

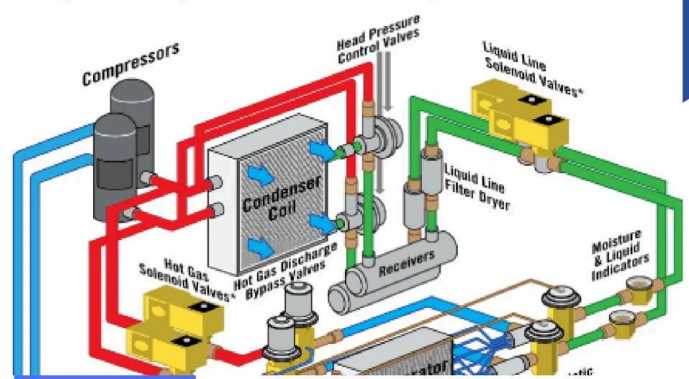


เครื่องทำความเย็น
20104-2007

หน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็น

Specific Systems Dual Refrigeration Circuit



หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 1.1 หลักการเกิดความเย็น
- 1.2 วัฏจักรของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ
- 1.3 วิวัฒนาการของการทำความเย็นและปรับอากาศ
- 1.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็น
- 1.1 หลักการเกิดความเย็น

1.1.1 ของเหลวระเหยกลายเป็นไอ

เมื่อของเหลวระเหยกลายเป็นไอ (Evaporative) ลอยออกไป ความร้อนจะติดตัวไอระเหยไปด้วย เป็นการพาเอาความร้อนออกไป เรียกว่า เกิดการดูดซับความร้อน ทำให้บริเวณที่มีของเหลวนั้น

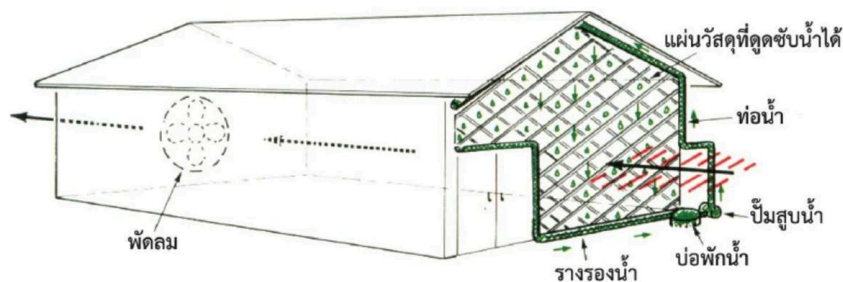
ความร้อนถูกพาออกจากผิวหนัง



หลักการการเกิดความเย็น

1.1.2 การทำความเย็นจากการระเหยของน้ำ

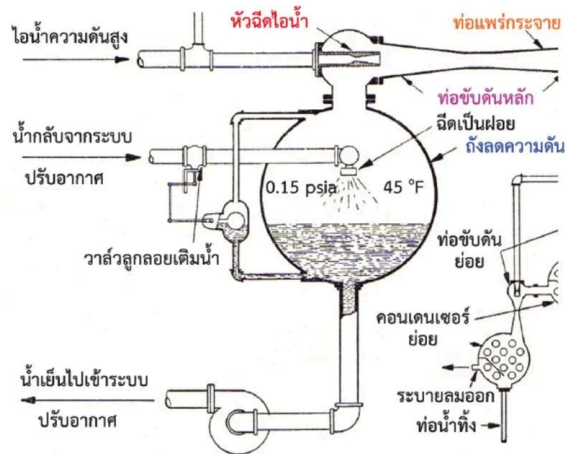
การทำความเย็นจากการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling with Swamp) นิยมใช้ในโรงเรือนแบบปิด (Greenhouses) ของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น เลี้ยงหมู เลี้ยงไก่



การทำความเย็นของโรงเรือน

1.1.3 ของเหลวระเหยจากการลดความดัน

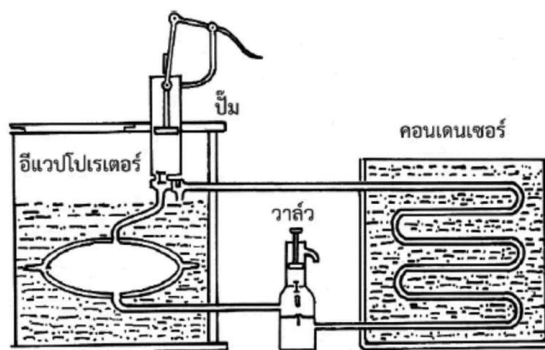
ของเหลวระเหยจากการลดความดัน (Evaporative with Pressure Reducing) การทำให้ของเหลวระเหยทำได้หลายวิธี เช่น ระเหยเองตามธรรมชาติ การต้มน้ำให้เดือด



เครื่องทำความเย็นระบบ Steam-Jet

1.1.4 การทำความเย็นระบบอัดไอ

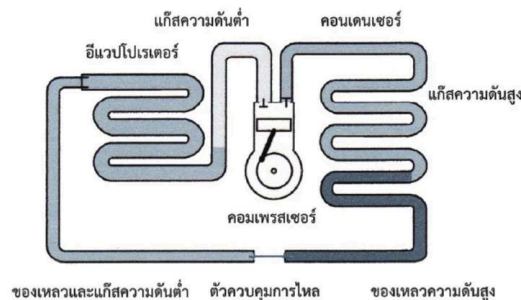
การทำความเย็นระบบอัดไอ (Vapor Compression system) การอัดไอจนมีความดันสูงจะเกิดความร้อนเพราะโมเลกุลเบียดเสียดกันหนาแน่น



เครื่องทำความเย็นของ Jacob Perkin

BRITISH PATENT = 6,662
to
JACOB PERKINS, GRANTED 1834.

What I claim is an arrangement where by I am enabled to use volatile fluids for the purpose of producing the cooling or freezing of fluids, and yet at the same time constantly condensing such volatile fluids, and bringing them again and again into operation without waste.



1. **เครื่องอัดไอ (Compressor)** เป็นปั๊มดูดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สอุณหภูมิต่ำ ความดันต่ำ และอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สอุณหภูมิสูง ความดันสูง
2. **อุปกรณ์ควบแน่น (Condenser)** เป็นแผงระบายความร้อนให้สารทำความเย็นที่ถูกอัดทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นของเหลว
3. **อุปกรณ์ลดความดัน (Refrigerant Control)** เป็นตัวควบคุมการไหลของสารทำความเย็นเหลว เพื่อให้เกิดความดันสูงทางด้านอัดและความดันต่ำทางด้านดูด
4. **อุปกรณ์ระเหย (Evaporator)** เป็นส่วนที่เกิดความเย็นจากการระเหยของสารทำความเย็น



โอ่งดินเผาที่มีรูพรุนเล็ก ๆ ทำให้น้ำซึมออกมาที่ผิวภายนอกได้พอชุ่ม ๆ น้ำที่ซึมออกมานี้จะระเหยกลายเป็นไอน้ำตามธรรมชาติ ทำให้น้ำในโอ่งดินเผาเย็นกว่าน้ำในขวด



โอ่งน้ำดินเผา

ประมาณปี พ.ศ. 2343 ประเทศแถบยุโรปได้มีการใช้ประโยชน์จากน้ำแข็งอย่างกว้างขวาง

ได้มีการตัดน้ำแข็งตามธรรมชาติในหน้าหนาวมาเก็บรักษาไว้ในหน้าร้อน

ประมาณปี พ.ศ. 2363 มีผู้ทดลองประดิษฐ์เครื่องทำน้ำแข็งสำเร็จ ปี พ.ศ. 2377 Jacob Perkins ได้ประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นระบบอัดไอเป็นครั้งแรก ต่อมาปี พ.ศ. 2398 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นระบบดูดซึมเป็นครั้งแรก

ในปี พ.ศ. 2469 บริษัทเจเนอรัลอิเล็กทริก (General Electric) ได้ผลิตตู้เย็นที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (Hermetic) เป็นครั้งแรก และในปี พ.ศ. 2470 บริษัทอิเล็กโตรลักซ์ (Electrolux) ได้ผลิตตู้เย็นระบบดูดซึมควบคุมอัตโนมัติเป็นครั้งแรก

ในปี พ.ศ. 2447 สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 450 ตัน ที่นครนิวยอร์กและที่เยอรมนีเครื่องปรับอากาศตามบ้านเรือนผลิตครั้งแรกในปี



1.4.1 การถนอมอาหาร

การแช่เย็นทำให้อาหารไม่บูดเน่า ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า สาเหตุที่ทำให้อาหารบูดเน่า เพราะมีเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวย่อยสลาย ได้แก่ เชื้อโรค (Bacteria) เชื้อรา (Mold) และเชื้อยีสต์ (Yeast) การแช่เย็นทำให้เชื้อเหล่านี้ทำงานน้อยลงจึงบูดเน่าช้าลง

1.4.2 ความร้อน

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานชนิดหนึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของสสาร ความ

ร้อนเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำเสมอ ความร้อนเคลื่อนที่ได้ 3 วิธี คือ

1. **การนำ (Conduction)** คือ การเคลื่อนที่ไปตามวัตถุที่มีมวลหนาแน่น เช่น โลหะต่าง ๆ
2. **การพา (Convection)** คือ การถูกพาไปโดยสิ่งอื่น เช่น ลมพัด หรือวัตถุอื่นพาไป
3. **การแผ่รังสี (Radiation)** คือ การเคลื่อนที่ในรูปของคลื่นความร้อน

1.4.3 ชนิดของความร้อน

ความร้อนมี 3 ชนิด คือ

1. **ความร้อนรู้สึก (Sensible Heat)** คือ ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของสสารเปลี่ยนไป เช่น น้ำ ธรรมดา นำไปต้มเป็นน้ำร้อน
2. **ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat)** คือ ความร้อนที่มีค่าเฉพาะตัวของสสารแต่ละชนิด
3. **ความร้อนแฝง (Latent Heat)** คือ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะแต่อุณหภูมิ ไม่เปลี่ยน เช่น น้ำแข็ง 0°C

1.4.4 ปริมาณความร้อน

ปริมาณความร้อน (Quantity of Heat) คือ จำนวนความร้อนที่เพิ่มหรือลดของสสารขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของสสาร เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Q = ML \text{ และ } Q = MST$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อน, M = น้ำหนักของสสาร, L = ความร้อนแฝง
 S = ความร้อนจำเพาะ, T = อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

1.4.5 หน่วยวัดปริมาณความร้อน

หน่วยวัดปริมาณความร้อนที่จะกล่าวถึงมี 2 หน่วย คือ

1. แคลอรี (Calory) เป็นหน่วยวัดปริมาณความร้อนระบบเมตริก ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี คือความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม ร้อนขึ้น 1°C
2. บีทียู (BTU) ย่อมาจาก (British Thermal Unit) เป็นหน่วยวัดปริมาณความร้อนระบบอังกฤษ ปริมาณความร้อน 1 บีทียู คือความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ ร้อนขึ้น 1°F

1.4.6 ฉนวนความร้อน

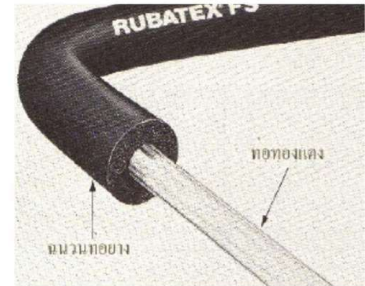
ฉนวนความร้อน (Insulator) คือ วัสดุที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของความร้อนมีลักษณะเป็นเนื้อหลวม ๆ มีโพรงอากาศอยู่ภายในและทึบแสงหรือสะท้อนแสงได้ดี



แบบฉนวนโฟมได้หลังคาด้วย
โพลียูรีเทน



แบบเคลือบแผ่นสะท้อนแสง

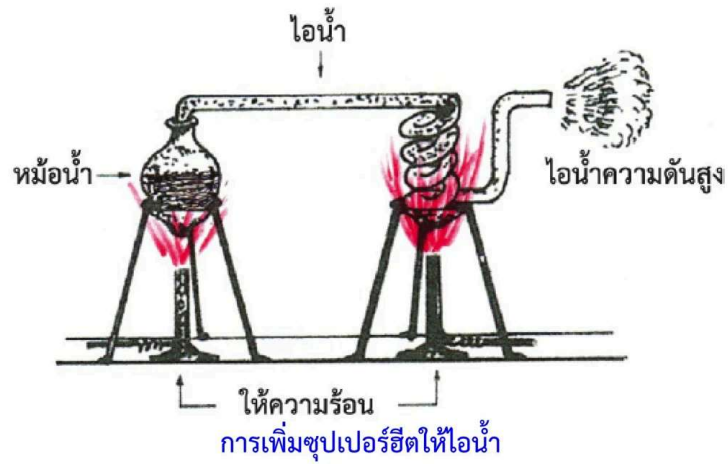


ฉนวนหุ้มท่อเครื่องทำความเย็น

ฉนวนความร้อน

1.4.7 ความร้อนยวดยิ่ง

ความร้อนยวดยิ่งหรือซูเปอร์ฮีต (Super Heat) คือ ความร้อนที่เพิ่มให้กับสสารที่มีสภาพ เป็นแก๊สสามารถเพิ่มความร้อนมาก ๆ ได้ทำให้มีความดันสูงยิ่งขึ้นเพื่อใช้งานด้านเครื่องจักรไอน้ำ



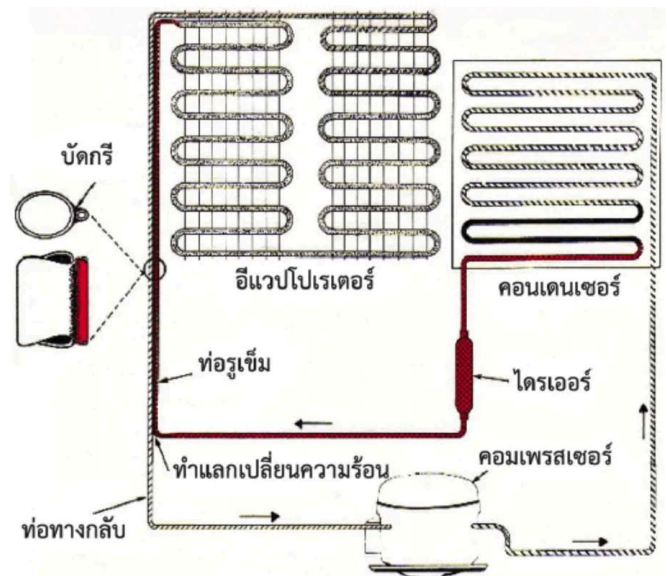
1.4.8 ซับคูล

ซับคูล (Sub Cooled) คือ การลดอุณหภูมิให้ของเหลวที่กลั่นตัวจากคอนเดนเซอร์ซึ่งยังมีความร้อน ถ้าได้รับความเย็นจะทำให้เป็นของเหลวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.4.9 การแลกเปลี่ยนความร้อน

การแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange)

การทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นถ้ามีการแลกเปลี่ยนความร้อนจะทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นดีขึ้น



การแลกเปลี่ยนความร้อน

1.4.10 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ (Temperature) คือ ระดับความร้อนที่ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดหาค่า หน่วยวัดอุณหภูมิที่นิยมใช้ คือ องศาเซลเซียส หรือ $^{\circ}\text{C}$, เคลวิน หรือ K, องศาฟาเรนไฮต์

1.4.11 อุณหภูมิสัมบูรณ์

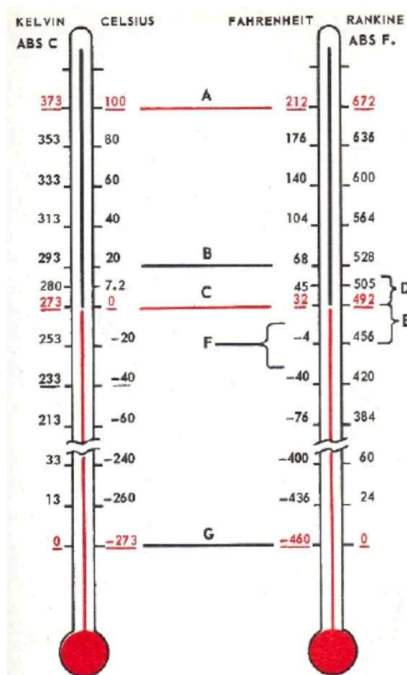
อุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute Temperature) คือ อุณหภูมิที่เริ่มวัดซึ่งถือเอาจุดที่แก๊สหดตัวจนหมดเป็นเกณฑ์ อยู่ที่ -273°C

1.4.12 การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ

องศา C เป็นองศา F ใช้สูตร $C/5 = F - 32/9$

องศา C เป็นองศา K ใช้สูตร $K = C + 273$

องศา F เป็นองศา R ใช้สูตร $R = F + 460$



A - จุดเดือดของน้ำ

B - อุณหภูมิมาตรฐาน

C - จุดเยือกแข็งของน้ำ

D - ถนอมอาหารสด

E - แช่เย็นอาหารสด

F - แช่แข็งอาหารสด

G - อุณหภูมิสัมบูรณ์

เปรียบเทียบองศาหน่วยต่าง ๆ

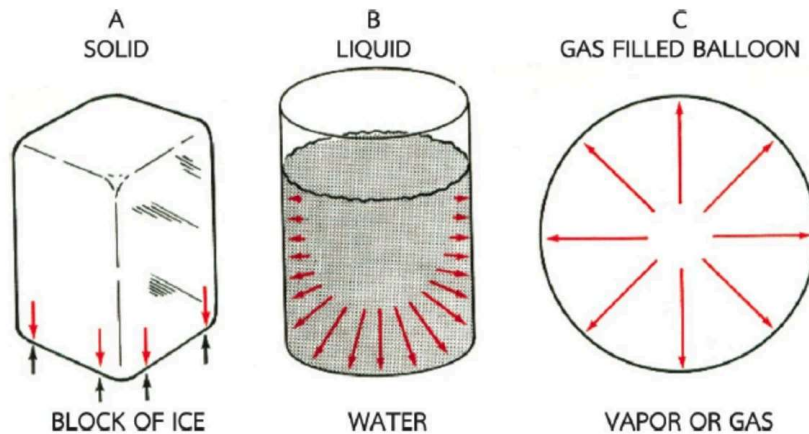
1.4.13 อุณหภูมิอิ่มตัว

อุณหภูมิอิ่มตัว (Saturate Temperature) คือ อุณหภูมิของสสารที่ถึงจุดเปลี่ยนสถานะ เช่น ลดอุณหภูมิของน้ำลงจนถึง 0 °C น้ำจะกลายเป็นน้ำแข็ง

1.4.14 สถานะของสสาร

สถานะของสสาร (States of Substance) มี 3 สถานะคือ

1. **ของแข็ง (Solid)** โมเลกุลเกาะตัวกันหนาแน่นมาก มีความดันเพียงด้านเดียว คือ ความดันจากน้ำหนักของสสารกดลงด้านล่างตามแรงดึงดูดของโลก ไม่มีความดันด้านอื่น
2. **ของเหลว (Liquid)** โมเลกุลเกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ มีความดันสองด้านคือด้านล่างและด้านข้าง
3. **แก๊ส (Gas)** โมเลกุลเกาะตัวกันเบาบาง มีความดันทุกทิศทาง



สถานะของสสาร

1.4.15 ความดัน

ความดัน (Pressure) คือ แรงที่กดลงบนพื้นผิว มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Pound Per Square Inch) หรือ psi และกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นต้น



1.4.16 ความดันสัมบูรณ์

ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) คือ ความดันที่วัดได้รวมกับความดันของบรรยากาศโลกมีหน่วยเป็น psia เช่น บนพื้นโลกมีความดัน 14.7 psia สุญญากาศมีความดัน 0 psia

1.4.19 การเปลี่ยนหน่วยความดัน

การเปลี่ยนหน่วยความดัน เปลี่ยนเพื่อให้ทราบว่าแต่ละหน่วยมีค่าเท่าไรในการวัดค่าเดียวกันระหว่างความดันสัมบูรณ์ ความดันเกจวัด และความดันสุญญากาศ มีวิธีคิดดังนี้
เปลี่ยน psia เป็น psig ใช้สูตร $psia = psig + 15$ (ปัด 14.7 เป็น 15)

เปลี่ยน psia เป็น นิ้วปรอท ใช้สูตร $psia = \frac{30 - \text{นิ้วปรอท}}{2}$

1.4.20 ต้นของการทำความเย็น

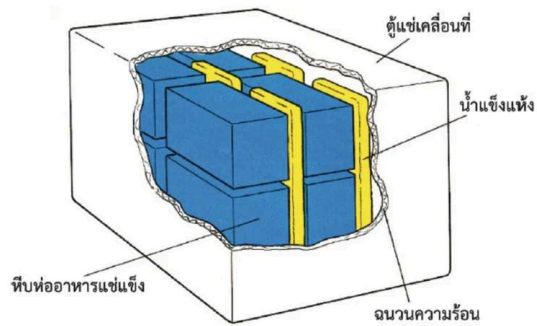
ต้นของการทำความเย็น (Ton of Refrigeration) คือ ชื่อที่ใช้เรียกความสามารถทำความเย็นของเครื่องเทียบกับการละลายน้ำแข็ง 1 ตันยูเอส ที่ 2,000 ปอนด์ (US-Ton) ในเวลา 24 ชั่วโมง

1.4.21 น้ำแข็งผสมเกลือ

น้ำแข็งผสมเกลือ (Ice and Salt Mixtures) คือ การใส่เกลือลงในน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำแข็งต่ำกว่า 0 °C เพราะเกลือโดนน้ำจะละลาย และต้องการใช้ความร้อนแฝงในการหลอมละลาย

1.4.22 น้ำแข็งแห้ง

น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) คือ คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง ได้จากการเอาคาร์บอนไดออกไซด์เหลวไปแช่แข็งจนเป็นก้อน เรียกว่า น้ำแข็งแห้ง



ตู้แช่เคลื่อนที่ใช้น้ำแข็งแห้ง

1.4.23 เครื่องทำความเย็นเชิงพาณิชย์

เครื่องทำความเย็นเชิงพาณิชย์ (Commercial Refrigerator) เป็นเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอที่มีโครงสร้างส่วนประกอบและการทำงานเหมือนเครื่องทำความเย็นในครัวเรือน



ตู้แช่ไอศกรีม



ตู้แช่เครื่องดื่ม



ตู้แช่อาหาร

ตัวอย่างเครื่องทำความเย็นเชิงพาณิชย์