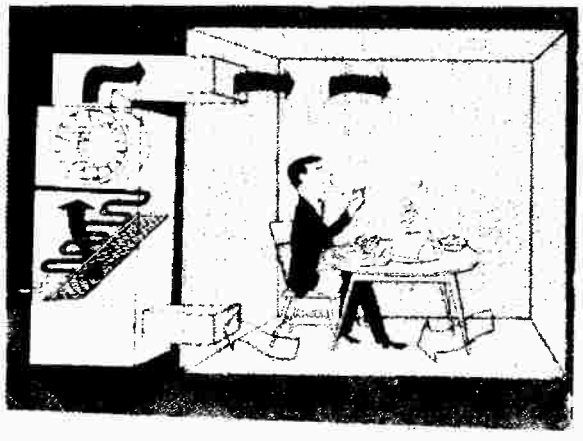
الفصل الثانى

دورة التبريد

لكى يكون لدينا فكرة واضحة عن تكييف الهواء واستعمالاته العديدة، يجب أن نلم أوّلاً بالمبادئ الأساسية لعلم التبريد الذى يحقق عملية التبريد وإزالة الرطوبة الزائدة الموجودة فى الهواء.

وبواسطة الرسومات المبسّطة التوضيحية التى سنقدّمها فى هـذا الفصل من الكتـاب سنتمكن من فهم هذه المبادئ الأوّلية الأساسية لدورة التبريد.

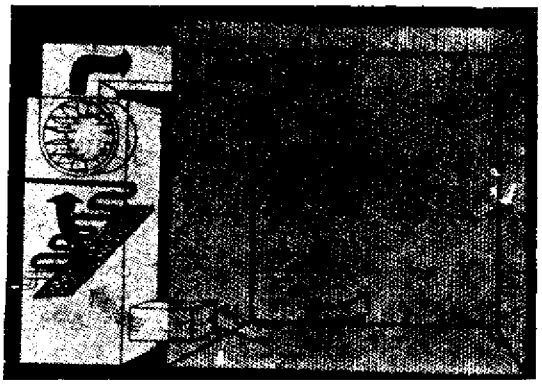
– عند الكلام عن تكييف الهواء هناك سؤال دائم يتمّ طرحه؛ وهو «ما الذى يجعل المبخّر أو ملف التبريد الموجود بجهاز تكييف الهواء باردًا؟». الرسم رقم (٢ – ١).



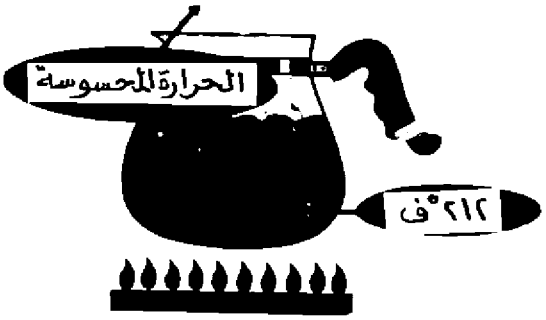
رسم رقم (٢-١)

– وفى الحقيقة يكون ذلك بسبب غليان مركب التبريد الموجود داخل هذا الملف. دعونا نرى هنا كما هو موضح بالرسم رقم (٢ – ٢) كيف يتم ذلك، لنتفهم العملية الأساسية التى وراء ذلك.

– ... سنبدأ بوعاء يحتوى على كمية من الماء. فعندما يمتص هذا الماء حرارة، فإن درجة حرارته ترتفع حتى تصل إلى نقطة الغليان. والحرارة التى تمتصّ أثناء تغير درجة حرارة الماء يطلق عليها الحرارة المحسوسة(Sensible Heat) كما هو موضح بالرسم رقم (٢ – ٣).



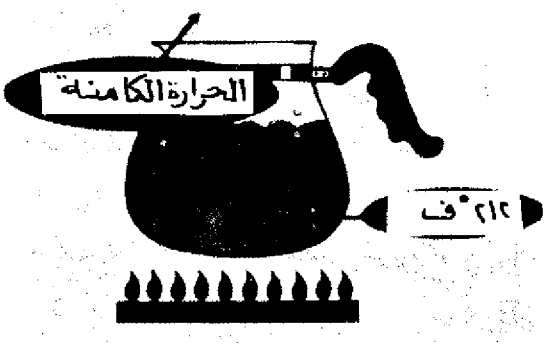
رسم رقم (٢-٢)



رسم رقم (٢-٣)

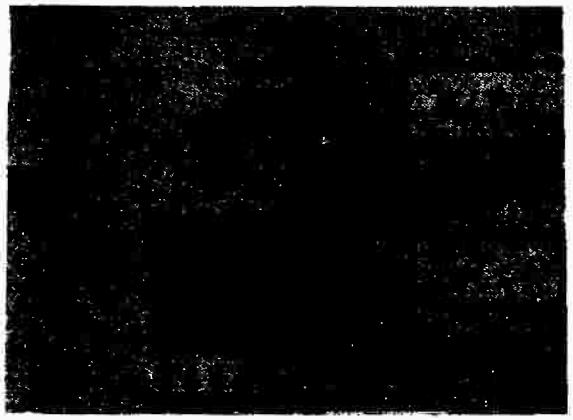
- وأثناء غليان الماء، فإنه يظلّ يمتصّ حرارة أكثر، ولكن لا تتغير درجة الحرارة. هذه الحرارة يطلق عليها الحرارة الكامنة(Latent Heat) نظرًا لأنه لا يمكن قياس أى تغير. وبدلاً من رفع درجة الحرارة، فإن هذه الحرارة تستعمل فى تغير الماء من سائل إلى بخار.

ويمكن أن نطلق على هذا الأساس الأوّل للتبريد... قابلية السائل على امتصاص كمية كبيرة من الحرارة أثناء تبخره. ويوضح ذلك الرسم رقم (٢ - ٤).



رسم رقم (٢-٤)

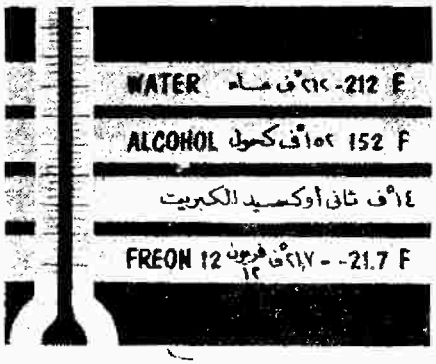
– إن الأساس الثانى هو أنه يمكننا تغيير نقطة غليان السائل بتغيير الضغط الواقع عليه. فمثلاً الماء الواقع تحت ضغط قدره ٢٠ رطلاً على البوصة المربعة أعلى الضغط الجوى العادى يغلى عند ٢٥٨°ف بدلاً من عند ٢١٢°ف. فإذا كان الضغط أقل من الضغط الجوى العادى، فإنه يغلى عند أقل من ٢١٢°ف. وبرفع الضغط فإن نقطة الغليان ترتفع... وبتخفيض الضغط تنخفض نقطة الغليان. إن الماء له نفس خواص مركب التبريد، فيما عدا عائق واحد كبير، وهو أن نقطة غليانه أعلى بكثير من مركب التبريد. الرسم رقم (٢ – ٥).



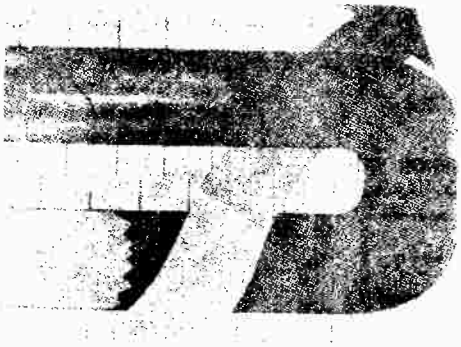
رسم رقم (٢–٥)

– ولكن هناك سوائل أخرى لها نقطة غليان أقل عند الضغط الجوى العادى. فالكحول يغلى عند ١٥٢°ف. إن ثانى أوكسيد الكبريت، مركب التبريد الذى استعمل منذ سنين عديدة مضت فى الثلاجات المنزلية يغلى عند ١٤°ف. ومركب التبريد – ١٢ يغلى عند – ٢١,٧°ف عند الضغط الجوى. ونظرًا لأن مركب التبريد – ١٢ هو أحد مركبات التبريد الشائعة الاستعمال فى أجهزة تكييف الهواء، فإننا سنستعمله هنا كمثال، وسنرى ماذا يحدث داخل ملف التبريد. الرسم رقم (٢ – ٦).

– يطلق على ملف التبريد أيضًا المبخر، نظرًا لأن مركب التبريد يغلى أو يتبخر داخل الملف أثناء امتصاصه الحرارة من الهواء الذى يمرّ فوق الملف. وكما نرى أنه يمتصّ قدرًا كبيرًا من الحرارة أثناء تبخره. ويستمر مركب التبريد فى الغليان أثناء سريانه خلال الملف حتى يتبخر كلية، وبذلك يتحول من سائل بارد إلى غاز بارد عند امتصاصه الحرارة. ومن ذلك نجد أن عملية التبريد هى كل ما يحدث فى المبخر الموجود بدائرة التبريد. الرسم رقم (٢ – ٧).



رسم رقم (٢-٦)



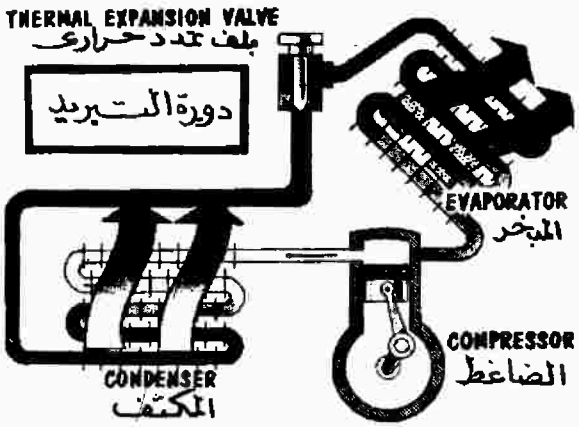
رسم رقم (٢-٧)

– فإذا كان لدينا كمية غير محددة من مركب التبريد، وكان ثمنها ليس باهظًا، فإنه يمكننا أن نستمر فى تغذية الملف بمركب التبريد... وتبعًا لذلك فإننا لا نحتاج إلى أجزاء أخرى تركب بالدائرة الرسم رقم (٢-٨).

رسم رقم (٢-٨)

– إن الأجزاء الأخرى التى تركب بدائرة التبريد تتيح لنا إمكانية إعادة استخدام مركب التبريد. وبالإضافة إلى المبخّر، فإن الأجزاء الأخرى التى تركب بالدائرة تشمل الضاغط، وطرازًا خاصًّا من المكثف، وطرازًا خاصًّا من وحدات التمدّد... وفى هذه الحالة بلف تمدد حرارى. إن الغرض من تواجد هذه الأجزاء هو إزالة الحرارة التى يكون مركب التبريد قد امتصها، وتتيح للمبخر إعادة استخدام مركب التبريد بصفة مستمرة. ومن

المبخر، حيث يكون مركب التبريد الآن على هيئة بخار، كما سنتذكر... يذهب أولاً إلى الضاغط. الرسم رقم (٢ - ٩).



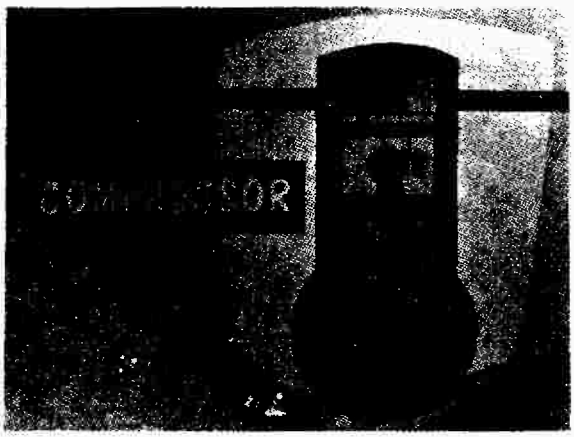
رسم رقم (٢-٩)

- سنعرف هنا ماذا يفعل الضاغط: أولاً يقوم بسحب غاز مركب التبريد البارد من المبخر بأسرع ما يمكن بعد تبخره، وذلك خلال وصلة من المواسير يطلق عليها «خط السحب -Suction Line ». وبذلك يعمل الضاغط على المحافظة على الضغط الموجود بالمبخر عند المستوى المطلوب... وفى هذه الحالة عند ٤٠ رطلاً على البوصة المربعة. الرسم رقم (٢ - ١٠).

رسم رقم (٢-١٠)

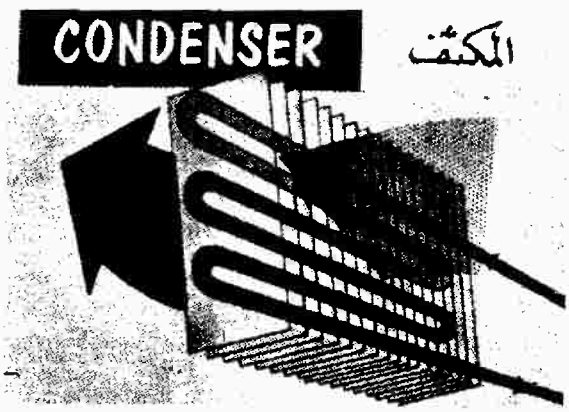
- إن العمل الآخر للضاغط، هو القيام برفع ضغط غاز مركب التبريد، حيث يمكن تكثيفه، أو إرجاعه مرة أخرى إلى الحالة السائلة. وكما رأينا فإن رفع الضغط يعمل على رفع

نقطة الغليان أو التبخر. ونظرًا لأن التكاثف ما هو إلّا العملية العكسية للتبخر، فإننا عندما نقوم برفع الضغط نقوم أيضًا برفع درجة حرارة التكاثف. وفى نفس الوقت نقوم برفع درجة حرارة غاز مركب التبريد الحقيقية. إن ذلك يعتبر خطوة هامة فى دورة التبريد. الرسم رقم (٢ - ١١).



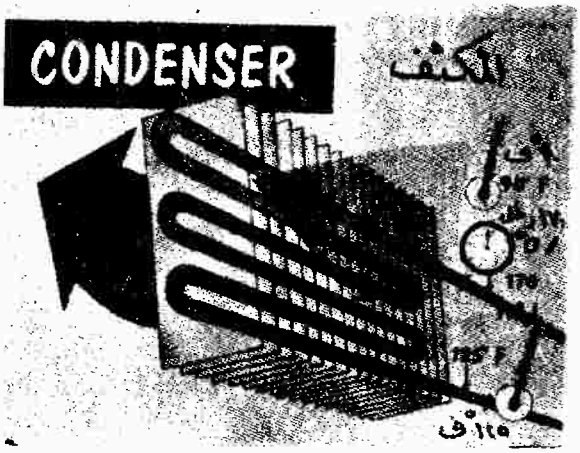
رسم رقم (٢-١١)

- ونظرًا لأن غاز مركب التبريد الساخن يكون الآن قد دُفع خلال المكثف. وحيث إن الهواء أو الماء عند درجة الحرارة العادية يستعمل لإزالة الحرارة من مركب التبريد، فإن درجة حرارة الغاز يجب أن تكون أعلى من درجة حرارة الهواء أو الماء... وإلّا فإنه لا يمكن إزالة الحرارة من مركب التبريد. فمثلًا... الرسم رقم (٢ - ١٢).



رسم رقم (٢-١٢)

– ... إذا كانت درجة حرارة الهواء قدرها ٩٠°ف،يجب أن تكون درجة حرارة التكاثف أعلى من ٩٠°ف... تكون مثلاً ١٢٥°ف... لإحداث سريان الحرارة من مركب التبريد إلى الهواء. وعند درجة حرارة تكاثف قدرها ١٢٥°ف، فإن ضغط المقياس يجب أن يكون حوالى ١٧٠ رطلاً على البوصة المربعة. إن الأساس هو نفسه بالنسبة لكل المكثفات التى يتم تبريدها بالهواء أو الماء. الرسم رقم (٢-١٣).

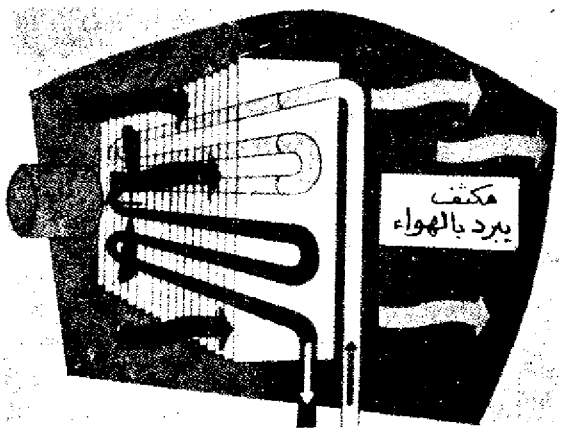


رسم رقم (٢-١٣)

– فى المكثف الذى يتم تبريده بالماء، فإن هذا الماء يمر خلال ملف مواسير المكثف ويحيط مركب التبريد بهذا الملف المركب داخل غلاف المكثف. ونتيجة لذلك فإن الحرارة التى تكون داخل الغرفة المكيفة الهواء تؤخذ منها عن طريق جهاز تكييف الهواء الخاص بهذه الغرفة، ويطرد هذا الماء إلى بالوعة أو يتم تبريده بواسطة برج تبريد (Cooling Tower) لإعادة استعماله. الرسم رقم (٢-١٤).

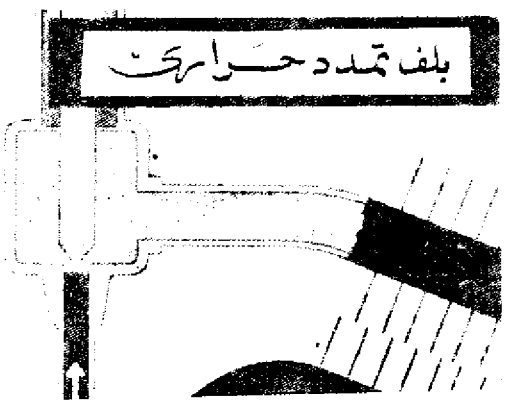
رسم رقم (٢-١٤)

- ويقوم المكثف الذى يتم تبريده بالهواء بطرد الحرارة إلى الهواء الخارجى.وأيّاً كانت طريقة التكاثف المستخدمة، فإننا الآن نكون قد رفعنا من مركب التبريد جميع الحرارة التى تكون قد امتصّت فى المبخر. ومركب التبريد بدلاً من كونه غازًا ساخنًا عند خروجه من الضاغط، يكون الآن سائلاً ساخنًا... ويزال واقعًا تحت ضغط عال. ونستمر فى الدورة... الرسم رقم (٢ - ١٥).



رسم رقم (٢-١٥)

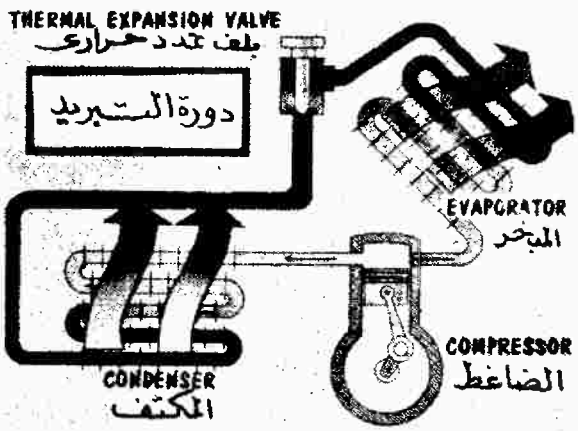
- ... يمر سائل مركب التبريد من المكثف إلى بلف التمدد الحرارى، حيث يعود إلى المبخر. وعند بلف التمدد الحرارى يحدث تغير مباشر، نظرًا لأن الضغط حتى مكان البلف يكون أكبر من الضغط الموجود داخل المبخر، فيتمدد بسرعة كبيرة مركب التبريد... ويتبخر جزئيًا عند دخوله المبخر. وذلك يؤدّى إلى تغيره من سائل ساخن إلى مخلوط من السائل البارد والبخار، نظرًا لأننا عند تخفيض الضغط نعمل أيضًا على تخفيض درجة الحرارة. الآن نكون مستعدين فى البدء فى امتصاص الحرارة مرة أخرى الرسم رقم (٢ - ١٦).

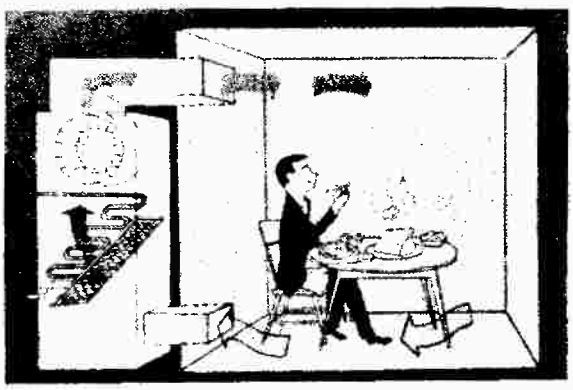


رسم رقم (٢-١٦)

– وتستمر دورة التبريد... بامتصاص مركب التبريد للحرارة من الهواء أثناء غليانه داخل المبخر... يقوم الضاغط برفع ضغط ودرجة حرارة غاز مركب التبريد... ويقوم المكثف بإزالة الحرارة، حيث يتحوّل البخار مرة أخرى إلى سائل... ويعمل بلف التمدد الحرارى على تخفيض الضغط لتحويل سائل مركب التبريد الساخن إلى سائل بارد فى المبخر. إن ذلك هو كل شىء عن دورة التبريد. الرسم رقم (٢ – ١٧).

رسم رقم (٢-١٧)



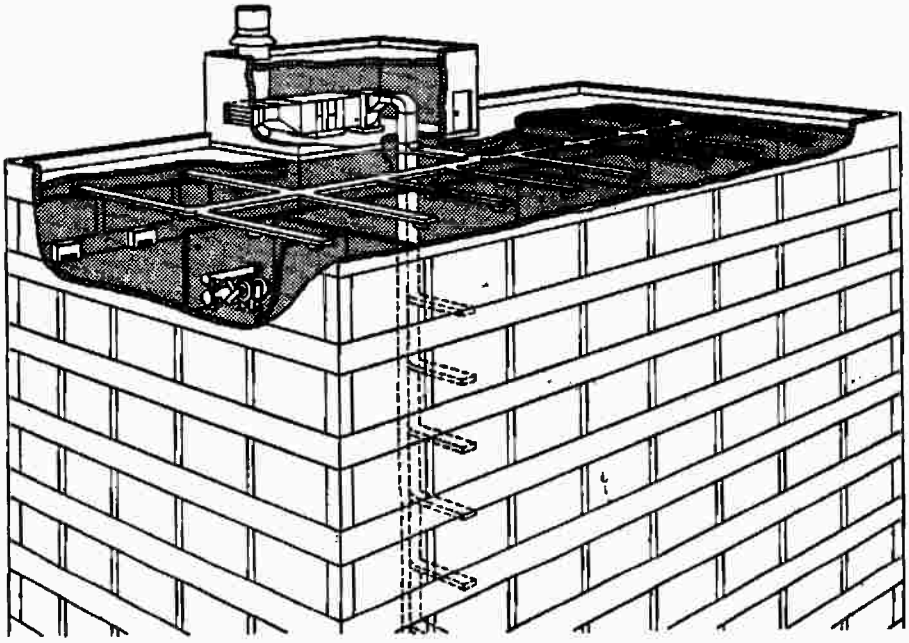


رسم رقم (٢-١٨)

– الآن يمكننا أن نرى كيف تقوم دائرة التبريد الموجودة بجهاز تكييف الهواء بتبريد الهواء وتخفيض نسبة الرطوبة الموجودة به.

إننا فى هذا الفصل من الكتاب قد شرحنا فقط المبادئ الأساسية لعملية التبريد، ولكن هذه المبادئ تعتبر فى الحقيقة هى أساسيات كل عملية من عمليات تكييف الهواء سواء الخاصة بأجهزة تكييف هواء الغرف أو الأجهزة الخاصة بالاستعمالات التجارية والصناعية الكبيرة لتكييف الهواء. الرسم رقم (٢ – ١٨).

الفصل الثالث



عمليات تكييف الهواء المركزى