

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การทำงานของโลหะผสมจำรูปที่ถูกใช้เป็นตัวขับเคลื่อนแอกชูเอเตอร์ในวาล์วควบคุมอาจมีผลกระทบที่เกิดจากความล้าบนเส้นลวดซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมลดลงหรืออาจสร้างความเสียหายให้แก่ผลิตภัณฑ์อย่างมาก ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอวิธีการใช้โมเดลแบบ NARX ร่วมกับอัลกอริทึม CUSUM ในการตรวจจับความล้าบนโลหะผสมจำรูป โดยมีขั้นตอนการทำได้แก่ ศึกษาการเกิดความล้า ออกแบบการสร้างความล้า ทดลองสร้างความล้าและวิเคราะห์รวมถึงตรวจจับระดับปริมาณความล้าที่เกิดขึ้นบนแอกชูเอเตอร์ของวาล์วควบคุมที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเส้นลวดโลหะผสมจำรูป ได้มีการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยสร้างเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูปเพื่อศึกษาการเกิดและออกแบบการสร้างความล้าที่ให้แก่เส้นลวดโลหะจำรูป เพื่อนำไปสร้างความล้าให้เกิดขึ้นบนวาล์วควบคุม เมื่อสามารถสร้างความล้าได้เป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงได้นำมาแบ่งระดับความล้าด้วย k-means clustering และพัฒนาระบบการตรวจจับความล้าแบบออนไลน์โดยนำโมเดลแบบ NARX มาทำงานร่วมกับวาล์วควบคุม เพื่อศึกษาแนวโน้มและจัดการในด้านการวิเคราะห์ปริมาณความล้าที่เกิดขึ้นให้ได้ผลอย่างแม่นยำ โดยที่อัลกอริทึมแบบออนไลน์นี้เองที่ใช้ในการตรวจจับความล้าบนโลหะผสมจำรูป โดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางสถิติที่เกิดขึ้นในการบ่งชี้ระดับความล้าที่เกิดบนโลหะผสมจำรูป ซึ่งในที่สุดแล้วสามารถแยกระดับความผิดปกติในวาล์วควบคุมได้เป็นสถานะทั้งสามระดับได้แก่ความล้าในปริมาณที่ต่ำ กลาง และ สูง

จากนั้นศึกษาประเภทของสัญญาณอินพุตที่เหมาะสมในการทดสอบโลหะผสมจำรูป ซึ่งสัญญาณอินพุตแบบสามเหลี่ยมเป็นสัญญาณที่เหมาะสมในการสร้างความล้าให้แก่โลหะผสมจำรูปเนื่องจากสามารถนำฮิสเทอรีซิสและระยะจัดการเคลื่อนที่มาใช้เป็นตัวบ่งชี้การเกิดความล้าขึ้นบนโลหะผสมจำรูป ทำการศึกษาผลกระทบของความล้าจากสัญญาณอินพุตดังกล่าวในโลหะผสมจำรูปโดยการนำสัญญาณอินพุตแบบสามเหลี่ยมมาใช้สร้างความล้าให้เกิดขึ้นบนโลหะผสมจำรูป และพบว่ามีความโน้มผลตอบสนองของฮิสเทอรีซิสที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแนวโน้มความกว้างของฮิสเทอรีซิสและระยะจัดของก้านวาล์วลดลงเมื่อจำนวนรอบที่มากขึ้น จึงเป็นแนวทางในการหาตัวบ่งชี้สถานะความผิดปกติในวาล์วควบคุม

ทำการออกแบบการสร้างความล้าให้แก่วาล์วควบคุมโดยเลือกใช้สัญญาณ PRBS เพื่อจุดประสงค์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สลับกับสัญญาณสามเหลี่ยมที่จะสร้างปริมาณความล้าให้เกิดขึ้นแก่เส้นลวดโลหะผสมจำรูปบนวาล์วควบคุม ซึ่งโมเดลแบบ NARX ได้ถูกนำมาใช้ในการอธิบายระบบ

วาล์วควบคุม และสัญญาณสามเหลี่ยมสามารถทำให้ความล่าช้าวาล์วควบคุมเกิดขึ้นจนกระทั่งวาล์วควบคุมเสียสภาพในที่สุด

ในการวิเคราะห์ปริมาณความล่าช้าที่เกิดขึ้นนั้น ได้เลือกใช้อัลกอริทึม k-mean clustering ในการแบ่งระดับความล่าช้า ซึ่งนำตัวแปรจากโมเดลแบบ NARX 3 ตัวแปรและตัวแปรทางสถิติได้แก่ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความโค้งของสัญญาณตกค้างที่ได้จากการทำงานร่วมกับโมเดลแบบ NARX และระบบวาล์วควบคุมในรูปแบบของ MPE มาแยกกลุ่มข้อมูล ซึ่งสามารถแยกระดับความล่าช้าทั้ง 3 ระดับออกมาได้ที่จำนวนรอบทางความล่าช้าที่ 0-800, 800-1400 และมากกว่า 1400 รอบ จากนั้นพัฒนาระบบการตรวจจับความล่าช้าแบบออนไลน์โดยนำโมเดลแบบ NARX มาทำงานร่วมกับระบบวาล์วควบคุมเพื่อสร้างสัญญาณตกค้างในรูปแบบของ MPE จากนั้นนำสัญญาณตกค้างมาผ่านอัลกอริทึมแบบ CUSUM ซึ่งสามารถแยกแยะระดับปริมาณความล่าช้าได้แต่มีข้อเสียที่การกำหนดตัวแปรและกำหนด threshold นั้นต้องมีค่าเหมาะสมกับระบบจึงจะสามารถตรวจจับได้ดี จึงได้พัฒนาอัลกอริทึมแบบ adaptive CUSUM มาใช้แทน ซึ่งสามารถตรวจจับระดับความล่าช้าและแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึม CUSUM ได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์

1) เนื่องจากเส้นลวดโลหะผสมจำรูปที่ใช้ในการขับเคลื่อนแอกชูเอเตอร์นั้นมีจำนวนสองเส้น ซึ่งสร้างปัญหาให้แก่ผู้วิจัยเนื่องจากจำเป็นต้องปรับระดับความตึงของทั้งสองเส้นนั้นต้องปรับให้เท่าๆกันก่อนการวิจัยทุกครั้ง และเพิ่มโอกาสที่เส้นลวดจะหลุดออกจากตัวยึดภายในแอกชูเอเตอร์เป็นสองเท่า ดังนั้นหากออกแบบให้แอกชูเอเตอร์สามารถขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูปเพียงเส้นเดียวจะสามารถลดปัญหาดังกล่าวลงได้

2) ระบบวาล์วควบคุมต้นแบบนี้ไม่สามารถเปิดใช้งานเป็นเวลานานได้เนื่องจากความร้อนที่เกิดจากการทำงานของปั๊มทำให้น้ำในระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ระเหยและไหลออกมาซึ่งเสี่ยงทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร

5.2.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาอัลกอริทึม

1) ข้อเสนอสรุปจากผลการทดลองเพียงเป็นแนวทางในการตรวจจับความล่าช้าและแบ่งความล่าช้าในวาล์วควบคุมเท่านั้น แต่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์อย่างชัดเจนว่าจะสามารถตรวจจับความล่าช้าในวาล์วควบคุมตัวใหม่ให้ได้ผลเดียวกัน เนื่องจากผลการทดลองใช้ อัลกอริทึม adaptive CUSUM ยังไม่เพียงพอที่จะยืนยันได้

2) วาล์วควบคุมควรมีระบบการควบคุมด้วย PID แต่อัลกอริธึมที่ใช้ในการควบคุมยังไม่ได้พอ
จึงทำให้ยากต่อการทำวิจัยและสร้างระบบตรวจจับความผิดปกติ