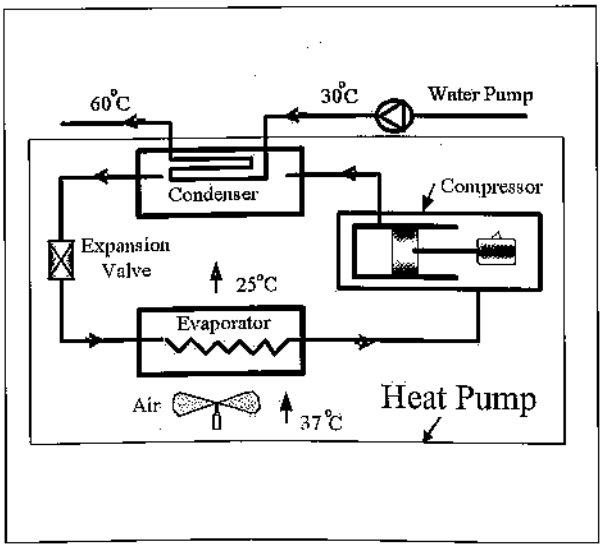
ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยฮีทปั๊ม

รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำน้ำร้อนจำเป็นต้องให้พลังงานกับน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อทำให้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานที่ใช้สามารถนำมาจากแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านไม้ น้ำมัน หรือก๊าซ เช่น การต้มน้ำในครัวเรือน และที่ได้จากพลังงานไฟฟ้าทั้งที่ได้โดยวิธีตรงและโดยวิธีอ้อม วิธีตรงจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นความร้อนโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านลวดทำความร้อนที่เรียกว่าฮีทเตอร์ทำให้ลวดมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เช่น เครื่องทำน้ำร้อนที่ใช้ในห้องอาบน้ำ ส่วนวิธีอ้อมจะป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับคอมเพรสเซอร์เพื่อดูดความร้อนจากแหล่งอุณหภูมิต่ำไปทิ้งที่แหล่งอุณหภูมิสูงกว่าจึงเรียกระบบนี้ว่าฮีทปั๊ม ซึ่งจะคล้ายกับปั๊มน้ำที่ดูดน้ำจากระดับต่ำไปส่งที่ระดับสูงกว่า การทำน้ำร้อนด้วยวิธีนี้นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าการใช้ฮีทเตอร์ไฟฟ้าอย่างมาก โดยทั่วไปฮีทเตอร์ใช้ไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์จะได้พลังงานความร้อน 1 กิโลวัตต์แต่ฮีทปั๊มใช้ไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์จะได้พลังงานความร้อน 3 กิโลวัตต์หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าฮีทเตอร์ถึง 3 เท่าหรือ 300% และถ้าสามารถใช้แหล่งพลังงานความเย็นที่อุณหภูมิต่ำให้เป็นประโยชน์ด้วยจะได้พลังงานความเย็นอีก 2 กิโลวัตต์จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่า

ระบบฮีทปั๊ม

ระบบฮีทปั๊มจะทำหน้าที่ขนส่งความร้อนจากอีวาพอเรเตอร์ไปทิ้งที่คอนเดนเซอร์ และเป็นระบบเดียวกันกับระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย 4 อุปกรณ์หลักที่สำคัญ คือ อีวาพอเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ และเอ็กแพนชั่นวาล์ว ต่อกันเป็นวงจรและมีสารทำความเย็น เช่น R22 ไหลอยู่ในวงจรเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการขนส่งความร้อนจากแหล่งอุณหภูมิต่ำไปทิ้งที่แหล่งอุณหภูมิสูง ดังแสดงตามรูปที่ 1 อีวาพอเรเตอร์ทำหน้าที่ระเหยสารทำความเย็น คอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่อัดไอสารทำความเย็นจากความดันต่ำที่อีวาพอเรเตอร์ไปที่ความดันสูงในคอนเดนเซอร์ คอนเดนเซอร์ทำหน้าที่กลั่นไอสารทำความเย็นเป็นของเหลว และเอ็กแพนชั่นวาล์วทำหน้าที่ลดความดันสูงเป็นความดันต่ำ



รูปที่ 1 ระบบฮีมปั๊ม

สารทำความเย็น

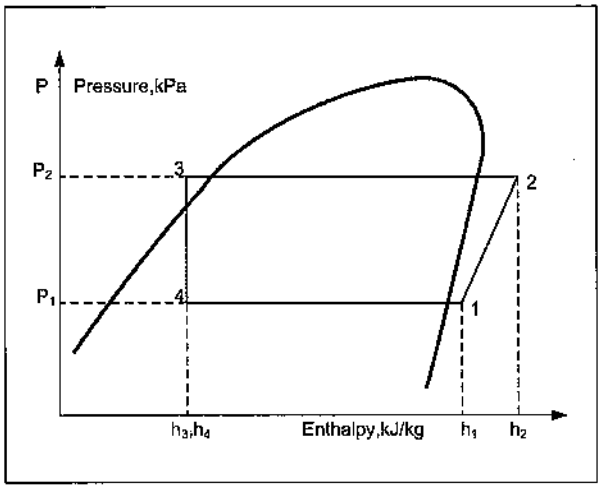
โดยทั่วไปสารทำความเย็นจะมีคุณสมบัติกลายเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำกว่าแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อสามารถดูดความร้อนจากแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำได้และต้องกลั่นตัวเป็นของเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่าแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงเพื่อสามารถระบายความร้อนสู่แหล่งที่มีอุณหภูมิสูงได้ เช่น ในระบบฮีทปั๊มตามรูปที่ 1 อากาศภายนอกมีอุณหภูมิ 37°C เมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำความเย็น R22 จะมีอุณหภูมิลดลงเป็น 25°C ดังนั้นสารทำความเย็นต้องมีอุณหภูมิอิ่มตัวต่ำกว่า 25°C เช่น 20°Cในทำนองเดียวกันน้ำร้อนที่ต้องการมีอุณหภูมิ 60°C สารทำความเย็นต้องมีอุณหภูมิอิ่มตัวสูงกว่า 60°C เช่น 65°C เป็นต้น

การทำงาน

การทำงานเริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดไอสารทำความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์อัดส่งไปที่คอนเดนเซอร์ ทำให้ความดันและอุณหภูมิในอีวาพอเรเตอร์ลดต่ำลง ความร้อนจากอากาศจะทำให้สารทำความเย็นเหลวกลายเป็นไอ ในขณะเดียวกันความดันและอุณหภูมิในคอนเดนเซอร์จะสูงขึ้น ความร้อนจากไอสารทำความเย็นจะถ่ายเทให้กับน้ำที่มาระบายความร้อนทำให้ไอสารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลวที่ความดันสูง เมื่อของเหลวไหลผ่านเอ็กแพนชั่นวาล์วความดันก็จะลดต่ำลงแล้วไหลกลับไปยังอีวาพอเรเตอร์เพื่อระเหยต่อไปหมุนเวียนเป็นวัฏจักรส่วนน้ำที่มาระบายความร้อนก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นน้ำร้อนเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

สมรรถนะ (ประสิทธิภาพ) การทำงาน

สมรรถนะการทำงานสามารถคำนวณได้จากพลังงานที่สภาวะต่างๆ ในวัฏจักรของสารทำความเย็น ซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ กระบวนการระเหยที่อีวาพอเรเตอร์ กระบวนการอัดที่คอมเพรสเซอร์ กระบวนการกลั่นที่คอนเดนเซอร์ และกระบวนการทรอทติ่งที่เอ็กแพนชั่นวาล์ว ดังแสดงด้วยแผนภูมิ P-H ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิ P-H ของสารทำความเย็น R22

สำหรับสารทำความเย็น R22

ที่จุด 1 มีอุณหภูมิ 17°C ความดัน 830 kPa พลังงานเอนทัลปี 313 kJ/kg

ที่จุด 2 มีอุณหภูมิ 89°C ความดัน 2700 kPa พลังงานเอนทัลปี 348 kJ/kg

ที่จุด 3 มีอุณหภูมิ 62°C ความดัน 2700 kPa พลังงานเอนทัลปี 180 kJ/kg

ที่จุด 4 มีอุณหภูมิ 17°C ความดัน 830 kPa พลังงานเอนทัลปี 180 kJ/kg

พลังงานความเย็น $= h_1-h_4$
$= 313-180$
$= 133$ kJ/kg

พลังงานความความร้อน $= h_2-h_3$
$= 348-180$
$= 168$ kJ/kg

งานที่ใช้ $= h_2-h_1$
$= 348-313$
$= 35$ kJ/kg

COP ความร้อน $= (h_2-h_3)/(h_2-h_1)$
$= 168/35$
$= 4.8$

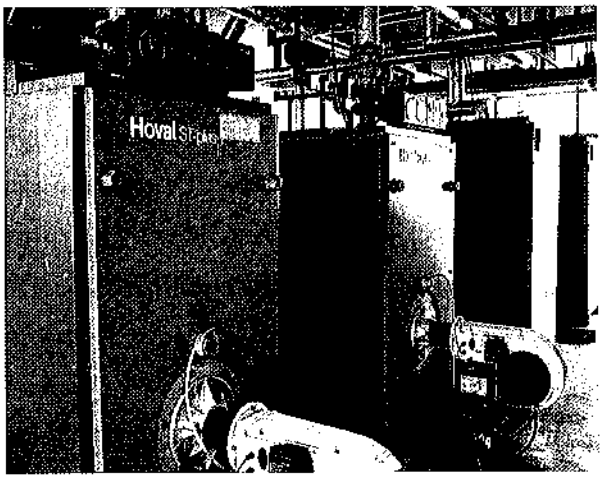
COP ความเย็น $= (h1-h4)/(h2-h1)$
$= 133/35 = 3.8$

COP ความร้อนและความเย็น $= (h2-h3+h1-h4)/(h2-h1)$
$= 301/35$
$= 8.6$

COP (coefficient of performance) เป็นอัตราส่วนของพลังงานความร้อนและหรือพลังงานความเย็นต่อ งานที่คอมเพรสเซอร์ต้องใช้ในการอัดไอในวัฏจักรสารทำความเย็นซึ่งถือเป็นค่าทางทฤษฎีโดยไม่รวมการสูญเสียความดันในอุปกรณ์ต่างๆ และประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ ในทางปฏิบัติค่า COP จะต่ำกว่าค่าในทางทฤษฎีนอกจากนี้ถ้ารวมพลังงานที่ต้องใช้ในการขับพัดลมระบายความร้อนด้วยจะใช้ค่า EER (Energy Efficiency Ratio) เป็นตัวบ่งชี้สมรรถนะหรือประสิทธิภาพในการทำงาน

กรณีตัวอย่างการใช้งาน

ระบบทำน้ำร้อนของโรงแรมแห่งหนึ่งใช้หม้อไอน้ำ (Boiler) 2 เครื่องซึ่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำ ให้แก่เครื่องทำน้ำร้อน (Calorifier) 2 ชุด ตามรูปที่ 3 โดยมีการป้อนน้ำเย็นเข้าเครื่องทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 30°C และได้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C โรงแรมมีอัตราการใช้น้ำร้อนเดือนละ 1,261 ลบ.ม. ต้องใช้น้ำมันดีเซล 4,602 ลิตร หรือ 3.65 ลิตรต่อน้ำร้อน 1 ลบ.ม. ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเดือนละ 100,982 บาท เมื่อติดตั้งฮีทปั๊มขนาดทำความร้อน 25 kw ซึ่งใช้ขนาดกำลังไฟฟ้า 6.4 kW จำนวน 2 ชุด สามารถผลิตน้ำร้อนรวมกันได้สูงสุดวันละ 34 ลบ.ม. เข้าไปเสริมพร้อมกับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 5,000 ลิตร จำนวน 1 ใบ ดังแสดงในรูปที่ 4 สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเดือนละ 60,220 บาท การติดตั้งระบบฮีทปั๊มใช้เงินลงทุน 1,348,000 บาท จะทำให้คุ้มทุนภายในเวลา 2 ปี ทั้งนี้ไม่ได้คิดอากาศเย็นที่นำไปทำความเย็นที่ห้องครัวด้วย



รูปที่ 3 หม้อไอน้ำและเครื่องทำน้ำร้อน

รูปที่ 4 ฮีทปั๊มและถังเก็บน้ำร้อนบนชั้นดาดฟ้าของโรงแรม