การพัฒนาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

Development Energy Efficiency Ratio of Small air conditioner

นายธวัชชัย นาคพิพัฒน์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร 0-2326-4197 โทรสาร 0-2326-4198 *อีเมล์ kntawatc@kmitl.ac.th

Mr. Tawatchai Nakpipat
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10510, Thailand
Tel: 0-2326-4197, Fax: 0-2326-4198, *E-mail: kntawatc@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันธุรกิจเครื่องปรับอากาศมีการแข่งขันค่อนข้างสูงโดยตัววัดมาตรฐานของเครื่องปรับอากาศได้แก่ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานหรืออีอีอาร์ (EER, Energy efficiency ratio) และค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (Coefficient Of Performance) ซึ่งเป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพในการทำความเย็น ในการพัฒนาทั่วไปได้ยึดเอาส่วนพื้นฐานเป็นหลักในการพัฒนาซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องควบแน่น เครื่องระเหย อุปกรณ์ควบคุมสารเหลว เครื่องอัด และสารทำความเย็น งานวิจัยครั้งนี้เน้นการพัฒนาในส่วนของการลดอุณหภูมิที่เครื่องควบแน่นโดยใช้ระบบฉีดน้ำช่วยระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ระบบการปรับอากาศมีสมรรถนะสูงขึ้น จากผลการทดลองสามารถเพิ่มEER ได้มากถึง 15.33 โดยทำการทดสอบที่สภาวะภายในและภายนอกห้องตามมาตรฐาน ISO 5151

Abstract

Nowadays, the competition in the efficiency of air condition system is very high, The indicators that used to indicate the efficiency of the air condition system are EER (Energy Efficiency Ratio) and C.O.P. (Coefficient Of Performance). Each of them uses the basic system for developing the efficiency of the air conditioner which includes condenser, evaporator, liquid control and compressor. This research focuses on developing an ability to reduce the temperature of condenser by using a water spray by injection system to increase the performance of air condition system. From controlled system experiment under ISO 5151 standard, EER was increased up to 15.33

1. บทนำ

นับตั้งแต่การจดทะเบียนเครื่องทำความเย็นเป็นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1490 เป็นต้นมาก็ได้มีการพัฒนารูปแบบการทำความเย็นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่สามารถทำได้ ในปัจจุบันการทำความเย็นได้ขยายขอบเขตออกไปอย่างกว้างขวาง จากสมัยก่อนที่ใช้แค่การผลิตน้ำแข็งกลายเป็นเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมากซึ่งระบบการทำความเย็นได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆเช่น ในด้านความสะดวกสบายของมนุษย์ เช่น ระบบปรับอากาศ ในด้านการถนอมอาหาร เช่น เครื่องทำความเย็นเป็นต้น เพราะฉะนั้นจึงมีการพัฒนาระบบ-ทำความเย็นและอุปกรณ์การทำความเย็นในด้านต่างๆ ให้มีประโยชน์และประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น

2. ความสำคัญและเหตุจูงใจในการทำงาน

โครงงานการพัฒนาเพื่อเพิ่มสมรรถนะของการปรับอากาศโดยวิธีการต่างๆ มีจุดหลักในการพัฒนาเพื่อทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศมากที่สุด นอกจากทำให้สามารถค่าใช้จ่ายได้แล้ว ยังมีส่วนช่วยประหยัดรายจ่ายของประเทศด้วย การเพิ่มค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ให้มีค่ามากกว่าที่มีใช้ในปัจจุบัน จึงเป็นที่มาของโครงงานนี้

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อศึกษาและวิจัยวิธีการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องทำความ-เย็นเพื่อเพิ่มค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ให้มากกว่าในปัจจุบันที่มีการใช้อยู่

3.2 เพื่อช่วยประหยัดพลังงานของระบบและการเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องทำความเย็นตลอดจนเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากร

4.ทฤษฎี

4.1 หลักการพื้นฐานของระบบทำความเย็น

วัฏจักรของระบบการปรับอากาศแบบอัดไอ หน้าที่การทำงานของอุปกรณ์หลักมีดังนี้

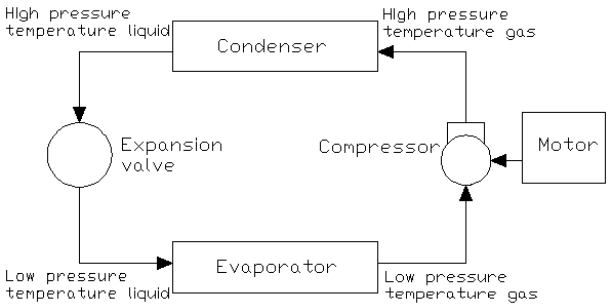
4.1.1 เครื่องระเหย (Evaporator) ภายในเครื่องทำความเย็นจะมีการติดตั้งเครื่องระเหย เพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นทำให้เกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรก่อนที่สารทำความเย็นจะมาเข้าที่เครื่องระเหยมีสถานะเป็นของเหลว เมื่อสารทำความเย็นเข้ามาที่เครื่องระเหยแล้วจะมีการให้ความร้อนแก่สารทำความเย็นไม่ว่าจะด้วยการใช้ขดลวดความร้อนหรือระบบท่อแลกเปลี่ยนความร้อนก็ตาม แต่ขณะที่สารทำความเย็นมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอจะมีการดูดพลังงานความร้อนเข้าไป ซึ่งพลังงานความร้อนที่ดูดได้จะมีค่าเท่ากับพลังงานที่เราสามารถดึงออกมาจากผลิตภัณฑ์

4.1.2 เครื่องอัด (Compressor) ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้กับสารทำความเย็นที่ผ่านมาจากเครื่องระเหยในระหว่างกระบวนการอัดไอที่เกิดขึ้นที่ เครื่องอัดสารทำความเย็นจะมีค่าเอนทรอปีคงที่

4.1.3 เครื่องควบแน่น (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากไอของสารทำความเย็นที่ถูกอัดซึ่งมีอุณหภูมิสูง เพื่อทำการลดความร้อนโดยในระหว่างการลดความร้อนสารทำความเย็นจะมีการเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว

4.1.4 อุปกรณ์ควบคุมสารเหลว ทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นและลดความดันกับอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่จะผ่านไปยังเครื่องระเหย

4.2 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

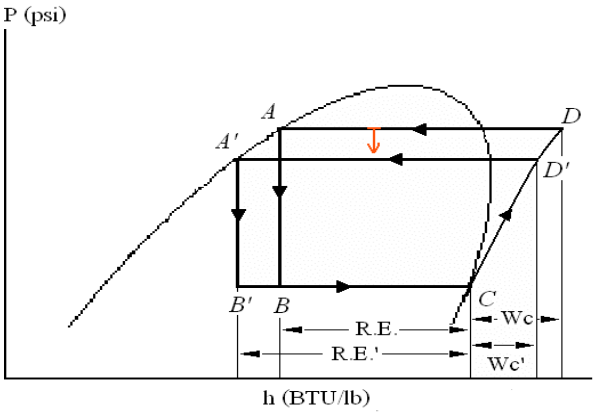


รูป 1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

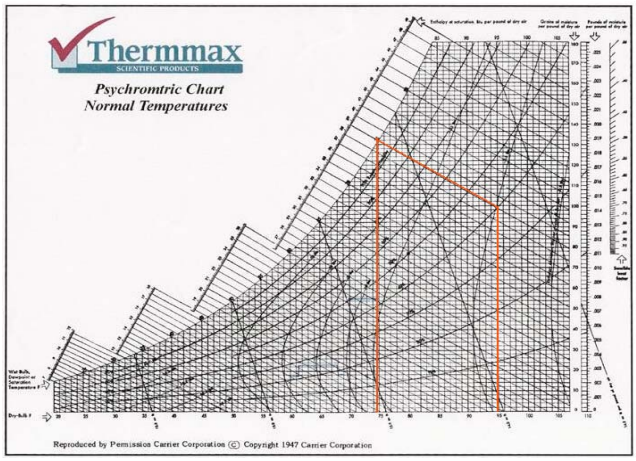
วงจรทำความเย็นจากรูป 1 ลักษณะสารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิและความดันสูงถูกส่งเข้าไปยังอุปกรณ์ควบคุมสารเหลว ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นและลดความดันของสารทำความเย็นก่อนที่จะเข้าไปยังเครื่องระเหย ขณะที่สารทำความเย็นภายในเครื่องระเหยเกิดการระเหยตัว จะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สดูดรับปริมาณความร้อนจากส่วนที่อยู่โดยรอบทำให้อากาศโดยรอบเย็นลง แก๊สซึ่งมีความดันต่ำจากเครื่องระเหยจะถูกเครื่องอัดดูดและอัดส่งต่อไปยังเครื่องควบแน่น ในลักษณะของแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ต่อจากนั้นสารทำความเย็นจะถูกลดความร้อนจนมีการเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลวความดันสูงอีกครั้งหนึ่ง

4.3 ผลของอุณหภูมิในเครื่องควบแน่นมีค่าต่ำลง

จากรูป 2 เมื่อมีการลดอุณหภูมิที่เครื่องควบแน่น ความสามารถในการทำความย็น (R.E.) มีค่าเพิ่มขึ้นและนอกจากนั้นงานที่ใช้ในการอัดสารทำความเย็นจะมีค่าลดลงซึ่งจะมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เครื่องควบแน่นมากเกินไปจะทำให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นผ่าน อุปกรณ์ควบคุมสารเหลวมีค่าลดลง เนื่องจากความดันที่ลดต่ำลงนั่นเอง ดังนั้นจะต้องเพิ่มขนาดท่อที่วาล์วขยายตัวเพื่อเป็นการปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นให้มีค่าเท่าเดิม



รูป 2 แผนภูมิPHแสดงอุณหภูมิที่เครื่องควบแน่นที่มีค่าต่ำลง



รูป 3 แสดงการลดอุณหภูมิจากกราฟไซโครเมตริก

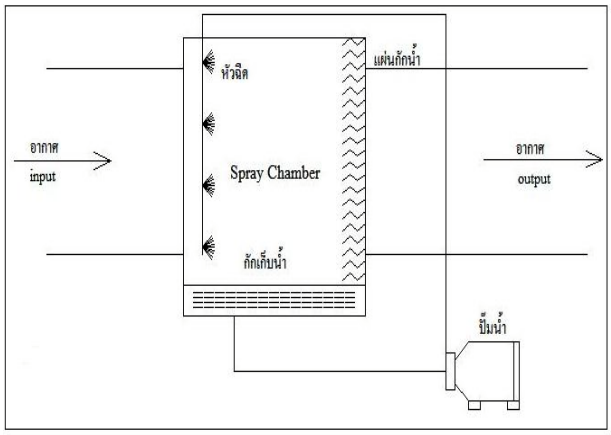
4.4 การพัฒนาคอนเดนเซอร์โดยการใช้ระบบฉีดละอองน้ำลดอุณหภูมิ

เป็นกระบวนการทำให้อากาศมีความชื้นเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวด้วยไอน้ำโดยไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อน น้ำที่ถูกฉีดเป็นละอองทำให้อากาศออกจากฟิลเลอร์มีความชื้นเกือบ 100% ส่งผลให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงตามทฤษฎีกราฟไซโครเมตริก ถ้าเซตสภาวะเริ่มต้นที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 องศาเซลเซียส(^{0}C) ความชื้นสัมพัทธ์ 40% เมื่ออากาศผ่านรวงผึ้งทำให้อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นเป็น 100 % ทำให้อุณหภูมิอากาศต่ำลงได้ถึง 24 ^{0}C ดังรูป 3 ดังนั้นในการออกแบบการทดลองต้องพยายามให้อากาศที่ออกจากรวงผึ้งมีอุณหภูมิต่ำลงและมีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด

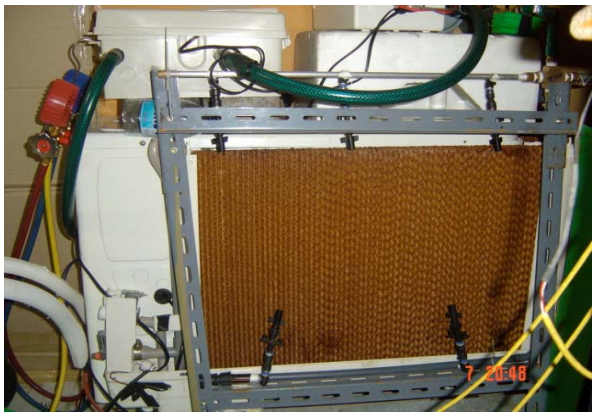
5. การออกแบบชุดทดลอง

5.1 การออกแบบชุดทดลองระบบฉีดสเปรย์น้ำ

จากรูป 4 เป็นกระบวนการอิ่มตัวแบบเอไดอาแบติก (Adiabatic Saturation) เป็นการทำให้อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำโดยความร้อนคงที่ น้ำถูกฉีดเป็นละอองเข้าไปในอากาศและระเหยตัวเนื่องจากอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ไม่ถึง 100% ถ้าการระเหยทำให้อากาศอิ่มตัว ได้ผล 100% ตามทฤษฎีกราฟไซโครเมตริก จะสามารถเปลี่ยนความร้อนสัมผัสของอากาศให้เป็นความร้อนแฝงมากที่สุด ทำให้อากาศก่อนเข้าเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิลดลงได้ต่ำกว่าปกติ จึงส่งผลให้อากาศสามารถระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่นได้มากกว่าเดิม



รูป 4 ไดอาแกรมชุดทดลองระบบฉีดสเปรย์น้ำ



รูป 5 ชุดทดสอบการลดอุณหภูมิคอนเดนเซอร์โดยระบบฉีดน้ำ

ชุดทดสอบการลดอุณหภูมิเครื่องควบแน่นโดยระบบฉีดน้ำดังรูป 5

6. อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

อุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งในชุดทดลอง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือบริเวณภายในห้องทดสอบได้แก่ชุดคอยล์เย็น(Fan coil unit) ดังรูป 6 และบริเวณนอกห้องทดสอบได้แก่ชุดคอนเดนซิ่ง (Condensing unit) ขนาด 10000 บีทียูต่อชั่วโมง ซึ่งมีแผ่นฟิลเล่อร์และชุดฉีดน้ำให้เป็นละอองประกอบอยู่ด้านนอก เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องควบแน่น ดังรูป 7

7. การทดลอง

ขั้นตอนการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน

7.1 ระบบปกติไม่เปิดน้ำ

เปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิที่ตัวเครื่องให้ต่ำสุด 15 ^{0}C และเปิดพัดลมความเร็วสูงสุด ปรับสภาวะภายนอกและภายในห้องทดสอบให้เข้าสู่สภาวะการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 5151 ดังตาราง 1

ภายในห้อง		ภายนอกห้อง	
db	wb	db	wb
27 ^{0}C	19 ^{0}C	35 ^{0}C	24 ^{0}C

ตาราง 1 สภาวะทดสอบ

รูป 6 เครื่องปรับอากาศ

รูป 7 คอนเดนซิ่ง ยูนิต ขนาด 10000 บีทียูต่อชั่วโมง

วิธีการควบคุมสภาวะภายในและภายนอกห้องทำโดยการปรับความร้อนด้วยขดลวดความร้อนไฟฟ้าและทำความชื้นให้เข้าสู่สภาวะทดสอบด้วยเครื่องผลิตไอน้ำ

ขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงาน ต้องทำการปรับสภาวะของบรรยากาศทั้งในห้องและนอกห้องควบคุมตามไปด้วยเสมอ เมื่อควบคุมสภาวะห้องได้ตามสภาวะทดสอบ ทำการเดินเครื่องปรับอากาศต่ออีก 1 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บค่าทุกๆ 10 นาที เป็นระยะเวลาอีก 1 ชั่วโมง

วัดอุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าและออกจากฟิลเลอร์ โดยใช้เทอร์โมคูเปิล (Thermocouple) ที่ตำแหน่งทางเข้า 3 ตำแหน่ง ทางออก 3 ตำแหน่ง

7.2 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงเวลาการฉีดและเวลาหยุดฉีด

ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) เพื่อควบคุมเวลาการฉีดและหยุดฉีด แล้วทำการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่เวลาการฉีดต่างๆ โดยทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 7.1

รูป 8 รวงผึ้ง cooling pad

รูป 9 วัตต์มิเตอร์ (Watt meter)

7.3 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ

ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงาน ที่อุณหภูมิน้ำต่าง ๆ ตั้งแต่ 15 – 35 ^{0}C โดยทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 7.2

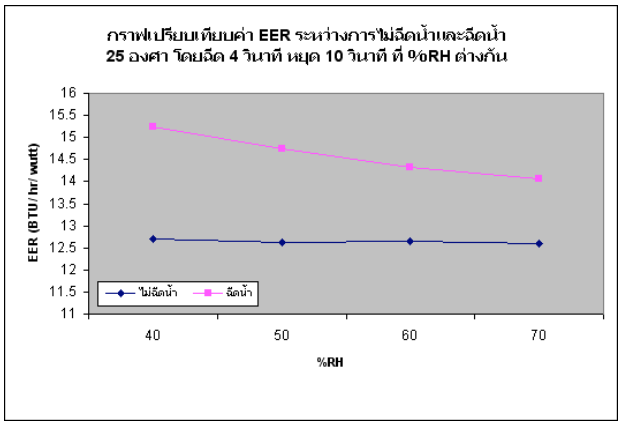
7.4 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่ระดับต่างๆ

ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงาน ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศตั้งแต่ 40 – 70 %RH โดยทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 7.2

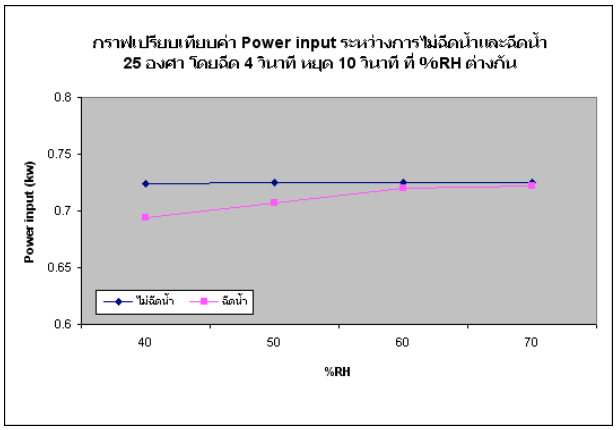
8. ผลการทดลอง

8.1 การเปรียบเทียบเมื่ออุณหภูมิภายนอกห้อง (มาตรฐาน ISO 5151)

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานกับความชื้นของอากาศภายนอกห้องตามรูป 10 เห็นได้ว่าค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของระบบที่ใช้ฟิลเลอร์และมีระบบฉีดน้ำ จะมีค่าสูงสุดถึง 15.33 และมากกว่าระบบการทำความเย็นแบบอัดไอที่ใช้ฟิลเลอร์แต่ไม่ฉีดน้ำ ที่ทุกสภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องที่เปลี่ยนแปลง จากกราฟเห็นว่าระบบที่ไม่ฉีดน้ำจะมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานค่อนข้างคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับสภาวะความชื้นที่เปลี่ยนแปลง และมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่า



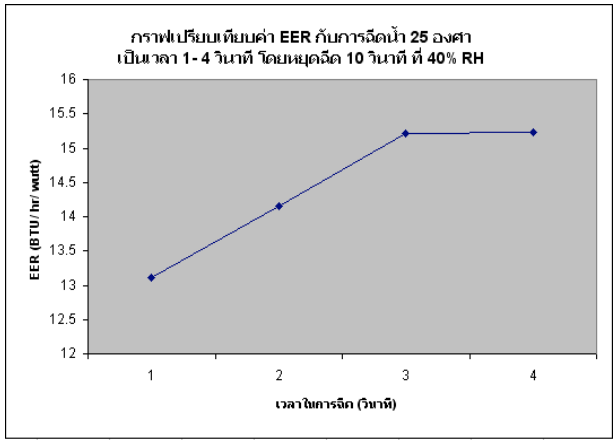
รูป 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง EER กับ %RH ที่น้ำอุณหภูมิน้ำ 25 ^{0}C



รูป11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับ %RH ที่อุณหภูมิน้ำ25^{0}C

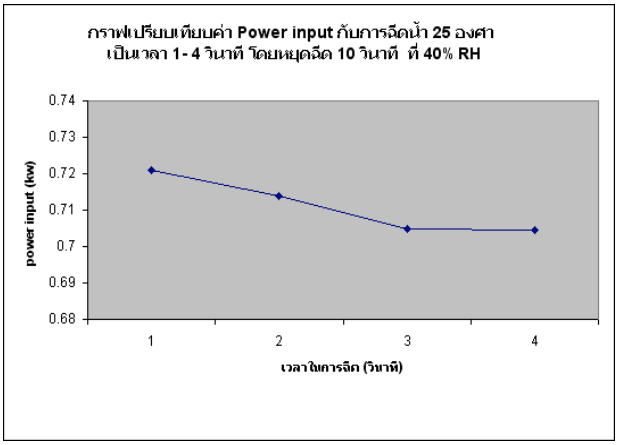
จากรูป 11 จะเห็นได้ว่าระบบฉีดน้ำกินกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบที่คอมเพรสเซอร์น้อยกว่า เมื่อสภาวะความชื้นต่ำและจะสูงขึ้นเมื่อสภาวะความชื้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่า C.O.P และ EER มีค่าลดลง

เมื่อสภาวะความชื้นในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระบบปกติที่ไม่ฉีดน้ำ จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ระบบการทำความเย็นที่ใช้ระบบฉีดน้ำจะใช้กำลังงานจ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์น้อยกว่ากว่าระบบที่ไม่มีระบบฉีดน้ำ



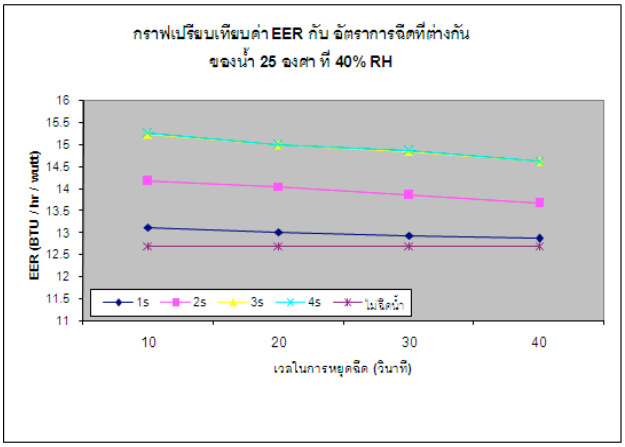
รูป 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับเวลาในการฉีดน้ำ

จากรูป 12 เมื่อเวลาในการฉีดน้ำเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่าเพิ่มขึ้น สังเกตว่าเมื่อเวลาในการฉีดน้ำน้อยๆจะทำให้ได้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานต่ำ เนื่องจากฟิลเลอร์ชุ่มน้ำไม่เต็มที่ ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อเวลาในการฉีดน้ำถึง 3 วินาที ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่ามาก เนื่องจากฟิลเลอร์ชุ่มน้ำเต็มที่ทำให้การดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้าชุดควบแน่นทำได้เต็มที่



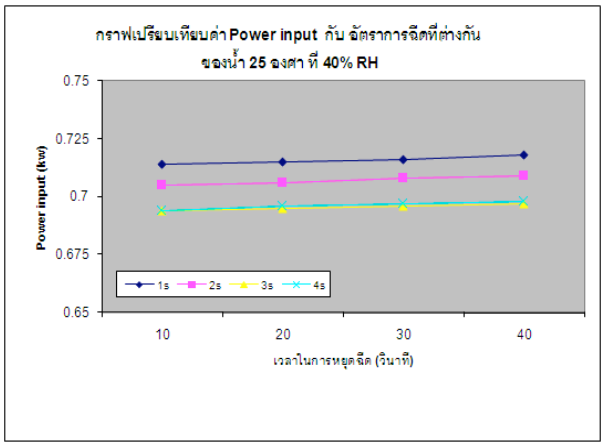
รูป 13แสดงความสัมพันธ์ของค่า Power input กับเวลาในการฉีดน้ำ

จากรูป 13 เมื่อเวลาในการฉีดน้ำเพิ่มขึ้น กำลังงานที่จ่ายให้กับระบบจะลดลง เนื่องจากว่าเมื่อเวลาในการฉีดน้ำเพิ่มมากขึ้น การดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์จะเพิ่มขึ้น ทำให้กำลังงานที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์ลดต่ำลง และแทบจะไม่ลดลงหรือลดลงน้อยมากเมื่อฉีดน้ำมากกว่า 3 วินาทีขึ้นไป



รูป 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับเวลาการฉีดน้ำ

จากรูป14 เมื่อเวลาในการหยุดฉีดน้ำเพิ่มขึ้น อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานต่ำลง แต่กำลังงานที่จ่ายให้กับระบบมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากการที่เวลาในการหยุดฉีดน้ำเพิ่มขึ้นทำให้น้ำที่ผ่านตัวฟิล์เล่อร์มีปริมาณลดลงจะส่งผลให้มีความชุ่มน้ำน้อยลง ทำให้การดึงความร้อนที่ชุดควบแน่นแย่ลง ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น งานที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์เพิ่มมากขึ้น



รูป 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Power input กับเวลาการฉีดน้ำ

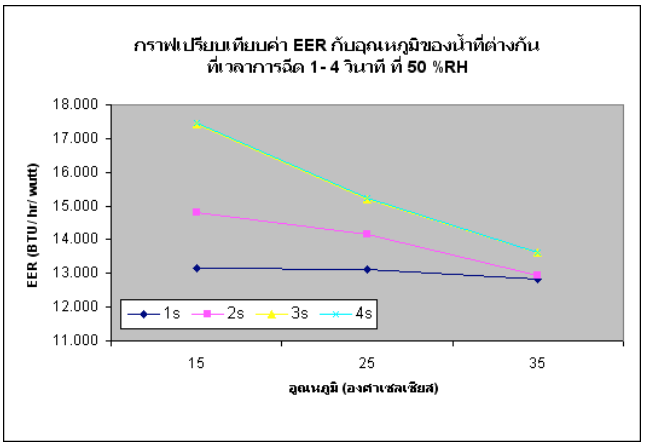
9.2 การเปรียบเทียบเมื่อใช้อุณหภูมิน้ำ 15 ^{0}C - 35 ^{0}C

จากรูป 16 เมื่ออุณหภูมิน้ำลดลงจะทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพต่อพลังงานเพิ่มขึ้น สามารถดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ได้มากขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

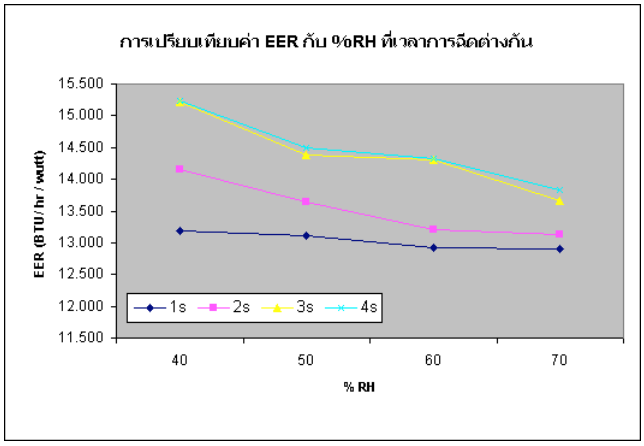
9.3 การเปรียบเทียบที่สภาวะอากาศทางเข้าต่างๆ (40-70% RH)

จากรูป 17 พบว่าสภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องมีผลกับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานคือ สภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องต่ำจะทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากทำให้การระเหยของน้ำที่ฉีดพ่นให้กับฟิลเลอร์ดีขึ้นมากกว่าสภาวะความชื้นของ

อากาศภายนอกห้องสูง ทำให้สามารถดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ได้มากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย



รูป 16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER กับเวลาในการฉีดน้ำ 1-4 วินาทีและ



รูป 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER กับเวลาในการฉีดน้ำ 1-4 วินาทีและหยุด

10. สรุปผลการทดลอง

10.1 เมื่อสภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องต่ำ ประสิทธิภาพการทำความเย็นจะมีค่าสูง เนื่องจากระบบฉีดน้ำไปช่วยระบายความร้อนให้กับอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ กำลังงานที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์ลดลง แต่ที่สภาวะความชื้นของอากาศเพิ่มมากขึ้นประสิทธิภาพการทำความเย็นและการประหยัดพลังงานจะมีค่าลดลงแต่ยังคงสูงกว่าระบบการทำความเย็นปกติ

10.2 ความชื้นในอากาศภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไม่มีผลต่อการระบายความร้อนของชุดควบแน่นของระบบที่ใช้ฟิลเลอร์แต่ไม่ฉีดน้ำและระบบการทำความเย็นปกติ

10.3 เมื่อเวลาในการฉีดน้ำให้กับระบบที่ใช้ฟิลเลอร์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น และจะสิ้นเปลืองกำลังที่จ่ายให้กับระบบลดลงและเริ่มคงที่เมื่อเวลาในการฉีดเท่ากับ 3 วินาที ถ้าเพิ่มเวลาในการฉีดมากขึ้น ประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่กลับทำให้น้ำที่ฉีดมีปริมาณเหลือมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำที่เสียไปไม่คุ้มค่ากับค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่เพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย

10.4 เมื่อน้ำที่จ่ายให้กับระบบฉีดน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานลดลงเนื่องจากการระบายความร้อนให้กับอากาศก่อนเข้าชุดควบแน่นทำได้น้อยลงและจะสิ้นเปลืองกำลังที่จ่ายให้กับระบบมากขึ้น

10.5 การใช้ระบบฉีดน้ำ กับระบบการทำความเย็น ช่วยในการประหยัดพลังงานได้ นอกจากนี้ระบบการทำความเย็นยังสามารถทำงานได้ดีในขณะที่ระบบฉีดน้ำไม่ทำงาน แต่จะมีประสิทธิภาพลดลงเล็กน้อย

11. เอกสารอ้างอิง

[1] อัครเดช สินธุภัค, “กระบวนการปรับอากาศและการทำความเย็น”, 2544

[2] Jordan R.C. and Priester G.B. “Refrigeration and Air Conditioning” 2nd Ed, Prentice-hall of India private Limited, New Delhi, 1973

[3] Xuquan Li, Jiangping Chan, “A new method for controlling Refrigerant flow in automobile air conditioning”, Institute of Refrigeration and Cryogenics Engineering, China, November 14, 2003

[4] A.G. Agwu Nnanna, “Application of refrigeration system in Electronics cooling”, Purdue University Calumet, United States, April 19, 2005