

4 اصل

4.1 دستگاه

هر دو دستگاه صفحه داغ محافظت شده و دستگاه اندازه گیری شار حرارتی برای ایجاد چگالی شار حرارتی یک جهته، ثابت و یکنواخت درون نمونه های آزمون همگن با سطوح تخت و موازی و به شکل صفحات طراحی شده اند. بخشی از دستگاه که این فرایند در آن با دقت قابل قبول انجام می شود، در اطراف مرکز آن قرار دارد؛ بنابراین دستگاه به یک بخش اندازه گیری مرکزی، که اندازه گیری ها در آن انجام می شوند، و یک بخش محافظ پیرامونی تقسیم می شود.

4.2 اندازه گیری چگالی شار حرارتی

با برقراری حالت پایدار در بخش اندازه گیری، چگالی شار حرارتی، q ، از اندازه گیری نرخ شار حرارتی، " ϕ "، و مساحت اندازه گیری، A ، که شار حرارتی از آن عبور می کند، تعیین می شود.

4.3 اندازه گیری اختلاف دما

اختلاف دما در دو سوی نمونه های آزمون، (ΔT) ، به وسیله حسگرهای دمایی نصب شده روی سطوح دستگاه در تماس با نمونه آزمون و/یا سطوح خود نمونه های آزمون، حسب مورد، اندازه گیری می شود.

4.4 استخراج مقاومت حرارتی یا ضریب انتقال

مقاومت حرارتی، R ، در صورت تحقق شرایط مناسب مندرج در A.3.2، با استفاده از مقادیر q ، A و (ΔT) محاسبه می شود. با دانستن ضخامت، d ، نمونه آزمون، ضریب انتقال، T ، محاسبه می شود.

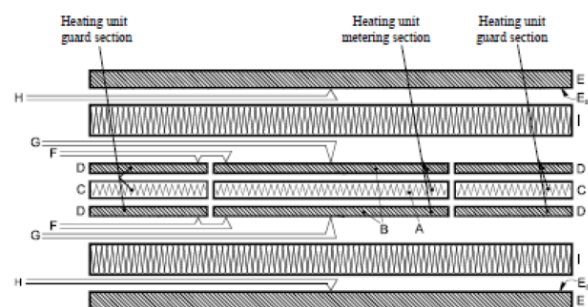
5.2 دستگاه صفحه داغ محافظت شده

5.2.1 کلیات

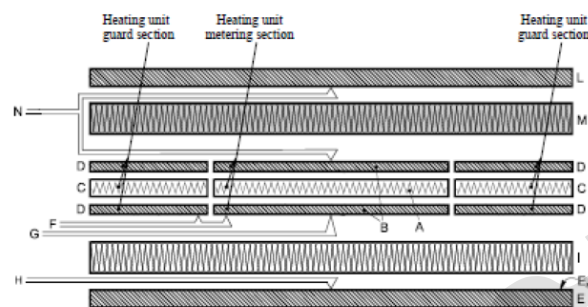
در دستگاه صفحه داغ محافظت شده، نرخ شار حرارتی از اندازه گیری توان ورودی به واحد گرمایش در بخش اندازه گیری به دست می آید. ویژگی های کلی دستگاه با نمونه های آزمون نصب شده در شکل 1 نشان داده شده است. دو نوع دستگاه صفحه داغ محافظت شده وجود دارد که با اصل اساسی تشریح شده در بند 4 مطابقت دارند:

الف) دارای دو نمونه آزمون (و یک واحد گرمایش مرکزی)؛
ب) دارای یک نمونه آزمون.

آوا هونام پلیمر



a) Two-specimen apparatus



b) Single-specimen apparatus

Key

- | | |
|---|--|
| A Metering section heater | G Heating unit surface thermocouples |
| B Metering section surface plates | H Cooling unit surface thermocouples |
| C Guard section heater | I Test specimen |
| D Guard section surface plates | L Guard plate |
| E Cooling unit | M Guard plate insulation |
| E ₁ Cooling unit surface plate | N Guard plate differential thermocouples |
| F Differential thermocouples | |

The gap is the separation between metering section (see A and B) and the guard section (see C and D)

Figure 1 — General features of two-specimen and single specimen guarded hot plate apparatus

5.2.2 دستگاه دارای دو نمونه آزمون

در دستگاه دارای دو نمونه آزمون [شکل 1a را ببینید]، مجموعه صفحه تخت مرکزی گرد یا مربعی، متشکل از یک گرم‌کن و صفحات سطحی فلزی که واحد گرمایش نامیده می‌شود، بین دو نمونه آزمون تقریباً یکسان قرار می‌گیرد. نرخ شار حرارتی از طریق نمونه‌های آزمون به مجموعه‌های تخت، هم‌دما، گرد یا مربعی و مجزایی به نام واحدهای سرمایش منتقل می‌شود.

5.2.3 دستگاه دارای یک نمونه آزمون

در دستگاه دارای یک نمونه آزمون [شکل 1b را ببینید]، یکی از نمونه‌های آزمون با ترکیبی از یک قطعه عایق و یک صفحه محافظ جایگزین می‌شود. سپس اختلاف دمای صفر در دو سوی این ترکیب برقرار می‌گردد. مشروط بر آنکه تمامی الزامات قابل‌اعمال این استاندارد رعایت شده باشد، با استفاده از این نوع دستگاه می‌توان اندازه‌گیری‌های دقیق را انجام داد و نتایج را مطابق این روش گزارش کرد؛ بااین‌حال، در گزارش آزمون باید به اصلاح صفحه داغ معمولی دارای دو نمونه آزمون، به‌طور خاص اشاره شود.

5.2.4 واحد گرمایش

واحد گرمایش از یک بخش اندازه‌گیری مرکزی مجزا تشکیل شده است که در آن می‌توان چگالی شار حرارتی یک‌جهته، ثابت و یکنواخت را ایجاد کرد. این بخش با یک شکاف باریک از بخش محافظ پیرامونی جدا می‌شود.

5.2.5 مساحت اندازه‌گیری

مساحت اندازه‌گیری، ناحیه مرکزی نمونه آزمون است که با خط مرکزی شکاف واحد گرمایش محدود می‌شود. این تعریف که در اصل فقط برای نمونه‌های آزمون ضخیم کاربرد دارد، برای تمامی نمونه‌های آزمونی که مطابق این استاندارد آزمون می‌شوند حفظ شده است؛ به‌دلیل این تقریب، ضخامت نمونه آزمون باید حداقل ده برابر عرض شکاف باشد.

5.2.6 عایق لبه و محافظ‌های کمکی

به‌ویژه هنگام کار در دماهای بالاتر یا پایین‌تر از دمای اتاق، به عایق لبه اضافی و/یا بخش‌های محافظ کمکی نیاز است؛ به پیوست B استاندارد EN 1946-2:1999 مراجعه کنید.

5.2.7 واحدهای سرمایش

ابعاد واحدهای سرمایش باید حداقل به‌اندازه ابعاد واحد گرمایش، شامل گرم‌کن(های) محافظ، باشد. این واحدها باید از صفحات فلزی تشکیل شوند که در

دمایی ثابت و یکنواخت نگه داشته می‌شوند.

6 نمونه‌های آزمون

6.1 کلیات

آزمون را می‌توان به آماده‌سازی نمونه آزمون، مطابق توضیحات زیر، و اندازه‌گیری‌های واقعی، مطابق بند 7، تقسیم کرد. هنگام آغاز آزمون باید درباره برخی تصمیمات مربوط به خواص قابل‌اندازه‌گیری انتقال حرارت، آماده‌سازی نمونه آزمون و شرایط آزمون تصمیم‌گیری شود؛ به A.5 مراجعه کنید. برای این تصمیمات فقط باید به این استاندارد و/یا استاندارد محصول مربوطه که برای نمونه آزمون مورد کاربرد دارد، مراجعه شود.

6.2 انتخاب و اندازه

با توجه به نوع دستگاه، یک یا دو نمونه آزمون از هر نمونه انتخاب می‌شود (برای دستگاه صفحه داغ محافظت‌شده، به 5.2.2 یا 5.2.3، و برای دستگاه اندازه‌گیری شار حرارتی، به 5.3.1 مراجعه کنید). نمونه آزمون یا نمونه‌های آزمون باید الزامات کلی تشریح‌شده در A.3 و A.4 را برآورده کنند. هنگامی که دو نمونه آزمون موردنیاز است، باید تا حد امکان یکسان باشند و اختلاف ضخامت آن‌ها کمتر از 2 % باشد. اندازه نمونه آزمون یا نمونه‌های آزمون باید به‌گونه‌ای باشد که سطوح واحد گرمایش، شامل بخش محافظ، را به‌طور کامل بپوشاند، بدون آنکه از ابعاد خطی کلی واحد گرمایش یا دستگاه اندازه‌گیری شار حرارتی بیش از 3 % بزرگ‌تر باشد. ضخامت نمونه‌ها باید مطابق استاندارد محصول مربوطه باشد و علاوه بر آن، رابطه میان ضخامت نمونه آزمون مورد استفاده و ابعاد واحد گرمایش باید به‌گونه‌ای محدود شود که مجموع خطای عدم‌تعادل (فقط در دستگاه صفحه داغ محافظت‌شده) و خطاهای اتلاف حرارت لبه به 0,5 % محدود شود؛ به حدود ضخامت در جدول A.1 در A.3 مراجعه کنید. برای حداقل ضخامت نمونه آزمون، به A.3.4 و جداول A.1 و A.2 مراجعه کنید.

7 روش آزمون

7.1 کلیات

روش آزمون مجموعه کامل عملیات برای تعیین خاصیت انتقال حرارت موردنظر است که روی نمونه آزمون آماده‌شده مطابق 6.3 انجام می‌شود. این عملیات را می‌توان به آماده‌سازی، تشریح‌شده در 7.2، و عملیات باقی‌مانده برای اجرای آزمون با دستگاه صفحه داغ محافظت‌شده یا دستگاه اندازه‌گیری شار حرارتی، تشریح‌شده در 7.3، تقسیم کرد.

7.2 آماده سازی

پس از تعیین جرم نمونه آزمون یا نمونه های آزمون، آن ها باید مطابق استانداردهای محصول مربوطه تا رسیدن به جرم ثابت آماده سازی شوند. یادداشت: آماده سازی، برای مثال، شامل خشک کردن در آون تهویه شده یا خشک کردن و سپس رساندن نمونه به تعادل با هوای آزمایشگاه است؛ برای جلوگیری از مهاجرت رطوبت به نمونه آزمون یا از آن در طول آزمون، می توان خود نمونه آزمون را در یک پوشش نفوذناپذیر نسبت به بخار قرار داد. کاهش نسبی جرم از جرم تعیین شده پیش و پس از خشک کردن محاسبه می شود. برای کاهش زمان آزمون، نمونه آزمون یا نمونه های آزمون را می توان بلافاصله پیش از قرار دادن در دستگاه، در میانگین دمای آزمون آماده سازی کرد.

7.3 اندازه گیری ها

7.3.1 جرم

درست پیش از نصب نمونه آزمون یا نمونه های آزمون در دستگاه، جرم آن را با دقتی بهتر از 0,5 % تعیین کنید.

7.3.2 ضخامت و چگالی

ضخامت نمونه آزمون یا ضخامت تعیین شده با قرار دادن واحد گرمایش و واحد سرمایش است، یا ضخامت نمونه آزمون یا نمونه های آزمون است که در آغاز آزمون اندازه گیری می شود؛ همان گونه که در استانداردهای محصول مربوطه بیان شده است. یادداشت: برای مواد به شکل رول یا mat، استانداردهای محصول معمولاً ضخامت مورد استفاده برای آزمون را مشخص می کنند. ضخامت نمونه آزمون یا نمونه های آزمون را می توان در دستگاه، در دما و شرایط تراکم موجود آزمون، یا خارج از دستگاه با ابزارهایی اندازه گیری کرد که فشار وارد شده بر نمونه آزمون در طول آزمون را بازتولید کنند؛ همان گونه که در استانداردهای محصول مربوطه بیان شده است. برای اندازه گیری ضخامت در دستگاه، باید از نقاط اندازه گیری یا زائده های اندازه گیری استفاده شود که به طور اختصاصی در چهار گوشه بیرونی واحد سرمایش (یا واحدهای گرمایش و سرمایش در دستگاه دارای یک نمونه آزمون) یا در امتداد محورهای عمود بر واحدها و در مرکز آن ها نصب شده اند. ضخامت نمونه آزمون از میانگین اختلاف فاصله بین نقاط اندازه گیری، هنگامی که نمونه آزمون یا نمونه های آزمون در دستگاه قرار دارند و هنگامی که در جای خود قرار ندارند، تعیین می شود؛ در هر دو حالت، نیروی یکسانی برای فشردن واحدهای دستگاه به سمت یکدیگر به کار می رود. با استفاده از ابعاد نمونه آزمون، ضخامت اندازه گیری شده به روش فوق و جرم نمونه آزمون آماده سازی شده که مطابق 7.3.1 تعیین شده است، می توان چگالی نمونه در حالت آزمون را محاسبه کرد.

7.3.3 انتخاب اختلاف دما

اختلاف دما را مطابق A.3.8 و استاندارد محصول مربوطه انتخاب کنید.

7.3.4 شرایط محیطی

هنگامی که خواص انتقال حرارت برای شرایطی موردنظر است که نمونه آزمون در هوا (یا گاز دیگری) احاطه شده باشد، رطوبت جو پیرامون واحدهای دستگاه را در طول آزمون به گونه‌ای تنظیم کنید که دمای نقطه شبنم حداقل 5 K پایین‌تر از دمای واحد سرمایش باشد. هنگامی که برای جلوگیری از مهاجرت رطوبت به نمونه آزمون یا از آن، نمونه آزمون در یک پوشش نفوذناپذیر نسبت به بخار قرار می‌گیرد، شرایط آزمون باید به گونه‌ای باشد که روی بخش پوشش در تماس با سمت سرد نمونه آزمون، چگالش آب رخ ندهد.

7.3.5 اندازه‌گیری‌های نرخ شار حرارتی

7.3.5.1 نرخ شار حرارتی در دستگاه صفحه داغ محافظت‌شده توان الکتریکی متوسط تأمین‌شده به مساحت اندازه‌گیری را با دقت $\pm 0,1\%$ اندازه‌گیری کنید. نوسانات یا تغییرات دماهای سطوح واحد گرمایش در طول دوره آزمون که در اثر نوسانات یا تغییرات تصادفی در توان ورودی آن‌ها ایجاد می‌شوند، نباید از $0,3\%$ اختلاف دما بین واحدهای گرمایش و سرمایش بیشتر باشند. توان ورودی بخش محافظ را، ترجیحاً با کنترل خودکار، تنظیم و حفظ کنید تا درجه تعادل دمایی بین بخش اندازه‌گیری و بخش محافظ به دست آید؛ به گونه‌ای که مجموع خطاهای عدم تعادل و اتلاف حرارت لبه در محدوده $0,5\%$ باقی بماند (به 6.2 مراجعه کنید).

8.2 خواص انتقال حرارت

8.2.1 کلیات

برای انجام تمامی محاسبات، از مقادیر متوسط داده‌های حالت پایدار مشاهده‌شده استفاده کنید. مجموعه مشاهدات تشریح‌شده در 7.3.8 باید در محاسبات به کار رود؛ سایر مجموعه‌های مشاهدات در طول حالت پایدار نیز قابل استفاده هستند، مشروط بر آنکه خواص انتقال حرارت به دست آمده از هر یک از این مجموعه‌ها، بیش از 1% با خواص به دست آمده از مجموعه‌های تشریح‌شده در 7.3.8 اختلاف نداشته باشند.

8.2.2 اندازه‌گیری‌های دستگاه صفحه داغ محافظت‌شده

مقاومت حرارتی R را با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$R = \frac{T_1 - T_2}{\Phi} A$$

یا ضریب انتقال T را با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$T = \frac{\Phi d}{A(T_1 - T_2)}$$

که در آن:

- Φ is the average power supplied to the metering section of the heating unit;
- T_1 is the average specimen(s) hot side temperature;
- T_2 is the average specimen(s) cold side temperature;
- A is the metering area as defined in 5.2.5; for two specimen apparatus the metering area defined in 5.2.5 shall be multiplied by two;
- d is the average specimen(s) thickness.



دستگاه آزمون هدایت حرارتی مطابق EN 12667 - دستگاه دارای یک نمونه آزمون

- اتصال به درگاه USB رایانه
- نرم افزار همراه دستگاه ارائه می شود
- گزارش نرم افزار در قالب MS WORD
- محاسبه شار حرارتی بر اساس اندازه گیری توان الکتریکی
- محاسبه شار حرارتی در نرم افزار
- محدوده اندازه گیری 10 C-40
- کاهش دمای صفحه سرد از دمای اتاق تا 10 C
- چیلر صفحه سرد همراه دستگاه ارائه می شود
- افزایش دمای صفحه داغ از دمای اتاق تا 50 C
- مطابق EN 12667 - دستگاه دارای یک نمونه آزمون
- حداکثر ضخامت نمونه 50mm

- کابین بسته برای افزایش دقت اندازه‌گیری‌ها
- اندازه نمونه تا 200 mm (*200 mm اندازه‌های دیگر بنا به درخواست)
- حداکثر ضخامت نمونه (50 mm اندازه‌های دیگر بنا به درخواست)