น เพราะจะทำให้การรับแรงของผิวฟันเฟืองยางไม่เต็มพื้นที่ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายได้ง่าย ในกรณีนี้ควรใช้ประกับเพลาล้อยางซึ่งทำหน้าที่ลักษณะเดียวกับประกับเพลาเฟืองยางแต่ไม่สามารถเลื่อนดุมออกจากล้อยางได้ ดังรูป 1.6

3. การลดการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนของประกับเพลาอ่อนตัวประเภทวัสดุอีลาสติก

ความสามารถลดระดับและการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากความผิดปกติของเครื่องจักร ได้แก่ การเยื้องแนวแกนเพลา , การชำรุดของตลับลูกปืน, ความไม่สมดุล, การแตกหักของชิ้นส่วนต่างๆ เป็นต้น โดยประกับเพลาอ่อนตัวประเภทนี้ออกแบบมาเพื่อลดระดับของแรงสั่นสะเทือนที่เป็นผลจากการเยื้องแกนของเพลาเพื่อยืดอายุการให้งานของชิ้นส่วนเครื่องจักรและโครงสร้างข้างเคียง

จากประสบการณ์ทางด้านอุตสาหกรรมพบว่าปัญหาจากการเยื้องแกนของเพลาเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนซึ่งสร้างความล้าต่อชิ้นส่วนเครื่องจักรเป็นผลให้เกิดความเสียหายก่อนเวลาอันควร การหมุนของเพลาที่มีการเยื้องแกนของเพลาจะกระตุ้นให้เกิดแรงดล (Exciting impulse) ในทุกรอบการหมุน ดังนั้นความถี่ของแรงดลจึงเป็นความถี่ของการสั่นสะเทือนซึ่งเกิดขึ้นตรงกับความเร็วรอบเพลาเครื่องจักร ความถี่นี้จะส่งผลเข้ามากระตุ้นชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรโดยเรียกความถี่นี้ว่าความถี่กระตุ้น (Exciting frequency) ซึ่งหากความถี่กระตุ้นดังกล่าวตรงกับความถี่ธรรมชาติของชิ้นส่วนเครื่องจักรส่วนใด ก็จะสร้างแรงสั่นสะเทือนระดับสูงเป็นผลให้เกิดเสียงดังและสร้างความเสียหายในที่สุด นอกจากนี้หากไม่มีการลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องจักร การสั่นสะเทือนนี้จะผ่านลงสู่พื้นก็จะส่งผลให้แรงสั่นสะเทือนเข้าไปกระตุ้นอุปกรณ์อื่นๆ หรือโครงสร้างอาคารข้างเคียงให้เกิดความเสียหายตามไปด้วย เมื่อประกับเพลาเกิดความเสียหายโดยส่วนมากผู้ใช้จะเข้าใจว่าเกิดจากความบกพร่องของประกับเพลาซึ่งพบว่าน้อยมากที่จะเป็นเช่นนั้น ดังนั้นผู้ใช้งานควรตรวจสอบความผิดปรกติของเครื่องจักรให้ทราบถึงแหล่งที่มาของการสั่นสะเทือนซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง [2]

4. ความเสียหายของประกับเพลาอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์

เมื่อเกิดความเสียหายขึ้นกับประกับเพลาแบบอ่อนตัวอีลาสโตเมอร์ เช่น การขาดตัวออก, การละลายของลูกยาง, การสึกกร่อนของเนื้อยาง, การแตกของดุม เป็นต้น เป็นสัญญาณที่บ่งบอกได้ว่ามีความผิดปรกติเกิดขึ้นและต้องพยายามหาสาเหตุของความผิดปรกตินั้นให้พบ โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นทั่วไปนั้นได้แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเกิดจาก 5 สาเหตุหลัก คือ [1]

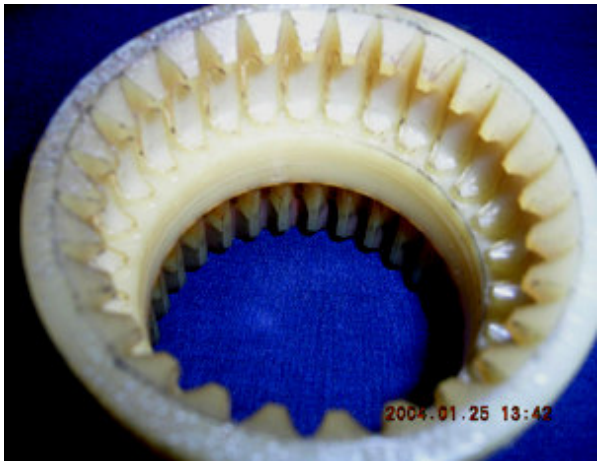
4.1 การเยื้องแกนของเพลา
4.2 เกิดภาระเนื่องจากการเลื่อนตัวระหว่างปลายเพลาสูง
4.3 เกิดภาระแรงบิดเกินกำลัง (overload)
4.4 ขั้นตอนการเลือก, การใช้งาน, การติดตั้งและการบำรุงษา
4.5 สภาพแวดล้อมทำงาน

ตารางที่ 2 ความเสียหายที่พบโดยทั่วไปจากการทำงานของประกับเพลาแบบอ่อนตัว

ความเสียหาย	สาเหตุที่เป็นไปได้	การแก้ไข
- เกิดการสึกหรอของชิ้นส่วนส่งกำลังของประกับเพลาอ่อนตัว, สลักหรือตลับลูกปืนเกิดความเสียหาย - เกิดเสียงดังเป็นช่วง	มีการเยื้องแกนของเพลามากเกินไป	ตั้งศูนย์เพลาใหม่
- ลูกยางเกิดการฉีกขาด, เกิดรอยแตกหรือความเสียหายของฟันเฟืองในประกับเพลาอ่อนตัวตลอดแนว - มีการหลุดหลวมระหว่างเพลาและดุม	เกิดภาระแรงบิดเกินกำลังแบบฉับพลัน (Shock load)	ตรวจสอบและขจัดปัญหาที่ทำให้เกิดภาระเกินกำลัง
		ติดตั้งฐานมอเตอร์แบบอ่อนตัวโรสต้า (ROSTA) ซึ่งช่วยในการผ่อนภาระแรงบิด
- เกิดความล้า - เกิดความร้อนสูงในชิ้นส่วนอ่อนตัวของประกับเพลาอ่อนตัว เช่น ลูกยางแบบล้อยาง, ปลอกเฟืองยาง เป็นต้น - เกิดการสึกหรอของหน้าฟันเฟืองและมีเสียงดังจากการแตกหัก - มีการหลุดหลวมระหว่างเพลาและดุม	เกิดแรงสั่นสะเทือนแนวการบิดตัว (Torsional vibration) สูงหรือเกิดภาระเกินกำลัง	เลือกใช้งานประกับเพลาอ่อนตัวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
		ติดตั้งฐานมอเตอร์แบบอ่อนตัวโรสต้า (ROSTA) ซึ่งช่วยในการผ่อนภาระแรงบิด
	มีการปิด-เปิดมอเตอร์บ่อยครั้ง	เลือกประกับเพลาอ่อนตัวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
		ติดตั้งล้อช่วยแรงกับดุม
		ติดตั้งฐานมอเตอร์แบบอ่อนตัวโรสต้า (ROSTA) ซึ่งช่วยในการผ่อนภาระแรงบิด
- ชิ้นส่วนอ่อนตัว เช่น ลูกยางแบบล้อยาง, ปลอกเฟืองยาง เป็นต้น มีรอยแตกและมีการขยายตัวของรอยแตก - มีการกัดกร่อนที่ดุม	เกิดการกัดกร่อนจากสารเคมีหรือสภาพแวดล้อม	เปลี่ยนแปลงประเภทวัสดุของชิ้นส่วนอ่อนตัวหรือของดุมให้มีความต้านทานต่อสารเคมีที่มีการสัมผัส
		เคลือบผิวดุมโดยวิธีชุบโลหะ
- มีการแตกหักเป็นชิ้นส่วนมีคม	อุณหภูมิทำงานต่ำเกินไป	เลือกใช้ประเภทวัสดุของชิ้นส่วนอ่อนตัวหรือของดุมให้มีความต้านทานต่ออุณหภูมิใช้งาน
- มีการหลอมละลาย	อุณหภูมิทำงานสูงเกินไป	

a) ลูกยางแฉกยุบตัวอย่างถาวร

b) การหักของเขี้ยวดุมที่เกิดจากการกระแทกระหว่างเขี้ยวด้วยกัน



c) การรูดตัวของฟันเฟืองไนลอน

d) การขาดตัวของปลอกเฟืองยาง

รูปที่ 4.1 ลักษณะความเสียหายของชิ้นส่วนอ่อนตัวเนื่องจากภาระแรงบิดเกินกำลัง

รูปที่ 4.2 ลักษณะความเสียหายของลูกยางโดนัทเนื่องจากความล้าซึ่งเป็นผลมาจากแรงสั่นสะเทือนแนวบิดตัวเมื่อผ่านการใช้งานเป็นเวลานาน

บรรณานุกรม

1. Jon R. Mancuso., “Couplings and Joints, Design, Selection, and Application.”, Marcel Dekker, Inc., 1986.

2. E.F. Gobel., “Rubber Springs Design.”, Newnes-Butterworths, 1974.

3. Lovejoy, “The Coupling Handbook.”, Lovejoy, Inc., USA.

4. Rahmer + Jansen , “Dentex – the flexible coupling.”, Rahmer + Jansen GmbH.,GERMANY.

5. Virtus., “CD Catalog.”, Virtus company limited., THAILAND.

6. Jon R. Mancuso., “Just how flexible is your flexible coupling in reality?”,World Pump, p.46-49., September, 2000.

7. Lovejoy, “Power transmission products.”, Lovejoy, Inc., USA.

8. PAULSTRA, “Flexible couplings”, PAULSTRA SNC., FRANCE.