

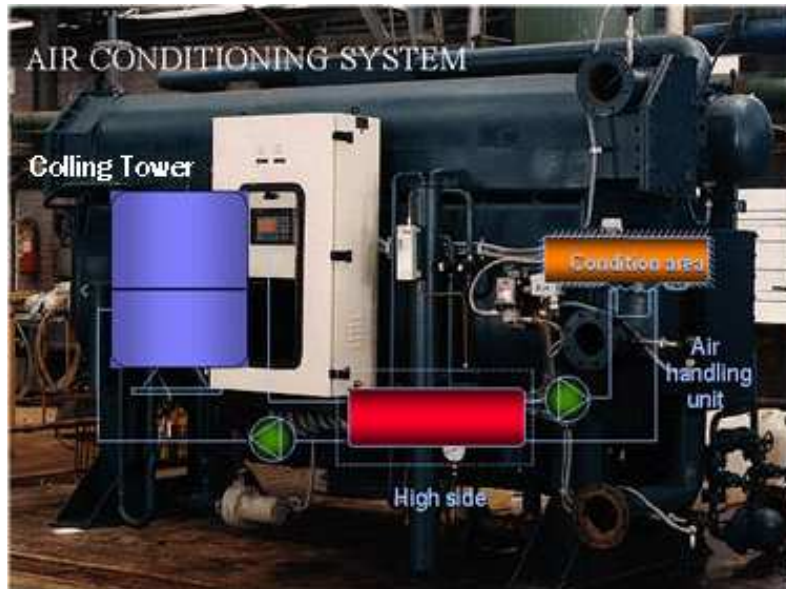
เครื่องปรับอากาศระบบчилเลอร์และความปลอดภัยในการทำงานกับчилเลอร์

Air Cooled Water Chiller System

วันนี้ผมขอเขียนบทความเกี่ยวกับระบบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ชนิดหนึ่งที่มีคนนิยมใช้ในสถานที่กว้างๆ ต้องการพื้นที่ทำความเย็นอาคารขนาดใหญ่ และประกอบกับ อาทิตย์ที่ผ่านมามีเพื่อนท่านหนึ่งถามมาเกี่ยวกับเรื่องนี้ และสอบถามเกี่ยวกับเรื่อง ต้องทำการประเมินความเสี่ยงเครื่องจักรชนิดนี้หรือเปล่า จุดที่ต้องดูเรื่องอันตรายควรดูตรงจุดไหนบ้าง การประเมินความเสี่ยงและวิเคราะห์ความเสี่ยง สำหรับเครื่องจักรชนิดใด เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยควรจะมีความรู้ หรือรู้จักเกี่ยวกับชนิดการทำงานและระบบของเครื่องจักรชนิดนั้นบ้างเพื่อที่จะประเมินในเรื่องความเสี่ยงได้ถูกต้อง แม่นยำ



ในการดำเนินชีวิตประจำวันของเราอาจจะเคยได้ใช้บริการของเครื่องทำความเย็นระบบчилเลอร์(Chiller) มาบ้าง คิดว่าคิดว่าทุกคนคงใช้บริการมาแล้ว ใครเคยไปเดินที่ห้างโลตัสบ้าง หรือบิ๊กซี หรือโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ที่กล่าวมาเขาติดตั้งเครื่องทำความเย็นระบบчилเลอร์ ระบบส่งลมเย็นส่วนใหญ่ก็จะส่งมาตามท่อด้านบน เพดาน เพื่อประหยัดพื้นที่ เราลองนึกสภาพ ถ้าไม่ติดระบบчилเลอร์ หรือเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ เราต้องนำแอร์หลายๆตัวมาวางแล้วก็ตัวละถึงจะทำความเย็นได้เพียงพอในห้องกว้างๆ ยิ่งตามห้างด้วยแล้ว มีการเข้าออกของคน เปิดปิดประตูบ่อยสูญเสียความเย็นตลอดเวลา ถ้าไม่มีเครื่องทำความเย็นระบบчилเลอร์ เราคงได้เห็นแอร์วางกันเป็นร้อยตัวแน่เลย ในห้างขนาดใหญ่เหล่านั้น ประกอบกับ การดูแลบำรุงรักษาก็จะง่าย เพราะเป็นศูนย์รวมตัวเดียว และในเรื่องประหยัดพลังงานไฟฟ้า ก็จะถูกกว่าเราใช้ Air condition หลายๆตัว



Chiller แบ่งตามการระบายความร้อนออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 2 ประเภทคือ ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำและระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

1. chiller แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือ water cooled Chiller



Model : 19XR,19XRT Series

Type : WATER COOLED CENTRIFUGAL CHILLER (R134a)

Nominal Capacities : 19XR : 200-1480 TONS , 19XRT : 350- 5

Feature :

ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยใช้น้ำยาทำความเย็นชนิด R134a พิกัดเครื่องขนาดใหญ่ 200-1480 TONS



Model : 30HT Series

Type : WATER COOLED RECIPROCATING CHILLER (R-22)

Nominal Capacities : 40-240 TONS

Feature :

ระบายความร้อนด้วยน้ำ ใช้น้ำยาให้ความเย็นชนิด R-22 พิกัดเครื่องขนาด 40-240 TONS

2. chiller แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือ Air Cooled Chiller

BRAND : CARRIER



Model : 30GX Series
Type : AIR COOLED SCREW CHILLER (R134a)
Nominal Capacity : 70-350 TONS
Feature :

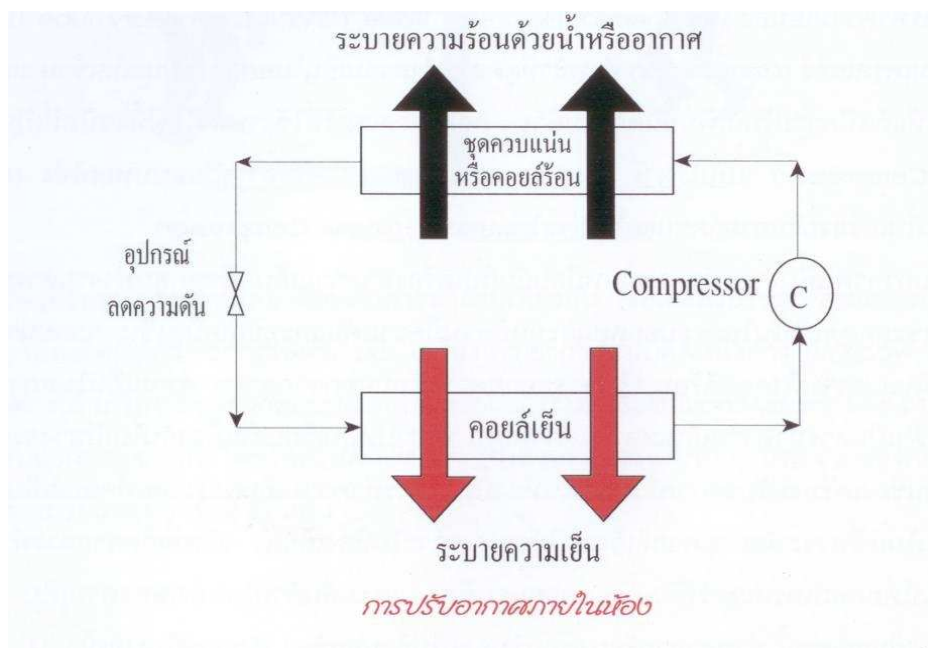
ของ Carrier ขนาด 70-350 ตัน ชนิด Air cooled screw chiller ใช้น้ำยา R134A ใช้พัดลมช่วยในการให้อากาศหมุนเวียน

และแบ่งตามชนิดคอมเพรสเซอร์ได้อีกเป็น 4 ประเภทหลัก คือ

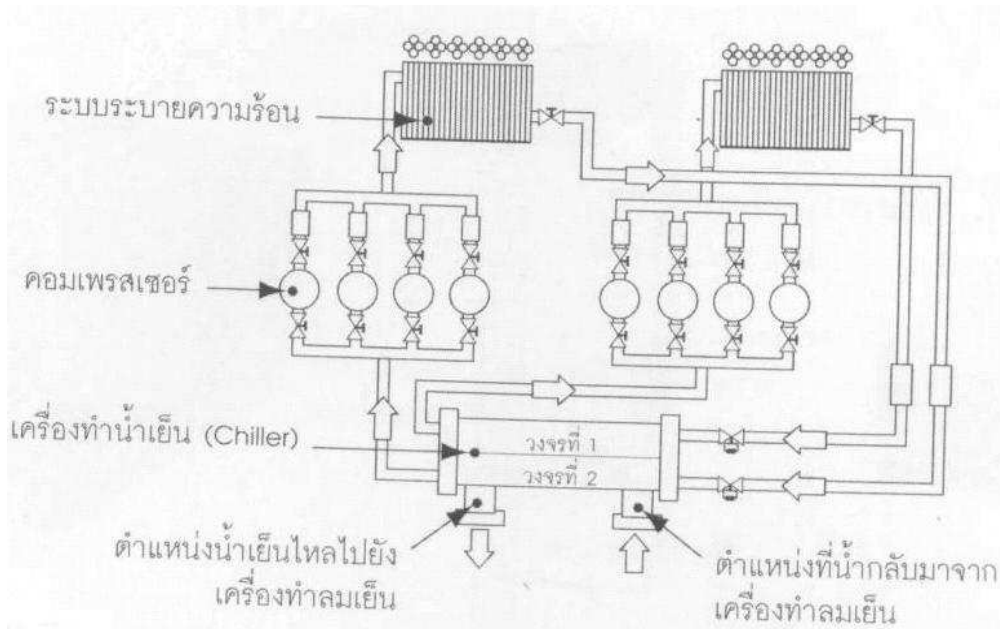
1. Centrifugal Chiller
2. Reciprocating Chiller
3. Screw chiller
4. scroll chiller

นอกจากนี้ยังมี chiller อีกประเภทซึ่งไม่ค่อยได้พบบ่อยนักคือ Absorbtion Chiller เป็นChiller ที่ทำความเย็น โดยการดูดซึม โดยใช้พลังงานจากไอเสียของไอน้ำในขบวนการทำความเย็น

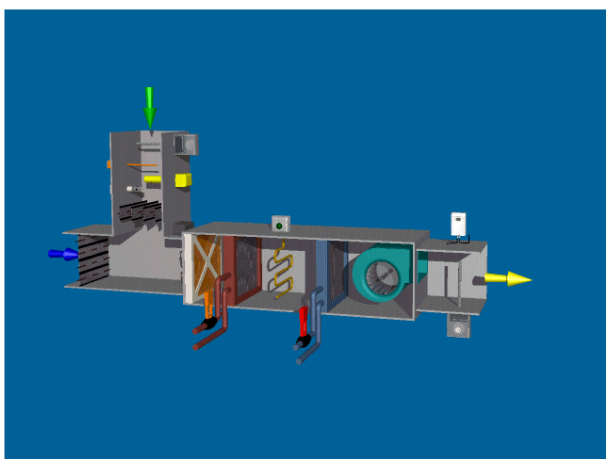
การทำงานของระบบчилเลอร์



ซิลเลอร์อาศัยน้ำเป็นตัวนำพาความเย็นไปยังห้องหรือจุดต่างๆ โดยน้ำเย็นจะไหลไปยังเครื่องทำลมเย็น (Air Handling Unit : AHU หรือ Fan Coil Unit : FCU) ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่จะปรับอากาศ จากนั้นน้ำที่ไหลออกจากเครื่องทำลมเย็นจะถูกปั๊มเข้าไปในเครื่องทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ ที่ติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องและไหลเวียนกลับไปยังเครื่องทำลมเย็นอยู่เช่นนี้ สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นนี้จะต้องมีการนำความร้อนจากระบบออกมาระบายทิ้งที่ภายนอกอาคารด้วย ดังรูป



บริเวณที่ปรับอากาศจะมีแต่เครื่องทำลมเย็น ท่อน้ำ และท่อลมที่ต่อเข้ากับเครื่องทำลมเย็นเท่านั้น โดยน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 6-8 °C จะไหลเข้าไปในเครื่องทำลมเย็นที่ประกอบด้วย แผงท่อน้ำเย็นที่มีน้ำเย็นไหลอยู่ภายในแผ่นกรองอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปเป็นแผงใยลูมิเนียม พัดลมและมอเตอร์ไฟฟ้าที่ดูดอากาศจากบริเวณที่ปรับอากาศให้ไหลผ่านแผ่นกรองและแผงท่อน้ำเย็น เมื่อไหลออกไป น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นที่ประมาณ 10-13 °C



ภาพตัดแสดงการทำงานของระบบปล่อยลมเย็น

อากาศหรือลมถูกดูดมาจากลูกศรสีเขียวและสีฟ้า โดยจะผ่านแผ่นกรองอากาศ และลมจะเคลื่อนที่ผ่านท่อขดน้ำเย็น ที่ถูกส่งมาจากปั๊มน้ำ ทำให้กลายเป็นลมเย็น โดยพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง(สีฟ้า) จะทำการดูดและปล่อยลมเย็นออกมาที่ช่องลูกศรสีเหลือง ระบบนี้จะทำงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้อุณหภูมิห้องเย็นลง

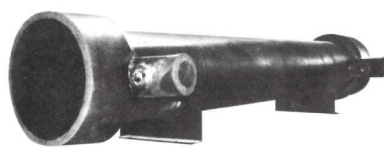


Air Handling Unit : AHU นิยมติดตั้งพื้นใน โรงงานอุตสาหกรรม

เพื่อเป่านำลมเย็นออกมาจาก Coil เย็น

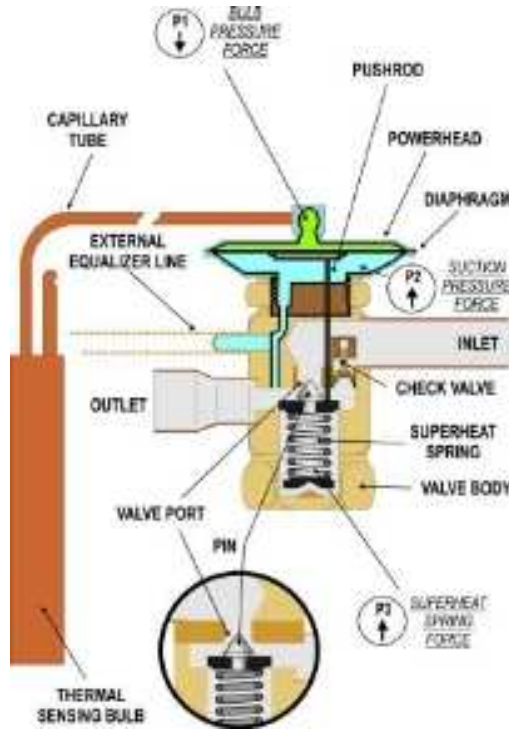
หน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในчилเลอร์ มีรายละเอียดดังนี้ คือ

1. ตัวควบแน่น (Condenser) หรือคอยล์ร้อน คืออุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่ระเหยกลายเป็น ก๊าซ และเพื่อให้เกิดการควบแน่นของสารทำความเย็นเป็นของเหลว คอยล์ร้อนมีทั้งชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled) และชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-Cooled)



2. คอยล์เย็น (Evaporator) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความเย็น โดยดึงความร้อนที่อยู่โดยรอบคอยล์เย็น เพื่อทำให้สารทำความเย็นซึ่งเป็นของเหลวระเหยกลายเป็นก๊าซ ผลที่ได้คือความเย็นเกิดขึ้น

3. อุปกรณ์ลดความดัน คืออุปกรณ์ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลเข้าไปในคอยล์เย็นและช่วยลดความดันของ สารทำความเย็นลง เช่น Thermal Expansion Valve และ Capillary Tube เป็นต้น ผลที่ได้คือสารทำความเย็นที่มีสภาพเป็นก๊าซ



ภาพแสดงอุปกรณ์ลดแรงดัน TEV และภาพตัดการทำงาน การทำงานเมื่ออุปกรณ์ Thermal sensing bulb ตรวจจับอุณหภูมิในจุดที่เรากำหนด ถ้าอุณหภูมิได้ตามค่าที่ตั้งไว้ มีอุณหภูมิสูงขึ้น สารในกระเปาะนี้จะเป็นก๊าซมีความดันสูง ไปดันกลไกการทำงานของวาล์ว ส่งผลให้อุปกรณ์เปิดการทำงานส่งสารทำความเย็นเข้าระบบ เมื่ออุณหภูมิห้องเย็นลง สารในกระเปาะหดตัวลงทำให้วาล์วชนิด TEV ปิดการทำงานอีกครั้ง

4. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็น(เช่น R-22 ,R134A) ในสภาพที่เป็นก๊าซเข้ามาและอัดให้เกิดความดันสูงซึ่งทำให้ก๊าซมีความร้อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย คอมเพรสเซอร์ที่ใช้งานทั่วไปมีทั้งชนิดที่เป็น

แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)

แบบโรตารี (Rotary Compressor)

แบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressor)

และแบบที่นิยมใช้ในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ได้แก่ แบบสกรู (Screw Compressor)

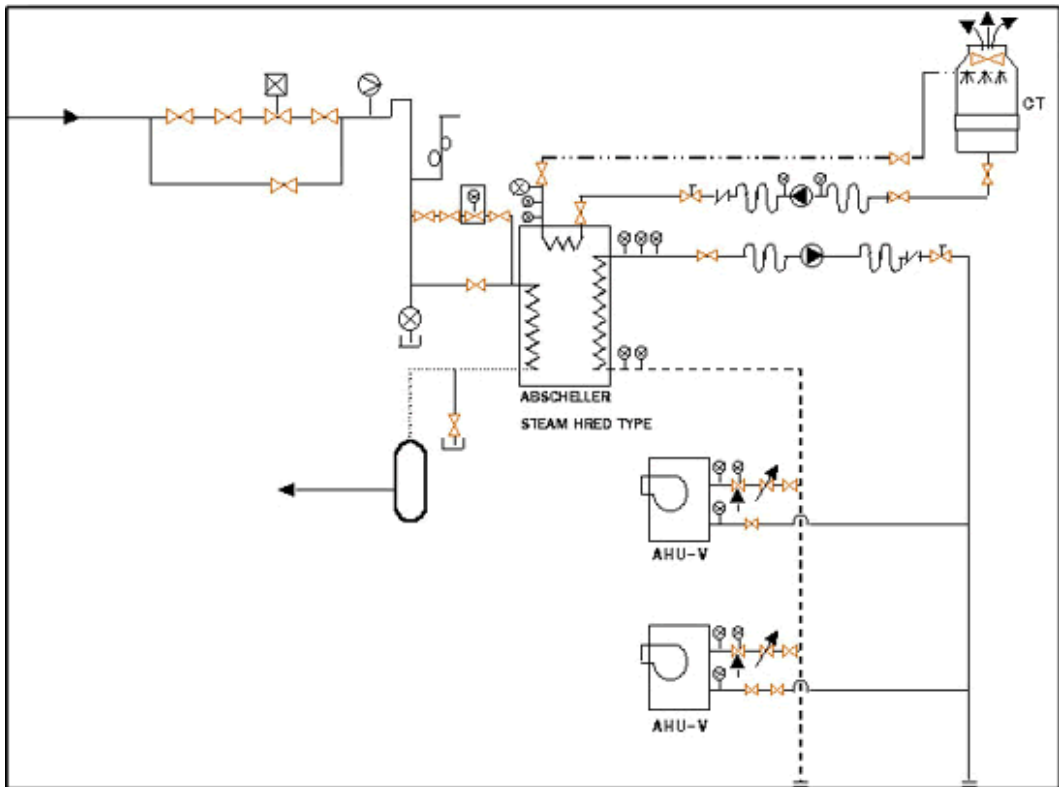


เครื่องปรับอากาศมีพื้นฐานการทำงานเหมือนกับเครื่องทำความเย็น เมื่อลูกสูบทำงาน สารทำความเย็นในสภาพที่เป็นก๊าซจะถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบและถูกอัดจนมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นจะถูกส่งมาที่เส้นทางจ่ายออกไปตามท่อจนถึงคอยล์ร้อน ซึ่งจะระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นในสภาพที่เป็นก๊าซ ซึ่งจะเกิดการกลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลวในสภาพเดิม ทำงานหมุนเวียนต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรเช่นนี้



รูปเครื่องทำความเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ

การทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในห้องนั้น สารทำความเย็นจะระเหยที่คอยล์เย็นซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง พัดลม(หรือเครื่องทำลมเย็น) ในเครื่องจะพัดผ่านคอยล์เย็นทำให้อากาศภายในห้องเย็นลง ก๊าซที่เกิดจากสารทำความเย็นที่ระเหยแล้วจะถูกอัดโดยคอมเพรสเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้องและกลั่นตัวเป็นของเหลวตามเดิม ไหลวนเป็นวัฏจักรการทำงานเย็นอยู่เช่นนี้ ส่วนอากาศร้อนจะถูกขับออกไปทิ้งนอกห้อง



วงจรการทำงานและลักษณะการต่อวาล์วควบคุม

ระบบท่อน้ำเย็น (Chilled Water Piping)

ระบบท่อน้ำเย็นก็คือ ระบบท่อที่นำน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ไปยัง FCU และ AHU เมื่อน้ำร้อนขึ้นก็นำกลับมาทำให้เย็นที่เครื่องทำน้ำเย็นใหม่ จัดว่าเป็นระบบปิด (Close System) เพราะน้ำเย็นจะหมุนเวียนอยู่อย่างนี้ภายในระบบท่อไปเรื่อยๆ เมื่อน้ำพร่องลงเนื่องจากรั่วหรือมีการระบายน้ำทิ้งบ้าง จึงจะเติมน้ำเข้ามาชดเชย ซึ่งมักจะเติมกันที่ถังที่เรียกว่า Expansion Tank เหตุที่ต้องมี Expansion Tank ก็เนื่องจากปริมาตรของน้ำจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเนื่องจากระบบเป็นระบบปิดดังกล่าวแล้ว จึงต้องมีที่ให้น้ำที่ขยายตัวไปพักไว้ หากไม่แล้วจะเกิดความดันจากการขยายตัวของน้ำ ทำให้ระบบท่อเสียหายได้

การหมุนเวียนของน้ำเย็น อาศัยแรงขับเคลื่อนจากเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ท่อน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นเรียกว่า Chilled Water Supply จะมีน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 7 องศาเซลเซียส ท่อน้ำเย็นหลังจากออกจาก FCU และ AHU เรียกว่า Chilled Water Return จะมีน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 12 องศาเซลเซียส ท่อทั้งหมดจะต้องหุ้มฉนวน เพราะที่อุณหภูมินี้ หากไม่หุ้มฉนวนจะมีน้ำเกาะและหยดลงเป็นทางได้

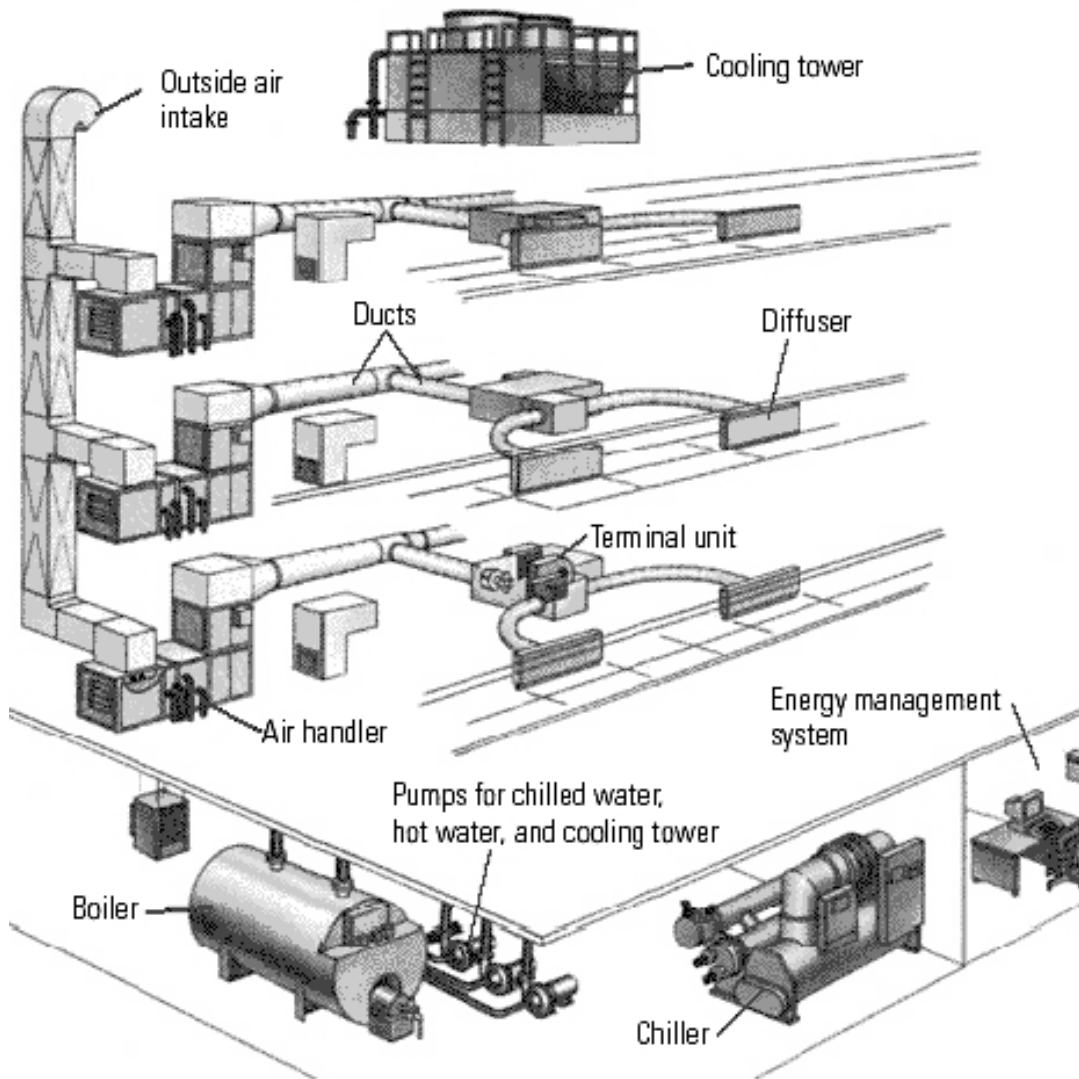
การเดินท่อน้ำเย็นจะต้องมีการพิจารณาความดันน้ำในท่อไม่ให้แตกต่างกันมากระหว่างต้นทางและปลายทางของท่อ ไม่เช่นนั้นมักจะมีปัญหาในการควบคุมปริมาณน้ำเข้า FCU และ AHU ดังนั้นหากพบว่าท่อเดินไกล ก็อาจจะต้องแบ่งเครื่องสูบน้ำเย็น เป็นชุดที่มีความดันสูง และชุดที่มีความดันปานกลาง หรืออาจจะต้องเดินท่อเป็นแบบที่เรียกว่า Reverse Return เพื่อเฉลี่ยให้ระยะทางท่อไป-กลับ FCU หรือ AHU ใกล้เคียงกันทุกตัว

การควบคุมอุณหภูมิในระบบปรับอากาศในกรณีที่ใช้ระบบน้ำเย็นนี้ อาศัยเทอร์โมสแตทเหมือนกัน โดยเทอร์โมสแตทจะวัดอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศแล้วไปสั่งการทำงานของวาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็นอัตโนมัติซึ่งจะติดอยู่ที่ FCU และ AHU แต่ละตัว ถ้าห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น เทอร์โมสแตทก็จะสั่งให้วาล์วเปิดให้น้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นมากขึ้น และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งไว้ วาล์วก็จะหริ้ให้น้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นน้อยลง อุปกรณ์ประกอบในระบบท่อน้ำเย็นยังมีอีกหลายอย่างเช่น วาล์วเปิด-ปิด ที่จะติดตั้งไว้ตามจุดที่สำคัญ เพื่ออำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุง หรือเดินท่อเพิ่ม วาล์วระบายน้ำที่จุดต่ำสุดของท่อเพื่อระบายตะกอน เช่น จีเชื่อมที่อยู่ในท่อ วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) เพื่อช่วยในการปรับสมดุลของระบบ วาล์วระบายอากาศ (Air Vent) เพื่อระบายอากาศที่ค้างอยู่ในท่อ และตามคอยล์เย็นใน FCU และ AHU ข้อต่อเพื่อรับการขยายยึด-หดตัวของท่อ (Expansion Valve) ข้อต่ออ่อน (Flexible Connector) เพื่อลดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือนจากเครื่องสูบน้ำ เครื่องวัดความดัน ที่วัดอุณหภูมิ ฯลฯ

คอยล์เย็นที่ทำงานปกติ จะต้องเย็นและมีน้ำเกาะและหยดไหลอยู่ตลอดเวลา หากคอยล์แห้งเย็นซึ่ๆ แสดงว่าผิดปกติ จะต้องดูว่าน้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นได้สะดวกหรือไม่ และมีลมค้างอยู่ภายในท่อน้ำหรือคอยล์น้ำเย็นหรือไม่ เพราะลมที่ค้างอยู่จะขวางไม่ให้น้ำไหล (Air Block) ต้องไล่อากาศนี้ออกทาง Air Vent

ข้อควรระวัง ความเสียหายอาจเกิดขึ้น ได้หาก การประกอบเครื่องและการเชื่อมต่อท่อไม่ได้มาตรฐาน ท่อน้ำอาจแตกทำให้น้ำรั่วสร้างความเสียหายให้กับห้องที่ติดตั้งได้

การที่ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพนั้น จะต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศ ก็คือหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้นควรให้ความเอาใจใส่ในการดูแลรักษาหอระบายความร้อน ให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มประสิทธิภาพ



ลักษณะการต่อใช้งาน อีกประเภทหนึ่ง

การดูแลรักษาและความปลอดภัยในการทำงานกับระบบчилเลอร์

1. Condenser และ Evaporator ต้องสะอาด ไม่มีตะกอนและพวก Biofilm เกาะติด เพื่อการแลกเปลี่ยนความร้อน/เย็นได้ดีที่สุด ทั้งนี้วิธีการดูแลความสะอาดนั้นมีหลากหลายวิธี เช่นล้าง ใ้กรองอากาศ, ใช้เคมีปรับปรุงสภาพน้ำ, Ball Cleaning
2. ตั้งอุณหภูมิห้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ ระบบ чилเลอร์ทำงานหนักเกินไป
3. ระบบตู้ Control อยู่ในสภาพที่ดี อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า ใช้งานได้ดี รวมทั้งอุปกรณ์ตัดต่อกรณีไฟรั่วต่างๆ
4. ตรวจสอบระบบรอยรั่วต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ ถ้าระบบน้ำยาทำความเย็นเกิดรั่วไหล เครื่องจะไม่สามารถทำความเย็นได้

ประสิทธิภาพการทำงานจะลดลง หรือตรวจเช็ค โดยการเช็คแรงดันของน้ำยา

5. ติดตั้งในส่วนที่มีความมั่นคงแข็งแรง
6. ควรใช้ที่ลดเสียง เพื่อป้องกันเสียงดัง ในการทำงานบริเวณเครื่อง ชิลเลอร์
7. ทำแผน Preventive Maintenance ดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ
6. หากเป็นเครื่อง Air Cooled Chiller ตั้งเครื่องไว้ในที่อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temp.) น้อย ๆ ยิ่งน้อยยิ่งดี และติดปล่องให้อากาศถ่ายเทเอาความร้อนไปทิ้งได้สะดวก หากตั้งเครื่องในที่โล่งแจ้งก็หาหลังคามาชั่วบังแดดให้ Condenser ในเวลาที่แดดส่องถึงโดยตรง ไม่ควรนำน้ำมาสปร์ผ่าน Filling ก่อนเข้า Condenser เพราะอาจทำให้ Condenser ของคุณสุกก่อนได้
7. ตัดระบบไฟฟ้าหรือตัดป้ายเตือนในกรณีทำการซ่อมบำรุง
8. ในระบบบ่อน้ำเย็นแบบเปิดไม่ควรนำมือไปสัมผัสน้ำเย็น เพราะอาจถูกไฟฟ้าดูดได้
9. ใส่แว่นตาหรือหน้ากากป้องกันในกรณีทำงานกับส่วนที่มีความดันสูง
10. ไม่มีน้ำมันรั่วบริเวณเครื่องจักร
11. ใช้ผ้าปิดจมูกเมื่อเข้าไปทำความสะอาด ใ้กรอง หรือ ระบบต่างๆ
12. เลือกใช้น้ำยาปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม และไม่มีผลกระทบต่อพนักงาน
13. บริเวณท่อส่งน้ำเย็นหุ้มฉนวนให้เหมาะสมเพื่อป้องกันหยดน้ำ