บทคัดย่อ

T 138391

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการทางความร้อนที่ไม่มีส่วนเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนแรกเป็นการศึกษาสภาพการทำงานของระบบปั๊มและผลของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อนกับระบบ อุปกรณ์สำคัญประกอบด้วย ถังระเหย ถังควบแน่น ตัวกำเนิดความร้อนด้วยไฟฟ้าและส่วนควบคุม โดยมีเงื่อนไขของสภาวะการทดลองได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ 300 W, 600 W และ 900 W ความสูงด้านสูบเป็น 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m และ 2.5 m และความดันที่ในการจ่ายน้ำที่ 143, 163, 184 และ 205 abs. kPa ความสูงด้านจ่ายเป็น 1.0 m, 2.0 m และ 3.0 m ผลการศึกษาระบบในช่วงการให้ความร้อนปรากฏว่าอุณหภูมิและความดันในถังระเหยจะเพิ่มขึ้นตามเวลาและอัตราการรับพลังงานความร้อนที่ถังระเหย ในช่วงการจ่ายน้ำได้มีการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของน้ำไหลออกจากท่อจ่ายจากสมการเบอร์นูลลีในกรณีการไหลไม่คงที่ที่เวลาต่างๆ แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำที่จ่ายออกมาในเงื่อนไขต่างๆ ในช่วงการระบายความร้อนพบว่าอุณหภูมิและความดันในถังควบแน่นขณะระบายความร้อนขึ้นอยู่กับผลต่างอุณหภูมิของถังควบแน่นกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม ในช่วงการสูบน้ำปรากฏว่าปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาขึ้นอยู่กับทั้งความดันที่ใช้สูบและความสูงด้านสูบ ในช่วงการเติมน้ำได้หาแบบจำลองเพื่อคำนวณหาอุณหภูมิน้ำในถังระเหยหลังการเติมน้ำ เพื่อจะใช้ในการคำนวณในรอบต่อไป ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณในแต่ละช่วงและผลที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกันดี ผลการศึกษาสมรรถนะการสูบน้ำของระบบปรากฏว่าที่ค่าความดันในการจ่ายน้ำมีค่าสูงจะให้ปริมาณน้ำที่จ่ายออกมามากกว่า ค่าความสูงด้านสูบไม่มีผลมากนักต่อให้ปริมาณน้ำที่จ่ายออกมา แต่เมื่อพิจารณาที่ความสูงรวมทั้งด้านสูบและด้านจ่ายค่าหนึ่งๆ ค่าประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นกับปริมาณน้ำที่จ่ายออกมา โดยถ้าปริมาณน้ำที่

จ่ายออกมามีค่าสูงประสิทธิภาพของระบบก็มีค่าสูง แต่ก็มีขีดจำกัดถ้าปริมาณน้ำที่จ่ายออกมามีค่าสูงเกินไปประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพราะต้องใช้ความดันจ่ายน้ำสูงขึ้นจึงต้องใช้พลังงานความร้อนมากขึ้นด้วย

ส่วนที่สองเป็นการทดลองภาคสนามโดยใช้ตัวรับรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ ขนาดพื้นที่รับแสง 1.8 ตารางเมตรเป็นแหล่งให้ความร้อนกับระบบ เงื่อนไขเริ่มต้นของการทดลองโดยให้ความสูงด้านสูบคงที่เป็น 2.0 m แปรค่าความสูงด้านจ่ายเป็น 1.0 m, 2.0 m, และ 3.0 m กับค่าความดันในการจ่ายน้ำเป็น 170 และ 198 abs. kPa เริ่มทดลองเวลา 9:00– 16:00 นาฬิกา ในเดือนมกราคม 2544 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาระบบในช่วงการให้ความร้อนปรากฏว่าอุณหภูมิและความดันในถังระเหยจะเพิ่มขึ้นตามเวลาและอัตราการรับพลังงานความร้อนที่ถังระเหย และสามารถหาประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนแก่น้ำในถังระเหย ในช่วงการจ่ายน้ำโดยในแบบจำลองได้คำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของน้ำไหลออกจากท่อจ่ายจากสมการเบอร์นูลลีในกรณีการไหลไม่คงที่ที่เวลาต่างๆ แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำที่จ่ายออกมาในเงื่อนไขต่างๆ ในช่วงการระบายความร้อนพบว่าอุณหภูมิและความดันในถังควบแน่นขณะระบายความร้อนขึ้นอยู่กับผลต่างอุณหภูมิของถังควบแน่นกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม ในช่วงการสูบน้ำปรากฏว่าปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาขึ้นอยู่กับทั้งความดันที่ใช้สูบ ในช่วงการเติมน้ำได้หาแบบจำลองเพื่อคำนวณหาอุณหภูมิน้ำในถังระเหยหลังการเติมน้ำเพื่อจะใช้ในการคำนวณในรอบต่อไป ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณในแต่ละช่วงและผลที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกันดี ผลการศึกษาสมรรถนะของสูบน้ำของระบบในกรณีเมื่อใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ปรากฏว่าประสิทธิภาพรวมของระบบจะมีค่ามากขึ้นเมื่อใช้ที่ความสูงรวมมากขึ้น ผลการศึกษาสมรรถนะระยะยาว ได้ประเมินปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละวัน ตลอดปีของจังหวัดเชียงใหม่จากแบบจำลองดังกล่าวได้

Abstract

TE 138391

This research work studies performance of thermal solar water pumping with no any moving part. The methods of the studies can be divided into two parts, the indoor test when the energy supply comes from electric heater and the outdoor study when the supply heat is generated by an evacuated solar collector.

In the first part, the system consists of an evaporator tank, a condenser tank and electrical heaters with controlled unit. The experiments have been carried out by varying the electrical power input at 300, 600 and 900 W, the pressure inside the evaporator tank is set at 143, 163, 184 and 205 kPa absolute, the suction height is set at 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 m, and the discharge height is set at 1.0, 2.0 and 3.0 m. From the experiments, in the heating stage, it is found that, the temperature and the pressure inside the evaporator tank increase with time and with the rate of heat received at the tank. In the pumping stage, Bernoulli's equation in case of unsteady flow is applied for evaluation of the discharged water amount. In the cooling stage, it is found that the decreasing of the temperature and pressure inside the condenser tank depend on the temperature difference of the tank and the ambient. In the suction stage, it is found that, the sucked water amount depends on both the sucked pressure and the suction height. In the refill stage, a model is developed for estimating the final temperature inside the evaporator tank after refill stage. It is found that the calculated results from the model agree quite well with those of results in the experiments. It could be seen that higher value of the set pressure, higher amount of discharge water, whereas the suction height shows insignificant effect. It is found that as the total

height increases the amount of the discharge water decreases. In case of the pumping efficiency, the efficiency also increases with the amount of water. However, there is a limit. When more amount of water is needed, this requires longer period and more heat for generating the required pressure.

In the second part, an evacuated tube solar collector of 1.8 m^2 is used for supplying heat in the pumping system. The experiments have been carried out from 9:00 a.m. to 4:00 p.m. in January 2001 at Chiang Mai University, Thailand. The pressure inside the evaporator tank is set at 170 and 198 kPa absolute. The suction height is fixed at 2 m and the discharge height is set at 1.0, 2.0 and 3.0 m. The operations have 5 stages, heating, pumping, cooling, suction and refill and there is the model developed in each stage. From the experiments, in the heating stage, it is found that, the temperature and the pressure in the evaporator tank increase with the incidence solar energy. In the pumping stage, Bernoulli's equation in case of unsteady flow is applied for evaluation of the discharged water amount. In the cooling stage, it is found that the decreasing of the temperature and the pressure inside the condenser tank depend on the temperature difference of the tank and the ambient. In the suction stage, it is found that, the sucked water amount depend on the sucked pressure. In the refill stage, the USUF analysis is used for estimation the final temperature inside the evaporator tank after refill stage. It is found that the calculated results from the each model agree quite well with the measured results. For the system performance, it could be seen that higher the total height results in higher the efficiency. At a given total height, the set pressure slightly affects on the efficiency. For long term performance, the daily discharged water amount at various total heights in each month at Chiang Mai, Thailand, are evaluated.