การศึกษาการนำไนโตรเจน (N_2) ที่ใช้แล้วกลับมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

The Study of the Reuse Wasted Nitrogen Gas (N_2) to Improve Evaporative Condenser in Food Industries

อมตะ ทัศนภักดิ์[1*] และ อรรณพ วงศ์นายะ[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Email: blueshark39@gmail.com, *โทร 02-5791111, โทรสาร 02-5611721

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันในอุตสาหกรรมอาหารได้มีการใช้ก๊าซไนโตรเจน เพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อาหารทันทีทันใดเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารให้อยู่ในสภาวะที่มีคุณภาพดีที่สุดก่อนที่บรรจุและส่งมอบให้ลูกค้า เมื่อก๊าซไนโตรเจนถูกใช้แล้วก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ -50 °C ถูกดูดโดยโบล์เวอร์และปล่อยสู่บรรยากาศภายนอก (กรณีศึกษาของโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี). ไนโตรเจนที่ถูกใช้แล้วยังมีศักยภาพในการทำความเย็นอยู่และสามารถนำศักยภาพในการทำความเย็นนี้กลับมาใช้ใหม่ได้.

การประยุกต์ใช้ไนโตรเจนที่ใช้แล้วเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์เป็นหนึ่งในหลายแอพพลีเคชั่นที่พยายามนำความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ การประยุกต์ใช้ไนโตรเจนที่ใช้แล้วเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์จำป็นต้องสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำหล่อเย็นและของไหลเย็นผสมระหว่างไนโตรเจนและอากาศ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซไนโตรเจนก่อนที่จะไหลเข้ากลุ่มท่อในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและเพื่อป้องกันไม่ให้ละอองของน้ำในส่วนของอากาศควบแน่นขณะกำลังไหลผ่านกลุ่มท่อในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

ในการศึกษานี้เป็นการออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนด้วยคอมพิวเตอร์และน้ำหล่อเย็นถูกทำให้เย็นโดยของผสมระหว่างไนโตรเจนและอากาศ อากาศอย่างเดียวของอีวาโปรเรทีพคอนเดนเซอร์แบบทั่วไปไม่ถูกใช้งานและถูกตัดออกไป

จากการคำนวนการถ่ายเทความร้อนและการจำลองแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนพบว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางออกของอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์แบบทั่วไปถึง 4 °C – 5 °C และยิ่งไปกว่านั้นอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนถูกทำให้เย็นใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยายกาศโดยรอบ

คำหลัก : อุณหภูมิ, อีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์, ของผสมไนโตรเจนอากาศ, อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

Abstract

Since at the present time, the food industries have used the nitrogen gas in order to instant freeze their food products to keep the best food qualities before packing and ship out to their customer. Once the nitrogen gas is used, it is sucked by blower and released to atmosphere environment. The waste nitrogen gas still has cooling potential to make a cooling recovery.

The applied of waste nitrogen gas to improve the efficiency of the evaporative condenser is one of many applications to make a cooling recovery. The applied of waste nitrogen gas to improve the efficiency of the evaporative condenser is necessary to build up the heat exchanger to exchange the heat between evaporative cooling water and cooled mixing nitrogen-air in order to increase the nitrogen gas temperature before flow across cooling water tubes bank and be controlled the water vapor in the air part of cooled mixing nitrogen-air is not condensed during flowing across cooling water tubes bank.

In this study, the evaporative cooling water is cooled by only cooled mixing nitrogen-air. The conventional air cooled part of evaporative condenser is cut out.

From heat transfer calculations and simulated heat exchanger model, the result is that the output evaporative cooling water temperature is decreased more 4 ^{o}C – 5 ^{o}C than conventional air cooled type. Moreover the output evaporative cooling water temperature is brought down close to environment wet bulb temperature.

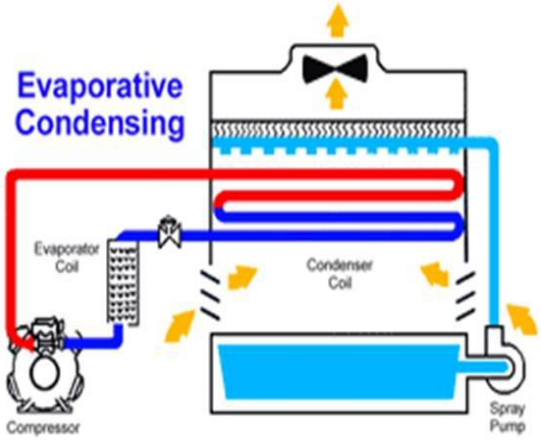
Keywords: Temperature, Evaporative Condenser, Nitrogen-Air Mixture, Heat Exchanger

1. บทนำ

ก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งบางประเภทใช้ก๊าซไนโตรเจนฉีดพ่นสัมผัสกับผลิตภัณฑ์อาหารโดยตรงเพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อาหารลงอย่างรวดเร็วโดยจุดประสงค์เพื่อที่จะรักษาคุณภาพและรสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารที่รอการจัดส่งจำหน่ายหรือส่งออก ก๊าซไนโตรเจนที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์อาหารจะปนเปื้อนทั้งเศษผลิตภัณฑ์อาหารและกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารโดยที่ไนโตรเจนก๊าซยังมีความสามารถในการทำความเย็นอยู่มากแต่โรงงานจะดูดก๊าซไนโตรเจนโดยโบล์เวอร์และปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศภายนอกโดยเปล่าประโยชน์ซึ่งเป็นการสูญเสียความสามารถในการทำความเย็นอย่างมากเมื่อเทียบกับการซื้อก๊าซไนโตรเจนมาใช้เพียงแค่ครั้งเดียว ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอแนวคิดการนำไนโตรเจนที่ปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศกลับมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น (แอมโมเนีย) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์และคอมเพลสเซอร์ของระบบทำความเย็น

รูปที่ 1.1 แสดงการปล่อยก๊าซไนโตรเจนทิ้งสู่บรรยากาศ

2. ไดอะแกรมของระบบทำความเย็นและอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์

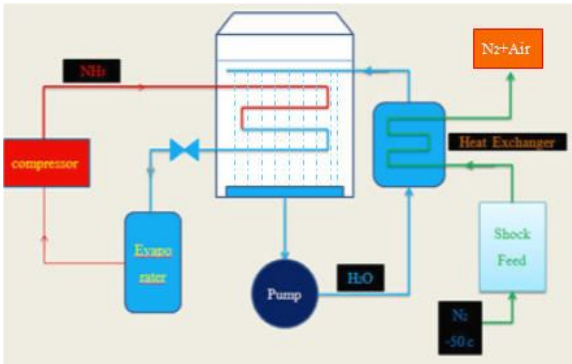


รูปที่ 2.1 ระบบทำความเย็นและอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ทั่วไป

ตามรูปที่ 2.1 เป็นไดอะแกรมของระบบทำความเย็นและอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์โดยทั่วไปซึ่งระบบการทำความเย็นประกอบด้วยเครื่องระเหย (Evaporator), เครื่องอัดไอ (Compressor), เครื่องอีวาโปเรทีฟ คอนเดนเซอร์(Evaporative Condenser) และปั๊มน้ำ (Water Pump). ภายในห้องแช่เย็นที่ติดตั้งเครื่องระเหยไว้จะดูดอากาศจากภายในห้องมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น (แอมโมเนีย) โดยแอมโมเนียจะรับความร้อนจากอากาศและกลายสถานะเป็นไอที่ความดันต่ำและไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอเพื่อทำให้เป็นไอแรงดันสูง และไหลสู่เครื่องอัดไอเพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิของแอมโมเนียและไหลเข้าสู่เครื่องอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ซึ่งจะมีน้ำหล่อเย็นถูกสเปรย์เป็นเม็ดน้ำขนาดเล็กลงสู่คอยล์ร้อนของสารทำความเย็นเพื่อเป็นสารตัวกลางในการระบายความร้อนจากสารทำความเย็น (แอมโมเนีย) จนกลายเป็นของเหลวความดันสูงและไหลสู่อุปกรณ์ลดความดันและเครื่องระเหยเพื่อรับภาระทางความร้อนต่อไป ส่วนละอองน้ำหล่อเย็นเมื่อรับความร้อนจากสารทำความเย็นแล้วก็จะระเหยและจะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศเย็นที่ถูกดูดเข้า

เครื่องอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ ละอองน้ำหล่อเย็นก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวและตกลงสู่อ่างรับน้ำข้างล่างซึ่งจะถูกปั๊มขึ้นเพื่อไปรับความร้อนจากสารทำความเย็นต่อไป

3.ไดอะแกรมของแนวคิดการนำไนโตรเจนที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้กับอีวาโปเรทีฟ คอนเดนเซอร์

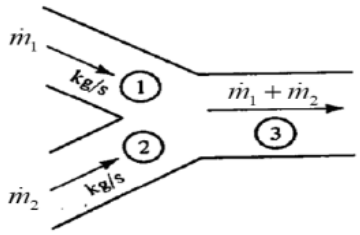


รูปที่ 3.1 อีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

ตามรูปที่ 3.1 อีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะนำก๊าซไนโตรเจนที่ปล่อยทิ้งจากกระบวนการผลิตมาผสมกับอากาศเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดการจับตัวของน้ำแข็งอันเนื่องจากความชื้นของอากาศโดยรอบผิวท่อด้านนอกของน้ำหล่อเย็นภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและมาแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลขวางกัน (Cross Flow) กับน้ำหล่อเย็นที่ไหลภายในท่อซึ่งทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิที่ต่ำลงกว่าเดิมและมีผลทำให้อีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงขึ้นกว่าเดิมซึ่งแนวคิดนี้จะตัดส่วนการนำอากาศเย็นของเครื่องอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์เดิมออกเนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่ละอองน้ำหล่อเย็นที่จะแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศอีกต่อไป

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการผสมของไหล 2 ชนิดเป็นกระบวนการที่สภาวะของของไหลที่ต่างกันสองชนิดมาผสมกันแล้วเกิดของไหลผสมที่มีสภาวะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของการผสมของของของไหลแต่ละชนิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการนำไนโตรเจนที่ถูกปล่อยทิ้งมาผสมกับอากาศภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแข็งตัวของความชื้นรอบ ๆท่อน้ำหล่อเย็นภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนอันเนื่องมาจากอุณหภูมิของไนโตรเจนขณะปล่อยทิ้งมีอุณหภูมิ -50 °C



รูปที่ 4.1 ไดอะแกรมแสดงการผสมของไหล 2 ชนิด

4.1 การคำนวณของไหลผสมโดยใช้สมการสมดุลพลังงานและสมการสมดุลมวล

Energy Balance

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 \qquad .....(4.1)$$

ถ้า C_p มีค่าคงที่

$$\dot{m}_1 T_1 + \dot{m}_2 T_2 = \dot{m}_3 T_3 \qquad .....(4.2)$$

Mass Balance

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 \qquad .....(4.3)$$

โดยที่ $\dot{m}$ คืออัตราการไหลเชิงมวล, kg/s

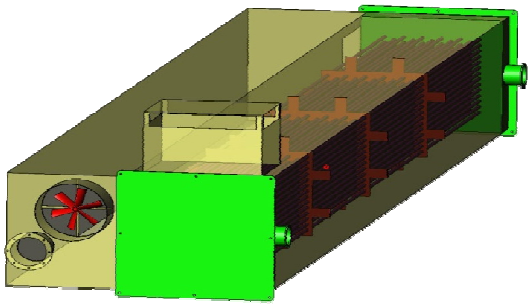
T คืออุณหภูมิของของไหล, °C

h คือเอลทาลปีของของไหล, kJ/kg

4.2 การคำนวณอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

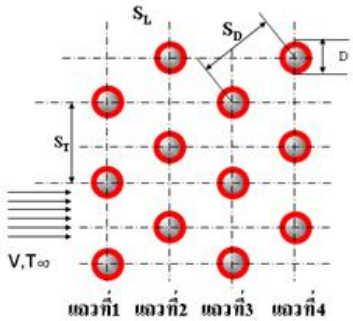
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน คือ อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งที่เย็นกว่าไปสู่ของไหลอีกชนิดหนึ่งที่ร้อนกว่า การที่จะนำไนโตรเจน

ที่ใช้แล้วซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นได้อยู่มา ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบทำความเย็นในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ที่มีอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์เป็นตัวระบายความร้อน จำเป็นจะต้องมีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไนโตรเจนที่ถูกผสมกับอากาศกับน้ำหล่อเย็นที่มาจากอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นการออกแบบการไหลขวางกัน (Cross Flow) ของของไหลสองชนิด คือ ของไหลร้อนเป็นน้ำที่ใช้หล่อเย็นจากระบบอีวาโปเรทีพคอนเดนเซอร์จะไหลอยู่ภายในท่อ (Tubes) และของไหลเย็นเป็นก๊าซผสมระหว่างไนโตรเจนและอากาศไหลเข้าทางเปลือกของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนของไหลร้อนจะถ่ายเทความร้อนให้ของไหลเย็นทำให้น้ำมีอุณหภูมิลดลงและก๊าซผสมระหว่างไนโตรเจนและอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งการเพิ่มหรือลดของอุณหภูมิของของไหลทั้ง 2 ชนิดจะมีพฤติกรรมและความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง (Non-Linear Relation)



รูปที่ 4.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ได้ทำการออกแบบ

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของของไหลสองชนิดมีลักษณะเป็นแบบไหลข้ามกลุ่มท่อที่มีการวางท่อให้ทะแยงกัน (Staggered Setting) จัดให้ของไหลชนิดหนึ่งไหลในท่อและของไหลอื่นๆไหลข้ามท่อในทิศทางตั้งฉากกัน



รูปที่ 4.3 การจัดเรียงท่อแบบทะแยงกัน

อัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างก๊าซผสมระหว่างไนโตรเจนและอากาศกับน้ำหล่อเย็นจากอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ ภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหาได้จากสมการ

$$Q = \varepsilon C_{min}(T_{h,i} - T_{c,i}) \qquad .....(4.4)$$

โดยที่ Q คืออัตราการถ่ายเทความร้อน, kw

ε คือค่าประสิทธิผล (Effectiveness)

$T_{h,i}$ คืออุณหภูมิของของไหลร้อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, °C

$T_{c,i}$ คืออุณหภูมิของของไหลเย็นเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, °C

C_{min} คือค่าความจุความร้อนของของไหลที่มีความจุความร้อนต่ำ, kJ/kg- °C

โดยที่ $C_c = \dot{m}_c Cp_c \quad C_c < C_h \; ; C_c = C_{min}$

$C_h = \dot{m}_h Cp_h \quad C_h < C_c \; ; C_h = C_{min}$

เมื่อมีอุณหภูมิลดลงหลังออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถหาได้จากสมการ

$$Q = C_h(T_{h,i} - T_{h,o}) \qquad .....(4.5)$$

โดยที่ Q คืออัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, kw

C_h คือค่าความจุของของไหลร้อน, kJ/kg- °C

$T_{h,i}$ คืออุณหภูมิของของไหลร้อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, °C

$T_{h,o}$ คืออุณหภูมิของของไหลร้อนออกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, °C

4.3 การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์

คอนเดนเซอร์จะทำงานอยู่บนพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อนระหว่างสารทำความเย็นที่ไหลภายในท่อคอยล์ร้อนและน้ำหล่อเย็นที่ถูกสเปรย์ไปที่ผิวท่อคอยล์ร้อนซึ่งเป็นผลทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นของเหลว (Condensation) ที่ตำแหน่งทางออกของคอนเดนเซอร์

สมการที่ใช้หาอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์

$$Q = UA(F\Delta T_{\ln}) = UAF\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad .....(4.6)$$

โดยที่ $\Delta T_1 = T_{h,o} - T_{c,i}$

$\Delta T_2 = T_{h,i} - T_{c,o}$

Q คืออัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์

U คือสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของคอนเดนเซอร์

A คือพื้นที่การถ่ายเทความร้อนของท่อคอยล์ร้อน

F คือแฟกเตอร์ปรับค่า

$T_{h,i}$ คืออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าคอยล์

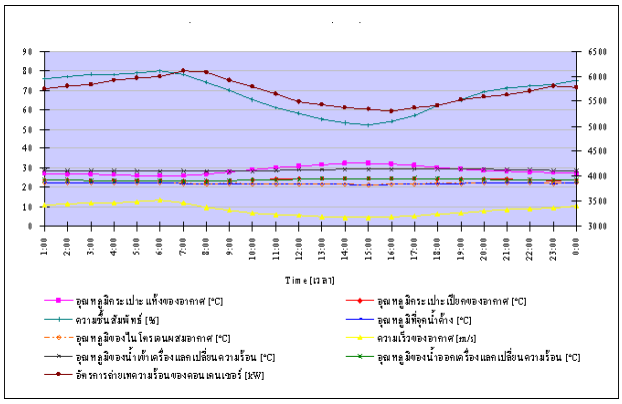
$T_{h,o}$ คืออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าคอยล์

$T_{c,i}$ คืออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นก่อนปะทะคอยล์

$T_{c,o}$ คืออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเผ่านคอยล์

5. ผลการคำนวณ

5.1 ผลการคำนวณเฉลี่ยรายชั่วโมงประจำปี 2551



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงของปี 2551

จากรูปที่ 5.1 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศโดยรอบซึ่งถ้าเป็นคอนเดนเซอร์ที่ใช้อากาศอย่างเดียวระบายความร้อนจะไม่สามารถลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศโดยรอบได้

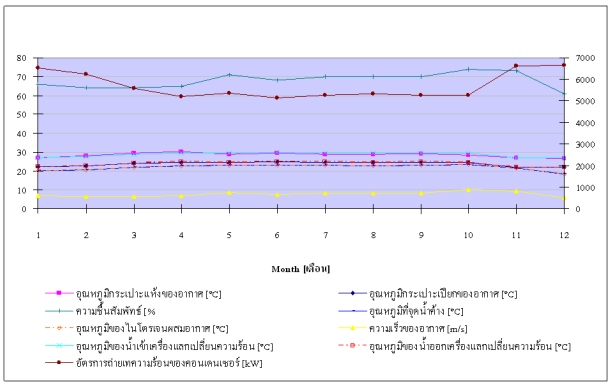
ตารางที่ 5-1 ผลการคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนทีคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของปี 2551

Time เวลา	$T_{dry-bulb}$ [°C]	$T_{wet-bulb}$ [°C]	RH [%]	T_{dew} [°C]	T_{min} [°C]	V_{air} [m/s]	T_{in} [°C]	T_{out} [°C]	Q_{Amm} [kW]	Improved [%]
01:00	24.9	21.1	71	19.27	19.27	8.39	30.0	22.0	6652.87	163
02:00	24.3	20.7	72	18.92	18.92	8.72	27.0	20.9	7193.31	184
03:00	24.0	20.5	73	18.85	18.85	9.10	25.9	20.5	7383.16	192
04:00	23.0	19.5	72	17.67	17.67	8.61	25.5	19.6	7841.10	210
05:00	22.2	18.5	70	16.46	16.46	7.83	24.6	18.6	8341.72	229
06:00	21.3	17.5	69	15.38	15.38	7.80	23.6	17.6	8831.62	249
07:00	20.9	17.3	70	15.22	15.22	8.22	22.6	17.2	9059.34	258
08:00	21.3	17.4	68	15.15	15.25	7.49	22.2	17.1	9071.54	258
09:00	22.5	17.5	62	14.48	14.48	5.74	22.1	17.3	8996.07	255
10:00	23.5	17.8	57	14.48	14.48	4.85	22.3	17.4	8933.30	253
11:00	25.0	18.5	53	14.74	14.74	4.31	22.4	17.8	8715.67	244
12:00	26.6	19.3	50	15.31	15.31	3.97	22.8	18.5	8389.67	231
13:00	27.8	19.9	48	15.77	15.77	3.77	23.5	19.2	8056.01	218
14:00	28.4	20.4	48	16.32	16.32	3.79	24.2	19.8	7754.96	206
15:00	29.6	20.5	43	15.68	15.68	3.27	24.8	19.9	7700.78	204
16:00	29.1	19.9	42	14.86	14.86	3.15	24.9	19.7	7796.31	208
17:00	28.4	19.7	44	14.95	14.95	3.34	24.6	19.5	7908.59	212
18:00	27.6	19.8	48	15.59	15.59	3.76	24.5	19.5	7889.43	212
19:00	26.7	19.2	49	15.09	15.09	3.85	24.5	19.2	8058.63	218
20:00	26.1	19.2	52	15.46	15.46	4.22	24.2	19.0	8112.65	220
21:00	25.4	19.6	58	16.52	16.52	5.12	24.0	19.2	8014.13	217
22:00	25.0	19.5	60	16.68	16.68	6.47	24.2	19.3	7986.97	215
23:00	24.2	19.6	65	17.20	17.20	6.53	24.3	19.4	7949.83	214
0:00	24.0	19.4	65	17.01	17.01	6.52	24.4	19.3	7999.31	216

(กำหนดให้ อุณหภูมิสารทำความเย็น 38 °C , อุณหภูมิไนโตรเจน -50 °C , ขนาดเครื่องทำความเย็น 600 Ton คืออัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าของอีวาโปเรเตอร์2110.2 kW. มีอัตราการถ่ายเทความร้อนออกของคอนเดนเซอร์ 2532.25 kW)

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลา 04:00 AM คอนเดนเซอร์ มีศักยภาพในการถ่ายเทความร้อนได้สูงที่สุด และช่วงเวลา 12:00 PM คอนเดนเซอร์ มีศักยภาพในการถ่ายเทความร้อนได้ต่ำที่สุดเนื่องจากในช่วงเช้าอากาศที่จะเข้าผสมกับก๊าซไนโตรเจนนั้นมีอุณหภูมิต่ำและในช่วงเที่ยงอากาศที่จะเข้าผสมกับก๊าซไนโตรเจนนั้นมีอุณหภูมิสูง

5.2 ผลการคำนวณเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2551



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปี 2551

จากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำหล่อเย็นที่ไหลออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเดือนมกราคมและธันวาคมมีอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเดือนอื่นๆในรอบปี 2551 เนื่องจากภาคกลางมีอากาศค่อนข้างเย็นในช่วงในช่วงเดือนมกราคมและธันวาคมดังกล่าว

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนที่คอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์เฉลี่ยรายเดือนของปี 2551

Month เดือน	$T_{dry-bulb}$ [°C]	$T_{wet-bulb}$ [°C]	RH [%]	T_{dew} [°C]	T_{mix} [°C]	V_{air} [m/s]	$T_{w,in}$ [°C]	$T_{w,out}$ [°C]	$Q_{c,new}$ [kW]	Improved [%]
ม.ค.	27.1	22.2	66	20.19	20.19	6.98	27.1	22.2	6525.39	158
ก.พ.	28.1	22.7	64	20.64	20.64	6.53	27.6	22.8	6237.32	146
มี.ค.	29.6	24.0	64	22.05	22.05	6.62	29.0	24.1	5579.86	120
เม.ย.	30.1	24.6	65	22.78	22.78	6.90	29.7	24.8	5203.17	105
พ.ค.	28.7	24.4	71	22.91	22.91	8.70	29.4	24.5	5370.40	112
มิ.ย.	29.7	24.8	68	23.15	23.15	7.74	29.9	25.0	5130.00	103
ก.ค.	29.0	24.6	70	22.96	22.96	8.36	29.5	24.7	5273.99	108
ส.ค.	28.9	24.4	70	22.86	22.86	8.35	29.4	24.6	5322.58	110
ก.ย.	29.1	24.6	70	23.06	23.06	8.36	29.6	24.7	5261.14	108
ต.ค.	28.4	24.6	74	23.31	23.31	9.93	29.6	24.7	5279.75	109
พ.ย.	26.9	22.1	73	21.64	21.64	9.35	27.0	22.0	6607.50	161
ธ.ค.	26.5	22.0	61	18.35	18.35	5.76	27.0	21.9	6658.86	163

(กำหนดให้ อุณหภูมิสารทำความเย็น 38 °C , อุณหภูมิไนโตรเจน -50 °C , ขนาดเครื่องทำความเย็น 600 Ton คืออัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าของอีวาโปเรเตอร์ 2110.2 kW. มีอัตราการถ่ายเทความร้อนออกของคอนเดนเซอร์ 2532.25 kW)

จากตารางที่5.2 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์และช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม คอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์มีศักยภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าในช่วงเดือนอื่นๆของปี2551 สภาวะของอากาศโดยรอบคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำกว่าในช่วงเดือนอื่นๆ

สรุป

จากการศึกษาการนำไนโตรเจนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกลับมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นการนำไนโตรเจนมาช่วยระบายความร้อนให้น้ำหล่อเย็นภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแทนการใช้อากาศใน การระบายความร้อนให้น้ำหล่อเย็นในอีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์

เนื่องจากไนโตรเจนมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศมากซึ่งทำให้สามารถรับความร้อนจากน้ำหล่อเย็นได้มากขึ้นและทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่คอยล์ร้อนเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลดีต่อระบบทำความเย็น 2 ประการ

1. ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบทำความเย็นเพิ่มขึ้น
2. ระบบระบายความร้อนด้านคอยล์ร้อนสามารถรองรับภาระการทำความเย็นได้เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มระบบน้ำหล่อเย็น

ทั้งนี้ศักยภาพการถ่ายเทความร้อนที่เพิ่มขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่จะเข้ามาผสมกับก๊าซไนโตรเจนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเพราะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อเอลทาลปีของอากาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] YUNUS A . CENGEL " Heat and Mass Transfer" (Third Edition): Mc Graw Hill

[2] YUNUS A . CENGEL และ MICHACL A . BOLES " เทอร์โมไดนามิกส์ (ฉบับล่าสุด 2006) : Mc Graw Hill

[3] WILBRT F . STOECKER / JEROLD W . JONES "Refrigeration & Air Conditioning" (Second Edition) : Mc Grew Hill

[4] อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ประจำปี 2551 (สถานีสนามบินดอนเมือง), กรมอุตุนิยมวิทยา