ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติด้วยวัสดุเหลือใช้จากบรรจุภัณฑ์เตรตราแพ็คต่อการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

(Effect of Thermo Pot Insulation Using Tetra-pack Waste on Electricity Usage)

จัดทำโดย

นางสาวศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม		รหัสนักศึกษา 47040924
นางสาวอัจฉรา ประสารการ		รหัสนักศึกษา 47040933

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21 / 3 / 51

( )

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติด้วยวัสดุเหลือใช้จากบรรจุภัณฑ์เตรตราแพ็คต่อการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

(Effect of Thermo Pot Insulation Using Tetra-pack Waste on Electricity Usage)

จัดทำโดย

นางสาวศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม รหัสนักศึกษา 47040924

นางสาวอัจฉรา ประสารการ รหัสนักศึกษา 47040933

สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติชัย บรรจง

วพ.
ส287ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85387
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010388
i.....

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียบเรียง นางสาวศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม นางสาวอัจฉรา ประสารการ
ชื่อเรื่อง ผลของการหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติด้วยวัสดุเหลือใช้จากบรรจุภัณฑ์เตรตราแพ็ค ต่อการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (Effect of Thermo Pot Insulation Using Tetra-pack Waste on Electricity Usage) สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การทดลองฉนวนความร้อน 3 ชนิด ได้แก่ โฟมยืดหยุ่น กล่องเตตราแพ็คสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องเตตราแพ็คสานขึ้นรูป 2 ชั้น นำไปหุ้มกระติกต้มน้ำอัตโนมัติ 2 ขนาด เปรียบเทียบกับการไม่หุ้มฉนวนโดยวางแผนการทดลองเชิงแฟคตอเรียลในบลอค ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ใช้กระติกต้มน้ำอัตโนมัติ 2 ขนาด ขนาดละ 4 ใบ รวมเป็น 8 ใบ เมื่อวิเคราะห์ค่าตั้งแต่เริ่ม นำน้ำที่อุณหภูมิห้องใส่ลงในกระติกน้ำอัตโนมัติ เปิดเครื่องทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที โดยพิจารณาค่าระยะเวลาที่กระติกต้มน้ำอัตโนมัติทำงาน(นาที) , ระยะเวลาที่กระติกต้มน้ำอัตโนมัติหยุดทำงาน (นาที) , จำนวนครั้งที่กระติกน้ำอัตโนมัติทำงาน(ครั้ง) และค่าความสิ้นเปลืองไฟฟ้า(Wh) พบว่ากระติกน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กที่ไม่หุ้มฉนวน หุ้มฉนวนกล่องเตตราแพ็คสาน 1 ชั้น หุ้มฉนวนกล่องเตตราแพ็คสาน 2 ชั้น และหุ้มฉนวนโฟม มีค่าระยะเวลาที่ทำงาน เท่ากับ 46.25 , 38.43 , 37.31 และ 33.18 นาที และกระติกขนาดใหญ่ 31.17 , 34.04 , 27.18 และ 26.30 นาที ตามลำดับ ค่าระยะเวลาหยุดทำงาน กระติกขนาดเล็กเท่ากับ 134.16 , 141.17 , 143.09 และ 146.43 นาที และกระติกขนาดใหญ่ 149.24 , 152.29 , 153.17 และ 154.10 นาที ตามลำดับ ค่าจำนวนครั้งที่กระติกน้ำอัตโนมัติทำงาน กระติกขนาดเล็กเท่ากับ 7.5 , 6 , 5 และ 7 ครั้งและกระติกขนาดใหญ่, 9 , 7 , 6 และ 5 ครั้ง ตามลำดับ ค่าความสิ้นเปลืองไฟฟ้า กระติกขนาดเล็กเท่ากับ 476.5 , 390.5 , 344.5 และ 346.5 Wh และกระติกขนาดใหญ่ 301.5 , 292.5 , 265.5 และ 260.5 Wh ตามลำดับ โดยผลที่ได้แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha<0.05$) และสามารถแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างต้นเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan ($\alpha<0.05$) ได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มแรกกระติกไม่หุ้มฉนวนและกระติกหุ้มฉนวนเตตราแพ็ค 1 ชั้น ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า กลุ่มที่สองกระติกหุ้มฉนวนโฟมและกระติกหุ้มเตตราแพ็ค 2 ชั้น เมื่อนำค่าสิ้นเปลืองไฟฟ้ามาคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าโดยสมมติให้กระติกต้มน้ำอัตโนมัติเปิดช่วงทิ้งไว้ในเวลากลางคืน 8 ชั่วโมง ต่อวันเป็นเวลา 1 เดือน และให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ 2 บาท พบว่า กระติกใบเล็กใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 76.24 , 62.48 , 55.12 ,

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 55.44 บาท กระติกใบใหญ่ 48.24 , 46.80 , 42.48 และ 41.68 บาท ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อมีหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนด้วยกล่องเตตราแพ็คสาน 2 ชั้น กระติกใบเล็กจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ 21.12 บาท/เดือน และกระติกใบใหญ่ประหยัดได้ 5.76 บาท/เดือน เมื่อเทียบกับการไม่หุ้ม

ศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม

(นางสาวศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม)

อัจฉรา ปร; สช ๕

(นางสาวอัจฉรา ประสารการ)

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีขอกราบขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาค่อยให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการค้นคว้าและตอบสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่เป็นแหล่งขอมูลที่สำคัญ และหอสมุดกลาง

ขอขอบพระคุณคุณแม่ และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจและกำลังทรัพย์และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนคณะวิศวกรรมศาสตร์ และเพื่อนๆคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่คอยให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดเวลาการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

นางสาวศศิกาญจน์ เกลี้ยงกลม

นางสาวอัจฉรา ประสารการ

21 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....ก
กิตติกรรมประกาศ.....ข
สารบัญ.....ค
สารบัญตาราง.....ง
สารบัญรูปภาพ.....จ
บทที่ 1
บทนำ.....1
วัตุประสงค์.....1
บทที่ 2 ทฤษฎี
2.1 ความหมายของฉนวน.....2
2.2 หลักการถ่ายเทความร้อนของฉนวนความร้อน.....2
2.3 คุณลักษณะของฉนวน.....3
2.4 ความหมายของกาต้มน้ำไฟฟ้า.....3
2.5 ประเภทของกาต้มน้ำไฟฟ้า.....3
2.6 หลักการทำงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ.....6
2.7 วัตต์อาวร์มิเตอร์.....7
2.8 กล่องเตรดราแพ็ค(กล่องนมดูเม็กซ์).....10

บทที่ 3 การทดลอง
3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง.....11
3.2 วิธีการทดลอง.....11
บทที่ 4
ผลการทดลอง.....17
บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง.....27
บรรณานุกรม.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงผลการทดลองของเวลาที่ กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที....17

2 แสดงผลการทดลองของเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงาน เมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที....18

3 แสดงผลการทดลองของจำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที....19

4 แสดงผลการทดลองของจำนวนค่าสิ้นเปลืองพลังงาน เมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที....20

5 แสดงผลค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกระติกน้ำร้อนที่ หุ้มด้วยวัสดุแตกต่างกัน....24

6 แสดงค่าไฟฟ้าในเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน....25

7 แสดงค่าไฟฟ้าในเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน เป็นเวลา 1 เดือน....25

8 แสดงการประหยัดค่าไฟฟ้าของฉนวนต่างๆเมื่อเปรียบเทียบกับไม่หุ้มฉนวน 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1 ลักษณะของกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดใช้น้ำเป็นสื่อไฟฟ้า....4
2 ลักษณะของกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดธรรมดา....4
3 ลักษณะของกระติกน้ำชนิดอัตโนมัติ....5
4 ลักษณะของส่วนประกอบโดยทั่วไปของกระติกน้ำอัตโนมัติ....5
5 ลักษณะการทำงานของลวดความร้อนชุดที่ทำให้น้ำร้อน....6
6 ลักษณะการทำงานของลวดความร้อนชุดรักษาอุณหภูมิของน้ำ....6
7 ลักษณะของวัตต์อาวร์มิเตอร์....7
8 ลักษณะของชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อาวร์มิเตอร์....8
9 สูตรการคิดค่าไฟฟ้าบ้าน....9
10 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม....12
11 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วยโฟมยืดหยุ่น....12
12ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วย
กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น....13
13 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วย
กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น....13
14 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม....14
15 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วยโฟมยืดหยุ่น....14
16 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วย
กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น....15
17 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วย
กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น....15
18 ลักษณะของ Watthour meter ที่ใช้ต่อกับกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ....16
19 ลักษณะของ Temperature meter ที่ใช้ต่อกับกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ....16
20 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างเวลารวมที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน
หยุดทำงานและเวลาใน 180 นาที....18
21 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและ
เวลาใน 180 นาที....19
22 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน (Wh)
และเวลาใน 180 นาที....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

23 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้ง , เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ
เริ่มทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกน้ำอัตโนมัติใบเล็ก.....21
24 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่ meterหยุดทำงาน
ในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกต้มน้ำใบเล็ก.....22
25 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้ง , เวลาที่ meter เริ่มทำงาน
ในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกน้ำอัตโนมัติใบใหญ่.....22
26 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่ meter หยุดทำงาน
ในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกต้มน้ำใบใหญ่.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากฝีมือของมนุษย์ และเป็นปัญหาที่ทุกคนบนโลกจะต้องรับผิดชอบร่วมกันและร่วมกันแก้ไข การอนุรักษ์พลังงานก็เป็นส่วนหนึ่งของการร่วมมือเพื่อช่วยภาวะโลกร้อนได้เช่นกัน เช่น การปิดไฟดวงที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ การปิดแอร์ในออฟฟิตในช่วงพักกลางวัน หรือการถอดปลั๊กกาต้มน้ำอัตโนมัติทุกครั้งที่ไม่ได้ใช้ เป็นต้น

"การอนุรักษ์พลังงาน" ก็คือการใช้พลังงานอย่างฉลาดที่สุดเพื่อประโยชน์ที่มากที่สุด หรืออาจจะหมายถึงการประหยัดพลังงานในวันนี้เพื่อจะได้เก็บพลังงานไว้ใช้ในอนาคต ในการทดลองวิจัยในหัวข้อ "การอนุรักษ์พลังงานในกาต้มน้ำร้อนอัตโนมัติด้วยวัสดุเหลือใช้จากภาชนะบรรจุอาหาร" มุ่งเน้นเรื่องการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและสอดคล้องกับการใช้ชีวิตประจำวันในปัจจุบันนี้ ถ้าฉนวนที่ห่อหุ้มกาต้มน้ำอัตโนมัติในการทดลองครั้งนี้สามารถช่วยประหยัดไฟฟ้าได้จริงก็จะเป็นผลดี หรือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของกลุ่มประชาชนที่เคยชินกับการเสียบปลั๊กกาต้มน้ำอัตโนมัติทิ้งไว้ตลอดเวลา ฉนวนตัวนี้ก็จะมีบทบาทในการอนุรักษ์พลังงานในอีกรูปแบบหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบกล่องเตรดตราแพ็คเหลือใช้ ว่าจะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานในการใช้ไฟฟ้าในกระติกต้มน้ำอัตโนมัติได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับโฟมยืดหยุ่น
2. เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าว่าฉนวนที่ใช้เพื่อการห่อหุ้มกระติกต้มน้ำอัตโนมัติมีส่วนช่วยในการประหยัดไฟฟ้าและมีส่วนช่วยทำให้ลดการใช้ไฟฟ้าสินเปลือง**มากน้อยเท่าใด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ความหมายของฉนวน (ชัชชวลิต, 2546)

ฉนวน หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยที่อุณหภูมิทั้งสองด้านแตกต่างกัน ฉนวนที่ดีจะต้องลดกระแสการพาความร้อนหรือความเย็น ดังนั้นควรจะมีค่าการนำความร้อนน้อยๆ ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียความร้อนหรือความเย็นได้มาก

ฉนวนที่นิยมใช้ในปัจจุบันแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรมได้ 4 ประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง อุตสาหกรรมการขนส่ง อาคารสิ่งก่อสร้าง และอุตสาหกรรมการผลิต ตัวอย่างเช่น การใช้ฉนวนลดการสูญเสียความร้อนกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ท่อไอน้ำ ท่อส่งลมเย็นและลมร้อน ถัง ภาชนะบรรจุและเตา เป็นต้น ในอุตสาหกรรมอาหารไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับความร้อนหรือความเย็น เช่น อุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง อุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง อุตสาหกรรมนมพาสเจอร์ไรส์ เป็นต้น จำเป็นที่จะต้องมีการใช้ฉนวนกันความร้อน เพื่อช่วยในการลดการสูญเสียพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานความร้อน นอกจากนี้การใช้ฉนวนนอกจากจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานให้น้อยแล้ว ยังช่วยลดในเรื่องของความเสียหายต่ออุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายของโรงงานให้น้อยลงอีกด้วย

2.2 หลักการถ่ายเทความร้อนของฉนวนความร้อน (ชัชชวลิต, 2546)

การถ่ายเทความร้อน โดยธรรมชาติจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกับน้ำที่ไหลจากที่สูงไปยังที่ต่ำ วิธีการถ่ายเทความร้อนแบ่งออกเป็น 3 วิธีหลักๆ คือ

1. การนำความร้อน (Conduction) คือ ปรากฏการณีที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่งๆ หรือระหว่างวัตถุที่สัมผัสกัน
2. การพาความร้อน (Convection) คือ ปรากฏการณที่พลังงานความร้อนถ่ายเทพลังงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของมวลสารของของไหล หรือก๊าซ ที่มีพลังงานบรรจุอยู่จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง
3. การแผ่รังสีความร้อน (Thermal radiation) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยสเปคตรัมการแผ่รังสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปล่งออกมาจากพื้นผิวของวัตถุที่ถูกกระตุ้นทางความร้อน รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ (ซึ่งรวมแสงที่ตามองเห็น คลื่นรังสีเอ็กซ์) จะกระจายออกทุกทิศทุกทาง และเมื่อรังสีนี้ไปกระทบวัตถุหนึ่งบางส่วนอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะท้อนกลับ บางส่วนอาจส่งผ่านทะลุไป และบางส่วนอาจถูกดูดกลืนไว้ ถ้ารังสีที่ตกกระทบคือ รังสีความร้อนรังสีที่ถูกดูดกลืนไว้จะปรากฏเป็นความร้อนภายในวัตถุที่ดูดกลืนรังสีนั้นไว้

จากคำจำกัดคำข้างต้น จะเห็นว่าการนำความร้อนและการพาความร้อนต้องมีตัวกลางในการส่งถ่ายเทพลังงาน ขณะที่การแผ่รังสีความร้อนไม่จำเป็นต้องมี และในความเป็นจริงหากมีสิ่งใดมากั้นกลางระหว่างวัตถุ 2 ชิ้นนั้นก็จะเป็นอุปสรรคต่อการแผ่รังสีของวัตถุทั้ง 2 นั้น ตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อนที่พบเห็นได้ง่ายคือ การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ที่นำความอบอุ่นมาสู่โลก โดยความร้อนของดวงอาทิตย์สามารถส่งผ่านมายังโลกได้ โดยผ่านบริเวณที่ไม่มีอะไรเลย แม้แต่อาการศที่เรียกว่า ภาวะสูญญากาศเป็นระยะทางถึง 150 ล้านกิโลเมตร (93 ล้านไมล์)

2.3 คุณลักษณะของฉนวน (ชัชชวลิต, 2546)

จุดมุ่งหมายในการติดตั้งฉนวนความร้อน คือต้องการเก็บพลังงานไม่ให้มีการถ่ายเทออกไปหรือเข้ามาภายในบริเวณที่ต้องการ นั่นคือฉนวนความร้อนต้องยับยั้งหรือขัดขวางการถ่ายเทความร้อนให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนสามารถเกิดขึ้นทั้ง 3 รูปแบบ ถึงแม้ว่าโดยปกติมักจะพิจารณาว่าฉนวนโดยส่วนใหญ่มีลักษณะรูปร่างเป็นของแข็ง และคาดว่าฉนวนจะถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และดังนั้นกำหนดคุณสมบัติของฉนวนด้วยสภาพนำความร้อน ซึ่งในความเป็นจริงกลไกการถ่ายเทความร้อนในฉนวนไม่ดีเกิดขึ้นเฉพาะการนำความร้อนเท่านั้น การพาความความร้อนและการแผ่รังสีก็เกิดขึ้นด้วย ฉะนั้นจึงมักใช้คำว่า “ สภาพการนำความร้อนปรากฏ ” (Arraratthermal conductivity) แทน

2.4 ความหมายของกาต้มน้ำไฟฟ้า (ชัชชวลิต, 2546)

กาน้ำร้อนเป็นอุปกรณ์ต้มน้ำ โดยมีอุปกรณ์ให้ความร้อนหรือแผ่นความร้อนให้ความร้อนในการต้มน้ำ โดยปกติกาต้มน้ำไฟฟ้าถูกออกแบบให้สามารถทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงถึงจุดเดือดประมาณ 100 องศาเซ็นเซียส หรือ 2112 องศา ฟราเร็นไฮต์

2.5 ประเภทของกาต้มน้ำร้อน (อัจฉรา, 2549)

กาต้มน้ำร้อนแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดใช้น้ำเป็นสื่อ
2. กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดธรรมดา
3.กาต้มน้ำชนิดอัตโนมัติแบบปล่อยน้ำด้วยแรงกดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดใช้น้ำเป็นสื่อไฟฟ้า

ภาพที่1 ลักษณะของกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดใช้น้ำเป็นสื่อไฟฟ้า
ที่มา : **อัจฉรา, 2549** (http://www.e-tech.ac.th)

กาต้มน้ำแบบนี้ลักษณะเหมือนกับกาต้มน้ำที่ใช้บนเตาไฟแต่จะมีปลั๊กออกมาเหมือนกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป กาต้มน้ำร้อนจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อระดับน้ำในกาต้มน้ำ สูงถึงอุปกรณ์ทำความร้อน โดยเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นความร้อนและน้ำจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งจะทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นตามปริมาณของกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านส่งผลทำให้น้ำร้อน

2. กาน้ำร้อนไฟฟ้าชนิดธรรมดา(Non-Automatic Electric Pots)

ภาพที่2ลักษณะของกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดธรรมดา
ที่มา : **อัจฉรา, 2549** (http://www.e-tech.ac.th)

กาน้ำร้อนไฟฟ้าชนิดนี้ส่วนสำคัญที่ทำให้น้ำร้อนนั่นคือลวดความร้อน(Heater)โดยที่ลวดความร้อนนี้จะร้อนทันทีเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขดลวดความร้อนเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดความร้อนจะทำให้ลวดความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆและความร้อนจะถูกถ่ายเทไปให้กับน้ำจนอุณหภูมิของน้ำสูงสุดถึงจุดเดือดถ้าน้ำเดือดแล้วยังไม่ดึงปลั๊กออกน้ำจะเดือดต่อไปเรื่อยๆจนระเหยเป็นไอหมด

ข้อควรระวัง การใช้กาต้มน้ำชนิดนี้ต้องระวังไม่ให้ระดับน้ำต่ำกว่าลวดความร้อน อาจเกิดการเสียหายได้เพราะลวดความร้อนถูกออกแบบใช้กับน้ำเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

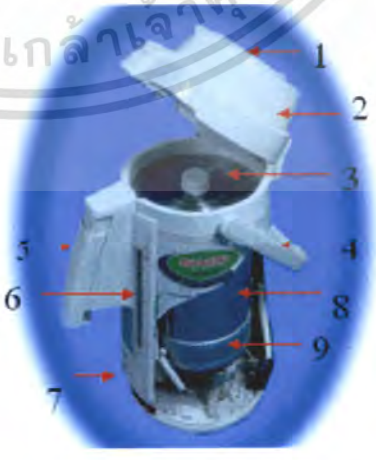
3. กาต้มน้ำชนิดอัตโนมัติแบบปล่อยน้ำด้วยแรงกดอากาศ (Air Pressure Automatic Electric Pots)

ภาพที่3 ลักษณะของกระติกน้ำชนิดอัตโนมัติ
ที่มา : หน่วยงาน, ปี www.kitchenwaremarket.com

กาต้มน้ำชนิดนี้มีลักษณะการทำงานโดยผู้ใช้จะกดฝาบนของกาต้มน้ำน้ำร้อนจะไหลออกมาเนื่องจากแรงกดอากาศภายในกาต้มน้ำแรงดันที่มีมากขึ้นมีผลไปดันให้น้ำร้อนออกมา

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของกระติกน้ำร้อนัตโนมัติ

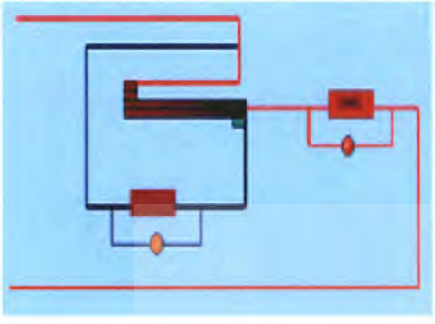
1.ที่กดน้ำ
2.ฝาปิดกาต้มน้ำด้านบน
3.ฝาปิดด้านใน
4.หูหิ้ว
5.จุดส่งน้ำออกจากกระติก
6.จุดบอกระดับน้ำ
7.ส่วนบอกไฟแสดงการต้ม และไฟแสดงการอุ่น
8.ตัวกระติกด้านใน
9.แผ่นความร้อน



ภาพที่ 4 ลักษณะของส่วนประกอบโดยทั่วไปของกระติกน้ำอัตโนมัติ
ที่มา : **อัจฉรา, 2549** (http://www.e-tech.ac.th)

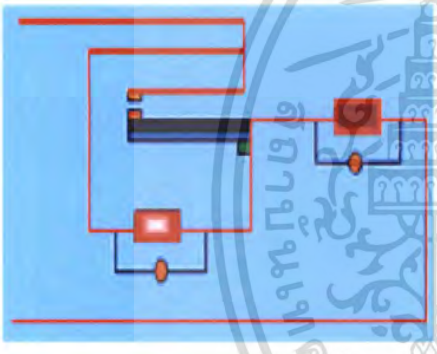
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6หลักการทำงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ (อัจฉรา, 2549)



เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสของเทอร์เมอร์สแตตและลวดความร้อนชุดที่ทำให้น้ำร้อน (Main Heater)จะทำให้น้ำที่อยู่ภายในกาต้มน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึงประมาณ90-100 องศาเซลเซียสแผ่นไบเมทอลิคจะโค้งงอตัวเต็มที่ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน

ภาพที่ 5 ลักษณะการทำงานของลวดความร้อนชุดที่ทำให้น้ำร้อน
ที่มา : **อัจฉรา, 2549** (http://www.e-tech.ac.th)



จากนั้นลวดความร้อนชุดรักษาอุณหภูมิของน้ำ (Warm ater)ที่ต่อขนานกับหน้าสัมผัสจะทำหน้าที่ ให้ความร้อนกับน้ำเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำอยู่ในระดับที่คงที่ตลอดเวลาและน้ำที่อยู่ในกาน้ำจะมีอุณหภูมิประมาณ90-100องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาที่เสียบปลั๊กที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับกาต้มน้ำ

ภาพที่ 6 ลักษณะการทำงานของลวดความร้อนชุดรักษาอุณหภูมิของน้ำ
ที่มา : **อัจฉรา, 2549** (http://www.e-tech.ac.th)

การนำน้ำออกจากกาต้มน้ำทำได้โดยการกดฝากดน้ำที่อยู่ด้านบนของกาต้มน้ำซึ่งจะเป็นการอัดอากาศลงไปในกาต้ม น้ำผ่านรู้ระบายอากาศของฝาปิดภายในให้ไหลขึ้นไปตามท่อแล้วออกไปยังพวยกาได้และเมื่อปล่อยมือออกจากฝากดน้ำ อากาศจากภายนอกจะเข้าไปแทนที่น้ำในกาที่ไหลออกมาจากกาต้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

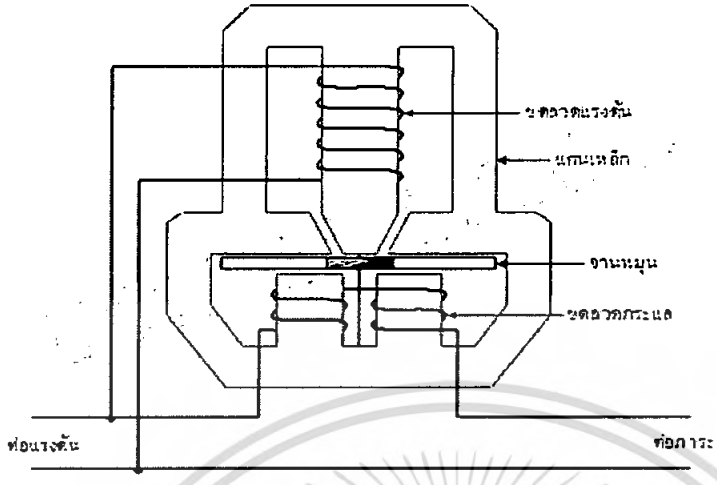
2.7 วัตต์อาวร์มิเตอร์ (Watthour Meter)(พันธ์ศักดิ์, 2549)

วัตต์อาวร์มิเตอร์ เป็นมิเตอร์ที่ทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานเป็นมิเตอร์วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรมและในที่ต่างๆ ที่ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน โดยวัดพลังงานไฟฟ้าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง หรือกิโลวัตต์อาวร์ (Kilowatthours ; kWh)

ภาพที่ 7 ลักษณะของวัตต์อาวร์มิเตอร์
ที่มา : **พันธ์ศักดิ์, 2549** (http://pansak.50megs.com)

หลักการทำงานของวัตต์อาวร์มิเตอร์เหมือนกับมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่ทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า เช่น วัตต์มิเตอร์ มีส่วนประกอบเหมือนกันคือ ประกอบด้วยขดลวดกระแสและขดลวดแรงดัน แต่ก็มีส่วนที่แตกต่างกันบ้างในการแสดงค่าการวัดปริมาณไฟฟ้าออกมา ของวัตต์มิเตอร์แสดงค่าออกมาในลักษณะเข็มชี้บ่ายเบนชี้ค่าออกมาบนสเกล ส่วนของวัตต์อาวร์มิเตอร์แสดงค่าออกมา โดยใช้แม่เหล็กหน่วงการเคลื่อนที่ของจานหมุน และใช้ชุดเฟืองไปขับเข็มชี้ให้แสดงค่าออกมาบนสเกล หรืออาจใช้ชุดเฟืองไปขับชุดตัวเลขให้แสดงค่าออกมา โครงสร้างของชุดให้กำเนิดสนามแม่เหล็ก และจานหมุนของวัตต์อาวร์มิเตอร์ แสดงดังรูป

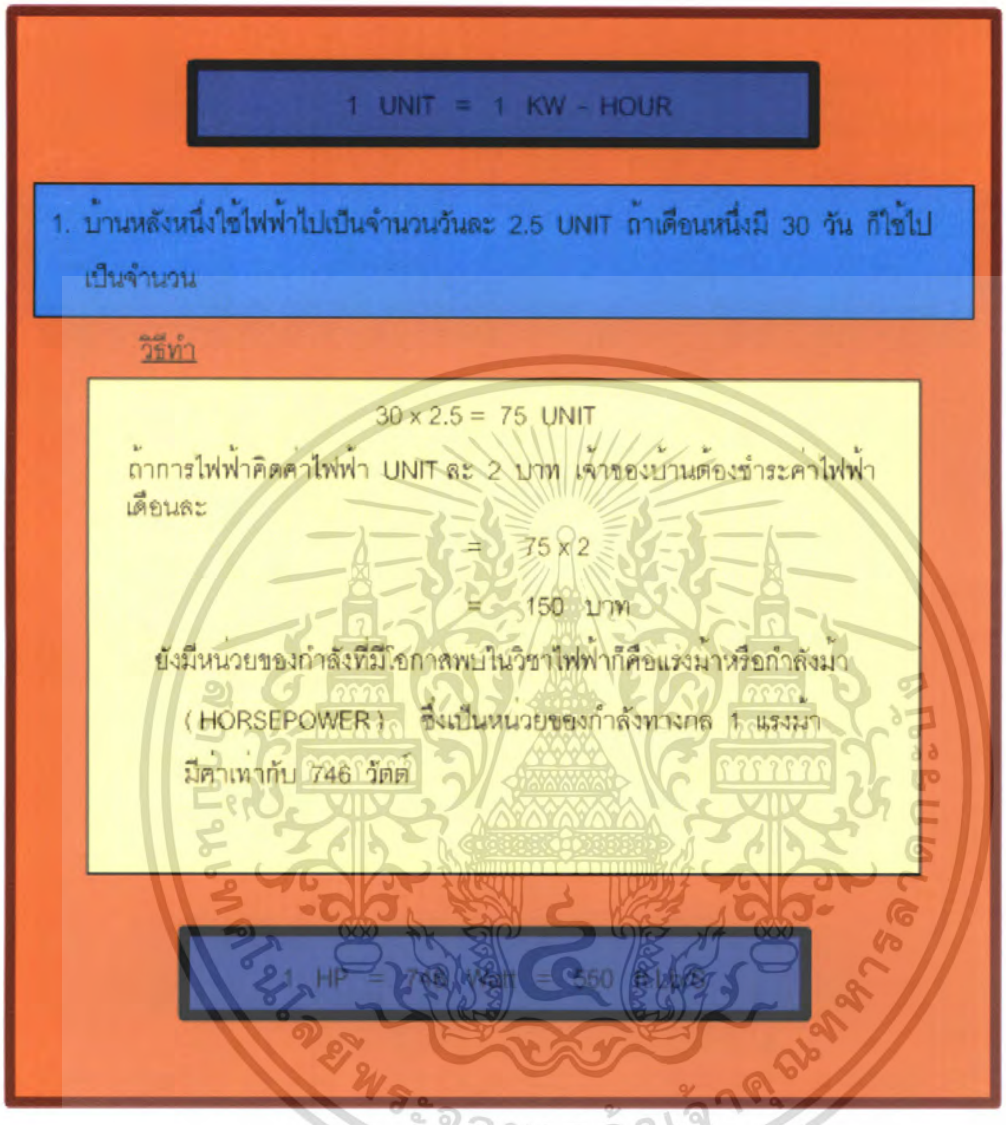
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ลักษณะของชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อาวร์มิเตอร์
ที่มา : พันธ์ศักดิ์, 2549 (http://pansak.50megs.com)

จากรูป แสดงชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อาวร์มิเตอร์ โครงสร้างประกอบด้วย ขดลวดกระแสต่อแบบอนุกรมกับวงจร และขดลวดแรงดันต่อแบบขนานกับวงจร ขดลวดทั้ง 2 ชุดถูกพับไว้บนโครงโลหะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เกิดเป็นวงจรแม่เหล็ก 2 ชุด แผ่นจานอะลูมิเนียมกลมแบนถูกวางอยู่ในช่องว่างของสนามแม่เหล็กขดลวดกระแสและขดลวดแรงดัน เกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ในแผ่นจานอะลูมิเนียม แรงต้านของกระแสไหลวนและสนามแม่เหล็กของขดลวดแรงดันทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนแผ่นจานอะลูมิเนียม แผ่นจานอะลูมิเนียมจึงหมุน แรงที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนระหว่างความเข้มของสนามแม่เหล็กของขดลวดแรงดันและกระแสไหลวนในแผ่นจานอะลูมิเนียม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดที่พัน จำนวนรอบของการหมุนแผ่นจานอะลูมิเนียมขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้ไปของภาระที่ต่ออยู่ในเวลาที่แตกต่างกัน แกนที่ยึดติดกับแผ่นจานอะลูมิเนียมถูกต่อไว้กับเฟือง พ่วงต่อไปยังเข็มชี้ชี้สเกลออกมาในแต่ละค่า และถูกปรับแต่งให้อ่านค่าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 สูตรการคิดค่าไฟฟ้าบ้าน

ที่มา : **การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2551** (http://www.pea.co.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กล่องเตรดราแพ็ค(กล่องนมดูเม็กซ์)

วัสดุที่ใช้ทำกล่องนมเป็นกระดาษเคลือบ มีส่วนประกอบดังนี้

- กระดาษ(75%)
- โพลีเอททีลีน(20%)
- อะลูมิเนียมฟอยด์(5%)

ผนึกกันเป็นแผ่น กระดาษช่วยให้กล่องมีรูปทรงแข็งแรงทนทาน โพลีเอททีลีน มีน้ำหนักเบาช่วยในการผนึก ส่วนอะลูมิเนียมฟอยด์ช่วยป้องกันอากาศ แสงสว่างและแบคทีเรียจากภายนอกที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของนม นมกล่อง หรือ นมยูเอชทีบรรจุอยู่ในกล่องแบบปลอดเชื้อเก็บได้นานถึงหกเดือน โดยไม่ต้องแช่เย็น และ ไม่ใช้วัตถุกันเสียหรือสารกันบูด อีกทั้งกล่องนมยังนำกลับมารีไซเคิลได้อีกด้วย ปัจจุบันมีการในกล่องนมที่เหลือใช้มารีไซเคิลมากมายเช่น ทำสิ่งประดิษฐ์ศิลปะ สานทำเป็นกระเป๋า เป็นต้น กระบวนการรีไซเคิลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและเป็นที่นิยม คือ การแยกเยื่อและการทำเป็นแผ่นไม้กระดาน เนื่องจากตัวกล่องนมมีส่วนประกอบที่เป็นกระดาษอยู่ประมาณ 75% ซึ่งสามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษรีไซเคิล ส่วนพลาสติกและอลูมิเนียมฟอยด์จะถูกนำไปหลอมและฉีดเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกรีไซเคิล (บริษัท เต็ดตรา แพ้ค, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทดลอง

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. กระติกต้มน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กยี่ห้อ Lovestar ขนาด 635W ความจุ 2.4 l จำนวน 4 เครื่อง
2. กระติกต้มน้ำอัตโนมัติขนาดใหญ่ยี่ห้อ Sharp ขนาด 670W ความจุ 2.9 l จำนวน 4 เครื่อง
3. Watthour meter รุ่น MF38A จำนวน 8 เครื่อง
4. สายไฟ , ปลั๊กไฟ
5. วัสดุเหลือใช้จากกล่องบรรจุภัณฑ์เตรตตราแพ็ค (กล่องนมยี่ห้อดูแม็กซ์)
6. โฟมยืดหยุ่นผนึกด้วยแผ่นอลูมิเนียม (Nautica Insulated Pad) ความหนาประมาณ 5 mm.
7. Temperature meter (RTD PT 100 Ohm) จำนวน 8 เครื่อง
8. น้ำสะอาด

3.2 วิธีการทดลอง

1. ต่อระบบวงจรไฟฟ้าระหว่างกระติกต้มน้ำอัตโนมัติกับ Watthour meter โดยต่อกระติกต้มน้ำอัตโนมัติ 1 ใบ ต่อ Watthour meter 1 ตัว (ภาพที่ 18)
2. กระติกน้ำอัตโนมัติมี 2 รุ่นจำนวน 8 ใบโดยมี
    - กระติกต้มน้ำใบเล็ก จำนวน 4 ใบ
    - กระติกต้มน้ำใบใหญ่ จำนวน 4 ใบ
3. ทำการห่อหุ้มฉนวนเข้ากับกระติกต้มน้ำอัตโนมัติ โดย
    - กระติกต้มน้ำใบที่ 1 ไม่มีฉนวนหุ้ม ดังภาพที่ 10 และภาพที่ 14
    - กระติกต้มน้ำใบที่ 2 หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น ดังภาพที่ 11 และภาพที่ 15
    - กระติกต้มน้ำใบที่ 3 หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น ดังภาพที่ 12 และภาพที่ 16
    - กระติกต้มน้ำใบที่ 4 หุ้มด้วยโฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งมีอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบอยู่ ดังภาพที่ 13 และภาพที่ 17
4. ก่อนจะเติมน้ำลงในกระติก จะนำน้ำไปพักเพื่อปรับอุณหภูมิโดยเฉลี่ยให้เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

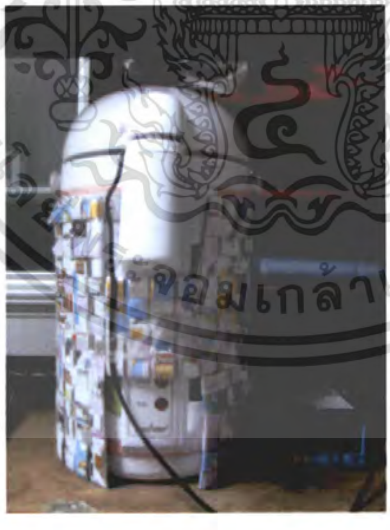
5. นำน้ำที่พักไว้ใส่กระติกแต่ละใบ
6. ต่อ Temperature meter เข้ากับกระติกน้ำร้อนโดยเสียบเข้าไปในกระติกน้ำ (ภาพที่ 19)
7. เสียบปลั๊กทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง ทำซ้ำ 2 ครั้ง
8. บันทึกผล
    - บันทึกจำนวนครั้งที่ Meter ทำงานในเวลา 3 ชั่วโมง
    - บันทึกอุณหภูมิที่ Meter เริ่มหมุนและ Meter หยุดหมุน
    - บันทึกเวลาที่ Meter เริ่มทำงานและ meter หยุดทำงาน
    - บันทึกอุณหภูมิในช่วงที่ Meter หยุดทำงานซึ่งอุณหภูมิจะค่อยๆลดลง ก่อนที่ Meter จะทำงานในครั้งต่อไป

ภาพที่ 10 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม

ภาพที่ 11 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วยโฟมยืดหยุ่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป ความหนา 1 ชั้น



ภาพที่ 13 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป ความหนา 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 14 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม

ภาพที่ 15 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วยโฟมยืดหยุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป ความหนา 1 ชั้น

ภาพที่ 17 ลักษณะของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้น รูปความหนา 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่18 ลักษณะของ Watthour meter ที่ใช้ต่อกับกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ

ภาพที่ 19 ลักษณะของ Temperature meter ที่ใช้ต่อกับกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การทดลองฉนวนความร้อน 3 ชนิด ได้แก่ โฟมยืดหยุ่น กล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น นำไปหุ้มกระติกต้มน้ำอัตโนมัติ 2 ขนาด เปรียบเทียบกับการไม่หุ้มฉนวนโดย ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ใช้กระติกต้มน้ำอัตโนมัติ 2 ขนาด ขนาดละ 4 ใบ รวมเป็น 8 ใบ เมื่อวิเคราะห์ค่าตั้งแต่เริ่ม นำน้ำที่อุณหภูมิห้องใส่ลงในกระติกน้ำอัตโนมัติ เปิดเครื่องทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที โดยพิจารณาค่าระยะเวลาที่กระติกต้มน้ำอัตโนมัติทำงาน (นาที) ดังแสดงในตารางที่ 1 และระยะเวลาที่กระติกต้มน้ำอัตโนมัติหยุดทำงาน(นาที) ดังแสดงในตารางที่ 2 นำผลจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 มาเขียนแผนภูมิแบบแท่ง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับชนิดของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ (ภาพที่ 20, รูปที่ 21และรูปที่ 22) จะเห็นค่าความแตกต่างของเวลาโดยระยะเวลาที่กระติกต้มน้ำอัตโนมัติทำงานของกระติกน้ำที่ไม่หุ้มฉนวนจะทำงานเป็นระยะเวลามากกว่ากล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น และโฟมยืดหยุ่นตามลำดับ เห็นได้ที่ส่วนล่างของแผนภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับเวลารวมที่กระติกน้ำร้อนหยุดทำงานของกระติกน้ำที่ไม่หุ้มฉนวน ซึ่งจะน้อยกว่ากล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น และโฟมยืดหยุ่นตามลำดับ เห็นได้ที่ส่วนบนของแผนภูมิในกรณีนี้เกิดขึ้นทั้งกระติกใบเล็กและกระติกใบใหญ่ ดังภาพที่ 20

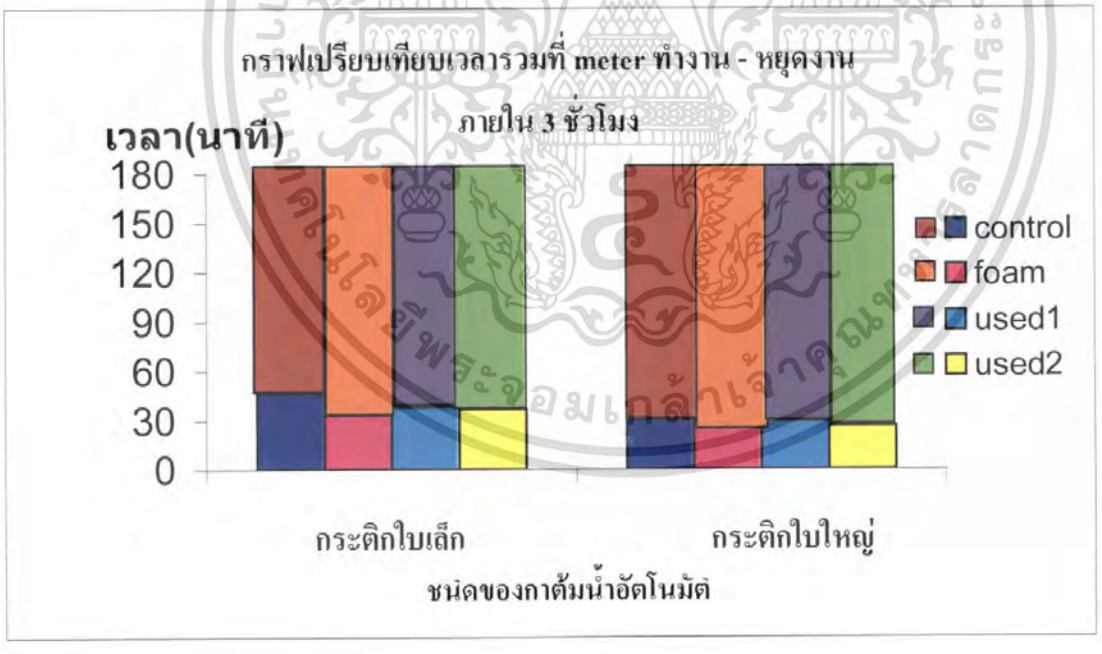
ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองของเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานเมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที

ชนิดของฉนวน	กระติกน้ำร้อนตัวเล็ก			กระติกน้ำร้อนตัวใหญ่		
	เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน (นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
No	43.35	48.34	46.25	30.19	31.34	31.17
Insulated Pad	34.01	32.34	33.18	25.23	26.57	26.30
Tetra-pack 1	38.55	38.31	38.43	29.03	30.24	30.04
Tetra-pack 2	37.46	36.36	37.31	26.55	27.01	27.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
85387

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองของเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานเมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที

ชนิดของฉนวน	กระติกน้ำร้อนตัวเล็ก			กระติกน้ำร้อนตัวใหญ่		
	เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานหยุดทำงาน (นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
No	136.25	131.26	134.16	149.41	148.26	149.24
Insulated Pad	145.59	147.26	146.43	154.37	153.03	154.10
Tetra-pack 1	141.05	141.29	141.17	154.42	149.36	152.29
Tetra-pack 2	142.14	143.24	143.09	153.05	152.49	153.17



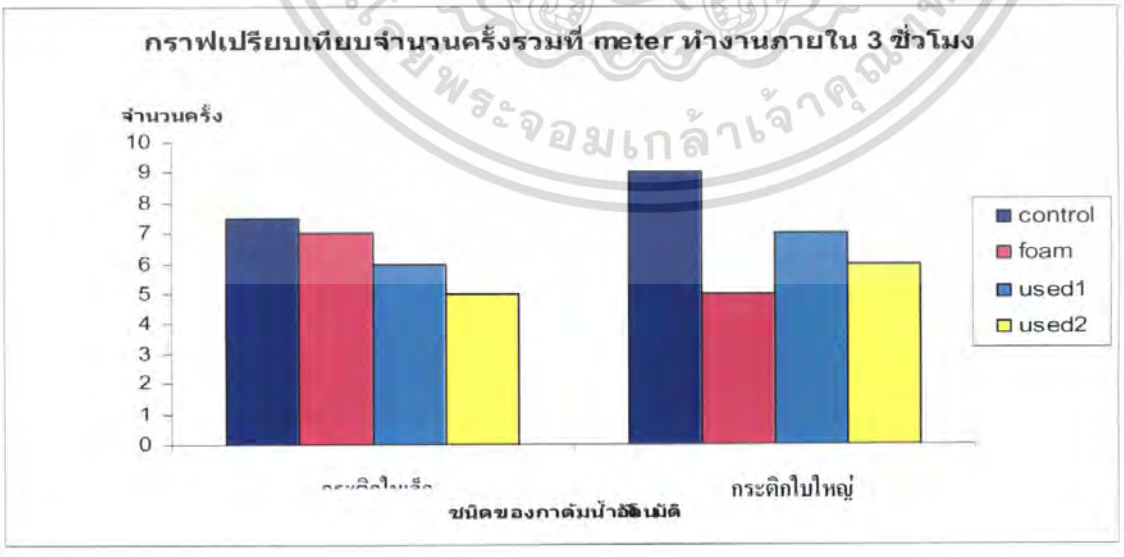
ภาพที่ 20 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างเวลารวมที่ กระติกน้ำร้อนทำงาน – หยุดทำงาน และเวลาใน 180นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาค่าจำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานเป็นเวลา 180 นาที ดังตารางที่ 3 มาเขียนแผนภูมิแบบแท่งจะเห็นความแตกต่างโดยในส่วนของกระติกใบเล็กจำนวนครั้งรวมที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติของกระติกร้อนอัตโนมัติไม่หุ้มฉนวนจะมีจำนวนครั้งมากกว่าโฟมยืดหยุ่น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น และกล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้นตามลำดับ และในส่วนของกระติกใบใหญ่จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานของ กระติกไม่หุ้มฉนวนมากกว่ากล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น และโฟมยืดหยุ่นตามลำดับ ดังภาพที่ 21

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองของจำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานเมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที

ชนิดของฉนวน	กระติกน้ำร้อนตัวเล็ก			กระติกน้ำร้อนตัวใหญ่		
	จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน (ครั้ง)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
No	7	8	7.5	9	9	9
Insulated Pad	7	7	7	5	5	5
Tetra-pack 1	6	6	6	7	7	7
Tetra-pack 2	5	5	5	6	6	6



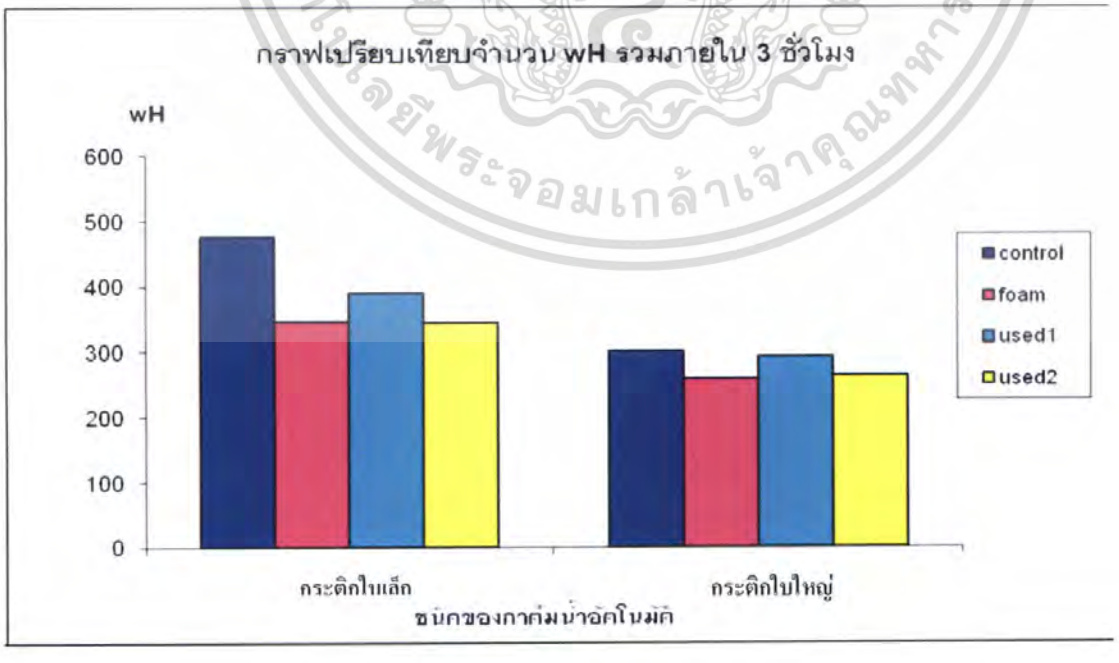
ภาพที่ 21 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและเวลาใน 180 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาค่าสิ้นเปลืองพลังงานเมื่อกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานเป็นเวลา 180 นาที ดังตารางที่ 4 มาเขียนแผนภูมิแบบแท่งจะเห็นความแตกต่างโดยในส่วนของกระติกน้ำร้อนใบเล็ก จำนวนค่าความสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกร้อนอัตโนมัติไม่หุ้มฉนวนจะมากกว่า กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น โฟมยืดหยุ่นและกล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้นตามลำดับ และในส่วนของกระติกใบใหญ่ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกร้อนอัตโนมัติไม่หุ้มฉนวนจะมากกว่ากล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น และโฟมยืดหยุ่นตามลำดับ ดังภาพที่ 22

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองของจำนวนค่าสิ้นเปลืองพลังงานเมื่อเสียบปลั๊กกระติกน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 นาที

ชนิดของฉนวน	กระติกน้ำร้อนตัวเล็ก			กระติกน้ำร้อนตัวใหญ่		
	จำนวนค่าสิ้นเปลืองพลังงาน (Wh)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
No	458	495	476.5	293	310	301.5
Insulated Pad	350	343	346.5	253	268	260.5
Tetra-pack 1	393	388	390.5	283	302	292.5
Tetra-pack 2	358	331	344.5	263	268	265.5

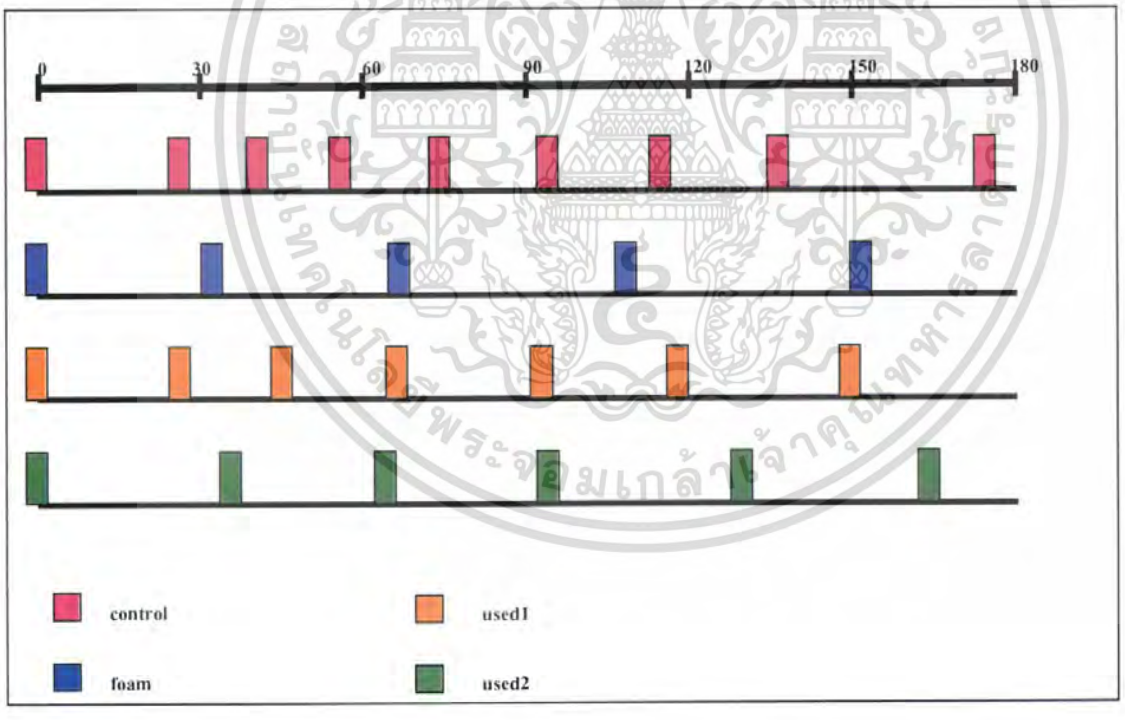


ภาพที่ 22 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนค่าความสิ้นเปลืองพลังงานและเวลาใน 180 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

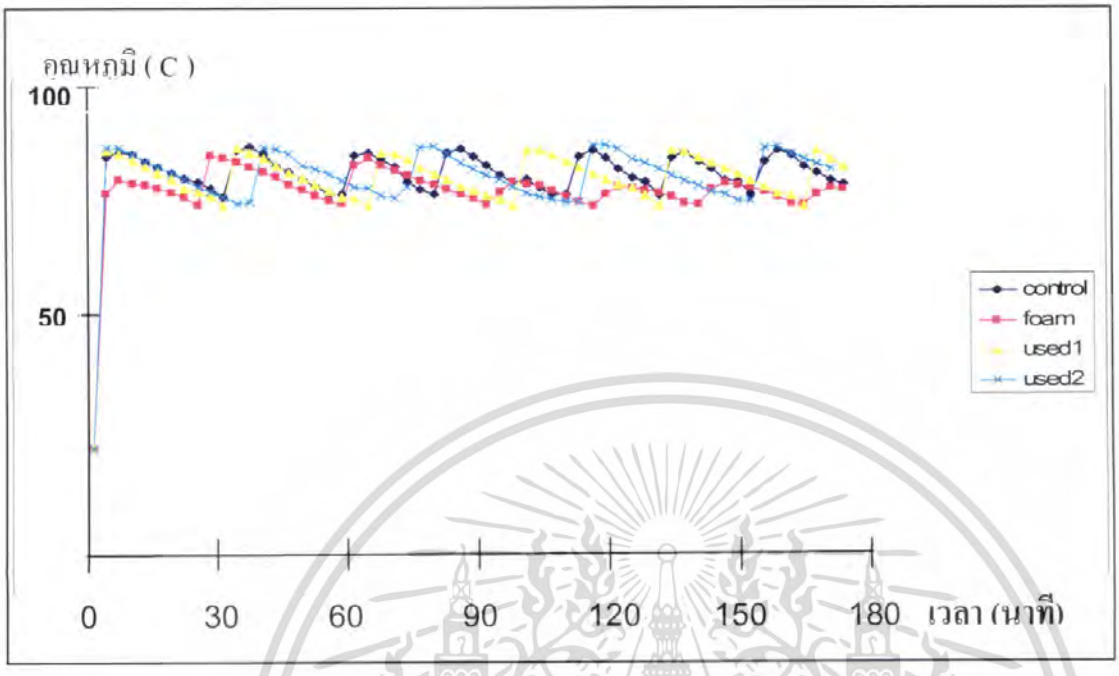
เมื่อพิจารณาช่วงการทำงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานในแต่ละครั้งของกระติกต้มน้ำอัตโนมัติทั้ง 2 ขนาด จากภาพที่ 23 จะเห็นได้ว่ากระติกต้มน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดเล็กที่ไม่หุ้มฉนวนจะมีความถี่และจำนวนครั้งในการเริ่มทำงานมากกว่า กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น และโฟมยืดหยุ่นตามลำดับ และจากภาพที่ 25 จะเห็นได้ว่ากระติกต้มน้ำร้อนอัตโนมัติขนาดใหญ่ที่ไม่หุ้มฉนวนจะมีความถี่และจำนวนครั้งในการเริ่มทำงานมากกว่า โฟมยืดหยุ่น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูปความหนา 2 ชั้น ตามลำดับ

จากผลการทดลองในการเก็บค่าอุณหภูมิในช่วงที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานในแต่ละครั้งอุณหภูมิจะค่อยๆลดลง จนถึงอุณหภูมิจุดหนึ่งกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติจะเริ่มทำงานในครั้งต่อไปมาเขียนเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่ กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกต้มน้ำอัตโนมัติ ดังภาพที่24 และ 26

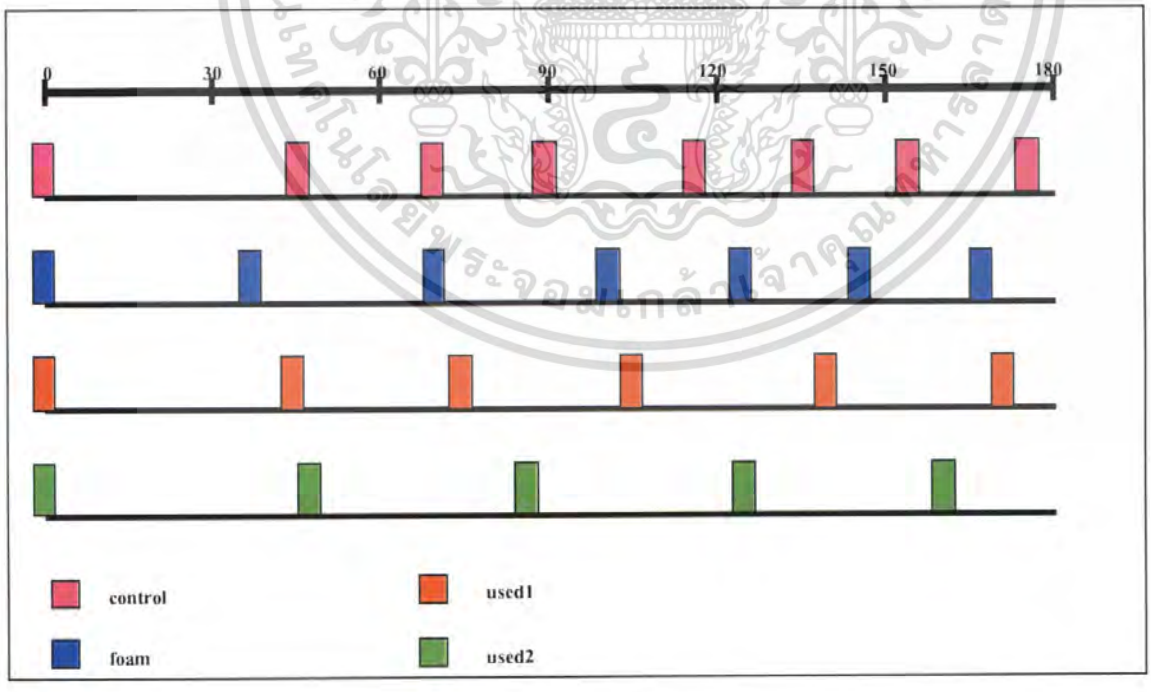


ภาพที่ 23 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้ง , เวลาที่ของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติเริ่มทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกน้ำอัตโนมัติใบเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

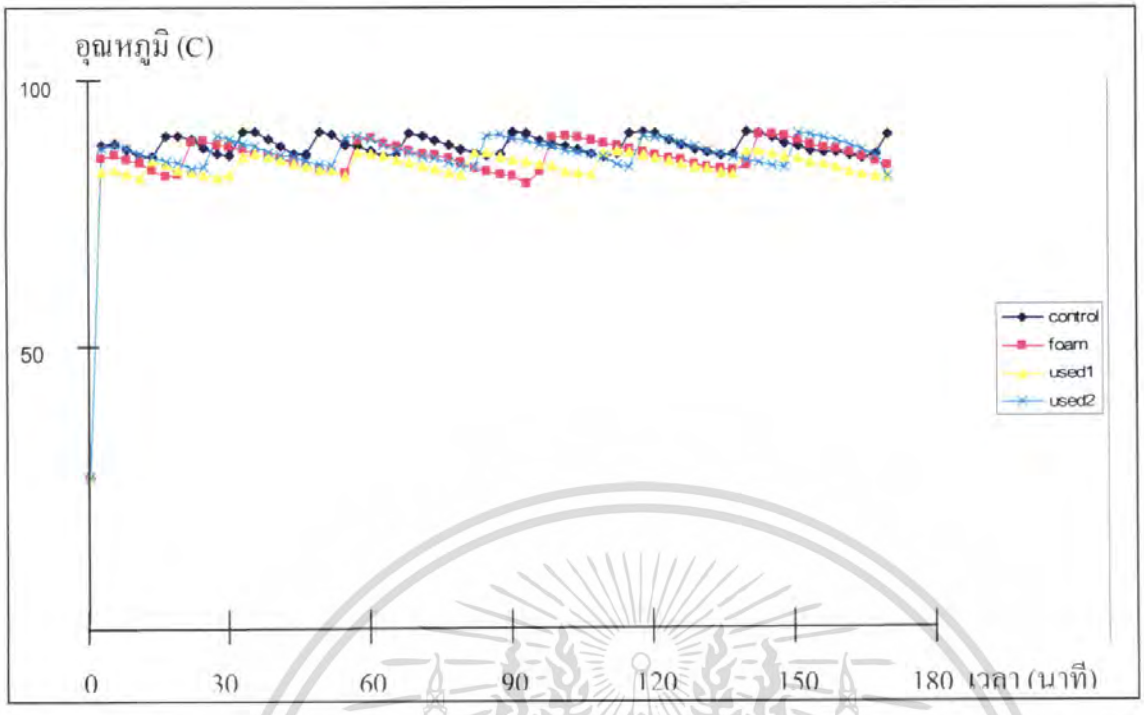


ภาพที่ 24 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกต้มน้ำใบเล็ก



ภาพที่ 25 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้ง , เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ เริ่มทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกน้ำอัตโนมัติใบใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 26 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ลดลงในช่วงที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงานในแต่ละครั้งและเวลาใน 180 นาทีของกระติกต้มน้ำใบใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองต่างๆ ของเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงาน จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและค่าสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทั้งสองขนาด โดยการหุ้มฉนวนด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น (Tetra-pack 1), กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น (Tetra-pack 2), โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ (Insulated Pad) และไม่มีฉนวนห่อหุ้ม (No) ไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงาน จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและค่าสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทั้งสองขนาด โดยการหุ้มฉนวนด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น (Tetra-pack 1), กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น (Tetra-pack 2), โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ (Insulated Pad) และไม่มีฉนวนห่อหุ้ม (No) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อนำผลต่างๆ ของเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงาน จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและค่าสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทั้งสองขนาด โดยการหุ้มฉนวนด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น (Tetra-pack 1), กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น (Tetra-pack 2), โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์(Insulated Pad) และไม่มีฉนวนห่อหุ้ม (No) ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan ได้ผลว่ามีการจัด treatment ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม a ได้แก่ กระติกต้มน้ำอัตโนมัติที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม (No) และกลุ่ม b ได้แก่ กระติกน้ำร้อนที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น (Tetra-pack 1), กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น (Tetra-pack 2), โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์(Insulated Pad) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกระติกน้ำร้อนที่หุ้มด้วยวัสดุแตกต่างกัน

ผลการทดลอง	ชนิดฉนวน			
	No	Tetra-pack 1	Tetra-pack 2	Insulated Pad
เวลารวมที่เครื่องทำงาน (นาที)	38.31 ± 8.95a	34.03 ± 5.10b	31.85 ± 5.87bc	29.54 ± 4.29c
เวลารวมที่ เครื่องหยุดทำงาน (นาที)	114.30 ± 8.95a	146.53 ± 6.53b	147.86 ± 5.74b	150.06 ± 4.29b
จำนวนครั้งรวมที่เครื่องทำงาน (ครั้ง)	8.25 ± 0.96a	6.50 ± 0.58b	5.50 ± 0.58b	6.00 ± 1.16b
จำนวนค่าสิ้นเปลืองพลังงานรวม (Wh)	389.00 ±102.40a	341.50 ± 57.15b	305.00 ± 46.97b	303.50 ± 50.11b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาค่าสิ้นเปลืองพลังงานจากตารางที่ 4 มาคำนวณค่าไฟฟ้าในเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ดังตารางที่ 6 เพื่อแสดงให้เห็นผลของการหุ้มฉนวนต่อการประหยัดพลังงานใน 1 เดือน จึงคำนวณโดยสมมติให้กระติกน้ำร้อนเสียบทิ้งไว้ในช่วงที่ไม่มีการใช้น้ำ (เช่นเวลากลางคืน) เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันเป็นเวลา 1 เดือนดังตารางที่ 7 จะเห็นผลของการหุ้มฉนวนว่าสามารถประหยัดไฟฟ้า ซึ่งกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติใบเล็กใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 76.24 , 62.48 , 55.12 , และ 55.44 บาท กระติกอัตโนมัติใบใหญ่ 48.24 , 46.80 , 42.48 และ 41.68 บาท ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนด้วยกล่องเตตราแพ็คสาน 2 ชั้น กระติกใบเล็กจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ 21.12 บาท/เดือน และกระติกใบใหญ่ประหยัดได้ 5.76 บาท/เดือน เมื่อเทียบกับการไม่หุ้ม

ตารางที่ 6 แสดงค่าไฟฟ้าในเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน

ชนิดของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ	ค่าไฟฟ้า (บาท)			
	No	Insulated Pad	Tetra-pack 1	Tetra-pack 2
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบเล็ก	2.54	1.85	2.08	1.84
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบใหญ่	1.61	1.39	1.56	1.42

ตารางที่ 7 แสดงค่าไฟฟ้าในเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน เป็นเวลา 1 เดือน

ชนิดของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ	ค่าไฟฟ้า (บาท)			
	No	Insulated Pad	Tetra-pack 1	Tetra-pack 2
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบเล็ก	76.24	55.44	62.48	55.12
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบใหญ่	48.24	41.68	46.80	42.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงการประหยัดค่าไฟฟ้าของฉนวนต่างๆเมื่อเปรียบเทียบกับไม่หุ้มฉนวน

ชนิดของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติ	ค่าไฟฟ้าที่ต่างเมื่อเทียบกับไม่หุ้มฉนวน (Wh)			
	No	Insulated Pad	Tetra-pack 1	Tetra-pack 2
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบเล็ก	0.00	20.80	13.76	21.12
กระติกต้มน้ำอัตโนมัติใบใหญ่	0.00	6.56	1.44	5.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ากระติกน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กที่ไม่หุ้มฉนวน หุ้มฉนวนกล่องเตตราแพ็คสาน 1 ชั้น หุ้มฉนวนกล่องเตตราแพ็คสาน 2 ชั้น และหุ้มฉนวนโฟม มีค่าระยะเวลาที่ทำงาน เท่ากับ 46.25 , 38.43 , 37.31 และ 33.18 นาที และกระติกน้ำอัตโนมัติขนาดใหญ่ 31.17 , 34.04 , 27.18 และ 26.30 นาที ตามลำดับ ค่าระยะเวลาหยุดทำงาน กระติกน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กเท่ากับ 134.16 , 141.17 , 143.09 และ 146.43 นาที และกระติกน้ำอัตโนมัติขนาดใหญ่ 149.24 , 152.29 , 153.17 และ 154.10 นาที ตามลำดับ ค่าจำนวนครั้งที่กระติกน้ำอัตโนมัติทำงาน กระติกน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กเท่ากับ 7.5 , 6 , 5 และ 7 ครั้งและกระติกน้ำอัตโนมัติขนาดใหญ่, 9 , 7 , 6 และ 5 ครั้ง ตามลำดับ ค่าความสิ้นเปลืองไฟฟ้า กระติกน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กเท่ากับ 476.5 , 390.5 , 344.5 และ 346.5 Wh และกระติกน้ำอัตโนมัติขนาดใหญ่ 301.5 , 292.5 , 265.5 และ 260.5 Wh ตามลำดับ

นำผลการทดลองต่างๆ ไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าเวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงาน เวลาที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติหยุดทำงาน จำนวนครั้งที่กระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทำงานและค่าสิ้นเปลืองพลังงานของกระติกน้ำร้อนอัตโนมัติทั้งสองขนาด โดยการหุ้มฉนวนด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ และไม่มีฉนวนห่อหุ้ม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan ได้ผลว่ามีการจัด treatment ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม a ได้แก่ กระติกต้มน้ำอัตโนมัติที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้ม และกลุ่ม b ได้แก่ กระติกน้ำร้อนที่หุ้มด้วยกล่องนมสานขึ้นรูป 1 ชั้น กล่องนมสานขึ้นรูป 2 ชั้น โฟมยืดหยุ่นที่ด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ แสดงว่าสามารถประหยัดไฟฟ้าได้

เมื่อนำค่าสิ้นเปลืองไฟฟ้ามาคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าโดยสมมติให้กระติกต้มน้ำอัตโนมัติเปิดช่วงทิ้งไว้ในเวลากลางคืน 8 ชั่วโมง ต่อวันเป็นเวลา 1 เดือน และให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ 2 บาท พบว่า กระติกใบเล็กใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 76.24 , 62.48 , 55.12 , และ 55.44 บาท กระติกใบใหญ่ 48.24 , 46.80 , 42.48 และ 41.68 บาท ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อมีหุ้มฉนวนกระติกน้ำร้อนด้วยกล่องเตตราแพ็คสาน 2 ชั้น กระติกใบเล็กจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ 21.12 บาท/เดือน และกระติกใบใหญ่ประหยัดได้ 5.76 บาท/เดือน เมื่อเทียบกับการไม่หุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดสระบุรี. 2550. วิธีคิดค่าไฟสำหรับบ้านอยู่อาศัย.
[Online]Avarialable : http://www.pea.co.th.[29 กุมภาพันธ์ 2551]

ชัชชวลิต อัตพุฒ. 2546. โปรแกรมสำหรับทำนายการสูญเสียของฉนวน . ปัญหาพิเศษ.
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง.

บัณฑิต พิพุฒิไกร. 2547. ไฟฟ้ากับการดำเนินชีวิต. [Online] Avarialable :
http://www.rmutphysics.com.[28 ตุลาคม 2550]

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2549. 10 เครื่องวัดไฟฟ้า. [Online] Avarialable :
http://pansak.50megs.com [8 พฤศจิกายน 2550]

อัจฉรา พลายเวช. 2549. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ความร้อน. [Online] Avarialable :
http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning .[23 พฤศจิกายน 2550]

อุษณีย์ มิ่งวิมล. 2543. การใช้ฉนวน. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้