

بحث عن :

## الشيلرات ( The Chillers )



**Air Cooled**



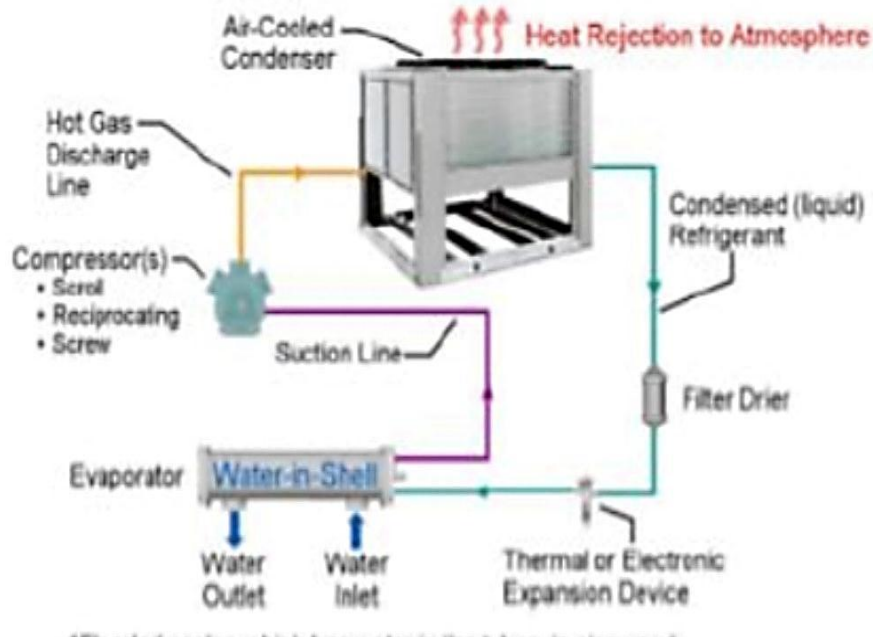
**Water Cooled**

**أعداد :** شيبية علي عبدالكريم

مهندسة ميكانيك في مستشفى الشهيد د. ناسؤ للعيون

## المقدمة

في هذا البحث يتم التعرف على الشيلر (Chiller) و هو من الأجهزة التي يتم تثبيتها بداخل المباني حتى نتمكن من أستقبال الهواء البارد و يتم توزيعه بشكل أحتراقي و فعّال ، و هذا الجهاز يتميز بنظام عالي الجودة و كفاءة متميزة من التوزيع ، و هذا ما يسمى بشيلرات الهواء ، كما يوجد نوع آخر و هو شيلرات المياه و هو يعتبر من أنظمة التبريد المركزية و يتم تبريد المياه من خلال هذا الشيلر حتى نتمكن من معالجة المياه بداخلها بشكل كيميائي حتى لا تؤثر بشكل سلبي على المواسير.



**الشيلر:** هو وحدة تبريد المياه فقط أي التبريد بواسطة المياه الباردة (Chilled Water System) .

حيث يتم استخدام الماء كوسيط للتبريد داخل الأماكن المراد تبريدها فيتم تبريد الماء أولاً أثناء مروره في المبخر ثم يضخ الماء البارد الى مبادلات حرارية داخل الأماكن المراد تبريدها بواسطة مضخات خاصة ثم يتم تبادل الحرارة بين الماء البارد و هواء المكان المراد تبريده بواسطة مراوح مسلطة على تلك المبادلات و يتم تبريد المكثف اما بواسطة الهواء الجوي فيسمى النظام وحدة تبريد ذات مكثف مبرد بالهواء أو (Air-Cooled Chiller) بواسطة الماء الذي يتم انتقاله بواسطة مضخات خاصة تنتقل الماء من أبراج التبريد الى مبادل حراري .. و تمر فيه مواسير المكثف حيث يتم تبريد سائل المبرد بالمياه (Water-Cooled Chiller) .

### الدوائر الأساسية للشيلر :

**أولاً:-** دائرة التبريد أو دائرة الفريون (Cycle Refrigeration):

**ثانياً:-** دائرة المياه (Water Cycle) .

**ثالثاً:-** دائرة الزيت (Oil Cycle) .

**أولاً:-** دائرة التبريد أو دائرة الفريون (Cycle Refrigeration):

تتكون هذه الدائرة من العناصر الأساسية لدائرة التبريد العادية من :

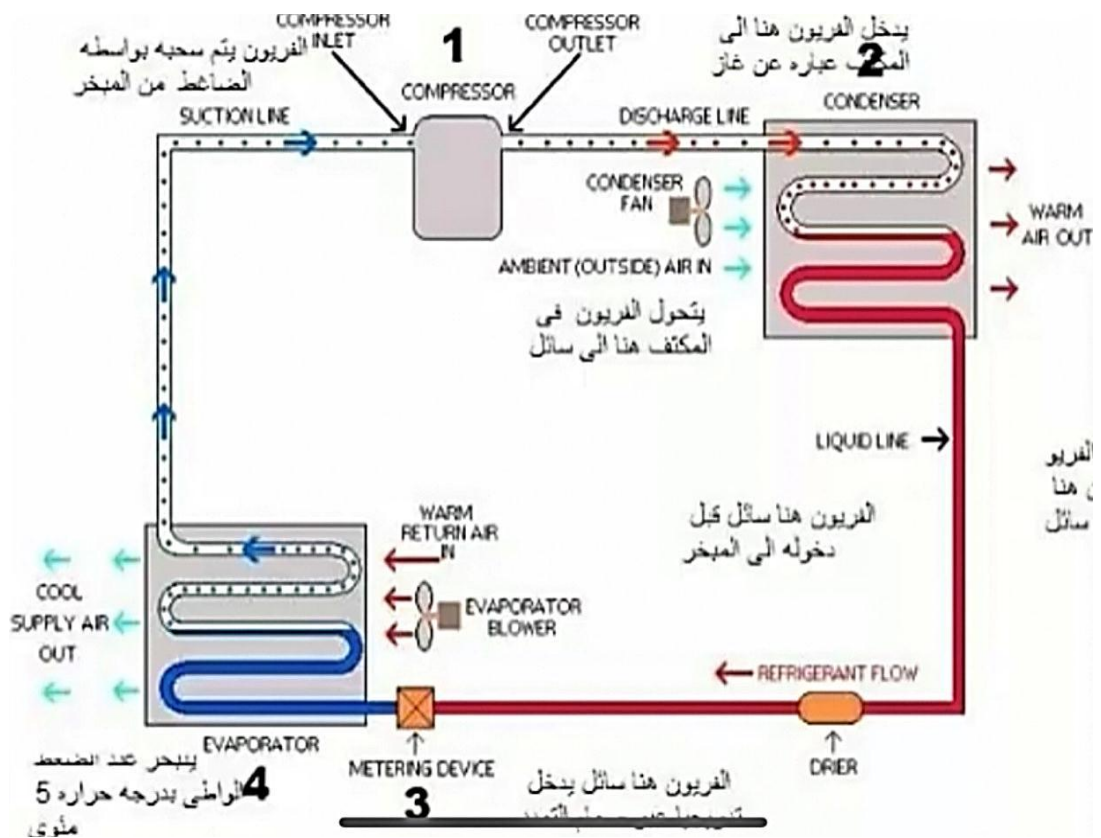
١. الضاغط (COMPRESSOR) .. ويستخدم في عمليات التكييف المركزي بالمياه المثلجة عدة أنواع من الضواغط منها (الضاغط الترددي ، الضاغط اللولبي ، الضاغط الدوراني و الضاغط الطارد المركزي) .. و تستخدم ضواغط الطارد المركزي لسعات تبريدية تتراوح ما بين (35-10000)Tr .. وتتميز تلك الضواغط بسرعات دورانية عالية تتراوح بين (3000-18000)rpm .. و لذلك فإنها قادرة على إنتاج معدلات تدفق عالية بنسب ضغط صغيرة و متوسطة . و كفاءتها مرتفعة نسبياً في كل الأحجام على مستوى واسع من ظروف التشغيل و تتراوح ما بين (70 – 80)% و النقص في الكفاءة قد يرجع الى الدوامات و الأحتكاك .. وتعمل ضواغط الطارد المركزي مع موانع تبريد مختلفة منها (R11,R12,R22,R113,R123,R500,R134a) ، وهي أنواع مختلفة من غاز الفريون .. و غاز الفريون هو أسم تجاري لمركبات كيميائية عضوية تعرف علمياً بأسم مركبات الكلوروفلوروكربون ، ويرمز لها اختصاراً بالرمز cfc و يدخل في تركيبه كل من مركبات (الكلور، الفلورو الكربون) و هي مركبات غي قابلة للاشتعال، و قد تم اكتشافها على يد العالم الأمريكي (توماس ميدغلي) و استخدمها كبديل عن الغازات السامة الأخرى التي كانت تستخدم لغايات التكييف و التبريد مثل غاز (الأمونيا NH3) و ذلك في بداية القرن العشرين تقريباً و غاز الفريون رخيص الثمن و يتم تحضيره بطريقة مباشرة و هي الكلورة و الفلورة لغاز الميثان (CH4) أو بطريقة أخرى غير مباشرة . و مركب الفريون له عمر طويل قد يصل الى مئة عام تقريباً و يعد غازاً امناً في حالات التسريب مما يسهل استخدامه في الصناعات المختلفة و هو غاز لا رائحة له و لا لون و غير سام ، بالإضافة الى كونه غازاً مستقراً و خاملاً كيميائياً ؛ لذلك فهو لا يتفاعل مع المعادن الأخرى أثناء ملامسته لها . له قدرة عالية على التحول بسهولة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية و بالعكس لذلك يستخدم كوسيط للتبريد في أجهزة الشيلر و نفس الوقت له أضرار و تكمن خطورته بتحلله في طبقات الجو العليا بواسطة الأشعة فوق البنفسجية الضارة بجميع الكائنات الحية على سطح الكرة الأرضية و تكمن خطورته على طبقة الأوزون بتفاعل ذرات الكلور المفككة منه معها و تسببها بتوسيع ثقبها

و مرور كميات كبيرة من أشعة الشمس الضارة الى الأرض مما يؤدي الى أنتشار الأمراض الجلدية المختلفة و أبرزها سرطان الجلد و حدوث أمراض في العين و اضطرابات في الحمض النووي و زيادة درجة حرارة الأرض و حدوث اضطرابات في المناخ و غيرها من الأضرار الصحية و البيئية، لذلك أتجهت الحكومات الى الحد من أستعمال الغاز و أستخدام مركبات لا تحتوي على ذرات الكلور كبديل عنه و الأستغناء عنه بشكل تام خلال السنين القليلة القادمة . الشكل أدناه صورة لأحد أنواع الكمبريسرات من نوع يورك (York) التي تستخدم في الشيلرات مع الفريون من نوع (R22) .



صورة لكومبريسر نوع يورك المستخدم في شيلرات (مستشفى الشهيد د. ناسو)

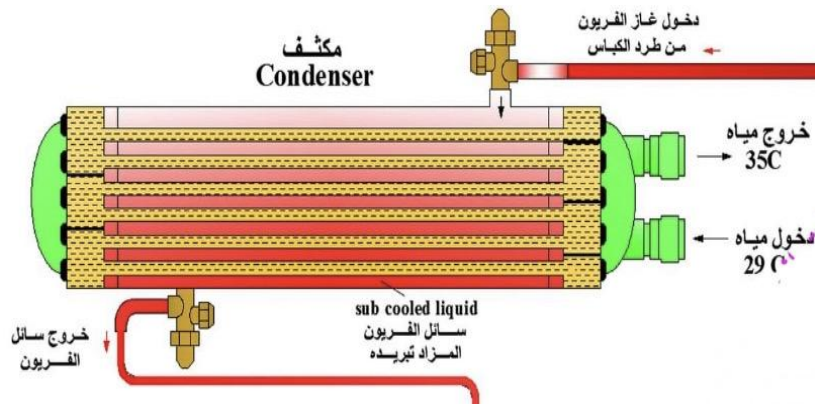
فريون R22



٢. المكثف (Condenser) .. هو عبارة عن مبادل حراري خلال حائط المكثف الى وسيط التكثيف (هواء- ماء) .. عند دخول غاز الفريون الى المبادل الحراري فان غاز الفريون يبدأ في التخلص من الحرارة المتواجدة به عن طريق ملامسة أسطح المواسير و يبدأ في التكاثف داخل المبادل و يتحول الى سائل يتجمع في نهاية المبادل من أسفل و تنخفض درجة حرارة السائل و يظل محتفظاً" بضغطه المتواجد عليه في المكثف الى أن يخرج من المكثف و هو سائل مزاد تبريده (Sub-cooled Liquid) و خلال تلك العملية ترتفع درجة حرارة المياه المستخدمة في عملية التكثيف . بعد ذلك يمر السائل خلال الفلتر دراير لحجز أى شوائب في دائرة التبريد و كذلك تخليص الفريون من أي نسبة من الرطوبة المتواجدة في دائرة التبريد .

### أداء المكثف :

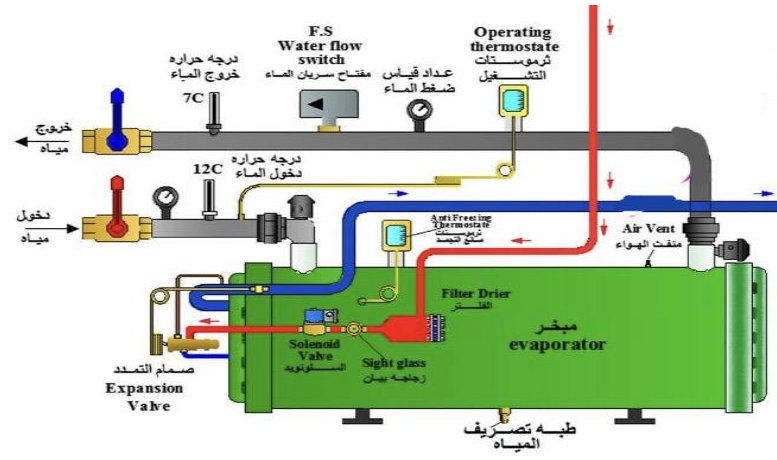
- أ- إزالة التجميع لتحويل مائع التبريد من غاز الى سائل .
- ب- التبريد الأدنى للسائل قبل استخدامه .
- ت- التخلص من الحرارة الكامنة .



و تنقسم مكثفات التبريد المركزي الى ثلاثة أنواع :

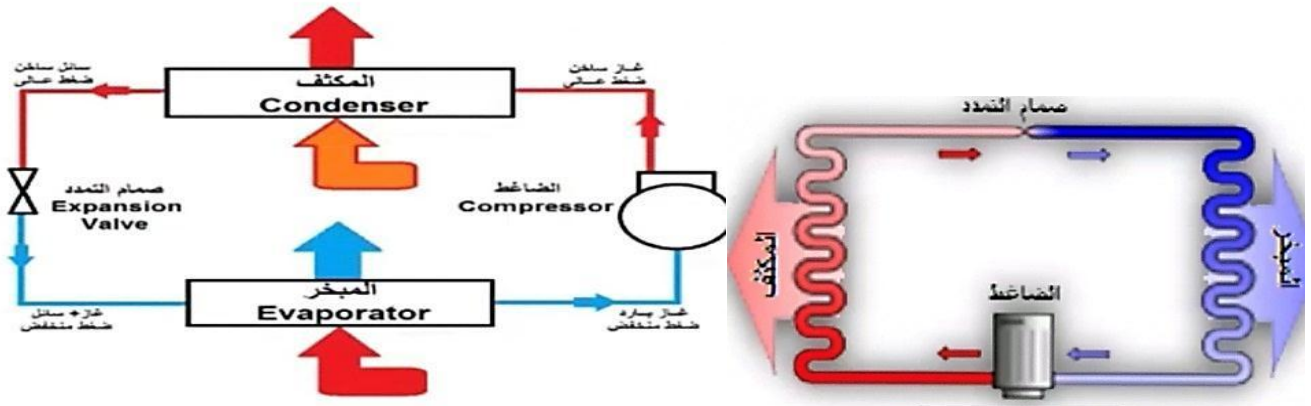
- مكثفات تبريد - هواء .. و يتم تبريد هذه المكثفات اما عن طريق الهواء الطبيعي أو الهواء الجبري من خلال مروحة .
- مكثفات تبريد - ماء .. و فيها يتم التبريد عن طريق استخدام المياه المبردة بواسطة برج التبريد في تبريد مائع التبريد .
- مكثفات تبريد ماء - هواء (تبخيري) .. و في هذا النوع من المكثفات يتم تبريده بالماء المرذذ والهواء المسحوب من الأسفل الى الأعلى بواسطة مروحة تركيب أعلى المكثف .

٣. صمام التمدد (Expansion Valve) لمركب التبريد .. و توجد عدة وسائل للتمدد خلال نظام التكثيف المركزي بالمياه المتلجة و منها .. فوهة التدفق (Orifice Plate) قرص يركب بين .. و هي تعمل على عملية خنق مفاجئة لمركب التبريد. و هذا النوع من الصمّامات يكون غالباً" من النوع ذو وصلة التعادل و بصيلة الغاز للتحكم في عملية ضبط درجة التجميع ثم يقوم صمام التمدد بخفض ضغط الغاز و كذلك درجة الحرارة .



٤. المبرد (Cooler) .. وهو عبارة عن مبادل حراري يتم فيه تحويل وسيط التبريد السائل الى بخار . و ذلك بسحب كمية من الحرارة من الأحمال الحرارية و المبرد هنا يعمل على تبريد المياه عن طريق التبادل الحراري بين المياه و مائع التبريد .. هذه المياه يتم أمرارها خلال (Fan Coil) لتبريد الهواء المار عليها أو (Air Hand Unit) .

#### دائرة التبريد الأساسية



ثانياً:- دائرة المياه (Water Cycle) :

لابد من معرفة خواص الماء و تصرفها لأن الماء هو المركب الوحيد الذي يسلك سلوك اخر غير سلوك معظم المواد عندما يتحول الماء من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة ثم الى الحالة البخارية .. فلو قمنا بأحضار مكعب من الثلج درجة حرارته أقل من الصفر المئوي ووضعناه في أناء فسنلاحظ أن الثلج سيبدأ بالذوبان كلما أضفنا حرارة له و سنلاحظ أيضاً أن حجم الماء يزداد تدريجياً حتى نصل الى حرارة الصفر المئوي و عندها سنلاحظ أن الماء كلما أضفنا اليه حرارة لن ترتفع درجة حرارته و حجمه ينخفض خلال هذه المرحلة و سيضل انخفاض حجم الماء حتى نصل الى درجة حرارة (4)مئوي و عند هذه الدرجة سيبدأ حجم الماء في الارتفاع مرة أخرى كلما قمنا بالتسخين حتى نصل الى درجة (100)مئوي و هي نقطة غليان الماء و بعدها يتحول الماء الى بخار . لذا فأنا عندما نستخدم الماء في التبريد نحذر تماماً أن نصل بتبريد الماء الى درجة أقل من (4)مئوي حتى لا تتلف أنابيب المبرد . و عند استخدام الشيلر في بعض العمليات الصناعية فأنا نحتاج الى درجة حرارة للماء تخرج من الشيلر تصل الى درجات حرارة منخفضة تحت الصفر



بدرجات عالية و لهذا السبب فأننا نستخدم المحلول الملحي (Brines) ، و كلمة براين تطلق على أي محلول مكون من الماء و الملح .. فعندما يذوب أي ملح في الماء فإنه يستخلص منه الحرارة الكامنة\* و في هذه الحالة يمكن الوصول بدرجة حرارة تجمد الماء الى درجة أقل من الصفر المئوي و كلما أزدادت نسبة الملح في الماء كلما أنخفضت درجة حرارة تجمد الماء حتى نصل الى درجة حرارة تجميد للماء تصل الى (50) تحت الصفر و لكن إضافة الملح الى الماء له نسب معينة لأنه مع زيادة تركيز الملح قد ترتفع درجة حرارة تجمد الماء مرة أخرى .

### ثالثاً:- دائرة الزيت (Oil Cycle) :

وتستخدم في هذه الدائرة مضخة من النوع الغاطس عن طريق مضخة مغمورة داخل خزان الزيت و يتم سحب الزيت من خزان أسفل جسم الضاغط ثم طرده خلال ماسورة الى دائرة تبريد للزيت . ثم يمر خلال فلتر لتنقيته و منه الى خزان أعلى الضاغط لتزيت الأجزاء المتحركة (Emergency Oil) بالضاغط . ثم يعود الزيت مرة أخرى الى الخزان الموجود أسفل الضاغط مع العلم بأنه يوجد داخل خزان الزيت سخان كهربائي يعمل على تسخين الزيت لسهولة طرده خلال المواسير و في حالة زيادة الضغط يعمل (Relief Valve) على إعادة الزيت مرة أخرى الى الخزان .

### مكونات الشيلر :

هنالك ثلاثة عناصر رئيسية يتكون منها الشيلر :

- مضخات المياه في نظام الشيلر .
- جهاز تبريد الماء و يتكون من كومبريسر أو أكثر لتبريد المياه .
- وحدة مناولة الهواء (Air Handling Unit) و تختصر الى AHU و هي أحد المكونات الرئيسية في أنظمة التكييف المركزي .. ووظيفتها تقوم بأستقبال الماء البارد القادم من جهاز التبريد و عمل معالجة لها للحصول على الهواء البارد . و هنالك نوعين أساسيين منها و هما :

1- و وحدات مناولة الهواء التي تتركب في المحطات المركزية (Central Station Air Handling Units) .

2- وحدات مناولة الهواء التي تتركب بالغرف (Individual Room Air Handling Units) .. ان وحدات مناولة الهواء التي تتركب في المحطات المركزية تتكون بصفة أساسية من غلاف يشتمل على كل من (بوابة تحكم controlling damper ، مروحة التغذية supply fan ، المرطب humidifier ، ملف إعادة التسخين reheating coil ، ملف تبريد cooling coil ، ملف تسخين ابتدائي pre-heater coil و المرشح filter ) حيث يتم تجميعها داخل هيكل معدني يسمى بما يحتويه بوحدة مناولة الهواء .

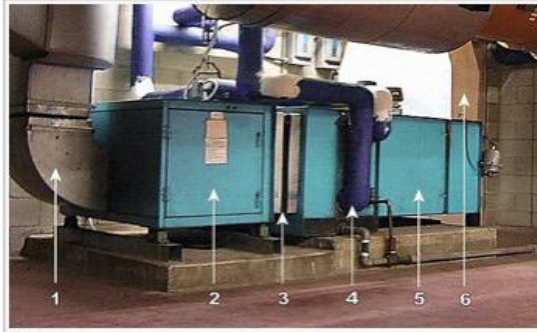


وحدة مناولة سطح علوي RTU

هذا و يمكن الحصول على طرازين من وحدات مناولة الهواء التي تتركب في المحطات المركزية : الطراز الأول منها يخدم منطقة واحدة . الطراز الثاني منها يخدم عدّة مناطق . ان الوحدات التي تخدم منطقة واحدة تدفع هواء " مكيفاً " بدرجة

حرارة و نسبة رطوبة واحدة لجميع الحيز المكيف الذي تقوم

\*الحرارة الكامنة: هي حرارة تبخر ، و بالنسبة للماء هي كمية الحرارة اللازمة لتبخير واحد كيلوجرام من الماء . و هنالك أيضاً الحرارة الكامنة للانصهار: وهي الحرارة اللازمة لتحويل الجليد الى ماء .



وحدة مناولة هواء; ينتقل الهواء من اليمين إلى اليسار في هذه الحالة، وبعض المكونات ظاهرة في الصورة وهي:

- 1 - Supply duct
- 2 - Fan compartment
- 3 - ('Vibration isolator ('flex joint
- 4 - Heating and/or cooling coil
- 5 - Filter compartment
- 6 - Mixed (recirculated + outside) air duct

بتغذيته ، و يمكن أن يستعمل هذا الطراز من الوحدات اما للتبريد أو للتدفئة و لكن ليس لهاتين العمليتين في نفس الوقت .

أما الوحدات التي تخدم عدّة مناطق فتكون مصمّمة لتدفع عدداً من مسارات الهواء بدرجات حرارة و نسب رطوبة مختلفة لأقسام منفصلة من الحيز المكيف الذي تقوم بتغذيته ، و بأستخدام هذه الطريقة فأن منطقة واحدة أو أكثر من المبنى يمكن أن يتم تبريدها ، بينما المناطق الأخرى يتم تدفئتها في نفس الوقت .

هذا و وحدة مناولة الهواء التي تتركب في المحطات المركزية والتي

تخدم منطقة واحدة تتركب بصفة أساسية من ثلاثة أقسام :

١- قسم المروحة .

٢- قسم الملف .

٣- حوض تجميع و تصريف الرطوبة المتكاثفة .

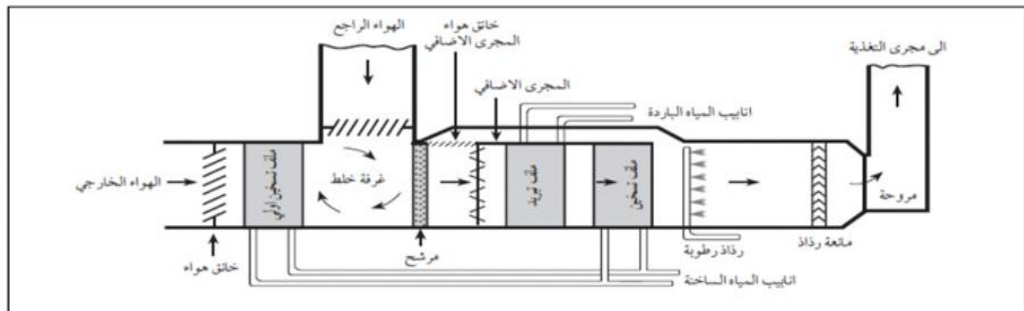
و يمكن أستعمال أنواع مختلفة من الملفات في هذه الوحدات تكون أمّا من نوع الملفات التي تعمل بطريقة التمدد المباشر لمركب التبريد ، أو التي تعمل بالماء المثلّج و ذلك للتبريد ، و ملفات تعمل بالماء الساخن أو البخار للتدفئة . نجد في هذا الطراز من الوحدات أنّ المروحة تسحب الهواء خلال الملفات و تدفعه مباشرة" الى شبكة مجاري الهواء ، و الملفات مركّبة بها بالتوالي بحيث تسحب الهواء أولاً" خلال ملفات التسخين و بعد ذلك خلال ملفات التبريد .

أما وحدة مناولة الهواء التي تتركب في المحطات المركزية و تخدم عدّة مناطق ، تشتمل على نفس الأقسام الثلاثة الأساسية الموجودة بالطراز الأول السابق شرحه ، و لكنها مركبة بترتيب مختلف ، حيث يدخل الهواء قسم المروحة و بعد ذلك يدفع فوق الملفات ، و الملفات هنا مركّبة بالتوازي و تيار الهواء الذي يدفع من المروحة يتم تقسيم سريانه ، حيث يمر جزء منه خلال ملفات التسخين و جزء آخر يمر خلال ملفات التبريد ، و لذلك يكون هناك مساران للهواء :

١- مسار للهواء الدافىء .

٢- مسار للهواء البارد .

و يتم دفع الهواء عن طريق وحدة مناولة الهواء . ان عملية الفصل و خلط مسارات الهواء الدافىء و البارد التالية تتيح لهذا الطراز من الوحدات دفع هواء بدرجات حرارة و نسب رطوبة مختلفة للمناطق المنفصلة من الحيز المكيف .



أجزاء وحدة مناولة الهواء



## الأجزاء الإضافية التي تركب بوحدات مناولة الهواء المركزية

يمكن تركيب الأجزاء الإضافية الآتية بوحدات مناولة الهواء المركزية :

- أ- أجهزة رفع نسبة الرطوبة في الهواء (Humidifiers) .
- ب- قسم بوابات التوجيه و التهريب (Volume Dampers) .
- ت- صندوق مرشحات الهواء .
- ث- صندوق خلط الهواء .
- ج- قسم ملفات التدفئة الابتدائية .

- أ - أجهزة رفع نسبة الرطوبة في الهواء (Humidifiers) : توجد ثلاثة طرازات من أجهزة رفع نسبة الرطوبة في الهواء عادة" في محطات وحدة مناولة الهواء المركزية و هي :
  - ١- أجهزة رفع الرطوبة ذات رشاشات الماء : و تعمل بفروق الضغط و تتصل بخط مياه يتحكم فيه ضابط رطوبة التهوية متوجها" الى جريالات التهوية بالغرف .
  - ٢- أجهزة رفع الرطوبة الشبكية بالبخر : عن طريق تسخين الماء و تبخيره أو دفعه في اتجاه حركة الهواء ، أو بأن يحمله الهواء بطريقة طبيعية في اتجاه حركته ، و يتحكم في ملف تسخين الماء ضابط رطوبة و ليس ضابط حرارة و يتم وضعه في الحيز المراد ترطيبه .
  - ٣- أجهزة رفع الرطوبة من طراز الحوض : و فيه نلجأ الى عملية ترطيب الهواء حينما تقل نسبة الرطوبة و خاصة في الشتاء أو بمعنى آخر نلجأ اليها في عملية التكييف الشتوي و على مدار العام .



صورة لأحد أنواع الـ (Humidifiers) المستخدمة في وحدات مناولة الهواء الخاصة بغرف العمليات في مستشفى الشهيد د. ناسو

- ب- قسم بوابات التوجيه و التهريب (Volume Dampers) : يعتبر قسم بوابات التوجيه و التهريب جزءا" من عملية التنظيم و ليس كجزء من أجزاء الوحدة . ان أقسام البوابات تستعمل فقط بوحدات مناولة الهواء المركزية التي تخدم منطقة واحدة ، و تركب عند مدخل الهواء بقسم الملف ، هذا و تستعمل بوابات التهريب الخارجية عندما يكون من الضروري الاستفادة بجميع مساحة وجه الملف . و هي عبارة عن صمامات أو قطع معدنية تقوم بأيقاف أو تنظيم جريان الهواء داخل الدكتات ، المداخن ، صناديق الـ (VAV) ، مناولات الهواء أو أجهزة مناولات هواء أخرى .. المخمد أو الـ (Dampers) يمكن أن يستعمل لقطع التكييف المركزي (تدفئة أو تبريد) عن غرفة غير مستخدمة أو تنظيمه للغرفة

حسب درجة حرارة الغرفة و التحكم في المناخ و يمكن تشغيله يدويا" أو آليا" . و هنالك أنواع متعددة من الـ(Dampers) و هي :



• مخمدات النار أو (الحريق) Fire dampers .

• مخمدات الفراشة Butterfly dampers .

• مخمدات ذات الاتجاه الواحد (غير العائدة) Non Return dampers .

• المخمدات الآلية(ذات المحركات) Motorized Volume dampers .

• مخمدات الدخان Smoke dampers .

• مخمدات الجاذبية Gravity dampers .

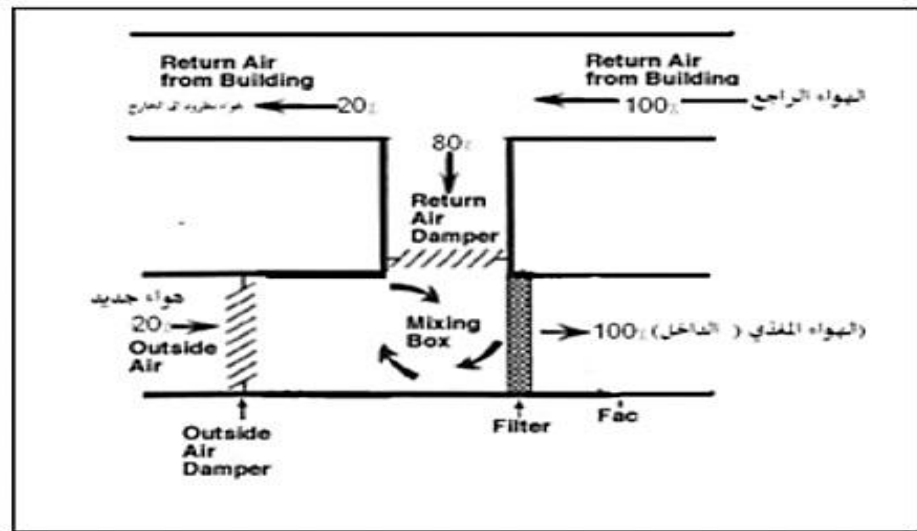
• مخمدات الحريق و الدخان الآلية Motorized fire and smoke dampers .



ت-صندوق مرشحات الهواء : يركب هذا الصندوق بقسم الملف أو قسم البوابات عند أستعماله بوحدات مناولة الهواء المركزية التي تخدم منطقة واحدة ، أما في الوحدات التي تخدم عدة مناطق فتكون في مدخل قسم المروحة .

#### Volume Damper

ث-صندوق خلط الهواء : عندما تدعو الحاجة لأدخال هواء تهوية خلال وحدة مناولة الهواء المركزية ، تستخدم عادة" صناديق الخلط و ذلك لأعطاء نسب الخلط الصحيحة للهواء الخارجي عندما يسحب الهواء خلال الملف ، هذا و تقوم أيضا" بوابات الهواء(Dampers) الموجودة بصندوق الخلط بقلل دخول الهواء الخارجي عندما لا تكون مروحة الوحدة بوضعية الدوران . و يمكن كذلك تركيب أجهزة تنظيم لهذه البوابات أوتوماتيكية تعمل على إدخال الهواء الخارجي عندما تكون درجة حرارته منخفضة و ذلك للتبريد أثناء تشغيل الوحدة خلال الفترات بين الفصول .



#### غرف الخلط

ج- **قسم ملفات التدفئة الابتدائية** : عند الأحتياج الى أستخدام كميات كبيرة من الهواء الخارجي البارد ، فإنه قد يكون من الضروري تدفئة الهواء الذي يدخل قسم الملف تدفئة ابتدائية و ذلك لتحاشي تجمد هذا الملف في البلاد الباردة ، و للتأكد من الحصول على السعة الكلية للتدفئة من الوحدة ، و يركب قسم ملفات التدفئة الابتدائية هذا بين مرشح الهواء أو صندوق الخلط و مدخل مناولة الهواء .

ح- **ملفات المياه الساخنة** : تتكون ملفات المياه غالبا" من المواسير النحاسية موصولة مع بعضها بشكل صفوف و يفصل بين تلك الصفوف ريش أو زعانف مصنوعة من الألمنيوم و لكن عندما يكون الجو حار و رطب فأن ريش الألمنيوم تتآكل لذلك يتم صناعتها من مادة النحاس لكي تتحمل العوامل الجوية .



ملفات المياه الساخنة

خ- **ملفات الماء الباردة** : و هي تشبه ملفات المياه الساخنة من حيث التركيب و التجميع ، حيث يتم تمرير الهواء على ملفات تحتوي على الماء البارد تم تبريده بواسطة مبردات الماء (chilled water) و تكون هذه الملفات مركبة في وحدات مناولة الهواء المركزية حيث يكون ملف التبريد المركزي في هذه الوحدة .



ملفات الماء الباردة

و تعتمد قدرة الملف التبريدية أو التسخينية على عدة عوامل منها :

- القطر الخارجي للأنابيب .
- ارتفاع صفوف الأنابيب .
- عدد الصفوف .
- عدد الزعانف على الأنابيب .
- المساحة الفعالة لواجهة الملف .

و يتم تسخين الماء عن طريق مرجل تسخين مع حارق السولار أو حارق الغاز أو عن طريق لوحات التسخين الشمسية ثم يدفع بالماء الساخن بواسطة المضخات الى ملفات نحاسية يتم تبادل الحرارة مع الهواء عند التدفق من خلالها في وحدات مناولة الهواء المركزية حيث يكون ملف التسخين المركزي في هذه الوحدة .

د- **أفران النار الهوائية** : حيث يتم تمرير الهواء في محيط الفرن و يتم تسخين الهواء مباشرة نتيجة التلامس و من ثم يتم ضخ الهواء عبر وحدة مناولة الهواء الى المكان المكيف .

ذ- **المبخرات** : يتم تبريد الهواء كما ذكرنا سابقا" عن طريق ملفات الماء الباردة .. و لكن أيضا" يتم تبريدها عن طريق تمرير الهواء على المبخر في وحدة تبريد غازية تستعمل وسيط للتبريد .



مبخرات ذات أشكال متنوعة

### وحدة تنقية و معالجة الهواء :

ان الهواء الجوي معرض للتلوث بالأتربة و الميكروبات و الجراثيم و الدخان و الغازات الضارة و الروائح و يقصد بالتحكم في نقاوة الهواء العمل على خفض الجسيمات الضارة و امتصاص الغازات الضارة قبل دخول الهواء الى الأماكن المكيفة كما و تعمل بعض المرشحات على تنقية الهواء من الجراثيم و حبوب اللقاح التي تنقل الأمراض و تسبب الحساسية .

و تقسم المرشحات الى عدة أنواع رئيسية هي :

- مرشحات جافة (Dry Filters) .
- مرشحات لزجة (Viscous Filters) .
- مرشحات أليكتروستاتيكية (Electro-static filters) .

تقسم المرشحات الجافة الى نوعين :

أ- المرشح الجاف العادي (Ordinary Dry Filters) : و يتكون من مواد مثل السليوز أو الأسبست أو الورق المسامي المعالج أو الصوف الزجاجي أو خيوط القطن تكون مجمعة في إطار معدني أو بلاستيكي و عند مرور الهواء من خلال المرشح تعلق ذرات الأتربة بمادة المرشح وبالتالي يخرج الهواء خاليا" من الأتربة و ذرات الرمال و غيرها و يمكن أستبدال المرشح عند أتساخه . بعض الأنواع يتم تنظيفها و أعادتها و يقوم المرشح هنا بامتصاص الشوائب بنسبة 70% و يكون بمثابة الحاجز الأول لألتقاط الشوائب .



عدة أنواع من المرشحات الجافة

ب- المرشح الجاف الدقيق (Fine Filters) : و هو عبارة عن نوع من المرشحات الجافة التي تكون المسافة بين الألياف دقيقة جدا" مما يساعد على تنقية الهواء المر خلال المرشح من الأتربة و الغازات و الكائنات الدقيقة و البكتريا بكفاءة تصل الى 99.9% و يستخدم المرشح الدقيق لتنقية الهواء قبل دخوله الى غرفة العمليات في المستشفيات و كذلك معامل الأبحاث و مصانع الأدوية التي تتطلب درجة عالية من النقاوة و يعرف هذا الفلتر بأسمه التجاري .

تركب المرشحات الدقيقة بعد مروحة توزيع الهواء الى المكان المكيف أي بعد معالجة الهواء من خلال المرشح الأول العادي و لذلك يعمل على المحافظة على المرشح الدقيق من الأتساخ بسرعة و بالتالي زيادة عمر المرشح الافتراضي .



عدة أشكال من المرشحات الجافة الدقيقة

#### - المرشحات اللزجة :

تعتمد نظرية المرشحات اللزجة على أستعمال مادة لزجة تعمل على حجز الأتربة و الميكروبات . و يتكون المرشح اللزج من ألياف الصوف الزجاجي ، ألياف أصطناعية ، ألياف الألمنيوم أو شعر الحيوانات على هيئة تجاويف متعاقبة وراء بعضها و مشبعة بمادة لزجة (زيت أو شحم) تقوم بأستخلاص الأتربة من الهواء المر خلالها نتيجة تغيير اتجاه حركة الهواء و سرعته خلال سمك المرشح .

المرشحات اللزجة يمكنها التخلص من حوالي 90% من الأتربة العالقة بالهواء بكفاءة تتراوح ما بين 65% - 80% .  
تصنف المرشحات اللزجة الى ثلاثة أنواع : مرشحات قابلة للغسيل ، مرشحات قابلة للتغيير و مرشحات ذاتية التنظيف .



بعض المرشحات اللزجة

#### - المرشحات الأليكتروستاتيكية :

تعتمد نظرية المرشحات الأليكتروستاتيكية على شحن جزيئات المواد العالقة بشحنة كهروستاتيكية ثم جذبها الى ألواح تجميع ذات شحنة كهربائية مخالفة لشحنة جزيئات المواد العالقة .

يتكون المرشح من شبكتين مشحونتين بشحنة كهروستاتيكية ، و بجهد عالي يتراوح بين (11-13) ألف فولت ، كافية لجذب أية ذرة من الأتربة أو الميكروبات . تجهز المرشحات الأليكترونية بأجهزة لفصل التيار عنها قبل الكشف عليها حتى لا تسبب أخطار لمن يلمسها .

تتراوح كفاءة المرشحات الأليكتروستاتيكية بين 70% - 90% و عادة" يستخدم مرشح جاف مع المرشحات الأليكترونية و ذلك للتخلص من الجسيمات الكبيرة .

حاليا" تستخدم المرشحات الأليكتروستاتيكية بدلا" من المرشحات الجافة الدقيقة ذات الكفاءة العالية للتخلص من الجسيمات ذات الأقطار الأقل من المايكرون .

يمكن تركيب المرشحات الأليكتروستاتيكية في مسالك التغذية أو مسالك الهواء الراجع . و من مزايا المرشحات الأليكتروستاتيكية العمل على تعقيم الهواء عن طريق قتل الميكروبات و الجراثيم التي يحملها الهواء علاوة" على تنقيته .



أنواع المرشحات الأليكتروستاتيكية

### تعقيم الهواء :

يمكن تعقيم الهواء و قتل البكتريا بأستخدام لمبات الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet ray lamp) ، حيث تنتج الأشعة فوق البنفسجية غاز الأوزون الذي يمكنه القضاء على معظم البكتريا خلال جزء من الثانية . و يستعمل تعقيم الهواء في مصانع الأدوية و غرف العمليات في المستشفيات و في بعض مصانع الأغذية .

في حالة تركيب الوحدات التي تعمل بالأشعة فوق البنفسجية سيتم توفير حوالي 70% بعد التركيب حيث أنّ التغير الذي يتم في اللمبات فقط سنويا" و هذه اللمبات مصممة للعمل لمدة 24 ساعة يوميا" و على مدار العام ، أذ يبلغ عمرها الافتراضي 9000 ساعة .

### الأجهزة المناسبة للتكييف المركزي :

يتم تركيب هذه الأجهزة داخل مجاري التكييف المركزي و يتميز بقدرته على تعقيم الهواء بدرجة 70% من أول مرة (خلال ساعة واحدة فقط) و تصل درجة التعقيم الى 97% (قتل البكتريا و الجراثيم) .. الجهاز يعمل على توليد كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية الفعالة في القضاء على البكتريا و الجراثيم .



أجهزة تعقيم الهواء



من مميزات نظام الشيلر أنه :

- أ- ذو كفاءة عملية عالية .
- ب- كفاءة اقتصادية و خاصة للمباني الضخمة .

### أنواع الشيلرات :

- ١- شيلر تبريد - هواء .. يتم التبريد فيه عن طريق الهواء الخارجي (Open Air) .
- ٢- شيلر تبريد - ماء .. يتكون نظام التبريد بالمياه من 2 دائرة مياه :-

أ-الدائرة الأولى .. ويتم فيها تبريد المياه عن طريق الشيلر ، و تكون المياه معالجة كيميائيا" حتى لا تسبب تآكل المواسير و المضخات و تكون درجة حرارة هذه المياه منخفضة ، ثم تستخدم هذه المياه بعد تبريدها بالشيلر لتبريد

غرف المبنى حيث تمر بملف من المواسير و عن طريق مروحة يتم دفع الهواء فيدخل الى المكان المراد تكييفه باردا" . و يتم التحكم في درجة الحرارة عن طريق صمام الملف اللولبي (Solenoid Valve) .. ويتكون من (ملف كهربائي + قلب حديدي) .. أو عبارة عن محبس أو (قفل) كهربائي مزود بملف كهربائي و عند مرور التيار الكهربائي بالملف يتولد مجال مغناطيسي يجذب القلب الحديدي داخل الـ(Valve) فينفتح و يسمح بمرور السائل أو الغاز من خلاله .

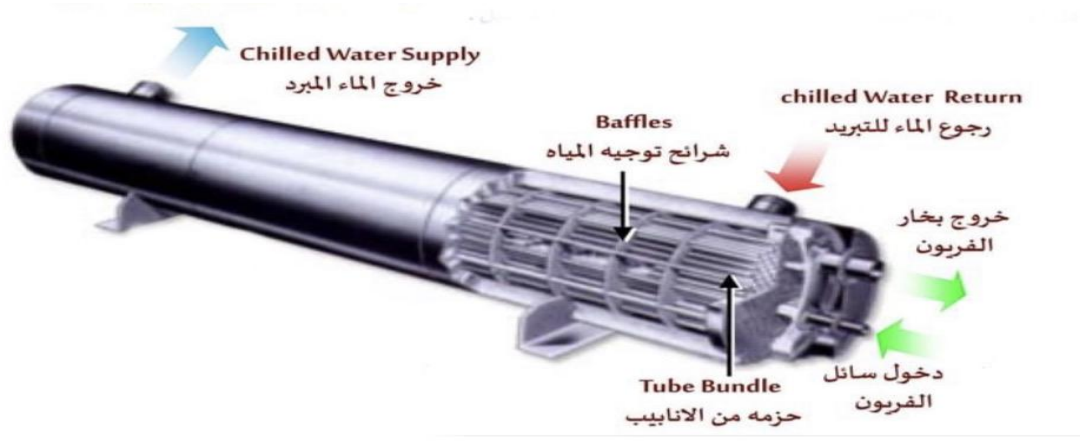


Solenoid Valve

ويستخدم الـ(Solenoid Valve) بالشيلر لمنع دخول السائل الى المبخر في حالة فصل ثرموستات التشغيل عند الوصول الى الدرجة المطلوبة . الا في حالة ما يكون أحد الـ(Compressor) يعمل في الدائرة ، بمعنى آخر .. بعد قطع التيار يقوم الـ(Solenoid Valve) بالقفل مما يساعد على إعادة بدء دوران محرك الضاغط دون حمل عليه .

ب- الدائرة الثانية .. و هي دائرة مخصصة لتبريد الشيلر نفسه و تكون متصلة بأبراج تبريد تكون موجودة أعلى المبنى ، حيث يتم رش المياه و تبريدها بمروحة ضخمة ثم تعود عن طريق المضخات الى الشيلر نفسه لتبريده . \* هنالك جزء آخر في الشيلر ألا و هو (Water Flow Switch) .. ويعتبر من أنظمة الحماية الهامة في الشيلر .. و هو عبارة عن مفتاح يستشعر مرور السوائل فيسمح بمرور السوائل في مسار معين و لا يسمح بعودة السائل من نفس المسار ، حيث بداخله جزء أليكتروني يغير من وضعية ملامسات الجهاز من مفتوحة الى مغلقة أو العكس و حيث يتم غلق المسار عند سريان السائل في الاتجاه المعاكس .

**\* وظيفته :** اذا توقفت مضخات المياه فسيوقف دخول المياه الى الشيلر مما يؤدي الى تجمد المياه الموجودة داخل الشيلر و يزداد حجمه و يسبب تكسير المبرد الذي يشمل على المبخر (Evaporater) أو مايسمى بالمبادل الحراري (Heat Exchanger) ، هذا النوع من المبخر المستخدم في عملية تبريد الماء يسمى المبخر ذو الغلاف و الأنابيب ( Shell and Tube Evaporator) ، وفيه يستعمل الماء كوسيط للتبريد بدلاً من الهواء و يتكون هذا المبخر من مواسير يمر بداخلها سائل الفريون عن طريق صمام التمديد ، أما الغلاف فإنه يحتوي على المياه المراد تبريدها و هذه المياه يجب أن تحيط بجميع المواسير التي يمر بها الفريون حتى نضمن أن تكون عملية التبادل الحراري كاملة و يلاحظ أنه بداخل هذا المبرد يتم عمل فواصل بداخله و ذلك لضمان أن الماء أثناء سريانه يمر على جميع أجزاء مواسير الفريون و يفقد أكبر كمية من الحرارة المتواجدة به و تنتقل هذه الحرارة الى الفريون المار في المواسير و الذي يتبخر نتيجة التبادل الحراري و يقوم الكباس بسحبه و ضغطه في المكثف و دخول الماء الى هذا المبرد يتم دفعه عن طريق مضخة مياه الى داخل المبخر و بعدها تخرج المياه الى الأماكن المرغوب استعمال هذا الماء بها فأمّا أن تكون وحدات تكييف (fan coils) تستخدم المياه في عمليات التكييف أو تستخدم هذه المياه في أغراض صناعية و في أدناه صورة للمبخر.



**\* لهذا السبب يتم تركيب الـ (Flow Switch) على مدخل المياه الى الشيلر للتأكد من سريان الماء الى داخل الشيلر .**



**\* نوع من أنواع (water flow switch) الموجودة فوق الأنابيب الخارجية للشيلر في مستشفى الشهيد د. ناسو**

## \* ثرموستات مانع التجمد (Anti Freezing Thermostate):

هذا الثرموستات هو ثرموستات يتم ضبطه على درجة حرارة أعلى من الصفر المئوي و ذلك لحماية الماء من الوصول الى مرحلة التجمد و هذا الثرموستات يعتبر من الأجزاء المهمة جدا" في دائرة كونترول الشيلر لأيقاف الكباس في حالة وصول الماء الى مرحلة التجمد و أى تلف يحدث به من الممكن أن يؤدي الى تلف مواسير الشيلر .

\* هناك جزء آخر و هو الـ (Isolation Valve – Gate Valve) .. حيث يوجد منه نوعان :

أ- ذو القلب الكروي .

ب- ذو القلب البوابي .

\* وفائدتهما : - يستخدم في فتح الخط الذي يركب عليه دون أن يتحكم في كمية المياه و سرعتها .  
- يستخدم لغلاق الخط مما يساعد على القيام بالصيانة .



Isolation valve

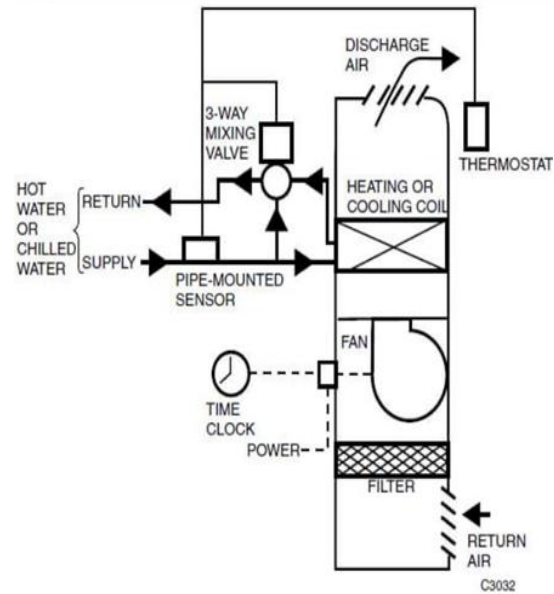
types of Gate valve

\* و هنالك أيضا" الـ (Balance Valve) أي صمام الموازنة : حيث تحافظ صمامات الموازنة على ظروف التدفق بحيث تعمل صمامات التحكم بشكل صحيح مما يوفر تدفقات صحيحة لمفاتيح نقل الحرارة ، مما يؤدي الى الأخراج الصحيح للطاقة الى الفضاء أينما كان ذلك مطلوبا" . يمكن أن يؤدي تغيير وجهات النظر على عناصر التحكم في التدفق الى حدوث خلافات حيث يجب وضع صمامات الموازنة في أنظمة الحلقة المغلقة بحيث توضع على جانب الأرجاع بينما قد تختار الشركات الأخرى جانب الـ (Supply) أو المغذي .



\* صمام الـ (Three Way Valve) : و هو نوع آخر من صمامات التحكم و يتم تركيبه على الخط الراجع للفانة و له قنحتي دخول أحدهما تتصل بالخط الداخل للفانة و تفتح عندما يغلق لحظيا" و تعمل عمل By pass ليتجه التدفق من خط الدخول للفانة الى خط الراجع دون المرور الى ملف الفانة و منها الى فتحة الخروج المتصلة بخط الراجع الرئيسي

أما فتحة الدخول فمتصلة بنهاية ملف الفانة (الخط الخارج للملف و هي معزولة عن الفتحتين الأخرين و تغلق في حالة الوصول الى درجة الحرارة) فلا نحتاج الى تغيير سرعة المحرك .



three way صمام

\*الـ (Motor Protection Circuit Breaker) أو ما يسمى بقاطع دورة حماية المحرك : و هو عبارة عن جهاز كهربائي ميكانيكي بسيط و الذي يقوم بحماية محرك كهربائي فردي ضد تقلبات الحمل الزائد في تيار الأدخال أو الانقطاعات غير المجدولة للدائرة الرئيسية و هذا يشمل أعطال الخط و فقدان الطور أو عدم التوازن في المحرك ثلاثي الطور . وينصب على موتور الكومبريسر ويكون موصولاً بالدائرة الكهربائية للكومبريسر و الذي يسمح له بقطع القدرة الى الموتور عندما يكشف حالة خارجة عن الحدود وكذلك يعمل على أطفاء الموتور عندما تتولد حرارة زائدة داخل دائرة المحرك . فأن ميزة الأمان هذه توقف ارتفاع درجة الحرارة قبل أن تتمكن من حرق المحرك .. تقوم الواقيات الحرارية بأعادة ضبط نفسها بشكل عام بمجرد أن يبرد المحرك الى درجة حرارة تشغيل آمنة .



موتور بروتيكتر نوع يورك و هو المستخدم في شيلرات مستشفى الشهيد دئاسو للعيون

## المتحسسات أو (Sensores) :

وله عدة تسميات منه المكشاف أو الحساس أو المستشعر و هو أداة أستشعار ، يعمل على كشف الحالة المحيطة الفيزيائية . فمنه ما يقيس درجة الحرارة و منه ما يقيس الضغط و غيرها كثير ..

- حساس الهواء : و يقع أمام المبخر و يستشعر الهواء الراجع من الغرفة و عن طريقه يتم فصل و تشغيل التكييف عند الوصول الى درجة الحرارة المطلوبة للغرفة .



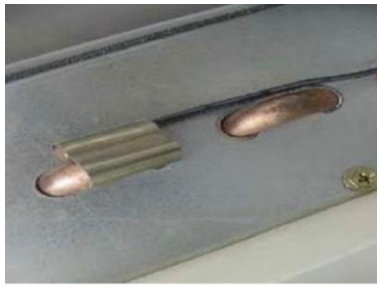
حساس الهواء

- حساس المبخر : و هو المسؤول عن حماية ملف المبخر من التجميد و أسباب التجميد أتساخ المبخر أو الفلاتر أو تلف مروحة المبخر . و إذا أستشعر الحساس بدرجة حرارة المبخر أقل من الصفر درجة مئوية لمدة (10) دقائق من التشغيل المستمر يتوقف الضاغط عن العمل و يظهر الخطأ على لوحة التحكم .



حساس المبخر

- حساس المكثف : و هو حساس مستخدم على ملفات المكثف و يعمل على حماية الضاغط من وجود تسريب أو نقص شحنة عن طريق درجة حرارة المكثف في بعض الأجهزة يعمل على إيقاف الضاغط و أظهار الأخطاء بالجهاز و في بعض الأجهزة الأخرى يعمل الضاغط مع أظهار رمز الأخطاء بالجهاز .



حساس المكثف

- حساس درجة حرارة الماء .



حساس درجة الحرارة للماء

- حساس درجة حرارة الزيت .



حساس درجة حرارة الزيت

- حساس ضغط الزيت العالي و المنخفض .



Low oil pressure sensor

### نوع الزيت المستخدم في الشيلرات :

هنالك أنواع متعددة للزيوت المستخدمة في الشيلرات و ترمز لها بأحرف كبيرة دلالة على نوع الشيلر و بأنه يستخدم هذا النوع من الزيوت .. و هذه الزيوت مع الأسف الشديد لا تصنع في بلادنا هذه بل تستورد من خارج البلاد



عبر وكلاء شركات متخصصة في تجارة هذا النوع من الزيوت .. ونوع الزيت المستخدم في شيلرات المستشفى التي أعمل فيها هو (E) حسب الماركة التجارية ، و هو خاص بالشيلرات من نوع يورك .



\*تحتاج الشيلرات الى دفع الزيت حول بعض مكوناتها الداخلية لتوفير التزيق و إزالة الحرارة الناتجة عن الاحتكاك ، و في بعض الموديلات يتم استخدام الزيت للتحكم و ضبط حركة موجهات الريشة التي تتحكم في قدرة التبريد .

### لوحة تحكم الشيلر :

لوحات التحكم لها دور كبير جدا" في معرفة درجة عمل الشيلر و كفاءته والأعطال التي يواجهها طيلة سنوات العمل .. عند ملاحظة شاشة اللوحة تظهر فيها عدة بيانات تبين فيها درجات الحرارة للهواء و الزيت و ضغط الزيت و أيضا" نتمكن من معرفة فيما إذا كان وسيط التبريد و هو الفريون نقص عن حده أم لا و غيرها كثير من الأشياء الأخرى التي من خلالها نتمكن من إيجاد الحلول و الصيانة للشيلر .



### فرق درجات الحرارة في الشيلر ( Variations in Temperature In Chiller ) :

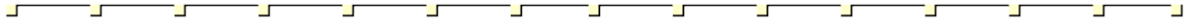
- يجب علينا أن نعرف جيدا" فرق درجات الحرارة بين دخول الماء و خروجه من الشيلر .

- ففرق درجات الحرارة بين دخول و خروج المياه يكون (5) درجات سيليزية .
- درجات حرارة الدخول تكون (12) درجة سيليزية ، و الخروج (7) درجة سيليزية .
- فبأستخدام هذا القانون (فهرنهايت = سيليزي  $1.8 \times + 32$ ) تكون درجة حرارة الماء الداخل = 53.6 فهرنهايت و درجة حرارة الماء الخارجة = 44.6 فهرنهايت .
- \* كلما بعد الشيلر عن الآخر كان أفضل لأن الشيلر ينتج عنه حرارة و قد تؤثر على كفاءة الشيلر الذي بجواره .
- \* أيضا" كلما أبتعد الشيلر عن الآخر أصبحت الصيانة لهم أسهل لذلك فأقل مسافة بين ال(Chillers) هي (2) متر .. و يحكمنا في ذلك أيضا" جغرافية المكان .

### خطوات صيانة وحدات مناولة الهواء :

- تنظيف ملفات التبريد و أحواض التصريف (يوصى بها سنويا" ) .
- التأكد من مسربات الهواء Air Vents .
- تنظيف كل أجزاء المروحة و التي تحتوي على البكرات ، السيور ، المحركات .
- فحص المحرك و أجزائه المختلفة (يوصى بها سنويا" في بداية فصل الصيف) .
- فحص الوصلات المرنة لمجاري الهواء (يوصى بها سنويا" في بداية فصل الصيف) .
- فحص حوامل تثبيت الوحدة .
- فحص عام للوحدة ، للتأكد من عدم تكون صدأ و أنّ أدائها جيدا" .
- التأكد من حالة الرشاشات و المصدات و المضخة و أداء التحكم في حالة وجود الرطوبة .
- التأكد من حالة فوهات البخار و التيار المسحوب بالسخان و أداء التحكم في حالة وجود رطوبة بالبخار .
- تنظيف ملفات التسخين و أحواض التصريف (يوصى بها سنويا" ) .
- تنظيف ملفات التسخين الكهربائي ، في حال كانت الوحدة مزودة بها (يوصى بها سنويا" في بداية فصل الشتاء)
- تنظيف أجهزة الأمان المرتبطة بالسخان الكهربائي و خانق الحريق كمفتاح زيادة الحمل للتيار ، مفتاح سريان الهواء ، حساس الحريق (يوصى بها سنويا" في بداية فصل الشتاء) .
- تنظيف جميع المفاتيح و الحساسات و نهاية مفتاح بدء التشغيل ، أيضا" فحص و معايرة أجهزة التحكم كالترموستات ، الهيوميدستات و مفاتيح الضغط المتعلقة بالوحدة (يوصى بها سنويا" ) .
- تشحيم المحركات .
- فحص الخوانق (خوانق الهواء الخارجي ، خوانق الهواء الراجع و خوانق الحريق) و تنظيفها و تشحيمها (يوصى بها كل ستة أشهر) .
- التأكد من تتابع التحكم للبوابات مع المروحة و العناصر الأخرى .
- التأكد من أستجابة البوابات لأشارة التحكم .
- تنظيف مرشح الهواء كل ثلاثة أشهر أو غسله إذا كان من النوع القابل للغسيل (يوصى بها كل ستة أشهر) .
- أستبدال المرشحات التي لا يعاد أستخدامها (يوصى بها كل ستة أشهر) .

- قياس التيار و الجهد و المقارنة بالقيم المدونة على لوحة البيانات .
- قياس درجات حرارة دخول و خروج الماء البارد و الساخن أن وجد .
- قياس كمية الهواء الخارج من المروحة .
- قياس درجات حرارة دخول و خروج الهواء في حالتي التبريد و التسخين و إعادة ضبط مشوار البوابات تبعاً لأفضل حالة خلط (أفضل درجة حرارة أو أنثاليي) .
- قياس هبوط الضغط خلال ملفي التبريد و التسخين .



## المصادر

- ١- الأنترنت .
- ٢- واقع الحياة العملية لي في مستشفى الشهيد د.ئاسو (للعيون) .

## الخلاصة

الفكرة الأساسية للشيلر هو ازالة الحرارة و الرطوبة الغير مرغوب فيهما من المكان أو الماكنة . النظرية لهذه التغييرات من نوع الى نوع . في الشيلرات ذات مكثفات الهواء ، تزال الحرارة بواسطة المراوح ، و لكن في الشيلرات ذات مكثفات الماء ، فأن الحرارة تزال بواسطة أجهزة التبريد . الشيلرات الصناعية هي نوع آخر من اللواتي تصنف على أنها المبخر ، الضاغط ، المكثف و صمام التمدد . الأنواع التي ذكرت للشيلرات الصناعية تستعمل للمساحات الصناعية لغرض أنتقال و ترطيب أو انعاش الهواء .

في النتيجة ، هذه الأنواع من الأجهزة يمكن أن تستعمل في الصناعة ، المكاتب و قطاعات الصحة لأنتقال و انعاش الهواء و جعله أكثر راحة للموظفين أو العامة المتواجدين في هذه الأماكن .