

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلا ممیز)

۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹

مجموعه سیستم مدیریت ایزو با هدف بهبود مستمر عملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگار کنید...





جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۵۷۸۸

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO

15788

1st Edition

2019

Identical with
IEC 62925:
2016

مدول های فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV) –
آزمون چرخه گذاری گرمایی برای تمایز
افزایش دوام خستگی گرمایی

Concentrator photovoltaic (CPV) modules–
Thermal cycling test to differentiate
increased thermal fatigue durability

ICS: 27.160

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 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.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

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 استاندارد 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

«مدول های فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV) - آزمون چرخه گذاری گرمایی برای تمایز افزایش دوام خستگی گرمایی»

رئیس:

خدائی فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس اداره اندازه شناسی، اوزان و مقیاس ها- اداره کل استاندارد

استان زنجان

دبیر:

خرم، بهرام

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

کارشناس مسئول امور استاندارد- اداره کل استاندارد استان

زنجان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بابایی، حسین

(کارشناسی مهندسی برق - کنترل)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت کابل ابهر

سهیلی، عبدالکریم

(کارشناسی فیزیک)

مدیر تضمین کیفیت - شرکت سیم و کابل کمان زنجان

منشی پور، سمیرا

(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

کارشناس دفتر استانداردها و مقررات فنی - سازمان انرژی های

تجدیدپذیر و بهره وری انرژی برق (ساتبا)

میردهقان، سید مهدی

(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

مدیر کنترل فنی - شرکت آزمون پژوهان ایساتیس

مدیر طرح و برنامه - شرکت الکترو کاوه

رئیس کمیته فنی متناظر SC-23E

نیک نژاد، علی

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

ویراستار:

خدائی فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

رئیس اداره اندازه شناسی، اوزان و مقیاس ها- اداره کل استاندارد

استان زنجان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف
۳	۴ نمونه‌برداری
۴	۵ نشانه‌گذاری
۴	۶ انجام آزمون
۴	۷ رتبه‌بندی
۵	۸ گزارش
۶	۹ اصلاحات
۶	۱۰ روش آزمون
۶	۱-۱۰ روش آزمون
۷	۲-۱۰ ارزیابی سلول
۸	۳-۱۰ چرخه گرمایی
۱۱	۴-۱۰ آزمون قرارگیری در فضای باز
۱۲	کتاب‌نامه
۱۰	شکل ۱- تعداد چرخه‌های مورد نیاز به عنوان تابعی از متوسط نرخ شیب دما برای تکمیل یک آزمون معادل
۱۰	شکل ۲- مدت زمان آزمون کل به عنوان تابعی از نرخ شیب دما

پیش‌گفتار

استاندارد «مدول‌های فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV) - آزمون چرخه‌گذاری گرمایی برای تمایز افزایش دوام خستگی گرمایی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یکصد و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۷/۱۱/۲۹ 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 کمیسیون فنی تدوین مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC 62925: 2016, Concentrator photovoltaic (CPV) modules– Thermal cycling test to differentiate increased thermal fatigue durability

مقدمه

الزامات استاندارد برای احراز صلاحیت طراحی مدول‌های متمرکزکننده برای بهره‌برداری طولانی مدت در هوای آزاد معمولی را استاندارد IEC 62108 تعیین می‌کند. کاربرد این استاندارد ملی با استاندارد IEC 62108 اجباری نیست اما با فراهم کردن آزمون‌هایی که دوام خستگی گرمایی مدول‌های متمرکزکننده برای استقرار در گستره وسیعی از کاربردها و اقلیم‌ها را متمایز می‌کند، مکمل آن خواهد بود.

مدول‌های فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV) – آزمون چرخه‌گذاری گرمایی برای متمایز کردن افزایش دوام خستگی گرمایی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین توالی آزمونی است که به سرعت، خرابی‌های مدول CPV^۱ که سال‌های زیادی در معرض میدانی چرخه گرمایی بوده‌اند را آشکار خواهد کرد. این استاندارد به طور خاص در ارتباط با خستگی گرمایی پیوند^۲ HCPV^۳ تدوین شده است، با این حال، تا حدی در تمام سازوکارهای خرابی مربوط به خستگی گرمایی برای مجموعه‌های ارسال شده به آزمون کاربرد دارد.

استاندارد IEC 62108، آزمون صلاحیت مدول CPV را پیش از توالی چرخه گرمایی تسریع‌شده، در یک مرحله آزمون شامل می‌شود، با این حال، پارامترهای آزمون فقط سطح صلاحیت در معرض چرخه گرمایی را نشان می‌دهد. این روش آزمون تنش بیشتری را اعمال می‌کند و مسیری برای آزمون مقایسه‌ای برای متمایز مدول‌های CPV با دوام بهبودیافته در چرخه گرمایی و تنش‌های مکانیکی مرتبط با آن را فراهم خواهد کرد.

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 می‌شوند.

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

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

IEC 62108: 2016, Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۱۰۸ IEC-ISO: سال ۱۳۹۰، مجموعه‌ها و مدول‌های فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV) صلاحیت طرح و تأیید نوع، با استفاده از استاندارد IEC 62108: 2007 به روش «تنفیذ» تدوین شده است.

1- Concentrator Photovoltaic
2- Die-attach
3- High Concentration Photovoltaic

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود^۱:

۱-۳

دوام

durability

ظرفیت سامانه برای مقاومت در برابر زوال ناشی از تنش یا مجموعه‌ای از تنش‌های خاص است.

یادآوری - به منظور کسب اطلاعات درباره عملکرد پیش‌بینی شده سامانه، دوام باید در تمام تنش‌های مربوط مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲-۳

قابلیت اطمینان

reliability

احتمال اجرا و حفظ عملکرد طراحی شده سامانه در شرایط خاص برای دوره زمانی مشخص شده می‌باشد.

یادآوری - در این زمینه، اصطلاح قابلیت اطمینان باید با سه عدد همراه باشد: الف - دوره زمانی مشخص شده، ب - معیاری که عملکرد آن را در آن زمان تعیین می‌کند و پ - احتمالی که معیار برآورده خواهد شد.

۳-۳

گیرنده متمرکز کننده

concentrator receiver

گروهی از یک یا چند سلول متمرکز و چشمی‌های ثانویه (در صورت وجود) که نور خورشید متمرکز شده را دریافت می‌کند و وسایل انتقال انرژی گرمایی و الکتریکی را در برمی‌گیرد. گیرنده می‌تواند از چندین گیرنده فرعی ساخته شود. گیرنده فرعی بخش کوچک‌تر از گیرنده کامل و از نظر فیزیکی مستقل است.

[منبع: زیربند 4.3 استاندارد IEC 62108:2016]

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل دسترسی است.

۴-۳

مدول متمرکزکننده

concentrator module

گروهی از گیرنده‌ها، چشمی‌ها و سایر اجزا مربوط، از قبیل اتصالات داخلی و نگهدارنده، که نور خورشید متمرکز نشده را دریافت می‌کند. تمام اجزا فوق، معمولاً به صورت یک واحد پیش‌ساخته هستند و نقطه تمرکز غیر قابل تنظیم است.

یادآوری - مدول می‌تواند از چندین مدول فرعی ساخته شود. مدول فرعی، بخش کوچک‌تری از مدول کامل و از نظر فیزیکی مستقل است.

[منبع: زیربند 5.3 استاندارد IEC 62108:2016]

۵-۳

مجموعه متمرکزکننده

concentrator assembly

گروهی از گیرنده‌ها، چشمی‌ها و سایر اجزا مربوط، از قبیل اتصالات داخلی و نگهدارنده، که نور خورشید متمرکز نشده را دریافت می‌کند. تمام اجزا فوق معمولاً به‌طور جداگانه حمل می‌شوند و نیازمند چند نصب میدانی هستند و نقطه تمرکز قابل تنظیم است.

یادآوری - یک مجموعه می‌تواند از چند مجموعه فرعی ساخته شود. مجموعه فرعی بخش کوچک‌تری از مجموعه کامل و از نظر فیزیکی مستقل است.

[منبع: زیربند ۳-۶ استاندارد IEC 62108:2016]

۴ نمونه‌برداری

برای سامانه‌ها یا مدول‌های CPV با نقطه تمرکز غیر قابل تنظیم، تعدادی مدول که حاوی دست‌کم ۲۰ سلول PV^۱ جداگانه باشد مورد نیاز است. خرابی در آزمون بر اساس خرابی ۵٪ سلول‌های ارسال شده است؛ بنابراین ارسال بیش از ۲۰ سلول توصیه می‌شود.

در صورت هماهنگی بین سازنده ارسال‌کننده و آزمایشگاه آزمون، جداسازی مدول(های) ارسال شده به گیرنده یا گیرنده‌های جداگانه برای توالی چرخه گرمایی قابل قبول است و تشویق می‌شود. این رویکرد به منظور کاهش جرم گرمایی می‌باشد و در نتیجه امکان دستیابی به نرخ شیب دمایی سریع‌تر را امکان‌پذیر می‌سازد. به دنبال توالی چرخه گرمایی، گیرنده باید مجدداً به پیکربندی مدول خود برای قرارگیری در فضای

1- Photovoltaic

باز هم‌گذاری^۱ شود. ارسال اصل گیرنده‌ها برای آزمون نیز قابل قبول است، در صورتی که متعاقباً برای قرارگیری در فضای باز مورد نیاز، ممکن است به مدول هم‌گذاری شود.

۵ نشانه‌گذاری

هر بخش گیرنده یا مدول بهتر است دارای نشانه‌گذاری واضح و پاک‌نشدنی زیر باشد:

- نام، منوگرام یا علامت تجاری سازنده؛
 - نوع یا شماره مدل؛
 - شماره سریال؛
 - قطبیت پایانه‌ها یا سرها (کدگذاری رنگی مجاز است)؛
 - بیشینه ولتاژ سامانه که برای مدول یا مجموعه مناسب است؛
 - بیشینه توان نامی خروجی و رواداری آن در شرایط مشخص؛
 - تاریخ، محل ساخت، و مواد سلول بهتر است نشان داده شود، یا توسط شماره سریال قابل ردیابی باشد.
- در صورت استفاده از نمونه‌های نماینده، بهتر است نشانه‌گذاری شامل تمام آزمون‌ها، مشابه با آنچه بر روی اندازه-کامل^۲ محصولات است، بوده و بهتر است نشانه‌گذاری در تمام توالی آزمون‌ها ماندگار باشد.

۶ انجام آزمون

اگر برخی از روش‌های آزمون این استاندارد برای پیکربندی طرح خاصی قابل کاربرد نباشد، به منظور توسعه برنامه آزمون مقایسه‌ای، بهتر است سازنده موضوع را بر اساس اصول بیان شده در این استاندارد به عضو گواهی‌دهنده یا آزمایشگاه آزمون اطلاع دهد. هر گونه تغییرات و انحراف باید با جزئیات ثبت و گزارش شود، همان طوری که در بخش ۸ خواسته شده است.

۷ رتبه‌بندی

سامانه رتبه‌بندی بر اساس تعداد چرخه‌های تکمیل شده با مجموع خرابی سلول کمتر از ۵٪ است. سلول خراب در زیربند ۱۰-۲-۳ به صورت سلول اتصال کوتاه شده یا یک سلول غیرفعال به علت مدار باز الکتریکی تعریف شده است. تعداد چرخه‌های مورد نیاز مطابق فرمول (۲)، زیربند ۱۰-۳-۳، برابر با پنج برابر سطح

1- Reassembled

2- Full-size

صلاحیت آزمون چرخ‌گذاری گرمایی (استاندارد IEC 62108) است و بنابراین بعد از اتمام موفقیت‌آمیز رتبه 5Q حاصل می‌شود. (خرابی سلول کمتر از ۵٪). همچنین امکان دستیابی به رتبه بالاتر یا پایین‌تر از 5Q با تکمیل چرخه‌های بیشتر یا کمتر از آنچه در فرمول (۲) تعریف شده است، وجود دارد. رتبه‌بندی باید بر اساس فواصل عدد صحیح مطابق با فرمول (۱) باشد.

$$rating = 5 \frac{N_C}{N_R} \quad (1)$$

که در آن:

N_C تعداد چرخه‌های تکمیل شده با مجموع خرابی سلول کمتر از ۵٪ و،

N_R تعداد چرخه‌های مورد نیاز مطابق با فرمول (۲) است.

رتبه حاصل باید حاصل ضرب عدد صحیحی از فرمول (۱) باشد و چنانچه N_C در فاصله عدد صحیحی باشد به طور پیش فرض رتبه پایین‌تر بعدی خواهد بود. برای مثال، اگر نتیجه فرمول (۱)، ۴٫۹ باشد، رتبه به دست آمده 4Q است.

هر فاصله از چرخه، نشان‌دهنده مقدار عمر مفید است. بنابراین رتبه 5Q متناظر با کمینه عمر مفید با مجموع خرابی سلول‌های کمتر از ۵٪ با توجه به سازوکار خرابی ناشی از خستگی گرمایی، در نظر گرفته می‌شود.

بسته به صلاح‌دید طرف ارسال کننده و آزمایشگاه آزمون است که در چه فاصله‌ای، آزمون انجام می‌شود و در چه فاصله‌(هایی) ارزیابی در فضای باز و آزمون عملکرد انجام می‌شود.

۸ گزارش

بعد از آزمون، بهتر است گزارش تصدیق شده آزمون‌های صلاحیت، با جزئیات هر خرابی و آزمون‌های مجدد، توسط آزمایشگاه آزمون آماده شود. هر گزارش آزمون بهتر است شامل دست‌کم اطلاعات زیر باشد:

الف- عنوان؛

ب- نام و نشانی آزمایشگاه، و محل انجام آزمون‌ها چنانچه متفاوت از نشانی آزمایشگاه باشند (برای مثال در محل)؛

پ- شناسه منحصر به فرد گزارش آزمون (برای مثال شماره سریال)، و برای هر صفحه یک شناسه برای اطمینان از اینکه صفحه به عنوان بخشی از گزارش آزمون شناخته می‌شود، و شناسه واضحی از پایان گزارش آزمون.

ت- نام و نشانی مشتری، در صورت لزوم؛

- ث - توصیف و شناسایی مورد آزمون شده؛
- ج - مشخصات و شرایط مورد آزمون؛
- چ - تاریخ دریافت مورد آزمون و تاریخ(های) آزمون، در صورت لزوم؛
- ح - شناسایی نرخ شیب و تعداد چرخه‌های استفاده شده (فرمول (۱))؛
- خ - مراجعه به روش نمونه‌برداری، در صورت نیاز؛
- د - هر گونه انحراف از، اضافه کردن به، یا حذف از روش آزمون، و هر گونه اطلاعات مربوط به آزمون‌های خاص، مانند شرایط محیطی؛
- ذ - اندازه‌گیری‌ها و بازبینی‌ها که توسط جدول‌ها، نمودارها، طرح‌ها، و عکس‌ها، به صورت مناسب پس از تکمیل هر فاصله چرخه و هر خرابی مشاهده شده، ارائه می‌شود؛
- ر - توضیحی از عدم قطعیت تخمینی نتایج آزمون، در صورت مربوط بودن؛
- ز - امضاء و عنوان، یا شناسه معادل شخص (اشخاص) مسئول محتوای گزارش، و تاریخ صدور؛
- ژ - در صورت مربوط بودن، بیانیه‌ای حاکی از این که نتایج فقط مربوط به موارد آزمون شده می‌باشد؛
- س - توضیحی که برای حفظ رتبه‌بندی، سازنده باید هر گونه تغییر انجام شده را به سازمان گواهی‌دهنده یا آزمایشگاه آزمون گزارش داده و مطرح نماید؛
- ش - توضیح این که، گزارش نباید بدون تایید کتبی آزمایشگاه تکثیر شود، مگر به صورت کامل باشد.
- بهرتر است نسخه‌ای از این گزارش توسط سازنده به عنوان مرجع نگهداری شود.

۹ اصلاحات

هر گونه تغییرات در طراحی، مواد، اجزا، یا پردازش مدول‌ها و مجموعه‌ها ممکن است نیاز به تکرار این توالی آزمون داشته باشد. سازندگان باید هر گونه تغییر انجام شده را به سازمان گواهی‌دهنده یا آزمایشگاه آزمون گزارش داده و مطرح نمایند.

۱۰ روش آزمون

۱-۱۰ کلیات

توالی آزمون به صورت زیر است:

الف - ارزیابی سلول؛

ب- چرخه گرمایی؛

پ- قرارگیری در فضای باز؛

ت- ارزیابی سلول.

چنانچه ارزیابی دوره‌ای اقلام^۱ آزمون در فواصل چرخه تعیین شده مورد نظر باشد، مراحل الف و ت ترکیب شده و توالی تکرار می‌شود.

۱۰-۲ ارزیابی سلول

۱۰-۲-۱ هدف

هدف از این ارزیابی، تعیین این است که چه تعدادی از سلول‌های PV در حین آزمون، مردود شده‌اند. این استاندارد به منظور ارزیابی دوام خستگی گرمایی پیوند CPV می‌باشد. وقتی پیوند به دلیل خستگی گرمایی ترک بر می‌دارد، مقاومت گرمایی این لایه افزایش می‌یابد و در نهایت موجب فرار^۲ گرمایی سلول PV متصل شده هنگام قرارگرفتن در برابر خورشید می‌شود. فرار گرمایی سلول PV معمولاً سبب اتصال کوتاه الکتریکی میان سلول می‌شود که با ارزیابی زیر آشکار می‌شود. مقررات آشکارسازی یک سلول مدار باز الکتریکی نیز ارائه شده است.

۱۰-۲-۲ روش اجرایی

الف- تمام سلول‌های PV تا سطحی که موجب گسیل نورتایی سلول نو^۳ شوند، بایاس مستقیم می‌شوند.

ب- اگر گسیل سلول یا سلول‌ها اتفاق نیافتد، به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند تا چنانچه اتصال کوتاه الکتریکی وجود داشته باشد تعیین شود. این مرحله ممکن است شامل ارزیابی پاسخ جریان و ولتاژ تاریک سلول باشد. در صورت تمایل، این روش الکتریکی تعیین کننده این است که کدام یک از سلول‌هایی که اتصال کوتاه الکتریکی شده‌اند ممکن است جایگزین مرحله الف شوند.

در برخی فن‌آوری‌های سلول، گسیل نور تابی در طیف مرئی است؛ بنابراین گسیل از هر سلول می‌تواند به‌طور چشمی ارزیابی شود. در حالتی که گسیل در طیف نامرئی باشد، گسیل می‌تواند با استفاده از دوربین با مقدار کارایی که گسیل نور تابی عادی آن سلول‌ها را هم‌پوشانی کند، ارزیابی شود.

چنانچه مدول یا رشته سلول‌های بایاس شده به صورت مدار باز الکتریکی ارائه می‌شوند، محل مدار باز باید تعیین شود و به منظور ادامه توالی چرخه گرمایی به صورت الکتریکی متصل شود. برای پیدا کردن مدار باز،

1- Articles
2- Runaway
3- Pristine

بررسی‌های پیوستگی و/یا بایاس مستقیم بخش‌های کوچک‌تر رشته تا زمانی که مدار باز پیدا شود باید انجام شود.

۱۰-۲-۳ الزامات

هر سلولی که در گسیل ناموفق باشد و/یا دارای اتصال کوتاه الکتریکی ارزیابی شود، از هدف این استاندارد خراب در نظر گرفته می‌شود. در صلاحدید طرف ارسال کننده و آزمایشگاه آزمون است که علت اصلی خرابی را تعیین کنند. فقط اگر، از طریق تحلیل علت اصلی، بتوان نشان داد که خستگی گرمایی علت خرابی سلول نیست، مردودی سلول می‌تواند از مردودی‌ها حذف شود.

هر سلولی که از رشته فعال مدول با مدار باز الکتریکی حذف می‌شود، از نظر این استاندارد خراب در نظر گرفته می‌شود.

اگر سلولی در ابتدا و قبل از اولین مدت چرخه گرمایی اتصال کوتاه شده باشد، نباید مردود در نظر گرفته شود و توسط سلول نو جایگزین می‌شود.

۱۰-۳-۳ چرخه گرمایی

۱۰-۳-۱ هدف

هدف از آزمون چرخه گرمایی تعیین توانایی گیرنده‌ها برای تحمل ناهماهنگی گرمایی، خستگی، و سایر تنش‌های ناشی از تغییرات سریع، غیریکنواخت یا تکراری دما است.

۱۰-۳-۲ نمونه آزمون

هر یک از مدول (ها) یا گیرنده (های) موجود در آنها برای آزمون چرخه گرمایی قابل کاربرد هستند.

۱۰-۳-۳ روش اجرایی

چرخه گرمایی بین 40°C و 110°C با مدت زمان ماندگاری 5 min در $5^{\circ}\text{C} \pm$ دمای ماندگاری انجام می‌شود. نرخ شیب دمای متوسط ($\dot{T}$)، با بیشینه 30°C/min متغیر است، و تعداد چرخه مورد نیاز (N_R) مطابق فرمول (۱) تعیین خواهد شد.

$$N_R = 105,56 + 2787,8 \dot{T}^{-0,166} \quad (2)$$

تعداد چرخه‌های مورد نیاز برای هر نرخ شیب به عنوان یک آزمون معادل در نظر گرفته می‌شود. شکل‌های ۱ و ۲ برای نشان دادن این رابطه و پیامد آن در مدت زمان آزمون کل ارائه شده‌اند.

یادآوری ۱- پارامترهای چرخه گرمایی بر مبنای موارد زیر است:

الف- استاندارد IEC 62108: نرخ شیب $2/5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ منجر به پنج برابر تعداد چرخه‌های TCA2 می‌شود؛

ب- شبیه‌سازی تجربی و FEM^۱ که رابطه بین نرخ شیب دما و تعداد معادل چرخه را ارائه می‌دهد [1].

هنگامی که دما بیشتر از 25°C افزایش یابد جریانی برابر با ۱/۲۵ برابر جریان اتصال کوتاه CSTC^۳ را اعمال کنید و زمانی که دمای بالا رفع شد، قطع کنید. اعمال بایاس مستقیم در مدت زمان چرخه ممکن است فرصتی برای آشکارسازی خرابی سلول فراهم کند. اگر، در طول چرخه، پیوند در اثر خستگی گرمایی ترک بردارد، مقاومت گرمایی افزایش یافته ممکن است به سرعت شرایط فرار گرمایی در سلول PV ایجاد کند که موجب خرابی ناگهانی می‌شود. این خرابی به صورت یک افت ناگهانی ولتاژ مورد نیاز در اعمال جریان اتصال کوتاه آشکار خواهد شد. از آنجایی که هدف از این آزمون تنها استخراج خرابی‌های ناشی از خستگی گرمایی است، بهتر است هر گونه خرابی در محل سلول برای علت اصلی آن بازبینی شود. اگر شواهد حاکی از آن است که مسئله مربوط به خستگی گرمایی علت خرابی سلول در محل نیست، خرابی نباید مردود در نظر گرفته شود.

دمای مدول یا گیرنده از طریق یک RTD^۴ یا ترموکوپل که تا حد امکان نزدیک سلول PV قرار داده می‌شود، پایش و کنترل می‌شود. بهتر است سلول‌های چندتایی هم در داخل و خارج مدول یا گیرنده یا بر روی گیرنده‌های چندتایی، جداگانه بررسی شوند و دمای متوسط به عنوان کنترل آزمون مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری- انتظار می‌رود مدول‌هایی با راه‌حل‌های گرمایی بهتر، که منجر به اختلاف کمتر بین سلول و دمای محیط در حضور نور خورشید می‌شود، به دلیل کاهش نیروی محرکه منجر به کاهش خستگی گرمایی شود. قرار دادن ترموکوپل برای کنترل دمای چرخه در ازای این راه‌حل‌ها همراه با آزمون شدت کم در نظر گرفته می‌شود. طرح‌های با راه‌حل‌های گرمایی ضعیف ممکن است اختلاف دمای زیاد بین محل ترموکوپل و سلول داشته باشد، بنابراین کنترل دمای چرخه از ترموکوپل سبب خواهد شد دمای سلول به هنگام مقایسه طرح‌ها با راه‌حل‌های گرمایی بهتر، افزایش یابد.

به منظور رتبه‌بندی، چرخه می‌تواند در فواصل از پیش تعیین شده متوقف شود. به بند ۷ مراجعه شود:

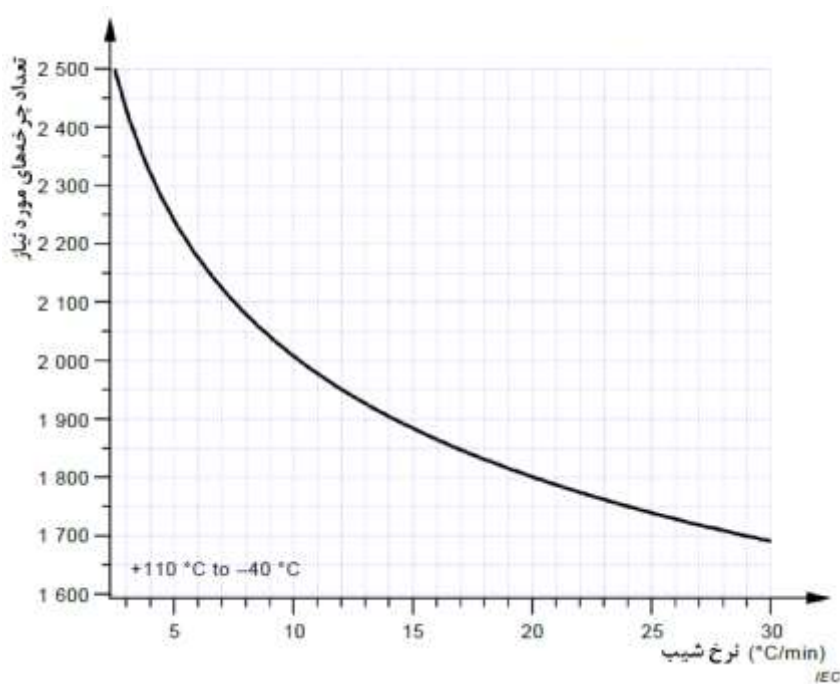
تعداد چرخه مورد نیاز تقسیم بر پنج، فواصل چرخه را ایجاد می‌کند. ارزیابی‌ها می‌تواند در این فواصل انجام شود؛ تعداد فواصل و ارزیابی‌ها در صلاح‌دید طرف ارسال کننده یا آزمایشگاه آزمون است.

1- Finite element method

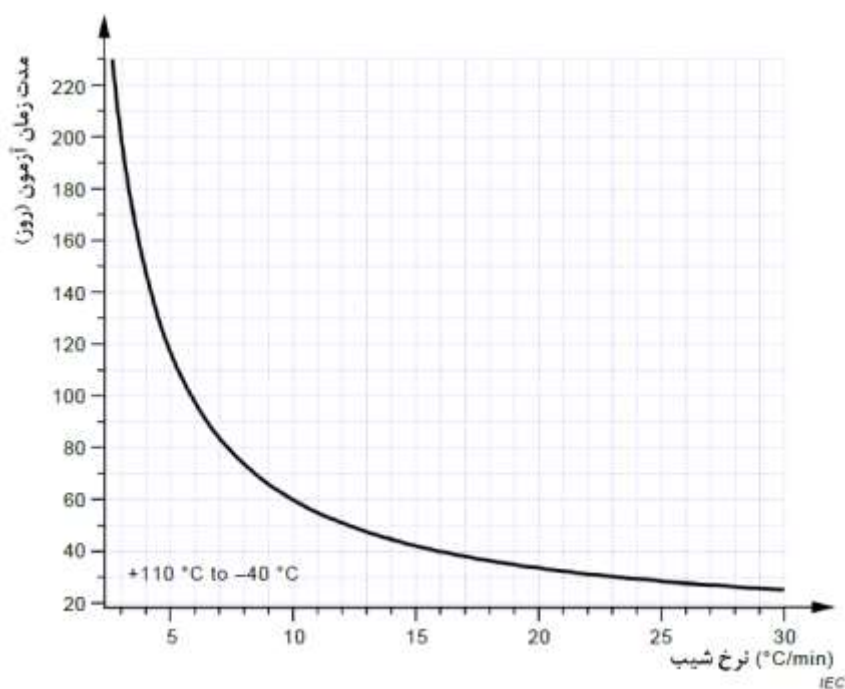
۲- عدد داخل کروشه به کتاب‌نامه ارجاع می‌دهد.

3- Short Circuit Current

4- Resistance Temperature Detector



شکل ۱- تعداد چرخه‌های مورد نیاز به عنوان تابعی از متوسط نرخ شیب دما برای تکمیل یک آزمون معادل



شکل ۲- مدت زمان آزمون کل به عنوان تابعی از نرخ شیب دما

۱۰-۴ آزمون قرارگیری در فضای باز

۱۰-۴-۱ هدف

هدف از آزمون قرارگیری در فضای باز نشان دادن هر گونه خرابی، در صورت وجود، ناشی از توالی چرخه گرمایی است. اتصالات الکتریکی و گرمایی که حساس به خستگی گرمایی هستند نیازمند ترکیب منحصر به فرد شار خورشیدی، گرمایی و الکتریکی از قرارگیری رو به خورشید تا خرابی شدید ناگهانی سلول است. بنابراین، این آزمون مستلزم آن است که اقلام آزمون باقی بمانند، یا به شیوه‌ای که در حالت رو به خورشید در نظر گرفته شده است، پیکربندی شوند.

۱۰-۴-۲ روش اجرایی

- الف- بهتر است مدول با اندازه کامل یا مجموعه نماینده در فضای باز در شرایط مدار باز نصب شود.
- ب- بهتر است پایش تابش مستقیم عمود و پایش تابش کل سراسری، هم‌صفحه با مدول یا مجموعه نصب شده باشد.
- پ- اگر سامانه نیازمند خنک‌کننده فعال باشد، بهتر است سامانه خنک‌کننده در طول آزمون فعال باشد.
- ت- مدول یا مجموعه بهتر است همراه با ردیابی به مدت کمینه ۴ h در $750 \text{ W/m}^2 \text{ DNI}$ یا بیشتر در فضای باز قرار گیرد.

کتابنامه

- [1] N. Bosco, T. Silverman, and S. Kurtz, "Simulation and experiment of thermal fatigue in the cpv die attach," *International Conference on Concentrating Photovoltaics* (CPV-8), Toledo, SP, 2012
-