บัณฑิต จันทร์สว่าง : การออกแบบโรงไฟฟ้าปล่องลมแดดแบบหลังคาเอียงที่ใช้ความร้อนทิ้งจากอุตสาหกรรม (DESIGN OF SLOPED SOLAR CHIMNEY POWER PLANT POWERED BY INDUSTRIAL WASTE HEAT) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ คูณศรีสุข, 54 หน้า.

โรงไฟฟ้าปล่องลมแดด (solar chimney power plant, SCPP) ผลิตไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ถูกดูดซับโดยหลังคารับแดด และเนื่องจาก buoyancy effect ก็จะทำให้อากาศที่ได้รับความร้อนใต้หลังคารับแดดไหลขึ้นสู่ปล่องที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางหลังคารับแดด พลังงานจลน์จากการไหลของอากาศจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดย turbo-generator ที่ถูกติดตั้งตรงฐานปล่อง โดยทั่วไปปล่องของ SCPP ถูกนำเสนอว่าควรจะมีความสูงประมาณ 1 km ซึ่งก่อสร้างได้ยากและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างก็สูง โรงไฟฟ้าปล่องลมแดดแบบหลังคาเอียง (sloped solar chimney power plant, SSCPP) มีลักษณะที่แปลกไปจาก SCPP โดยหนึ่งในลักษณะเด่นของ SSCPP คือหลังคารับแดดที่มีความเอียงจะส่งผลให้ระบบสามารถใช้ปล่องที่สั้นกว่า SCPP ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำเมื่อเทียบกับ SCPP นอกจากนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความร้อนทิ้งจากอุตสาหกรรมในประเทศไทยยังมีศักยภาพพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบโรงไฟฟ้าปล่องลมแดดแบบหลังคารับแดดเอียงที่ใช้ความร้อนทิ้งจากอุตสาหกรรม (sloped solar chimney power plant powered by industrial waste heat, SSCPP-WH) โดยแบบจำลองถูกทำ validation เทียบกับข้อมูลการทดลอง จากนั้นทำการหาขนาดของโรงไฟฟ้าที่ทำให้ LCOE (levelized cost of electricity) มีค่าต่ำที่สุด พบว่า LCOE ต่ำสุดประมาณ 0.075 USD/kWh และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5 ปี โดยที่ SSCPP-WH มีพื้นที่หลังคารับแดด 49,000 m^2 ความสูงปล่อง 45 m AR43 เท่ากับ 3 AR12 เท่ากับ 14 และ ความร้อนทิ้งที่ระบบได้รับเท่ากับ 10 MW นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเวลาคืนทุนของ SSCPP ต่ำกว่า SSCPP-WH ในบางกรณี อันเนื่องมาจากมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและ SSCPP-WH ต้องมีขนาดใหญ่กว่าเพื่อชดเชยการสูญเสียความดันของอากาศเมื่อไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจว่า SSCPP-WH มีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า SSCPP ความร้อนทิ้งที่ระบบได้รับต่อความร้อนที่ระบบได้รับจากแสงอาทิตย์ต้องมีค่ามากกว่า 0.34 ผลการวิจัยยืนยันว่า SSCPP-WH ที่ใช้ปล่องรูปทรงบานออก LCOE และระยะเวลาคืนทุนลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปล่องตรง ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า LCOE และระยะเวลาคืนทุนลดลงประมาณ 50% และ 60% ตามลำดับ เมื่อเทียบ

กับปล่องตรง นอกจากนี้ยังพบว่า มุมเอียงของพื้นดินที่เหมาะสมจะขึ้นกับปริมาณความร้อนทิ้งที่ระบบได้รับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

BANDIT CHANSAWANG : DESIGN OF SLOPED SOLAR CHIMNEY POWER PLANT POWERED BY INDUSTRIAL WASTE HEAT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ATIT KOONSRISUK, Ph.D., 54 PP.

SOLAR CHIMNEY POWER PLANT/ SLOPED COLLECTOR/ SOLAR ENERGY/ WASTE HEAT RECOVERY/ DIVERGENT CHIMNEY

The solar chimney power plant (SCPP) generates electricity through the use of solar thermal power. Solar energy is trapped using a solar collector. Due to the buoyancy effect, the heated air flows up a chimney in the center of the solar collector. The kinetic energy in the flowing air is converted into electrical energy using a turbo-generator installed at the chimney base. Generally, the chimney of SCPPs proposed is about 1 km high. The construction of these tall chimneys is very challenging and the construction cost is enormous. The sloped solar chimney power plant (SSCPP) is a variation of the SCPP. One of the SSCPP's prominent feature is that its collector is sloped, and then its chimney can be shorter than that of the SCPP. This leads to a lower investment cost of SSCPPs compared with that of SCPPs. Also, previous studies show that the industrial waste heat potential of Thailand is considerable and should be investigated. As a result, this study developed a mathematical model for designing a sloped solar chimney power plant powered by industrial waste heat (SSCPP-WH). The model was justified by validation using experimental data. Then the geometrical dimensions of an SSCPP that has the lowest levelized cost of electricity (LCOE). It was found that the LCOE is about 0.075 USD/kWh and the payback period is about 5 years for an SSCPP-WH with a collector area of 49,000 m^2, chimney height of 45m, AR43 of 3, AR12 of 14 and waste heat of 10 MW. It was also

found that the payback period of SSCPP with no supplied waste heat is lower than that of some SSCPP-WHs. This is due to an additional investment cost for the heat exchanger installed and for relatively larger plant to compensate the pressure drop across the heat exchanger. To make sure that the payback period for the SSCPP-WH is faster than that of SSCPP with no waste heat, a ratio of the supplied waste heat to the absorbed solar energy of the SSCPP-WH must be greater than 0.34. It should be emphasized that using a divergent chimney can decrease the LCOE and payback period significantly compared with using a constant-diameter chimney. The results reveal that the LCOE and payback period of a plant with a divergent chimney are about 50% and 60%, respectively, of those of a plant with a constant-diameter chimney. Furthermore, it was found that the optimum ground slope depends on the magnitude of waste heat supplied.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering Student's Signature .....

Academic year 2019 Advisor's Signature .....