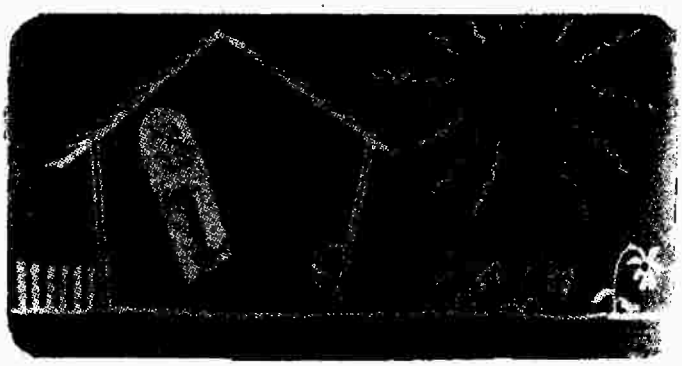
الفصل الثالث عشر



استخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء

الفصل الثالث عشر

إستخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء

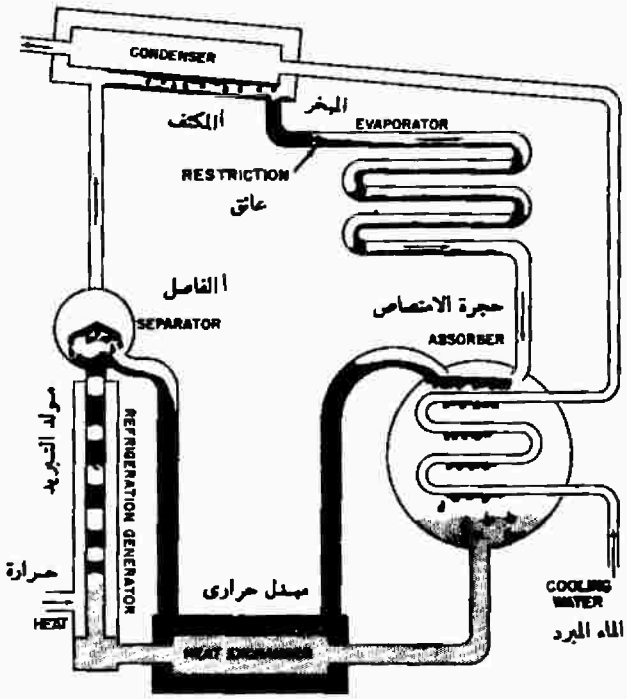
إن استخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء أصبح حقيقة اليوم، ولو أنه لم ينتشر استعمالها بشكل ملحوظ حتى اليوم.

هذا ويرجع استخدام الطاقة الشمسية تجاريا إلى شهر يناير من عام ١٩٧٧، حيث قامت شركة (أركلا –ARKLA) بالولايات المتحدة الأمريكية بوضع وحدتى تبريد من النوع الذى يعمل بالامتصاص (Absorption Machines) والتى قد تم تصميمها خصيصا لتعمل بالطاقة الشمسية، حيث تقوم بتخفيض درجة حرارة التشغيل وذلك بزيادة مسطح تبادل حرارة المولد (Generator).

هذا ولقد أضيفت إلى كل وحدة منها طلمبات لتحريك المحلول الذى يتكون من الماء كمركب تبريد (Refrigerant)، وبروميد الليثيوم (Lithiom Bromide) كممتص (Absorbent). وبذلك أمكن الحصول على جودة عالية من الوحدة عند أقل درجات حرارة تشغيل. هذا ولقد تم تصميم الوحدتين حيث كانت سعة تبريد الوحدة الأولى منها ٣ طن تبريد، والثانية ٢٥ طن تبريد.

ولإمكان فهم دائرة التبريد بالامتصاص سنقوم هنا بشرح دورة تبريد بالامتصاص مبسطة يوضحها الرسم رقم (١٣–١). ويلاحظ أن هذه الوحدة تشتمل على مكثف، ومبخر، وحجرة الامتصاص، ومبدل حرارى، ومولد تبريد، وفاصل.

ويتواجد بمولد التبريد محلول من مركب التبريد (الماء) والممتص (بروميد الليثيوم). وعندما تعطى الحرارة للمولد (فى هذه الحالة من الطاقة الشمسية) فإن جزءا من مركب التبريد يتبخر أو يغلى ويخرج من المحلول. وعندما يتصاعد بخار الماء، فإن المحلول يرتفع بتأثير عملية رفع البخار (حدوث فقاعات – Bubbling) إلى الفاصل الموجود أعلى المولد مباشرة. وبعد ذلك ينفصل كل من مركب التبريد والممتص، حيث يرتفع مركب التبريد كبخار إلى المكثف، ويتساقط الممتص إلى أسفل خلال ماسورة المبدل الحرارى، ومن هناك إلى حجرة الامتصاص. وفى نفس الوقت يرتفع مركب التبريد (بخار الماء) من الفاصل إلى المكثف، حيث يتكاثف هناك ويتحول إلى سائل



رسم رقم (١٣ - ١)

دورة مبسطة توضح عملية التبريد بالامتصاص.

بتأثير الماء المبرد الذى يمر خلال مواسير المكثف. وهذا الماء البارد يأتى إلى الوحدة من برج تبريد، أو من تغذية ماء المدينة مباشرة.

وبعد أن يتكاثف مركب التبريد إلى سائل، يمر خلال ماسورة المبخر. وهذه الماسورة تشتمل على عائق (Restriction) تعمل مثل نقطة التمدد (Expansion Point) فى دائرة التبريد الميكانيكية. وعندما يمر السائل خلال هذا العائق، ينخفض ضغطه وبذلك تنخفض نقطة غليانه. ومباشرة يتحول بسرعة (Flashes) بعض السائل إلى بخار، والباقى يتحول إلى بخار عندما يمر مركب التبريد خلال المبخر. وكما فى دائرة التبريد الميكانيكية، عندما يتحول مركب التبريد إلى بخار فى المبخر، فإنه يمتص الحرارة من حول ملفات المبخر. وبعد ما يتحول جميع مركب التبريد إلى بخار، فإنه يترك المبخر ويهبط إلى حجرة الامتصاص. وفى حجرة الامتصاص يمتص بروميد الليثيوم مرة أخرى بخار مركب التبريد من المحلول.

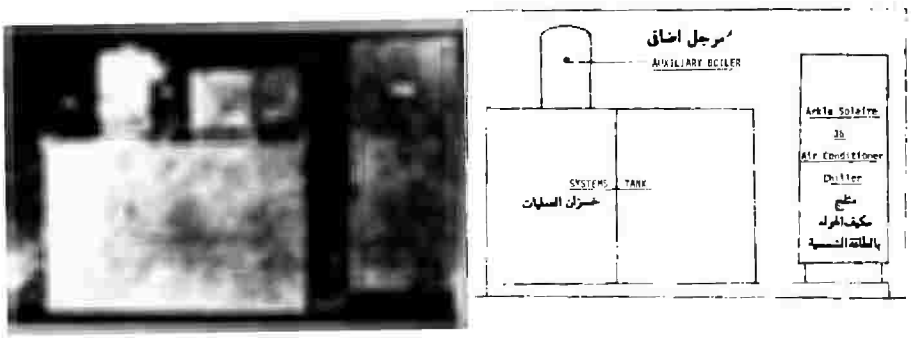
ولشرح وجود بروميد الليثيوم عند هذه النقطة يكون من الضرورى توجيه الإنتباه مرة أخرى إلى مولد التبريد، حيث يتم هناك فصل بروميد الليثيوم من مركب التبريد (الماء)، وبعد ذلك يتساقط الممتص (بروميد الليثيوم) من الفاصل إلى المبدل الحرارى، وبعد ذلك يتجه إلى حجرة الامتصاص. وعندما يتحرك الممتص خلال جدار المبدل الحرارى يحدث تأثير مزدوج، حيث يُعطى كثيرًا من حرارته إلى المحلول الذى يمر خلال المبدل الحرارى، وبذلك يعمل على إعطاء تدفئة مبدئية (Preheats) للمحلول. وانتقال الحرارة من هذا الممتص إلى المحلول تعمل أيضا على تبريد الممتص لإعداده لعملية الإمتصاص.

وتشتمل حجرة الامتصاص على ملف مواسير يمر خلال الماء المبرد، ويمر بروميد الليثيوم الممتص إلى أعلى حجرة الامتصاص ويوزع فوق جميع سطح الملف، وبهذه الطريقة فإن أقصى مساحة من المحلول الممتص تتعرض لبخار مركب التبريد الذى يأتى إلى هذه الحجرة من المبخر.

ويجب أن نفهم أنه عند هذه النقطة يكون بروميد الليثيوم، إما وحده أو فى المحلول له شراهية قوية جدا لبخار الماء. ودرجة الامتصاص تزداد عند درجات الحرارة المنخفضة، فلذلك تجهز حجرة الامتصاص بملف مواسير يمر بداخله الماء المبرد.

وبعدما يُمتص بخار مركب التبريد بواسطة بروميد الليثيوم، فإن المخلوط يتساقط مرة أخرى خلال المبدل الحرارى إلى مولد التبريد حيث تتكرر الدورة. وفى عام ١٩٧٨ تم إنتاج وحدة مجمعة للماء الساخن، والتدفئة والتبريد، متصلة مع الأجزاء الخاصة بعملية الطاقة الشمسية ومركبة على قاعدة واحدة كما هو مبين بالرسم رقم (١٣-٢). وهذه الوحدة المجمعة مركبة على هيكل واحد، يشتمل على مُثلج الامتصاص (Absorption Chiller). الذى يتم تغذيته بواسطة الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية. وتشتمل هذه الوحدة أيضا على مرجل ماء إضافى (Auxiliary Boiler) ليساعد العملية أثناء الفترات الطويلة من الاستعمال الشديد، وعند سطوع الشمس لفترات قصيرة.

الرسم رقم (١٣ - ٣) يبين دائرة مبسطة نموذجية لعملية تدفئة وتبريد تعمل بالطاقة الشمسية، موضح بها الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها. هذا وعند الحاجة



رسم رقم (١٣ - ٢)

وحدة تبريد وتدفئة من طراز (أركلا-ARKLA) تعمل بالطاقة الشمسية، مركبة على قاعدة واحدة، تشتمل على وحدة مثلج يعمل بالامتصاص، ويتم تغذيته بواسطة الماء الذى قد تم تسخينه بالطاقة الشمسية. وتشتمل هذه الوحدة أيضا على مرجل (غلاية) إضافى.

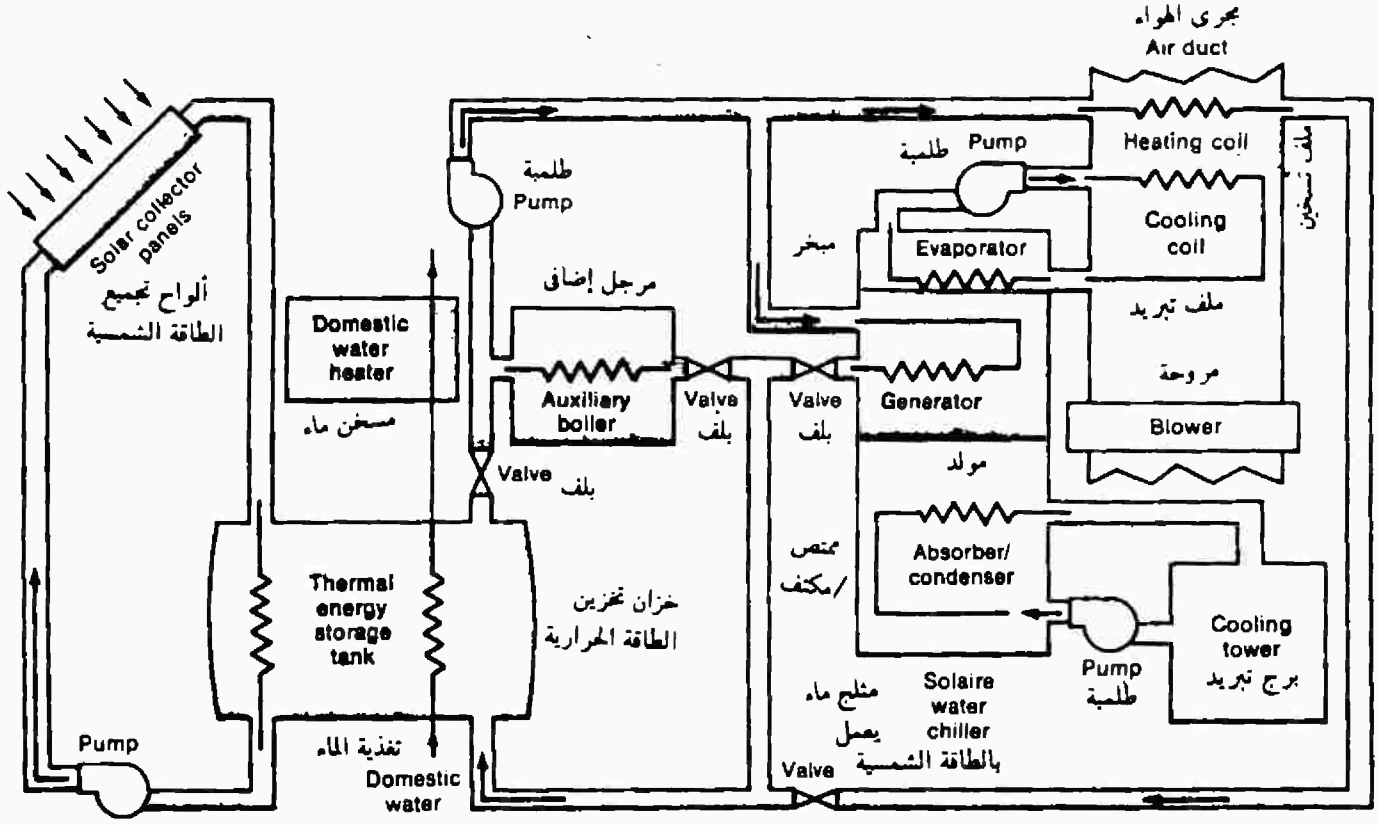
إلى عملية التبريد، فإن دائرة الماء المثلج (Chilled Water) تعمل داخل لفة مغلقة بين ملف المروحة ومثلج الامتصاص.

وعند الحاجة إلى عملية التدفئة، فإن ذلك يعمل على تغيير وضع بلف التسخين - التبريد، وبذلك تقوم الطلمبة بسحب الماء مباشرة من خزان العملية. وذلك يؤدى إلى إزاحة الماء المثلج وإدخال ماء دافىء إلى وحدة ملف المروحة.

ولقد أتاحت هذه الطريقة إلى استعمال ملف ماء واحد داخل مجارى الهواء المكيف الخاص بالمسكن، وكذلك بلف تحويل ثلاث سكك (Three - way diverting valve) وذلك لتحويل تشغيل العملية من التدفئة إلى التبريد.

هذا وبلف التشغيل الثانى يعمل كمنظم للحمل. فعندما ينخفض حمل العملية، فإن درجة حرارة الماء المثلج تميل إلى الهبوط. ومن أجل منع حدوث تذبذب (سيكله - Cycling) فى عمل مُثلج الماء (Chiller)، فإن سريان ماء المولد (Generator) الساخن يتم تهريبه (By -Passed) نتيجة لدرجة حرارة الماء المثلج. هذا ويتم ضبط عمل الوحدة أتوماتيكيا وذلك لتناسب حمل المكان المكيف حتى تنخفض إلى حوالى سعة الوحدة، مما يؤدى إلى الحصول على أحسن خواص عمل لها.

وكمثال لاستعمال الطاقة الشمسية فى كل من عملية تكييف الهواء والتدفئة وذلك

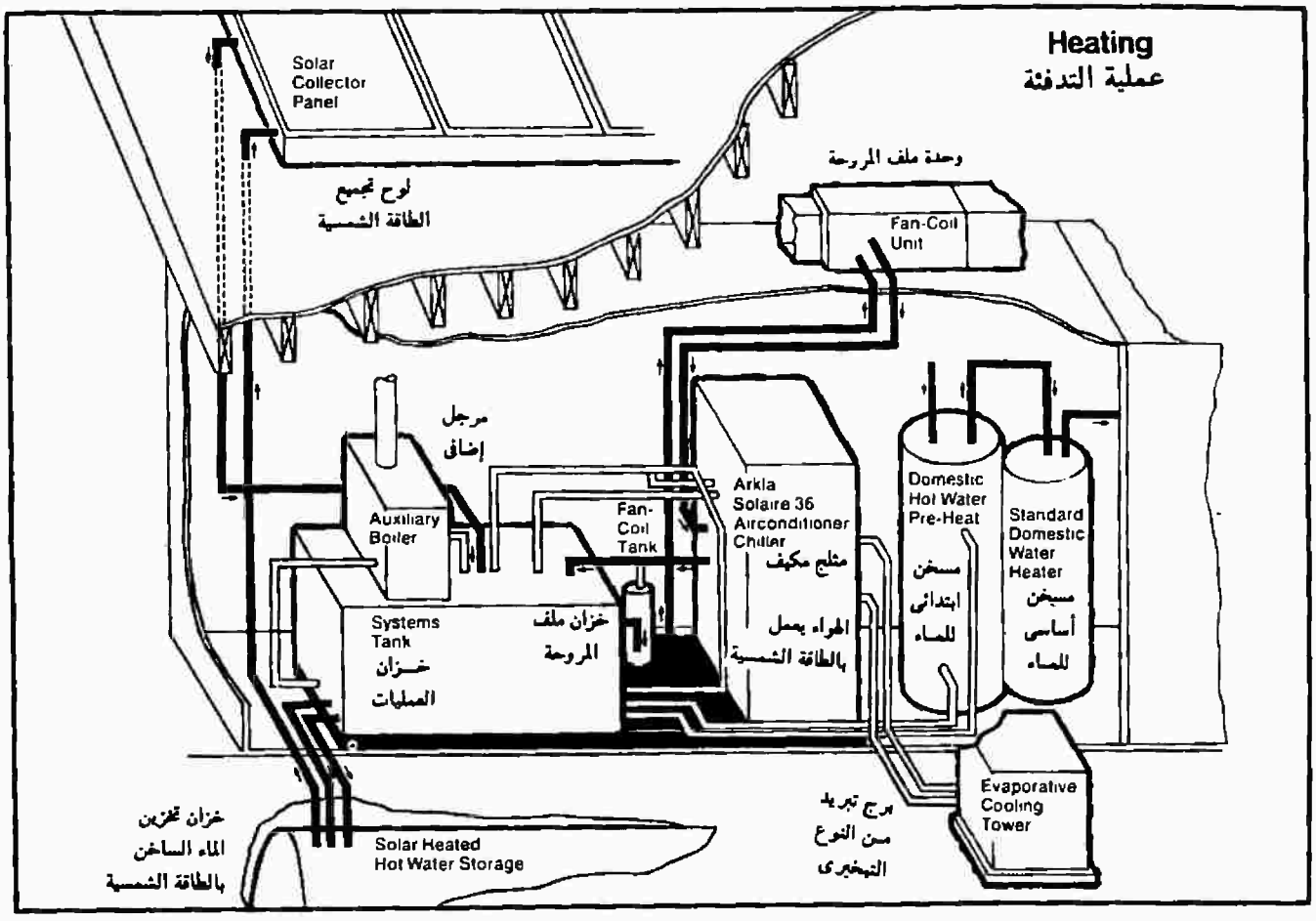


رسم رقم (١٣ - ٣)

دائرة مبسطة نموذجية لعملية تدفئة وتبريد تعمل بالطاقة الشمسية، موضحا بها الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها.

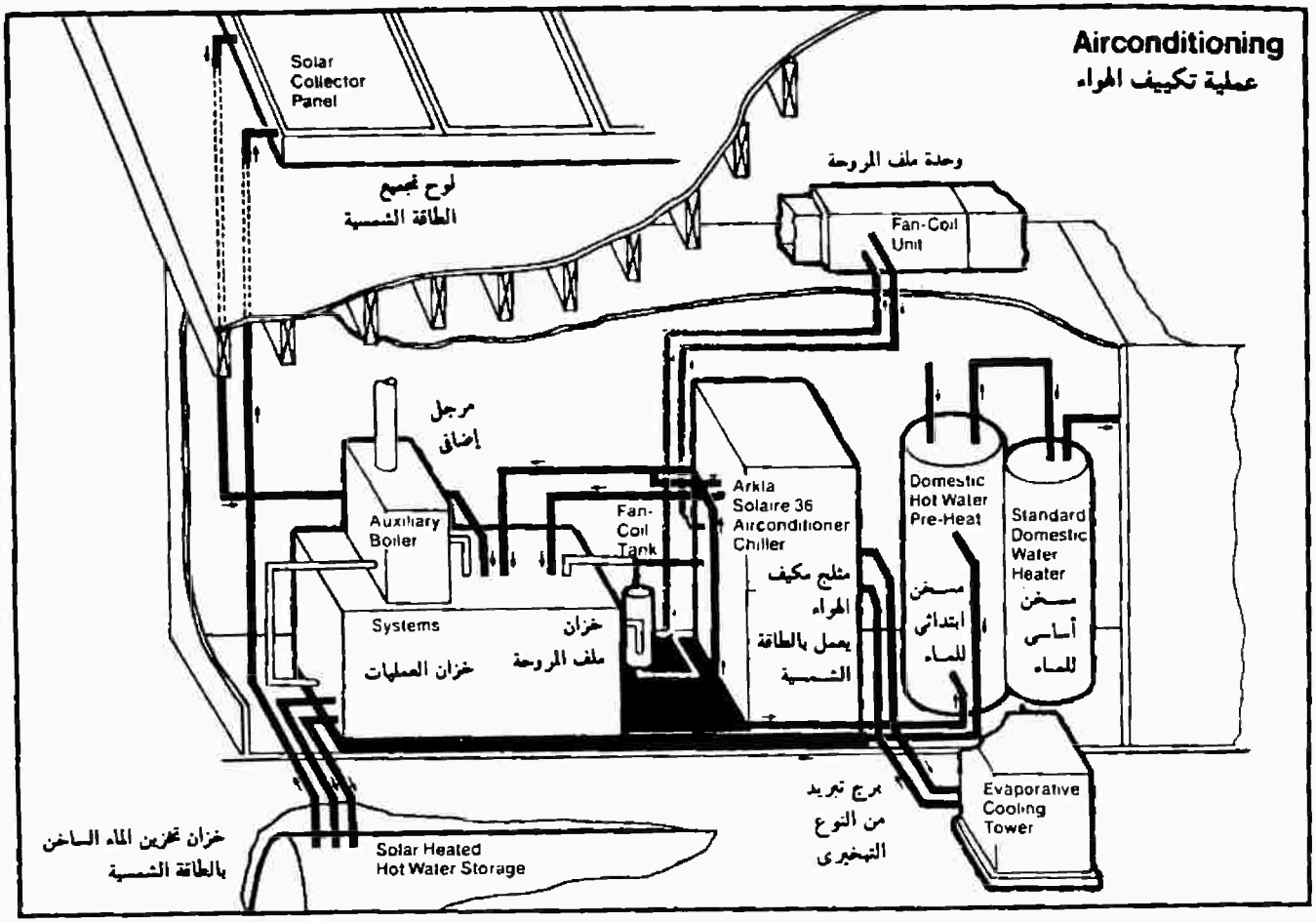
باستعمال الطاقة الشمسية سنوضح فيما يلى عمل وحدة تكييف الهواء التى تعمل بالطاقة الشمسية التى سعة تبريدها ٣ طن تبريد.

الرسم رقم (١٣ - ٤) يوضح لنا عمل هذه الوحدة أثناء قيامها بعملية تكييف الهواء خلال فصل اصيف، حيث نجد أن الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية يمر من لوح المجمع الشمسى (Solar Collector Panel) إلى أجزاء العملية وخزانات تخزين الماء الساخن. وهذا الماء الساخن بدوره يقوم بتغذية وحدة مثلج الماء الذى يعمل بالامتصاص. الآن يمر الماء المثلج إلى وحدة ملف المروحة، التى تشتمل على مروحة وملف الماء الدافىء والمثلج. ويمر الهواء فوق ملف الماء البارد حيث يعمل على تبريد المسكن. هذا وأثناء قيام هذه الوحدة بعملية التدفئة التى يوضحها الرسم رقم (١٣-٥)، فإن هذه العملية تعمل كما هو مبين فى دورة التبريد، ولكن للقيام بعملية التدفئة، فإن الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية بواسطة لوح المجمع الشمسى، يُرسل مباشرة إلى ملف المروحة الذى يقوم بتدفئة الهواء الذى يمر فوقه، وبذلك تتم عملية تدفئة المسكن.



رسم رقم (١٣ - ٤)

وحدة تكييف الهواء التى تعمل بالطاقة الشمسية، أثناء قيامها بعملية تبريد الهواء خلال فصل الصيف.



رسم رقم (١٣ - ٥)

وحدة تكييف الهواء التي تعمل بالطاقة الشمسية أثناء قيامها بعملية تدفئة الهواء خلال فصل الشتاء.

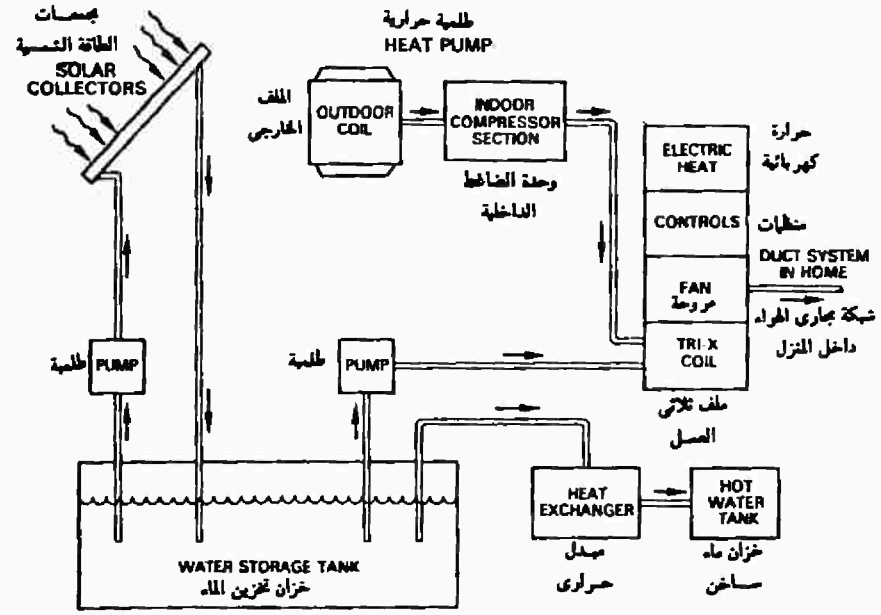
أمثلة لوحدات الطلمبات الحرارية
التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية

مثال رقم (١) - كاريير:

إن طريقة شركة كاريير (Carrier) التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية (Solar assisted heat-Pump) التى تسمى تجاريا (Solararound) تتركب كما هو مبين بالرسم رقم (١٣ - ٦) من أربعة أجزاء أساسية:

مجموعة من صفوف ألواح تجميع الطاقة الشمسية، وخزان تخزين ماء، ومواسير ووحدة طلمبة/المنظم موصلة بالأسلاك الكهربائية الخاصة بها، وملف ثلاثى العمل (Tri-x Coil).

هذا وتمتص مجموعة ألواح التجميع المركبة فوق سطح المبنى إشعاعات الشمس.



رسم رقم (١٣ - ٦)

الأجزاء التى تتركب منها وحدة الطلمبة الحرارية التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية من طراز «كاريير».

وتنتقل الطاقة الممتصة التى على شكل حرارة من ممرات المجمع المعزولة الموجودة بألواح مجمع الطاقة الشمسية إلى خزان تخزين الماء خلال مواسير معزولة. وبعد ذلك يُدفع الماء الذى قد تم تسخينه بواسطة الطلمبة إلى الملف الثلاثى العمل.

ويمر الهواء فوق هذا الملف حيث يتم تسخين الهواء. ويوزع هذا الهواء الساخن خلال سيكة مجارى الهواء الخاصة بالمسكن. وخلال فترات النهار، وذلك عندما يحتاج المسكن إلى عملية تبريد، فإن طلمبة خزان تخزين الماء تقوم بتحريك الماء المثلج (Chilled Water) خلال الملف، وبذلك يتم تبريد الهواء الذى يوزع داخل المسكن. هذا ونظرا لأن الملف الثلاثى العمل (Tri-x-Coil) يشتمل على ملفات مركب تبريد وماء فى صفوف متبادلة داخل غلاف واحد، وذلك للانتقال الفورى للطاقة الحرارية من مركب التبريد إلى الماء.

وهو يقوم بثلاث عمليات:

١ - نقل الحرارة أو التبريد من الماء المخزن إلى هواء المسكن.

٢ - نقل التبريد من مركب التبريد إلى ماء التخزين خلال ساعات فترات عدم التشغيل القصوى.

٣ - نقل حرارة الطلمبة الحرارية (Heat-Pump) أو التبريد من مركب التبريد إلى هواء المسكن لعملية التدفئة العادية أو التبريد، وذلك عندما تكون درجة حرارة ماء التخزين ليست عند الدرجة المناسبة.

هذا ومجمعات الطاقة الشمسية المستعملة فى هذه الطريقة هى من طراز الألواح المسطحة المصممة لاستقبال كل من أشعة الشمس المباشرة أو الموزعة، ويمكنها أن تمتص حرارة الإشعاع حتى خلال الأيام التى يغطى فيها السحاب سماءها.

هذا وجميع حسابات الأحمال لهذه الطريقة الجديدة باستخدام الطاقة الشمسية، وكذلك تصميم أجزائها المختلفة يجب أن يتم إجراؤها بواسطة مركز الحاسب الآلى (الكمبيوتر) الموجود بشركة كاريير العالمية بالولايات المتحدة الأمريكية.

مثال رقم (٢) - جنرال إلكتريك:

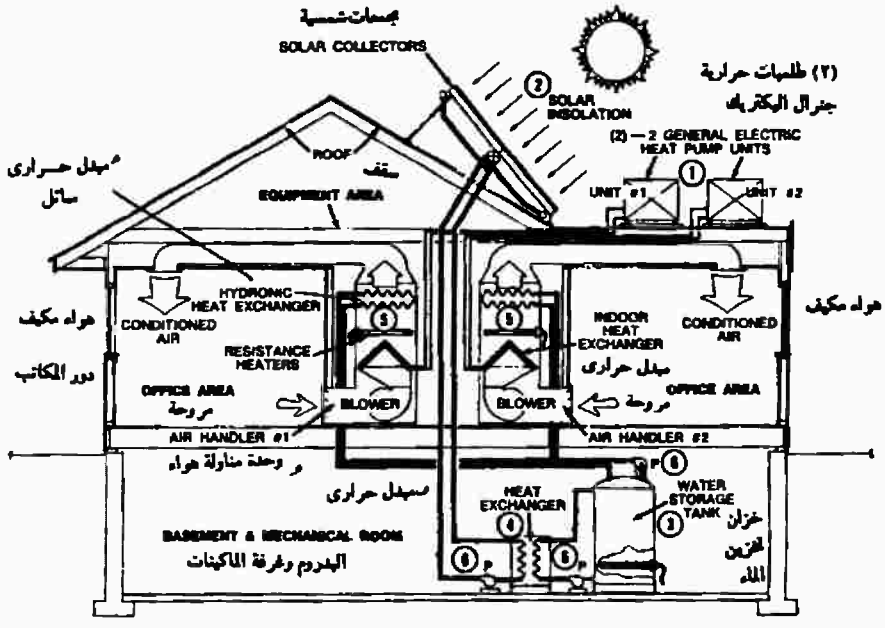
اشتركت كل من شركة جنرال إلكتريك، وفيلادلفيا إلكتريك، وديڤون - إير بالولايات المتحدة الأمريكية فى القيام بعملية تكييف هواء مبنى شركة ديڤون - إير،

وذلك باستعمال وحدة طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية، تظهر تركيبات هذه العملية بالرسم رقم (١٣ - ٧). وفى هذه العملية تقوم الطلمبات الحرارية بنقل الحرارة التى يحتويها الهواء الخارجى إلى داخل المبنى، وذلك باستعمال مركب تبريد سائل.

وتقوم عملية الطاقة الشمسية بتجميع الطاقة الشمسية مباشرة فى سائل متحرك وتخزين الحرارة فى خزان معزول لاستخدامها فيما بعد.

هذا ويؤدى الترتيب المدمج إلى تكوين منطقتين لعملية تدفئة وتبريد الهواء، وبذلك أمكن الحصول على عملية تكييف للهواء كاملة للمكاتب الموجودة بالدور الثانى من المبنى والتى تبلغ مساحتها ٢٤٠٠ قدم مربع.

وتشتمل هذه العملية على وحدتين من الطلمبات الحرارية من إنتاج جنرال إلكتريك (Weathertron) سعة كل منهما ٢ طن تبريد، وعشرة ألواح مجمعات طاقة شمسية (٢٣٤ قدم مربع) وجزان لتخزين ٥٥٠ جالون من الماء يشتمل على مسخن



رسم رقم (١٣ - ٧)

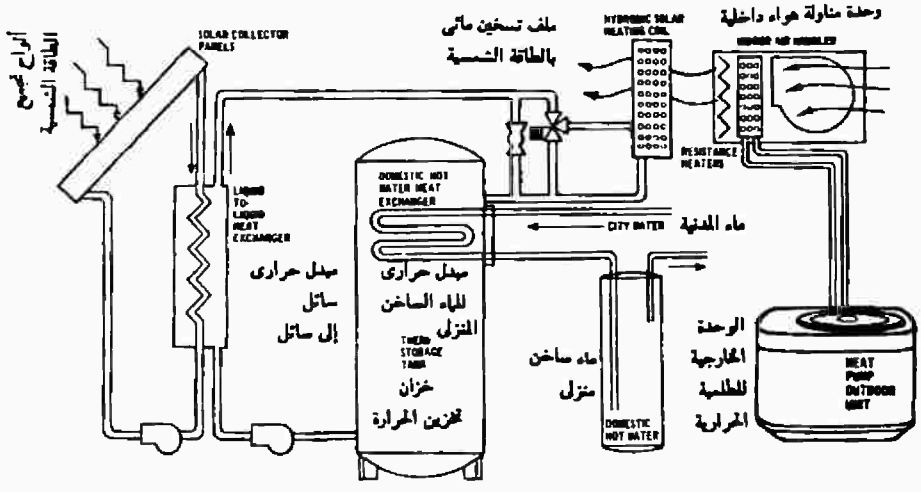
عملية تكييف هواء مبنى باستعمال عدد (٢) وحدة طلمبات حرارية من طراز «جنرال الكتريك» تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية.

كهربائى قوة ٤,٥ كيلو وات، ومبدل حرارى لمحلول جلايكول (glycol) مع الماء، وعدد (٢) مسخن كهربائى من نوع المقاومة لتركب فى مجارى الهواء قوة ٥,٣ كيلووات، عدد (٣) طلمبات لتحريك السائل.

هذا والعشرة ألواح مجمعات الطاقة الشمسية مركبة فوق سطح المبنى. والحرارة التى تؤخذ من هذه الألواح تُجمع فى سائل يتكون من ٥٠ فى المائة من محلول جلايكول الإثيلين مذاب فى الماء. ويتحرك السائل خلال صفوف هذه الألواح، وذلك عندما تزيد درجة حرارة ألواح المجمعات عن ١٢٠°ف. والسائل الذى قد تم تسخينه يمر خلال المبدل الحرارى الموجود بالدور الأول من المبنى.

هذا ولقد قامت شركة جنرال إلكتريك بتصميم عملية التدفئة والتبريد، حيث قدمت الطلمبات الحرارية، وألواح مجمعات الطاقة الشمسية. وقامت شركة ديڤون - إير بتجميع وتركيب أجزاء هذه العملية فى مبناها.

بينما قدمت شركة فيلادلفيا إلكتريك أجهزة القياس ومنظمات تشغيل كل جزء من عملية التدفئة.



رسم رقم (١٣ - ٨)

طريقة «فيدرز» لتكييف الهواء، باستعمال طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية.

مثال رقم (٣) - فيدرز:

تتركب وحدة فيدرز (Fedders) لتكييف الهواء من طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية، تشتمل على خمسة أجزاء أساسية كما هو مبين بالرسم رقم (١٣-٨)، وسنتكلم عن كل جزء منها باختصار فيما يلى:

١ - لفة المجمع (Collector) أو ما يطلق عليها بالدائرة الشمسية الابتدائية، حيث تشتمل على ألواح المجمعات الشمسية، وطلمبة لتحريك الماء، وخزان تمدد (Expansion tank)، الخ. هذا وتملأ اللفة الابتدائية بمحلول من الماء ومانع للتجمد (Anti Freeze)، يتحرك خلال اللفة بمعدل ٥٥و جالون فى الدقيقة لكل لوحة تجميع شمسية.

٢ - المبدل الحرارى (Heat Exchanger) - عندما يترك محلول الماء/مانع التجمد الذى يكون قد تم تسخينه بواسطة الطاقة الشمسية لوح التجميع، فإنه يمر خلال المبدل الحرارى (السائل إلى السائل) حيث يُعطى الطاقة الشمسية التى تكون قد أمتصت فى اللوح ويبرد للمرور التالى خلال المجمع.

٣ - لفة التخزين/النهائية (Storage/Terminal Loop) - أو التى يطلق عليها دائرة الطاقة الشمسية الثانوية، والتى تمتص الطاقة الشمسية من محلول الماء/مانع التجمد الموجود داخل المبدل الحرارى الذى يتكون من خزان تخزين الحرارة، وملف الطاقة الشمسية المائى، ويلف تهريب كهربائى (bypass valve)، وطلمبة لتحريك الماء، وخزان تمدد. هذا وتعمل طلمبة تحريك الماء، وذلك فى كل مرة تكون الطلمبة المركبة فى الدائرة الابتدائية تعمل، وذلك لتكملة عملية انتقال الحرارة فى المبدل الحرارى، وتنقل الطاقة الشمسية إلى خزان التخزين.

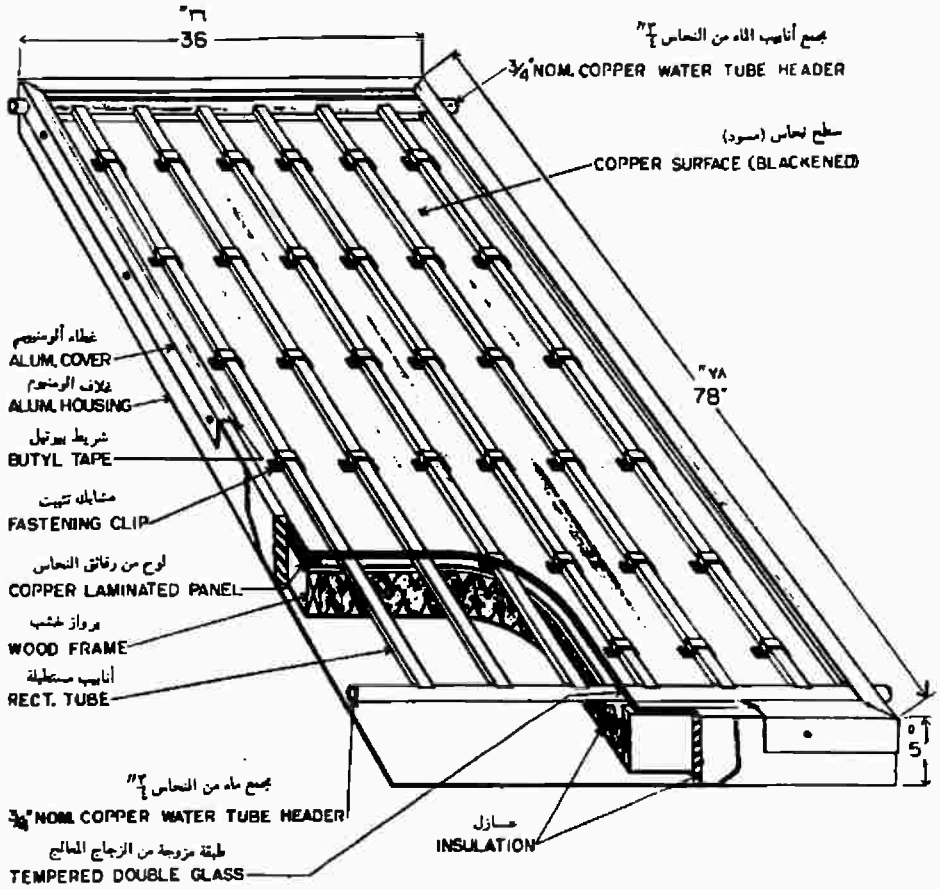
٤ - الطلمبة الحرارية من طراز (Flexhermetic II) - المركبة فى هذه الوحدة تقوم بعملية تكييف الهواء والتدفئة بطريقة الدورة المعكوسة، كما هو الحال بالنسبة للطلمبة الحرارية العادية.

٥ - لفة الماء الساخن المنزلى (Domestic Hot Water Loop) - تُعطى الماء الساخن للاحتياجات المنزلية، وذلك باستخدام الطاقة الشمسية المنخفضة التكاليف.

هذا ويقوم ملف مبدل حرارى ذو زعانف (Fins) مركب داخل خزان تخزين الحرارة بعملية التسخين المبدئية لماء المدينة الذى يغذى خزان الماء الساخن المنزلى، وذلك عندما يُسحب هذا الماء للاستعمال.

كيف يعمل مجمع الطاقة الشمسية:

يُعتبر عمل مجمع الطاقة الشمسية (Solar Energy Collecer) بسيطا جدا، حيث يقوم سطح من النحاس المسود (Blackend Copper) بامتصاص حرارة الإشعاع، وينقلها إلى السائل الذى يتحرك داخل الأنابيب التى يشتمل عليها المجمع، والمحكم تثبيتها جيدا مع سطح الممتص (Absorber Surface). وعادة يُغطى لوح المجمع بالزجاج أو أية مادة شفافة تسمح بإمرار الطاقة الإشعاعية من الشمس، ولكنها تتصيد أية طاقة يعاد إشعاعها من السطح الدافىء. هذا والرسم رقم (١٣-٩) يبين لنا لوحا نموذجيا لمجمع طاقة شمسية، والأجزاء المختلفة التى يتركب منها.



رسم رقم (١٣ - ٩)

لوح نموذجى لمجمع طاقة شمسية، تظهر به الأجزاء المختلفة التى يتركب منها.