รายงานการวิจัย

การปรับปรุงสมรรถนะเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

Improvement of Hot Water Heater Performance Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.พิสิษฐ์ เดชะรุ่งไพศาล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

ดร.ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

ISBN 974-523-052-9

A Research Report

Improvement of Hot Water Heater Performance by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner

Researchers

Head of Project

Asst. Prof. Pisit Techarungpaisan

Faculty of Engineering

Ubon Ratchathani University

Co-researchers

Asst. Prof. Dr. Kulachate Pianthong

Dr. Chawalit Thinvongpituk

This Research was Financially Supported from Ubon Ratchathani University, Thailand

In Fiscal Year, 2005

ISBN 974-523-052-9

รายงานการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงสมรรถนะเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

หัวหน้าโครงการวิจัย ผศ.พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล
ผู้ร่วมโครงการวิจัย ผศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง
ดร.ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีงบประมาณ 2548
งบประมาณที่ได้รับ 40,000.- บาท
คำสำคัญ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เครื่องทำน้ำร้อน ปั๊มความร้อน ความร้อนทิ้ง

บทคัดย่อ

เครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ในโรงแรมขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามตัวเครื่องดังกล่าวยังไม่เคยมีการทดสอบหาสมรรถนะการทำน้ำร้อนโดยไม่ทำให้สมรรถนะการทำความเย็นลดลง งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะทดสอบสมรรถนะของเครื่องดังกล่าว และเพื่อทำการปรับปรุงระบบดังกล่าวให้มีสมรรถนะที่ดีขึ้น ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนเป็นพารามิเตอร์ที่ได้ทำการศึกษา และได้นำเสนอความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนที่เหมาะสมสำหรับระบบที่ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr คู่กับถังน้ำร้อนขนาดความจุ 100 ลิตร โดยได้มีการทำการทดลองกับความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนที่ 0.9 เมตร 5 เมตร และ 10 เมตร พบว่าที่ขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนที่ 10 เมตร จะให้สมรรถนะในการทำน้ำร้อนดีที่สุดและไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน ที่เพิ่มขึ้นนั้น ทำให้เกิดความดันตกในระบบที่แตกต่างจากระบบเดิมน้อยมาก จนถือได้ว่าความดันตกที่เกิดจากการเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนนั้น ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

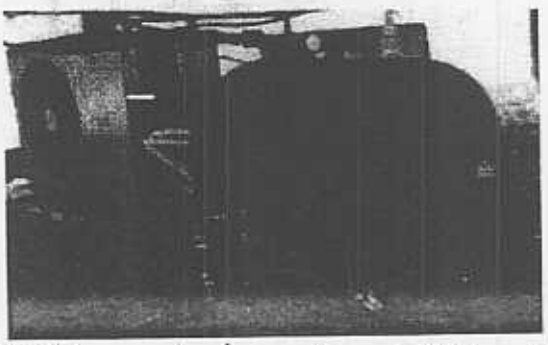
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 งานวิจัยและงานที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 การทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	12
3.1 แผนงานในการดำเนินงานวิจัย	12
3.2 วิธีการทดลอง	19
3.3 แนวทางในการวิเคราะห์ผลการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
4.1 ผลการทดลอง	20
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	35
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น ฤดูกาลในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน แต่ละฤดูมีระยะเวลาราว 4 เดือน ในฤดูร้อนและฝนในเมืองไทยมีอากาศที่ค่อนข้างร้อน ดังนั้นเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยจึงนิยมใช้กันมาก จนกลายเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น ทั้งในบ้านพักอาศัย สำนักงานและโรงแรม ขณะเดียวกันในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมานี้ ประชาชนในประเทศ นิยมใช้น้ำร้อนในการอุปโภคมากขึ้น โดยเฉพาะในฤดูหนาวมีความต้องการใช้น้ำร้อนชำระร่างกายตามบ้านพักอาศัยเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังพบว่าบ้านที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนแล้ว มักจะมีการใช้น้ำร้อนในฤดูร้อนและฤดูฝนด้วย เนื่องจากความเชื่อว่าการอาบน้ำร้อนจะช่วยเสริมสร้างสุขภาพกายและใจดีขึ้น ทั้งเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำน้ำร้อนจากไฟฟ้า ได้กลายเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น สำหรับครอบครัวของคนไทยยุคใหม่ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งสองชนิดนี้มีแนวโน้มในการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี เพื่อเป็นการประหยัดไฟฟ้า การนำความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศที่มีใช้อยู่แล้วในบ้าน มาทำน้ำร้อนเพื่อใช้อุปโภคสามารถทำได้ง่าย ซึ่งปัจจุบันในเมืองไทย มีการใช้ระบบนี้ในโรงแรมขนาดกลางและเล็กมาแล้ว (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย โรงแรมแห่งหนึ่งที่มีการใช้ คือ โรงแรมใน อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ดังรูปที่ 1.1 เป็นระบบการนำความร้อนทิ้ง จากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กมาทำน้ำร้อน ซึ่งระบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบ้านเรือนโดยทั่วไปที่ใช้เครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 9,000 Btu/hr ขึ้นไปได้ จะสามารถประหยัดไฟฟ้าได้มาก เงินลงทุนก็น้อยกว่าเมื่อเทียบกับระบบอื่น

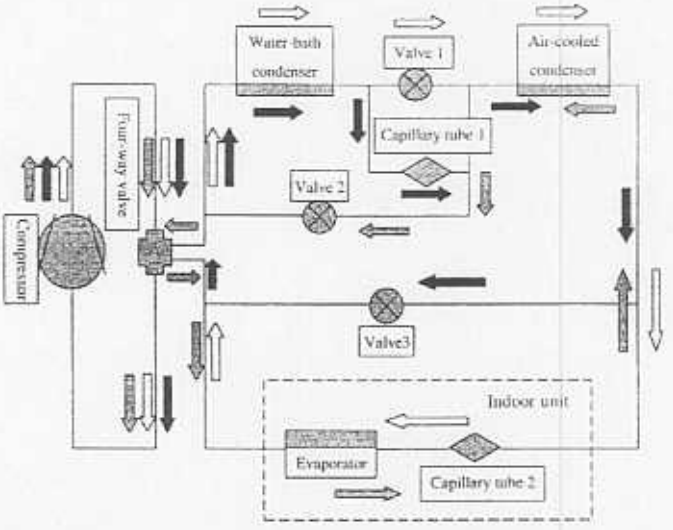


รูปที่ 1.1 ระบบน้ำร้อนที่ใช้ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยและงานที่เกี่ยวข้อง

ในสหรัฐอเมริกามีการใช้ปั๊มความร้อนขนาดเล็กเพื่อทำน้ำร้อนในครัวเรือนมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ปั๊มความร้อนจะประหยัดไฟฟ้ามากกว่าฮีทเตอร์ เพราะค่า COP (Co-efficiencies of Performance) ของปั๊มความร้อนมีค่าประมาณ 2.5-4.0 (Federal Technology Alert-Residential Heat Pump Water Heater, 2002) ซึ่งคิดเป็นค่าพลังงานแล้วประหยัดกว่าใช้ฮีทเตอร์และแก๊ส แต่เนื่องจากสหรัฐอเมริกาเป็นเมืองหนาว จึงไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ ลักษณะการทำน้ำร้อนจึงต่างจากเมืองไทย เนื่องจากปั๊มความร้อนใช้ในวัตถุประสงค์เดียวคือทำน้ำร้อนอย่างเดียว



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สามารถสนองความต้องการได้ทั้ง 3 อย่าง คือ ทำความเย็นให้แก่ห้องพัก ทำความร้อนให้แก่ห้องพักและทำน้ำร้อน (Jie Ji *et al.* 2003)

ในประเทศฮ่องกงที่มีอากาศร้อนในช่วงสั้นๆ ต้องการทำความเย็นในห้องพักโดยใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงสั้น ในฤดูหนาวที่ยาวนานนั้น ต้องการทำความร้อนในห้องพักและต้องการทำน้ำร้อนด้วย งานวิจัย (Jie Ji *et al.* 2003) ได้นำเสนอ ถึงการใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเครื่องเดียวสามารถสนองความต้องการได้ถึง 3 อย่างคือ ทำความเย็นในห้องพัก(Space Cooling) ทำความร้อนในห้องพัก (Space Heating) และทำน้ำร้อน(Water Heating) ดังรูปที่ 2.1 จากรูปการทำงานตามลูกศรขาวเป็นการทำ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการวิจัยได้กำหนดเป็นแผนงานวิจัย และดำเนินการ การวิจัยตามแผนที่กำหนดขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทนี้

3.1 แผนงานในการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยมีแผนการดำเนินการดังนี้

1 ศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

2 สร้างเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก โดยจำลองแบบจากเครื่องที่มีขายในปัจจุบัน

3 ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด ความดัน อุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศ

4 ทำการทดลองเก็บข้อมูลและคำนวณหาสมรรถนะของตัวเครื่อง

5 ศึกษาขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน และความดันตกภายในระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของตัวเครื่อง

6 ปรับปรุงตัวเครื่องซึ่งอาจเป็นการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมบางชนิดเข้าไปในระบบ เพื่อให้ประสิทธิภาพของตัวเครื่องสูงขึ้นกว่าเดิม

ซึ่งรายละเอียดการดำเนินงานจะแยกกล่าวเป็นหัวข้อๆดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

เครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน ได้รับความร่วมมือจาก คุณ ชูชัย งามเชื้อชิต (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) ซึ่งได้มีการติดตั้งที่ โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี โดยถังน้ำร้อนขนาด 100 ลิตร วางอยู่ระหว่างคอมเพรสเซอร์ กับคอนเดนเซอร์ ของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr ดังรูปที่ 1.1

ท่อของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ จะต่อเข้าไปในถังน้ำร้อนก่อนเข้าต่อไปยังคอนเดนเซอร์ โดยท่อที่จุ่มลงในถังน้ำร้อน เป็นท่อทองแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว และยาว 0.9 เมตร ลักษณะเป็นท่อทองแดงตรงถูกดัดให้ย้อนกลับในทิศเดิม 180 องศาขนานกับท่อเข้าโดยยาวเท่ากัน

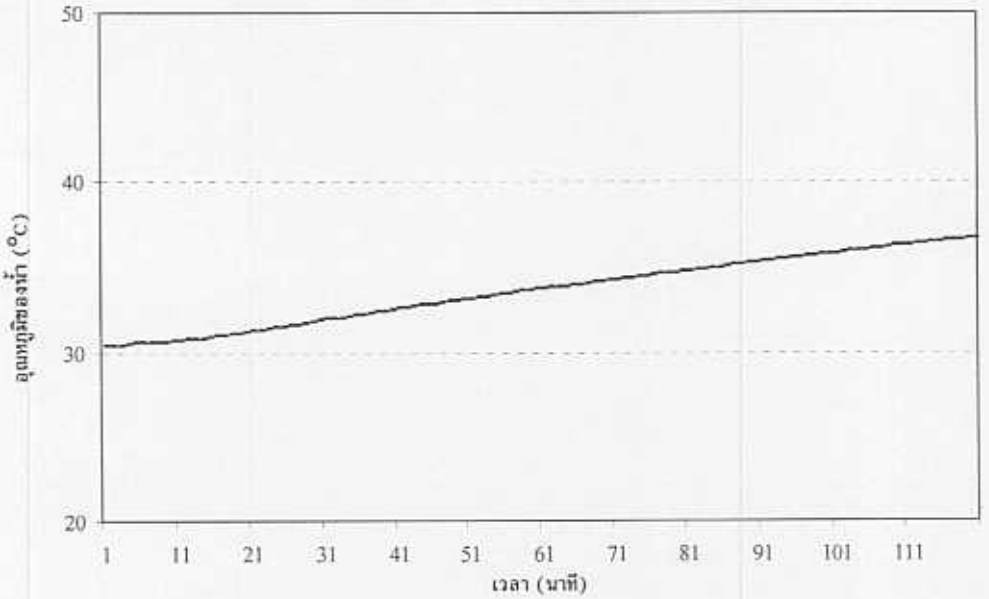
บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เน้นผลจากการทดลองเป็นสำคัญ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

เมื่อทำการติดตั้งเครื่องมือวัดแล้วได้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่อง โดยใช้ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนอยู่ 3 ค่าความยาวได้แก่ 0.9 เมตร 5 เมตร และ 10 เมตร และทำการเดินเครื่องปรับอากาศติดต่อกัน 2 ชั่วโมง และได้นำค่าต่างๆแสดงเป็นกราฟในหัวข้อต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดลองสมรรถนะของระบบกับคอยล์ทำน้ำร้อนขนาดความยาว 0.9 เมตร



รูปที่ 4.1 อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

รูปที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นเพียง 6°C ในระยะเวลาการเดินเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่า ความยาวของท่อของสารทำความเย็นที่จุ่มอยู่ในถังน้ำร้อนน่าจะไม่เพียงพอ ทำให้น้ำร้อนขึ้นค่อนข้างช้า รูปที่ 4.8 แสดงถึงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมไม่มากนัก ยังสามารถรักษาระดับการทำความเย็นอยู่

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งได้บรรลุวัตถุประสงค์ดังที่ตั้งไว้ โดยได้ทำการทดลองเครื่องปรับอากาศและถังน้ำร้อนที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด การทดลองทำเหมือนสภาพการใช้งานจริง ซึ่งพบว่าระบบที่ใช้ถังน้ำร้อนขนาด 100 ลิตร คอยล์ทำน้ำร้อนขนาด ½ นิ้ว ยาว 0.9 เมตร ที่มีจำหน่ายอยู่นั้น สามารถทำให้น้ำร้อนขึ้นค่อนข้างช้า สมรรถนะการทำน้ำร้อนยังไม่ดีเท่าที่ควรแต่ยังรักษาสมรรถนะการทำความเย็นได้ดีเท่าเดิม คณะวิจัยจึงได้ทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะมีผลต่อสมรรถนะการทำน้ำร้อนโดยตรง นั่นคือ ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน จึงได้ทำการทดลองกับคอยล์ทำน้ำร้อนที่ความยาว 5 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ พบว่า ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนที่ 10 เมตร ให้สมรรถนะการทำน้ำร้อนดีที่สุด ขณะเดียวกัน คณะวิจัยก็ตระหนักถึงความดันตกที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน จึงได้ทำการศึกษาพารามิเตอร์นี้ และยังได้เตรียมอุปกรณ์ควบคุมซึ่งได้แก่โซลินอยล์วาล์วเพื่อลดผลกระทบจากความดันตกนี้ แต่จากผลการทดลองพบว่าความดันตกของคอยล์ทำน้ำร้อนที่ยาว 5 และ 10 เมตร ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศเลย สมรรถนะการทำความเย็นยังคงเท่าเดิม ในขณะที่สมรรถนะการทำน้ำร้อนดีขึ้น ดังนั้นอุปกรณ์ควบคุมเพื่อลดผลกระทบจากความดันตกจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ในระบบนี้

สรุปได้ว่าระบบทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศที่ดีสำหรับถังน้ำขนาด 100 ลิตรนั้น จะต้องวางถังน้ำร้อนอยู่ระหว่างคอมเพรซเซอร์กับคอนเดนเซอร์ และใช้คอยล์ทำน้ำร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้วจำนวน 2 ชุดแต่ละชุดมีลักษณะงอกลับไปกลับมาจำนวน 8 กลับ และมีความยาวรวม 5 เมตรในแต่ละชุด นำทั้งสองชุดมาต่ออนุกรมกันจะได้ความยาวรวม 10 เมตร ซึ่งระบบนี้จะสามารถทำให้น้ำอุณหภูมิสูงขึ้น 17°C ภายในเวลา 2 ชั่วโมงของการเปิดเครื่องปรับอากาศ และเครื่องปรับอากาศยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ความเย็นที่ทำได้ยังอยู่ในระดับเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ยังมีพารามิเตอร์ที่น่าศึกษาอยู่อีกหลายตัวเช่น ความยาวของคอยล์น้ำร้อนที่เหมาะสมที่สุดเปรียบเทียบกับขนาดของถังน้ำร้อนที่ความจุต่างๆ พฤติกรรมการใช้น้ำร้อนที่อาจกระทบกับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ได้ อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกห้องปรับอากาศก็อาจกระทบกับสมรรถนะของ

บรรณานุกรม

ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2545) **พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตภัณฑ์เพื่ออนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม** พิมพ์ครั้งที่ 1, กองการพิมพ์ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

ASHRAE Handbook Fundamental. (1997) **CD-Rom.**

Federal Technology Alert-Residential Heat Pump Water Heater, (2002) Avialable URL: http://www.pnl.gov/fta/3_res.htm.

Jie Ji, Tin-tai Chow, Gang Pei, Jun Dong and Wei He. 2003. **"Domestic air-conditioner and integrated water heater for subtropical climate". Applied Thermal Engineering**. Vol:23: 581-592.

Michael J.Moran,Howard N.Shapiro. (1995) **Fundamentals of engineering Thermodynamics.** John Wiley and Sons, Incs, USA.

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using air conditioner in commercial units, Regent Cha-am Hotel, Phetbury, Thailand. **Personal communication**.

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using heat pump, First Hotel, Utraradit, Thailand. **Personal communication.**

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using heat pump, Sriharaj Hotel, Utraradit, Thailand. **Personal communication.**

Ozisik, M.N. (1985) **Heat Transfer a Basic Approach.** McGraw-Hill, Singapore.

Pannigul, Pisit. (1999) **A study of temperature and flow distribution in a natural circulation solar water heating system.** Asian Institute of Technology Thesis. Bangkok, Thailand.

Techarungpaisan, P. Theerakulpisut, S. and Priprem, S. 2004. **A Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner.** The Conference of 40 Years Cerebration, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 23-24 January 2004.

Wilbert F, Stoecker, Jerold W.Jones. (1982) **Refrigeration & Air Conditioning**. McGraw-hill International, Singapore,

Wibulsawas, Prida. (1985) **Performance testing and correlation of solar domestic hot water heaters.** Solar Thermal Component and system Testing. Division of Energy Technology, Asian Institute of Technology: 153-162,

ภาคผนวก

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ(ภาษาไทย) ผศ.พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล

(ภาษาอังกฤษ) **Asst.Prof.Pisit Techarungpaisan**

1. คุณวุฒิ Master of Engineering (Energy Technology)
2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
   คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
   โทรศัพท์ 0-4535-3382 โทรสาร 0-4535-3333
3. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และชื่อเต็ม	อักษรย่อปริญญา / วิชา	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2532	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วศ.บ. (เครื่องกล) (เกียรตินิยมอันดับ 2)	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย
2542	Master of Engineering	M.Eng. (Energy Technology)	Energy Technology	Asian Institution of Technology (AIT)	ไทย

4. ผลงานวิจัยพิมพ์เผยแพร่ บทความทางวิชาการ

   4.1 **Pisit Techarungpaisan**, Somnuk Theerakulpisut and Sommai Priprem. 2003 "A Mathematical Model of Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner" The 17th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, pp. 1114-1120

   4.2 Chawalit Thinvongpituk and **Pisit Techarungpaisan** 2003 "Bucking of Axially Compressed Conocal Shells of Linearly Varieble Thickness Using Structural Model" The 17th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand 5 pages

4.3 **Pisit Techarungpaisan** and Chawalit Thinvongpituk. 2004 "Effect of Location of Returning Pipe in Domestic Solar Hot Water Heater with Horizontal Tank" KKU Engineering Journal, Vol 31, Number 1, 56-71, January-March 2004.

4.4 **Pisit Techarungpaisan**, Somnuk Theerakulpisut and Sommai Priprem. 2004 "A Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner" The Conference of 40 Years Cerebration, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 23-24 January 2004.

4.5 Rawat Khunthongjan, Umphisak Teeboonma, **Pisit Techarungpaisan**. 2005 "An unglazed metallic roof panel solar water heater" The 1st Conference of Energy Network of Thailand, 11-13 May 2005. AE22.

4.6 **Pisit Techarungpaisan** Kaew Udomsirichakorn and Suwat Theerapongthanakorn. 2005 "A Simple Equipment to Reduce Moisture Content in Paddy by Mean of Solar Energy" KKU Engineering Journal, Vol 32, Number 3, 441-455, May-June 2005.

4.7 Chumsunti Santaweesuk, Adun Janyalertadun, **Pisit Techarungpaisan** 2005 "Physic nut oil and performance of diesel engine" The 1st Energy Network Conference of Thailand, 11-13 May 2005, AE09.

4.8 **P.Techarungpaisan** S.Theerakulpisut S.Priprem K.Painthong "Investigation on the performance of a hot water heater using waste heat from small split-type air conditioner" The 5th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Proceeding, 27-29th September 2005, Australia.

4.9 Chumsunti Santaweesuk, Adun Janyalertadun, **Pisit Techarungpaisan** 2005 "The physical properties of physic nut oil and performance of diesel engine using physic nut oil as a fuel" The 19th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Thailand.

4.10 **Pisit Techarungpaisan**, Bancha Buddadee, Sivanappan Kumar "Investigation of water flow rate in a thermosyphon solar water heater" The 19th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Thailand.

4.11 **Techarungpaisan,P.**, Theerakulpisut,S., Priprem,S., and Painthong,K. Investigation on the performance of a hot water heater using waste heat from small split-type air conditioner The 5th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Proceeding, 27-29th September 2005, Australia.

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ(ภาษาไทย) ผศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

(English) Asst.Prof.Dr.Kulachate PIANTHONG

1. คุณวุฒิ Doctor of Philosophy, Ph.D. (Mechanical Engineering)
2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
โทรศัพท์ 0-4535-3382 โทรสาร 0-4535-3333

3. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และชื่อเต็ม	อักษรย่อปริญญา /วิชา	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2535	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วศ.บ. (เครื่องกล)	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2541	Master of Engineering Science	M.Eng.Sc. (Mechanical Engineering)	Mechanical Engineering	The University of New South Wales	Australia
2545	Doctor of Philosophy (Mech. Eng)	Ph.D. (Mechanical Engineering)	Mechanical Engineering	The University of New South Wales	Australia

4. ผลงานวิจัย บทความทางวิชาการ และสิ่งตีพิมพ์

International Refereed Journals

[1] **K. Pianthong**, S. Zakrzewski, B.E. Milton, and M. Behnia, "Supersonic liquid jets; their generation and shock wave characteristics," *Shock Waves Journal*, Vol. 11, no. 6, pp. 457-466, 2002.

[2] **K. Pianthong**, S. Zakrzewski, M. Behnia, and B.E. Milton, "Characteristics of impact driven supersonic liquid jets," *Experimental Thermal and Fluid Science*, vol. 27 (5), pp. 589-598, 2003.

[3] **K. Pianthong**, B.E. Milton, and M. Behnia, "Generation and shock wave characteristics of unsteady pulsed supersonic liquid jets," *Journal of Atomization and Sprays*, vol. 13, no. 5&6, pp. 475-498, 2003.

[4] S. Zakrzewski, B.E. Milton, **K. Pianthong**, and M. Behnia, "Supersonic liquid fuel jets injected into quiescent air," *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol. 25, pp. 833-840, 2004.

[5] **K. Pianthong**, K. Takayama, B.E. Milton, and M. Behnia, "Multiple pulsed hypersonic liquid diesel fuel jets driven by projectile impact," *Shock Waves Journal*, Vol. 14, no. 1&2, pp. 73-82, 2005.

[6] B.E. Milton and **K. Pianthong**, "Pulsed, supersonic fuel jets - A review of their characteristics and potential for fuel injection," *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol. 26, issue 4 , pp. 656-671, 2005.

Refereed International Confernce

[1] **K. Pianthong**, "Visualisation of supersonic liquid fuel jets," *Proceedings of the 5th Pacific Symposium on Flow Visualisation and Image Proceeding (PSFVIP5)*, 27-29th September, 2005, Australia **(Keynote Lecture).**

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ(ภาษาไทย) ดร. ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

(ภาษาอังกฤษ) **Dr. Chawalit THINVONGPITUK**

1. คุณวุฒิ ปริญญาเอก
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 7
   ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
   คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
   โทรศัพท์ 0-4535-3380 โทรสาร 0-4535-3333

3. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และชื่อเต็ม	อักษรย่อปริญญา /วิชา	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2539	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	วศ.บ. (เครื่องกล) (เกียรตินิยมอันดับ 2)	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	ไทย
2545	Doctor of Philosophy	Ph.D. (Mechanical Engineering)	Mechanical Engineering	University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST)	สหราช-อาณาจักร

4. ผลงานวิจัย บทความทางวิชาการ และสิ่งตีพิมพ์

4.1 **C Thinvongpituk**, H. El-Sobky "The effect of end conditions on the buckling load characteristic of conical shells subjected to axial loading" The ABAQUS Users' Conference Proceedings, 2003 June 4-6, 2003, Munich, Germany.

4.2 **C Thinvongpituk**, H. El-Sobky "Buckling of axially compressed conical shells of linearly variable thickness" The 2nd MIT Conference on Computational Fluid Dynamics and Solid Mechanics, June 17-20, 2003, MIT, USA

4.3 **C Thinvongpituk**, H. El-Sobky "The buckling load characteristic of conical shells under various end conditions" Proceedings of the 17th Annual conference of Mechanical Engineering Network Thailand, 15-17 October, 2003.

4.4 **C Thinvongpituk**, P. Techarungpaisarn, H. El-Sobky "Buckling of axially compressed conical shells of linearly variable thickness using structural model" Proceedings of the 17th Annual conference of Mechanical Engineering Network Thailand, 15-17 October, 2003.

4.5 **C Thinvongpituk**, V Chomkwah "Crush characteristic of conical shell with varying thickness" 8th Asian Symposium on Visualization, 23-27 May 2005, Chaing Mai, Thailand

4.6 **ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์** และ กุลเชษฐ์ เพียรทอง "การกระจายตัวของอุณหภูมิในเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง" การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี

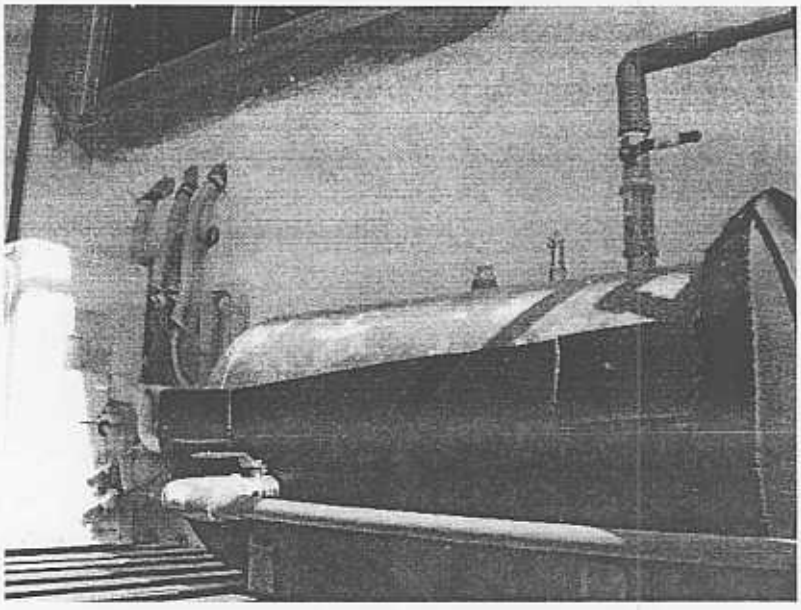
4.7 Somya Poonaya, **Chawalit Thinvongpituk** and Umpaisak Teeboonma "Some analytical methods of plastic collapse of circular steel tube under quasi-static axial compression" the 19th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Phuket, Thailand

4.8 นิรุต อ่อนสลุง **ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์** และ อำไพศักดิ์ทีบุญมา "การศึกษาผลตอบสนองต่อการกดของโครงสร้างด้านข้างรถยนต์โดยสาร" การประชุมเครือข่ายวิศวกรเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, โรงแรม เดอะ รอยัล พาราไดซ์, ภูเก็ต

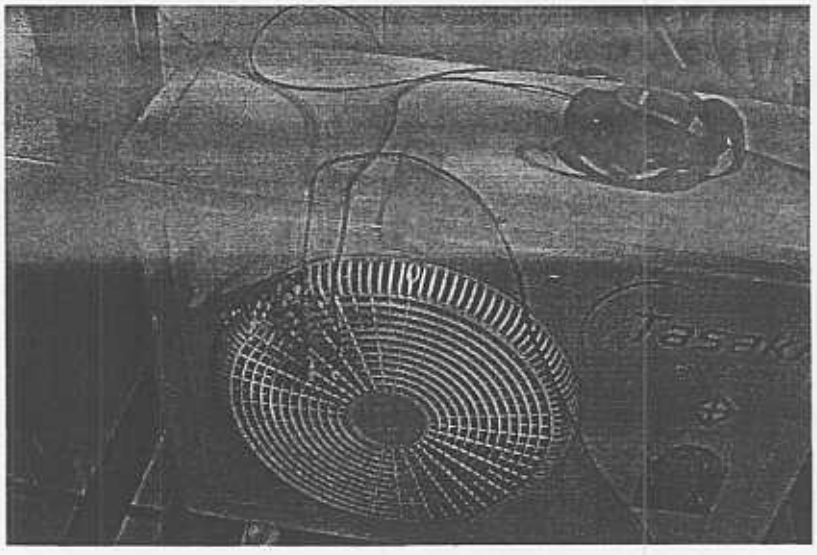
ภาคผนวก ก

ชุดทดลอง

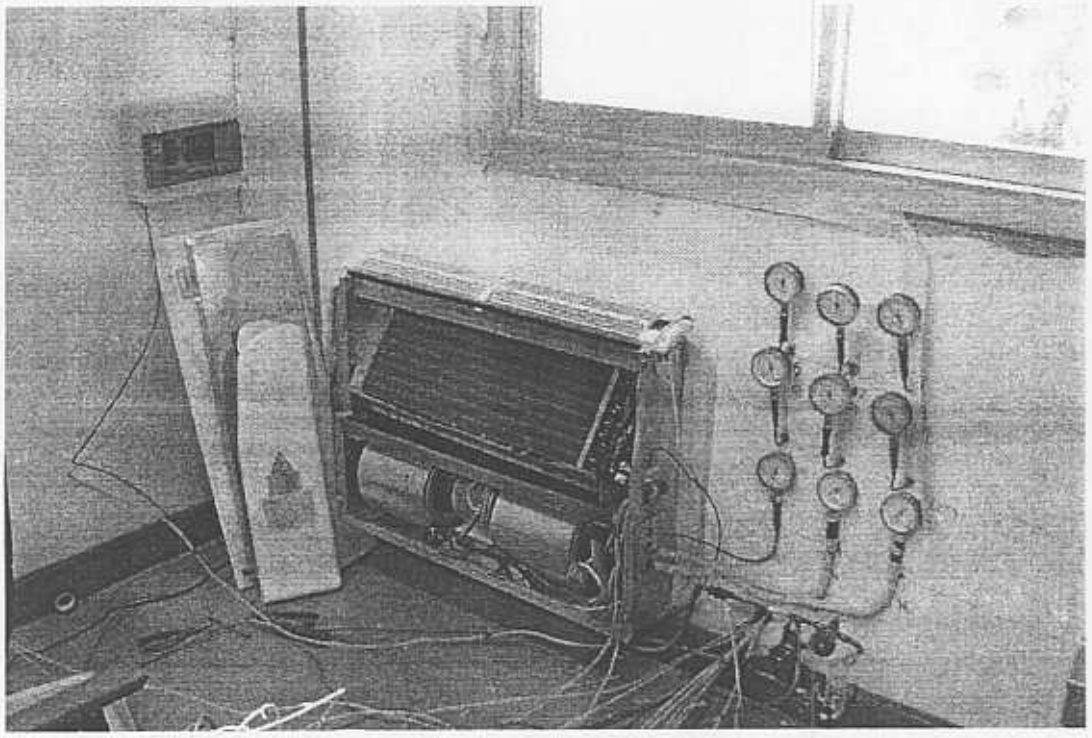
ตัวอย่างรูปแสดงชุดทดลอง



รูปที่ ก.1 การติดตั้งถังน้ำร้อน



รูปที่ ก.2 การติดตั้งคอนเดนเซอร์

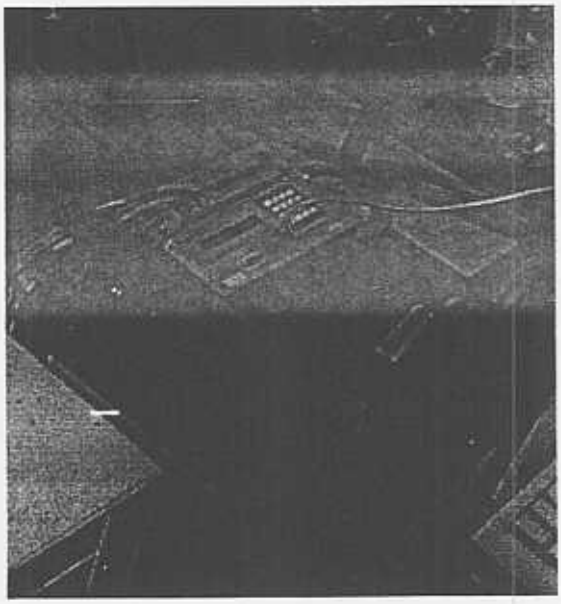


รูปที่ ก.3 การติดตั้งอีวาโปเรเตอร์

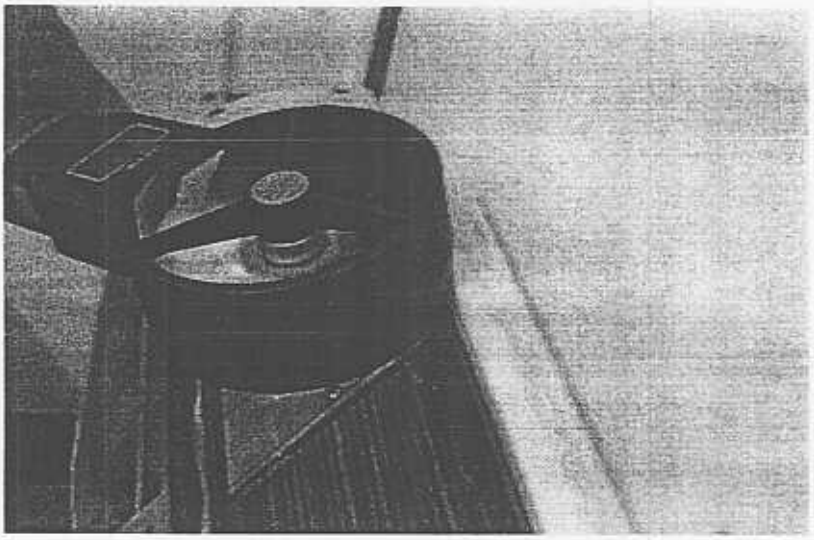
ภาคผนวก ข
เครื่องมือตรวจวัด

ตัวอย่างรูปแสดงเครื่องมือตรวจวัด

รูปที่ ข.1 การใช้เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า



รูปที่ ข.2 เครื่องบันทึกข้อมูลต่อกับเทอร์โมคัปเปิ้ลใช้วัดอุณหภูมิ



รูปที่ ข.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดใช้วัดความเร็วลม

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ(ภาษาไทย) ผศ.พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล

(ภาษาอังกฤษ) **Asst.Prof.Pisit Techarungpaisan**

1. คุณวุฒิ Master of Engineering (Energy Technology)
2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
   คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
   โทรศัพท์ 0-4535-3382 โทรสาร 0-4535-3333
3. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และชื่อเต็ม	อักษรย่อปริญญา / วิชา	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2532	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วศ.บ. (เครื่องกล) (เกียรตินิยมอันดับ 2)	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย
2542	Master of Engineering	M.Eng. (Energy Technology)	Energy Technology	Asian Institution of Technology (AIT)	ไทย

4. ผลงานวิจัยพิมพ์เผยแพร่ บทความทางวิชาการ

4.1 **Pisit Techarungpaisan**, Somnuk Theerakulpisut and Sommai Priprem. 2003 "A Mathematical Model of Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner" The 17th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, pp. 1114-1120

4.2 Chawalit Thinvongpituk and **Pisit Techarungpaisan** 2003 "Bucking of Axially Compressed Conocal Shells of Linearly Varieble Thickness Using Structural Model" The 17th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand 5 pages

4.3 **Pisit Techarungpaisan** and Chawalit Thinvongpituk. 2004 "Effect of Location of Returning Pipe in Domestic Solar Hot Water Heater with Horizontal Tank" KKU Engineering Journal, Vol 31, Number 1, 56-71, January-March 2004.

4.4 **Pisit Techarungpaisan**, Somnuk Theerakulpisut and Sommai Priprem. 2004 "A Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner" The Conference of 40 Years Cerebration, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 23-24 January 2004.

4.5 Rawat Khunthongjan, Umphisak Teeboonma, **Pisit Techarungpaisan**. 2005 "An unglazed metallic roof panel solar water heater" The 1st Conference of Energy Network of Thailand, 11-13 May 2005. AE22.

4.6 **Pisit Techarungpaisan** Kaew Udomsirichakorn and Suwat Theerapongthanakorn. 2005 "A Simple Equipment to Reduce Moisture Content in Paddy by Mean of Solar Energy" KKU Engineering Journal, Vol 32, Number 3, 441-455, May-June 2005.

4.7 Chumsunti Santaweesuk, Adun Janyalertadun, **Pisit Techarungpaisan** 2005 "Physic nut oil and performance of diesel engine" The 1st Energy Network Conference of Thailand, 11-13 May 2005, AE09.

4.8 **P.Techarungpaisan** S.Theerakulpisut S.Priprem K.Painthong "Investigation on the performance of a hot water heater using waste heat from small split-type air conditioner" The 5th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Proceeding, 27-29th September 2005, Australia.

4.9 Chumsunti Santaweesuk, Adun Janyalertadun, **Pisit Techarungpaisan** 2005 "The physical properties of physic nut oil and performance of diesel engine using physic nut oil as a fuel" The 19th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Thailand.

4.10 **Pisit Techarungpaisan**, Bancha Buddadee, Sivanappan Kumar "Investigation of water flow rate in a thermosyphon solar water heater" The 19th Annual Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Thailand.

4.11 **Techarungpaisan,P.**, Theerakulpisut,S., Priprem,S., and Painthong,K. Investigation on the performance of a hot water heater using waste heat from small split-type air conditioner The 5th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Proceeding, 27-29th September 2005, Australia.

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ(ภาษาไทย) ผศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

(English) Asst.Prof.Dr.Kulachate PIANTHONG

1. คุณวุฒิ Doctor of Philosophy, Ph.D. (Mechanical Engineering)
2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
โทรศัพท์ 0-4535-3382 โทรสาร 0-4535-3333

3. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และชื่อเต็ม	อักษรย่อปริญญา /วิชา	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2535	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วศ.บ. (เครื่องกล)	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2541	Master of Engineering Science	M.Eng.Sc. (Mechanical Engineering)	Mechanical Engineering	The University of New South Wales	Australia
2545	Doctor of Philosophy (Mech. Eng)	Ph.D. (Mechanical Engineering)	Mechanical Engineering	The University of New South Wales	Australia

4. ผลงานวิจัย บทความทางวิชาการ และสิ่งตีพิมพ์

International Refereed Journals

[1] **K. Pianthong**, S. Zakrzewski, B.E. Milton, and M. Behnia, "Supersonic liquid jets; their generation and shock wave characteristics," *Shock Waves Journal*, Vol. 11, no. 6, pp. 457-466, 2002.

[2] **K. Pianthong**, S. Zakrzewski, M. Behnia, and B.E. Milton, "Characteristics of impact driven supersonic liquid jets," *Experimental Thermal and Fluid Science*, vol. 27 (5), pp. 589-598, 2003.

[3] **K. Pianthong**, B.E. Milton, and M. Behnia, "Generation and shock wave characteristics of unsteady pulsed supersonic liquid jets," *Journal of Atomization and Sprays*, vol. 13, no. 5&6, pp. 475-498, 2003.

[4] S. Zakrzewski, B.E. Milton, **K. Pianthong**, and M. Behnia, "Supersonic liquid fuel jets injected into quiescent air," *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol. 25, pp. 833-840, 2004.

[5] **K. Pianthong**, K. Takayama, B.E. Milton, and M. Behnia, "Multiple pulsed hypersonic liquid diesel fuel jets driven by projectile impact," *Shock Waves Journal*, Vol. 14, no. 1&2, pp. 73-82, 2005.

[6] B.E. Milton and **K. Pianthong**, "Pulsed, supersonic fuel jets - A review of their characteristics and potential for fuel injection," *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol. 26, issue 4 , pp. 656-671, 2005.

Refereed International Confernce

[1] **K. Pianthong**, "Visualisation of supersonic liquid fuel jets," *Proceedings of the 5th Pacific Symposium on Flow Visualisation and Image Proceeding (PSFVIP5)*, 27-29th September, 2005, Australia **(Keynote Lecture).**

บรรณานุกรม

ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2545) **พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตภัณฑ์เพื่ออนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม** พิมพ์ครั้งที่ 1, กองการพิมพ์ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

ASHRAE Handbook Fundamental. (1997) **CD-Rom.**

Federal Technology Alert-Residential Heat Pump Water Heater, (2002) Avialable URL: http://www.pnl.gov/fta/3_res.htm.

Jie Ji, Tin-tai Chow, Gang Pei, Jun Dong and Wei He. 2003. **"Domestic air-conditioner and integrated water heater for subtropical climate". Applied Thermal Engineering**. Vol:23: 581-592.

Michael J.Moran,Howard N.Shapiro. (1995) **Fundamentals of engineering Thermodynamics.** John Wiley and Sons, Incs, USA.

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using air conditioner in commercial units, Regent Cha-am Hotel, Phetbury, Thailand. **Personal communication**.

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using heat pump, First Hotel, Utraradit, Thailand. **Personal communication.**

Ngamchauchit, Chuchai. (2003) Figure and diagram of the hot water heaters by using heat pump, Sriharaj Hotel, Utraradit, Thailand. **Personal communication.**

Ozisik, M.N. (1985) **Heat Transfer a Basic Approach.** McGraw-Hill, Singapore.

Pannigul, Pisit. (1999) **A study of temperature and flow distribution in a natural circulation solar water heating system.** Asian Institute of Technology Thesis. Bangkok, Thailand.

Techarungpaisan, P. Theerakulpisut, S. and Priprem, S. 2004. **A Hot Water Heater by Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner.** The Conference of 40 Years Cerebration, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 23-24 January 2004.

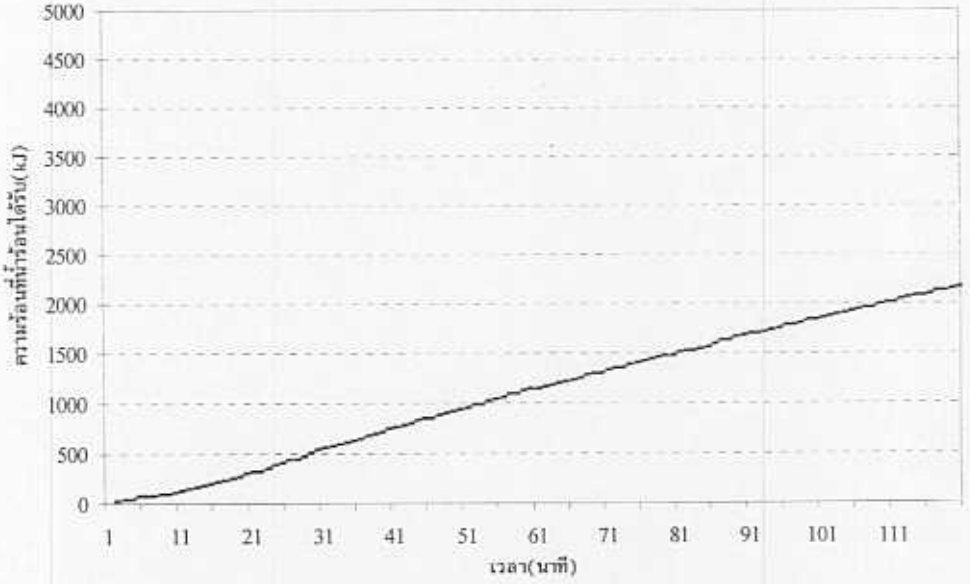
Wilbert F, Stoecker, Jerold W.Jones. (1982) **Refrigeration & Air Conditioning**. McGraw-hill International, Singapore,

Wibulsawas, Prida. (1985) **Performance testing and correlation of solar domestic hot water heaters.** Solar Thermal Component and system Testing. Division of Energy Technology, Asian Institute of Technology: 153-162,

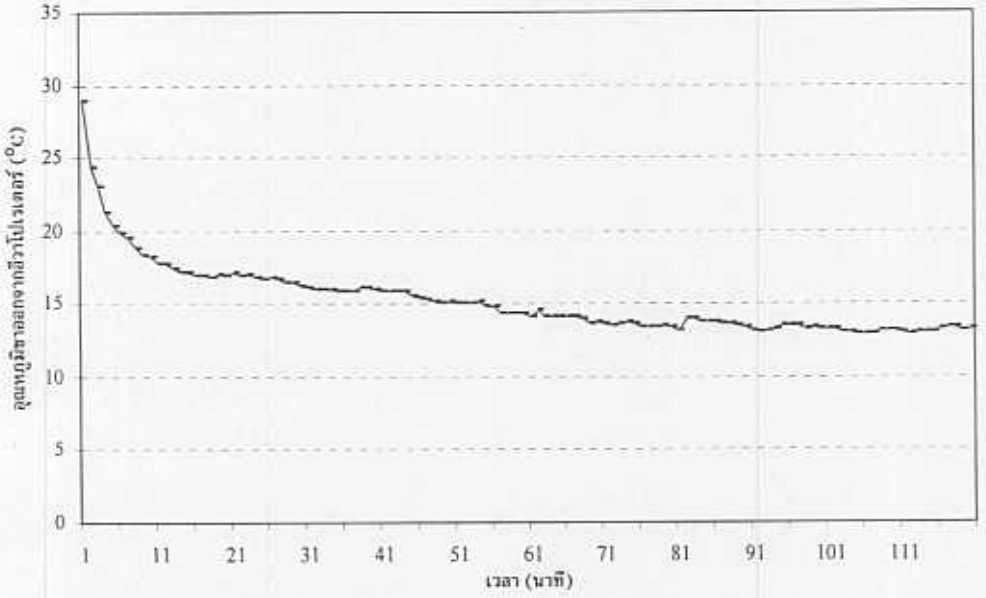
ระบบได้เช่นกัน แต่ด้วยงบประมาณและเวลาที่จำกัด การทดลองจึงยังไม่สามารถศึกษาพารามิเตอร์อื่นเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาพารามิเตอร์ในแต่ละตัวนั้น จำเป็นต้องทำการปรับเปลี่ยนชุดทดลองเพื่อควบคุมให้พารามิเตอร์ตัวที่ไม่พิจารณานั้นมีค่าคงเดิม ซึ่งต้องใช้งบประมาณจำนวนหนึ่งและระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนชุดทดลองเพื่อให้เหมาะสมในการศึกษาพารามิเตอร์นั้นๆ ก็ต้องใช้เวลามาก รวมถึงระยะเวลาในการทดลองก็ต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งในอนาคตจะได้มีการศึกษาต่อเนื่องต่อไปอีก เพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานในแบบต่างๆ และจะได้นำเสนอในโอกาสต่อไป

การวิจัยเพิ่มเติม คือพยายามทำให้ความสามารถในการผลิตน้ำร้อนของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กเทียบเท่าเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าขนาด 4,500 W ซึ่งจะใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าถึง 66% การใช้เครื่องปรับอากาศทำน้ำร้อนจะสามารถทดแทนการใช้เครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ แม้ในฤดูหนาว การเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อผลิตน้ำร้อนอย่างเดียวก็จะประหยัดไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้เครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้า อีกทั้งไม่ต้องเสียเงินซื้อเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าอีกด้วย ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้แล้วในตอนท้ายของบทที่ 4

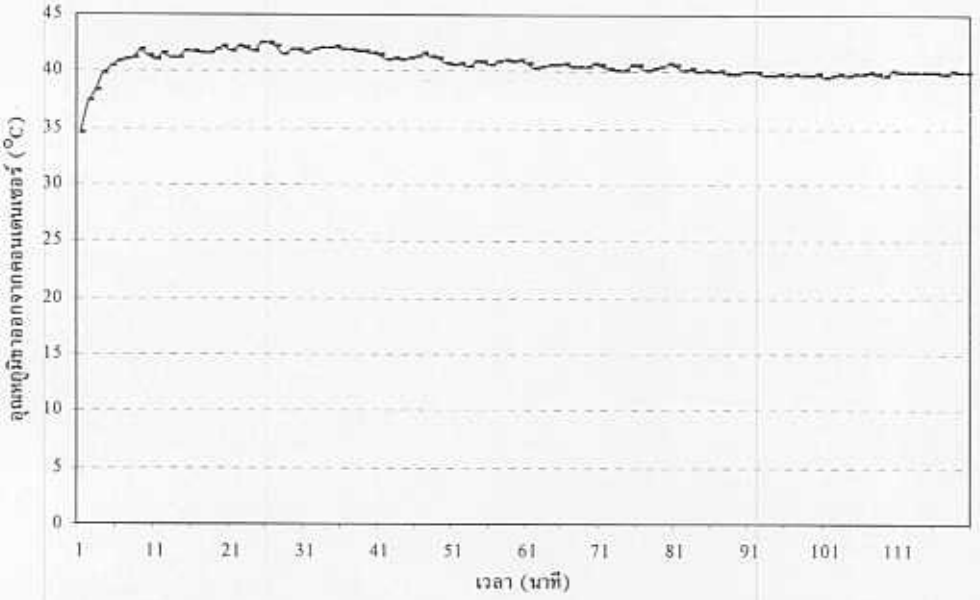
ประมาณ 3.0-3.5 kW ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถังน้ำร้อนที่เพิ่มเข้าไปในระบบไม่มีผลต่อการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ รูปที่ 4.3 อุณหภูมิของอากาศขาออกจากอีวาโปเรเตอร์ เป็นค่าหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยังคงเดิม



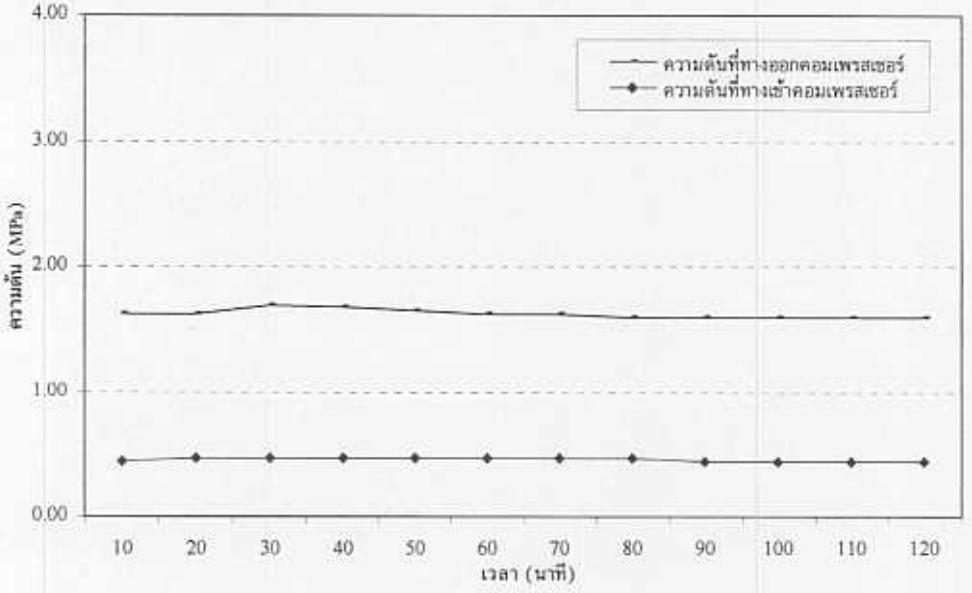
รูปที่ 4.2 ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)



รูปที่ 4.3 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

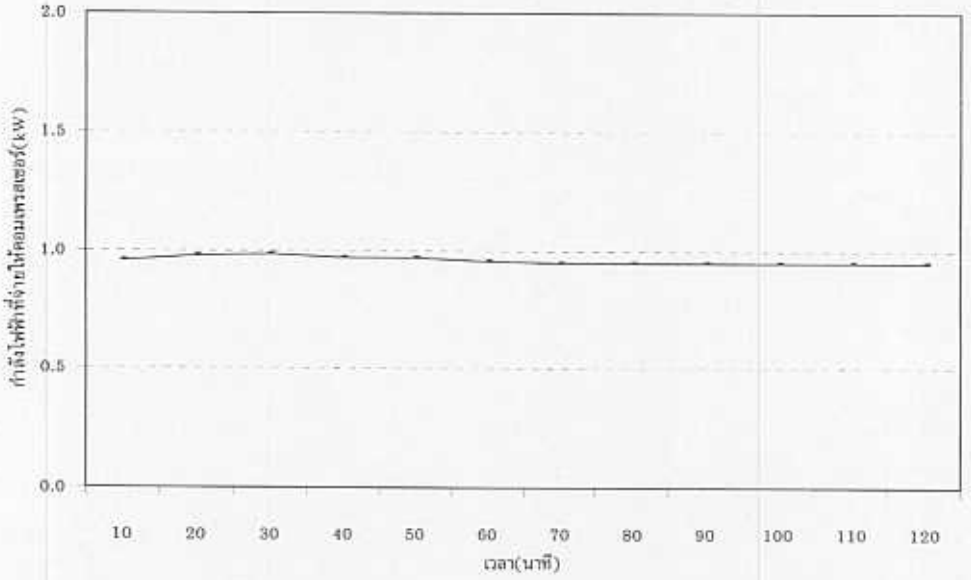


รูปที่ 4.4 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

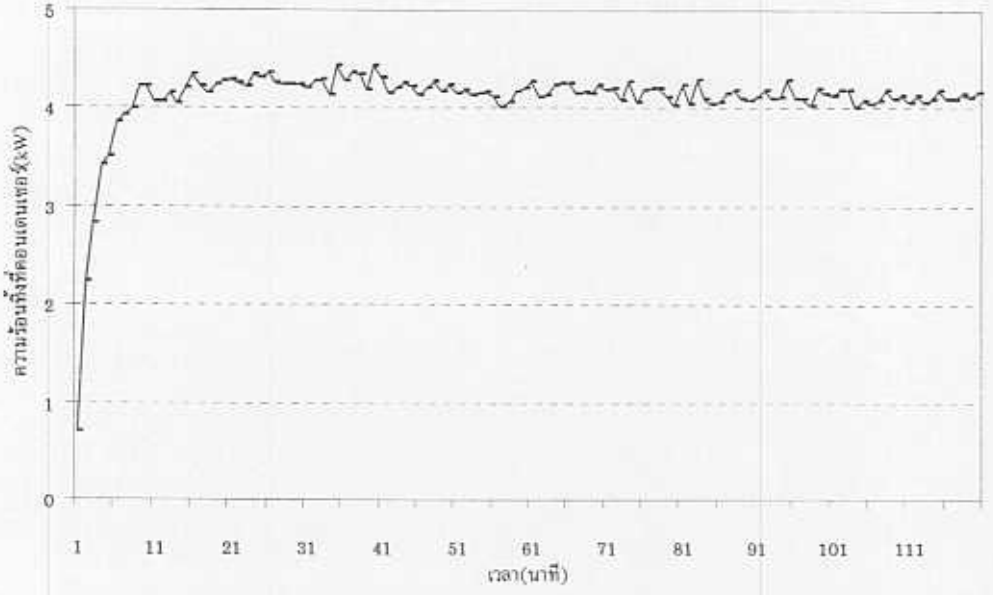


รูปที่ 4.5 ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

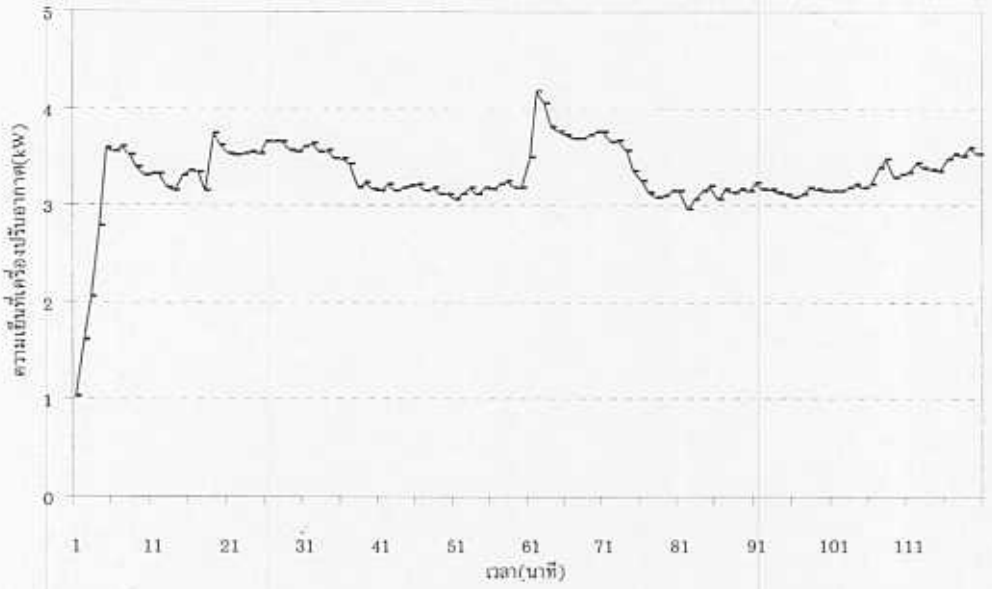
รูปที่ 4.5 พบว่าความดันที่ทางเข้าและออกของคอมเพรสเซอร์ค่อนข้างคงที่ และรูปที่ 4.6 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ก็ค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศค่อนข้างสม่ำเสมอ



รูปที่ 4.6 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)



รูปที่ 4.7 ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

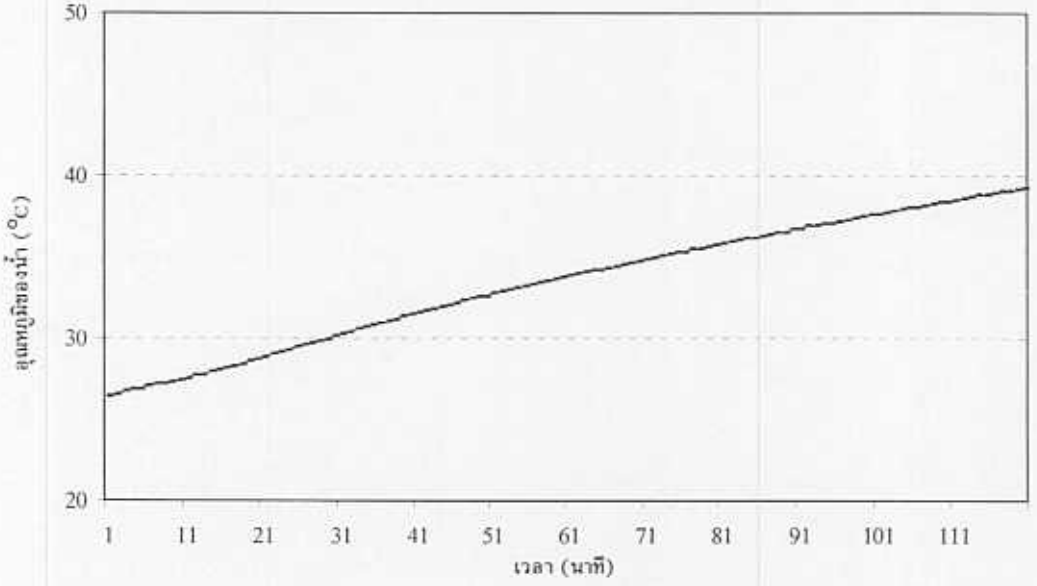


รูปที่ 4.8 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)

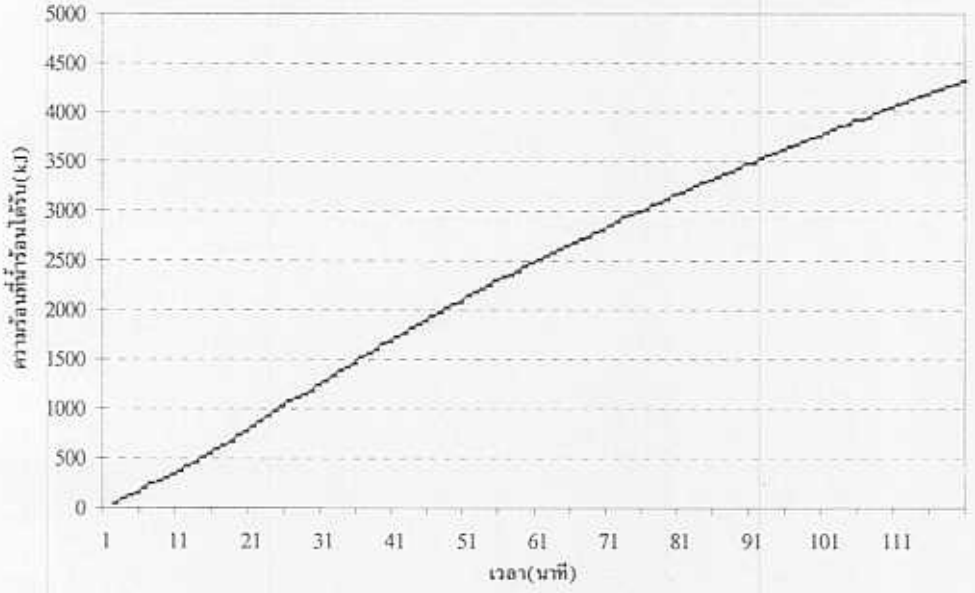
ในการทดลองที่ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน 0.9 เมตรนั้น น้ำร้อนขึ้นค่อนข้างช้า แนวทางในการเพิ่มสมรรถนะการทำน้ำร้อนจึงควรทำการเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน คณะวิจัยจึงเพิ่มความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนและทำการทดลองในอีก 2 ความยาวคือ 5 และ 10 เมตร

4.1.2 ผลการทดลองสมรรถนะของระบบกับคอยล์ทำน้ำร้อนขนาดความยาว 5 เมตร

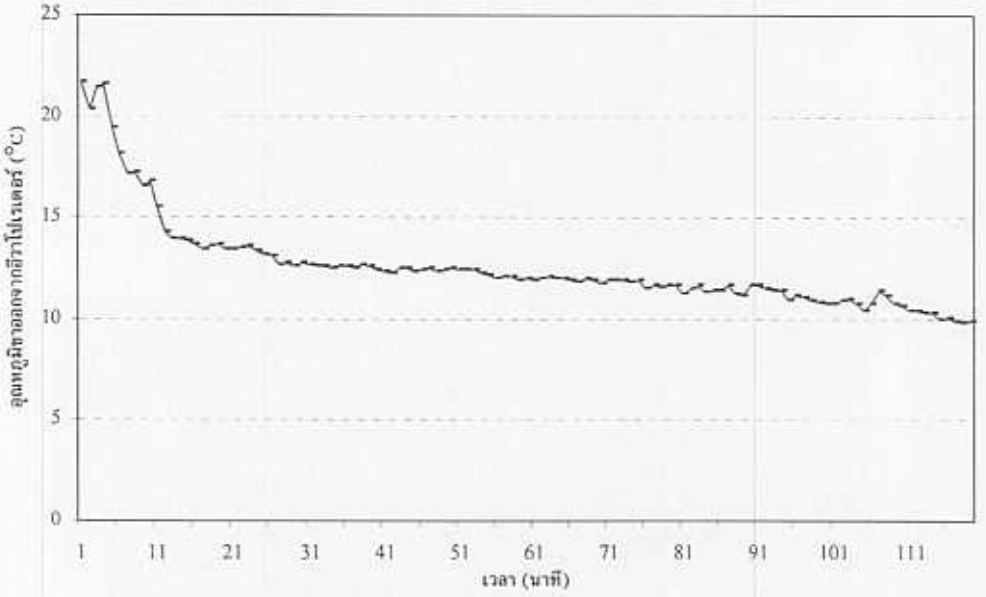
รูปที่ 4.9 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น 11°C มากกว่าที่ความยาว 0.9 เมตรอยู่ 5°C ในระยะเวลาการเดินเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมงเท่ากัน แสดงให้เห็นว่า ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนมีผลต่อสมรรถนะการทำน้ำร้อน ทำให้น้ำร้อนขึ้นเร็วกว่าเดิม และการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยังอยู่ในระดับเดิมดังรูปที่ 4.16 แสดงถึงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ยังอยู่ในระดับเดิม คือประมาณ 3.0-3.5 kW ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้เพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนในถังน้ำร้อน ก็ไม่มีผลต่อการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ รูปที่ 4.11 อุณหภูมิของอากาศขาออกจากอีวาโปเรเตอร์ เป็นค่าหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยังคงเดิม คือยังสามารถทำความเย็นได้เช่นเดิม



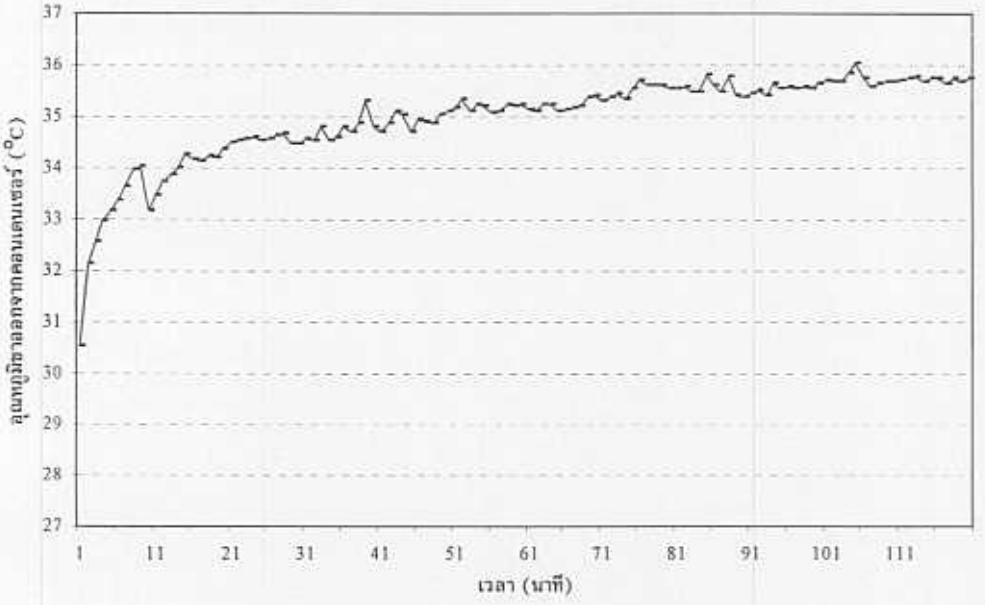
รูปที่ 4.9 อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)



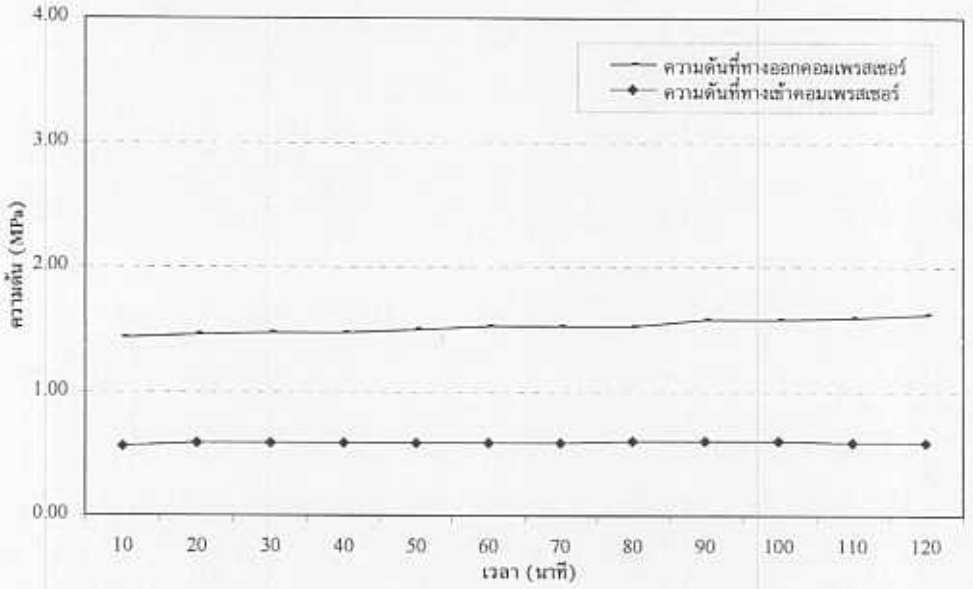
รูปที่ 4.10 ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)



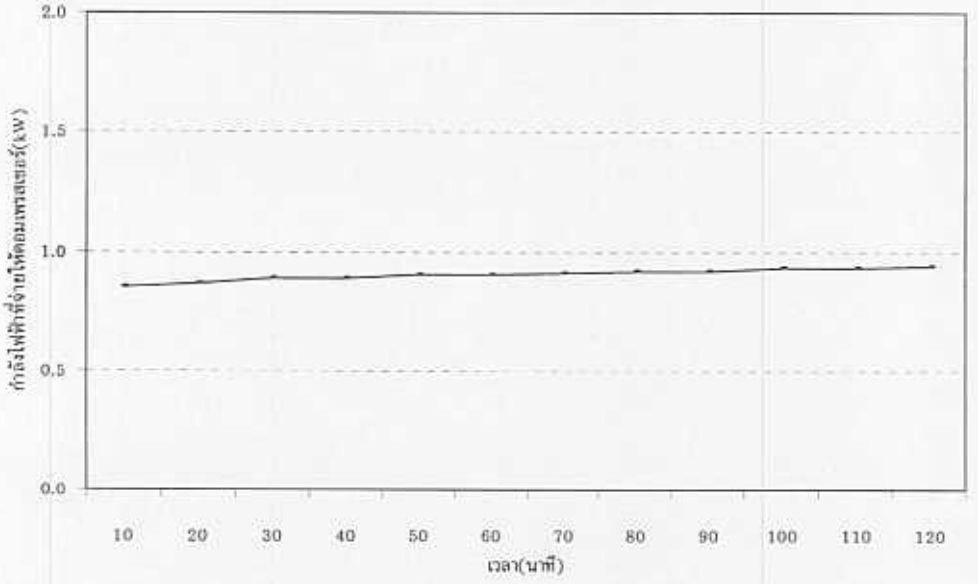
รูปที่ 4.11 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)



รูปที่ 4.12 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)



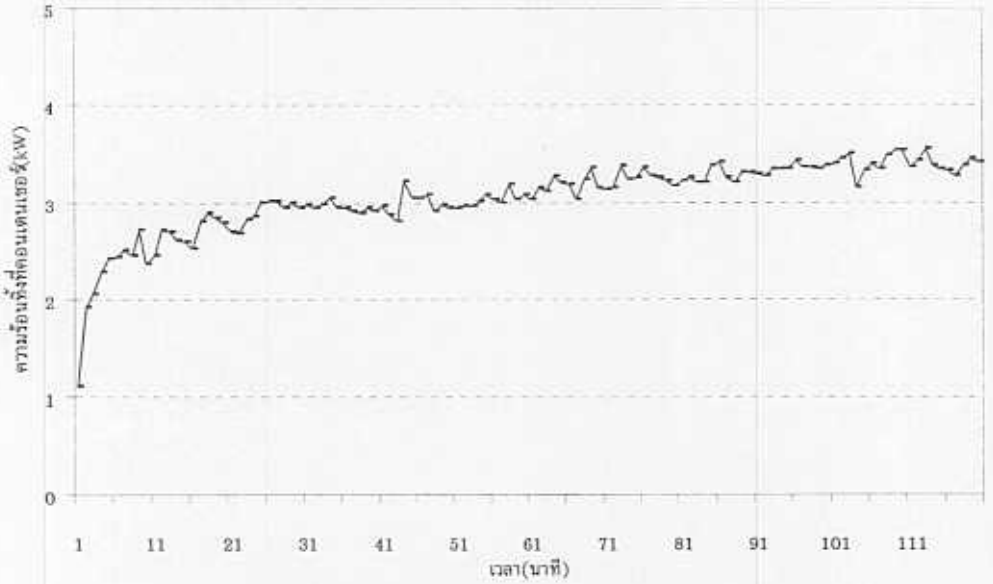
รูปที่ 4.13 ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)



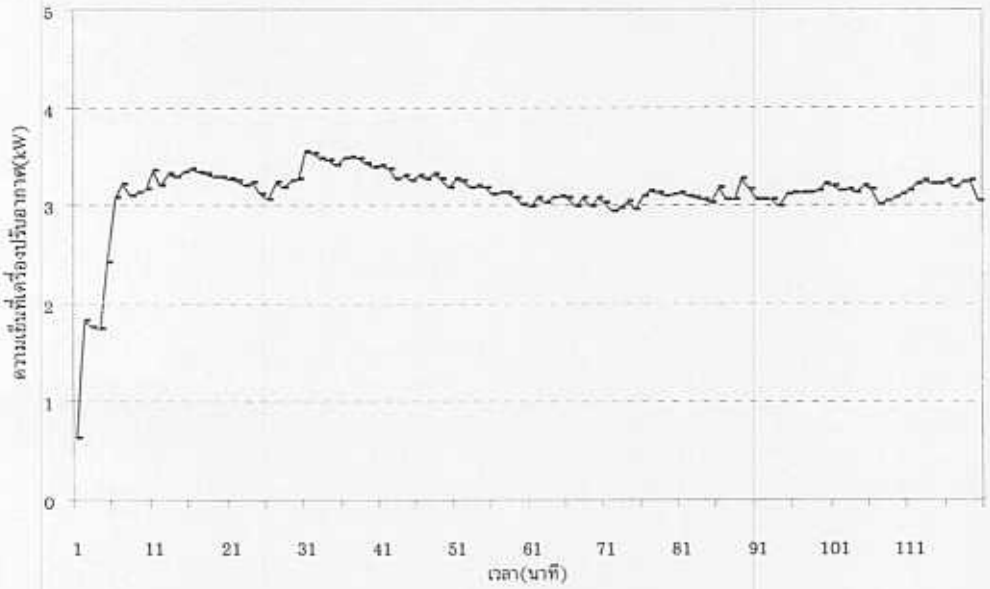
รูปที่ 4.14 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)

รูปที่ 4.13 พบว่าความดันที่ทางเข้าและออกของคอมเพรสเซอร์ค่อนข้างคงที่และค่าใกล้เคียงกับรูป 4.5 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนมีผลต่อความดันของสารทำความเย็นน้อยมาก เครื่องปรับอากาศจึงสามารถทำงานได้อย่างสม่ำเสมอและเป็นปกติ รูปที่ 4.14 แสดง กำลังไฟฟ้าที่

จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ก็ค่อนข้างคงที่ เป็นอีกพารามิเตอร์หนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศยังคงสม่ำเสมอและเป็นปกติ



รูปที่ 4.15 ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)

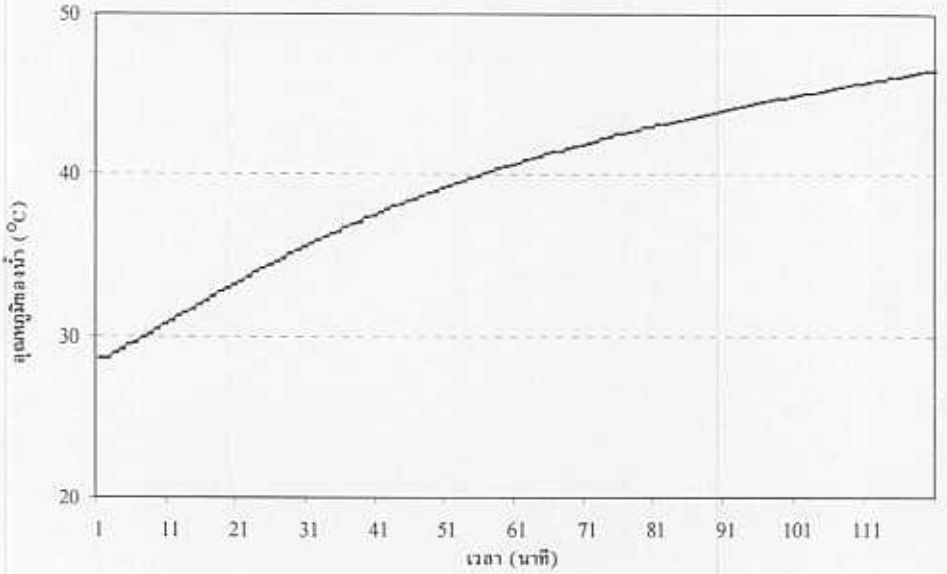


รูปที่ 4.16 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)

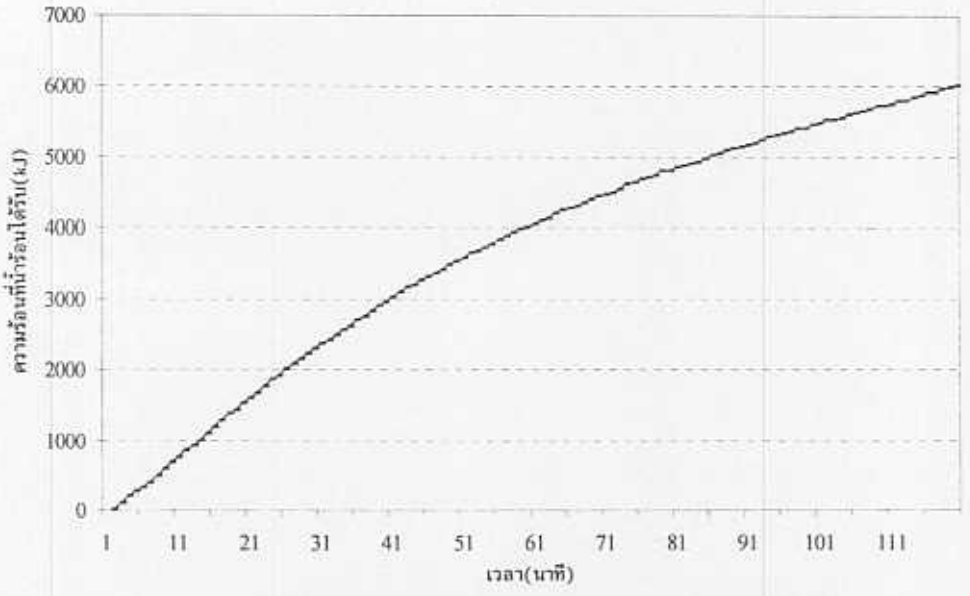
4.1.3 ผลการทดลองสมรรถนะของระบบกับคอยล์ทำน้ำร้อนขนาดความยาว 10 เมตร

การเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนเป็น 10 เมตร ทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นอีก 17°C ในระยะเวลาการเดินเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มากกว่าที่ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนที่ 0.9

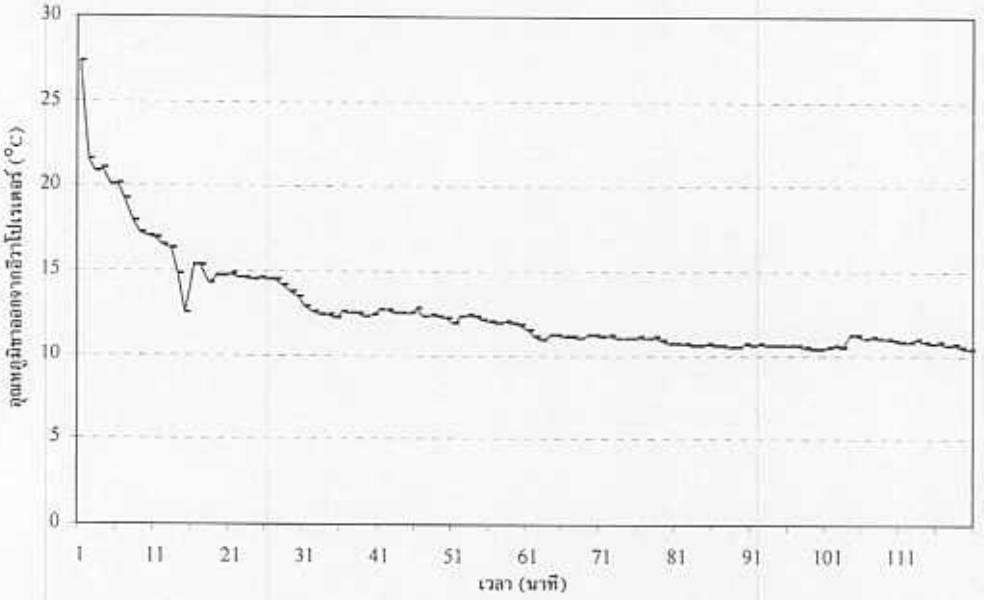
และ 5 เมตร ดังรูป 4.17 แสดงให้เห็นว่า ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนมีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิของน้ำในถัง การทดลองยังได้แสดงถึงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยังอยู่ที่ระดับการทำความเย็นยังอยู่ประมาณ 3.5 kW จากผลการทดลองยังเป็นการยืนยันว่าถังน้ำร้อนที่เพิ่มเข้าไปในระบบไม่มีผลต่อการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศดังแสดงในรูปที่ 4.24 รูปที่ 4.18 อุณหภูมิของอากาศขาออกจากอีวาโปเรเตอร์ ยังคงบ่งบอกว่า ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยังเป็นไปตามปกติ



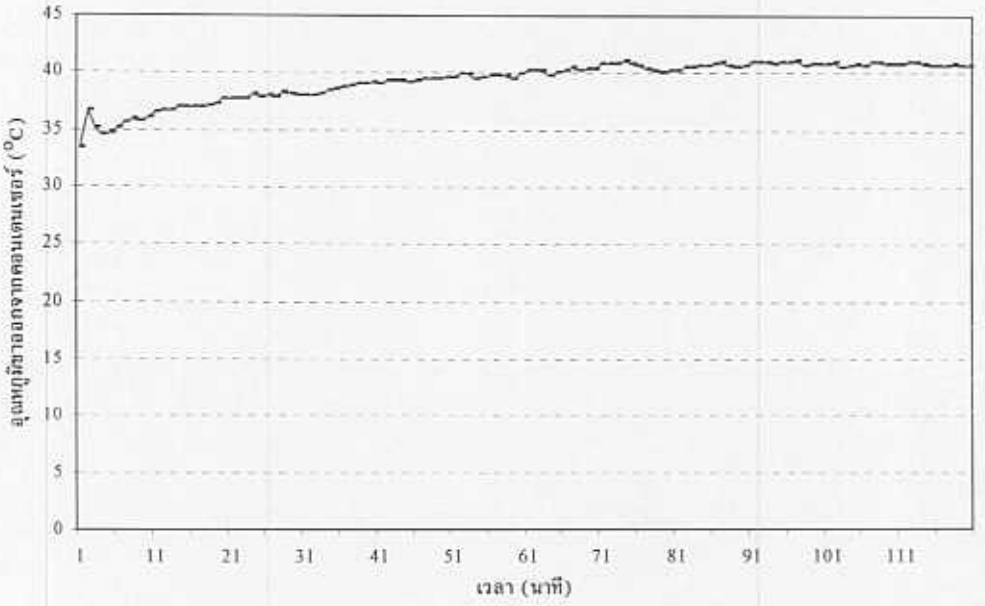
รูปที่ 4.17 อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)



รูปที่ 4.18 ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)



รูปที่ 4.19 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)



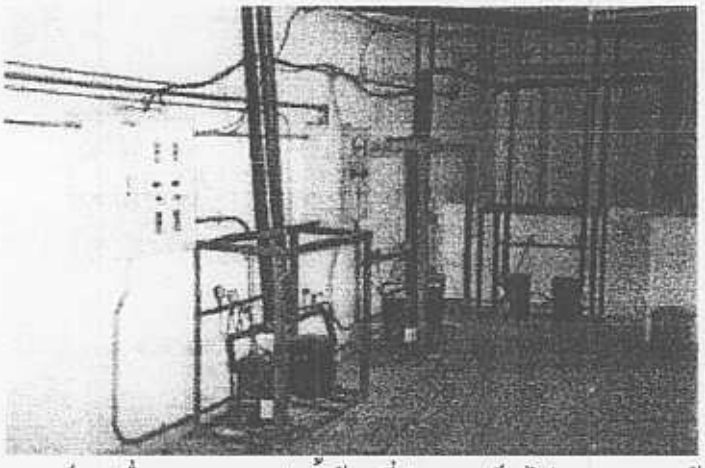
รูปที่ 4.20 อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)

ความเย็นให้แก่ห้องพัก และทำน้ำร้อนไปพร้อมกัน โดยได้ค่า COP_{CW_avg}= 4.02 การทำงานตามลูกศรแรเงาสีเทาแสดงการทำความร้อนให้แก่ห้องพัก โดยได้ค่า COP_h= 2.72 และการทำงานตามลูกศรสีดำแสดงการทำน้ำร้อนอย่างเดียว โดยได้ค่า COP_{W_avg}= 3.42 ที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 31 ^{o}C การทำงานระบบนี้ค่อนข้างซับซ้อนมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นหลายตัว เช่น วาว์ล 4 ทาง(Four-way Valve) ท่อแคปปิลลารี่เพิ่มอีก 1 ชุด (Capillary Tube) และวาล์วเพิ่มอีก 3 ตัว (Valve 1, 2 and 3) ซึ่งระบบนี้ยังไม่เหมาะสมที่จะมาใช้ในเมืองไทย เนื่องจากเมืองไทยไม่ต้องการการทำความร้อนให้แก่ห้องพัก (Space Heating) ระบบที่จะนำมาใช้งานในเมืองไทยจึงต่างจากที่มีใช้ในฮ่องกง

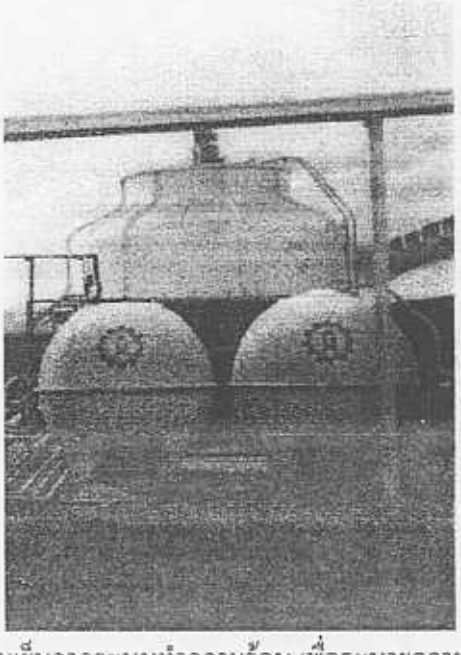
ในจังหวัดอุตรดิตถ์มีโรงแรม 2 แห่ง ใช้ปั๊มความร้อนในการทำน้ำร้อน โดยที่นำความเย็นที่ได้จากระบบไปใช้งานที่แตกต่างกัน คือโรงแรมแห่งหนึ่งนำความเย็นที่ได้จากการทำน้ำร้อน ไประบายความร้อนจากน้ำในคูลลิ่งทาวเวอร์ ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) ระบบประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ ขนาด 3 แรงม้า 6 เครื่อง (รูปที่ 2.2) และถังน้ำเย็นที่รับความเย็นจากระบบเพื่อทำความเย็นให้แก่น้ำจากคูลลิ่งทาวเวอร์ (รูปที่ 2.3) ส่วนโรงแรมอีกแห่งหนึ่ง นำเอาความเย็นที่ได้ไปทำความเย็นให้กับช่องลิฟท์ และห้องเครื่องลิฟท์ ดังรูปที่ 2.4 และ 2.5 (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) โดยมีคอมเพรสเซอร์ ขนาด 3 แรงม้า 3 เครื่อง คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในทั้ง 2 ระบบนี้ เป็นคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ที่มีขายตามท้องตลาด ระบบนี้จึงมีต้นทุนและค่าติดตั้งที่ต่ำ เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้อยและค่าบำรุงรักษาน้อย เมื่อเทียบกับระบบอื่น

ทั้งสองระบบที่กล่าวข้างต้น เป็นระบบสำหรับทำน้ำร้อนในโรงแรมขนาดใหญ่ โดยได้ความเย็นเป็นผลพลอยได้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเครื่องที่ทำงานลักษณะนี้ว่าปั๊มความร้อน ส่วนเครื่องในรูปที่ 1.1 นั้นการทำน้ำร้อนนี้ถือเป็นผลพลอยได้ การทำความเย็นให้แก่ห้องพักถือเป็นจุดประสงค์หลัก การทำงานของทั้งสองระบบนั้นถือเป็นวัฏจักรทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ทั้งคู่ แต่ต่างกันที่วัตถุประสงค์หลักของการใช้งาน ซึ่งระบบรูปที่ 1.1 นั้นเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในบ้านพักอาศัยหรือโรงแรมที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก

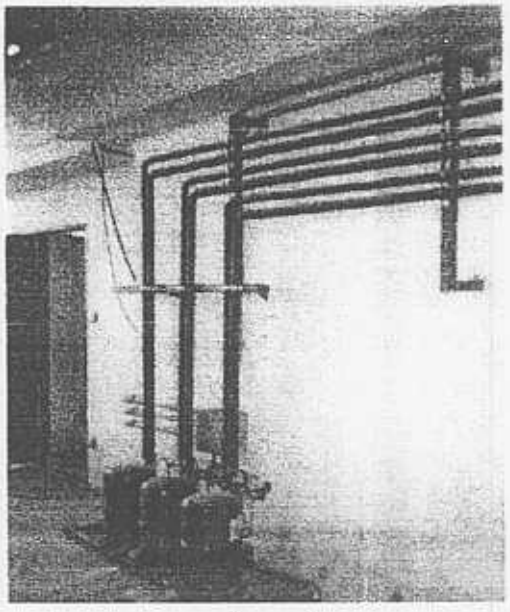
จากงานวิจัยและงานที่ได้ใช้จริง ที่นำเสนอในข้างต้นพบว่า การทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะที่เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กที่ใช้ในบ้านพักอาศัยมีความน่าสนใจและเป็นระบบที่เป็นไปได้ ที่สามารถนำมาทดแทนระบบทำน้ำร้อนโดยใช้ไฟฟ้า หรือแสงอาทิตย์ โดยการทำงานของระบบนี้จะนำเสนอในหัวข้อต่อไป



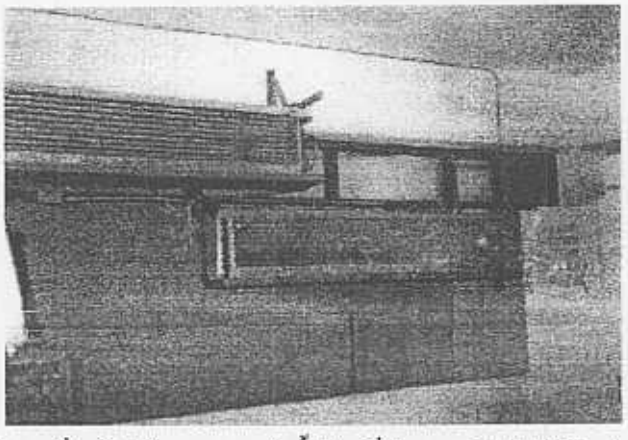
รูปที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์ 6 เครื่องของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไประบายความร้อนให้น้ำในคูลลิ่งทาวเวอร์ใช้ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)



รูปที่ 2.3 ถังน้ำเย็นที่รับความเย็นจากระบบทำความร้อน เพื่อระบายความร้อนให้แก่น้ำจากคูลลิ่งทาวเวอร์ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)



รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์ 3 เครื่องของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไปใช้ในช่องลิฟท์และห้องเครื่องลิฟท์ ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)

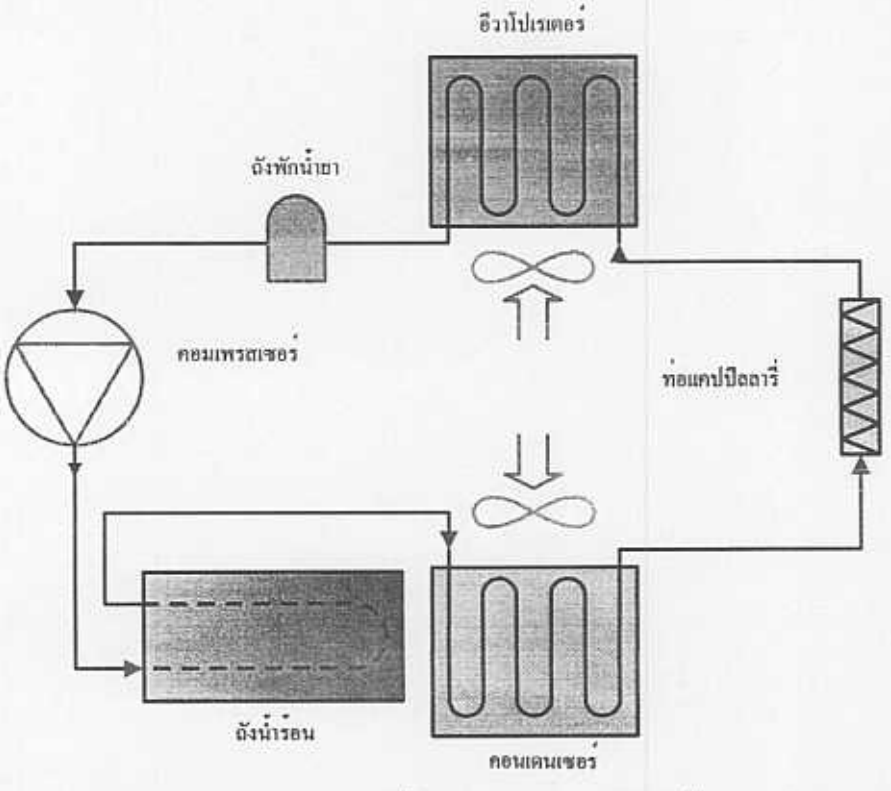


รูปที่ 2.5 แฟนคอยล์ห้องเครื่องลิฟท์ของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไปใช้ในช่องลิฟท์และห้องเครื่องลิฟท์ ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)

2.2 การทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก

ระบบที่มีใช้ในเมืองไทย คือระบบที่ใช้ในโรงแรมที่ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี (ตามรูปที่ 1.1) การทำงานของเครื่องทำน้ำร้อน โดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก เป็นไปตามรูปที่ 2.6 ถังน้ำร้อนขนาด 100 ลิตรจะต่ออนุกรมเข้ากับ คอนเพรสเซอร์ โดยอยู่ระหว่าง

คอมเพรสเซอร์กับคอนเดนเซอร์ โดยท่อน้ำยาถูกวางอยู่ในถังน้ำร้อนเป็นรูปตัวยู (มีข้องอ 180° 1 ตัว) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 3 ฟุต (0.9 เมตร) ซึ่งระบบนี้สามารถทำน้ำร้อนได้ที่อุณหภูมิ 30-40°C หลังจากที่เครื่องปรับอากาศทำงานไปแล้วประมาณ 2-3 ชั่วโมง การติดตั้งถังน้ำร้อนไว้ระหว่างคอมเพรสเซอร์และคอนเดนเซอร์ จะมีข้อดีในแง่ที่การระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ยังสามารถถ่ายเทปริมาณความร้อนจากระบบได้ตามปกติ แม้ในสภาพที่น้ำในถังน้ำร้อนจะมีอุณหภูมิสูงมากแล้วก็ตาม ซึ่งคาดว่าระบบนี้ จะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำความเย็นของอีวาโปเรเตอร์ในห้องปรับอากาศ หรืออาจมีผลอยู่บ้างแต่คงไม่มาก อย่างไรก็ตาม ควรจะได้มีการศึกษาอย่างละเอียดต่อไปเพื่อให้แน่ใจว่า การทำน้ำร้อนแบบนี้จะไม่ส่งผลกับการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และเพื่อหาระบบที่เหมาะสมกับอากาศของประเทศไทย ซึ่งอาจมีการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมบางตัวในระบบ ท้ายสุดเพื่อให้ได้ระบบที่ดีและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น



รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก

การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น ในการนำความร้อนทิ้ง(Q_H)จากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กมาทำน้ำร้อนนี้ สามารถคำนวณได้จากชุดสมการในวัฏจักรทำความเย็น ซึ่งเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่

มีความสามารถในการทำความเย็น (Q_L) 12,000 Btu/hr (3,500 W) และมีค่า COP อยู่ประมาณ 3.3 ดังนั้น หากแทนค่า Q_L และ COP ลงในสมการที่ (2.1)

$$COP = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \qquad (2.1)$$

จะได้ Q_H เท่ากับ 4,560 W ซึ่งใกล้เคียงกับ เครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าขนาด 4,500 W ซึ่งใช้ไฟฟ้า 4,500 W ซึ่งเท่ากับความร้อนที่เครื่องทำร้อนด้วยไฟฟ้าให้กับน้ำเพื่อทำน้ำร้อน แต่ในขณะที่เครื่องปรับอากาศที่ให้ความร้อนทิ้งขนาด 4,560 W นั้นจะใช้กำลังไฟฟ้า (P) ที่หาได้จากสมการที่ 2.2

$$P = Q_H - Q_L + P_{Fan} \qquad (2.2)$$

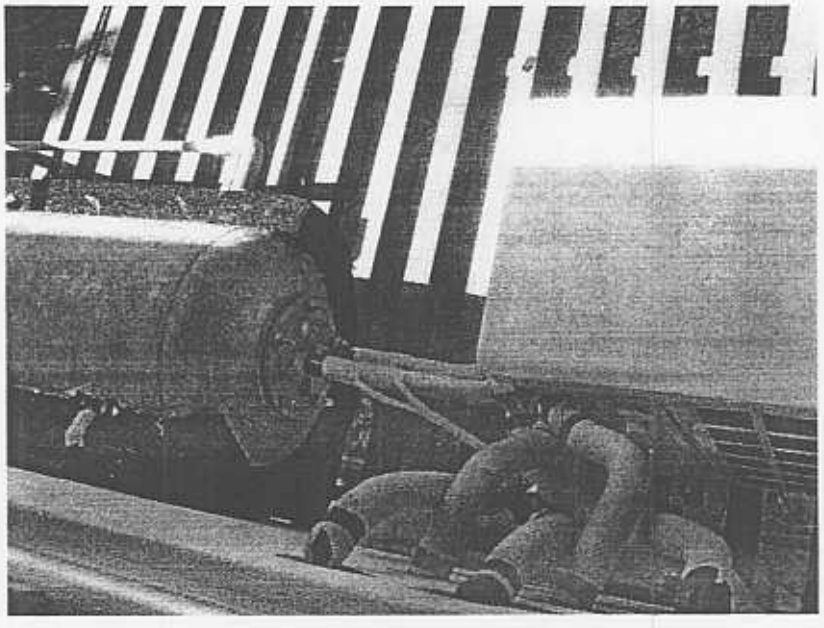
P_{Fan} คือกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพัดลมที่อีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีค่ารวมกันประมาณ 100 W ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศจึงมีค่าเท่ากับ 1,160 W ซึ่งน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าถึง 3 เท่า ดังนั้นหากสามารถนำความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาใช้ผลิตน้ำร้อนได้ทั้งหมด ความสามารถในการผลิตน้ำร้อนก็ไม่ต่างจากเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้า แต่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าถึง 66% แต่สิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต้องไม่น้อยกว่าเดิม ขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนที่จุ่มในถังน้ำร้อนเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่จะสามารถเพิ่มความร้อนให้กับน้ำได้ แต่ขณะเดียวกันที่ความยาวมากขึ้น ความดันตกของสารทำความเย็นก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความดันตกนี้อาจกระทบกับความดันของสารทำความเย็นในระบบ และส่งผลถึงความสามารถในการทำความเย็นของระบบได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษา ขนาดความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนซึ่งจะทำให้สมรรถนะการทำน้ำร้อนเพิ่มขึ้น แต่ขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้เกิดความดันตกเพิ่มขึ้นจนกระทบต่อสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้

ทั้ง 2 ท่อ เครื่องปรับอากาศที่ใช้มีขนาด 12,000 Btu/hr โดยคอมเพรสเซอร์เป็นแบบโรตารี่ และอุปกรณ์ลดความดันเป็นท่อแคปปิลลารี่

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

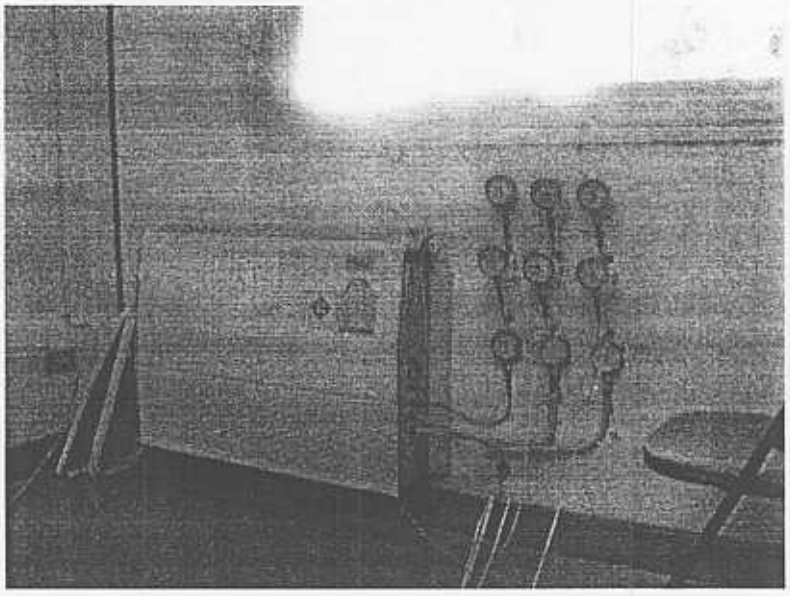
แผนงาน/กิจกรรม	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.ศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน	←	→										
2.สร้างเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กโดยจำลองแบบจากเครื่องที่มีขายในปัจจุบัน		←	→									
3.ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด ความดัน อุณหภูมิและกำลังไฟฟ้า			←	→								
4.ทำการทดลองเก็บข้อมูลและคำนวณหาสมรรถนะของตัวเครื่อง				←	→							
5.ศึกษาขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนและความดันตกภายในระบบที่มีผลกต่อสมรรถนะของตัวเครื่อง					←	→						
6.ปรับปรุงตัวเครื่องซึ่งอาจเป็นการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมบางชนิดเข้าไปในระบบ เพื่อให้ประสิทธิภาพของตัวเครื่องสูงขึ้นกว่าเดิม								←	→			
7.ทำการทดลองเก็บข้อมูลอีกครั้ง หลังทำการปรับปรุงและพิจารณาถึงสมรรถนะของตัวเครื่องใหม่หลังการปรับปรุงแล้ว										←	→	
8.สรุปผลการวิจัย												← →

3.1.2 สร้างเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กโดยจำลองแบบจากเครื่องที่มีขายในปัจจุบัน

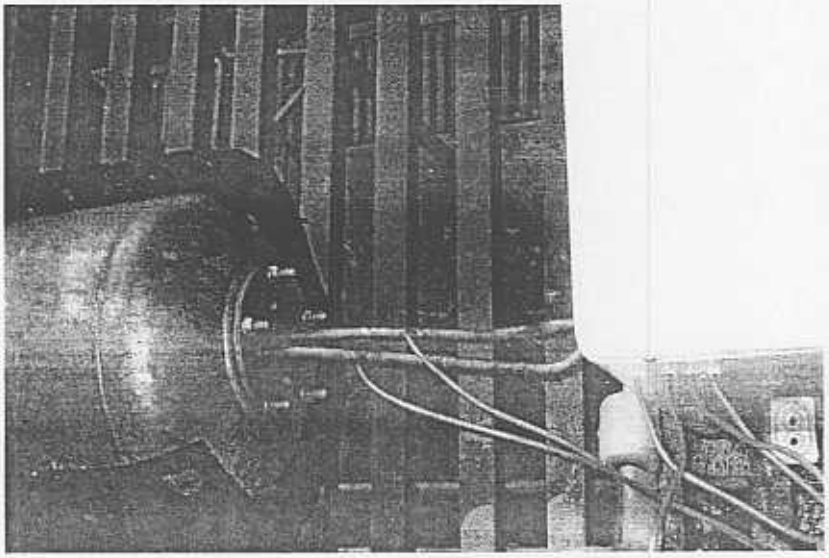


รูปที่ 3.1 ถังน้ำร้อนและชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งอยู่ภายนอกห้องทดลอง

เพื่อให้การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก เหมือนกับการใช้งานจริงมากที่สุด ห้องที่ใช้ทดสอบจึงต้องเป็นห้องขนาดที่พอดีกับการใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr ซึ่งห้องที่เลือกใช้ในการติดตั้งเครื่องดังกล่าวอยู่ ชั้น 2 ของตึก ขนาดห้อง 16.5 ตร.ม. ได้ทำการสร้างนั่งร้าน เพื่อใช้ติดตั้งถังน้ำร้อนและชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 3.1 รูปที่ 3.2 แสดงชุดของอีวาโปเรเตอร์ของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งภายในห้องทดลอง เครื่องปรับอากาศที่ใช้ทดลองเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง โดยได้จัดซื้อเครื่องใหม่ที่ยังไม่เคยใช้งาน ทั้งนี้เพื่อตัดปัจจัยในเรื่องอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศออก ในชุดของคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศจะต้องทำการดัดแปลง คือท่อที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะถูกต่อออกจากชุดของคอนเดนซิ่ง เพื่อนำมาผ่านถังน้ำร้อนแล้วจึง ต่อกลับเข้าไปยังชุดของคอนเดนซิ่ง เพื่อต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 ชุดของอีวาโปเรเตอร์ของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งภายในห้องทดลอง

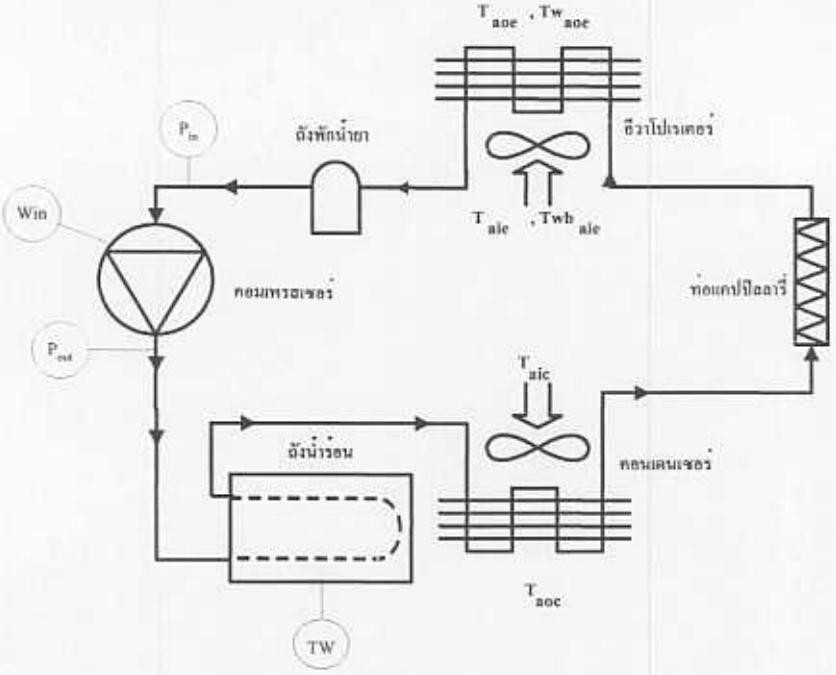


รูปที่ 3.3 การต่อถังน้ำร้อนเข้ากับชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศ

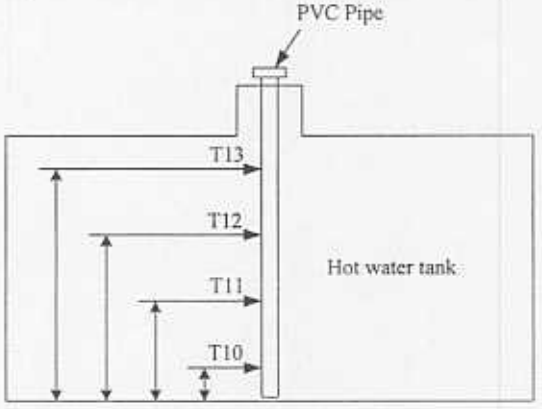
3.1.3 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดสมรรถนะของระบบได้แก่ เกจวัดความดัน เทอร์โมคัปเปิ้ลต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลใช้ตรวจวัดอุณหภูมิ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและเครื่องวัดความเร็วลม โดยการติดตั้งอุปกรณ์การวัดทั้งหมด แสดงได้ดังรูปที่ 3.4

ใช้เฉพาะใน
ศูนย์ข้อมูลท้องถิ่นเท่านั้น



รูปที่ 3.4 การติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของน้ำในถัง

ความดันของสารทำความเย็นทำการวัดอยู่ 2 ตำแหน่งคือ ที่ทางเข้า(P_{in})และที่ทางออก(P_{out}) คอมเพรสเซอร์โดยใช้เกจวัดความดัน ความดันของสารทำความเย็นที่วัดได้จะเปรียบเทียบว่าเกิดความดันตกในระบบมากน้อยเพียงใด

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์(W_{in}) ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าวัดที่สายไฟฟ้าที่จ่ายเข้าคอมเพรสเซอร์ กำลังไฟฟ้าที่วัดได้จะเป็นตัวบอกว่าลักษณะการทำงานของคอมเพรสเซอร์

การวัดอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของคอนเดนเซอร์และอีวาโปเรเตอร์ จะนำไปคำนวณความร้อนที่ระบายที่คอนเดนเซอร์ และความสามารถในการทำความเย็นของอีวาโปเรเตอร์ โดยที่อีวาโปเรเตอร์จะทำการวัดอุณหภูมิทั้งกระเปาะเปียก(Twb_{aic}, Twb_{aoc}) และกระเปาะแห้ง(T_{aic}, T_{aoc}) ที่คอนเดนเซอร์ทำการวัดอุณหภูมิที่ทางเข้า(T_{aic})และออก(T_{aoc})เฉพาะกระเปาะแห้ง

สำหรับอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน จะนำไปคำนวณหาความร้อนที่น้ำได้รับ โดยทำการวัดอุณหภูมิน้ำใน 4 ตำแหน่งตามความสูงของถัง เพื่อนำมาหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในถัง(TW)ดังแสดงในรูปที่ 3.5 อุณหภูมิทั้งหมดวัดด้วยการใช้เทอร์โมคัปเปิ้ล type K ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล

ความเร็วลมที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ จะนำไปคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านอีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ ความเร็วลมวัดโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัด

3.1.4 ทำการทดลองเก็บข้อมูลและคำนวณหาสมรรถนะของตัวเครื่อง

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดแล้วได้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่อง โดยทำการเดินเครื่องปรับอากาศติดต่อกัน 2 ชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที จากนั้นนำค่าต่างๆมาทำการวิเคราะห์ซึ่งจะกล่าวถึงในบทถัดไป

3.1.5 ศึกษาขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน และความดันตกภายในระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของตัวเครื่อง

ในเบื้องต้นนี้จะศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำน้ำร้อนของระบบคือ ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนที่จุ่มในถังน้ำร้อน ซึ่งน่าจะเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะการทำน้ำร้อน และอีกตัวแปรที่ทำการศึกษาคือความดันตกที่คอยล์ทำน้ำร้อนซึ่งอาจมีผลต่อสมรรถนะการทำความเย็นของระบบ โดยพิจารณาจากความดันด้านทางออกและทางเข้าคอมเพรซเซอร์

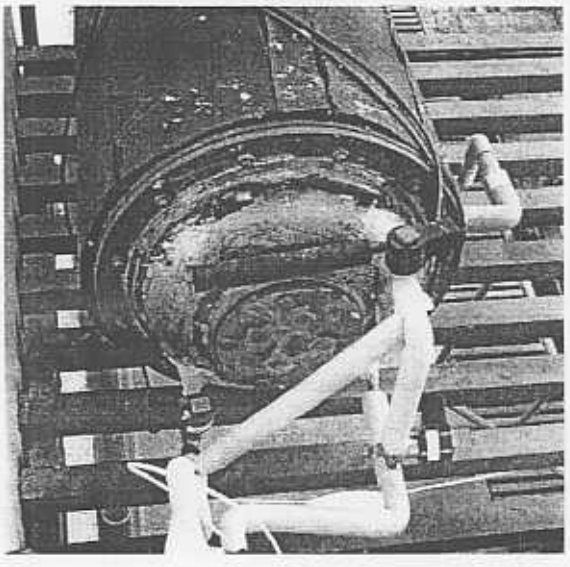
3.1.6 ปรับปรุงตัวเครื่องซึ่งอาจเป็นการเปลี่ยนขนาดหรือเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมบางชนิดเข้าไปในระบบเพื่อให้ประสิทธิภาพของตัวเครื่องดีขึ้นกว่าเดิม

ได้ทำการปรับปรุงตัวเครื่อง โดยได้เปลี่ยนขนาดของคอยล์ทำน้ำร้อนที่จุ่มในถังน้ำร้อนให้ยาวขึ้น โดยจะใช้ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน 2 ค่าความยาว คือที่ความยาว 5 เมตร และ 10 เมตร และจะอาศัยโซลินอยล์วาล์วในการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นดังรูปที่ 3.6 และ รูปที่ 3.7 โดยมีสมมติฐานว่าที่ความยาวท่อที่ 10 เมตรจะให้ความร้อนแก่น้ำได้ดีกว่า แต่ขณะเดียวกันก็จะทำให้ความดันภายในระบบลดลงได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการทำความเย็น ดังนั้นการใส่โซลินอยล์วาล์วก็เพื่อปรับเปลี่ยนทางเดินของสารทำความเย็น ในกรณีที่เมื่อความดันภายในระบบลดลง โซลินอยล์วาล์วจะทำการเปลี่ยนทางเดินของสารทำความเย็นจากเดินผ่านท่อความยาว 10 เมตรเป็นผ่านท่อที่ความยาว 5 เมตรหรือไม่ผ่านเข้าถังน้ำร้อนเลย ซึ่งได้ทำการทดลองทั้งสองความยาวท่อ ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในบทถัดไป

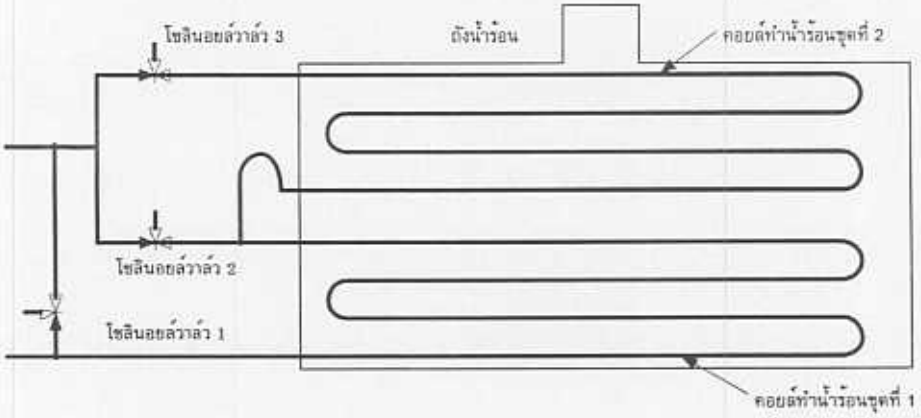
คอยล์ทำน้ำร้อนในถังน้ำร้อนประกอบด้วย คอยล์ 2 ชุดที่ทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว คอยล์ทั้งสองชุดขดในลักษณะงอกลับไปกลับมาจำนวน 8 กลับต่อ 1 คอยล์ คอยล์แต่ละ

ชุดความยาวเท่ากันคือ 5 เมตร ทั้ง 2 คอยล์ต่ออนุกรมกันโดยมีโซลินอยล์วาล์วเป็นตัวเชื่อม ดังนั้นการเปิดใช้งานโซลินอยล์วาล์วทำได้ดังนี้

- โซลินอยวาล์ว 1 เปิด โซลินอยวาล์ว 2 ปิด โซลินอยวาล์ว 3 ปิด แสดงถึงการทำงานที่ไม่ให้สารทำความเย็นผ่านเข้าไปในถังน้ำร้อน
- โซลินอยวาล์ว 1 ปิด โซลินอยวาล์ว 2 เปิด โซลินอยวาล์ว 3 ปิด แสดงถึงการทำงานที่ใช้คอยล์ทำน้ำร้อนจำนวน 1 ชุดที่มีความยาว 5 เมตรทำงานคู่กับเครื่องปรับอากาศ
- โซลินอยวาล์ว 1 ปิด โซลินอยวาล์ว 2 ปิด โซลินอยวาล์ว 3 เปิด แสดงถึงการทำงานที่ใช้คอยล์ทำน้ำร้อนจำนวน 2 ชุดที่ความยาว 10 เมตรทำงานคู่กับเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้ง โซลินอยล์วาล์วควบคุมการไหลของสารทำความเย็น



รูปที่ 3.7 แสดงคอยล์ทำน้ำร้อนทั้ง 2 ชุดที่ใช้ โซลินอยล์วาล์วควบคุมการไหลของสารทำความเย็น

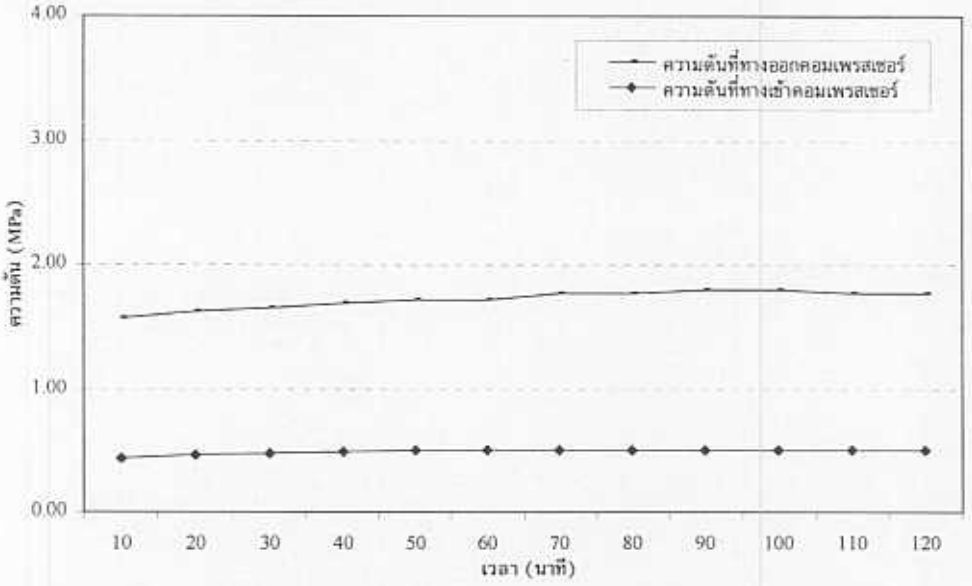
3.2 วิธีการทดลอง

ได้ทำการทดลองที่ 3 ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน ได้แก่ ความยาวท่อ 0.9 เมตร (เป็นระบบที่จำหน่ายในท้องตลาด) 5 เมตร และ 10 เมตร (ระบบที่ปรับปรุงขึ้นเองโดยเปลี่ยนความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน) โดยการทดลองทำเหมือนกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างนั่งร้านความสูง 2 ชั้นตามรูปที่ 3.1 ติดกับห้องทดสอบ เพื่อวางถังน้ำร้อนและคอนเดนเซอร์
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศพร้อมถังน้ำร้อนดังรูปที่ 3.2 และ 3.3
3. ติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดให้อยู่ในตำแหน่งตามรูปที่ 3.4
4. เปิดเครื่องปรับอากาศแล้วทำการวัดเฉพาะความเร็วลมที่อีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ โดยด้านอีวาโปเรเตอร์ตั้งความเร็วพัดลมไว้ที่ตำแหน่ง High แล้วคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านอีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์
5. ปล่อยน้ำภายในถังน้ำร้อนออก และเติมน้ำใหม่ให้เต็มถัง
6. เปิดเครื่องปรับอากาศ โดยตั้งเทอร์โมสตัดไว้ที่ 15°C เพื่อให้คอมเพรสเซอร์ทำงานอย่างต่อเนื่องตลอด 2 ชั่วโมง
7. ค่าอุณหภูมิบันทึกอัตโนมัติทุก 5 นาทีโดยดาต้าล็อคเกอร์
8. ค่าความดัน ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ ทำการอ่านและบันทึกทุกๆ 10 นาที
9. เปลี่ยนความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนอีก 2 ขนาดและทำการทดลองใหม่เริ่มตั้งแต่ ข้อ 5-8 และในระหว่างการทดลองทำการสังเกตความดันของระบบ หากความดันของระบบเปลี่ยนแปลงไปมาก โซลินอยล์วาล์วที่ติดตั้งไว้จะถูกเปิดให้ทำงานเพื่อเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของสารทำความเย็น

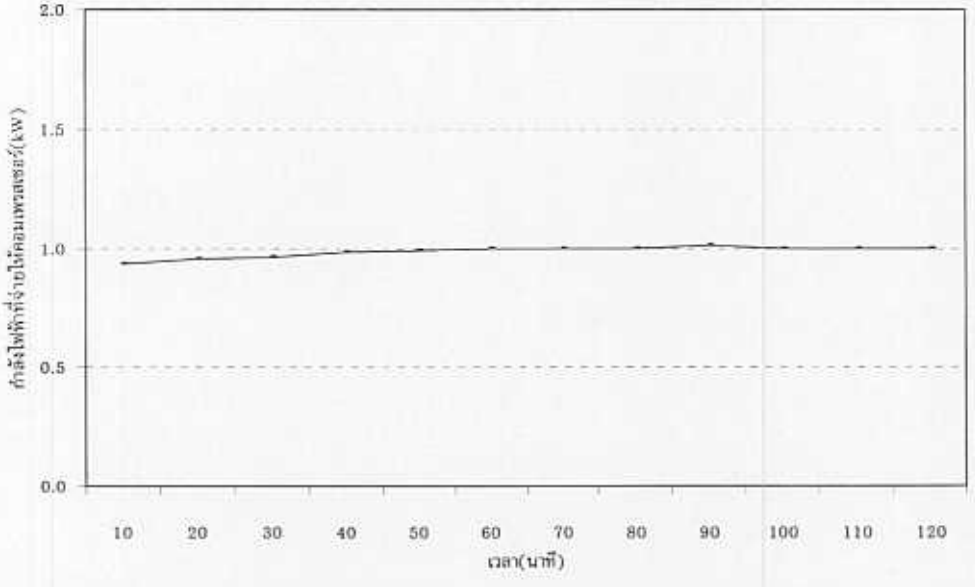
3.3 แนวทางในการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองข้างต้น จุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการทำน้ำร้อนและสมรรถนะการทำความเย็นที่ขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน 3 ขนาด ดังนั้นตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน ความร้อนที่ถ่ายเทจากคอยล์ทำน้ำร้อน ความร้อนที่คอนเดนเซอร์ ความเย็นที่อีวาโปเรเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์และความดันของสารทำความเย็น ซึ่งการวิเคราะห์ผลทั้งหมดจะนำเสนอในบทที่ 4

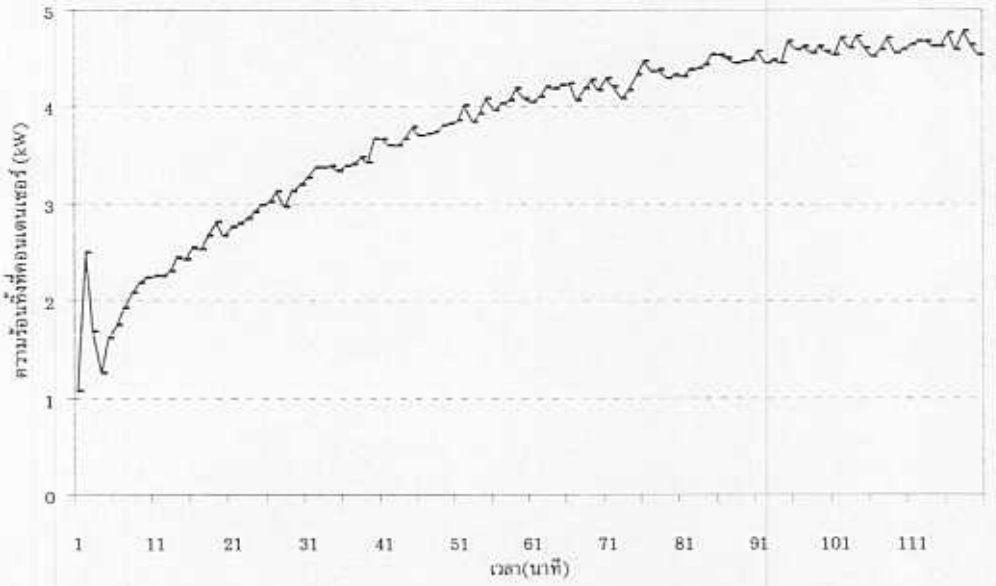


รูปที่ 4.21 ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)

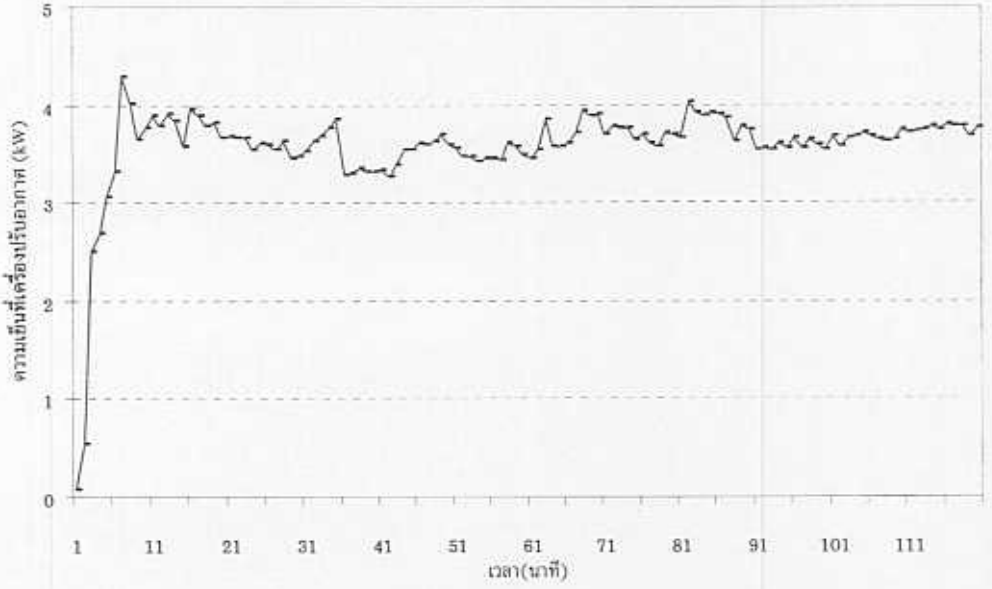
รูปที่ 4.21 พบว่าความดันที่ทางเข้าและออกของคอมเพรสเซอร์ค่อนข้างคงที่ และรูปที่ 4.22 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ก็ค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศค่อนข้างสม่ำเสมอเหมือนในสองการทดลองข้างต้น



รูปที่ 4.22 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)



รูปที่ 4.23 ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)



รูปที่ 4.24 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองในแต่ละความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนนั้นกระทำซ้ำมากกว่า 2 ครั้งแต่ละครั้งได้ผลการทดลองออกมาในแนวทางเดียวกัน จึงนำเสนอในที่นี้เพียง 1 ชุดการทดลองของแต่ละความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ขอนำเสนอดังนี้

ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญ ที่มีผลต่อสมรรถนะในการทำน้ำร้อนโดยตรง เนื่องจากพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้การเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อน สามารถทำให้น้ำภายในถังร้อนเร็วขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อความยาวคอยล์ทำน้ำร้อนเพิ่มขึ้น ความดันตกภายในท่อของคอยล์ทำน้ำร้อนจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอาจมีผลต่อความดันของสารทำความเย็นภายในระบบ และส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเช่นกัน แต่จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนตั้งแต่ 0.9-10 เมตรนั้นมีผลต่อความดันของระบบน้อยมาก จึงถือได้ว่าไม่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเลย และที่ความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนที่ 10 เมตรจะทำให้สมรรถนะของการทำน้ำร้อนดีที่สุด และไม่มีผลต่อสมรรถนะการปรับอากาศ จึงถือว่าเป็นคอยล์ทำน้ำร้อนที่ความยาวนี้สามารถแนะนำให้ใช้งานกับระบบนี้ได้เป็นอย่างดี

การติดตั้งโซลินอยล์วาล์วเพื่อปรับเปลี่ยนทางเดินของสารทำความเย็นนั้น จุดประสงค์ก็เพื่อต้องการลดผลกระทบจากความดันตกในคอยล์ทำน้ำร้อน ที่อาจมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ แต่จากผลการทดลองพบว่าไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้โซลินอยล์วาล์วในการระบบแต่อย่างใด เพราะความดันตกในคอยล์ทำน้ำร้อนมีค่าน้อยมากและถือได้ว่าไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศเลย แม้คอยล์ทำน้ำร้อนจะยาวถึง 10 เมตรก็ตาม จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมใดๆเพื่อเพิ่มสมรรถนะของระบบ

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์จากทั้งสามการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก พิจารณาจากสมการที่ 4.1 ค่า Q_H ในที่นี้รวมค่าความร้อนทิ้งในคอนเดนเซอร์ และความร้อนในถังน้ำร้อน ในขณะที่ความสามารถในการทำความเย็นของระบบไม่เปลี่ยนแปลงย่อมแสดงให้เห็นว่า ความร้อนที่ออกจากระบบย่อมมีค่าเท่าเดิม เป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ เป็นผลให้กำลังไฟฟ้าจากทั้งสามการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10% ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนตามปกติที่อาจเกิดจากเครื่องมือวัด หรือกระบวนการไม่คืนสภาพในคอมเพรสเซอร์ที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทานของของไหล หรือเกิดจากการถ่ายเทความร้อนที่ต่างกันที่เกิดขึ้นได้ในเวลาที่แตกต่างกัน

$$W_{in} = Q_H - Q_L \qquad (4.1)$$

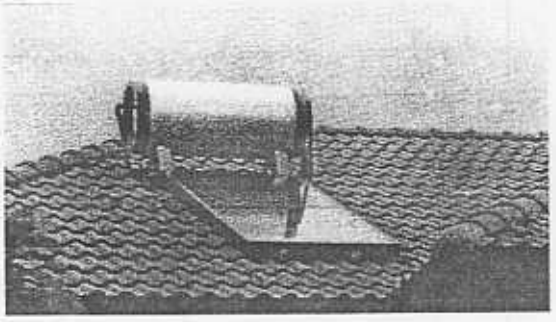
อย่างไรก็ตาม แม้ว่าความยาวของคอยล์ทำน้ำร้อนจะเพิ่มขึ้น แต่การนำคอยล์ทำน้ำร้อนจุ่มลงในถังน้ำร้อนยังมีข้อด้อย ในแง่การถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นสู่น้ำในถังน้ำร้อน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อน้ำในถังอุณหภูมิสูง การถ่ายเทความร้อนจะลดลง สังเกตุได้จากกราฟในรูป 4.17 และ 4.18 เมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟลดลง แสดงว่าความร้อนที่ถ่ายเทสู่น้ำลดน้อยลง แต่จะไปถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์มากขึ้นดูกราฟรูปที่ 4.23 ประกอบ ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทในน้ำก็น้อยกว่า 4,560 W ซึ่ง

น้อยกว่าที่ต้องการ ดังนั้นการที่จะให้ความร้อนถ่ายเทในถังน้ำร้อนให้ได้สูงสุดคือ 4,560 W และคงที่ไปตลอดเวลา โดยไม่ให้เหลือความร้อนไปถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์เลยนั้น จึงต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมที่ถังน้ำร้อนและคอยล์ทำน้ำร้อนให้มีลักษณะที่ต่างไปจากการทดลองนี้ ซึ่งหากสามารถทำได้ ความสามารถในการผลิตน้ำร้อนของเครื่องปรับอากาศก็เท่ากับ ความสามารถในการผลิตน้ำร้อนของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้า แต่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าถึง 66% (ดังที่กล่าวไว้ในตอนท้ายของบทที่ 2) ซึ่งย่อมทำให้สามารถเปิดเครื่องปรับอากาศในฤดูหนาวเพื่อผลิตน้ำร้อนเป็นวัตถุประสงค์หลัก แม้จะไม่ต้องการทำความเย็น แต่ไฟฟ้าที่ใช้ก็น้อยกว่าเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้า ไม่ต้องเสียเงินซื้อเครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าและยังประหยัดไฟฟ้ากว่า สามารถใช้ได้ตลอดทั้งปี

ระบบทำน้ำร้อนขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ที่นิยมใช้ในประเทศไทย ปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ เครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้า และเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้กระแสไฟฟ้า มีราคาถูก (ประมาณ 3,000-5,000 บาท) ติดตั้งง่าย ได้น้ำร้อนตามต้องการทันทีที่เปิดเครื่อง แต่ข้อเสียคือ สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก สำหรับครอบครัวที่มีสมาชิก 4 คน ความต้องการน้ำร้อนอยู่ที่ 160 ลิตร ที่ 60°C เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 7.45 kwh/วัน ราคาค่าไฟฟ้าหน่วยละประมาณ 3 บาท จะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าวันละ 22.35 บาท หรือ ประมาณ 8,160 บาทต่อปี (ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2545.)

ถ้าใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ไม่เสียค่าพลังงานต่อปี แต่ราคาเครื่องค่อนข้างสูง เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 160 ลิตรราคาประมาณ 25,000 -35,000 บาท (ขึ้นกับผู้ผลิต) (Pannigul, Pisit. 1999) การติดตั้งค่อนข้างยากเพราะต้องติดตั้งในที่สูงบนหลังคาบ้าน (รูปที่ 1.2) หรือบริเวณที่โล่งที่แสงอาทิตย์ส่องถึง ซึ่งหากบ้านพักอยู่ใกล้ตึกสูง เครื่องนี้จะไม่เหมาะในการนำมาใช้งาน และอาจทำให้บ้านไม่สวยงามได้ การผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C ใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมงหลังจากที่แผงรับแสงได้รับแสงอาทิตย์แล้ว (Pannigul, Pisit. 1999) แต่ส่วนใหญ่ถังน้ำร้อนจะมีการหุ้มฉนวนอย่างดี จึงมีน้ำร้อนที่เก็บในถังได้นาน 1-2 วัน แม้ว่าจะไม่มีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงรับแสงเลยก็ตาม (เช่น ในวันที่ฝนตก) (Wibulsawas, Prida. 1985) แต่ถ้าไม่มีแสงอาทิตย์เป็นเวลาติดต่อกันหลายวัน ระบบก็ไม่สามารถผลิตน้ำร้อนได้



รูปที่ 1.2 การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2545.)

เครื่องทำน้ำร้อน โดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก ไม่มีต้นทุนค่าพลังงานต่อปี และการลงทุนต่ำกว่าเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ คือลงทุนเฉพาะถังน้ำร้อน ขนาด 160 ลิตร ราคาประมาณ 6,000-10,000 บาท (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) (โดยที่บ้านนั้นต้องมีเครื่องปรับอากาศ) การติดตั้งไม่ยุ่งยาก สามารถติดตั้งใกล้ๆกับคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

ข้อเสียของเครื่องทำน้ำร้อนระบบนี้คือ ต้องรอให้เครื่องปรับอากาศทำงานไประยะหนึ่ง 1-2 ชั่วโมงก่อน (Ngamchauchit, Chuchai. 2003) จึงจะได้น้ำร้อน แต่ถ้าถังน้ำร้อนมีการหุ้มฉนวนอย่างดีแล้ว ก็ทำให้มีน้ำร้อนเก็บในถัง ซึ่งเป็นผลจากการเปิดเครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนหรือในวันที่ผ่านมา ซึ่งก็จะทำให้ได้น้ำร้อนเก็บไว้ในถังและสามารถนำมาใช้ได้ทันทีแม้ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นหลักการเดียวกันกับ ถังน้ำร้อนที่ใช้ในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Pannigul, Pisit. 1999, Wibulsawas, Prida. 1985)

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อมูลของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด (Techarungpaisan, P. et al. 2004)

รายการ	เครื่องทำน้ำร้อน		
	แบบใช้ไฟฟ้า	แบบใช้แสงอาทิตย์	แบบอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ
1.ค่าเครื่องและค่าติดตั้ง (บาท)	3,000-5,000	25,000-35,000	6,000-10,000
2.ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	8,160	ไม่มี	ไม่มี*
3.ระยะเวลาได้น้ำร้อน	ทันที	6-8 ชั่วโมง**	1-2 ชั่วโมง (หลังเครื่องทำงาน)
4.อายุการใช้งาน	5 ปี	10 ปี	10 ปี
5.ระยะเวลาคืนทุน (เทียบกับแบบใช้ไฟฟ้า)	-	3-5 ปี	1-2 ปี

หมายเหตุ: *ไม่เสียค่าไฟฟ้าในการเดินเครื่องปรับอากาศเพราะน้ำร้อนที่ได้เป็นผลพลอยได้ที่มาจากความร้อนทิ้ง

**6-8 ชั่วโมง หลังจากที่แผงรับแสงได้รับแสงอาทิตย์แล้ว

เครื่องทำน้ำร้อนทั้ง 3 ชนิดนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลไว้ดังตารางที่ 1.1 ซึ่งพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 1.1 จะพบว่าเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก น่าจะเป็นทางเลือกใหม่ เพราะเมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียแล้ว มีความเป็นไปได้มากที่เครื่องทำน้ำร้อนชนิดนี้จะสามารถใช้แทนที่เครื่องทำน้ำร้อนชนิดอื่นที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันได้ โดยทั้งนี้บ้านพักอาศัยที่จะใช้เครื่องนี้ควรมีการใช้เครื่องปรับอากาศอยู่ก่อนแล้ว หากแต่ยังต้องการทำการทดลองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่อง เพื่อจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องในการทำน้ำร้อน โดยคำนึงว่าต้องไม่ให้มีผลกระทบต่อสมรรถนะการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศ และสามารถเก็บน้ำร้อนได้ในระยะเวลานานๆ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและทดลองวิจัย การทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
2. เพื่อทดลองหาขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน และความดันตกภายในระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
3. เพื่อหาแนวทาง ในการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน
2. สร้างเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กโดยจำลองแบบจากเครื่องที่มีขายในปัจจุบัน
3. ทำการทดลอง เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
4. ศึกษาขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน และความดันตกภายในระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
5. ปรับปรุงตัวเครื่องซึ่งอาจเป็นการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมบางชนิดเข้าไปในระบบ หรือด้วยวิธีอื่นที่คาดว่าจะทำให้ประสิทธิภาพของตัวเครื่องสูงขึ้นกว่าเดิม
6. ทดลองหาสมรรถนะของเครื่องที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทดสอบหา สมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน
2. ได้ทราบขนาดความยาวคอยล์ทำน้ำร้อน และความดันตกภายในระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
3. ได้นวัตกรรมถังน้ำร้อน ลักษณะคอยล์ร้อนในถังน้ำร้อน รวมถึงระบบควบคุมการทำงานที่จะทำให้เครื่องทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
4. ได้แนวทางในการประหยัดพลังงานได้อีกแนวทางหนึ่ง เนื่องเครื่องทำน้ำร้อนชนิดนี้จะได้น้ำร้อนเป็นผลพลอยได้ จากความร้อนที่ระบายทิ้งที่คอนเดนเซอร์จากการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ที่มีใช้ในบ้านพักหรือสำนักงานโดยทั่วไปและนับวันจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ทำ

ให้ได้น้ำร้อนฟรีโดยไม่เสียค่าไฟฟ้า และไม่เสียเงินติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนชนิดอื่น น้ำร้อนที่ได้ไม่จำเป็นต้องใช้อาบอย่างเดียว แต่สามารถนำมาใช้ในซักผ้าหรือบริโภค(ทำอาหาร หรือต้มน้ำดื่ม)ได้ด้วย เป็นการประหยัดพลังงานคือการต้มน้ำที่อุณหภูมิที่สูงกว่า ย่อมประหยัดกว่าการต้มน้ำอุณหภูมิปกติ อีกประการหนึ่งหากถังน้ำร้อนหุ้มฉนวนอย่างดี การเปิดเครื่องปรับอากาศในวันหรือสองวันก่อนก็ทำให้มีน้ำร้อนเก็บในถัง ซึ่งสามารถนำน้ำร้อนมาใช้ได้ทันทีแม้ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศในขณะนั้น

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก ชุดทดลอง	39
ภาคผนวก ข เครื่องมือตรวจวัด	41
ประวัตินักวิจัย	43

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	เปรียบเทียบข้อมูลของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด	3
ตารางที่ 3.1	แผนการดำเนินงาน	13

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	ระบบน้ำร้อนที่ใช้ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)	1
รูปที่ 1.2	การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (ฝ่ายประชาสัมพันธ์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2545.)	2
รูปที่ 2.1	แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สามารถสนองความต้องการได้ทั้ง 3 อย่างคือ ทำความเย็นให้แก่ห้องพัก ทำความร้อนให้แก่ห้องพัก และทำน้ำร้อน (Jie Ji *et al.* 2003)	6
รูปที่ 2.2	คอมเพรสเซอร์ 6 เครื่องของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไประบายความร้อนให้น้ำในคูลลิ่งทาวเวอร์ใช้ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)	8
รูปที่ 2.3	ถังน้ำเย็นที่รับความเย็นจากระบบทำความร้อน เพื่อระบายความร้อนให้แก่น้ำจากคูลลิ่งทาวเวอร์ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)	8
รูปที่ 2.4	คอมเพรสเซอร์ 3 เครื่องของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไปใช้ในช่องลิฟท์และห้องเครื่องลิฟท์ ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)	9
รูปที่ 2.5	แฟนคอยล์ห้องเครื่องลิฟท์ของระบบทำน้ำร้อนที่นำความเย็นไปใช้ในช่องลิฟท์และห้องเครื่องลิฟท์ ที่โรงแรมแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ (Ngamchauchit, Chuchai. 2003)	9
รูปที่ 2.6	แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนโดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก	10
รูปที่ 3.1	ถังน้ำร้อนและชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งอยู่ภายนอกห้องทดลอง	14
รูปที่ 3.2	ชุดของอีวาโปเรเตอร์ของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งภายในห้องทดลอง	15

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.3	การต่อถังน้ำร้อนเข้ากับชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศ	15
รูปที่ 3.4	การติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งต่าง	16
รูปที่ 3.5	ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของน้ำในถัง	16
รูปที่ 3.6	แสดงการติดตั้ง โซลินอยล์วาล์วควบคุมการไหลของสารทำความเย็น	18
รูปที่ 3.7	แสดงคอยล์ทำน้ำร้อนทั้ง 2 ชุดที่ใช้ โซลินอยล์วาล์วควบคุมการไหลของสาร-ทำความเย็น	18
รูปที่ 4.1	อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	20
รูปที่ 4.2	ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	21
รูปที่ 4.3	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	21
รูปที่ 4.4	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	22
รูปที่ 4.5	ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	22
รูปที่ 4.6	กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	23
รูปที่ 4.7	ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	23
รูปที่ 4.8	ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 0.9 เมตร)	24
รูปที่ 4.9	อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	25
รูปที่ 4.10	ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	25
รูปที่ 4.11	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	26
รูปที่ 4.12	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	26
รูปที่ 4.13	ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	27

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.14	กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	27
รูปที่ 4.15	ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	28
รูปที่ 4.16	ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 5 เมตร)	28
รูปที่ 4.17	อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	29
รูปที่ 4.18	ความร้อนที่ถ่ายเทในถังน้ำร้อน (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	29
รูปที่ 4.19	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของอีวาโปเรเตอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	30
รูปที่ 4.20	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	30
รูปที่ 4.21	ความดันของสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	31
รูปที่ 4.22	กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	31
รูปที่ 4.23	ความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	32
รูปที่ 4.24	ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ทำน้ำร้อนยาว 10 เมตร)	32
รูปที่ ก.1	การติดตั้งถังน้ำร้อน	39
รูปที่ ก.2	การติดตั้งคอนเดนเซอร์	39
รูปที่ ก.3	การติดตั้งอีวาโปเรเตอร์	40
รูปที่ ข.1	การใช้เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า	41
รูปที่ ข.2	เครื่องบันทึกข้อมูลต่อกับเทอร์โมคัปเปิ้ลใช้วัดอุณหภูมิ	41
รูปที่ ข.3	เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดใช้วัดความเร็วลม	42

Improvement of Hot Water Heater Performance Using Waste Heat from Small Split-type Air Conditioner

Head of Project	Asst. Prof. Pisit	Techarungpaisan
Co-researchers	Asst.Prof.Dr.Kulachate	Pianthong
	Dr.Chawalit	Thinvongpituk
Faculty of Engineering	Ubon Ratchathani University	

In Finance Year	2005 for 40,000.- Baht
Keyword	Split-type Air Conditioner, Hot Water Heater, Heat Pump, Waste Heat,

Abstract

At present, water heaters using waste heat from small split-type air conditioners are commercially available in Thailand and are generally tailor-made to meet the specific requirements of the users. The use is rather limited. Their performances have not been fully investigated, especially when both space cooling and water heating are maintain. This research aims to study their performances, focusing only the system available in Thailand. The experiments were conducted in three different lengths of heating coil which are 0.9 m., 5 m. and 10 m. The results showed that the 10 m. length of heating coil was the suitable length which gave highest water heating performance while the cooling capacity was still maintained. In addition, the effect of the length of heating coil to pressure drop is not dominance and does not affect the cooling capacity.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานการวิจัยฉบับนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์และจัดทำรูปเล่มสำเร็จ โดยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจาก หจก.เจวี เซอร์วิส โดยคุณรังสรรค์ จัตวานนท์ การทำงานของระบบที่จำหน่ายในท้องตลาดได้รับการให้ข้อมูลจากคุณชูชัย งามเชื้อชิต คณะผู้วิจัยยังได้รับคำแนะนำอันประโยชน์จาก รศ.ดร.สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และผศ.ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2548