

## ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก การใช้ปั๊มความร้อนสำหรับการทำความร้อน (Heat Pump for Process Heating)

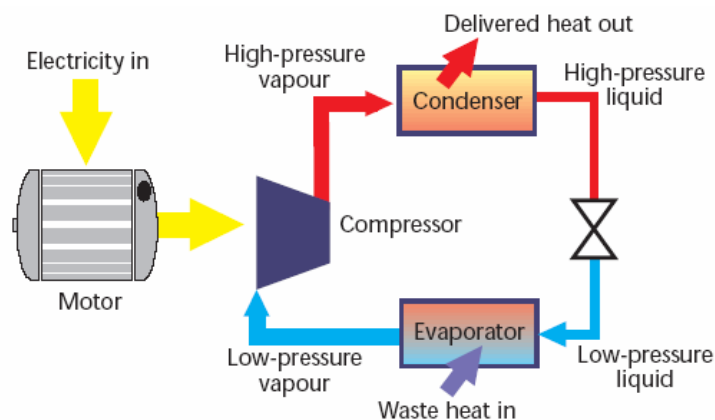
### 1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

#### ปั๊มความร้อน คืออะไร

ปั๊มความร้อน เป็นระบบที่มีวัฏจักรการทำงานทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่รู้จักกันว่า Carnot Cycle ซึ่งดึงความร้อนจากแหล่งความร้อนแล้วนำไปถ่ายเทในบริเวณที่ต้องการความร้อน หรือกล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือ การปั๊มความร้อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั่นเอง วัฏจักรการทำงานของปั๊มความร้อนมีลักษณะเช่นเดียวกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Mechanical Vapour Compression System) ต่างกันเพียงแต่ปั๊มความร้อนจะเลือกใช้ประโยชน์จากด้านความร้อนเป็นหลักและควบคุมอุณหภูมิด้านความร้อนแทนด้านความเย็น

ส่วนประกอบการทำงานหลักของปั๊มความร้อน ประกอบด้วย

- อีวาพอเรเตอร์ ทำหน้าที่ดึงความร้อนจากภายนอกเข้าสู่วงจรปั๊มความร้อน. โดยสารทำความเย็นที่ความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิกายนอกจะดึงความร้อนจากภายนอกและเปลี่ยนสถานะเป็นไอ
- คอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้สารทำความเย็นในสถานะไอที่อุณหภูมิต่ำให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอกและส่งต่อไปที่คอนเดนเซอร์
- คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากสารทำความเย็นที่ความดันและอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวที่ความดันสูงไหลต่อไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว
- เอ็กซ์แพนชันวาล์ว ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นเพื่อป้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์



รูปที่ 1.1: แสดงวัฏจักรการทำงานของปั๊มความร้อน<sup>(2)</sup>

จึงเห็นได้ว่าปั๊มความร้อนจะทำงานโดยใช้การหมุนเวียนของสารทำความเย็นเพื่อพาความร้อนจากแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำมาให้แก่ด้านที่ต้องการอุณหภูมิสูงได้ โดยใช้พลังงานจากคอมเพรสเซอร์ ความร้อนที่ได้จากปั๊มความร้อนจึงมีค่าเท่ากับ ความร้อนจากภายนอกผ่านอีวาพอเรเตอร์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์

### การประยุกต์ใช้ปั๊มความร้อนสำหรับการทำความร้อนในกระบวนการผลิต

จากหลักการทำงานของปั๊มความร้อนจะเห็นได้ว่าปั๊มความร้อนสามารถใช้ประโยชน์จากความร้อนจากแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ความร้อนในอากาศหรือแหล่งความร้อนสูญเสียซึ่งไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนตามปกติ มาทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนสามารถนำกลับมาใช้ได้

ในระบบปั๊มความร้อนทั่วไปซึ่งมีค่า COP (Heating) เท่ากับ 3 พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปที่คอมเพรสเซอร์เพียง 1 ส่วนสามารถสร้างความร้อนได้ถึง 3 ส่วน โดยพลังงานความร้อนอีก 2 ส่วนจะดึงมาจากอากาศภายนอกหรือความร้อนสูญเสียจากกระบวนการอื่นได้ ดังนั้นปั๊มความร้อนจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงสำหรับการทำความร้อน ได้แก่ การผลิตน้ำร้อนสำหรับกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในอาคาร รวมทั้งการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่างๆ

## 2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

เทคโนโลยีปั๊มความร้อนสามารถนำมาเปลี่ยนใช้แทนหม้อต้มน้ำหรือหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้า เพื่อผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 50 – 60 °C สำหรับกระบวนการผลิตหรือการใช้งานต่างๆในอาคาร และใช้ทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง ไอน้ำ หรือไฟฟ้า ในกระบวนการทำความร้อนหรือการอบแห้งผลิตภัณฑ์ เช่น พืชผลทางการเกษตร อาหาร ไม้ ที่มีอุณหภูมิไม่สูงนักประมาณไม่เกิน 60 °C ซึ่งเมื่อพิจารณาในแง่ประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การทำงาน (COP) แล้ว ปั๊มความร้อนโดยทั่วไปซึ่งมีค่า COP มากกว่า 3 จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าการผลิตความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันที่มีค่า COP ประมาณ 0.75 – 0.95 มาก

## 3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

จากผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของการใช้ปั๊มความร้อนในการผลิตความร้อน เปรียบเทียบกับการใช้หม้อต้มน้ำด้วยน้ำมันเตา LPG และไฟฟ้า<sup>(5)</sup> ปั๊มความร้อนมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้มากกว่า 60% โดยสามารถประเมินเปรียบเทียบในกรณีการผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 °C จากน้ำดิบอุณหภูมิ 27 °C ปริมาณ 16,000 ลิตรต่อวัน (เทียบเท่าปริมาณการใช้น้ำร้อนสำหรับโรงแรมขนาด 100 ห้อง) ดังนี้

พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำร้อน 448,000 กิโลแคลอรี

ประเภทหม้อต้มน้ำ	ประสิทธิภาพการให้ความร้อน	ปริมาณการใช้พลังงาน (kcal)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง
ด้วยน้ำมันเตา	60%	746,666	79 ลิตร/วัน
ด้วยก๊าซ LPG	70%	640,000	53 กก./วัน
ด้วยขดลวดไฟฟ้า	100%	448,000	520 kWh
ด้วยปั๊มความร้อน	300%	149,333	173 kWh

กรณี	การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพ การให้ความร้อน	ปริมาณพลังงาน ที่ประหยัดได้
เปลี่ยนจากน้ำมันเตาเป็นปั๊มความร้อน	จาก 60% เป็น 300%	80%
เปลี่ยนจาก LPG เป็นปั๊มความร้อน	จาก 70% เป็น 300%	76%
เปลี่ยนจากขดลวดไฟฟ้าเป็นปั๊มความร้อน	จาก 100% เป็น 300%	66%

ตารางที่ 3.1: แสดงศักยภาพการประหยัดพลังงานของปั๊มความร้อน<sup>(5)</sup>

นอกจากนี้จากข้อมูลการติดตั้งใช้งานปั๊มความร้อนในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยังแสดงถึงปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ซึ่งมากกว่า 30% ในหลายๆกระบวนการ<sup>(2)</sup>

#### 4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีปั๊มความร้อนเหมาะสำหรับการใช้ผลิตความร้อน ได้แก่ น้ำร้อน หรืออากาศร้อน สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม หรืออาคาร ในช่วงอุณหภูมิของการทำความร้อนไม่เกิน 60 °C ซึ่งเป็นช่วงที่ปั๊มความร้อนทำงานที่ประสิทธิภาพสูง โดยการผลิตความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้ปั๊มความร้อนมีประสิทธิภาพลดลงมาก รวมทั้งข้อจำกัดของคอมเพรสเซอร์ที่ไม่สามารถทำงานได้อุณหภูมิสูงกว่าช่วง 80 – 90 °C

#### 5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้แก่

- โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม
- โรงงานเคมี
- โรงงานสิ่งทอ
- โรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะ
- โรงงานอบแห้งไม้แปรรูป
- อาคารโรงแรม
- อาคารโรงพยาบาล
- ฯลฯ

## 6. ราคาของเทคโนโลยี

ราคาของระบบปั๊มความร้อนสำหรับการทำความร้อน จะขึ้นอยู่กับขนาดติดตั้งของระบบและประเภทการติดตั้งใช้งาน โดยจากข้อมูลผู้จำหน่ายระบบ<sup>(6)</sup> และกรณีศึกษาการติดตั้งในประเทศไทย<sup>(4) (5)</sup> ค่าใช้จ่ายของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแบบวงจรปิดจะอยู่ระหว่าง 12,000 – 28,000 บาทต่อกิโลวัตต์ความร้อนหรือ 3,500,000 – 8,200,000 บาทต่อ MMBtu

## 7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลจากกรณีศึกษาการติดตั้งในประเทศไทย<sup>(4) (5) (6)</sup> เทคโนโลยีการปั๊มความร้อนในการทำความร้อนสามารถให้ผลประหยัดซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 – 5 ปี ซึ่งในบางกรณีปั๊มความร้อนอาจให้ระยะเวลาคืนทุนไม่ถึง 1 ปี

## 8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีปั๊มความร้อนมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำอยู่ในระดับเดียวกับระบบเครื่องปรับอากาศทั่วไป

## 9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พพ. ประมาณการว่ามีการนำเทคโนโลยีการลดความชื้นด้วยสารดูดความชื้นเหลวไปประยุกต์ใช้แล้วกับสถานประกอบการประมาณไม่เกิน 4% ของจำนวนสถานประกอบการที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ (ประมาณ 100 แห่งจาก 2,741 แห่ง)

โดยเมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ในกลุ่มอุตสาหกรรมและอาคารที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 9,797 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศในปี 2549<sup>(7)</sup> และจากการประมาณการในกรณีที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้ นำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 19,594 ล้านบาท

## 10. ตัวอย่างกรณีศึกษา <sup>(3)</sup>

กรณีศึกษา:	โรงแรม The Royal City
ประเภทอาคาร:	โรงแรมขนาดห้องพัก 400 ห้อง
การใช้เทคโนโลยี:	ติดตั้งระบบปั๊มความร้อนเพื่อทำน้ำร้อนแทนการใช้หม้อไอน้ำเดิมซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง
เงินลงทุน:	1,120,000 บาท (ระบบปั๊มความร้อนขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้า 5.25 kW ซึ่งมีอัตราการทำน้ำร้อนได้ 861 ลิตรต่อชั่วโมง รองรับภาระการใช้น้ำร้อนได้ 20,000 ลิตรต่อวัน ทำงานร่วมกับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 13,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง)
ผลประหยัดพลังงาน:	น้ำมันเตา 70,273 ลิตร/ปี (2,795 GJ/ปี) ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 37,405 kWh/ปี (135 GJ/ปี)
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	517,412 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	-
ระยะเวลาคืนทุน:	2.16 ปี
กรณีศึกษา:	โรงแรม Mike
ประเภทอาคาร:	โรงแรมขนาดห้องพัก 110 ห้อง
การใช้เทคโนโลยี:	ติดตั้งระบบปั๊มความร้อนเพื่อทำน้ำร้อนแทนการใช้หม้อทำน้ำร้อนเดิมซึ่งใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง
เงินลงทุน:	557,000 บาท (ระบบปั๊มความร้อนขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้า 11 kW ซึ่งมีอัตราการทำน้ำร้อนได้ 1,200 ลิตรต่อชั่วโมง พร้อมถังเก็บน้ำร้อนขนาด 3,000 ลิตร)
ผลประหยัดพลังงาน:	LPG 17,520 kg/ปี (880 GJ/ปี) ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 54,073 kWh/ปี (195 GJ/ปี)
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	131,351 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	-
ระยะเวลาคืนทุน:	4.24 ปี
กรณีศึกษา:	จากรายงาน Energy Audit โรงงานประกอบรถยนต์
ประเภทอาคาร:	โรงงานประกอบรถยนต์
การใช้เทคโนโลยี:	ติดตั้งระบบปั๊มความร้อนเพื่อทำน้ำร้อนแทนการใช้หม้อไอน้ำเดิมซึ่งใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง
เงินลงทุน:	420,000 บาท (ระบบปั๊มความร้อนขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้า 7.8 kW ซึ่งมีอัตราการทำน้ำร้อนได้ 700 ลิตรต่อชั่วโมง)
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	180,181 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	-
ระยะเวลาคืนทุน:	2.32 ปี

## 11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- (1) Energy Efficiency: A Guide to Current and Emerging Technologies, Volume 2 Part 8 Chapter 3: Heat Pump and Related Plant, Centre for Advanced Engineering, New Zealand, 1996.
- (2) Industrial Heat Pump, A Means to Mitigate Global Industrial Emissions, Heat Pump Programme, IEA, OECD, 1995.
- (3) Industrial Heat Pumps for Steam and Fuel Savings, Industrial Technologies Program, U.S. Department of Energy, 2003.
- (4) กรณีศึกษา 017 การใช้ปั๊มความร้อน (Heat Pump), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547
- (5) รายงานโครงการส่งเสริมการใช้ Heat Pump ในสถานประกอบการโรงแรม, มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย)
- (6) การใช้ปั๊มความร้อนในขบวนการทางอุตสาหกรรม, นายปรเมธ ประเสริฐยิ่ง วท.485
- (7) รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2549, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน