การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อน

Performance Enhancement of Air Conditioning with Refrigerant Temperature Reduction before Entering the Condenser Using Heat Exchanger Storage Tank

สิริสวัสดิ์ จึงเจริญนิรชร [1*] และ ทวีวัฒน์ สุภารส [2]

Sirisawat Juengjaroennirachon [1*] and Taveewat Suparos [2]

Received: 11 June 2019, Revised: 11 July 2019, Accepted: 15 October 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อน ชุดทดลองประกอบด้วยระบบทำความเย็นแบบอัดไอขนาด 3.52 กิโลวัตต์ (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง) ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน และระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน จากการทดลองพบว่า ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์เมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 11.03 องศาเซลเซียส ในส่วนอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอิวาพอเรเตอร์เมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเฉลี่ย 5.63 องศาเซลเซียส อีกทั้งระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถถ่ายเทความร้อนได้เพิ่มขึ้น 12.11 เปอร์เซ็นต์ ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.10 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น 15.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่ได้ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

[1] Department of Mechanical Technology, Faculty of Industrial Technology, Thepsatri Rajabhat University, Talaychubsorn, Muang, Lopburi 15000, Thailand.

[2] ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[2] Department of Mechanical Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Pracha Uthit Road, Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): sirisawat74@hotmail.com

คำสำคัญ: ระบบปรับอากาศ, การลดอุณหภูมิ, ถังแลกเปลี่ยนความร้อน, สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ

ABSTRACT

The aim of this research was to examine performance enhancement of air conditioning with refrigerant temperature reduction before entering the condenser using heat exchanger storage tank. The experimental unit consisted of a vapor compression of 3.52 kW (12,000 BTU/hr) capacity with R-22 refrigerant and air cooled condenser. This study was divided into two experimental systems – the system without the heat exchanger storage tank and the system with the heat exchanger storage tank. Considering the system with the heat exchanger storage tank, the results showed that the refrigerant temperature at the compressor outlet passing through the heat exchanger storage tank decreased at 11.03 ^{o}C while the refrigerant temperature at the evaporator outlet passing through the heat exchanger storage tank increased to 5.63 ^{o}C. Nevertheless, comparable results between the system without the heat exchanger storage tank and the system with the heat exchanger storage tank indicated that the heat transfer rate of condenser increased to 12.11 %, reduced power consumption by up to 3.10 %, and the highest coefficient of performance with an increase of 15.38 %.

Key words: air-conditioning system, temperature reduction, heat exchanger storage tank, coefficient of performance

บทนำ

ปัจจุบันระบบปรับอากาศเป็นอีกระบบหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกภาคส่วน เช่น ภายในอาคาร ที่อยู่อาศัย และสำนักงาน เป็นต้น ระบบปรับอากาศส่วนมากที่ใช้จะเป็นแบบแยกส่วน (Split type) เพราะเป็นระบบปรับอากาศที่ราคาไม่สูง และติดตั้งง่าย ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้หลักการถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ (Stoecker and Jones, 1982) แต่เนื่องด้วยปัจจุบันประเทศไทยมีอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานหนักขึ้น ใช้พลังงานมากขึ้น ส่งผลให้ระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพลดลง เพราะคอนเดนเซอร์ถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี เมื่อมีการใช้พลังงานมากขึ้นอาจทำให้เกิดการขาดแคลนพลังงานได้ในอนาคต ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมามีหลายวิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานให้กับระบบปรับอากาศ เช่น (Yamtraipat *et al*., 2006) ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้มีความเหมาะสมเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Atthajariyakul and Lertsatittanakorn, 2008) ศึกษาการใช้พัดลมขนาดเล็กเป็นตัวช่วยเครื่องปรับอากาศในการถ่ายเทความร้อนเพื่อการประหยัดพลังงาน พบว่าเมื่อใช้พัดลมขนาดเล็กร่วมกับระบบปรับอากาศสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้ (Hajidavalloo and Eghtedari, 2010) ได้ปรับปรุงสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศด้วยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยการติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิ พบว่าความสามารถในการทำความเย็นและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น อีกทั้งยัง

สามารถลดการใช้พลังงานของระบบลงด้วย (Juengjaroennirachon *et al*., 2012) ศึกษาปริมาณน้ำควบแน่นที่ออกมาจากอิวาพอเรเตอร์ภายใต้สภาวะต่างๆ ของระบบปรับอากาศ พบว่าการลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศส่งผลต่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ อีกทั้ง (Hsiao *et al*., 2009) ได้ศึกษาการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ด้วยถังกักเก็บพลังงาน พบว่าถังกักเก็บพลังงานสามารถลดอุณหภูมิสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศได้ จึงส่งผลให้ระบบปรับอากาศใช้พลังงานลดลง นอกจากนี้การลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ด้วยถังกักเก็บพลังงานร่วมกับท่อความร้อน (Juengjaroennirachon *et al*., 2017) และการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเข้ากับระบบปรับอากาศ (Nasution, *et al*., 2019) ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ และลดการใช้พลังงานให้กับระบบปรับอากาศได้เช่นกัน

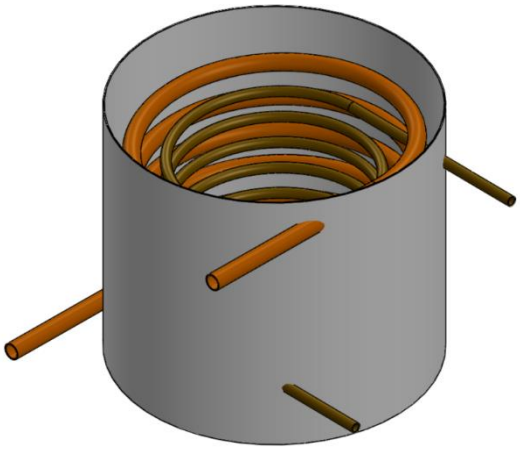
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ซึ่งข้อดีของถังแลกเปลี่ยนความร้อนคือ ใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนภายในระบบระหว่างสารทำความเย็นด้านอุณหภูมิสูงและสารทำความเย็นด้านอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นการพัฒนาให้ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานที่ลดลงโดยที่สามารถให้ความเย็นได้เท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้น จะส่งผลดีกับทั้งผู้ใช้และประเทศชาติ อีกทั้งยังเป็นการใช้พลังงานให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดและเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

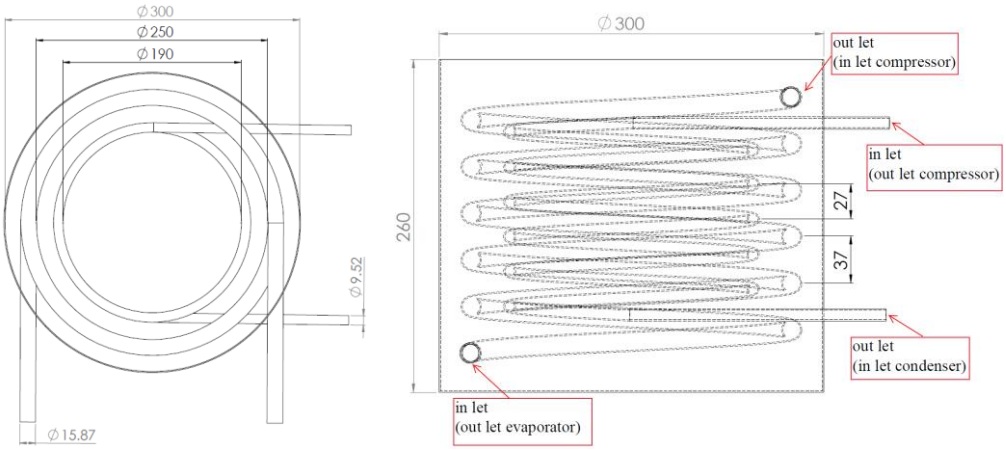
1. อุปกรณ์และการออกแบบ

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อนนั้น ได้ใช้ระบบทำความเย็นแบบอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง) โดยใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ แสดงดังภาพที่ 1 ชุดถังแลกเปลี่ยนความร้อนสร้างจากถังสแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกขนาด 300 มิลลิเมตร สูง 260 มิลลิเมตร หุ้มฉนวนกันความร้อน ด้านในถังมีท่อทองแดงขดอยู่ 2 ขด แสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งขดที่ 1 ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.52 มิลลิเมตร นำมาขดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขดท่อ 190 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 27 มิลลิเมตร ถูกติดตั้งระหว่างคอมเพรสเซอร์และคอนเดนเซอร์ ในส่วนขดที่ 2 ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.87 มิลลิเมตร นำมาขดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขดท่อ 250 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 37 มิลลิเมตร ถูกติดตั้งระหว่างอิวาพอเรเตอร์และคอมเพรสเซอร์ แสดงดังภาพที่ 3โดยภายในถังบรรจุน้ำ 17 ลิตร

ภาพที่ 1 ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน



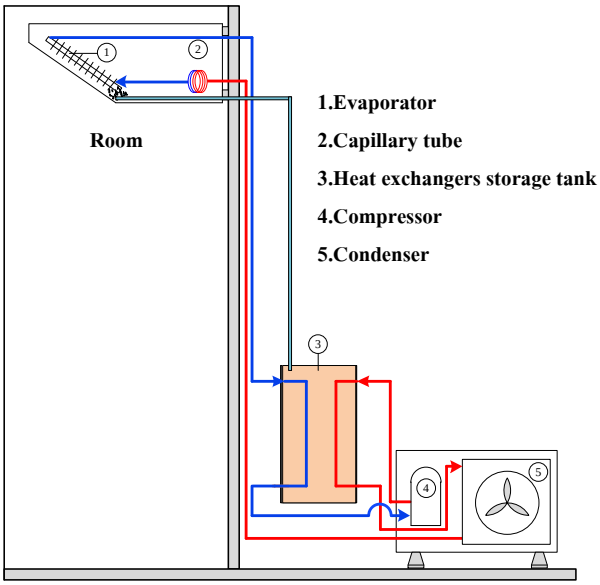
ภาพที่ 2 ถังแลกเปลี่ยนความร้อน



ภาพที่ 3 รายละเอียดของถังแลกเปลี่ยนความร้อน

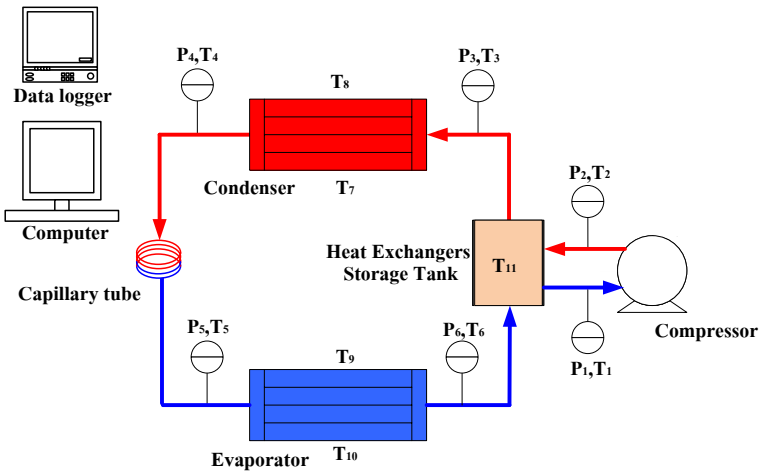
2. หลักการทำงานของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งชุดถังแลกเปลี่ยนความร้อน

เมื่อเปิดระบบปรับอากาศคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ แรงดันต่ำ สถานะเป็นแก๊สจากอิวาพอเรเตอร์แล้วอัดสารทำความเย็นให้มีอุณหภูมิสูง และแรงดันสูงไปที่ชุดถังแลกเปลี่ยนความร้อน สารทำความเย็นจะถูกน้ำที่บรรจุภายในถังดูดซับความร้อนไว้ส่วนหนึ่งก่อนที่สารทำความเย็นจะไหลเข้าสู่คอนเดนเซอร์ เพื่อควบแน่นเป็นของเหลว และมีการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นก่อนที่จะไปลดแรงดันที่แคปปิลารี่ทิ้ว และสารทำความเย็นจะไหลเข้าสู่อิวาพอเรเตอร์ ขณะที่สารทำความเย็นสถานะของเหลวภายในอิวาพอเรเตอร์ระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส จะดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบ ทำให้อากาศโดยรอบอิวาพอเรเตอร์ มีอุณหภูมิลดต่ำลง และจะเกิดน้ำควบแน่นที่อิวาพอเรเตอร์ สารทำความเย็นที่ออกจากอิวาพอเรเตอร์จะมีอุณหภูมิที่ต่ำ และไหลเข้าชุดถังแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่บรรจุภายในถัง ก่อนที่สารทำความเย็นจะถูกคอมเพรสเซอร์ดูดแล้วอัดสารทำความเย็นให้มีอุณหภูมิสูงและแรงดันสูงเป็นวัฏจักรต่อไป แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การทำงานของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน

ในการทดลองเติมน้ำในถังแลกเปลี่ยนความร้อน 17 ลิตร อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 25 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิในห้องทดลองที่ 24 - 26 องศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิของสารทำความเย็น อากาศ และน้ำภายในถังแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยเทอร์โมคับเปิ้ล Type K โดยต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ LOGOSCREEN รุ่น Type 706550 ความแม่นยำ ±1 องศาเซลเซียส วัดความดันของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศโดยใช้บูดองเกจ และใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ CHAUVIN ARNOUX รุ่น C.A.8210 ความถูกต้อง ±0.3 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของการเก็บข้อมูลการทดลองนั้นทำการเก็บข้อมูล ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยบันทึกค่าทุก 30 นาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 5 และในขั้นตอนของการทดลองนั้น ได้ดำเนินการทดลองซ้ำ



ภาพที่ 5 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความดันของระบบปรับอากาศ

โดยที่ $P_1 - P_6$ คือความดันของสารทำความเย็น $T_1 - T_6$ คืออุณหภูมิของสารทำความเย็น $T_7 - T_{10}$ คืออุณหภูมิของอากาศ T_{11} คืออุณหภูมิของน้ำ

ระบบปรับอากาศแบบอัดไอจากการทดลองสามารถพิจารณาได้ดังนี้ (Juengjaroennirachon *et al.*, 2017)

อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 1

$$Q_{cond} = \dot{m}_r((h_2 - h_3) + (h_3 - h_4)) \quad (1)$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนของอิวาพอเรเตอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 2

$$Q_{evap} = \dot{m}_r((h_6 - h_5) + (h_1 - h_6)) \quad (2)$$

งานคอมเพรสเซอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 3

$$W_{comp} = \dot{m}_r(h_2 - h_1) \quad (3)$$

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4

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

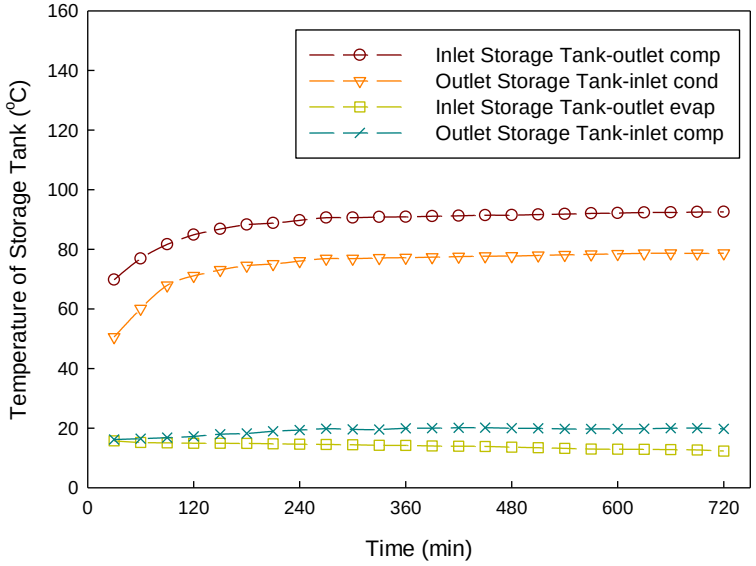
เมื่อ

COP	คือ	สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศ
h	คือ	เอนทาลปี
$\dot{m}_r$	คือ	อัตราการไหลสารทำความเย็น
Q_{cond}	คือ	อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์
Q_{evap}	คือ	อัตราการถ่ายเทความร้อนของอิวาพอเรเตอร์

W_{comp} คือ งานคอมเพรสเซอร์

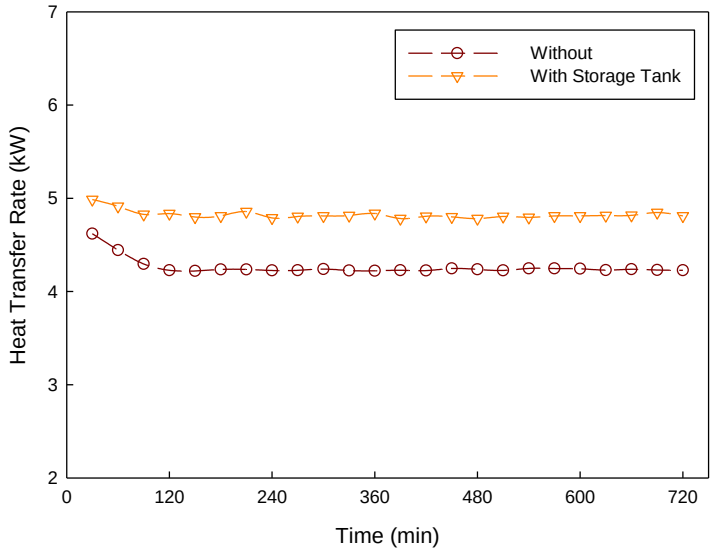
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อนนั้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน และระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้



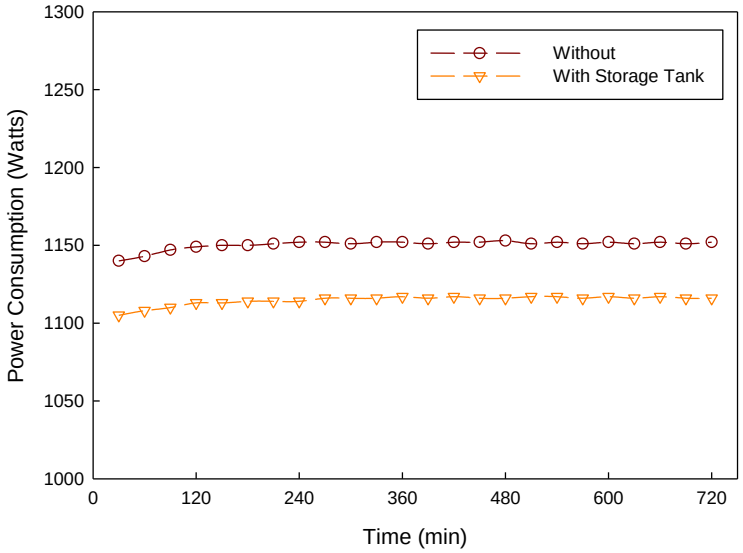
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากถังแลกเปลี่ยนความร้อน

ภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากถังแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 88.65 องศาเซลเซียส และเมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อน น้ำที่บรรจุอยู่ภายในถังจะดูดซับอุณหภูมิของสารทำความเย็น ซึ่งอุณหภูมิของสารทำความเย็นจะลดลงเฉลี่ย 11.03 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะไหลเข้าสู่คอนเดนเซอร์ ส่งผลให้ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 7 ในส่วนอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอิวาพอเรเตอร์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 13.08 องศาเซลเซียส และเมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อน สารทำความเย็นจะดูดซับความร้อนของน้ำภายในถัง อุณหภูมิของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์จะสูงขึ้นเฉลี่ย 5.63 องศาเซลเซียส ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานในการขับลดลง ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 8



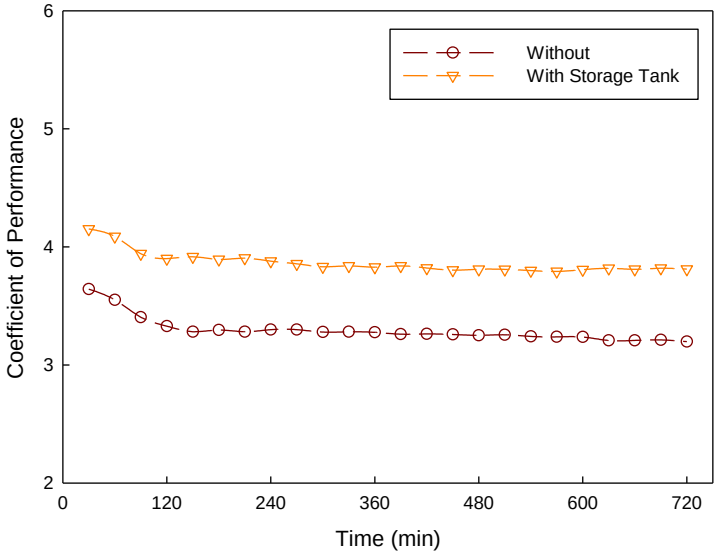
ภาพที่ 7 อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์

ภาพที่ 7 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนและระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เฉลี่ยเท่ากับ 4.21 กิโลวัตต์ และ 4.72 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่า เนื่องจากถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถช่วยเพิ่มการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงกับสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงส่งผลให้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ออกมาจากคอนเดนเซอร์จะมีสถานะ Subcooled โดยสารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นอิ่มตัวที่มีความดันเดียวกัน ดังนั้นอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนจึงสูงกว่าระบบปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน



ภาพที่ 8 กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

ภาพที่ 8 แสดงกำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนและระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1,150.38 วัตต์ และ 1,114.71 วัตต์ ตามลำดับ ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้มากกว่า เนื่องมาจากระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถเพิ่มการระบายความร้อนและลดแรงดันของสารทำความเย็นทางเข้าคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศได้ดีกว่าระบบที่ไม่ได้ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน อีกทั้งสารทำความเย็นที่ออกจากถังแลกเปลี่ยนความร้อนก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ จะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นและสถานะเป็นไอเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานในการขับลดลง ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 9



ภาพที่ 9 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศ

ภาพที่ 9 แสดงสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนและระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 และ 3.75 ตามลำดับ ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงกว่า เนื่องจากสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสถานะเป็น Subcool มากกว่า ทำให้ปริมาณของสารทำความเย็นที่เข้าสู่อิวาพอเรเตอร์มีปริมาณมากกว่าและแตกตัวเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า จึงทำให้สามารถแลกเปลี่ยนกับภาวะในการปรับอากาศได้ปริมาณความร้อนที่สูง จึงส่งผลให้สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงกว่าระบบปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน

จากการศึกษาพบว่าผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Hsiao *et al*., 2009) ที่ได้ศึกษาการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ด้วยถังกักเก็บพลังงาน พบว่าผลการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศของการให้โหลดความเย็นคงที่ 3.05 กิโลวัตต์, 3.50 กิโลวัตต์ และ 3.95 กิโลวัตต์ มีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเพิ่มขึ้น 16.0 เปอร์เซ็นต์, 15.6 เปอร์เซ็นต์ และ 14.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของ

(Hajidavalloo and Eghtedari, 2010) ได้ปรับปรุงสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศด้วยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ พบว่าใช้กำลังไฟลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ และ (Juengjaroennirachon *et al*., 2017) ได้ศึกษาการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ด้วยถังกักเก็บพลังงานร่วมกับท่อความร้อน ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบปรับอากาศได้ 22.75 เปอร์เซ็นต์ และลดการใช้พลังงานให้กับระบบปรับอากาศได้ 3.76 เปอร์เซ็นต์ การใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อนนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบปรับอากาศได้ ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพอาจน้อยกว่าวิธีอื่น แต่มีข้อดีคืออุปกรณ์ไม่ซับซ้อน ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยและใช้การควบคุมอุณหภูมิด้วยการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงและสารทำเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำโดยอาศัยน้ำภายในถัง

สรุป

จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้ถังแลกเปลี่ยนความร้อน ชุดทดลองประกอบไปด้วยระบบทำความเย็นแบบอัดไอขนาด 3.52 กิโลวัตต์ (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง) ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ถังแลกเปลี่ยนความร้อนสร้างจากถังสแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกขนาด 300 มิลลิเมตร สูง 260 มิลลิเมตร หุ้มฉนวนกันความร้อน ด้านในถังมีท่อทองแดงขดอยู่ 2 ขด ซึ่งขดที่ 1 ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.52 มิลลิเมตร นำมาขดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขดท่อ 190 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 27 มิลลิเมตร ถูกติดตั้งระหว่างคอมเพรสเซอร์และคอนเดนเซอร์ ในส่วนขดที่ 2 ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.87 มิลลิเมตร นำมาขดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขดท่อ 250 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 37 มิลลิเมตร ถูกติดตั้งระหว่างอิวาพอเรเตอร์และคอมเพรสเซอร์ โดยภายในถังบรรจุน้ำ 17 ลิตร ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน และระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน จากการทดลองพบว่าสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 88.65 องศาเซลเซียส และเมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อน สารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 11.03 องศาเซลเซียส ในส่วนอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอิวาพอเรเตอร์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 13.08 องศาเซลเซียส และเมื่อไหลผ่านถังแลกเปลี่ยนความร้อน สารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเฉลี่ย 5.63 องศาเซลเซียส อีกทั้งระบบปรับอากาศที่ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถถ่ายเทความร้อนได้เพิ่มขึ้น 12.14 เปอร์เซ็นต์ ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.10 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น 15.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่ได้ติดตั้งถังแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งจากการทดลองนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะนำถังแลกเปลี่ยนความร้อนมาติดตั้งใช้งานจริงกับระบบปรับอากาศ นอกจากนี้ในการวิจัยต่อไปในอนาคตควรศึกษาการเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนให้กับท่อภายในถังแลกเปลี่ยนความร้อน และศึกษาในส่วนของเหลวที่บรรจุในถังแลกเปลี่ยนความร้อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่อำนวยความสะดวกสถานที่ทำงานวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Atthajariyakul, S. and Lertsatittanakorn, C. 2008. Small fan assisted air conditioner for thermal comfort and energy saving in Thailand. **Energy Conversion and Management** 49(10): 2499-2504.

Hajidavalloo, E. and Eghtedari, H. 2010. Performance improvement of air-cooled refrigeration system by using evaporatively cooled air condenser. **International Journal of Refrigeration** 33: 982-988.

Hsiao, M.J., Heng, C.H.C., Huang, M.C. and Chen, S.L. 2009. Performance enhancement of a subcooled cold storage air conditioning system. **Energy Conversion and Management** 50(12): 2992-2998.

Juengjaroennirachon, S., Namprakai, P., Pratinthong, N., Suparos, T. and Roonprasang, N. 2012. A study of the amount of condensed water coming out of evaporator under different air temperature conditions affecting energy savings in air-conditioning system, pp. 1081-1087. *In* **The International conference 13th of the Thai Society of Agricultural Engineering 2012.** Chiangmai, Thailand.

Juengjaroennirachon, S., Pratinthong, N., Namprakai, P. and Suparos, T. 2017. Performance enhancement of air conditioning using thermosyphon system's energy storage unit for cooling refrigerant before entering the condenser. **Journal of Mechanical science and Technology** 31(1): 393-400.

Nasution, D.M., Idris, M., Pambudi, N.A. and Weriono. 2019. Room air conditioning performance using liquid-suction heat exchanger retrofitted with R290. **Case Studies in Thermal Engineering** 13: 1-7.

Stoecker, W.F. and Jones, J.W. 1982. **Refrigeration & Air Conditioning, 2nd International edition.** McGraw-Hill, Singapore.

Yamtraipat, N., JKhedari, J., Hirunlabh, J. and Kunchornrat, J. 2006. Assessment of Thailand indoor set-point impact on energy consumption and environment. **Energy Policy** 34: 765-770.