

# การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบทำความเย็น



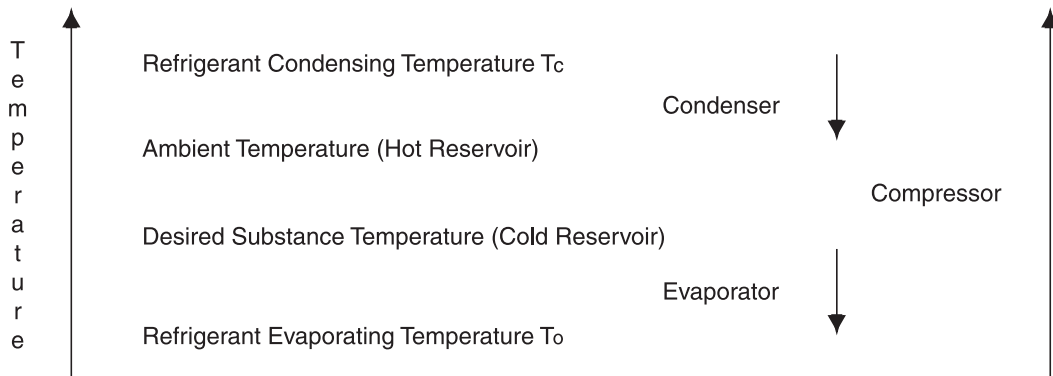
โดย : สุวัฒน์ อรุณวรติกล

## บทนำ

ระบบทำความเย็นเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญสำหรับมนุษยชาติในการถนอมรักษาอาหาร การปรับปรุงคุณภาพของอากาศภายในห้อง ระบบควบคุมของอุตสาหกรรม การผลิตอาหารและเครื่องดื่ม และการระบายความร้อนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ถ้าปราศจากระบบทำความเย็นก็เป็นไปไม่ได้เลยที่จะเกิดการใช้ชีวิตสมัยใหม่อย่างในปัจจุบันได้ ประมาณ 15% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในโลกนี้ใช้สำหรับการขับเคลื่อนระบบทำความเย็นและปรับอากาศ การใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพถือเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรอันทรงคุณค่าและก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลก โดยส่วนมากผลกระทบของระบบทำความเย็นที่ทำให้โลกร้อนขึ้นเกิดจากการสร้างพลังงานขึ้นมาเพื่อนำมาขับเคลื่อนระบบ เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการรั่วซึมของสารทำความเย็น ซึ่งในบทความนี้ก็จะกล่าวถึงว่า จะทำอย่างไรถึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบทำความเย็นได้มากที่สุดและทำให้เกิดผลกระทบกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกให้น้อยที่สุด

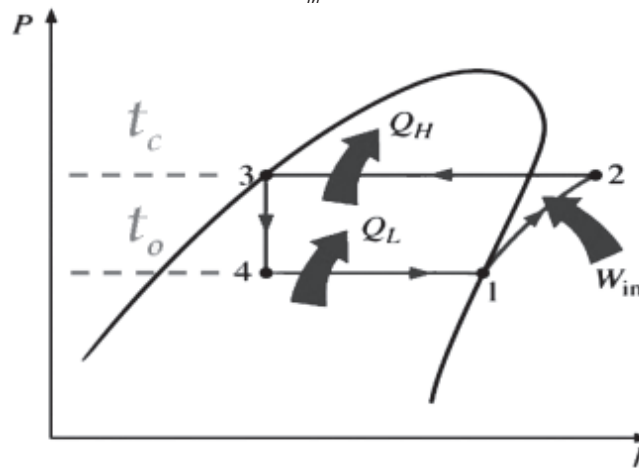
## พื้นฐาน

ระบบการทำความเย็นเป็นศาสตร์ที่กล่าวถึงวิธีการที่จะทำให้ความเย็นไหลจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ระบบทำความเย็นจะดูดซับความร้อนจากสสาร (บริเวณที่เย็น) และนำความร้อนนี้ไปทิ้งที่สิ่งแวดล้อมภายนอก (บริเวณที่ร้อน) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 เปรียบได้กับการที่จะทำการปั้มน้ำจากด้านล่างขึ้นไปเก็บไว้ที่แทงค์น้ำบนอาคาร พลังงานที่หมดเปลืองไปกับเครื่องทำความเย็นจะเป็นสัดส่วนกับอัตราการดูดซับความร้อน (ปริมาณน้ำที่ถูกปั้ม) และอุณหภูมิที่จะนำความร้อนไประบายทิ้ง (ความสูงของน้ำที่จะต้องปั้มขึ้นไป)



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงอุณหภูมิและการไหลของความร้อนในระบบทำความเย็น

ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของระบบทำความเย็นโดยทั่วไปแล้ว จะแสดงอยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ (Coefficient of Performance, COP) ซึ่งเป็นสัดส่วนของปริมาณการดูดซับความร้อนกับค่าพลังงานที่ต้องให้กับเครื่องทำความเย็น ( $\frac{Q_L}{W_{in}}$ , ดูภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงการทำงานของระบบการทำความเย็น

ระบบทำความเย็นทุกระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มีพื้นฐานที่สำคัญคือต้องการปริมาณการดูดซับความร้อนที่น้อยที่สุด และสามารถที่จะรักษาผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิควบแน่น (Condensing temperature,  $T_c$ ) และอุณหภูมิมระเหย (Evaporating temperature,  $T_o$ ) ให้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ การดูดซับความร้อนที่น้อยที่สุดสามารถทำได้ โดยการหุ้มฉนวนรอบห้องที่ต้องการทำความเย็น และส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำของระบบทำความเย็น ทำให้อากาศที่รั่วซึมเข้ามามีค่าน้อยที่สุด (การเปิดประตูและการรั่วของห้องที่จะทำความเย็น) และลดการใช้พลังงานต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องภายใน

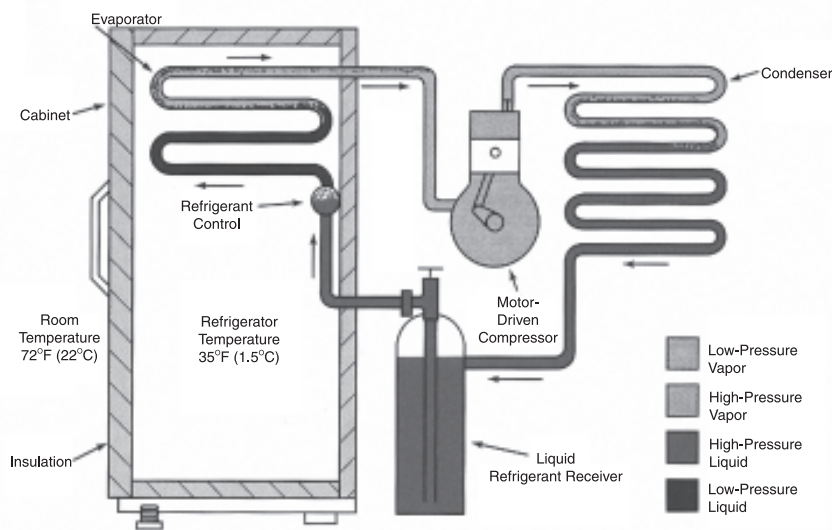
กระบวนการการทำความเย็น (เช่น การใช้รถขนส่งภายในห้องเย็น) การลดผลต่างของอุณหภูมิควบแน่นและอุณหภูมิมระเหยสามารถทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์และอีวาโปเรเตอร์ และการลดความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นภายในท่อของระบบทำความเย็น

### รายละเอียดของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอมาตรฐานประกอบไปด้วย สารทำความเย็นที่อยู่ภายในระบบปิด ซึ่งมีส่วนประกอบคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์

อุปกรณ์ลดความดัน อีวาโปเรเตอร์และระบบท่อ (รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3) ภายในคอนเดนเซอร์ ไอของสารทำความเย็นที่ถูกอัดให้มีความดันสูงจะกลั่นตัวเป็นของเหลวที่มีอุณหภูมิสูง โดยการถ่ายเทความร้อนไปให้สิ่งแวดล้อม สารทำความเย็นเหลวที่มีความดันสูงจะถูกลดความดันลงโดยอุปกรณ์ลดความดัน และที่บริเวณความดันต่ำ สารทำความเย็นก็จะระเหยตัวกลายเป็นไอที่มี

อุณหภูมิต่ำทำให้สามารถที่จะดูดซับความร้อนออกมาจากสสารที่ต้องการทำให้เย็นได้ ระบบจะสมบูรณ์เมื่อไอของสารทำความเย็นที่มีความดันต่ำออกจากอีวาโปเรเตอร์ถูกอัดให้มีความดันสูงโดยคอมเพรสเซอร์ความร้อนที่ถูกทิ้งไปจากคอนเดนเซอร์ จะมีค่าเท่ากับผลรวมของความร้อนที่ถูกดูดซับจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็นและพลังงานที่ใช้ไปของคอมเพรสเซอร์



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงระบบทำความเย็นแบบอัดไออย่างง่าย

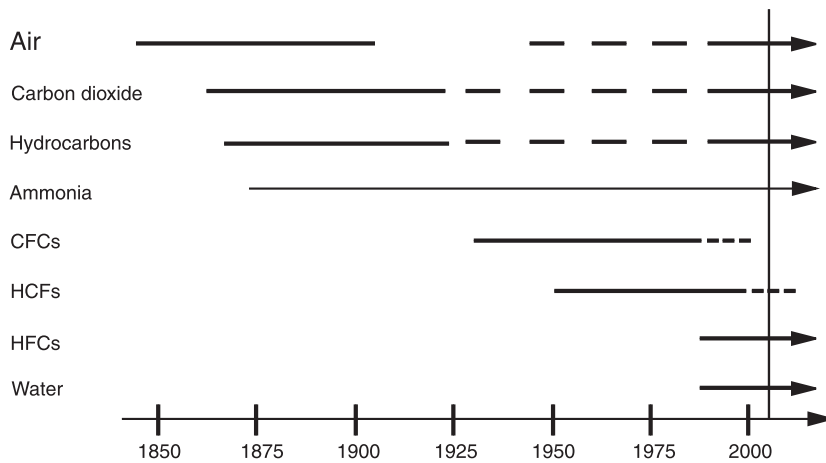
การสูญเสียสารทำความเย็นจากระบบจะส่งผลกระทบต่ออย่างมากกับเสถียรภาพของระบบ ดังนั้นจึงจะต้องทำให้ระบบมีการรั่วซึมให้น้อยที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ สำหรับเครื่องทำความเย็นที่ใช้ภายในครัวเรือนโดยทั่วไปแล้วจะบรรจุสารทำความเย็นในปริมาณที่ไม่มากนักซึ่งสำหรับในบางระบบสามารถที่จะใช้งานได้ยาวนานถึง 20 ปี โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทำการเติมสารทำความเย็นใหม่เข้าไปในระบบเลย ปรากฏการณ์ที่ทำให้โลกร้อนขึ้นก็มีส่วนอย่างมากที่เกิดเนื่องมาจากเครื่องทำความเย็น แต่เหตุผลหลักน่าจะเกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผลิตกระแสไฟฟ้าที่จะใช้

สำหรับขับเคลื่อนระบบทำความเย็นมากกว่าสารทำความเย็นที่รั่วซึมออกจากระบบ

ผลกระทบต่อประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น

สารทำความเย็น

มีสารอยู่เป็นส่วนน้อยมากที่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นสารทำความเย็น และจากส่วนนี้ก็ยังคงมีส่วนที่น้อยลงไปอีกที่นำมาใช้งานอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นถึงสารบางชนิดที่นำมาใช้เป็นสารทำความเย็นและช่วงเวลาต่างๆ ที่นำมาใช้งาน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างของสารทำความเย็นและประวัติในการใช้งาน

ชนิด	สารทำความเย็น	ประเทศพัฒนาแล้ว	ประเทศกำลังพัฒนา
CFC	R-11, R-12	ค.ศ. 1996	ค.ศ. 2010
HCFC	R-22	ค.ศ. 2030 (USA ค.ศ. 2010) (Canada ค.ศ. 2010) (Germany ค.ศ. 2005)	ค.ศ. 2040 (หยุดผลิต ค.ศ. 2016)
HFC	R-134a, R-404A, R-507	ไม่บังคับ	ไม่บังคับ

ตารางที่ 1 พิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยการเลิกใช้สารทำลายชั้นโอโซน

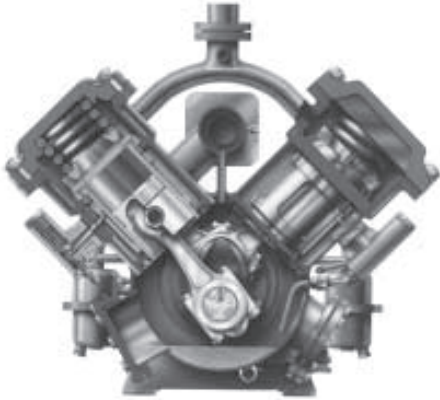
เรายังไม่สามารถหาสารทำความเย็นในอุดมคติที่ใช้งานได้เหมาะสมกับทุกสภาวะการทำงานได้ การเลือกใช้สารทำความเย็นก็จะเป็นการเลือกโดยการเปรียบเทียบความสามารถในด้านต่างๆ ระหว่างสารทำความเย็นแต่ละตัว ซึ่งจะประกอบไปด้วย ความสะดวกในการผลิต ราคา ความเป็นพิษของสาร ความสามารถในการติดไฟได้ ผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการกัดกร่อน และคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดก็คือความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิโดยทั่วไปเพื่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ เราต้องการสารทำความเย็นที่มีค่าจุกวิต (บริเวณ

ที่อุณหภูมิสูงกว่านี้สารทำความเย็นไม่สามารถกลั่นตัวได้) สูง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการดูดซับความร้อนและอุณหภูมิที่จะนำไปทิ้ง

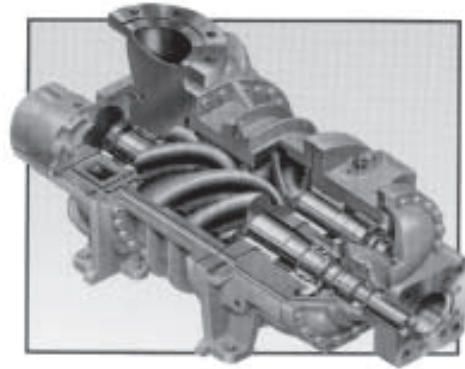
คุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนและการไหลของสารทำความเย็น มีความสำคัญสำหรับประสิทธิภาพของการใช้พลังงานซึ่งทำให้สามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องได้ และยังทำให้ผลต่างของอุณหภูมิควบแน่นในคอนเดนเซอร์และอุณหภูมิระเหยในอีวาโปเรเตอร์มีค่าต่ำด้วย โดยทั่วไปแล้วสารทำความเย็นที่มีค่าน้ำหนักโมเลกุลต่ำและความหนืดต่ำจะมีคุณสมบัติที่ดีในการที่จะเลือกเพื่อนำมาใช้งาน

## คอมเพรสเซอร์

คอมเพรสเซอร์จะสูญเสียประสิทธิภาพไปเนื่องจากการที่ทำให้อุณหภูมิที่ทางออกมีค่าสูงเกินความจำเป็น หรือการที่เกิดหยดของเหลวของสารทำความเย็นที่บริเวณท่อทางดูด หรือการที่ไอของสารทำความเย็นที่ท่อทางดูดมีค่าอุณหภูมิที่สูงเกินไป การบำรุงรักษาคอมเพรสเซอร์ (ในสิ่งที่สามารถทำได้) และการรักษาคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพของการใช้พลังงานขึ้น สำหรับคอมเพรสเซอร์



คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ



คอมเพรสเซอร์แบบสกู

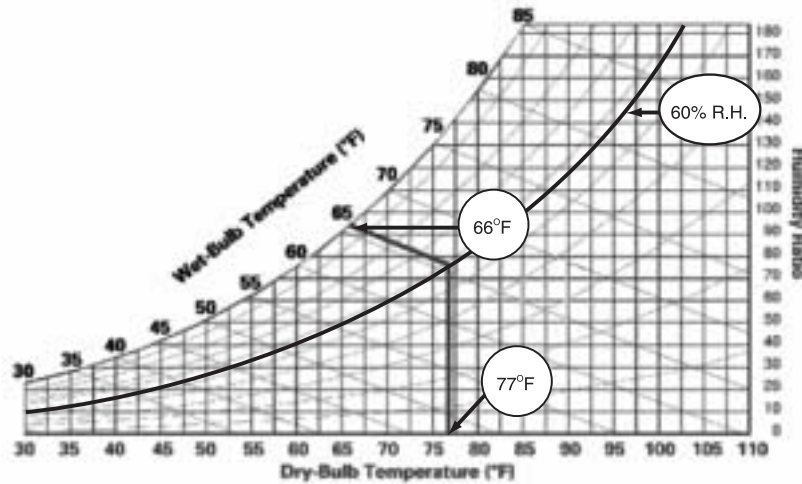
ภาพที่ 5 ภาพแสดงลักษณะและส่วนประกอบภายในของคอมเพรสเซอร์

## คอนเดนเซอร์

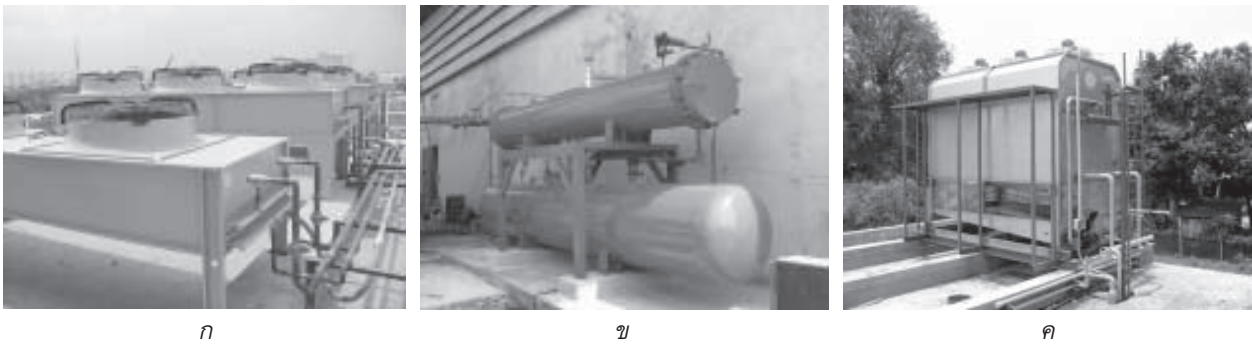
เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่จะนำความร้อนไปทิ้งให้น้อยที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ควรที่จะมีค่ามากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และค่าอุณหภูมิของตัวกลางทำความเย็นควรจะมีค่าต่ำที่สุดด้วย อีวาปอเรทีฟคอนเดนเซอร์จะมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนมากที่สุด เนื่องจากความร้อนจะถูกนำไปทิ้งที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ ยกตัวอย่างเช่น อากาศที่อุณหภูมิ 77°F (25°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 60% จะมีค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก 66°F (19°C) (ดูภาพที่ 6) อย่างไรก็ตามจะต้องมีการบำรุงรักษาเพื่อไม่ให้มีการเกิดตะไคร่น้ำขึ้นด้วย คอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำรวมกับ

บางชนิด (โดยเฉพาะแบบลูกสูบและแบบสกู) การเดินเครื่องแบบเต็มกำลัง (full load) จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการเดินเครื่องบางส่วน (part load) ดังนั้นเราจึงควรหลีกเลี่ยงที่จะใช้การเดินเครื่องแบบบางส่วนในการใช้งาน เทคโนโลยีการเดินเครื่องแบบปรับค่าความเร็วได้ และการปรับปรุงระบบควบคุมสามารถที่จะช่วยลดการใช้พลังงานได้ แต่ก็จะเป็นการเพิ่มเงินลงทุนเบื้องต้นในการเริ่มต้นติดตั้งระบบ

หอทำความเย็น (Cooling tower) สามารถทำอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของกระเปาะเปียก แต่จะมีส่วนของอุณหภูมิที่เพิ่มเข้ามา เพื่อให้สามารถนำความร้อนออกจากสารทำความเย็นไปที่น้ำได้ ดังนั้นอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่จะนำความร้อนไปทิ้งสำหรับระบบนี้จะมีค่าสูงกว่าเสมอ คอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศโดยทั่วไปแล้วจะมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดเนื่องจากความร้อนจะถูกนำไปทิ้งที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกหรืออุณหภูมิของน้ำนั่นเอง อย่างไรก็ตามสำหรับระบบทำความเย็นขนาดเล็กมักจะใช้ระบบนี้เนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่าและใช้การบำรุงรักษาที่น้อยกว่า



ภาพที่ 6 แผนภาพไซโครเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและเปียก



ภาพที่ 7 ก.คอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 ข.คอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ  
 ค.คอนเดนเซอร์ชนิดอีวาพอเรทีฟคอนเดนเซอร์

สิ่งสำคัญต้องไม่ลืมว่าในการใช้งานคอนเดนเซอร์ทุกประเภทนั้น จะต้องทำการบำรุงรักษาสภาพของคอนเดนเซอร์ให้สะอาดอยู่เสมอ คอนเดนเซอร์ที่ถ่ายเทความร้อนไปสู่สิ่งแวดล้อมที่ดีจะต้องสามารถที่จะป้องกันอากาศที่ถ่ายเทออกไปซึ่งมีอุณหภูมิสูงไหลย้อนกลับเข้าไปสู่ทางเข้าของคอนเดนเซอร์ด้วย และสำหรับระบบที่ทำงานในช่วงความดันด้านดูดที่มีค่าต่ำกว่าความดันบรรยากาศควรที่จะต้องมีติดตั้งระบบไล่อากาศด้วย เพื่อนำอากาศที่อาจจะหลุดปะปนเข้าไปในระบบออกมาจากสารทำความเย็นได้

### อุปกรณ์ลดความดัน

อุปกรณ์ลดความดันโดยทั่วไปแล้ว ต้องการความแตกต่างของความดันระดับหนึ่งเพื่อที่จะสามารถทำงานได้ ดังนั้นความดันควบแน่นจะต้องพยายามรักษาระดับไว้ให้มีค่าสูงพอเสมอ แล้วเดินเครื่องที่ระดับของอุณหภูมิอากาศต่ำ ความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นก็คือการที่เลือกใช้ Thermostatic expansion valve มาใช้งานเนื่องจากราคาถูก ทางเลือกที่ดีในการแก้ปัญหา ก็คือการเลือกใช้อุปกรณ์ลดความดันที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะเกิดความแม่นยำมากกว่า



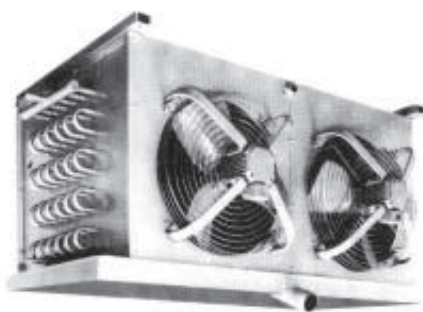
ภาพที่ 8 ภาพแสดง Thermostatic expansion valve ชนิดต่าง ๆ

## อีวาโปเรเตอร์

เช่นเดียวกับคอนเดนเซอร์ อีวาโปเรเตอร์ควรจะ ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ที่ผลต่างของ อุณหภูมิที่น้อยที่สุดเพื่อความประหยัดที่สุดด้วย ดังนั้นอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่จะใช้ในการดูด ความร้อนออกไปควรจะสูงที่สุดเท่าที่จะสามารถ ทำความเย็นให้ระบบตามที่ต้องการได้ การเพิ่มขึ้น ของอุณหภูมิด้านดูดนี้จะเป็นการลดขนาดของ คอมเพรสเซอร์ที่จะนำมาใช้งาน

เช่นเดียวกับขนาดของอีวาโปเรเตอร์ลักษณะ ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอีวาโปเรเตอร์เช่น การกระจาย ของสารทำความเย็น ความเร็ว การเพิ่มขึ้นของผิว แลกเปลี่ยนความร้อน ความเร็วลม (สำหรับระบบ ทำความเย็นอากาศ) ทุกอย่างมีความสำคัญซึ่งส่งผล กระทบกับประสิทธิภาพของการใช้พลังงานทั้งสิ้น ระบบทำความเย็นอากาศที่ทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า

จุดเยือกแข็งจะต้องทำการละลายน้ำแข็งอย่าง สม่ำเสมอเพื่อการรักษาประสิทธิภาพของการทำงาน การละลายน้ำแข็งด้วยไฟฟ้าจะเป็นการทำงานที่ง่าย แต่ประสิทธิภาพต่ำดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับระบบ เล็กๆ เท่านั้น การใช้การละลายน้ำแข็งด้วยไฟฟ้านั้นเท่ากับใช้ค่าใช้จ่ายเป็น 2 ครั้ง คือ หนึ่งค่าใช้จ่าย ที่จะนำเอาความร้อนเข้าไปในระบบทำความเย็น และสองค่าใช้จ่ายที่จะนำความร้อนนั้นออกมา ส่วน การละลายน้ำแข็งด้วยน้ำ การละลายน้ำแข็งด้วย แก๊สร้อนและการละลายน้ำแข็งโดยการหมุนเวียน ของของไหลอุณหภูมิสูงผ่านระบบทำความเย็น จะ ให้ประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะ เป็นระบบอะไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญในการทำให้ เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดก็คือจะต้องหลีกเลี่ยง การละลายน้ำแข็งที่ไม่จำเป็นในขณะที่ใช้งาน



Direct Expansion



Flooded

ภาพที่ 9 ภาพแสดงอีวาโปเรเตอร์ชนิดต่างๆ

## อุปกรณ์เชื่อมต่อท่อ

ประสิทธิภาพของการใช้งานมีโอกาสที่ลดลงได้ ถ้าเลือกใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อท่อผิดพลาด หรือการจัดวางตำแหน่งที่พลาดซึ่งอาจทำให้เกิดความดันตกคล่อมภายในท่อสูงเกินความจำเป็น หรือไปขัดขวางการไหลกลับของน้ำมัน

## ความสำคัญของการควบคุม

ระบบทำความเย็นที่ถูกออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ เป็นอย่างดีแล้ว จะยังไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าปราศจากความสอดคล้องกันของอุปกรณ์แต่ละตัวและระบบควบคุมที่เหมาะสม แต่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพก็ไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นเสมอไปที่จะนำมาพิจารณา เมื่อต้องการเลือกใช้ระบบควบคุมที่เหมาะสมกับการใช้งาน ถ้าเป็นไปได้เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด เราควรที่หลีกเลี่ยงการควบคุมระบบด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- การเลือกใช้สกรูคอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินไปโดยใช้สไลด์วาล์วขณะอันโหลด
- การบายพาสแก๊สร้อนของคอมเพรสเซอร์
- การใช้ throttling valves ระหว่างอีแวปอเรเตอร์และคอมเพรสเซอร์
- อีแวปอเรเตอร์ถูกควบคุมการทำงานโดยการทำให้มีสารทำความเย็นไม่เพียงพอ
- ละลายน้ำแข็งบ่อยๆ
- การควบคุมความดันเฮดของคอนเดนเซอร์ ยกเว้นจำเป็น

## สรุป

การปรับปรุงการทำงานของระบบทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้นไม่ใช่สิ่งที่ยาก และควรสนับสนุนเนื่องจากจะเกิดผลดีขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเลือกใช้ระหว่างค่าใช้จ่ายตั้งต้นของระบบ (Initial cost) และค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ของระบบ (Operating cost) ซึ่งก็มีหลายทางเลือกในการที่จะกระตุ้นให้ผู้ประกอบการเลือกที่จะใช้ระบบที่มีราคาถูกที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้ประกอบการไม่ต้องการที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของระบบด้วยราคาที่สูงกว่าตามมาตรฐานแล้วควรที่จะออกแบบอุปกรณ์ทุกตัวในระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รัฐบาลควรที่จะออกกฎหมายเพื่อที่จะทำการลงโทษเมื่อผู้ประกอบการเลือกใช้ระบบที่ใช้ค่าพลังงานเกินกว่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ และเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้งานรับประโยชน์มากขึ้นกว่าการลดลงของค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบ ถ้าสิ่งเหล่านี้ถูกผลักดันให้เป็นจริงขึ้นมาได้เชื่อแน่ว่าในระยะเวลายั่งยืนนี้เราสามารถที่จะลดการใช้พลังงานของระบบทำความเย็นลงได้อย่างน้อย 20%

## เอกสารอ้างอิง

ถอดความจาก S. Forbes Pearson, *How to improve energy efficiency in refrigerating equipment*, 17<sup>th</sup> Informatory Note on Refrigerating Technologies, INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION, November 2003

## ภาพประกอบจาก

Althouse, Turnquist, Bracciano, *Modern Refrigeration and Air Conditioning*

บริษัท กร้าซโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท มายคอม (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท แदनฟอสส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท พัฒน์กล จำกัด (มหาชน)