

E-NETT 13TH

การประชุมวิชาการ

เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 13

13TH CONFERENCE ON ENERGY NETWORK OF THAILAND

“ Sustainable Energy Development for Community and Innovation ”

31 พ.ค. - 2 มิ.ย. 2560 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส เชียงใหม่



**MAEJO
GO ECO
UNIVERSITY**

กำหนดการ

- ส่งบทความวิจัยฉบับสมบูรณ์
- ต้อนรับบทความวิจัยฉบับสมบูรณ์
- ส่งบทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ (แก้ไข)
- ลงทะเบียนล่วงหน้า
- จัดงานประชุม E-NETT 13

- ก่อน วันที่ 17 เมษายน 2560
- วันที่ 30 เมษายน 2560
- ก่อน วันที่ 12 พฤษภาคม 2560
- วันที่ 1-26 พฤษภาคม 2560
- วันที่ 31 พฤษภาคม - 2 มิถุนายน 2560

จัดการประชุมโดย : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ENETT13-EE-116	การอบแห้งขมิ้นอ้อยโดยใช้ลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด	96
ENETT13-EE-122	การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวตลอด แนวท่อ 0.๑๖ ลิตร/วินาที	97
ENETT13-EE-125	การเพิ่มสมรรถนะชุดกังหันน้ำแบบเพลตันขนาดเล็กสำหรับชุมชนศิวั่ง	98
ENETT13-EE-158	การศึกษาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบกักเก็บความเย็นใน รูปน้ำแข็งร่วมกับความร้อนทิ้ง	99
ENETT13-EE-175	การออกแบบชุดคัดแยกขนาดฝุ่นละอองแบบเสมือนสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัด ฝุ่นอัตราการไหลต่ำ	100
ENETT13-EE-177	การประเมินพลังงานและคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการผลิตเอทานอล	101
ENETT13-EE-186	การปลดปล่อยมลพิษและประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มเชื้อเพลิงแก๊สชีวภาพ โดยการปรับปรุงรูทางออกหัวเผา	102
ENETT13-EE-188	การสังเคราะห์เชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเหลวจากเมทานอลในเครื่องปฏิกรณ์ แบบเบดนิ่งโดยใช้ ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด H-ZSM-5	103
ENETT13-EE-239	การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนมิติหัวฉีดของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจีต่อ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน	104
ENETT13-EE-291	การศึกษาสมรรถนะระบบการผลิตไฟฟ้าและความเย็นร่วมเธอร์โมอิเล็กทริก	105
ENETT13-EE-321	การประเมินแหล่งลมนอกชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบนด้วยแบบจำลอง MC2 ควบคู่กับ แบบจำลอง MS-Micro ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศ จาก MERRA	106
ENETT13-EE-329	ศักยภาพและเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการจัดการขยะชุมชนในจังหวัด นครศรีธรรมราช	107
ENETT13-EE-333	ลักษณะของการกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศในกรณีการใช้ฮีต เตอร์สำหรับการกกสุกร	108
ENETT13-EE-334	ผลของปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพการทำความร้อนของระบบกกสุกรแบบพื้น กก	109
ENETT13-EE-335	ผลของอุปกรณ์แยกสถานะสารทำความเย็นที่มีต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะใน เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	110
ENETT13-EE-346	Simple Linear Heat Model for Virtual Water Estimation of Thermal Power Plant with Wet Cooling System	111
ENETT13-EE-347	Energy-Water Nexus: Water of Electricity in Indonesia	112
ENETT13-EE-375	การประเมินสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบใช้สารดูดความชื้น	113
ENETT13-ER-69	ชนมีมือขวามีการปรับตัวอย่างไรเมื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีคุณภาพต่ำ	114
ENETT13-ER-97	The aggregation nesting sites and melliferous flora of the giant honeybees, Apis dorsata in Suanphung, Ratchaburi, Thailand	115
ENETT13-ER-317	ศึกษารูปแบบการจัดการขยะของชุมชนแบบมีส่วนร่วม บ้านท่ากระดาดริม เหมือง ตำบลฟ้าฮ่าม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	116
ENETT13-ER-378	การศึกษาปริมาณอาหารขี้เลื่อยที่เหมาะสมกับการผลิตเห็ดหลินจือของ เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษาที่ สวนเกษตรเห็ดแม่ใจ อำเภอสัน ทราย จังหวัดเชียงใหม่	117
ENETT13-ER-86	ไผ่เสริมป่า พัฒนาพลังงานน้ำ สร้างคุณภาพชีวิต	118
ENETT13-ME-51	การปรับสภาพตัวเร่งปฏิกิริยาเคลือบออกไซด์จากเปลือกไข่ไก่ ด้วยวิธีไฮโดร ชั่น ร่วมกับการเคลือบฝังด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอ สเทอริฟิเคชัน	119

การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวตลอดแนวท่อ

Performance Enhancement of Air Conditioning by Condensed Water of Evaporator
Passing through Heat Exchanger with Straight Rectangular Fins along the Length of Pipe

สิริสวัสดิ์* จิณเจริญนิรันดร์¹, ทวีวัฒน์ สุภารัตน์²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

321 ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

*ผู้ติดต่อ: E-mail: sirisawat74@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวตลอดแนวท่อ ชุดทดลองประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 BTU/hr) ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสร้างจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 มม. ยาว 500 มม. ระยะห่างท่อ 55 มม. มีชุดท่อจำนวน 7 โค้งเลี้ยว ติดตั้งแผ่นทองแดงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ติดยาวตลอดแนวท่อ หน้า 1 มม. ยาว 400 มม. กว้าง 30 มม. ระยะห่างระหว่างครีป 13 มม. จากการทดลองพบว่าระบบปรับอากาศแบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวตลอดแนวท่อสามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เฉลี่ย 2.81 °C ซึ่งระบบปรับอากาศสามารถถ่ายเทความร้อนได้เพิ่มขึ้น 5.52% ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.72% ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและอัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น 9.53%

คำหลัก: ระบบปรับอากาศ, สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ, อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, น้ำควบแน่น

Abstract

The aim of this research was to study the performance enhancement of air conditioning by condensed water of evaporator passing through heat exchanger with straight rectangular fins along the length of pipe. The experimental designed equipment consisted of a split type air conditioning system with a capacity of 3.52 kW (12,000 BTU/hr), air cooled condenser, and R-22 refrigerant was used in the system. The heat exchanger was made of a copper u-tube bend tube with an external diameter of 6.35 mm., a length of 500 mm. with 55 mm. spacing between each tube. This copper tube bent into the shape with 7 turns, and the rectangular fins which were made from 1 mm. thickness, 400 mm. length and 30 mm. width copper board were adhered along the tube with 13 mm. spacing between each fin. The results showed that the average decrease of temperature was 2.81 °C, increased the heat transfer of the system by 5.52 %, reduced power consumption by up to 3.72%. In terms of the highest coefficient of performance (COP) and the energy efficiency ratio (EER) for the system with an increase of 9.53 %.

Keywords: Air-Conditioning, Coefficient of Performance, Heat Exchanger Device, Condensed Water

1. บทนำ

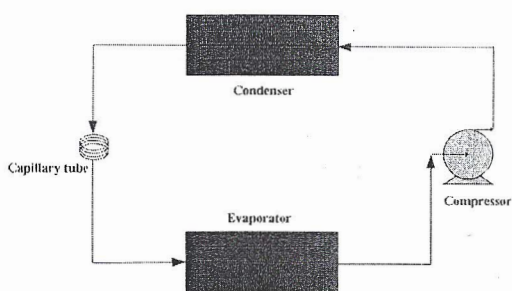
จากสภาพอากาศในปัจจุบันที่ร้อนขึ้นทุกขณะระบบปรับอากาศจึงได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในอาคาร สำนักงาน และที่พักอาศัย เพราะหน้าที่หลักของระบบปรับอากาศ คือ ควบคุมอุณหภูมิบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศส่วนมากจะนิยมใช้เป็นแบบแยกส่วน (Split type) เพราะเป็นระบบที่ติดตั้งง่าย ราคาไม่แพง ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้หลักการนำอากาศจากสิ่งแวดล้อมเป็นตัวถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ [1,2] และด้วยสภาพอากาศที่ร้อนคอนเดนเซอร์จึงถ่ายเทความร้อน

ร้อนได้ไม่ดี ส่งผลให้ระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพลดลง ใช้พลังงานมากขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของระบบปรับอากาศนั้น นับได้ว่าเป็นพลังงานที่มีอัตราการสูญเสียที่มาก ซึ่งอาจเกิดการขาดแคลนได้ในอนาคต จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีหลายวิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบปรับอากาศ เช่น การศึกษาการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้มีความเหมาะสมเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ [3,4] การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของ คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบายความร้อนด้วยอากาศ [5] การลดอุณหภูมิอากาศและสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ [6,7] อีกทั้งการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับน้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานให้กับระบบปรับอากาศได้ [8] และเมื่อพิจารณาที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหากเพิ่มพื้นที่ถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีการติดครีบก็นจะสามารถดึงอุณหภูมิของน้ำควบแน่นได้ดียิ่งขึ้น เพราะครีบกเป็นพื้นผิวส่วนที่เพิ่มขึ้นจากผิวผนังหรือท่อที่มีอยู่ และถ้าสามารถเพิ่มครีบกให้มีความยาวตลอดแนวท่อได้ ก็จะมีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าท่อผิวเรียบ [9] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบกแบบสไลล์ย่นผืนผ้ายาวตลอดแนวท่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ อีกทั้งยังเป็นการใช้พลังงานให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ



รูปที่ 1 วงจรระบบปรับอากาศคอมเพรสเซอร์แบบอัดไอ

จากรูปที่ 1 เมื่อเปิดระบบปรับอากาศคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊สอุณหภูมิต่ำ แรงดันต่ำจากอีวาพอเรเตอร์แล้วอัดสารทำความเย็นให้มีอุณหภูมิสูงไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อน และควบแน่นสารทำความเย็นให้เป็นของเหลว จากนั้นสารทำความเย็นจะไหลผ่านแคปิลลารีทิวเพื่อลดแรงดันและสารทำความเย็นก็จะไหลเข้าสู่

อีวาพอเรเตอร์ขณะที่สารทำความเย็นสถานะของเหลวภายในอีวาพอเรเตอร์ ระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะดูดซับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบ ทำให้อากาศโดยรอบที่เครื่องระเหยมีอุณหภูมิลดต่ำลง สารทำความเย็นที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์ก็จะไหลไปยังคอมเพรสเซอร์ เป็นวัฏจักรต่อไป [1]

ระบบปรับอากาศแบบอัดไอ งานคอมเพรสเซอร์สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 1

$$W_{comp} = \dot{m}_r (h_{comp,o} - h_{comp,i}) \quad (1)$$

เมื่อ

W_{comp} คือ งานคอมเพรสเซอร์, kW

$\dot{m}_r$ คือ อัตราการไหลสารทำความเย็น, kg/s

$h_{comp,o}$ คือ เอนทาลปีทางออกคอมเพรสเซอร์, kJ/kg

$h_{comp,i}$ คือ เอนทาลปีทางเข้าคอมเพรสเซอร์, kJ/kg

อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์จากการทดลองสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$Q_{cond} = \dot{m}_r (h_{cond,i} - h_{cond,o}) \quad (2)$$

เมื่อ

Q_{cond} คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์, kW

$h_{cond,i}$ คือ เอนทาลปีทางเข้าคอนเดนเซอร์, kJ/kg

$h_{cond,o}$ คือ เอนทาลปีทางออกคอนเดนเซอร์, kJ/kg

อัตราการถ่ายเทความร้อนของอีวาพอเรเตอร์จากการทดลองสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$Q_{evap} = \dot{m}_r (h_{evap,o} - h_{evap,i}) \quad (3)$$

เมื่อ

Q_{evap} คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของอีวาพอเรเตอร์, kW

$h_{evap,o}$ คือ เอนทาลปีทางออกอีวาพอเรเตอร์, kJ/kg

$h_{evap,i}$ คือ เอนทาลปีทางเข้าอีวาพอเรเตอร์, kJ/kg

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4

$$COP = \frac{Q_{evap}}{W_{comp}} \quad (4)$$

เมื่อ

COP คือ สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศ

การวิเคราะห์อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 5

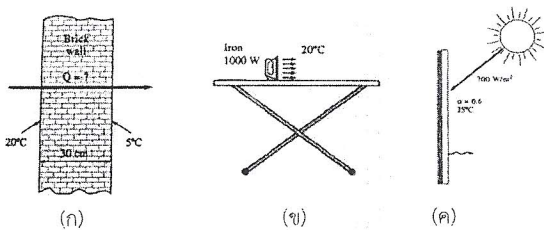
$$EER = COP \times 3.412 \quad (5)$$

เมื่อ

EER คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

2.2 กลไกในการถ่ายโอนความร้อน มี 3 แบบ ดังนี้

(ก)การนำความร้อน (conduction), (ข)การพาความร้อน (convection) และ (ค)การแผ่รังสีความร้อน (radiation) ดังแสดงในรูปที่ 2 [10]



รูปที่ 2 กลไกในการถ่ายเทความร้อน

การนำความร้อน การนำความร้อนเป็นวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำภายในตัวกลางเดียวกันหรือระหว่างตัวกลางต่างชนิดที่อยู่ติดกัน ซึ่งการถ่ายโอนความร้อนเกิดจากผลของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลภายในตัวกลาง

การพาความร้อน การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนระหว่างผิวของของแข็งกับของไหลที่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการพาความร้อนเกิดขึ้นจากผลของการนำความร้อนรวมกับการเคลื่อนที่ของของไหล

การแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ความร้อนจากการแผ่รังสีจะเคลื่อนที่ไปในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) การแผ่รังสีความร้อนจะเกิดได้ดีในบริเวณที่เป็นสุญญากาศ

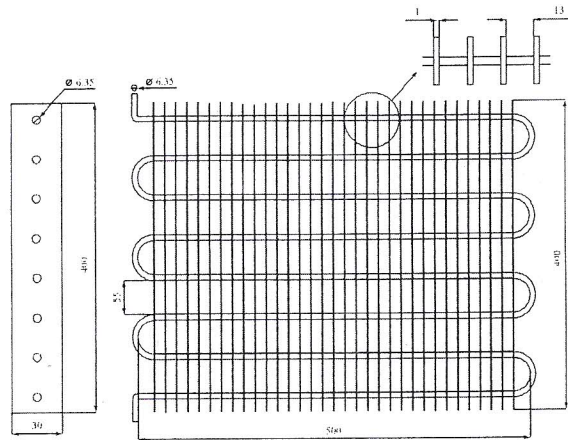
2.3 หลักการถ่ายเทความร้อนจากครีบบายความร้อน

ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัตถุที่เป็นของแข็งโดยการนำมักจะถูกระบายออกจากวัตถุที่เป็นของแข็งโดยการพาความร้อนแต่เพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากอัตราการพาความร้อนนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของผิว ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มอัตราการระบายความร้อนที่ผิวนี้ได้ด้วยการยึดผิวออกไปจากวัตถุส่วนของวัตถุที่ยึดออกมาจากผิวของวัตถุตัวนี้เรียกว่า ครีบบายความร้อน [11]

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

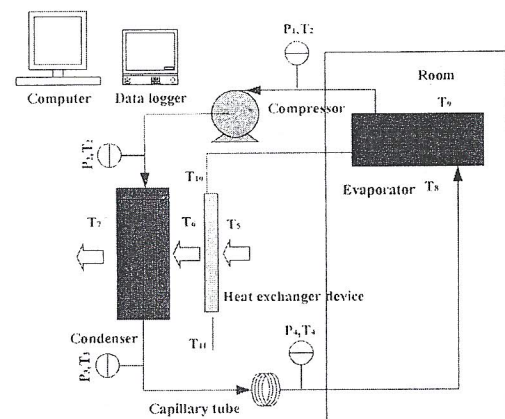
ระบบปรับอากาศแบบอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 BTU/hr) โดยใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสร้างจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 mm. ยาว 500 mm. ระยะห่างท่อ 55 mm. มีขดท่อจำนวน 7 โค้งเลี้ยว ติดครีบบายแผ่นทองแดงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ติด

ยาวตลอดแนวท่อ หน้า 1 mm. ยาว 400 mm. กว้าง 30 mm. ระยะห่างระหว่างครีบบาย 13 mm. ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบบายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาวตลอดแนวท่อ

ในการทดลองควบคุมอุณหภูมิในห้องทดลองที่ 24-26 °C วัดอุณหภูมิสารทำความเย็น อากาศ และน้ำควบแน่นด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K วัดความดันในระบบโดยใช้ชุดรองเกจ และวัดอัตราการไหลของอากาศโดยใช้เอนาโมมิเตอร์ การเก็บข้อมูลในการทดลอง ทำการเก็บข้อมูล ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยบันทึกค่าทุก 30 นาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความดันของระบบปรับอากาศ

เมื่อ

$P_1 - P_4$ คือ ความดันของสารทำความเย็น, Mpa

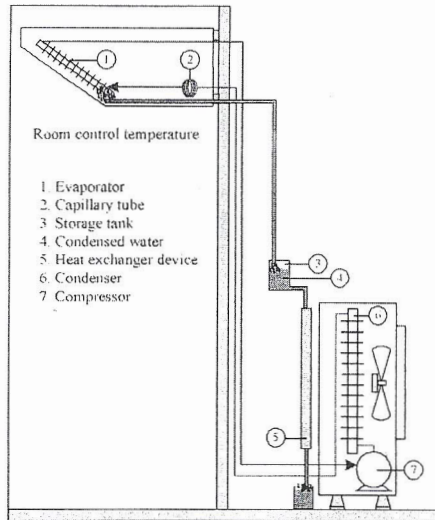
$T_1 - T_4$ คือ อุณหภูมิของสารทำความเย็น, °C

$T_5 - T_6$ คือ อุณหภูมิของอากาศ, °C

$T_{10} - T_{11}$ คือ อุณหภูมิของน้ำควบแน่น, °C

จากวัฏจักรการทำงานของระบบปรับอากาศจะเกิดน้ำควบแน่นบริเวณอีวาพอเรเตอร์ ในการทดลองจะใช้น้ำควบแน่นไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งบริเวณทางเข้า

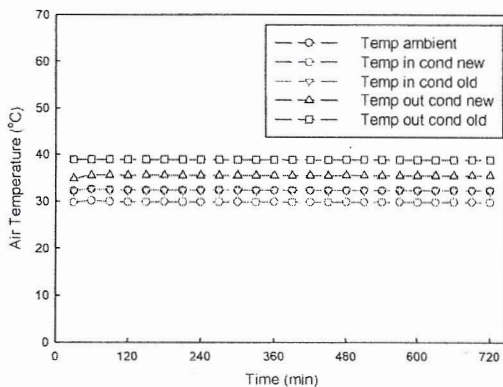
อากาศของคอนเดนเซอร์ เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงก่อนที่จะเข้าไปถ่ายเทความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งกับระบบปรับอากาศ

4. ผลการวิจัย

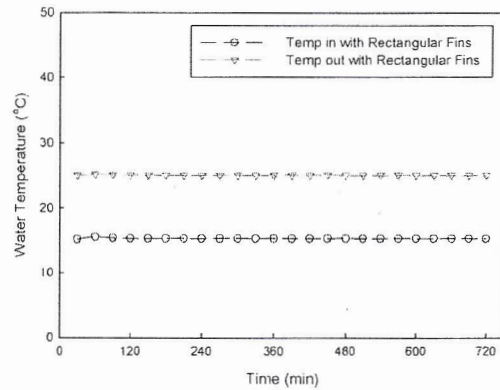
จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ โดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบบนสื่เปลี่ยนพื้นผิวยาวตลอดแนวท่อสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้



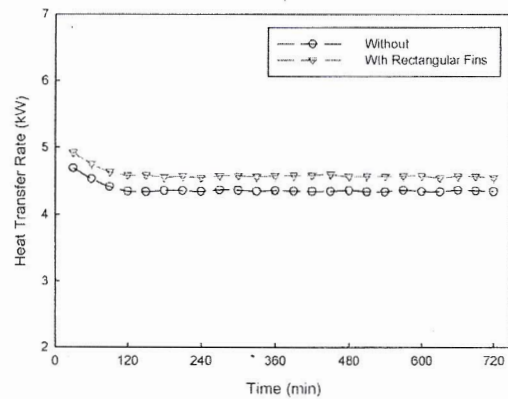
รูปที่ 6 อุณหภูมิของอากาศเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศเทียบกับเวลาของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และได้ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอากาศก่อนไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.94 °C เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 2.81 °C ในส่วนของอุณหภูมิน้ำควบแน่นที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ย

15.32 °C และเมื่อน้ำควบแน่นไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน น้ำจะเป็นตัวดูดซับความร้อนของอากาศก่อนที่จะเข้าไปถ่ายเทความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ น้ำที่ออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเท่ากับ 26.22 °C ดังแสดงในรูปที่ 7



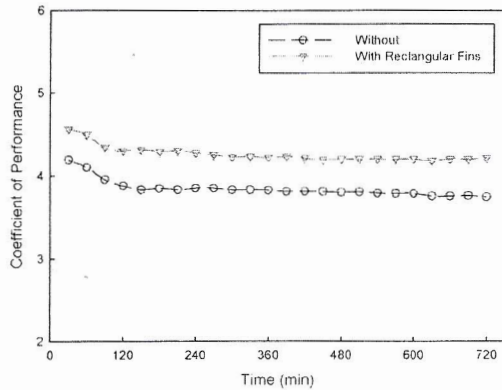
รูปที่ 7 อุณหภูมิของน้ำควบแน่นเทียบกับเวลา



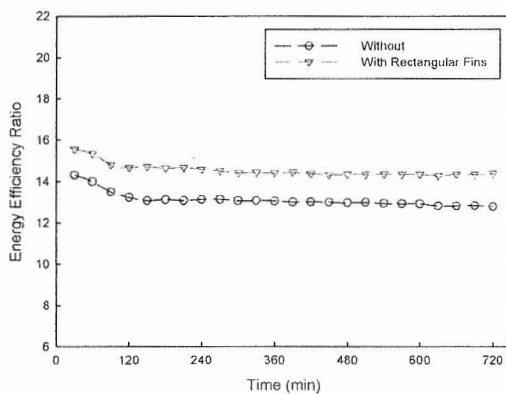
รูปที่ 8 อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 8 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เทียบกับเวลา ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และได้ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เท่ากับ 4.58 kW และ 4.34 kW ตามลำดับ เนื่องจากระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนได้มีการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้ามาถ่ายเทความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ จึงส่งผลให้คอนเดนเซอร์ถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น อีกทั้งสารทำความเย็นที่ทางออกคอนเดนเซอร์มีสถานะ subcooled ทำให้สารทำความเย็นที่เข้าสู่อีวาพอเรเตอร์แตกตัวเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ส่งผลให้สารทำความเย็นสามารถแลกเปลี่ยนกับภาวะในการปรับอากาศได้ปริมาณความร้อนที่สูง มีผลให้สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงกว่าระบบที่ไม่ได้ติดตั้ง

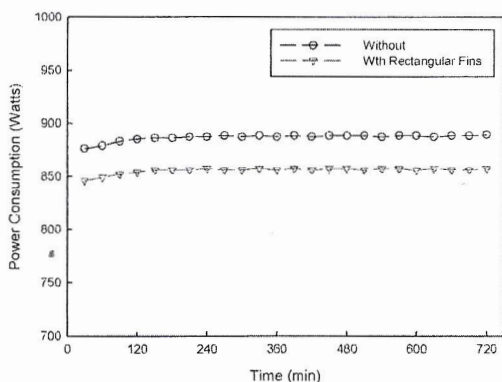
อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเท่ากับ 4.25 และ 3.88 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 9 ซึ่งสอดคล้องกับอัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศมีค่าเท่ากับ 14.50 และ 13.23 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศเทียบกับเวลา



รูปที่ 10 อัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเทียบกับเวลา



รูปที่ 11 กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 11 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 855.62 W และ 888.75 W ตามลำดับ

เนื่องจากจากระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดีมีผลให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานลดลง จึงส่งผลให้ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสเปเชียลมีนฝ้ายาวตลอดแนวท่อ ชุดทดลองประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 BTU/hr) ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จากการทดลองพบว่าระบบปรับอากาศแบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งแบบสเปเชียลมีนฝ้ายาวตลอดแนวท่อสามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เฉลี่ย 2.81 °C ซึ่งระบบปรับอากาศสามารถถ่ายเทความร้อนได้เพิ่มขึ้น 5.52% ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.72% มีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและอัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น 9.53%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่อำนวยความสะดวก ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Stoecker, W.F. and Jones, J.W. (1982) *Refrigeration & Air Conditioning*, 2nd international edition, McGraw-Hill, Singapore.
- [2] สมศักดิ์ สุโมตยกุล, เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- [3] Yamtraipat, N. Khedari, J. and Hirunlabh, J. (2005) Thermal comfort standards for air conditioned buildings in hot and humid Thailand considering additional factors of acclimatization and education level. *Solar Energy*, Vol. 78(4) pp. 504-517.
- [4] Juengaroennirachon, S. Namprakai, P. Pratinthong, N. Suparos T. and Roonprasang, N. (2012) A study of the amount of condensed water coming out of evaporator under different air temperature conditions affecting energy savings in air-conditioning system. *Proceeding of the 13th The International Conference*

of the Thai Society of Agricultural Engineering, Chiang Mai, Thailand, 4-5 April 2012, pp. 1081-1087.

[5] สิริสวัสดิ์ จีงเจริญนิรชร อนุศิษฐ์ อ้นมานะตระกูล และ ทวีวัฒน์ สุภารส (2549). การศึกษาเปรียบเทียบค่า *COP* ของระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ, งานประชุมครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 1, 7-8 ธันวาคม พ.ศ. 2549.

[6] Hajidavalloo, E. (2007) Application of evaporative cooling on the condenser of window-air-conditioner. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 27(11-12). pp. 1937-1943.

[7] Juengjaroennirachon, S. Pratinthong, N. Namprakai, P. and Suparos T. (2017) Performance Enhancement of Air Conditioning using Thermosyphon System's Energy Storage Unit for Cooling Refrigerant before entering the Condenser. *Journal of Mechanical science and Technology*, Vol. 31(1). pp. 393-400.

[8] Juengjaroennirachon, S. (2016) A Study of Air Temperature Reduction before Entering the Condenser by Condensed Water of Evaporator Passing through Heat Exchanger. *Proceeding of the 4th National and International Research and Academic Conference (RUNIRAC IV)*, Buriram, Thailand, 22-24 November 2016, pp. 385-394.

[9] Hoonpong, P. Arkamanont, N. Suwannapan, S. Juengjaroennirachon S. and Promvongse, P. (2014) Effects of Inclined Baffles on Thermal Characteristics in a Square Duct. The 5th TSME International Conference on Mechanical Engineering, Chiang Mai, Thailand, 17-19 December 2014.

[10] สมชัย อัครทิวา และ ขวัญจิต วงษ์ชาติ (2547). เทอร์โมไดนามิกส์, บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.

[11] สุนันท์ ศรีนยนิตย์ (2545). การถ่ายเทความร้อน, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).