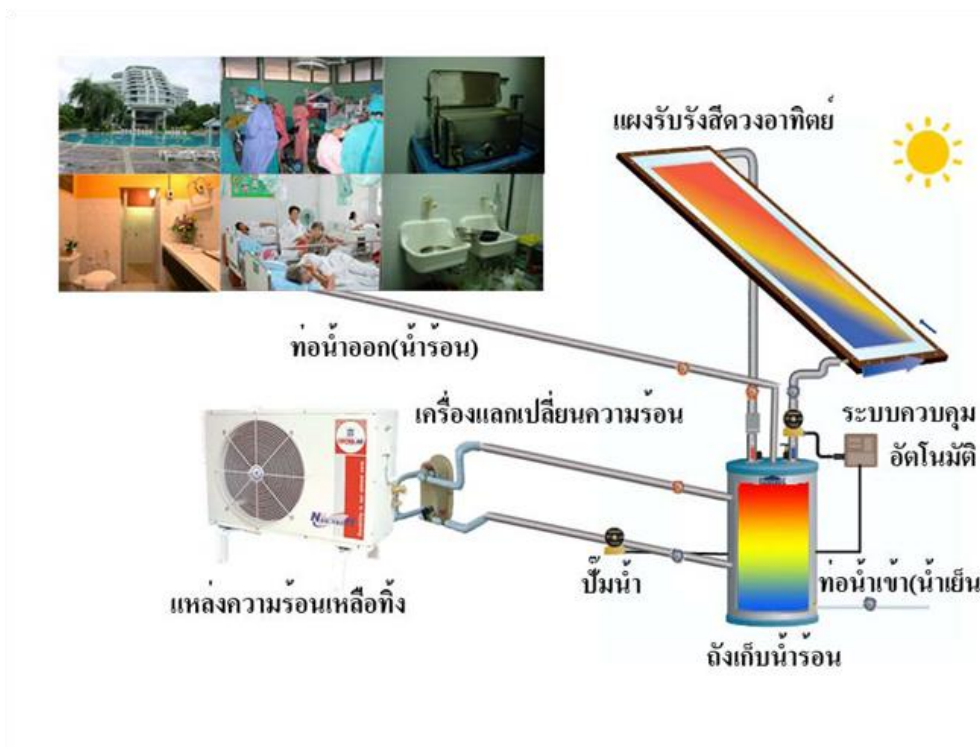


ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานความร้อนเหลือทิ้ง

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนได้โดยใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (Solar collector) ซึ่งตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency) อยู่ระหว่าง 40-60 % แต่เนื่องจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีอุปสรรคในส่วนของเงินทุนด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ยังมีราคาสูง และมีจำนวนชั่วโมงการทำงานที่สั้นกว่าพลังงานชนิดอื่น ๆ ส่งผลให้การคืนทุนช้ากว่าการใช้เทคโนโลยีชนิดอื่น ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยทำให้เอาชนะอุปสรรคนี้ได้คือ การหาแหล่งพลังงานอื่นมาช่วยในการผลิตน้ำร้อน เนื่องจากในสถานประกอบการแต่ละแห่งมีแหล่งพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งอาจมาจากการทำงานของชุดระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ และตู้แช่ รวมถึงความร้อนจาก ปล่องไอเสียของ หม้อไอน้ำ (Boiler) ดังนั้น หากสามารถนำแหล่งพลังงานเหล่านี้มาใช้ในการผลิตน้ำร้อนร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้ระยะเวลาคืนทุนของระบบสั้นลงและเหมาะสมคุ้มค่ากับการลงทุน ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศ ดังรูปที่ 1 มีหลักการทำงานกล่าวคือ ที่ถังเก็บน้ำร้อนของระบบ น้ำร้อนที่ได้จากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จะไปผสมผสานกับน้ำร้อนที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็นในด้านคอยล์ร้อนของระบบปรับอากาศผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนดังรูป



รูปที่ 1 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศ

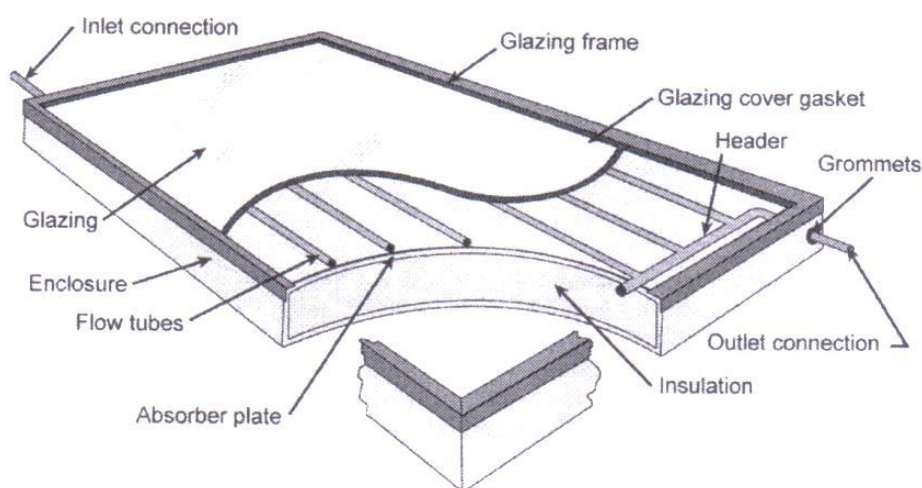
ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (Solar collectors)

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ทำหน้าที่รับพลังงานแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนให้เป็นพลังงานความร้อน ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

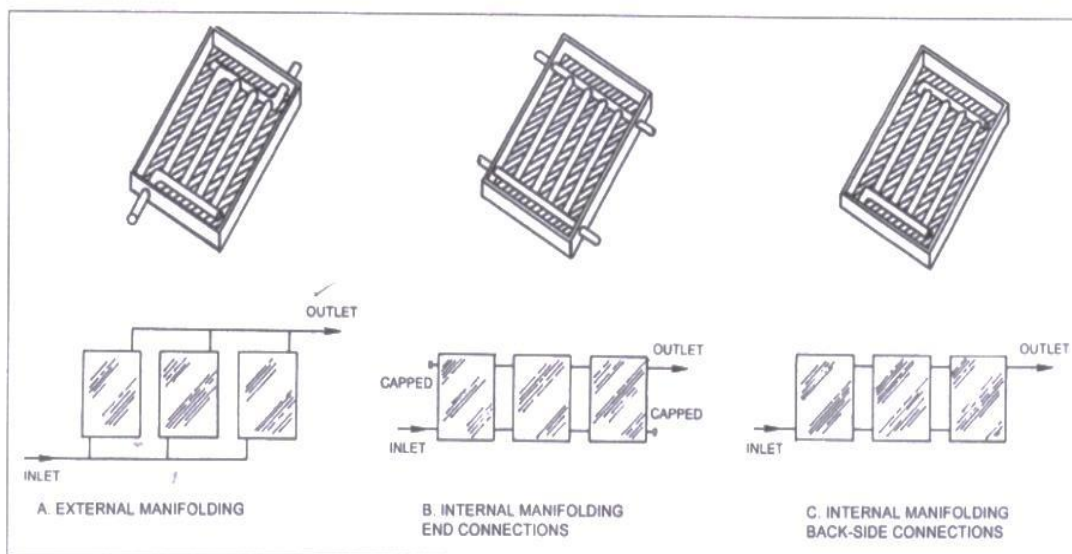
(1) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat plate collector)

ใช้รับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทำน้ำร้อนอุณหภูมิปานกลาง ประมาณ 40-90 °C ส่วนมากตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะใช้กระจกเป็นวัสดุให้แสงผ่านและกั้นแสงรังสีคลื่นยาวสะท้อนออกจากแผง ภายในประกอบด้วยตัวดูดซับพลังงานที่เรียกว่า absorber ซึ่งทำจากแผ่นโลหะเคลือบสีดำ ที่ทำจากวัสดุพิเศษเพื่อเพิ่มการดูดซับรังสี และมีท่อสำหรับให้น้ำหรือของเหลวอื่นที่ได้รับความร้อนจาก absorber วัสดุที่ใช้ทำท่อในตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ต้องทำจากวัสดุที่นำความร้อนได้สูง เช่น ทองแดง อลูมิเนียม และเหล็ก ลักษณะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แสดงในรูปที่ 2

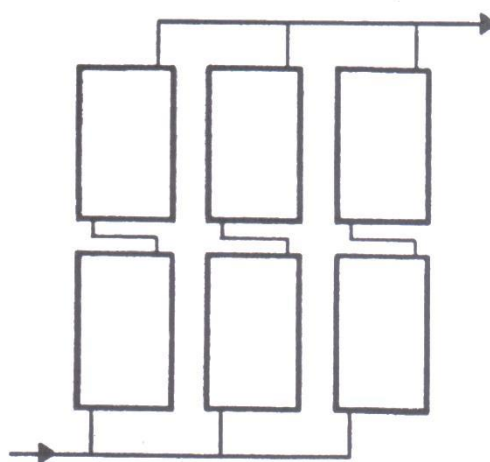


รูปที่ 2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat plate collector)

ในระบบรับแสงอาทิตย์ มักจะต้องใช้จำนวนแผงหลายชุดต่อกัน ลักษณะการต่อชุดตัวเก็บรังสีแสงเรียกว่า modules ซึ่งมีลักษณะการต่อได้ 2 รูปแบบคือ การไหลแบบขนาน (Parallel flow) และ การไหลแบบผสมระหว่างแบบอนุกรมและขนาน (Combined series-parallel flow) ลักษณะการต่อแบบขนาน จะมีการใช้มากที่สุดเพราะสามารถจัดให้สมดุลได้ง่าย มีการสูญเสียเนื่องจากความดันน้อย (Low pressure loss) และสามารถถ่ายน้ำออกจากระบบแผงได้สะดวก ลักษณะการต่อชุดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ทั้งสองแบบ แสดงในรูปที่ 3 และ 4



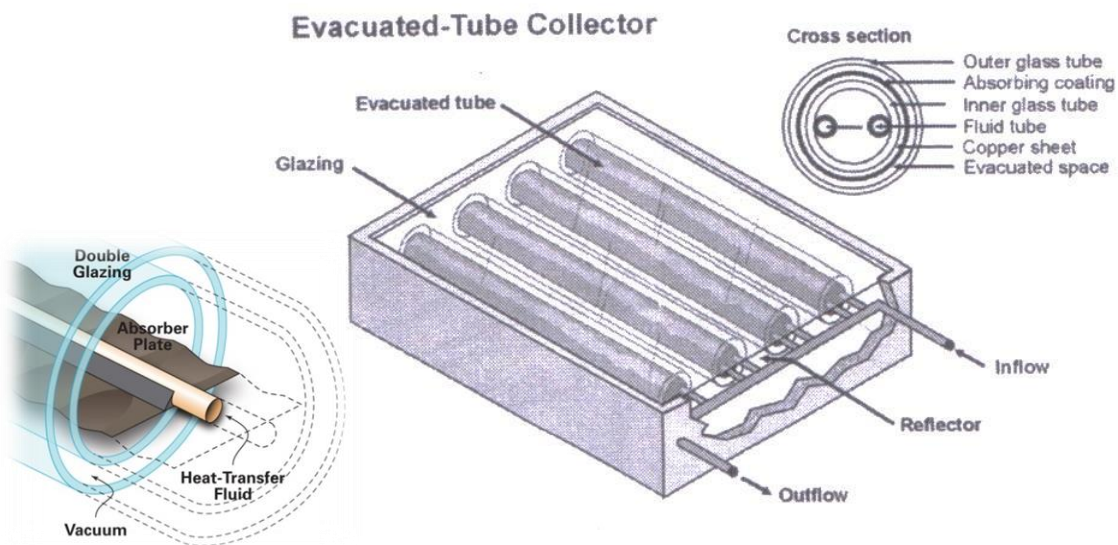
รูปที่ 3 การต่อชุดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ แบบขนาน (Parallel flow modules)



รูปที่ 4 การต่อชุดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ผสม (Combined series-parallel flow)

(2) ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ (Vacuum-tube collector)

ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบนี้ออกแบบ เพื่อให้สามารถทำอุณหภูมิของน้ำร้อนได้สูงถึง 200 °C โดยมีส่วนประกอบคือ ท่อแก้วสุญญากาศ ที่ทำหน้าที่ทั้งเป็นพื้นที่รับแสงและฉนวน นอกจากนี้ ภายในท่อจะมีพื้นผิวทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ (Absorber) ท่อดูดซับนี้จะถูกล้อมรอบด้วยสุญญากาศ ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากระบบ ลักษณะของ Vacuum-tube collector แสดงในรูปที่ 5

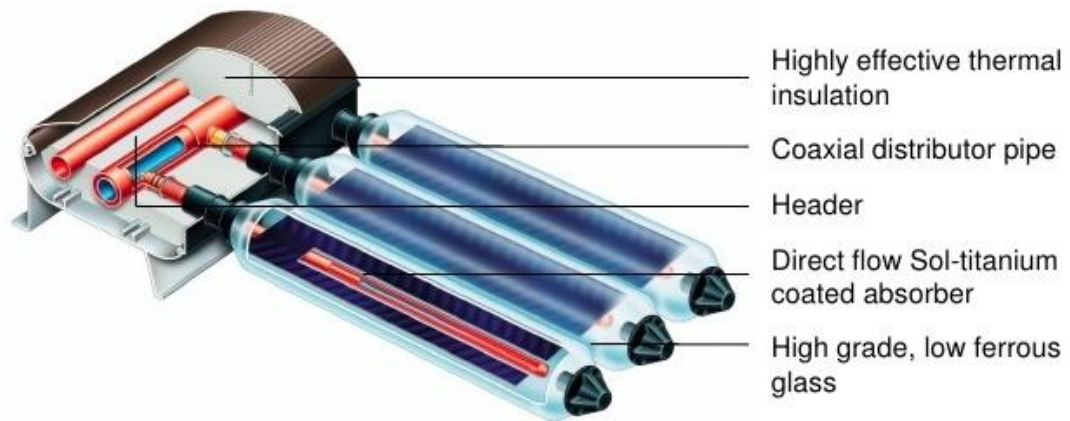


รูปที่ 5 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ Vacuum-tube collector

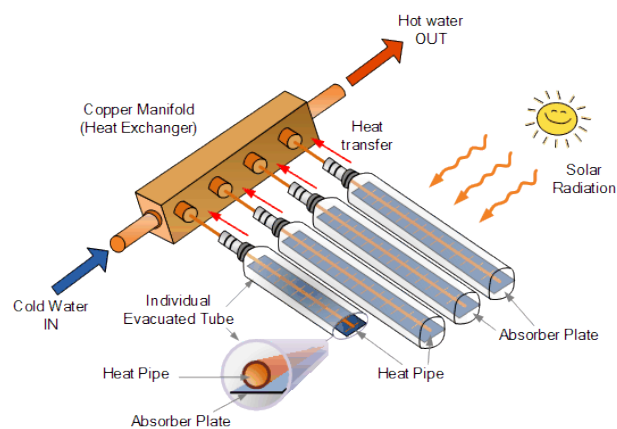
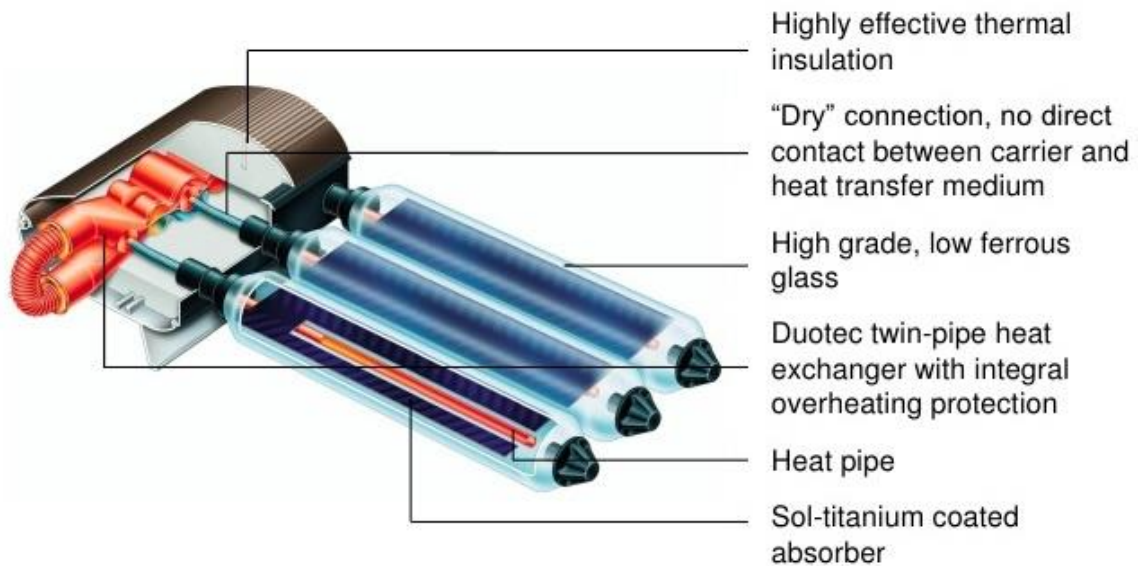
ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศอาจแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดได้แก่

ก. ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดไหลผ่าน (Direct flow vacuum-tube collector) ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดนี้ ของไหลที่ใช้ในการถ่ายโอนความร้อนจะไหลผ่านตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ในท่อโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 6

ข. ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดท่อความร้อน (Heat pipe vacuum-tube collector) ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดนี้ จะอาศัยการทำงานของท่อความร้อน (Heat pipe) ร่วมด้วย ของไหลที่ใช้ในการถ่ายโอนความร้อนจะไม่ไหลผ่านตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ในท่อโดยตรง แต่จะมีของไหลอีกชนิดหนึ่งที่บรรจุในท่อความร้อนซึ่งเป็นท่อปิดทำหน้าที่รับความร้อนจากตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ โดยเมื่อของไหลในท่อความร้อนได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอร้อนและไหลพุ่งขึ้นสู่ปลายปิดด้านบนของท่อความร้อน ซึ่งความร้อนจากไอร้อนในท่อความร้อนจะถูกถ่ายโอนให้กับของไหลที่จะนำไปใช้งานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 7



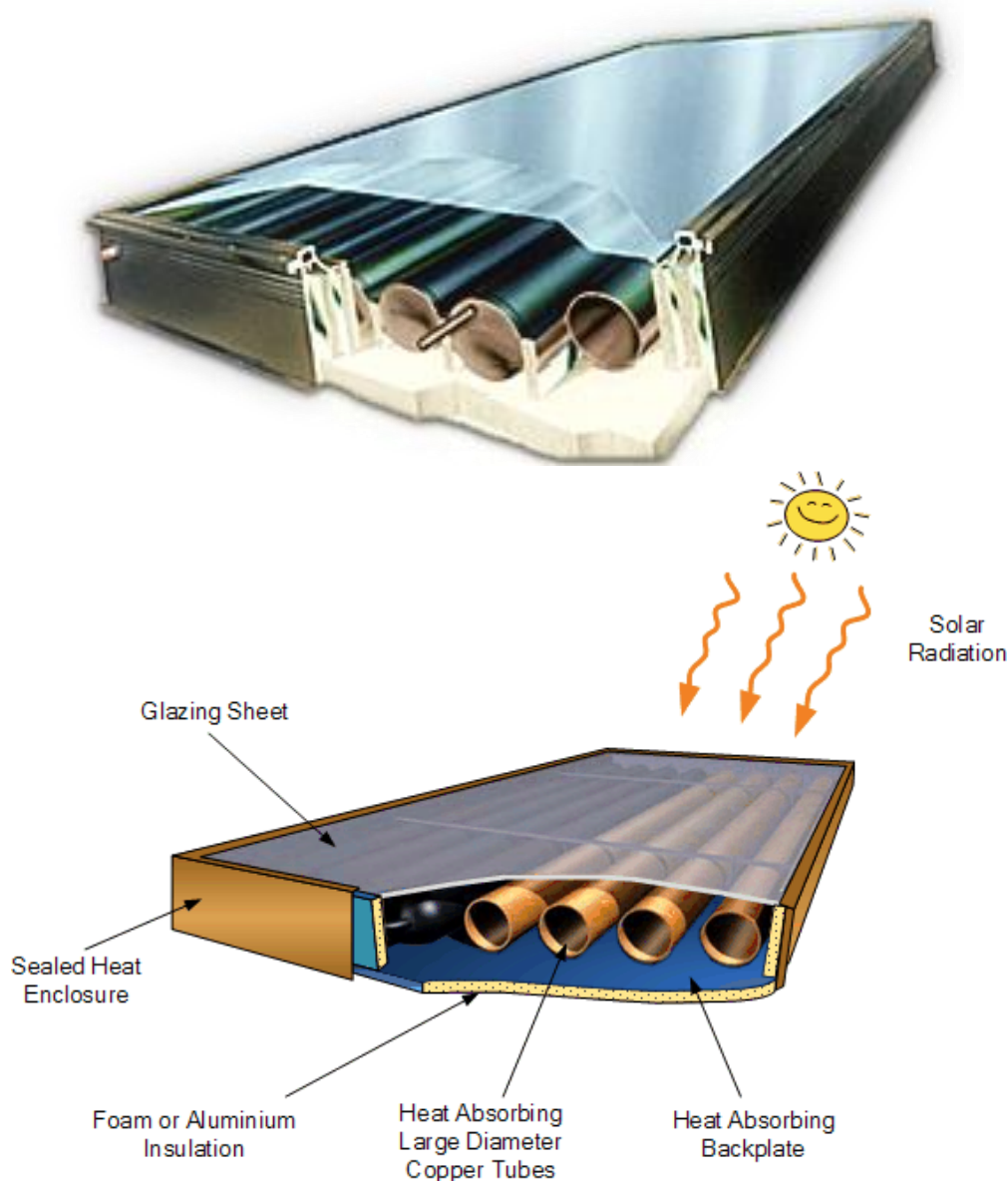
รูปที่ 6 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดไหลผ่าน (Direct flow vacuum-tube collector)



รูปที่ 7 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดท่อความร้อน (Heat pipe vacuum-tube collector)

(3) ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบ Integral Collector

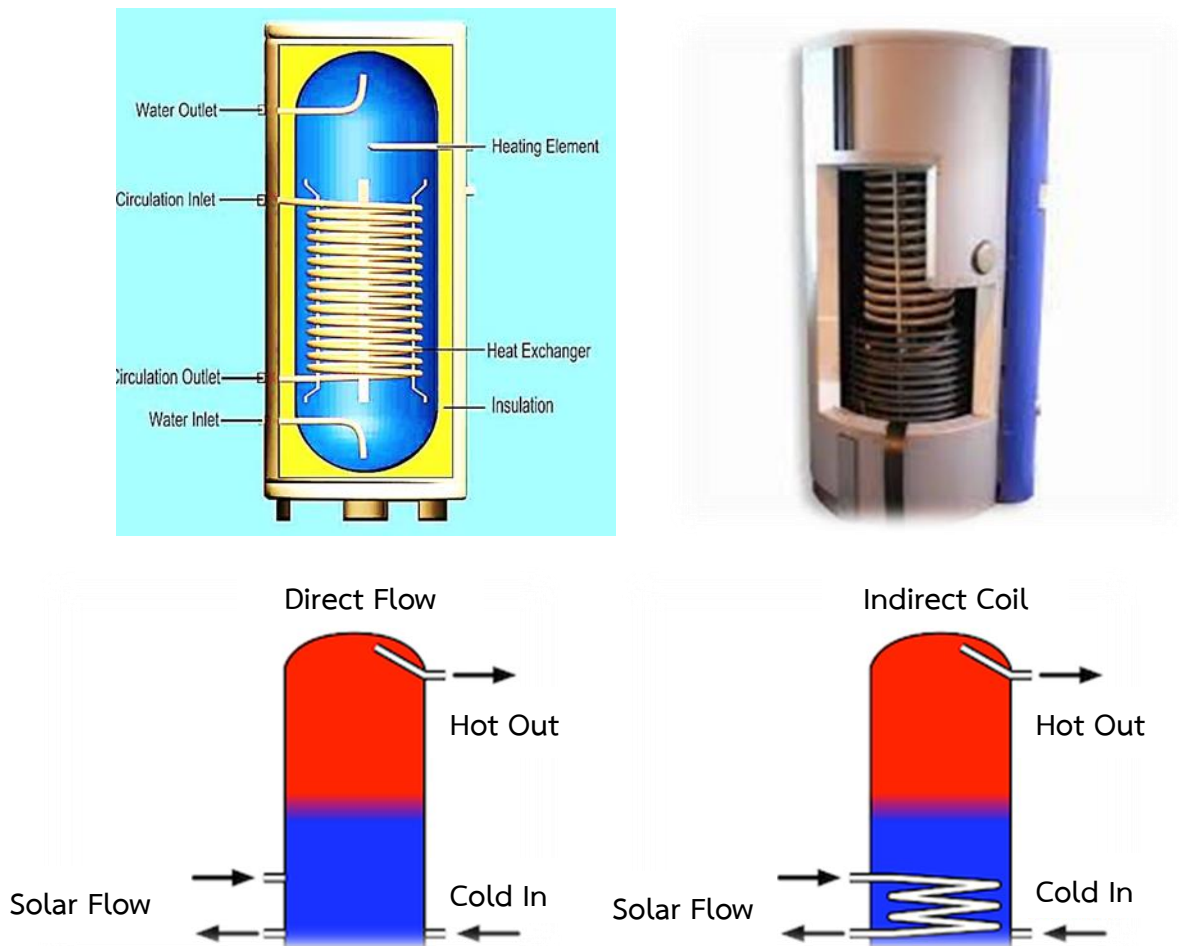
เป็นตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำหน้าที่ทั้งการรับพลังงานและเก็บน้ำร้อน ซึ่งเรียกรวมว่า Integral Collector Storage (ICS) ลักษณะโครงสร้างทำจากท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว หรือมากกว่า ต่ออนุกรมโดยท่อทางเข้าจากด้านล่างของถัง ถังเก็บเคลือบด้วยสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับความร้อน ลักษณะโครงสร้างแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบ Integral Collector Storage (ICS)

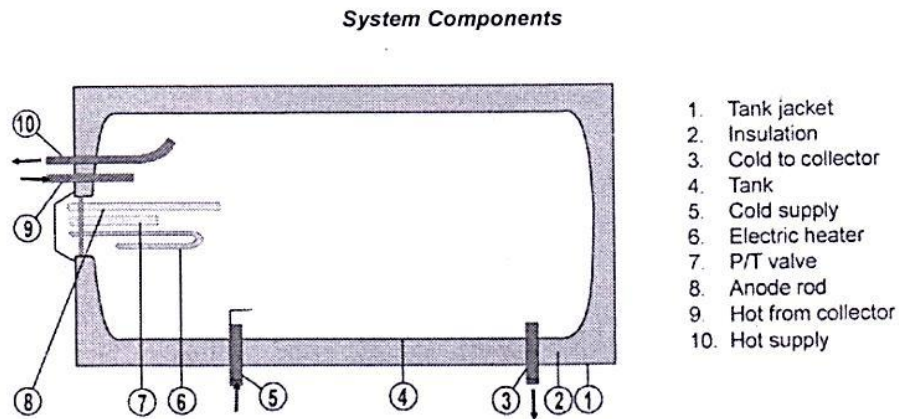
2 ถังเก็บน้ำร้อน (Storage tanks)

ถังเก็บน้ำร้อนควรได้รับการออกแบบให้รับแรงดันตามลักษณะของระบบ ในประเทศแถบร้อนชื้น มักจะออกแบบเป็นถังเดี่ยว และติดตั้งขดลวดความร้อนเสริม ถังมักทำจากเหล็กที่เคลือบภายในด้วยสารที่ป้องกันการกัดกร่อน และต้องมีการหุ้มฉนวนอย่างดี ถังเก็บน้ำร้อนมี 2 รูปแบบ คือถังแบบตั้งและถังแบบนอน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 9 และ 10 ตามลำดับ



รูปที่ 9 ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวตั้ง (Vertical solar storage tank)

โดยทั่วไป จะต้องมีการออกแบบระบบท่อเข้าและออกให้มีการแยกชั้นของน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกัน คอยล์ร้อนที่ใช้เป็นระบบเสริมมักจะติดตั้งทางด้านบนบริเวณประมาณ 1/3 ของถังด้านบน เพื่อใช้กรณีมีการใช้น้ำร้อนมากกว่าที่แสงอาทิตย์จะให้ได้ น้ำด้านเข้าควรอยู่ทางด้านล่างของถัง ท่อน้ำกลับควรอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งที่ติดตั้งคอยล์ร้อน ถังเก็บน้ำร้อนแบบตั้งจะสามารถจัดการแยกชั้นน้ำได้ง่ายกว่า แต่การติดตั้งระบบบนดาดฟ้า มักจะใช้เป็นแบบถังแนวนอน



รูปที่ 10 ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวนอน (Horizontal solar storage tank)

3 ปั๊ม (Pump)

ปั๊มทำหน้าที่ขับสารหรือน้ำที่รับพลังงานความร้อนในระบบ โดยระบบส่วนใหญ่ใช้ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal pump) การเลือกปั๊มต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

- ชนิดของระบบ (direct หรือ indirect)
- สารที่รับพลังงานความร้อน
- อุณหภูมิของสารในระบบ
- อัตราการไหล
- ความสูงของการสูบ (head หรือ vertical lift)
- ความสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานในระบบ



รูปที่ 11 ปั๊มขับสารทำงานในระบบ

4 ระบบท่อ (Piping) และฉนวน (Insulator)

ท่อน้ำร้อนสำหรับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ต้องใช้ท่อที่สามารถทนอุณหภูมิและแรงดันของระบบได้ โดยเฉพาะส่วนของท่อร่วมของระบบผลิตและการต่อท่อระหว่างแผง หรือแนวเส้นท่อใดก็ตามที่อาจมีอุณหภูมิช่วงสภาวะของระบบหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิอาจสูงถึง 130 °C ได้ จึงขอแนะนำให้ใช้ท่อทองแดง สำหรับท่อ PP-R Class PN25 หรือ PN 20 สามารถใช้ได้สำหรับช่วงท่อที่อุณหภูมิไม่เกิน 110 °C และ 95 °C ตามลำดับ หรืออาจใช้ท่อชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือสูงกว่า สามารถทนอุณหภูมิและแรงดันใช้งานของระบบได้ โดยท่อน้ำร้อนภายนอกอาคารรวมทั้งข้อต่อและวาล์ว จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว หรือฉนวนสังเคราะห์ ในบริเวณที่มีแสงแดดส่องท่อ ควรเคลือบด้วยสารป้องกันแสงอัลตราไวโอเลต หรือทาสีอีกชั้นหนึ่ง หรืออาจหุ้มด้วย Jacket อีกชั้นหนึ่ง สำหรับท่อน้ำร้อนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร เพื่อป้องกันการเสียหายของฉนวน การติดตั้งท่อน้ำร้อนจะต้องคำนึงถึงการยึดหดตัวของท่อ เมื่อได้รับความร้อน ซึ่งทำให้ท่อมีการยึดหดตัว โดยท่อ PPR บางชนิดมีการเสริมคุณสมบัตินี้ ด้วยการเพิ่มชั้นอลูมิเนียมฟอยล์ แต่อย่างไรก็ตาม ท่อน้ำร้อนทุกชนิดต้องมีการหุ้มฉนวน เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ท่อน้ำร้อน และข้อต่อต่าง ๆ ต้องได้มาตรฐานอุตสาหกรรมไทย (มอก.) หรือมาตรฐานสากลอื่น ๆ ที่ได้รับการยอมรับทั่วไป ส่วนของการยึดท่อและอุปกรณ์รองรับและแขวนท่อ จะต้องใช้วัสดุที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กฉาก หรือเหล็กรูปตัว C ยึดท่อด้วยเหล็กรูปตัว U ตามระยะที่มาตรฐาน วสท. กำหนด และมีระยะการยึดจับท่อที่เพียงพอต่อการรองรับและลดการยึดหดตัว เสียรูของแนวท่อได้



ก) ท่อทองแดง



ข) ท่อ PPR

รูปที่ 12 ท่อที่ใช้ในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ถังเก็บน้ำร้อน ท่อและวาล์วต่าง ๆ จะต้องมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนซึ่งฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้มีหลายประเภท ได้แก่

- ฉนวนยาง (Close cell foam insulation) มีลักษณะเป็นยางสีดำ ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นแผ่นหรือเป็นรูปท่อสำเร็จตามขนาดของท่อ
- ฉนวนใยแก้ว (Fiber glass) มีลักษณะเป็นใยแก้ว ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นแผ่นหรือเป็นรูปท่อสำเร็จตามขนาดของท่อ ด้านนอกอาจหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยล์
- ฉนวนใยหิน (Rock wool) มีลักษณะเป็นใยหินเป็นแผ่น ซึ่งไม่ควรนำมาใช้กับท่อที่อยู่ด้านในอาคารเนื่องจาก อาจทำให้เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจได้

- ฉนวนประเภทอื่น ๆ ซึ่งต้องมีความหนาเพียงพอที่จะรักษาอุณหภูมิฉนวนให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และควรมีการหุ้ม Jacket สำหรับท่อที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารเพื่อรักษาสภาพความเป็นฉนวนและความสวยงาม



ก) ฉนวนยาง



ข) ฉนวนใยแก้ว



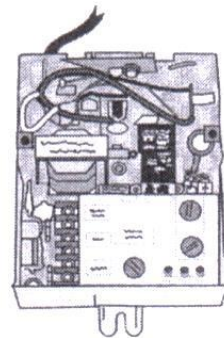
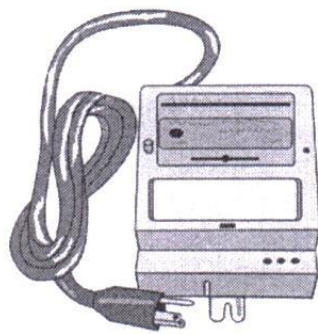
ค) ฉนวนใยหิน

รูปที่ 13 ฉนวนที่ใช้สำหรับงานน้ำร้อน

5 ระบบควบคุม (Controllers)

ในระบบทำน้ำร้อนต่าง ๆ ระบบควบคุมจะทำหน้าที่เสมือนมันสมองในการทำงานของระบบ กล่าวคือ ระบบควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบว่า พลังงานที่เก็บสะสมได้ปริมาณที่ต้องการ แล้วจึงสั่งการให้ระบบปั๊มทำงาน หมุนเวียนน้ำจากตัวเก็บรังสีแสงไปเก็บในถังเก็บน้ำร้อน ระบบควบคุมที่ใช้โดยทั่วไป มี 3 ชนิด คือ differential, photovoltaic และ timer ระบบควบคุมชนิด differential จะทำหน้าที่ร่วมกับเซนเซอร์ 2 ตัวคือตัวที่ติดตั้งทางด้านออกจากแผง หรือปลายตัวเก็บรังสีอาทิตย์ กับส่วนที่เย็น เช่น ด้านล่างของถังเก็บน้ำร้อน หรือด้านต้นทางของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เมื่ออุณหภูมิความแตกต่างระหว่าง 2 จุดดังกล่าวถึงระดับค่าที่ตั้งไว้ เช่น 2-5 องศาเซลเซียส

ระบบควบคุมจะสั่งงานให้ปั๊มทำงานหมุนเวียนน้ำร้อนเพื่อเก็บพลังงานความร้อนเข้าสู่ถังเก็บ ระบบควบคุมแบบ differential มักจะสร้างเป็นแบบกล่องวงจร ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบ differential แสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 ระบบควบคุมแบบ differential

นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมแบบ photovoltaic (PV) controller ซึ่งติดตั้งใกล้กับตัวเก็บรังสีแสง โดยระบบจะสร้างกระแสไฟฟ้าตรงเพื่อขับปั๊มเมื่อมีแสงอาทิตย์ ระบบควบคุมแบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรับพลังงาน เนื่องจากความเร็วหรืออัตราการไหลของปั๊มจะผันแปรตามพลังงานที่ระบบ PV ได้รับ ระบบควบคุมอีกชนิดหนึ่งคือการใช้ timer ในการควบคุมการทำงานของปั๊ม เช่น ให้ปั๊มทำงานเฉพาะช่วงเวลาของวันที่มีแสงแดดเพียงพอที่จะเก็บพลังงาน เช่น กำหนดให้ทำงานเริ่ม 9.00 น. – 16.30 น. เป็นต้น

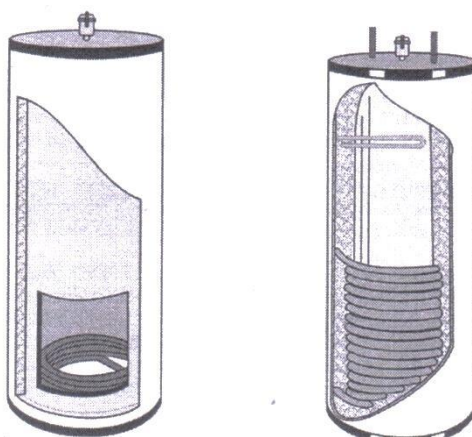
6 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchangers)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน คืออุปกรณ์ที่ช่วยในการถ่ายโอนความร้อนระหว่างของไหลตั้งแต่ 2 กระแสการไหลขึ้นไป โดยที่ของไหลทั้ง 2 กระแสนั้น มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่การถ่ายโอนความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นจะเกิดขึ้นทางอ้อม กล่าวคือของไหลทั้ง 2 กระแสจะไม่เกิดการผสมกันโดยตรง หากแต่จะเป็นการไหลผ่านท่อหรือช่องทางการไหลซึ่งแยกของไหลทั้ง 2 กระแสไม่ให้สัมผัสกันโดยตรง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นมีประโยชน์และได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในงานวิศวกรรม

ในระบบทำน้ำร้อนแบบ indirect system และระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน มีการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนจากสารที่รับพลังงานแสงอาทิตย์ และจากความร้อนเหลือทิ้งให้กับน้ำร้อน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ คือ

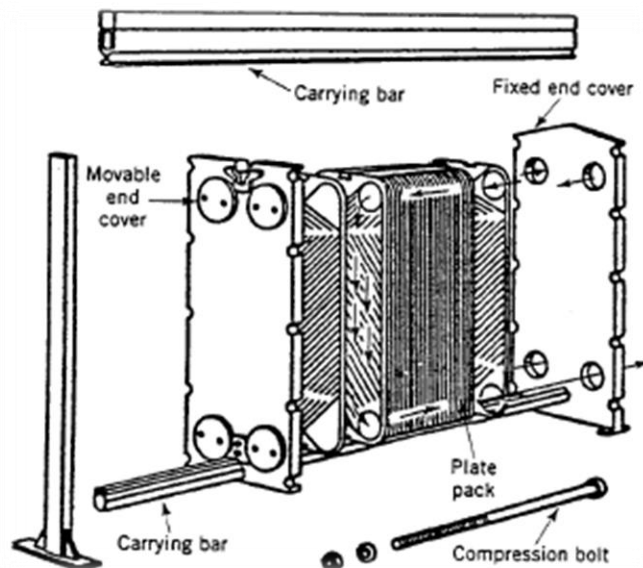
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (Tube-in-tube exchanger)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell-in-tube heat exchanger)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อขดในถัง (Coil-in-tank heat exchanger)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อพันรอบถัง (Wraparound-tube heat exchanger)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate heat exchanger)

ตัวอย่างของ Coil-in-tank และ Wraparound-tube แสดงในรูปที่ 15 ซึ่งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 2 ชนิดนี้มักใช้เป็นถังเก็บน้ำร้อนไปในตัว



รูปที่ 15 Coil-in-tank (ซ้าย) และ Wraparound-tube (ขวา)

สำหรับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate heat exchanger) แสดงในรูปที่ 16 เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนสูง เนื่องจากหากเปรียบเทียบกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดอื่นในปริมาตรที่เท่ากัน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นจะมีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงกว่าชนิดอื่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้มักใช้ในระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน โดยใช้เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับความร้อนเหลือทิ้งจากระบบปรับอากาศ



รูปที่ 16 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่น (Plate Heat Exchanger, PHE)

7 สารแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat transfer fluid)

ในระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่เป็นระบบ direct system ใช้น้ำเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนในเมืองหนาวสารจะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ เช่น สารต่าง ๆ ต่อไปนี้

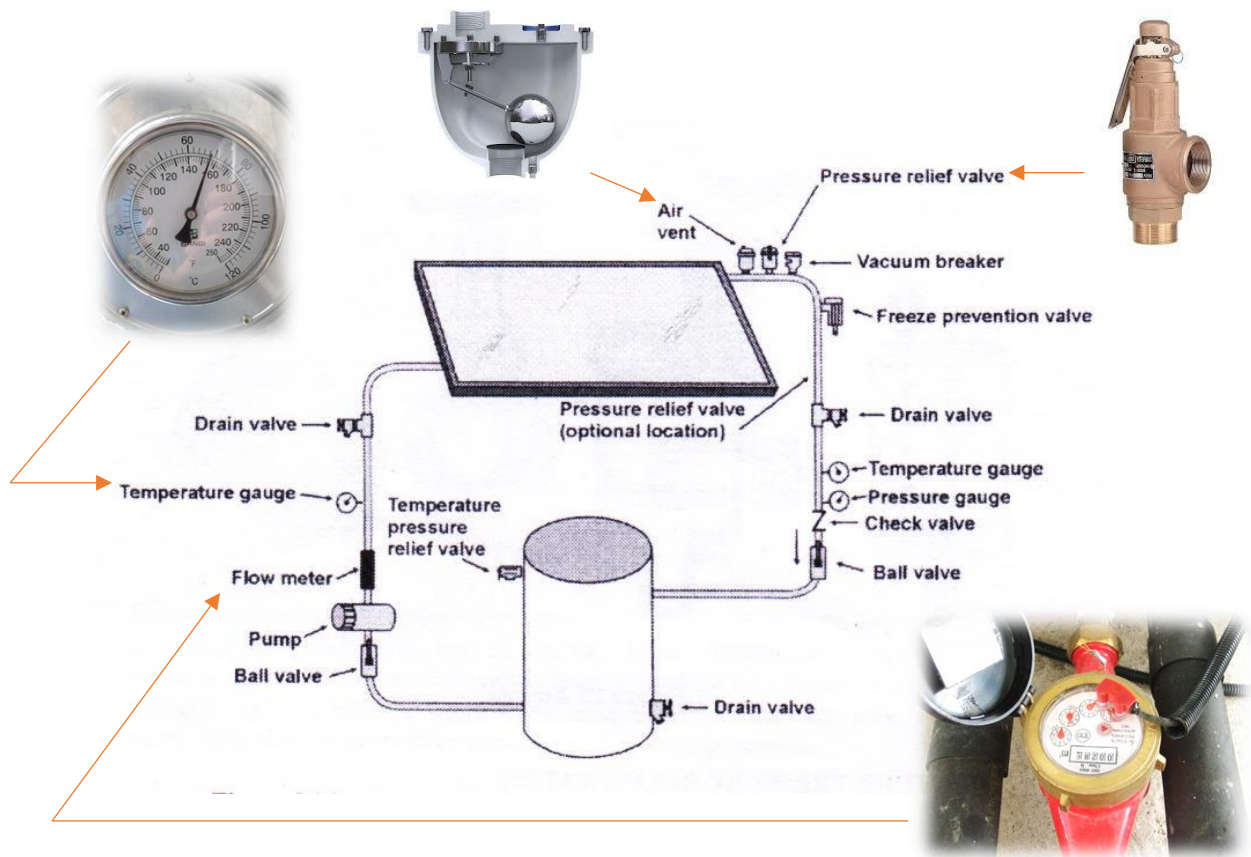
- Propylene glycol
- Ethylene glycol (เป็นพิษ ต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนผนัง 2 ชั้น)
- Hydrocarbon oils
- Synthetic oils เช่น silicone

โดยทั่วไป สารประเภท glycol ใช้กันทั่วไป โดยจะมีการเติมสารที่ป้องกันการกัดกร่อน และชิ้นส่วนของระบบทำน้ำร้อนที่ใช้จะต้องทนการกัดกร่อนของสาร glycol ด้วย วัสดุที่ทนการกัดกร่อนของสาร glycol เช่น Teflon, Viton และ EPDM

8 ระบบวาล์ว เกจ และอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ

ในระบบทำน้ำร้อน จะต้องมวาล์ว เกจ และอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ เพื่อประกอบการทำงานให้มีการเดินระบบได้ถูกต้อง ดังแสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในรูปที่ 17 อุปกรณ์ประกอบเหล่านี้ เช่น วาล์วระบายอากาศ (Air vent valve), วาล์วนิรภัย หรือวาล์วระบายความดัน (Pressure relief valve), เกจวัดค่าอุณหภูมิ

และความดัน (Temperature-pressure gauges), วาล์วกันย้อน (Check valves) และ มิเตอร์วัดอัตราการไหล (Flow meters)



รูปที่ 17 การติดตั้งวาล์วและระบบตรวจวัดต่าง ๆ ของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

- [1] มาริณา มะหนิ (2542). วิศวกรรมพลังงานแสงอาทิตย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [2] Felix A. Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss (2554), การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนรังสีอาทิตย์ (The Thai Translation of Solar Thermal Systems), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

[3] สกนธ์ คล่องบุญจิต (2552). ความรู้พื้นฐานระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[4] ธนรัฐ ศรีวีระกุล (2555). การถ่ายโอนความร้อน (Heat Transfer). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ISBN: 978-974-523-310-2

ที่มา : รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจ ติดตาม และประเมินผลการใช้งานระบบผลิตความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับการสนับสนุน ปี 2566

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน