

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นในการศึกษากลไกการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิปานกลางที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการประเมินการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิง ผลการประเมินการสูญเสียที่ได้ถูกนำไปใช้ในการระบุการสูญเสียหลักของเครื่องยนต์ ซึ่งนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีสมรรถนะเพิ่มขึ้น นอกจากการปรับปรุงเครื่องยนต์แล้วยังได้นำผลการประเมินการสูญเสียมาเปรียบเทียบกับการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงผลต่างอุณหภูมิสูง, กลางและต่ำ เพื่อศึกษากลไกการสูญเสียของเครื่องยนต์ในแต่ละผลต่างอุณหภูมิอีกด้วย

การศึกษากลไกการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิปานกลางที่มีอยู่เริ่มด้วยทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เบื้องต้นเพื่อประเมินระดับความสามารถการทำงานของเครื่องยนต์ก่อน ผลการวัดสมรรถนะเครื่องยนต์แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับความดัน 7 bar และอุณหภูมิผิววนอกขดลวดความร้อนที่ 400 °C เครื่องยนต์ให้กำลังขาออกสูงสุด 50.74 W ที่ความเร็วรอบ 363 rpm สำหรับที่อุณหภูมิผิววนอกของขดลวดความร้อนที่ 500 °C เครื่องยนต์ให้กำลังขาออกสูงสุด 95 W ที่ความเร็วรอบ 360 rpm ผลการวัดสมรรถนะเครื่องยนต์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์สามารถทำงานได้และมีขีดความสามารถเพียงพอต่อการศึกษารูปร่างการสูญเสีย

แนวทางการประเมินการสูญเสียในงานวิจัยนี้มี 4 แนวทาง คือ แนวทางที่ 1 การประเมินกลไกการสูญเสียโดยใช้ค่ากำลังบ่งชี้ที่ได้จากการวัด แนวทางที่ 2 การประเมินกลไกการสูญเสียจากการประเมินค่ากำลังบ่งชี้โดยใช้การวิเคราะห์แบบ adiabatic ที่มีการประเมินการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานการไหลร่วมด้วย เพื่อนำไปประเมินการสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) แนวทางที่ 3 การประเมินการสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) จากการวัดโดยตรงหรือใช้โปรแกรม finite element จากนั้นนำมาใช้ในการประเมินค่ากำลังบ่งชี้ แนวทางที่ 4 การประเมินกลไกการสูญเสียแบบการประเมินย้อนกลับเพื่อนำไปหาการสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) แต่จากการศึกษาพบว่า แนวทางที่ 1-3 ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินการสูญเสีย ดังนั้นจึงเลือกใช้แนวทางที่ 4 การประเมินย้อนกลับเพื่อนำไปหาการสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) ในการประเมินการสูญเสียของเครื่องยนต์

ผลการประเมินการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงด้วยวิธีการประเมินย้อนกลับ แสดงให้เห็นว่า การสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) และความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องยนต์ (Q_{reject}) เป็นการสูญเสียหลักของเครื่องยนต์ แต่การสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องยนต์ (Q_b) เป็นการสูญเสียทางความร้อนซึ่งไม่เกี่ยวกับวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์แต่อย่างใดจึงไม่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติม ผลการประเมินการสูญเสียหลักข้างต้น แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุงเครื่องยนต์หลังจากการทดสอบเบื้องต้นเพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย การเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุด และ การเปลี่ยนวัสดุแหวนลูกสูบกำลัง

นอกจากนี้ งานวิจัยของ Iwamoto, S. [10] แสดงให้เห็นว่า กลไกการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิสูงและต่ำมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงนำผลการประเมินการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิปานกลาง (MDSE) ที่มีอยู่มาเปรียบเทียบการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิสูง (HDSE) และต่ำ (LDSE) ที่ได้จากงานวิจัยของ Iwamoto, S. โดยให้การเปรียบเทียบตามแนวคิดของ Iwamoto, S. [10] ผลการเปรียบเทียบการสูญเสียของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิปานกลางกับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำพบว่า ความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องยนต์แบบไร้มิติของ MDSE มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบแบบไร้มิติเหมือนกับ LDSE คือ ความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องยนต์แบบไร้มิติมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า MDSE นำความร้อนที่ให้แก่เครื่องยนต์จริง (Q_h) มาใช้ได้ลดลง เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น สำหรับการสูญเสียทางกลแบบไร้มิติของ MDSE มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบแบบไร้มิติแบบเดียวกันกับ HDSE คือ การสูญเสียทางกลแบบไร้มิติมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบอย่างเป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้การสูญเสียทางกลของ HDSE และ MDSE มีค่ามากกว่าการสูญเสียทางกลของ LDSE อย่างมากที่ความเร็วรอบสูงๆ สำหรับผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพบ่งชี้ พบว่า ค่าประสิทธิภาพบ่งชี้ของ MDSE จะอยู่กึ่งกลางระหว่าง HDSE และ LDSE ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิภาพทางทฤษฎี (Carnot efficiency) ที่ได้จากการประเมินด้วยสัดส่วนของอุณหภูมิสารทำงาน นอกจากนี้ ค่าประสิทธิภาพบ่งชี้ของ MDSE ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพบ่งชี้ของ HDSE อีกด้วย แสดงให้เห็นว่า MDSE ซึ่งใช้วัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องตลาด มีความคุ้มค่าในการผลิตและใช้งาน เนื่องจาก MDSE ใช้ต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่า HDSE มากแต่มีประสิทธิภาพการทำงานใกล้เคียงกัน

ปานกลางที่มีอยู่ มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบผลต่างอุณหภูมิสูง[8,22] ซึ่งถ้ามองในด้านผลต่างอุณหภูมิเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบแบบผลต่างอุณหภูมิปานกลางที่มีอยู่ควรมีค่า $\Phi_{estm} M_{expr}$ ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์สเตอร์ลิง Ecoboy ของ Hirata, K. [7] ที่มีผลต่างอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลจากเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่อาจมีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนให้แก่สารทำงานไม่เพียงพอ ทำให้มีการสูญเสียเกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์มากกว่าเครื่องยนต์อื่นๆที่ระดับผลต่างอุณหภูมิเดียวกัน

แนวคิดของ Prieto, J.L. ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการสูญเสียข้างต้น ยังแสดงให้เห็นถึงการนำค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal ($\zeta_{o,numr}$) ไปใช้ในการทำนายค่ากำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์ในการออกแบบเครื่องยนต์ใหม่ได้ ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติในอุดมคติที่ได้จากการประเมิน ($\zeta_{o,estm}$) กับค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal ($\zeta_{o,numr}$) เพื่อสอบเทียบความถูกต้องของค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติในอุดมคติที่ได้จากการคำนวณแบบ isothermal ในการนำไปใช้ทำนายค่ากำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์ที่ออกแบบใหม่ ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติในอุดมคติที่ได้จากการประเมิน ($\zeta_{o,estm}$) กับค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal ($\zeta_{o,numr}$) มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น วิธีการคำนวณค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal ($\zeta_{o,numr}$) จึงเป็นวิธีการที่มีความถูกต้องค่อนข้างสูง เนื่องจากค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal มีค่าใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติในอุดมคติที่ได้จากการประเมินด้วยผลการทดสอบ ดังนั้นค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติจากการคำนวณแบบ isothermal ($\zeta_{o,numr}$) สามารถใช้ทำนายค่ากำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์ในการออกแบบเครื่องยนต์ใหม่ได้

หลังจากเปรียบเทียบการสูญเสียของเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีผลต่างอุณหภูมิแตกต่างกันแล้ว จึงทำการปรับปรุงเครื่องยนต์ตามแนวทางที่ได้จากการประเมินการสูญเสียหลักของเครื่องยนต์

การปรับปรุงเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่ประกอบด้วย การเลือกลักษณะจำเพาะ regenerator ให้เหมาะสมที่สุด, การเปลี่ยนวัสดุแหวนลูกสูบกำลัง วิธีการปรับปรุงและผลการทดสอบในส่วนแรก คือ การเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการของ Taguchi กระทำโดยการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ เมื่อเปลี่ยนระดับของลักษณะจำเพาะตามตาราง orthogonal array L9 ด้วยกัน 3 ชนิดคือ ความพรุน, ขนาดตาข่าย และปริมาตรตาย ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ที่ได้ถูกนำไปใช้คำนวณค่า β และ $\Delta S/N$ ratio เพื่อเลือก

ลักษณะจำเพาะของ regenerator ที่เหมาะสมที่สุดและลักษณะจำเพาะที่มีผลต่อกำลังขาออกมากที่สุด โดยที่ค่า β มากที่สุดจะเป็นลักษณะจำเพาะที่เหมาะสมที่สุดและค่า $\Delta S/N$ ratio มากที่สุดจะเป็นลักษณะจำเพาะที่มีผลต่อกำลังขาออกมากที่สุด ผลการประเมินพบว่า ลักษณะจำเพาะของ regenerator ที่เหมาะสมที่สุด คือ ขนาดตาข่าย 120, ปริมาตรตาย ขนาด 55 cm³ และ ค่าความพรุน 0.75 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ที่ลักษณะจำเพาะดังกล่าวได้กำลังขาออกสูงสุด 128 W ซึ่งมีความมากกว่าลักษณะจำเพาะของ regenerator เดิม 35% นอกจากนี้ผลการประเมินค่า β และ $\Delta S/N$ ratio ยังแสดงให้เห็นว่า แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขนาดตาข่ายมีผลต่อกำลังขาออกมากที่สุด เมื่อเทียบกับการเพิ่มปริมาตรตายและลดค่าความพรุน ดังนั้นจึงทดสอบสมรรถนะเพิ่มเติมโดยการเพิ่มขนาดตาข่ายจากขนาด 120 เป็นขนาด 150 เพื่อยืนยันว่าลักษณะจำเพาะที่ได้จากวิธีการเลือกลักษณะจำเพาะของ Taguchi เป็นลักษณะจำเพาะที่เหมาะสมที่สุด ผลการทดสอบพบว่ากำลังขาออกสูงสุด มีค่าน้อยกว่าค่ากำลังขาออกสูงสุดที่ได้จากลักษณะจำเพาะของ regenerator ที่เหมาะสมที่สุดถึง 220% แสดงให้เห็นว่าผลการเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ด้วยวิธีการของ Taguchi เป็นลักษณะจำเพาะที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่า วิธีการเลือกลักษณะจำเพาะของ Taguchi เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุดได้

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อเลือกลักษณะจำเพาะ regenerator ที่เหมาะสมที่สุดข้างต้นถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติในอุดมคติที่ได้จากการประเมิน ($\zeta_{o,estm}$) และค่าการสูญเสียของค่ากำลังบ่งชี้แบบไร้มิติที่ได้จากการประเมิน ($\Phi_{estm} M_{expr}$) เทียบกับ Mach number ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ (M_{expr}) ของก่อนและหลังเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุด เพื่อหาสาเหตุของสมรรถนะเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นหลังเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุด ผลการเปรียบเทียบพบว่า ค่า $\zeta_{o,estm}$ ของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงก่อนและหลังการเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุดมีค่า 0.333 และ 0.326 ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ค่า $\Phi_{estm} M_{expr}$ เทียบกับ $M_{max,expr}$ ก่อนและหลังเลือก regenerator ให้เหมาะสมที่สุด แสดงให้เห็นว่าค่าความชันของ $\Phi_{estm} M_{expr}$ เทียบกับ $M_{max,expr}$ ของเครื่องยนต์หลังเลือกลักษณะจำเพาะของ regenerator ให้เหมาะสมที่สุดมีค่าลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ค่ากำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์เมื่อเลือก regenerator ให้เหมาะสมที่สุดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียภายในวัฏจักรการทำงานมีค่าลดลง

การปรับปรุงเครื่องยนต์ส่วนที่ 2 คือ การเปลี่ยนวัสดุแหวนลูกสูบกำลังจาก Teflon ไปเป็น Rulon เครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่ใช้ Teflon เป็นวัสดุในการผลิตแหวนลูกสูบกำลัง เนื่องจาก

Teflon เป็นวัสดุที่มีแรงเสียดทานต่ำ และสามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด แต่จากการทดสอบสมรรถนะพบว่า กำลังขาออกสูงสุดของเครื่องยนต์จะมีค่าลดลงทุกครั้งที่ทำทดสอบ โดยใช้เงื่อนไขในการทดสอบเดียวกัน ซึ่งมีระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 10 ชั่วโมง ดังนั้นเพื่อลดการสึกหรอดังกล่าวจึงเปลี่ยนวัสดุของแหวนลูกสูบกำลังจาก Teflon มาเป็น Rulon LR นอกจากนี้เพื่อปรับปรุงแหวนลูกสูบให้สามารถป้องกันการรั่วของสารทำงานได้ดีขึ้นจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของรอยตัดของแหวนลูกสูบจากแบบ butt cut ไปเป็นแบบ step cut ซึ่งน่าจะสามารถลดการรั่วของสารทำงานได้ดีขึ้น แหวนลูกสูบกำลังที่ผลิตด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้นถูกใช้งานในการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้อากาศและฮีเลียมเป็นสารทำงานซึ่งกินเวลานานกว่า 40 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้อากาศเป็นสารทำงานก่อนและหลังจากใช้แหวนลูกสูบกำลังนานกว่า 40 ชั่วโมง พบว่า กำลังขาออกสูงสุดของเครื่องยนต์มีค่าลดลงจาก 128 W เหลือเพียง 99 W คิดเป็น 28 % ของกำลังขาออกสูงสุดที่ได้เมื่อเริ่มใช้แหวนลูกสูบที่ทำจาก Rulon LR แสดงให้เห็นว่าแหวนลูกสูบมีระยะเวลาการใช้งานที่ยาวนานขึ้น แต่ยังไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้งานได้จริง

ผลการทดสอบสมรรถนะหลังจากปรับปรุงเครื่องยนต์ แสดงให้เห็นว่า กำลังขาออกของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น 35 % การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้นอีกสามารถทำได้ โดยการเปลี่ยนชนิดสารทำงานจากอากาศไปเป็นฮีเลียมหรือไฮโดรเจน แต่การใช้ไฮโดรเจนเป็นสารทำงานจำเป็นต้องมีระบบตรวจจับความหนาแน่นของก๊าซ และระบบระบายอากาศที่ดี เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่สามารถติดไฟได้, เปลวไฟไม่มีสีและไม่มิกคลิ่น ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยจึงใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานแทน โดยทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานที่อุณหภูมิผิวขดลวดความร้อน 500 °C และมีระดับความดันที่ 3, 5 และ 7 bar ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่เมื่อเปลี่ยนสารทำงานจากอากาศเป็นฮีเลียม แสดงให้เห็นว่า กำลังขาออกสูงสุดที่ความดัน 7 bar มีค่า 82 W ที่ความเร็วรอบ 583 rpm กำลังขาออกสูงสุดที่ความดัน 5 bar มีค่า 75 W ที่ความเร็วรอบ 596 rpm และกำลังขาออกสูงสุดที่ความดัน 3 bar มีค่า 57 W ที่ความเร็วรอบ 665 rpm ผลการทดสอบข้างต้นแสดงให้เห็นว่า กำลังขาออกมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกำลังขาออกเมื่อใช้อากาศเป็นสารทำงาน ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยต่างๆ [1,16,17 และ 28] ที่สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานจะมีค่ามากกว่าอากาศ ดังนั้นเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานมีค่าน้อยกว่าการใช้อากาศเป็นสารทำงาน จึงลองใช้โปรแกรมของ Urelli [24] ในการคำนวณกำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์โดยใช้การวิเคราะห์แบบ simple เมื่อใช้อากาศและฮีเลียมเป็นสารทำงาน ผลการคำนวณกำลังบ่งชี้ด้วยการวิเคราะห์แบบ simple แสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจากการ

วิเคราะห์แบบ adiabatic เพียงอย่างเดียว ของสารทำงานทั้งสองชนิดในการผลิตกำลังที่มีค่าใกล้เคียงกัน แต่คุณสมบัติกลศาสตร์การไหลของฮีเลียมจะดีกว่าอากาศมากที่ความเร็วรอบสูงๆ ทำให้กำลังขาออกของเครื่องยนต์ที่ใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศเป็นสารทำงานที่ความเร็วรอบสูง ซึ่งค่ากล่าวข้างต้นสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Harita.K [1] ที่ทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์โดยใช้สารทำงาน 2 ชนิดคือ ฮีเลียมและไนโตรเจน ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์พบว่า กำลังบ่งชี้และกำลังขาออกของเครื่องยนต์เมื่อใช้ฮีเลียมเป็นสารทำงานจะเริ่มมีค่ามากกว่ากำลังบ่งชี้และกำลังขาออกของเครื่องยนต์เมื่อใช้ในไนโตรเจนเป็นสารทำงานที่ความเร็วรอบมากกว่า 1200 rpm แต่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่มีความรอบเร็วสูงสุดอยู่ที่ 1000 rpm ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการใช้อีเลียมเป็นสารทำงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่ เมื่อเปลี่ยนสารทำงานจากอากาศเป็นฮีเลียม แสดงให้เห็นว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่ไม่เหมาะสมสำหรับใช้อีเลียมเป็นสารทำงาน เครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่มีอยู่อาจมีค่าความเฉื่อยทางกลมากเกินไป ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับการใช้อีเลียมเป็นสารทำงาน ดังนั้นจึงควรปรับปรุงขนาดล้อช่วยแรงให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้ค่าความเฉื่อยทางกลของเครื่องยนต์มีค่าลดลง

งานวิจัยนี้ไม่ได้วัด indicated power โดยตรง และ ยังไม่สามารถวัดอุณหภูมิของสารทำงานภายในเครื่องยนต์ได้ ซึ่งปัญหาหลักเกิดจากการเลือกรูปแบบเครื่องยนต์แบบเบต้าทำให้โครงสร้างของเครื่องยนต์ทางด้าน cooler และ compression space ไม่เหมาะสมต่อการติดตั้ง pressure transducer ดังนั้นจึงควรที่จะออกแบบโครงสร้างฝั่ง cooler ใหม่ เพื่อให้สามารถติดตั้ง Pressure transducer และ Thermo couple ได้ โดยการต่อท่อสำหรับใช้ติดตั้ง Pressure transducer และ thermocouple ในระหว่างการผลิตเพื่อใช้ในการติดตั้ง

ผลการเปรียบเทียบค่า $\zeta_{o,estm}$ และ $\Phi_{estm} M_{expr}$ ก่อนและหลังเลือก regenerator แสดงให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาเครื่องยนต์คือ การขยายเครื่องยนต์ เพื่อให้ได้กำลังบ่งชี้เพิ่มขึ้น ซึ่งวิธีการทำนายค่ากำลังบ่งชี้ของ Prieto สามารถใช้เป็นแนวทางการออกแบบเพื่อขยายขนาดเครื่องยนต์ โดยยังคง dynamic simirality ของเครื่องไว้ได้ ทำให้ระหว่างการออกแบบสามารถทำนายกำลังบ่งชี้ของเครื่องยนต์และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ออกแบบใหม่ได้