ชื่อเรื่อง การจำลองระบบวัฏจักรแรนคินสารอินทรีย์โดยใช้โปรแกรม Aspen Plus และการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการกู้พลังงาน

โดย นายบัญชาการ นวลฉวี
นางสาวณัฐริกา ภาคพรม
นางสาววัลลิภา อ่างมัจฉา

บทคัดย่อ

ระบบวัฏจักรแรนคินสารอินทรีย์ (Organic Rankine Cycle, ORC) เป็นระบบวัฏจักรที่สามารถนำพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำพลังงานความร้อนมาใช้ ซึ่งระบบวัฏจักรแรนคินสารอินทรีย์นั้นเหมาะสมกับช่วงอุณหภูมิของแหล่งพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งประมาณช่วง 120-150 °C และเป็นระบบที่นำสารอินทรีย์มาใช้แทนน้ำซึ่งเป็นสารทำงานในระบบวัฏจักรแรนคินแบบดั้งเดิม เนื่องจากสารสารอินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้เป็นสารทำงานในระบบ ORC นั้นมีหลากหลายประเภท ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาระบบ ORC ด้วยการจำลองกระบวนการโดยใช้โปรแกรม Aspen Plus เพื่อวิเคราะห์สารทำงานในระบบที่เหมาะสมที่สามารถให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับมากที่สุด และศึกษาอิทธิพลของอัตราการป้อนสารทำงานในระบบ อิทธิพลความดันด้านทางออกของปั๊ม อิทธิพลความดันด้านทางออกของกังหันไอน้ำ และวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งพบว่าโพรเพนเป็นสารทำงานในระบบที่มีความเหมาะสมกับระบบ ORC โดยสามารถให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับมากที่สุดเท่ากับ 28.32 kWh และมีค่าใช้จ่ายที่ถูกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ สำหรับอิทธิพลของอัตราการป้อนสารทำงานในระบบ ความดันด้านทางออกของปั๊ม และความดันด้านทางออกกังหันไอน้ำนั้นพบว่าที่อัตราการป้อนสารทำงานในระบบเท่ากับ 100,000 kg/hr สามารถให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับสูงสุดเท่ากับ 566.46 kWh ที่ความดันด้านทางออกของปั๊ม 35 atm สามารถให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้รับสูงสุดเท่ากับ 1,397.11 kWh และที่ความดันด้านทางออกของกันหันไอ 1 atm สามารถให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้สูงสุดเท่ากับ 2,557.44 kWh ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนเฉลี่ยตลอดอายุโครงการของสารทำงานในระบบโพรเพนมีค่าเท่ากับ 0.058 Baht/kWh เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่มีค่าเท่ากับ 3.1471 Baht/kWh พบว่าระบบวัฏจักร ORC ที่มีสารทำงานในระบบคือ โพรเพนนั้นมีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 3.8 ปี เมื่อทำการขายพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

Project Title: Title: Simulation of organic rankine cycle and analysis of influencing factors on energy recovery

By Mr. Banchakarn Nualchavee
Miss. Nattarika Parkprom
Miss. Wanlipa Angmatcha

Abstract

The organic rankine cycle system (ORC) is a cyclic system that is capable of recovering waste thermal energy of industrial plants for reusing in their processes. The waste thermal energy having a temperature range of 120 – 150 °C is suitable for the ORC where an organic substance can be used as a working fluid instead of water in the conventional rankine cycle system. There are various organic substances applied to the ORC system. Therefore, this study aims to investigate the organic substance which was suitable for the ORC system by simulation of the ORC process model. Aspen Plus was employed to analyze the organic substances that provided the highest value of received electrical energy. In addition, the influence of the flow rate of the working fluid, the discharge pressure of a pump, and the outlet pressure of a steam turbine were analyzed in terms of economic comparison. The simulation results revealed that propane was the suitable working substance in the ORC which the highest received electricity value of 28.32 kWhr was obtained. Propane was also the lowest cost among the other substances studied. Regarding the influence of the flow rates of working fluid on the received electricity, the flow rate of 100,000 kg/h of propane provided the highest received electricity of 566.46 kWh. The discharge pressure of the pump in the ORC system with 35 atm was provided the highest received electricity of 1,397.11 kWh. It was also found that the highest received electricity of 2,557.44 kWh was gained when the outlet pressure of the turbine in the ORC system was 1 atm. For economic analysis, the Levelized Cost of Energy (LCOE) for the ORC system was 0.058 baht/kWh for propane which was relatively lower than the LCOE of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) (3.1471 baht/kWh). The ORC with propane as the working fluid gave a break-even point of 3.8 years when selling the electricity to the grid of the EGAT.

Faculty Of Engineering, UBU