التبريد الميكانيكى

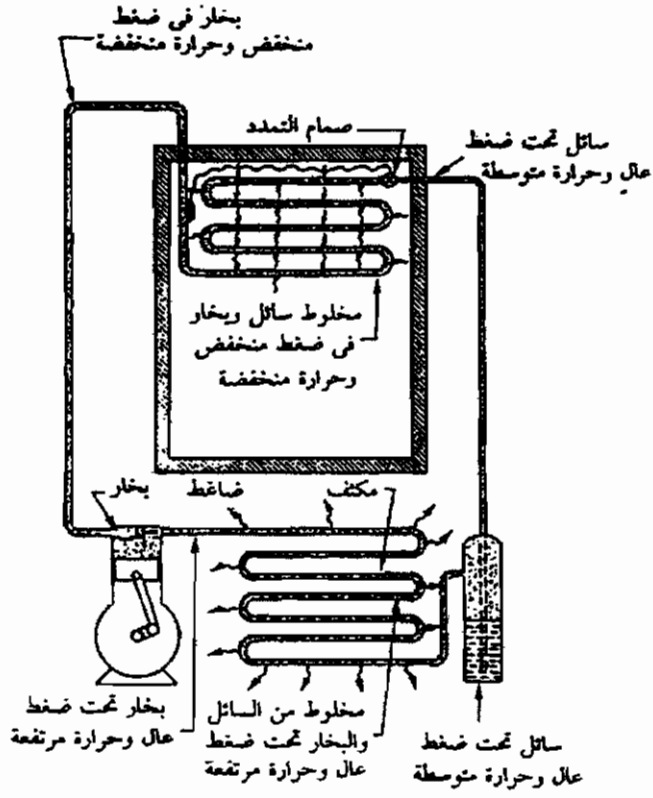
تعتمد معظم المخازن المبردة على التبريد الميكانيكى mechanical refrigeration كوسيلة للتحكم فى درجة حرارة المخزن. ويعتمد هذا النظام على خاصية اكتساب السوائل للحرارة عند تحولها إلى غاز. وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هى إطلاق النيتروجين السائل فى حيز المخزن، ولكن ذلك يتطلب إمدادات خارجية مستمرة من الغاز المُسال. ولا يتبع ذلك إلا فى تبريد الشاحنات، حينما يكون للتركيز العالى من النيتروجين والتركيز المنخفض من الأكسجين أهمية إضافية فى احتفاظ المنتَج بجودته أثناء الشحن.

وتَسْتَخْدِم نُظمُ التبريد الميكانيكى الأكثر شيوعًا غازات أخرى مثل الأمونيا وعدد من الهاليدات السائلة halide fluids (والتى يشار إليها أحيانًا بالاسم التجارى "فريون")؛ حيث يتم تجميع البخار بواسطة ضاغط compressor، ويزود النظام بوسيلة لتبادل الحرارة مع الوسط المحيط به

ويبين شكل (١٠–١): مكونات هذا النظام الميكانيكى للتبريد. يلاحظ فى الشكل أن سائل التبريد يمر من خلال صمام التمدد؛ حيث ينخفض الضغط فجأة؛ ليتبخر السائل وتنخفض حرارته إلى درجة مؤثرة فى إزالة الحرارة من حيز التخزين. ويُحصل على الحرارة المسئولة عن تبخر السائل من المادة أو المنتج الذى يُراد تبريده؛ حيث تنتقل الحرارة منه إلى هواء المخزن، ثم إلى ملف التبريد الذى يتحول بداخله سائل التبريد إلى الحالة الغازية؛ ولذا .. فإن ملف التبريد يقع — بالضرورة — فى داخل الحيز الذى يُراد تبريده.

وبعد أن يكتمل تحول سائل التبريد إلى غاز، فإن الغاز يُعاد ضغطه بضاغط؛ ليمر من خلال مكثف condenser، ويتم تبريده إلى سائل من جديد. ويقع المكثف — بالضرورة — خارج الحيز الذى يُراد تبريده؛ لأنه طارد للحرارة. يخزن السائل المكثف بعد ذلك فى مستقبل؛ ليتم إخراجه — تدريجيًا — حسب مدى الحاجة إلى التبريد.

ويعرف طرازان من ملفات التبريد: مبتل وجاف.



شكل (١٠-١): تخطيط للنظام الميكانيكى للتبريد.

طراز الملف المبتل

يعتمد هذا النظام للتبريد على وجود ملف بارد يرش عليه رذاذ من الماء، الذى يتجمع أسفل الملفات ليعاد ضخه من جديد، فى الوقت الذى يُدفع فيه الهواء المراد تبريده ليمر على الملفات المثبتة لتنخفض حرارته، وتزداد رطوبته النسبية حتى ٩٨٪.

يجب أن يكون الماء المستخدم فى هذا النظام ماء صنبور صالح للشرب، وأن تتم معاملته بالكلورين بتركيز ١٠٠-١٥٠ جزء فى المليون كلورين حر، علمًا بأن حرارة هذا الماء تكون قريبة من الصفر المئوى، وأنه يكون عرضه للتلوث باستمرار.

ومن أهم مميزات التبريد بنظام الملفات المبتل ما يلى:

١- يمكن تصميم وحدات صغيرة منه، كما يمكن زيادة أحجامها حسب الحاجة.

٢- لا يتعرض المنتَج للتجمد أثناء التشغيل العادى.

٣- انخفاض التكلفة.

٤- يناسب المنتجات التى يلزمها تبريد إلى حرارة ٥°م وأعلى من ذلك.

٥- يعطى أعلى قدر من الرطوبة النسبية، والتى تتراوح – عادة – بين ٩٧٪، و ٩٨٪.

ويُعاب على نظام الملفات المبتلة ما يلى:

١- لا يمكن لهذا النظام تبريد المنتجات لأقل من ٢,٥-٣°م.

٢- يتطلب فترة أطول لإتمام التبريد الأولى، حيث لا تقل حرارة الهواء المستخدم فى التبريد عن ١-١,٥°م.

٣- يمكن أن يتسبب فى التلوث الميكروبى للمنتجات عن طريق الماء المعاد دورانه.

٤- تزيد فيه تكلفة التشغيل واستهلاك الطاقة.

٥- يحتاج إلى معاملة الماء بالمطهرات.

٦- يزيد امتصاص الكراتين للرطوبة مما يجعل الكراتين غير المشمعة عرضه للانهيار.

طراز الملف الجاف

يعتمد هذا النظام على استعمال ملف تبريد إضافى محدود القدرة يعمل على المحافظة على تواجد رطوبة نسبية عالية فى تيار الهواء المار على المنتج. ويمكن بالتشغيل الجيد لهذا النظام المحافظة على رطوبة نسبية بين ٩٠٪، و ٩٥٪.

ومن أهم مميزات هذا النظام ما يلى:

١- يمكن المحافظة على رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪، و ٩٥٪.

٢- لا يوجد ماء يتعرض للتلوث الميكروبى لعدم ملامسته للمنتجات المبردة.

٣- تزداد فيه سرعة تدفق الهواء.

٤- يوفر أقل حرارة تلزم لتبريد المنتج، حتى الصفر المئوى.

٥- يعطى أسرع تبريد أولى.

٦- تقل فيه تكلفة التشغيل والصيانة.

٧- يمكن تبخير بعض المنتجات (مثلاً: العنب بثانى أكسيد الكبريت) أثناء التبريد الأولى.

ومن أهم عيوب نظام الملفات الجافة ما يلى:

١- يحتاج النظام إلى استعمال مسطح أكبر للملفات يزيد بمقدار ثلاثة أضعاف عن نظام الملفات المبتلة.

٢- زيادة التكلفة الإنشائية.

٣- احتمال تعرض المنتج للتجمد إن لم يتم تشغيل النظام بطريقة سليمة (Tator ١٩٩٧).

الرطوبة النسبية

تُعرَّف الرطوبة النسبية Relative Humidity بأنها: "النسبة المئوية لما يحمله حيز من الهواء من بخار الماء إلى أقصى ما يمكن أن يحمله نفس هذا الحيز من بخار الماء فى نفس درجة الحرارة".

يحتوى الهواء الجوى على عديد من الغازات بالإضافة إلى بخار الماء. ويتكون الهواء الجاف من ٧٨٪ نيتروجين، و ٢١٪ أكسجين، و ١٪ أرجون وثانى أكسيد كربون ومكونات أخرى. أما الهواء الرطب فإنه يكون خليطاً من مكونين، هما: الهواء الجاف وبخار الماء. وتتراوح كمية بخار الماء المتواجد فى الهواء من صفر٪ (فى الهواء الجاف) إلى الحد الأقصى (حد التشبع) الذى يعتمد على درجة الحرارة والضغط. وعلى الرغم من أن بخار الماء يمثل فقط من ٠,٤٪ إلى ١,٥ من وزن الهواء، فإنه يلعب دورًا جوهريًا جدًا فى التأثير على المنتجات الطازجة بعد الحصاد.