



دستگاه آزمون کاپ باز کلیولند (COC) برای تعیین نقطه اشتعال و نقطه آتش فرآورده‌های نفتی در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی و مطابق با ASTM D92 استفاده می‌شود.

این روش به طور ویژه برای فرآورده‌های نفتی با نقاط اشتعال بالاتر از 79°C (175°F) و پایین‌تر از 400°C (752°F) در نظر گرفته شده است؛ البته محدودیت‌های کاربردی تعیین شده در استاندارد باید رعایت شوند.

نقطه اشتعال چیست؟

نقطه اشتعال پایین‌ترین دمای اصلاح‌شده نسبت به **فشار بارومتریک 101.3 kPa (760 mmHg)** است که در آن، اعمال منبع احتراق باعث مشتعل شدن بخارات بالای **نمونه آزمون**، تحت شرایط مشخص‌شده آزمون، می‌شود.

در طول آزمون، مشاهده شعله‌ای مشخص که در سطح **نمونه آزمون** منتشر می‌شود، نشان‌دهنده رسیدن به نقطه اشتعال است.

هاله آبی موقت یا بزرگ‌شدن شعله آزمون به‌تنهایی **نقطه اشتعال محسوب نمی‌شود**.

نقطه آتش چیست؟

نقطه آتش در دمایی بالاتر از نقطه اشتعال رخ می‌دهد.

نقطه آتش پایین‌ترین دمای اصلاح‌شده‌ای است که در آن، اعمال منبع احتراق باعث مشتعل‌شدن **نمونه آزمون** و **تداوم سوختن آن به مدت حداقل 5 ثانیه** می‌شود.

بنابراین:

نقطه اشتعال → احتراق لحظه‌ای

نقطه آتش → احتراق پایدار به مدت $5 \text{ s} \leq$

اصل آزمون

حدود 70 mL از نمونه آزمون داخل کاپ آزمون باز کلیولند ریخته می‌شود. نمونه با نرخ کنترل‌شده گرم می‌شود و دمای آن به‌طور پیوسته پایش می‌گردد. با نزدیک‌شدن به نقطه اشتعال مورد انتظار، شعله کوچک آزمون به‌صورت دوره‌ای از روی سطح کاپ عبور داده می‌شود. بخارات ایجادشده در بالای نمونه آزمون گرم‌شده در معرض منبع احتراق قرار می‌گیرند. دمایی که در آن شعله‌ای مشخص در سطح نمونه آزمون ایجاد می‌شود، به‌عنوان **نقطه اشتعال مشاهده‌شده** ثبت می‌گردد. در صورت نیاز به تعیین نقطه آتش، گرمادهی و اعمال شعله ادامه می‌یابد تا زمانی که احتراق باعث سوختن پایدار به مدت حداقل 5 ثانیه شود.

چیدمان آزمون کاپ باز کلیولند

اجزای اصلی سامانه کاپ باز کلیولند عبارتند از:

- کاپ آزمون باز کلیولند
- صفحه گرم کن
- گرم کن کنترل شده
- دستگاه اندازه گیری دما
- اعمال کننده شعله آزمون
- مرجع اندازه شعله
- مکانیزم حرکت شعله
- ساختار نگهدارنده

در دستگاه خودکار، کنترل نرخ گرمادهی، اعمال شعله، تشخیص اشتعال و ثبت نتایج می تواند به طور خودکار توسط سیستم انجام شود.

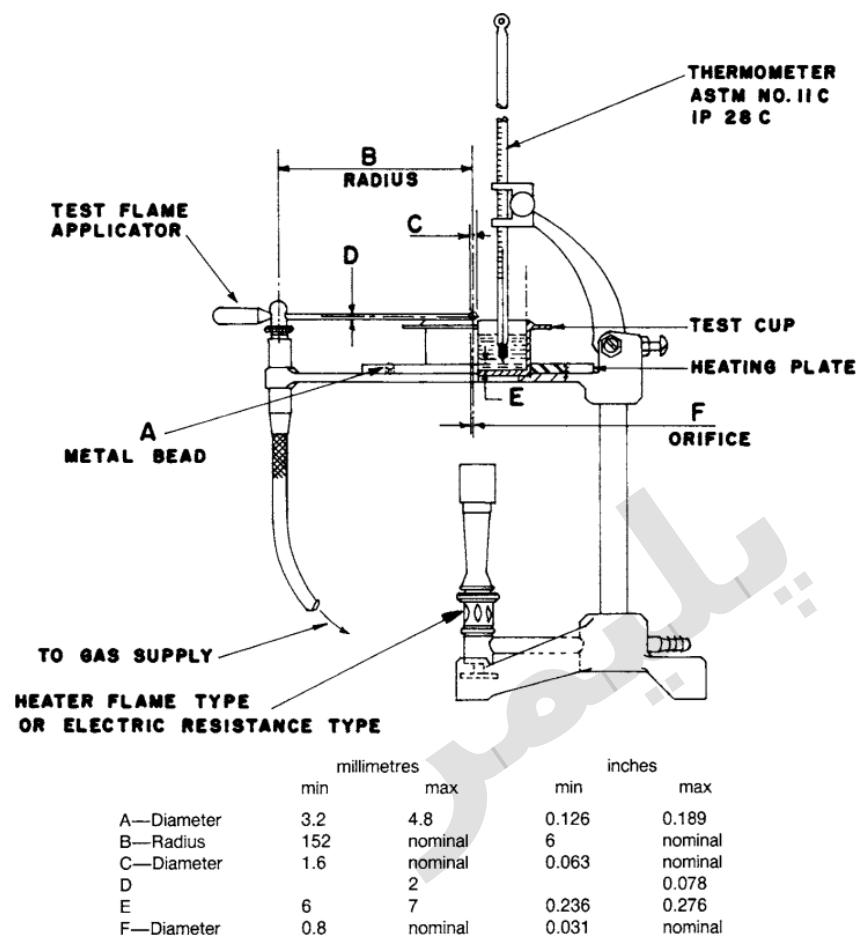
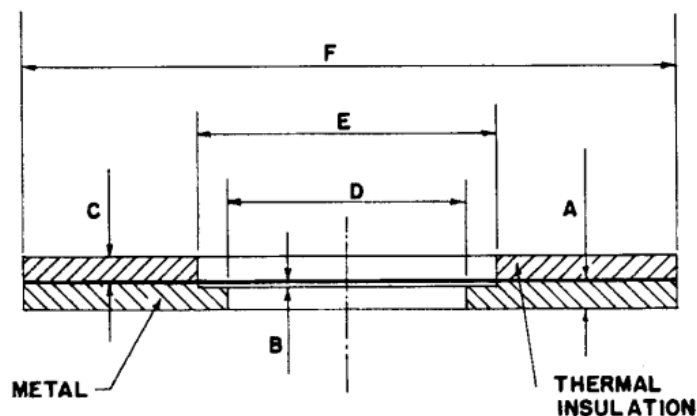
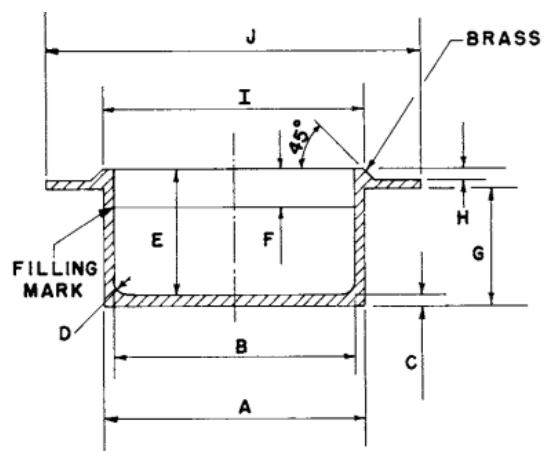


FIG. 1 Cleveland Open Cup Apparatus



	millimetres		inches	
	min	max	min	max
A	6	7	0.236	0.276
B	0.5	1.0	0.020	0.039
C	6	7	0.236	0.276
D—Diameter	55	56	2.165	2.205
E—Diameter	69.5	70.5	2.736	2.776
F—Diameter	146	159	5.748	6.260

FIG. 2 Heating Plate



millimetres		inches	
min	max	min	max
67.5	69	2.658	2.717
63	64	2.480	2.520
2.8	3.5	0.110	0.138
4	nominal	0.157	nominal
32.5	34	1.280	1.339
9	10	0.354	0.394
31	32.5	1.221	1.280
2.8	3.5	0.110	0.138
67	70	2.638	2.756
97	100	3.819	3.937

FIG. 3 Cleveland Open Cup

روش عمومی اجرای آزمون

1. آماده سازی کاپ آزمون

کاپ آزمون کیلوند باید پیش از آزمون کاملاً تمیز و خشک باشد.
هرگونه باقی مانده نمونه، صمغ یا رسوبات کربنی ناشی از اندازه گیری های قبلی باید حذف شود.

2. پرکردن نمونه

نمونه آزمون را داخل کاپ باز کیلوند بریزید تا سطح بالایی نمونه با **علامت پرکردن** مشخص شده هم سطح شود.
برای هر آزمون، حداقل حدود **70 mL** نمونه مورد نیاز است.
حباب های هوا یا کف موجود روی سطح نمونه آزمون باید پیش از شروع اندازه گیری حذف شوند.

3. قراردادن حسگر دما

دستگاه اندازه‌گیری دما به صورت عمودی در کاپ آزمون و در محل مشخص شده توسط ASTM D92 قرار می‌گیرد. قرارگیری صحیح حسگر اهمیت زیادی دارد، زیرا دمای اندازه‌گیری شده مستقیماً برای تعیین نقاط اشتعال و آتش استفاده می‌شود.

4. تنظیم شعله آزمون

شعله آزمون باید تا قطر تقریبی زیر تنظیم شود:

3.2 تا 4.8 mm

مطابق روش آزمون، می‌توان از شعله گاز طبیعی، متان، بوتان یا پروپان استفاده کرد. اعمال‌کننده شعله، شعله احتراق را در طول اندازه‌گیری از روی سطح نمونه آزمون عبور می‌دهد.

5. شروع گرمادهی

نمونه آزمون در ابتدا با نرخ کنترل شده گرم می شود.

با نزدیک شدن به نقطه اشتعال مورد انتظار، نرخ گرمادهی به گونه ای تنظیم می شود که در طول 28°C پایانی پیش از نقطه اشتعال مورد انتظار، دمای نمونه آزمون با نرخ زیر افزایش یابد:

5 تا 6°C/min

کنترل دقیق نرخ گرمادهی اهمیت زیادی دارد، زیرا ASTM D92 یک **روش آزمون دینامیکی** است و نتیجه به شرایط مشخص شده افزایش دما وابسته است.

6. اعمال شعله آزمون

هنگامی که دمای نمونه آزمون تقریباً به مقدار زیر می رسد:

28°C پایین تر از نقطه اشتعال مورد انتظار

شعله آزمون از مرکز کاپ عبور داده می شود.

سپس اعمال شعله در قرائت های دما با فواصل 2°C تکرار می شود.

هر حرکت شعله به صورت یکنواخت از روی سطح نمونه آزمون و در مدت تقریبی زیر انجام می شود:

0.1 seconds $\pm$ 1

در روش دستی، جهت حرکت شعله در اعمال های متوالی به صورت متناوب تغییر می کند.

تشخیص نقطه اشتعال

با افزایش دمای نمونه آزمون، غلظت بخار قابل اشتعال در بالای مایع افزایش می یابد.

در هر بار اعمال شعله، لایه بخار در معرض منبع احتراق قرار می گیرد.

هنگامی که شعله ای مشخص ظاهر شده و به صورت آبی در سطح نمونه آزمون منتشر می شود، دمای متناظر نمونه آزمون به عنوان مورد زیر ثبت می شود:

نقطه اشتعال

ظهور هاله آبی اطراف شعله احتراق، بدون انتشار آن در سطح نمونه آزمون، نباید به عنوان نقطه اشتعال تفسیر شود.

تعیین نقطه آتش

پس از تعیین نقطه اشتعال، می‌توان آزمون را برای تعیین نقطه آتش ادامه داد.

گرم کردن نمونه آزمون با نرخ زیر ادامه می‌یابد:

5 تا 6°C/min

و شعله احتراق همچنان در فواصل 2°C اعمال می‌شود.

هنگامی که اعمال شعله آزمون باعث اشتعال نمونه آزمون شود و احتراق به مدت زیر ادامه یابد:

5 seconds ≤

دمای متناظر به عنوان مورد زیر ثبت می‌شود:

نقطه آتش

اصلاح فشار بارومتریک

نتایج نقطه اشتعال و نقطه آتش نسبت به فشار استاندارد اتمسفری زیر گزارش می‌شوند:

kPa (760 mmHg) 101.3

بنابراین، فشار بارومتریک محیط آزمایشگاه در طول آزمون ثبت می‌شود.

هنگامی که فشار اتمسفری با فشار مرجع تفاوت داشته باشد، نقطه اشتعال یا آتش مشاهده شده مطابق محاسبه مشخص شده در ASTM D92 اصلاح می‌شود.

سپس نتیجه اصلاح شده به نزدیک‌ترین مقدار زیر گرد می‌شود:

1°C

و به عنوان نقطه اشتعال یا نقطه آتش کاپ باز کلیوند مطابق ASTM D92 گزارش می‌شود.

دستگاه خودکار آزمون کاپ باز کلیولند

استاندارد ASTM D92 استفاده از دستگاه خودکار کاپ باز کلیولند را نیز مجاز می‌داند؛ مشروط بر اینکه دستگاه، روش آزمون مورد نیاز را اجرا کند. یک دستگاه خودکار می‌تواند قابلیت‌های زیر را یکپارچه کند:

- گرمادهی خودکار نمونه
- کنترل قابل برنامه‌ریزی نرخ گرمادهی
- اندازه‌گیری الکترونیکی دما
- اعمال خودکار شعله آزمون
- حرکت کنترل شده شعله
- تشخیص خودکار اشتعال
- تشخیص نقطه آتش
- اندازه‌گیری/اصلاح فشار بارومتریک
- ثبت خودکار نتایج
- پایش ایمنی
- گزارش‌های دیجیتال آزمون

اتوماسیون، اقدامات وابسته به اپراتور را کاهش می‌دهد و هم‌زمان شرایط اجرایی مورد نیاز روش آزمون را حفظ می‌کند.

راستی آزمای عملکرد دستگاه

عملکرد دستگاه باید با استفاده از یک ماده مرجع گواهی شده (CRM) مناسب، با نقطه اشتغال اختصاصی روش و نزدیک به محدوده کاری مورد انتظار، راستی آزمای شود.

ASTM D92 راستی آزمای دوره ای عملکرد را مشخص می کند و الزامات بررسی سامانه اندازه گیری دما و، در صورت کاربرد، سامانه تشخیص خودکار اشتغال را ارائه می دهد.

محیط آزمون

دستگاه باید روی سطحی با ویژگی زیر نصب شود:

تراز و پایدار

و آزمون باید در محیطی با ویژگی زیر انجام شود:

فاقد جریان هوا

حرکت هوا در سطح کاپ آزمون می‌تواند لایه بخار بالای نمونه آزمون را مختل کرده و بر نتیجه آزمون تأثیر بگذارد. بنابراین ممکن است یک محافظ مناسب در برابر جریان هوا در دستگاه تعبیه شود.

کاربردهای معمول

روش کاپ باز کیلوند برای ارزیابی فرآورده‌های نفتی با نقطه اشتعال بالا و مواد مرتبط، در محدوده کاربرد ASTM D92، استفاده می‌شود. کاربردهای معمول آزمایشگاهی شامل موارد زیر است:

روغن‌های روان‌کننده | روغن‌های پایه | فرآورده‌های نفتی | مواد قیری | سیالات با نقطه اشتعال بالا
اندازه‌گیری نقطه اشتعال به‌طور گسترده در موارد زیر استفاده می‌شود:

کنترل کیفیت | توسعه محصول | شناسایی مواد | طبقه‌بندی ایمنی | بازرسی مواد ورودی

پارامترهای مهم آزمون

روش: کاپ باز کلیولند
استاندارد: ASTM D92
محدوده معمول نقطه اشتعال قابل کاربرد: 400°C تا 79°C
الزامات نمونه: حدود 70 mL
نرخ نهایی گرمادهی: $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ -5
اعمال شعله: هر 2°C در نزدیکی نقطه اشتعال مورد انتظار
قطر شعله آزمون: 4.8 mm-3.2
معیار نقطه آتش: سوختن پایدار به مدت حداقل 5 s
فشار اتمسفری مرجع: kPa 101.3
گزارش دهی نتیجه: اصلاح شده و گرد شده به نزدیکترین 1°C

اهمیت شرایط کنترل شده آزمون

ASTM D92 یک روش اندازه گیری دینامیکی است. نقطه اشتعال اندازه گیری شده نه تنها به ماده، بلکه به پیکربندی دستگاه و روش اجرایی نیز وابسته است.

کنترل دقیق موارد زیر:

نرخ گرمادهی + اندازه‌گیری دما + اندازه شعله + موقعیت شعله + حرکت شعله + جریان هوا

برای دستیابی به نتایج قابل اعتماد و تکرارپذیر ضروری است.

به همین دلیل، دستگاه خودکار آزمون کاپ باز کلیولند باید این شرایط آزمون را به صورت کنترل شده و تکرارپذیر بازسازی کند، نه اینکه صرفاً اشتعال را تشخیص دهد.



دستگاه دیجیتال تعیین نقطه اشتعال کاپ باز کلیولند مطابق ASTM D92

پارامتر فنی

مشخصات

روش آزمون
استاندارد
محدوده نقطه اشتعال
حجم نمونه
کاپ آزمون
اندازه گیری دما
نرخ نهایی گرمادهی
منبع احتراق
قطر شعله آزمون
شروع اعمال شعله
فاصله اعمال شعله
زمان حرکت شعله
تشخیص نقطه اشتعال
تشخیص نقطه آتش
فشار اتمسفری مرجع
گزارش دهی نتیجه
سامانه گرمادهی
کنترل گرمادهی
نمایشگر دما
موقعیت شعله آزمون

کاپ باز کیولند
ASTM D92
بالتر از 79 °C تا پایین تر از 400 °C
تقریباً 70 mL
کاپ باز استاندارد کیولند
نمایش دیجیتال دما
6 °C/min (-5 تنظیم دستی)
شعله گازی آزمون
4.8 mm-3.2
تقریباً 28 °C پایین تر از نقطه اشتعال مورد انتظار
هر 2 °C
تقریباً 0.1 s ± 1
شعله مشخص منتشرشونده در سطح نمونه آزمون
سوختن پایدار به مدت حداقل 5 s
101.3 kPa (760 mmHg)- تأمین گاز و رگولاتور در تحویل استاندارد included نیست
اصلاح شده نسبت به فشار اتمسفری استاندارد و گزارش شده تا نزدیک ترین 1 °C - گزارش دهی دستی
مجموعه کاپ کیولند با گرمادهی الکتریکی
رگولاتور قابل تنظیم گرمادهی- تنظیم نرخ گرمادهی با کلید volume
دیجیتال
اعمال کننده مکانیکی قابل تنظیم شعله

موقعیت پروب دما
نصب
محیط کار

نگهدارنده پروب قابل تنظیم
رومیزی آزمایشگاهی
محیط آزمون تراز، پایدار و فاقد جریان هوا

آوا هونام پلیمر