الفصل الثانى عشر

- الخطوات التى يوصى باتباعها فى عمليات التركيب المختلفة
- جداول العوارض المختلفة
- بيانات فنية مختلفة

الفصل الثانى عشر

١ – الخطوات التى يوصى باتباعها فى عمليات التركيب المختلفة

من المحتمل كثيراً أن تُعزى أعطال التشغيل لعمليات التبريد وتكييف الهواء التى يتم تركيبها فى الأماكن المختلفة ، إما إلى الإهمال أو نتيجة لاتباع طرق تركيب غير صحيحة .

ولهذا فإن التعليمات التى سنتكلم عنها فيمايلى قد تم إعدادها لتساعد كلاً من مهندس التركيب والصيانة على اتباع خطوات بترتيب منظم فى أثناء قيامه بالعمل لكى يحصل عندما يتم العمل على عملية تبريد أوتكييف هواء لا يحدث منها أعطال تقريباً فى أثناء تشغيلها .

وهذه التعليمات تعد فى الحقيقة تعليمات عامة يمكن أن تطبق على معظم أنواع العمليات التى يتم تركيبها فى الأماكن المختلفة والتى تشتمل دوائر التبريد بها على ضواغط قوتها ٢ حصان أوأكبر .

التصميم والاستعمال :

يجب أن نختار أولا مكاناً مناسباً لتركيب الضاغط تكون به تهوية كافية ، حتى ولو كان مكثف دائرة التبريد إذا كان من النوع الذى يبرد بالهواء ، سيركب فى مكان يبعد عن مكان تركيب هذا الضاغط ، نظراً لأن مجموعة الضاغط والمحرك وكذلك خطوط مواسير الطرد تعطى جميعها حرارة للجو المحيط بها .

ويجب أن تركب أيضاً المكثفات التى يتم تبريدها بالهواء فى أمكنة تضمن وجود هواء كاف بها لعملية التكاثف ، ويلزم الاعتناء كذلك فى أثناء القيام بعملية التركيب فى منع حدوث ارتداد للهواء "Recirculation" من مكثف إلى آخر يكون مركباً بجانبه .

أما المكثفات التى يتم تبريدها بالماء فيراعى أن تغذى بالكمية الكافية المناسبة من الماء للمحافظة على درجات حرارة التكاثف المطلوبة . هذا ولتجنب تكون الشوائب المركزة والفطر "Fungus" وطبقات من الرواسب فى أبراج تبريد الماء والمكثفات التبخيرية ، يجب أن تجهز هذه الأبراج والمكثفات بوسيلة لتصريف كمية من الماء المستهلك إلى بالوعة باستمرار قدره ٢ جالون فى الساعة لكل حصان من قدرة وحدات التبريد المستعملة ،

وذلك لإتاحة إضافة كمية من الماء النقى باستمرار لهذه الأبراج والمكثفات .

ويجب أن يراعى ضبط مستوى تركيب وحدات التبريد والضواغط ، وذلك لضمان عملية التزييت الصحيحة بهذه الأجهزة .

وكذلك يلزم اختيار المقاس الصحيح لخطوط مواسير السحب للمحافظة على سرعة مركب تبريد مناسبة لعملية عودة الزيت إلى الضاغط .

التركيبات الكهربية :

يجب أن يكون التيار الذى يصل الضاغط من ناحية ضغطه وذبذبته وعدد الأوجه مطابقاً لما هو مبين بلوحة البيانات المثبتة بجسم الضاغط . ويجب أن تفحص كذلك بعناية جميع التوصيلات الكهربية كما هو موضح برسومات الدوائر الكهربية المقدمة من الشركة الصانعة للجهاز . هذا والتوصيلات التى يتم عملها بمكان تركيب الجهاز يجب أن تطابق مواصفات الهيئات المتخصصة المعتمدة .

هذا ويلزم فحص الأجزاء والأجهزة الآتية للتأكد من مناسبة :

١ – حجم الأسلاك التى تحمل تيار الحمل الموصل .

٢ – المصهرات التى يوصى باستعمالها للضواغط .

٣ – بادئ الحركة ، ومفاتيح التوصيل الأوتوماتيكية ، وأجهزة وقاية المحرك .

٤ – عمل مفتاح الوقاية الخاص بضغط زيت الضاغط .

٥ – اتجاه دوران وسرعة المراوح وطلمبات الماء .

التركيبات الخاصة بمواسير مركب التبريد :

يلزم مراعاة العناية التامة للمحافظة على مواسير التبريد نظيفة وجافة حتى يتم تركيبها ، ويراعى اتباع الخطوات الآتية :

١ – يجب ألا تترك الضواغط المجففة Dehydrated أو المجففات – المرشحات مفتوحة للجو مدة أطول من اللازم (يستحسن ألا تزيد بأى حال من الأحوال عن دقيقة أودقيقتين) .

٢ – استعمل فقط النوع الخاص من مواسير التبريد"Refrigeration - grade" المحكم قفله ضد التلوث ، وذلك لأن مواسير نقل الماء تحتوى عادة على شمع ومواد ملوثة لدائرة التبريد .

٣ – يوصى بتركيب مرشحات دائمة "Permanent - Filters" فى خطوط مواسير

السحب ، ومرشحات مجففات « Filter-Driers » فى خطوط مواسير السائل فى جميع العمليات التى يتم تركيبها فى الأماكن المختلفة .

٤ – يجب أن تميل خطوط السحب بمقدار $\frac{1}{2}$ بوصة لكل طول فى الماسورة قدره ١٠ أقدام ، وذلك فى اتجاه ناحية الضاغط .

٥ – يجب أن تركب مصيدة زيت خاصة Oil Trap مناسبة من نوع P ، عند قاعدة كل ارتفاع فى ماسورة السحب "Suction Riser" ، لتعمل على تحسين عملية عودة الزيت للضاغط .

٦ – فى أثناء لحام خطوط مواسير دائرة التبريد ، يجب إمرار غاز نيتروجين جاف بضغط منخفض داخل الماسورة ، وذلك لمنع حدوث طبقة قشرية وتأكسد داخل سطح هذه الماسورة .

٧ – استعمل فقط سبيكة فضة مناسبة أوسبيكة القصدير والأنتيمون (٩٥ – ٥) ، فى لحام خطوط مواسير السائل والسحب ، وسبيكة فضة تتحمل درجات الحرارة المرتفعة فى لحام خطوط مواسير الطرد فقط .

٨ – لتجنب حدوث أى تلف بالوصلات الداخلية الموجودة بالوصلات المانعة للإهتزاز "Vibration - Eliminators" ، يجب أن تلحم المواسير التى توصل بهذه الوصلات بسبيكة فضة من النوع المعروف (ايزى فلو) لها درجة انصهار يتراوح ما بين ٩٠٠° ف و ١٢٠٠° ف .

٩ – يجب استعمال أقل مقدار ممكن من العجينة المساعدة لعملية اللحام أوالفلكس ، وذلك لمنع حدوث تلوث داخل الوصلة الملحومة . هذا ويجب وضع الفلكس فقط على الجزء الذكر "Male Portion" من الوصلة ، ولا يجب وضعه أبداً على الجزء الأنثى منها . وبعد إتمام عملية اللحام يرفع الفلكس الزائد بواسطة قطعة قماش مبللة بالماء .

١٠ – إذا ركبت وصلات مانعة للاهتزاز فى خطوط مواسير السحب أو الطرد ، يستحسن أن تركب فى وضع مواز لعمود مرفق الضاغط بقدر الإمكان . هذا ويمكن تركيب هذه الوصلات أيضاً فى وضع رأسى إذا تم عزلها وذلك لمنع تراكم الرطوبة المتكاثفة التى تعمل على تلف الجزء المنفاخ من الوصلة عندما تتجمد هذه الرطوبة . هذا ولا يوصى بتركيب هذه الوصلات فى اتجاه أفقى بزاوية قائمة لعمود مرفق الضاغط ، نظراً لأن الإجهادات الناتجة من حركة الضاغط قد تسبب حدوث تلف بالجزء المنفاخ الموجود بالوصلة أوبخط مواسير مركب التبريد .

١١ – من الضرورى أن تجهز دائرة التبريد ببلفين لعملية التفريغ "Evacuation" ،

أحدهما يركب بخط ماسورة السحب ، والآخر بخط ماسورة السائل عند خزان السائل أوبالقرب منه .

١٢ – بعد تركيب وتوصيل جميع خطوط مواسير دائرة التبريد ، يجب اختبار تنفيس جميع دائرة التبريد ، برفع ضغطها إلى ما لا يزيد على ١٧٥ رطل / □" ، باستعمال مركب التبريد ونيتروجين جاف ، ويوصى بشدة باستعمال الجهاز الإلكتروني لاكتشاف التنفيس"Electronic Leak Detector"، نظراً لشدة حساسية هذا النوع من الأجهزة فى اكتشاف التنفيس الصغير جداً . هذا ويلزم إجراء فحص آخر للدائرة قبل شحنها بمركب التبريد ، وذلك بإجراء تفريغ بها حتى يصل الضغط بداخلها إلى واحد رطل / □" مطلق أو أقل ، ويحكم قفل الدائرة لمدة ١٢ ساعة ، فإذا تسرب بعد ذلك أى مقدار من الهواء إلى داخلها فإنه يسبب تخفيض قراءة التفريغ السابق تسجيلها . وإذا ثبت وجود تسرب هواء فإنه يلزم فى هذه الحالة اختبار تنفيس دائرة التبريد مرة أخرى ويعالج أى تنفيس يكون موجوداً بها . ولضمان الحصول على تركيبات لدوائر التبريد ناجحة ، يجب أن تكون الدائرة محكمة تماماً من ناحية عدم وجود تنفيس بها .

١٣ – بعد إجراء اختبار التنفيس النهائى لدائرة التبريد ، فإنه يلزم إجراء عزل حرارى لخطوط مواسير الدائرة ، وذلك إذا كانت معرضة لدرجات حرارة مرتفعة للعمل على تخفيض امتصاصها للحرارة المحيطة بها ومنع تحول سائل مركب التبريد إلى غاز فجأة "Flashing" داخل مواسير خط السائل . أما من ناحية مواسير خطوط السحب فيجب أن تعزل حرارياً إذا كانت معرضة للجو المحيط ، وذلك لمنع حدوث تكاثف رطوبة الهواء الموجودة حولها عليها .

التركيبات الخاصة بمواسير المياه :

لإجراء تركيبات مواسير مياه بطريقة سليمة يجب أن يراعى الآتى :

١ – يجب أن تميل خطوط مواسير المياه ميلا مناسباً عند تركيبها ، لتعمل على تصفية أية مياه قد تتراكم من عملية التكاثف أو إذابة الثلج « الفروست » ، أو التنظيف وذلك بتأثير الثقل .

٢ – يجب أن تعمل جميع وصلات مواسير المياه طبقاً لمواصفات الهيئات المتخصصة المعتمدة .

٣ – مواسير المياه المتكاثفة من المبخرات أو ملفات تبريد أجهزة تكييف الهواء يجب أن تشتمل على مصيدة ، وتمد إلى بالوعة مفتوحة أو ماسورة تصريف مفتوحة ،

ولا توصل بأى حال من الأحوال مباشرة إلى عملية مواسير الصرف .

إذا كانت دائرة التبريد تشتمل على مكثف يتم تبريده بالماء :

٤ – يجب أن يختار الحجم المناسب من مواسير المياه لتسمح بسريان الكمية الكافية المطلوبة وبالضغط اللازم .

٥ – إن أجهزة تنظيم سريان الماء ، مثل بلوف القفل الكهربية "Solenoid Valves" أو البلوف المنظمة "Modulating Valves" أو البلوف اليدوية ، التى قد تسبب حدوث طرق هيدروليكى Hydraulic Hammer بالمواسير ، يلزم وقايتها بتركيب ماسورة رأسية وجيب هوائى لامتصاص هذه الصدمة .

هذا ويجب تركيب بلوف تنظيم الماء التى تعمل بالكهربا أو بالضغط بين المدخل المغذى للماء ومدخل المكثف المائى . ولا تركب بتاتا بين مخرج المكثف وماسورة التصريف .

وإذا كان ضغط الماء المغذى مرتفعاً جدا ، فإنه يلزم استعمال بلف مخفض للضغط . "Pressure reducing Valve"، نظرًا لأن ضغط التشغيل المسموح به يبلغ عادة ١٥٠ رطل / □″ ، إذا أن الضغط الأعلى من ذلك قد يسبب تلف المكثف المائى .

٦ – يلزم فحص اتجاه دوران طلمبة المياه المركبة بدائرة المياه والتأكد من أن قدرتها مناسبة .

٧ – يفحص وجود أى تسرب بدائرة المياه ويعالج .

عملية التفريغ : Evacuation

يلزم توصيل طلمبة تفريغ من نوع جيد بكل من ناحية الضغط العالى والمنخفض من دائرة التبريد بواسطة مواسير نحاس أو خراطيم من المطاط الخاصة بأعمال التفريغ (القطر الداخلى لها لا يقل عن $\frac{1}{4}$″) وإذا كان الضاغط مجهزاً ببلوف خدمة يجب أن يظلا مقفلين . هذا ويوصل بالدائرة الخاصة بعملية التفريغ مقياس تفريغ عال "Vacum Gauge" يمكنه أن يسجل قراءات الضغط بالميكرون .

ويركب بلف قفل بين وصلة مقياس التفريغ وطلمبة التفريغ لإمكان مراجعة ضغط الدائرة بعد إجراء عملية التفريغ . هذا ويجب عدم إبطال دوران طلمبة التفريغ عندما تكون موصلة بدائرة التبريد التى تم عمل تفريغ بها ، وذلك قبل قفل بلف القفل المذكور .

وتدار طلمبة التفريغ حتى يصل الضغط بالدائرة إلى ١٥٠٠ ميكرون ضغطًا مطلقًا ،

وعندئذ يجب أن يقطع هذا التفريغ بإدخال كمية قليلة من مركب التبريد المستعمل داخل الدائرة خلال مجفف ، وذلك حتى يرتفع الضغط بداخلها إلى أعلى من « صفر » رطل / □" .

تكرر هذه العملية مرة ثانية .

تفتح بلوف الخدمة المركبة على الضاغط (إذا كان مجهزًا بها) – ويعمل تفريغ لدائرة التبريد بأكملها إلى ٥٠٠ ميكرون ضغط مطلق .

يرفع بعد ذلك الضغط داخل الدائرة إلى ٢ رطل / □" ، بإدخال كمية قليلة من مركب التبريد المستعمل ، وترفع طلمبة التفريغ .

هذا ولا تدار مجموعة الضاغط المحرك (من النوع المحكم القفل أو النصف محكم القفل) بأى حال من الأحوال عندما تكون دائرة التبريد واقعة تحت تفريغ عال ، إذ أن إدارة مجموعة الضاغط والمحرك فى هذه الحالة يعمل على إحداث تلف بالغ بملفات المحرك الموجود بها ، نظرًا لانخفاض قوة العزل الكهربى للجو الموجود داخل جسم المحرك الكهربى .

الفحص العام وبدء التشغيل :

بعد إتمام عملية التركيب ، يلزم إجراء الفحص العام التالى قبل البدء فى تشغيل العملية :

١ – تفحص جميع التوصيلات الكهربية – ويجب التأكد من أن جميعها بحالة جيدة .

٢ – يفحص مستوى الزيت الموجود داخل صندوق مرفق الضاغط قبل بدء تشغيله . ويجب أن يكون هذا المستوى أعلى قليلا من منتصف زجاجة بيان مستوى الزيت . ويستعمل فقط نوع الزيت الذى يوصى باستعماله .

٣ – ترفع أو تفك صواميل الرباط الخاصة بعملية نقل الضاغط – ويجب التأكد من أن صواميل اليايات الحاملة للضاغط الخارجية لا تلامس الأرجل الخاصة بالضاغط نفسه .

٤ – تفحص قواطع الضغط العالى والمنخفض ، وبلوف تنظيم دخول الماء للمكثف ، والبلوف المنظمة للضغط ، ومفتاح وقاية ضغط زيت الضاغط وجميع أجهزة الوقاية الأخرى ، وتضبط إذا لزم الأمر .

٥ – يراجع عمل الترموستات .

٦ – توضع بطاقة على العملية تبين نوع مركب التبريد المستعمل فى دائرة التبريد .

٧ – تراجع رسومات الدوائر الكهربية ، وتطابق على الأسلاك الموصلة بالأجهزة .

٨ – تراجع جميع وصلات مواسير دائرة التبريد ، وتشحن الدائرة بمركب التبريد المستعمل . هذا ويلزم وزن أسطوانة مركب التبريد قبل البدء فى عملية الشحن ، حتى يمكن تسجيل الكمية اللازمة للدائرة بدقة . وإذا احتاج الأمر إلى إضافة كمية من مركب التبريد للدائرة عن طريق ناحية سحب الضاغط ، يجب أن يتم شحن مركب التبريد فى هذه الحالة بشكل بخار ، أما الشحن بشكل سائل فيجب أن يتم عن طريق ناحية الضغط العالى فقط من الدائرة .

٩ – يلزم مراقبة ضغوط دائرة التبريد فى أثناء القيام بعملية الشحن وبدء التشغيل ، ولا نحتاج إلى إضافة زيت لدائرة التبريد عندما تكون شحنة مركب التبريد الموجودة بداخلها ناقصة ، إلا إذا كان مستوى الزيت داخل صندوق مرفق الضاغط منخفضاً بدرجة خطيرة .

١٠ – يستمر فى إجراء عملية الشحن ، حتى تدخل الدائرة الكمية الكافية من مركب التبريد ويجب عدم زيادة مقدار الشحنة عن الكمية المقررة . هذا ويجب أن نتذكر أن الفقاعات الغازية التى قد تظهر فى زجاجة البيان المركبة بخط السائل ، قد تحدث بسبب وجود عائق (سدد جزئى) بالدائرة ، كما تحدث أيضاً بسبب نقص شحنة مركب التبريد .

١١ – يجب ألا تترك العملية بعد بدء تشغيلها مباشرة بدون رقابة وذلك قبل أن تعمل جميع الأجهزة بحالة عادية فترة معقولة من الزمن ، وبعد أن تضبط كمية الزيت بالدائرة ، وذلك للمحافظة على مستوى الزيت فى منتصف زجاجة البيان الموجودة بصندوق مرفق الضاغط .

الفحص فى أثناء عمل الأجهزة :

بعد شحن دائرة التبريد وتشغيل جميع الأجهزة تشغيلا عادياً مدة ساعتين على الأقل ، وبدون أن يحدث بها خلال هذه المدة أية متاعب ، تترك لتعمل عن طريق المنظمات الأوتوماتيكية المركبة بالعملية ليلة بطولها ، وبعد ذلك يعاد الفحص بالنسبة لعمل هذه الأجهزة باتباع الآتى :

١ – يفحص كل من ضغط طرد الضاغط وسحبه . فإذا وجدا أنهما لا يطابقان ضغوط التصميم العادية ، يحدد السبب ويعالج .

٢ – تفحص زجاجة البيان المركبة بخط السائل ، وعمل بلف التمدد الحرارى . فإذا ظهر أنه يلزم إضافة مركب تبريد للدائرة ، يجرى اختبار التنفيس على جميع الوصلات وجميع أجزاء الدائرة ، ويعالج أى تنفيس قبل إضافة أية كمية من مركب التبريد .

٣ – يراقب مستوى الزيت الموجود بصندوق المرفق عن طريق زجاجة البيان المركبة بهذا الصندوق ، وتضاف كمية الزيت اللازمة لجعل مستواه عند منتصف زجاجة البيان .

٤ – يجب أن يفحص مقدار تحميص بلوف التمدد الحرارية ، ويجب أن يكون انتفاخها الحساس مربوطًا جيدًا بخط ماسورة السحب . هذا وبلوف التمدد الحرارية التى مقدار تحميضها (superheat) مرتفع تجعل مقدار التبريد الذى نحصل عليه من الدائرة أقل من المقرر ، وتعمل كذلك على عدم عودة الكمية المناسبة من زيت التزييت إلى الضاغط . أما مقدار التحميص المنخفض جدًا فيعمل على تخفيض سعة التبريد . ويسبب أيضًا رجوع سائل مركب التبريد إلى الضاغط "Liquid slugging" ويزيل طبقة زيت التزييت الموجودة فوق حوامل أجزاء الضاغط المتحركة Bearing Washout. ولهذا يجب أن يمنع سائل مركب التبريد من الوصول إلى صندوق مرفق الضاغط . وفى حالة عدم إمكان تنظيم سريان مركب التبريد داخل جميع أجزاء دائرة التبريد فى أثناء عملها العادى عن طريق المنظمات المركبة بها ، فإنه يلزم فى مثل هذه الحالة تركيب مجمع سحب Suction Accumulator بخط ماسورة السحب وذلك لمنع وصول مركب التبريد بشكل سائل إلى الضاغط .

٥ – باستعمال أجهزة قياس مناسبة يفحص بعناية ضغط « فولت » الخط ، ومقدار التيار الذى يسحبه الضاغط عند مكان توصيل أطراف محرك الضاغط . ويجب أن يكون الفولت فى حدود ± ١٠ / من الفولت المبين بلوحة البيانات المركبة بمجموعة المحرك والضاغط . هذا ويجب ألا يزيد مقدار التيار الذى يسحبه المحرك عن ١٢٠ / من قيمة التيار المبينة على لوحة البيانات .

فإذا كان مقدار هذا التيار المسحوب أزيد من ذلك ، يحدد السبب ويعالج .

وفى مجموعة المحرك والضاغط التى تعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه ، يفحص وجود حمل متوازن يسحب بكل وجه من أوجه التيار الثلاثة .

٦ – يجب أن يفحص اتجاه دوران محركات مراوح المكثفات التى يتم تبريدها بالهواء ، وكذلك محركات مراوح المبخرات إلخ . . . ، وتفحص كذلك جودة تركيبها على قواعدها واتزانها . وإذا كان نقل الحركة يتم عن طريق سيور ، يجب أن

يفحص مقدار شد هذه السيور . وإذا كانت المحركات المستعملة من النوع الذى يتم تزييته يجب تزيتها أوتشحيمها عند الضرورة .

٧ – إن أقصى الدرجات التى يجب أن تضبط عليها قواطع الوقاية من زيادة ارتفاع الضغط عن المقرر لتفتح هى كالآتى :

	مركب تبريد – ١٢	مركب تبريد–٥٠٢,٢٢
أجهزة مكثفاتها يتم تبريدها بالهواء	٢٩٥ رطل /□"	٣٩٥ رطل /□"
أجهزة مكثفاتها يتم تبريدها بالماء	١٩٥ رطل /□"	٢٩٥ رطل /□"

ولفحص هذه القواطع – فى الأجهزة التى يتم تبريد مكثفاتها بالهواء ، تحل أطراف الأسلاك الموصلة بمحرك المروحة ، أو تسد فتحة دخول الهواء للمكثف . وفى الأجهزة التى يتم تبريدها بالماء ، يقفل البلف المركب على ماسورة تغذية المكثف بالماء – ويعاد فحص الضغوط التى تفتح عندها هذه القواطع وتضبط إذا لزم الأمر .

٨ – تفحص أجهزة تنظيم عملية إذابة الثلج (الفروست) ، لمراجعة درجات بدء العملية وانتهائها . وطول المدة التى تتم فيها عملية الإذابة « ديفروست » – تفحص مسخنات صندوق مرفق الضاغط وذلك إذا كانت مستعملة .

٩ – يفحص عمل أجهزة تنظيم الضغط العالى خلال فصل الشتاء "Winter Head Pressure Controls" وذلك إذا كانت مستعملة وتضبط إذا لزم الأمر .

١٠ – يفحص عمل بلوف تنظيم ضغط صندوق المرفق "Crankcase pressure regulating Valves" وذلك إذا كانت مستعملة وتضبط إذا لزم الأمر .

١١ – تضبط بلوف تنظيم دخول الماء المركبة مع المكثفات التى يتم تبريدها بالماء ، للمحافظة على درجات حرارة التكاثف المطلوبة – ويفحص انتظام عمل طلمبات الماء .

بطاقات الصيانة والتشغيل :

من الضرورى أن تعمل بطاقة دائمة تدون بها البيانات الفنية المختلفة ، ليرجع إليها مهندس الصيانة والتشغيل ليلم بكافة البيانات المطلوبة عن العملية التى يقوم بالإشراف على تشغيلها وصيانتها . وقد يختلف شكل هذه البطاقة بالنسبة لكل عملية ، ولكن جميعها يجب أن تحتوى على بيانات عن أنواع وأحجام وقدرات كافة الأجهزة المختلفة التى تتركب منها العملية . وفيمايلى نموذج لما يجب أن تحتويه هذه البطاقة :

١ – اسم المصنع الذى قام بإنتاج الضاغط وطرازه ورقمه المسلسل .

٢ – اسم مصنع الأجهزة الأخرى وطرازها ورقمها المسلسل .

٣ – درجات حرارة التشغيل التى تم على أساسها التصميم .

٤ – طراز وحدة التكثيف ورقمها المسلسل (إذا كانت من النوع المجمع) .

٥ – إذا كان المكثف من النوع الذى يتم تبريده بالهواء ، ويركب بعيداً عن الضاغط ، يذكر طرازه واسم المصنع الذى قام بإنتاجه ، وبيانات عن المروحة المركبة به .

٦ – نوع مركب التبريد المستعمل ، ووزن الشحنة المستعملة .

٧ – التيار المغذى : الفولت – الذبذبة – الأوجه – حجم الأسلاك .

٨ – دائرة التنظيم – الفولت – حجم المصهر .

٩ – مفتاح التوصيل الأوتوماتيكى أو بادئ الحركة – اسم المصنع الذى قام بإنتاجه ، وطرازه ، ورقمه .

١٠ – أجهزة وقاية محرك الضاغط – طرازها – ورقمها .

١١ – بيانات عن الكباستور ، والريلاى والأجزاء الكهربية الأخرى .

١٢ – منظمات وقواطع الضغط ، طرازها ، ورقمها – الدرجات التى تضبط عندها .

١٣ – أجهزة وقاية ضغط زيت الضاغط – طرازها ، ورقمها .

١٤ – أجهزة تنظيم عملية إذابة الثلج (ديفروست) ، طرازها ، واسم المصنع الذى قام بإنتاجها ، ورقمها ، ودرجات ضبطها .

١٥ – بيانات عن أجزاء دائرة التبريد الأخرى المختلفة المركبة بالعملية ، مثل منظمات الضغوط ، وفواصل الزيت ، ومسخنات صندوق مرفق الضاغط ، والبلوف الكهربية واليدوية إلخ . . . .

١٦ – مجفف خط السائل ، اسم المصنع الذى قام بإنتاجه ، وحجمه ، ورقمه ، ونوع وصلاته .

١٧ – رسم مبسط لمواسير دائرة التبريد .

١٨ – درجات الضبط النهائية لجميع مفاتيح وقاية الضغوط والمنظمات المختلفة .

توصيلات مواسير عمليات التبريد ذات التمدد المباشر التى تشتمل على ضواغط ترددية

إن مجموعة الرسومات التالية توضح توصيلات مواسير عمليات التبريد ذات التمدد المباشر والخاصة بتكييف الهواء التى تشتمل على ضواغط ترددية ذات أجهزة رفع حمـــل (Compressor unloaders) ودوائر مبخرات مزدوجة وخطوط سحب ذات قائم مزدوج (Double Riser) . وبوجـه عام يجب أن تراعى النقط الأربعة الأساسية الآتية عند إجراء توصيلات مواسير دوائر التبريد التى تشتمل على ضواغط ترددية :

١- عودة الزيت إلى الضاغط عند جميع حالات الحمل .

٢- هبوط الضغط فى المواسير وتأثير ذلك على السعة .

٣- انتقال مركب التبريد أثناء فترة وقوف الضاغط وتأثير ذلك على عمل الضاغط .

٤- الطريقة الصحيحة لإمرار المواسير وعزلها لتحاشى حدوث كسر بها ، أو اهتزاز شديد بها ، أو انتقال الصوت إلى المكان المكيف .

عودة الزيت إلى الضاغط :

١- يجب التأكد من أن المواسير ، فيما عدا المواسير القائمة الرأسية (Vertical Risers) تميل (Pitched) فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٢- عند استعمال الضواغط الترددية المجهزة بأجهزة رفع الحمل ، يجب أن تستعمل المواسير ذات القائم المزدوج (Double Riser) فى كل من خطوط السحب ، وغاز الطرد الساخن الرأسية عندما تكون سرعة غاز مركب التبريد أقل من ١٠٠٠ قدم/الدقيقة . فى حالات الحمل الخفيف .

٣- يجب تحاشى مصايد الزيت (Oil Traps) الغير ضرورية فى خطوط مواسير السحب .

هبوط الضغط فى المواسير :

١- يجب التأكد من تصميم خط السحب والغاز الساخن بحيث لا يزيد الفقد فيهما عن (الطرد = ٢ ف الفقد فى ضغط الخط عند استعمال م . ت - ٢٢ و م . ت - ١٢ . السحب = ٢ ف الفقد فى ضغط الخط عند استعمال م . ت - ٢٢ و م . ت - ١٢) .

٢- فى جميع خطوط مركب التبريد ، يعتبر خط السحب هو أدقها من ناحية الفقد فى السعة بالنسبة للهبوط فى الضغط . ولهذا يلزم مراعاة العناية التامة عند اختيار حجم هذا الخط .

٣- بلوف القفل التى تستعمل فى مواسير دوائر التبريد من أجل فصل الأجزاء المختلفة بالدائرة ، يجب أن تكون من نوع البوابة (Gate) أو ذات زاوية التبريد (Refrigeration Angle) للحصول على أقل هبوط فى الضغط .

انتقال مركب التبريد (Refrigerant Migration) :

١- إن مركب التبريد ما لم يتم إعاقته ينتقل إلى أبرد نقطة فى الدائرة . وانتقال مركب التبريد إلى الضاغط أثناء فترة وقوفه يجب أن يمنع لتحاشى حدوث تلف به .

٢- بالنسبة لدوائر التبريد التى يبدأ تشغيلها وعملها فى جو منخفض درجة حرارته ، فإنه يلزم تحاشى انتقال مركب التبريد من خزان السائل وخط السائل الموكبين فى أماكن دافئة ، إلى أجزاء الدائرة المركبة فى الخارج (عادة المكثف الذى يتم تبريده بالهواء) ، وبذلك نضمن وصول سائل مركب تبريد دافئ ، وعند درجة حرارة وضغط مناسب إلى بلف أو (بلوف) التمدد الحرارية ، حيث يبدأ الضاغط عمله بأقل قدر ممكن من الوقوف والدوران خلال فترات قصيرة جدا (يسيكل - Cycling) .

إمرار المواسير وعزلها :

١- عند تجميع دوائر التبريد ، يكون من الأهمية إمرار مواسير مركب التبريد بطريقة صحيحة وعمل لفات لامتصاص الاهتزاز (Loops) مناسبة بها ، وتثبيتها بإحكام ، وذلك لامتصاص حركتها فى كل من المستوى الأفقى والرأسى .

٢- يجب أن تعزل المواسير عن المبنى ، وعلى الأخص فى أماكن تحميل الحوائط أو التركيبات وذلك للإقلال من الاهتزاز وانتقال الصوت إلى المبنى .

٣- يوصى عادة باستعمال مخففات الصوت (Mufflers) فى خطوط الغاز الساخن . وعند استعمالها يجب أن تركب فى المستوى الرأسى إذا كان ذلك ممكنا ، وتثبت بطريقة مناسبة للإقلال من حركة الخط بسبب نبضات (Pulsation) الغاز الساخن .

رسم رقم (١٢ - ١) - توصيلات مواسير مركب التبريد لدائرة مجزأة (Split System) تشتمل على ملفات تمدد مباشر (المبخر أسفل الضاغط) .

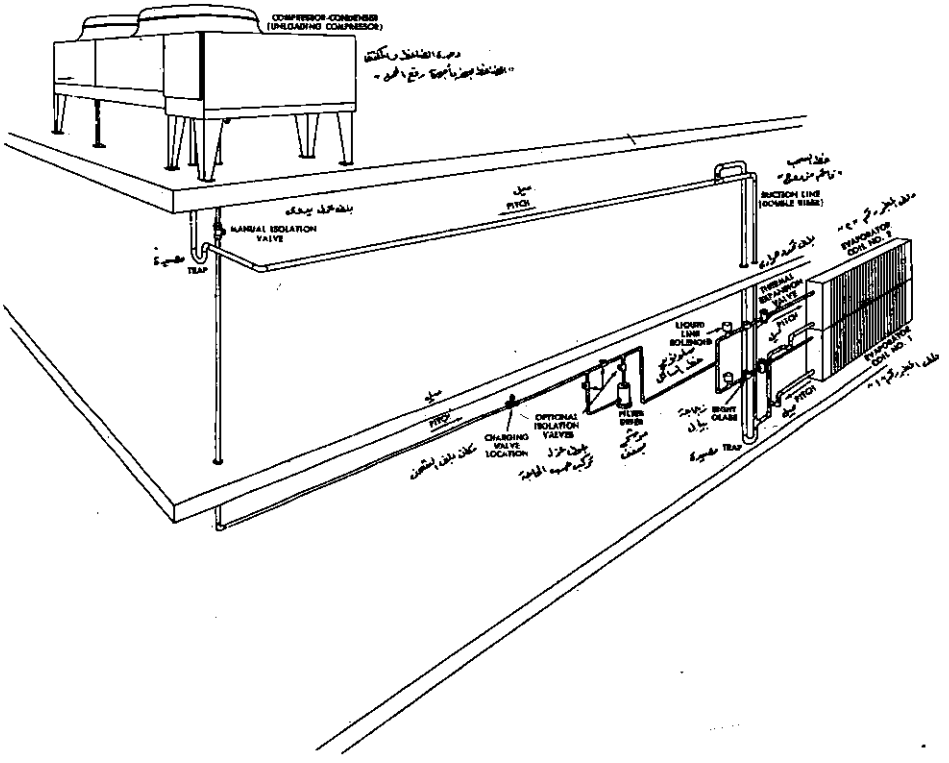
ملاحظات :

١- عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

٢- يجب أن تميل جميع الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ أقدام فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣- إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤- يجب أن تعزل جميع خطوط السحب .



رسم رقم (١٢-١)

رسم رقم (١٢ - ٢) - توصيلات مواسير التبريد لدائرة مجزأة (Split System) تشتمل على ملفات تمدد مباشر (المبخر أعلى الضاغط) .

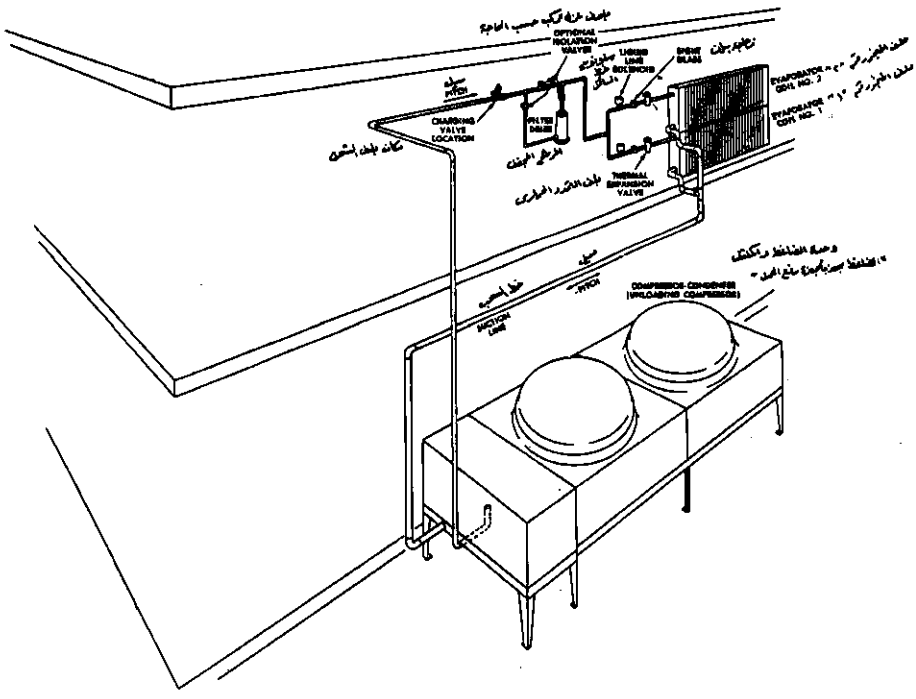
ملاحظات :

١- عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

٢- يجب أن تميل الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ أقدام فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣- إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤- يجب أن تعزل جميع خطوط السحب .



رسم رقم (١٢-٢)

رسم رقم (١٢-٣) - توصيلات مواسير مركب التبريد لوحدة ضاغط ومبرد (مثلج - Chiller) مع مكثف يبرد بالهواء يبعد عنها (المكثف أعلى الضاغط).

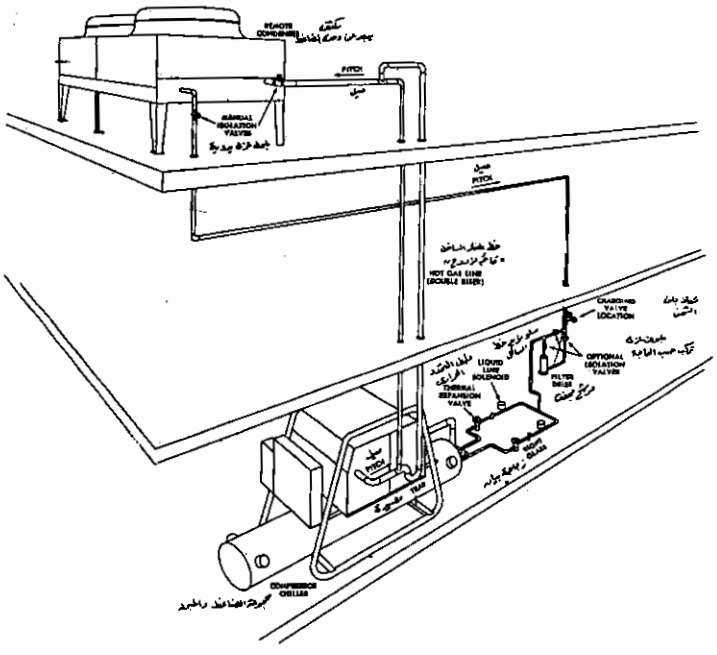
ملاحظات :

١- عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قد فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

٢- يجب أن تميل الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ قدم فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣- إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤- يجب أن تعزل جميع خطوط السحب .



رسم رقم (١٢-٣)

رسم رقم (١٢ – ٤) – توصيلات مواسير مركب التبريد لوحدة تكييف هواء مجمعة مع مكثف يبرد بالهواء يبعد عنها (المكثف أعلى الضاغط) .

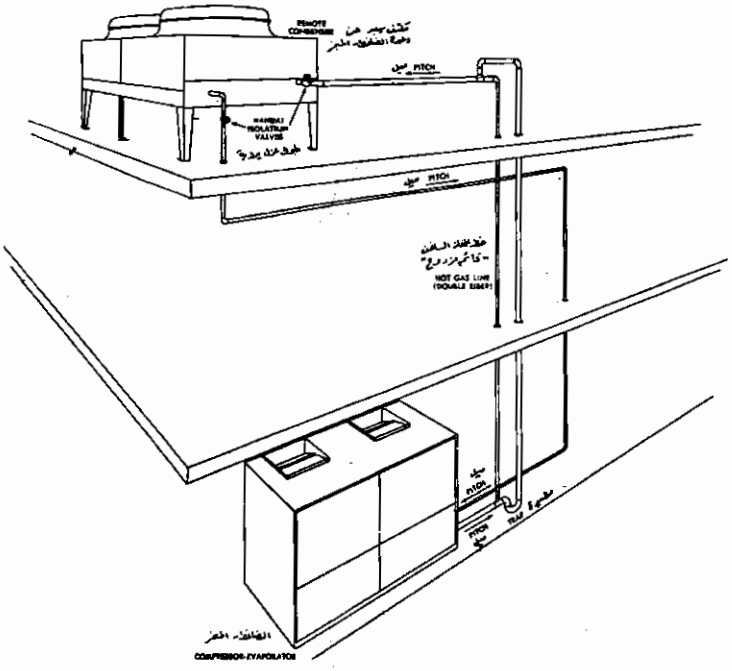
ملاحظات :

١– عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

٢– يجب أن تميل جميع الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ أقدام فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣– إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤– تعزل خطوط الغاز الساخن المعرضة لدرجة حرارة الخارج .



رسم رقم (١٢ – ٤)

رسم رقم (١٢ – ٥) – توصيلات مواسير مركب التبريد لعملية مجمعة (ملفات المبخر والمكثف الذى يبرد بالهواء أعلى الضاغط) .

ملاحظات :

١– عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

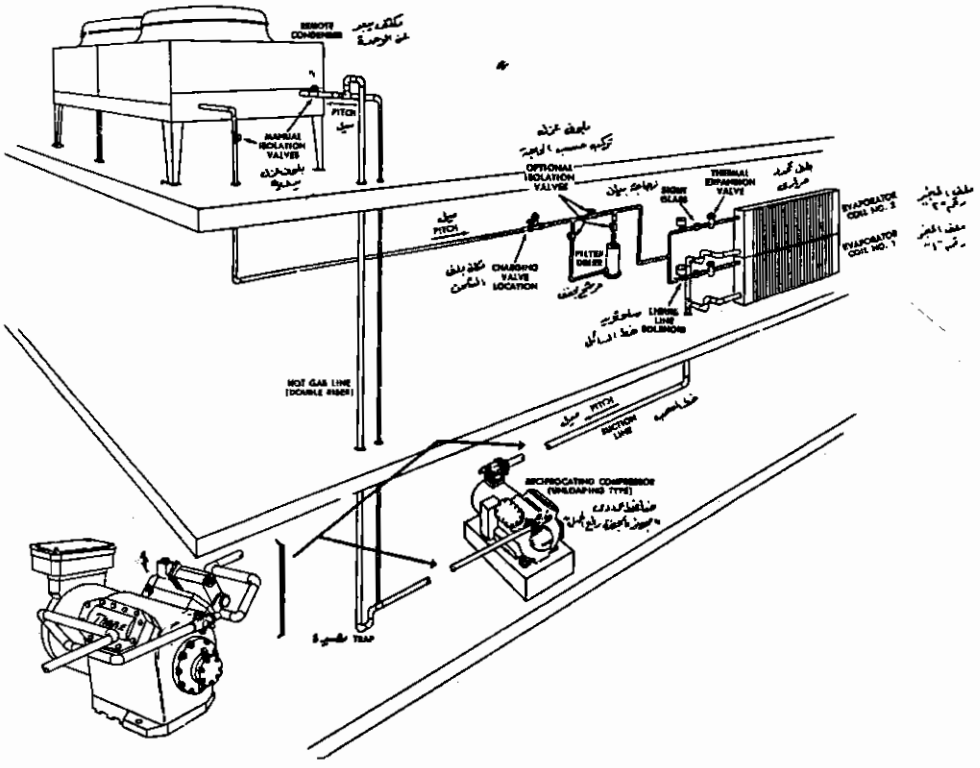
٢– يجب أن تميل جميع الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ أقدام فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣– إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤– تعزل خطوط الغاز الساخن المعرضة لدرجة حرارة الخارج .

٥– تعزل جميع خطوط السحب .

٦– قم بعمل تركيبات لفات مواسير بكيعان ٤٥° عند وصلات بلوف خدمة سحب وطرد الضاغط كما هو مبين بالرسم ، بحيث تعمل هذه اللفات على امتصاص الاهتزازات فى المستويات الرأسية والأفقية .



رسم رقم (١٢–٥)

رسم رقم (١٢ – ٦) – توصيلات مواسير مركب التبريد لعملية مجمعة (المكثف الذى يبرد بالهواء أعلى الضاغط – ملفات المبخر أسفل الضاغط) .

ملاحظات :

١– عند أقل حالات الحمل ، يجب أن لا تقل سرعة الغاز عن ٥٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الأفقية و ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة خلال الخطوط الرأسية .

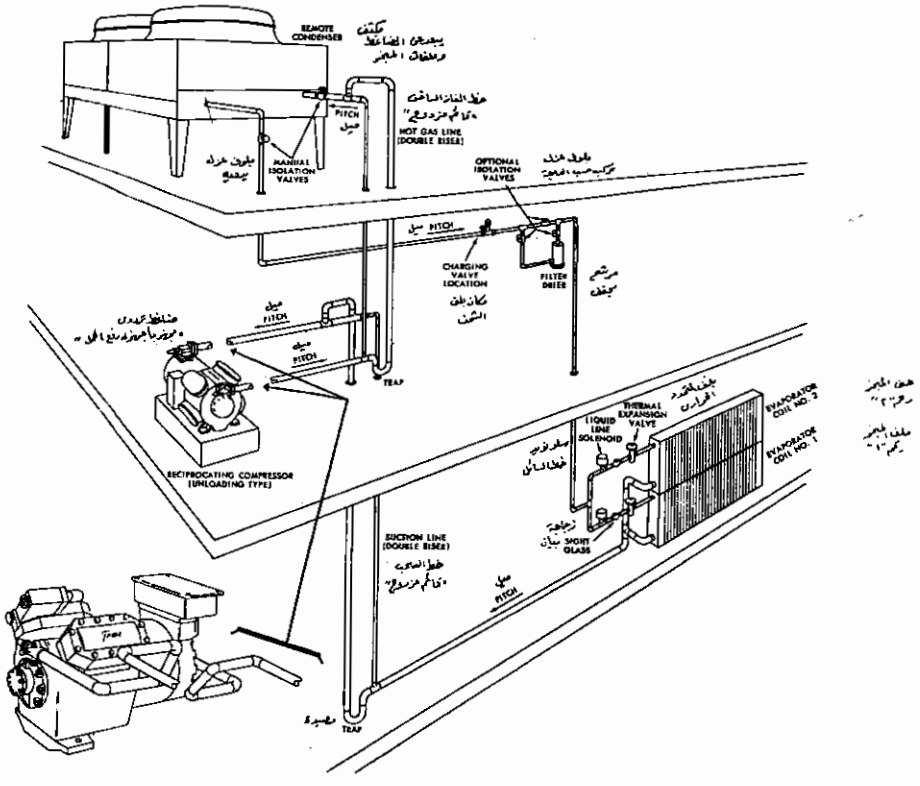
٢– يجب أن تميل جميع الخطوط الأفقية بمقدار لا يقل عن $\frac{1}{2}$ لكل ١٠ أقدام فى اتجاه سريان مركب التبريد .

٣– إن مقاس المصايد الأفقية يجب أن يكون صغيرا بقدر الإمكان .

٤– تعزل خطوط الغاز الساخن المعرضة لدرجة حرارة الخارج .

٥– تعزل جميع خطوط السحب .

٦– قم بعمل تركيبات لفات مواسير بكيعان ٤٥° عند وصلات بلوف خدمة سحب وطرد الضاغط كما هو مبين بالرسم ، بحيث تعمل هذه اللفات على امتصاص الاهتزازات فى المستويات الرأسية والأفقية .



رسم رقم (١٢–٦)

٧ مشكلات و١٦ سؤالا فى مجال التبريد وتكييف الهواء

المشكلة رقم (١) :

جهاز تكييف هواء غرف كان يعمل بحالة جيدة خلال فترة الجو الحار الرطب ، ولكن خلال أيام فصل الصيف الحارة الجافة ، ابتدأ الجهاز يفصل عن طريق قاطع الوقاية من زيادة الحمل المركب بضاغط الجهاز . وعندما قام فنى الخدمة بصب كوب من الماء فى حوض قاعدة الجهاز عاد الجهاز ليعمل بحالة جيدة . لماذا ؟

سؤال : لماذا يعمل جهاز تكييف هواء الغرف بطريقة أفضل أثناء الجو الحار الرطب عن خلال الجو الحار الجاف ؟

الإجابة : معظم أجهزة تكييف هواء الغرف تعتمد على كمية مناسبة من الماء المتكاثف من المبخر للمساعدة فى تكثيف غاز مركب التبريد ، حيث يرش هذا الماء بواسطة حلقة مروحة المكثف (Slinger) على مواسير وزعانف المكثف لتبريدها . وعندما يكون هذا الماء غير متاح ، فإن ضغط دائرة تبريد الجهاز قد يرتفع بدرجة يصبح الضاغط فيها محملا بحمل كبير (Overloaded) . ولذلك تحدث هذه الزيادة فى الحمل خاصة فى الأوقات التى تكون فيها الرطوبة فى الجو منخفضة .

العلاج : يمكن وضع كمية من الماء فى حوض قاعدة الجهاز وذلك قبل بدء تشغيله وخلال فترة الحمل الكبير وعدم تواجد كمية مناسبة من الماء المتكاثف .

المشكلة رقم (٢) :

عملية تجميد (فريزر) خطوط مواسير السحب والسائل الخاصة بها تمر بها خلال سطح المبنى ، وكانت تعمل بحالة جيدة إلى أن حل الجو الحار ، حيث فشلت الوحدة المركبة بها فى أحداث التبريد المطلوب بدرجة كافية . وعندما قام فنى الخدمة بفحص هذه الحالة أوصى بأن يعزل كل من خط السحب والسائل عزلا سميكا . وعندما تم إجراء ذلك هبطت درجة حرارة العملية ١٠°ف . لماذا ؟

سؤال : ماتأثيرزيادة درجة حرارة خطوط السائل والسحب على جودة عمل العملية ؟

الإجابة : زيادة تحميص (Superheat) غاز السحب تزيد حجمه . وزيادة حجم الغاز تعمل على تخفيض وزن مركب التبريد فى الدقيقة الذى يحركه الضاغط . إن الوزن الأقل من مركب التبريد فى الدقيقة الذى يتحرك فى الدائرة نحصل منه على تبريد أقل .

وبزيادة درجة حرارة السائل الذى يدخل وحدة التغذية (Metering Device) ، بلف التمدد الحرارى فى هذه العملية ، تزداد الكمية من السائل التى تتحول إلى غاز فجأة (Flash) أثناء دخولها المبخر . وكلما كانت كمية هذا الغاز أكبر ، ينخفض مقدار التبريد الفعال الذى نحصل عليه من كل رطل من مركب التبريد المتحرك فى الدائرة .

العلاج : عندما نقوم بعزل هذه الخطوط فإننا بذلك نحافظ على درجات حرارة غاز سحب وسائل منخفضة بقدر عملى ، تعمل بالتالى على زيادة الجودة الكلية للعملية .

المشكلة رقم (٣) :

دائرة تبريد تشتمل على ماسورة شعرية يتكون ثلج (فروست – Frost) عليها وعلى المبخر . وعند طرد كمية من شحنة مركب التبريد الموجودة بالدائرة يصبح جزءا من ملفات المبخر بدون تغذية (starved) ، ولكن يظل يتكون فروست على خط السحب عند بدء كل دورة تبريد . ما هى الخطوات الواجب اتخاذها فى هذه الحالة ؟

سؤال : ما العوامل التى تسبب ظهور حالة زيادة شحنة مركب التبريد عند بدء كل دورة فى دائرة التبريد التى تشتمل على ماسورة شعرية ، بينما يظل المبخر الموجود بها بدون تغذية لبضع دقائق بعد دوران الوحدة ؟

الإجابة : يجب أن تكون الماسورة الشعرية ذات سعة كافية لتغذية سائل مركب التبريد بالسرعة التى يتبخر بها فى المبخر . فإذ لم يكن لها هذه السعة ، فإن سائل مركب التبريد يبتدئ فى التجمع فى المكثف ، ما لم تضف كمية كبيرة تجعل الضغط العالى يزداد بدرجة كافية يعمل على دفع كمية إضافية من السائل للمرور خلال الدائرة .

وعلى أية حال ، فإن مركب التبريد الإضافى هذا يمر بالدائرة أيضا أثناء تعادل الضغوط وخلال فترة وقوف الوحدة . ويظهر مركب التبريد الزائد بعد ذلك كشحنة زائدة لبضع دقائق عند بدء الدورة التالية ، حيث يسبب السريان المعاق تجمع هذه الزيادة مرة أخرى فى المكثف .

العلاج : يجب أن يرفع العائق أو السدد من الماسورة الشعرية أو تغير بأخرى جديدة .

المشكلة رقم (٤) :

وحدة تبريد ماء (Water Chiller) صغيرة يحدث الضاغط المركب بها صوت طرق شديد فى كل مرة يقوم فيها وذلك بعد فترة وقوف لمدة ما . بعد أن فحص فنى الخدمة والصيانة هذه الحالة ، قام بتركيب بلف قفل كهربائى (سلونويد – Solenoid Valve) فى خط السائل قبل بلف التمدد الحرارى ليقفل كلما وقف الضاغط . وقد أدى ذلك إلى علاج هذه الحالة . لماذا ؟

سؤال : ما هى العوامل التى تجعل وحدة تبريد الماء تقوم بإرجاع سائل مركب تبريد بكثرة (Flood Refrigerant) إلى الضاغط أثناء فترة وقوفه ؟

الإجابة : يقفل دائما بإحكام بلف التمدد الحرارى عندما يقف الضاغط إذا ارتفع ضغط السحب الموجود بالمبخر بالسرعة التى ترتفع بها درجة الحرارة عند مكان تركيب الانتفاخ الحساس (Bulb) لبلف التمدد . ومع ذلك إذا ارتفعت درجة حرارة هذا الانتفاخ الحساس بدرجة أسرع ، فإن البلف يفتح . أو إذا لم يرتفع ضغط السحب أثناء فترة وقوف الضاغط ، ولكن ارتفعت درجة حرارة الانتفاخ الحساس ، فإن بلف التمدد يفتح .

إن الخزان المملوء بالماء المبرد الموجود بالوحدة يمنع ضغط السحب من الارتفاع من درجة حرارة الماء . ولذلك يفتح بلف التمدد الحرارى أثناء فترة وقوف الضاغط ويرجع سائل مركب تبريد بكثرة إلى ناحية الضغط المنخفض من المكثف .

العلاج : يجب أن يركب بلف قفل كهربائى (سلونويد) بخط السائل فى أية دائرة تبريد لا يقوم بلف التمدد الحرارى المركب بها فى القفل أثناء فترة وقوف الوحدة .

المشكلة رقم (٥) :

كان يظهر ثلج (فروست) على حوالى منتصف المبخر . وبناء على ذلك قرر فنى الخدمة ، أنه يجب أن يكون ذلك بسبب تلف بلف التمدد الحرارى . هل هذا التشخيص صحيح أم خطأ ؟

سؤال : ما هى جميع العوارض التى تسبب عدم تغذية المبخر بالكمية الكافية من سائل مركب التبريد (Starved) ؟

الإجابة :

- الشحنة الناقصة من مركب التبريد .
- ضغط عالى منخفض .
- وجود عائق بخط السائل ، المجفف أو أى جزء بتغذية السائل .
- حجم صغير أو طول زائد من خط السائل .
- وجود رطوبة أو شمع بمركب التبريد .
- بلف تمدد حرارى ذى حجم صغير .
- وجود عائق عند مدخل بلف التمدد الحرارى .
- تم ضبط التحميص بمقدار عالى جدا ببلف التمدد الحرارى .
- تم وضع الانتفاخ الحساس لبلف التمدد الحرارى فى مكان غير مناسب أو ماسورته الشعرية تلامس ملف المبخر البارد .
- وحدة قوة (Power Element) بلف التمدد الحرارى فقدت شحنتها .
- نوع غير مناسب من بلف التمدد الحرارى بالنسبة لمركب التبريد المستعمل فى الدائرة ، مركب تبريد غير مناسب بالنسبة للدائرة . شحنة من خليط مركبات التبريد .
- الضاغط لا يقدر على جذب ضغط سحب أقل من حدود ضغط بلف التمدد الحرارى .
- جزء من دائرة ملفات المبخر مسدود بالزيت ، موزع مركب التبريد مسدود جزئيا ، أو الموزع لا يعمل على توزيع مركب التبريد بالتساوى على ملفات المبخر المختلفة .

المشكلة رقم (٦) :

وبعد ذلك ، كيف يمكنك تحديد أى الإجابات الواردة فى المشكلة رقم (٥) هى المسؤولة عن عدم تغذية (Starving) ملف المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد؟

الإجابة :

بفحص الدائرة وتحاشى كل أسباب العوارض الممكنة ، حتى تقوم بعزل السبب الحقيقى للمشكلة .

ودائرة التبريد المركبة بطريقة مثالية يجب أن تشمل على زجاجتى بيان فى خط السائل : الأولى منها تركب عند مخرج وحدة التكثيف ، والثانية قبل بلف التمدد الحرارى مباشرة . وبتركيب هاتين الزجاجتين يمكن بسرعة تحديد أو تحاشى أية مشكلة فى تغذية السائل .

وأثناء عمل الدائرة ، فإن كلتى الزجاجتين يجب أن تصبحا صافيتين (Clear Up) بعد فترة وجيزة من بدء دوران الضاغط ، وبعد ذلك يجب أن تظلا كذلك طول فترة عمل دائرة التبريد . والنقص فى شحنة مركب التبريد بالدائرة يوضح عندما تظهر فقاعات غازية (Bubbles) بصفة دائمة فى كلتى زجاجتى البيان . وقبل إضافة مركب تبريد ، فإن مستوى السائل فى الخزان الموجود بالدائرة يجب أن يفحص بتسخينه قليلا . وعند وجود سائل ، فإن سطح الخزان يكون أبرد كثيرا عند لمسه عما إذا كان بداخله غاز فقط . فإذا كان هناك سائل بأية كمية داخل الخزان ، فإن زجاجة البيان الأولى ، على الأخص يجب أن لا يظهر بها أية فقاعات غازية . أما إذا ظهرت بها فقاعات غازية ، فإن ذلك يدل على إما وجود عائق بخزان السائل ، أو كسر فى ماسورة السيفون الموجودة داخل الخزان ، أو وجود عائق ببلف مخرج الخزان .

وفى حالة ما تكون زجاجة البيان الأولى صافية ، ولكن الزجاجة الثانية بها فقاعات غازية ، فإن ذلك يدل على وجود هبوط شديد فى الضغط فى خط السائل ، أو بأحد الأجزاء الأخرى المركبة به . ويحدث ذلك بسبب :

(ا) ضغط عالى منخفض . ويمكن فحص ذلك بواسطة مقياس قراءة الضغط العالى .

(ب) خط السائل صغير جدا ليحمل الكمية اللازمة من السائل إلى المبخر . ويمكن فحص ذلك بمراجعة البيانات الفنية التى تقدمها الشركات الصانعة لوحدات التبريد ، حيث توضح سعة العملية بطن التبريد مع طول وحجم مواسير سائل مركب التبريد .

(حـ) المجفف ، بلف السلونويد ، بلوف الخط ، أو حتى زجاجات البيان قد تكون صغيرة جدا أو بها سدد جزئى . ونتصور أن (ا) و (ب) قد ثبت نجاحها ، يجب فحص كل جزء على حدة .

فإذا كان السدد بدرجة كبيرة ، فإنه يوضح بهبوط شديد فى درجة الحرارة خلال الجزء . ولكن إذا كان السدد بسيطا ، فإن هذا التغير فى درجة الحرارة ، ولو أنه فى هذه الحالة لا يسبب تحول السائل إلى غاز فجأة (Flashing) . فإنه يكون من الصعب اكتشافه إلا إذا استعملنا أجهزة قياس درجات حرارة حساسة إلكترونية .

وبأى حال ، فإن تحول السائل إلى غاز فجأة (Flashing) فى زجاجة البيان الثانية يجب إيقافه .

وبترك الدائرة بهذه الحالة يؤدى إلى تخفيض سعتها ، واحتمال فقد الزيت من الضاغط ، وتآكل إبرة ومقعد بلف التمدد الحرارى .

ويجب أن يلاحظ أنه إذا كان تحول السائل إلى غاز فجأة فى زجاجة البيان الثانية نتيجة لتجمع هبوط بسيط فى الضغط خلال الأجزاء المختلفة الموجودة بخط السائل ، فإنه يمكن تحاشى ذلك بزيادة تبريد (Subcooling) السائل قبل أن يدخل بلف التمدد الحرارى .

وعادة يمكن إجراء ذلك بتركيب مبدل حرارى (Heat Exchanger) . وبعد ذلك تركيب زجاجة البيان الثانية بعد المبدل الحرارى أى بين المبدل الحرارى وبلف التمدد الحرارى .

ومع ذلك ، إذا كان تحول السائل فجأة إلى غاز بسيطا ، فإنه يمكن علاج هذه الحالة برباط كل من خط السائل والسحب مع بعضهما . فإذا تم إجراء ذلك أو تم

تركيب مبدل حرارى ، فإنه يجب التأكد من أن ذلك لم يؤد إلى زيادة تحميص (Superheat) غاز السحب بدرجة كبيرة . ويجب أن لا ترتفع درجة حرارة هذا الغاز الذى يدخل الضاغط أكثر من ٦٥° إلا فى حالة دوران الوحدة لمدة طويلة .

وفى حالة ما تكون كلتى زجاجتى البيان صافيتين ، ولكن ملف المبخر لا يغذى بالكمية الكافية من مركب التبريد (Starved) ، فإننا يجب أن نبحث عن العارض فى بلف التمدد الحرارى .

بوضع قطعة قماش مبللة بالماء الساخن فوق بلف التمدد الحرارى ، فإنه يجب أن يفتح ويغذى كمية كبيرة من السائل (Flood Out) المبخر . فى حالة عدم فتحه يكون :

(ا) شبكة المرشح (Filter Screen) الموجودة بالبلف مسدودة . يجب أن ترفع ، وتفحص ، وتنظف .

(ب) حجم البلف صغير جدا . يراجع حجمه فى كتالوجات الشركات الصانعة ، وذلك ليس بالنسبة للقيمة الاسمية (Actual Rating) ولكن بالنسبة للقيمة الحقيقية (Nominal Rating) – تؤخذ من درجة حرارة السحب ، والهبوط فى الضغط خلال البلف .

(حـ) وحدة القوة (Power Element) فقدت شحنتها . يجب أن تعرف أولا تركيب البلف الذى تقوم بفحصه . يرفع البلف ونقوم بتغذية مخرجه بضغط هواء حتى يمكن تحديد إذا كانت وحدة القوة قد فقدت شحنتها وجعلت البلف يقفل .

(د) البلف غير مناسب لمركب التبريد المستعمل بالدائرة أو العكس . ويمكن معرفة ذلك بالرجوع إلى لوحة بيانات البلف ، ولكن يجب التأكد أولا من نوع مركب التبريد المستعمل فى الدائرة وذلك بمراجعة قراءات أجهزة القياس المركبة بالوحدة .

(هـ) قد تسبب الرطوبة أو الشمع سددا جزئيا بفونية (Orifice) بلف التمدد . وعندما نقوم بتدفئة البلف ، فإن ذلك يسبب إزالة هذا السدد ويعمل على فتح البلف . وعلى الأقل يجب أن تكون زجاجة بيان واحدة مجهزة بمبين رطوبة (Moisture Indicator) . ويجب أن يظهر على هذا المبين اللون الذى يوضح أن الدائرة جافة (Dry) . وفى حالة عدم ظهور هذا اللون يجب

أن يغير المجفف المركب فى الدائرة سواء تواجد ثلج (Icing) داخل البلف أم لا .

إن عملية فحص وجود شمع بالدائرة تعتبر أصعب ، وغالبا ما تُعزى المشاكل إليه ، بينما فى الحقيقة تكون بأسباب أخرى . إن الشمع ينفصل فقط عند درجات الحرارة المنخفضة ويظهر أكثر عند درجات الحرارة المنخفضة وفى دوائر التبريد المستعمل بها مركبات تبريد ٢٢ أو ٥٠٢ أكثر من ١٢ . وهو لا يظهر فى دوائر تبريد درجات الحرارة المتوسطة والعالية .

إن الشمع ينصهر عند درجات حرارة أقل من الثلج . ويمكن رفعه باستعمال مرشحات الفحم (Activated Charcoal Filters) ولكن يجب على فنى الخدمة أن يتأكد أولاً من أنه السبب الحقيقى ، والوحيد الذى يسبب المشكلة .

(و) ضغط السحب قد يكون مرتفعا بحيث يخنق بلف التمدد الحرارى . ويمكن معرفة ذلك بقراءة مقياس ضغط السحب . فإذا كان الارتفاع إلى أسفل أو أعلى حدود الضغط العادى لبلف التمدد ، فإن البلف فى هذه الحالة يعمل على عدم تغذية ملف المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد (Starving Coil) . وقد تكون هذه الحالة عادية بالنسبة لدائرة تبريد درجة الحرارة المنخفضة وذلك أثناء قيام الوحدة الموجودة بها بتخفيض درجة الحرارة أو بعد بدء تشغيلها من بعد فترة إذابة الفروست (ديفروست – Defrost) ، أو إذا كان هواء درجة حرارته مرتفعة جدا يمر خلال ملف مبخر جهاز تكييف هواء . ولكن من الممكن أيضا أن تحدث بسبب ضاغط تالف لا يمكنه تخفيض الحمل أقل من حدود الضغط .

(ز) مكان تركيب الانتفاخ الحساس لبلف التمدد قد يجعل البلف لا يقوم بإمداد ملف المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد . فإذا كان هذا الانتفاخ الحساس مركب بحيث يتجمع سائل مركب تبريد فوقه(Trapped above it)، أو إذا كان ماسورة البلف الشعرية أو رأس البلف ملامسة للجزء البارد من ملف المبخر ، فإن البلف فى هذه الحالة لا يقوم بتغذية ملف المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد .

(حـ) تحميص البلف قد يكون تم ضبطه بدرجة عالية جدا . إن الضبط الغير

صحيح للتحميص عادة يسبب تذبذب (Hunting) كبير فى عمل البلف . وربما يتسبب فى عدم تغذية ملف المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد (Starve) وغالبا بعد ذلك يقوم بتغذيته بكمية كبيرة (Flood) أثناء كل ذبذبة . .

ومن المؤكد أن هذه الحالة تزيد من فترة دوران وحدة التبريد وتعمل على تخفيض سعة الدائرة .

(ط)قد يقوم الموزع (Distributor) المركب بملف المبخر بتغذية جزء من هذا الملف بينما لا يقوم بتغذية الجزء الآخر بالكمية الكافية من مركب التبريد . ويمكن فحص ذلك بمقارنة درجة الحرارة عند نهاية مخرج قسم كل ملف . ويجب أن تكون نفس درجة الحرارة عند كل نهاية . فإذا كانت ليست كذلك ، فإن العارض قد يحدث بسبب :

١ – حركة هواء غير جيدة خلال ملف المبخر . فإذا كان ممر الهواء مسدودا أو به عائق خلال جزء من الملف ، فإن مركب التبريد لا يتبخر ، ويجعل سائل مركب التبريد يمر بالقرب من مكان تركيب الانتفاخ الحساس ويخنق عمل بلف التمدد الحرارى ،وبذلك لا يغذى باقى الملف بالكمية الكافية من مركب التبريد . ويمكن فحص سريان الهواء باستعمال جهاز قياس سرعة الهواء « الفيلو ميتر – (Velometer) أو استعمال دخان السجائر ، إلخ . فإذا وجدت بقعة ميتة ، أو سريان هواء بطىء ، فإن هذه الحالة يجب أن تعالج قبل إجراء أى ضبط ببلف التمدد الحرارى .

٢ – قد يسبب وجود زيت أو شمع عائق لسريان مركب التبريد خلال بعض مواسير الموزع ، ويمكن علاج هذا العارض مؤقتا بتسخين هذه المواسير قليلا . وتكتشف الرطوبة بواسطة مبين الرطوبة (Moisture Indicator) . أما الشمع فينفصل فقط عند درجات الحرارة المنخفضة . إن الزيت يتجمع عندما تكون سرعة غاز مركب التبريد بطيئة ، وذلك بسبب تركيب بلف تمدد حرارى حجمه أقل من المطلوب ، ضبط التحميص عند درجة عالية ، أو موزع ذى تصميم غير جيد.

ويجب أن نلاحظ أيضا أن الرطوبة قد لا تنفصل حتى تصل درجة حرارة سحب الدائرة إلى درجة منخفضة جدا ، ولكن فى هذه الحالة عادة تتجمد هذه الرطوبة عند فونية بلف التمدد الحرارى ، وليس داخل خطوط الموزع ، ولا يعمل

بعد ذلك جميع ملف المبخر .

وأخيرا يجب استعمال أنواع ذات تصميم جيد من الموزعات التى تنتجها الشركات المتخصصة . إذ أن هذه الموزعات لا يمكن تصنيعها باليد .

المشكلة رقم (٧) :

كان يظهر فروست فى دائرة تبريد على جميع سطح المبخر وماسورة السحب حتى الضاغط . وبملاحظة هذه الظاهرة قام فنى الخدمة بتغيير بلف التمدد الحرارى المركب بهذه الدائرة . هل هذه خطوة صحيحة أم لا ؟

سؤال : ما هى العوارض التى تجعل بلف التمدد الحرارى يقوم بتغذية المبخر بكمية كبيرة من سائل مركب التبريد (Flood) ؟

الإجابة : قد يحدث ذلك بسبب بلف تمدد حرارى تالف ، ولكن غالبا تحدث بسبب الآتى :

١ – حمل حرارى قليل ، وجود عائق فى حجم الهواء المار على المبخر ، أو تكون ثلج على ملف المبخر .

٢ – الانتفاخ الحساس لبلف التمدد مركب فى ممر هواء دافئ .

٣ – الانتفاخ الحساس لبلف التمدد غير ملامس جيدا لماسورة السحب الخارجة من المبخر .

٤ – ضبط تحميص البلف منخفض أو مرتفع جدا .

٥ – ضغط عالى مرتفع بدرجة غير عادية .

٦ – حجم بلف التمدد أكبر من المطلوب .

٧ – يوجد تسريب (Leak-by) خلال وصلة التعادل الخارجية .

٨ – يوجد تسريب خلال المبدل الحرارى .

٩ – يوجد تسريب خلال بلف تهريب الغاز الساخن (Hot Gas by pass Valve) .

١٠ – بلف تمدد حرارى غير مناسب لمركب التبريد الموجود بالدائرة .

١١ – توازن غير جيد بين ملف المبخر والضاغط .

١٦ سؤالا من فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء والإجابة عليها

١ – كيف يمكنك تخفيض أعطال التركيبات التى تشتمل على ضواغط محكمة القفل :

يمكن تخفيض أعطال تركيبات دوائر التبريد التجارية التى تشتمل على ضواغط محكمة القفل بدرجة كبيرة ، وذلك باتباع الخطواط الصحيحة للتركيب ، وباستعمال المواد المناسبة كذلك . إن النظافة ورفع الرطوبة والهواء من الدائرة يعتبر « ضروريا » وفيما يلى بعض الخطوات التى يلزم اتباعها :

١– قم باستعمال مواسير من النوع الخاص بأشغال التبريد المحكمة القفل بمصانعها (Factory Sealed) (الطرية والمسحوبة على الناشف) .

٢– أثناء القيام بعمليات لحام المواسير (Brazing) يجب إمرار غاز نيتروجين جاف داخل المواسير .

٣– قم باختبار التنفيس طبقا للتعليمات .

٤– قم بإجراء عملية التفريغ الثلاثى (Triple Evacuation) ، باستعمال طلمبة تفريغ جيدة يمكنها سحب تفريغ قدره ٥٠٠ ميكرون (٥, ملليمتر) . لا تستعمل الضاغط المحكم القفل بدلا من طلمبة التفريغ .

٥– قم بشحن جميع مركبات التبريد للدائرة خلال مجفف (Drier) .

٦– يعمل فحص مقارنة للون الزيت الموجود بصندوق مرفق الضاغط بعد من ٤٠ إلى ٦٠ يوما من عمل دائرة التبريد الجديدة . فإذا لوحظ وجود تغير فى اللون ، يغير الزيت بالنوع المناسب ، قم بتركيب مجفف جديد ، وتكرر العملية حتى يظل لون الزيت صافيا .

إن الإهمال فى اتباع أية خطوة من الخطوات السابقة قد يؤدى إلى حدوث عوارض تسبب تعطيل عمل دائرة التبريد .

٢- توصيل الضواغط التجارية المحكمة القفل مع بعضها :

لقد طرح هذا السؤال « هل يمكن توصيل وحدات التكثيف التجارية التى تشتمل على ضواغط محكمة القفل (Commercial Hermetic Condensing Units) مع بعضها (بالتوازى) مع مكثف مشترك ؟

الإجابة هى «نعم» ولكن ما يوصى به هو لا تقوم بإجراء ذلك لماذا ؟

١- مشكلة المحافظة على مستوى الزيت فى بعض الضواغط المحكمة القفل أكثر فى هذا النوع من الضواغط عن الضواغط المفتوحة نظرا لفروق التصميم بينها .

٢- إن حدوث احتراق (Burn Out) بأحد محركات هذه الضواغط المحكمة القفل يؤدى إلى تغيير إجبارى لكلا الضاغطين . لماذا ؟ لأن مواد التلوث الكيميائية (Contaminating Chemicals) التى تنتج بسبب الاحتراق فى أحد هذه الضواغط تتوجه مباشرة خلال مواسير توصيل الضاغطين إلى الضاغط الآخر ، حيث تسبب حالة ينتج عنها تلف هذا الضاغط الآخر السليم خلال فترة وجيزة من الزمن . ولذلك يكون إجباريا تغيير كلا الضاغطين المحكمة القفل ، مما يجعل فى هذه الحالة تكاليف التغيير والخدمة مزدوجة .

٣- المحايد أو الأرضى :

« أنا فنى تبريد ، ولست كهربائيا » قال الفنى « عما يتكلمون عندما أسمع أحد يُشير إلى السلك المحايد ، والآخر - السلك الأرضى » ؟

أجاب صديقه « أنا فى الحقيقة ألمس التباسك فى هذا الموضوع . لقد شرح لى فنى الكهرباء هذا الأمر بهذا الشكل . ولو أن السلك المحايد لا يحمل أى فولت ؛ إلا أنه سلك ضرورى يستعمل لحمل التيار (الأمبير) فى دوائر السكلين أو الثلاثة أسلاك . إن الجهاز الموصَل بسلكين أو ثلاثة أسلاك (سلك واحد محايد) يعمل بدون سلك أرضى . وبمعنى آخر أنه لا يكون من الضرورى توصيل أرضى بالجهاز لجعله يعمل . ومن الناحية الأخرى ، يكون السلك المحايد فى دائرة القوى موصلا بالأرض فى مكان ما بواسطة شركة إمداد القوى ، عادة عند المحول .

٤- بلوف التمدد الحرارية يلزم فحصها قبل استبدالها :

أوضحت مصانع بلوف التمدد الحرارية فى تقارير لها أن نسبة مئوية كبيرة من جميع بلوف التمدد التى أعيدت لها على أنها لا تعمل ، كان لا يوجد بها أى تلف وذلك بعد أن تم فحصها واختبارها .

إن إجراء بعض خطوات الفحص البسيطة تنقذ الكثير من عمليات استبدال هذه البلوف . إن جميع بلوف التمدد الحرارية مجهزة بمصفى فى مكان دخول سائل مركب التبريد إلى البلف ، وعندما تتجمع الأوساخ فى هذه المصفى تسبب تلف عمل البلف .

إن النقطة التى يربط فيها الانتفاخ الحساس (Bulb) الخاص بالبلف بخط السحب يجب أن تكون أيضا نظيفة ، وتسمح باتصال جيد . إن وجود الأوساخ بين هذا الانتفاخ الحساس والخط يؤدى إلى تلف عمل البلف . إن الحزام الذى يجمع هذا الانتفاخ مع الخط يجب أن يكون أيضا مربوطا جيدا ، نظرا لأن الانتفاخ المحلول يسبب أيضا تلف عمل البلف . يجب أن يوضع هذا الانتفاخ على خط السحب فى مكان لا يتجمع فيه سائل مركب تبريد (Cannot become trapped) حيث إن أى تجمع لسائل مركب تبريد عند مكان تركيب الانتفاخ الحساس يؤدى إلى تلف عمل البلف .

إن بلوف التمدد الحرارية المشحونة وحدة القوة الموجودة بها بغاز (Gas Charged) يجب أن تركب فى أماكن دافئة أكثر من الأماكن التى تركب فيها انتفاخاتها الحساسة ، وأن لا يسمح للمواسير الشعرية المتصلة بهذه الانتفاخات من أن تلامس أى سطح يكون أبرد من هذه الانتفاخات نفسها . إن البلف أو ماسورة الانتفاخ الحساس الأبرد من الانتفاخ الحساس نفسه تسبب أيضا تلف عمل البلف .

٥- خدمة غرف تبريد حفظ اللحوم :

إن درجة الحرارة داخل غرف تبريد حفظ اللحـــوم (Walk-in Meat Coolers) يجب أن تحفظ عند من ٣١°ف إلى ٣٥°ف ونسبة الرطوبة عند من ٨٥ إلى ٨٨٪ . وأحيانا عند هذه الحالات تحدث عتامة (Darkening)

أو يتكون فطر (Sliminess) على هذه اللحوم .

ويكفى أن تضبط درجة الحرارة ونسبة الرطوبة داخل الغرفة ، ثم تفحص الحالات الأخرى ، مثل الحالات الآتية ، لإمكان معرفة السبب الذى يؤدى إلى حدوث ذلك .

تخزين كمية كبيرة من اللحوم داخل الغرفة (Overcrowded) يمكن أن يسبب تكون الفطر على هذه اللحوم بسبب عدم ملامسة الهواء البارد لها .

إن استعمال أرضية مصنوعة من خشب الصنوبر المقطوع حديثا أو وضع نشارة خشب فوق أرضية الغرفة قد يؤدى إلى تبخر راتنجات (Resins) منها واختلاطها مع هواء الغرفة مسببا لعتامة اللحوم .

إن عدم منع منتجات الاحتراق الناشئة من المواقد والأفران يمكن أن يلوث الهواء المحيط بغرفة التبريد . وعند فتح باب غرفة التبريد ، فإن الهواء الداخلى يصبح ملوثا ويسبب عتامة باللحوم .

٦- قواطع الوقاية من زيادة الحمل :

« لماذا هناك أنواع مختلفة كثيرة من قواطع زيادة الحمل (Overload Protectors) لضواغط التبريد المحكمة القفل التى لها حجم واحد وقوتها بالحصان واحدة ؟ - سأل فنى خدمة التبريد ، بسبب الفرق الكبير بين الضواغط المحكمة القفل التى لها نفس الحجم والقوة بالحصان - أجاب الخبير : إن محركات الضواغط المحكمة القفل هذه الأيام يمكن أن تشتمل على قطبين أو أربعة أقطاب ، وتعمل إما بتيار ضغطه ١١٥ أو ٢٠٨ أو ٢٣٠ فولت ، ذو وجه واحد أو ثلاثة أوجه ، لاستعمالات درجات الحرارة المرتفعة أو المتوسطة أو المنخفضة . وتستعمل فى دوائر التبريد التى تعمل بمركب تبريد ١٢ أو ٢٢ أو ٥٠٢ وهذه جميعها تدعو إلى تغيير احتياجات الوقاية .

فعند استبدال قاطع وقاية من زيادة الحمل ، يجب التأكد بعناية من أن القاطع البديل يكون صحيحا بالنسبة للضاغط المحكم القفل الذى سيركب به .

٧ – نسبة الانضغاط :

« كيف يمكنك حساب نسبة الانضغاط (Compression Ratio) ولماذا هى هامة ؟ سأل فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء .

« إن نسبة الانضغاط هى ضغط التكاثف المطلق أو طرد الضاغط مقسوما على ضغط السحب المطلق » أجاب مهندس التبريد وتكييف الهواء :

« إن نسبة الانضغاط العالية تجعل الضاغط يعمل عند درجات حرارة عالية ، وإذا كانت عالية بدرجة كبيرة ، فإنها يمكن أن تسبب تلفا للملفات المحرك ، وللحوامل وأجزاء الضاغط الأخرى . إن نسبة عشرة إلى واحد عادة يمكن قبولها كنسبة مأمونة ، وكثير من العمليات تعمل بنسب أعلى ، ولكن يكون من المرغوب فيه دائما المحافظة على أن تكون هذه النسبة منخفضة بقدر الإمكان » .

إن الضغوط المطلقة يمكن إيجادها بإضافة الضغط الجوى عند مستوى البحر أو لتبسيط الحسابات ، ١٥ إلى ضغط المقياس (Gauge Pressure) . قم بقسمة ضغط التكاثف المطلق ١٦٠ + ١٥ = ١٧٥ على ضغط السحب المطلق ١٠ + ١٥ = ٢٥ ، أو ١٧٥ ÷ ٢٥ = ٧ إلى ١ نسبة الانضغاط . وإذا كانت دائرة التبريد تعمل بضغط سحب مطلق أقل من صفر رطل مقياسى ، تطرح بوصات تفريغ من ٣٠ وتقسم على ٢ لإيجاد ضغط السحب المطلق . يقسم ضغط الطرد المطلق على هذا الرقم لإيجاد نسبة الانضغاط .

مثال : ١٤٠ رطل ضغط طرد مقياس و ١٠ بوصات تفريغ ضغط سحب ، ٣٠ – ١٠ = ٢٠ ، ٢٠ ÷ ٢ = ١٠ ضغط السحب المطلق . ١٤٠ رطل ضغط طرد مقياس + ١٥ = ١٥٥ ضغط طرد مطلق ، ١٥٥ ÷ ١٠ = ١٥,٥ إلى ١ نسبة الانضغاط .

٨– قطع المعدن باستعمال لهب بورى الأوكسى – أسيتيلين :

طلب فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء المهندس الذى يعمل معه وقال له ، « إن مجموعة بورى الأوكسى أسيتيلين الصغيرة التى يمكن حملها (Portable Oxygen-Acetylene Torch) التى قمت باستلامها لقطع عمود مروحة وحدة التكييف

لم تكف حتى لقطع طبقة قشور الصدأ التى كانت على سطح هذا العمود » .

« إن طبقة قشور الصدأ الكثيفة تكون أصعب فى القطع من المعدن نفسه » أجاب المهندس . « يلزم أن ترفع طبقة الصدأ هذه حتى ترى المعدن نفسه قبل أن تحاول أن تقوم بعملية القطع » .

وعندما اتصل فنى الخدمة مرة أخرى بالمهندس الذى يعمل معه قال له : لقد كنت محقا يا سيدى ، لقد قمت برفع طبقة الصدأ وعندما أصبح سطح العمود نظيفا لم تكن لدى بعد ذلك أية مشكلة فى قطع المعدن هذه المرة » .

٩- تسمم الكادميوم :

إن الكادميوم (Cadmium) معدن فضى - أبيض ، قابل للطرق والسحب . إن نقطة انصهاره هى ٥٧٦°ف ، ويغلى عند حوالى ١٣٨١°ف ، وعند تسخينه فى الهواء يحترق ليكون أوكسيداً .

بعض أنواع سبائك اللحام على الناشف (Brazing) أو الفضة قد تحتوى على كادميوم والأدخنة التى تخرج منها عند تسخين الكادميوم بدرجة كافية ليحترق تعتبر سامة (Toxic) . ويلزم أخذ العناية الشديدة بواسطة الأشخاص الذين يقومون بلحام معادن مغطاة بطبقة من الكادميوم أو اللذين يستعملون سبائك لحام تحتوى كادميوم ، لتحاشى استنشاق الأدخنة التى تخرج أثناء عملية اللحام .

ويكون من الضرورى استعمال وسيلة جيدة لسحب وطرد هذه الأدخنة أو إذا كانت هذه الوسيلة غير متاحة ، أن يقوم الشخص بلبس خوذة من النوع الذى يخرج منها هواء نقى بضغط بصفة مستمرة أثناء القيام بعملية اللحام .

إن أعراض تسمم الكادميوم هى الكحة ، والصداع ، والدوخة ، والحمى ، وضيق التنفس ، وأوجاع فى الصدر ، والقىء . وعند ظهور مثل هذه العوارض على أحد الأشخاص المعرضين لأدخنة الكادميوم يجب إخطار الطبيب ولفت نظره فورا على أن المصاب قد تعرض لأدخنة الكادميوم .

١٠- تغيير الزيت لطلمبات إحداث التفريغ العالى :

« خلال الأيام القليلة الماضية ، لاحظت فقد شديد فى جودة طلمبة إحداث

التفريغ العالى (High Vacuum Pump) التى قمت بشرائها حديثا » . قال ذلك فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء .

« إننى أشك فى أن هناك شىء ميكانيكى خطأ فى طلمبتك » أجاب المهندس .

« إن معظم الأسباب التى تؤدى إلى فقد الجودة هو الزيت الرطب (Wet) الموجود فى الطلمبة . ويكون من الصعب تحديد مقدار الرطوبة الموجودة بدائرة التبريد التى كانت تعمل بها طلمبة التفريغ .

وعندما يصبح وقت دورانها طويلا جدا ، أو ضغط التفريغ يرتفع عندما يكون مدخل السحب بالطلمبة مقفولا ، فإن العلاج الأول والغالب فى هذه الحالة هو تغيير زيت الطلمبة .

إن الطلمبة لا يمكنها خلق تفريغ أحسن عن ضغط بخار إحكام الزيت . وكذلك يكون ضروريا جدا تغيير الزيت فى كل مرة بعد أن تستعمل الطلمبة فى دائرة يكون محرك الضاغط المحكم القفل أو النصف محكم القفل المركب قد احترق محركه . إن زيت التفريغ العالى هو زيت معدنى نقى له درجة لزوجة قدرها حوالى ٣٠٠ SSU عند ١٠٠ف وضغط بخار لا يزيد عن ٥ ميكرون . إن الشركات التى تصنع طلمبات التفريغ العالى يمكنها أيضا أن تقوم بتوريد زيت التفريغ العالى .

١١- فحص خواص عمل برج تبريد الماء :

« هل توجد طريقة لفحص خواص عمل برج تبريد الماء ؟ » سأل فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء .

« إن الطريقة الآتية تعتبر دقيقة ومعقولة » أجاب المهندس « أولا نقوم بتحديد درجة الحرارة الرطبة للهواء الداخل إلى برج التبريد . وبعد ذلك ، وعندما تكون أجهزة البرج تعمل بحملها الكامل ، نقوم بفحص درجة حرارة الماء الموجود فى حوض البرج (Sump) . فإذا كانت درجة حرارة ماء الحوض ٧ف + أو – أف أعلى من درجة الحرارة الرطبة للهواء الداخل لبرج التبريد ، فإن خواص عمل البرج فى هذه الحالة تكون جيدة .

وإذا كانت أكثر من ذلك بكثير ، فإن سعة البرج تكون أقل من اللازم

أو يكون هناك شيئا يؤثر على هذه السعة . وإذا كانت أقل من ذلك بكثير ، فإن سعة البرج تكون أكبر من اللازم ، أو أن الأجهزة التى تغذى البرج لم تكن تعمل بحملها الكامل أثناء أخذ درجة حرارة الماء الموجود بحوض البرج .

١٢- اختبار الضواغط المفتوحة « بجذب التفريغ »

« أرجو الإفادة لماذا كانت للضاغط « الذى يدار بالسيور » الذى قمت بتركيبه بالفريزر الأسبوع الماضى قدره على جذب ٢٨ بوصة أثناء اختباره ، بينما لم يتمكن الضاغط الذى قمت بتركيبه لجهاز تكييف الهواء إلا بالوصول إلى ٢٠ بوصة – ومع ذلك فكلا الضاغطين يظهر لى أنهما يعملان بحالة جيدة جدا أثناء الخدمة » طلب ذلك فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء .

« إن الفرق فى التصميم هو الإجابة » أجاب المهندس . « إن ضواغط درجات الحرارة المنخفضة مصممة لتعمل عند نسب انضغاط عالية ، وبضغوط منخفضة عند ناحية السحب . إن الخلوصات الداخلية بهذه الضواغط صغيرة والبلوف مصممة لتحمل بكفاءة غاز السحب ذى الكثافة المنخفضة .

إن ضواغط درجات الحرارة العالية وتكييف الهواء مصممة لتحمل سريان الوزن الأكبر لمركب التبريد ذى الكثافة العالية الخاصة بضغوط السحب الأعلى . إن فتحات البلوف والخلوصات يجب أن تكون كبيرة لعمل ذلك بكفاءة . ولذلك فإن ضاغط درجة الحرارة العالية يعمل بحالة جيدة جدا عند الحالات المصمم عليها ، ولكن يمكنه فقط جذب من ١٥ إلى ٢٠ بوصة عند إجراء اختبار التفريغ .

* يجب أن لا تعرض أبدا الضواغط المحكمة القفل لمدة طويلة من التشغيل عندما تكون واقعة تحت حالات تفريغ مرتفعة . وعند عملها أثناء ذلك فإن ملفات محركاتها تتعرض للتلف .

١٣- الأوكسجين + الزيت = خطر :

تُعزى كثير من الحوادث التى تنشأ من عمليات اللحام وقطع المعادن بالأوكسي أسيتيلين إلى تلوث الجزء من أجهزة اللحام الحامل للأوكسجين بالزيت أو الشحم .

وكلما ازدادت النسبة المئوية للأوكسجين فى الهواء أعلى من المحتوى العادى ، فإن خطورة الاشتعال تزداد .

وعندما يختلط الزيت مع الأوكسجين تحت ضغط فإنه يُحدث انفجارا له قوة شديدة .

ولذلك يجب أن تكون جميع أجهزة اللحام خالية تماما من الزيت ، ولا تشحم أيضا الأجزاء الحاملة للأوكسجين .

١٤- معامل القوة :

« ما هو معامل القوة ؟ » سأل فنى خدمة التبريد وتكييف الهواء .

« إنه تعريف » أجاب المهندس « عبارة عن عدد الوات الذى يسجله جهاز الواتميتر ، مقسوما على قراءة الأمبيروميتر المضروبة فى قراءة الفولتميتر . وعادة يوضح معامل القوة كنسبة مئوية . وكمثال :

محرك تيار متغير خاص بضاغط سجل قراءة أمبيروميتر قدرها ٢ أمبير ، عندما كان الفولت المغذى ٢٢٠ فولت ، بينما كانت قراءة جهاز الواتميتر ٣٤٥ وات .

٢ أمبير × ٢٢٠ فولت = ٤٤٠ فولت – أمبير

٣٤٥ وات ÷ ٤٤٠ فولت – أمبير = ٧٨٪ معامل القوة

إن معامل القوة هو مقياس للعمل المفيد الذى يعطيه جهاز التيار المتغير .

١٥ – متوسط ضغط المكثف :

إن ضغوط المكثف الظاهرة فى الجداول التالية رقم (١) و (٢) و (٣) و (٤) هى تقريبية وتستعمل كمرشد لما يجب أن يكون عليه ضغط دائرة التبريد العالى (Head Pressure) . ومع ذلك فهى تعتبر مرشد دقيق للضغط العالى وذلك بالنسبة للأجهزة التى تجمع فى المصانع والتى تركب داخل المبانى ، نظرا لأن حجم المكثف الموجود بالنسبة لإزاحة الضاغط والحمل وضع على أساس حالات قياسية (Standard Ratings) وأن كمية الهواء التى تمر فوق المكثف ثابتة .

أما الأجهزة التى يصير تجميع أجزائها المختلفة فى أماكن تشغيلها والتى تشتمل

على مكثفات تركب خارج المبنى (Outdoor Condensers) فإنها قد تتأثر بتغير سرعة الرياح وحرارة الشمس المباشرة على المكثف . وقد يختار أيضا لمثل هذه الأجهزة مكثف يكون حجمه أصغر قليلا أو أكبر من اللازم تبعا لأقرب حجم يمكن الحصول عليه وذلك بالمقارنة إلى الحجم المحسوب اللازم فعلا .

نجد أيضا أن هذه الجداول تتغير كثيرا عن الضغوط الحقيقية لدوائر تبريد أجهزة تكييف هواء السيارات ، ويجب أن لا يرجع إليها لهذا الإستعمال .

جدول رقم (١) متوسط ضغط المكثف (رطل على البوصة المربعة مقياس) م . ت — ١٢

السحب	درجة حرارة الهواء أو متوسط درجة حرارة الماء° فوق المكثف.									
الضغط رطل/□ بوصة	درجة الحرارة ف°	٦٠°	٦٥°	٧٠°	٧٥°	٨٠°	٨٥°	٩٠°	٩٥°	١٠٠°
٢,٣ +	٢٥ —	٨١	٨٥	٩٢	٩٨	١٠٦	١١٣	١٢٢	١٣٠	١٣٨
,٦	٢٠ —	٨٤	٨٨	٩٥	١٠١	١٠٨	١١٥	١٢٤	١٣٢	١٤٠
٢,٤	١٥ —	٨٥	٩٢	٩٩	١٠٦	١١٥	١٢٣	١٢٦	١٣٤	١٤٢
٤,٥	١٠ —	٨٨	٩٦	١٠٣	١١١	١١٩	١٢٦	١٣٠	١٣٦	١٤٤
٦,٧	٥ —	٩٣	١٠٠	١٠٨	١١٥	١٢٢	١٣٠	١٣٢	١٤٠	١٤٧
٩	صفر	٩٦	١٠٣	١١٠	١١٧	١٢٤	١٣٢	١٤٠	١٤٦	١٥٣
١٢	٥	١٠٠	١٠٦	١١٣	١٢٠	١٢٨	١٣٨	١٤٧	١٥٥	١٦٤
١٥	١٠	١٠٨	١١٥	١٢١	١٢٨	١٣٦	١٤٢	١٤٩	١٥٧	١٦٧
١٨	١٥	١١٣	١١٩	١٢٤	١٣٠	١٣٨	١٤٧	١٥١	١٦٠	١٦٩
٢١	٢٠	١١٧	١٢٣	١٢٨	١٣٢	١٤٠	١٤٩	١٥٥	١٦٤	١٧٤
٢٥	٢٥	١٢٦	١٣٠	١٣٤	١٤٠	١٤٧	١٥٣	١٦٢	١٦٩	١٧٨
٢٨	٣٠	١٣٢	١٤٠	١٤٧	١٥١	١٥٧	١٦٤	١٧١	١٨١	١٩١
٣٢	٣٥	١٣٦	١٤٤	١٥٣	١٦٠	١٦٩	١٧٨	١٨٧	١٩٨	٢٠٨
٣٧	٤٠	١٤٠	١٤٩	١٥٧	١٦٤	١٧١	١٨١	١٩١	٢٠٣	٢١٢

° متوسط درجة حرارة الماء = مجموع درجة حرارة الماء الداخل والخارج من المكثف مقسوما على ٢ .

+ تدل على بوصات تفريغ .

جدول رقم (٢) متوسط ضغط المكثف (رطل على البوصة المربعة مقياس) م . ت– ٢٢

السحب — درجة حرارة الهواء أو متوسط درجة حرارة الماء* فوق المكثف.

الضغط رطل/□"	درجة الحرارة ف°	٦٠°	٦٥°	٧٠°	٧٥°	٨٠°	٨٥°	٩٠°	٩٥°	١٠٠°
٨	٢٥	١٣٩	١٤٦	١٥٦	١٦٦	١٧٩	١٩٠	٢٠٤	٢١٧	٢٢٩
١٠	٢٠ –	١٤٤	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨١	١٩٣	٢٠٨	٢٢٠	٢٣٣
١٣	١٥ –	١٤٦	١٥٥	١٦٨	١٧٩	١٩٣	٢٠٤	٢١٠	٢٢٣	٢٣٥
١٦	١٠ –	١٥٠	١٦٣	١٧٤	١٨٧	١٩٨	٢١٠	٢١٦	٢٢٦	٢٣٩
٢٠	٥ –	١٥٨	١٦٨	١٨١	١٩٢	٢٠٨	٢١٧	٢٢٠	٢٣٢	٢٤٢
٢٤	صفر	١٦٣	١٧٤	١٨٤	١٩٦	٢١٠	٢٢٠	٢٣٣	٢٤٢	٢٥٣
٢٨	٥	١٦٨	١٧٩	١٩٠	٢٠٢	٢١٤	٢٢٩	٢٤٢	٢٥٥	٢٧٠
٣٢	١٠	١٨١	١٩٣	٢٠٢	٢١٤	٢٢٦	٢٣٥	٢٤٦	٢٦٠	٢٧٤
٣٨	١٥	١٩٠	١٩٨	٢٠٧	٢١٥	٢٢٩	٢٤٢	٢٤٩	٢٦٣	٢٧٧
٤٣	٢٠	١٩٦	٢٠٤	٢١٤	٢٢٠	٢٣٣	٢٤٦	٢٥٥	٢٧٠	٢٨٥
٥٠	٢٥	٢١٠	٢١٧	٢٢٣	٢٣٣	٢٤٢	٢٥٣	٢٦٧	٢٧٧	٢٩٢
٥٥	٣٠	٢٢٠	٢٣٣	٢٤٢	٢٤٩	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٢	٢٩٧	٣١٢
٦٣	٣٥	٢٢٦	٢٣٩	٢٥٣	٢٦٣	٢٧٨	٢٩٢	٣٠٨	٣٢٤	٣٤١
٦٩	٤٠	٢٣٣	٢٤٦	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٢	٢٩٧	٣١٢	٣٣٢	٣٤٦

* متوسط درجة حرارة الماء = مجموعة درجة حرارة الماء الداخل والخارج من المكثف مقسوما على ٢ .

جدول رقم (٣) متوسط ضغط المكثف (رطل على البوصة المربعة مقياس) م.ت – ٥٠٢

السحب — درجة حرارة الهواء أو متوسط درجة حرارة الماء* فوق المكثف.

الضغط	درجة الحرارة									
رطل/□"	ف°	٦٠°	٦٥°	٧٠°	٧٥°	٨٠°	٨٥°	٩٠°	٩٥°	١٠٠°
١٢ –	٢٥	١٥٥	٢١٢	١٧٢	١٨٣	١٩٧	٢٠٨	٢٢٣	٢٣٦	٢٤٩
١٥	٢٠ –	١٦٠	١٦٧	١٧٨	١٨٨	٢٠٠	٢١١	٢٢٦	٢٣٩	٢٥٢
١٩	١٥ –	١٦٢	١٧٢	١٨٦	١٩٧	٢١١	٢٢٦	٢٣٠	٢٤٢	٢٥٦
٢٣	١٠ –	١٦٧	١٨٠	١٩١	٢٠٥	٢١٧	٢٣٠	٢٣٦	٢٤٦	٢٥٩
٢٧	٥ –	١٧٥	١٨٦	٢٠٠	٢١١	٢٢٣	٢٣٦	٢٣٩	٢٥٢	٢٦٢
٣١	صفر	١٨٠	١٩١	٢٠٢	٢١٤	٢٢٦	٢٣٩	٢٥٢	٢٦٢	٢٧٣
٣٦	٥	١٨٦	١٩٧	٢٠٨	٢٢٠	٢٣٣	٢٤٩	٢٦٢	٢٧٦	٢٩١
٤١	١٠	١٩٩	٢١١	٢٢٠	٢٣٣	٢٤٦	٢٥٦	٢٦٦	٢٨٠	٢٩٥
٤٦	١٥	٢٠٨	٢١٧	٢٢٦	٢٣٦	٢٤٩	٢٦٢	٢٦٩	٢٨٤	٢٩٩
٥٢	٢٠	٢١٤	٢٢٣	٢٣٣	٢٣٩	٢٥٢	٢٦٦	٢٧٦	٢٩١	٣٠٦
٥٩	٢٥	٢٢٩	٢٣٦	٢٤٢	٢٥٢	٢٦٢	٢٧٣	٢٨٧	٢٩٨	٣١٤
٦٥	٣٠	٢٣٩	٢٥٢	٢٦٢	٢٦٩	٢٨٠	٢٩١	٣٠٢	٣١٨	٣٣٤
٧٢	٣٥	٢٤٦	٢٥٩	٢٧٣	٢٨٤	٢٩٨	٣١٤	٣٣٠	٣٤٦	٣٦٣
٨٠	٤٠	٢٥٢	٢٦٦	٢٨٠	٢٩١	٣٠٢	٣١٨	٣٣٤	٣٥٠	٣٦٨

* متوسط درجة حرارة الماء = مجموع درجة حرارة الماء الداخل والخارج من المكثف مقسوما على ٢.

جدول رقم (٤) متوسط ضغط المكثف (رطل على البوصة المربعة مقياس) م.ت – ٧١٧ (أمونيا)

السحب — درجة حرارة الهواء أو متوسط درجة حرارة الماء* فوق المكثف.

الضغط رطل/□"	درجة الحرارة ف°	٦٠°	٦٥°	٧٠°	٧٥°	٨٠°	٨٥°	٩٠°	٩٥°	١٠٠°
١	– ٢٥	١٣٣	١٤١	١٥٢	١٦٣	١٧٨	١٩٠	٢٠٧	٢٢١	٢٢٦
٣	– ٢٠	١٣٨	١٤٦	١٥٧	١٦٩	١٨١	١٩٤	٢١٠	٢٢٥	٢٣٩
٦	– ١٥	١٤١	١٥٢	١٦٦	١٧٨	١٩٤	٢٠٧	٢١٤	٢٢٨	٢٤٣
٩	– ١٠	١٤٦	١٦٠	١٧٢	١٨٧	٢٠٠	٢١٤	٢٢١	٢٣٢	٢٤٧
١٢	– ٥	١٥٤	١٦٦	١٨١	١٩٤	٢٠٧	٢٢١	٢٢٥	٢٤٠	٢٥١
١٦	صفر	١٦٠	١٧٢	١٨٤	١٩٧	٢١٠	٢٢٥	٢٤٠	٢٥١	٢٦٣
١٩	٥	١٦٦	١٧٨	١٩٠	٢٠٤	٢١٨	٢٣٦	٢٥١	٢٦٧	٢٨٤
٢٤	١٠	١٨١	١٩٤	٢٠٤	٢١٨	٢٣٢	٢٤٣	٢٥٥	٢٧١	٢٨٨
٢٨	١٥	١٩٠	٢٠٠	٢١٠	٢٢١	٢٣٦	٢٥١	٢٥٩	٢٧٦	٢٠٢
٣٣	٢٠	١٩٧	٢٠٧	٢١٨	٢٢٩	٢٤٠	٢٥٥	٢٦٧	٢٨٤	
٣٩	٢٥	٢١٤	٢٢١	٢٢٨	٢٣٩	٢٥١	٢٦٣	٢٨٠	٢٩٣	
٤٥	٣٠	٢٢٥	٢٤٠	٢٥١	٢٥٩	٢٧١	٢٨٤	٣٠٠		
٥١	٣٥	٢٣٢	٢٤٧	٢٦٣	٢٧٦	٢٩٣				
٥٨	٤٠	٢٤٠	٢٥٥	٢٧١	٢٨٤	٣٠٢				

* متوسط درجة حرارة الماء = مجموع درجة حرارة الماء الداخل والخارج من المكثف مقسوما على ٢.

١٦ - ضغوط السحب والرطوبة النسبية :

إن اختيار الحجم المناسب لملفات المبخر يحدد درجة حرارة المكان الذى سيصير تبريده ، ونسبة رطوبة هواء هذا المكان .

ولمعرفة ضغط السحب المقبول الذى يجب أن يكون بدائرة التبريد ، يجب أن نعرف ما هو الفرق فى درجة الحرارة (Temperature Difference) بين الحيز المبرد والمبخر الذى يجب أن يقرأ يجب أن نعرف كذلك ما هى درجة حرارة الحيز المرغوبة ومتوسط الرطوبة النسبية للاستعمال المطلوب .

إن الجدول رقم (٥) يوضح بعض الاستعمالات الشائعة ومتوسط درجات الحرارة الخاصة بها ، والرطوبة النسبية ، والفرق فى درجة الحرارة (td) .

إن درجة حرارةمركب التبريد أو المبخر هى درجة الحرارة المعادلة لضغط مقياس السحب ، كالموضح فى خريطة درجة الحرارة والضغط لمركب التبريد ، وليس درجة حرارة الملف ، أو درجة حرارة الهواء الذى يترك الملف . وكلما انخفضت درجة حرارة مركب التبريد بالنسبة لدرجة حرارة الحيز المبرد ، كلما كان حجم المبخر اللازم أصغر ، وتنخفض الرطوبة النسبية كذلك .

هذا ويجب أن نبدأ أولا بالحصول على الحالات الواردة فى الجدول رقم (٥) لاختيار الحجم المناسب من المبخر . ويمكن كذلك ضبط الرطوبة النسبية لهواء الحيز المبرد فى حدود معقولة بذلك بزيادة ضغط السحب للحصول على رطوبة أعلى أو تخفيض ضغط السحب للحصول على رطوبة أقل .

إن متوسط فرق درجة حرارة المبخر (td) والرطوبة النسبية الناتجة معطاة فى الجدول رقم (٦) .

جدول رقم (٥) درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ، فرق درجة حرارة المبخر لبعض الاستعمالات الخاصة .

الاستعمـــال	درجة الحرارة ف°	الرطوبة النسبية ٪	فرق درجة حرارة المبخر TD
ثلاجات الخضروات الطازجة	٤٠	٩٠ – ٩٥	١٠
ثلاجات الفواكه الطازجة ، البطاطس ،			
إلخ .	٤٠	٨٧ – ٩٠	١٣
ثلاجات عرض لحوم مقفولة .	٣٥	٨٣ – ٨٧	١٥
ثلاجات عرض لحوم مفتوحة ..	٢٩ – ٣٢	٧٥ – ٨٠	٢٥
ثلاجات عرض منتجات ألبان .	٣٥ – ٤٠	٧٥ – ٨٠	٢٥
مجمدات (فريزرات) من جميع الطرازات	– ١٥ – صفر	٩٠ – ٩٥	١٠
تبريد لأغراض الراحة	٧٥ – ٧٨	٤٥ – ٥٠	٤٠

جدول رقم (٦) متوسط الرطوبة النسبية عند فرق درجة حرارة المبخر

فرق درجة حرارة المبخر td	الرطوبة النسبية	فرق درجة حرارة المبخر td	الرطوبة النسبية
١٠ – ١٥	٩٠ – ٩٠٪	٢٥ – ٣٠	٦٥ – ٧٥٪
١٥ – ١٨	٨٥ – ٩٠٪	٣٠ – ٣٥	٥٥ – ٦٥٪
١٨ – ٢٢	٨٠ – ٨٥٪	٣٥ – ٤٠	٥٠ – ٥٥٪
٢٢ – ٢٥	٧٥ – ٨٠٪	٤٠ – ٤٥	٤٥ – ٥٠٪

مشاكل الزيت

الثبات الحرارى للزيت:

أثناء دورة التبريد العادية، فإن الزيت مع مركب التبريد يتعرضان لدرجة حرارة مرتفعة قد تصل إلى ١٧٥°م، وأحيانا أعلى من ذلك. ويحدث ذلك عند بلوف طرد الضاغط الداخلية وهو أسخن نقطة فى الدائرة. هذا ولو أن التعرض لهذه الدرجة المرتفعة لحظى، إلا أن مجموع هذا التعرض الكلى خلال سنين الخدمة يعادل أياما عديدة.

الزيت مع مركب التبريد أو بدونه قد يتعرض أيضا لدرجات حرارة مرتفعة أثناء عمليات اللحام وذلك إذا كانت الإرشادات والتوصيات الموجودة بالفصل التاسع من الكتاب لم تُتبع.

هذا والزيت ومركب التبريد يتفاعلان مع بعضهما ويكونان منتجات حامضية. وأثناء التشغيل العادى لدائرة مركب التبريد، تكون هذه العملية بطيئة، ويكون مركب التبريد -٢٢ أكثر ثباتا لهذا التفاعل من مركب التبريد -١٢. ولو أن م. ت-٢٢ عادة يعمل عند درجات حرارة أعلى، فإن الفرق يكون أقل عند العمل الحقيقى العادى عن الدراسات المعملية. ومركب التبريد -٥٠٢ له نفس الثبات

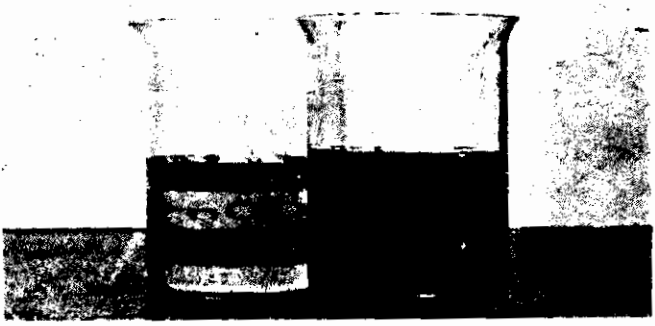
رسم رقم (١٢-٧)
الزيت المعدنى الجديد عادة ما يكون لونه أصفر باهتا، وعند استعماله يصبح لونه بنيا، ويجب بعد ذلك أن يتم تغييره

مثل م. ت -٢٢، ومركب التبريد -١١٤ له نفس الثبات مثل م. ت -١٢. ومركب التبريد -١١٣ له ثبات أقل عن م. ت-١٢، ومركب التبريد -١١ يُعتبر أقلهم ثباتا عن مركبات التبريد الستة التى قد ذكرناها.

هذا ويتغير الثبات الحرارى للزيوت المختلفة بدرجة ملحوظة، وقد يحدث تداخل فى هذه الناحية بين الزيوت المعدنية والصناعية.

هذا والزيت المعدنى الجديد عادة ما يكون لونه أصفر باهت، وعند استعماله يُصبح لونه بنيا كما هو ظاهر بالرسم رقم (١٢-٧) ويجب بعد ذلك أن يتم تغييره.

الزيت الأسود الظاهر بالرسم رقم (١٢-٨) عادة يتواجد بعد حدوث احتراق بملفات محرك الضاغط المحكم القفل أو النصف محكم القفل، ويلزم فى هذه الحالة تنظيف دائرة مركب التبريد، وذلك قبل شحن الضاغط بزيت جديد.



رسم رقم (١٢-٨)

الزيت الأسود الظاهر بالرسم عادة يتواجد بعد حدوث احتراق بملفات محرك الضاغط المحكم القفل أوالنصف محكم القفل. ويلزم فى هذه الحالة تنظيف دائرة مركب التبريد. وذلك قبل شحن الضاغط بزيت جديد

شحن الزيت باستعمال طلمبة التفريغ

سبق أن تكلمنا فى الفصل الثانى من الكتاب عن بعض الطرق التى تتبع لإضافة زيت للضاغط، وكذلك طرق رفع الزيت من الضاغط. وفيما يلى سنتكلم عن أحدث الطرق التى ستتبع فى إجراء ذلك.

هذا وشحن الزيت يكون ضروريا فى ثلاث حالات:

١ - قد يحتاج الضاغط إلى شحنة مبدئية قبل بدء تشغيل تركيبات جديدة، ولو أن هذا ليس غير عادى، وذلك لأن معظم الضواغط الجديدة تورد بشحنة من الزيت مبدئية بداخلها.

٢ - يكون جزء من هذه الشحنة المبدئية فى حركة دائمة داخل دائرة التبريد، ومن أجل ذلك قد تكون كمية من الزيت ضرورية لتكملة الشحنة اللازمة (top up) للضاغط. تُراجع تعليمات الشركات الصانعة للضواغط من ناحية مستويات الزيت الصحيحة بزجاجة البيان، حيث أن هذا المستوى يختلف من طراز إلى آخر.

هذا ويجب أن يقرأ هذا المستوى عندما يثبت عند حالات التشغيل المستقرة. إن زيادة مقدار شحن الزيت يمكن أن تكون أيضا خطيرة مثل نقص شحنة الزيت بدرجة كبيرة.

٣ - بعد أن يتم تفريغ الزيت المستعمل، فإننا نحتاج إلى شحنة من الزيت الطازج. وتكون عادة هى نفس الكمية التى قد تم تفريغها، وعادة أقل من الشحنة المبدئية، نظرا لأن الزيت الذى يكون متحركا فى الأجزاء الأخرى من دائرة التبريد ما يزال موجودا بها.

الخطوات العادية التى تتبع:

الخطوات العادية التى تتبع هى نفسها فى جميع الثلاث حالات. والأجهزة التى نحتاج إليها هى كالمبينة فى الرسم رقم (١٢-٩)، طلمبة تفريغ، وخط شحن مجهز ببلف قفل، ووصلة مسننة تطابق الأسنان الموجودة بطبة ملء الزيت. هذا ومقياس ضغط يُعتبر مفيدا ولكنه ليس ضروريا.

نقوم بتخزين (Pump down) مركب التبريد الموجود بدائرة التبريد، وذلك لتخفيض الفاقد فى كمية مركب التبريد، وبعد ذلك نقوم بعزل الضاغط، وذلك بفقد كلا بلفى الخدمة.

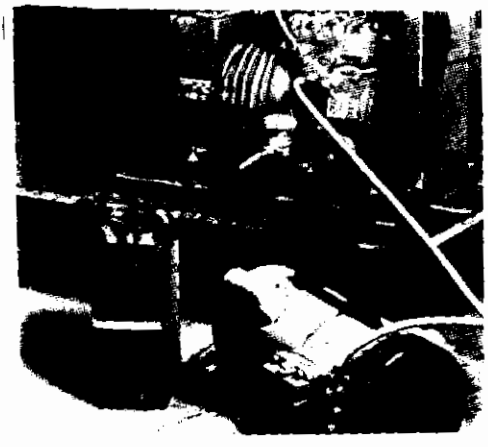
نقوم بتوصيل طلمبة التفريغ بأحد بلفى الخدمة، ونقوم بتخفيض الضغط داخل الضاغط إلى ضغط بسيط موجب مقداره حوالى ١, بار، وبعد ذلك نوقف دوران الضاغط. نقوم برفع طبة الزيت، ونقوم بتوصيل خط الشحن ويكون بلف القفل مقفولا. نقوم بفتح بلف خدمة السحب بعناية، وندخل كمية كافية من بخار مركب التبريد لنحافظ على الضغط البسيط الموجب، وبعد ذلك نقفل البلف. نقوم بفتح بلف القفل الموجود بخط الشحن، وذلك لطرد (برج) الهواء الموجود بداخله. نرفع غطاء الفتحة الموجودة بوعاء الزيت وندخل بها نهاية خط الشحن حتى تصل إلى قاعها. نقوم بقفل البلف.

نعيد تقويم طلمبة التفريغ، وعندما يكون الضغط قد وصل إلى أقل من الضغط الجوى بمقدار بسيط، نقوم بفتح البلف بعناية. نقوم بملء الزيت حتى المستوى الصحيح، وبعد ذلك نقوم نقفل بلف القفل.

نوقف دوران الطلمبة، نعيد رفع الضغط الموجب بمقدار بسيط خلال بلف خدمة السحب كما كان قبل ذلك، ونقوم بفصل خط السحب ونعيد تركيب طبة ملء الزيت.

وبإتباعنا لهذه الطريقة فى شحن الزيت نضمن عدم دخول هواء أورطوبة داخل دائرة التبريد. هذا ويحدث أثناء القيام بإجراء خطواتها فقد كمية بسيطة من مركب التبريد تحتاج إلى تعويضها.

هذا ويلزم أيضا اتخاذ العناية فى عدم تفريغ وعاء الزيت كلية وسحب هواء داخل دائرة التبريد. وإذا حدث ذلك تُرفع طبة ملء الزيت، ويسحب تفريغ كامل للدائرة.



رسم رقم (١٢-٩)
شحن الزيت باستعمال طلمبة تفريغ

رفع الزيت باستعمال طلمبة التفريغ

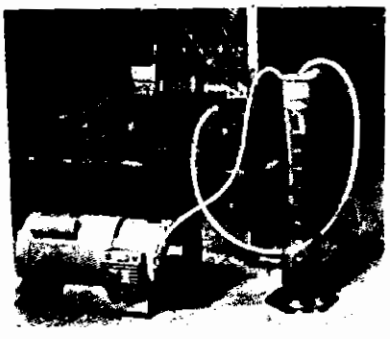
عملية رفع الزيت من الضاغط تعتبر ضرورية من وقت لآخر عندما يصبح هذا الزيت متحللا، ويلزم إجراؤها كذلك بعد أن يحدث احتراق (Burn-out) بمحرك الضاغط المحكم القفل أوالنصف محكم القفل، أوعندما يكون هناك شك فى أن عملية تنظيف الدائرة بعد احتراق محرك الضاغط لم تكن ناجحة تماما.

الطريقة التى يوصى باتباعها:

الطريقة التى يوصى بإتباعها تحتاج كما هو مبين بالرسم رقم (١٢-١٠) إلى طلمبة تفريغ، ووعاء استقبال، وطول من المواسير النحاس ذات قطر مناسب، تشكل بحيث يمكن ادخالها خلال فتحة ملء الزيت بالضاغط وبحيث تصل أحد نهايتها إلى قاع حوض صندوق مرفق الضاغط. والنهاية الأخرى تربط بخط التوصيل. يحكم قفل خط التوصيل بغطاء الوعاء المستقبل (وعاء زيت قديم يكون مناسبا وذلك إذا كان محكم القفل وقويا بدرجة كافية، ولكن الوعاء الزجاجى المدرج بلاشك يُعتبر مفيدا جدا فى هذه الحالة).

يُسحب تفريغ (فاكم) بالمستقبل، حيث تقوم طلمبة التفريغ بسحب الزيت من داخل الضاغط إلى المستقبل.. فإذا كان هذا المستقبل وعاء زجاجيا مدرجا، فإنه يكون من السهل فى هذه الحالة تحديد كمية الزيت التى يتم سحبها ولون الزيت المسحوب.

هذا وأثناء القيام بهذه العملية، يكون الضاغط معزولا عن دائرة مركب التبريد، وذلك بقفل كلا بلفى الخدمة.



رسم رقم (١٢-١٠)
رفع الزيت باستعمال طلمبة تفريغ

٢ – جداول العوارض المختلفة وأسبابها وطرق علاجها

١ – جدول فحص عوارض عمليات التبريد التجارية

العارض	السبب المحتمل	العلاج
ا – الضاغط لا يدور .	١ – مفتاح توصيل التيار لمحرك الضاغط مفتوح .	١ – يقفل مفتاح توصيل التيار لمحرك الضاغط .
	٢ – المصهر محترق .	٢ – يغير المصهر .
	٣ – قاطع الوقاية من زيادة الحمل فاصل .	٣ – يرجع إلى الجزء الخاص بفحص الدوائر الكهربية الموجود بالكتاب .
	٤ – المنظم مزرجن عند موضع الفتح .	٤ – يتم إصلاحه أو يغير المنظم .
	٥ – وجود قفش ببساتم الضاغط .	٥ – يغير الضاغط إذا كان من النوع المحكم القفل ، أو ترفع رأس أسطوانات الضاغط إذا كان من النوع النصف محكم القفل ويفحص وجود بلوف ، مجبورة أو أجزاء أخرى بها قفش .
	٦ – وجود قفش بالضاغط أو بحوامل المحرك .	٦ – يجرى الإصلاح اللازم أو يغير الضاغط .
	٧ – المنظم فاتح لوجوده فى موقع بارد .	٧ – يستعمل منظم حرارى ، أو يغير موقع تركيب المنظم إلى مكان أدفأ .
ب – الوحدة تدور فترات قصيرة جدا .	١ – الضبط الفرق بين فتح وقفل المنظم قريب جدا .	١ – يزاد الضبط الفرق بين فتح وقفل المنظم .
	٢ – بلوف الطرد بها تسرب	٢ – تعالج هذه الحالة .
	٣ – قاطع الوقاية من زيادة حمل محرك الضاغط يفصل .	٣ – يفحص مقدار الضغط العالى ، أو وجود قفش بالحوامل أو بالبساتم ، أو عدم وجود تهوية كافية

		بالمكثف الذى يبرد بالهواء ، أو عدم وصول ماء كاف للمكثف الذى يبرد بالماء
	٤ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد .	٤ – يعالج التنفيس وتضاف كمية أخرى من مركب التبريد .
	٥ – وجود تسرب ببلف التمدد.	٥ – يغير بلف التمدد .
	٦ – وجود شحنة أزيد من اللازم من مركب التبريد	٦ – تطرد الكمية الزائدة
	٧ – وحدة التبريد تفصل عن طريق قاطع الوقاية من الضغط العالى .	٧ – تفحص تغذية الماء للمكثف المائى ، أو تهوية المكثف الذى يبرد بالهواء .
حـ – الوحدة تدور فترة طويلة أو مستمرة .	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد .	١ – يعالج التنفيس ، ويضاف مركب تبريد .
	٢ – قطع تماس المنظم ملحومة أو مقفولة بسبب وجود زرجنة بحركة أجزاء المنظم .	٢ – تنظف قطع التماس أو يغير المنظم .
	٣ – يوجد حمل حرارى أزيد من اللازم داخل الحيز المبرد أو المكيف ، أو العازل الحرارى الخاص بهذا الحيز ضعيف .	٣ – يحدد العارض ويعالج .
	٤ – وحدة التبريد غير مناسبة للحمل .	٤ – تغير الوحدة بأخرى أكبر فى القوة .
	٥ – تكون طبقة ثلج على ملف المبخر .	٥ – يذاب الثلج « ديفروست» .
	٦ – وجود عائق بدائرة التبريد .	٦ – يحدد مكانه ويعالج .
	٧ – وجود أوساخ بالمكثف	٧ – ينظف المكثف .
	٨ – وجود أوساخ بالمرشح	٨ – ينظف أو يغير .
	٩ – وجود هواء بدائرة التبريد	٩ – يطرد الهواء .

	١٠ – وجود سدد ببلف التمدد أو بالمصفى الخاصة به .	١٠ – ينظف أويغير باخر جديد
د – درجة حرارة الحيز مرتفعة جدا .	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد .	١ – يعالج التنفيس ويضاف مركب تبريد .
	٢ – درجة ضبط المنظم مرتفعة جدا .	٢ – يعاد ضبط المنظم .
	٣ – وجود سدد ببلف التمدد أو بالمصفى الخاصة به .	٣ – ينظف أويغير بآخر جديد .
	٤ – الضاغط لا يعطى الجودة المطلوبة .	٤ – تفحص البلوف والبساتم .
	٥ – ضبط بلف التمدد مرتفع جدًا	٥ – يخفض مقدار الضبط .
	٦ – يوجد ثلج أو أوساخ على ملف التبريد	٦ – يذاب الثلج أو ينظف ملف التبريد .
	٧ – ملف التبريد صغير جدًا .	٧ – يغير بآخر أكبر .
	٨ – وحدة التبريد صغيرة جدًا	٨ – تغير بأخرى أكبر .
	٩ – بلف التمدد صغير جدًا	٩ – يرفع ضغط السحب بتركيب بلف تمدد أكبر .
	١٠ – وجود عائق بمواسير مركب التبريد أو صغر حجمها .	١٠ – يزال العائق أو يزاد حجم المواسير .
هـ – الضغط العالى مرتفع جدا .	١ – وجود شحنة أزيد من اللازم من مركب التبريد .	١ – تطرد الكمية الزائدة
	٢ – وجدد هواء بدائرة التبريد .	٢ – يطرد الهواء .
	٣ – وجود أوساخ بالمكثف .	٣ – ينظف المكثف .
	٤ – وحدة التبريد مركبة فى مكان مرتفعة درجة حرارته	٤ – يغير مكان تركيب الوحدة
	٥ – وجود عائق فى تغذية مياه المكثف الذى يبرد بالماء	٥ – ينظف أو يغير المكثف .
	٦ – مياه تغذية المكثف مقفولة	٦ – يعاد فتح المياه

و – الضغط العالى منخفض جداً	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد . ٢ – عدم كفاية بلوف سحب أو طرد الضاغط . ٣ – درجة حرارة المكان المركب به وحدة التبريد منخفض أو درجة حرارة ماء تبريد المكثف منخفضة .	١ – يعالج التنفيس ويضاف مركب تبريد . ٢ – تنظف أو تغير أوجه البلوف التى بها تسرب . ٣ – تركب أجهـــزة تنظيم الضغط العالى الأوتوماتيكية
ز – وجود صوت غير عادى بالوحدة	١ – لا يوجد تزييت كاف بالضاغط ٢ – المواسير تحتك ببعضها ٣ – رباطات القواعد محلولة . ٤ – يرجع الزيت أو مركب التبريـد بشكل سائل للضاغط	١ – يضاف زيت إلى المستوى المناسب . ٢ – تبعد المواسير عن بعضها . ٣ – يعاد ربطها . ٤ – يضبط مستوى الزيت أو شحنة مركب التبريد . ويفحص بلف التمدد من ناحية، وجود تسرب به أو أن حجمه أكبر من اللازم.
ح – الضاغط يفقد الزيت الموجود به .	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد . ٢ – تصميم المبخر غير صحيح. ٣ – نسبة مركب التبريد – الزيت منخفضة . ٤ – وجود سدد ببلف التمدد أو المصفى الخاصة به . ٥ – تراكم الزيت داخل المواسير ٦ – الوحدة تدور فترات قصيرة جدا .	١ – يعالج التنفيس ويضاف مركب تبريد . ٢ – يغير المبخر للحصول على سرعة غاز مركب تبريد أعلى . ٣ – يضاف $\frac{1}{2}$ لتر من الزيت إلى كل ٤,٥ كجم من مركب التبريد . ٤ – ينظف أو يغير بآخر جديد . ٥ – تصمم المواسير لتجعل الزيت يتســاقط ناحية الضاغط . ٦ – يرجع للبند (ب) من الجدول .

	٧ – درجة التحميص مرتفعة جدا عند سحب الضاغط	٧ – يغير موقع تركيب الانتفاخ الحساس الخاص ببلف التمدد ، أو يضبط البلف لإرجاع غاز رطب للضاغط
ط – وجود ثلج أو عرق ماء على خط ماسورة السحب	١ – بلف التمدد يسمح بإمرار كمية كبيرة من مركب التبريد .	١ – يضبط بلف التمدد .
	٢ – إبرة بلف التمدد بها قفش فى وضع الفتح .	٢ – ينظف البلف من المواد الغريبة أو يغير إذا لزم الأمر .
	٣ – مروحة المبخر لا تدور .	٣ – يفحص السبب ويعالج .
	٤ – وجود شحنة أزيد من اللازم من مركب التبريد .	٤ – تصحح شحنة مركب التبريد .
ى – خط ماسورة السائل ساخن .	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد .	١ – يعالج التنفيس ويضاف مركب تبريد .
	٢ – بلف التمدد مفتوح أكثر من اللازم	٢ – يضبط بلف التمدد .
ك – خط ماسورة السائل بارد جدا ، أو تكون ثلج (فروست) فوقه .	١ – بلف خزان السائل مقفول جزئيا ، أو يوجد عائق به .	١ – يفتح البلف أو يزال العائق
	٢ – وجود سدد بالمجفف أو المصفى .	٢ – يغير الجزء الذى به سدد .
ل – ملفات مواسير المكثف العلوية باردة عندما تكون الوحدة شغالة .	١ – وجود نقص فى شحنة مركب التبريد .	١ – يعالج التنفيس ويضاف مركب تبريد .
	٢ – الضاغط المركب سعته لا تكفى .	٢ – تفحص السعة المطلوبة ويغير الضاغط .
م – دائرة تبريد الوحدة بها ضغط تفريغ – يوجد ثلج (فروست) على بلف التمدد فقط .	١ – الثلج سد فتحة بلف التمدد .	١ – توضع قطعة من القماش مبللة بماء ساخن فوق بلف التمدد – فإذا كان السدد بسبب الرطوبة فإن

		ضغط السحب يرتفع يركب مجفف جديد بالدائرة .
	٢ – وجود سدد بمصفى بلف التمدد .	٢ – تنظف المصفى أو يغير بلف التمدد بآخر جديد .

ب – جدول فحص الشكاوى من حالة الماكولات المحفوظة بالتبريد

الشكوى	الأسباب المحتملة
١ – سطح المأكولات متعفن ولزج .	وجود عائق لحركة الهواء داخل الحيز المبرد – كابينة أو غرفة التبريد مخزن بها كمية من المأكولات أكثر من اللازم ، أو يوجد ورق يغطى الأرفف ذات الشرائح أو السلك التى يوضع فوقها المأكولات . وجود عائق لحركة الهواء بسبب تكون طبقة ثلج « فروست » سميكة فوق سطح المبخر – وجود عائق بحركة الهواء بسبب صغر حجم موجهات الهواء المستعملة مع المبخر الذى يعمل بالثقل "Gravity Type Evaporator حركة الهواء بطيئة جدا . المروحة المركبة صغيرة جدا ، أو وجود انثناء بريش المروحة ، أو محرك المروحة يدور بسرعة بطيئة جدا (بسبب الفولت المنخفض). تم تركيب المبخر فى مكان خطأ . الهواء الخارجى الساخن الرطب يدخل الثلاجة من خلال الأبواب عندما تفتح حيث يصطدم بالمأكولات الباردة بدلا من أن يتجه أولا خلال المبخر ، وتبعاً لذلك فإن الرطوبة تتكاثف على المأكولات الباردة ويتكون العفن واللزوجة .
ب – المأكولات المجمدة بالتبريد تكون طرية ، ولينة جزئيًا .	درجة حرارة التخزين ليست منخفضة بدرجة كافية ، تتغير بطول مدة التخزين ونوع المأكولات . من صفر إلى – ٥° ف (– ٢٠,٦°م) عادة تعد درجة مناسبة لمخازن تبريد البيع اليومى . المنظم ضبط عند درجة مرتفعة جدا أو الضبط الفرق بين فتح وقفل المنظم بعيد جدا . وحدة التبريد لا تعمل ، أو لا تقوم بعملية التبريد بطريقة منتظمة . كابينة التخزين موجود بها كميات أزيد من اللازم من المأكولات غير المجمدة بالتبريد أو اللينة جزئياً .

	عزل الكابينة به رطوبة ، وتبعاً لذلك لا يكون كافيًا ومناسبا . المادة المانعة لتكون الرطوبة بها شروخ . باب كابينة الثلاجة يُفتح بكثرة .
حـ – تغير لـــون المأكولات المجمـــــدة بالتبريد ، وأصبحت جافة .	« احتراق المجمد » الفريزر –Freezer burn" الرطوبة تترك المأكولات بسبب البرودة . تواجد هواء جاف داخل المجمد « الفريزر » . بسبب عدم إحكام قفل غلاف المأكولات بطريقة صحيحة ، مواد التغليف ليست من النوع المضاد لبخار الرطوبة أو من النوع الذى يمتص الرطوبة . يجب إحكام قفل غلاف المأكولات ولا يكتفى بتغليفها فقط . يوجد هواء داخل أغلفة المأكولات . المأكولات من نوع غير جيد أصلا .
د – سطح المأكولات جاف ومتغير لونه .	الهواء جاف جدا بأحد الأسباب الآتية : يوجد فرق كبير بين درجة حرارة المبخر والمأكولات . يفضل فرق قدره ٩° ف (٥ م°) وأقصى فرق ١٨° ف (١٠° م) . سعة المبخر غير مناسبة . سعة الضاغط كبيرة جداً بالنسبة للمبخر المركب معه . بلف التمدد لا يغذى المبخر بالكمية الكافية من مركب التبريد ، البلف غير مضبوط جيدا ؛ أو وجود سدد جزئى بالبلف بسبب الأوساخ أو الشمع أو الأوحال الزيتية أو الثلج (وحدة القوة الخاصة ببلف التمدد الحرارى تكون قد فقدت شحنتها) وجود نقص فى شحنة مركب التبريد . منظم درجة الحرارة قد ضبط عند درجة منخفضة جدا . حركة الهواء فوق المأكولات سريعة جدا بأحد الأسباب الآتية : مروحة المبخر كبيرة جدا ، محرك مروحة المبخر يدور بسرعة كبيرة جدا ، المبخر مركب فى مكان غير مناسب حيث يدفع الهواء مباشرة فوق المأكولات . حجم موجهات الهواء المركبة بالمبخر الذى يعمل بالثقل أكبر من اللازم .
هـ – تغير لون اللحوم ، ولكن سطحها غـــير شديـــد الجفاف .	قوة شدة الضوء المسلط فوق اللحوم من أجهزة الإضاءة ، أو من أشعة الشمس المباشرة . اللحوم تكون معرضة لغاز الأوزون OZONE الذى يتكون من وصلات كهربية تكون محلولة ، أو من أحادى أوكسيد الكربون فى الهواء والذى يتكون مباشرة من لهب الغاز أو المسخنات التى تعمل بالبترول .

و – لفات المأكولات أصبحت ثلجية ، وملتصقة ببعضها .	تكون هذه اللفات قد تعرضت لارتفاع فى درجة الحرارة ، مما يجعل الثلج « فروست » الموجود فوق سطحها يذوب ، ثم يعاد تجميده كثلج . وليس من الضرورى فى مثل هذه الحالة أن تكون المأكولات الموضوعة داخل هذه اللفات قد تلفت ، خصوصاً إذا كانت فترة ليونتها قصيرة .	
ز – المأكولات غير متماسكة وغير شهية للأكل بعد جعلها تلين للاستعمال . (المأكولات التى تم جعلها تلين ثم أعيد تجميدها بالتبريد لا تعد غير مأمونة للأكل ما لم تتلف أو تتلوث فى أثناء القيام بعملية تليينها) .	نوع المأكولات غير جيد أصلا . سمح لدرجة حرارة التخزين بالتغير الكبير ، مما يسبب كسر جدران خلايا المأكولات بتكون الثلج (يجب المحافظة على درجة حرارة تخزين ثابتة) . الضبط الفرق بين فتح وقفل منظم الحرارة بعيد جدا . تعطلت عملية التبريد فترات كثيرة ، بسبب انقطاع التيار الكهربى أو بسبب وجود تلف بدائرة التبريد .	

حـ – جداول فحص عوارض أجهزة تكييف الهواء المروحة والضاغط

العارض	السبب المحتمل	العلاج
المروحة والضاغط لا يدوران.	لا يصل تيار كهربى لهما .	يفحص مفتاح التوصيل الأساسى ، والمصهرات والفولت ، والتوصيلات الكهربية .
	توصيلات كهربية رديئة من مفتاح التوصل الأساسى .	تفحص التوصيلات .
المروحة أو محرك الضاغط لا يدور	وجود خطأ بالتوصيلات الكهربية .	تفحص التوصيلات بالاستعانة برسم الدائرة الكهربية .
	أطراف التوصيلات الكهربية محلولة .	يعاد رباطها .
	وجود تلف بمفتاح التشغيل .	يغير بآخر جديد .
	وجود خطأ فى توصيلات المحرك الكهربية .	تفحص التوصيلات بالاستعانة برسم الدائرة الكهربية .
	وجود تلف بالمحرك الكهربى .	يعالج أو يغير بآخر جديد .

الضاغط

العارض	السبب المحتمل	العلاج
محرك الضاغط لا يدور – المروحة تدور .	قاطع الوقاية من زيادة الحمل المركب بالمقوم فاصل .	يفحص سبب زيادة الحمل ويعالج ، ويضغط على زرار إعادة التشغيل الموجود بالمقوم .
	القاطع الحرارى المركب بالضاغط فاصل .	يفحص سبب ارتفاع درجة حرارة المحرك ، يغير القاطع الحرارى إذا كان تالفاً .
	درجة حرارة المكان منخفضة جداً بالنسبة للوضع المضبوط عليه الترموستات .	تحرك يد الترموستات إلى موضع أبرد .
	الانتفاخ الحساس للترموستات فقد شحنته ، أو وجود تلف به	يغير الترموستات .
	قاطع الضغط العالى فاصل .	تفحص تغذية المياه للمكثف المائى ؛ أو كمية الهواء المارة خلال المكثف الهوائى ، وتعالج.
	وجود تلف بملفات المحرك .	يغير المحرك .
محرك الضاغط يزن ولكنه لا يدور	فولت منخفض .	يعالج السبب .
	وجود خطأ فى توصيلات المحرك	تفحص التوصيلات بالاستعانة برسم الدائرة الكهربية .
	وجود قفش أو زرجنة بالضاغط	يعالج أو يغير باخر جديد .
	لا يصل تيار لأحد أوجه التيار الثلاثة .	تفحص المصهرات والتوصيلات الكهربية .

(ا) **محرك الضاغط** : يقوم ولكنه لا يصل إلى سرعة دورانه العادية .

(ب) **محرك الضاغط** : يدور فترة قصيرة جداً ويقف بتأثير قاطع الوقاية من زيادة الحمل .

(حـ) **محرك الضاغط** : يدور ويقف فترات قصيرة جداً (يسيكل) بتأثير قاطع الضغط العالى .

(د) **محرك الضاغط** : يدور ويقف فترات قصيرة جداً (يسيكل) بتأثير القاطع الحرارى .

الملاحظة المذكورة	ضغوط الدوران		مشاهدات أخرى	السبب المحتمل	العلاج
	السحب	الطرد			
ا	عادى	عادى	تشغيل غير منتظم	قطع تماس المقوم متسخة أو محترقة	تنظف أو تغير بأخرى جديدة .
ا – ب	لا يوجد	لا يوجد	المحرك يقوم بصعوبة. ترتفع درجة حرارة المحرك كثيراً بعد دورانه	الفولت منخفض	يعالج السبب
ا – ب – حـ	لا يوجد	لا يوجد	يسمع صوت مرتفع فى أثناء التشغيل . الزيت يرجع بكثرة للضاغط .	يوجد زيت أزيد من اللازم بدائرة	يرفع الزيت الزائد .
ا – ب حـ – د	مرتفع	مرتفع	ترتفع درجة حرارة المحرك كثيراً بعد دورانه	دائرة التبريد مشحونة بكمية من مركب التبريد أزيد من اللازم .	تطرد الكمية الزائدة من مركب التبريد
ب – حـ	مرتفع	مرتفع	يسمع صوت (هس) ببلف التمدد	يوجد هواء داخل دائرة التبريد	يطرد الهواء .
ب – حـ	مرتفع عادى	مرتفع	ماسورة السائل دافئة أو ساخنة . المحرك يعمل بمجهد كبير	درجة حرارة ماء المكثف مرتفعة .	تزاد كمية الماء الواصلة للمكثف
				لا تصل المكثف كمية من الماء كافية	يفحص ضغط الماء المغذى . تفحص ماسورة مركب التبريد الموصلة ببلف تنظيم دخول الماء المكثف ويضبط البلف

				وجود عوائق بالمكثف	يغسل المكثف وينظف
				لا تمر كمية هواء كافية بالمكثف الذى يبرد بالهواء .	يفحص السبب ويعالج .
ا – ب	عادى	عادى	يسمع صوت مرتفع أثناء التشغيل . الضاغط قد يدور بصعوبة .	عمليـــة تزييت الضاغط غـــير صحيحة .	يفحص مستوى الزيت ، ومصفى الزيت ، وطلمبة الزيت .
حـ	عادى	عادى		قاطع الضغط العالى غـــير مضبوط كالمطلوب .	يضبط القاطع .
حـ	عادى	مرتفع	المحرك يعمل بجهد كبير	لا يصل ضغط مركب التبريد لبلف تنظيم دخول المـاء للمكثف	يفتح بلف مركب التبريد الموصـــل ببلف تنظيم دخول الماء للمكثف .
د	منخفض	منخفض	لا يوجد تبريد كاف – يسمع صوت (هس) ببلف التمدد	يوجد نقص فى شحنة مركب التبريد	يفحص التنفيس ويضاف مركب تبريد .

الضاغط يدور – لا يوجد تبريد كاف

الضغط		مشاهدات أخرى	السبب المحتمل	العلاج
السحب	الطرد			
منخفض	منخفض	يسمع صوت (هس) ببلف التمدد .	وجود نقص بشحنة مركب التبريد .	يفحص التنفيس ويضاف مركب تبريد .
منخفض	منخفض	يسمع صوت (هس) ببلف التمدد . ماسورة السائل باردة.	بلف قفل خط السائل غير مفتوح تماماً .	يفتح بلف قفل خط السائل تماماً .

منخفض	منخفض	يسمع صوت (هس) ببلف التمدد ، أو يتراكم ثلج فوقه أو خط السائل بارد بعد المصفى .	يوجد سدد ببلف التمدد يوجد سدد بمصفى خط السائل .	تنظيف أو تغير .
مرتفع	مرتفع	يسمع صوت (هس) ببلف التمدد	يوجد هواء أو غازات غير قابلة للتكاثف داخل دائرة التبريد .	يطرد .
منخفض	منخفض إلى عادى	ماسورة السحب دافئة ، وصندوق مرفق الضاغط دافئ .	الانتفاخ الحساس لبلف التمدد الحرارى فقد شحنته .	تغير وحدة الانتفاخ الحساس أو البلف
عادى	عادى	ماسورة السحب باردة ، وصندوق مرفق الضاغط بارد — قد يترك الزيت صندوق المرفق	الانتفاخ الحساس لبلف التمدد غير ملامس جيدا لماسورة السحب .	يفحص موضع تركيب الانتفاخ الحساس لبلف التمدد .
منخفض	منخفض إلى عادى	كمية صغيرة من الهواء المكيف تخرج من جهاز التكييف . درجة حرارة الهواء المكيف الخارج من الجهاز منخفضة .	مرشح الهواء متسخ . ملف التبريد متسخ . سير المروحة غير مشدود	ينظف أو يغير المرشح . ينظف ملف التبريد . يضبط شد السير .
مرتفع	منخفض	صندوق مرفق الضاغط دافئ .	يوجد تسرب ببلوف السحب .	تغير مجموعة وجه البلف.
مرتفع	منخفض إلى عادى	ضغط السحب يرتفع بسرعة عندما تقف الوحدة .	يوجد تسرب ببلوف الطرد	تغير مجموعة بلوف الطرد
مرتفع	مرتفع	الوحدة تدور بصفة مستمرة .	الوحدة صغيرة بالنسبة للعمل الحرارى .	يفحص حمل التبريد بالنسبة لسعة الوحدة .
مرتفع	مرتفع	يوجد حمل كبير على محرك الضاغط ،	توجد شحنة أزيد من اللازم من مركب التبريد .	تطرد الكمية الزائدة .

محرك المروحة

العارض	السبب المحتمل	العلاج
محرك المروحة لا يدور	قاطع زيادة الحمل الموجود بالمحرك فاصل	يسمح للمحرك بأن تنخفض درجة حرارته ويفحص
محرك المروحة يدور محرك المروحة محمل بحمل أزيد من اللازم .	فولت منخفض	يفحص السبب ويعالج .
(ا) محرك المروحة يقف بتأثير فصل قاطع زيادة الحمل	سيور المروحة مشدودة أكثر من اللازم	يخفف شد السيور حتى يمكن ضغطها إلى أسفل بمقدار $\frac{3}{4}$
(ب) محرك المروحة لا يصل إلى سرعة دورانه العادية	حوامل محرك المروحة تالفة أو لا يوجد زيت بها	يضاف زيت للحوامل أو تغير

وجود صوت مرتفع بالوحدة

السبب المحتمل	العلاج
رباطات نقل الوحدة لم تحل .	تحل الرباطات .
قاعدة مجموعة المحرك والضاغط تصطدم بمسامير الرباط .	تغير الباءات الحاملة أو تركب ورد فوق هذه الباءات .
وجود تلف بحوامل محرك المروحة .	يجرى إصلاح المحرك .
يوجد زيت أزيد من اللازم داخل دائرة التبريد .	يرفع الزيت الزائد .
يرجع مركب التبريد بشكل سائل للضاغط .	يفحص الانتفاخ الحساس لبلف التمدد الحرارى .
لا يوجد تزييت كاف بالضاغط	تفحص مصافى الزيت ، ومستوى الزيت ، وطلمبة الزيت .
يوجد أجزاء تالفة أومحلولة بالضاغط .	يرفع الضاغط ، وتفحص أجزاؤه الداخلية .

بعض مواسير دائرة التبريد أو ماسورة تصريف الماء المتكاثف تحتك ببعضها .	تبعد المواسير التى تحتك ببعضها عن بعض .
بلف تنظيم دخول الماء للمكثف يحدث طرقاً مائيا .	يفحص ضغط الماء المغذى للبلف ، والبلف الذى يتحكم فى توصـــيل مركب التبريد إلى بلف تنظيم دخول المياه للمكثف .
وجود رباطات محلولة .	يعاد رباط الرباطات المحلولة .
وجود تلف بحوامل المروحة	تغير بأخرى جديدة .
ريش المروحة تحتك بالجسم المحيط بها .	يضبط تركيب المروحة .
يوجد خلوص أفقى كبير فى حركة عامود المروحة .	تحرك الحوامل الموجودة على عامود المروحة .
يوجد جسم غريب بريش المروحة أو الجسم المحيط بها .	يرفع وتنظف الريش والجسم المحيط بها.
تآكل سيور المروحة .	تغير السيور بأخرى جديدة .
المفتاح الطارد المركزى الموجود فى محرك المروحة (فى بعض أنواع المحركات) لم يفتح مسبباً حدوث صوت زن مرتفع ، ويقف المحرك بتأثير فصل قاطع زيادة الحمل .	يجرى إصلاح المحرك .

صوت هواء مرتفع .	غير مركب موزع هواء عند مخرج الهواء المكيف .	يركب موزع هواء مناسب .
	ريش الموزع تعوق خروج الهواء المكيف .	تفتح ريش موزع الهواء .
	ريش الموزع تهتز .	يعاد تثبيت رباط الريش .
	مجارى الهواء المكيف تنقل الصوت .	تستعمل وصلات مشمع بين الجهاز ومجارى الهواء الموصلة به .
	يوجد صوت هواء بالمجارى	تستعمل ريش توجيه داخل كيعان المجارى وتفحص سرعة الهواء .

٣ – بيانات فنية مختلفة

مقاسات المواسير الشعرية
Capillary Tube Sizing

١ – فيمايلى مقاسات المواسير الشعرية التى يقترح تركيبها فى دوائر تبريد أجهزة التبريد المنزلية والأجهزة الخاصة بالاستعمالات التجارية .

مع مراعاة إستعمال جزء من طولها لا يقل عن ٣٦" للمبدل الحرارى ، وصفرْ زيادة تبريد "sub-cooling" .

أجهزة درجات الحرارة المنخفضة التى يستعمل بها مركب تبريد – ١٢

سعة الضاغط و.ح.ب/الساعة	طراز المكثف	درجات حرارة التبخر العادية (فْ)	
		– ١٠ْ إلى+ ٥ْ	+ ٥ْ إلى +٢٠ْ
٢٠٠ – ٣٠٠	ثابت (مروحة)	١٦ً – ٠٢٦,	١٠ً – ٠٢٦,
٣٠٠ – ٤٠٠	ثابت (مروحة)	١٢ً – ٠٢٦,	١٢ً – ٠٣١,
٤٠٠ – ٧٠٠	ثابت	١٢ً – ٠٣١,	١٢ً – ٠٣٦,
	مروحة	١٠ً – ٠٣١,	١٠ً – ٠٣٦,
٧٠٠ – ١١٠٠	ثابت	١٢ً – ٠٣٦,	
	مروحة	١٠ً – ٠٣٦,	
١١٠٠ – ١٣٠٠	ثابت	١٠ً – ٠٣٦,	
	مروحة	٨ً – ٠٣٦,	
١٣٠٠ – ١٧٠٠	ثابت	١٢ً – ٠٤٢,	
	مروحة	١٠ً – ٠٤٢,	
١٧٠٠ – ٢٠٠٠	ثابت	١٢ً – ٠٤٩,	
	مروحة	١٠ً – ٠٤٢,	
٢٠٠٠ – ٣٠٠٠	مروحة	١٠ً – ٠٥٤,	١٥ً – ٠٥٩,
٣٠٠٠ – ٤٠٠٠	مروحة	١٠ً – ٠٥٩,	١٢ً – ٠٦٤,
٤٠٠٠ – ٤٥٠٠	مروحة	١٢ً – ٠٦٤,	١٢ً – ٠٧٠,
٤٥٠٠ – ٥٠٠٠	مروحة	١٠ً – ٠٧٠,	١٢ً – ٠٨٠,
٥٠٠٠ – ٧٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٠ً – ٠٥٩,	(٢قطعة) ١٢ً – ٠٦٤,
٧٠٠٠ – ٩٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٠ً – ٠٦٤,	(٢قطعة) ١٠ً – ٠٧٠,
٩٠٠٠ – ١٢٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٠ً – ٠٧٠,	(٢قطعة) ١٢ً – ٠٨٠,
١٢٠٠٠ – ١٥٠٠٠	مروحة	(٣قطعة) ١٠ً – ٠٧٠,	(٣قطعة) ١٢ً – ٠٨٠,

أجهزة درجات الحرارة المنخفضة التى يستعمل بها مركب تبريد – ٢٢

سعة الضاغط و.ح.ب/الساعه	طراز المكثف	درجات حرارة التبخر العادية (فْ)	
		– ١٠ْ إلى + ٥ْ	+ ٥ْ إلى +٢٠ْ
١٠٠٠ – ٢٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٣٦ً,	١٢َ – ٠٤٢ً,
٢٠٠٠ – ٣٠٠٠	مروحة	١٢َ – ٠٤٢,	١٥َ – ٠٤٩,
٣٠٠٠ – ٤٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٥٤,	١٥َ – ٠٥٩,
٤٠٠٠ – ٥٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٦٤,	١٥َ – ٠٧٠,

أجهزة درجات الحرارة المتوسطة والمرتفعة التى يستعمل بها مركب تبريد – ١٢

سعة الضاغط و.ح.ب/الساعة	طراز المكثف	درجات حرارة التبخر العادية (فْ)		
		+ ٥ْ إلى+ ٢٠ْ	+ ٢٠ إلى+ ٣٥ْ	+٣٥ْ إلى+٥٠ْ
١٤٠٠ – ١٦٠٠	مروحة	١٢َ – ٠٣٦ً,	٨َ – ٠٣٦ً,	٨َ – ٠٤٢ً,
١٦٠٠ – ١٨٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٣٦,	١٢َ – ٠٤٢,	
١٨٠٠ – ٢٥٠٠	مروحة	١٢َ – ٠٤٢,	١٢َ – ٠٤٩,	٨َ – ٠٤٩,
٢٥٠٠ – ٣٥٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٤٢,	١٠َ – ٠٤٩,	
٣٥٠٠ – ٤٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٤٩,	١٠َ – ٠٥٤,	
٤٠٠٠ – ٥٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٥٤,	١٠َ – ٠٥٩,	
٥٠٠٠ – ٦٠٠٠	مروحة	١٢َ – ٠٥٩,	١٢َ – ٠٦٤,	
٦٠٠٠ – ٧٠٠٠	مروحة	١٠َ – ٠٥٩,	١٠َ – ٠٦٤,	١٢َ – ٠٧٠,
٧٠٠٠ – ١٠٠٠٠	مروحة	١٢َ – ٠٧٠,	١٢َ – ٠٨٠,	
		(٢قطعة) ١٢َ – ٠٥٤,	(٢قطعة) ١٠َ – ٠٥٩,	
١٠٠٠٠ – ١٣٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٢َ – ٠٥٩,	(٢قطعة) ١٠َ – ٠٦٤,	
١٣٠٠٠ – ١٦٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٢َ – ٠٧٠,	(٢قطعة) ١٠َ – ٠٨٠,	
١٦٠٠٠ – ٢٥٠٠٠	مروحة	(٢قطعة) ١٢َ – ٠٨٠,	(٢قطعة) ١٠َ – ٠٨٥,	
٢٥٠٠٠ – ٤٠٠٠٠	مروحة	(٤قطعة) ١٠َ – ٠٧٠,	(٤قطعة) ١٢َ – ٠٨٠,	
٤٠٠٠٠ – ٦٠٠٠٠	مروحة	(٥قطعة) ١٠َ – ٠٧٠,	(٥قطعة) ١٢َ – ٠٨٠,	

٢ – مقاسات المواسير الشعرية التى يقترح تركيبها فى دوائر تبريد أجهزة تكييف الهواء التى يستعمل بها مركب تبريد – ٢٢ .

إن مقاس المواسير الشعرية وضع على أساس درجة حرارة تكثيف قدرها ١٣٠° ف ، وعندما يدخل سائل مركب التبريد الماسورة الشعرية بدرجة ١١٥° ف ، وغاز مركب التبريد يدخل الضاغط بدرجة ٦٥° ف ، ويكون تأثير تبريد المبخر ٦٨ و . ح . ب / بوصة مربعة .

مثال رقم (١) – (ينظر الجدول التالى) .

المطلوب إيجاد مقاس الماسورة الشعرية التى تركب فى دائرة تبريد جهاز تكييف هواء به ضاغط محكم القفل سعة تبريده ٤٠٠٠٠ و . ح . ب / الساعة :

نتصور أن ملف التبريد الموجود بالجهاز به مواسير قطرها الخارجى $\frac{٣}{٨}$" . وأقصى حمل حرارى لكل دائرة به هو ٧٠٠٠ و . ح . ب / الساعة أو ٤٠٠٠٠ ÷ ٧٠٠٠ أو عدد ٦ دوائر . فيكون الحمل الحرارى لكل دائرة ٤٠٠٠٠ ÷ ٦ أو ٦٧٠٠ و . ح . ب لكل دائرة .

(ا) لكل دائرة تكون الماسورة الشعرية ٣٥" × ٠,٠٤٩ أو ٦٥" × ٠,٠٥٤

(ب) ويمكن أيضاً كبديل استعمال ماسورتين شعريتين لتوزيع سائل مركب التبريد إلى ستة دوائر فى ملف التبريد . ويصبح الحمل الحرارى لكل ماسورة شعرية ٤٠٠٠٠ ÷ ٢ أو ٢٠٠٠٠ و . ح . ب / الساعة .

ويكون مقاس الماسورة الشعرية ٤٠" × ٠,٠٨٠ أو ٥٨" × ٠,٠٨٥

مثال رقم (٢) :

المطلوب إيجاد الماسورة التى تركب فى دائرة تبريد جهاز تكييف هواء به ضاغط محكم القفل سعة تبريده ٦٢٠٠٠ و . ح . ب / الساعة

نتصور ملف التبريد الموجود بالجهاز به مواسير قطرها الخارجى $\frac{٣}{٨}$" . وأقصى حمل حرارى لكل دائرة فى هذا الملف هو ٧٠٠٠ و . ح . ب / الساعة . أو ٦٢٠٠٠ ÷ ٧٠٠٠ أو ٨,٩ دائرة (يستعمل ١٠) . فيكون الحمل الحرارى لكل دائرة ٦٢٠٠ و . ح . ب / الساعة . تستعمل ماسورة شعرية مقاسها ٤٠" × ٠,٠٤٩ أو ٧٥" × ٠,٠٥٤ إذا كان الاتجاه هو تغذية كل دائرة عن طريق ماسورة شعرية منفصلة .

ويمكن اختيار عدد أقل من المواسير الشعرية طبعاً .

نتصور ملف التبريد الموجود بالجهاز به مواسير قطرها الخارجى $\frac{١}{٢}$" . وأقصى حمل حرارى لكل دائرة بهذا الملف هو ١٤٠٠٠ و . ح . ب / الساعة أو ٦٢٠٠٠ ÷ ١٤٠٠٠

أو ٤,٥ دائرة . يستعمل خمس دوائر ، ٦٢٠٠٠ ÷ ٥ أو ١٢٤٠٠ و . ح . ب / الساعة لكل دائرة .

يستعمل ماسورة شعرية مقاسها ٤٠" × ٠٦٤," أو ٦٨" × ٠٧٠," إذا كان الاتجاه هو تغذية كل دائرة عن طريق ماسورة شعرية منفصلة . ويمكن اختيار عدد أقل من المواسير طبعاً .

سعة الضاغط	عدد	مقاس الماسورة الشعرية		عدد دوائر ملف التبريد	
و.ح.ب/الساعة	المواسير الشعرية	قصيرة	طويلة	ماسورة $\frac{3}{8}$"	ماسورة $\frac{1}{2}$"
٤٥٠٠	١	٣٦" × ٠٤٢,"	٨٠" × ٠٤٩,"	١	
٥٠٠٠	١	٢٥" × ٠٤٢,"	٦٤" × ٠٤٩,"	١	
٥٥٠٠	١	٢٠" × ٠٤٢,"	٥٢" × ٠٤٩,"	١	
٦٠٠٠	١	٤٠" × ٠٤٩,"	٧٥" × ٠٥٤,"	١	
٦٥٠٠	١	٣٥" × ٠٤٩,"	٦٥" × ٥٤,"	١	
٧٠٠٠	١	٢٨ × ٠٤٩,"	٥٢" ×	١	
٨٠٠٠	١	٣٦" × ٠٥٤,"	٦٥" × ٠٥٩,"	٢	١
٩٠٠٠	١	٢٨" × ٠٥٤,"	٤٨" × ٠٥٩,"	٢	١
١٠٠٠٠	١	٣٦" × ٠٥٩,"	٦٤" × ٠٦٤,"	٢	١
١١٠٠٠	١	٢٨" × ٠٥٩,"	٥٠" × ٠٦٤,"	٢	١
١٢٠٠٠	١	٤٠" × ٠٦٤,"	٦٨" × ٠٧٠,"	٢	١
١٣٠٠٠	١	٣٢" × ٠٦٤,"	٥٦" × ٠٧٠,"	٢	١
١٤٠٠٠	١	٤٤" × ٠٧٠,"	٧٠" × ٠٧٥,"	٢	١
١٥٠٠٠	١	٣٦" × ٠٧٠,"	٥٦" × ٠٧٥,"	٣	٢
١٦٠٠٠	١	٣٠" × ٠٧٠,"	٤٨" × ٠٧٥,"	٣	٢
١٧٠٠٠	١	٣٨" × ٠٧٥,"	٦٥" × ٠٨٠,"	٣	٢
١٨٠٠٠	١	٣٥" × ٠٧٥,"	٥٥" × ٠٨٠,"	٣	٢
١٩٠٠٠	١	٢٨" × ٠٧٥,"	٤٨" × ٠٨٠,"	٣	٢
٢٠٠٠٠	١	٤٠" × ٠٨٠,"	٥٨" × ٠٨٥,"	٣	٢

بعض العلاقات الخاصة بحسابات عمليات التبريد

١ – تأثير التبريد ، و.ح.ب./ رطل = (الحرارة التى يحتويها بخار مركب التبريد الذى يترك المبخر ، و.ح .ب / رطل) –
(الحرارة التى يحتويها سائل مركب التبريد الذى يدخل المبخر ، و.ح.ب./ رطل) .

٢ – تأثير التبريد ، و.ح .ب./.رطل (الحرارة الكامنة للتبخر و. ح . ب . / رطل.) – (التغير فى الحرارة التى يحتويها سائل مركب التبريد من التكاثف إلى التبخر ، و.ح.ب / رطل) .

٣ – تأثير التبريد ، و.ح ب / رطل = (السعة ، و.ح .ب / دقيقة) / (مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقه)

٤ – مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقة = (الحمل أوالسعة ، و.ح .ب / دقيقة) / (تاثير التبريد ، و.ح .ب / رطل)

٥ – إزاحة الضاغط ، قدم مكعب / دقيقة = (مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقة) × (حجم الغاز الذى يدخل الضاغط ، قدم مكعب / الدقيقة) .

٦ – إزاحة الضاغط ، قدم مكعب / دقيقة= (السعة ، و. ح . ب / دقيقة) × (حجم الغاز الذى يدخل الضاغط ، قدم مكعب / رطل) / (تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل)

٧ – حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل = (الحرارة التى يحتويها البخار الذى يترك الضاغط ، و. ح . ب / رطل) –
(الحرارة التى يحتويها البخار الذى يدخل الضاغط ، و. ح . ب / رطل) .

٨ – حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل = (٤٢,٤١٨ و. ح . ب / دقيقة) × (حصان الانضغاط) / (مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقة)

٩ – شغل الانضغاط ، و. ح . ب / دقيقة= (حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل) × (مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقة) .

١٠ – حصان الانضغاط

$$= \frac{\text{(شغل الانضغاط ، و. ح . ب / دقيقة)}}{\text{(معامل التحويل ، ٤٢,٤١٨ و. ح . ب / دقيقة)}}$$

١١ – حصان الانضغاط

$$= \frac{\text{(حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل)} \times \text{(السعة ، و. ح . ب / دقيقة)}}{\text{(٤٢,٤١٨ و. ح . ب / دقيقة)} \times \text{(تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل)}}$$

١٢ – حصان الانضغاط

$$= \frac{\text{(السعه ، و. ح ب / دقيقة)}}{\text{(٤٢,٤١٨ و. ح . ب / دقيقة)} \times \text{(معامل الخواص)}}$$

١٣ – حصان الانضغاط للطن

$$= \frac{\text{(٤,٧١٥)}}{\text{(معامل الخواص)}}$$

١٤ – القوة ، الوات

$$= \text{(حصان الانضغاط للطن)} \times ٧٤٥,٧$$

١٥ – معامل الخواص

$$= \frac{\text{(تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل)}}{\text{(حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل)}}$$

١٦ – السعة ، و. ح . ب / دقيقة

$$= \text{(مركب التبريد المتحرك ، رطل / دقيقه)} \times \text{(تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل .}$$

١٧ – السعة ، و. ح . ب / دقيقة

$$= \frac{\text{(إزاحة الضاغط ، قدم مكعب / دقيقة)} \times \text{(تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل)}}{\text{(حجم الغاز الذى يدخل الضاغط ، قدم مكعب / رطل)}}$$

١٨ – السعة ، و. ح . ب / دقيقة

$$= \frac{\text{(حصان الانضغاط)} \times \text{(٤٢,٤١٨ و. ح . ب / دقيقة)} \times \text{(تأثير التبريد ، و. ح . ب / رطل)}}{\text{(حرارة الانضغاط ، و. ح . ب / رطل)}}$$

التحويل المترى

فيما يلى جدول بالمعاملات التى تستعمل لتحويل الوحدات الإنجليزية الخاصة بعمليات التبريد المختلفة إلى وحدات مترية وبالعكس .

جدول التحويل المترى

للتحويل من	إلى	يضرب فى
ضغوط جوية	بارات	١,٠١٣
	بوصات زئبقية	٢٩,٩٢
	كيلو جرامات / سم٢	١,٠٣٣
	أرطال / بوصة٢	١٤,٦٩٦
بارات	ضغوط جوية	,٩٨٧
	بوصات زئبقية	٢٩,٥٣
	كيلو جرامات / سم٢	١,٠٢٠
	أرطال / بوصة٢	١٤,٥٠٤
و . ح . ب	كالورى	٢٥٢
	حصان – دقائق	,٠١٧٥٧
	وات – ساعات	,٢٩٣
	جول	١٠٥٤
و . ح . ب / قدم٣	كالورى / سم٣	,٠٠٨٩٠
	كالورى / لتر	٨,٩٠
	كيلو كالورى / متر٣	٨,٩٠
و . ح . ب / دقيقة	كالورى / دقيقة	٢٥٢
	حصان	,٠٢٣٥٧
	كيلووات	,٠١٧٥٧
و . ح . ب / رطل	كالورى / جرام	,٥٥٦
	وات – ساعات / جرام	٠٠٠٦٤٦
	جول / جرام	٢,٣٢٤

و. ح . ب / (رطل) (فْ)	كالورى / (جرام) (مْ)	١
كالورى	و . ح . ب وات – ساعات جول	,٠٠٣٩٧ ,٠٠١١٦ ٤,١٨٤
كالورى / سم٣	و . ح . ب / قدم٣ كالورى / لتر كيلو كالورى / متر٣	١١٢,٤ ,٠٠١ ,٠٠١
كالورى / جرام	و . ح . ب / رطل وات – ساعات / جرام جول / جرام	١,٨ ,٠٠١١٦ ٤,١٨٤
كالورى / (جرام) (مْ)	و . ح . ب / (رطل) (فْ)	١
كالورى / لتر	و . ح ب / قدم٣ كالورى / سم٣ كيلو كالورى / متر٣	,١١٢ ١٠٠٠ ١
كالورى / دقيقة	و . ح . ب / دقيقة حصان كيلووات	,٠٠٣٩٧ ٥ –١٠ × ٩,٣٥ ٩٦,٧
سنتيمترات مكعبة .	أقدام مكعبة أمتار مكعبة جالونات (سائل أمريكية) لترات	٥–١٠ × ٣,٥٣ ٦–١٠ × ١ ,٠٠٠٢٦٤ ,٠٠١
سنتيمترات مكعبة / جرام	أقدام مكعبة / رطل جالونات (سائل أمريكية) / رطل لترات / جرام	,٠١٦٠ ,١٢٠ ,٠٠١

أقدام مكعبة	سنتيمترات مكعبة أمتار مكعبة جالونات (سائل أمريكية) لترات	٢٨,٣٢٠ ,٠٢٨٣ ٧,٨٤ ٢٨,٣
أقدام مكعبة / دقيقة	أمتار مكعبة / دقيقة لترات / ثانية	,٠٢٨٣ ,٤٧٢
أقدام مكعبة / رطل	سنتيمترات مكعبة / جرام أمتار مكعبة / كيلوجرام جالونات (سائل أمريكى) / رطل لترات / كيلوجرام	٦٢,٤٣ ,٠٦٢٤ ٧,٤٨١ ٦٢,٤٣
أمتار مكعبة	سنتيمترات مكعبة أقدام مكعبة جالونات (سائل أمريكى) لترات	١ × ٦١٠ ٥٣,٣ ٢٦٤ ١٠٠٠
أمتار مكعبة / كيلوجرام	سنتيمترات مكعبة / جرام أقدام مكعبة / رطل جالونات (سائل أمريكى) / رطل لترات / كيلوجرام	١٠٠٠ ١٦ ١٢٠ ١٠٠٠
أمتار مكعبة / دقيقة	أقدام مكعبة / دقيقة لترات / ثانية	٣٥,٣ ١٦,٧
درجات كلفن K	درجات رانكن R.	١,٨
جالونات	سنتيمترات مكعبة أقدام مكعبة أمتار مكعبة لترات	٣٧٩٠ ,١٣٤ ,٠٠٣٧٩ ٣,٧٩

جرامات	أرطال	,٠٠٢٢٠
جرامات / سنتيمترات مكعبة	كيلوجرامات / لتر أرطال / قدم مكعب أرطال / جالون	١ ٦٢,٤٣ ٨,٣٤٥
حصان	و. ح . ب / دقيقة كالورى / دقيقة كيلو كالورى / دقيقة كيلووات	٤٢,٤٤ ١٠,٦٩٠ ١٠,٧ ,٧٤٦
بوصات زئبقية	ضغوط جوية بارات كيلوجرامات / سم٢ أرطال / بوصة٢	,٠٣٣٤ ,٠٣٣٩ ,٠٣٤٥ ,٤٩١
جول	و. ح . ب كالورى وات – ساعات	,٠٠٠٩٤٨ ,٢٣٩ ,٠٠٠٢٧٨
جول / جرام	و. ح . ب / رطل كالورى / جرام	,٤٣٠ ,٢٣٩
كيلوكالورى	كالورى	١٠٠٠
كيلوكالورى / متر٣	و. ح . ب / قدم٣ كالورى / سم٣ كالورى / لتر	,١١٢ ١٠٠٠ ١
كيلوجرامات	جرامات	١٠٠٠
كيلوجرامات / متر٣	جرامات / سم٣ كيلوجرامات / لتر	,٠٠١ ,٠٠١

كيلوجرامات / متر٢	أرطال / قدم٣	,٠٦٢٤
	أرطال / جالون (سائل أمريكى)	,٠٠٨٣٥
كيلوجرامات / سم٢	ضغوط جوية	,٩٦٨
	بارات	,٩٨١
	بوصات زئبقية	٢٨,٩٦
	أرطال / بوصة٢	١٤,٢٢
كيلووات	و. ح . ب / دقيقة	٥٦,٩
	كالورى / دقيقة	١٤,٣٤٠
	حصان	١,٣٤
لترات	سنتيمترات مكعبة	١٠٠٠
	أقدام مكعبة	,٠٣٥٣
	أمتار مكعبة	,٠٠١
	جالونات (سائل أمريكى)	,٢٦٤
لترات / كيلوجرام	سنتيمترات مكعبة / جرام	١
	أقدام مكعبة / رطل	,٠١٦٠
	أمتار مكعبة / كيلوجرام	,٠٠١
	جالونات (سائل أمريكى) / رطل	.١٢٠
لترات / ثانية	أقدام مكعبة / دقيقة	٢,١٢
	أمتار مكعبة / دقيقة	,٠٦٠
أرطال	جرامات	٤٥٣,٦
أرطال / قدم مكعب	جرامات / سنتيمترات مكعبة	,٠١٦٠
	كيلوجرامات / أمتار مكعبة	١٦
	كيلوجرامات / لتر	,٠١٦٠
	أرطال / جالون (سائل أمريكى)	,١٣٤

أرطال / جالون (سائل أمريكى)	جرامات / سنتيمتر مكعب	,١٢٠
	كيلوجرامات / متر مكعب	١٢٠
	كيلوجرامات / لتر	,١٢٠
	أرطال / قدم مكعب	٧,٤٨
أرطال / بوصة مربعة	ضغوط جوية	,٠٦٨٠
	بارات	,٠٦٨٩
	بوصات زئبقية	٢,٠٣٦
	كيلوجرامات / سنتيمتر مربع	,٠٧٠٣
أطنان تبريد	و . ح . ب / دقيقة	٢٠٠
	حصان	٤,٧١٦
	كيلوكالورى / دقيقة	٥٠,٤

تحويل درجات الحرارة :

درجات كلفن $(K) = م^{\circ} + \frac{ف^{\circ} + ٤٥٩,٦٧}{١,٨} = ٢٧٣,١٥$

درجات رانكن $(R) = ف^{\circ} + ٤٥٩,٦٧ = (م^{\circ} + ٢٧٣,١٥) \times ١,٨$

$م^{\circ} = (ف^{\circ} - ٣٢) \times \frac{٥}{٩}$

$ف^{\circ} = (م^{\circ} \times \frac{٩}{٥}) + ٣٢$

تحويل التفريغ (فاكم) :

وحدات التفريغ التى تستعمل عادة فى أعمال التبريد توضح كالآتى :

بوصات زئبقية تفريغ .

بوصات زئبقية أقل من ضغط جوى واحد .

وهذه الوحدات يمكن تحويلها إلى وحدات ضغط كالآتى :

بوصات زئبقية تفريغ = ٢٩,٩٢١ – بوصات زئبقية ضغط .

بوصات زئبقية تفريغ = ٢٩,٩٢١ – (٢٩,٩٢١) (ضغوط جوية) .

بوصات زئبقية تفريغ = ٢٩,٩٢١ – (٢,٠٣٦) (أرطال / بوصة مربعة مطلق) .

بوصات زئبقية تفريغ = ٢٩,٩٢١ – (٢٨,٩٦) (كيلوجرامات / سنتيمتر مربع) .

ضغوط جوية = $\frac{٢٩,٩٢١ - \text{بوصات زئبقية تفريغ}}{٢٩,٩٢١}$

أرطال / بوصة مربعة مطلق = ٤٩١, (٢٩,٩٢١ – بوصات زئبقية تفريغ)

كيلوجرامات / سنتيمتر مربع = ٠٣٤٥, (٢٩,٩٢١ – بوصات زئبقية تفريغ) .

بوصات زئبقية = سنتيمترات زئبقية / ٢,٥٤

سنتيمترات زئبقية تفريغ = ٧٦ – سنتيمترات زئبقية ضغط

ضغوط جوية = ٧٦ – سنتيمترات زئبقية / ٧٦

أرطال / بوصة مربعة مطلق = ١٩٣, (٧٦ – سنتيمترات زئبقية تفريغ)

كيلوجرامات/سنتيمتر مربع = ٠١٣٦, (٧٦ – سنتيمترات زئبقية تفريغ)