



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۳-۲۰۳۱۰

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO
20310-3
1st.Edition
2016

انرژی خورشیدی - اجزا و مواد کلکتور -
قسمت ۳: دوام سطح جاذب

Solar energy-Collector components
and materials
Part 3:
Absorber surface durability

ICS:27.160

استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۰۳۱۰: ۱۳۹۴

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« انرژی خورشیدی - اجزا و مواد کلکتور - قسمت ۳: دوام سطح جاذب »

رئیس:

جعفری، حسین
(کارشناسی برق و الکترونیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت آرتا سنجش آریا

دبیر:

زارعی، بابک
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ایمانی، فاطمه
(کارشناسی مکانیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

بهار، شیرین
(کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط)

کمیته TC۱۸۰ و دفتر انرژی خورشیدی سانا

حدیقه رضوان، وحیده
(دکتری شیمی آلی)

دانشگاه آزاد اردبیل

حسینی، طاهره
(کارشناسی فیزیک حالت جامد)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

حسینی، سونا
(کارشناسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

زاهد، سارا
(کارشناسی ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی)

کارشناس

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت نفت استان اردبیل	سید سیاح، میر جمال (کارشناسی مکانیک سیالات)
اداره کل استاندارد استان تبریز	صابونی، رضا (کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)
شرکت نفت استان اردبیل	صفوی، میر حسین (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
اداره کل استاندارد استان اردبیل	علایی، هاشم (کارشناسی مهندسی کشاورزی)
کارشناس	فاضلی، زهره (کارشناسی مترجمی زبان)
اداره کل استاندارد استان اردبیل	فدا، امیر (کارشناسی برق و قدرت)
شرکت سولار کار مهر	کلاهدوز اصفهانی، حمید (کارشناسی مهندسی مکانیک)
اداره کل استاندارد استان اردبیل	محمدی ادیب، جعفر (کارشناسی مکانیک سیالات)
شرکت نفت استان اردبیل	محمدی، کریم (کارشناسی ارشد مهندسی برق)
شرکت گاز استان اردبیل	معز، بهروز (کارشناسی مهندسی مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

مینایی، مژگان

(کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات)

ویراستار:

سازمان ملی استاندارد ایران

ایمانی، فاطمه

(کارشناسی مکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ط	پیش‌گفتار
ی	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ الزامات و طبقه بندی
۵	۵ روش آزمون برای ارزیابی خواص مواد به عنوان سنجش عملکرد جاذب
۵	۵-۱ نمونه برداری و آماده سازی آزمون‌ها
۵	۵-۲ شرایط نمونه
۵	۵-۳ جذب انرژی خورشیدی
۵	۵-۴ نشر حرارتی
۶	۵-۵ چسبندگی
۶	۶ آزمون‌هایی برای ارزیابی پایداری حرارتی سطوح جاذب
۶	۶-۱ اصول آزمون
۸	۶-۲ دستگاه‌ها
۸	۶-۳ روشی برای اجرای آزمون‌های دمایی بالا
۹	۶-۴ روش تعیین صلاحیت
۱۰	۷ آزمون‌هایی برای تعیین مقاومت در برابر میعان‌ات آبی سطوح جاذب
۱۰	۷-۱ اصول آزمون
۱۲	۷-۲ دستگاه
۱۳	۷-۳ روشی برای اجرای آزمون‌های چگالش ثابت
۱۳	۷-۴ روش تعیین صلاحیت
۱۴	۸ آزمونی برای تعیین مقاومت خوردگی سطح جاذب در برابر هوای با رطوبت بالا حاوی دی‌اکسیدگوگرد
۱۴	۸-۱ اصول آزمون
۱۵	۸-۲ دستگاه
۱۷	۸-۳ آزمون مرجع
۱۷	۸-۴ روش اجرای تست خوردگی در رطوبت بالا هوا حاوی دی‌اکسیدگوگرد
۱۸	۸-۵ تعیین کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول در آزمون با استفاده از آزمون‌های مرجع

۱۸	۶-۸ روش تعیین صلاحیت
۱۹	۹ گزارش آزمون
۲۰	پیوست الف (الزامی) روشی برای تعیین ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی سطح جاذب
۲۵	پیوست ب (الزامی) مشخصه‌های دما و زمان شکست در ارزیابی پایداری حرارتی سطح جاذب
۳۱	پیوست پ (الزامی) دما / چگالش و مشخصه‌های زمان شکست همراه با شمای تعیین صلاحیت در ارزیابی مقاومت به میعان‌ات آبی سطح جاذب
۳۴	پیوست ت (آگاهی دهنده) طراحی‌های مناسب برای دستگاه‌های آزمونی که باید در تعیین صلاحیت آزمون سطوح جاذب خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد.
۳۷	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد انرژی خورشیدی - اجزا و مواد کلکتور - قسمت ۳: دوام سطح جاذب « که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۴/۱۲/۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 22975-3:2014 Solar energy-Collector components and materials-Part 3: Absorber surface durability

مقدمه

برای انتخاب موثر، استفاده و نگهداری مواد در یک برنامه ارائه شده، باید شرایط سرویس دهی قبل از استفاده از آن، پیش بینی شود. ترجیحاً، دوام مواد باید به صورت کمی در شرایط طول عمر مورد انتظار، بیان شود. دوام در این مورد، توانایی یک ماده برای مقاومت در برابر سایش ناشی از عوامل خارجی محیطی می‌باشد، که ممکن است عملکرد مواد تحت شرایط سرویس دهی را تحت تاثیر قرار دهد. طول عمر سرویس دهی به عنوان دوره زمانی پس از نصب و راه‌اندازی که در طی آن اهمیت خواص مواد معین از جهت عملکرد مواد، قابل قبول و یا بیش از حداقل مقادیر قابل قبول باشد، تعریف می‌شود.

طول عمر سرویس دهی یک ماده، تنها بستگی به خواص فیزیکی و شیمیایی آن ندارد، بلکه الزام عملکرد آن در برنامه در نظر گرفته شده و عوامل خارجی محیطی می‌باشد که هر کدام از عملکردها را در شرایط سرویس دهی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در کار طراحی، پرسش مهم این است که آیا از یک ماده خاص می‌توان انتظار عمر طولانی‌تر از مقدار مشخص شده داشت که به اصطلاح طول عمر طراحی نامیده می‌شود. مرحله بعدی تعیین ملاحظات هزینه طول عمر که در محاسبه کل سیستم در نظر گرفته می‌شود. سرویس ارزیابی طول عمر ممکن است بر اساس داده‌های باز خورد عملکرد و یا نتایج حاصل از آزمون‌های کیفیت سنجی یا پذیرش مقاومت استوار باشد.

روش توصیفی توصیه شده در این استاندارد برای دوام و ماندگاری سطح جاذب خورشیدی بر انجام یک سری از آزمون‌های مقاومت سنجی کوتاه مدت استوار است. در طول دوره آزمون، عملکرد نوری سطح جاذب مورد آزمون، توسط اندازه‌گیری مقدار جذب خورشیدی و نشر حرارتی تعیین می‌شود. از اتلاف در عملکرد نوری سطح جاذب، زمان شکست آن در آزمون عملکردی مورد بررسی قرار گرفته و با کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول تعیین شده توسط طول عمر طراحی جاذب مقایسه می‌شود. طول عمر طراحی^۱، الزام عملکرد تعریف زمان شکست در شرایط اتلاف عملکرد نوری، طبقه‌بندی نوع و سطوح استرس محیطی را تحت این فرض تعیین می‌کند که سطح جاذب مورد آزمون در یک کلکتور خورشیدی صفحه تخت برای استفاده در سیستم‌های آب گرمکن خانگی و سیستم‌های ترکیبی یا تحت شرایط عملیاتی مشابه نصب خواهد شد.

روش توصیفی توصیه شده ممکن است به طور مطلوبی در توسعه و تایید انواع جدیدی از سطوح جاذب مورد استفاده قرار گیرد. از نتایج حاصل از آزمون، می‌توان نتیجه گرفت که آیا این احتمال وجود دارد که سطح جاذب آزمون شده امکان برآورد الزام برای عمر قابل قبول سرویس‌دهی در فرآیند مورد نظر را دارد یا خیر. روش آزمون شده روش توصیه شده برای آزمون دوام سنجی با ارائه نتایج در شرایط نسبتاً خوب، هم از نظر کیفی و هم کمی بر روی سطوح جاذب برای دوره‌های زمان طولانی‌تر در کلکتورهای خورشیدی تثبیت شده و تحت شرایط مربوط به آن در یک سیستم آب گرمکن خورشیدی خانگی یا سیستم‌های ترکیبی مشاهده

1-Design service life

شده است. با این وجود، اگر جاذب مورد آزمون نتواند توسط روش حاضر شرایط لازم را محقق کند، بررسی و تحقیق جامع‌تر دوام سنجی که می‌تواند به احراز شرایط لازم منجر شود توصیه می‌شود.

روش حاضر شامل سه قسمت برای آزمون جاذب، با توجه به پایداری آن در برابر درجه حرارت بالا، در برابر رطوبت بالا و میعان‌ات و در مقابل خوردگی ناشی از دی‌اکسید گوگرد موجود در جو می‌باشد. این سه قسمت مستقل هستند و می‌توانند به صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرند.

انرژی خورشیدی - اجزا و مواد کلکتور - قسمت ۳: دوام سطح جاذب

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار شکست جاذب‌های خورشیدی بر اساس تغییرات عملکرد نوری می باشد. خواص نوری مورد نظر، جذب خورشیدی و نشر حرارتی می باشد.

این استاندارد، همچنین روش‌های آزمون دوام، با تمرکز بر روی مقاومت به دماهای بالا و میعان‌ات آبی در سطح جاذب و همچنین رطوبت بالا در حضور دی‌اکسید گوگرد را مشخص می کند.

این استاندارد، برای تعیین رفتار طولانی مدت و طول عمر جاذب انرژی خورشیدی انتخابی برای استفاده در کلکتور خورشیدی نوع صفحه تخت تهویه‌داری کاربرد دارد که متناظر با شرایط یک نمونه سیستم آب گرمکن خورشیدی خانگی یا سیستم ترکیبی کار می کند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی شماره ۸۹۴۳: رنگ‌ها و جلاها- آزمون کندن برای تعیین چسبندگی؛

۲-۲ استاندارد ملی شماره ۸۸۵۸: خوردگی فلزات و آلیاژها- زدایش محصولات خوردگی از آزمون‌های خوردگی؛

۳-۲ استاندارد ملی شماره ۱۰۳۱۷: آزمون‌های خوردگی در محیط مصنوعی در غلظت‌های بسیار پایین گاز یا گازهای آلوده.

2-4 ISO 9050, Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factor

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود.

۱-۳

طول عمر طراحی

design service life

دوره زمانی قرار گرفتن در شرایط سرویس دهی پس از نصب و راه اندازی که در طی آن از سطح جاذب برای برآورده ساختن الزام عملکرد انتظار می رود.

۲-۳

زمان شکست

failure time

دوره زمانی قرار گرفتن در معرض آزمون که در آن به حد الزام عملکرد رسیده است.

۳-۳

جذب خورشیدی، α_s

solar absorptance, α_s

کسری از انرژی تابشی خورشید که توسط سطح جاذب، جذب شده است.

۴-۳

نشر حرارتی، ε

thermal emittance, ε

نسبت بین انرژی در واحد مساحت تابش یافته توسط سطح در دمای داده شده و انرژی متناظر تابیده شده توسط یک جسم کاملاً سیاه در همان دما می باشد.

۵-۳

تابع معیار عملکرد PC

performance criterion function PC

تغییر در عملکرد سطح جاذب در شرایط تغییرات در جذب خورشیدی و نشر حرارتی.

۴ الزامات و طبقه بندی

۴-۱ برای طبقه بندی دوام سطح جاذب، الزام عملکردی زیر باید بکار رود:

$$PC = -\Delta\alpha_s + 0.50\Delta\varepsilon \leq 0.05 \quad (1)$$

که در آن:

$\Delta\alpha_s$ تغییر در جذب خورشیدی است که به صورت زیر تعریف شده است:

$$\Delta\alpha_s = \alpha_{s,t} - \alpha_{s,i} \quad (2)$$

با توجه به اینکه $\alpha_{s,t}$ ، برابر با مقدار جذب خورشیدی در زمان واقعی آزمون یا در سرویس و با توجه به اینکه $\alpha_{s,i}$ برابر با مقدار اولیه جذب خورشیدی می باشد.

که در آن:

$\Delta\varepsilon$ تغییر در نشر حرارتی می باشد.

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_t - \varepsilon_i \quad (3)$$

با توجه به اینکه ε_t ، برابر با مقدار نشر حرارتی در زمان واقعی آزمون و یا در سرویس و با توجه به اینکه ε_i برابر با مقدار اولیه نشر حرارتی می باشد.

یادآوری ۱- این تابع معیار عملکرد در درجه اول بر اساس مقادیر متوسط موقعیت عملکرد سیستم‌های آب گرمکن خورشیدی خانگی و سیستم‌های ترکیبی می باشد [۴] اما، در بند ۱۰ آژانس بین المللی انرژی (IEA)^۱، روش آزمون ارجاعی، یعنی $PC = -\Delta\alpha_s - 0.25 \times \Delta\varepsilon$ ، بوده که اندکی با تعریف استفاده شده در این استاندارد اختلاف دارد. با این حال تحقیقات انجام شده توسط گروه آژانس بین المللی انرژی در مواد کلکتورهای حرارتی خورشیدی (IEA MSTC)^۲، نشان داد که ضریب وزنی ۰/۵ برای نشر حرارتی مناسب تر است. [۹]

یادآوری ۲- اگر تناسب بیشتر لحاظ شود مقادیر بالاتر برای عملکرد PC ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، $PC < 0.10$ باید نمایانگر عملکرد نوری سطح جاذب باشد، و بنابراین همچنین عملکرد سیستم‌های آب گرمکن خورشیدی خانگی و سیستم‌های ترکیبی، که اجازه می دهد تا به سطح برابر تا ۹۰٪ مقادیر اصلی در حین دوره زمانی طول عمر طراحی کاهش یابد. [۴]

۴-۲ قبل از آزمون دوام سطح جاذب، تمام آزمون‌ها، نمونه برداری شده و با توجه به شرح آن در بند ۵-۱، آماده می شود و باید با توجه به مقداری که برای جذب خورشیدی مشخص گردیده و شرح آن در بند ۵-۲ تعیین شده و مقداری که برای نشر حرارتی به طوری که در بند ۵-۳ شرح داده شده، تعیین شود.

برای واجد شرایط شدن جهت انجام آزمون، مجموعه‌ای از آزمون‌ها باید دارای انحراف معیار در مقادیر تعیین شده برای مقدار جذب خورشیدی کمتر از ۰/۰۱ و برای مقادیر تعیین شده نشر حرارتی، انحراف معیار کمتر از ۰/۰۴ باشد.

1- International Energy Agency

2- International Energy Agency Materials in solar Thermal Collectors

۳-۴ برای سطوح جاذب پوشش دار، سه آزمون اضافی باید تهیه شده و چسبندگی پوشش در آن آزمون-ها، ارزیابی شود، همانطور که در بند ۵-۵ مشخص شده است.

توصیه می‌شود برای جاذبی که جهت آزمون واجد شرایط گردد، چسبندگی پوشش باید بزرگتر از 0.15MPa برای همه آزمون‌ها باشد (استاندارد ملی شماره ۸۹۴۳).

یادآوری- اگر دقت کافی در نظر گرفته شود، چسبندگی پوشش ممکن است توسط روش ساده‌تر ارزیابی شود. روش استاندارد ملی شماره ۵۹۰۵ [۱] می‌تواند استفاده شد و الزام رضایت بخش بودن چسبندگی با سطح درجه ۱ تامین شود. به عنوان جایگزین، برخی روش‌های مناسب در استاندارد [۲] ISO 2819 می‌تواند استفاده شود.

۴-۴ برای اینکه یک سطح جاذبی با توجه به پایداری حرارتی آن واجد شرایط گردد، روش آزمون دوام اشاره شده در بند ۶ باید اعمال شود.

سطح جاذب با پایداری حرارتی کافی باید الزام نتایج آزمون مشخص شده در بند ۴-۶ را برآورده سازد.

۴-۵ برای اینکه یک سطح جاذب با توجه به مقاومت آن در برابر میعان‌ات آبی واجد شرایط گردد، زمانی که در کلکتور غیر قابل نفوذ در برابر هوا با تهویه هوای کنترل نشده بیشتر یا کمتر در کلکتور خورشیدی بکار رفته است، روش آزمون دوام که در بند ۷ توصیف شده، باید اعمال شود.

سطح جاذب با مقاومت کافی در برابر میعان‌ات آبی باید الزامات مورد نیاز برای نتایج آزمون را که به عنوان بند ۴-۷ مشخص شده، برآورده نماید.

۴-۶ اگر سطح جاذب با توجه به مقاومت آن در برابر تخریب ناشی از دی‌اکسید گوگرد به عنوان آلاینده-های موجود در هوا، واجد شرایط گردد، روش آزمون دوام که در بند ۸ تعیین شده باید اعمال شود. یک سطح جاذب ممکن است برای استفاده در دو کلاس کلکتور خورشیدی واجد شرایط گردد؛ دو طبقه نمایانگر شدت کلاس‌های مختلف با توجه به خوردگی جوی می‌باشد.

کلکتور خورشیدی نوع A: عبارت است از کلکتور خورشیدی غیر قابل نفوذ در برابر هوا و یا کلکتور خورشیدی با تهویه هوای کنترل شده در فضای بین سطح جاذب و صفحه پوششی. در بالا و در پایین قاب کلکتور خورشیدی، باید با سوراخ‌هایی جهت تهویه مجهز شود. خوردگی جوی در قسمت پایین کلکتور تحت شرایط بهره‌برداری ممکن است بطور نمونه با نرخ خوردگی ناشی از ماده روی به میزان 0.1 g/m^2 در سال مطابق باشد.

کلکتور خورشیدی نوع B: عبارت است از کلکتور خورشیدی نفوذپذیر در برابر هوا یا با مقدار بیشتر یا کمتری از تهویه هوای کنترل نشده در کلکتور خورشیدی. خوردگی جوی در قسمت پایین کلکتور تحت شرایط بهره‌برداری با نرخ خوردگی ناشی از روی به میزان 0.3 g/m^2 در سال مطابق است.

یک سطح جاذب با مقاومت کافی برای تخریب توسط دی‌اکسید گوگرد در رطوبت بالای هوا، همچنین باتوجه به تنها یک کلکتور نوع A و یا در مورد هر دو نوع کلکتورهای نوع A و B، باید الزام نتایج آزمون مشخص شده در بند ۸-۶ برآورده شود.

۵ روش آزمون برای ارزیابی خواص مواد به عنوان سنجش عملکرد جاذب

۱-۵ نمونه برداری و آماده سازی آزمون‌ها

برای آزمون دوام، آزمون با سطح جاذبی به مساحت ترجیحی (50×50) mm باید آماده شود. نمونه برداری از قطعات بزرگتر صفحه جاذب باید در چنین روشی که تغییر در خواص نوری بین آزمون‌های مختلف که به حداقل رسیده صورت گیرد. سه نمونه آزمون اضافه برای ارزیابی چسبندگی پوشش از نمونه‌های آزمون جدید^۱ مورد نیاز می‌باشد. برای اجرای برنامه کامل آزمون‌های دوام این روش توصیه شده، حداقل ۱۸ نمونه آزمون مورد نیاز می‌باشد.

۲-۵ شرایط نمونه

مقدار متوسط جذب خورشیدی و متوسط نشر حرارتی سه نمونه را تعیین کنید. حداکثر دمای جاذب ممکن برای کلکتور پوشش داده شده با پوشش ضد انعکاسی (AR) را طبق جدول ب-۱ تعیین کنید. همه آن ۱۸ نمونه را در حداکثر دمای جاذب برای حداقل ۵ ساعت با دستگاه مشابه با آنچه که در بند ۶-۲ تشریح شده تعدیل کنید. سه نمونه آزمون برای چسبندگی را مطابق با بند ۵-۵ آزمون کنید و با ۱۵ نمونه آزمون دیگر که همه آنها باید آزمون را بگذرانند ادامه دهید.

۳-۵ جذب انرژی خورشیدی

مقدار جذب انرژی خورشیدی را تعیین کنید که برای هر کدام از ۱۵ نمونه آزمون از اندازه‌گیری‌های انعکاسی در بخش الف-۱ پیوست مشخص شده است. برای مجموعه‌ای کامل از نمونه‌های آزمون همچنین مقدار متوسط و انحراف معیار جذب خورشیدی را محاسبه کنید.

۴-۵ نشر حرارتی

همچنین مقدار نشر حرارتی را برای هر یک از ۱۵ نمونه آزمون که در بخش الف-۲ پیوست مشخص شده تعیین کنید. برای مجموعه‌ای کامل از نمونه‌های آزمون همچنین مقدار متوسط و انحراف معیار، نشر حرارتی را محاسبه کنید.

۵-۵ چسبندگی

چسبندگی پوشش جاذب را یا مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۴۳ تعیین کنید (از روش عمومی برای آزمون لایه‌های سخت و تغییر پذیر در هنگام انتخاب مونتاژ آزمون استفاده کنید و از سیلندرهای آزمون با قطر ۲۰ mm استفاده کنید) یا بوسیله روشی ساده‌تر برای ارزیابی چسبندگی (به بند ۴-۳ مراجعه کنید) و به صورتی که در استاندارد مربوطه مشخص گردیده اقدام کنید.

۶ آزمون‌هایی برای ارزیابی پایداری حرارتی سطوح جاذب

۱-۶ اصول آزمون

۱-۱-۶ پیرسازی دما بالا غالباً در بسیاری از حوزه‌های کاربردی فنی برای ارزیابی پایداری حرارتی مواد استفاده می‌شود. دمای بالا باعث شتاب همه انواع فرآیندها می‌شود، به طور معمول منجر به افزایش میزان تخریب مواد می‌شود. برای پوشش جاذب انتخابی که متشکل از فلز با ذرات کوچک است، دمای بالا باعث افزایش اکسیداسیون فلزی می‌شود که بطور عمده منجر به کاهش جذب پوشش می‌شود.

۲-۱-۶ هنگامی که در یک کلکتور خورشیدی نوع صفحه تخت تک شیشه‌ای نصب گردید، سطح جاذب در معرض دمایی قرار می‌گیرد که ممکن است تا حد زیادی تغییر کند. در حالت شدید از (۲۰ °C-) تا بیش از ۲۰۰ °C. به عنوان اندازه‌گیری سطح بار حرارتی، مقدار متوسط موثر دما، T_{eff} ، در طول یک سال از بهره‌برداری برای یک سطح جاذب در اینجا استفاده شده است. که توسط عبارت زیر تعریف می‌شود:

$$\exp\left(-\frac{E_T}{R} T_{eff}^{-1}\right) = \int_{T_{min}}^{T_{max}} \exp\left(-\frac{E_T}{R} T^{-1}\right) f(T) dT \quad (4)$$

که در آن:

$f(T)$ بطور سالیانه بر اساس تابع فرکانس جهت دمای بهره‌برداری سطح جاذب در کلکتور خورشیدی است، به این معنی که کسر زمانی یک سال هنگامی که دمای بهره‌برداری در بازه T تا $T + dt$ می‌باشد؛

T_{max} حداکثر دمای سرویس سطح جاذب در کلکتور خورشیدی برحسب کلوین (K)؛

T_{min} حداقل دمای بهره‌برداری سطح جاذب در کلکتور خورشیدی در واحد کلوین (K)؛

E_T انرژی فعال سازی آرنیوس بیان کننده وابستگی دمایی واکنش تخریب حرارتی سطح جاذب؛

R ثابت قانون گاز ایده‌آل برابر با ۸,۳۱۴ J/(mol.k).

۳-۱-۶ تابع فرکانس به صورت سالانه $f(T)$ است که توسط بار آب و هوای خارجی در کلکتور خورشیدی و خواص نوری سطح جاذب خورشیدی و پوشش شیشه تعیین می‌شود.

در این روش توصیه می‌شود فرض شود که کلکتور خورشیدی تحت شرایط عملیاتی برای ۱۱ ماه از سال قرار داشته و پس از آن آب در طول روز هنگامی که درجه حرارت کلکتور خورشیدی بیش از 40°C باشد تولید و جریان می‌یابد. به مدت یک ماه در سال، در طول تابستان، کلکتور خورشیدی تحت شرایط غیرفعال می‌باشد. از نقطه نظر فرسودگی حرارتی آن تنها در روزهای آفتابی زمانی که کلکتور خورشیدی به صورت غیرفعال می‌باشد که بار درجه حرارت بر روی سطح جاذب خورشیدی منجر به تخریب حرارتی قابل توجهی خواهد شد. بار حرارتی مرجع یا تابع فرکانس دما برای یک سال نشان دهنده شرایط سرویس دهی در این روش توصیه شده بوده بنابراین به ۳۰ روز آفتابی زمانی که کلکتور خورشیدی به صورت غیرفعال بوده مرتبط می‌باشد. به شکل ب-۱ مراجعه کنید.

بار دمایی در سطح جاذب انرژی خورشیدی همچنین به خواص نوری سطح جاذب بستگی داشته و بنابراین حداکثر دمای سطح جاذب انرژی خورشیدی در طول شرایط غیرفعال اتفاق می‌افتد. حداکثر دمای سطح جاذب در این روش توصیه شده از ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی با استفاده از روابط متقابل نشان داده شده در جدول ب-۱ تعیین می‌شود. بار حرارتی مرجع برحسب متوسط موثر دما بوده و پس از آن به عنوان تابعی از انرژی فعالسازی برای تخریب دمایی با استفاده از حداکثر دمای سطح جاذب محاسبه می‌شود.

یادآوری- اگر به صورت مناسب‌تری بدست آید، تابع فرکانس دمای دیگری ممکن است برای نشان دادن شرایط سرویس دهی استفاده شود. دمای متوسط موثر جدیدی برای انرژی فعال سازی ویژه ممکن است با استفاده از فرمول ۴ محاسبه شود.

۴-۱-۶ برای ارزیابی پایداری حرارتی سطح جاذب، از آزمون‌های کوتاه مدت، افزایش تخریب حرارتی سطح جاذب در دمای بالای ثابت، استفاده می‌شود. برای تبدیل طول عمر طراحی ۲۵ سال به کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول، t_R ، برای یک آزمون دما ثابت که باید در دمای T_R اجرا شود، از تابع تبدیل زمانی زیر استفاده شده است:

$$t_R = 25 \times 8760 \exp\left(-\frac{E_T}{R}(T_{\text{eff}}^{-1} - T_R^{-1})\right) \quad (5)$$

که در آن

T_{eff} دمای متوسط موثر سطح جاذب تعریف شده در رابطه (۴)، در واحد کلوین، است.

متوسط موثر دما با انرژی فعال سازی تغییر خواهد کرد و بنابراین کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول برای آزمون دمای ثابت ویژه است.

۵-۱-۶ برای نتیجه‌گیری اینکه آیا سطح جاذب واجد شرایط است یا نه، نتایج حاصل از حداقل دو آزمون دما ثابت مختلف مورد نیاز است، مگر اینکه عملکرد نوری سطح جاذب خورشیدی آزمون شود، به طوری که

در طول اولین آزمون بی‌اثر باشد. شمای لازم و شرایط آزمون‌های دمایی به ترتیب در شکل ب-۲ تا ب-۴ و جدول ب-۲ نشان داده شده است.

۲-۶ دستگاه‌ها

۱-۲-۶ محفظه آزمونی که برای ارزیابی پایداری حرارتی سطح جاذب استفاده می‌شود باید طوری ساخته شود که:

الف- آزمون‌های دما ثابت می‌تواند تا دمای حداقل 380°C اجرا شود.

یادآوری ۱- محفظه‌های آزمون با به گردش درآوردن هوای گرم کننده به نفع مواردی که بر اساس گرمایش تابشی هستند توصیه می‌شود چرا که به دلیل اختلاف درجه حرارت بین سنسور و نمونه‌های آزمونی کمتر خواهد شد که در نتیجه شرایط دمایی یکنواخت بیشتر در محفظه‌های آزمون نوع پیشین می‌باشد.

یادآوری ۲- زمانی که از کوره‌های تابشی استفاده می‌شود، درجه حرارت نمونه‌های آزمون و درجه حرارت سنسور دما به شدت به تبادله تابش با هیترو و همچنین به خواص نوری آنها بستگی دارد. در این مورد اندازه‌گیری دمای نمونه آزمون برای کنترل گرمایش قابل ترجیح می‌باشد.

ب- دما در سطح $\pm 1^{\circ}\text{C}$ بعد از اینکه به شرایط پایدار رسید ثابت نگه داشته می‌شود که بعد از شروع آزمون می‌باشد

یادآوری ۳- حتی یک تغییر متقارن حول دمای تنظیم شده منجر به مقدار دمای متوسط موثر بالاتر با توجه به تخریب حرارتی می‌باشد.

پ- دما در محفظه بسیار یکنواخت بوده به طوری که تغییر در بین نمونه‌های جاذب آزمون شده در محدوده $\pm 1^{\circ}\text{C}$ قرار دارد. مراجعه شود به یادآوری ۱ و ۲.

ت- در طول سرد کردن محفظه بعد از مواجهه با دمای بالا، نرخ کاهش دما باید حداقل به میزان $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ۱۰ (از 200°C به 100°C) باشد. اگر محفظه این الزامات را برآورده نسازد، آزمون‌ها باید بلافاصله پس از رسیدن به زمان مشخص شده آزمون به خارج از محفظه انتقال یابد؛ به بند ۳-۴-۶ مراجعه کنید.

۲-۲-۶ ابزارهایی برای اندازه‌گیری خواص نوری سطوح جاذب الزاماتی را برآورده می‌نمایند که در پیوست الف مشخص گردیده است.

۳-۲-۶ دستگاه کشش و سیلندرهای آزمون برای اندازه‌گیری چسبندگی پوشش جاذب بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۴۳، که در بند ۵-۵ مشخص شده است. اگر روش ساده‌ای برای ارزیابی چسبندگی بکار رود، به بند ۳-۴ مراجعه کنید، از تجهیزاتی استفاده کنید که الزامات ارائه شده در استاندارد مربوطه جهت ارزیابی چسبندگی را برآورده نماید.

۳-۶ روشی برای اجرای آزمون‌های دمایی بالا

۱-۳-۶ سه نمونه آزمون از سطح جاذب با ضریب جذب خورشیدی معلوم و نشر حرارتی و واجد شرایط جهت آزمون با توجه به بند ۲-۴ را انتخاب کنید.

۶-۳-۲ دمای محفظه آزمون را به سطح مشخص آزمون افزایش دهید. پس از اینکه دما به سطح مورد نظر رسید، نمونه‌های آزمون در دمای اتاق را در محفظه آزمون قرار دهید.

۶-۳-۳ نمونه‌های آزمون را در این سطح حرارتی برای مدت زمان مشخص شده آزمون نگهداری کنید.

۶-۳-۴ پس از دوره زمانی مشخص آزمون یا وقفه برای اندازه‌گیری میزان تخریب، اقدام به کاهش درجه حرارت محفظه آزمون به دمای اتاق نمایید. میزان خنک شدگی باید حداقل (-10 K/min) باشد که این کار تا زمانی که به دمای 40°C یا 100K پایین‌تر از دمای آزمون، هر کدام که زودتر برآورده شد، ادامه می‌یابد.

اگر محفظه آزمون الزام حداقل نرخ سرد شدگی را طبق موارد بالا برآورده ننماید، نمونه‌های آزمون از محفظه آزمون باید بلافاصله پس از مدت زمان مشخص که از آزمون گذشته، خارج شود. نمونه‌های آزمون گرم باید پس از آنکه آنها از محفظه آزمون برداشته شدند بر روی یک عایق حرارتی قرار گیرد تا آسیب‌های ناشی از شوک حرارتی نمونه‌های آزمون در معرض سرمایش به حداقل برسد.

۶-۳-۵ ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون را تعیین کنید همانطور که در پیوست الف مشخص شده است.

۶-۳-۶ از تغییر در ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون، مقدار تابع PC برای هر پانل آزمون شده با استفاده از معادله (۱) را محاسبه کنید، همچنین مقدار متوسط تابع PC برای نمونه‌های آزمون مختلف را محاسبه کنید.

۶-۳-۷ اگر آزمون فقط برای اندازه‌گیری میزان تخریب با وقفه‌ای مواجه گردد، دوباره نمونه‌های آزمون را بعد از اندازه‌گیری در شرایط هوای محفظه و پس از تثبیت شرایط آزمون در سطوح مشخص که مورد تایید واقع شده است را مجدداً وارد نمایید.

۶-۴ روش تعیین صلاحیت

۶-۴-۱ مقادیر متوسط ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی سطح جاذب خورشیدی با حداکثر دمای سطح جاذب T_{\max} مورد انتظار تحت آزمون را با استفاده از جدول ب-۱ برای نمونه با پوشش ضد انعکاسی (AR) (خط ۱ جدول ب-۱) تعیین کنید. همچنین به شکل ب-۲ مراجعه کنید.

۶-۴-۲ از مقدار T_{\max} دمای T_1 اولین آزمون را تعیین کنید که با استفاده از جدول ب-۲ انجام می‌شود.

۶-۴-۳ با مجموعه‌ای از سه نمونه آزمون، آزمون را انجام دهید همانطور که در بند ۶-۳ مشخص گردیده، در T_1 شرح داده شده و اندازه‌گیری α_s و ε پس از زمان‌های آزمون به مدت ۱۸، ۳۶، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ ساعت یا تا زمانی که $PC \geq 0.05$ به دست آید. اگر بعد از ۱۸ ساعت از آزمون $PC > 0.05$ باشد، سطح جاذب با توجه به پایداری حرارتی آن واجد شرایط نمی‌باشد. در کلیه موارد دیگر، زمان t_1 وارد می‌شود به طوری که آخرین زمان آزمون / اندازه‌گیری با $PC \leq 0.05$ می‌باشد.

۴-۴-۶ اگر $PC \leq 0.15$ بعد از ۶۰۰ ساعت از آزمون باشد، کنترل کنید که آیا سطح جاذب، الزامات چسبندگی را همانطور که در بند ۵-۵ مشخص شده برآورده می‌نماید یا خیر. اگر الزام چسبندگی برآورده شود، سطح جاذب با توجه به پایداری حرارتی آن واجد شرایط می‌باشد.

۵-۴-۶ اگر $t_1 \geq 300$ ساعت و $PC > 0.15$ باشد، کنترل کنید که آیا سطح جاذب، الزام چسبندگی را همانطور که در بند ۵-۵ مشخص شده برآورده می‌نماید یا خیر. اگر الزام چسبندگی به صورت زیر ادامه یابد، از جدول ب-۲ برای تعیین مقدار T_3 که مطابق با مقدار T_{max} تعیین شده قبلی می‌باشد استفاده نمایید، همچنین از جدول ب-۲ زمان آزمون t_3 را که مطابق با مقدار t_1 تعیین شده قبلی است تعیین کنید و همچنین شکل ب-۳ را مشاهده نمایید.

با مجموعه جدیدی از سه نمونه‌ها، آزمون را در T_3 برای یک دوره زمانی t_3 انجام دهید و α_s و ε را برای تعیین PC اندازه‌گیری نمایید.

اگر $PC(T_3, t_3) \geq PC(T_1, t_1)$ سطح جاذب با توجه به پایداری حرارتی آن واجد شرایط می‌باشد.

۶-۴-۶ اگر $t_1 \leq 150$ ساعت با استفاده از جدول ب-۲ برای تعیین مقدار T_2 ادامه دهید که مطابق با مقدار T_{max} تعیین شده قبلی می‌باشد. همچنین از جدول ب-۲ زمان t_2 انجام آزمون که مطابق با t_1 تعیین شده قبلی می‌باشد را تعیین نمایید، همچنین شکل ب-۲ را مشاهده نمایید.

با مجموعه جدیدی از سه نمونه‌ها، آزمون را در T_2 با دوره زمانی t_2 انجام دهید و α_s و ε را برای تعیین PC اندازه‌گیری نمایید.

اگر $PC(T_2, t_2) \leq PC(T_1, t_1)$ باشد کنترل کنید که آیا سطح جاذب برآورده کننده الزام چسبندگی همانطور که در ۵-۵ مشخص شده می‌باشد یا خیر. اگر الزام چسبندگی برآورده شود سطح جاذب خورشیدی با توجه به پایداری حرارتی آن واجد شرایط می‌باشد.

۷ آزمون‌هایی برای تعیین مقاومت در برابر میعان‌ات آبی سطوح جاذب

۱-۷ اصول آزمون

۱-۱-۷ رطوبت بالا و اثر رطوبت و آب چگالیده بر روی مواد ممکن است انواع بیشتری از واکنش‌های تخریب را آغاز نماید. پوشش‌های جاذب انتخابی متشکل از اکسیدهای معدنی گاهی اوقات ممکن است تحت واکنش‌های هیدروتازاسیون نشر حرارتی پوشش را افزایش دهد. رطوبت بالا باید بر خوردگی الکتروشیمیایی غلبه نماید تا اینکه باعث اکسیداسیون فلز شود و به عنوان یک نتیجه عملکرد نوری پوشش ممکن است کاهش یابد.

۲-۱-۷ چنانچه پوسته کلکتور خورشیدی صفحه تخت معمولاً تهویه شود، این بدان معنی است که سطح جاذب در تماس با هوای محیطی باشد. بنابراین هوای مرطوب از محیط وارد کلکتور خورشیدی می‌شود و گاهی اوقات دمای داخلی کلکتور خورشیدی بسیار پایین بوده که مرتبط با سطح رطوبتی است که چگالش

آب در آن اتفاق می‌افتد. برخی از کلکتورهای خورشیدی غیرقابل نفوذ در برابر باران^۱ نیستند، این بدان معنی است که یک سطح جاذب در برابر دوره‌های مواجهه شده با محیط‌های خیلی مرطوب در طول عمر خود مقاومت نماید. بنابراین سطح جاذب باید با توجه به این روش مقاوم در برابر نماینده بار رطوبتی برای کلکتور خورشیدی غیرقابل نفوذ در برابر هوا با مقدار بیشتر یا کمتری از تهویه هوای کنترل نشده در کلکتور انرژی خورشیدی واجد شرایط می‌باشد.

کسر زمانی سالیانه، هنگامی که رطوبت نسبی هوا در فاصله بین جاذب و صفحه پوششی بیش از ۹۹٪ باشد به عنوان اندازه شدت رطوبت در شرایط سرویس دهی بکار می‌رود. با این حال، شدت همچنین به متوسط موثر دما در طول دوره‌های زمانی رطوبت بالابستگی دارد. متوسط موثر دما در شرایط رطوبت بالا در معادله (۴) تعریف شده است، در این مورد معادله (۳) بر این اساس، شامل پارامترهایی است که با مفهوم زیر ارائه شده است:

$F_H(T)$ تابع فرکانس بطور سالیانه برای دمای بهره‌برداری سطح جاذب در کلکتور خورشیدی است زمانی که سطح رطوبت نسبی بیش از ۹۹٪ می‌باشد، به این معنی که کسر زمان سالانه موقعی است که دمای بهره‌برداری در فاصله T تا $T + dT$ و سطح رطوبت نسبی بیش از ۹۹٪ باشد.

$T_{H,max}$ دمای حداکثر بهره‌برداری در واحد کلون، سطح جاذب در کلکتور خورشیدی، زمانی که سطح رطوبت نسبی بیش از ۹۹٪ باشد.

$T_{H,min}$ برابر با $273/15$ k می‌باشد، همانطور که پایین‌تر از این دما یخ روی سطح جاذب تشکیل می‌شود.

$E_{H,T}$ انرژی فعالسازی آرنیوس که بیان‌کننده وابستگی به دما برای واکنش تخریب سطح جاذب ناشی از عملکرد میعانات آبی می‌باشد.

در شکل پ-۱، تابع، $f_H(T)$ با این روش توصیه شده نشان داده شده است.

یادآوری - اگر داده‌های حرارت / رطوبت مناسب‌تر دیگر بدست آید ممکن است برای نشان دادن شرایط سرویس دهی مورد استفاده قرار گیرد. متوسط موثر دمای جدید برای مقادیر انرژی فعالسازی خاص ممکن است با استفاده از معادله (۳) محاسبه شود.

۳-۱-۷ برای ارزیابی مقاومت در برابر میعانات آبی سطح جاذب، آزمون‌های کوتاه مدت در دمای مختلف سطح جاذب انجام می‌شود. برای به دست آوردن ثابت چگالش آب بر روی سطح جاذب در حین آزمون، هوای اطراف در دمای ۵ درجه کلون بالاتر از دمای سطح جاذب و در رطوبت نسبی ۹۵٪ نگه داشته می‌شود. برای تبدیل طول عمر طراحی، تنظیم شده در ۲۵ سال، به کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول برای یک آزمون کوتاه مدت تنظیم می‌شود، معادله (۴)، همچنین در اینجا استفاده می‌شود.

در شکل پ-۲ کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول، به عنوان تابعی از انرژی فعالسازی، برای یک مجموعه از آزمون‌های ثابت چگالش، نشان داده شده است.

۴-۱-۷ برای نتیجه‌گیری در مورد اینکه آیا یک سطح جاذب واجد شرایط است یا خیر، نتایج حاصل از حداقل دو آزمون ثابت چگالش مختلف که در دو دمای متفاوت انجام شود، مورد نیاز است. برای این روش توصیه شده، انجام آزمون‌ها در دماهای سطح جاذب از 40°C و 30°C یا در 40°C و 60°C را شامل می‌شود.

۲-۷ دستگاه

۱-۲-۷ محفظه با شرایط آب و هوایی محل مورد استفاده باید به صورت زیر ساخته شود:

الف- شرایط آب و هوایی در محدوده‌ای از دمای اتاق و RH 50% تا حداقل 65°C و RH 95% می‌تواند به دست آید، کنترل شود و در طول آزمون مورد نظارت قرار گیرد.

ب- دما می‌تواند در سطح $1^{\circ}\text{C} \pm$ و رطوبت نسبی در سطح $3\% \pm$ RH نسبت به شرایط آب و هوایی مشخص شده در طول آزمون حفظ شود.

۲-۲-۷ نگهدارنده نمونه خنک شده برای کنترل دمای نمونه‌های آزمون در محفظه با شرایط آب و هوایی محل توصیه می‌شود به صورت زیر ساخته شود:

الف- نمونه‌های آزمون را می‌توان طوری ثابت کرد که نمونه‌های آزمون از یکدیگر و از نگهدارنده نمونه به صورت الکتریکی عایق گردند.

ب- نمونه‌های آزمون در تماس حرارتی مناسب با نگهدارنده نمونه خواهد بود که برای خنک کردن و کنترل درجه حرارت نمونه آزمون استفاده می‌شود.

پ- نمونه‌های آزمون در زاویه 45° درجه نسبت به سطح افقی قرار خواهد گرفت.

ت- دمای نگهدارنده نمونه می‌تواند برای کنترل دمای آزمون اندازه‌گیری شده و ترجیحاً می‌تواند با استفاده از سنسور پلی‌آمید Pt100 که باعث چسبندگی به سطح نگهدارنده نمونه می‌شود ساخته شده و علاوه بر این توسط یک لایه چسبنده PTFE محافظت شود.

ث- ثبات دمایی در طول زمان برای نگهدارنده نمونه $0.5^{\circ}\text{C} \pm$ تامین می‌شود.

یک نمونه مناسب نگهدارنده از آلومینیوم ساخته شده و می‌تواند برای هدف این آزمون که در پیوست د مشخص شده استفاده شود.

یادآوری- نکته مهم در حصول اطمینان از تکرارپذیری بالای آزمون چگالش نصب دقیق نمونه‌های آزمون در نگهدارنده نمونه می‌باشد. یک لایه نازک به صورت الکتریکی عایق کاری می‌کند سینک حرارتی مرکب را در ترکیب با فویل (ورق) برای کنترل نمودن فاصله که به عنوان مثال از PTFE ساخته شده، که ترجیحاً می‌تواند برای تضمین تماس حرارتی خوب استفاده شود. ترتیب ساخته شده به این معنی است که در برابر خوردگی دو فلزی می‌تواند بیش از پیش محافظت شود.

۳-۲-۷ ابزارهایی برای اندازه‌گیری خواص نوری الزامات سطوح جاذب که در پیوست الف مشخص شده برآورده می‌سازند.

۴-۲-۷ آزمون کننده کشش و آزمون سیلندرها برای اندازه‌گیری چسبندگی پوشش جاذب مطابق با استاندارد ملی شماره ۸۹۴۳ می‌باشد به زیربند ۵-۵ مراجعه کنید. اگر روشی ساده‌تر برای ارزیابی چسبندگی استفاده شده است، به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید، از تجهیزاتی استفاده نمایید که الزامات ارائه شده در استاندارد مربوطه برای ارزیابی چسبندگی را برآورده می‌سازند.

۳-۷ روشی برای اجرای آزمون‌های چگالش ثابت

۱-۳-۷ سه نمونه آزمون از سطح جاذب با ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی معلوم و واجد شرایط برای انجام آزمون با توجه به بند ۴-۲ را انتخاب کنید.

۲-۳-۷ دمای محفظه در شرایط آب و هوایی محل را در سطح 5°K بالاتر از دمای آزمون مشخص شده برای نمونه‌های آزمون تنظیم نمایید و سطح رطوبت نسبی محفظه را در $95\% \text{ RH}$ تنظیم کنید. همچنین دمای حمام ترموستاتیک را تنظیم کنید به طوری که درجه حرارت نگهدارنده نمونه در محفظه در شرایط آب و هوایی محل به دمای آزمون مشخص شده برسد.

۳-۳-۷ پس از تثبیت شرایط به دست آمده است، نمونه‌های آزمون را برای نگهدارنده نمونه ثابت نمایید. دوره زمانی انجام آزمون هنگامی که میعان‌ات آبی ابتدا در سطح نمونه‌های آزمون مشاهده گردید شروع می‌شود.

۴-۳-۷ پس از مدت زمان مشخص از آزمون و یا وقفه برای اندازه‌گیری میزان تخریب، نمونه‌های آزمون را از محفظه در شرایط آب و هوایی محل برداشته و به آرامی اقدام به حذف مقدار اضافی میعان‌ات آبی بر روی سطح نمونه‌های آزمون توسط کاغذ تمیز جاذب آب نمایید.

۵-۳-۷ شرایط نمونه‌های آزمون تحت شرایط عمود آب و هوای آزمایشگاهی به مدت حداقل ۲ ساعت، ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون را به شرح پیوست الف تعیین نمایید.

۶-۳-۷ اقدام به محاسبه تغییر در ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون، مقدار تابع PC برای هر پانل آزمون شده با استفاده از معادله (۱)، محاسبه نمایید. همچنین مقدار متوسط تابع PC برای نمونه‌های مختلف آزمون را محاسبه نمایید.

۷-۳-۷ اگر آزمون فقط برای اندازه‌گیری میزان تخریب با وقفه همراه باشد دوباره نمونه‌های آزمون را پس از اندازه‌گیری به محفظه با شرایط آب و هوایی محل پس از تثبیت شرایط آزمون در سطوح مشخص شده مورد تایید وارد نمایید.

۴-۷ روش تعیین صلاحیت

۱-۴-۷ با مجموعه‌ای از سه نمونه آزمون، آزمون انجام می‌شود که در بند ۷-۳ مشخص شده در دمای $T_1 = 40^{\circ}\text{C}$ و α_s و ε ، پس از زمان‌های آزمون ۱۸، ۳۶، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ ساعت اندازه‌گیری نمایید یا تا زمانی که مقدار $PC \geq 0.05$ به دست آید. اگر بعد از ۱۸ ساعت از آزمون $PC > 0.05$ باشد، سطح جاذب خورشیدی با توجه به مقاومت آن در برابر میعان‌ات آبی واجد شرایط

نمی‌باشد. در همه موارد دیگر، زمان t_1 که آخرین زمان آزمون/اندازه‌گیری با $PC \leq 0.05$ می‌باشد آغاز می‌شود. همچنین به شکل پ - ۲ مراجعه کنید.

۲-۴-۷ اگر $PC \leq 0.15$ باشد بعد از ۶۰۰ ساعت از انجام آزمون، کنترل کنید که آیا سطح جاذب الزامات چسبندگی را همانطور که در ۵-۵ مشخص شده برآورده می‌نماید یا خیر. اگر الزام چسبندگی برآورده شده، سطح جاذب با توجه به مقاومت آن به میعانات آبی واجد شرایط می‌باشد.

۳-۴-۷ اگر $t_1 \geq 300$ ساعت باشد و $PC > 0.1$ باشد و اگر بستر جاذب از آلومینیوم ساخته نشده باشد کنترل کنید که آیا سطح جاذب الزام چسبندگی همانطور که در بند ۵-۵ مشخص شده را برآورده می‌نماید یا خیر. اگر الزام چسبندگی طبق روند آورده شده در ادامه مبحث پیش رفته باشد. از جدول پ-۲، جهت تعیین زمان آزمون t_3 استفاده کنید که مطابق با مقدار تعیین شده قبلی t_1 می‌باشد، همچنین به شکل پ-۳ مراجعه کنید.

با مجموعه جدیدی از سه نمونه‌ها که یک آزمون را در $T_3 = 60^\circ C$ (به جدول پ-۲ مراجعه کنید) برای یک دوره زمانی t_3 انجام دهید و α_s و ε را برای تعیین PC اندازه‌گیری نمایید.

اگر $PC(T_3, t_3) \geq PC(T_1, t_1)$ باشد، سطح جاذب با توجه به ثبات دمایی آن واجد شرایط می‌شود.

۴-۴-۷ اگر $t_1 \leq 150$ ساعت یا اگر بستر جاذب از آلومینیوم ساخته شده باشد با استفاده از جدول پ-۳ برای تعیین زمان آزمون t_2 کار را ادامه دهید به طوری که مطابق با مقدار t_1 که قبلاً تعیین شده برای دمای آزمون دومی $t_2 = 30^\circ C$ می‌باشد، همچنین مراجعه شود به شکل پ-۴.

با مجموعه جدیدی از سه نمونه‌ها، آزمون را در T_2 با دوره زمانی t_2 انجام دهید و α_s و ε را برای تعیین PC اندازه‌گیری نمایید. اگر $PC(T_2, t_2) \leq PC(T_1, t_1)$ باشد کنترل کنید که آیا سطح جاذب برآورده کننده الزام چسبندگی همانطور که در ۵-۵ مشخص شده می‌باشد یا خیر. اگر الزام چسبندگی سطح جاذب خورشیدی را برآورده نماید با توجه به مقاومت آن به میعانات آبی واجد شرایط می‌باشد.

۸ آزمون برای تعیین مقاومت خوردگی سطح جاذب در برابر هوای با رطوبت بالا حاوی دی‌اکسید گوگرد

۱-۸ اصول آزمون

۱-۱-۸ بسیاری از آلاینده‌های هوا، مانند دی‌اکسید گوگرد موجود در هوا به عنوان ماده اصلی اثرگذار، باعث شتاب بخشیدن بیشتری به خوردگی الکتروشیمیایی مواد فلزی در رطوبت بالا می‌شود، همانطور که کلکتور خورشیدی باعث تبادل هوا با محیط می‌شود، این بدان معنی است که آلاینده‌های هوا از محیط به کلکتور خورشیدی و سطح جاذب انتقال می‌یابد. بنابراین آلاینده‌های موجود در هوا ممکن است، در دراز مدت بر عملکرد نوری یک جاذب با ارتقای حملات خوردگی در بستر فلزی را تحت تاثیر قرار دهد. آلاینده‌های هوا نیز ممکن است باعث افت عملکرد نوری پوشش رنگی دانه‌بندی شده با ذرات فلزی کوچک در جاذب انتخابی شود که در نتیجه اکسیداسیون/ خوردگی ذرات فلزی می‌باشد.

۲-۱-۸ با توجه به ماهیت پیچیده تخریب ناشی از آلاینده‌های هوا، خوردگی جوی، همانطور که از مواجهه پانل‌های استاندارد فلزات که در استاندارد ملی شماره ۱۶۸۴۵ : ۱۳۹۲، [۳] مشخص شده تعریف می‌شود که در اینجا استفاده می‌شود. به طور دقیق‌تر، نرخ خوردگی مربوط به روی به عنوان معیاری برای شدت استرس محیطی در سطح جاذب در کلکتورهای خورشیدی تعیین گردیده و دی‌اکسیدگوگرد به عنوان آلاینده‌های مهم هوایی با توجه به تخریب سطح جاذب در نظر گرفته می‌شود. همانطور که در بند ۴-۶ شرح داده شده، دو کلاس شدت در اینجا استفاده می‌شود که مربوط به دو نوع از کلکتورهای خورشیدی می‌باشد که برای هر کدام از نرخ‌های خوردگی جهت روی تعریف می‌شود.

یادآوری - اگر سطوح دیگر مناسب‌تری از خوردگی جوی یافت شود ممکن است برای نشان دادن شرایط سرویس دهی بکار رود، سطوح جدیدی از خوردگی جوی نیز ممکن است برحسب نرخ‌های خوردگی فلز دیگر نسبت به روی بیان شود. اگر به صورت مناسب‌تری دریافت شود.

۳-۱-۸ برای ارزیابی مقاومت در برابر خوردگی جوی سطح جاذب، قرار گرفتن در معرض رطوبت بالا هوای حاوی غلظت کمی از دی‌اکسیدگوگرد (10^{-6}) به تصویب رسید. برای تبدیل طول عمر طراحی ۲۵ سال به عنوان کوتاه‌ترین شکست قابل قبول که مربوط به دو طبقه شدت تعریف شده است، اصول آزمون مقایسه‌ای بکار رفته است. این به این معنی است که تابع تبدیل زمانی برای تخریب عملکرد نوری سطح جاذب فرض شده که توصیه می‌شود مشابه خوردگی روی باشد.

یادآوری - در این مطالعه از رنگ دانه‌های نیکل آلومینیوم آنودایز شده برای پوشش جاذب همانطور که در مرجع ۴ مشخص شده استفاده گردید که تقریباً تصور می‌شد که تابع تبدیل زمانی برای تخریب پوشش‌های آلومینیوم آنودایز شده با رنگ دانه‌های نیکل مشابه با خوردگی روی باشد. معقول بودن این فرض با نتایج اندازه‌گیری‌های مقدار دی‌اکسیدگوگرد رسوبی در این نوع از پوشش‌ها در طول آزمون‌های آزمایشگاهی حمایت شده که شامل قرار گرفتن در معرض هوا در رطوبت بالا حاوی دی‌اکسیدگوگرد و در طول انجام آزمون‌های سرویس جاذب‌ها در کلکتور خورشیدی می‌باشد. [7]

۴-۱-۸ برای نتیجه‌گیری اینکه آیا یک سطح جاذب واجد شرایط است یا نه، نتایج حاصل از یک آزمون، شامل قرار گرفتن در معرض هوای گردشی با رطوبت نسبی ۹۵٪ RH، دمای $20^{\circ}C$ ، و با نسبت حجمی دی‌اکسیدگوگرد 10^{-6} ، مورد نیاز است. این آزمون در اصل در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۱۷، توصیف شده، ضروری می‌باشد.

۲-۸ دستگاه

۱-۲-۸ اتاقک در شرایط آب و هوایی محل با محفظه داخلی و سیستم جریان گاز، باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۱۷ مطابقت داشته باشد. نمونه‌ای از یک طراحی مناسب در پیوست د نشان داده شده است.

تجهیزات مورد استفاده برای آزمون باید مانند زیر ساخته شود:

الف- محفظه داخلی و سیستم جریان گاز حاوی مواد بی‌اثر، به عنوان مثال شامل PTFE یا شیشه، برای جلوگیری و یابه حداقل رساندن جذب دی‌اکسیدگوگرد در سطوح دیگر به نسبت آن نمونه‌های آزمون دیگر.

ب- جریان هوا و سیستم تزریق دی‌اکسیدگوگرد برای اطمینان از شرایط آزمون یکنواخت در محفظه داخلی یا فضای کار محفظه طراحی شده است.

یادآوری ۱- در رایج‌ترین طراحی تجهیزات آزمون، شرایط آزمون در فضای کاری با معرفی مداوم کمیت و مقدار لازم دی‌اکسیدگوگرد به یک جریان هوای مرطوب برای به دست آوردن غلظت مورد نیاز به دست آمده است. دی‌اکسیدگوگرد و هوای تهویه در خارج از محفظه مخلوط می‌شوند. هوای تهویه محفظه بیرونی از محفظه هوایی گرفته شده است. جریان هوا پس از تزریق دی‌اکسیدگوگرد با جریان چرخشی فضای آزمون ترکیب شده و در نتیجه جریان گاز حاصل به محفظه داخلی یا فضای کار محفظه وارد شده است. نیمی از جریان شرایط آزمون از طریق محفظه داخلی ممکن است به گردش بیافتد.

برای اطمینان از شرایط یکنواخت آزمون در فضای کاری، فضای آزمون به طور معمول به فضای کاری از پایین و خروجی که در بالا قرار می‌گیرد مجهز شده است. صفحات سوراخ شده در مقابل دهانه‌هایی برای اطمینان از جریان هوای یکنواخت از طریق فضای کاری تعبیه می‌شود.

پ- یکنواختی درجه حرارت در فضای کار باید بهتر از $1^{\circ}\text{C} \pm$ و یکنواختی نسبی رطوبت بهتر از $3\% \pm$ باشد. در شرایط خوردگی، همانطور که در شرایط میزان خوردگی استاندارد فلزات بیان گردید، یکنواختی نباید کمتر از 5% باشد.

یادآوری ۲- یکنواختی شرایط آزمون در فضای کار ممکن است به طور منظم در مواجهه تعدادی از قطعات مس بررسی شود که در موقعیت‌های مختلف در فضای کار در طول مواجهه دی‌اکسیدگوگرد قرار داده شده است. تفاوت‌ها در تغییر وزن قطعات فلزی نشان می‌دهد که آیا یکنواختی شرایط آزمون در محدوده مشخص شده است یا نه.

ت- جریان هوای مرطوب باید در تحمل درجه حرارت مشخص شده $1^{\circ}\text{C} \pm$ و رطوبت نسبی $3\% \pm$ باشد و جریان خطی هوا باید در طیف وسیعی از 1mm/s تا 5mm/s باشد. جریان هوای مرطوب باید به صورت عاری از قطرات آب و یا ذرات معلق در هوا باشد.

یادآوری ۳- در طراحی رایج‌ترین تجهیزات آزمون، هوا به اتاقک بیرونی محفظه پس از تصفیه و تخلیص به وسیله زغال فعال و یک فیلتر ذرات وارد می‌شود. گاز دی‌اکسیدگوگرد ممکن است از یک سیلندر تحت فشار با خلوص بالای گاز دی‌اکسیدگوگرد در کسر حجمی 10^{-3} در خلوص بالای گاز نیتروژن پر شده، گرفته شود.

ث- توصیه می‌شود برای مواجهه آزمون در فضای کاری، از نگهدارنده نمونه استفاده شود بنابراین نمونه‌های آزمون یک دیگر را محافظت نمی‌کنند و یا برای یکنواختی جریان هوا در سراسر اتاق ایجاد مزاحمت نمی‌کنند.

ج- دما، رطوبت نسبی و غلظت دی‌اکسیدگوگرد در جریان هوا در خروجی فضای کاری تحت نظارت است به طوری که آنها منعکس کننده شرایط آزمون واقعی برای پانل‌های آزمون می‌باشند.

۸-۲-۲ ابزاری برای اندازه‌گیری خواص نوری سطوح جاذب مطابق با الزامات همانطور که در پیوست الف مشخص شده وجود دارد.

۸-۲-۳ دستگاه کشش و سیلندرهای آزمون برای اندازه‌گیری چسبندگی پوشش جاذب بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۴۳ می‌باشد؛ به بند ۵-۵ مراجعه کنید. اگر روشی آسان برای ارزیابی

چسبندگی استفاده شده است، به بند ۳-۴ مراجعه کنید، استفاده از تجهیزات مطابق با الزامات در استاندارد مربوطه برای ارزیابی چسبندگی ارائه شده است.

۳-۸ آزمون مرجع

برای اندازه‌گیری خوردگی در فضای کار در طول آزمون، نمونه‌های آزمون استاندارد روی باید استفاده شود. نمونه آزمون روی ممکن است ترجیحا دارای ابعاد $1 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ باشد و باید دارای سطح ناخالصی برابر یا کمتر از 0.5% باشد.

قبل از آزمون، نمونه‌های آزمون به دقت باید با حلال هیدروکربنی به منظور حذف همه آثار خاک، روغن، و یا سایر مواد خارجی که قادر به تغییر تعیین نتیجه میزان خوردگی هستند، تمیز شود. پس از خشک کردن پانل، باید در صورت امکان وزن آن به مقدار 0.1 mg نزدیک‌تر باشد.

پس از آزمون، محصولات خوردگی در پانل روی باید بر طبق استاندارد ملی شماره ۸۸۵۸، حذف شود و اتلاف توده‌ای فلز تعیین شود. راه حلی جهت حذف خوردگی محصولات استفاده از اسید استیک با کسر جرمی 5% در آب مقطر می‌باشد. در طول حذف مواد شیمیایی محصولات خوردگی، کار در دمای اتاق با تمیز کردن چرخه به طول حدود 2 min ادامه می‌یابد. بیان تلفات جرم فلز روی بر اساس mg / m^2 می‌باشد.

۴-۸ روش اجرای آزمون خوردگی در رطوبت بالا هوا حاوی دی‌اکسید گوگرد

۱-۴-۸ سه نمونه آزمون سطح جاذب با جذب خورشیدی و نشر حرارتی شناخته شده که واجد شرایط برای آزمون با توجه به بند ۴-۲ می‌باشد را انتخاب کنید.

۲-۴-۸ اتاقک در شرایط آب و هوایی محل برای آزمون را در مرحله اول با تنظیم درجه حرارت تا 20°C ، رطوبت تا $95\% \text{ RH}$ و میزان جریان هوا در یک مقدار انتخابی بین 1 mm/s و 5 mm/s آماده سازی نمایید. پس از اینکه به شرایط پایدار رسید، اقدام به تنظیم جریان گاز دی‌اکسید گوگرد به سطح مشخص نمایید به طوری که کسر حجمی دی‌اکسید گوگرد در ورودی جریان هوا به فضای کار در یک سطح 10^{-6} باشد.

۳-۴-۸ زمانی که به شرایط تثبیتی رسید و همچنین پس از این مرحله، اقدام به باز کردن سریع درب اتاقک و محل آزمون و پانل‌های مرجع در فضای کاری نمایید. پس از یک دوره زمانی آزمون نباید بیش از 5% از مدت زمان مشخص آزمون باشد، غلظت دی‌اکسید گوگرد در جریان هوای خروجی فضای کار نباید کمتر از 90% از جریان ورودی هوا باشد. اگر غلظت دی‌اکسید گوگرد در جریان هوای خروجی کمتر است، این احتمالا به این معنی است که مساحت نمونه‌های آزمون در اتاقک خیلی بزرگ است. در حین آزمون، شرایط مواجهه به طور منظم بررسی و در صورت لزوم، تنظیمات در سطح مشخص شده انجام گیرد.

۴-۴-۸ پس از مدت زمان مشخص از آزمون و یا وقفه برای اندازه‌گیری میزان تخریب در عملکرد نوری نمونه‌های آزمون، نمونه‌های آزمون از فضای کاری اتاقک خارج و آنها را در یک دسیکاتور (خشکاننده) بر

روی سیلیکاژل به مدت حداقل ۲ ساعت قرار می‌دهید. سپس به تعیین ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون به شرح پیوست الف توصیفی بپردازید.

۸-۴-۵ به محاسبه تغییر در ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی نمونه‌های آزمون، مقدار تابع PC برای هر نمونه آزمون شده با استفاده از معادله (۱)، بند ۳ بپردازید. همچنین مقدار متوسط تابع PC برای نمونه‌های آزمون متفاوت را محاسبه نمایید.

۸-۴-۶ اگر آزمون فقط برای اندازه‌گیری میزان تخریب قطع گردید، دوباره نمونه‌های آزمون را پس از اندازه‌گیری به فضای کار پس از تثبیت شرایط آزمون در سطوح مشخص که تایید شده قرار دهید.

۸-۵ تعیین کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول در آزمون با استفاده از آزمون‌های مرجع

۸-۵-۱ اگر نرخ خوردگی روی، تحت شرایط آزمون مشخص شده در بند ۸-۴ از مواجهه قبلی در تجهیزات آزمون مورد استفاده شناخته شده نیست، به شرح زیر ادامه دهید.

۸-۵-۲ آزمون خوردگی را در بند ۸-۴ با سه جفت از نمونه‌های آزمون مرجع توصیفی روی با توده اولیه شناخته شده انجام دهید، به بند ۸-۳ مراجعه کنید. وقفه‌های آزمون را پس از ۹۰ ساعت، ۱۸۰ ساعت و ۳۶۰ ساعت ایجاد نمایید و از محفظه در هر وقفه آزمون یک جفت از پانل‌های روی را برای تعیین اتلاف توده در فلز روی ناشی از خوردگی در طول آزمون خارج نمایید، به بند ۸-۳ مراجعه کنید.

۸-۵-۳ فرض کنید اتلاف توده در فلز روی در مقابل مدت زمان آزمون، خطی است و با حداقل تناسب مربع، متوسط نرخ خوردگی روی، r_{Zn} در شرایط آزمون مشخص شده در بند ۸-۴، تعیین می‌شود که بیان کننده r_{Zn} بر اساس $mg / m^2 / h$ می‌باشد.

۸-۵-۴ از میزان متوسط خوردگی روی استفاده کنید و کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول آزمون مطابق بند ۸-۴ را برحسب ساعت به صورت زیر بپردازید.

الف- برای نوع A کلکتور خورشیدی، بند ۴ را ملاحظه کنید، کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول

$$t_{f,A} = 2.5/r_{Zn}$$

ب- برای یک کلکتور خورشیدی نوع B بند ۴ را ملاحظه کنید، کوتاه‌ترین زمان شکست قابل قبول

$$t_{f,B} = 7.5/r_{Zn}$$

۸-۶ روش تعیین صلاحیت

۸-۶-۱ طرح کلی تعیین صلاحیت برای انجام مقاومت خوردگی سطوح جاذب خورشیدی، مشابه با شمای اشکال ب-۲ و ث-۲ می‌باشد که می‌تواند در [۵] پیدا شود. آزمون خورگی را طبق بند ۸-۴ برای $t_{f,B}h$ انجام دهید، همچنین شامل آزمونی برای اندازه‌گیری میزان تخریب پس از $t_{f,A}h$ می‌باشد. اگر تنها تعیین صلاحیت برای نوع A کلکتور خورشیدی مورد نیاز است، آزمون را بعد از $t_{f,A}h$ کامل کنید.

۸-۶-۲ اگر یک سطح جاذب پوشش داده شده آزمون و اندازه‌گیری شده است، همانطور که در بند ۵-۵ شرح داده شد، همچنین چسبندگی پوشش در تمام پانل‌های بعد از آزمون، آزمون شده است.

اگر الزام چسبندگی همانطور که در بند ۴-۳ مشخص شده برآورده نگردید، سطح جاذب با توجه به عملکرد طولانی مدت واجد شرایط نیست.

۸-۶-۳ وابسته به مقدار متوسط PC که پس از دو بار آزمون بند ۸-۶-۱، به دست آمده، موارد زیر باید در مورد مقاومت در برابر خوردگی سطح جاذب را شامل شود:

الف- اگر بعد از $t_{f,A} h$ آزمون، $PC < 0.05$ باشد، سطح جاذب برای کلاس نوع A شدت کلکتور خورشیدی واجد شرایط می‌گردد، اگر زمانی که پوشش داده شده، آن همچنین موارد الزام بند ۸-۶-۲ را برآورده می‌نماید.

ب- اگر بعد از $t_{f,B} h$ آزمون، همچنین $PC < 0.05$ باشد، سطح جاذب نیز واجد شرایط برای کلاس نوع B شدت کلکتور خورشیدی واجد شرایط گردیده، اگر، زمانی که پوشش داده شده، آن همچنین الزام بند ۸-۶-۲ را برآورده می‌نماید.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل اطلاعات زیر را ارائه نماید:

الف- ارجاع به این استاندارد ملی (پس از کسب مجوز از سازمان ملی استاندارد)؛

ب- نوع و شناسه محصول آزمون شده سطح جاذب؛

پ- هر گونه انحراف از روش آزمونی توصیه شده؛

ت- روش ارزیابی چسبندگی، در صورت وجود الزام مناسب و مورد استفاده برای چسبندگی قابل قبول؛

ث- نتایج آزمون؛

ج- حداکثر دمای غیرفعال تعریف شده یا انتخاب شده؛

چ- آزمایشگاه آزمون؛

ح- تاریخ شروع و پایان آزمون‌ها.

پیوست الف

(الزامی)

روشی برای تعیین ضریب جذب خورشیدی و نشر حرارتی سطح جاذب

الف-۱ ارزیابی ضریب جذب خورشیدی

الف-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

این رویه، روشی برای تعیین ضریب جذب جهت‌دار خورشیدی α_s ، برای وقوع در نزدیکی شرایط عمود، برای مثال ۸ تا ۱۰ درجه به سطح عمود، از مقادیر طیف جذبی جهت‌دار $\alpha(\lambda)$ در محدوده طیفی از $0.30 \mu\text{m}$ تا $2.5 \mu\text{m}$ را مشخص می‌نماید. مقادیر طیفی جذبی جهت‌دار $\alpha(\lambda)$ از انعکاس طیفی (نزدیک به عمود) جهت‌دار / نیم کره‌ای $\rho(\lambda)$ که در نمونه‌های مات سطوح جاذب خورشیدی اندازه‌گیری شده در دمای اتاق تعیین می‌شود.

الف-۱-۲ دستگاه‌ها

مقادیر طیفی (نزدیک به طبیعی) جهت‌دار / نیم کره بازتاب $\rho(\lambda)$ باید توسط جمع‌آوری کننده فتومتریک (اجزای طیفی) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (طیف‌سنج) مجهز به کره جمع‌آوری کننده تعیین شود. دیواره کره باید با یک پوشش بسیار منعکس کننده و پراکنده کننده، به عنوان مثال BaSO_4 پوشش داده شود. توصیه می‌شود در جمع‌آوری فتومتریک اجزای آینه‌ای تابش انعکاس یافته در برگرفته شود.

کره باید طوری طراحی شود که نمونه بخشی از دیواره کره در طول اندازه‌گیری باشد. آشکارساز باید طوری در آن قرار بگیرد که در برابر اشعه‌ای که به طور مستقیم از نمونه دریافت شده، محافظت شود.

هندسه کره ترجیحاً باید طوری باشد که روش مقایسه را بتوان مورد استفاده قرار داد، برای مثال نمونه و مرجع به طور همزمان بخشی از دیواره کره هستند.

هنگام استفاده از روش جایگزین، برای مثال، نمونه و مرجع به طور متناوب با پورت اندازه‌گیری پوشش داده شود، خطای کره باید با اندازه‌گیری روشنایی به ترتیب مربوط به دیواره کره اصلاح شود.

برای اهداف کالیبراسیون، بطور مفصل منعکس کننده استاندارد سفید (برای مثال تدارک دیده شده توسط NIST) به عنوان مرجع استفاده شود.

الف-۱-۳ اندازه‌گیری مقادیر انعکاسی (بازتابی)

ضریب جذب خورشیدی باید با استفاده از روش مختصات وزن مورد ارزیابی قرار گیرد؛ به زیر بند الف-۱-۵ مراجعه کنید. بازتاب باید حداقل در ۴۰ طول موج در محدوده $0.30 \mu\text{m}$ تا $2.50 \mu\text{m}$ اندازه‌گیری شود.

الف-۱-۴ بررسی مقدار جذب طیفی

بازتاب نزدیک به عمود / نیم کره طیفی نمونه نزدیک به عمود، $\rho(\lambda)$ را با استفاده از موارد زیر محاسبه کنید:

$$\rho(\lambda) = \frac{R_s(\lambda)}{R_r(\lambda)} \rho_r(\lambda) \quad \text{(الف-۱)}$$

که در آن

$R_s(\lambda)$ مقدار بازتاب ثبت شده نمونه است.

$R_r(\lambda)$ مقدار بازتاب ثبت مرجع.

$\rho_r(\lambda)$ بازتاب مرجع نیم کره / نزدیک به طبیعی.

مقدار جذب طیفی نزدیک به عمود بازتاب نیم کره مرجع می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود:

$$\alpha(\lambda) = 1 - \rho(\lambda) \quad \text{(الف-۲)}$$

الف-۱-۵ سنجش ضریب جذب خورشیدی

ضریب جذب خورشیدی، α_s ، از عبارت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha(\lambda_i) \cdot S_{\lambda_i} \cdot \Delta\lambda_i)}{\sum_{i=1}^n (S_{\lambda_i} \cdot \Delta\lambda_i)} \quad \text{(الف-۳)}$$

که در آن

مجموعه λ_i طول موج‌های اندازه‌گیری انتخاب شده می‌باشد.

$\Delta\lambda_i$ بازه طول موج مربوطه است.

مقادیر $\alpha(\lambda_i)$ توصیه می‌شود با گنجاندن طول موج‌های انتخاب شده بر اساس استاندارد ISO 9050:2003 جدول ۲ تعیین شود.

الف-۱-۶ عوامل مهم در ارزیابی ضریب جذب خورشیدی

هنگام ارزیابی ضریب جذب خورشیدی سطح جاذب با توجه به این روش، باید به ناهمسانی ممکن نمونه‌ها توجه کرد، به عنوان مثال، برای اجازه نصب و راه‌اندازی نمونه‌ها در بخش اندازه‌گیری با استفاده از جهت‌گیری مشابه مشخص شود و اطمینان دهد که مناطق نمونه‌های مشابه مجدداً اندازه‌گیری شده است. هنگام ایجاد تخریب بیش از زمان روابط در آزمون دوام، اندازه‌گیری‌های میزان تخریب در زمان‌های آزمون مختلف باید در یک و همان نمونه انجام شود.

الف-۲ ارزیابی نشر حرارتی

الف-۲-۱ هدف و دامنه کاربرد

این روش اقدام به مشخص کردن روش‌هایی برای تعیین:

الف- مجموع نشر جهت‌دار $\epsilon_n(T)$ برای فرود در نزدیکی عمود

این کمیت از اندازه‌های کل بازتاب $\rho(T)$ نیمکره‌ای / جهت‌دار برای وقوع تابش حرارتی از یک تابش‌گر جسم سیاه در دمای T پیچیده‌تر و حساس‌تر می‌باشد. ضریب نشر کل برای فرودهای نزدیک عمود به صورت زیر ارائه شده است:

$$\epsilon_n(T) = 1 - \rho(T) \quad \text{(الف-۴)}$$

ب- ضریب نشر تابش $\epsilon(\lambda)$ جهت‌دار طیفی نزدیک به عمود

برای تعیین این مقدار بازتاب $\rho(\lambda)$ طیفی جهت‌دار / نیم کره‌ای که ابتدا در زمینه تابش طیفی جهت‌دار به صورت $\epsilon_n(\lambda) = 1 - \rho(\lambda)$ اندازه‌گیری شده است. با یکپارچگی ارزیابی شده با توزیع پلانک برای رادیاتور جسم سیاه در دمای انتخاب شده، در نهایت، T ، $\epsilon_n(T)$ به صورت آنچه که در بند الف-۲-۳ مشخص شده به دست می‌آید.

با این حال روش انعکاس استفاده می‌شود، انتشار در درون محدوده اندازه‌گیری شده توصیه می‌شود صفر باشد.

محدوده طیفی مرتبط $2 \mu\text{m}$ تا $50 \mu\text{m}$ است. زاویه فرود و یا انتشار نزدیک به عمود، یعنی ۸ تا ۱۰ درجه به سطح عمود محدود شده است. دمای نمونه، دمای اتاق می‌باشد.

یادآوری- اکثر طیف سنج‌های IR به محدوده‌های طول موج مشابه محدود شده است. بنابراین توصیه می‌شود روش برون‌یابی تا طول موج‌های بلندتر به کار رود؛ به زیربند الف-۲-۳ مراجعه کنید.

الف-۲-۲ دستگاه

برای تعیین مقادیر اندازه‌گیری طیفی نشر، دستگاه اسپکتروفتومتر (طیف سنج) با انتشار منعکس کننده پوشش طلا به عنوان دیوار کره که توصیه می‌شود برای یکپارچه سازی فتومتریک (اجزای طیفی) استفاده شود، مجهز شده است. در ادغام فتومتریک که اجزای طیفی اشعه منعکس شده باید گنجانده شود.

الزامات طراحی حوزه همان موارد بند الف-۱-۲ است.

برای اهداف کالیبراسیون، منابع منعکس کننده طیفی بالا (برای مثال طلا یا آلومینیوم) توصیه می‌شود:

الف-۲-۳ ارزیابی نشر حرارتی

برای ارزیابی بر اساس اندازه‌گیری گسترده باند، استفاده از روش داده شده توسط تولید کننده ابزار اندازه‌گیری برای ارزیابی $\epsilon_n(T)$ بر اساس اندازه‌گیری‌های طیفی در محدوده طول موج $2 \mu\text{m}$ تا $50 \mu\text{m}$ ، از روش‌های زیر استفاده شود.

بازتاب نزدیک به عمود / نیم کره طیفی نمونه، $\rho(\lambda)$ با استفاده از موارد زیر بیان می‌شود:

$$\rho(\lambda) = \frac{R_s(\lambda)}{R_r(\lambda)} \rho_r(\lambda) \quad \text{(الف-۵)}$$

که در آن

$R_s(\lambda)$ مقدار بازتاب ثبت شده نمونه است.

$R_r(\lambda)$ مقدار بازتاب ثبت مرجع.

$\rho_r(\lambda)$ بازتاب مرجع نیم کره / نزدیک به عمود.

همانطور که هیچ اصلاحی از اعوجاج^۱ ممکن در نتیجه اندازه‌گیری وجود ندارد در حالی که مولفه طیفی بازتاب یافته تابش وجود دارد، نشر جهت‌دار طیفی، $\epsilon(\lambda)$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\epsilon(\lambda) = 1 - \rho(\lambda) \quad \text{(الف-۶)}$$

انتشار مجموع اندازه‌گیری طیفی، $\epsilon(T)$ با عملکرد پلانک $p_{\lambda_i}(T)$ برای پیچیدگی یک تابش گر جسم سیاه با دمای T ، به عنوان:

$$\epsilon(T) = \frac{\sum_{i=1}^n \epsilon(\lambda_i) \cdot p_{\lambda_i}(T) \cdot \Delta\lambda_i}{\sum_{i=1}^n p_{\lambda_i}(T) \cdot \Delta\lambda_i} \quad \text{(الف-۷)}$$

محاسبه می‌شود.

که در آن

λ_i طول موج‌های اندازه‌گیری انتخاب شده می‌باشد.

$\Delta\lambda_i$ فاصله طول موج مربوطه می‌باشد.

$p_{\lambda_i}(T)$ مقدار کسر پلانک برای تابش جسم سیاه در طول موج‌ها و دمای انتخابی می‌باشد.

یادآوری ۱- مقادیر برای تابع پلانک می‌تواند برای مثال در بسیاری از کتاب‌های راهنما در فیزیک پیدا شود.

دمای T توصیه می‌شود 100°C باشد اگر موارد دیگر مشخص نشده باشد.

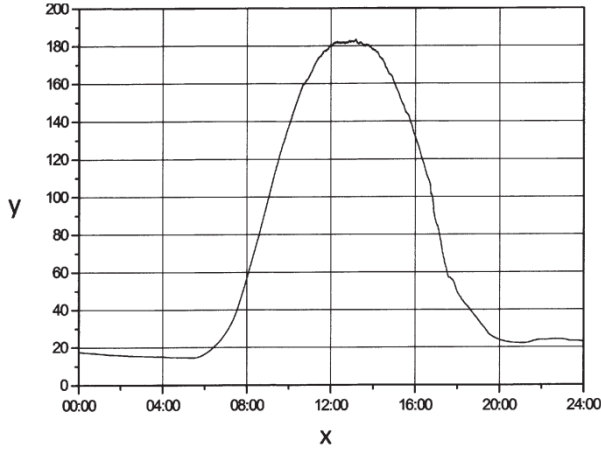
یادآوری ۲- اگر داده‌ها برای $\varepsilon(\lambda)$ تنها برای طول موج‌هایی که تا محدوده برای مثال $25 \mu\text{m}$ قابل دسترس باشد، $\varepsilon(\lambda)$ ممکن است ثابت و برابر با آن در این محدوده تا $50 \mu\text{m}$ و $\varepsilon(T)$ ملاحظه شود و از رابطه الف-۷ به دست آید.

الف-۲-۴ عوامل مهم در ارزیابی نشر حرارتی اندازه‌گیری طیفی

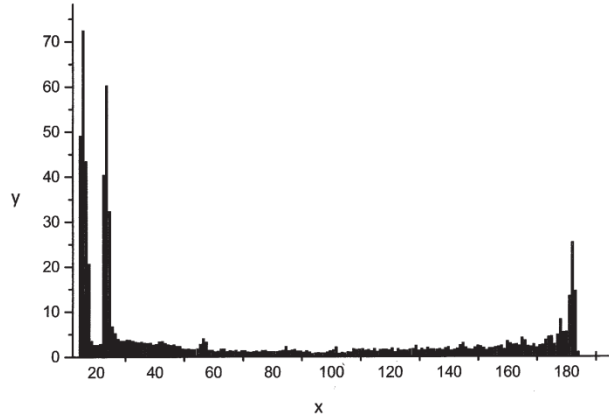
هنگام ارزیابی نشر حرارتی سطح جاذب از اندازه‌گیری‌های طیفی، به عوامل مشابه همانطور که در بند الف-۱ گفته شد توجه شود.

پیوست ب
(الزامی)

مشخصه‌های دما و زمان شکست در ارزیابی پایداری حرارتی سطح جاذب



الف



ب

الف- اندازه‌گیری دمای سطح جاذب خورشیدی در شرایط غیرفعال در طول یک روز در شرایط آسمان صاف
ب- تابع فرکانس درجه حرارت مربوطه برای مدت ۳۰ روز با شرایط آسمان صاف.

راهنمای الف:

X زمان بر حسب ساعت
y T_{abs} بر حسب درجه سلسیوس

راهنمای ب:

X T_{abs} بر حسب درجه سلسیوس
y f بر حسب ساعت

شکل ب-۱ بار حرارتی مرجع برای ارزیابی پایداری حرارتی سطح جاذب

مشخصات دمای سطح جذب انتخابی ($\alpha_s = 0.94$ و $\varepsilon = 0.06$) در یک کلکتور صفحه تخت تجاری نصب شده در فرایبورگ / آلمان اندازه‌گیری شد که رو به جنوب با زاویه ۴۵ درجه می‌باشد. مشخصات آن در ۲۵ اگوست ۱۹۹۷ با حداکثر تابش جهانی کل حدود 930 W/m^2 ثبت گردید که در اندازه‌گیری صفحه کلکتور خورشیدی اندازه‌گیری و ثبت شد. حداکثر درجه حرارت ایستایی 184°C بود.

حداکثر دمای جاذب خورشیدی ممکنه، T_{max} توصیه می‌شود مطابق با جدول ب-۱ انتخاب شود که نشان دهنده ارتباط بین مشخصات نوری سطح جاذب خورشیدی و T_{max} می‌باشد. توصیه می‌شود خط تحت عنوان " α (aR)" مورد استفاده قرار گیرد.

ادامه جدول ب-۱

0,29	180	179	178	178	177	176	175	173	172	171	170	169	167	166	165	164	163	161	160	159	158	156	155	154	153	151	150
0,30	179	178	177	176	175	174	172	171	170	169	168	167	165	164	163	162	161	159	158	156	155	154	153	152	150	149	148
0,31	178	177	176	175	174	173	172	170	169	168	167	166	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	152	151	150	149
0,32	178	176	175	174	173	172	171	170	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	155	154	153	152	150	149	148
0,33	177	176	174	173	172	171	170	169	168	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	153	152	151	150	149	147
0,34	176	175	174	173	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	156	155	154	153	152	150	149	148	147
0,35	175	174	173	172	171	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	154	153	152	151	150	148	147	146
0,36	174	173	172	171	170	169	168	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	151	150	149	148	147	145
0,37	173	172	171	170	169	168	167	166	165	163	162	161	160	159	158	157	155	154	153	152	151	150	148	147	146	145	
0,38	173	172	170	169	168	167	166	165	164	163	162	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151	150	149	148	146	145	144
0,39	172	171	170	169	168	166	165	164	163	162	161	160	159	157	156	155	154	153	152	151	149	148	147	146	145	143	
0,40	171	170	169	168	167	166	165	164	162	161	160	159	158	157	156	155	153	152	151	150	149	148	146	145	144	143	

شرایط آزمون برای آزمون‌های مختلف شتابدار دمایی مورد استفاده در تعیین صلاحیت سطح جاذب خورشیدی در جدول ب-۲ نشان داده شده است.

جدول ب-۲: شرایط آزمون برای آزمون‌های مختلف دمای شتاب مورد استفاده در تعیین صلاحیت سطح جاذب خورشیدی

T_{max} (°C)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	t_2 (h) ($t_1 = 18$ h)	t_2 (h) ($t_1 = 36$ h)	t_2 (h) ($t_1 = 75$ h)	t_2 (h) ($t_1 = 150$ h)	T_3 (°C)	t_3 (h) ($t_1 = 300$ h)	t_3 (h) ($t_1 = 600$ h)
< 90	137	107	361	493	689	953	167	83	221
91-100	149	119	321	443	627	877	179	88	233
101-110	160	130	283	397	570	808	190	93	244
111-120	172	142	251	356	519	746	202	98	256
121-130	184	154	222	320	474	690	214	103	267
131-140	196	166	198	289	434	641	226	108	278
141-150	208	178	177	262	400	598	238	114	289
151-155	215	185	168	250	384	578	245	116	294
156-160	221	191	159	239	369	559	251	119	299
161-165	227	197	151	229	355	542	257	121	304
166-170	233	203	144	219	342	525	263	124	309
171-175	240	210	137	210	330	510	270	127	314
176-180	246	216	131	201	319	495	276	129	319
181-185	252	222	125	193	308	481	282	132	323
186-190	259	229	120	186	298	468	289	134	328
191-195	265	235	114	179	289	456	295	136	333
196-200	272	242	110	173	280	444	302	139	337
201-205	278	248	105	166	272	433	308	141	342
206-210	285	255	101	161	264	423	315	144	346
211-215	291	261	97	155	256	413	321	146	350
216-220	298	268	94	150	249	403	328	148	355
221-225	304	274	90	146	243	394	334	151	359
226-230	311	281	87	141	236	386	341	153	363

(اندازه‌گیری a_s و ε و تعیین T_{max} از جدول ب-۱)

استفاده از جدول ب-۲ برای تعیین مقدار T_1 که مطابقت می‌کند با مقدار T_{max}

انجام یک آزمون در T_1 و اندازه‌گیری a_s و ε بعد از زمان‌های آزمون ۱۸ و ۳۶ و ۱۵ و ۳۰۰ و ۶۰۰ ساعت یا وقتی که $PC \geq 0.05$ به دست می‌آید. اگر در آزمون بعد از ۱۸ ساعت $PC > 0.05$ باشد سطح جاذب خورشیدی واجد شرایط نیست. در تمام موارد دیگر معرفی زمان t_1 که آخرین زمان آزمون با $PC \leq 0.05$ پس از آن است.

(الف)

اگر بعد از ۶۰۰ ساعت $PC \leq 0.05$ و اگر چسبندگی مورد نیاز برآورده شود سطح جاذب واجد شرایط است

(ب)

اگر $t_1 \geq 300$ ساعت و $PC > 0.05$ و اگر چسبندگی مورد نیاز برآورده شود آزمون مطابق شکل ب-۳

(پ)

اگر $t_1 \leq 150$ ساعت، انجام آزمون‌های بیشتر طبق شکل ب-۴

شکل ب-۲: نمای تعیین صلاحیت برای آزمون پایداری حرارتی سطوح جاذب خورشیدی

جدول ب-۲ برای تعیین مقدار T_3 که قبلاً مربوط به مقدار مشخص T_{max} استفاده می‌شود. جدول همچنین ب-۲ برای زمان آزمون t_3 که قبلاً مربوط به مقدار مشخص t_1 استفاده می‌شود.

ارائه یک آزمون از T_3 برای یک دوره زمانی t_3 و اندازه‌گیری a_s و ε برای تعیین PC

اگر $PC(T_3, t_3) \geq PC(T_1, t_1)$ سطح جاذب واجد شرایط است

شکل ب-۳: ادامه طرح تعیین صلاحیت در شکل ب-۲ برای نقطه (b)

جدول ب-۲ برای تعیین مقدار T_3 که قبلاً مربوط به مقدار مشخص T_{max} استفاده می‌شود.
جدول ب-۲ برای زمان آزمون t_2 که قبلاً مربوط به مقدار مشخص t_1 استفاده می‌شود.

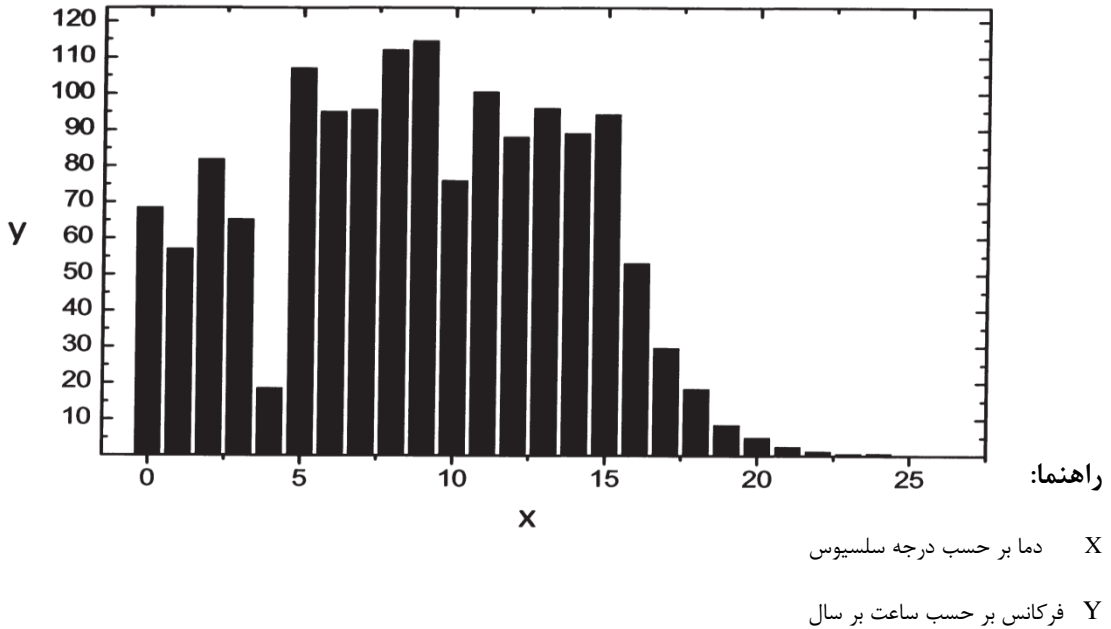
ارائه یک آزمون از T_2 برای یک دوره زمانی t_2 و اندازه‌گیری a_s و ε برای تعیین PC

اگر $PC(T_2, t_2) \leq PC(T_1, t_1)$ سطح جاذب واجد شرایط است

شکل ب-۴: ادامه طرح تعیین صلاحیت در شکل ب-۲ برای نقطه (c)

پیوست پ
(الزامی)

مشخصه‌های دما / چگالش و زمان شکست همراه با شمای تعیین صلاحیت در ارزیابی مقاومت به میعانات آبی
سطح جاذب



شکل پ-۱: رطوبت مرجع / چگالش بار سالانه مورد استفاده در این استاندارد
تابع فرکانس دمایی نشان دهنده شرایطی است که وقتی $RH \geq 99$ در طول سال مرجع باشد.
داده‌های عددی برای هیستوگرام در جدول پ-۱ ارائه شده است.
جدول پ-۱: داده‌های عددی برای هیستوگرام دمایی مرجع داده شده در شکل پ-۱

دما (°C)	فرکانس (h/year)	دما (°C)	فرکانس (h/year)	دما (°C)	فرکانس (h/year)	دما (°C)	فرکانس (h/year)
-۵	۰.۰۰	۳	۱۷/۵۳	۱۱	۴۸/۵۸	۱۹	۲/۷۵
-۴	۰.۶۷	۴	۳۲/۳۱	۱۲	۳۸/۹۸	۲۰	۲/۸۳
-۳	۲.۱۷	۵	۴۱/۳۳	۱۳	۴۹/۸۸	۲۱	۱
-۲	۶.۰۸	۶	۲۱/۹۸	۱۴	۵۶/۸۳	۲۲	۰/۳۳
-۱	۱۴.۱۳	۷	۳۴/۱۳	۱۵	۵۴/۰۶	۲۳	۰/۱۷
۰	۳۹.۳۰	۸	۳۵/۰۹	۱۶	۳۲/۶۶	۲۴	۰/۱۷
۱	۲۶.۶۶	۹	۳۴/۴۳	۱۷	۱۷/۲۸	۲۵	۰/۰۰
۲	۳۵.۸۸	۱۰	۱۹/۸۸	۱۸	۶/۰۹	-	-

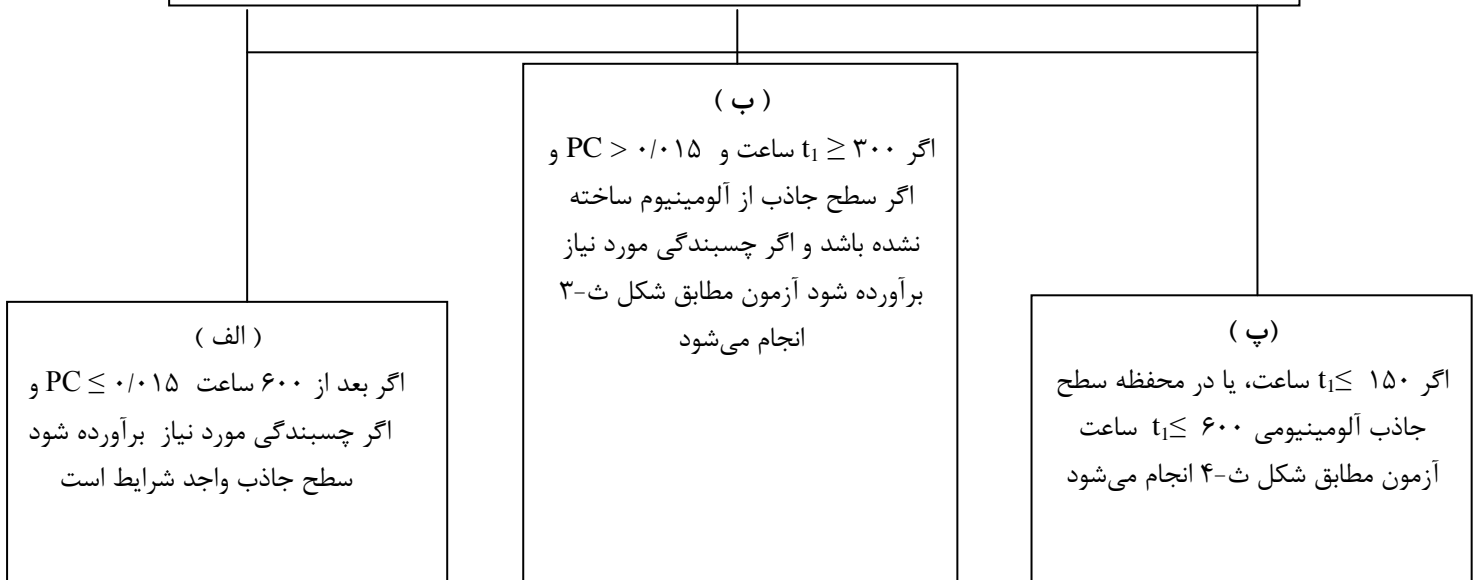
جدول پ-۲: زمان‌های آزمون برای دومین آزمون تراکم اگر بستر آلومینیوم نباشد.

t_3 (h) ($t_1 = 600h$)	t_3 (h) ($t_1 = 300h$)	T_3 (°C)	t_2 (h) ($t_1 = 150h$)	t_2 (h) ($t_1 = 75h$)	t_2 (h) ($t_1 = 36h$)	t_2 (h) ($t_1 = 18h$)	T_2 (°C)	T_1 (°C)	زیرلایه
۸۹	۲۹	۶۰	۶۹۳	۴۴۳	۲۷۸	۱۷۹	۳۰	۴۰	استاندارد

جدول پ-۳: زمان‌های آزمون برای دومین آزمون تراکم اگر بستر آلومینیوم باشد.

t_2 (h) ($t_1 = 600h$)	t_2 (h) ($t_1 = 300h$)	t_2 (h) ($t_1 = 150h$)	t_2 (h) ($t_1 = 75h$)	t_2 (h) ($t_1 = 36h$)	t_2 (h) ($t_1 = 18h$)	T_2 (°C)	T_1 (°C)	زیرلایه
۱۷۱۳	۱۰۸۷	۶۹۳	۴۴۳	۲۷۸	۱۷۹	۳۰	۴۰	آلومینیوم

انجام یک آزمون در $T_1 = 40^\circ\text{C}$ و اندازه‌گیری α_s و ϵ بعد از زمان آزمون ۱۸، ۳۶، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ ساعت یا واحد $PC \geq 0.05$ بدست می‌آید. اگر در آزمون بعد از ۱۸ ساعت $PC > 0.05$ باشد سطح جاذب خورشیدی واجد شرایط نیست. در تمام موارد دیگر معرفی زمان t_1 که آخرین زمان آزمون با $PC \leq 0.05$ پس از آن است



شکل پ-۲: نمای تعیین صلاحیت برای آزمون مقاومت تا میعان‌ات آبی سطوح جاذب خورشیدی

جدول پ-۲ برای زمان آزمون t_3 مشخص که قبلا مربوط به مقدار مشخص t_1 بود استفاده می شود

یک آزمون در $T_3 = 60^\circ\text{C}$ برای یک دوره زمانی از t_3 و اندازه گیری α_s و ε در PC مشخص انجام می شود

اگر $PC(T_3, t_3) \geq PC(T_1, t_1)$ سطح جاذب واجد شرایط است

شکل پ-۳: ادامه طرح تعیین صلاحیت در شکل پ-۲ برای گزینه (ب)

جدول پ-۳ برای زمان آزمون t_2 مشخص که قبلا مربوط به مقدار مشخص t_1 بود استفاده می شود

یک آزمون در $T_2 = 30^\circ\text{C}$ برای یک دوره زمانی از t_2 و اندازه گیری α_s و ε در PC مشخص انجام می شود

اگر $PC(T_2, t_2) \leq PC(T_1, t_1)$ و اگر چسبندگی مورد نیاز برآورده شود سطح جاذب واجد شرایط است

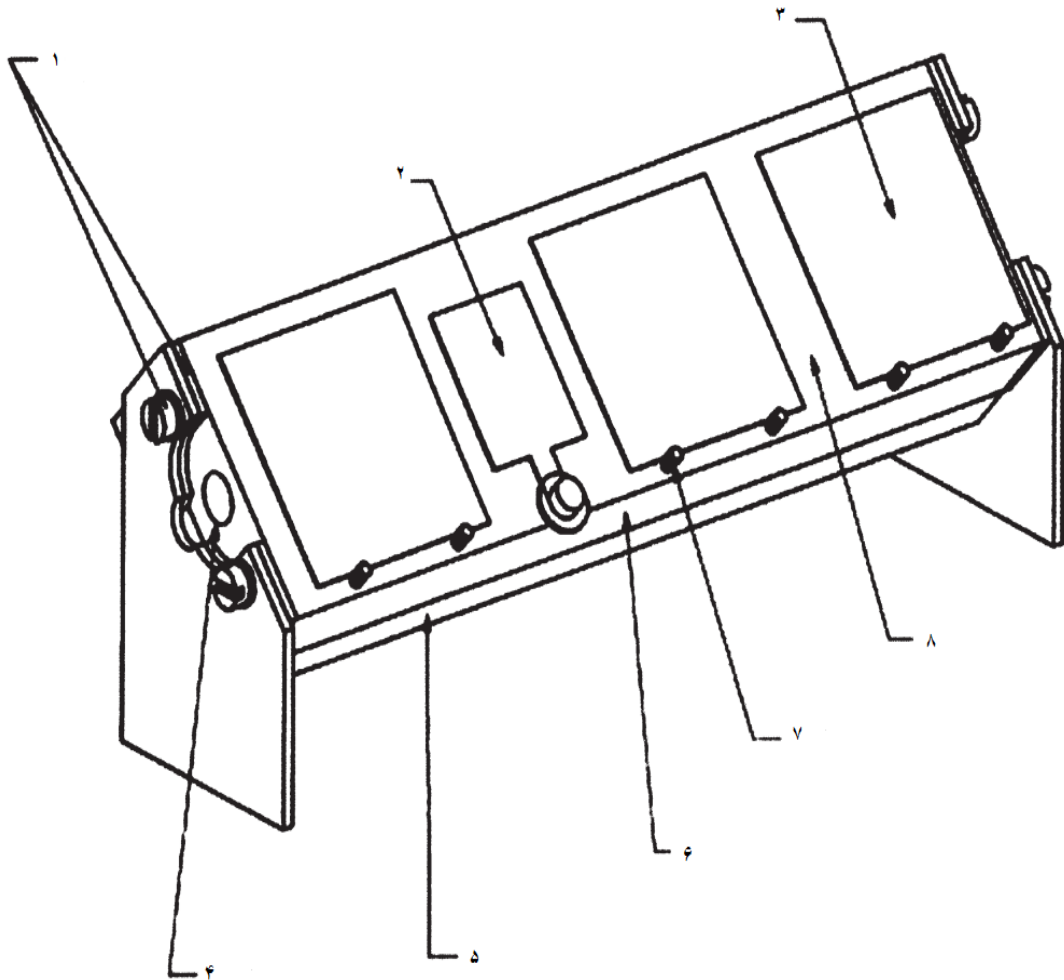
شکل پ-۴: ادامه طرح تعیین صلاحیت در شکل پ-۲ برای گزینه (پ)

پیوست ت

(آگاهی دهنده)

طراحی‌های مناسب برای دستگاه‌های آزمونی که باید در تعیین صلاحیت آزمون سطوح جاذب خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد.

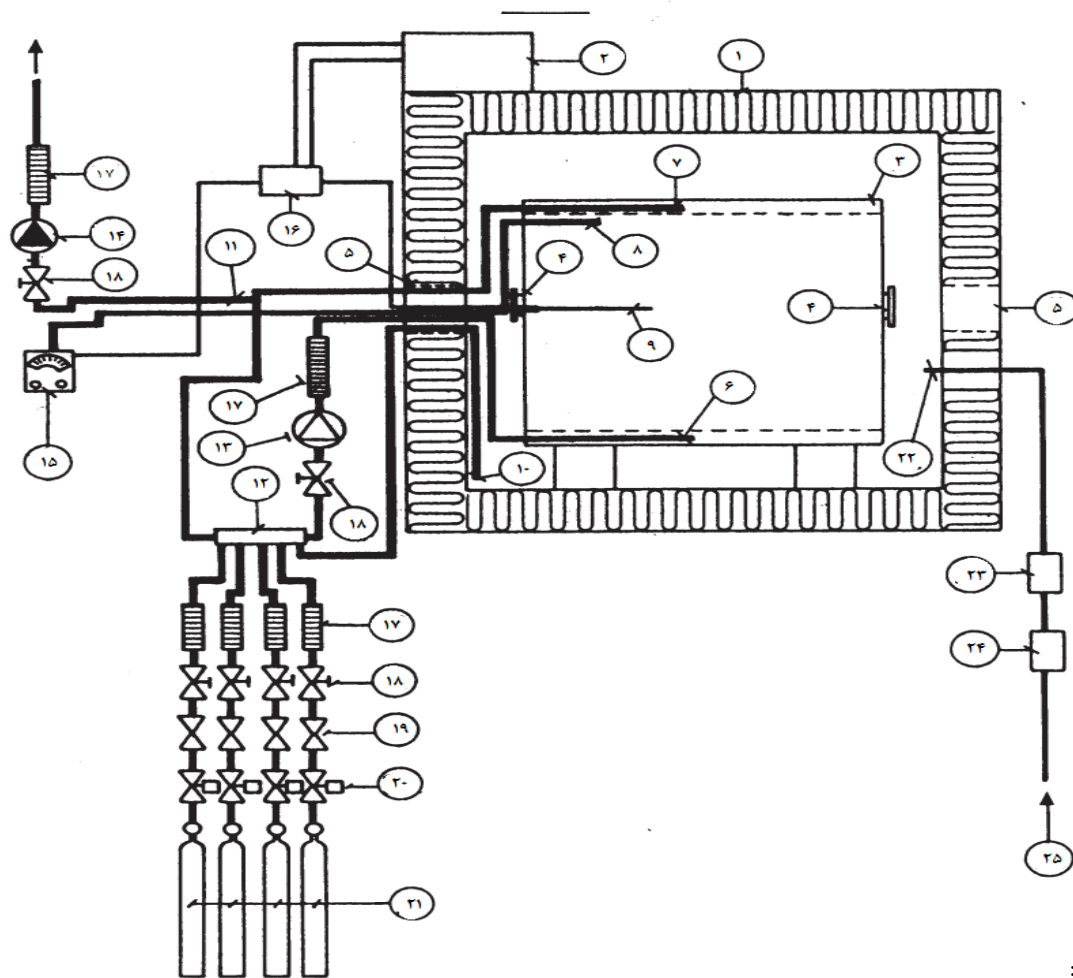
این پیوست به ارائه راهنمایی در طراحی‌های مناسب برای تجهیزات مورد استفاده در تعیین صلاحیت آزمون سطوح جاذب خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل د-۱ نشان دهنده رسم شماتیک نگهدارنده نمونه ترکیبی مناسب و بلوک خنک کننده که باید برای آزمون تراکم استفاده شود. نمونه‌ها به سطح پوشیده PTFE بلوک خنک کننده با هدف ترکیب سینک^۱ حرارتی ترکیبی بسته می‌شود. شکل د-۲ نشان دهنده رسم شماتیک یک کابین (محفظه) در شرایط آب و هوایی محل برای آزمون خوردگی شامل SO₂ می‌باشد.



راهنما:

- ۱- عایق حرارتی
- ۲- سنسور فیلم PT100
- ۳- نمونه جاذب با ترکیب سینک حرارتی
- ۴- ورودی برای مایع خنک کننده در نرخ جریان حداقل ۹۰ l/h
- ۵- عایق حرارتی
- ۶- بلوک‌های آلومینیومی با ضخامت ۲۰ mm، طول و عرض برای یک یا چند نمونه آزمون کافی
- ۷- نگهدارنده پلاستیکی
- ۸- عایق الکتریکی، فیلم PTFE با ضخامت ۰٫۱ mm

شکل ۵-۱: نگهدارنده نمونه ترکیبی و بلوک خنک کننده برای آزمون تراکم



راهنما:

- | | |
|--|----------------------------------|
| ۱- محفظه در شرایط آب و هوایی محل | ۱۴- پمپ تخلیه |
| ۲- کنترل خارجی | ۱۵- آنالیزر گاز |
| ۳- محفظه داخلی با دیوارهای PTFE | ۱۶- اتصال به دستگاه ضبط |
| ۴- دریچه هدایت از طریق، محفظه داخلی | ۱۷- کنترل جریان |
| ۵- دریچه هدایت از طریق، محفظه آب و هوایی | ۱۸- دریچه های تنظیم |
| ۶- ورودی برای گردش | ۱۹- دریچه خاموش کردن |
| ۷- خروجی برای گردش | ۲۰- شیر مغناطیسی |
| ۸- نقطه تجزیه و تحلیل (قابل حمل) | ۲۱- کپسول گاز |
| ۹- حسگر دما | ۲۲- مصرف هوا به محفظه آب و هوایی |
| ۱۰- آگیری هوای تهویه شده | ۲۳- فیلتر ذرات |
| ۱۱- خروجی از سیستم | ۲۴- فیلتر فعال زغال سنگ |
| ۱۲- مخلوط کردن لوله | ۲۵- ورودی هوا |
| ۱۳- پمپ گردش | |

شکل د-۲ ترسیم شماتیک محفظه هوایی برای آزمون خوردگی شامل SO₂

کتابنامه

- [1] ISO 2409, *Paints and varnishes — Cross-cut test*
- [2] ISO 2819, *Metallic coatings on metallic substrates — Electrodeposited and chemically deposited coatings — Review of methods available for testing adhesion*
- [3] ISO 9226, *Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity*
- [4] Carlsson B., Frei U., Köhl M., Möller K. *Accelerated Life Testing of Solar Energy Materials - Case study of some selective solar absorber for DHW systems*. A Technical report of Task X Solar Materials Research and Development of the International Energy Agency Solar Heating and Cooling Program. SP-Report 1994:13, ISBN 91-7848-472-3
- [5] Carlsson B., Möller K., Köhl M., Frei U., Brunold S. *Qualification Test Procedure for Solar Absorber Surface Durability*. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. 2000, **61** pp. 255–275
- [6] Brunold S., Frei U., Carlsson B., Möller K., Köhl M. *Accelerated Life Testing of Solar Absorber Coatings: Testing Procedure and Results*. *Sol. Energy*. 2000, **68** pp. 313–323
- [7] Carlsson B., Möller K., Frei U., Brunold S., Köhl M. *Comparison between Predicted and Actually Observed In-Service Degradation of a Nickel Pigmented Anodized Aluminium Absorber for Solar DHW Systems*. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. 2000, **61** pp. 223–238
- [8] Round Robin on Accelerated Life Testing of Solar Absorber Surface Durability. Brunold, S., Frei, U., Carlsson, B., Möller, K., Köhl, M. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. 2000, **61** pp. 239–253
- [9] Köhl M., Heck M., Brunold S., Frei U., Carlsson B., Möller K. *Advanced procedure for the assessment of the lifetime of solar absorber coatings*. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. 2004 October, **84** (1-4) pp. 275–289
- [10] Morren L., Vandermeersch G., Antoine P. *A study of the reflection factor of usual photometric standards in the near infrared*. *Lighting Res. Tech.* 1972, **4** p. 243