

รายงานการวิจัย

การอบแห้งยางพาราโดยใช้แผ่นเก็บความร้อน
จากพลังงานแสงอาทิตย์และคลื่นไมโครเวฟ

Drying of Natural Rubber Using Air Heating
Solar Collector and Microwave

RCH
SB
290
๕๔๔๑๖

ศิริระ สายสร
ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
พรณิภา ย้วยล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 64479
วัน,เดือน,ปี..... 11 ก.ย. 2549

b. 11649835
i.

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้สำนักงานอธิการบดี ประจำปีงบประมาณ 2548

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพร

การอบแห้งยางพาราโดยใช้แผ่นเก็บความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และคลื่นไมโครเวฟ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ประกอบด้วย การศึกษาทดลองเพื่อหารูปแบบของ solar collector ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และ การศึกษาทดลองอบยางพารา โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบต่าง ๆ เช่น solar collector, ไมโครเวฟ, ขดลวดความร้อน และ ไมโครเวฟร่วมกับขดลวดความร้อน ผลการทดลอง ทำให้ทราบว่า solar collector ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดจะเป็นแบบที่มีครีป (fin) และกระจกแผ่นเดียว โดยอากาศไหลด้านล่างแผ่นเก็บความร้อน ในกรณีของการอบยางพารา โดยใช้ไมโครเวฟอย่างเดียว พบว่า ความชื้นลดลงเร็วขึ้นเมื่อขึ้นวางยางพาราหมุนด้วยความเร็วที่สูงขึ้น สำหรับการอบโดยใช้ขดลวดความร้อน จะมีผลคล้ายกับกรณีการอบโดยใช้ไมโครเวฟ คือ ยิ่งเพิ่มความเร็วในการหมุนขึ้นวางยางพารา จะยิ่งทำให้ความชื้นลดลงเร็วขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิยังทำให้อัตราการระเหยมากขึ้น ในกรณีของการอบยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อนร่วมกับไมโครเวฟ พบว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนขึ้นวางยางพาราไม่มีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำ แต่การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศจะยังคงทำให้ความชื้นลดลงเร็วขึ้น แต่จะเกิดฟองอากาศภายในเนื้อยางมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า การอบโดยใช้ขดลวดความร้อนร่วมกับไมโครเวฟจะทำให้มีอัตราการระเหยที่ดีกว่าการอบที่ใช้ขดลวดความร้อนเพียงอย่างเดียว ในส่วนของการอบยางโดยใช้ solar collector นั้นจะทำได้ที่อุณหภูมิต่ำ แต่ก็ให้ผลในลักษณะเดียวกันกับการอบโดยใช้ขดลวดความร้อน นั่นคือ อัตราการระเหยจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วในการหมุนขึ้นวางยางพารา

Drying of Natural Rubber Using Air Heating Solar Collector and Microwave

Abstract

This work consists of two parts including the experimental study of the performance of solar collectors and the experimental investigation of drying characteristics of natural rubber using various applications such as solar collector, microwave, heater and combined microwave/heater. The results showed that solar collector having the air flowing under the absorber plate attached with fins and connected with the single glass could give high efficiency. In the case of natural rubber drying, the microwave application can reduce moisture with the increase of rotational speed of natural rubber suspenders. For heater application, evaporation rate increases with the increase in air temperature and, in addition, the general results are similar to those for microwave application. In the combined microwave/heater application, the effect of the variation of the rotational speed of natural rubber suspenders on the evaporation rate is insignificant. As expected, an increase in air temperature can result in the reduction of moisture. However, the increase in temperature can cause bubbles distributed in the texture of the rubber. Besides, the combined microwave/heater application can give the better results in comparison to the heater application alone. For solar collector drying, this application can operate only in low temperature range. The corresponding results agree with those of heater application.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้คงจะไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดีถ้าหากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายๆฝ่าย ซึ่งบุคคลที่มีส่วนสำคัญ ก็คือ คุณ ปิยะวัฒน์ พิทยาพัฒนากุล, คุณ ทองคุณ จวงทอง, คุณ สิริวุฒิ ไชรัตน์, คุณ กิตติศักดิ์ เกียรติชัยอิสระ, คุณ ธนะภูมิ ธนอมศักดิ์, คุณ วรพจน์ ยินดี และคุณ สมศักดิ์ สารทวย ที่สละเวลา来帮助เก็บข้อมูลอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่รักและเคารพ ซึ่งได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนผู้เขียนมาเป็นอย่างดีพร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมาในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้และโอกาสในการทำงาน



นาย ศิระ สายสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 Solar collector	3
2.2 ยางพารา	5
บทที่ 3 การออกแบบและการคำนวณ	9
3.1 การออกแบบชุดรับแสงอาทิตย์ (Solar collector)	9
3.2 หลักการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดกลืนความร้อน แบบ ไม่มี Fins แบบธรรมดา	12
3.3 หลักการคำนวณเกี่ยวกับแผ่นดูดกลืนความร้อนกรณีมี fins	14
3.4 การคำนวณกรณีแผ่นดูดกลืนความร้อนมี fins เป็นการไหลด้านล่าง	15
3.5 หลักการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดกลืนความร้อน มี fins เป็นการไหลด้านบน	18
3.6 หลักการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดกลืนความร้อน ไม่มี fins เป็นการไหลด้านบน	21
3.7 การคำนวณหาขนาดของ blower	23
3.8 การออกแบบหาขนาดของชั้นวางยางพารา	25
3.9 การหาค่าตั้งที่จับชุดชั้นวางยางพารา	25
3.10 การหาอายุการใช้งานของแบร์ริง	26
บทที่ 4 อุปกรณ์การทดลอง	28
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ solar collector	28
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอบยางพาราด้วยลมร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ	33
4.3 ขั้นตอนในการใช้เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ	38
บทที่ 5 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	41
5.1 วิธีการทดสอบ solar collector	41
5.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องวัดความเข้มแสง (Pyranometer)	42
5.3 วิธีการใช้โปรแกรม VISIDAQ	45
5.4 ผลการทดสอบ solar collector	47
5.5 วิธีการทดลองอบยางพาราด้วยลมร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ	47
5.6 ผลการทดลองการอบยางพาราด้วยลมร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ	48

สารบัญ (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	หน้า
บทที่ 6 สรุปรูป	62
6.1 สรุปรูปการทดสอบ solar collector	62
6.2 สรุปรูปผลการทดลองอบยางพารา	62
ภาคผนวก	64
บรรณานุกรม	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากประเทศไทย ได้มีการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก ที่สำคัญยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ส่งออกของประเทศไทย ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มผลผลิตในการส่งออกให้ได้มากที่สุดและใช้เวลาในการผลิตให้น้อยลงและให้ทันต่อความต้องการของตลาด

ในปัจจุบันได้มีการอบยางพารา โดยการลวกวันและการตากแดดซึ่งในการตากแดดนี้จะลดปริมาณความชื้น ซึ่งวิธีนี้มักจะก่อให้เกิดปัญหาต่อยางพารา คุณภาพของยางพาราเปลี่ยนไปเนื่องจากฝุ่นละอองจากสภาพแวดล้อมที่ทำการตากยางพาราทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ค่อยดีนัก อีกทั้งยังใช้เวลาในการอบนานมาก จากข้อเสียดังกล่าวจึงได้มีการออกแบบเครื่องอบแห้งยางพาราเพื่อลดปริมาณความชื้นออกไปให้ได้มากขึ้นและเร็วขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเครื่องอบไว้ 3 แบบ ประกอบด้วย

- เครื่องอบแห้งยางพาราโดยใช้ solar collector (สำหรับอบในช่วงอุณหภูมิต่ำ)
- เครื่องอบแห้งยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อน (สำหรับอบในช่วงอุณหภูมิสูง)
- เครื่องอบแห้งยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อนและไมโครเวฟ (สำหรับอบในช่วงอุณหภูมิสูง)

การอบแห้งยางพาราโดยใช้ solar collector เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในรูปของการอบแห้ง ซึ่งความร้อนจากแสงอาทิตย์จะถูกเก็บที่ solar collector โดยลมร้อนที่ได้จะมีอุณหภูมิไม่สูงมาก (ประมาณ 40 – 45°C) และเครื่องอบแห้งประเภทนี้ไม่เหมาะที่จะต่อกับอุปกรณ์กำเนิดคลื่นไมโครเวฟ เนื่องจากในสภาพใช้งานจริงอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องสัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง และอาจจะทำให้วงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์กำเนิดคลื่นไมโครเวฟได้รับความเสียหายได้ ดังนั้นในขั้นตอนการทดลองจะไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบผลการอบแห้งยางพาราโดยใช้ solar collector ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ

อุปกรณ์ solar collector มีหลายรูปแบบ โดยแต่ละแบบมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบ solar collector แบบต่าง ๆ เพื่อหารูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

การอบยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อน เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อนแล้วใช้ลมเป่าความร้อนเพื่อใช้ในการอบยางพารา ส่วนการอบยางพาราด้วยลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟ จะอาศัยลมร้อนร่วมกับคุณสมบัติการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟของยางพารา โดยยางพาราจะเกิดความร้อนขึ้นจากภายในเนื้อยางก่อน จากนั้นความร้อนจะแพร่กระจายออกสู่พื้นผิวของยางพาราและจะถูกเป่าออกสู่บรรยากาศในที่สุด จากกลไกที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะทำให้ปริมาณความชื้นในเนื้อยางลดลงอย่างรวดเร็ว การให้พลังงานความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะอาศัยคุณสมบัติของการดูดกลืนพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นำมาผ่านกระบวนการนี้ศัพท์ทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง) เราเรียกว่าวัสดุไดอิเล็กตริก หมายถึงวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ให้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงฉนวนที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางจุลภาคมีลักษณะเป็นขั้วทางไฟฟ้า (dipoles) ซึ่งอันตรกิริยา (interaction) ระหว่าง dipoles และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผลทำให้เกิดความร้อนภายในขึ้น (internal heat generation) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะกระจายความร้อนภายในออกสู่ผิวภายนอกซึ่งหลักการนี้จะทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์ไม่เสียหายหรือต่างไปจากเดิมมากนัก

1.2 วัตถุประสงค์

1. สร้างเครื่องอบยางพาราโดยใช้ solar collector
2. สร้างเครื่องอบยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อน
3. สร้างเครื่องอบยางพาราโดยใช้ขดลวดความร้อนและไม่โครเวฟ
4. ศึกษาผลของความเร็วการหมุนของชั้นวางยางพารา, อุณหภูมิของลมร้อน และคลื่นไมโครเวฟที่มีต่อการอบยางพารา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการอบยางพาราโดยใช้ solar collector ภายใต้สภาวะที่มีความเข้มของแสงอาทิตย์ 850 W/m^2
2. ศึกษาการอบยางพาราโดยใช้ลมร้อนจาก Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กับ 70 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลม 19 m/s
3. ศึกษาความเร็วของชั้นวางยางพาราโดยควบคุมความเร็วด้วย อินเวอร์เตอร์ ที่ความเร็ว 20 rpm และ 31 rpm และใช้คลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 2460 MHz

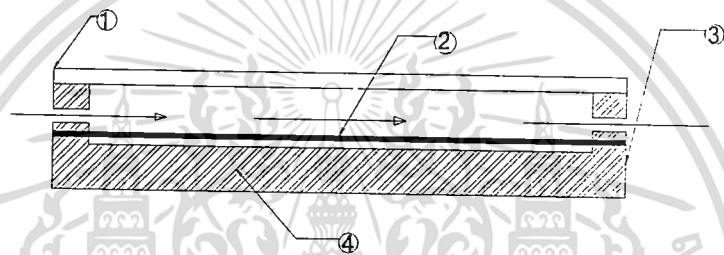
บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 Solar collector

Solar collector เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อน สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานประเภทต่าง ๆ เช่น การอบแห้ง, การปรับอากาศภายในอาคาร ฯลฯ solar collector สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการไหลของอากาศ ดังต่อไปนี้

2.1.1 การไหลด้านบนของแผ่น Absorber Plate



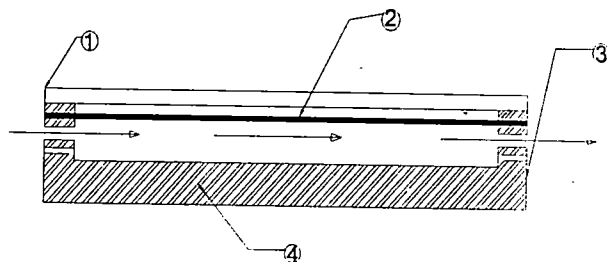
รูปที่ 2.1 Front-Pass Air-Heating Solar-Energy Collector

ส่วนประกอบของ Front-Pass Air-Heating Solar-Energy Collector

- 1 กระจกคลุม
- 2 แผ่น Absorber Plate
- 3 โครงสร้าง
- 4 ฉนวนกันความร้อน

อากาศจะไหลผ่านช่องระหว่างแผ่นกระจกและแผ่น Absorber Plate การถ่ายเทความร้อนโดยการพาจะเกิดขึ้นทางด้านบนของแผ่น Absorber Plate

2.1.2 การไหลด้านล่างของแผ่น Absorber PLATE



รูปที่ 2.2 Back-Pass Air-Heating Solar-Energy Collector

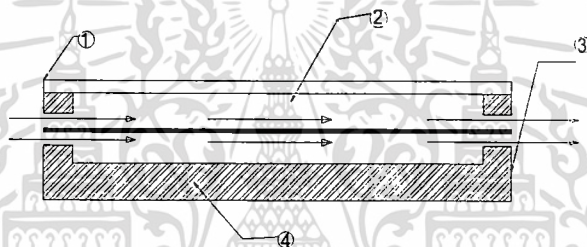
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของ Back-Pass Air-Heating Solar-Energy Collector

- 1 กระจกคลุม
- 2 แผ่น Absorber Plate
- 3 โครงสร้าง
- 4 ฉนวนกันความร้อน

แผ่น Plate จะดูดซับความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้ การกระจายของอากาศระหว่างแผ่นกระจก และแผ่น Absorber Plate จะอยู่หนึ่งเนื่องจากถูกปกปิดไว้โดยรอบ อากาศในส่วนนี้จะสะสมความร้อนไว้เรื่อย ๆ และถ่ายเทให้กับแผ่น Absorber Plate อีกทางแผ่น Absorber Plate จะนำความร้อนถ่ายเทให้กับอากาศทางด้านล่าง ของแผ่น

2.1.3 การไหลแบบขนานตามแผ่น Absorber Plate



รูปที่ 2.3 Suspended-Plate Air-Heating Solar-Energy Collector

ส่วนประกอบของ Suspended-Plate Air-Heating Solar-Energy Collector

- 1 กระจกคลุม
- 2 แผ่น Absorber Plate
- 3 โครงสร้าง
- 4 ฉนวนกันความร้อน

แผ่น Plate จะถูกวางอยู่ระหว่างกระจกคลุมและฉนวนด้านล่างอากาศจะไหลผ่านทั้งด้านบนและด้านล่างทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งสองด้านของแผ่น Plate

หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละอย่าง

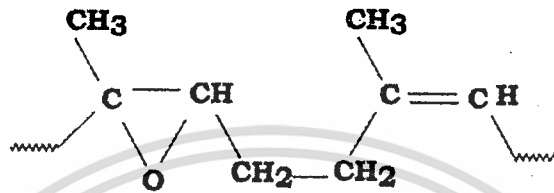
- 1 กระจกคลุม (Glass Cover) มีหน้าที่ป้องกันการสะท้อนกลับของรังสีและป้องกันการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกซึ่งกระจกนี้ควรจะมีค่าการส่งผ่านความร้อน (Transmittance) ที่ดีด้วย
- 2 แผ่นดูดซับความร้อน (Absorber Plate) มีหน้าที่เก็บสะสมพลังงานความร้อนที่รับมาจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งวัสดุที่ใช้ควรมีค่าการดูดซับความร้อนและนำความร้อนที่ดี
- 3 ครีป (Fin) ติดไว้เพื่อเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนของแผ่น Absorber Plate
- 4 แผงกั้น (Baffle) จะช่วยให้การไหลของอากาศที่ผ่านแผ่น Absorber Plate เป็น Turbulent ยิ่งขึ้น

- 5 ฉนวน (Insulation) ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนรอบๆชุด Solar Collector

2.2 ยางพารา

2.2.1 ยางธรรมชาติอีพ็อกซิไดซ์ (ENR)

ENR ย่อมาจาก Epoxidized Natural Rubber



รูปที่ 2.4 โครงสร้างยางพารา

มีการผลิตในทางการค้า เช่น ENR-25 และ ENR-50

ENR-25 หมายถึง ยางธรรมชาติที่มีจำนวน โมล 25 เปอร์เซนต์ เกิดการอีพ็อกซิไดซ์

ENR-50 หมายถึง ยางธรรมชาติที่มีจำนวน โมล 50 เปอร์เซนต์ เกิดการอีพ็อกซิไดซ์

ยางชนิดนี้ มีลักษณะสีน้ำตาล เป็นยางธรรมชาติที่ปรับสภาพโครงสร้าง โดยใช้สารเคมีประเภท

กรดเปอร์ออกซ์ (Peroxy acid)

2.2.1.1 สมบัติและการใช้งาน

สมบัติที่สำคัญของยางชนิดนี้ คือ

1. ยางธรรมชาติอีพ็อกซิไดซ์ มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล ทำให้ยางมีความเป็นขี้ผึ้งเกิดขึ้น สามารถทานต่อน้ำมัน ได้เช่นเดียวกับยางไนไตรล์

2. สามารถทนทานต่อโอโซน และการซึมของอากาศดีใกล้เคียงกับยางบิวไทล์ เพราะพันธะคู่ในโครงสร้างยางธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลง และมีกลุ่มของ อีพ็อกซิไดซ์ เกิดขึ้นแทนที่พันธะคู่ ทำให้โมเลกุลของยางเคลื่อนที่ยากขึ้น

3. ผลึกมันซ์ยางที่วัลคาไนซ์ด้วยกำถัน ที่มีความต้านทานต่อความร้อนไม่ดียางจะมีความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลยางตรงตำแหน่งที่มีออกซิเจนมารวมต่อกันเป็นวงแหวนไม่แข็งแรง วงแหวนจะเปิดออกและเกิดการเชื่อมโยงแบบอีเทอร์พันธะขึ้น

การใช้งาน

1. ใช้ในอุตสาหกรรมรองเท้า โดยทำหน้าที่เป็นกาวหรือสารยึดติด

2. ใช้ในอุตสาหกรรมการทาสีทำให้เกิดการยึดติดดี

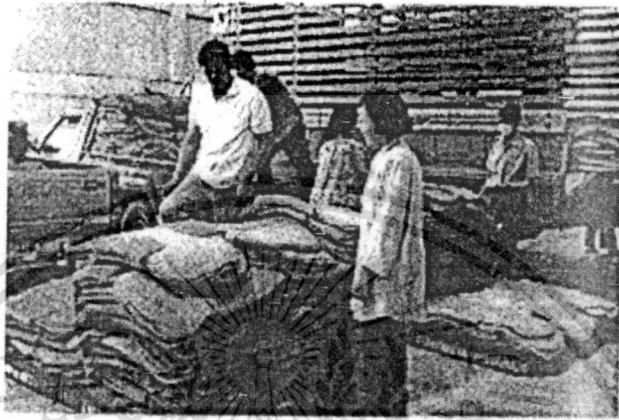
3. ใช้ในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ทำให้ทนทานต่อการซึมของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

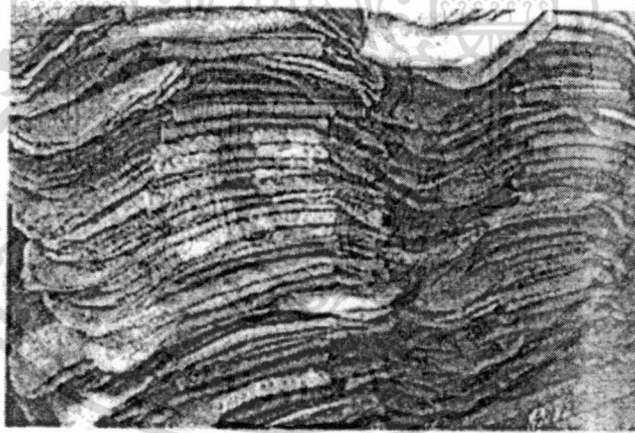
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การทำยางพาราแผ่น

ชาวสวนยางขนาดเล็กลิขิตนำน้ำยางที่กรี๊ดได้ในแต่ละวันซึ่งมีปริมาณไม่มากนัก มาทำเป็นยางพาราแผ่นโดยวิธีง่ายๆ แบบชาวบ้าน เมื่อได้ยางแผ่นดิบซึ่งมีลักษณะเป็นสีขาว มีความชื้นสูงจะนำไปผึ่งแห้งช่วงหนึ่ง เพื่อให้ความชื้นบนแผ่นยางลดลง เมื่อรวบรวมได้ปริมาณพอสมควร จะลำเลียงยางพาราแผ่นขึ้นรถเพื่อนำไปจำหน่ายที่ตลาดกลางยาง (รูปที่ 4.1 - 4.2) ยางเหล่านี้จะถูกนำมาทำให้แห้งโดยการรมควันต่อไป



รูปที่ 2.5 ยางแผ่นดิบนำมาจำหน่ายที่ตลาดกลาง



รูปที่ 2.6 สต็อกยางแผ่นดิบคุณภาพแตกต่างกัน

ยางแผ่นดิบที่จำหน่าย ณ ตลาดกลางยางพารา สงขลา โดยการค้าประมูลราคา เป็นยางแผ่นคุณภาพดี ขนาดพอเหมาะ ยางแผ่นบาง ไม่มีสิ่งสกปรกในเนื้อยาง มีการกำหนดคุณภาพชั้นยางโดยดูจากความชื้น คือ

ยางแผ่นดิบคุณภาพชั้น 1 ความชื้น ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

ยางแผ่นดิบคุณภาพชั้น 2 ความชื้น ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

ยางแผ่นดิบคุณภาพชั้น 3 ความชื้น ไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้วางนัยออกกรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นแต่ในกรณีที่ผู้แต่งเอกสารนี้แจ้งอย่างชัดแจ้งว่าเป็นเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 คุณภาพของยางแผ่น

โดยทั่วไปจะพบว่า ความประณีตในการทำยางพาราแผ่นของชาวสวนยางแต่ละแห่งแตกต่างกันทำให้ได้คุณภาพของยางแผ่น ขนาดความกว้าง ความหนา น้ำหนัก และความสะอาดบนแผ่นยางค่อนข้างแตกต่างกัน ทำให้มีปัญหาต่อคุณภาพของยางพาราได้พอสมควร

ยางแผ่นที่มีคุณภาพดี ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นยางแผ่นที่สะอาด เมื่อส่องดูบนผิวของยางแผ่นด้วยสายตา จะไม่ปรากฏสิ่งสกปรก พวกเศษหิน ดิน ทราช เปลือกไม้ ฟองอากาศ ราดำ หรือรอยตำหนิอื่นๆ
2. ยางแผ่นมีขนาดความหนาสม่ำเสมอ คือ เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด ความกว้างเฉลี่ย 38 -46 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 80-90 เซนติเมตร ความหนาเฉลี่ย 2.8-3.2 มิลลิเมตร น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 800-1200 กรัม ต่อแผ่น
3. ลักษณะผิวดอกยางและสีของยางแผ่นมีความสม่ำเสมอ อาจเป็นสีเหลืองอ่อนหรือค่อนข้างเข้ม แต่ต้องไม่คล้ำจนเกินไป ไม่มีสีสลับเป็นทางๆ เว้าแหว่ง หรือขาดเป็นริ้ว
4. ยางมีความยืดหยุ่นดี เวลาออกแรงดึงด้วยมือไม่ขาดหรือไม่เกิดรูพรุนไม่แข็งกระด้างจนเกินไป และไม่เหนียวติดมือ

2.2.3 ยางแผ่นผึ่งแห้ง

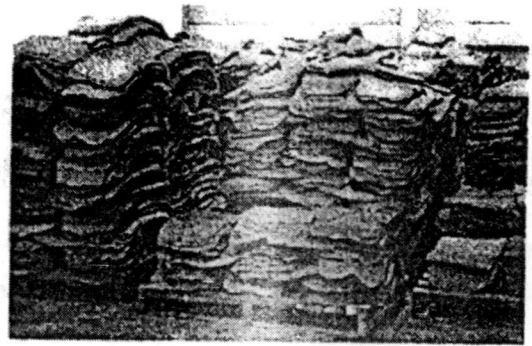
ยางแผ่นผึ่งแห้ง หรือยางแผ่นไม่รมควัน มีการควบคุมการผลิตแต่ละขั้นตอนอย่างพิถีพิถัน ทำให้แห้งโดยไม่ต้องลมควัน จะใช้อากาศร้อนหรืออากาศธรรมชาติแทน

ตามหนังสือมาตรฐานสากลว่าด้วยการจัดชั้นคุณภาพและการบรรจุหีบห่อของยางธรรมชาติ กล่าวว่ายางแผ่นผึ่งแห้ง หมายถึง ยางที่มีสีใสมีขั้นตอนการผลิตเช่นเดียวกับยางแผ่นลมควันทุกประการแต่ต้องมีการควบคุมแต่ละขั้นตอนในการทำอย่างเข้มงวด ไม่มีการเติมสารเคมีอื่นนอกจากสารที่ได้รับการยอมรับเช่น สารฟอสฟอริก โซเดียม ไบซัลไฟด์ และสารป้องกันการขึ้นราประเภทพาราโนโตรฟินอลมีการทำให้แห้งโดยการผึ่งลมบริเวณที่ร่ม หรืออบให้แห้งในโรงอบความร้อนที่ปราศจากควัน

2.2.3.1 ประเภทของยางแผ่นผึ่งแห้ง

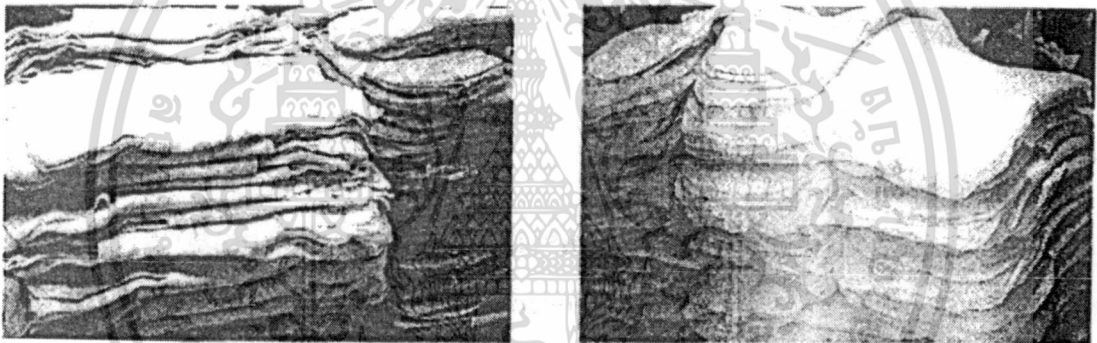
ยางแผ่นผึ่งแห้ง สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. ยางแผ่นผึ่งแห้งที่ทำให้แห้งโดยวิธีการผึ่งลม (Air Dried Sheet) ยางชนิดนี้ สามารถผลิตขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความใสของสี เพียงแต่เป็นยางที่ทำให้แห้งโดยการไม่รมควันเท่านั้น โดยทั่วไป อาจไม่แห้งสนิทและสีค่อนข้างคล้ำ



รูปที่ 2.7 ยางแผ่นผึ่งแห้งสีก่อนข้างคล้ำ

2. ยางแผ่นไม่รมควันที่มีชื่อการค้าว่า Pale Amber Unsmoked Sheet (PAUS) ยางแผ่นชนิดนี้จำเป็นต้องควบคุมการผลิตทุกขั้นตอนอย่างพิถีพิถัน และอบให้แห้งด้วยอากาศร้อน เพื่อให้ได้ยางที่แห้งสนิทและมีสีสวย



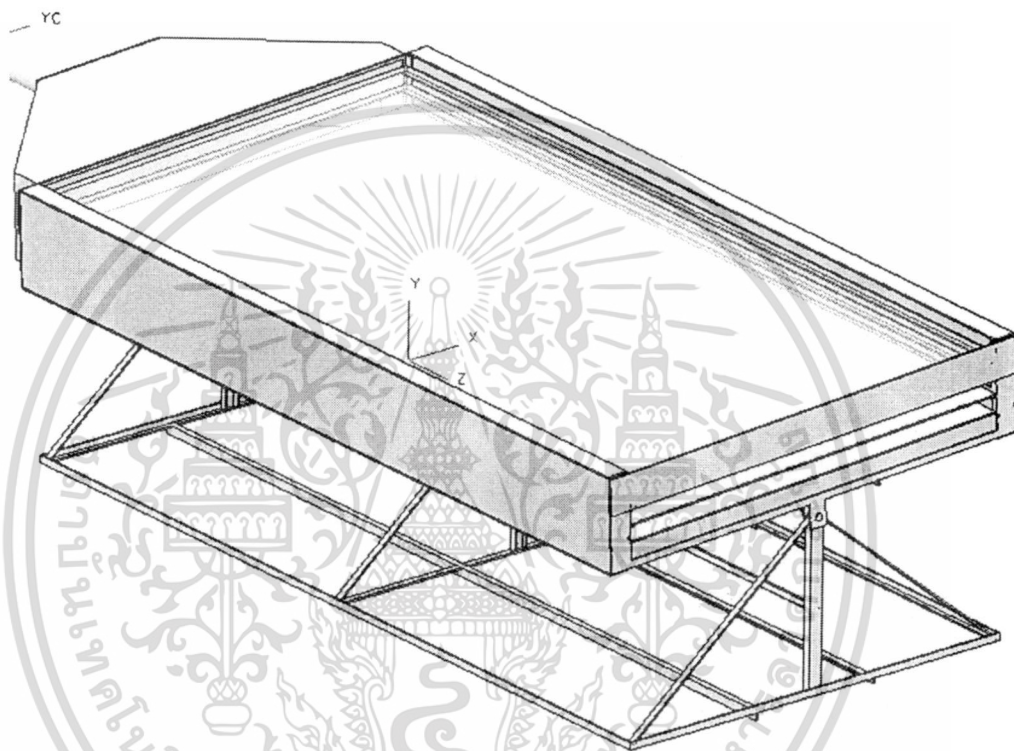
รูปที่ 2.8 ยางแผ่นผึ่งแห้งสนิท มีสีสวย ก่อนข้างใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

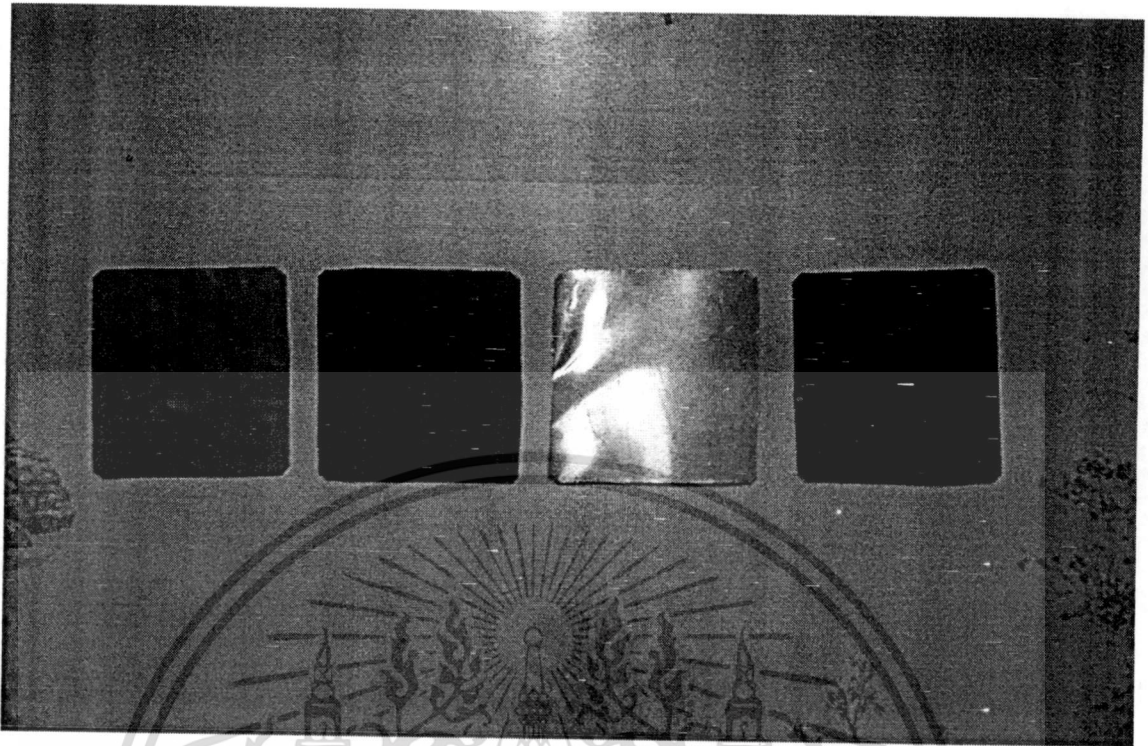
3.1 การออกแบบชุดรับแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.1 โครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์

ในการออกแบบจะเริ่มต้นจากการเลือกวัสดุที่จะใช้ทำแผ่นรับแสงซึ่งมีหลักการเลือกคือ วัสดุที่ค่าคุณสมบัติของวัสดุ เช่นค่า การนำความร้อน, ค่าการดูดซับรังสี,ค่าการเปล่งรังสี ที่มีค่าสูงๆ แต่ในการเลือกครั้งนี้ได้ทำการทดลองเป็นโมเดลเล็กๆ ระหว่าง อลูมิเนียม และทองแดง นำไปพ่นสีดำและไม่พ่นสีดำแล้วนำไปตากแดด แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่ผิวแล้วนำมาเปรียบเทียบกันซึ่งผลที่ได้คือ อุณหภูมิของแผ่นที่พ่นสีดำจะมีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่าแต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทองแดงและอลูมิเนียมแล้วอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากแต่ทองแดงจะมีราคาแพงกว่าอลูมิเนียมและน้ำหนักก็จะมากกว่าด้วยเห็นได้จากความหนาแน่นของทองแดงจะมากกว่าทองแดงจากผลดังกล่าวนี้จึงเลือกใช้แผ่นรับความร้อนที่เป็นอลูมิเนียมและเนื่องจากเราต้องการทดลองรูปแบบการไหลที่เป็นการไหลแบบขนานจึงต้องใช้ความหนาถึง 4.5 มิลลิเมตรเพื่อไม่ให้แผ่นโค้งงอเมื่อทดลองแบบไหลขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพแผ่นโลหะที่นำมาทำการทดสอบสองแผ่นซ้ายเป็นทองแดงและสองแผ่นขวาเป็นอลูมิเนียม

ครั้งที่ 1

ตารางการทดสอบอุณหภูมิแผ่นทองแดงและอลูมิเนียม(แผ่นเล็ก)

วันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2547 เริ่มเวลา 10.35 น.

อุณหภูมิปกติ 35.7 C

เวลา (ชั่วโมง)		1/2	1	1,1/2	2
อุณหภูมิ (C)					
ไม่พ่นสีดำ	ทองแดง	50	56	49.7	53
	อลูมิเนียม	43	51.4	48.5	48.7
พ่นสีดำ	ทองแดง	47.7	56.1	49.6	51.8
	อลูมิเนียม	47.5	54.5	49	53.7

รูปที่ 3.3 ตารางการทดสอบอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

ตารางการทดสอบอุณหภูมิแผ่นทองแดงและอลูมิเนียม(แผ่นเล็ก)

วันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2547 เริ่มเวลา 10.00 น.

อุณหภูมิปกติ 33.5 C

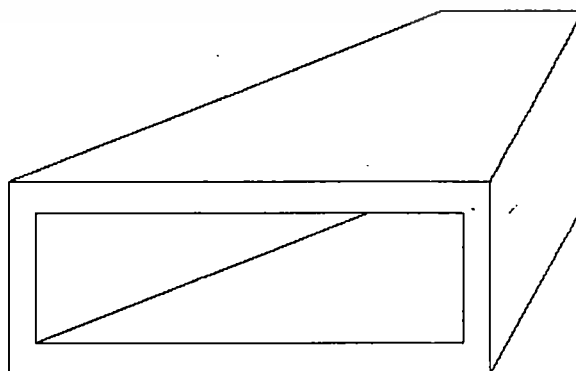
เวลา (ชั่วโมง)		1	2	3	4	5
อุณหภูมิ (C)						
ไม่พ่นสี	ทองแดง	50.7	46.7	46.3	47.1	42.5
	อลูมิเนียม	46.1	40.7	39.3	43.2	42.3
พ่นสีดำ	ทองแดง	51.5	48.1	46.5	47.7	42.7
	อลูมิเนียม	52.5	43.2	43.3	45.4	44.5

รูปที่ 3.4 ตารางการทดสอบอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุ

สำหรับการปรับมุมของแผ่นเพื่อให้มุมตรงกับเส้นละติจูดของพื้นที่ต่างๆ จึงได้ออกแบบให้มีจุดหมุนตรงกลางแผ่นตามแนวยาวและทำสกรูเกลียวปรับระยะมุม

สำหรับชุดโครงสร้างของแผ่นรับแสงจะทำเป็นร่องสำหรับสอดแผ่นเข้าหรือถอดออก เพื่อต้องการเปลี่ยนแผ่นที่ใช้ทำการทดลองซึ่งมีทั้งหมด สองแผ่น คือแผ่นติด Fins กับ Baffles และ ไม่ติด Fins กับ Baffles

ท่อลัดที่ทางออกจาก ชุดแผ่นรับความร้อนจะออกแบบให้มีช่องทางสู่เข้าหากันเหมือนรูปที่ 3.5 เหลี่ยมคางหมูจะช่วยให้การไหลไหลสะดวกยิ่งขึ้น ไม่ทำให้เกิดการอุดตันสามารถลดการสูญเสียความดันได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.5 ท่อลัดขนาดจากท่อเหลี่ยมเป็นท่อกลมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดुकกลืนความร้อนเป็นการไหลไม่มี fins แบบธรรมดา

ข้อมูลการทดลองมีดังนี้

- ความยาวแผ่นดุกกลืนความร้อน = 2.4 m
- ความกว้างของแผ่นดุกกลืนความร้อน = 1.2 m
- ช่องทางการไหลมีความสูงในการออกแบบ = 0.05 m
- อัตราการไหลในการทดลอง = 0.016903 kg/s
- อุณหภูมิทางเข้าอากาศในการทดลอง = 59.95 °c
- อุณหภูมิบรรยากาศในการทดลอง = 26.92 °c
- ปริมาณฟลักความร้อนที่ทำการทดลอง = 850 w/m²
- ค่าการส่งผ่านและการดุกกลืนของกระจก = 0.876
- ค่าการเปล่งรังสีคำนวณและด้านล่างพิจารณาให้เท่ากับ = 0.98

เพราะอุณหภูมิเย็บพ่นสีดำแล้วจะทำให้มีค่าสูง

- ไม่คิดการสูญเสียด้านข้าง
- สัมประสิทธิ์การสูญเสียด้านล่าง $U_b = (k_s/l_s) = 0.76 \text{ w/m}^2\text{-k}$
- สัมประสิทธิ์การสูญเสียด้านบน $U_t = 4.324671 \text{ w/m}^2\text{-k}$

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย $T_{f,m} = 77.278 \text{ }^{\circ}\text{c}$

$$\rho = 1.025358 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1.00394 \text{ kg/kg.k}$$

$$\mu = 209.0725 \times 10^{-7} \text{ N-S/m}^2$$

$$k = 30.869520 \times 10^{-3}$$

Solve หาเส้นผ่าศูนย์กลางไฮดรอลิก $D_c = 2 \times 1.2 \times 0.05 / (1.02 + 0.05) = 0.09 \text{ m}$

$$\text{และเมื่อ } L_t/D_c = 2.4/0.096 = 25$$

หาความเร็วเฉลี่ยจากโจทย์กำหนดคืออัตราการไหลเชิงมวลได้มาจากการทดลองจึงให้พิจารณาจาก

$$m = \rho AV, \quad A = \text{พื้นที่ช่องทางการไหล} = 1.2 \times 0.05 = 0.06 \text{ m}^2$$

จะได้

$$v = m / \rho A = 0.016903 / 1.025358 \times 0.06 = 0.27475 \text{ m/s}$$

หาค่าเรโนลด์ฟัมเมอร์

$$Re = \rho v D_c / \mu = 1.025358 \times 0.27475 \times 0.096 / 209.0725 \times 10^{-7} = 1293.562884$$

หรือคิดอีกกรณี

$$Re = 2 m / \mu (B+H) = 2 \times 0.016903 / 209.0725 \times 10^{-7} (1.25) = 1293.56084$$

$$m = \rho AV$$

$$= 1.025358 \times 0.06 \times 0.27475$$

$$= 0.01690 \text{ kg/s}$$

พิจารณาค่า $Nu = 0.0158 \times Re^{0.8}$ ให้สมบัติเป็นการไหลบนแผ่นราบเรียบจะได้

$$Nu = 0.0158 \times (1293.56084)^{0.8} = 4.87625$$

เมื่อพิจารณาให้สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านบนแผ่นเท่ากับสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านล่างแผ่นนั้นคือ

$$h_p = h_b = 4.87625 \times 30.86952 \times 10^{-3} / 0.096 = 1.5679969 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน

$$\begin{aligned} hr &= \sigma \times 4 \times (T_{f,m})^3 / (1 + 1/Eb - 1) \\ &= 5.67 \times 10^{-8} \times 4 \times (273 + 77.278)^3 / [1/0.98 + 1/0.98 - 1] = 9.747239431 \\ &= 9.365 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

พิจารณา $h_c = h_{r,p} + h_r \times h_{r,p} / (h_{r,p} + h_r)$

$$\begin{aligned} &= 1.5679969 + 9.365 \times 1.5679969 / (9.365 + 1.5679969) \\ &= 2.91 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

พิจารณาคำนวณหาตัวประกอบประสิทธิภาพของ collector

$$F' = [1 + 4.32467 + 0.76/2.91]^{-1} = 0.36399$$

จากสมการ

$$mC_p / U A_p; \quad U = U_i + U_b$$

$$0.016903 \times 1.00394 \times 1000 / [4.32467 + 0.76] \times 1.2 \times 2.4 = 1.158820 \quad \text{ค่าคงที่}$$

พิจารณาคำนวณหาตัวประกอบการเคลื่อนที่ความร้อนของ collector

$$\begin{aligned} F_R &= m' c_p / U A_p [1 - e^{-0.36399/1.158820}] \\ &= 0.3123679 \end{aligned}$$

ต่อมาพิจารณาคำนวณหาพลังงานความร้อน

$$\begin{aligned} q_u &= 0.3123679 \times 1.2 \times 2.4 \times [850 \times 0.876 - 5.084671(59.95 - 26.92)] \\ &= 518.7685 \text{ w} \end{aligned}$$

พิจารณาประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดกลืนความร้อน

$$\begin{aligned} \eta_i &= q_u / I_o A_p \\ &= 518.7685 / 850 \times 2.88 \\ &= 0.2119 \\ &= 21.19 \% \end{aligned}$$

พิจารณาคำนวณหาอุณหภูมิทางออกได้จากกฎข้อทรงมวลกฎข้อที่ 1

$$q_u = m' c_p \Delta T$$

$$518.7685 / 1000 = 0.016903 \times 1.00394 (T_{f,o} - 59.95)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $T_{r0} = 90.52 \text{ } ^\circ\text{C}$ ทางทฤษฎี

คำนวณหา Pressure drop จาก

$$f = 0.079 \times \text{Re}^{-0.25} = 0.079 \times (1293.56)^{-0.25} \\ = 0.01317287$$

$$\text{เมื่อ } \Delta P = 4f\rho L_1 v^2 / 2D_c \\ = 2 \times 0.014317287 \times 1.025358 \times 2.4 \times (0.27475)^2 / 0.096 \\ = 0.05098 \text{ N/m}^2$$

3.3 หลักการคำนวณแผ่นดुकกลืนความร้อนกับกรณีมี fins

เมื่อเรารวมครีปเข้าไปในระบบดุกกลืนความร้อน ตรงด้านข้าง ด้านล่างของแผ่นดุกกลืนความร้อน จะเกิดการถ่ายเทความร้อน ซึ่งตามหลักการนี้จะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น หลักการวิเคราะห์ความร้อนในครีป นั้น เราจะพิจารณาที่ความยาวครีป ความหนาครีป และระยะทาง ความกว้างจากจุดกึ่งกลางของครีปถึงอีกจุดกึ่งกลางของครีป ทำให้เราสามารถพิจารณาความร้อนได้ดังนี้

สูตรในการคำนวณ

$$SWdx = U_r Wdx (T_{pm} - T_a) + h_{fp} Wdx (T_{pm} - T_f) + 2h_r dx \phi_f h_{ff} (T_{pm} - T_f) + h_r Wdx (T_{pm} - T_{bm})$$

$$h_r Wdx (T_{pm} - T_{bm}) = h_{fb} Wdx (T_{bm} - T_f) + U_b Wdx (T_{bm} - T_a)$$

$$W/L_2 \text{ ทำ } C_p dT_f = h_{fp} Wdx (T_{pm} - T_f) + 2h_r dx \phi_f h_{ff} (T_{pm} - T_f) + h_{fb} Wdx (T_{bm} - T_f)$$

ตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญตั้งแต่สมการ 1-3 มีดังนี้

ϕ_f = ประสิทธิภาพของครีป

h_{ff} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างผิวครีปและอากาศร้อน

h_r = สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนสมมูล

จากสมการที่ 1 เมื่อเราเอาค่า Wdx ทหารตลอด

$$S = U_r (T_{pm} - T_a) + h_{fp} [1 + 2h_r \phi_f h_{ff} / Wh_{ff}] (T_{pm} - T_f) + h_r (T_{pm} - T_{bm})$$

$$1. \text{ เมื่อ } h_r (T_{pm} - T_{bm}) = h_{fb} (T_{bm} - T_f)$$

$$2. \text{ ดังนั้น } m C_p / L_2 dT_f / dx = h_{fp} [1 + 2L_r \phi_f h_{ff} / Wh_{fp}] (T_{pm} - T_f) + h_{fb} (T_{bm} - T_f)$$

$$3. \text{ เมื่อค่า } h_c \text{ มีค่าดังนี้}$$

$$= h_{fp} [1 + 2 L_r \phi_f h_{ff} / Wh_{fp}] + h_r h_{fb} / h_r + h_{fb}$$

และคำนวณหาค่าเชลนัมเบอร์

$$\text{Nu} = 0.023 \text{ Re}^{0.8} \text{ Pr}^{0.4}$$

เส้นผ่าศูนย์กลางไฮดรอลิก

$$de = 4(WL - \delta f L_c) / 2(W + L_c)$$

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานในการคำนวณหา Pressure drop เมื่อ

$$f = M \text{Re}^{-m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M = 0.040 \left[2.058 - \left\{ (L - L_f) / L_f \right\}^{0.313} \right] \text{ for } Re < 15000$$

$$= 0.033 \left[1.394 - \left\{ (L - L_f) / L_f \right\}^{0.408} \right] \text{ for } Re > 15000$$

$$m = 0.075 \left[3.40 - \left\{ (L - L_f) / L_f \right\}^{0.711} \right] \text{ for } Re < 15000$$

$$= 0.138 \left[1.435 - \left\{ (L - L_f) / L_f \right\}^{0.773} \right] \text{ for } Re > 15000$$

การคำนวณประสิทธิภาพความร้อนแผ่น Absorber กรณีไม่มี fins

กรณีลักษณะไหลด้านล่างแผ่น Absorber

การคำนวณหาพลังงานความร้อน

สำหรับแผ่น Absorber Plate

$$SL_2 dx = U_t L_2 dx (T_{p,m} - T_a) + h_{fp} L_2 dx (T_{p,m} - T_f) + \delta L_2 dx / (1/\epsilon_p + 1/\epsilon_b - 1) (T_{p,m} - T_{b,m})$$

สำหรับแผ่นด้านล่าง (for Bottom Plate)

$$\delta L_2 dx / [1/\epsilon_p + 1/\epsilon_b - 1] (T_{p,m} - T_{b,m}) = h_{fb} L_2 dx (T_{b,m} - T_f) + U_b L_2 dx (T_{b,m} - T_a)$$

สำหรับอากาศร้อน (For Air Stream)

$$m C_{pd} T_f = h_{fp} L_2 dx (T_{p,m} - T_f) + h_{fb} L_2 dx (T_{b,m} - T_f)$$

สัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณ

S = ฟลักความร้อนที่แผ่นดูดกลืนความร้อน

U_t = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบนซึ่งเป็นผลต่างอุณหภูมิระหว่าง $(T_{b,m} - T_a)$

H_{fb} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างด้านล่างดูดกลืนความร้อนกับความร้อน

ϵ_p = ค่าการเปล่งรังสีความร้อนที่ผิวของแผ่นดูดกลืนความร้อนด้านบน

ϵ_b = ค่าการเปล่งรังสีความร้อนที่ผิวของแผ่นดูดกลืนความร้อนด้านล่าง

เมื่อเราต้องการหาค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสมมูล สามารถพิจารณาได้ดังนี้

$$h_r (T_{p,m} - T_{b,m}) = \delta / [1/\epsilon_p + 1/\epsilon_b - 1] (T_{p,m}^4 - T_{b,m}^4)$$

3.4 การคำนวณกรณีแผ่นดูดกลืนความร้อนมี fins เป็นการไหลด้านล่าง

และพิจารณาจากการคำนวณของข้อที่แล้ว

ระยะห่างระหว่างครีบบนจากจุดกึ่งกลาง = 6 cm

ความสูงครีบบน = 3 cm

ความหนาครีบบน = 0.1 cm

เราสามารถที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศทางออก

2. ประสิทธิภาพความร้อนของแผ่น

3. ความดันลด

เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยที่ทำการทดลอง = 72.756 °C

เมื่ออุณหภูมิทางเข้าแผ่นดูดกลืน = 53.40 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เมื่ออุณหภูมิบรรยากาศ} = 22.250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1.020938 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1.004220 \text{ kg/kg.k}$$

$$\mu = 187.6853 \times 10^{-7} \text{ N.S/m}^2$$

$$k = 0.0296567 \text{ w/m.k}$$

$$V = 16.547579 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Pr} = 0.7061$$

$$m. = 0.01683 \text{ kg/s}$$

Solve หาเส้นผ่าศูนย์กลางไฮดรอลิกได้ดังนี้

$$D_c = 4(6 \times 3.1 - 3 \times 0.1) / 2(3 + 0.1)$$

$$= 11.806 \text{ m}$$

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (72.756 + 273)^3 \times 4 / [1/0.98 + 1/0.98 - 1] = 9.006 \text{ w/m}^2.\text{k}$$

หาความเร็วเฉลี่ยจากสมการความต่อเนื่อง

$$m' = \rho AV$$

$$V = m' / \rho A$$

$$= 0.01683 / 1.020938 \times 20 \times (18.3) \times 10^{-4}$$

$$= 0.450386 \text{ m/s}$$

เมื่อ 20 = จำนวนช่องทางของ fin

คำนวณหาค่าเรโนลด์นัมเบอร์จากสมการ

$$\text{Re} = Vd_c / \nu = 0.450386 \times 11.806 \times 10^{-2} / 16.547579 \times 10^{-6}$$

$$= 3213.314$$

นำไปหาค่านัมเบอร์เชลนัมเบอร์

$$N_u = 0.023 \times \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}^{0.4}$$

$$= 0.023 \times (3213.314)^{0.8} \times (0.7016)^{0.4}$$

$$= 12.789$$

พิจารณาสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเมื่อ

$$h_f = h_{ff} = h_b = N_u \times k / D_c$$

$$= 12.789 \times 0.0290 / 11.806 \times 10^{-2}$$

$$= 3.1414 \text{ w/m}^2.\text{k}$$

ต่อมาคำนวณหา

$$mL_r = [2h_f/k_f]^{1/2} \times L_r$$

เมื่อ k ของ fins เป็นอลูมิเนียม = 237 w/m.k

$$= [2 \times 3.1414 / 237 \times 0.1 \times 10^{-2}]^{1/2} \times 3 \times 10^{-2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.154463$$

$$\begin{aligned} \text{และ } \phi_r &= \tan h mL_r/mL_r \\ &= 0.1533/0.154463 \\ &= 0.99212 \end{aligned}$$

ต่อมาหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อน h_c

$$\begin{aligned} &= 3.1414[1+2 \times 3 \times 10^{-2} \times 0.99212 / (6 \times 10^{-2})] + [9 \times 3.1414 / 9 + 3.1414] \\ &= 8.58665 \text{ w/m}^2\text{-k} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F' &= [1+U/h_c]^{-1} \\ F' &= [1+5.08467/8.58665]^{-1} \\ &= 0.6281 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} mC_p/UA_p &= 0.01683 \times 1.004229 \times 1000 / 5.08467 \times 2.88 \\ &= 1.154183 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_R &= 1.1542 [1 - e^{-F' m C_p / U A_p}] \\ &= 1.1542 [1 - e^{-0.6281 / 1.1542}] \\ &= 0.621 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_R &= 1.1542 [1 - e^{-0.6281 / 1.1542}] \\ &= 0.621 \end{aligned}$$

คำนวณหาปริมาณความร้อนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} q_u &= F_R \times A_p [S \times \tau_{\text{gavg}} - U(T_{r,i} - T_a)] \\ &= 0.621 \times 1.2 \times 2.4 \times [850 \times 0.876 - 5.08167 \times (53.40 - 22.25)] \\ &= 1048.429 \text{ w} \end{aligned}$$

หาประสิทธิภาพพาความร้อนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \eta_i &= q_u / I_o A_p, \text{ เมื่อ } I_o = S = \text{ฟลักความร้อนนั่นเอง} \\ &= q_u / SA_p \\ &= 1048.429 / 850 \times 2.88 \\ &= 0.428 \\ &= 42.8 \% \end{aligned}$$

คำนวณหาอากาศทางออกจากแผ่นทางทฤษฎีได้ดังนี้

$$\begin{aligned} q_u &= mC_p \Delta T \\ 1048.429 / 1000 &= 0.01683 \times 1.004229 \times [T_{f,o} - 53.40] \\ T_{f,o} &= 115.43 \text{ } ^\circ\text{C} \\ M &= 0.040 [2.058 - (0.1/3)^{0.313}] \\ &= 0.068525 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่งเอกสารนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} m &= 0.075[3.4-(0.1/3)^{0.711}] \\ &= 0.24832 \end{aligned}$$

เมื่อตัวประกอบความเสียดทานมีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} f &= MRe^{-m} \\ &= 0.068525 \times (3213.314)^{-0.24832} \\ &= 0.00922576 \end{aligned}$$

คำนวณหา Pressure drop ที่แผ่น

$$\begin{aligned} \Delta P &= 4f\rho L_1 v^2 / D_c \\ &= 4 \times 0.00922576 \times 1.020938 \times 2.4 \times (0.450386)^2 / 2 \times 11.806 \times 10^{-2} \\ &= 0.07768 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

3.5 หลักการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดซับความร้อน

ข้อมูลต่างๆ ที่ทำการทดลองมีดังต่อไปนี้ซึ่งเราจะนำมาคำนวณเปรียบเทียบเพียงบางเงื่อนไขทดลองเท่านั้น เช่น เป็นการไหลด้านบนมี fins and baffle และ กระจก 1 แผ่น

$$\text{พื้นที่แผ่น } A_c = 1.2 \times 2.4 = 2.88 \text{ m}^2$$

$$\text{อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่น Absorber} = 74.518 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{อุณหภูมิทางเข้าของแผ่น } T_{f,in} \text{ คือ อุณหภูมิที่ปากทางเข้า ณ จุดที่ 1} = 55.710 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{อุณหภูมิบรรยากาศในกรณีทำการทดลองในห้องคืออุณหภูมิห้องทดลอง } T_a = 25.45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{อุณหภูมิก๊าซเฉลี่ย } T_{avg} = 69.344 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{ความเร็วที่ทดลอง } V = 2.1 \text{ m/s}$$

$$\text{อัตราการไหลเชิงมวล } m' = 0.16999 \text{ m/s}$$

$$\text{ความหนาแน่นเฉลี่ยของอากาศ } \rho = 1.031169 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศเฉลี่ย } C_p = 1.004407 \text{ kg/kg.k}$$

$$\text{เมื่อแผ่นดูดซับความร้อนเป็นแผ่นอนุกรมนิยมพ่นสีกังนั้นค่า } \alpha_p = \epsilon_p = 0.98$$

$$\text{ค่าสภาพการส่งผ่านของฝาครอบกระจก } \tau_g = 0.876$$

$$\alpha_p = \text{ค่าดูดกลืนความร้อน}$$

$$\epsilon_p = \text{ค่าการเปล่งรังสีความร้อน}$$

Solve หาประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นได้ดังนี้

$$\eta = Q_u / A_c I_o = F_R [\alpha_p \tau_g U_b (T_{f,i} - T_a) / I_o]$$

$$F_R = (m c_p / A_c U_b) \{ 1 - \exp[-(U_b F' A_c / m C_p)] \}$$

$$U_b = k_s / l_s = 0.038 / 0.05 = 0.76 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

$$h_w = 5.7 + 3.8 (2.1)$$

$$= 13.68 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออุณหภูมิต่างๆ ต้องเป็นองศาเคลวิน

$$T_{p,m} = (74.518+273) = 347.518$$

$$T_a = (24.65+273) = 297.65$$

$$T_{avg} = (69.344+273) = 342.344$$

ต่อมากำหนดหาค่า U_i

$$U_i = [2 \times (347.518 - 520) / [(347.518 / 297.65) / [2 + (1 + 0.089 \times 13.68 - 0.1166 \times 0.98) \\ (1 + 0.07866 \times 2)]]]^{0.43/0.71229} + 1/13.68]^{-1} + [5.67 \times 10^{-8} (645.168)(347.518 + 297.65)] \dots \\ \dots / [(0.98 + 2 \times 0.00591 \times 13.68)^{-1} + (4 + (1 + 0.089 \times 13.68 - 0.1166 \times 13.68 \times 0.98) \times \dots \\ + \dots (1 + 0.07866 \times 2) - 1 + 0.133 \times 0.98) / 0.94 - 2]$$

จะได้

$$U_i = [(-344.964) / (1.16754 / 2.7573)^{0.43/0.7122} + 0.0731]^{-1} + 7.65687 / \\ [0.875888 + 4.135759 - 2]$$

$$U_i = -0.002228446 + 2.542395$$

$$U_i = 2.540$$

ต่อมากำหนดหาเรโนลด์ส์นัมเบอร์และพิจารณาสูตรนัทเชิลด์นัมเบอร์ได้ดังต่อไปนี้

$$D_o = 4 \times H \times B / 2(B + H) \\ = 2 \times (1.2 \times 0.05) / (1.2 + 0.05) \\ = 0.096 \text{ m}$$

$$N_u = hD_o/k = 0.0158 R_o^{0.8}$$

$$\text{หา } R_o = 2m/\mu(B+H) = 2 \times 0.016999 / 204.58 \times 10^{-7} (1.25) \\ = 1329.43364$$

จะสามารถหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อนได้ดังนี้

$$hD_o/k = 0.0158 R_o^{0.8} \\ h = 0.0158 \times (1329.43364)^{0.8} \times 0.038 / (0.096) \\ = 1.97288 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

$$\text{เมื่อ } h = h_1 = h_2$$

ต่อมากำหนดหาสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี h_r

$$h_r = 4 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (342.344)^3 / [1/0.98 + 1/0.94 - 1] \\ = 8.392 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

ปริมาณมิติ ϕ หาได้ดังนี้

$$\phi = 1 + (A_f/A_c)\eta_f + (A_b/A_c)\eta_b$$

ปริมาณของ m^{-1} คือ

$$M = [2h_r/kt]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= [2 \times 1.97288 / (29.4335 \times 10^{-3} \times 0.001)]^{1/2}$$

$$M = 366.1376408 \quad \text{m}^{-1}$$

เมื่อ

$$\eta_r = \tan h Mw_2 / Mw_2$$

$$w_2 = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$$

ดังนั้น

$$\eta_r = \tan h (366.1376) / (366.1376 \times 0.03)$$

$$= 0.99999 / 10.984$$

$$= 0.09104$$

$$= 9.10 \%$$

ต่อมาหาประสิทธิภาพของ Baffles

$$\eta_b = 26.361 (w/D_{c,f})^{-0.454} (L/l)^{-0.634}$$

เมื่อ

$$D_{c,f} = 2H / (1 + 0.05 / 0.06)$$

$$= 0.054545 \text{ m}$$

$$\eta_b = 26.361 (0.03 / 0.054595)^{-0.454} \times (2.4 / 0.24)^{-0.634}$$

$$= 34.58 \times 0.05395$$

$$= 1.865$$

ต่อมาหาพื้นที่ fins และ พื้นที่ Baffles, A_r , A_b

$$A_r = (0.03 \times 2.3) \times 19 = 1.311 \text{ m}^2$$

$$A_b = (380)(0.03)^2 = 0.342 \text{ m}^2$$

$$\phi = 1 + (A_r/A_c) \eta_r + (A_b/A_c) \eta_b$$

$$= 1 + (1.311 / 2.88) 0.09104 + (0.342 / 2.88) \times 1.865$$

$$= 1.2629$$

$$U_L = [(U_b + U)(h_1 h_2 \phi + h_1 h_r + h_2 \phi h) + U_b U + (h_1 + h_2 \phi)] / [h_1 h_r + h_2 \phi U_i + h_2 \phi h_r + h_1 h_2 \phi]$$

เมื่อ $h_1 = h_2 = h$

$$\begin{aligned} U_L &= [(0.76 + 2.540)(1.97288 \times 1.97288 \times 1.2629 + 1.97288 \times 8.3927 + 1.97288 \times 1.2629 \times 8.39) + \dots \\ &+ \dots 0.76 \times 2.54(1.97289 + 1.97288 \times 1.2629)] / [1.97288 \times 8.3927 + 1.97288 \times 1.2629 \times 2.54 + \dots \\ &+ \dots 1.97288 \times 1.2629 \times 8.3927 + (1.97288)^2 \times 1.2629] \\ &= 3.048 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

หาประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิผิวเฉลี่ยของแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}\eta &= \tau_g^2 \alpha_p - U_L (T_{p,m} - T_a) / I_0 \\ &= (0.876)^2 \times 0.98 - 3.098(74.518 - 24.65) / (850) \\ &= 57.02 \%\end{aligned}$$

3.6 หลักการคำนวณหาประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นดูดกลืนความร้อนชนิดแผ่นเรียบไหลด้านบนไม่มี film ประกอบด้วยกระจก 1 แผ่น

ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองมีดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น Absorber Plate = 67.960 °c
- อุณหภูมิอากาศทางเข้าคืออุณหภูมิ T_1 ที่ปากทางเข้าของแผ่น $T_1 = T_{in} = 66.570$ °c
- อุณหภูมิบรรยากาศ $T_a = 26.8$ °c
- อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย $T_{avg} = 77.934$ °c
- ความเร็วเฉลี่ย $V = 2.1$ m/s
- อัตราการไหลเชิงมวล $m' = 0.01658$ kg/s
- ความหนาแน่นอากาศเฉลี่ย $\rho = 1.005781$ kg/m³
- ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ $C_p = 1.004364$ kg/kg.k

Solve

ประสิทธิภาพความร้อนของแผ่นคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$\eta = Q_u / A_c I_0 = F_R [\infty \tau_g^2 - U_L (T_{p,m} - T_a) / I_0]$$

หาเส้นผ่าศูนย์กลางไฮดรอลิกมีค่าดังนี้

$$\begin{aligned}D_c &= 4 HB / 2(B+H) \\ &= (2 \times 0.05 \times 1.2) / (1.2 + 0.05) \\ &= 0.096 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Re &= D_c v \rho / \mu = 2m / \mu(B+H) = (2 \times 0.01658) / (208.61 \times 10^{-7} \times 1.25) \\ &= 1271.66\end{aligned}$$

คำนวณหาสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน h_r ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}h_r &= 4\sigma T_{fp}^3 [(1/\epsilon_p) + (1/\epsilon_g) - 1] \\ &= 4 \times 5.67 \times 10^{-8} (350.934)^3 [1/0.98 + 1/0.94 - 1] \\ &= 10.6278 \text{ w/m}^2.k\end{aligned}$$

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ไหลด้านบนของกระจกฝาครอบระบบ

$$\begin{aligned}h_w &= 5.7 + 3.8 V \\ &= 5.7 + 3.8 (2.1) \\ &= 13.68 \text{ w/m}^2.k\end{aligned}$$

$$U_b = k_g / l_g = 0.038 / 0.05 = 0.76$$

$$Nu = hD_c/k = 0.0158 Re^{0.8}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } h &= 0.0158 \times (1271.66)^{0.8} \times 30.071 \times 10^{-3} / 0.096 \\ &= 1.5067 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

เมื่อ $h=h_1=h_2$

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียด้านบน U_i

$$\begin{aligned} U_i &= [2 \times (T_{p,m}/520) / [(T_{p,m}-T_a)/2 + (1+0.089h_w-0.1166h_w \epsilon_p) \\ &\quad (1+0.07866 \times 2)]^{0.43/(1-100/T_{p,m})} + 1/h_w]^{-1} + [5.67 \times 10^{-8} \times \\ &\quad (T_{p,m}+T_a)(T_{p,m}^2+T_a)] / [(\epsilon_p+2 \times 0.00591h_w)^{-1} + (4+(1+ \\ &\quad 0.0089h_w-0.1166h_w \epsilon_p)(1+0.07866 \times 2)^{-1} + 0.133 \epsilon_p) \epsilon_g - 2] \end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} U_i &= [2 \times (340.96/520) / [(340.96-299.8)/2 + (1+0.089 \times 13.68 \\ &\quad - 0.1166 \times 13.68 \times 0.98) (1+0.0786 \times 2)]^{0.43 \times 0.666} + 0.073]^{-1} \\ &\quad + [5.67 \times 10^{-8} (340.96+299.8)(340.96+299.8)] / [(0.98+2 \\ &\quad \times 0.0059 \times 13.68)^{-1} + (4+(1+0.089 \times 13.68+0.1166 \times 13.68 \\ &\quad \times 0.98)(1+0.07866 \times 2)^{-1} + 0.133 \times 0.98) / 0.94 - 2] \\ &= 3.962347 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียทั้งหมดและค่าประกอบประสิทธิภาพความร้อนของ Solar air heater

$$U_L = [(U_b+U_i)(h^2+2hh_f)+2U_bU_i+h] / (2hh_f+hU_i+h_2)$$

แทนค่าในสูตรจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} U_L &= [(0.76+3.96)(1.5067+2 \times 1.5067 \times 10.6278)+2 \times 0.76 \times 3.96 \\ &\quad \times 1.5067] / (2 \times 1.5067 \times 10.6278+1.5067 \times 3.96+1.5067) \\ &= 170.946/40.2624 \\ &= 4.245 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k} \end{aligned}$$

$$F' = (2hh_f+hU_i+h^2) / [(U_i+h_f+h)(U_b+h_f+h)-h^2]$$

แทนค่าในสูตรจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} F' &= (2 \times 1.5067 \times 10.6278+1.5067 \times 3.96+1.5067) / [3.96+10.6278 \\ &\quad +1.5067)(0.76+10.6278+1.5067)-10.6278] \\ &= 40.25971741/94.58 \\ &= 0.42567 \end{aligned}$$

คำนวณหาค่าตัวประกอบการเคลื่อนที่ของอากาศร้อน ดังสูตรต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_R = (mC_p/U_L) [1 - \exp[-(U_L F' A_c / mC_p)]]$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} mC_p/A_c U_L &= (0.01658 \times 1.004345) / (2.88 \times 4.245) \\ &= 0.001362 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_L F' A_c &= 4.245 \times 0.042567 \times 2.88 \\ &= 5.2041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} mC_p &= (0.01658 \times 1.004345) \\ &= 0.016652 \end{aligned}$$

นำแทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} F_R &= 0.001362 [1 - \exp[-5.2041/0.016652]] \\ &= 0.0013025 \end{aligned}$$

นำมาแทนค่าในสูตรเพื่อหาประสิทธิภาพความร้อนของแผ่น

$$\begin{aligned} \eta &= Q_u/A_c I_o = F_R [\alpha \tau_g^2 - U_L (T_{fi} - T_o)] / I_o \\ &= 0.0013025 \times [0.98 \times 0.876 - 4.245(66.57 - 26.8)] / (850/1000) \\ &= 0.0013025 \times (0.5534124212) \\ &= 72\% \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพความร้อนของแผ่น Absorber Plate ที่คำนวณนำมาทำกราฟที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลเชิงมวลในระบบเราจะพิจารณาสมการดังนี้

$$\eta = (mC_p/A_c I_o) (T_{fo} - T_{fi})$$

Example ข้อมูลจากการทดลองเป็นชนิดแผ่นเรียบไหลด้านบนไม่มี fins ประกอบ ด้วยกระจก 1 แผ่น มีข้อมูลดังนี้

$$m = 0.01658 \text{ kg/s}$$

$$C_p = 1.004345 \text{ kg/kg.k}$$

$$A_c = 1.2 \times 2.4 = 2.88 \text{ m}^2$$

$$I_o = 850 \text{ w/m}^2$$

$$T_{fo} = 77.934 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{fi} = 26.8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \eta &= 0.01658 \times 1.004345 \times 1000 \times (77.934 - 26.8) / (2.88 \times 850) \\ &= 34.78 \end{aligned}$$

แล้วนำไปเปรียบเทียบกับทุกอัตราการไหลที่คำนวณมาได้จะกราฟออกมาให้เราพิจารณาถึงค่าที่เหมาะสมที่สุด

3.7 กำหนดขนาดของ Blower

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหาเสดสูญเสียนในท่อตรงคำนวณจากสมการ Darcy-Weisbach

$$h_{loss,f} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

f = ตัวประกอบความเสียดทาน

$$\text{พิจารณา } Re = \frac{\rho_a V_{in} D}{\mu} = 189416.5$$

$$\text{สำหรับท่อรีด } \varepsilon = 0.0015 \text{ mm } \left(\frac{\varepsilon}{D} = 0.000015 \right)$$

หาค่า f จาก Moody diagram = 0.027

$$\text{แทนค่า } h_{loss,f} = 8.561 \text{ m}$$

2. การหาเสดสูญเสียนในท่อตรง(เหล็กกล้า)

$$\text{พิจารณา } Re = \frac{\rho V D}{\mu} = 189416.5$$

$$\text{สำหรับท่อเหล็กกล้า } \varepsilon = 0.046 \left(\frac{\varepsilon}{D} = 0.00046 \right)$$

หาค่า f จาก Moody diagram = 0.0275

$$\text{แทนค่า } h_{loss,f} = 2.906 \text{ m}$$

3. การหาเสดสูญเสียนในท่อตรง(PVC)

$$\text{พิจารณา } Re = \frac{\rho V D}{\mu} = 78237.25$$

$$\text{สำหรับท่อเหล็กกล้า } \varepsilon = 0 \text{ สำหรับท่อ } \left(\frac{\varepsilon}{D} = 0 \right) \text{ และพิจารณาช่วงของ } 3000 < Re <$$

10^5

$$\text{หาค่า } f \text{ จาก } f = \frac{0.316}{Re^{1/4}} = 0.0188$$

$$\text{แทนค่า } h_{loss,f} = 0.56 \text{ m} * 2 = 1.135 \text{ m}$$

4. การหาเสดสูญเสียนย่อยต่างๆ เช่น ข้องอ, วาล์ว

$$h_{loss,m} = K \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

- เสดสูญเสียนจากข้องอ 90° $K = 0.3$

$$\text{แทนค่า } h_{loss,m} = 15.85 \text{ m} * 2 = 31.7 \text{ m}$$

- เสดสูญเสียนจากท่อสามทาง $K = 1$

$$\text{แทนค่า } h_{loss,m} = 52.84 \text{ m}$$

- เสดสูญเสียนจากข้อลด ค่า K ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดของการไหล

$$A_2 / A_1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_2/A_1 = 0.7 \text{ จะได้ค่า } K = 0.12$$

$$\text{แทนค่า } h_{loss,m} = 6.34 \text{ m}$$

- เสดสูญเสียดังกล่าวปีกผีเสื้อ (Butterfly valve) ค่า $K = 5.1$

$$\text{แทนค่า } h_{loss,m} = 269.514 \text{ m}$$

∴ เสดสูญเสยรวมของระบบท่อทั้งหมด

$$h_{total} = 269.514 + 6.34 + 52.84 + 31.7 + 1.135 + 2.906 + 8.561 = 372.99 \text{ m}$$

$$\text{คิดเป็นความดันสูญเสย } \Delta P = \rho_a g h_{total} = 4304.3 \text{ N/m}^2$$

คิดเป็นกำลังไฟฟ้าของ Blower ที่ใช้ในงานวิจัย

$$\text{Power, } P = Q \cdot \Delta P = 1088.7 \text{ watt}$$

เลือกใช้ขนาดของ Blower 2 hp

3.8 การออกแบบหาขนาดของเสา (ชั้นวางยางพารา)

เสารับแรงในแนวแกน = มวลคาน + มวลยางพารา

$$= 518.55 \text{ N}$$

$$E \text{ (stainless steel 304)} = 193000 \text{ N/mm}^2$$

∴ เลือกขนาดของเสา $d_o = 4.2 \text{ cm}$, $d_i = 3.6 \text{ cm}$

$$\text{ค่าความเพรีย } \frac{Le}{K}$$

$$Le = \text{ความยาวของเสาสมมูล}$$

$$K = \sqrt{\frac{d_o^2 + d_i^2}{16}} = 13.829$$

ออกแบบปลายยึดแน่น 2 ข้าง (cc: clamped)

$$Le = L/2 = 615 \text{ mm}$$

$$\frac{Le}{K} \leq 115$$

$$\text{จากสูตร } F_d = \frac{\sigma_y A}{N} \left[1 - \frac{\sigma_y \left(\frac{Le}{K} \right)^2}{4\pi^2 E} \right] = 23999.05 \text{ N}$$

$$F_d \geq F \text{ (ที่ใช้งาน) ดังนั้นสามารถรับโหลดได้}$$

3.9 หากำลังที่ขั้วชุดชั้นวางยางพารา

น้ำหนักของชุดชั้นวางยางพารา = น้ำหนักคาน + น้ำหนักเสา + น้ำหนักยางพารา

$$\text{น้ำหนักคาน} = \rho_s A_s L = 4.86 \text{ kg}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{น้ำหนักเสา} = \rho AL =$$

$$\text{น้ำหนักยาง} = 40 \cdot 1.2 = 48 \text{ kg}$$

$$\text{น้ำหนักรวมทั้งหมด} = 553 \text{ N}$$

พิจารณาแรงบิดที่เกิดจากแรงต้าน

$$T = F \cdot r$$

$$= 553 \cdot 0.5 = 276.309 \text{ N.m}$$

$$\text{หาขนาดของมอเตอร์} \quad W = 2\pi NT$$

$$\text{กำหนดให้ } N = 30 \text{ rpm}$$

$$\therefore W = 578.12 \text{ วัตต์}$$

$$\equiv 0.77 \text{ hp}$$

เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 hp

3.10 หาอายุการใช้งานของแบร้ง

แรงสมมูลหมายถึง แรงในแนวนอนซึ่งทำให้แรงกระทำต่อโรตลิ่งแบร้ง โดยที่วงแหวนในหมุน และวงนอกอยู่หนึ่งแล้วจะทำให้แบร้งมีอายุการใช้งานเท่ากับอายุใช้งานของแบร้งที่รับแรงจริง

$$P = XVFr + YFa$$

P = แรงสมมูล

Fr = แรงในแนวนอน

Fa = แรงในแนวแกนหรือแรงรุน

V = ตัวประกอบหมุน = 1 (วงในหมุน) , 1.2 (วงนอกหมุน)

X = ตัวประกอบแรงในแนวนอน

Y = ตัวประกอบแรงรุน

ทำการเลือกแบร้ง (Single – row deep-groove) สามารถรับแรงในแนวแกนและรับแรงในแนวนอน

$$Fa = \text{น้ำหนักยางพารา} + \text{น้ำหนักเสา} + \text{น้ำหนักคาน}$$

$$= 553 \text{ N}$$

$$Fr = \text{แรงที่มอเตอร์กระทำกับเพลลา} = 470.88 \text{ N}$$

เลือกขนาดครุสวม 45 mm และความเร็ว 30 rpm

$$\text{จะได้ } Co = 9.61 \text{ kN}, C = 16.82 \text{ kN}$$

$$V = 1, i = 1$$

$$\frac{iFa}{Co} = 0.0575$$

$$\therefore \frac{Fa}{VFr} \geq e$$

$$\text{จะได้ } X = 0.56, Y = 1.7$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $P = 1110.176 \text{ N}$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{N_s P} \right)^K$$

แรงเรียบสม่ำเสมอ $N_s = 1$,

กำหนดให้ สำหรับบอลเบริง $K_b = 3$

$$\begin{aligned} \therefore L_{10} &= 3479.43 \text{ mr} \\ &= 6.958 * 10^9 \text{ hr} \end{aligned}$$

3.11 ปริมาณความร้อนของขดลวดหาจากสมการ

$$Q = \dot{m} C_{p,air} (T_2 - T_1)$$

$$\text{จากสมการ } P_{atm} v = RT, \rho_a = \frac{1}{v}$$

$$v = (0.287 * 300) / 101.3 = 0.849 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\rho_a = 1 / 0.849 = 1.1765 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\text{อัตราการไหล } \dot{m} = \rho_a A V_{in}$$

$$\therefore Q = 12.4 \text{ KW}$$

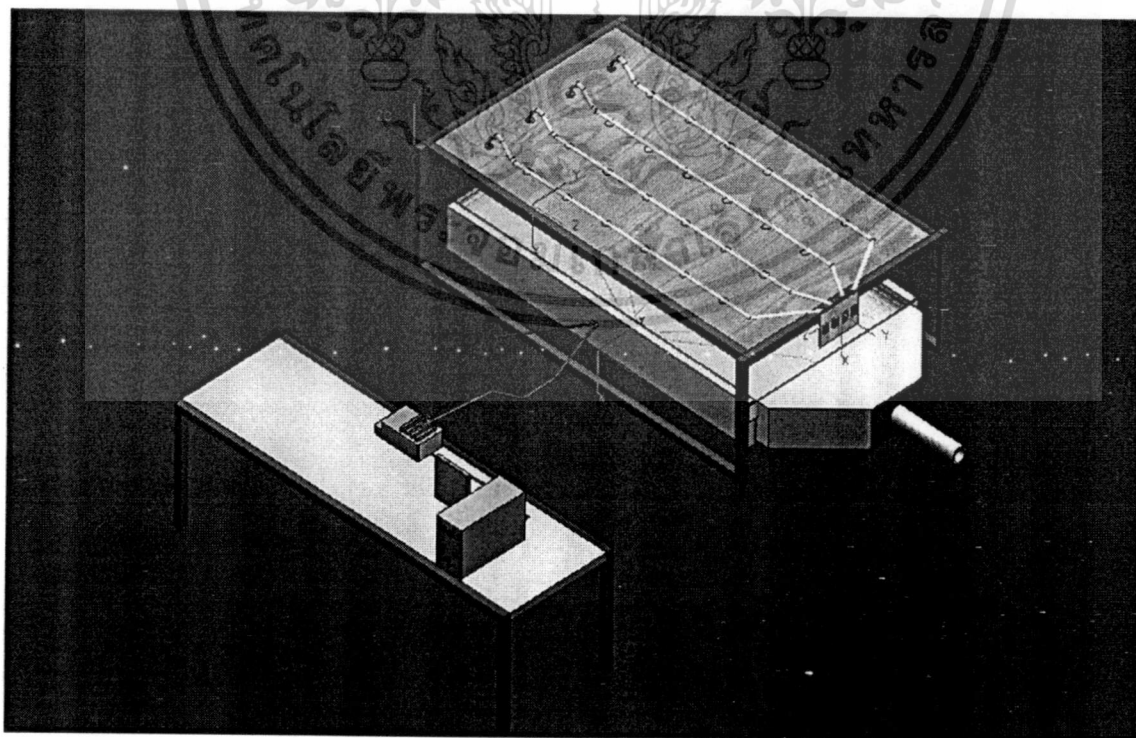


บทที่ 4

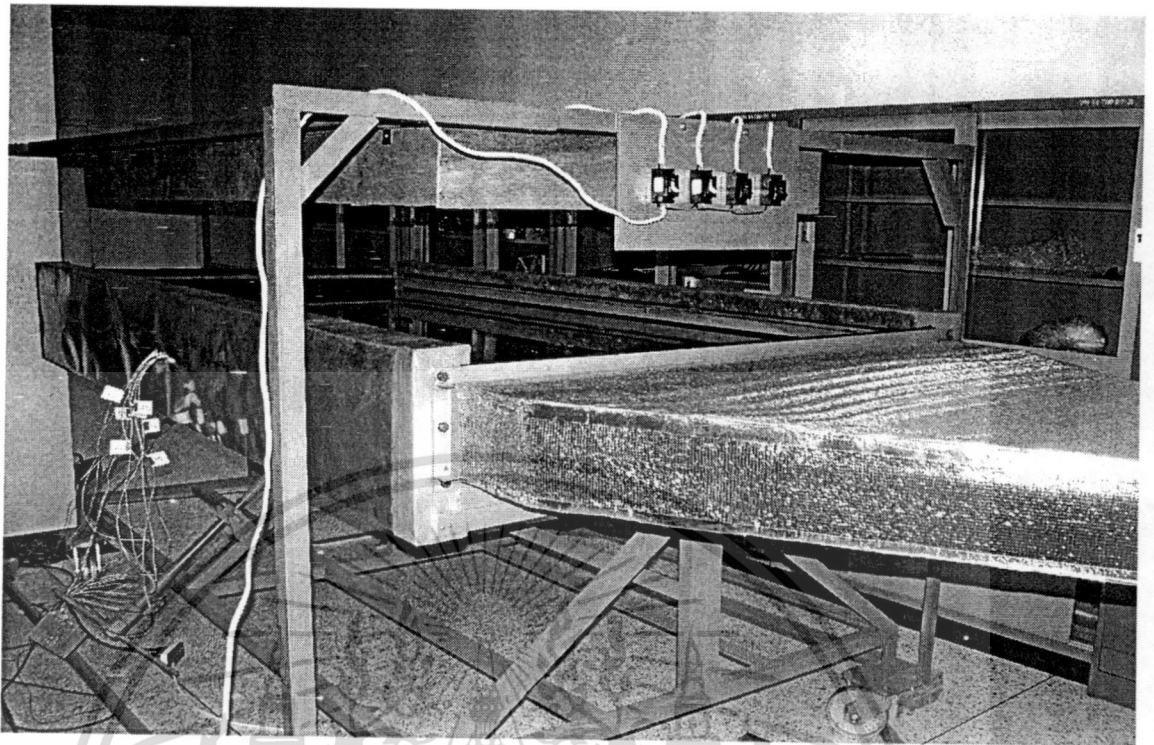
อุปกรณ์การทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ solar collector

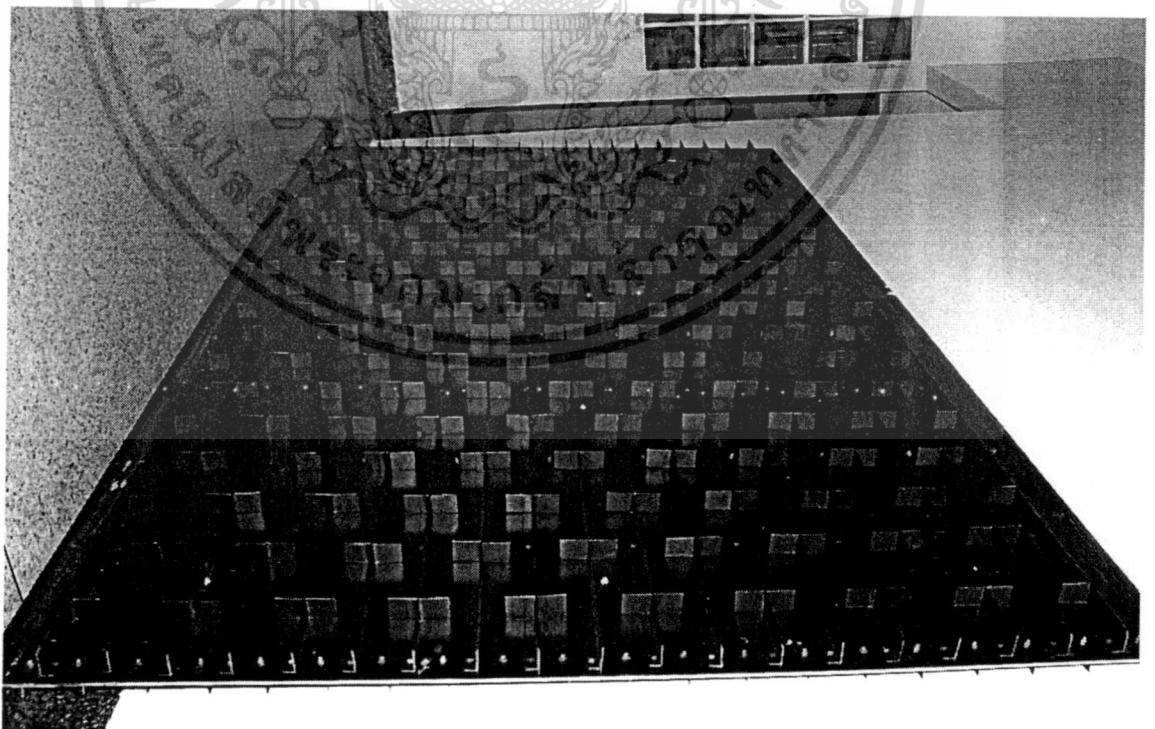
- 1) Thermocouple Type J
- 2) Blower 2 hp
- 3) Anemometer
- 4) Pyranometer
- 5) ADAM 5000
- 6) manormeter
- 7) Computer
- 8) ชุด solar collector
- 9) หลอดไฟ 200 watt 28 หลอด
- 10) ท่อลมร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อจุดประสงค์เฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.1 รูปชุดการทดลอง Solar Collector
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ชุด Solar collector

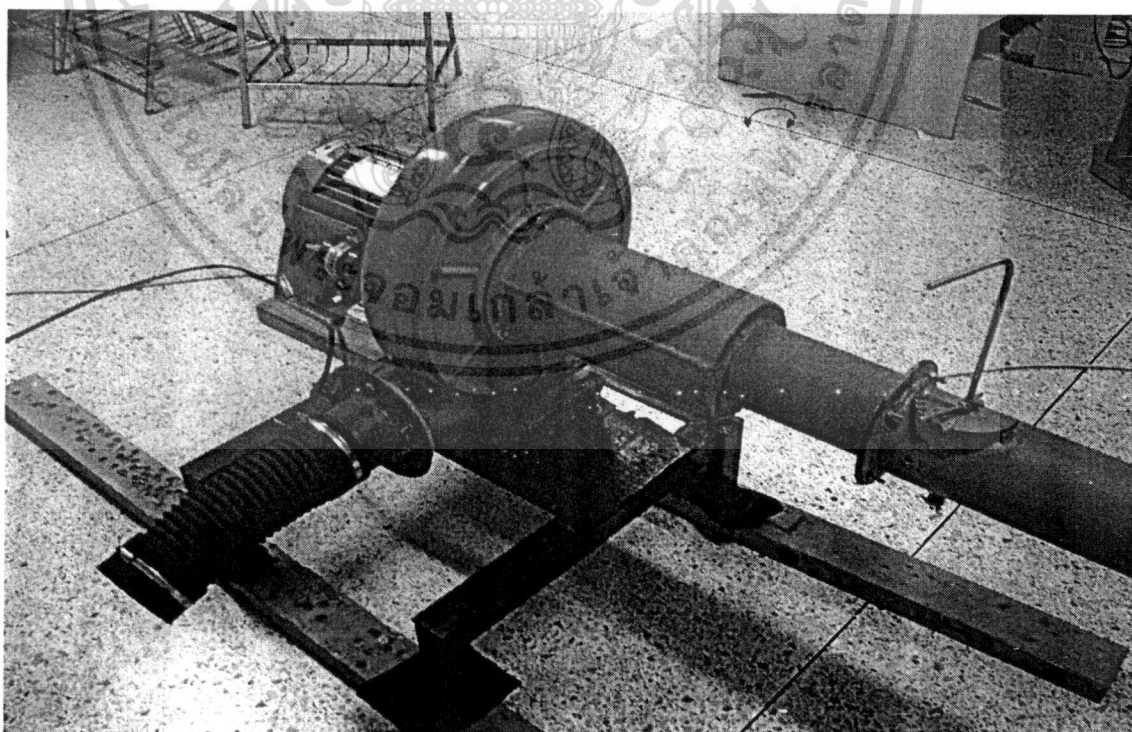


รูปที่ 4.3 แผ่นรับความร้อนที่ติด Fin และ Baffle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

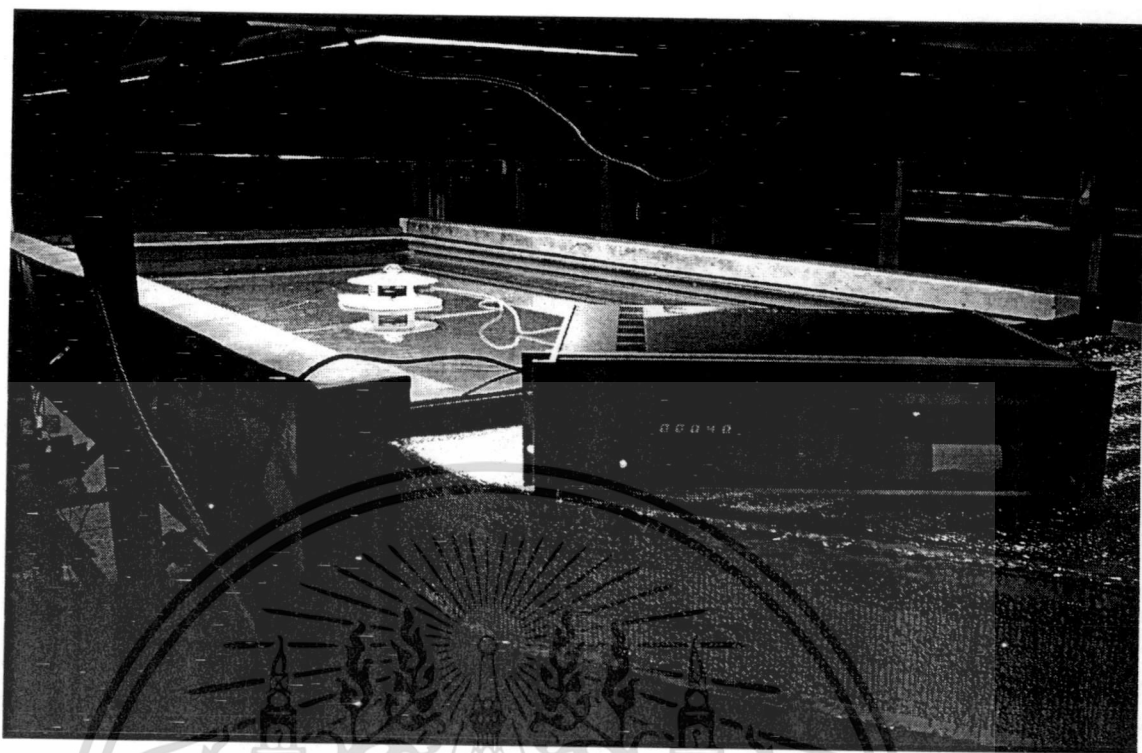


รูปที่ 4.4 แผ่นรับความร้อนที่ไม่ติด fins และ baffles

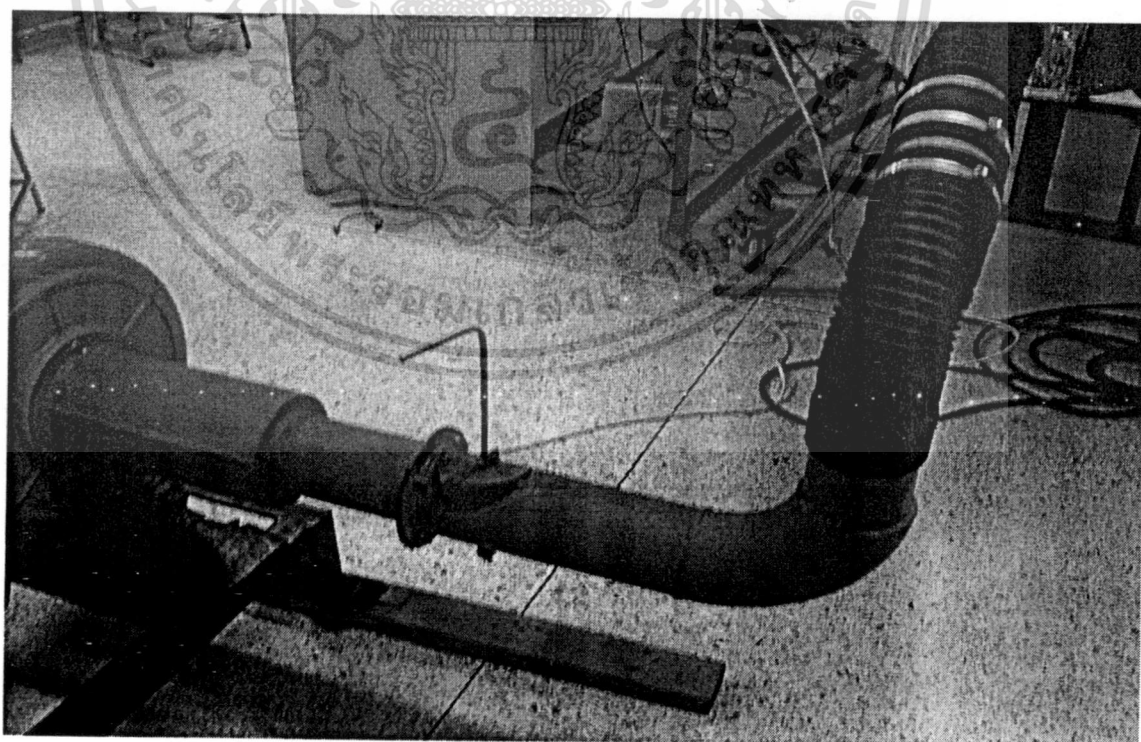


รูปที่ 4.5 Blower และวาล์วปีกผีเสื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

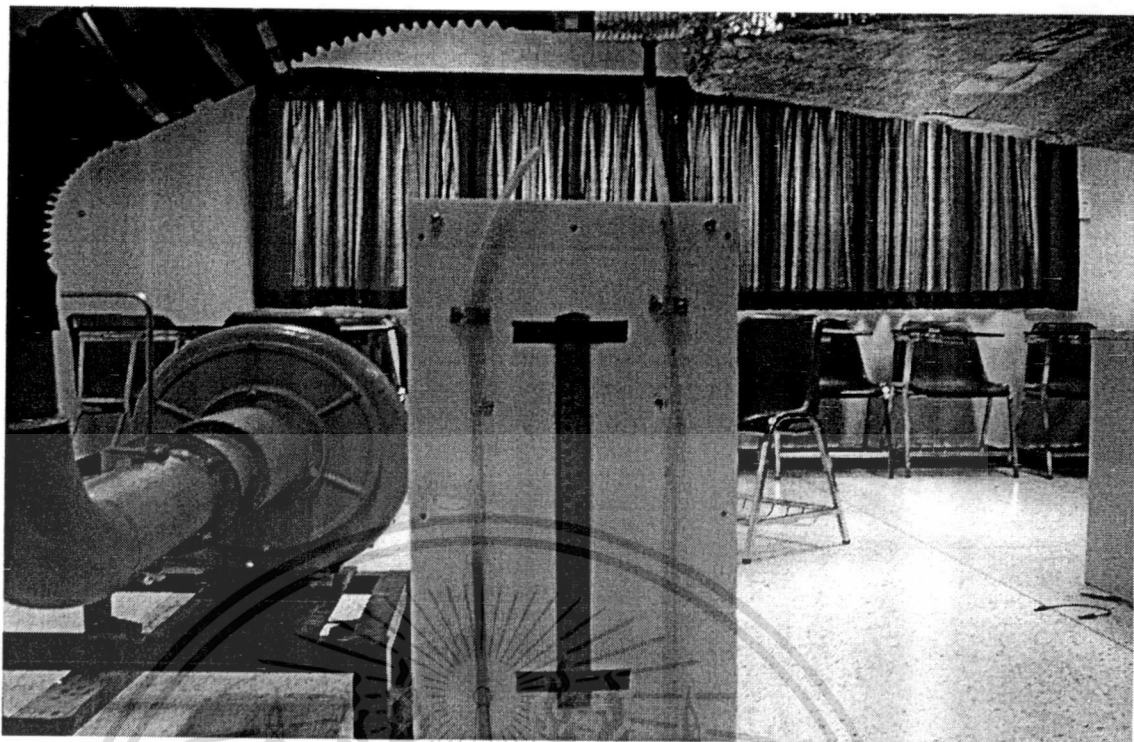


รูปที่ 4.6 Pyranometer

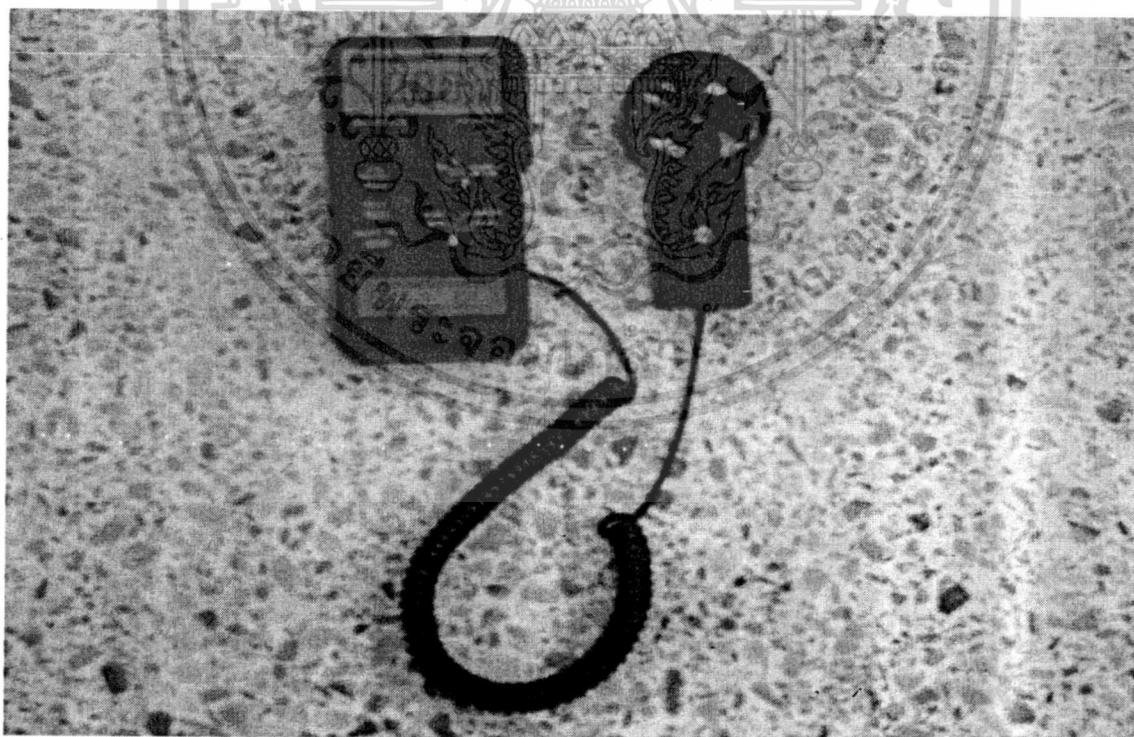


รูปที่ 4.7 ชุดท่อลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

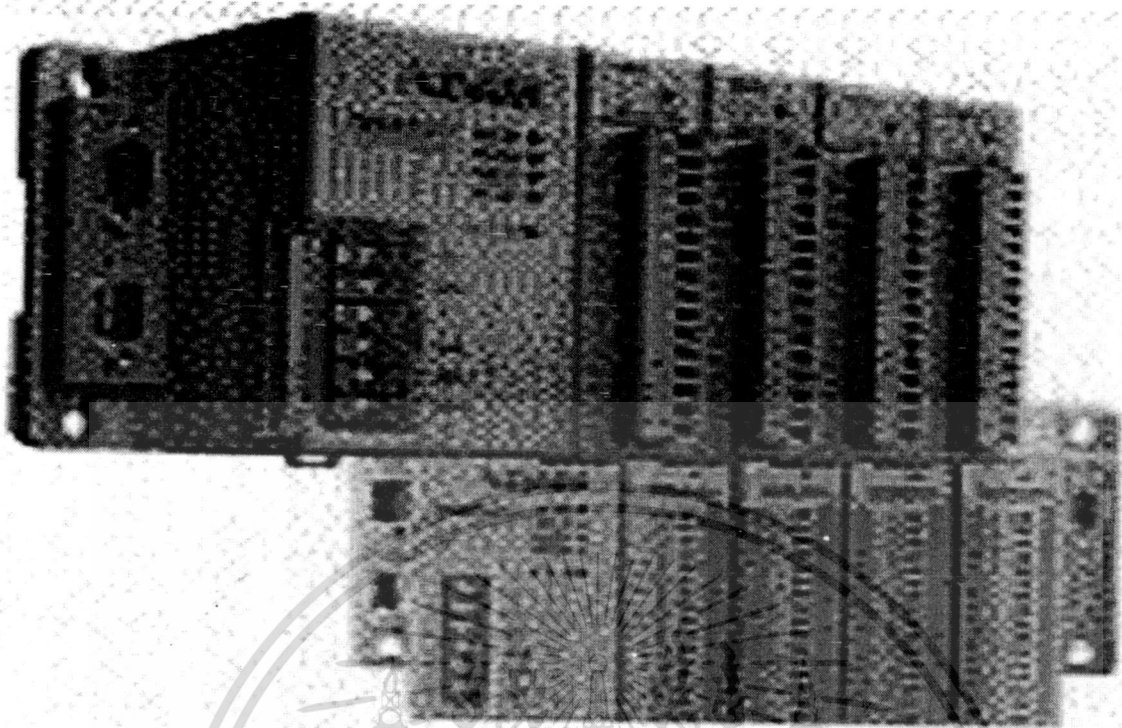


รูปที่ 4.8 มานอมิเตอร์วัดความดันแตกต่าง



รูปที่ 4.9 Anemometer สำหรับวัดความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

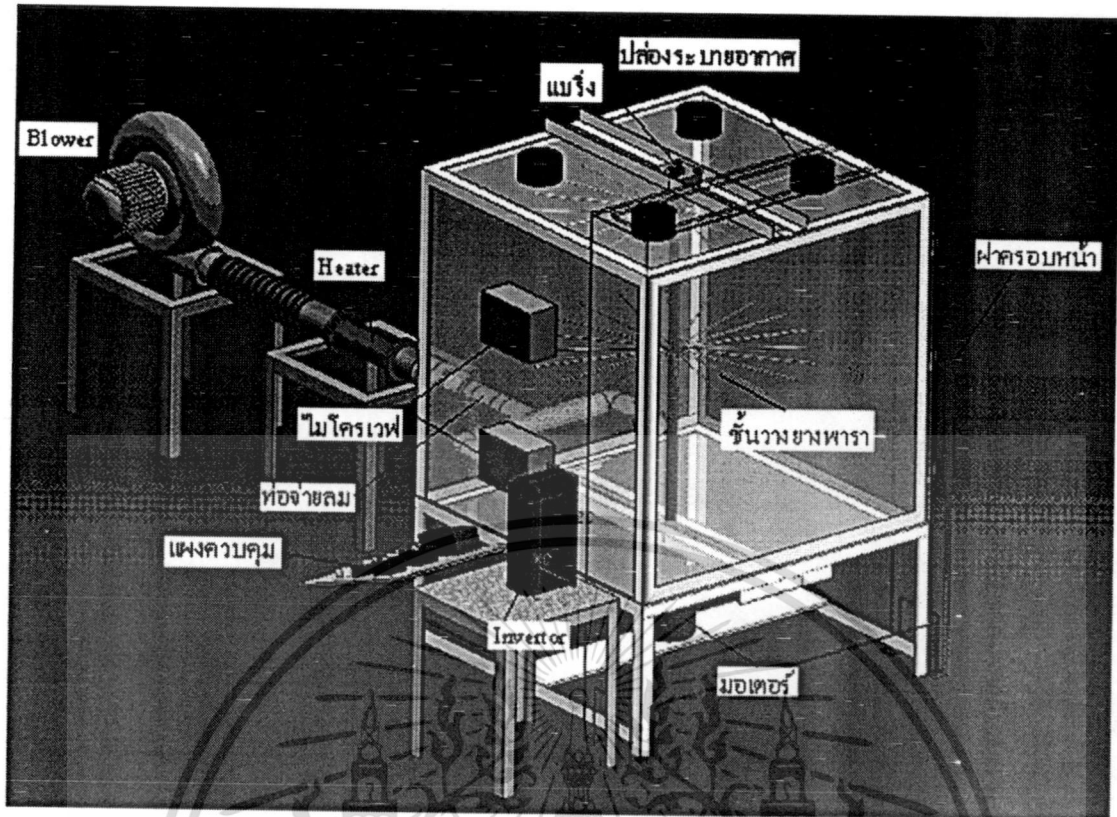


รูปที่ 4.10 ADAM 5000 ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์

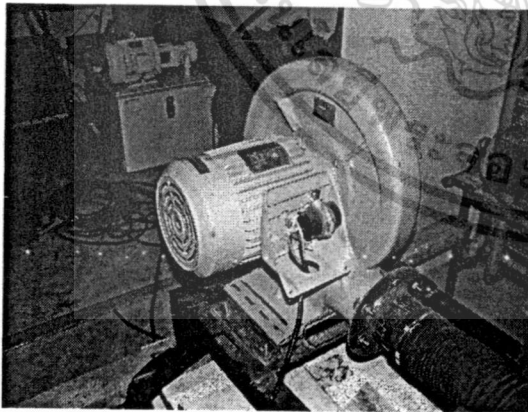
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอย่างพารา ด้วยลมร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ

- 1). มอเตอร์ ขนาด 1 hp
- 2). Blower 2 hp
- 3). Heater 15 KW 3 phase
- 4). Thermocouple RTD type J
- 5). Inverter รุ่น ACS 550-01 Drives (0.75 – 90kW)
- 6). ไมโครเวฟ 2450 MHz 2 เครื่อง
- 7). Watt hour meter 2450 MHz
- 8). เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 9). ชุดควบคุมอุณหภูมิ
- 10). เครื่องวัดคลื่นไมโครเวฟ
- 11). กิ่งก้านขายสูง
- 12). เครื่องทดสอบแรงดึง
- 13). นาฬิกาจับเวลา

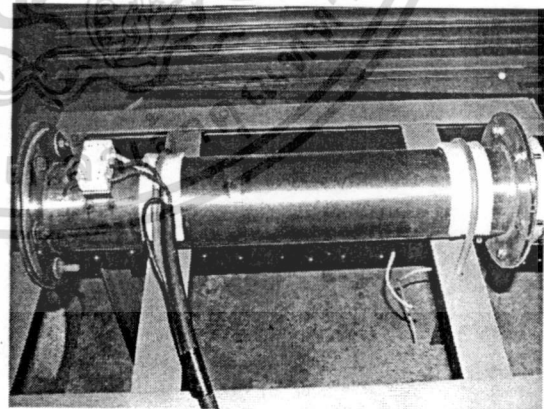
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดง โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

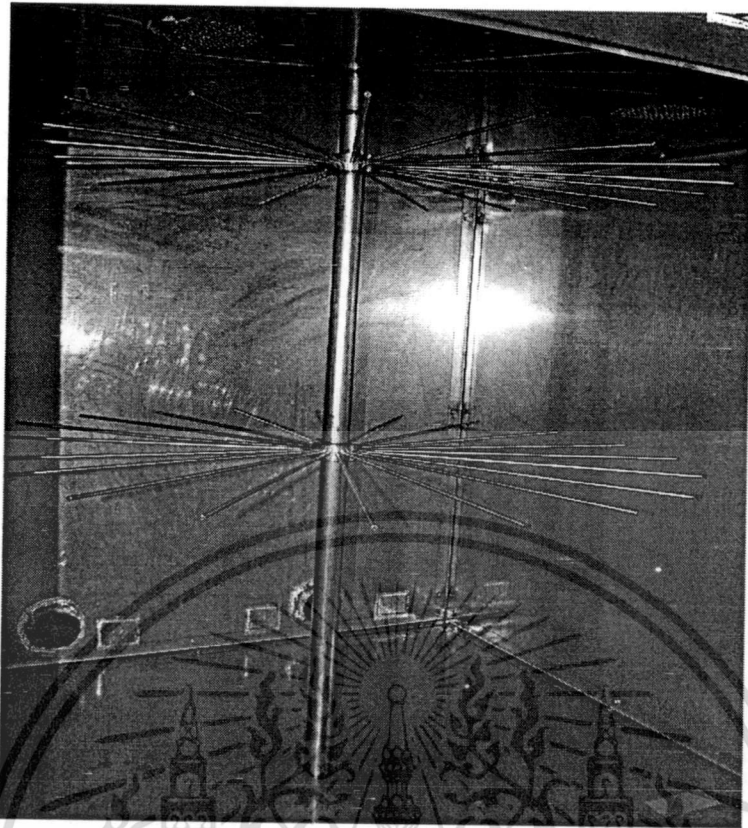


รูปที่ 4.12 Blower 2 hp



รูปที่ 4.13 Heater 15 KW 3 phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

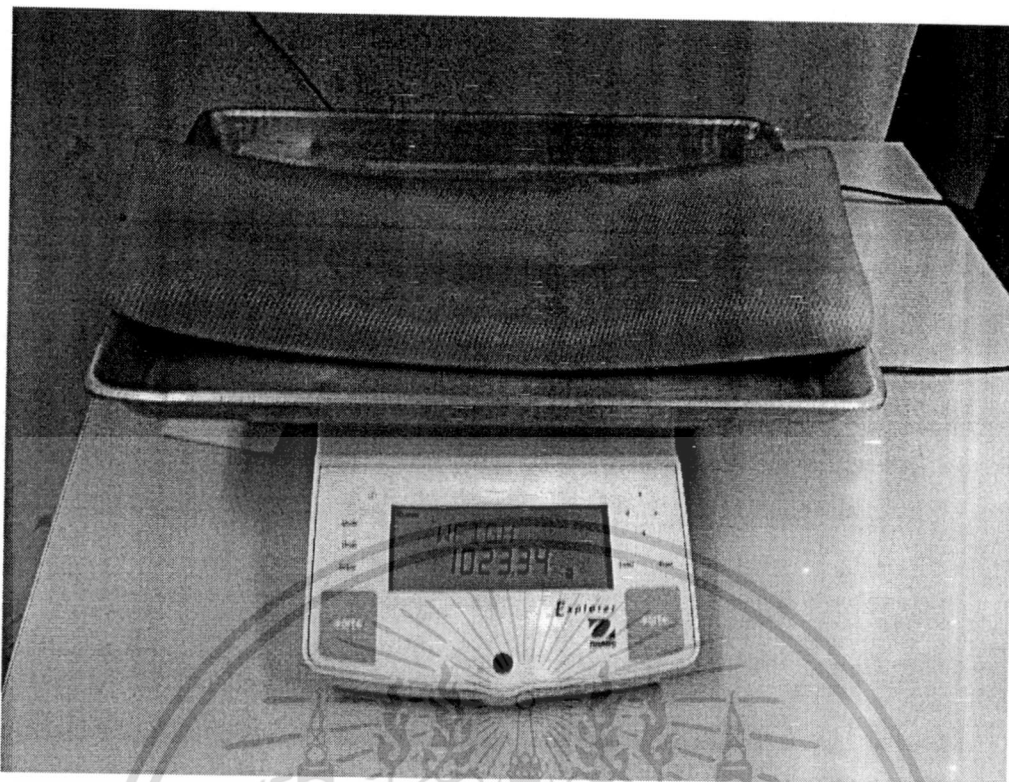


รูปที่ 4.14 แสดงรายละเอียดภายใน

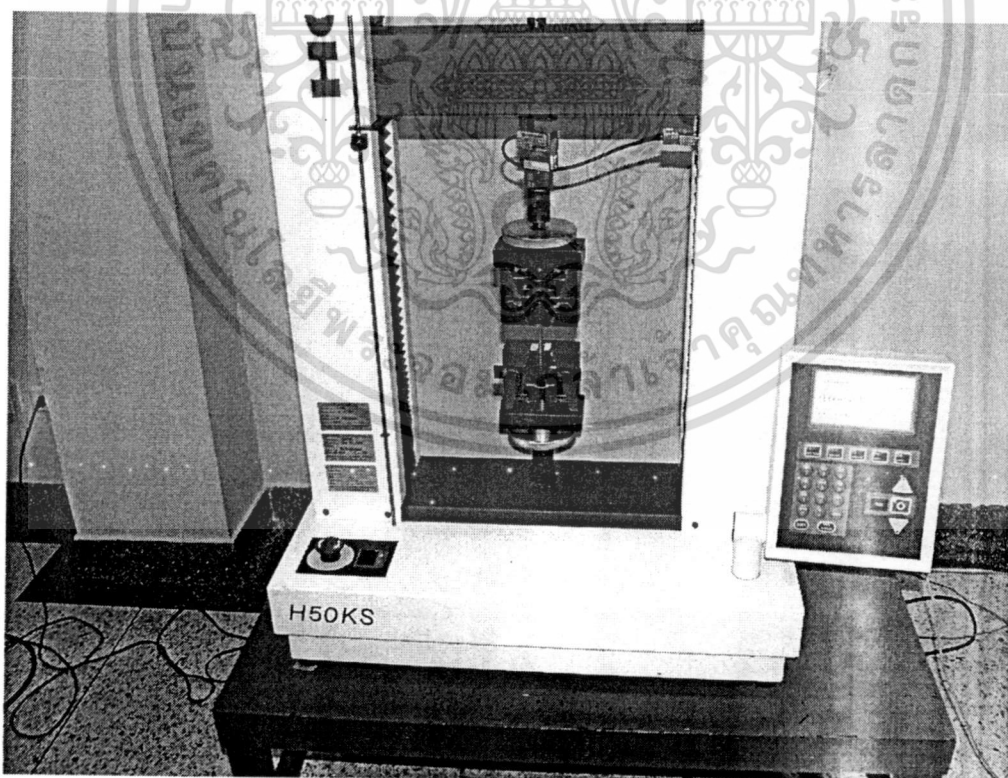


รูปที่ 4.15 กล้องกำลังขยายสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 เครื่องชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 4.17 เครื่องทดสอบแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 อินเวอร์เตอร์

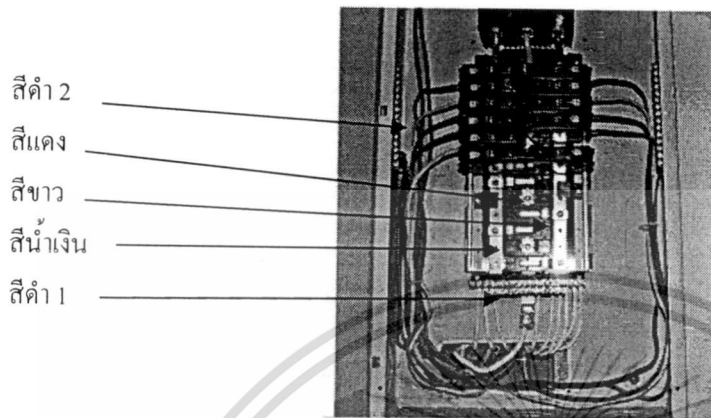


รูปที่ 4.19 ไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนในการใช้เครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ จะแบ่งออกดังนี้

4.3.1 วงจรพื้นฐานสำหรับการเดินสายไฟจากชุดเครื่องอบยางพาราไปยังแผงไฟฟ้าโรงงาน



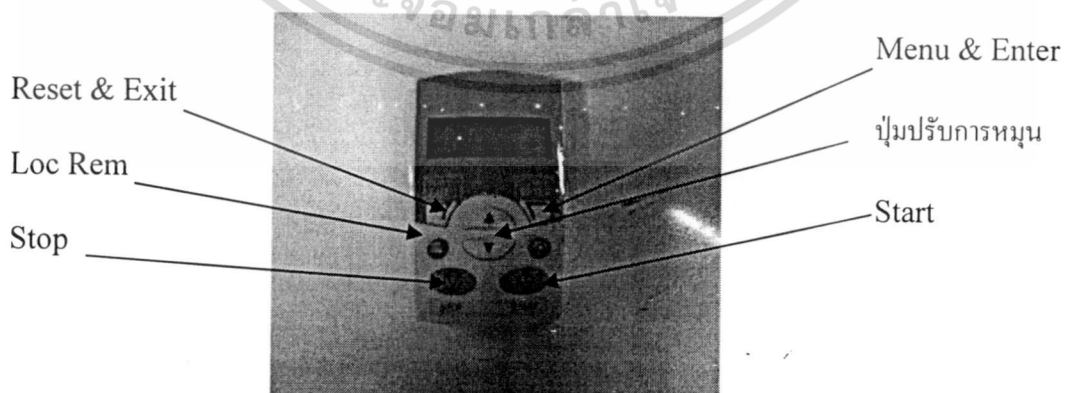
รูปที่ 4.20 ชุดแผงไฟฟ้าโรงงาน

การเดินสายไฟจากชุดเครื่องอบยางพาราไปยังแผงไฟฟ้าโรงงานจะมีอยู่ด้วยกัน 2 เส้น

1. เส้นหลัก ⇨ สีแดง, สีขาว, สีน้ำเงิน เป็นเส้นที่มีไฟทั้งสามเส้น
สีดำ 1 เป็นเส้นนิวตรอน
2. เส้นรอง ⇨ สีดำ 2 เป็นเส้นกราวด์ที่ต่อลงเครื่อง

****หมายเหตุ**** ต้องทำการปิดคัทเอาท์ทุกครั้งก่อนทำการต่อสายไฟฟ้า

4.3.2 ขั้นตอนการใช้ Inverter ควบคุมความเร็ว Motor



รูปที่ 4.21 ตัวควบคุมการใช้ Inverter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เปิดสวิตช์เมนใหญ่ที่อยู่แผงควบคุม
2. เปิดสวิตช์ Inverter ที่อยู่ใกล้กับสวิตช์เมนใหญ่
3. กดปุ่ม Menu & Enter หน้าจอจะแสดงผลออกมาเป็น COP, FFE
4. กดปุ่ม Up และ Down เพื่อเลือกฟังก์ชัน FFE แล้วกดปุ่ม Menu & Enter
5. จากนั้นหน้าจอจะแสดงผลออกมาเป็น 0.0 Hz แล้วด้านล่างจะเขียนว่า Set
6. ทำการปรับความเร็วโดยกด Up และ Down ตามที่เราต้องการ
7. จากนั้นทำการกดปุ่ม Start

การอ่านความเร็วรอบเป็น rpm

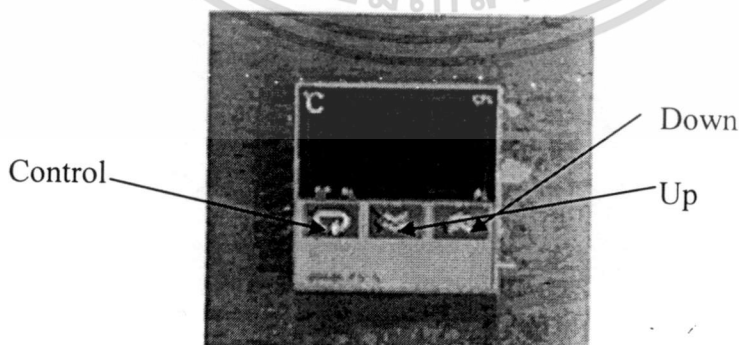
1. กดปุ่มเลือก Menu & Enter
2. เลือกฟังก์ชัน FFE แล้วกดปุ่ม Up และ Down
3. จากนั้นกดปุ่ม Menu & Enter จำนวน 2 ครั้งหน้าจอจะแสดงผลออกมาเป็น rpm

การปิด Inverter

1. กดปุ่ม Stop
2. รอจนกว่าพัดลมที่ Inverter จะหยุดทำงาน
3. ปิดสวิตช์ Inverter
4. ปิดสวิตช์เมนใหญ่ที่อยู่แผงควบคุม

- **หมายเหตุ****
1. ถ้ากดขั้นตอนใดผิดพลาดให้กด Reset & Exit ออกไป
 2. ถ้ามีปัญหาใดๆ ควรอ่านคู่มือการใช้

4.3.3 ขั้นตอนการใช้ Temperature Controller



รูปที่ 4.22 Temperature Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กดปุ่ม Control จำนวน 1 ครั้งจะพบว่าหน้าจอจะแสดงผลออกมาเป็นรูปสามเหลี่ยมเล็ก ๆ ด้านล่างขวามือสีเขียว เขียนว่า St
2. กดปุ่ม Up หรือ Down เพื่อปรับอุณหภูมิตามที่เรต้องการ
3. จากนั้นกดปุ่ม Control อีก 2 ครั้ง แล้วรอนกว่าอุณหภูมิคงที่

****หมายเหตุ**** ในการเปิด Heater จำเป็นต้องเปิด Blower ก่อนประมาณ 2-3 นาที จากนั้นค่อยทำการเปิด Heater ตามที่เราตั้งอุณหภูมิไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

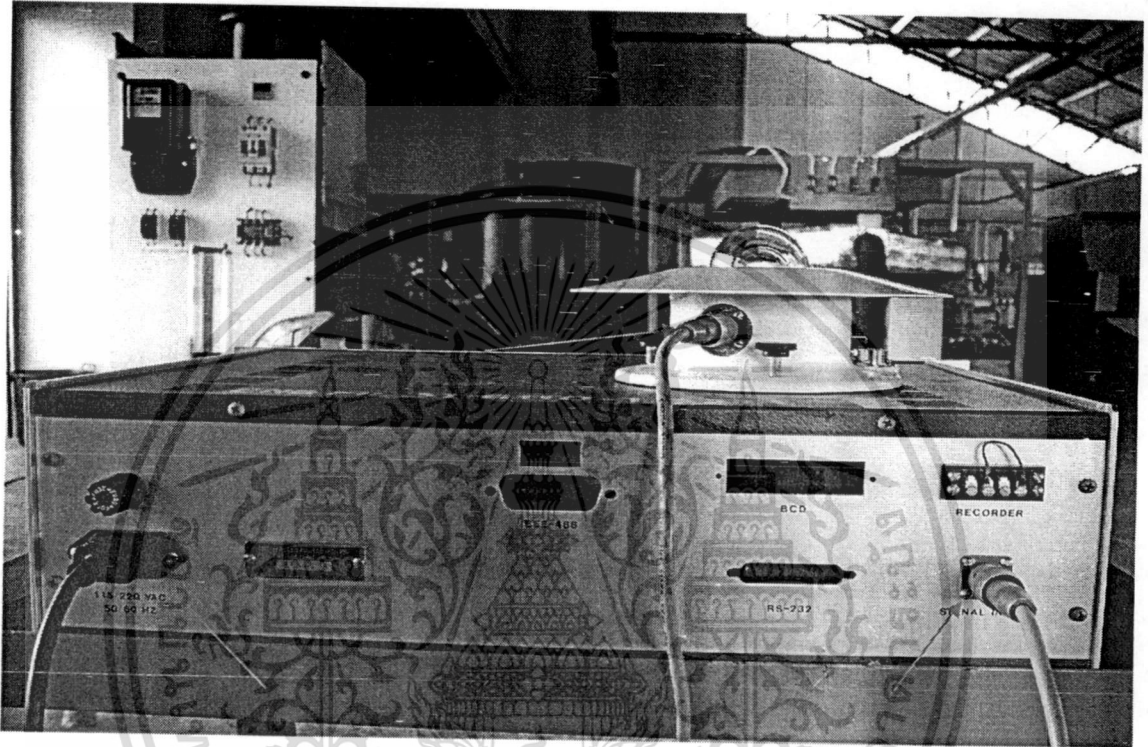
วิธีการทดลองและผลการทดลอง

5.1 วิธีการทดสอบ solar collector

- 1) เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการวัดค่ารังสีความร้อนด้วยเครื่อง pyranometer ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่ารังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยปรับระดับความสูงของแท่นหลอดไฟ
- 2) เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้ว เริ่มเปิดไฟให้หลอดไฟฉายแสงลงบนแผ่นเก็บสะสมความร้อน
- 3) เมื่อเปิดไฟได้สักระยะแล้วก็ทำการเปิด Blower ให้ดูดลมร้อนออกไป
- 4) ปรับวาล์วปีกผีเสื้อเพื่อปรับอัตราการไหลแต่ละค่าโดยเริ่มจากอัตราการไหลน้อยสุด
- 5) ทำการวัดความเร็วลมที่ออกจาก Blower
- 6) ทำการวัดความดันแตกต่าง จาก Manometer
- 7) เปิดโปรแกรม ADAM 5000 เพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ
- 8) สังเกตค่าอุณหภูมิต่างๆ ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ถ้าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยคงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมากก็ให้เริ่มเก็บค่า
- 9) การเก็บค่าจะใช้เวลา 30 วินาที ในการถือค่าอุณหภูมิในการทดลองแต่ละเงื่อนไข
- 10) ทำการเก็บข้อมูลให้ครบทุกเงื่อนไขที่ต้องการ
- 11) นำข้อมูลที่ได้อ่านหาประสิทธิภาพจากสูตรการหาประสิทธิภาพที่ได้จากผลการทดลอง
- 12) นำข้อมูลที่ได้อ่านพล็อตกราฟให้แกน y เป็นประสิทธิภาพและแกน x เป็นอัตราการไหล
- 13) เปรียบเทียบค่าต่างๆ จากกราฟเพื่อหาเงื่อนไขที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด

5.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องวัดความเข้มแสง (Pyranometer)

1. นำเครื่องไปวางยังตำแหน่งที่ต้องการวัด
2. ต่อสายไฟของเครื่องอ่านค่าความเข้มแสงและสายส่งสัญญาณของเครื่องวัดความเข้มแสง



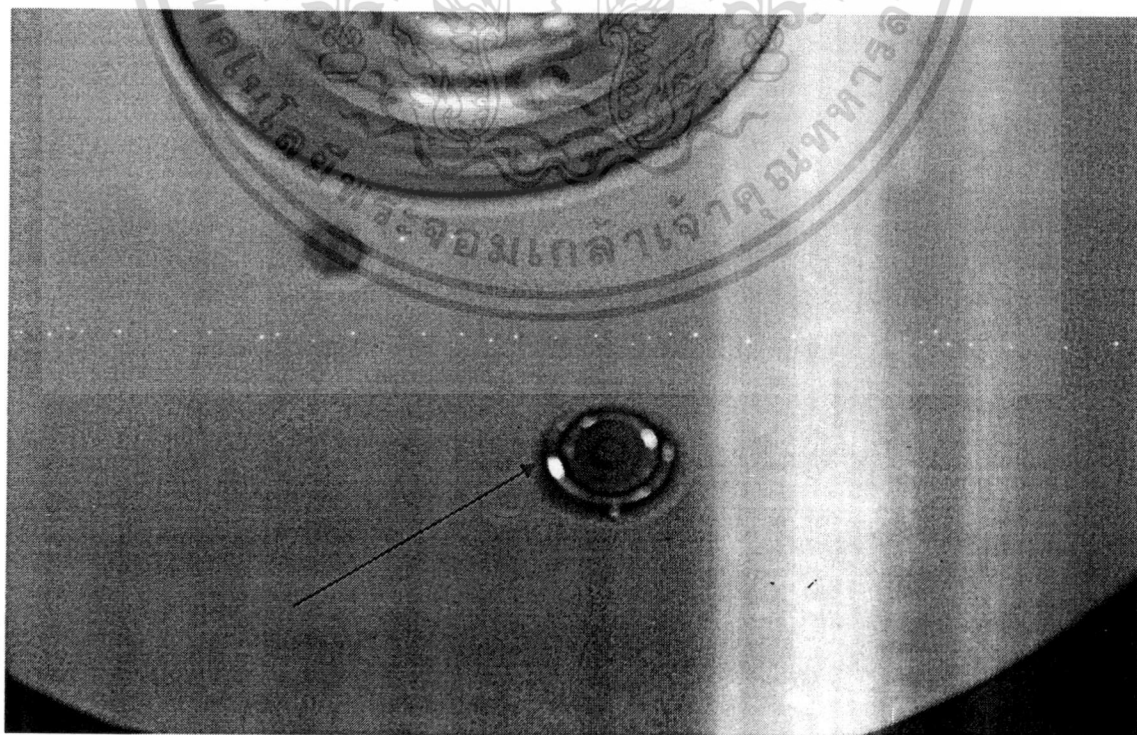
รูปที่ 5.1 แสดงการต่อสายไฟและสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับระดับของ PYRANOMETER โดยหมุนสกรูปรับระดับทั้ง 3 ตำแหน่ง และให้สังเกตลูกน้ำที่สามารถมองจากด้านบนของ PYRANOMETER ให้ลูกน้ำลอยอยู่ตรงกลาง



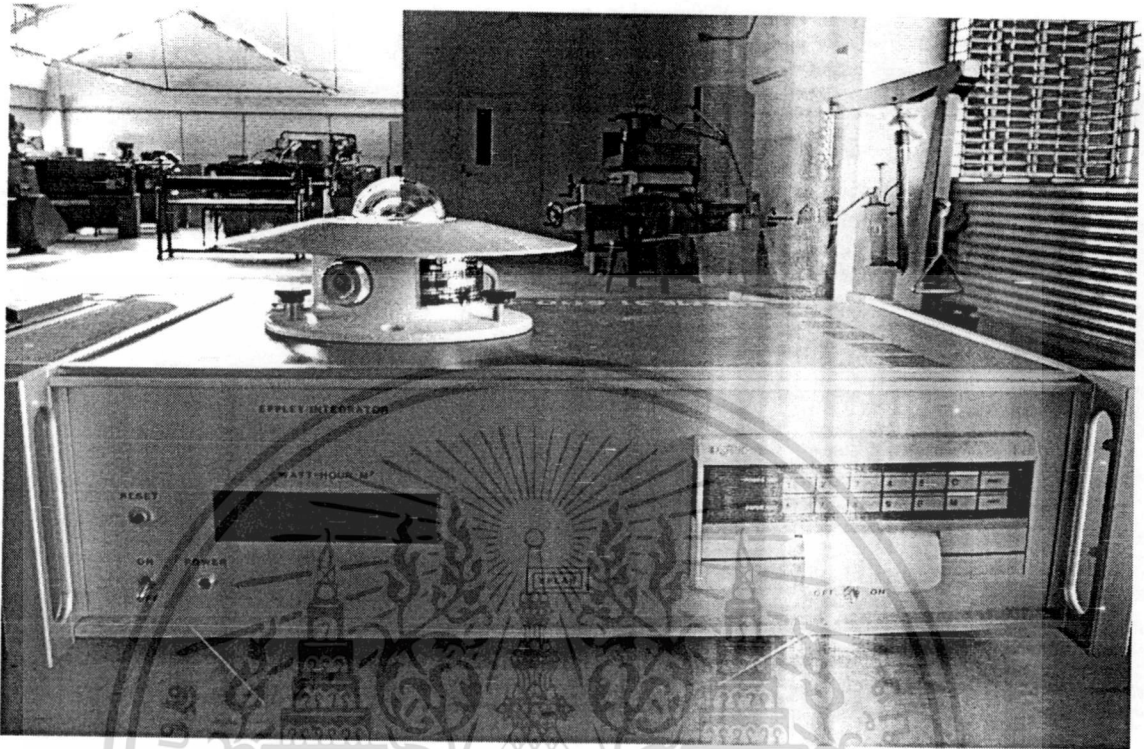
รูปที่ 5.2 สกรูปรับระดับของเครื่อง pyranometer



รูปที่ 5.3 ช่องมองดูลูกน้ำ

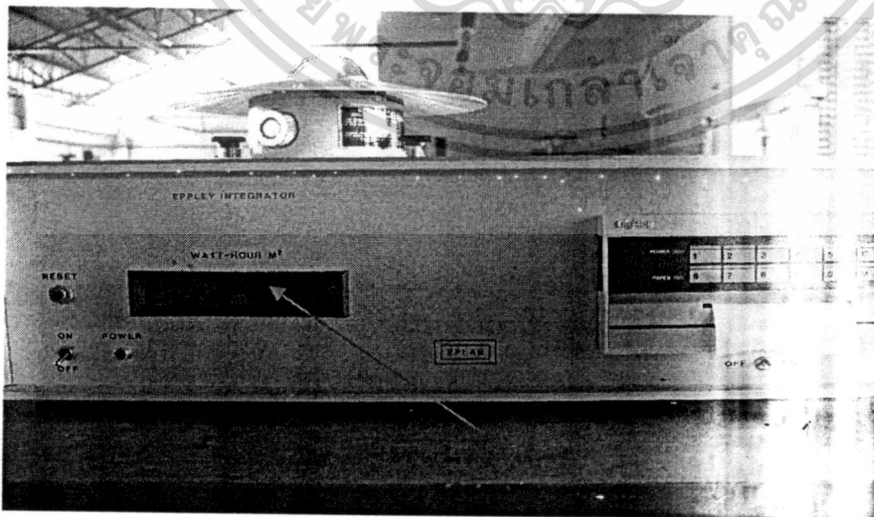
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เปิดสวิตช์ของเครื่องอ่านค่าความเข้มแสง ให้อยู่ตำแหน่ง ON ทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 5.4 สวิตช์ปิด-เปิด ทั้ง 2 ตำแหน่ง (ตามลูกศร)

5. คอยอ่านค่าความเข้มแสงที่หน้าปัด ซึ่งมีหน่วยเป็น WATT-HOUR/M² เครื่องวัดนี้จะอ่านค่าได้ตามมาตรฐานก็ต่อเมื่อ อุณหภูมิบรรยากาศต้องมีค่าอยู่ระหว่าง -20 ถึง 40 องศาเซลเซียส

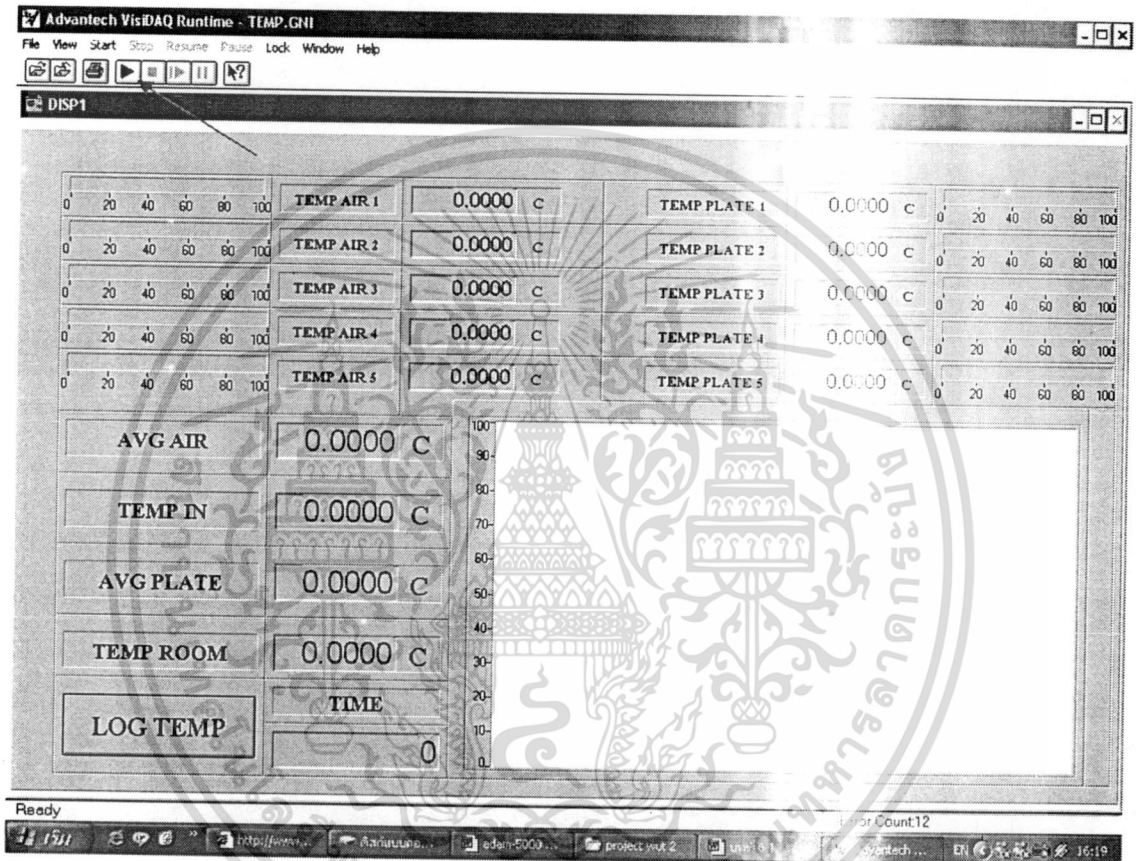


รูปที่ 5.5 แสดงตำแหน่งหน้าปัดอ่านค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 วิธีการใช้โปรแกรม VISIDAQ

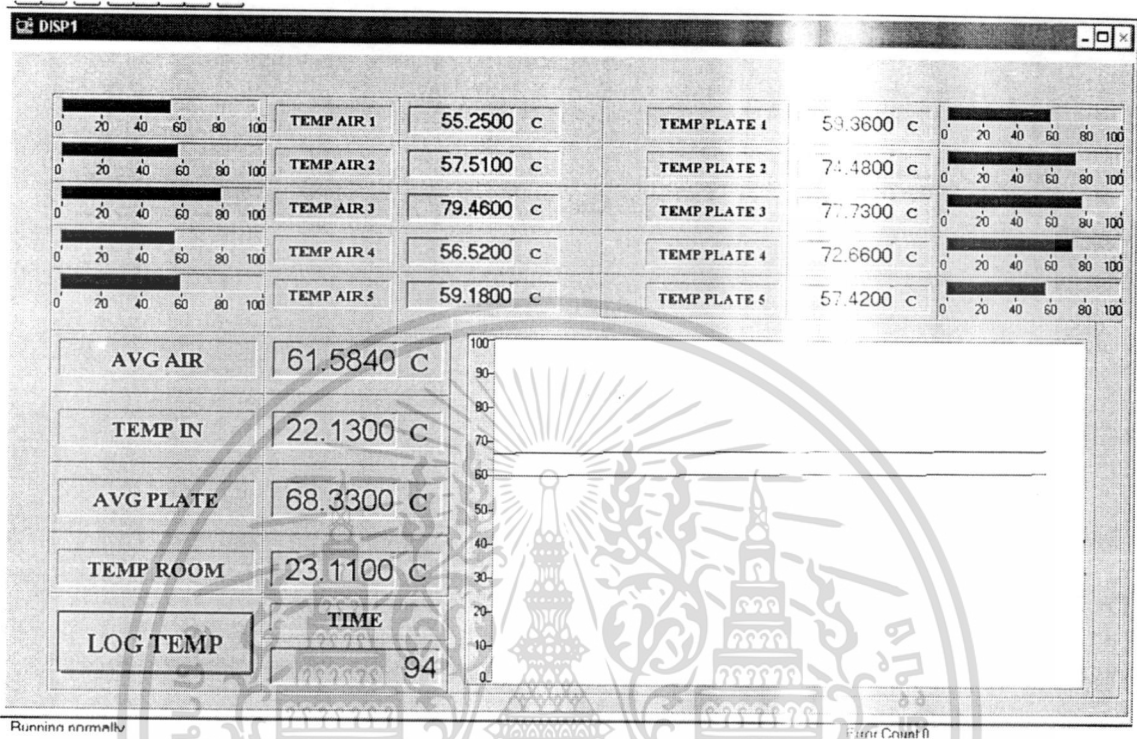
1. เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเขียนฟังก์ชันการใช้งานโดย ดับเบิลคลิกที่ VisiDaQ Builder แล้วเข้าไปที่ New ทำการสร้างฟังก์ชันต่างๆ ที่ต้องการใช้งาน เมื่อเขียนเสร็จแล้วให้ทำการเซฟโปรแกรมลงไปใน C:\visiDAQ\ADSOFL~1\TEMP.GMI เมื่อทำการเซฟเสร็จแล้ว ต้องการใช้งานโปรแกรมโดยออกมาดับเบิลคลิกที่VisiDAQRUNTIMEกดที่openเลือกชื่อ C:\visiDAQ\ADSOFL~1\TEMP.GNI เพื่อนำโปรแกรมออกมาใช้งาน



รูปที่ 5.6 ภาพ โปรแกรมก่อนทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

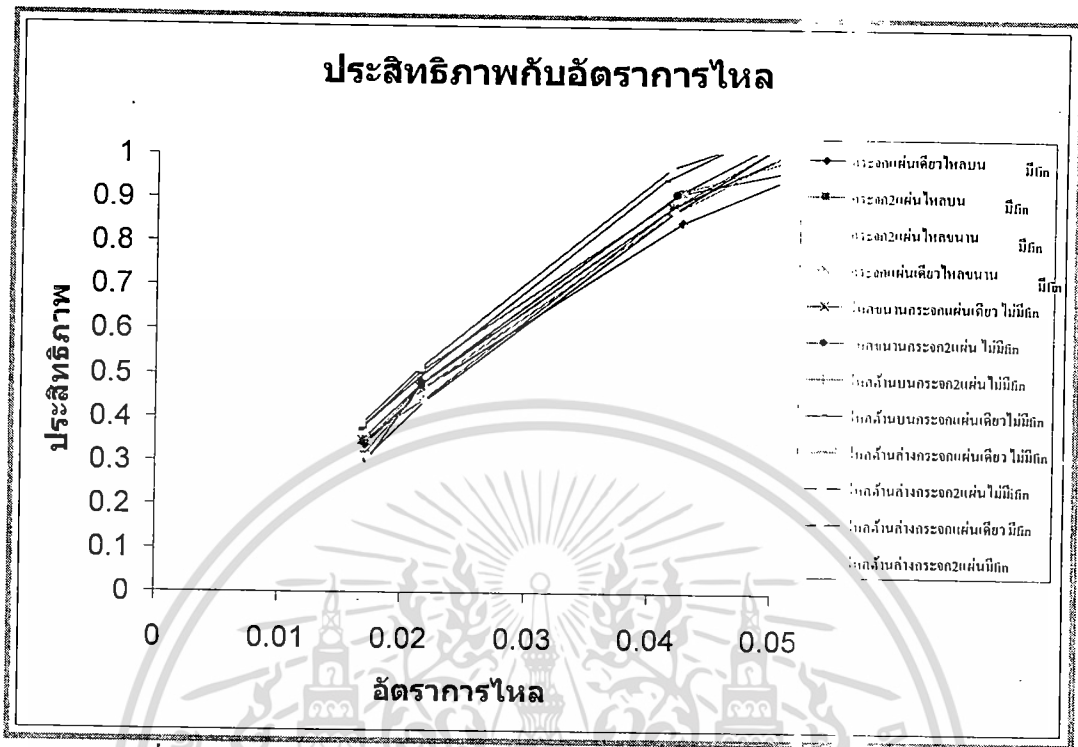
2. เมื่อทำการต่อสาย เทอร์โมคอปเปิ้ล เข้ากับเครื่อง ADAM 5000 เรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ RUN [▶] เพื่อทำการ RUN โปรแกรมไปเรื่อยๆ โปรแกรมจะทำการจับอุณหภูมิของ แผ่น Absorber plate และอุณหภูมิของอากาศ แล้วนำมาแสดงผลที่หน้าจอ



รูปที่ 5.7 ภาพโปรแกรมขณะทำการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ

3. ในการเก็บข้อมูลให้รองกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่น Absorber plate คงที่เสถียรก่อน แล้วค่อยกด LOG TEMP กดค้างไว้ประมาณ 15 วินาที เพื่อเก็บข้อมูลค่าต่างๆลงในโปรแกรม Excel
4. โดยที่ข้อมูลต่างๆจะถูกเก็บไว้ในโปรแกรม Excel ที่อยู่ใน
C:\VISIDAG\ADSOFLBER\LOGFILE เมื่อต้องการเซฟข้อมูลที่ทดลองมาไว้ ให้กดที่ แป้น แล้วก็บันทึก
แฟ้มเป็น แล้วให้เปลี่ยนชื่อเป็นชื่อที่ต้องการ ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะจบการทดลอง

5.3 ผลการทดสอบ solar collector



รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพและอัตราการไหล ภายใต้สภาวะต่าง ๆ

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพของ solar collector มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหล และ ประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อ อากาศไหลทางด้านล่างของ absorber plate ที่มีกริป (Fin) โดยมีกระจก 1 แผ่นติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของ solar collector

5.4 วิธีการทดลองอย่างพาราควอตความร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ

5.4.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์

1. นำยางพาราที่ต้องการอบมาผึ่งลมให้น้ำออกจากแผ่นยางหมดประมาณ 5 นาที
2. นำแผ่นยางไปตัดให้ได้ขนาดกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร
3. นำยางพาราไปชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักยางประมาณ 1,270 กรัม ต่อ 1 แผ่น

5.4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. นำยางพาราแผ่นดิบที่มีขนาดกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้น 1,270 กรัม ต่อ 1 แผ่น มาวางบนชั้นวางยางพารา
2. เปิดสวิทช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิร์ตซ์(MHz)
3. เปิด Heater ให้มีความร้อนเป็น 60, 70 องศา
4. ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางให้อยู่ในช่วง 20 , 31 รอบต่อนาที
5. จากนั้นทำการบันทึกค่าน้ำหนักของยางพาราเริ่มต้นและน้ำหนักหลังการอบแห้ง
6. ทำการบันทึกค่าน้ำหนักทุกๆ 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผลการทดลองการอบยางพาราด้วยลมร้อน และ/หรือ ไมโครเวฟ

ในตอนเริ่มต้นนำยางพาราที่มีขนาดกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร และน้ำหนักประมาณ 1,270 กรัม ต่อ 1 แผ่น นำไปเข้าตู้อบ

5.5.1 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที

เปิดสวิทช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิรตซ์(MHz)

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.2301
20	1.2020
30	1.1830
40	1.1685
50	1.1547
60	1.1444
70	1.1354
80	1.1292
90	1.1236
100	1.1207
110	1.1178
120	1.1130
130	1.1081
140	1.1041
150	1.1001

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg) กับเวลา(นาที)ใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ × 2 หัว, ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที

5.5.2 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที
เปิดสวิตช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิร์ตซ์(MHz)

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.2326
20	1.2081
30	1.1877
40	1.17316
50	1.15934
60	1.15045
70	1.14531
80	1.14024
90	1.13516
100	1.13148
110	1.12781
120	1.12407
130	1.12033
140	1.11732
150	1.11431

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก(kg) กับ เวลา(นาที)โดยใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ × 2 หัว ,
ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที
เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เวลา (นาทื)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.21901
20	1.1687
30	1.15088
40	1.13803
50	1.12844
60	1.12112
70	1.11537
80	1.11067
90	1.10704
100	1.10198
110	1.10198
120	1.09978
130	1.09758
140	1.0957
150	1.09382

ตารางที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับเวลา(นาทื) , ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที , เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

5.5.4 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที
เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.2182
20	1.17526
30	1.14438
40	1.11725
50	1.09788
60	1.0923
70	1.08039
80	1.06821
90	1.06378
100	1.059385
110	1.05499
120	1.05171
130	1.04843
140	1.04582
150	1.04321

ตารางที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับเวลา(นาที) , ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที , เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.5 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที

เปิดสวิตช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิรตซ์(MHz)

เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.1517
20	1.11814
30	1.1001
40	1.08943
50	1.07347
60	1.06714
70	1.06143
80	1.05641
90	1.05232
100	1.048845
110	1.04537
120	1.04243
130	1.03949
140	1.03644
150	1.03339

ตารางที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับ เวลา(นาที)โดยใช้ ไมโครเวฟ 800 วัตต์ × 2 หัว , ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 20 รอบต่อนาที , เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.6 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที

เปิดสวิตช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิร์ตซ์(MHz)

เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.18002
20	1.12856
30	1.10092
40	1.08108
50	1.06884
60	1.05956
70	1.05118
80	1.04626
90	1.04216
100	1.03873
110	1.03531
120	1.032395
130	1.03048
140	1.027105
150	1.02473

ตารางที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับเวลา(นาที)โดยใช้ ไมโครเวฟ 800 วัตต์ × 2 หัว, ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที, เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.7 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที
เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 70 องศา

เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.131241
20	1.08756
30	1.07645
40	1.06876
50	1.05192
60	1.04522
70	1.03928
80	1.0351
90	1.03136
100	1.02528
110	1.01921
120	1.01588
130	1.01256
140	1.00962
150	1.00667

ตารางที่ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับเวลา(นาที) , ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที , เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 70 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.8 ปรับความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที

เปิดสวิตช์ชุดยิงไมโครเวฟทั้ง 2 ชุด ที่ความถี่ 2460 เมกะเฮิรตซ์(MHz)

เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 70 องศา

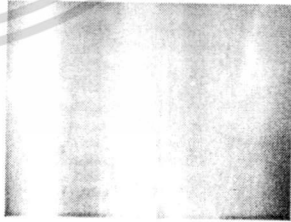
เวลา (นาที)	น้ำหนักยางพารา (kg)
0	1.2700
10	1.131241
20	1.08756
30	1.07645
40	1.06876
50	1.05192
60	1.04522
70	1.03928
80	1.0351
90	1.03136
100	1.02528
110	1.01921
120	1.01588
130	1.01256
140	1.00962
150	1.00667

ตารางที่ 5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(kg)กับเวลา(นาที)โดยใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ × 2

หัว, ความเร็วรอบของชั้นวางยางพาราที่ 30 รอบต่อนาที, เปิด Heater ที่อุณหภูมิ 70 องศา

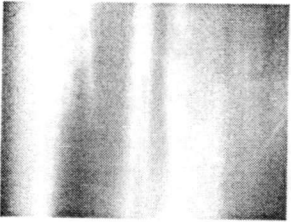



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>ยางพาราที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไมโครเวฟ + ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที</p>	
<p>ยางพาราที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไมโครเวฟ + ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที</p>	
<p>ยางพาราที่ผ่านกระบวนการอบด้วยลมร้อนที่ อุณหภูมิที่ 60 องศา + ความเร็วรอบ 20 รอบต่อ นาที</p>	
<p>ยางพาราที่ผ่านกระบวนการอบด้วยลมร้อนที่ อุณหภูมิที่ 60 องศา + ความเร็วรอบ 30 รอบต่อ นาที</p>	
<p>ยางที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไมโครเวฟ + ที่ อุณหภูมิ 60 องศา + ความเร็วรอบ 20 รอบต่อ นาที</p>	

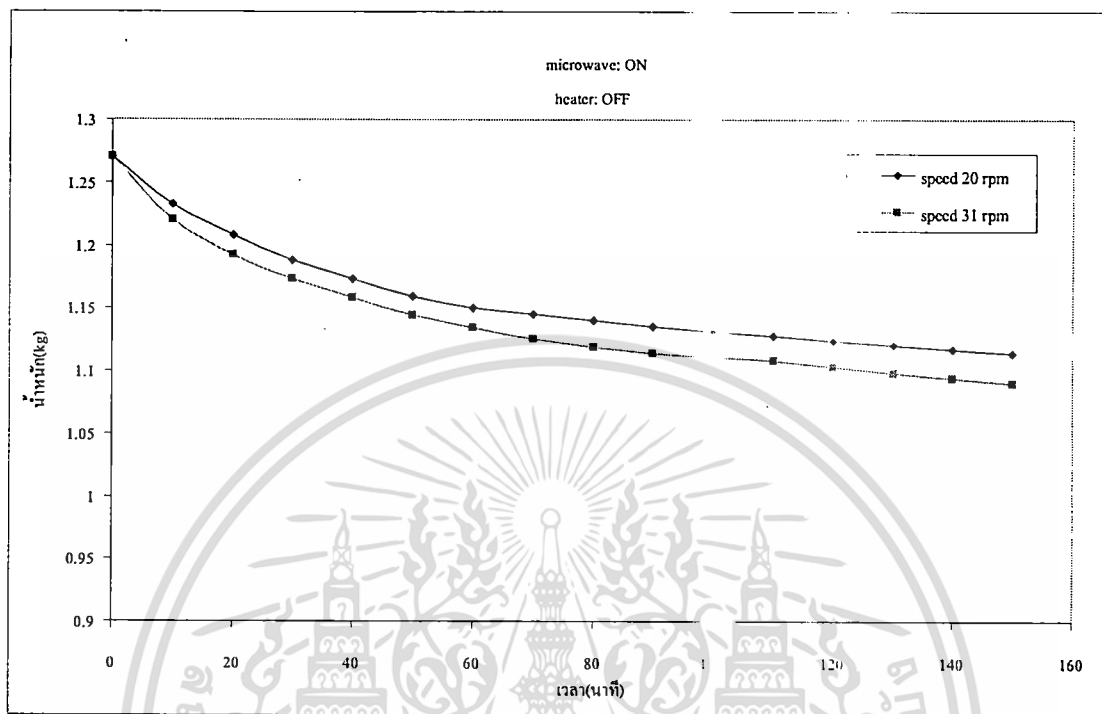
ตารางที่ 5.9 แสดงลักษณะสีผิวของยางพาราที่สภากาชาดในกระบวนการอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

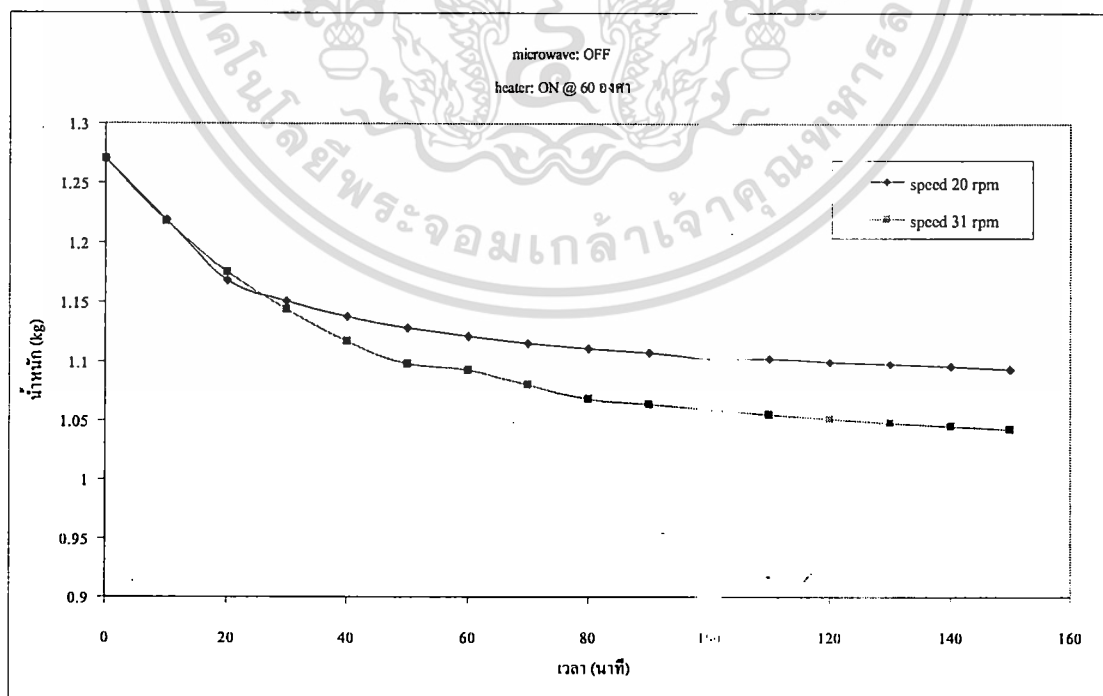
<p>ยางที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไมโครเวฟ + ที่อุณหภูมิ 60 องศา + ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที</p>	
<p>ยางพาราที่ผ่านกระบวนการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 70 องศา + ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที</p>	
<p>ยางที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไมโครเวฟ + ที่อุณหภูมิ 70 องศา + ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที</p>	
<p>ยางธรรมชาติที่ผ่านการตากแดดมาแล้ว 3 วัน</p>	

ตารางที่ 5.9 แสดงลักษณะสีผิวของยางพาราที่สภาวะในการทดสอบต่างๆ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

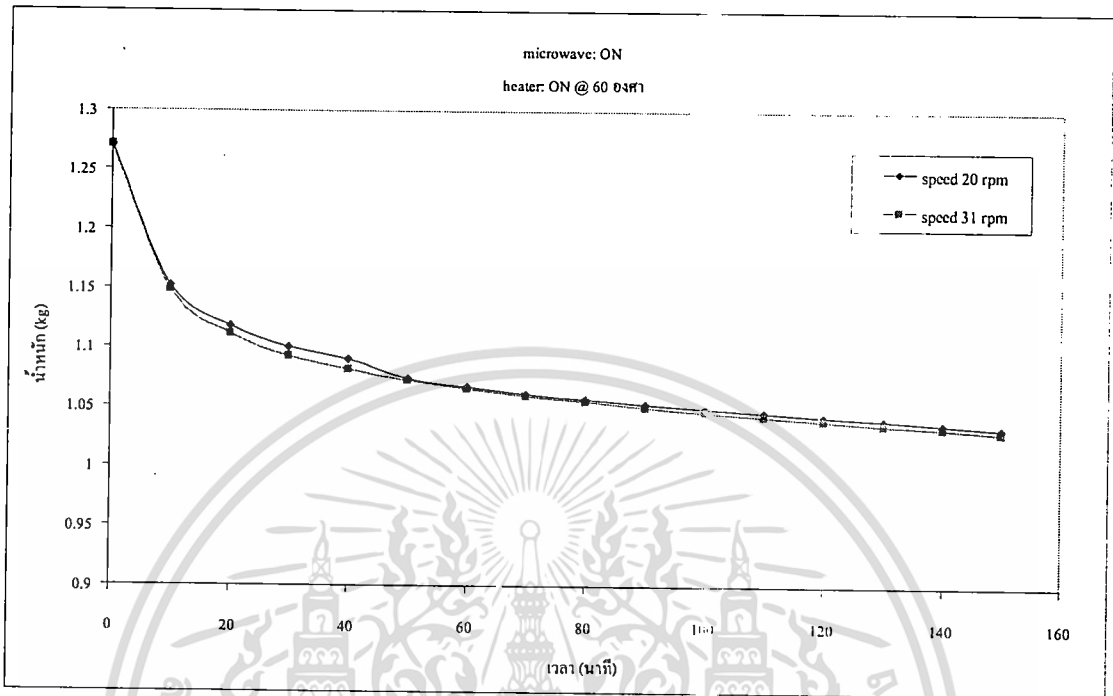


รูปที่ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหมุนของชั้นวางยางพารา เมื่อเปิด microwave อย่างเดียว

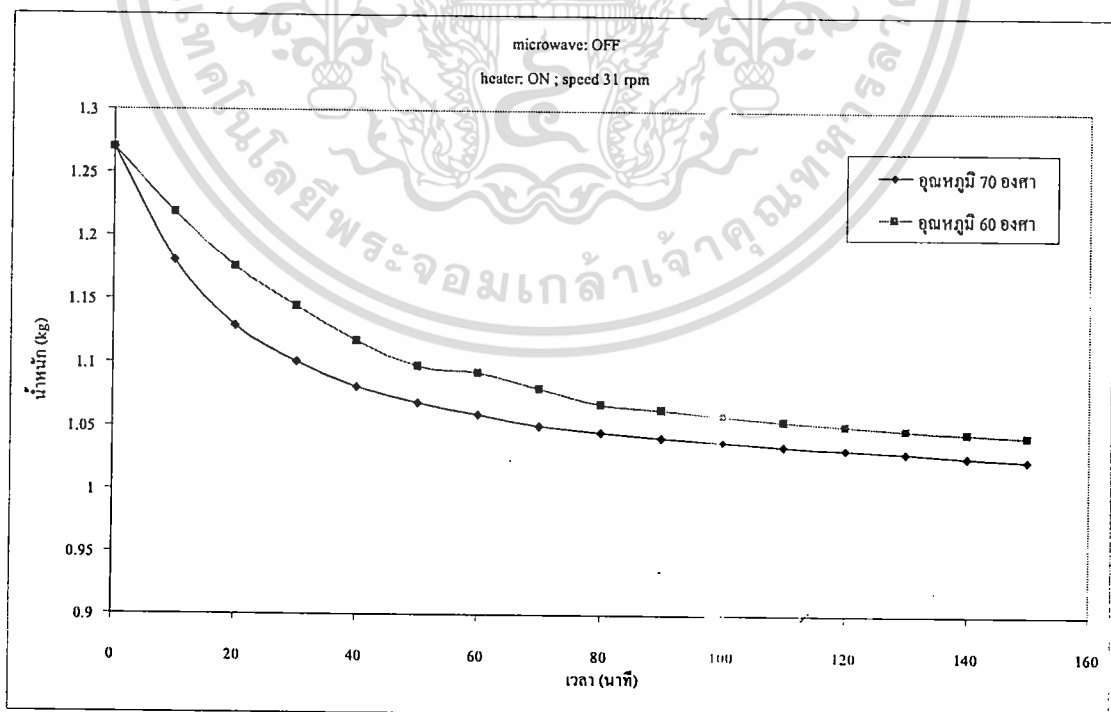


รูปที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหมุนของชั้นวางยางพารา เมื่อเปิด heater อย่างเดียว

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

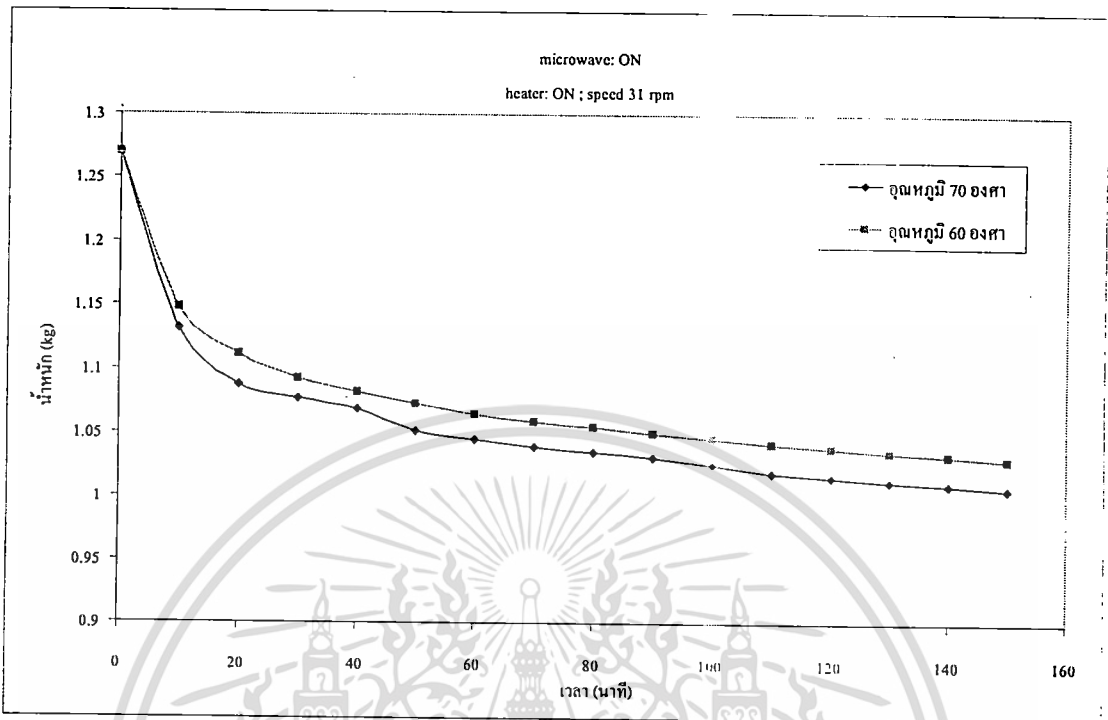


รูปที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราหมุนของชั้นวางยางพารา เมื่อเปิด heater และ microwave

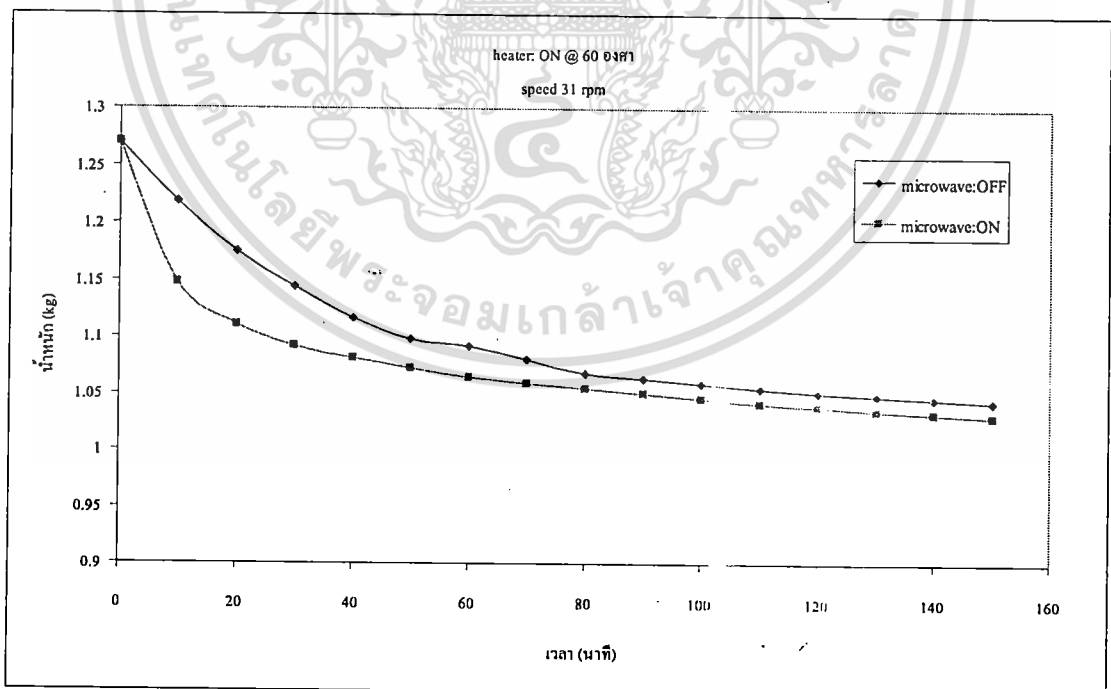


รูปที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิความร้อน เมื่อเปิด heater อย่างเดียว โดยชั้นวางยางพาราหมุนด้วยอัตราเร็ว 31 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

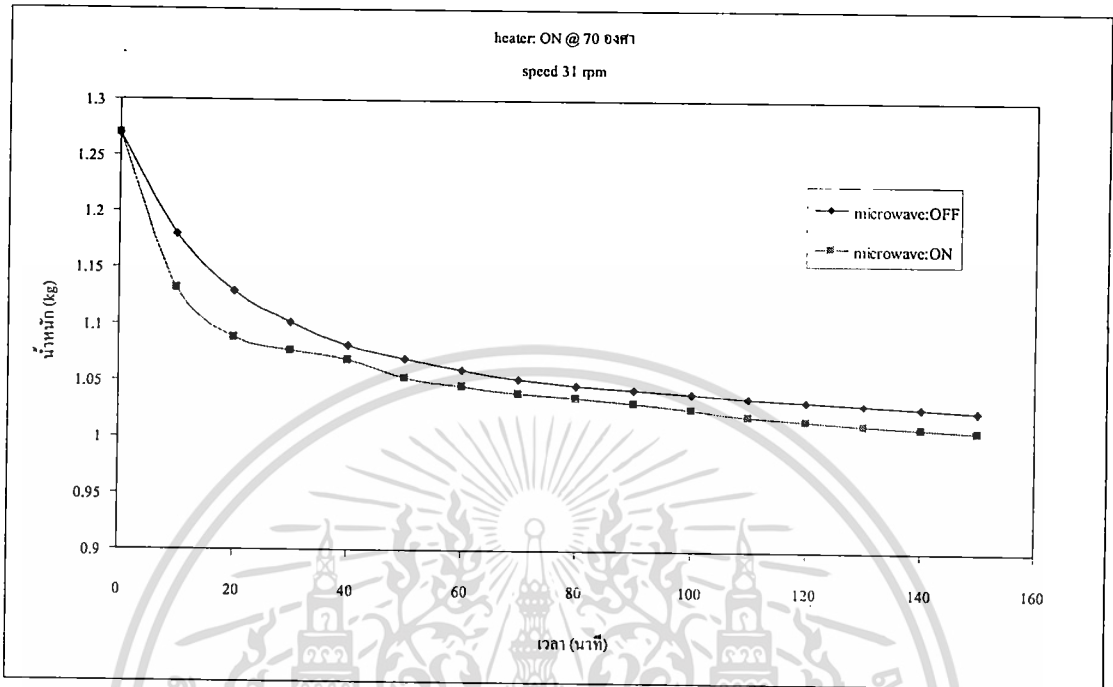


รูปที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสมร้อน เมื่อเปิด heater และ microwave โดยชั้นวางยางพาราหมุนด้วยอัตราเร็ว 31 rpm

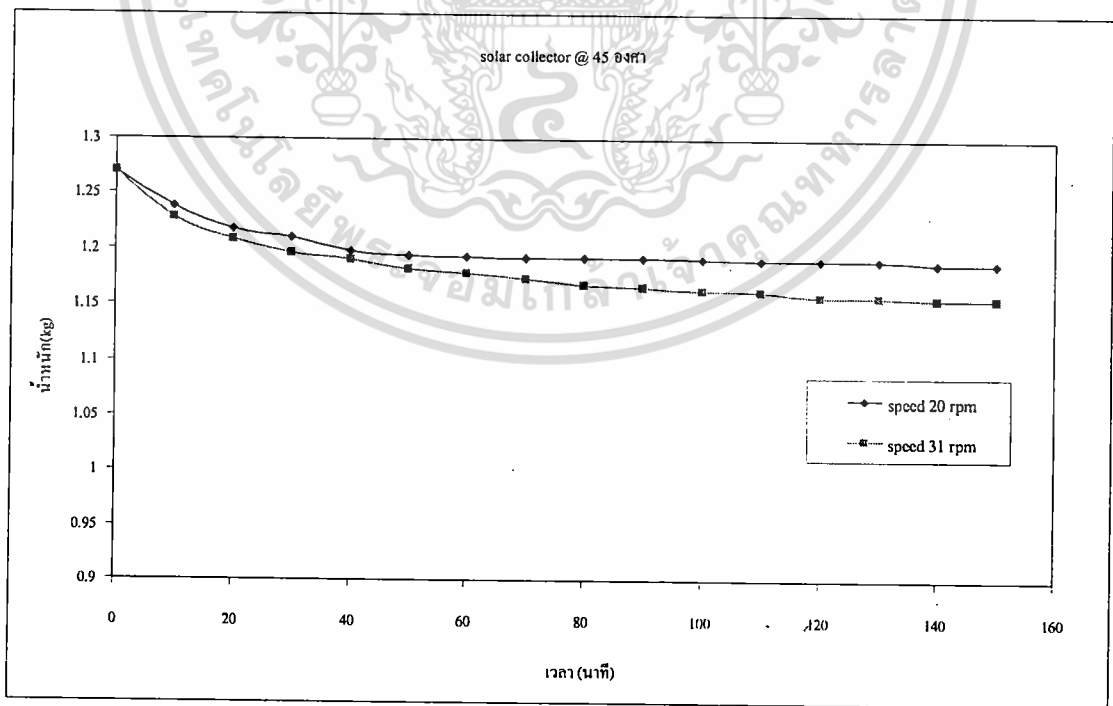


รูปที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบผลของ microwave เมื่อเปิด heater ให้ทำงานที่อุณหภูมิ 60 องศา โดยชั้นวางยางพาราหมุนด้วยอัตราเร็ว 31 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบผลของ microwave เมื่อเปิด heater ให้ทำงานที่อุณหภูมิ 70 องศา โดยชั้นวางยางพาราหมุนด้วยอัตราเร็ว 31 rpm



รูปที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหมุนของชั้นวางยางพารา เมื่อใช้ solar collector เป็นตัวให้ความร้อน (อากาศไหลทางด้านล่างของ absorber plate ที่มีกริบ โดยมีกระจก 1 แผ่น

เอกสติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของ solar collector) เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุป

6.1 สรุปการทดสอบ solar collector

จากการทดลองเพื่อศึกษารูปแบบการไหลที่มีผลต่อประสิทธิภาพของ Collector พบว่า ประสิทธิภาพของ Collector ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและความแตกต่างของอุณหภูมิที่ทางเข้าและทางออก ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบการไหลที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดเป็นการไหลด้านล่างแผ่น Plate ที่ติด Fins และ Baffles และมีกระจกแผ่นเดียว แต่ในหลักการถ่ายเทความร้อนนั้น การติดกระจก 2 แผ่น น่าจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ากระจกแผ่นเดียว ทั้งนี้จากผลที่เกิดขึ้น อาจอธิบายได้ว่า เมื่อแสงผ่านจำนวนชั้นกระจกมากขึ้น จะทำให้แสงบางส่วน เกิดการหักเหออกจากแผ่น absorber plate
2. ประสิทธิภาพของ solar collector มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลของอากาศ

6.2 สรุปผลการทดลองอย่างพารา

1. สำหรับในกรณีของการปรับความเร็วรอบเมื่อใช้ไมโครเวฟอย่างเดียวจาก กราฟที่ 5.9 ที่ความเร็วรอบสูง จะมีความสามารถในการลดน้ำหนัก หรือลดความชื้น ได้มากกว่าความเร็วรอบต่ำ เนื่องจากอากาศสัมผัสกับแผ่นยาง ด้วยความเร็วสูง ทำให้สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ระหว่างแผ่นยางพาราและอากาศสูงขึ้น เป็นผลให้สามารถลดปริมาณความชื้นได้มากกว่าและแผ่นยางจะมีลักษณะของสีคือ สีเหลืองอมส้มอ่อน

2 สำหรับในกรณีของการปรับความเร็วรอบเมื่อใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา โดยไม่เปิดไมโครเวฟ จากผลการทดลองที่ได้จากกราฟ 5.10 สรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบสูง จะมีความสามารถในการลดน้ำหนัก หรือลดปริมาณความชื้น ได้มากกว่าความเร็วรอบต่ำ นั่นคือ เมื่อลมร้อนเคลื่อนที่ผ่านแผ่นยางพารา ขวกับกรที่ ชื้นวางยางพารากำลังเคลื่อนที่ จะทำให้ลมร้อนวิ่งผ่านผิวของแผ่นยางด้วยความเร็วสูง และลมร้อนนี้จะเป็นตัวพาความชื้นออกจากแผ่นยางพารา ในการอบลักษณะนี้ จะมีความสามารถในการลดน้ำหนัก ได้สูงกว่าการอบแบบไมโครเวฟเพียงอย่างเดียว และแผ่นยางจะมีลักษณะของสีคือ ขาวซีด

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิไปเป็น 70 องศาจะทำให้ความชื้นในแผ่นยางลดลงได้เร็วขึ้นและผลการทดลองก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้ว

3. สำหรับในกรณีของการปรับความเร็วรอบเมื่อใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา จากกราฟที่ 5.11 จะเห็นได้ว่า ที่ความเร็วทั้ง 2 ค่า จะมีความสามารถในการลดน้ำหนัก หรือลดความชื้นได้พอๆ กัน แต่เมื่อคิดในด้านพลังงานควรเลือก ความเร็วรอบที่ต่ำกว่าจะทำให้ประหยัดกว่า

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิไปเป็น 70 องศาจะทำให้ความชื้นในแผ่นยางลดลงได้เร็วขึ้นและเกิดฟองอากาศบริเวณข้างมากขึ้น ผลการทดลองที่ได้ก็จะเหมือนกับการใช้ อุณหภูมิ 60 องศา

4.ความชื้นของยางพาราลดลงเร็วขึ้น ตามการเพิ่มอุณหภูมิ

5.การใช้ solar collector ในการอบยางพาราให้ผลในลักษณะเดียวกันกับการใช้ heater แต่อุณหภูมิของอากาศที่ออกจาก solar collector จะมีค่าต่ำกว่า ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่า แต่อย่างไรก็ดี เวลาที่ใช้ในการอบ ยังคงสั้นกว่า การตากแดดธรรมดา โดยที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

A_b = พื้นที่ทั้งหมดของแผ่นกั้น (m^2)

A_c = พื้นที่ผิวทั้งหมดของแผ่น collector LB(m^2)

A_f = พื้นที่ผิวของครีป (m^2)

B = ความกว้างของ collector (m)

L = ความยาวของ collector (m)

C_p = ค่าความร้อนของอากาศที่ความดันคงที่ (KJ/Kg.K) พิจารณาที่อุณหภูมิ

De = เส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิกของ ช่องทางที่อากาศไหลเข้า กรณีที่ไม่มี fins พิจารณาสูตร $2H/(1+H/B)$ (m)

De,t = เส้นผ่านศูนย์กลางเชิงทางไหลกรณี มี fins $2H/(1+H/w_f)$ (m)

η = ประสิทธิภาพของ collector

η_b = ประสิทธิภาพของ baffle

η_f = ประสิทธิภาพของ fins

ϕ = ค่าตัวแปรไร้มิติ

$\phi = 1$ เมื่อไม่มี fins , baffle

$\phi = 1+(A_t/A_c)\eta_f$ เมื่อมี fins

$\phi = 1+(A_t/A_c)\eta_f + (A_t/A_c)\eta_b$ เมื่อมี fins และ baffle

Z = ตำแหน่งใดๆของการไหล

α_p = ค่าดูดซับความร้อนของแผ่น absorber

τ_g = สภาพการส่งผ่านรังสีของกระจก

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3) คัดที่อุณหภูมิเฉลี่ย

μ = ความหนืดสัมบูรณ์ของอากาศ (kw/m)

σ = ค่าคงที่ของ Stefan- Boltzman

ϵ_g = ค่าการเปล่งรังสีของกระจก

ϵ_p = ค่าการเปล่งรังสีของแผ่น plate

ϵ_r = ค่าการเปล่งรังสีของแผ่น plate ตัวล่าง

F' = ประสิทธิภาพของตัวประกอบ solar air

FR = ตัวประกอบของการเคลื่อนที่ความร้อนสำหรับ solar air heater

H = ความสูงของช่องทางเข้าของอากาศระหว่างแผ่นกับกระจก

h, h_1, h_2 = ค่าสภาพการพาความร้อนของการไหลที่ไหลบนแผ่น plate ($KJ/h.m^2$)

hr = ค่าสัมประสิทธิ์ของการพาความร้อนระหว่างแผ่น plate 2 แผ่นขนานกัน ($KJ/h.m^2.K$)

hw = ค่าสัมประสิทธิ์ของการพาความร้อนที่ไหลผ่านกระจกด้านนอก ($KJ/h.m^2$)

I_o = ค่าการแผ่รังสีตกกระทบของดวงอาทิตย์ (KJ/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

k, k_s = ค่าสภาพการนำความร้อนของอากาศ, ผนังกันความร้อน ($\text{KJ/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}$)

L = ความยาวของ collector (m)

l = ระยะห่างระหว่าง baffle 2 แผ่นบนตัว fins (m)

l_s = ความหนาของฉนวน (m)

M_z = ค่าขนาด (m^{-1})

m° = อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (KJ/h)

Nu = Nussle number

n = จำนวนของ fin บนแผ่น absorber

Re = Reynolds number

T_a = อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม (K)

$T_{(oz)}$ = อุณหภูมิของไหลที่ตำแหน่งใดๆ

$T_{(oi)}, T_{(oo)}$ = อุณหภูมิที่ทางเข้าและทางออก Solar air heater (K)

T_{tm} = อุณหภูมิเฉลี่ยของๆไหล (K)

T_p, T_r = อุณหภูมิของแผ่นดูดซับความร้อนบน,ล่าง (K)

$T_{p,m}$ = อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นดูดซับความร้อน (K)

t = ความหนาของ fins (m)

U_b = ประสิทธิภาพการสูญเสียของผิวขอบด้านล่างของแผ่นดูดซับความร้อน พิจารณาที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ($\text{KJ/h} \cdot \text{m}^2$)

U_L = สัมประสิทธิ์การสูญเสียทั้งหมด ($\text{KJ/h} \cdot \text{m}^2$)

U_t = สัมประสิทธิ์การสูญเสียด้านบนของแผ่นดูดซับความร้อน (KJ/m^2)

v = ความเร็วของอากาศที่ไหลเข้าช่อง (m/h)

V = ความเร็วของลมทั่วไป (m/h)

w = ความกว้างของ baffle (m)

w_1 = ระยะทางระหว่าง fins (m)

บรรณานุกรม

- [1] มนตรี พิรุณเกษตร “ฉบับเตรียมสอบและเสริมประสบการณ์” กรุงเทพฯ, วิทย์พัฒนา, 2545
- [2] พงษ์เจต พรหมวงศ์ “การถ่ายเทความร้อน” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ, 2542
- [3] ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ “การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และตัวรับรังสี” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, กรุงเทพฯ , 2531
- [4] ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์มหาวิทยาลัยนเรศวร “รายงานโครงการศึกษาและวิจัยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในอุตสาหกรรมอบแห้งผัก”, พิษณุโลก ,2540
- [5] นางสาววันดี แก้วสุวรรณ “การศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในเชิง เศรษฐศาสตร์”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , สงขลา ,2534
- [6] ศิระ สายสร, วสันต์ ค้วงคำจันทร์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัดขอนแก่น
- [7] ศิระ สายสร, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, 19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดสงขลา
- [8] Ho-Ming Yeh , Chii-Dong Ho , Chi- Yen Lin, “Effect of collector aspect ratio on the collector efficiency of upward type baffled solar air heater”, Energy Conversion & Management, Tamkang University Tamsui, Taiwan ,2000
- [9] Adel A. Hegazy , “Thermohydraulic performance of air heating solar collector with variable width, flat absorber plate”, Energy Conversion & Management ,Minia Univercity , Egypt , 2000
- [10] Ho-Ming Yeh , Chi-Yen Lin, “Effect of collector aspect ratio on the collector efficiency of upward type flat-plate solar air heater”, Tamkang Univercity , Taiwan, 1996
- [11] A. Safwat Nafey, M. Abdelkader, A. Abdelmotalip, A.A. Mabrouk, “Parameter affecting solar still productivity”, Energy Conversion & Management, Suez Canal Univercity, Egypt, 2000
- [12] O.V. Ekechukwu, B. Norton, “Review of solar energy drying systems III: low temperature air heating solar collector for crop drying application”, Energy Conversion & Management, Norton Ireland, U.K., 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] Duhas P Sukhatme, “Solar Energy Principles of Thermal Collection Storage Second Edition” Indian Institute of Technology, Mumbai, 2004



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้