آوا هونام پلیمر



دستگاه **تعیین نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز** برای تعیین نقطه اشتعال **قیر رقیق‌شده** مطابق با **ASTM D3143** طراحی شده است.

این روش برای قیرهای رقیق‌شده با نقاط اشتعال کمتر از **93°C** کاربرد دارد و بر اساس گرم‌کردن کنترل‌شده **نمونه** درون یک فنجان آزمون شیشه‌ای باز انجام می‌شود؛ در این فرایند، شعله کوچک آزمون در فواصل **دمایی** مشخص از روی فضای بخار عبور داده می‌شود.

نقطه اشتعال به‌صورت **پایین‌ترین دمایی که در آن، نزدیک‌کردن شعله آزمون موجب ایجاد یک شعله‌وری مشخص در بخار بالای سطح**

نمونه می‌شود تعریف می‌شود.

اصل آزمون

یک **نمونه** قیر آماده‌شده درون فنجان آزمون شیشه‌ای مشخص‌شده قرار می‌گیرد و فنجان درون حمام فلزی با **دمای** کنترل‌شده نصب می‌شود.

نمونه با سرعتی آهسته و کنترل‌شده گرم می‌شود. با نزدیک‌شدن **دما** به نقطه اشتعال مورد انتظار، شعله آزمون کالیبره‌شده در فواصل **دمایی** مشخص، به‌صورت افقی از روی مرکز فنجان آزمون عبور داده می‌شود.

گرم‌کردن و نزدیک‌کردن شعله ادامه می‌یابد تا بخار ایجادشده در بالای **نمونه** موجب یک شعله‌وری مشخص و لحظه‌ای شود.

دمای متناظر **نمونه** به‌عنوان مقدار زیر ثبت می‌شود:

نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز

این روش کنترل‌شده، شاخصی از ویژگی‌های فراریت و اشتعال‌پذیری حلال‌های به‌کاررفته در قیر رقیق‌شده ارائه می‌دهد و می‌تواند آلودگی نمونه با حلال‌هایی با نقطه اشتعال پایین‌تر را نیز مشخص کند.

پیکربندی دستگاه

استاندارد ASTM D3143 یک **دستگاه تعیین نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز** را مشخص می‌کند که اجزای اصلی آن عبارت‌اند از:

- فنجان آزمون شیشه‌ای مقاوم به حرارت
- حمام فلزی
- دماسنج و نگهدارنده عمودی دماسنج
- ترازکننده
- سیستم گرمایش کنترل‌شده حمام
- مکانیزم شعله‌زن و چرخشی
- مرجع اندازه شعله آزمون
- سیستم محافظت در برابر جریان هوا

چیدمان کامل در **شکل A1.1** نشان داده شده است. این نقشه، فنجان شیشه‌ای **نمونه** را که درون حمام پیرامونی نصب شده، ورود عمودی دماسنج به داخل **نمونه** و حرکت افقی شعله‌زن از روی مرکز فنجان را نمایش می‌دهد.

آوا هونام پلیمر

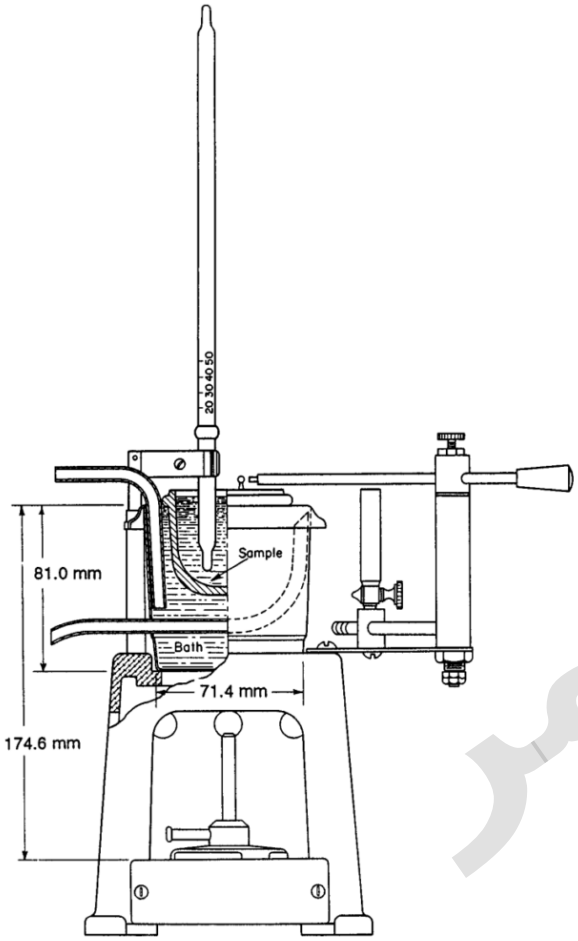


FIG. A1.1 Tag Open-Cup Flash Tester

آوا هونام پلیمر

فنجان آزمون شیشه‌ای

محفظه **نمونه** باید یک **فنجان شیشه‌ای شفاف قالب‌گیری‌شده** باشد که از شیشه آنیل‌شده و مقاوم به حرارت ساخته شده و فاقد هرگونه عیب سطحی باشد.

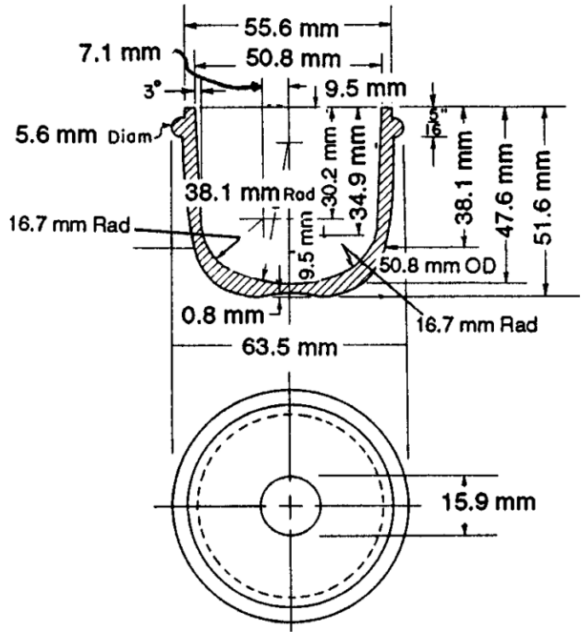
هندسه دقیق فنجان آزمون در **شکل A1.2** استاندارد نشان داده شده است.

ابعاد اصلی نمایش‌داده‌شده در نقشه استاندارد عبارت‌اند از:

- حداکثر قطر خارجی: تقریباً **63.5 mm**
- قطر خارجی قسمت بالایی: تقریباً **55.6 mm**
- قطر داخلی قسمت بالایی: تقریباً **50.8 mm**
- ارتفاع کلی: تقریباً **51.6 mm**
- شعاع داخلی کف: **16.7 mm**
- جزء مرکزی کف: **15.9 mm**
- هندسه مشخص‌شده دیواره و لبه مطابق با شکل A1.2

ازآنجاکه تولید بخار و برهم‌کنش میان شعله و فضای بخار به سطح در معرض **نمونه** و هندسه فنجان وابسته است، استفاده از فنجان آزمونی با ابعاد صحیح، بخش ضروری بازتولید شرایط آزمون ASTM D3143 به شمار می‌رود.

آوا هونام پلیمر

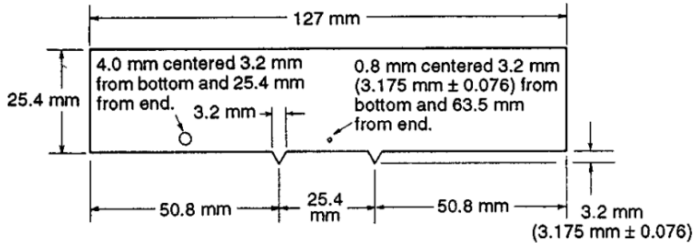


Inch-pound Equivalents

mm	in.	mm	in.
0.8	1/32	30.2	1 3/16
5.6	7/32	34.9	1 3/8
7.1	9/32	38.1	1 1/2
7.9	5/16	47.6	1 7/8
9.5	3/8	50.8	2
15.9	5/8	51.6	2 1/32
16.7	21/32	55.6	2 3/16
		63.5	2 1/2

FIG. A1.2 Glass Test Cup

آوا هونام پلیمر



Inch-pound Equivalents

mm	in.	mm	in.
0.8	1/32	25.4	1
3.2	1/8	50.8	2
0.07	0.125 ± 0.003	63.5	2½
4.0	5/32	127	5

FIG. A1.3 Leveling Device for Adjusting Liquid Level in Test Cup, Height of Taper Above Cup, and Size of Test Flame

حمام فلزی و مایع حمام

فنجان آزمون شیشه‌ای درون یک **حمام فلزی** نصب می‌شود که در شرح دستگاه، حمام مسی معرفی شده و ترجیحاً به سرریز با سطح ثابت مجهز است.

چیدمان سرریز، سطح مایع حمام را تقریباً در مقدار زیر نگه می‌دارد:

3.2 mm پایین‌تر از لبه فنجان آزمون شیشه‌ای

آوا هونام پلیمر

انتخاب محیط حمام به نقطه اشتعال مورد انتظار بستگی دارد.

برای نقاط اشتعال تا 79°C:

آب

برای نقاط اشتعال بالاتر از 79°C:

محلول آب/گلیکول – 1:1

پیش از **آزمون**، دمای مایع حمام باید حداقل مقدار زیر باشد:

16°C پایین‌تر از نقطه اشتعال احتمالی

ماده مورد آزمون.

پس از نصب فنجان آزمون، مایع حمام باید تا لوله سرریز بالا بیاید.

اندازه‌گیری دما

ASTM D3143 استفاده از یک **دماسنج پنسکی-مارتنز با محدوده پایین** را با محدوده تقریبی زیر مشخص می‌کند:

7°C to +110°C−

آوا هونام پلیمر

این دماسنج باید با الزامات **ASTM Thermometer 9C** مطابقت داشته باشد.

دماسنج باید به‌طور محکم در **وضعیت عمودی** نگه داشته شود.

موقعیت آن نسبت به فنجان آزمون به‌دقت کنترل می‌شود.

دماسنج تقریباً در نیمه فاصله میان مرکز و لبه فنجان و روی خطی قرار می‌گیرد که از نقاط زیر عبور می‌کند:

مرکز فنجان و محور چرخش شعله‌زن.

از نظر عمودی، دماسنج به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که:

کف حباب دماسنج 6.3 mm بالاتر از کف داخلی فنجان آزمون قرار گیرد.

موقعیت صحیح دماسنج اهمیت زیادی دارد، زیرا نقطه اشتعال گزارش‌شده با **دمای اندازه‌گیری‌شده ماده آزمون** در لحظه وقوع نخستین شعله‌وری مشخص مطابقت دارد.

سطح پرکردن نمونه

مقدار **نمونه** داخل فنجان اختیاری نیست.

یک **ترازکننده یا گیج** اختصاصی روی لبه فنجان آزمون قرار می‌گیرد و **نمونه** تا جایی اضافه می‌شود که سطح آن دقیقاً با نشانگر گیج تماس پیدا کند.

آوا هونام پلیمر

سطح حاصل **نمونه** تقریباً به اندازه زیر است:

3.2–3.3 mm پایین‌تر از لبه بالایی فنجان آزمون.

شکل A1.3 در صفحه 5، هندسه این وسیله ترازکننده را ارائه می‌کند. از همین گیج برای بررسی ارتفاع شعله‌زن و اندازه شعله آزمون نیز استفاده می‌شود.

حفظ سطح مایع مشخص‌شده ضروری است، زیرا تغییر فاصله میان سطح **نمونه** و شعله‌زن، هندسه فضای بخار را تغییر داده و می‌تواند بر نقطه اشتعال اندازه‌گیری‌شده اثر بگذارد.

شعله‌زن و شعله آزمون

سیستم اشتعال از یک **مشعل گازی کوچک و مستقیم از نوع لوله دمنده** تشکیل شده است که روی مکانیزم چرخشی نصب می‌شود.

ASTM D3143 مقادیر تقریبی زیر را مشخص می‌کند:

- قطر نوک شعله‌زن: **1.6 mm**
- قطر روزنه شعله‌زن: **0.8 mm**

مکانیزم چرخشی، شعله‌زن را در یک صفحه افقی ثابت نگه می‌دارد و امکان حرکت شعله از روی فنجان آزمون را فراهم می‌کند.

مسیر حرکت شعله‌زن از محیط دایره‌ای با شعاع حداقل زیر پیروی می‌کند:

آوا هونام پلیمر

152.4 mm

مکانیزم اشتعال باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که شعله آزمون مستقیماً از روی **مرکز فنجان آزمون** و عمود بر دماسنج عبور کند.

چیدمان هندسی به‌وضوح در **نقشه دستگاه تعیین نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز، در شکل A1.1** نشان داده شده است.

موقعیت شعله آزمون

موقعیت عمودی شعله‌زن یکی از پارامترهای بحرانی آزمون است.

مرکز جت اشتعال باید در یک صفحه افقی حرکت کند که:

3.2 mm بالاتر از لبه بالایی فنجان آزمون

باشد و مسیر آن از روی مرکز فنجان عبور کند.

برای تأیید این موقعیت می‌توان از گیج ترازکننده نشان‌داده‌شده در شکل A1.3 استفاده کرد.

بنابراین، عملکرد صحیح دستگاه تعیین نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز، مستلزم کنترل سه پارامتر سیستم اشتعال است:

اندازه شعله + ارتفاع شعله + مسیر حرکت شعله

و نه صرفاً قرار دادن **نمونه** در معرض یک شعله خارجی.

آوا هونام پلیمر

اندازه شعله آزمون

پیش از شروع تعیین نقطه اشتعال، شعله‌زن روشن و اندازه شعله آزمون تنظیم می‌شود.

قطر شعله باید تقریباً با مهره مقایسه‌ای ارائه‌شده همراه دستگاه مطابقت داشته باشد و نباید از مقدار زیر بیشتر شود: **4 mm**

بنابراین دستگاه می‌تواند به یک **مرجع اندازه شعله 4 mm** مجهز باشد تا اپراتور بتواند پیش از **آزمون**، اندازه صحیح شعله را بررسی کند.

شعله بیش‌ازحد بزرگ می‌تواند انرژی اشتعال اضافی وارد کند، درحالی‌که شعله کوچک ممکن است در شرایط تعیین‌شده نتواند شعله‌وری به‌وضوح قابل مشاهده‌ای ایجاد کند.

سرعت گرمایش کنترل‌شده

یکی از مهم‌ترین الزامات ASTM D3143، سرعت افزایش **دمای نمونه** است.

پس از آماده‌سازی دستگاه، به حمام پیرامونی گرما اعمال می‌شود تا **دمای نمونه آزمون** با سرعت زیر افزایش یابد: **0.25°C/min ± 1**

این سرعت گرمایش باید در طول تعیین نقطه اشتعال حفظ شود.

این الزام به **افزایش دمای نمونه** مربوط است، نه صرفاً دمای گرم‌کن یا نقطه تنظیم کنترل‌کننده حمام.

به همین دلیل، دستگاه مناسب باید گرمایش پایدار و قابل‌کنترل کافی فراهم کند تا با نزدیک‌شدن به نقطه اشتعال مورد انتظار، از افزایش بیش‌ازحد **دما**

جلوگیری شود.

روش اجرای آزمون تفصیلی ASTM D3143

1. نصب دستگاه

دستگاه آزمون روی یک **سطح مستحکم، تراز و عاری از لرزش** نصب می‌شود.

محل آزمون باید در برابر جریان هوا محافظت شود.

همچنین باید از وجود نور شدید در اطراف قسمت بالایی دستگاه اجتناب شود تا شعله‌وری لحظه‌ای بالای **نمونه** به‌وضوح قابل مشاهده باشد.

دمای محیط آزمایشگاه مشخص‌شده در طول **آزمون** برابر است با: **5°C ± 25**

در اطراف دستگاه یک محافظ جریان هوا قرار می‌گیرد، مگر آنکه **آزمون** در هود مناسبِ عاری از جریان هوا یا اتاق اختصاصی آزمون نقطه اشتعال انجام شود.

2. نصب فنجان آزمون و دماسنج

فنجان آزمون شیشه‌ای تمیز درون حمام فلزی قرار می‌گیرد.

نگهدارنده دماسنج به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که دماسنج عمودی بماند و در موقعیت صحیح، بین مرکز و لبه فنجان قرار گیرد.

آوا هونام پلیمر

انتهای پایینی حباب دماسنج در موقعیت زیر قرار می‌گیرد:

6.3 mm بالاتر از کف داخلی فنجان.

3. آماده‌سازی حمام

حمام فلزی با محیط مناسب پر می‌شود:

آب: برای نقاط اشتعال تا 79°C
آب/گلیکول 1:1: برای نقاط اشتعال بالاتر از 79°C

دمای اولیه حمام باید حداقل مقدار زیر باشد:

16°C پایین‌تر از نقطه اشتعال مورد انتظار.

4. پرکردن فنجان نمونه

گیج ترازکننده روی لبه فنجان شیشه‌ای قرار می‌گیرد.

قیر رقیق‌شده تا جایی اضافه می‌شود که سطح **نمونه** دقیقاً با نشانگر ترازکننده تماس پیدا کند.

سطح حاصل **نمونه** تقریباً برابر است با: **3.3 mm پایین‌تر از لبه فنجان.**

آوا هونام پلیمر

استاندارد همچنین تصریح می‌کند که دمای اولیه **نمونه** باید حداقل:

11°C پایین‌تر از نقطه اشتعال پیش‌بینی‌شده

5. تنظیم شعله آزمون

شعله‌زن روشن شده و اندازه شعله در برابر مهره مرجع تنظیم می‌شود.

قطر شعله نباید از مقدار زیر بیشتر باشد: **4 mm**

شعله باید در ارتفاع مشخص‌شده، به‌صورت افقی از روی مرکز فنجان آزمون عبور کند.

6. آغاز گرمایش کنترل‌شده

به حمام گرما اعمال و دستگاه به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که دمای **نمونه** با سرعت زیر افزایش یابد: **0.25°C/min ± 1**

با نزدیک‌شدن به نقطه اشتعال مورد انتظار، افزایش **دما** باید تدریجی و یکنواخت باقی بماند.

کاربرد شعله نزدیک نقطه اشتعال مورد انتظار

هنگامی که **نمونه** به دمای تقریبی زیر می‌رسد: **2.8°C ± 13.8 پایین‌تر از نقطه اشتعال پیش‌بینی‌شده**

سطح **نمونه** بررسی و در صورت نیاز تنظیم می‌شود.

برای افزودن یا خارج‌کردن مقادیر اندک **ماده** می‌توان از سرنگ یا قطره‌چکان استفاده کرد.

از این مرحله به بعد، شعله آزمون در فواصل **دمایی** متوالی زیر اعمال می‌شود: **1°C**

شعله‌زن با یک **حرکت پیوسته** از روی **نمونه** عبور داده می‌شود.

هر عبور کامل شعله باید در مدت زیر انجام شود: **1 second**

اولین عبور بلافاصله پس از تنظیم نهایی سطح **نمونه** انجام می‌شود.

نکته مهم این است که هر بار اعمال شعله فقط در **یک جهت** انجام می‌شود. شعله‌زن در دو انتهای مسیر حرکت، به‌جز هنگام اعمال واقعی شعله، در وضعیت خاموش باقی می‌ماند.

تشخیص نقطه اشتعال

آزمون با حفظ سرعت گرمایش تعیین‌شده و اعمال شعله آزمون در هر فاصله متوالی 1°C ادامه می‌یابد.

اپراتور در طول هر بار اعمال شعله، فضای داخلی فنجان آزمون را مشاهده می‌کند.

نقطه اشتعال زمانی حاصل می‌شود که اعمال شعله آزمون موجب ایجاد:

آوا هونام پلیمر

شعله‌وری مشخص در فضای داخلی فنجان آزمون شود.

قرائت دماسنج در همان لحظه دقیق ثبت می‌شود.

پایین‌ترین **دما**ای که در آن این شعله‌وری اولیه مشاهده می‌شود، به‌عنوان مقدار زیر گزارش می‌شود:

نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز

بر حسب درجه سلسیوس یا فارنهایت.

ملاحظات ویژه برای نمونه‌های ویسکوز یا تشکیل‌دهنده فیلم

استاندارد ASTM D3143 همچنین به مایعات ویسکوز و **مواد**ی می‌پردازد که هنگام گرم‌شدن تمایل به تشکیل فیلم سطحی دارند.

تقریباً **15 ثانیه پیش از اعمال شعله آزمون**، می‌توان یک میله همزن را تقریباً به اندازه زیر وارد کرد:

13 mm داخل نمونه

و آن را تقریباً **سه یا چهار عبور کامل**، از یک طرف به طرف دیگر و تقریباً در همان مسیری که شعله‌زن طی می‌کند، حرکت داد.

سپس میله خارج شده و روش معمول آزمون ادامه می‌یابد.

این روش به حداقل‌رساندن اثر تشکیل فیلم سطحی بر آزادسازی بخار، درست پیش از اعمال شعله، کمک می‌کند.

آوا هونام پلیمر

الزامات محافظ جریان هوا

ازآنجاکه حرکت هوا می‌تواند هم لایه بخار و هم شعله کوچک آزمون را مختل کند، ASTM D3143 حفاظت در برابر جریان هوا را الزامی می‌داند.

استاندارد، محافظی ساخته‌شده از صفحات غیرقابل‌احتراق را با ابعاد اصلی جانبی تقریباً به اندازه زیر توصیف می‌کند: **710 mm × 610**

و یک صفحه مثلثی بالایی لولایی با ابعاد تقریبی زیر: **860 mm × 610 × 610**

سطح داخلی محافظ باید **مشکی مات** باشد تا دید شعله‌وری بهبود یابد.

به‌جای محافظ مجزا می‌توان از هود دودِ مناسب و عاری از جریان هوا استفاده کرد.

پارامترهای بحرانی آزمون

پارامتر آزمون	الزام ASTM D3143
کاربرد	قیر رقیق‌شده
روش	تاگ، فنجان باز
دامنه استاندارد	نقطه اشتعال کمتر از **93°C**
دماسنج	ASTM 9C، تقریباً **7− to +110°C**
دمای محیط	**5°C ± 25**

آب	محیط حمام ≥79°C
آب/گلیکول 1:1	محیط حمام >79°C
≤ 16°C پایین‌تر از نقطه اشتعال مورد انتظار	دمای اولیه حمام
≤ 11°C پایین‌تر از نقطه اشتعال مورد انتظار	دمای اولیه نمونه
تقریباً **3.3 mm پایین‌تر از لبه فنجان**	سطح نمونه
6.3 mm بالاتر از کف داخلی فنجان	موقعیت حباب دماسنج
0.25°C/min ± 1	سرعت گرمایش
4 mm	حداکثر قطر شعله آزمون
تقریباً **Ø1.6 mm**	نوک شعله‌زن
تقریباً **Ø0.8 mm**	روزنه شعله‌زن
3.2 mm بالاتر از لبه فنجان	ارتفاع شعله
152.4 mm	شعاع حرکت شعله‌زن
2.8°C ± 13.8 پایین‌تر از نقطه اشتعال مورد انتظار	شروع توالی نهایی اعمال شعله
هر **1°C**	فاصله اعمال شعله
1 second	مدت هر عبور شعله
پایین‌ترین دمای ایجادکننده شعله‌وری مشخص	نتیجه گزارش‌شده

آوا هونام پلیمر

الزامات عملکردی دستگاه ASTM D3143

از دیدگاه طراحی تجهیزات، دستگاه تعیین نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز، که برای **آزمون** ASTM D3143 در نظر گرفته شده است، باید امکان بازتولید کنترل‌شده **هندسه نمونه، شرایط گرمایش، اندازه‌گیری دما و حرکت شعله اشتعال** مطابق استاندارد را فراهم کند.

وظایف اصلی دستگاه شامل موارد زیر است:

- فنجان آزمون شیشه‌ای مقاوم به حرارت با ابعاد صحیح؛
- گرمایش کنترل‌شده حمام فلزی؛
- قابلیت حفظ سرعت گرمایش نمونه برابر با **0.25°C/min ± 1**؛
- سطح پرکردن صحیح و تکرارپذیر نمونه؛
- موقعیت‌دهی عمودی و پایدار دماسنج؛
- کنترل اندازه شعله اشتعال تا حداکثر مشخص‌شده **4 mm**؛
- حرکت افقی تکرارپذیر شعله‌زن؛
- مسیر صحیح شعله از مرکز فنجان آزمون؛
- موقعیت شعله **3.2 mm بالاتر از لبه فنجان**؛
- حرکت شعله در مدت تقریباً **1 second**؛
- محافظت در برابر جریان هوا؛
- قابلیت مشاهده واضح شعله‌وری اولیه؛
- عملکرد ایمن و تکرارپذیر در آزمون‌های متوالی.

اندازه‌گیری اصلی در ASTM D3143 صرفاً **دمایی** نیست که در آن **نمونه** به‌طور پیوسته می‌سوزد. نتیجه موردنیاز، **پایین‌ترین دمای نمونه است که**

آوا هونام پلیمر

در آن، اعمال شعله آزمون مشخص‌شده موجب نخستین شعله‌وری واضح بخار درون فنجان آزمون باز می‌شود.

بنابراین، کنترل دقیق **سرعت گرمایش 1 ± 0.25°C/min**، هندسه شعله آزمون، سطح **نمونه**، موقعیت دماسنج و فاصله زمانی اعمال شعله، برای دستیابی به نتایج نقطه اشتعال تاگ، روش فنجان باز، به‌صورت تکرارپذیر و قابل مقایسه، ضروری است.



دستگاه تعیین نقطه اشتعال فنجان باز مطابق ASTM D3143

آوا هونام پلیمر

- فنجان مطابق ASTM D3143
- توان گرمایش الکتریکی 500W
- ترموستات گرمایش
- دماسنج‌های مطابق استاندارد

آوا هونام پلیمر