

## การศึกษาสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนในระบบปรับอากาศพลังงาน ความร้อนแสงอาทิตย์

### Study on Performance of Absorption Chiller in the Solar Thermal Cooling System

คงฤทธิ์ แม่นศิริ และ นิพนธ์ เกตุจ้อย\*

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

โทร 0-5596-3188 โทรสาร 0-5596-3188 Email: Niponk@nu.ac.th

Kongrit Mansiri and Nipon Ketjoy\*

School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand

Tel: 0-5596-3188 Fax: 0-5596-3188 Email: Niponk@nu.ac.th

\*Corresponding author

#### บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอการศึกษาสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนขนาด 10 ตัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่ทำการศึกษามีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ประกอบด้วย 1) ตัวเก็บรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 130 m<sup>2</sup> 2) ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 7 m<sup>3</sup> 3) เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนขนาด 10 ตัน 4) เครื่องเป่าลมเย็นขนาด 37,100 × 3 Btu/h 5) หอฝึ้งลมเย็นขนาด 30 ton ซึ่งในการวิจัยนี้ทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย อุณหภูมิน้ำร้อน ขาเข้า อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก อัตราการไหลน้ำร้อนขาเข้า และอัตราการไหลน้ำเย็นขาออก เพื่อทำการประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนในสภาวะการใช้งานจริงในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนต้องการพลังงานความร้อนป้อนเข้าซึ่งมีอุณหภูมิน้ำร้อนอยู่ในช่วง 75 – 90 °C สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานความเย็นที่อุณหภูมิน้ำเย็นอยู่ในช่วง 7 – 14 °C สัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนมีค่าเท่ากับ 0.4

#### Abstract

This article studied the performance of 10 ton absorption chiller which is the main component of solar cooling system. the main components of solar cooling system is consisted of 5 parts: 1) 130 m<sup>2</sup> of solar collectors area, 2) 7 m<sup>3</sup> of hot water storage tank, 3) 10 ton of absorption chiller, 4) 37,100 × 3 Btu/h of fan coil units and 5) 30 ton of cooling tower. This research measured concerning parameters: hot water temperature input, cooling

water temperature output, hot water flow rate input and cooling water flow rate output for system evaluation of coefficient performance of absorption chiller under real working condition in Thailand. The results of study found that absorption chiller needed thermal energy in term of hot water in temperature range of 75 – 90 °C which could be changed to cooling energy in term of cooling water in temperature range of 7 – 14 °C and the coefficient performance of solar absorption chiller was 0.4

#### 1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้น ดังนั้นระบบปรับอากาศจึงนับว่ามีความสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก จากการรายงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวงพบว่าร้อยละ 60 [1] ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารสำนักงาน และในอาคารอุตสาหกรรมต่าง ๆ ถูกใช้ไปกับระบบปรับอากาศ ซึ่งในปัจจุบันระบบปรับอากาศได้รับความนิยมอย่างสูง และมีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้นทุกปี ร้อยละ 90 ของระบบปรับอากาศในปัจจุบันเป็นระบบปรับอากาศแบบอัดไอ ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำความเย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ข้อเสียของระบบปรับอากาศแบบอัดไอคือใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนระบบ อีกทั้งสารทำความเย็นยังมีส่วนประกอบของสาร CFC (Chlorofluorocarbon) ซึ่งเป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อม จากสาเหตุดังกล่าวหลายประเทศในโลกได้พัฒนาเทคโนโลยีการทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์เพื่อช่วยลดมลพิษ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ระบบนี้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบเพื่อทำความเย็น และในปัจจุบันมีการติดตั้งระบบดังกล่าวประมาณ 100 [2]

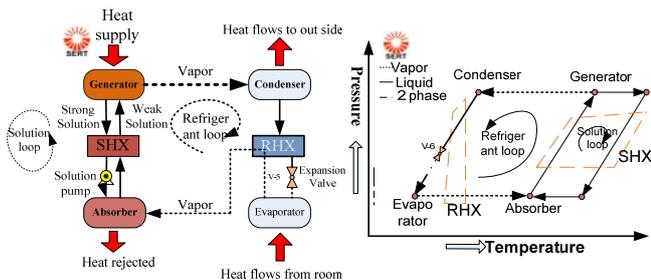
ระบบทั่วโลก อุปกรณ์ประกอบรวมที่มีความสำคัญมากและถือเป็นหัวใจของระบบคือ เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์จะสามารถทำความเย็นได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น ซึ่งในการวิจัยนี้จะทำการศึกษสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนขนาด 10 ตันความเย็น ภายใต้สภาวะการใช้งานภายในประเทศไทย

## 2. เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนเป็นเทคโนโลยีทำความเย็นที่ใช้ความร้อนในการขับเคลื่อนระบบซึ่งเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนนิยมใช้สารทำงานอยู่สองชนิดคือ ลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ ( $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$ ) และ แอมโมเนียกับน้ำ ( $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ) เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันมานานโดยปกติจะใช้การให้ความร้อนโดยตรง แต่การให้ความร้อนโดยตรงส่วนใหญ่จะใช้แหล่งพลังงานจากฟอสซิลซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทั้งพลังงานเหล่านี้กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นหลายประเทศจึงได้พัฒนาเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนมีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ส่วน ประกอบด้วย เจนเนอเรเตอร์ (Generator) คอนเดนเซอร์ (Condenser) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) และ แอบซอร์เบอร์ (Absorber) ปัจจุบันมีหลายเทคโนโลยีซึ่งในแต่ละเทคโนโลยีพัฒนาขึ้นมาเพื่อเพิ่มสมรรถนะของการทำความเย็น แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีสองเทคโนโลยีหลักประกอบด้วย เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยว (Single - effect Absorption Chiller) เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรคู่ (Double-effect Absorption Chiller)

### 2.1 เครื่องทำความเย็นชนิดวัฏจักรเดี่ยว [3,4]

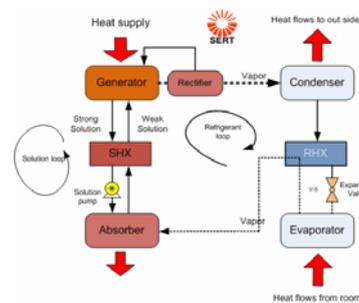
เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยวโดยปกติจะใช้สารทำงานสองชนิดคือ ลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ ( $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$ ) และ แอมโมเนียกับน้ำ ( $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ) ข้อแตกต่างระหว่างระบบลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ และแอมโมเนียกับน้ำ คือ อุณหภูมิที่ใช้ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นเพื่อใช้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนระบบนั้นแตกต่างกัน โดยปกติเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่ใช้สารทำงานเป็นลิเทียมโบรไมด์กับน้ำจะใช้อุณหภูมิประมาณ  $70 - 100^\circ\text{C}$  และค่า COP อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 0.8 ส่วนเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยวที่ใช้สารทำงานเป็นแอมโมเนียกับน้ำต้องการอุณหภูมิของน้ำร้อนประมาณ  $130 - 180^\circ\text{C}$  ค่า COP ประมาณ 1.2 ส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนและวงจรการทำงานจากระบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนวัฏจักรเดี่ยว[4]

เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยวเป็นเครื่องทำความเย็นที่ใช้ความร้อนเป็นตัวขับเคลื่อนระบบ โดยที่ความร้อนสามารถนำมาใช้ได้จากหลายแหล่ง เช่น ความร้อนจากแหล่งพลังงานฟอสซิลโดยการเผาไหม้โดยตรงหรือกระบวนการทางอ้อมเช่น ความร้อนเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรม และความร้อนจากแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน การทำงานของระบบเริ่มจากเมื่อป้อนความร้อนให้กับเครื่องทำความเย็นในส่วนของเจนเนอเรเตอร์ (Generator) ความร้อนก็จะถูกดูดกลืนด้วยสารทำงานคือ ลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ เมื่อสารทำงานดูดกลืนความร้อนน้ำก็จะระเหยกลายเป็นไอที่ความดันสูงและอุณหภูมิสูง ผ่านไปที่คอนเดนเซอร์ บริเวณคอนเดนเซอร์เป็นบริเวณที่ถ่ายเทความร้อนออกจากระบบ เมื่อไอน้ำที่ความดันสูงถูกถ่ายเทความร้อนออกก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว และถูกบีบผ่านไปยังวาล์ว (Expansion Valve) เพื่อลดความดัน เมื่อน้ำถูกลดความดันส่งผลให้อุณหภูมิลดลงตาม จากนั้นน้ำก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นสองเฟส ประกอบด้วยไอน้ำและน้ำที่เป็นของเหลวและมีอุณหภูมิต่ำผ่านไปที่อีวาพอเรเตอร์ ที่อีวาพอเรเตอร์จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำงาน คือน้ำกับความเย็นในห้อง ความเย็นในห้องก็จะถูกถ่ายเทให้กับน้ำจากนั้นก็ถูกบีบไปยัง Absorber ที่ส่วนนี้ไอน้ำเมื่อดูดความร้อนจากห้องจะไปรวมกับลิเทียมโบรไมด์ความร้อนส่วนหนึ่งก็จะถูกถ่ายเทออกไปทิ้ง จากนั้นสารทำงานก็จะถูกบีบไปยังเจนเนอเรเตอร์ (Generator) อีกครั้งจากนั้นการทำงานก็จะวนรอบดังที่กล่าวมาข้างต้น

เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยวที่ใช้สารทำความเย็นเป็นแอมโมเนียกับน้ำ เครื่องทำความเย็นชนิดนี้ต้องการอุณหภูมิในการขับเคลื่อนระบบมากกว่าระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำงานเป็นแบบ  $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$  อุณหภูมิที่ใช้ในการขับเคลื่อนประมาณ  $130 - 200^\circ\text{C}$  เมื่อระบบมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นน้ำซึ่งเป็นสารทำความเย็นในระบบก็จะกลายเป็นไอ ดังนั้นส่วนประกอบภายในเครื่องทำความเย็นที่ใช้สารทำงานเป็น  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$  จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาในระบบเพื่อทำหน้าที่ในการดักไอน้ำไว้เรียกว่า ตัวดักไอ (Rectifier) ส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่ใช้สารทำงานแบบ  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$  แสดงได้ดังรูปที่ 2



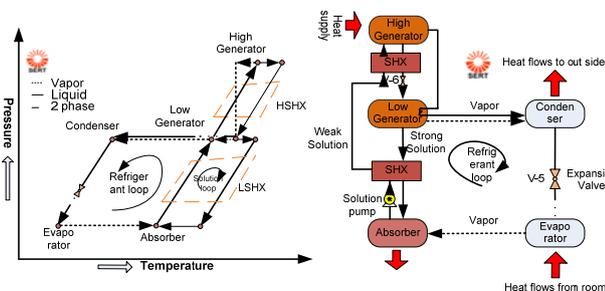
รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน ( $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ) [4]

หลักการการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่ใช้สารทำงานเป็น  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$  มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องทำความเย็นที่ใช้สารทำงานเป็นแบบ  $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$  แตกต่างกันที่เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่ใช้สารทำงานเป็น  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$  ต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่าในการขับเคลื่อนการทำงานของระบบประมาณ  $130 - 200^\circ\text{C}$  จึงทำให้น้ำซึ่งเป็นสารทำความเย็นเดือดจนกลายเป็นไอ เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่าง

ยี่ห้อจะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นมาระหว่าง Generator และ Condenser เพื่อตกไม่ให้น้ำผ่านไปที่ Condenser ได้ อุปกรณ์ตัวนี้คือ Rectifier ข้อดีของเครื่องทำความเย็นแบบที่ใช้สารทำความเย็นเป็นแบบ NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O คือความสามารถในการทำความเย็นที่สูงกว่าแบบ LiBr/H<sub>2</sub>O ซึ่งมีค่า COP ประมาณ 1 - 1.2

## 2.2 เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดตัวจักรคู่ [3,4]

เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดตัวจักรคู่เป็นเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถใช้สารทำงานที่เป็น LiBr/H<sub>2</sub>O ซึ่งเครื่องทำความเย็นแบบนี้จะแตกต่างจากเครื่องทำความเย็นแบบตัวจักรเดี่ยวคือ เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดตัวจักรคู่จะมีสอง Generator คือ Low Generator และ High Generator เครื่องทำความเย็นชนิดนี้ต้องการอุณหภูมิสูงในการขับเคลื่อนระบบประมาณ 140 – 160 °C และสามารถทำความเย็นได้ อุณหภูมิประมาณ 5 – 20 °C ซึ่งแหล่งพลังงานความร้อนที่นิยมนำมาใช้กับระบบในปัจจุบันสำหรับเครื่องทำความเย็นดังกล่าว จะนิยมใช้การเผาไหม้โดยตรงจากแหล่งพลังงานฟอสซิล และความร้อนทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งความร้อนที่ได้ต้องมีอุณหภูมิสูงพอที่จะใช้ในการขับเคลื่อนระบบได้ อย่างที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเครื่องทำความเย็นชนิดนี้มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเครื่องทำความเย็นแบบตัวจักรเดี่ยว เพราะว่า เครื่องทำความเย็นแบบ Double effect ต้องใช้วัสดุพิเศษในการผลิตเนื่องจากในขณะทำงานจะเกิดการกัดกร่อนสูง (High Corrosion) เพราะต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำงาน และต้องมีอุปกรณ์ในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมากเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดี เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดตัวจักรคู่แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดตัวจักรคู่ [4]

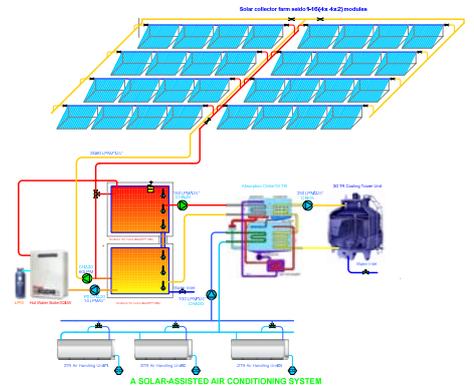
ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนทั้งสามชนิดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

	Single effect (H <sub>2</sub> O/LiBr)	Double effect H <sub>2</sub> O/LiBr	Single effect NH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O
Temperature of cold	5 - 20 °C	5 - 20 °C	20 - (-20) °C
Driving temperature	70 - 90 °C	140 - 160 °C	160 - 180 °C
Max. COP	0.7 - 0.8	1.1 - 1.4	0.6 - 0.7

## 3. ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ

ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบติดตั้ง ณ จังหวัดปทุมธานี โดยระบบต้นแบบมีส่วนประกอบแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบระบบปรับอากาศพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ [3]

ส่วนประกอบของระบบต้นแบบ ๗

- ตัวเก็บรังสีดวงอาทิตย์ ขนาด 130 m<sup>2</sup>
- เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน ขนาด 10 ตัน
- หอผึ่งเย็น ขนาด 30 ตัน
- ถังเก็บน้ำร้อน ขนาด 7 m<sup>3</sup>
- เครื่องเป่าลมเย็น ขนาด 37,100 × 3 Btu/h

ตัวแปรที่ระบบทำการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวแปรที่ระบบตรวจวัด

ตัวแปรที่ระบบต้นแบบ ๗ ตรวจวัดและบันทึก	สัญลักษณ์	หน่วย
อุณหภูมิน้ำร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน	HWA#TI	°C
อุณหภูมิน้ำออกจากเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน	HWA#TO	°C
อัตราการไหลของน้ำที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน	HWA#FL	lpm
อุณหภูมิน้ำเข้า Cooling Tower	CHW#TI	°C
อุณหภูมิน้ำออกจาก Cooling Tower	CHW#TO	°C
อัตราการไหลของน้ำที่ป้อนให้กับ Cooling Tower	CHW#FL	°C
อุณหภูมิน้ำเย็นที่เครื่องทำความเย็นผลิตได้ป้อนให้กับเครื่องเป่าลมเย็น	CTW#TI	°C
อุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องเป่าลมเย็น	CTW#TO	°C

## 4. วิธีการศึกษาสมรรถนะเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

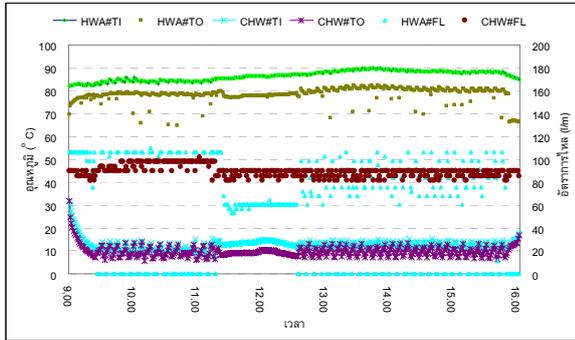
การศึกษาสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนจะทำการประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of performance, COP) ดังสมการ

$$COP = \frac{Q_e}{Q_g}$$

- เมื่อ COP = สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น
- $Q_e$  = ความร้อนที่ต้องการนำออกห้องปรับอากาศ (กิโลวัตต์.ชั่วโมง หรือ กิโลจูล)
- $Q_g$  = ความร้อนหรือพลังงานที่ให้แก่ระบบปรับอากาศ (กิโลวัตต์.ชั่วโมง หรือ กิโลจูล)

## 5. ผลการศึกษาสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น

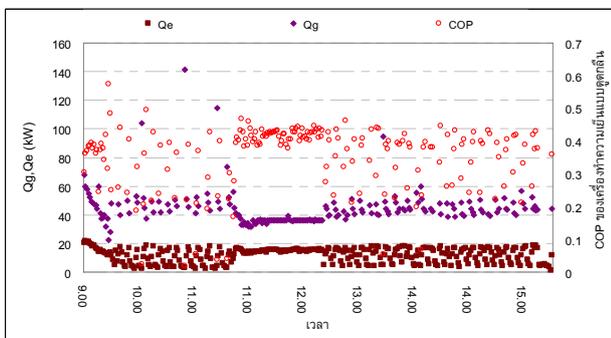
เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนมีหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานความเย็นในรูปแบบของน้ำเย็น กล่าวคือ เมื่อป้อนน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิตั้งแต่  $75^{\circ}\text{C} - 95^{\circ}\text{C}$  เครื่องทำความเย็นก็สามารถที่จะผลิตน้ำเย็นอุณหภูมิ  $7^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$  จากการทดสอบเครื่องทำความเย็นภายใต้สภาวะการใช้งานจริงพบว่า เครื่องทำความเย็นสามารถที่จะทำงานได้ดี โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบต้นแบบ ๗ แสดงดังรูปที่ 5



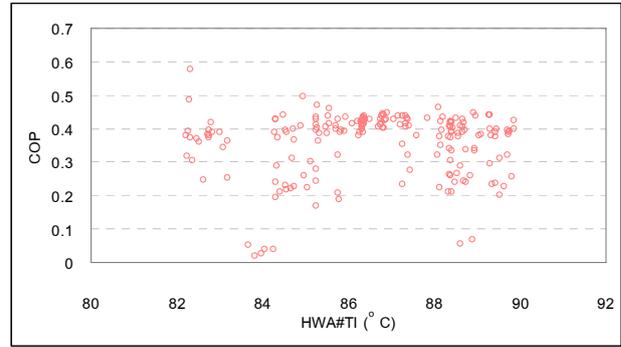
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

จากรูปที่ 5 พบว่า อุณหภูมิน้ำร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนในส่วนของ Generator อยู่ในช่วง  $80 - 90^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนตลอดการทำงานของระบบมีค่าเท่ากับ  $87^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิน้ำเย็นที่เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนผลิตได้อยู่ในช่วง  $7^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$  ซึ่งอุณหภูมิน้ำเย็นเฉลี่ยที่เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนผลิตได้มีค่าเท่ากับ  $10^{\circ}\text{C}$

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนสามารถหาได้จากความเย็นที่เครื่องทำความเย็นผลิตได้หารด้วยความร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็น ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับความร้อนที่ป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นและความเย็นที่เครื่องทำความเย็นผลิตได้แสดงดังรูปที่ 6 และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นกับอุณหภูมิที่ป้อนเข้าแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่าง COP,  $Q_g$  และ  $Q_e$



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง COP กับ HWA#Ti

จากรูปที่ 6 และ รูปที่ 7 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนจะมีค่ากระจายตัวเพราะว่าเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนไม่ได้ทำงานอย่างต่อเนื่องซึ่งเกิดจากภาวะทางความเย็นของห้องปรับอากาศมีค่าต่ำ เครื่องทำความเย็นจึงหยุดทำงานเป็นช่วง ๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนของระบบปรับอากาศพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยเท่ากับ 0.4

## 6. สรุป

เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนสามารถที่จะเปลี่ยนพลังงานความร้อน (น้ำร้อน) ให้เป็นพลังงานความเย็น (น้ำเย็น) ได้และมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเท่ากับ 0.4

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานที่สนับสนุนการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารสำนักงาน, หน้า 6
- [2] Daniel Mughier, (2006), Thermally driven water chiller Market status and new developments and new developments, Task 38 Solar Air-Conditioning and Refrigeration, Germany.
- [3] รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาศักยภาพการผลิตและการใช้ระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์. (2552). กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.
- [4] Kongrit Mansiri, (2008), Report On Solar Cooling Technologies, Fachhochschule Stralsund University of Applied Sciences, Germany.