Absorption V.S. Adsorption chiller

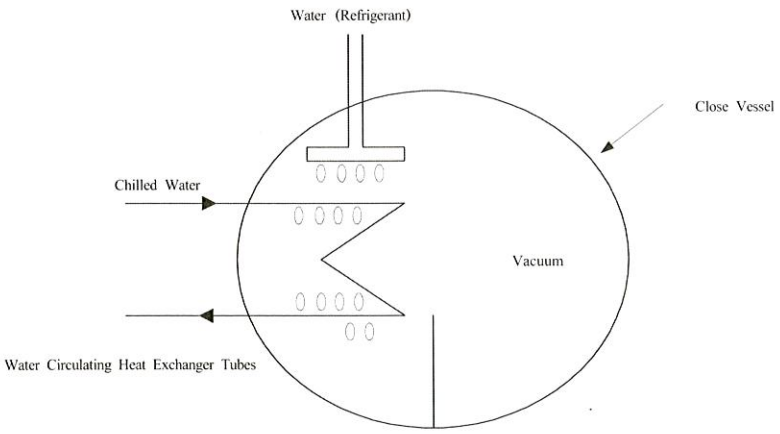
สมภพ วนิชประภา

ก่อนอื่นผมต้องขอออกตัวก่อนว่าไม่ได้ต้องการให้เกิดความขัดแย้ง หรือข้อโต้แย้งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้เขียนบทความอันนี้ เพราะดูจากชื่อเรื่องแล้วเหมือนกับว่าจะสร้างการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทำความเย็นใน 2 รูปแบบ แต่จุดประสงค์ ที่แท้จริงที่เขียนเรื่องนี้ขึ้นมาก็เพื่อเป็นการเผยแพร่ และอยากจะสร้างพื้นฐานความเข้าใจเบื้องต้นให้กับบุคคลที่มีความสนใจในเทคโนโลยีปัจจุบันของการทำความเย็น ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ผลิตมักจะใช้คำอธิบายเป็นภาษาเทคนิคที่เข้าใจยาก

Absorption chiller เป็นวิธีการทำความเย็นที่มีมานานแล้ว แต่มักจะถูกจำกัดการใช้งานอยู่ในวงแคบ ๆ อันเนื่องจากต้นทุนการผลิต เพราะขนาดที่มีการผลิตอยู่ทั่ว ๆ ไป อยู่ที่ 80 – 500 T ความเย็น ต่อตัว ซึ่งมักจะใช้ในอุตสาหกรรม หรือในแค้มป์ของทหาร

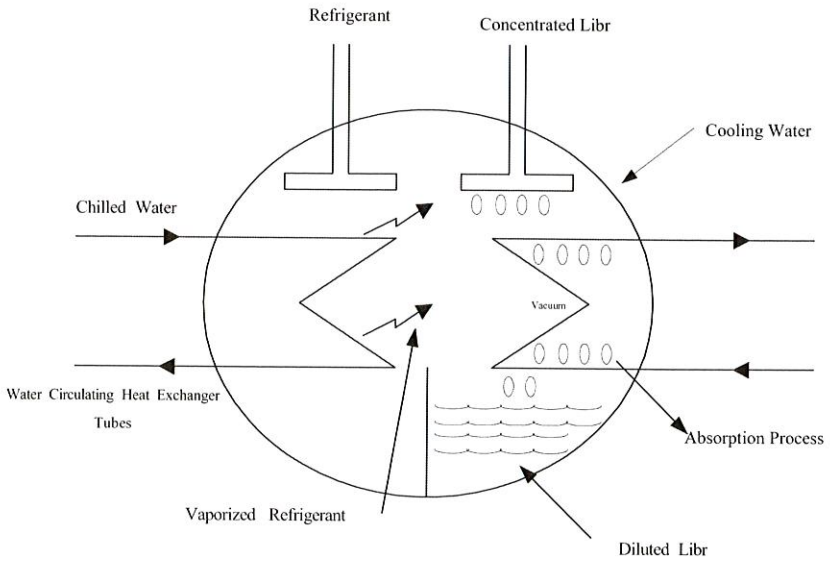
การอธิบายการทำงานของ Absorption chiller นั้น ผมอยากจะให้นึกถึง Air Conditioning แบบ Compressor เป็นการเปรียบเทียบเบื้องต้น กล่าวคือ เราให้พลังงานในรูปแบบทางกล เข้าไปอัดน้ำยาแอร์ (R 12 หรือ R 134 a หรือ อื่น ๆ) ซึ่งสภาพปกติอยู่ในรูปของก๊าซ ถ้าเป็น Absorption chiller เราให้พลังงานในรูปแบบของความร้อนกับตัวน้ำยา คือ Libr (ลิเธียม โบรไมด์) หรือเรียกง่าย ๆ ว่าเป็นน้ำเกลือ (แต่กินไม่ได้นะครับ !) ซึ่งทางผู้ผลิตบอกว่ามีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี(Soluble in water คือ ละลายได้ในน้ำ แต่ผมจะขอใช้คำว่าดูดซับ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันกับชื่อ Absorption chiller)

เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา ผมขออธิบายการทำงาน ของ Absorption chiller ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1

เมื่ออยู่ภายใต้สูญญากาศ น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C ซึ่งที่ 6 มม. ปรอท จะอยู่ที่ 3.7 °C เท่านั้น เมื่อ Chilled water วิ่งผ่านเข้ามา สมมุติว่า มีอุณหภูมิ 14 °C ซึ่งมากพอที่จะทำให้ Water (refrigerant) ตาม รูปเดือดกลายเป็นไอ เมื่อความร้อนถูกใช้ไปในการทำให้น้ำเดือด จึงทำให้อุณหภูมิทางด้านขาออกของ chilled water ลดลง เหลือประมาณ 4 °C ซึ่งจะถูกนำไปใช้ทำความเย็นต่อไป แล้วไอน้ำที่กำลังลอยละล่องอยู่ใน closed vessel นี้ล่ะ จะไปไหน?

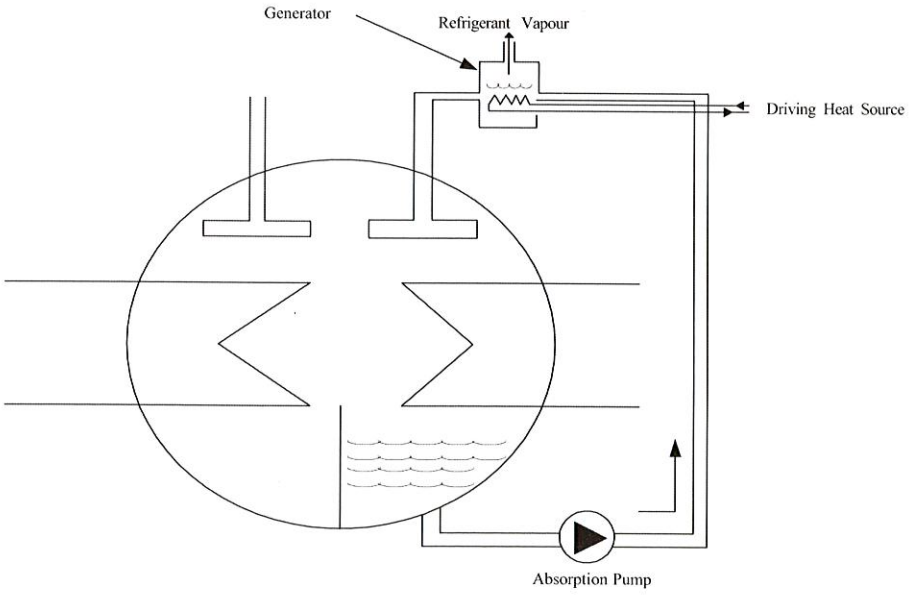


รูปที่ 2

เมื่อมีการปล่อย ลิเธียมโบรไมด์ เข้มข้น (Concentrated Libr) ลงมาทางฝั่งขวามือของ Vessel จะเกิดขบวนการดูดซับน้ำซึ่งระเหยมาจากขบวนการ ตามรูปที่ 1 ขบวนการนี้เรียกว่า Absorption Process และต้องมีการระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็น (Cooling water)

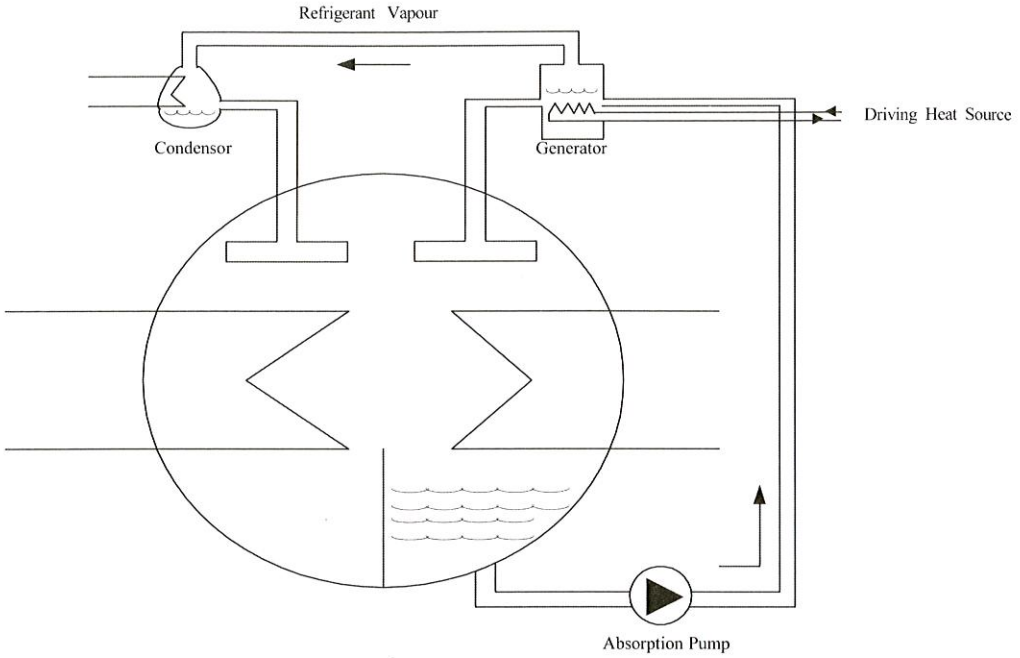
ผมอยากจะให้คิดง่าย ๆ แบบวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม คือ ขบวนการในรูปที่ 1 น้ำกลายเป็นไอ จะต้องใช้ความร้อนจากสิ่งแวดล้อม และใน รูปที่ 2 ไอกลายเป็นน้ำ จะคายความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม

ถ้าขบวนการในการทำความเย็นง่ายอย่างใน รูปที่ 1 กับ 2 คนคงผลิต Chiller ตัวนี้กันเป็นการใหญ่แล้วล่ะซิ? ไม่สงสัยกันบ้างหรือไงครับว่า Concentrated Libr มายังไง? ต้องดู รูปที่ 3 ต่อ ครับ



รูปที่ 3

เมื่อ Concentrated Libr ดูดซับไอน้ำมาทำให้ตัวของมันลดความเข้มข้นลง แล้วหยดลงรวมกันที่กันของ Vessel ฝั่งขวามือ ของรูปแล้วถูก ปั๊มขึ้นไปใน Generator ซึ่งรับความร้อนมาจากแหล่งภายนอก อาจจะเป็น Steam, Hot water หรือ Turbine Exhaust เจ้าตัวนี้แหละที่ทำหน้าที่สร้างความเข้มข้นให้กับ Libr (คิดง่ายๆ คือ ความร้อนทำให้น้ำใน Libr ระเหยไป แต่ที่ผู้ผลิตไม่นิยมเรียกว่า ระเหย เพราะมีคุณสมบัติบางอย่างในตัว Libr ที่ต้องขบคิดถึงวิธีการควบคุมให้ Chiller ชนิดนี้ ทำงานอย่างเป็นปกติ ซึ่งผู้เขียนจะไม่ขอพูดถึง จนกว่าจะได้รวบรวมข้อมูลในเชิงปฏิบัติจากผู้ใช้งานในประเทศไทยให้ครบก่อน !)



รูปที่ 4

เมื่อน้ำระเหยมาจาก Generator (เรียกให้เท่ห์ว่า Refrigerant Vapour) ก็จะเคลื่อนเข้าสู่ Condenser เพื่อควบแน่นกลายเป็นน้ำอีกครั้งที่ตัว Condenser นี้ น้ำดังกล่าว ก็จะหยดลงมาทางฝั่งซ้ายมือของ Vessel กลับเข้าสู่ขบวนการในรูปที่ 1

การที่ผมพยายามจะวาดรูปที่ 1 – 4 ขึ้นมาเอง ก็เพราะว่ายังไม่ได้ขออนุญาต จากเจ้าของรูป ถึงแม้ว่ารูปดังกล่าวจะเป็น Brochure ซึ่งทำแจกให้กับลูกค้าก็ตาม แล้วผมเองก็ไม่แน่ใจว่าถ้า ขออนุญาตแล้วทางผู้ผลิตรายนั้นจะโอเคกับทางสมาคมหรือเปล่า!

แต่อย่างไรก็ดี ผมต้องกล่าวชมเชยว่าในบรรดา Brochure ของผู้ผลิต Absorption Chiller หลายๆ รายนั้น มียี่ห้อนี้แหละที่เขียนอธิบายหลักการเสียละเอียดยิบ จนผมอดไม่ได้ที่ต้องนำมาเป็น Reference ในการเขียนบทความนี้!

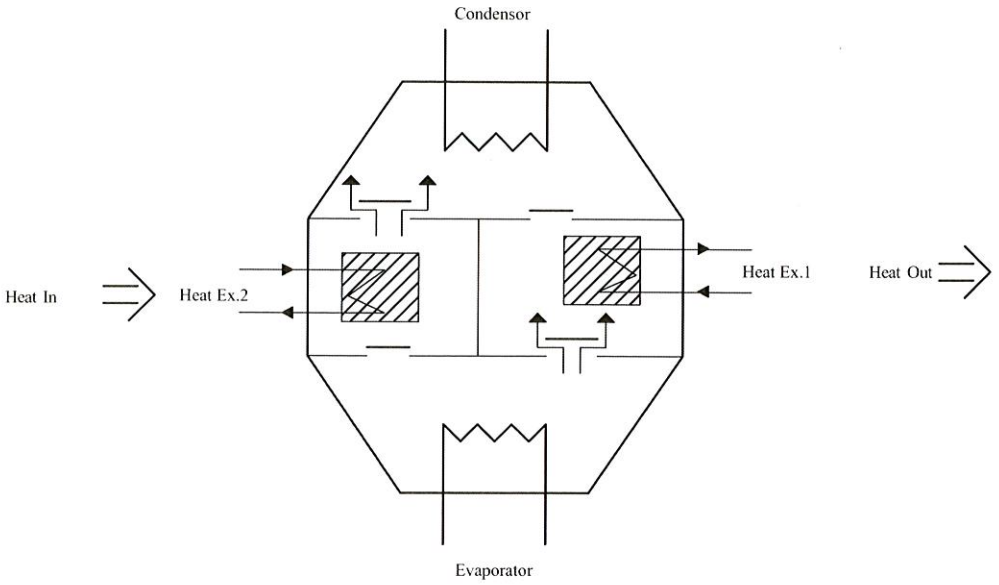
Adsorption Chiller คืออะไร

กว่าผมจะหยิบปากกามาเขียนเรื่อง Adsorption Chiller นี้ขึ้นมาได้ ต้องนอนคิดหนักอยู่หลายวัน เพราะว่าหาข้อมูล Support ไม่ได้ ซ้ำร้ายยังไม่มีใครเคยใช้ในประเทศไทยเลย (หากมีช่วยติดต่อมายังสมาคมฯ โดยด่วน จะเป็นพระคุณอย่างสูง!) จนกระทั่งมาเจอ Website ที่น่าสนใจอยู่ 3 เรื่อง คือ DY Refrigerator, Solar Ice maker และ ของ GBU ซึ่งผู้เขียนมาจาก จีน, ฝรั่งเศส และ เยอรมัน ตามลำดับ

Adsorption Chiller (คำว่า Adsorption นี้ผมหาคำแปลไม่พบ เข้าใจว่าผู้ผลิตต้องการเขียนให้เกิดความแตกต่าง กับ Absorption เท่านั้น) นั้นทางผู้ผลิตทุกรายคุยว่า จะมาเป็นเทคโนโลยีตัวแทน Libr เพราะว่าRefrigerant คือ น้ำ..... น้ำ ครับ .....น้ำเปล่าๆ จริงๆไม่ใช่ น้ำเกลือ เอาละซิ ถ้าเป็นอย่างที่เขาคุย เราน่าจะผลิตแอร์ใช้กันเองง่ายๆ จริงไหมครับ? แต่แท้ที่จริงทุกผู้ผลิตจะกล่าวว่า น้ำคือ Standard Unit หากต้องการความเย็นเป็นพิเศษถึงขั้นติดลบ หรือเป็น Ice maker จะต้องมีส่วนผสมอื่นด้วย เช่น Methyl Alcohol หรือ Ammonia (โธ่! นึกว่าจะแน่ สุดท้ายก็ต้องกลับไปพึ่งพาเจ้า Ammonia)

แต่อย่างไรก็ดี ถ้าหากเป็นน้ำเปล่าๆ ย่อมดีกว่าสารเคมีประเภท เกลือ จริงมั้ยครับ! เพราะเป็นที่รู้กันอยู่ว่าเกลือไม่ถูกโรคกับโลหะทุกประเภทเพราะว่า มีการกัดกร่อน แต่เท่าที่ผมได้สำรวจดูในหลายๆ โรงงานนั้น การผุกร่อน จะเกิดขึ้นเมื่อมีการรั่วเท่านั้น ซึ่งโดยภาพรวมแล้ว Libr ยังเป็นที่นิยมใช้งานกันอยู่อย่างแพร่หลาย บางโรงงานใช้งานเจ้า Absorption Chiller มาเกิน 5 ปี ยังไม่เคยพบปัญหาที่ว่านี้ เรียกว่า เกินจุดคุ้มทุนไปแล้ว

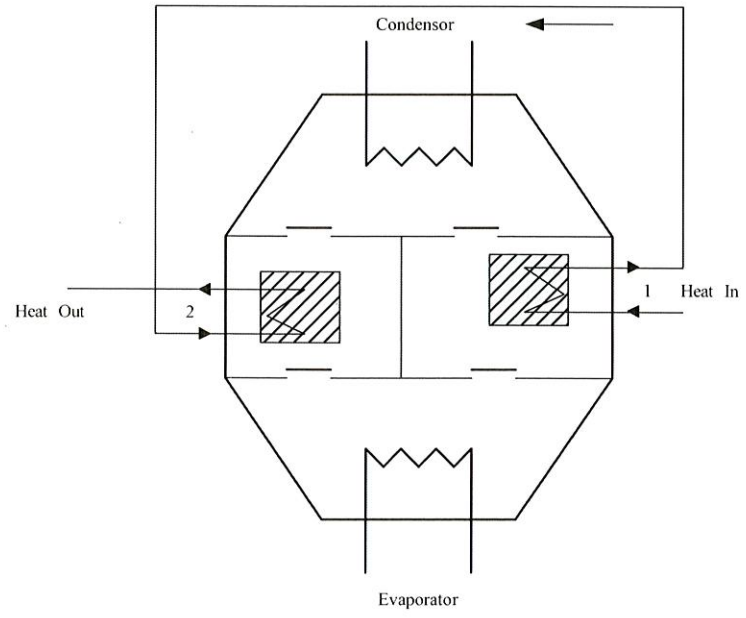
เอาละครับ เห็นทีจะต้องเริ่มอธิบายการทำงานของ Adsorption เสียที



Adsorption Phase

น้ำถูกทำให้ระเหยจาก Evaporator เข้าสู่ Heat Ex.1 แต่ไม่เข้าไปสู่ Heat Ex.2 เพราะมีความดันเกิดขึ้น เนื่องจาก Heat Ex.2 ทำหน้าที่เป็น Generator และ Heat Ex.1 เป็น Receiver (ทั้ง Heat Ex.1 และ 2 มี Silicagel Pack ติดตั้งอยู่เพื่อเก็บกักน้ำ)

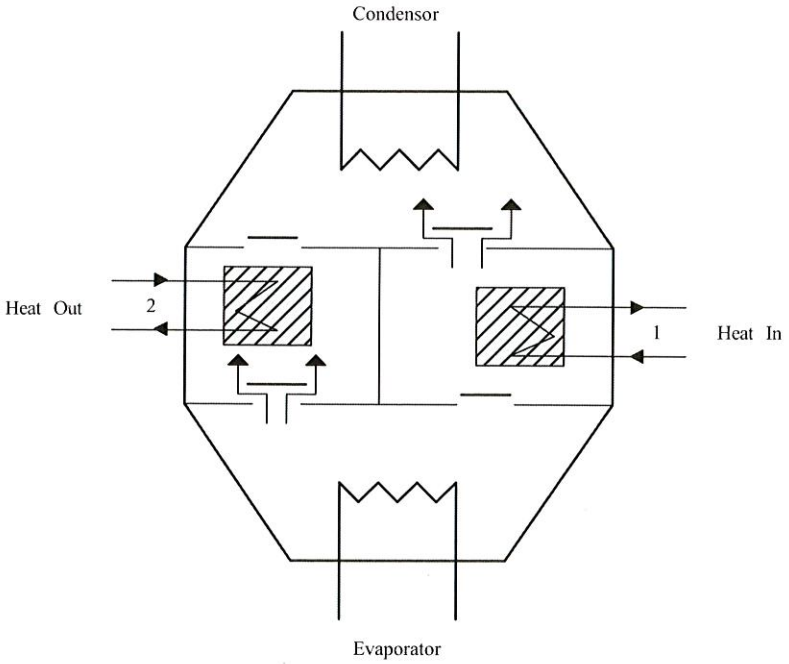
อันที่จริง Heat Ex.1 กับ 2 นี้ ทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งจะอธิบายใน Cycle ต่อไป



CHANGE – OVER – PHASE 1

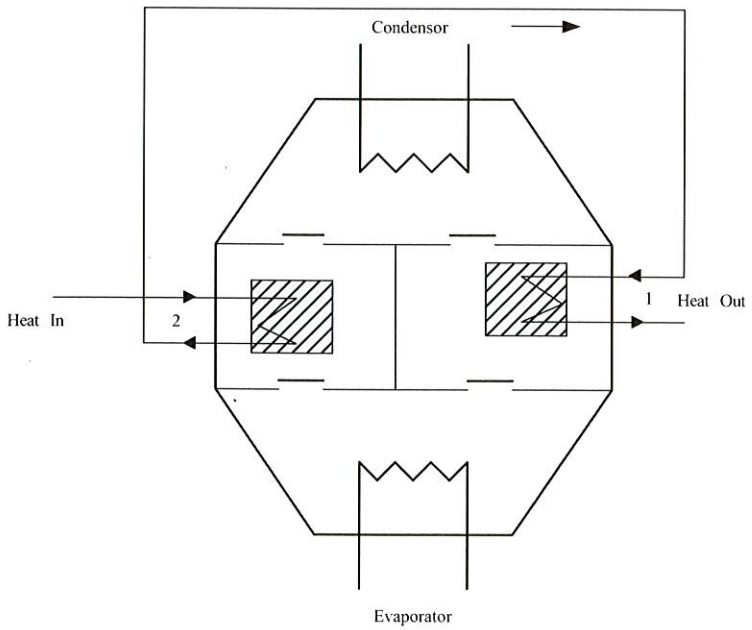
- แท้ที่จริง Heat Ex.1 กับ 2 นั้นต่อถึงกันโดยมี Valve ควบคุมการทำงานด้วยการสลับกันเป็น Generator และ Receiver ตลอด Cycle

- ทั้ง CONDENSOR และ Heat Ex.1 ได้รับไอน้ำที่ระเหยมาจาก Adsorption Phase แต่ที่เรียกว่า CHANGE – OVER – PHASE ก็เพราะ Heat Ex.1 กำลังจะทำหน้าที่เป็น Generator และ Heat Ex.2 กำลังจะถูกเปลี่ยนเป็น Receiver



Desorption Phase

ขบวนการนี้เป็นขบวนการที่ต่อจาก CHANGE – OVER – PHASE 1 คือ น้ำที่ถูกเก็บไว้ใน Silicagel Pack ของ Heat Ex.1 จะถูกความร้อนทำให้ระเหยเข้าสู่ CONDENSOR ซึ่งในช่วงนี้ น้ำจาก EVAPORATOR จะไม่สามารถเข้า Heat Ex.1 ได้เนื่องจากมีความดันอยู่ แต่ในทางกลับกัน จะสามารถเข้าไปสู่ Heat Ex.2 ได้ เพราะ น้ำได้ระเหยไปหมดแล้วจาก Adsorption Phase ในตอนแรก ในช่วงนี้ Heat Ex.2 จะเก็บน้ำไว้ เพื่อเตรียมที่จะเปลี่ยนจาก Receiver ไปเป็น Generator



CHANGE – OVER – PHASE 2

ในช่วงนี้จะมีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของความร้อนจาก Heat Ex.2 ไป Heat Ex.1 เพื่อที่จะให้ Heat Ex.2 ทำหน้าที่เป็น Generator และ Heat Ex.1 กลับไปเป็น Receiver

ช่วงของการเปลี่ยน Phase นั้น จะสังเกตว่า Valve ทั้ง 4 ชุด จะปิดอันเนื่องมาจากการ Balance ของPressure (จริงๆต่ำมาก เพราะเป็นการขยายตัวภายใต้ความดันสูญญากาศ)

น้ำจาก CONDENSOR จะควบแน่นไหลกลับลงมาที่ EVAPORATOR เป็นอย่างนี้ตลอดขบวนการ

เรื่องที่เป็น Know How ของผู้ผลิตจริง ๆ ก็คือ การควบคุม Valve ทั้ง 4 ชุด และ การเปลี่ยน CHANGE – OVER – PHASE ถ้าหากว่ามีโอกาสได้เห็นตัวจริงเมื่อไร ละก็ ..... จะก๊อปปี้ เอ้ย! จะเอามาเผยแพร่ให้ดู

ประโยชน์ของ Adsorption Chiller (ตามที่ผู้ผลิตกล่าว)

1. ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า Absorption ที่ใช้ Libr (<180 ° F)
2. ไม่มีการกัดกร่อน (ทำให้อายุการใช้งานนานกว่า)
3. ทำได้อุณหภูมิต่ำกว่า (37.4 ° F) หรือทำได้ถึงติดลบ ด้วยการเปลี่ยน Refrigerant

และยังมีอีกหลายข้อแต่อ่านแล้วฟังไม่ค่อยขึ้น เพราะได้รับฟังข้อโต้แย้งจากผู้ผลิต Absorption ดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ ไม่ใช่จุดสำคัญ เพราะอุณหภูมิไม่ใช่พลังงาน
2. การกัดกร่อน ยอมรับว่าจะมีก็ต่อเมื่อ เกิดการรั่ว
3. น้ำที่ใช้ใน Chiller นั้นตามที่ Libr ทำได้ คือ ประมาณ 44 ° F ก็เพียงพอแก่การทำความเย็นแล้ว เพราะความสำคัญอยู่ที่ BTU ไม่ใช่อุณหภูมิ

หากทางผู้อ่านต้องการจะรู้ว่าทั้ง 2 ค่าย เขาตอบโต้กันอย่างไร ให้ไปเปิดดูได้จาก Website ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะทางสมาคม ฯ ไม่สามารถจะนำมาเผยแพร่ได้

สรุป

ไม่ว่าจะเป็น Absorption หรือ Adsorption Chiller นั้น ผู้เขียนมองว่า เป็นประโยชน์ทางด้านการจัดการพลังงานที่เหลือจากขบวนการ หรือ ไอเสียจากเครื่องยนต์ แล้วนำการเปลี่ยนให้เป็นรูปแบบของความเย็น โดยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง เพราะพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน Chiller ดังกล่าว ถูกนำไปใช้เพื่อ ขับปั๊ม, ควบคุม Valve เท่านั้น (ในส่วนของ Cooling Tower หรือ Fan Coil ยังคงต้องใช้เหมือนกับ Mechanical Chiller ทั่วๆไป)

ถ้าหากว่า วิศวกรในบ้านเราลองคิดทำอะไรง่ายๆ เกี่ยวกับการ Transfer พลังงานความร้อน แต่ต้องลืมคำว่า **" คุ้ม "** หรือ **" ไม่คุ้ม "**บางทีเราอาจจะไม่ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ หรือ จำเป็นต้องใช้สารเคมีเป็นพิษ กับ สิ่งมีชีวิต หรือ สิ่งแวดล้อม ก็ได้ เพราะที่จริง Absorption ก็คือ เรื่องเก่าที่เอามาปัดฝุ่นใช้ใหม่ เพราะว่าวันนี้มัน **" คุ้ม "** ที่จะทำ