การออกแบบและพัฒนาตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ

นาย ชูศักดิ์ อาวิพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๖

ISBN 974-562-007-6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013175

I 15544746

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC SOLAR REFRIGERATOR

Mr. Choosak Aviphan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ
โดย	นาย ชูศักดิ์ อาวิพันธ์
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวัติ บุญ-หลง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวี เลิศปัญญาวิทย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวัติ บุญ-หลง)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี จงรุ่งเรือง)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ

ชื่อนิสิต นายชูศักดิ์ อาวิพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวัติ บุญ-หลง

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2526

บทคัดย่อ

โดยทั่วไป ตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง กล่าวคือ จะทำความเย็นเฉพาะในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวัน จะไม่สามารถทำความเย็นได้ ผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ ที่การทำงานต้องอาศัยคนบังคับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะเน้นที่การทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในระบบอัตโนมัติได้แก่ check valve, solenoid valve และ thermostat ซึ่งแทน manual valve

จากการทดลองพบว่า ระบบอัตโนมัติจะได้ค่าเฉลี่ยของ COP ประมาณ 0.084 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับระบบคนบังคับ ยิ่งไปกว่านั้นสิ่งที่น่าสนใจก็คือ ปริมาณน้ำแข็งที่ได้ ขึ้นอยู่กับ solar distribution เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในวันที่มีเมฆมากจะไม่ได้น้ำแข็งเลย อย่างไรก็ตาม ตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น สามารถผลิตน้ำแข็งได้เฉลี่ย 0.3 ปอนด์ ต่อพื้นที่รับแสงหนึ่งตารางฟุตต่อวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Design and Development of An Automatic Solar Refrigerator
Name	Mr. Choosak Aviphan
Thesis Advisor	Associate Professor Vitthaya Yongchareon, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Piyawat boon-Long, Ph.D.
Department	Mechanical Engineering
Academic Year	1983

ABSTRACT

In general, the solar refrigerator operation is intermittent, that is, it can produce cooling effect during the night time only while during the day time it can not. Many researchers investigated the solar refrigerator which the operation is manually controlled. Thus, this thesis emphasized on the automatic operation. The important device used in the automatic system consists of check valves, solenoid valve and thermostat instead of using the manual valves.

From the experiment, it was found that the mean COP of the automatic solar refrigerator was 0.084 which is nearly the same as the manual one. More over, it is interesting to note that the quantity of ice was strongly depended on the solar distribution. Especially on a cloudy day it could not produce ice. However this automatic solar refrigerator produced ice on the average of 0.3 lbs per square foot of collector area per day.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ก็ด้วยความร่วมมือของบุคคลหลายฝ่าย ซึ่งมี รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวัติ บุญ-หลง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและที่ปรึกษาร่วมโครงการ ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบรายละเอียด แก้ปัญหา ตลอดจนควบคุมความก้าวหน้าของโครงการนี้อย่างใกล้ชิด คุณวีระพงษ์ ธรรมสิทธิ์ คุณกนกวลี แสนไชย ที่ได้ช่วยร่วมงานในโครงการนี้เป็นอย่างดี คุณเชาวลิต เจริญชัย ได้ร่วมช่วยงานด้านเทคนิคโรงงาน บริษัทกรุงทองก่อสร้าง ที่กรุณาให้ยืมเครื่องมือต่าง ๆ คุณสุรัย์ ตียปรีชญา คุณจรรยา พรมมิเทศ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านการพิมพ์ และบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นายชูศักดิ์ อาวิพันธ์

๒๕๒๖

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สัญญลักษณ์ ..... ฏ

บทที่

๑. บทนำ ๑

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์ ๒

๒. ทฤษฎี ๔

reverse carnot cycle ๔

absorption cycle ๕

ตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ ๗

สัมประสิทธิ์การทำงานของตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ (Coefficient of Performance of Solar Refrigerator ๑๕

๓. การออกแบบ ๑๘

วัฏจักรทางเทอร์โมไดนามิคของการทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง ๑๘

การคำนวณ Load ของตู้เย็น ๒๐

ระบบทำความเย็น ๒๒

การสร้างส่วนประกอบของตู้เย็นพลังงานแสงอาทิตย์ ๒๙

การทดสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ๓๐

๔. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ๔๑
อุปกรณ์ที่ใช้ในผู้เก็บพลังงานแสงอาทิตย์ ๔๑
การปรับแต่งเครื่องมือ ๔๖
๕. วิธีการทดลอง ผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง ๔๗
วิธีการทดลอง ๔๗
ผลการทดลอง ๔๙
วิเคราะห์ผลการทดลอง ๔๙
๖. สรุป และวิจารณ์ผลการทดลอง ๕๐
เอกสารอ้างอิง ๕๕
ภาคผนวก ก. การหาประสิทธิภาพของ collector ๕๗
ภาคผนวก ข. ผลจากการทดลองและผลจากการวิเคราะห์ ๖๓
ประวัติผู้เขียน ๗๖

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง

๑ ข้อมูลการทดลอง วันอาทิตย์ที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ (การทดลองแบบอัตโนมัติ) ๔๕

๒ ตารางแสดงผลการทดลอง ๔๙

๓ ข้อมูลและผลจากการทดลอง ๗๔

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

๑,๒ ส่วนประกอบและ diagram ของ reverse carnot cycle..... ๔

๓ Actual and theoretical cycle of NH_3-H_2O solution..... ๖

๔ การทำความเย็นแบบไม่ต่อเนื่อง ๙

๕ วิธีแยกไอสารทำความเย็น..... ๑๐

๖ แผนภูมิการทำความเย็นแบบดูดละลายชนิดทำงานต่อเนื่อง..... ๑๑

๗ แผนภูมิการทำงานแบบใช้คนบังคับ..... ๑๓

๘ แผนภูมิการทำงานแบบ automatic control..... ๑๔

๙ P-I-H diagram ของน้ำกับแอมโมเนีย..... ๑๙

๑๐ ideal thermodynamics cycle..... ๒๐

๑๑ ขบวนการทำความเย็นบน p-h diagram..... ๒๓

๑๒ ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของ cooling box..... ๓๑

๑๓ condenser and receiver..... ๓๒

๑๔ แผงรับแสงอาทิตย์ (solar collector) ๓๓

๑๕ collector insulator..... ๓๔

๑๖ pyranometer ของ KIPP & ZONEN model type CM 5..... ๓๕

๑๗ Recorder KIPP & ZONEN model BD 9 ..... ๓๖

๑๘ เครื่องบันทึกผลของบริษัท CHINO แบบ 6 channel..... ๓๗

๑๙ digital multimeter ของ KETTHIEY model 172 A..... ๓๗

๒๐ แผนภูมิการทำงานแบบอัตโนมัติและการติดเครื่องมือวัด..... ๓๘

๒๑ ภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ทดลอง..... ๓๙

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

๒๒ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๔๖
๒๓ กราฟแสดงพลังงานตกกระทบ Collector ในวันที่ ๒๘ กันยายน ๒๕๒๕ ... ๖๔
๒๔ กราฟแสดงพลังงานตกกระทบ Collector ในวันที่ ๔ ตุลาคม ๒๕๒๕ ..... ๖๕
๒๕ กราฟแสดงกำลังงานตกกระทบ Collector ในวันที่ ๗ ตุลาคม ๒๕๒๕ ..... ๖๖
๒๖ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๖๗
๒๗ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๒๘ กันยายน ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๖๘
๒๘ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๓๐ กันยายน ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๖๙
๒๙ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๒๕ (แบบคนบังคับ) ๗๐
๓๐ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๒ ตุลาคม ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๗๑
๓๑ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๔ ตุลาคม ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๗๒
๓๒ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๗ ตุลาคม ๒๕๒๕ (แบบอัตโนมัติ) ๗๓

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักขณ์

A	=	พื้นที่
COP	=	coefficient of performance
C_p	=	specific heat
cb	=	bond conductnce ระหว่างท่อกับ plate
D	=	ระยะทาง, เส้นผ่าศูนย์กลาง
F	=	fin efficiency
F'	=	collector efficiency factor
F_r	=	heat removal factor
f	=	wind factor
G	=	flow rate/ area
H, h	=	enthalpy, heat
h_w	=	wind heat transfer coefficient
h_{fi}	=	convection coefficient
J	=	conversion factor
k	=	thermal conductivity
L, l	=	latent heat
ΔT_m	=	log mean temperature difference
M, m	=	มวล
N	=	จำนวนกระจกที่ปิด collector
P	=	ความดัน
Q, q	=	พลังงาน, ความร้อน
s	=	มุมเอียงของ collector ทำกับผิวโลก
	=	incident radiation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T	=	อุณหภูมิ
U	=	internal energy
	=	overall heat transfer coefficient
	=	loss coefficient ของ collector
V	=	volume
v	=	wind velocity
W	=	ระยะทางระหว่างท่อบน collector (center to center)
X	=	ความหนาของโฟมที่ใช้บุ cooling box
ΔT	=	ความแตกต่างของอุณหภูมิ
γ	=	specific volume ของอากาศ
Σ	=	emittance
σ	=	ความหนาแผ่นเหล็กใช้ทำ plate

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย