



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۱۵۴۳۴  
چاپ اول  
۱۳۹۶

INSO  
15434  
1st.Edition  
2018

قیر و مواد قیری - تعیین گرانروی قیر در  
دمای بالا با ویسکومتر چرخشی (RV)  
- روش آزمون

**Bitumen and bituminous materials -  
Viscosity determination of asphalt at  
elevated temperatures using a rotational  
viscometer (RV) - Test method**

ICS: 93.080.20

استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۴ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

Website: <http://www.isiri.org>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1 - International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3 - International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«قیر و مواد قیری – تعیین گر انرژی قیر در دمای بالا با ویسکومتر چرخشی (RV) – روش آزمون»

### رئیس:

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسماعیلی طاهری، محسن  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

### دبیر:

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی فر، الهام  
(دکتری شیمی معدنی)

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت نفت جی

افشاری، غفار  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اکبری نسرکانی، علی اصغر  
(کارشناسی ارشد راه و ترابری)

شرکت پرشیا قیر توس

پرویزی، سعید  
(کارشناسی ارشد راه و ترابری)

قیران پخش ستاره ایرانیان

پور عبدالله، هادی  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

مهندسین مشاور ناژ

ترکاشوند، مهدی  
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

انجمن شرکت‌های راهسازی ایران

خداپرست، بهرنگ  
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

داوری، ثریا  
(کارشناسی مهندسی پلیمر)

شرکت نفت پاسارگاد

راهی، محمد  
(کارشناسی ارشد پلیمر)

سمت و/یا محل اشتغال

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مهندسان مشاور ایران استن	شیرازیان، شهرام (دکتری زمین‌شناسی ساختمانی)
شرکت نفت پاسارگاد	سیف‌زاده، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)
شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	صادقی، فاطمه (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
شرکت نفت جی	عیسی‌زاده، مهرداد (کارشناسی مهندسی شیمی نفت)
شرکت فومن شیمی گستر	فروتن، سارا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
شرکت آذر بام	کریمیان خسروشاهی، فریبا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
شرکت نفت پاسارگاد	محمدنیا، امیر رضا (کارشناسی مهندسی مکانیک)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	محمودی‌نیا، نادر (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	منصوریان، احمد (دکتری مهندسی عمران)
شرکت نفت پاسارگاد	منیعی، سحر (کارشناسی ارشد شیمی)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	مهرداد، سمیه (کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	نادری، کورش (کارشناسی ارشد راه و ترابری)

**اعضاء:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

نخعی، مصطفی

(کارشناسی ارشد راه و ترابری)

نوروز زاده، حسن

(کارشناسی شیمی)

**ویراستار**

اسماعیلی طاهری، محسن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

**سمت و / یا محل اشتغال**

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح شهرداری تهران

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ خلاصه روش اجرای آزمون
۴	۵ وسایل
۴	۱-۵ دستگاه ویسکومتر چرخشی
۴	۲-۵ ابزار اندازه‌گیری
۴	۳-۵ محفظه گرمایش با کنترل دما
۴	۴-۵ ظرف‌های نمونه
۴	۵-۵ کنترل کننده دما
۴	۶-۵ ترازو
۴	۷-۵ دماسنج مقاومتی پلاتینی (PRT)
۵	۶ مواد و واکنشگرها
۵	۷ آماده‌سازی دستگاه
۵	۸ واسنجی و استاندارد کردن
۵	۹ روش اجرای آزمون
۷	۱۰ محاسبه
۷	۱۱ گزارش
۷	۱۲ دقت و اریبی
۷	۱-۱۲ قیر عایق بام بدون ذرات معدنی
۷	۱-۱-۱۲ دقت یک آزمایشگر (تکرارپذیری)
۷	۲-۱-۱۲ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)
۸	۲-۱۲ قیر عایق بام حاوی ذرات معدنی
۸	۱-۲-۱۲ دقت یک آزمایشگر (تکرارپذیری)
۸	۲-۲-۱۲ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)
۸	۳-۱۲ قیر راهسازی بدون ذرات معدنی
۸	۱-۳-۱۲ دقت یک آزمایشگر (تکرارپذیری)
۸	۲-۳-۱۲ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)
۹	۴-۱۲ اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «قیر و مواد قیری - تعیین گرانروی قیر در دمای بالا با ویسکومتر چرخشی (RV) - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و چهل و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۲ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D4402: 2015, Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer.



## قیر و مواد قیری - تعیین گرانروی قیر در دمای بالا با ویسکومتر چرخشی (RV)<sup>۱</sup> - روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد اندازه‌گیری گرانروی ظاهری قیر در دماهای ۳۸ درجه سلسیوس تا ۲۶۰ درجه سلسیوس با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی (RV) و محفظه حرارتی کنترل‌کننده دما برای حفظ دمای آزمون است.

۲-۱ این روش آزمون برای اندازه‌گیری گرانروی ظاهری قیرها در دماهای حمل قیر، اختلاط یا اجرا به کار می‌رود.

۳-۱ ممکن است برخی از قیرها در شرایط یا در محدوده دمایی این روش آزمون، رفتاری غیر نیوتنی داشته باشند. از آنجا که، مقادیر گرانروی غیر نیوتنی از ویژگی‌های مطلق نیست اما نشان دهنده رفتار سیال در محدوده سیستم اندازه‌گیری خاص می‌باشد. این را باید در نظر داشت که اندازه‌گیری‌ها با استفاده از این روش آزمون، همیشه نمی‌تواند عملکرد میدانی را در شرایط مورد استفاده، پیش‌بینی کند.

۴-۱ مقایسه مقادیر گرانروی غیرنیوتنی فقط برای اندازه‌گیری‌ها در شرایط یکسان دمایی، نرخ برشی و سابقه برش امکان‌پذیر است.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن ضوابط جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM E644, Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers.

2-2 ASTM E1137, Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers.

## 2-3 ASTM E2975, Test Method for Calibration of Concentric Cylinder Rotational Viscometers

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

#### گرانروی ظاهری

##### **apparent viscosity**

نسبت تنش برشی به نرخ برش برای سیال نیوتنی یا غیر نیوتنی.

۲-۳

#### قیر حاوی ذرات معدنی

##### **filled asphalt**

قیر حاوی ذرات معدنی ریزدانه پراکنده و نامحلول.

۳-۳

#### سیال نیوتنی

##### **newtonian liquid**

سیالی که در آن نرخ برش متناسب با تنش برشی است. در چینی سیالی نسبت تنش برشی به نرخ برش که گرانروی سیال می‌باشد، ثابت است. بنابراین گرانروی سیال نیوتنی به نرخ برش بستگی ندارد. اگر این نسبت ثابت نباشد، سیال غیر نیوتنی است. بسیاری از سیالات بسته به نرخ برش یا دمای هر دو، رفتار نیوتنی و غیر نیوتنی نشان می‌دهند.

۴-۳

#### نرخ برش

##### **shear rate**

سرعتی است که در آن، لایه‌های میانی سیال نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند. واحد اندازه‌گیری نرخ برش معکوس ثانیه (s<sup>-1</sup>) است.

۵-۳

### تنش برشی

#### shear stress

مقدار نیرو در واحد سطح که برای ایجاد برش<sup>۱</sup> نیاز است. واحد اندازه‌گیری تنش برشی، پاسکال است.

یادآوری - در سیستم اندازه‌گیری سانتی‌متر-گرم-ثانیه (CGS) واحد اندازه‌گیری تنش برشی،  $\text{dyne/cm}^2$  است.

۶-۳

### گرانروی

#### viscosity

نسبت تنش برشی اعمال شده به نرخ برش، ضریب گرانروی نامیده می‌شود. این ضریب نشان دهنده مقدار مقاومت سیال در برابر جاری شدن است. واحد اندازه‌گیری گرانروی، پاسکال ثانیه است.

یادآوری - در سیستم اندازه‌گیری سانتی‌متر-گرم-ثانیه (CGS) واحد اندازه‌گیری گرانروی، پواز ( $\text{dyne.s/cm}^2$ ) است که معادل ۰٫۱ پاسکال ثانیه است. اغلب سانتی پواز (cP) که معادل یک میلی پاسکال ثانیه می‌باشد به عنوان واحد گرانروی استفاده می‌شود.

۷-۳

### ابزار اندازه‌گیری

#### apparatus-measuring geometry

بخشی از دستگاه است که در نمونه قیر غوطه‌ور شده و ابعادش به همراه گشتاور مقاوم چرخشی<sup>۲</sup> برای محاسبه گرانروی ظاهری به کار برده می‌شود. این ابزار اندازه‌گیری می‌تواند توسط سازنده آن از قبیل اسپیندل<sup>۳</sup>، استوانه متحدالمرکز<sup>۴</sup>، پره<sup>۵</sup> و غیره تعیین گردد.

### ۴ خلاصه روش اجرای آزمون

دستگاه ویسکومتر چرخشی که در این روش آزمون شرح داده شده است برای اندازه‌گیری گرانروی ظاهری قیر در دماهای بالا استفاده می‌شود. از گشتاور چرخشی ابزار اندازه‌گیری که در ظرف حاوی قیر با دمای کنترل شده می‌چرخد، برای اندازه‌گیری می‌زان مقاومت نسبی قیر در برابر چرخش استفاده می‌شود. گشتاور و سرعت برای تعیین گرانروی قیر بر حسب پاسکال ثانیه<sup>۶</sup> یا میلی پاسکال ثانیه<sup>۷</sup> استفاده می‌شود.

- 
- 1-Shearing Action
  - 2-Rotational Resisting Torque
  - 3-Spindle
  - 4-Inner Concentric Cylinder
  - 5-Vane

## ۵ وسایل

### ۱-۵ دستگاه ویسکومتر چرخشی

ویسکومتر چرخشی که گشتاور مورد نیاز برای چرخش ابزار اندازه‌گیری انتخاب شده با سرعت ثابت را در حالی که درون نمونه قیری با دمای ثابت غوطه‌ور است، اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه توانایی تبدیل مقدار گشتاور را به گرانیوی برحسب پاسکال ثانیه یا می‌لی پاسکال ثانیه دارد. در برخی از دستگاه‌ها ممکن است این محاسبات دستی انجام شود.

### ۲-۵ ابزار اندازه‌گیری

ابزار اندازه‌گیری با اشکال و اندازه‌های مختلف برای اندازه‌گیری گرانیوی‌های مختلف قیر.

### ۳-۵ محفظه گرمایش با کنترل دما

محفظه گرمایش با کنترل دما برای ثابت نگه داشتن دمای نمونه قیر در دمای آزمون.

### ۴-۵ ظرف‌های نمونه

ظرف‌های نمونه با قابلیت استفاده مجدد یا یکبار مصرف.

### ۵-۵ کنترل کننده دما

با توانایی نگهداری دماهای آزمون با دقت  $\pm 1/0$  درجه سلسیوس برای دماهای آزمون بین ۳۸ درجه سلسیوس و ۱۵۰ درجه سلسیوس و با دقت  $\pm 2/0$  درجه سلسیوس برای دماهای آزمون بین ۱۵۰ درجه سلسیوس و ۲۶۰ درجه سلسیوس.

### ۶-۵ ترازو

ترازویی با قابلیت خوانش ۰/۱ گرم برای تعیین جرم نمونه قیر.

### ۷-۵ دماسنج مقاومتی پلاتینی (PRT)<sup>۱</sup>

دماسنج با حسگری<sup>۲</sup> طبق الزامات استاندارد ASTM E1137 برای اندازه‌گیری دمای محفظه گرمایش. این دماسنج باید دارای ۳ یا ۴ سیم برای اتصال به دستگاه بوده و بطور کلی طول غلاف حداقل ۵۰ میلی‌متر بزرگ‌تر از عمق غوطه‌وری باشد. سامانه دماسنج مقاومتی پلاتینی (PRT) را طبق استاندارد ASTM E644 واسنجی کنید.

1 - Platinum Resistance Thermometer  
2-Probe

## ۶ مواد و واکنشگرها

حلال‌هایی برای تمیز کردن ظرف نمونه، ابزار اندازه‌گیری و وسایل جانبی.

## ۷ آماده‌سازی دستگاه

ویسکومتر چرخشی و محفظه گرمایش باید تراز بوده و طبق توصیه سازنده دستگاه آماده شوند.

## ۸ واسنجی و استاندارد کردن

۱-۸ ویسکومتر باید قبل از استفاده یا در صورت نیاز، طبق دستورالعمل سازنده صفر شود.

۲-۸ درستی<sup>۱</sup> اندازه‌گیری دستگاه ویسکومتر چرخشی باید حداقل یک بار در سال با سیال مرجع استاندارد با گرانیوی معلوم در دماهای مختلف، طبق روش استاندارد ASTM E2975 بررسی شود. سیال مرجع باید گواهی شده باشد که در محدوده دماها و نرخ‌های برشی مورد نظر آزمون، رفتار یک سیال نیوتنی را دارد. رفتار نیوتنی سیال مرجع باید در دمایی در حدود ۵۰ درجه سلسیوس دما(ها)ی مورد استفاده در آزمون، گواهی شده باشد. گرانیوی اندازه‌گیری شده باید در محدوده  $\pm 2\%$  مقدار مرجع باشد اگر اینطور نبود ثابت واسنجی (نسبت گرانیوی سیال واسنجی به گرانیوی تعیین شده توسط دستگاه) باید تعیین و اعمال شود.

۳-۸ حداقل هر شش ماه یک بار، باید درستی نمایشگر، دقت خوانش دما و پایداری دمایی کنترل کننده دما با ریختن یک نمونه قیر یا روغنی با نقطه اشتعال بالا درون ظرف نمونه و تنظیم دمای آن در حدود ۵۰ درجه سلسیوس دما(ها)ی مورد استفاده در آزمون، بررسی شود. سپس دمای نمونه باید با دقت  $\pm 0.1$  درجه سلسیوس با استفاده از ابزار اندازه‌گیری قابل ردیابی استاندارد، طبق استاندارد ASTM E644 اندازه‌گیری شود. اگر هر گونه اختلاف دمایی نشان داده شود، ابزار کنترل کننده دما باید طبق آن تنظیم شود.

## ۹ روش اجرای آزمون

- ۱-۹ برای استفاده از دستگاه مطابق راهنمای سازنده دستگاه عمل کنید.
- ۲-۹ اجازه دهید دستگاه حداقل پنج دقیقه قبل از انجام هرگونه واسنجی یا آنالیز، روشن بماند تا گرم شود.
- ۳-۹ کنترل کننده دما را در دمای آزمون مورد نظر با در نظر گرفتن موارد زیربند ۳-۸ تنظیم کنیم.
- ۴-۹ دستگاه اندازه‌گیری که بتواند گشتاوری بین  $10\%$  تا  $98\%$  ظرفیت دستگاه در سرعت انتخابی ایجاد کند، انتخاب کنید. غالباً اندازه‌گیری‌ها برای مقادیر گشتاور بالاتر، دقیق‌تر است.

1 - Accuracy

۵-۹ ترجیحاً، ظرف نمونه و ابزار اندازه‌گیری را تا رسیدن به تعادل دمایی به مدت حداقل ۱۵ دقیقه حرارت دهید. اگر قیرهای حاوی ذرات معدنی اندازه‌گیری می‌شود این مرحله الزامی است.

۶-۹ حجم معینی قیر را مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه، درون ظرف نمونه بریزید. یک راه مناسب برای اندازه‌گیری حجم، توزین مقدار محاسبه شده از مقدار تقریبی چگالی برای نمونه است. سپس ظرف نمونه را درون محفظه گرمایش قرار دهید. قیرهای حاوی ذرات معدنی را برای بدست آمدن نمونه معرف قبل از توزین هم بزنید.

یادآوری - از گرم شدن بیش از اندازه نمونه قیر و مشتعل شدن نمونه‌ها با نقطه اشتعال کم با احتیاط جلوگیری کنید.

۷-۹ ظرف نمونه را بیش از اندازه پر نکنید اما اطمینان حاصل کنید که بخش اندازه‌گیری دستگاه به طور کامل درون نمونه غوطه‌ور می‌شود. در این مورد از دستورالعمل سازنده دستگاه پیروی کنید. حجم نمونه برای انطباق با استاندارد واسنجی بسیار مهم است.

۸-۹ ابزار اندازه‌گیری انتخاب شده و از پیش گرم شده را درون سیال، داخل ظرف نمونه وارد کرده و به ویسکومتر متصل کنید. برای قرارگیری مناسب و تراز بودن از دستورالعمل سازنده دستگاه پیروی کنید.

۹-۹ نمونه قیر را در مدت حدود ۳۰ دقیقه به دمای آزمون مورد نظر رسانده و اجازه دهید قبل از شروع اندازه‌گیری به مدت حداقل ۱۰ دقیقه در آن دما به تعادل برسد. در مورد قیرهای حاوی ذرات معدنی بلافاصله موتور چرخش ویسکومتر را روشن کنید.

۱۰-۹ موتور ویسکومتر را در سرعتی که گشتاوری بین ۱۰٪ تا ۹۸٪ ظرفیت دستگاه ایجاد می‌کند، روشن کنید. این سرعت را حفظ کرده، اجازه دهید نمونه به مدت پنج دقیقه به تعادل برسد. دما در مدت زمان آماده‌سازی نباید بیشتر از  $\pm ۱٫۰$  درجه سلسیوس انحراف داشته باشد.

۱۱-۹ مقدار گرانیوی یا گشتاور را در فواصل زمانی یک دقیقه‌ای به مدت سه دقیقه اندازه بگیرید. این اندازه‌گیری ممکن است بصورت خودکار انجام شود.

۱۲-۹ مراحل زیربندهای ۹-۹ تا ۱۱-۹ را برای هر دمای آزمون مورد نیاز تکرار کنید. اگر قیرهای حاوی ذرات معدنی اندازه‌گیری می‌شوند، نمونه جدید و تازه هم‌خورده برای هر دمای آزمون مورد نیاز است.

۱۳-۹ اگر مقدار گشتاور در کمترین دمای آزمون بیش از ۹۸٪ ظرفیت دستگاه باشد، سرعت چرخش را کاهش داده و آزمون را ادامه دهید یا مراحل زیربندهای ۹-۹ تا ۱۱-۹ را با ابزاری با قطر کوچکتر و حجم مناسب نمونه تکرار کنید.

۱۴-۹ اگر مقدار گشتاور در بیشترین دمای آزمون کمتر از ۱۰٪ ظرفیت دستگاه باشد، سرعت چرخش دستگاه اندازه‌گیری را افزایش دهید و آزمون را ادامه دهید یا مراحل زیربندهای ۹-۹ تا ۱۱-۹ را با ابزاری با قطر بزرگتر و حجم مناسب نمونه تکرار کنید.

۱۵-۹ اگر دستگاه به طور مستقیم واحدهای گرانیوی را نمی‌خواند، برای بدست آوردن مقادیر گرانیوی، مقدار گشتاور را در ضریب مناسب ضرب کنید.

## ۱۰ محاسبه

اگر دستگاه از سه خوانش به صورت خودکار میانگین نمی‌گیرد، نتیجه را به صورت میانگین حسابی سه خوانش که در فواصل زمانی یک دقیقه‌ای بدست آمده، محاسبه کرده تا سه رقم معنا دار گزارش کنید.

اگر ویسکومتر چرخشی، نمایشگر دیجیتال گرانروی برحسب سانتی پواز دارد، عدد نشان داده را در  $0.1001$  ضرب کنید تا گرانروی برحسب پاسکال ثانیه بدست آید.

برای دستگاه‌های خودکار، نتایج حاصل از یک مجموعه سه دقیقه‌ای قابل قبول است. در صورت لزوم، مقدار میانگین را در ثابت واسنجی تعیین شده در زیربند ۸-۲ ضرب کنید.

## ۱۱ گزارش

اطلاعات زیر را گزارش کنید:

الف- انجام آزمون طبق این استاندارد؛

ب- دمای آزمون؛

پ- نوع و اندازه ابزار اندازه‌گیری؛

ت- گشتاور بر حسب میلی‌نیوتن متر (mNm) یا درصد ظرفیت دستگاه؛

ث- سرعت چرخش برحسب معکوس ثانیه ( $s^{-1}$ ) یا دور بر دقیقه (r/min)؛

ج- نتایج گرانروی برحسب پاسکال ثانیه (Pa.s) یا میلی پاسکال ثانیه (mPa.s).

مثال: گرانروی در  $135$  درجه سلسیوس با اسپیندل بوهلین<sup>۱</sup>  $25$  میلی‌متری، گشتاور  $8.3$  میلی‌نیوتن متر در سرعت چرخش ( $s^{-1}$ )  $10$ ، معادل  $0.455$  میلی‌پاسکال ثانیه است یا گرانروی در  $204$  درجه سلسیوس با اسپیندل بروکفیلد<sup>۲</sup> شماره  $31$ ، گشتاور  $48$ ٪ در سرعت چرخش  $60$  دور بر دقیقه، معادل  $240$  سانتی پواز است.

## ۱۲ دقت و اریبی

### ۱-۱۲ قیر عایق بام بدون ذرات معدنی

معیار زیر برای داوری پذیرش نتایج آزمون (با احتمال  $95$ ٪) به کار می‌رود.

#### ۱-۱۲-۱ دقت یک آزمایش‌گر (تکرارپذیری)

اختلاف نتایج دوتایی به دست آمده توسط یک آزمایش‌گر با استفاده از لوازم یکسان که در کوتاهترین فاصله زمانی ممکن انجام شده است و بصورت درصدی از میانگین بیان می‌شود نباید بیش از  $3/5$ ٪ مقدار میانگین باشد.

1 -Bohlin Spindle

2 -Brookfield Spindle

#### ۱۲-۱-۲ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)

نتایج گزارش شده توسط هر یک از دو آزمایشگاه که معرف میانگین حسابی تعیین‌های دوتایی است نباید بیش از ۱۴/۵٪ با یکدیگر اختلاف داشته باشند.

#### ۱۲-۲-۲ قیر عایق بام حاوی ذرات معدنی

مطالعه بین آزمایشگاهی با مقایسه نتایج سه نمونه قیر عایق بام حاوی ذرات معدنی از سه تولید کننده مختلف در سال ۲۰۰۴ انجام شده است. از نتایج آزمون سه‌تایی انجام شده در دمای ۲۰۵ درجه سلسیوس توسط نه آزمایشگاه مختلف برای محاسبه تخمین دقت نمونه‌های قیر عایق بام حاوی ذرات جامد استفاده می‌شود. معیار زیر برای داوری پذیرش نتایج آزمون (با احتمال ۹۵٪) به کار می‌رود.

#### ۱۲-۲-۱-۱ دقت یک آزمایش‌گر (تکرارپذیری)

انحراف استاندارد یک آزمایش‌گر ۲۱/۰٪ تعیین شده است. بنابراین اختلاف نتایج دو آزمون به دست آمده در یک آزمایشگاه توسط یک آزمایش‌گر با استفاده از تجهیزات یکسان که در کوتاهترین فاصله زمانی ممکن انجام شده است و بصورت درصدی از میانگین بیان می‌شود نباید بیش از ۵۹/۴٪ مقدار میانگین باشد.

#### ۱۲-۲-۲-۲ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)

انحراف استاندارد بین آزمایشگاهی ۳۳/۲٪ تعیین شده است. بنابراین اختلاف نتایج دو آزمون به دست آمده در آزمایشگاه‌های مختلف توسط آزمایشگرهای مختلف با استفاده از مواد یکسان که بصورت درصدی از میانگین بیان می‌شود نباید بیش از ۹۴/۰٪ مقدار میانگین باشد.

#### ۱۲-۳-۱ قیر راهسازی بدون ذرات معدنی

تخمین‌های دقت بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج آزمون هشت جفت نمونه بدست آمده است. داده‌های دقت حاصل از نتایج ۱۴۲ تا ۲۰۲ آزمایشگاه برای هر هشت جفت نمونه است. معیار زیر برای داوری پذیرش نتایج آزمون (با احتمال ۹۵٪) به کار می‌رود.

#### ۱۲-۳-۱-۱ دقت یک آزمایش‌گر (تکرارپذیری)

ضریب تغییرات (پراکندگی)<sup>۱</sup> یک آزمایش‌گر (1s%) ۱/۲٪ تعیین شده است. بنابراین اختلاف نتایج دو آزمون به دست آمده در یک آزمایشگاه توسط یک آزمایش‌گر با استفاده از تجهیزات یکسان که در کوتاهترین فاصله زمانی ممکن انجام شده است و بصورت درصدی از میانگین بیان می‌شود نباید بیش از ۳/۵٪ مقدار میانگین (d2s%) باشد.

#### ۱۲-۳-۲-۱ دقت چند آزمایشگاهی (تجدیدپذیری)

ضریب تغییرات (پراکندگی) بین آزمایشگاهی (1s%) ۴/۳٪ تعیین شده است. بنابراین اختلاف نتایج دو آزمون به دست آمده در آزمایشگاه‌های مختلف توسط آزمایشگرهای مختلف با استفاده از مواد یکسان که بصورت درصدی از میانگین بیان می‌شود نباید بیش از ۱۲/۱٪ مقدار میانگین (d2s%) باشد.

1-Coefficient of Variation



۴-۱۲ اریبی

اطلاعاتی راجع به اریبی در این روش آزمون برای اندازه‌گیری گرانروی ظاهری نمی‌توان بیان کرد، زیرا ماده مرجع پذیرفته شده‌ای وجود ندارد.