การศึกษาสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และมีการหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย

A Study on Performance of a Pyramid-like Solar Still with an Auxiliary Solar Water Pump and Circulating Water by a Floating Valve

อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร[1] **และ พิชัย นามประกาย**[1]
Anurak Tripetch[1] and Pichai Namparkai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และมีวาล์วลอยควบคุมการไหลทางเดียว โดยอาศัยความดันไอน้ำ-อากาศจากตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบทำให้เกิดการหมุนวนน้ำร้อนระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์และเครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดโดยไม่ต้องใช้ปั๊มไฟฟ้า เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 0.54m×0.54m กระจกมีมุมเอียง 30° มีระดับน้ำในอ่าง 10 mm.และ 20 mm และทำการศึกษาหาขนาดของตัวรับรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์เสริม และทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกลั่นน้ำที่การเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำกับไม่มีการเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำ ผลการทดลองพบว่าเครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ระดับความลึกของน้ำในอ่าง 10mm ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด เท่ากับ 24.3% เมื่อค่ารังสีอาทิตย์รายวันเท่ากับ 19.9 MJ/m^2-d .ให้อัตราการกลั่นน้ำตลอดทั้งวันเท่ากับ 3.2 L/m^2-d ขนาดของตัวรับรังสีอาทิตย์ที่เหมาะกับระบบเท่ากับ 1.06m×1.2m และให้อัตราการกลั่นน้ำที่สูงกว่าแบบที่ไม่มีการเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำ

คำสำคัญ : เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิด, ปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์, ตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ, วาล์วลอย

Abstract

This research is to study the performance of a pyramid-shaped solar still with a solar thermal pump that circulated water one-way by a float valve. Steam –air pressure instead of an electric pump was used to circulate hot water between the auxiliary flat plate collector (FPC) and the solar still. The still had an area of 0.54m×0.54m, 30 degrees glass cover and the water depths in the basin of 10 and 20mm. The appropriate size of the auxiliary FPC and comparison between the still with and without the solar thermal pump were also carried out. It was found that the enhanced solar still of 10 mm water depth has the best 24.3% thermal efficiency when solar radiation input of 19.9 MJ/m^2.d. The produced distillation rate of 3.2 l/m^2d was higher than that of the one without solar thermal pump. The appropriate size of the auxiliary FPC was 1.06m×1.2m.

[1] สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กทม. 10140 ประเทศไทย
Department of Energy Technology, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, Thailand.

Keyword : Pyramid-shaped water still / Solar thermal pump / Flat plate collector / Float valve

คำนำและวัตถุประสงค์

เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอีกรูปแบบหนึ่งในการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ซึ่งตามปรกตินำ้กลั่นที่นำมาใช้ในงานต่างๆได้มาจากเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการนำเอาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการกลั่นน้ำจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต แต่การใช้เครื่องกลั่นน้ำพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวทำให้ได้ปริมาณน้ำกลั่นที่น้อยจึงได้นำเอา (Natthaphon et al., 2008) ปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบเสริมซึ่งก็จะเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณน้ำกลั่นให้มีปริมาณสูงขึ้น ซึ่งปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ก็ไม่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการทำงาน เครื่องกลั่นน้ำที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นเครื่องกลั่นน้ำประเภท active โดยมีการหมุนวนน้ำภายในเครื่องกลั่นและ(นิรมิต มีมาก, 2548) เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่มีมุมเอียงกระจก 30º มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการกลั่นน้ำเนื่องจากไม่มีการบังแสงในช่วงเช้าและเย็น จากงานวิจัยที่มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยนี้คือ (Badran และ Al-Tahaineh,2005) ได้ศึกษาผลกระทบเครื่องกลั่นน้ำชนิดอ่างขนาด 1m^2 ต่อเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์ จากศึกษาพบว่าเมื่อต่อตัวเก็บรังสีอาทิตย์เข้ากับเครื่องกลั่นน้ำสามารถเพิ่มอัตรากลั่นขึ้นได้ 36 %

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราการกลั่นน้ำโดยที่ใช้เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และมีการหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และมีการหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย แสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย เครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิด(Pyramid-shaped Solar Still) มีขนาดกว้าง 540mm ยาว 540mm สูง 71mm มุมเอียงกระจก 30º โดยบรรจุน้ำในอ่างมีความลึก 10mm และ 20mm ต่อเข้ากับตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (Flat plate Collector) ซึ่งมีขนาด 1.8 ×1.2 m^2 การทดสอบหาขนาดของตัวรับรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์เสริม โดยการสร้างท่อทางน้ำออกเพิ่มขึ้นเป็น 7 จุด ซึ่งแต่ละจุดมีระยะห่างจากกัน 12 cm ก็จะได้ขนาดของตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ทำการทดสอบดังนี้ 1.06m×1.2m, 1.18m×1.2m, 1.3m×1.2m, 1.42m×1.2m, 1.54m×1.2m, 1.7m×1.2m และ1.8m×1.2m และใช้วาล์วกันกลับแบบลอยตัว (Floating valve) โดยทั้งชุดวาล์วลอยนี้ทำหน้าที่เป็นวาล์วกันกลับซึ่งติดตั้งอยู่ระหว่างเครื่องกลั่นน้ำกับตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ และใช้ไพรานอมิเตอร์ (Pyranometer) ใช้สำหรับวัดค่ารังสีอาทิตย์ ใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบดิจิตอล (Anemometer) ใช้วัดความเร็วลมที่พัดผ่านเครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์ ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K สำหรับใช้วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ บันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data Logger) สำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 วินาที ขณะทดลอง โดยตั้งเครื่องกลั่นน้ำและตัวรับรังสีอาทิตย์หันหน้าในแนวทิศเหนือ-ใต้ โดยทำการทดลองตั้งแต่ เวลา 8.00-17.00 น และทำการวัดอัตราการกลั่นรายชั่วโมงแล้วนำค่าที่ได้ในแต่ละวันมาเฉลี่ยหาค่าประสิทธิภาพการกลั่นรายชั่วโมง

ประสิทธิภาพรวมของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพรวมของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย สามารถแสดงได้ดังนี้ (Badran และ Al-Tahaineh,2005)

$$\eta = \frac{\sum \dot{m}_e \times h_{fg}}{(A_b + A_c)\sum H_s} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ η คือประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ(%), $\dot{m}_e$ คืออัตราการระเหยของน้ำ (kg/s), h_{fg} คือความร้อนแฝงของน้ำ (kJ/kg), A_b และ A_c คือ พื้นที่อ่างของเครื่องกลั่นน้ำและพื้นที่รับแสงของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (m^2), H_s คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ (kJ/m^2s)

ผลและวิจารณ์

จากผลการทดลองของเครื่องกลั่นน้ำรูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และมีการหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย สามารถนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่างๆ ได้ดังนี้

รูปที่ 2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์กับประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์ขนาดต่างๆ ที่ระดับน้ำในอ่างลึก 10mm จะเห็นได้ว่าตัวรับรังสีอาทิตย์ขนาด 1.06m×1.2m มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 24.3% ค่ารังสีอาทิตย์รายวันเท่ากับ 19.9 MJ/m^2-d .ให้อัตราการกลั่นน้ำตลอดทั้งวันเท่ากับ 3.2 L/m^2-d เมื่อเทียบกับเครื่องกลั่นน้ำที่ไม่มีการเสริมปั๊มสูบน้ำที่ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันคือ 24.7% ค่ารังสีอาทิตย์รายวันเท่ากับ 19.2 MJ/m^2-d ให้อัตราการกลั่นน้ำตลอดทั้งวันเท่ากับ 2.6 L/m^2-d

รูปที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำกับค่ารังสีอาทิตย์ระหว่างเครื่องกลั่นน้ำที่มีปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เสริมและที่ไม่มีการเสริม จะเห็นว่าเครื่องกลั่นน้ำที่มีการเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จะให้อัตราการกลั่นน้ำที่สูงกว่าเครื่องกลั่นน้ำที่ไม่มีการเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และจะมีอัตราการกลั่นที่ต่างกันมากที่สุดตอนเวลา 12.00น.-14.00น. เนื่องจากช่วงเวลานี้ปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้ดีที่สุด ที่ค่ารังสีอาทิตย์ของเครื่องกลั่นน้ำที่มีระบบเสริมกับที่ไม่มีระบบเสริมมีความใกล้เคียงกัน

สรุป

จากการทดลองที่ระดับความลึกของน้ำในอ่าง 10mm ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด และตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบที่เหมาะสมที่ใช้กับระบบเท่ากับ 1.06m×1.2m การเสริมปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการเพิ่มอัตราการกลั่นให้สูงขึ้นในขณะที่ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำที่มีการเสริมปั๊มสูบน้ำกับที่ไม่มีการเสริมมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ที่ 24%

คำขอบคุณ

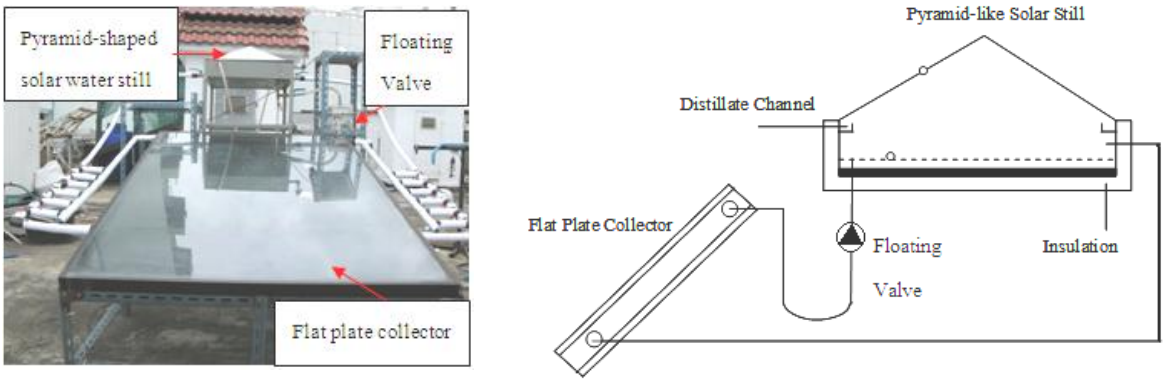
ขอขอบคุณสายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

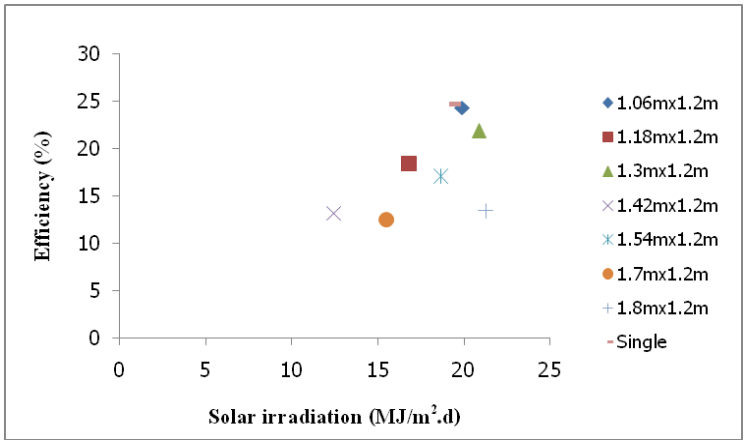
นิรมิต มีมาก. 2548 เครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์แบบพีระมิด. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Badran, O.O. and Al-Tahaineh, H.A. 2005. The effect of coupling a flat-plate collector on the solar still productivity. Desalination. Vol.183. pp.137-142.

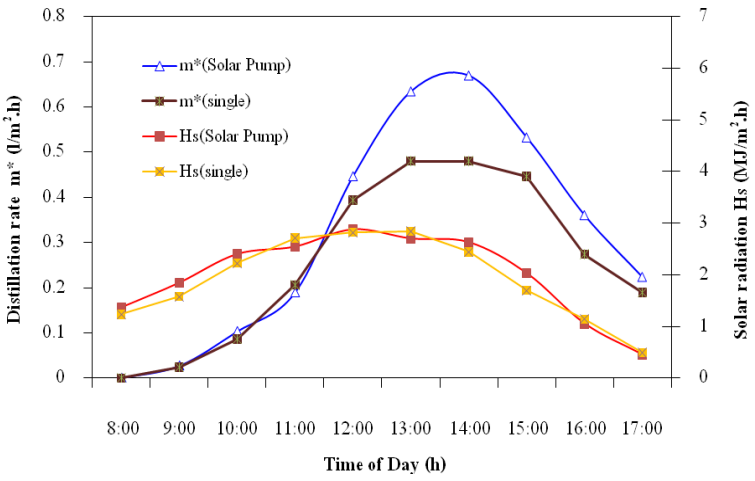
Natthaphon et al., 2008. Experimental studies of a new solar water heater system using a solar water pump. Energy. Vol.33. pp.639-646.



รูปที่ 1 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพีระมิดที่เสริมด้วยปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และหมุนวนน้ำด้วยวาล์วลอย



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์กับประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์ขนาดต่างๆ ที่ความลึก 10 mm



รูปที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณการกลั่นน้ำและค่ารังสีอาทิตย์ระหว่างระบบที่มี/ไม่มีการเสริมด้วยปั๊มสูบน้ำ