เครื่องอบกล้วยโดยใช้พลังงานไฟฟ้าควบแสงอาทิตย์

นายนิมิตร บัวเล็ก

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-625-2

008499

I15980088X

AN ELECTRIC - SOLAR BANANA DRYER

Mr. Nimit Buolek

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

ISBN 974-562-625-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องอบกล้วยโดยใช้พลังงานไฟฟ้าควบแสงอาทิตย์

AN ELECTRIC-SOLAR BANANA DRYER

โดย นาย นิมิตร บัวเล็ก

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

_____คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คำรงศักดิ์ มลิลา)

_____กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)

_____กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ)

_____กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องอบกล้วยโดยใช้พลังงานไฟฟ้าควบแสงอาทิตย์

ชื่อนิสิต นาย นิมิตร บัวเล็ก

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2526

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษาถึงการนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้เสริมพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้ในขบวนการอบกล้วย ประกอบด้วยการออกแบบแผงรับแสงอาทิตย์ และการปรับปรุงรูปแบบ และลักษณะการทำงานของตู้อบไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น ตลอดจนได้สร้างเครื่องอบกล้วยโดยใช้พลังงานไฟฟ้าควบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดจำลอง โดยบรรจุกล้วยได้ 200 ผล เพื่อทำการทดสอบ

ผลการทดลองที่ได้จากเครื่องอบกล้วยขนาดจำลองนั้น เมื่อใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ขยายเป็นแบบจริง โดยอบกล้วยได้ครั้งละ 7000 ผล พบว่า จะต้องใช้พื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์ 24 ตารางเมตร ส่วนเวลาที่ใช้ในการอบกล้วยครั้งแรกก่อนทุบแบน จะใช้เวลาทั้งสิ้น 7 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้ตู้อบไฟฟ้าจะต้องใช้เวลาถึง 18 ชม. เมื่อทุบแบนและหมักกล้วยเรียบร้อยแล้ว นำกล้วยมาอบอีกครั้งจะใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 19 ชั่วโมง 30 นาที แต่ถ้าอบโดยตู้อบไฟฟ้าจะใช้เวลาถึง 31 ชั่วโมง ดังนั้นเวลาที่ใช้อบกล้วย โดยใช้เครื่องอบกล้วยพลังงานไฟฟ้าควบพลังงานแสงอาทิตย์ จะน้อยกว่าเวลาที่ใช้อบโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าถึง 22 ชั่วโมง 30 นาที

อัตราการไหลของอากาศร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ 50°C ภายในเครื่องอบกล้วยพลังงานไฟฟ้าควบพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ในการอบครั้งแรกจะใช้ประมาณ 68.8 ลบ.เมตรต่อนาที และอัตราการปล่อยให้อากาศออกจากเครื่องอบจะมีค่าประมาณ 20 % ของอากาศที่หมุนเวียนภายในตู้อบ หรือเท่ากับ 13.76 ลบ.เมตรต่อนาที การอบครั้งที่สองจำเป็นต้องลดอัตราการไหลของอากาศร้อน เพื่อที่จะลดอัตราการระเหยของน้ำในเนื้อกล้วยให้

น้อยลง เพราะถ้าไม่ลดอัตราการระเหย กล้วยที่ได้จะมีผิวแห้งกร้าน ดังนั้น ในการอบครั้งที่สองนี้ จึงลดอัตราการไหลของอากาศร้อนลงเหลือ 50.4 ลบ.เมตรต่อนาที และอัตราการปล่อยอากาศออกจากเครื่องอบจะลดลงเหลือ 10 % ของอากาศที่หมุนเวียนภายในเครื่องอบ หรือมีค่าเท่ากับ 5.04 ลบ.เมตรต่อนาที

ผลการเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่า ถ้าอบกล้วยโดยใช้เครื่องอบกล้วยพลังงานไฟฟ้าควบแสงอาทิตย์จะเสียค่าใช้จ่ายผลละ 0.489 บาท แต่ถ้าอบโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าจะเสียค่าใช้จ่ายผลละ 0.641 บาท เมื่อกำหนดอายุการใช้งานของเครื่องอบทั้งสองแบบ เท่ากับ 10 ปี ถ้าลงทุนโดยการใช้เครื่องอบกล้วยพลังงานไฟฟ้าควบพลังงานแสงอาทิตย์อบกล้วยแล้ว จะคุ้มทุนภายในเวลา 1 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis AN ELECTRIC - SOLAR BANANA DRYER

Name Mr. Nimit Buolek

Thesis Advisor Associate Professor Manit Thongprasert, Ph.D.

Associate Professor Somsri Chongrungreong, Ph.D.

Department Mechanical Engineering

Academic Year 1983

ABSTRACT

This Thesis describes a study of a solar energy as suplimentary energy in the banana drying process. This included the designing of a flat plate collector and development of an electric banana dryer. The electric- solar banana dryer which contains 200 pieces of banana was set up in this experiment.

Experimental results indicated when the scale was expanded to contains banana up to 7000 pieces. This dryer required the area of a flat plate collector about 24 square meters and the time for first drying was about 7 hours. When pressed and fermented this bananas about 16 hours. The second drying time was required about 19 hours. If used the electric banana dryer the time for first drying required about 18 hours and second drying required about 31 hours.

For an electric - solar banana dryer, the drying air flowrate infirst-drying was 68.8 cubic meters per minute and the exhausted air was 20% of drying air flowrate. In second drying the air flowrate was 50.4 cubic meters per minute and the exhausted air was 10% of drying air flowrate.

An economic evaluation indicated that the drying cost of the electric - solar banana dryer was 0.489 baht per piece of banana and the drying cost of the electric banana dryer was 0.641 baht per piece of banana. If the useful life of this dryer is 10 years. If the investor has been invested the electric- solar banana dryer, the break-even point of this dryer is about 1 year.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ เพราะได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆ ฝ่าย ซึ่งข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าในทุกๆด้าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง และ รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณจงรักษ์ ไตรภาควาสิน , คุณสวัสดิ์ กระจิว และ คุณจรัญ รอดม่วง ที่แนะนำและช่วยเหลือข้าพเจ้าในการสร้างเครื่องอบกล้วยขนาดจำลองขึ้น ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณสุนันทา รวงผึ้ง ตลอดจนเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

2 ทฤษฎี 9

3 การดำเนินการวิจัย 13

4 ข้อมูลการทดลอง 37

5 ผลการวิจัย 93

6 สรุปและข้อเสนอแนะ 104

เอกสารอ้างอิง 107

ภาคผนวก

ก. ตัวอย่างการคำนวณ 109

ข. การหาขนาดแผงรับแสงอาทิตย์ 115

ค. การหาประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ 127

ประวัติ 132

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	แสดงประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์	8
2	กล่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์	4
3	แผนภูมิแสดงขบวนการอบแห้ง	9
4	แสดงคอนโทรลวอลุ่มล้อมรอบตู้อบแห้ง	10
5	รูปร่างและขนาดของตู้อบไฟฟ้า	17
6	แสดงรูปร่างแผงรับแสงอาทิตย์	20
7	แสดงขนาดแผงรับแสง	24
8	ลักษณะขดลวดไฟฟ้า	27
9	ลักษณะตู้อบไฟฟ้า	29
10	ตู้อบที่ปรับปรุงแล้ว	30
11	รูปร่างของตู้อบที่ปรับปรุงใหม่	31
12	แสดงทางเดินของอากาศร้อน	32
13	เครื่องอบกล้วยขนาดจำลอง	33
14	ทางเดินอากาศของเครื่องจำลอง	34
15,16	รูปถ่ายเครื่องอบกล้วยจำลอง	36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์และคำย่อ

A_c	พื้นที่รับแสงอาทิตย์ ของแผงรับแสงอาทิตย์	m^2
A_s	พื้นผิวของแผ่นดูด ที่สัมผัสกับอากาศ	m^2
CRF	แฟคเตอร์สำหรับเทียบค่าเงินเป็นรายปี	
D	เส้นผ่าศูนย์กลางเปรียบเทียบ	m
c_p	ความร้อนจำเพาะของอากาศ	kJ/kg °C
h	สัมประสิทธิการพาความร้อน	W/m^2°C
h_i	เอนทาลปี้ ของอากาศเข้าตู้อบแห้ง	kJ/kg
h_e	เอนทาลปี้ ของอากาศออกจากตู้อบแห้ง	kJ/kg
H	อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่	W/m^2
h_{fg}	ความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอของน้ำในวัสดุอบแห้ง	kJ/kg
i	อัตราของดอกเบี้ยเงินกู้	%
k	สัมประสิทธิการนำความร้อน	W/m °C
M_i	ความชื้นเริ่มแรกของวัสดุอบแห้ง	%
M_f	ความชื้นสุดท้ายของวัสดุอบแห้ง	%
m_w	น้ำหนักของน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง	kg
m_a	น้ำหนักของอากาศร้อนที่ไหลผ่านวัสดุอบแห้ง	kg
n	อายุการใช้งานของเครื่องอบกล้วย	ปี
P	เส้นรอบรูปของผนังตู้อบ	m
Q	ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง	kJ
Q_w	พลังงานที่ใช้ระเหยน้ำออกจากวัสดุอบแห้ง	kJ
Q_{loss}	พลังงานที่ต้องสูญเสียให้กับบรรยากาศล้อมรอบ	kJ
Q_u	พลังงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้	kJ
Q_l	การสูญเสียพลังงานจากแผงสู่บรรยากาศ	kJ
Q_s	พลังงานความร้อนที่สะสมในแผง	kJ
R	แฟคเตอร์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระนาบ ให้อยู่ในระดับที่แผงวางอยู่	

RH_i	ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศร้อนก่อนเข้าตู้อบ	%
RH_e	ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศร้อนที่ออกจากตู้อบ	%
T_w	อุณหภูมิของแผ่นวัด	°C
T_a	อุณหภูมิของบรรยากาศ	°C
T_i	อุณหภูมิของอากาศร้อนที่เข้าตู้อบ	°C
T_e	อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบ	°C
T_{db}	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	°C
T_{wb}	อุณหภูมิกระเปาะเปียก	°C
W_i	น้ำหนักเริ่มแรกของวัสดุอบแห้ง	kg
$\tau\alpha$	ผลคูณของค่าการยอมให้รังสีผ่านแผ่นปิดบน และค่าการดูดรังสีของแผ่นวัดในแผงรับแสงอาทิตย์	
η	ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์	%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย