วชิราภรณ์ รักษาอินทร์ : การวิเคราะห์สมรรถนะและเลือกสารทำงานสำหรับโรงไฟฟ้าโอ อาร์ซี (PERFORMANCE ANALYSIS AND WORKING FLUID SELECTION FOR ORC POWER PLANT) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ คูณศรีสุข, 94 หน้า

โรงไฟฟ้าโออาร์ซีเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำความร้อนทิ้งที่มีอุณหภูมิต่ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาผลิตไฟฟ้าและใช้สารทำความเย็นซึ่งเป็นสารอินทรีย์ทำงานในระบบ จากที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดปี การเลือกสารทำงานให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศของพื้นที่ติดตั้งน่าจะช่วยเพิ่มสมรรถนะของโรงไฟฟ้าโออาร์ซีได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกสารทำงานและทำการวิเคราะห์สมรรถนะของโรงไฟฟ้าสำหรับโรงไฟฟ้าโออาร์ซีให้สอดคล้องกับอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรงไฟฟ้า แล้วใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาสมรรถนะของโรงไฟฟ้าโออาร์ซีเมื่ออุณหภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2562 เปลี่ยนแปลง ภายใต้การใช้แหล่งความร้อนทิ้งอุณหภูมิ 100 °C โดยการจำลองได้เปรียบเทียบการใช้งานสารทำงานที่เป็นสารอินทรีย์บริสุทธิ์กับสารซีโอทรอปปิก และใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โรงไฟฟ้าผลิตได้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินเลือกระบบ สารทำงานซีโอทรอปปิกที่นำมาจำลองได้แก่ isobutane/isopentane R227ea/R245fa R227ea/RC318 R1234yf/RC318 และ 1234yf/R227ea จากผลการจำลองพบว่า สารทำงาน isobutane/isopentane สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าโรงไฟฟ้าที่ใช้สารทำงานเป็นสารบริสุทธิ์คือ RC318 อยู่ประมาณ 29 – 35.7% จากนั้นได้ทำการจำลองภายใต้เงื่อนไขของอุณหภูมิอากาศวันที่ร้อนที่สุดคือ เวลา 13.00 น. ของเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีอุณหภูมิ 37.68 °C พบว่า สารทำงาน isobutane/isopentane (0.4/06) สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเมื่อเทียบกับสารซีโอทรอปปิกคู่อื่น โดยผลิตได้ 4.123 kW และ R1234yf/R227ea (0.91/0.09) ผลิตกำลังไฟฟ้าได้น้อยที่สุดคือ 1.73 kW จากผลดังกล่าว จึงได้นำสารทำงาน isobutane/isopentane (0.4/06) มาทำการจำลองผลภายใต้อุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงตลอดปี เทียบกับการจำลองเมื่อให้อุณหภูมิอากาศคงที่ไว้ที่ 37.68 °C เมื่อกำหนดให้ อัตราส่วนความเข้มข้นสารทำงาน อัตราการไหลเชิงมวลของสารทำงาน และความดันในการระเหยให้คงที่ พบว่า isobutane/isopentane สามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ตลอดปีถึง 30.21%

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา วชิราภรณ์

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาทิตย์

WACHIRAPORN RAKSA-IN : PERFORMANCE ANALYSIS AND WORKING FLUID SELECTION FOR ORC POWER PLANT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ATIT KOONSRISUK, Ph.D., 94 PP.

ORGANIC RANKINE CYCLE/ ZEOTROPIC MIXTURE/ WASTE HEAT RECOVERY/ WORKING FLUID SELECTION

In this study, thermodynamic performance of an ORC power plant with heat source temperature of 100 °C was investigated. It aimed to investigate the performance of a plant using zeotropic mixtures as its working fluid and compared with a plant using pure working fluids. First, the mathematical model of the cycle was develop using MATLAB. The modeling uses the golden-section search to determine the mass flow rate of the working, composition of the mixture, evaporation pressure, and condensation pressure that provide the highest net power output for the specified heat source and heat sink conditions. NIST REFROP was linked with MATLAB to determine the flow properties. Second, validation of the modeling was conducted by comparing its predictions to existing literature. Third, the simulations of an ORC plant using various different zeotropic mixtures as its working fluid were conducted and compared with the performance of an ORC using RC318 as its working fluid. The mixtures tested in this study were isobutane/isopentane, R227ea/R245fa, R227ea/RC318, R1234yf/RC318, and 1234yf/R227ea. Fourth, an ORC power plant, that has a capacity of adjusting its condensation pressure to correspond to the ambient temperature variation across a year, was simulated, so that a highest net power output is achieved across the year. The results show that a plant using a mixture of a 40/60 mass ratio of isobutane/isopentane as its working fluid provides a highest net power output. Its output is 29.0 – 35.7% higher

than that provided by a plant using pure RC318 as its working fluid. For the design condition, the plant using isobutane/isopentane (0.4/0.6) as its working fluid provides a net power output of 4.1 kW. It was found that the net power output of a plant with the capacity of condensation pressure adjustment is 30.2% higher than that of the conventional ORC plant

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering Student's Signature วชิรากรณ์

Academic Year 2019 Advisor's Signature อาทิตย์