บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

5.1.1 การจำแนกและวิเคราะห์ความเสียหายของตลับลูกปืน

จากการศึกษาและวิเคราะห์ตลับลูกปืนที่ผ่านการใช้งานมาเป็นระยะเวลา 6 ปี พบว่าความเสียหายของตลับลูกปืนสามารถที่จะจำแนกออกได้เป็น 3 ระดับตามลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่รับแรง (Load zone) คือ A B และ C โดยที่ระดับ A จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อพื้นที่ผิวที่รับภาระอยู่ที่ 1-15% ระดับ B จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายอยู่ที่ 15-30% และระดับ C จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 30-50% ในการวิเคราะห์ตลับลูกปืนจำนวน 840 ลูกพบว่าเมื่อทำการบำรุงรักษาจะสามารถนำกลับมาใช้ได้ถึง 70% โดยแบ่งเป็นตลับลูกปืนแบบระดับ A 60% และตลับลูกปืนแบบระดับ B 10%

5.1.2 การประเมินหาอายุการใช้งานของตลับลูกปืนโดยการวัดการสั่นสะเทือน

นอกจากการจำแนกความเสียหายของตลับลูกปืนโดยดูจากความเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับแรงแล้ว คณะผู้วิจัยยังได้นำเอาการวิเคราะห์สัญญาณการสั่นสะเทือนมาใช้จำแนกระดับความเสียหายให้ชัดเจนเพิ่มขึ้นอีกด้วย การวัดสัญญาณการสั่นสะเทือนของตลับลูกปืนจะกระทำโดยอาศัยหัววัดความเร่งแบบ Piezoelectric ซึ่งจะบันทึกค่าการสั่นสะเทือนในฟังก์ชัน Velocity Acceleration และ Demodulation สำหรับในงานวิจัยนี้จะเน้นวิเคราะห์ไปที่ฟังก์ชัน Demodulation เป็นหลักก่อนเนื่องจากต้องการให้มีการปรับแต่งสัญญาณความเสียหายของตลับลูกปืนที่มีขนาดต่ำให้มีขนาดสูงขึ้นก่อนเพื่อให้สามารถตัวจับสัญญาณความเสียหายได้ชัดเจน ในการทดสอบหาอัตราความเสียหายที่เพิ่มขึ้นต่อสัญญาณการสั่นสะเทือนของตลับลูกปืน ได้กำหนดเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูง 12.5-20000 Hz เพื่อตรวจสอบการเกิดเรโซแนนซ์ในโครงสร้างตลับลูกปืนซึ่งจะเป็นความเสียหายในช่วงเริ่มต้น และช่วงความถี่ต่ำ 0.3-500 Hz เพื่อตรวจสอบความถี่ของชิ้นส่วนเฉพาะในตลับลูกปืน

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลพบว่า ตลับลูกปืนจะอยู่ในระดับของ Class C ก็ต่อเมื่อสัญญาณความถี่ของการสั่นสะเทือนของแหวนนอก (BPFO) และแหวนใน (BPFI) มีค่าเกิน 50 mg และ 25 mg ตามลำดับซึ่งรวมทั้งสัญญาณใน Time Domain ต้องมีค่า 1000 mg ขึ้นไปด้วย นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการชำรุดแต่ละครั้ง (Mean time between failures: MTBF) แสดงให้เห็นว่า อายุการใช้งานของตลับลูกปืน Class A สามารถใช้งานได้อีกในช่วง 300,000-500,000 กิโลเมตร Class B สามารถใช้งานได้อีกในช่วง 200,000-300,000 กิโลเมตร ส่วนใน Class C ไม่แนะนำให้นำกลับมาใช้อีก

5.1.3 เครื่องทดสอบตลับลูกปืนที่รับแรงในแนวรัศมีและแนวแกน

เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการทำงานของลูกปืนในอนาคต คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบตลับลูกปืนขึ้นโดยเครื่องดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานได้ในโรงงานทั่วไป เนื่องจากอาศัยต้นกำลังเป็นระบบนิวแมติกส์ เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถให้แรงแนวรัศมีได้ 3,000 นิวตัน และแรงในแนวแกนได้ 1,000 นิวตัน โดยที่ความเร็วในการใส่แรงให้กับตลับลูกปืนทั้งสองแนวแกนอยู่ที่ความเร็ว 0.01 เมตรต่อวินาทีและความเร็วของการหมุนตลับลูกปืนเป็นไปตามข้อกำหนดที่ประมาณ 150 รอบต่อนาที จากทดลองยังพบว่าเพลาที่ใช้รองรับการทดสอบตลับลูกปืนมีการโก่งสูงสุดที่ 0.39 มิลลิเมตรและมอเตอร์กินกระแสไฟฟ้าคงที่ 0.26 แอมป์แปร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์ความเสียหายนั้นควรจัดให้มีการเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ควรให้ความสำคัญกับความเสียหายเนื่องจากความล้าเป็นอันดับต้นๆ ก่อนเนื่องจากเป็นสาเหตุที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ตามด้วยความเสียหายเนื่องจากสิ่งปนเปื้อนซึ่งจะเกิดจากสิ่งสกปรกจากการใช้งานหรือการบำรุงรักษาโดยความเสียหายในลักษณะนี้สามารถแก้ไขได้โดยการทำความสะอาดและเปลี่ยนสารหล่อลื่นใหม่ และความเสียหายเนื่องจากขาดสารหล่อลื่นซึ่งสามารถที่จะแก้ไขได้โดยการเพิ่มสารหล่อลื่นเช่นเดียวกัน

2. การแบ่งระดับของความเสียหายนั้นควรมีการเพิ่มระดับความเสียหายออก เป็น 4 ระดับ โดยการเพิ่ม Class D ขึ้นมาอีกหนึ่งระดับกล่าวคือ ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อพื้นที่ผิวที่รับภาระอยู่ในช่วง 30%-40% ให้จำแนกเป็น Class C ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ในกรณีฉุกเฉินได้ในช่วง 10,000-30,000 กิโลเมตร ในระหว่างการรอการขนส่งตลับลูกปืนมาจากต่างประเทศ หรือการนำไปใช้ภายนอกตัวรถอาทิเช่น การกลึงล้อภายนอกตัวรถและนำไปใช้ในกรณีทดสอบอื่นๆ และถ้ามีความเสียมากกว่า 40% ขึ้นไปให้เป็น Class D ซึ่งห้ามนำกลับไปใช้งานอีก จากประสบการณ์ในการใช้งานตลับลูกปืนในล้อรถไฟฟ้าพบว่าสามารถใช้งานได้ถึง 11 ปี

3. ความมีเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยในการใช้เครื่องทดสอบตลับลูกปืน เช่น การติดตั้งกระจกหรือพลาสติกใสบริเวณรอบๆจุดที่มีแรงกระทำ และต้องออกแบบวงจรการทำงานของกระบอกนิวแมติกส์ให้มีลำดับการทำงานก่อนหลัง