استخدام الطاقة الشمسية في العمليات الصناعية المصرية

(UNIDO SHIP Project)

أنواع السخانات الشمسية

مقدمة

تسخين المياه بالطاقة الشمسية هو تحويل ضوء الشمس إلى حرارة لتسخين المياه باستخدام المجمعات الحرارية الشمسية. تتوفر مجموعة متنوعة من التكوينات لتقديم حلول في مختلف المناخات وخطوط العرض. تستخدم أنظمة التسخين الشمسيs على نطاق واسع للتطبيقات السكنية و التطبيقات الصناعية.

هناك نوعان من أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية:

- أنظمة السريان الطبيعي التي لا تحتاج إلى أي شيء لدوران السوائل
- نظام التدوير القسري (FC)الذي يحتاج إلى مضخات دوارة وأدوات تحكم

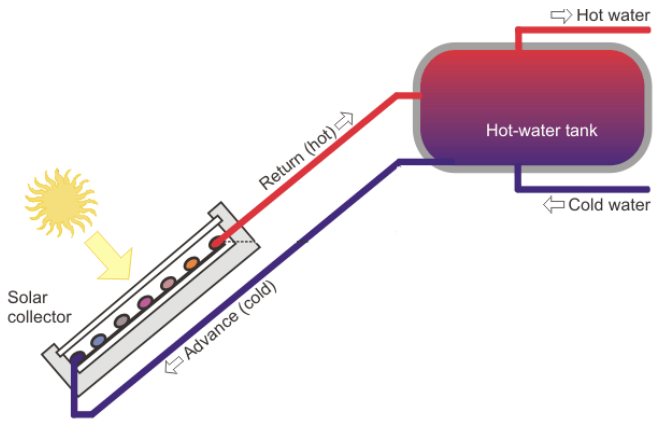
أنظمة السريان الطبيعي

تقوم هذه الأنظمة بشحن خزان التخزين عن طريق دوران مدفوع بالجاذبية. هذا يعني أن دوران مائع نقل الطاقة يتأثر بالاختلاف في الكثافة بين المائع الأكثر سخونة في المجمع والسائل المبرد في خزان التخزين الموجود فوق المجمع.

ليست هناك حاجة للمضخات وأجهزة التحكم في تشغيل هذا النظام. تعمل بكفاءة وبشكل كامل بدون كهرباء مما يجعلها أكثر الأنظمة تنافسية من حيث التكلفة.

بالنسبة لأنواع أنظمة التسخين الشمسي هذه ، هناك طريقتان لتداول السوائل:

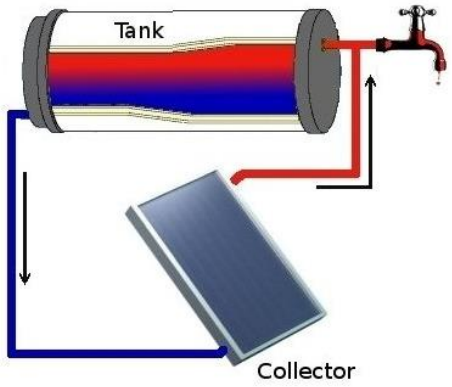
- نظام حلقة مباشرة أو مفتوحة
- نظام الحلقة غير المباشرة أو المغلقة



Functional diagram of Thermosiphon System

نظام حلقة مباشرة أو مفتوحة

في النظام المباشر ، يتم تدوير مياه الشرب من خزان التخزين إلى المجمع والعودة إلى خزان التخزين. وبالتالي ، فإن سائل تجميع الحرارة هو نفس الماء الصالح للشرب الموجود في سخانات المياه.

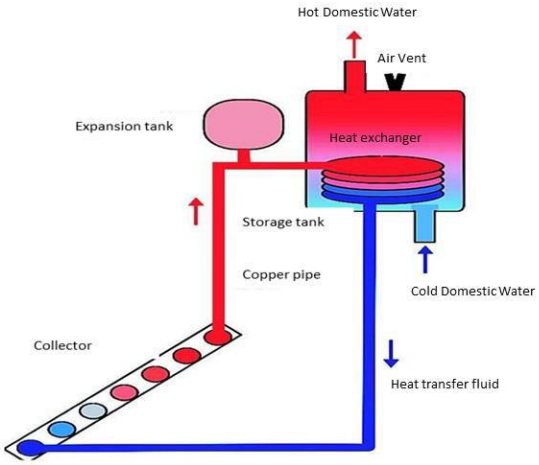


Functional diagram of Direct or Open Loop Thermosiphon System

نظام الحلقة غير المباشرة أو المغلقة

بالنسبة لنظام الحلقة المغلقة ، يدور مائع نقل الحرارة عبر أنابيب النظام دون الاختلاط بالمياه المحلية داخل الماء في خزان التخزين. في المناطق التي بها ماء عسر ، يحمي هذا النظام المجمع من تطور الميزان داخلها. يمكن أن تعمل أنظمة الحلقة المغلقة في أنظمة التدوير الحراري والقسري.

بالنسبة لنظام الثيرموسيفون ذو الحلقة المغلقة ، فإن فتحة التهوية وخزان التمدد ضروريان لحماية الدائرة المغلقة من الضغط الزائد. يستخدم خزان التمدد بشكل أساسي للتعويض عن تمدد مائع نقل الحرارة الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة في دائرة مغلقة.

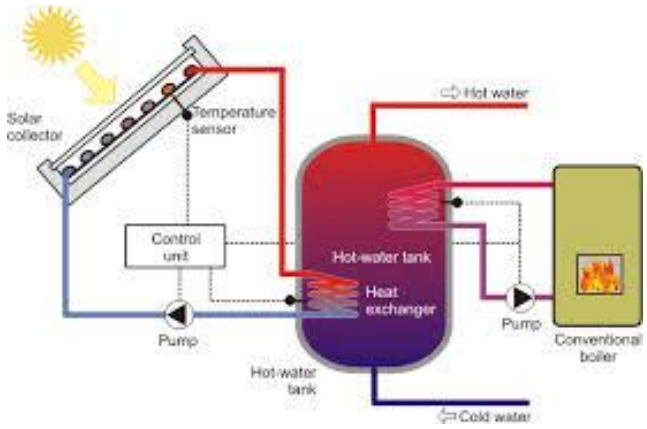


Functional diagram of Indirect or Closed Loop Thermosiphon System

نظام التدوير القسري

نظام الدوران القسري هو تركيب يتطلب عمل مضخة كهربائية لتدوير سائل نقل الحرارة بين المجمعات وخزان التخزين. تستخدم أنظمة الدوران القسري أجهزة استشعار ووحدة تحكم لتحديد ما إذا كانت المضخة ستقوم بتدوير مائع نقل الحرارة من خلال المجمع ومتى.

إذا كانت درجة الحرارة في المجمع أعلى من تلك الموجودة في الخزان وإذا كانت درجة الحرارة في الخزان لا تزال أقل من نقطة الغليان ، يتم تشغيل المضخة لنقل الحرارة من المجمع إلى الخزان. تعد أنظمة الدوران القسري أكثر تعقيدًا ولكنها تسمح بتصميم أكثر مرونة للنظام.



Functional diagram of Forced Circulation System

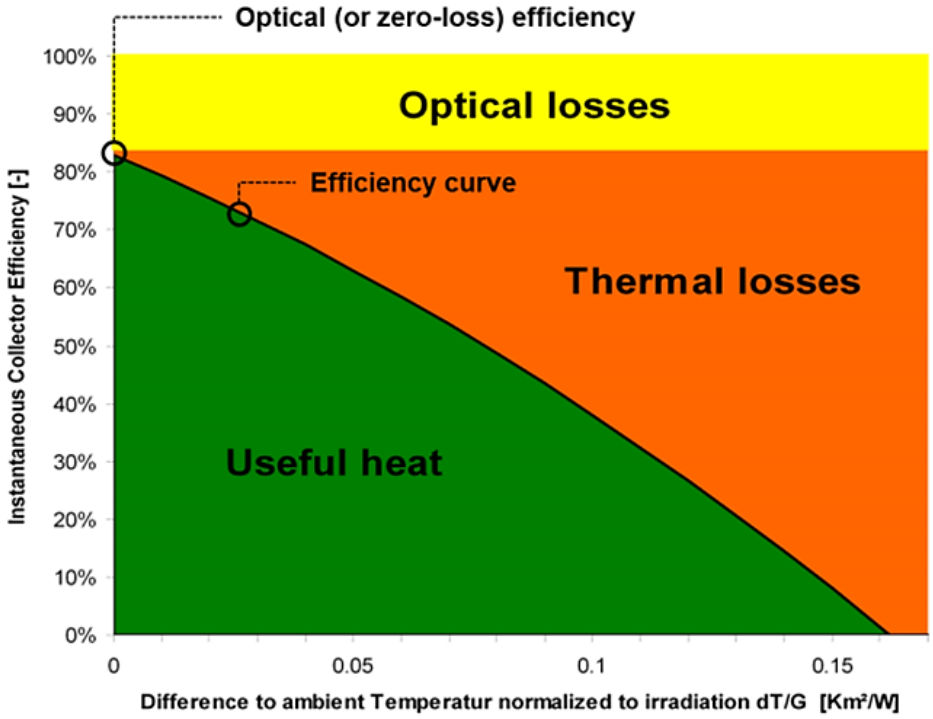
تصنيف مجمع الطاقة الشمسية

تتمثل الوظيفة الأساسية للمجمع الحراري الشمسي في تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة. يحدث هذا عندما تقوم الشمس بتسخين ممتص المجمع الشمسي المتصل بدائرة هيدروليكية لنقل وسيط نقل الحرارة إلى المشتت الحراري (تخزين الحرارة أو المبادل الحراري أو العملية المباشرة). تعتمد مفاهيم تكنولوجيا الطاقة الشمسية المختلفة على مناهج مختلفة لتوصيل الحرارة بدرجات حرارة التشغيل المطلوبة.

يعتمد أداء المجمّع الشمسي على سلوكه الحراري والبصري في تحديد مقدار الإشعاع الذي يتحول بشكل فعال إلى حرارة مفيدة. لذلك ، يمكن تصنيف الخسائر إلى

- **الفقد البصري** ، والذي يعتمد على شفافية الزجاج وامتصاص السطح الماص
- **الفقد الحراري** ، والذي يعتمد على التشمس وفرق درجة الحرارة بين الممتص والمحيط.

من أجل تجنب هذه الخسائر ، تم تطوير العديد من التقنيات والمكونات والمواد المختلفة على مر السنين مما أدى إلى وجود جامعين أكثر كفاءة. يتم وصف أداء المجمع من خلال منحنى الكفاءة (كما هو موضح أدناه) ، والذي يعتمد على درجة حرارة التشغيل ودرجة الحرارة المحيطة والإشعاع الكلي.



Solar Collector Efficiency curve

المجمعات الثابتة

تُستخدم المجمعات الثابتة (غير المتتبعة) تقليديًا لأغراض الماء الساخن أو تدفئة المساحات في القطاع السكني لنطاق درجات الحرارة المنخفضة. لا تستخدم هذه المجمعات التركيز البصري ويتم تثبيتها في موضع واحد. المجمعات الثابتة الأكثر شيوعًا هي:

- المجمعات غير المطلية
- مجمعات الألواح المسطحة
- مجمعات الأنابيب المفرغة
- مجمعات الطاقة الشمسية الهجينة الحرارية الكهروضوئية

مجمعات التتبع

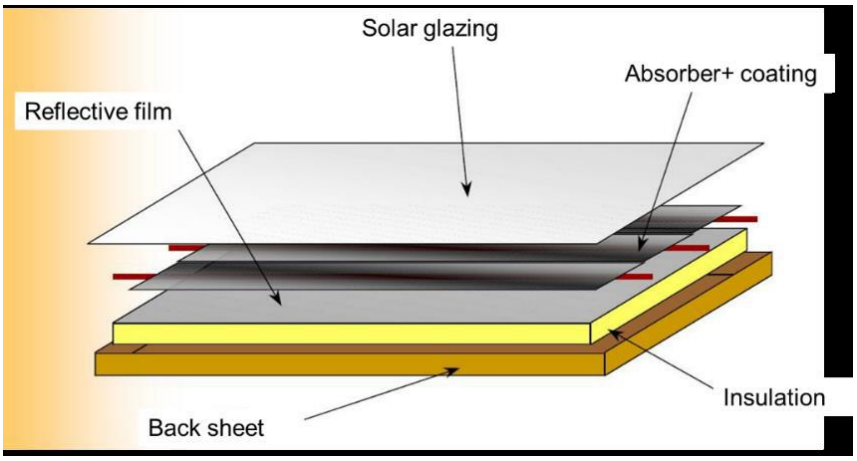
من أجل تحقيق درجات حرارة تشغيل عالية (≥ 100 درجة مئوية) في المجمع ، تركز مجمعات التركيز عنصر الإشعاع المباشر للشمس من خلال المرايا على جهاز الاستقبال. يجب أن يتتبع الجامع الشمس بمحور واحد أو محورين. كلما زاد تركيز الإشعاع الشمسي ، زادت درجة الحرارة التي يمكن

الوصول إليها في جهاز الاستقبال. في الوقت نفسه ، يزيد عامل التركيز أيضًا من متطلبات دقة التتبع. حتى مع المجمعات المركزة ، فإن التدابير المناسبة لتقليل فقد الحرارة (طلاء الامتصاص الانتقائي ، عزل الفراغ للمستقبل ، عزل الأنابيب) مهمة لتحقيق الكفاءة الجيدة في درجات حرارة التشغيل العالية. مجمعات التركيز الأكثر شيوعًا هي:

- جامعات حوض القطع المكافئ
- جامع فريسنل الخطي
- جامع أطباق شيفلر.

مجمع الألواح المسطحة

مجمع الألواح المسطحة هو أكثر أنواع المجمعات شيوعًا في جميع أنحاء العالم. على الرغم من وجود عدد من الاختلافات في تصميم مجمّع الألواح المسطحة ، إلا أن مجمّع الألواح المسطحة النموذجي عادة ما يكون صندوقًا معدنيًا بغطاء زجاجي أو غطاء بلاستيكي (يسمى التزجيج) في الأعلى ولوحة امتصاص داكنة اللون مع زعانف مجسدة (الأنابيب) داخلها. عادة ما يتم عزل جوانب وقاع المجمع.

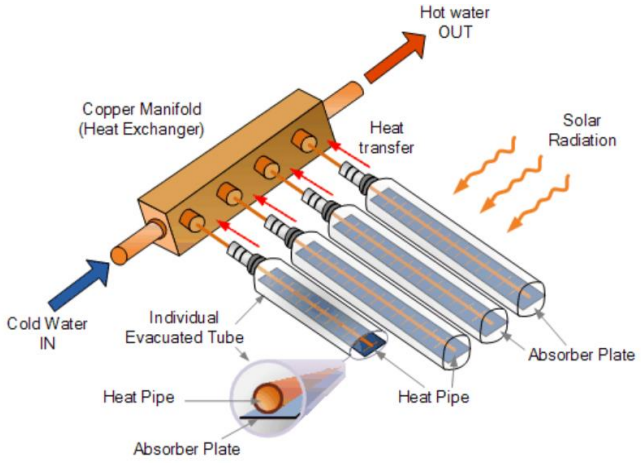


Flat Plate Collector

مجمعات الأنبوب المفرغة

مجمعات الأنبوب المفرغة مصنوعة من سلسلة من الأنابيب الزجاجية المركبة في صفوف وموصولة بصندوق مشعب يتدفق من خلاله سائل نقل الحرارة (الماء / جلايكول الماء). في الداخل ، كل أنبوب ، يوجد ماص. يوجد جهاز الامتصاص داخل أنبوب زجاجي مزدوج مع فراغ بين الأنبوبين. الأنبوب الزجاجي الداخلي له سطح انتقائي يواجه الخارج لامتصاص طاقة الشمس. يحتوي جهاز الامتصاص على أنابيب أو ممرات نحاسية يتدفق من خلالها سائل نقل الحرارة مما يسمح بنقل الحرارة بعيدًا عن جهاز الامتصاص.

يتم التخلص من فقدان الحرارة من جهاز الامتصاص بواسطة الحمل الحراري عن طريق الفراغ ونتيجة لذلك يمكن تحقيق درجات حرارة عالية لسائل التشغيل تصل إلى 120 درجة مئوية. إمكانية ارتفاع درجات الحرارة إذا كانت ذات أهمية خاصة لتطبيق تسخين العمليات الصناعية الشمسية لأنها تزيد من عدد التطبيقات التي تستخدم فيها الطاقة الشمسية.



Evacuated tube collector typical breakdown components