บทคัดย่อ

โรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดินสารอินทรีย์ (โออาร์ซี) ได้รับความสนใจว่า เป็นเทคโนโลยีที่ผลิตไฟฟ้าโดยใช้แหล่งความร้อนอุณหภูมิต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การผลิตไฟฟ้าโดยโรงไฟฟ้าโออาร์ซีที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าต่ำมีต้นทุนที่สูง งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างโรงไฟฟ้าโออาร์ซีขนาด 1 กิโลวัตต์ที่สามารถปรับเปลี่ยนสภาพการทำงานเพื่อใช้ศึกษาหาสภาพการทำงานที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นเพื่อจูงใจนักลงทุน โดยสามารถปรับอุณหภูมิแหล่งความร้อนและความเร็วรอบปั๊มได้ และกังหันไอของโรงไฟฟ้าก็ไม่ใช้กังหันไอที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งราคาสูง แต่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่ดัดแปลงให้ทำงานเป็นกังหันไอแทน จากที่สโครลคอมเพรสเซอร์ถูกผลิตเป็นจำนวนมากเนื่องจากใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อการปรับอากาศและทำความเย็น โดยการผลิตใช้เทคโนโลยีที่ “เชื่อถือ” ได้แล้ว การดัดแปลงสโครลคอมเพรสเซอร์เพื่อทำงานเป็นกังหันไอในโรงไฟฟ้าโออาร์ซีจึงช่วยลดต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าโดยเฉพาะสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก ผู้วิจัยจึงได้เลือกสโครลคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศสำหรับรถยนต์ ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยจำนวน 2 ขนาดมาดัดแปลงและใช้งานเป็นกังหันไอ หลังติดตั้งกังหันไอดังกล่าวและใช้แหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิ 100-150 องศาเซลเซียส พบว่า กังหันไอที่มีขนาดใหญ่กว่า (ความจุเท่ากับ 110 ซีซีต่อรอบ) ให้กำลังงานกลได้มากกว่าตัวเล็ก (85.7 ซีซีต่อรอบ) ประมาณ 18-35% โดยกังหันไอตัวใหญ่มีประสิทธิภาพไอเซ็นทรอปิคในช่วง 37-76% และให้กำลังงานกลในช่วง 806–1,926 วัตต์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาอิทธิพลของการติดตั้งเช็ควาล์ว แล้วเปรียบเทียบสมรรถนะโรงไฟฟ้าระหว่างกรณีติดกับไม่ติด พบว่า การติดเช็ควาล์วช่วยเพิ่มประสิทธิภาพไอเซ็นทรอปิคของกังหันประมาณ 18% แต่กำลังงานกลที่ได้มีค่าลดลง 4-22% สาเหตุเนื่องจากการติดเช็ควาล์วทำให้เกิดความดันสูญเสียจึงทำให้กำลังงานที่ได้ลดลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The organic Rankine cycle (ORC) power plant has been proposed as a promising technology that can convert low-temperature heat source to electrical energy efficiently. However, implementation of the ORC for low capacity electricity generation is unattractive at the commercial level. To make it more affordable, this study designed and built a 1-kW ORC power plant to search for the operating conditions that make the technology more competitive. To this end, the heat source temperature and the pump speed of this power plant can be changed. Also, the expander of the plant was not a commercial turbine, but it was a modified compressor. Scroll compressors are massively produced to be used in refrigeration and air-conditioning applications and their production technologies are mature. Using a scroll compressor in reverse, as an expander, can reduce the investment cost of low-capacity ORC power plants. In this study, 2 scroll compressors that are available in the automotive air-conditioning market of Thailand were modified and used as the expander. The performances of these 2 scrolls were compared and the plant performance was investigated. A heat source temperature from 100 ˚C to 150˚C was supplied to the plant. It was found that the mechanical power is higher by 18-35% for the larger expander (110 cc/rev) than for the smaller expander (85.7 cc/rev). The larger one provides the isentropic efficiency of 37-76% and the mechanical power of 806-1,926 W. In addition, the effects of check valve installation were examined and compared with those of the tests without check valve installation. It was revealed that the isentropic efficiency increases by 18% while the gross power decreases by 4-22% when the check valve was installed. The decrease of gross power might be due to the pressure loss across the check valve.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี