



دستگاه HDT Vicat

5 دستگاه

5.1 تجهیزات گرمایشی، متشکل از یکی از موارد زیر (5.1.1، 5.1.2 یا 5.1.3) که پذیرای حداقل دو مجموعه قاب آزمون و یک دستگاه خنک‌کننده (5.1.4) باشد.

تجهیزات گرمایشی باید به سامانه‌ای برای کنترل دما مجهز باشد که امکان افزایش دما با نرخ یکنواخت $(5 \pm 50) \text{ K/h}$ یا $(10 \pm 120) \text{ K/h}$ را فراهم کند.

— یا با بررسی و ثبت خودکار در سراسر محدوده دما،
— یا با بررسی و ثبت دستی تغییر دما در فواصل 6 دقیقه‌ای، در محدوده دمای مورد تأیید.

الزام مربوط به نرخ گرمایش زمانی برآورده‌شده تلقی می‌شود که طی هر فاصله 6 دقیقه‌ای در طول آزمون، تغییر دما به ترتیب $(0,5 \pm 5) \text{ C}^\circ$ یا ± 12

1) C° باشد. در تجهیزات گرمایشی چندموقعیته، نرخ گرمایش باید در هر ایستگاه آزمون تأیید شود. دستگاه می‌تواند به گونه‌ای طراحی شود که هنگام رسیدن فرورفتگی به مقدار مشخص شده، گرمایش را به طور خودکار قطع کرده و هشدار صوتی پخش کند.

5.1.1 حمام گرمایشی پر شده از مایع، حاوی مایعی که نمونه آزمون بتواند تا عمق حداقل 35 mm در آن غوطه‌ور شود. پارافین مایع، روغن ترانسفورماتور، گلیسرول و روغن سیلیکون، محیط‌های مناسب انتقال حرارت مایع هستند، اما می‌توان از مایعات دیگری نیز استفاده کرد. باید همزن کارآمدی فراهم شود. باید اطمینان حاصل شود که مایع انتخاب شده در دمای مورد استفاده پایدار است و بر ماده تحت آزمون، برای مثال با ایجاد تورم یا ترک خوردگی، اثر نمی‌گذارد. حمام گرمایشی پر شده از مایع را بیش از نقطه اشتعال مشخص شده توسط سازنده محیط انتقال حرارت گرم نکنید.

5.1.2 واحد گرمایش با تماس مستقیم، شامل گرم‌کن‌ها و بلوک‌هایی که با گرمایش رسانشی، دمای نمونه آزمون را با نرخ کنترل شده افزایش می‌دهند تا VST حاصل شود.

5.1.3 بستر سیال شده، حاوی بستری از پودر (برای مثال پودر اکسید آلومینیوم) که نمونه آزمون بتواند تا عمق حداقل 35 mm در آن غوطه‌ور شود. این نوع دستگاه از پودر میکرومتری اکسید آلومینیوم استفاده می‌کند که در صورت مخلوط شدن با جریان مناسب هوای گرم، محیط گرمایشی مشابه مایع ایجاد می‌کند. بنابراین، حداکثر دماهای کاری (و VSTهای قابل اندازه‌گیری) بسیار بالاتر از مقادیر قابل دستیابی با مایعات مطابق 5.1.1 هستند.

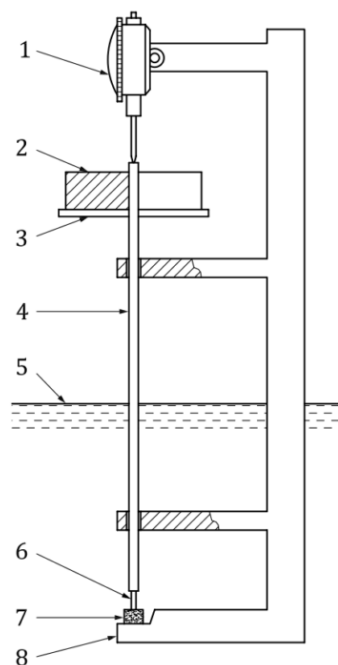
با مایعات مطابق 5.1.1. برای دستیابی به یکنواختی دما در ناحیه نمونه آزمون، مشابه حمام گرمایشی پر شده از مایع، باید سازوکار هم‌زدن کارآمدی فراهم شود.

5.1.4 دستگاه خنک‌کننده، به عنوان وسیله‌ای اختیاری برای کاهش دمای دستگاه گرمایشی؛ این دستگاه را می‌توان برای کاهش فاصله زمانی بین آزمون‌ها به کار برد.

5.2 مجموعه‌های قاب آزمون (مطابق شکل‌های 1 و 2)، متشکل از موارد زیر.

5.2.1 میله و قاب، مجهز به صفحه تکیه‌گاه یا وسیله مناسب دیگری برای اعمال بار که در یک قاب فلزی صلب نگه داشته شده است. میله باید بتواند با حداقل اصطکاک، آزادانه در راستای عمودی حرکت کند. میله باید برای پذیرش وزنه‌هایی که بار آزمون را اعمال می‌کنند طراحی شده باشد. پایه قاب، نمونه آزمون را در زیر نوک فرورونده، در انتهای میله، نگه می‌دارد (مطابق شکل‌های 1 و 2). توصیه می‌شود میله و قاب(ها) از ماده‌ای با انبساط حرارتی کم ساخته شوند.

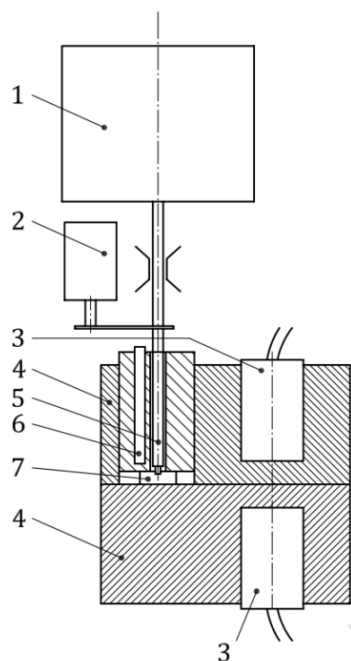
- 5.2.2 نوک فرورونده، ترجیحاً از جنس فولاد سخت‌کاری‌شده، به طول 1,5 mm تا 3 mm، با مقطع دایره‌ای و مساحت $(0,015 \pm 1,000) \text{ mm}^2$ (مطابق با قطر نوک فرورونده $(0,008 \pm 1,128) \text{ mm}$) که در قسمت پایینی میله (5.2.1) نصب شده است. سطح نوک فرورونده که با نمونه آزمون در تماس است باید صاف، عمود بر محور میله و عاری از پلیسه باشد.
- 5.2.3 وزنه‌ها، که به صورت مرکزی روی میله (5.2.1) اعمال می‌شوند، به گونه‌ای که بار کل اعمال‌شده بر نمونه آزمون برای روش‌های A50 و A120 برابر $N (0,2 \pm 10)$ و برای روش‌های B50 و B120 برابر $N (1 \pm 50)$ باشد.
- 5.2.4 دستگاه اندازه‌گیری نفوذ، شامل میکرومتر ساعتی کالیبره‌شده، (LVDT ترانسفورماتور تفاضلی متغیر خطی) یا ابزار اندازه‌گیری مناسب دیگری برای اندازه‌گیری نفوذ نوک فرورونده در نمونه آزمون با دقت $\pm 0,01 \text{ mm}$.
- 5.2.5 دستگاه اندازه‌گیری دما.
- 5.2.5.1 برای حمام پرشده از مایع و بستر سیال‌شده، از ابزار اندازه‌گیری دمای مناسب با محدوده مناسب و دقت $\pm 0,5K$ استفاده کنید. دماسنج‌ها باید در عمق غوطه‌وری مورد نیاز در 5.1.1 و 5.1.3 کالیبره شوند. دستگاه اندازه‌گیری دما باید تا حد امکان نزدیک به نوک فرورونده و نمونه آزمون قرار گیرد، اما از تماس مستقیم حسگر با نمونه آزمون جلوگیری شود.
- 5.2.5.2 برای واحد گرمایش با تماس مستقیم، از ابزار اندازه‌گیری دمای مناسب با محدوده مناسب و دقت $\pm 0,5K$ استفاده کنید. حسگر باید تا حد امکان نزدیک به نوک فرورونده و نمونه آزمون قرار گیرد، اما از تماس مستقیم حسگر با نمونه آزمون جلوگیری شود.



Key

- 1 micrometer dial gauge
- 2 replaceable weight
- 3 support plate
- 4 rod with indenting tip
- 5 approximate level of liquid or fluidized powder bed
- 6 indenting tip
- 7 test specimen
- 8 test-specimen support

Figure 1 — Schematic view of one type of testing apparatus with heating equipment filled with liquid or fluidized powder bed for determination of the VST



Key

- 1 weight
- 2 displacement-measurement device
- 3 heater
- 4 heating block
- 5 rod with indenting tip
- 6 temperature-measurement unit
- 7 test specimen

Figure 2 — Schematic view of testing apparatus with a direct-contact heating unit for determination of the VST

6 کالیبراسیون مجموعه قاب آزمون

6.1 هنگام استفاده از گيج‌های ساعتی آنالوگ، نیروی رانش گيج ساعتی که در نیروی رانش وارد شده بر نمونه آزمون مؤثر است، باید ثبت شود. نیروی فنر گيج ساعتی رو به بالا است و از بار کم می‌شود؛ در انواع دیگر، این نیرو رو به پایین است و به بار افزوده می‌شود. از آنجا که نیروی اعمال شده توسط فنر در برخی گيج‌های ساعتی در طول کورس به طور قابل توجهی تغییر می‌کند، این نیرو در موقعیتی اندازه‌گیری می‌شود که نوک فرورونده 1 mm در نمونه آزمون نفوذ کرده باشد. مجموع نیروی رو به پایین، که هنگام کالیبراسیون دستگاه تعیین می‌شود و ناشی از میله، نوک فرورونده و نیروی رو به بالا یا پایین اعمال شده توسط فنر گيج ساعتی در محدوده اندازه‌گیری مورد استفاده در آزمون است، نباید از 1 N بیشتر شود.

6.2 مگر آنکه ضریب انبساط حرارتی خطی میله با قاب فلزی صلب یکسان باشد، تغییر تفاضلی طول این قطعات باعث ایجاد خطا در قرائت‌های نفوذ می‌شود. بنابراین، باید برای هر مجموعه قاب آزمون، با استفاده از نمونه آزمون ساخته شده از ماده‌ای صلب با ضریب انبساط کم (برای مثال کوارتز یا شیشه بوروسیلیکات)، آزمونی انجام شود. این آزمون باید محدوده دمای معمول برای نوع ماده مورد آزمون را پوشش دهد. برای هر تغییر 10°C در دما، برای هر مجموعه میله و قاب، حداقل یک تصحیح باید تعیین شود. اگر ضریب تصحیح در نزدیکی VST آن ماده برابر 0,02 mm یا بیشتر باشد، علامت جبری آن باید ثبت شود و ضریب با افزودن جبری به قرائت ظاهری نفوذ، در هر نتیجه آزمون اعمال شود.

7 نمونه‌های آزمون

7.1 برای آزمون هر نمونه، حداقل از دو نمونه آزمون استفاده شود. ضخامت نمونه‌های آزمون باید بین 3 mm و 6,5 mm و ابعاد آن‌ها حداقل 10 mm مربع یا قطر آن‌ها 10 mm باشد. سطوح آن‌ها باید صاف، موازی و عاری از پلیسه باشند. نمونه‌ها باید مطابق مشخصات، در صورت وجود، مربوط به ماده تحت آزمون ساخته شوند. در صورت نبود چنین مشخصاتی، می‌توان از هر روش مناسبی که مورد توافق طرف‌های ذی‌نفع باشد برای آماده‌سازی نمونه‌های آزمون استفاده کرد.

7.2 اگر نمونه‌های ارائه شده برای آزمون به شکل مواد قالب‌گیری (برای مثال پودر یا گرانول) باشند، باید مطابق مشخصات مربوط به ماده تحت آزمون، یا در صورت نبود مشخصات ماده، مطابق ISO 293، ISO 294-1، ISO 294-2، ISO 294-3 یا ISO 20753، به نمونه‌های آزمون با ضخامت 3 mm تا 6,5 mm قالب‌گیری شوند. اگر این استانداردها قابل اعمال نباشند، می‌توان از روش‌های دیگری که مورد توافق طرف‌های ذی‌نفع است استفاده کرد.

7.3 برای مواد ورقه‌ای، ضخامت نمونه‌های آزمون باید برابر با ضخامت ورق باشد، به جز موارد زیر.
a) اگر ضخامت بیش از 6,5 mm باشد، نمونه‌های آزمون باید با ماشین‌کاری یک سطح (مشخص شده در ISO 2818)، در حالی که سطح دیگر دست‌نخورده

باقی می ماند، به ضخامت 3 mm تا 6,5 mm کاهش داده شوند. سطح آزمون باید همان سطح دست نخورده باشد. (b) اگر ضخامت ورق کمتر از 3 mm باشد، حداکثر سه قطعه را می توان به صورت مستقیم و در تماس با یکدیگر روی هم قرار داد تا ضخامت کلی بین 3 mm و 6,5 mm ایجاد شود؛ ضخامت قطعه بالایی (اندازه گیری شده) باید حداقل 1,5 mm باشد. روی هم گذاری قطعات با ضخامت کمتر همیشه نتیجه آزمون یکسانی ایجاد نمی کند.

7.4 نتایج آزمون به دست آمده می توانند به شرایط قالب گیری استفاده شده در آماده سازی نمونه های آزمون وابسته باشند، هر چند چنین وابستگی ای معمول نیست. هنگام آزمون موادی که نتایج آن ها به شرایط قالب گیری وابسته است، می توان پیش از آزمون از روش های ویژه بازیخت یا پیش شرطی سازی استفاده کرد، مشروط بر آنکه این روش ها مورد توافق طرف های ذی نفع باشند.

8 آماده سازی و conditioning

مطابق ISO 291 یا مشخصات مناسب ماده، شرایط دهی کنید.

9 روش اجرا

- 9.1 در صورت استفاده از حمام گرمایشی پر شده از مایع (5.1.1) یا بستر سیال شده (5.1.3)، نمونه آزمون را به صورت افقی، زیر نوک فرورونده (5.2.2) میله بدون بار (5.2.1) و عمود بر نوک فرورونده نصب کنید. در صورت استفاده از واحد گرمایش با تماس مستقیم (5.1.2)، نمونه آزمون را به صورت افقی و عمود بر جهت حرکت نوک فرورونده قرار دهید، بدون آنکه نوک فرورونده روی نمونه آزمون قرار گیرد. نوک فرورونده نباید در هیچ نقطه ای به لبه نمونه آزمون نزدیک تر از 3 mm باشد. سطح نمونه آزمون که با پایه دستگاه در تماس است باید صاف باشد.
- 9.2 در صورت استفاده از حمام گرمایشی پر شده از مایع یا بستر سیال شده، مجموعه میله/قاب را در تجهیزات گرمایشی قرار دهید. در صورت استفاده از واحد گرمایش با تماس مستقیم، نمونه آزمون را بین دو بلوک قرار دهید و نوک فرورونده را روی نمونه آزمون پایین بیاورید. دمای تجهیزات گرمایشی در شروع هر آزمون باید حداکثر 25°C باشد، مگر آنکه آزمون های قبلی نشان داده باشند که برای ماده تحت آزمون، شروع از دمای دیگر خطایی ایجاد نمی کند. هنگام استفاده از حمام پر شده از مایع یا بستر سیال شده، حباب دماسنج یا حسگر ابزار اندازه گیری دما (مطابق 5.2.5.1) باید در همان سطح نمونه آزمون و تا حد امکان نزدیک به آن قرار گیرد. در صورت استفاده از واحد گرمایش با تماس مستقیم، حسگر باید مطابق 5.2.5.2 در بلوک گرمایشی و تا حد امکان نزدیک به نمونه آزمون قرار گیرد.
- 9.3 در حالی که نوک فرورونده همچنان در جای خود قرار دارد، وزنه کافی به صفحه تکیه گاه اضافه کنید (یا بار را به روش مناسب دیگری بر نوک فرورونده

اعمال کنید) تا نیروی رانش کل وارد شده بر نمونه آزمون برای روش‌های A50 و A120 برابر $(0,2 \pm 10)$ N و برای روش‌های B50 و B120 برابر (± 50) N باشد. پس از 5 min اعمال بار، قرائت دستگاه اندازه‌گیری نفوذ (مطابق 5.2.4) را ثبت کنید یا دستگاه را روی صفر تنظیم کنید.

9.4 دما را با نرخ یکنواخت (5 ± 50) K/h یا (10 ± 120) K/h افزایش دهید. هنگام استفاده از حمام پرشده از مایع یا بستر سیال شده، محیط گرمایشی را در طول آزمون به خوبی هم بزنید. برای آزمون‌های داوری، باید از نرخ 50 K/h استفاده شود.

یادداشت: برای برخی مواد که با نرخ گرمایش بالاتر (120 K/h) آزمون می‌شوند، ممکن است دماهای نرمی Vicat مشاهده شوند که تا 10°C بالاتر از مقادیر به دست آمده در آزمون با نرخ 50 K/h هستند.

9.5 هنگامی که نوک فرو رونده از موقعیت شروع خود، مطابق تعریف 9.3، به میزان $(0,01 \pm 1)$ mm در نمونه آزمون نفوذ کرد، دمای محیط گرمایشی (مطابق 5.2.5.1) یا بلوک گرمایشی (مطابق 5.2.5.2) را ثبت کرده و آن را به عنوان VST نمونه آزمون گزارش کنید.

9.6 VST ماده تحت آزمون را به صورت میانگین حسابی VST‌های نمونه‌های آزمون آزموده شده بیان کنید، مگر آنکه دامنه نتایج منفرد از K 2 بیشتر باشد. اگر دامنه بیش از K 2 باشد، نتایج منفرد را ثبت کنید [مطابق بند 11، مورد h)] و آزمون را بار دوم با استفاده از مجموعه دیگری شامل حداقل دو نمونه آزمون تکرار کنید (مطابق 6.1). در صورت تکرار آزمون، مقادیر منفرد حاصل از هر دو آزمون اول و دوم را گزارش کنید. VST را با سه رقم معنادار گزارش کنید.



دستگاه آزمون HDT VICAT مطابق ISO 306 و ASTM D15256

- مطابق با استانداردهای ISO 306 و ASTM D1525
- محدوده دمای کاری: از دمای محیط تا 300°C
- دقت دما: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- تفکیک پذیری دما: 0.1°C
- خطای تغییر شکل: $\pm 0.01 \text{ mm}$
- تفکیک پذیری تغییر شکل: 0.01 mm
- شامل وزنه‌ها/جرم‌های کالیبره شده برای اعمال بارهای نهایی $10 \pm 0.2 \text{ N}$ و $50 \pm 1.0 \text{ N}$ به نمونه‌های آزمون

- سوزن مطابق با بند 6.1.7 استاندارد ASTM D1525 و بند 5.2 استاندارد ISO 306 - حداقل طول 2 mm، نوک صاف، ساخته شده از فولاد سخت کاری شده، با مساحت سطح $0.015 \text{ mm}^2 \pm 1.000$ (قطر $0.008 \text{ mm} \pm 1.128$)
- نرخ های قابل انتخاب افزایش دما: $5^\circ\text{C/h} \pm 50$ و $10^\circ\text{C/h} \pm 120$ ، بسته به روش آزمون (هر نرخ دمای دیگری را نیز می توان در نرم افزار تنظیم کرد)
- تعداد ایستگاه ها/موقعیت ها: 3 (تعداد ایستگاه های دیگر به صورت آپشن ارائه می شود)
- شامل رادیاتور خنک کننده سریع
- عمق نفوذ در آزمون Vicat برابر $1 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$ است
- روغن سیلیکون یا سایر محیط های گرمایشی باید توسط مشتری تأمین شوند
- باید شامل رایانه و مانیتور باشد (هزینه آن ها جداگانه توسط تأمین کننده اعلام می شود و جزو تحویل استاندارد نیست)
- ویدئوی آموزشی شامل محصول است
- دفترچه راهنمای کاربر شامل محصول است

[HDT Vicat Tester / Computerized Model 3 Station](#)