

บทความทั่วไป

โดย ดร. ชัชวาลย์ ชัยชนะ และนิธิพร ไชยญาติ
รองผู้อำนวยการและวิศวกร สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การนำน้ำพุร้อนมาประยุกต์ใช้ กับห้องเย็นและห้องอบแห้ง



ปัจจุบันพลังงานทดแทนได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และอื่นๆ หนึ่งในจำนวนพลังงานทดแทนที่ประเทศไทยมีศักยภาพ ในการนำมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างสูงนั่นก็คือ พลังงานความร้อนใต้พิภพหรือน้ำพุร้อน (มากกว่า 100 แหล่งทั่วประเทศ) ตัวอย่างการนำน้ำพุร้อนไปใช้ประโยชน์ที่มีให้เห็นในปัจจุบันคือการนำ น้ำพุร้อนไปผลิตกระแสไฟฟ้าที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับในบทความนี้จะขอแนะนำเสนอ การนำน้ำพุร้อนไปประ- ยุคต์ใช้กับห้องเย็นและห้องอบแห้ง

สาเหตุที่นำเสนองานนำน้ำพุร้อนมาประยุกต์ใช้กับห้องเย็นและห้องอบแห้งนั้น เพราะแหล่งน้ำพุร้อนในประเทศไทยโดยส่วนมากมีอุณหภูมิเฉลี่ยไม่สูงนัก (70 - 90 องศาเซลเซียส) ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปเป็นแหล่งพลังงานให้แก่ห้องเย็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึมและห้องอบแห้ง แต่ไม่เหมาะสำหรับนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นต้องการน้ำพุร้อนที่มีอัตราการไหลสูงและอุณหภูมิสูง (มากกว่า 120 องศาเซลเซียส)

การนำน้ำพุร้อนมาประยุกต์ใช้กับห้องเย็น

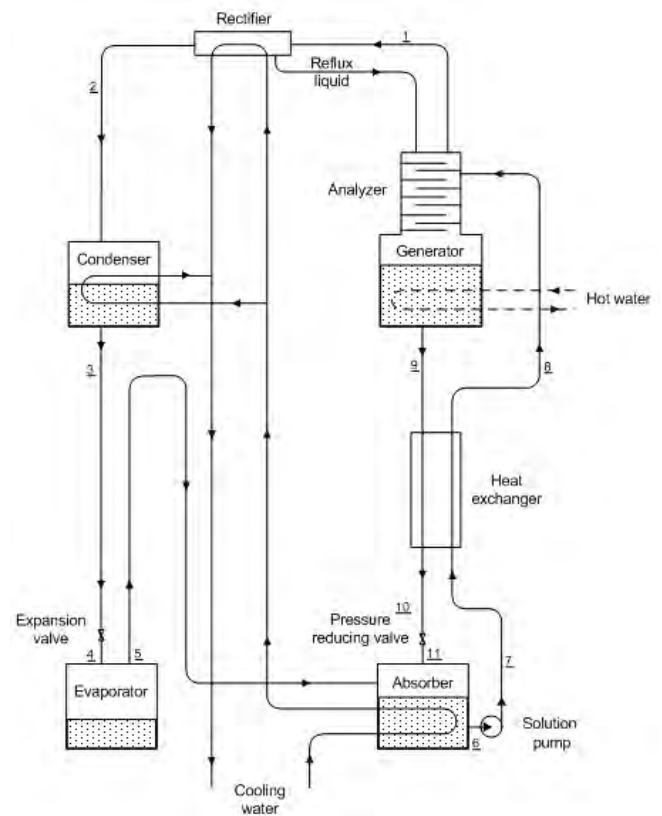
ห้องเย็นที่นำน้ำพุร้อนมาเป็นแหล่งพลังงานนั้น ใช้ระบบการทำงานที่เรียกว่า ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration Cycle) ซึ่งระบบการทำงานแบบดูดซึมมีลักษณะคล้ายกับการทำความเย็นแบบปกติ ที่ใช้หลักการอัดไอน้ำยาทำความเย็น โดยใช้คอมเพรสเซอร์ (Compressor) กล่าวคือมีคอนเดนเซอร์ (Condenser) อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) และใช้สารทำความเย็นคือแอมโมเนีย ซึ่งสามารถกลายเป็นไอได้ที่ความดันต่ำ ๆ ในตัวอีวาโปเรเตอร์ โดยการดูดความร้อนจากบริเวณภายในห้องเย็น

ข้อแตกต่างหลักระหว่างวัฏจักรทำความเย็นแบบดูดซึมกับวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอน้ำมีอยู่ 2 ประการคือ

- จะใช้ตัวเจนนเอเรเตอร์ (Generator) และตัวแอบซอร์เบอร์ (Absorber) เป็นตัวทำให้น้ำยาทำความเย็นไหลในวัฏจักรแทนการใช้เครื่องอัดไอหรือคอมเพรสเซอร์ในวัฏจักรโดยทั่วไป

- พลังงานที่ใช้ในตัวเจนนเอเรเตอร์และตัวแอบซอร์เบอร์จะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนแทนที่จะอยู่ในรูปของพลังงานกลที่ให้กับเครื่องอัดไอในวัฏจักรโดยทั่วไป

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบทำความเย็นแบบดูดซึมต้องการพลังงานในรูปของพลังงานความร้อนจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้กับแหล่งพลังงานความร้อนโดยทั่วไปเช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันหรือแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนเหลือทิ้งจากโรงงาน หรือพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น



รูปที่ 1 วัฏจักรการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

วัฏจักรการทำงานแบบดูดซึมนั้นจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 5 ตัวด้วยกันดังรูปที่ 1 คือ

- อีวาโปเรเตอร์เพื่อดูดความร้อนออกจากห้องเย็นโดยไอน้ำยาทำความเย็น
- คอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อนออกสู่สภาวะภายนอก
- เจนนเอเรเตอร์เพื่อถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนทำให้น้ำยาทำความเย็นกลายเป็นไอ
- แอบซอร์เบอร์เพื่อดูดไอน้ำยาทำความเย็นที่ไหลออกมาจากอีวาโปเรเตอร์ให้กลายเป็นสารละลาย
- ปั๊มสารเคมีเพื่อเพิ่มความดันและดูดสารละลายแอมโมเนีย-น้ำจากแอบซอร์เบอร์ไปยังเจนนเอเรเตอร์

สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งในเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมคือ สารทำความเย็นที่ใช้มีลักษณะเป็นสารละลายและในปัจจุบันสารทำความเย็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปนั้น มีอยู่ 2 ประเภทคือ

ก. ระบบการทำความเย็นโดยใช้สารละลายแอมโมเนีย-น้ำ (ammonia-water) จะใช้แอมโมเนียเป็นน้ำยาทำความเย็นและน้ำเป็นตัวดูดซึมสารละลายนี้ เหมาะกับระบบทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสหรือใกล้เคียง 0 องศาเซลเซียส (-30 องศาเซลเซียส ถึง 10 องศาเซลเซียส)

ข. ระบบการทำความเย็นโดยใช้สารละลายน้ำ-ลิเทียมโบรไมด์ (water-lithiumbromide) จะใช้น้ำเป็นน้ำยาทำความเย็นและลิเทียมโบรไมด์เป็นตัวดูดซึม ระบบนี้เหมาะกับระบบทำความเย็นเพื่อการปรับอากาศโดยทั่วไป (10 องศาเซลเซียสถึง 25 องศาเซลเซียส)

สำหรับการนำน้ำพุร้อนมาประยุกต์ใช้กับห้องเย็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึมนั้น ต้องการอุณหภูมิภายในห้องเย็นที่ค่อนข้างต่ำ เพื่อรักษาความสดของสิ่งที่แช่เย็นภายในห้อง (ประมาณ 0-5 องศาเซลเซียส) ดังนั้นคู่สารทำความเย็นที่ใช้ภายในระบบต้องเป็นสารละลายแอมโมเนีย-น้ำ

ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมโดยสารละลายแอมโมเนีย-น้ำ

ระบบการทำความเย็น โดยใช้สารละลายแอมโมเนีย-น้ำนั้น เป็นระบบทำความเย็นที่เหมาะสมกับห้องเย็นหรือการทำความเย็นที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสแต่เนื่องจากน้ำ ซึ่งเป็นตัวดูดซึมในระบบดังกล่าวเป็นสารที่สามารถกลายเป็นไอได้ ดังนั้นในตัวเจนเนอเรเตอร์เมื่อสารละลายได้รับความร้อนแล้วจะทำให้ทั้งแอมโมเนียและน้ำกลายเป็นไอจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นมาคือ อนาไลเซอร์ (analyzer) และเรกติไฟเออร์ (rectifier) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวดักไอน้ำที่ออกจากตัวเจนเนอเรเตอร์ โดยทำให้ไอน้ำดังกล่าวควบแน่นแล้วไหลกลับเข้ามายังตัวเจนเนอเรเตอร์

หลักการการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมอธิบายได้ดังรูปที่ 1 น้ำพุร้อนไหลเข้าเจนเนอเรเตอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับสารละลายแอมโมเนีย-น้ำ แอมโมเนียที่มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำจะระเหยกลายเป็นไอ แอมโมเนียไหลออกจากตัวเจนเนอเรเตอร์ แต่แอมโมเนียที่ระเหยออกไปนั้นมีไอน้ำบางส่วนปะปนไปด้วย (95 % แอมโมเนีย)

แต่ระบบต้องการแอมโมเนียที่มีความบริสุทธิ์มากที่สุด เพื่อให้เป็นสารทำความเย็น ดังนั้นจึงต้องมีอนาไลเซอร์ (หอกลั่นลำดับส่วน) เพื่อแยกไอแอมโมเนียออกจากไอน้ำ ไอแอมโมเนียที่ได้ (จุดที่ 1) ยังคงมีไอน้ำปนอยู่เล็กน้อย (99.5%แอมโมเนีย) จะไหลเข้าไปยังตัวเรกติไฟเออร์ ซึ่งไอน้ำและแอมโมเนียบางส่วนจะควบแน่นแล้วไหลกลับไปยังเจนเนอเรเตอร์ ซึ่งทำให้ได้ไอแอมโมเนียที่มีความบริสุทธิ์เกือบ 100% ไอแอมโมเนียที่ได้นี้ (จุดที่ 2) จะไหลไปยังคอนเดนเซอร์แล้วควบแน่นกลายเป็นแอมโมเนียเหลว (จุดที่ 3) จากนั้นจะไหลผ่านวาล์วลดความดัน (จุดที่ 4) เข้าไปในตัวอีแวปอเรเตอร์ ซึ่งแอมโมเนียเหลวจะรับความร้อนจากห้องเย็นทำให้กลายเป็นไอแอมโมเนีย (จุดที่ 5) แล้วไหลเข้าไปยังตัวแอบซอร์พเบอร์ ซึ่งไอแอมโมเนียดังกล่าวจะถูกดูดซึมร่วมกับสารละลายความเข้มข้นแอมโมเนียต่ำที่กลับมาจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้กลายเป็นสารละลายความเข้มข้นแอมโมเนียสูง สารละลายดังกล่าวที่มีความเข้มข้นแอมโมเนียสูง (จุดที่ 6) จะถูกบีบเพื่อเพิ่มความดันไปยังเจนเนอเรเตอร์ โดยผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (จุดที่ 7) ภายในตัวเจนเนอเรเตอร์เนื่องจากแอมโมเนีย

ในสารละลายระเหยกลายเป็นไอทำให้เหลือสารละลายความเข้มข้นแอมโมเนียต่ำ ซึ่งสารละลายดังกล่าวจะถูกส่งกลับมายังตัวแอบซอร์พเบอร์ (จุดที่ 9) โดยถ่ายเทความร้อนให้กับสารละลายเข้มข้นสูงในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (จุดที่ 10) จากนั้นจะผ่านวาล์วลดความดัน (จุดที่ 11) แล้วไหลเข้าไปยังแอบซอร์พเบอร์เพื่อดูดซึมไอแอมโมเนียต่อไป

สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการออกแบบและก่อสร้างห้องเย็นที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม ณ แหล่งน้ำพุร้อนป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงรายที่เกิดจากการขุดเจาะขึ้นมาใหม่ มีความลึกของหลุมเจาะลงไปในผิวดิน 56 เมตร อัตราการไหลของน้ำพุร้อนประมาณ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และมีอุณหภูมิน้ำพุร้อนโดยเฉลี่ย 90 องศาเซลเซียส

ห้องเย็นที่ได้ทำการออกแบบและก่อสร้างมีขนาด 3.6 x 3.6 x 3 เมตร ผนังและเพดานทำจากฉนวนกันความร้อนขนาดความจุของห้อง 5 ตัน (5000 กิโลกรัม) ความสามารถในการทำความเย็น 2.5 ตันความเย็นสามารถทำอุณหภูมิได้ 4 องศาเซลเซียส รายละเอียดห้องเย็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึมแสดงดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า สามารถลดอุณหภูมิของห้องเย็นลงไปได้ถึง -2 องศาเซลเซียส ในขณะที่ห้องไม่มีภาวะความเย็น



รูปที่2 เครื่องทำความเย็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

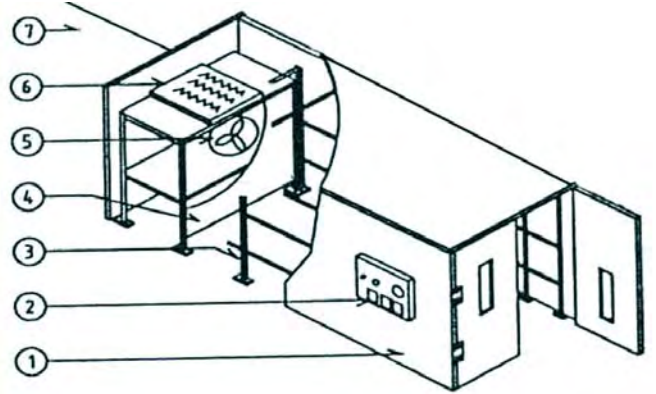


รูปที่3 แผงฮีทเอ็กซ์เชนเจอร์ภายในห้องเย็น(ที่อุณหภูมิภายในห้อง -2 องศาเซลเซียส)

การนำน้ำพุร้อนมาประยุกต์ใช้กับห้องอบแห้ง

การอบแห้ง โดยปกติเชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่ห้องอบแห้งนั้นคือถ่านหิน ฟืน และอื่นๆ ซึ่งโอสเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านั้น จะก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมและในขั้นตอนการอบแห้งต้องใช้แรงงานในการเติมเชื้อเพลิงตลอดเวลา แต่ในการนำน้ำพุร้อนมาใช้เป็นแหล่งความร้อนให้แก่ห้องอบแห้งนั้น สามารถลดปัญหาสิ่ง-

แวดล้อมที่กล่าวมาลงได้ และในขั้นตอนการอบแห้งไม่ต้องใช้แรงงานในการเติมเชื้อเพลิงอีกด้วย ส่วนน้ำพุร้อนที่เหลือจากการใช้งานและมีอุณหภูมิสูงอยู่ (ประมาณ 70 องศาเซลเซียส) ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้เช่น นำไปเข้าห้องอาบน้ำแร่ หรือนำไปต้มไข่และหน่อไม้ให้แก่ชาวบ้าน ห้องอบแห้งที่นำน้ำพุร้อนมาเป็นแหล่งพลังงานให้กับห้องอบแห้งนั้น ใช้ระบบการทำงานที่เรียกว่า ระบบอบแห้งแบบรวมศูนย์



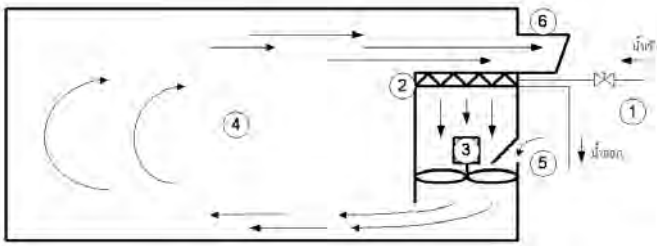
รูปที่4 รายละเอียดการจัดวางอุปกรณ์ระบบอบแห้งแบบรวมศูนย์

หมายเหตุ

1. ผนังห้องอบแห้ง
2. ระบบไฟฟ้าและความคุมอุณหภูมิ
3. โครงเหล็กภายในห้อง
4. ผนังแจกลม
5. พัดลมและมอเตอร์
6. แผงแลกเปลี่ยนความร้อน
7. ท่อนำน้ำพุร้อนเข้าสู่แผงแลกเปลี่ยนความร้อน

ระบบอบแห้งแบบรวมศูนย์มีรายละเอียด การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ ระบบใช้น้ำพุร้อนเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน น้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูง จะส่งผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับอากาศภายในห้องอบแห้ง ให้มีอุณหภูมิสูง จากนั้นพัดลมและมอเตอร์จะทำหน้าที่ส่งลมร้อนให้หมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง ผนังแจกลมทำหน้าที่แยกอากาศที่ใช้ในการอบแห้งออกจากอากาศชั้น ที่ต้องผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อนและอากาศแห้งก่อนเข้าทำการอบแห้ง โครงเหล็กภายในห้องทำหน้าที่เป็นตัวรองรับน้ำหนักของพืช ผลทางการเกษตรและชุดควบคุมไฟฟ้า และอุณหภูมิทำหน้าที่

ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง



รูปที่ 5 แสดงการหมุนเวียนลมภายในห้องอบแห้ง

หมายเหตุ

1. ชุดวาล์วควบคุมน้ำร้อน
2. ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน
3. พัดลม
4. พื้นที่อบพืชผลการเกษตร
5. ปล่องพัดลม
6. ปล่องคอยล์ร้อน

ในรูปที่ 5 แสดงการไหลเวียนของลมร้อนภายในห้องอบแห้ง โดยนำน้ำร้อนผ่านวาล์วควบคุม (1) เปิดให้น้ำร้อนผ่านเข้าชุดแลกเปลี่ยนความร้อน (2) แล้วไหลกลับออกไปทิ้งลมจากพัดลม (3) จะผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้อากาศร้อนขึ้นแล้วจึงเป่าเข้าพื้นที่อบแห้ง (4) ผ่านพืชผลทางการเกษตรที่ต้องการอบ การระบายความชื้นในช่วงนี้ได้จากการนำอากาศภายนอกที่มีความชื้นน้อยเข้ามาทางช่องปล่องพัดลม (5) เข้ามาแทนที่อากาศภายในที่มีความชื้นมาก ซึ่งจะถูกดันออกทางปล่องคอยล์ร้อน (6) ด้านบน

ห้องอบแห้งที่ทางสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการออกแบบและก่อสร้าง ณ แหล่งน้ำพุร้อนป่าตองนั้นมีขนาด 3.6x4.3x3 เมตร ขนาดความจุของห้อง 3 ตัน (3000 กิโลกรัม) ความสามารถในการอบแห้ง สามารถทำอุณหภูมิสูงสุดได้ 93 องศาเซลเซียสภายใน 1.5 ชั่วโมง (ห้องเปล่า) และความเร็วลมภายในห้องที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนให้กับพืชผลทางการเกษตร มีค่าสูงถึง 20,000 cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ซึ่งสามารถอบแห้งพืชผลทางการเกษตรได้หลายชนิด รายละเอียดห้องอบแห้ง ระบบอบแห้งแบบรวมศูนย์แสดงดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 ระบบท่อของห้องอบแห้งแบบรวมศูนย์



รูปที่ 7 ภายในห้องอบแห้งแบบรวมศูนย์



รูปที่ 8 ภาพโดยรวมของห้องเย็นและห้องอบแห้ง

ในปี พ.ศ. 2549 นี้ สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะได้จัดการฝึกอบรมการใช้ห้องเย็นและห้องอบแห้งให้แก่บุคลากรของอบต.ป่าตอง เพื่อให้สามารถใช้งานห้องทั้งสองได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การฝึกอบรมยังจะรวมไปถึงการบำรุงรักษาและการบริหารจัดการห้องทั้งสอง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแหล่งสาธิตการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนแนวใหม่ และใช้เป็นแหล่งดูงานของผู้ที่สนใจตลอดจนนักเรียนนักศึกษาต่อไป