



شهادة اختبار خاص باللاقط الشمسي موديل التوفير 240

إنتاج وتجميع شركة التوفير لصناعة السخانات الشمسية

حمص 2007/8/28



مخبر أسس الهندسة الحرارية (الترموديناميك الهندسي و انتقال الحرارة) .
الدكتور المهندس : محمد عبده باكير

تقرير اختبار اللاقط الشمسي موديل التوفير 240 شركة التوفير لصناعة السخانات الشمسية

هذا التقرير بمثابة وثائق اختبار للاقط شمسي سائل موديل التوفير 240 صناعة شركة التوفير للسخانات الشمسية ذو أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء صناعة الصين الشعبية ، أجريت التجارب وفق طرق الاختبارات و المعايير العالمية المتبعة في إعطاء و منح الشهادة للواقظ الشمسية .
وصف النموذج :

الشكل المبين أدناه عبارة عن صورة من نموذج اللاقط الشمسي موديل 240 المختبر في كلية الهندسة الميكانيكية جامعة البحث - قسم هندسة القوى الميكانيكية- مخبر أسس الهندسة الحرارية ، يمثل النموذج سخان شمسي ذات دورة مفتوحة و مباشرة لتسخين الماء الصحي للأغراض المنزلية و غيرها ، يعتمد مبدأ السيفون الحراري في نقل و تجميع الماء الساخن داخل خزان الطاقة .



نموذج السخان الشمسي موديل التوفير 240



1. اسم المنتج : شركة التوفير للسخانات الشمسية .
2. موديل اللاقط : التوفير 240 .
3. الرقم المتسلسل: 247054
4. نوع اللاقط الشمسي: سائل.
5. بنية اللاقط : يتألف من 20 أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء و خزان من السمائلن سستيل و قاعدة معدنية لتثبيت الأنابيب و الخزان و تأمين ميل اللاقط بزواوية 45 درجة .
6. طريقة الإحكام : اجوانات .
7. فتحات الخزان : عدد الفتحات /5/ (ماء ساخن ، ماء بارد ، فتحة للحساس ، فتحة السخان الكهربائي ، فتحة تنفيس أو فتحة خزان التعمية الآلي) ، قطر الفتحة 1/2 أنش .
8. أبعاد الأنابيب الزجاجي المفرغ: 47×58×180 ملم.
9. الطبقة الماصة : سطح أسود للأنبوب الزجاجي الداخلي .
10. مادة الامتصاص: زجاج، ألمنيوم.
11. أبعاد فتحة الضوء :

$$20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times 0.058 \text{ m} = 1.995 \text{ m}^2$$

و هي تمثل المساحة العرضية للأنابيب الزجاجية المكشوفة للشمس .
12. مساحة الامتصاص:

• مساحة المقطع العرضي للأنابيب الداخلية السوداء.

$$20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times 0.047 \text{ m} = 1.616 \text{ m}^2$$

• مساحة سطح الامتصاص المكشوفة للأشعة الشمسية:

$$20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times \frac{3.14 \times 0.047}{2} \text{ m} = 2.538 \text{ m}^2$$

13. المساحة الإجمالية للاقط :مساحة وجه السخان المستقبل للإشعاع الشمسي بدون أخذ بعين الاعتبار الخزان و مساوي إلى طول السخان × العرض = 1.72×1.62= 2.78 متر مربع .
14. نوع الدارة : مفتوحة .
15. زاوية الميل : 45 درجة بين الأفق و سطح اللاقط .
16. أقصى ضغط تشغيل : 0.8 بار .





اختبار الضغط الستاتيكي (السكون) Static Pressure Test

أجري هذا الاختبار لتحديد مقاومة اللاقط الشمسي و تحمله ضد تسرب الماء من خلال اجوانات الإحكام ، و هو اختبار هيدروليكي (اختبار تسرب الضغط)
نتائج الاختبار التطبيقي للضغط على الشكل التالي :
تم ضغط اللاقط لمدة 6 ساعات بضغط 0,5 بار و كانت النتيجة :
• قيمة الضغط حالاً بعد تطبيق الضغط يساوي 0.5 bar .
• قيمة الضغط بعد 6 ساعات من تطبيق الضغط يساوي 0.5 bar .
النتيجة: $dp = 0$ وهي نتيجة جيدة ، و تكررت التجربة لأكثر من عشر مرات في فترات مختلفة .

اختبار التعرض Exposure Test

أجريت اختبارات التعرض خلال شهر آب و بشكل متقطع و بزمن لا يقل عن 4 ساعات على الأقل مع حد أدنى للإشعاع $\frac{W}{m^2}$ 950 و بمعدل درجة حرارة الهواء الخارجي 32 درجة مئوية و سجلت بيانات التعرض كل نصف ساعة و كانت نتيجة الاختبار بأنه لم يلاحظ أية تغيرات أو ضرر بنيوي في اللاقط الشمسي .

اختبار الصدمة الحرارية Thermal Shock Test

تم تعريض اللاقط قبل اختبار الصدمة الحرارية لمدة ساعة على الأقل لضوء الشمس المباشر وهي فارغة (و سجلت شدة الإشعاع الشمسي الدنيا خلال هذه الساعة $\frac{W}{m^2}$ 1050) ، أجريت اختبارات الصدمة الحرارية (ملء اللاقط فجأة بالماء البارد) في 10 أيام على الأقل و كانت درجة حرارة الماء الباردة خلال الاختبارات $24 \pm 5C^{\circ}$ ، و كانت النتيجة : عدم ظهور إشارات أو سمات ارتشاح أو تسرب للماء لا من خلال الاجوانات ولا من خلال الطبقة الداخلية للزجاج وكما حافظت منطقة التفريغ على لونها و هذا يشير بأن فراغه مازال سليماً (حافظ قاع الأنبوب الشمسي على لونه الفضي) .



محمد عبده باكثير



اختبارات المادة العازلة و الخزان.

الخزان اسطواني الشكل دبل جاكيت بينهما عازل من البولي أوريثان - Polyurethane ، بثنوي الخزان على 5 فتحات خارجية يقطر نصف أنش للاستخدامات التالية :

- 1- فتحة تغذية الخزان بالماء البارد .
- 2- فتحة خروج الماء الساخن .
- 3- فتحة لتوصيل حساس الحرارة و مستوى الماء .
- 4- فتحة لتوصيل سخان كهربائي .
- 5- فتحة تنفيس أو لاستخدامات خاصة (توصيل خزان التبريد الآلي) .

مواصفات الخزان و المادة العازلة :

- طول الخزان الخارجي : 185 سم .
- طول الخزان الداخلي : 175 سم .
- قطر الخزان الخارجي : 46 سم .
- قطر الخزان الداخلي : 36 سم .
- وزن الخزان : 19.2 كغ .
- سعة الخزان : 178 لتر .
- عدد الفتحات الخاصة لتوضع الأدبب الشمسية : 20 .
- مادة الخزان الخارجي : PVDF Galvanized Steel .
- سماكة الخزان الخارجي : 0.4 ملم .
- مادة الخزان الداخلي : SUS304 2B .
- سماكة الخزان الداخلي : 0.4 ملم .
- ضغط التحمل : 0.5 بار .
- نوع المادة العازلة : البولي أوريثان - Polyurethane foam .
- سماكة العازل الحراري : 5 سم .
- كثافة العازل الحراري : $\rho = 36 \frac{kg}{m^3}$.
- عامل التوصيل الحراري للمادة العازلة : $\lambda = 0.06 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.



• نتائج اختبار و تحليل مادة الخزان الداخلي و الخارجي :

1. مكونات مادة الخزان الداخلي:و قد أجريت التجربة لعينتين (1 و 2) :

NO	%C	%Si	%Mn	%S	%Cr	%Mo	%Ni	%Co	%Cu	%V	%W	%Fe
1	0.042	0.54	1.31	0.001	19.55	0.09	9.7	0.18	0.36	0.1	0.19	68
2	0.041	0.54	1.31	0.001	19.39	0.09	9.8	0.18	0.36	0.11	0.18	68

و النتيجة المعدن بكافى الفولاذ المقاوم للصدأ سئلس سئيل 304 / SUS304 2B .

2. مكونات مادة الخزان الخارجي:و قد أجريت التجربة لعينتين أيضاً (1 و 2) :

NO	%C	%Si	%Mn	%S	%Cr	%Mo	%Ni	%Co	%Cu	%V	%W	%Fe
1	0.065	0.01	0.28	0.005	0.01	0.002	0.019	0.002	0.01	0.002	0.005	99.5
2	0.057	0.01	0.32	0.01	0.01	0.002	0.008	0.005	0.01	0.002	0.005	99.4

و النتيجة المعدن بكافى حديد صاج مدهون من الوجهين PVDF Galvanized Steel .

الحامل المعدني للسخان الشمسي .

• مادة الحامل : Powder Coated Galvanized Steel

• السماكة : 1.2 ملم .

• زاوية الميل : 45 درجة عن الأفق .

• وزن الحامل المعدني : 15.6 كغ .

الحامل سهل التركيب و الفك ، يثبت و يجمع باستخدام البراغي ، يتحمل ويقاوم كافة القوى و العوامل الجوية .

جوانات الإحكام

• مادة جوانات الإحكام : HTV Silicon Rubber

• كثافة جوانات الإحكام : $\rho = 1.15 \frac{g}{cm^3}$

• قوة شد جوانات الإحكام : 6.4 MPa

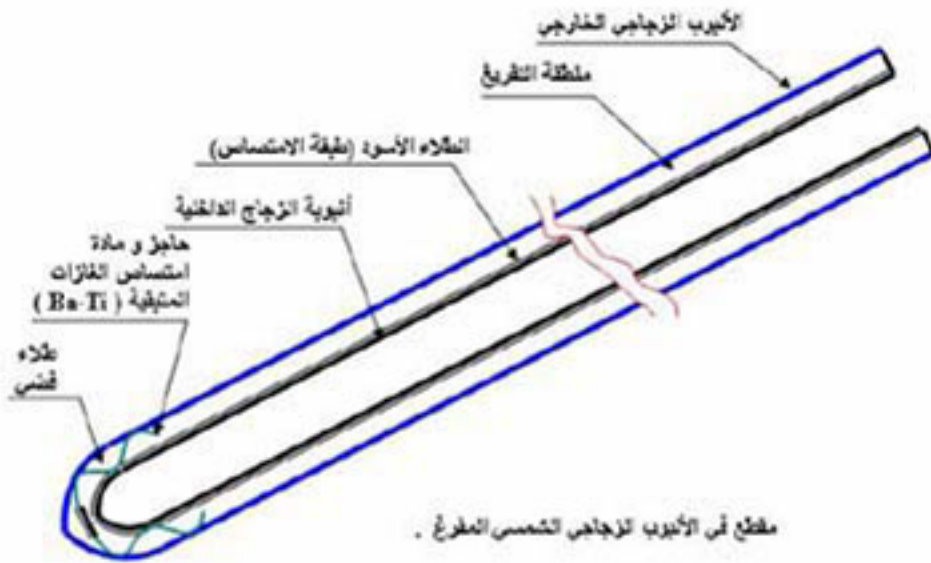
• قوة قص جوانات الإحكام : 12.5 knm



Handwritten signature

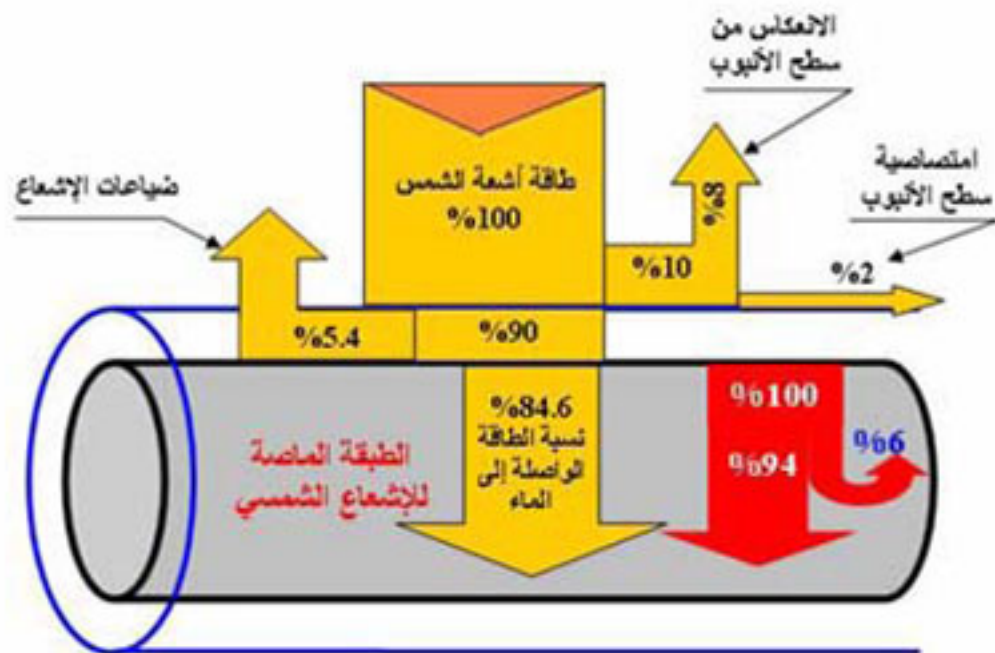
الأنبوب الزجاجي المفرغ Glass Vacuum Tube

- الشكل التالي يوضح مكونات و عناصر الأنبوب الزجاجي المفرغ:



- مادة الأنبوب الزجاجي : Super Hard Borosilicate Glass 3.3 .
- مادة الطبقة الماصة : AL – N/AL .
- طول الأنبوب: 1800 ملم .
- قطر الأنبوب الخارجي : 58 ملم .
- سماكة الأنبوب الخارجي : 1.6 ملم .
- قطر الأنبوب الداخلي: 47 ملم .
- سماكة الأنبوب الداخلي : 1.6 ملم .
- معامل التمدد الحراري: 3.3×10^{-6} .
- الامتصاصية: 92% .

- الإصدارية : 8% .
- ضغط التخخل : $5 \times 10^{-3} Pa$.
- درجة حرارة التوقف : $200 C^{\circ} >$.
- ضغط التحمل الأعظمي : 0.8 .
- وزن الأنبوب : 2 كيلو غرام .
- يقوم الباريوم Ba الموجود داخل الأنبوب بامتصاص الغازات المتبقية و تأمين الخلاء $P < 5 * 10^{-3}$.
- الشكل التالي يوضح نتائج الاختبارات الحرارية للأنبوب الزجاجي المفرغ :



مخطط الطاقة في الأنبوب الزجاجي المفرغ

مردود طبقة الامتصاص 94%



نظام التحكم بعمل السخان الشمسي

السخان الشمسي موديل النوفير 240 مزود بجهاز مائكر و كمبيوتر TK-3S - TKDZ للتحكم بنظام عمل السخان، و هو يعمل بشكل يدوي أو بشكل آلي، و يمتاز الجهاز بالجودة و دقة العمل، يقيس الجهاز مستوى و درجة حرارة الماء داخل الخزان.

وظيفة الجهاز المائكر و كمبيوتر TK-3S - TKDZ:

1. عرض قيمة درجة حرارة الماء داخل خزان السخان الشمسي .
2. عرض مستوى الماء الموجود داخل خزان السخان الشمسي.
3. تغذية الماء يدويا و ذلك بالضغط على زر التغذية أو أليا و تتم بعد مدة معينة من الأمر (وذلك في حال انخفاض مستوى الماء إلى الحد الأدنى) و تغذية فورية و تتم بشكل آلي لتعديل درجة حرارة ماء الخزان لكي يصبح ملائما للاستعمال في حال كان الخزان غير ممتلئ كليا .
4. منبه في حال نقص الماء في الخزان .
5. التحكم بدرجة الحرارة و كمية الماء معا .
6. برمجة توقيت التغذية كأن تفتح في ساعة معينة مساءً (مؤقت زمني لتغذية المياه).
7. مؤشرات ضوئية تظهر درجة الحرارة و عمل التغذية من قبل الصمام و كمية الماء في النظام.

المؤشرات و البيانات التقنية للجهاز TK-3S :

- مجال قياس درجات الحرارة: $0 - 99^{\circ}C$.
- دقة قياس درجات الحرارة: $\pm 2^{\circ}C$.
- مستوى الماء: 4 مستويات (25% , 50% , 75% , 100%).
- مصدر الطاقة : 220V.
- استهلاك الطاقة: أقل من 5W.
- قيمة جهد الصمام المغناطيسي الكهربائي : 12V.
- الشكل التالي يوضح صورة الجهاز TK-3S، و أهم مكوناته .



الفحص أو التفتيش النهائي FINAL INSPECTION

إن الغرض من هذا الاختبار لإظهار أي ضرر أو إزعاج قد لحق بالسخان الشمسي المختبر أو أحد عناصره وخاصة الأنبوب الزجاجي المفرغ ، وذلك نتيجة سلسلة الاختبارات السابقة ، كل أنبوب زجاجي (عدد الأنابيب 20) قد فتنس لأي خلل محتمل بعد سلسلة الاختبارات هذه ، حافظت الأنابيب الزجاجية الشمسية المفرغة من الهواء على لونها الفضي في القاع و هذا يشير إلى سلامة الأنابيب و المحافظة على التفريغ و بقائه سليماً .

- لم يظهر أي انحراف أو صدع أو ناكل أو أكسدة أو صدأ في أدوات التثبيت وعناصر جسم اللاقط الشمسي وكذلك جسم الخزان .
- حافظت المدادات و الحوانات على مرونتها وكما أنها لم تتنحمر أو تتنصق بمواضعها .
- عدم ظهور أية ارتشاح أو تسرب أو ناكل أو تشوه في طبقتي الأنبوب الزجاجي الشمسي .
- حافظت الطبقة الماصة على سلامتها .
- عدم انفخاخ العازل الحراري و كما حافظت على قدرة عالية للاحتباس الحراري و خواصها الفيزيائية .



نتائج اختبارات التقييم الطاقى و المردود

مساحة السطح الأسود الماص للإشعاع في الأنبوب الواحد : 0.265 متر مربع .
المساحة الكلية للسطح الأسود الماص للإشعاع في الجهاز : $5.30 = 20 \times 0.265$ متر مربع .

حجم الماء في الأنبوب الزجاجي النسبي : 3.12 Liter .
حجم الماء الخزان (مساحة الخزان)

$$\frac{\pi \times D^2}{4} \times L = \frac{3.14 \times 36 \times 36}{4} \times 175 \times 10^{-3} = 178 \text{ liter} =$$

حجم اللاقط النسبي ككل = حجم الخزان + حجم الأنبوب الزجاجي الواحد \times عدد الأنابيب =
 $240.4 = 3.12 \times 20 + 178$ ليتر

أبعاد فتحة الضوء : $20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times 0.058 \text{ m} = 1.995 \text{ m}^2$
مساحة الامتصاص:

مساحة المقطع العرضي للألياف الداخلية السوداء.

$$20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times 0.047 \text{ m} = 1.616 \text{ m}^2$$

مساحة سطح الامتصاص المكشوفة للأشعة النسبية:

$$20 \text{ Tubes} \times 1.72 \text{ m} \times \frac{3.14 \times 0.047}{2} \text{ m} = 2.538 \text{ m}^2$$

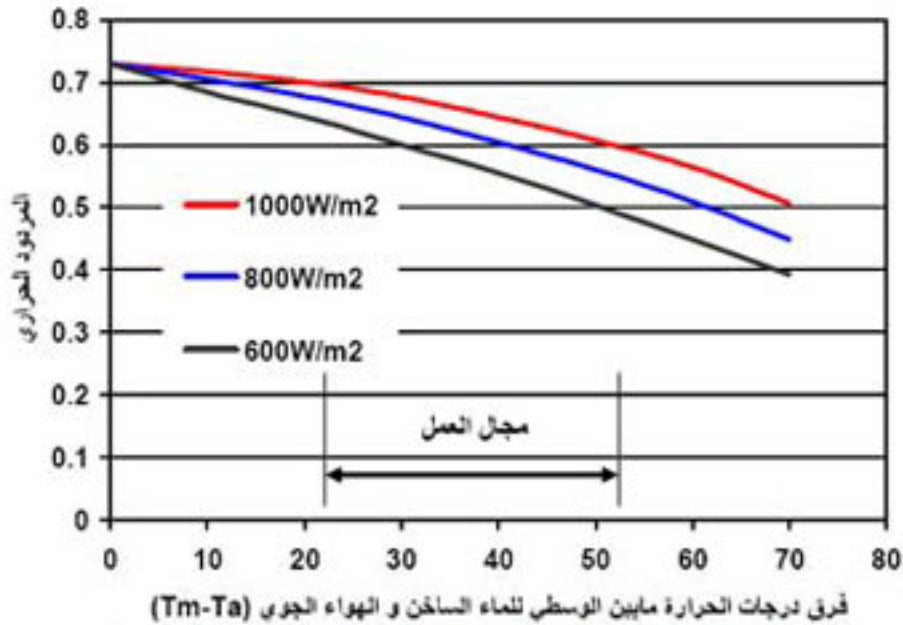
مساحة وجه سخان المستقبل للإشعاع النسبي = $1.72 \times 1.62 = 2.78$ متر مربع .

أجريت معظم الاختبارات عند شدة إشعاع لا تقل عن 600 W/M^2 .



محمد عبده باكير

المردود الحراري للجهاز بدلالة فرق درجات الحرارة



المردود الوسطي للجهاز بدون عواكس على مدى العام 60% .

المردود الوسطي للجهاز مع العواكس على مدى العام 65% .

بناء على طلب شركة التوفير لصناعة سخانات الشمسية في مدينة حمص و عملاً بموافقة و أحكام مديرية التفريغ العلمي في جامعة البعث قامت قسم هندسة القوى في كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية في جامعة البعث بدراسة شاملة للسخان الشمسي ذو الأتبابب المفرغة (سخانات التوفير موديل 240) و ذلك في مختبر أسس الهندسة الحرارية خلال شهر آب .

حمص 2007/8/28

أجريت الاختبارات بإشراف
الدكتور المهندس : محمد باكير

مصدق عميد كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
الدكتور المهندس : عدنان بونس