



ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้
เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

นายชรวุฒิ กษรินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554



ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล
เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

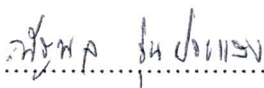
นายจรวุฒิ คชรินทร์ ปทส. (เทคนิคยานยนต์)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2554



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....
(ดร.ณัฐพล รุ่งประแสง)

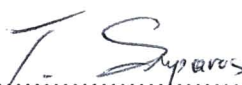
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....
(ดร.มานนท์ สุขละมัย)

กรรมการ


.....
(ดร.สุจินต์ จิระชีวะนันท์)

กรรมการ


.....
(รศ.ทวีวัฒน์ สุภารต)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ แผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน
หน่วยกิต	12
ผู้วิจัย	นายจรวัดร์ คชรินทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ทวีวัฒน์ สุภารส
หลักสูตร	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	ครุศาสตร์เครื่องกล
คณะ	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยี
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

249398

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยมีแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ จำนวน 1 แผง มีขนาดพื้นที่ 1.6 m² ด้านบนปิดด้วยกระจกหนา 5 mm จำนวน 1 ชั้น มีถังน้ำร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 cm สูง 60 cm หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และมีชุดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ภายในถังน้ำร้อน โดยสารเอทานอลจะไหลเวียนภายในระบบ เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำในสภาพที่เดือดกลายเป็นไอ และเอทานอลจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวเมื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำ และจะไหลกลับเข้าสู่ถังพักโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงก่อนที่จะไหลกลับไปยังแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ จากผลการทดลองพบว่าระดับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์จะต้องสูงกว่า 750 W/m² เอทานอลจึงจะเดือดกลายเป็นไอขับเคลื่อนตัวเองให้ไหลเวียนภายในระบบผลิตน้ำร้อน สามารถทำให้น้ำภายในถังเก็บมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 69 องศาเซลเซียส โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนได้คืออยู่ในช่วงระหว่างเวลา 10.30 – 14.30 นาฬิกา และจากผลการทดลองยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณเพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยได้ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์สูงสุด ที่ 74 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน โดยได้ค่าประสิทธิภาพที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะเวลาคืนทุนเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 3,500 W พบว่า ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3 ปี 2 เดือน คิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ปั้มน้ำขนาด 330 W พบว่า ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 7 ปี 3 เดือน คิดเป็น 3.6 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เอทานอล / สมรรถนะ / แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ / พลังงานแสงอาทิตย์

Thesis Title	Design and Construct Flat Plate Solar Energy Water Using Ethanol For Heat Exchanger
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Jaruwat Kotcharin
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Taveewat Suparos
Program	Master of Science in Industrial Education
Field of Study	Mechanical Engineering
Department	Mechanical Technology Education
Faculty	Industrial Education and Technology
B.E.	2554

Abstract

249398

This research was about a design to construct flat plate solar energy water heater using ethanol as a heat exchanger. The solar collector consisted of 1.6 m^2 in area, covered with 5 mm. thick glass on the top, with a hot water tank 45 cm diameter and 60 cm. high covered with insulation and a coil for the heat exchanger was placed inside the tank. The ethanol circulated in the system to exchange heat to a state of boiling water into steam. The ethanol condensed into a liquid when the passed water flow back into the tank before flowing back to the solar collector. The result of this test found that the level of solar radiation was always over 750 W/m^2 ; So the ethanol can be boiled into steam to flow within the hot water system, in addition, it can cause water inside the tank to reach a temperature of 69°C , the best heat exchange was achieved between 10.30 a.m and 14.30 p.m. The result of this experiment enabled calculation to determine the thermal performance of solar collector panel. The efficiency of maximum solar radiation was found to be 74 percent. The results calculated the thermal performance of the heating system and the coefficient of thermal efficiency of the heating system to be 30 percent. The pay back session when compared with the water heater, using 3,500 W electricity found that the pay back session was 3 years and 2 months, at 21 percent. The comparison with the solar energy water heater using water pump 330 W found that the pay back session was 7 years and 3 months, at 3.6 percent.

Keywords: Ethanol / Competency / Solar Collector / Solar Energy

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ รศ.ทวีวัฒน์ สุภารส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อชี้แนะ ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง ขอขอบคุณ ดร.ณัฐพล รุ่งประแสง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.มานนท์ สุขละมัย ดร.สุจินต์ จิระชีวะนันท์ กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้ารวมทั้งภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อ สนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บุพการีผู้ให้ความรัก ให้กำลังใจ และให้โอกาสทางการศึกษาอันมีค่ายิ่งตลอดมา และพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจ รวมทั้งผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้การสนับสนุนจนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ณ
รายการสัญลักษณ์	ญ
นิยามศัพท์	ท
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาของการทำวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 สมมุติฐานของงานวิจัย	2
1.5 ขีดตกลงเบื้องต้น	3
1.6 ขอบเขตของงานวิจัย	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กระบวนการผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์	4
2.2 การถ่ายเทความร้อนของพลังงานแสงอาทิตย์	14
2.3 สมรรถนะตัวรับรังสีอาทิตย์	17
2.4 การวิเคราะห์ระบบของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	19
2.5 เอทานอล	20
2.6 การประเมินค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์	20
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	29
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	29
3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	31
3.3 หลักการทำงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	35
3.4 วัสดุคิบที่ใช้ในการทดลอง	36
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	36
3.6 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง	40
3.7 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณผลการทดลอง	41
3.8 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการจำลองทางคณิตศาสตร์	44
4. ผลการทดลอง	46
4.1 การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	46
4.2 ผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	61
4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	65
4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	68
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	69
5.2 ปัญหาอุปสรรคในการวิจัย	71
5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัย	71
เอกสารอ้างอิง	72

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ก. ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง	75
ข. ตัวอย่างการคำนวณ	103
ค. รูปเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	111
ง. แบบแปลนเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	117
จ. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	121

ประวัติผู้วิจัย

126

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 สมบัติทั่วไปของเอทานอล	21
3.1 ตำแหน่งการติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	38

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า	
2.1	การตกกระทบของรังสี	6
2.2	นิยามของคุณสมบัติการแผ่รังสีรวม	8
2.3	Absorption of solar radiation by Absorber plate under a cover system	10
2.4	การถ่ายเทความร้อนในแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์	12
2.5	การเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนในรูปความต้านทานทางไฟฟ้า	13
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	30
3.2	ส่วนประกอบของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	31
3.3	แสดงส่วนประกอบของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	32
3.4	โครงสร้างแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์	33
3.5	โครงสร้างถังน้ำร้อน	33
3.6	ลักษณะชุดท่อแลกเปลี่ยนความร้อน	34
3.7	ลักษณะถังพักสารเอทานอล	34
3.8	หลักการทำงานของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	35
3.9	สารเอทานอล	36
3.10	แสดงลักษณะเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ	37
3.11	เทอร์โมคัปเปิล Type K	37
3.12	แสดงตำแหน่งการติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	38
3.13	แสดงลักษณะเครื่องวัดค่ารังสีอาทิตย์	39
3.14	แสดงลักษณะเครื่องวัดค่าความเร็วลม	39
3.15	ลำดับขั้นตอนการคำนวณประสิทธิภาพแผงรับรังสีอาทิตย์	42
3.16	ลำดับขั้นตอนการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตน้ำร้อน	43
3.17	ลำดับขั้นตอนการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	44

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.1 แสดงผลจากการตรวจวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน	47
4.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์	48
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์	49
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสารเอทานอลเข้าและออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์	50
4.5 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกะจกกับระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์	51
4.6 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเอทานอลเข้าและออกจากถังน้ำร้อน	52
4.7 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเอทานอลเข้าถึงน้ำร้อนกับอุณหภูมิน้ำร้อน	53
4.8 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร	54
4.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร	55
4.10 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร	56
4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร	57
4.12 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร	58
4.13 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร	59
4.14 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์	60
4.15 เปรียบเทียบประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนกับค่ารังสีอาทิตย์	61
4.16 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์	62
4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร	63
4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร	64

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.19	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากผลการทดลองกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร 65
4.20	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากผลการทดลองกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร 66
4.21	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากผลการทดลองกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร 67
4.22	แสดงประเภทของระบบทำน้ำร้อนกับระยะเวลาต้นทุน 68
ค.1	โครงสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 112
ค.2	เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 112
ค.3	ด้านหน้าของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 113
ค.4	ด้านบนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 113
ค.5	ด้านบนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอล เป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 114
ค.6	แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ 114
ค.7	ถังน้ำร้อน 115
ค.8	ถังพักสารเอทานอล 115
ค.9	ชุดท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 116

รายการสัญลักษณ์

A_c	คือ	พื้นที่ของแผ่นดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์, m^2
$\dot{m}$	คือ	อัตราการไหลเชิงมวล, kg/s
C_p	คือ	ความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่, $kJ/kg.K$
$C_{p,w}$	คือ	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ, $kJ/kg.K$
τ	คือ	ค่าสภาพส่งผ่าน (transmissivity) ของกระจก มีค่าประมาณ 0.85
α	คือ	ค่าสภาพดูดกลืน (adsorptivity) ของผิวสีดำด้าน มีค่าประมาณ 0.96
h	คือ	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน, $W/m^2.^{\circ}C$
h_w	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเนื่องจากลม, m/s
U_t	คือ	สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน, $W/m.^{\circ}C$
h_{p-c}	คือ	สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีระหว่างแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์กับ แผ่นกระจก, $W/ m^2.^{\circ}C$
$h_{r,p-c}$	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างแผงรับพลังงานความร้อนกับ แผ่นกระจก, $W/m^2.^{\circ}C$
$h_{r,c-s}$	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างแผ่นกระจกกับแสงอาทิตย์, $W/m^2.^{\circ}C$
I_T	คือ	ความเข้มของรังสีรวมที่ตกกระทบบนตัวรับรังสี, W/m^2
$m_{w,s}$	คือ	มวลของน้ำในถังเก็บน้ำร้อน, kg
h_w	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเนื่องจากลม, m/s
v	คือ	ความเร็วของลม, m/s
Q_u	คือ	พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ใช้ประโยชน์, $W/m^2.^{\circ}C$
Q_s	คือ	ปริมาณความร้อนที่ใช้ในถังเก็บน้ำร้อน, kJ
H_{tot}	คือ	ผลรวมค่ารังสีที่ตกกระทบบนแผงรับรังสี, W/m^2
U_L	คือ	สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนรวมของตัวรับรังสี, $W/m^2.^{\circ}C$
S	คือ	รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสี, W/ m^2
T_a	คือ	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, $^{\circ}C$
$T_{initial,s}$	คือ	อุณหภูมิของน้ำที่เวลาเริ่มต้นภายในถังเก็บน้ำร้อน, $^{\circ}C$
$T_{end,s}$	คือ	อุณหภูมิของน้ำที่เวลาสุดท้ายภายในถังเก็บน้ำร้อน, $^{\circ}C$

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

T_{SKY}	คือ	อุณหภูมิท้องฟ้า, °C
T_{pm}	คือ	อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวรับรังสีอาทิตย์, °C
$(T\alpha)_c$	คือ	ผลคูณประสิทธิภาพของค่าส่งผ่านและดูดกลืนรังสี
F_R	คือ	แฟกเตอร์ดึงความร้อน (heat removal factor)
F'	คือ	แฟกเตอร์ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์
σ	คือ	Stafan-Boltzman Constant (5.669×10^{-8} W/m ² K ⁴)
R_1	คือ	ราคาต้นทุนของเครื่องผลิตน้ำร้อนเป็นรายปี, บาท
R_2	คือ	มูลค่าซากรายปี, บาท
P	คือ	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน, บาท

นิยามศัพท์

Solar Water Heater	=	เครื่องทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์
Solar Radiation	=	รังสีอาทิตย์
Solar Collector	=	แผงรับรังสีอาทิตย์
Solar Energy	=	พลังงานแสงอาทิตย์
Absorption Plate	=	แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์
Ethanol	=	เอทานอล
Heat Exchanger	=	แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์
Collector efficiency	=	ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์