

6. دستگاه

6.1 دستگاه آزمون (مطابق شکل 1)، متشکل از بلوک‌های فلزی استوانه‌ای بالایی و پایینی است که یک ترموکوپل، دماسنج بی‌متال یا حسگر دمای مناسب دیگری در بلوک بالایی آن‌ها نصب می‌شود؛ همچنین شامل یک حلقه کنترل و یک استوانه محفظه عایق‌کاری‌شده مجهز به مجموعه فنر نگهدارنده است. دو بلوک فلزی توسط یک فاصله هوایی کوچک از یکدیگر جدا شده‌اند که فاصله آن با حلقه کنترل قابل تنظیم است. سطح دایره‌ای تخت و در معرض دید بلوک بالایی، 25 mm (1 in.) قطر دارد؛ دارای پرداخت سنگ‌زده یا لپ‌شده است؛ و هنگامی که با شیشه نمونه آزمون در تماس قرار می‌گیرد، سطح اندازه‌گیری نقطه شبنم/یخ‌زدگی را تشکیل می‌دهد. بلوک پایینی توسط یک بسته یخ خشک که به وسیله مجموعه فنر نگهدارنده در تماس با آن نگه داشته می‌شود، سرد شده و در دمایی نزدیک به دمای تصعید یخ خشک (-109°F (-78°C)) نگه داشته می‌شود. از آنجا که بلوک‌های فلزی جامد رسانایی بالایی دارند، دمای هرکدام عملاً یکنواخت است. استفاده از حلقه کنترل، فاصله هوایی بین دو بلوک را تنظیم می‌کند تا مقاومت حرارتی مطلوب در سراسر فاصله هوایی ایجاد شود. بنابراین، دمای سطح دایره‌ای اندازه‌گیری بلوک بالایی، در حالی که با نمونه آزمون در تماس است، به سهولت تا مقدار مطلوب تنظیم می‌شود. قطر مشخص‌شده برای سطح دایره‌ای اندازه‌گیری، برای اندازه‌گیری نقطه یخ‌زدگی/شبنم شیشه‌هایی با ضخامت حداکثر 6.0 mm (1/4 in.) مناسب است. 6.1.1 بلوک‌های فلزی بالایی و پایینی، از آلایژ آلومینیوم که می‌تواند آنودایز شود، مطابق ابعاد نشان‌داده‌شده در شکل. سایر قطعات دستگاه را می‌توان از هر ماده مناسبی ساخت.

6.1.2 دستگاه اندازه‌گیری دمای کالیبره‌شده؛ مانند ترموکوپل، ترمیستور یا دماسنج بی‌متال؛ دارای محدوده مناسب، مدرج با واحدهای 1°C (2°F) یا کوچک‌تر؛ و با دقت 60.5°C (61°F) در سراسر مقیاس. روش پیشنهادی کالیبراسیون دماسنج بی‌متال در پیوست X1 شرح داده شده است.

7. نمونه آزمون

7.1 نمونه آزمون مورد آزمایش باید نماینده واحدهای ارزیابی‌شونده باشد و قابلیت قرارگیری در وضعیت افقی را داشته باشد.

8. شرایط دهی

8.1 پیش از آزمون، نمونه آزمون را به مدت حداقل 24 h در دمای $24 \pm 5^{\circ}\text{F}$ ($75 \pm 3^{\circ}\text{C}$) شرایط دهی کنید.

9. روش اجرا

9.1 آماده‌سازی دستگاه:

9.1.1 دستگاه را با خارج کردن محفظه یخ خشک و مجموعه فنر نگهدارنده از هم باز کنید. سطح اندازه‌گیری را با دقت و با استفاده از پارچه نرم یا

کاغذ تمیز کنید. سطح اندازه‌گیری را خراش ندهید. اگر رطوبتی روی سطوح و دیواره‌ها متراکم شده است، دستگاه را کاملاً پاک کرده و تمیز کنید.

9.1.2 محفظه یخ خشک را مونتاژ کنید و حلقه کنترل را بچرخانید تا فاصله هوایی بین بلوک‌های فلزی بالایی و پایینی حدود 13 mm (0.5 in.) شود. دستگاه را روی یک پارچه نرم برگردانید.

9.1.3 برای اطمینان از تماس مناسب با یخ خشک، روی پره محفظه یخ خشک الکل یا استون اسپری کنید (هشدار—هر دو ماده الکل و استون قابل اشتعال هستند). محفظه را تا علامت «full» به‌طور فشرده با یخ خشک خردشده یا پودر شده پر کنید. یخ خشک را با مجموعه فنر فشرده کرده و درپوش را قفل کنید.

9.1.4 دستگاه را به وضعیت قائم بازگردانید و آن را روی یک سطح افقی محکم کنید. زمان کافی بدهید تا دمای بلوک فلزی پایینی به دمای یخ خشک نزدیک شود.

9.2 شارژ مجدد دستگاه:

9.2.1 در طول روش آزمون، هرگاه یخ خشک مصرف شد، ذخیره آن را با برگرداندن دستگاه روی یک پارچه نرم، باز کردن درپوش، خارج کردن مجموعه فنر نگهدارنده و تکرار مراحل 9.1.3 و 9.1.4 تجدید کنید.

9.3 تعیین حالت یخ‌زدگی و حالت بدون یخ‌زدگی:

9.3.1 دستگاه نقطه یخ‌زدگی/شبنم را مطابق 9.1 یا 9.2 با یخ خشک شارژ کنید.

9.3.2 هر دو سطح خارجی نمونه آزمون را تمیز کنید.

9.3.3 یک قطعه فیلم پلی‌استر آلومینایز نقره‌ای 3 (با سطح آینه‌ای بسیار بازتابنده، با ضخامت حداکثر 0.08 mm (0.003 in.) و قطر 25 mm (1 in.) یا ابعاد 25 mm (1 by 1 in.) را پس از مرطوب کردن هر دو سطح فیلم با الکل (هشدار—به 9.1.3 مراجعه کنید) روی سطح اندازه‌گیری قرار دهید. نمونه آزمون را در مرکز دستگاه قرار دهید. سطح شیشه‌ای فضای هوایی پایینی را در ناحیه‌ای که قرار است یخ روی آن تشکیل شود بررسی کنید تا از وجود هرگونه آلودگی یا ذرات خارجی دیگری که ممکن است با یخ اشتباه گرفته شوند، مطلع شوید. با این حال، توجه داشته باشید که وجود یک ذره خارجی کوچک روی سطح شیشه‌ای فضای هوایی پایینی می‌تواند برای فوکوس کردن روی سطحی که قرار است یخ روی آن تشکیل شود مفید باشد (مطابق شکل 2).

9.3.4 هنگام مشاهده دمای بلوک فلزی بالایی، با چرخاندن حلقه کنترل، فاصله هوایی بین بلوک‌های فلزی بالایی و پایینی را به آرامی کاهش دهید.

9.3.5 دمای بلوک فلزی بالایی را به دمایی که باید از نظر تشکیل یخ بررسی شود برسانید و با تنظیم دقیق حلقه کنترل آن را پایدار کنید. نوسان دما نباید از $+1^{\circ}\text{C}$ (2°F) بیشتر باشد.
9.3.6 دمای پایدارشده را به مدت زیر حفظ کنید:

Glass Thickness Designation,	Stabilized Temperature—Duration,
mm (in.)	min
2.5 ($\frac{3}{32}$)	3
3.0 ($\frac{1}{8}$)	3
5.0 ($\frac{3}{16}$)	4
6.0 ($\frac{1}{4}$)	5

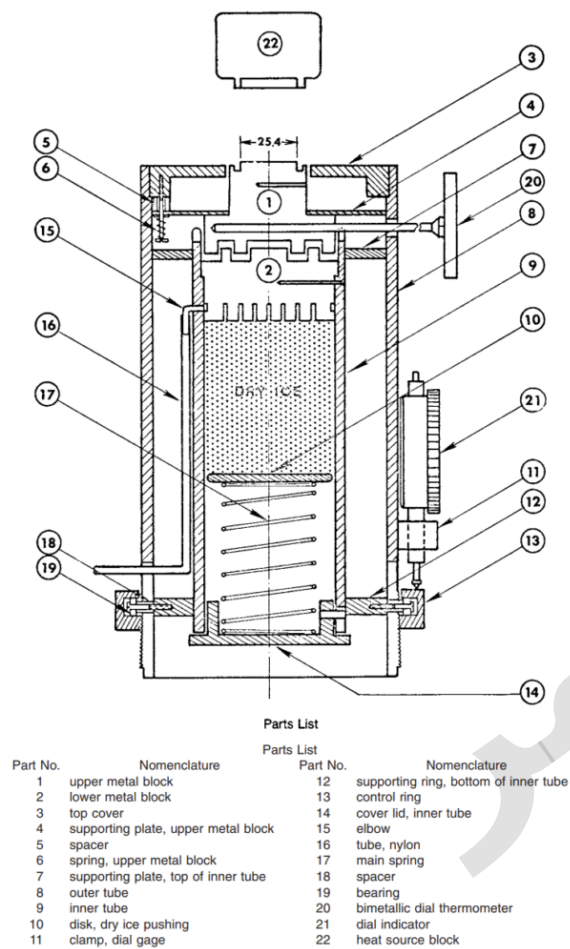
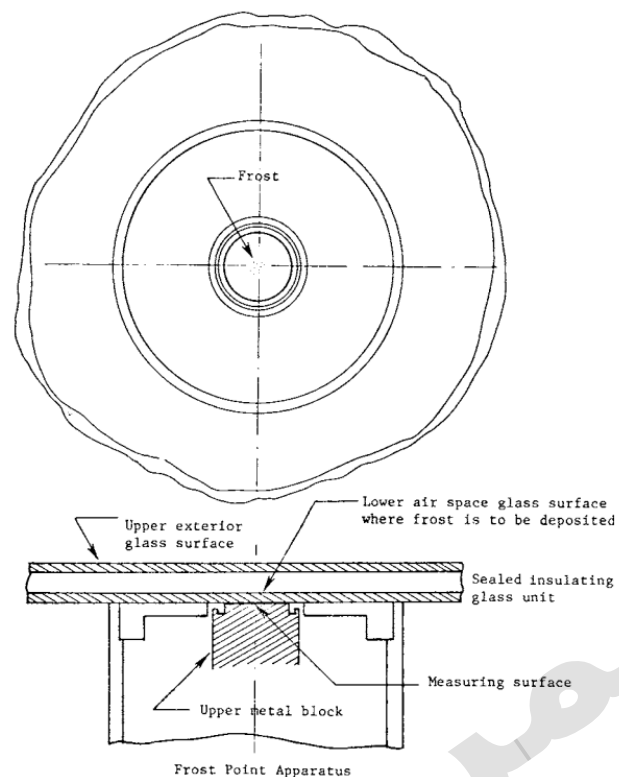


FIG. 1 Schematic Diagram of Frost/Dew-Point Apparatus



**FIG. 2 Cross Section of Sealed Insulating Glass Unit for Frost/
Dew Point Measurement**

- 9.3.7 میعانی را که ممکن است روی سطح خارجی بالایی شیشه ایجاد شده باشد پاک کنید، یا سطح بالایی را با آب شفاف اسپری کنید.
- 9.3.8 سطح شیشه‌ای فضای هوایی پایینی را که با سطح اندازه‌گیری در تماس است، از نظر وجود یخ بررسی کنید. برای تشخیص بهتر یخ، این سطح را با

یک چراغ رومیزی فلورسنت (دو لامپ نور روز W-15) یا وسیله‌ای معادل روشن کنید (مطابق شکل 3).
9.3.9 اگر در طول دوره پایداری دما یا پس از آن، رسوب یخ کاملاً قابل مشاهده‌ای روی سطح شیشه‌ای فضای هوایی پایینی ظاهر شود، نقطه یخ‌زدگی/شبیم نمونه آزمون بالاتر از این دمای پیدارشده است (حالت یخ‌زدگی) (برای تشکیل یخ به شکل 4 مراجعه کنید). وجود تصویر دوگانه یخ را بررسی کنید تا اطمینان حاصل شود که یخ روی سطح شیشه‌ای فضای هوایی پایینی قرار دارد (شکل 4 B). اگر رسوب یخ آن‌قدر کوچک و کم‌رنگ باشد که نتوان آن را از آلودگی یا سایر ذرات خارجی تشخیص داد، دمای سطح اندازه‌گیری را 1°C (2°F) کاهش دهید و این مقدار را برای مدت‌زمان ذکرشده در 9.3.6 حفظ کنید. ذرات مشکوک را دوباره بررسی کنید. اگر رسوب، یخ باشد، اندازه یا تعداد آن افزایش یافته یا ضخیم‌تر خواهد شد.

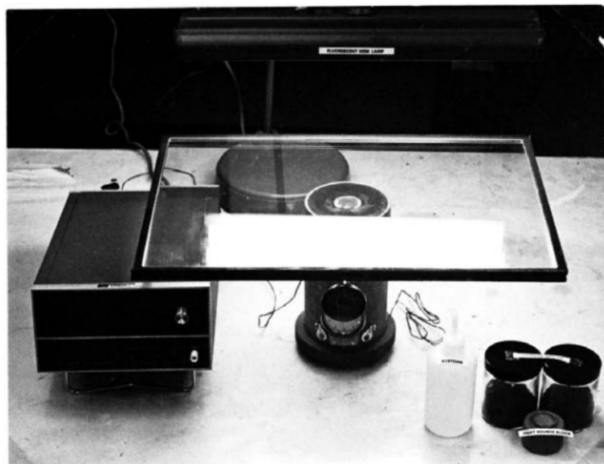
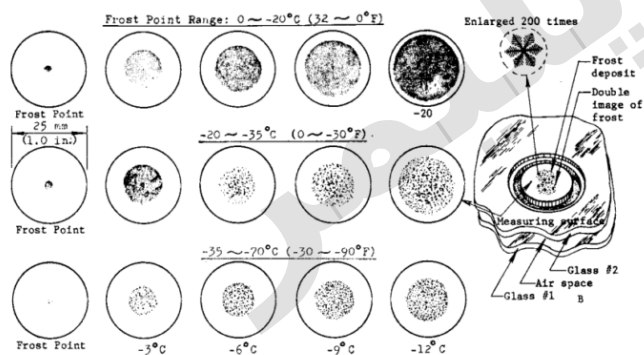


FIG. 3 Frost/Dew-Point Test Apparatus in Use



NOTE 1—Number -X means X°C below frost/dew point.

NOTE 2—Size of frost deposit varies with the thickness of glass.

FIG. 4 References of Frost Deposit at a Glass Thickness of 5.0 mm (3/16 in.)

9.3.9.1 مشاهده نقطه یخ‌زدگی/شبیم طبق توضیح 9.3.9 روی شیشه بازتابنده دشوار است. می‌توان نمونه آزمون را از روی دستگاه بلند کرد و با قرار دادن آن در برابر نور، وجود یخ را بررسی کرد. مشاهده باید حداکثر ظرف 5 s پس از خارج کردن نمونه از دستگاه انجام شود.

9.3.10 اگر پس از دوره پایداری دما یخی ظاهر نشود، نقطه یخ‌زدگی/شبیم نمونه آزمون پایین‌تر از این دمای پیدارشده است (حالت بدون یخ‌زدگی).

9.3.11 برای بررسی در دماهای دیگر، روش آزمون شرح‌داده‌شده در 9.3.3-9.3.10 را برای دماهای موردنظر تکرار کنید.

9.4 تعیین محدوده تقریبی نقطه یخ‌زدگی/شبیم:

9.4.1 مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها را مطابق 9.3 در دماهای پی‌درپی پایین‌تر انجام دهید تا حالت یخ‌زدگی اثبات شود. فاصله‌های دمایی 10°C (20°F) ترجیح داده می‌شوند؛ برای مثال، -50°C (-60°F)، -40°C (-40°F)، -30°C (-20°F)، -20°C (0°F)، 10°C (20°F) و -80°F (-60°C)، مطابق شرح 9.3. سایر سطوح دمایی را نیز می‌توان در صورت تمایل بررسی کرد. نقطه یخ‌زدگی/شبیم بین دمایی که در آن یخ ظاهر شده و دمای بعدی بالاتر قرار خواهد داشت.

9.4.2 هنگامی که بتوان محدوده نقطه یخ‌زدگی/شبیم را بر اساس تجربه پیش‌بینی کرد (نمونه آزمون‌های تازه‌ساخته‌شده و موارد مشابه)، فقط لازم است دماهای دو طرف نقطه یخ‌زدگی/شبیم پیش‌بینی‌شده بررسی شوند.

9.4.3 نقطه یخ‌زدگی/شبیم نمونه آزمون را در محدوده دمایی بین حالت یخ‌زدگی و حالت بدون یخ‌زدگی به‌دست‌آمده در 9.4.1، با مقایسه یخ در حد پایین دما (حالت یخ‌زدگی) با تصویر مرجع (مطابق شکل 4) از محدوده دمایی مشابه، تخمین بزنید.

9.5 اندازه‌گیری نهایی نقطه یخ‌زدگی/شبیم:

9.5.1 مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های حالت بدون یخ‌زدگی و حالت یخ‌زدگی را که در 9.4 شرح داده شده است، با شروع از چند درجه سلسیوس بالاتر از نقطه یخ‌زدگی/شبیم تخمینی انجام دهید. دما را با فواصل کمتر از 2°C (3°F) ترجیحاً 1°C (2°F) کاهش دهید. اگر در نخستین دمای شروع، یخ ظاهر شد، نقطه یخ‌زدگی/شبیم را با استفاده از شکل 4 دوباره تخمین بزنید و آزمون را تکرار کنید.

9.5.2 نقطه یخ‌زدگی/شبیم، دمایی است که در آن یخ قابل مشاهده برای نخستین بار ظاهر می‌شود، یا بین این دما و دمای بعدی بالاتری قرار دارد که بررسی شده است.

9.5.3 نقطه یخ‌زدگی/شبیم را به‌عنوان دمای بلوک فلزی بالایی در لحظه‌ای که یخ قابل مشاهده برای نخستین بار ظاهر می‌شود، ثبت کنید.

9.5.4 برای اندازه‌گیری‌های تکراری نقطه یخ‌زدگی/شبیم روی همان نمونه آزمون، اجازه دهید یخ کاملاً تبخیر شود، یا نقطه دیگری را در فاصله حداقل 50 mm (2 in.) از محل اندازه‌گیری قبلی انتخاب کنید. برای متعادل کردن نمونه آزمون از وزنه تعادل استفاده کنید. پیش از انجام اندازه‌گیری تکراری،

می‌توان بلوک منبع حرارت (مطابق شکل 1، قطعه شماره 22) را گرم کرده و برای مدت کوتاهی با بلوک فلزی بالایی در تماس قرار داد تا دمای آن افزایش یابد.



دستگاه آزمون نقطه یخ‌زدگی/شبنم

- اصل عملکرد: دستگاه آزمون نقطه شبنم با یخ خشک استفاده می‌شود. محفظه روی شیشه قرار می‌گیرد و یک دماسنج، تغییرات دما را در نقطه تماس با شیشه نشان می‌دهد. به محض مشاهده رطوبت در سمت دیگر صفحه شیشه‌ای، دما را یادداشت کنید.
- هرچه نقطه شبنم بالاتر باشد، میزان رطوبت موجود در صفحه شیشه‌ای بیشتر است.
- قطر سطح دایره‌ای تخت و در معرض دید در بلوک بالایی: $\Phi 25,4\text{mm}$;
- حجم محفظه یخ خشک: $\Phi 75 \times 145\text{mm}$;
- محدوده‌های دما: از 10°C تا 50°C ;
- دقت ترموکوپل دیجیتال: 1°C ;
- ضخامت شیشه: $6\text{ mm} \geq$.