



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۶۵۶

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20656

1st.Edition

2016

اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی و درجه
API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع به
روش ترموهیدرومتر

**Determination of density, relative density,
and API gravity of crude petroleum and
liquid petroleum products by
thermohydrometer method**

ICS: 75.040

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، 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 نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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
« اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی و درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع به روش
ترموهیدرومتر »

رئیس :

عضو هیئت دانشگاه شهید چمران اهواز

آزادی ، رویا
(دکتری شیمی)

دبیر :

کارشناس شرکت خوزستان پژوهش گستر
بردیا

مکوندی ، علی
(فوق لیسانس شیمی)

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس شرکت کیمیا کنکاش جندی
شاپور

ارزانی ، بهاره
(فوق لیسانس شیمی)

نماینده علمی شرکت سینا گستر

بهروزی ، بهاره
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس

جولاباف ، الهام
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت کیمیا کنکاش جندی
شاپور

چرم زاده ، مهرناز
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

چنگیز عباسی ، نسرین
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

سرکارزاده ، افسون
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

شکاری زاده ، آرزو
(فوق لیسانس شیمی)

شیمیست ارشد پتروشیمی بندر امام

عباسی ، محمدرضا
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

فتاحی نیا ، مهناز
(فوق لیسانس شیمی)

شیمیست ارشد آزمایشگاه شیمیایی نفت
مسجدسلیمان - اداره شیمیایی شرکت ملی
مناطق نفت خیز جنوب

کاوش ، فرید
(لیسانس مهندسی نفت)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

گیلاسی ، فهیمه
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس ارشد شرکت دی دی دی سی
ایران کیش

مکوندی ، محسن
(لیسانس مهندسی نفت)

تکنسین ارشد آزمایشگاه شیمیایی نفت
مسجدسلیمان - اداره شیمیایی شرکت ملی
مناطق نفت خیز جنوب

میر ، اصغر
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس

نظری فر ، زهرا
(فوق لیسانس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصول آزمون
۴	۵ وسایل
۸	۶ نمونه برداری
۹	۷ تایید یا تصدیق وسایل
۱۰	۹ روش انجام آزمون
۱۷	۱۰ محاسبات
۲۰	۱۱ دقت و انحراف
۲۱	۱۲ گزارش آزمون
۲۴	پیوست الف (اطلاعاتی) وسایل

پیش گفتار

استاندارد "اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی و درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع به روش ترموهیدرومتر" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت خوزستان پژوهش گستر بردیا تهیه و تدوین شده است و در شصت و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ مورد تصویب قرار گرفته است، 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.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D 6822; 2012, Standard test method for density, relative density, and API gravity of crude petroleum and liquid petroleum products by thermohydrometer method

اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی و درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع به روش ترموهیدرومتر

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و تعیین قابلیت اجرای محدودیت‌ها قبل از استفاده بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری آزمایشگاهی چگالی، چگالی نسبی و درجه API^۱ نفت خام، فرآورده‌های نفتی یا مخلوط‌هایی از فرآورده‌های نفتی و غیرنفتی که در حالت عادی به صورت مایع حمل می‌شوند و دارای فشار بخار رید^۲ 101325 kPa (14696 psi) یا کمتر هستند، با استفاده از یک ترموهیدرومتر شیشه‌ای و مجموعه‌ای از محاسبات می‌باشد. مقادیر در دماهای محیط اندازه‌گیری شده و به وسیله مجموعه‌ای از محاسبات و جدول‌های استاندارد بین المللی به معادل آن در دمای 15°C یا 60°F تصحیح می‌شوند.

قرائت‌های اولیه ترموهیدرومتر به دست آمده، قرائت‌های نادرستی هستند و اندازه‌گیری‌های چگالی محسوب نمی‌شوند. قرائت‌ها بر روی یک ترموهیدرومتر در دمای مرجع یا در دمای معمولی دیگری اندازه‌گیری می‌شوند و قرائت‌ها برای اثر هلالی سطح مایع^۳، اثر انبساط گرمایی شیشه، اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین و همچنین برای دمای مرجع توسط محاسبات و جدول‌های اندازه‌گیری نفت^۴ ضمیمه استاندارد ASTM D 1250 تصحیح می‌شوند.

قرائت‌های اندازه‌گیری شده به عنوان چگالی، چگالی نسبی یا درجه API را می‌توان به وسیله روش کارهای درون‌یابی^۵ یا ضمیمه استاندارد ASTM D 1250، راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت، یا هر دو و یا جدول‌ها، به صورت قابل کاربرد، به مقادیر معادل آن در دیگر واحدها یا دماهای مرجع جایگزین تبدیل کرد. قرائت‌های اولیه ترموهیدرومتری که در آزمایشگاه تعیین می‌شوند، باید قبل از به کارگیری هرگونه محاسبات، ثبت شوند. محاسبات مندرج در بند ۹ باید در قرائت‌های ترموهیدرومتر مشاهده شده، اعمال شوند و به طریق مشروح در بند ۱۱ گزارش گردند و به عنوان پیش‌درآمد محاسبات ثبت‌کننده‌های روزانه، ضریب تصحیح جریان‌سنج یا تصحیح حجم‌ها و دستگاه‌های ثبت حجم مورد استفاده قرار گیرند. پیوست الف شامل روش کاری برای تصدیق یا تایید تجهیزات در این استاندارد می‌باشد.

1- American petroleum industrial

2- Reid vapour pressure

3- Meniscus

4- Petroleum measurement tables

5- Interconversion

چگالی و درجه API در محاسبات کمی در طول انتقال^۱ فرآورده و به منظور رضایت‌مندی حمل و نقل، ذخیره‌سازی و الزامات قانونی کاربرد دارد. تعیین درست چگالی یا درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع برای تبدیل حجم‌های اندازه‌گیری شده به حجم‌ها در دماهای استاندارد °C ۱۵ (°F ۶۰)، در طول انتقال فرآورده لازم است.

چگالی و درجه API، هم‌چنین پارامترهایی هستند که کیفیت نفت خام را نشان می‌دهند. نمودار قیمت‌های نفت خام در مقابل مقادیر برحسب kg/m^3 یا درجه API، به‌طور مکرر رسم شده است. با این حال، این خاصیت نفت، نمایشی از نامعلوم بودن کیفیت آن بدون ارتباط با خصوصیات دیگر آن است.

از آن‌جایی که ترموهیدرومتر، ترکیبی از هیدرومتر و دماسنج در یک وسیله است، در عملیات میدانی برای تعیین چگالی یا درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع دیگر، بسیار کاربرد دارد. روش کار برای خط لوله‌های اصلی^۲ جمع‌آوری و کاربردهای میدانی دیگر در جاهایی که امکانات آزمایشگاهی محدودی در دسترس است، مناسب می‌باشد. روش ترموهیدرومتر ممکن است در بعضی از اندازه‌گیری‌های چگالی نفت محدودیت‌هایی داشته باشد. در چنین مواردی، استفاده از روش‌های دیگری مانند استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷ مجاز است.

این استاندارد برای تعیین چگالی، چگالی نسبی یا درجه API مایعات شفاف یا کدر^۳ با ویسکوزیته پایین یا هر دو کاربرد دارد. هنگام استفاده از این روش آزمون برای مایعات کدر، به‌کارگیری تصحیح مناسب اثر هلالی سطح مایع مورد نیاز است (بند ۹-۲ را ببینید). علاوه بر این برای هر دو سیال شفاف و کدر، قبل از تصحیح دمای مرجع، باید قرائت‌ها برای اثر انبساط گرمایی شیشه و اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین، نیز تصحیح شوند. این استاندارد برای مایعات با ویسکوزیته بالا نیز کاربرد دارد به شرطی که اجازه دهید، در مدت زمان کافی ترموهیدرومتر به تعادل دمایی برسد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدارکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷، اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی یا درجه API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع با استفاده از روش هیدرومتر

1- Custody transfer
2- Main trunk pipelines
3- Opaque

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۸۹، فرآورده های نفتی - روش های نمونه برداری

2-3 ASTM D1250, Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables

2-4 ASTM D4177 Practice for Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum Products (API MPMS Chapter 8.2)

2-5 ASTM D5854, Practice for Mixing and Handling of Liquid Samples of Petroleum and Petroleum Products (API MPMS Chapter 8.3)

2-6 ASTM D6300, Practice for Determination of Precision and Bias Data for Use in Test Methods for Petroleum Products and Lubricants

2-7 ASTM E100, Specification for ASTM Hydrometers

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود.

۱-۳

درجه API

تابع خاصی از چگالی نسبی در دمای °F (۶۰/۶) یا °C (۱۵/۶/۱۵/۶) است که با استفاده از رابطه ۱ معرفی می شود:

(۱)

$$^{\circ}API = [141.5 / (\text{relative density})] - 131.5$$

یادآوری - نیازی به بیان دمای مرجع نیست، چون دمای °C ۱۵/۶ (یا °F ۶۰) در تعریف گنجانده شده است.

۲-۳

چگالی

جرم مایع در واحد حجم در دمای °C ۱۵ و فشار ۱۰۱,۳۲۵ kPa با واحد استاندارد اندازه گیری کیلوگرم بر متر مکعب است.

یادآوری - دماهای مرجع دیگر، به عنوان مثال °C ۲۰، ممکن است برای بعضی از فرآورده ها یا در بعضی از مکان ها مورد استفاده قرار گیرند. واحدهای اندازه گیری با اولویت کمتر (به عنوان مثال kg/l یا g/ml) هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرند.

۳-۳

قرائت هیدرومتر

نقطه ای بر روی درجه بندی هیدرومتر که در آن، سطح مایع، مقیاس را قطع می کند.

یادآوری - در عمل برای سیالات شفاف این کار به آسانی به وسیله هم تراز شدن سطح مایع بر روی هر دو سمت هیدرومتر و قرائت مقیاس هیدرومتر در جایی که این قرائت‌های سطح، درجه‌بندی را قطع می‌کند (قرائت هیدرومتر - مشاهده شده)، تعیین می‌شود. برای سیالات غیرشفاف نقطه‌ای که در آن سطح مایع، درجه‌بندی هیدرومتر را قطع می‌کند را نمی‌توان به‌طور مستقیم تعیین کرد و ضروری است که تصحیح (اثر هلالی سطح مایع) صورت بگیرد. مقداری که در نتیجه کسر کردن نقطه‌ای (قرائت هلال سطح مایع) که در آن نمونه مایع تا بالاتر از سطح اصلی مایع بالا آمده از سطح اصلی مایع که درجه‌بندی هیدرومتر را قطع می‌کند، به دست می‌آید، معرف تصحیح یا تصحیح اثر هلالی سطح مایع است. این تصحیح اثر هلالی سطح مایع مستندسازی شده و سپس از مقدار معرفی شده توسط قرائت هلال سطح مایع کسر می‌شود تا قرائت هیدرومتر تصحیح شده هلال سطح مایع (قرائت هیدرومتر - مشاهده شده، که به روش هلال سطح مایع تصحیح شده) به دست آید.

۴-۳

مقادیر مشاهده شده

مقادیر مشاهده شده در دماهایی غیر از دمای مرجع مشخص شده، هستند. این مقادیر فقط قرائت‌های هیدرومتر هستند و چگالی، چگالی نسبی یا درجه API، در دمای دیگر نیستند.

۵-۳

چگالی نسبی

نسبت جرم یک حجم معلوم از مایع در یک دمای خاص، به جرم حجم معادلی از آب خالص در همان دما یا دمای متفاوت است. هر دو دمای مرجع باید به‌طور صریح بیان شود.

یادآوری - دماهای مرجع معمول شامل $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$ ۶۰/۱۵)، $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$ ۶۰/۱۵)، $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$ ۶۰/۱۵) و $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$ ۶۰/۱۵) هستند. اصطلاح نامطلوب قدیمی "وزن مخصوص" ممکن است هنوز استفاده شود.

۶-۳

ترموهیدرومتر

یک هیدرومتر شیشه‌ای است که یک دماسنج را در خود جای داده است.

۴ اصول آزمون

بعد از برقراری تعادل دمایی، چگالی یا درجه API با مشاهده ترموهیدرومتر به حالت آزادانه معلق و یادداشت کردن درجه‌بندی با تقریب فصل مشترک ظاهری سطح صفحه افقی مایع با مقیاس عمودی هیدرومتر، بعد از برقراری تعادل دمایی، قرائت می‌شود. قرائت ترموهیدرومتر مشاهده شده، سپس توسط جدول‌های اندازه‌گیری نفت، به‌صورتی که در ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 مشخص شده و دمای مشاهده شده از دماسنج گنجانده شده در ترموهیدرومتر، به دمای مرجع کاهش داده می‌شود.

۵ وسایل

۱-۵ ترموهیدرومترهای شیشه‌ای، به صورتی که در استاندارد ASTM E 100 تعیین شده (در شکل ۱ نشان داده شده است) و به صورت زیر درجه‌بندی می‌شود:

۱-۱-۵ برحسب کیلوگرم بر متر مکعب و درجه سلسیوس برای هیدرومترهای چگالی سنج، به صورتی که در جدول ۱ نشان داده شده است.

۲-۱-۵ برحسب درجه API (°API) و درجه فارنهایت برای هیدرومترهای اندازه‌گیری درجه API، به صورتی که در جدول ۲ نشان داده شده است.

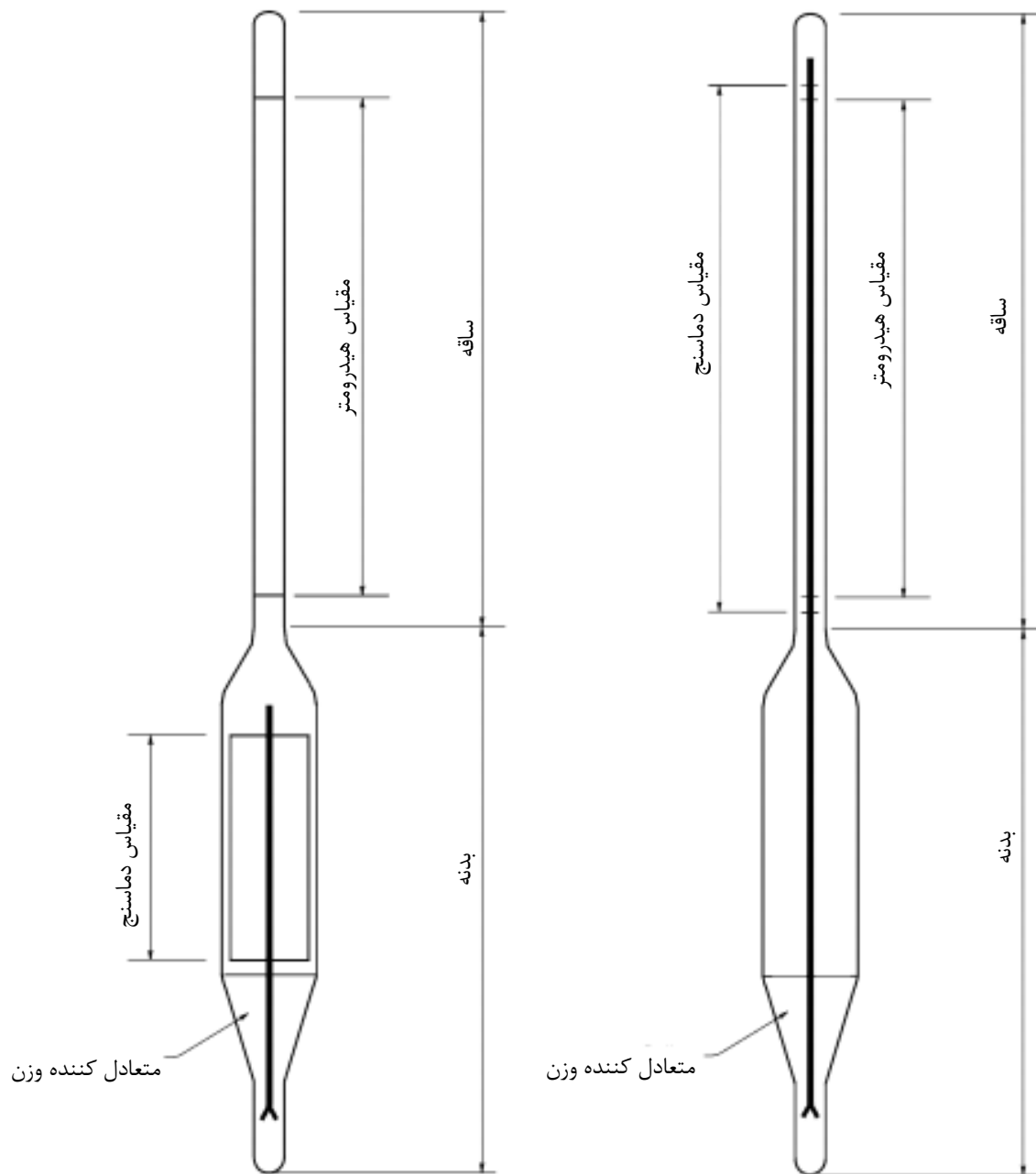
۳-۱-۵ توصیه می‌شود آزمون‌گر اطمینان حاصل کند که وسایل مورد استفاده در این استاندارد با توجه به خطاهای مربوط به مواد، ابعاد و مقیاس، الزامات تعیین شده در بالا را برآورده می‌کند. در مواردی که وسیله با یک گواهی‌نامه کالیبراسیون صادر شده توسط یک سازمان استانداردسازی شناخته شده^۱، تهیه شود، وسیله به‌عنوان تاییدشده طبقه‌بندی می‌شود و تصحیحات مناسبی برای اثر هلال سطح مایع، اثر انبساط گرمایی شیشه و اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین، باید بر روی قرائت‌های مشاهده شده قبل از تصحیح، به کار برده شود. وسایلی که الزامات این استاندارد را برآورده می‌کنند اما با یک گواهی‌نامه کالیبراسیون شناخته شده تهیه نشود، به‌صورت تایید نشده طبقه‌بندی می‌گردد و تصحیحات مناسبی برای اثر هلال سطح مایع، اثر انبساط گرمایی شیشه و اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین، باید بر روی قرائت‌های مشاهده شده قبل از تصحیح، به کار برده شود.

۲-۵ استوانه‌های هیدرومتر، ساخته‌شده از شیشه شفاف، پلاستیک یا فلز. برای راحتی ریزش، ممکن است استوانه یک لبه ریزش^۲ داشته باشد. قطر داخلی استوانه باید حداقل ۲۵ mm از قطر خارجی ترموهیدرومتر مورد استفاده، بزرگتر باشد. ارتفاع استوانه باید به‌گونه‌ای باشد که انتهای ترموهیدرومتر در هنگام معلق شدن در نمونه به‌وضوح حداقل ۲۵ mm با کف استوانه فاصله داشته باشد.

۱-۲-۵ برای آزمون میدانی، ممکن است یک تیف^۳ با ابعاد مناسب، راحت‌تر از استوانه هیدرومتر باشد. سطح مایع باید با بالای تیف تراز باشد.

۳-۵ حمام دمایی، به منظور کنترل دما در نزدیکی دمای توده هیدروکربن، یا کنترل دما در نزدیکی دمای مرجع 15°C (60°F).

1- Recognized standardizing body
2- Pouring lip
3- Thief



شکل ۱- طرح های ترموهیدرومتر نوعی

جدول ۱- ترموهیدرومترهای چگالی سنج

گستره چگالی (kg/m ³)	شماره هیدرومتر ASTM
۶۵۰ تا ۶۰۰	300H
۷۰۰ تا ۶۵۰	301H
۷۵۰ تا ۷۰۰	302H
۸۰۰ تا ۷۵۰	303H
۸۵۰ تا ۸۰۰	304H
۹۰۰ تا ۸۵۰	305H
۹۵۰ تا ۹۰۰	306H
۱۰۰۰ تا ۹۵۰	307H
۱۰۵۰ تا ۱۰۰۰	308H
۱۱۰۰ تا ۱۰۵۰	309H
۸۲۵ تا ۷۷۵	345H
هیدرومتر	
۳۸۷ تا ۳۷۴	طول کلی (mm)
۲۵ تا ۱۸	قطر بدنه (mm)
۴۰	حداقل قطر ساقه (mm)
مقیاس هیدرومتر	
۱۵	دمای استاندارد (°C)
۰٫۵	تقسیمات فرعی (kg/m ³)
۱	خطوط واسطه کوتاه (kg/m ³)
۵	خطوط واسطه بلند (kg/m ³)
۱۰	خطوط اصلی (شماره گذاری شده)
۰٫۵	حداکثر خطای مقیاس در هر نقطه (kg/m ³)
۱۴۵ تا ۱۲۵	طول مقیاس اسمی (mm)
۲٫۵	بسط مقیاس فراتر از محدوده گستره اسمی (kg/m ³)

جدول ۱- ادامه

مقیاس دماسنج	
	گستره (°C):
۲۰- تا ۶۵+	مدل L
۰ تا ۸۵+	مدل M
۲۰+ تا ۱۰۵+	مدل H
کامل	غوطه‌وری
۱٫۰	تقسیمات فرعی
۵	خطوط واسطه (°C)
۱۰	خطوط اصلی (شماره‌گذاری شده) (°C)
۱٫۰	حداکثر خطای مقیاس در هر نقطه (°C)
۱۰۰ تا ۸۰	طول مقیاس (mm)

۶ نمونه‌برداری

۱-۶ جز در مواردی که ذکر شده، نمونه‌های نفت غیرفرار و فرآورده‌های نفتی باید به‌وسیله روش کارهای شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۸۹ و ASTM D 4177 گرفته شود.

۲-۶ نمونه‌های نفت خام فرار یا فرآورده‌های نفتی ترجیحا مطابق استاندارد ASTM D 4177 با استفاده از یک دریافت کننده نمونه دارای حجم متغیر (پیستون شناور) به منظور به حداقل رساندن هرگونه اجزای تشکیل دهنده سبک که ممکن است درستی اندازه‌گیری چگالی را تحت تاثیر قرار دهد، گرفته شوند. در غیاب این وسیله، باید نهایت دقت را برای به حداقل رساندن اتلاف‌های شامل انتقال نمونه به یک ظرف سرد شده بلافاصله بعد از نمونه‌برداری به کار گرفت.

۳-۶ مخلوط کردن نمونه، ممکن است دستیابی به آزمونه‌ای که نماینده توده نمونه مورد آزمون است، مورد نیاز باشد؛ اما به منظور حفظ یکپارچگی نمونه در طول عملیات باید احتیاط شود. مخلوط کردن نفت خام فرار یا فرآورده‌های نفتی حاوی آب یا رسوبات، یا هردو یا حرارت دادن نفت خام فرار مومی یا فرآورده‌های نفتی ممکن است موجب اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک شود. بندهای فرعی (۱-۳-۶ تا ۴-۳-۶) راهنمایی‌هایی در مورد حفظ یکپارچگی نمونه ارائه می‌دهد.

۶-۳-۱ نفت خام فرار و فراورده‌های نفتی دارای فشار بخار نسبی (RVP)^۱ بیش‌تر از ۵۰ kPa، نمونه را در ظرف نزدیک به منشا آن مخلوط کنید تا اتلاف اجزای تشکیل‌دهنده سبک به حداقل برسد.

یادآوری- مخلوط کردن نمونه‌های فرار در ظرف‌های باز منجر به اتلاف اجزای تشکیل‌دهنده سبک شده و در نتیجه مقدار چگالی به‌دست آمده را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۶-۳-۲ نفت خام مومی، اگر نفت یک نقطه ریزش مورد انتظار بالاتر از ۱۰ °C، نقطه ابری شدن یا دمای ظهور موم (WAT)^۲ بالاتر از ۱۵ °C داشته باشد، نمونه را تا دمایی گرم کنید که مطمئن شوید ماده به اندازه کافی سیال است که بدون حرارت دادن اضافی ماده به اندازه کافی یکنواخت شود، در غیر این‌صورت یکپارچگی نمونه به خطر می‌افتد. نمونه‌هایی که تا ۹ °C بالاتر از نقطه ریزش، یا ۳ °C بالاتر از نقطه ابری شدن یا WAT خود حرارت داده شده‌اند، مشاهده شده است که دماهای مناسبی برای گرم کردن نمونه قبل از مخلوط کردن، هستند. در صورت امکان، نمونه را در ظرفی نزدیک به منشا خود حرارت دهید تا اتلاف اجزای تشکیل‌دهنده سبک به حداقل برسد.

۶-۳-۳ برش‌های مومی، نمونه را تا دمایی حرارت دهید که مطمئن شوید ماده به اندازه کافی سیال است که بدون حرارت دادن اضافی ماده، به اندازه کافی یکنواخت شود، در غیر این‌صورت نمونه به خوبی همگن نمی‌شود. نمونه‌هایی که تا ۳ °C بالاتر از نقطه ابری شدن یا WAT خود حرارت داده شده‌اند، مشاهده شده است که دماهای مناسبی برای گرم کردن نمونه قبل از مخلوط کردن هستند.

۶-۳-۴ روغن‌های سوخت باقی‌مانده، قبل از مخلوط کردن، نمونه را تا دمای آزمون حرارت دهید (مطابق بند ۸-۱-۱ و یادآوری ۲ بند ۸-۱-۲).

۶-۴ جهت اطلاعات بیش‌تر در مورد مخلوط کردن و کارکردن با نمونه‌های مایع، به استاندارد ASTM D 5854 مراجعه شود.

۷ تایید یا تصدیق وسایل

۷-۱ هیدرومترها و دماسنج‌ها باید مطابق روش کار موجود در پیوست الف تصدیق شوند.

1 -Relative Vapore Pressure

2- Wax appearance temperature

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ اثر دمای آزمون

۸-۱-۱ تعیین چگالی یا درجه API با استفاده از روش ترموهیدرومتر در دمای مرجع 15°C (60°F) یا در نزدیکی دمای مرجع، بسیار درست است. سایر دماهای گستره دماسنج گنجانده شده در ترموهیدرومتر را می‌توان مورد استفاده قرار داد، اگر با نوع نمونه و محدودیت شرایط مورد نیاز ارائه شده در جدول ۳ سازگار باشند.

جدول ۲- ترموهیدرومترهای درجه API

یادآوری - برای فراورده‌های نفتی و دیگر مایعات دارای کشش سطحی مشابه (33 dynes/cm یا کم‌تر).

مقیاس دماسنج در ساقه		مقیاس دماسنج در بدنه	
گستره گراوبیتی اسمی (درجه)	هیدرومترهای ASTM (شماره)	گستره گراوبیتی اسمی (درجه)	هیدرومترهای ASTM (شماره)
-۱ تا +۱۱	71H-62	۱۵ تا ۲۳	41H-66
۹ تا ۲۱	72H-62	۲۲ تا ۳۰	42H-66
۱۹ تا ۳۱	73H-62	۲۹ تا ۳۷	43H-66
۲۹ تا ۴۱	74H-62	۳۶ تا ۴۴	44H-66
		۴۳ تا ۵۱	45H-66
		-۱ تا +۱۱	51H-62
		۹ تا ۲۱	52H-62
		۱۹ تا ۳۱	53H-62
		۲۹ تا ۴۱	54H-62
		۳۹ تا ۵۱	55H-62
		۴۹ تا ۶۱	56H-62
		۵۹ تا ۷۱	57H-62
		۶۹ تا ۸۱	58H-62
		۷۹ تا ۹۱	59H-62
		۸۹ تا ۱۰۱	60H-62
		۳۷ تا ۴۹	255H-04
		۶۴ تا ۷۶	258H-04

جدول ۲- ادامه

هیدرومتر		
مقیاس هیدرومتر در ساقه	مقیاس هیدرومتر در بدنه	پارامتر
۳۷۴ تا ۳۸۷	۳۷۴ تا ۳۸۷	طول کلی (mm)
۲۳ تا ۲۷	۱۸ تا ۲۵	قطر بدنه (mm)
۶۰	۴۰	حداقل قطر ساقه (mm)
	۱۱۰ تا ۱۴۰	طول کلی (mm) (مقیاس دماسنج) برای 255H و 258H
مقیاس هیدرومتر		
۶۰		دمای استاندارد (°F)
۰٫۱		تقسیمات فرعی (°API)
۰٫۵		خطوط واسطه (°API)
۱٫۰		خطوط اصلی (شماره گذاری شده) (°API)
۰٫۱		حداکثر خطای مقیاس در هر نقطه (°API)
۱۲۵ تا ۱۴۵		طول مقیاس اسمی (mm)
مقیاس دماسنج		
مقیاس دماسنج در ساقه	مقیاس دماسنج در بدنه	پارامتر
		گستره (°F) ^a :
	۰ تا ۱۵۰	مدل L
۲۲۰ تا ۳۰	۳۰ تا ۱۸۰	مدل M
	۶۰ تا ۲۲۰	مدل H
	۰ تا ۱۰۰	مدل H (فقط برای سوخت‌های هواپیما)
کامل	کامل	غوطه‌وری
۲	۲	تقسیمات فرعی
۱۰	۱۰	خطوط واسطه (°F)
۲۰	۲۰	خطوط اصلی (شماره گذاری شده) (°F)
۱	۱	حداکثر خطای مقیاس در هر نقطه (°F)
۱۰۵ تا ۱۴۵	۸۰ تا ۱۱۰	طول مقیاس (mm)
<p>^a نمایش گستره دماسنج با استفاده از مدل فهرست‌شده، انجام گرفته و به‌صورت پسوند شماره هیدرومتر ASTM استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، 54HL وسیله‌ای با گستره درجه API از ۲۹°API تا ۴۱°API و گستره دماسنج °F تا ۱۵۰ °F است. یک وسیله با گستره گراویتهی مشابه اما گستره دماسنج °F تا ۶۰ تا °F ۲۲۰ به‌صورت 54HH مشخص می‌شود. شماره 57HM وسیله‌ای با گستره درجه API، از ۵۹°API تا ۷۱°API و گستره دماسنج °F تا ۳۰ °F ۱۸۰ مشخص می‌کند.</p>		

جدول ۳- محدودیت شرایط و دماهای آزمون

نوع نمونه	نقطه جوش ابتدایی	سایر محدودیت‌ها	دمای آزمون
فرار	۱۲۰ °C (۲۵۰ °F) یا پایین‌تر		در ظرف در بسته اصلی تا ۱۸ °C (۶۵ °F) یا پایین‌تر خنک کنید
فرار و ویسکوز	۱۲۰ °C (۲۵۰ °F) یا پایین‌تر	ویسکوزیته بسیار بالا در ۱۸ °C (۶۵ °F)	تا حداقل دمای دست‌یابی به سیالیت کافی حرارت دهید
غیرفرار	بالاتر از ۱۲۰ °C (۲۵۰ °F)		در هر دمایی بین ۱۸ °C و ۹۰ °C (۰ °F تا ۱۹۵ °F) به‌طور مناسب استفاده کنید
مخلوط با فراورده‌های غیرنفتی	...		در دمای ۱۵ ± ۰/۲ °C یا ۶۰ ± ۰/۵ °F

۸-۱-۲ دمای نمونه را به دمای آزمون برسانید، باید در چنین دمایی نمونه به اندازه کافی سیال باشد اما دما باید به‌گونه‌ای باشد که دمای بالا موجب اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک نشود و دمای پایین موجب ایجاد جامدهای مومی در آزمون نشود.

یادآوری ۱- حجم و چگالی، چگالی نسبی و تصحیحات API در روش کارهای تصحیح حجم، براساس انبساط‌های میانگین تعدادی از مواد معمولی هستند. چون ضرایب یکسانی در گردآوری هر مجموعه از جدول‌ها استفاده می‌شود، تصحیحات انجام شده در فاصله‌های دمایی یکسان، خطاهای ناشی از اختلاف‌های ممکن بین ضریب ماده مورد آزمون و ضرایب استاندارد را به حداقل می‌رساند. هرچه دماها با دمای مرجع، اختلاف بیشتری پیدا می‌کنند، اهمیت این اثر بیشتر می‌شود.

یادآوری ۲- قرائت هیدرومتر در یک دمای مناسب برای خصوصیات فیزیکی- شیمیایی ماده مورد آزمون، به‌دست می‌آید. این دما ترجیحاً نزدیک به دمای مرجع یا هنگامی که مقدار در اتصال با اندازه‌گیری‌های روغن مخزن مورد استفاده قرار می‌گیرد، در محدوده ۳ °C از دمای مخزن است (مطابق بند ۴-۳).

۸-۱-۳ برای نفت خام، دمای نمونه را تا نزدیک دمای مرجع برسانید یا اگر موم وجود دارد، تا ۹ °C بالاتر از نقطه ریزش آن یا ۳ °C بالاتر از نقطه ابری شدن آن، هر کدام که بالاتر است، برسانید.

۸-۱-۴ اگر دمای آزمون به‌طور قابل ملاحظه‌ای با دمای مرجع ۱۵ °C (۶۰ °F) اختلاف دارد، انبساط یا انقباض شیشه می‌تواند کالیبراسیون ترموهیدرومتر را تحت تاثیر قرار دهد. یک ضریب تصحیح هیدرومتر (HYC) را می‌توان بر روی مقدار چگالی اندازه‌گیری شده اعمال کرد تا قرائت تصحیح شده فراهم شود.

۸-۱-۵ اگر هیدرومتر در دمایی غیر از دمای مرجع کالیبره شده است، از معادله ۲ برای تصحیح قرائت مقیاس هیدرومتر استفاده کنید.

$$\rho_r = \frac{\rho_t}{1 - [23 \times 10^{-6} (t - r) - 2 \times 10^{-8} (t - r)^2]} \quad (2)$$

که در آن:

ρ_T قرائت هیدرومتر در دمای مرجع، t °C

ρ_t قرائت هیدرومتر بر روی درجه‌بندی هیدرومتر در دمای مرجع، t °C

۸-۱-۶ هنگامی که مقدار ترموهیدرومتر به‌منظور انتخاب ضرابی برای تصحیح حجم‌ها تا دماهای استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرند، توصیه می‌شود قرائت ترموهیدرومتر ترجیحا در دمایی در محدوده $3 \pm$ °C ($5 \pm$ °F) دمایی که در آن، حجم مخزن روغن اندازه‌گیری می‌شود، انجام شود (یادآوری ۱ بند ۸-۱-۲). با این حال، هنگامی که ممکن است مقادیر محسوسی از کسرهای سبک در طول اندازه‌گیری در دمای روغن مخزن از دست بروند، باید محدودیت‌های ارائه شده در جدول ۳ اعمال شود.

۸-۲ اندازه‌گیری چگالی

۸-۲-۱ دمای نمونه را مطابق جدول ۳ تنظیم کنید. برای آزمون میدانی، می‌توان از دماهای آزمون به‌جای آن‌هایی که در جدول ۳ فهرست شده‌اند، استفاده کرد، با این حال، ممکن است درستی از دست برود. استوانه هیدرومتر باید تقریبا در همان دمای نمونه مورد آزمون باشد.

۸-۲-۲ نمونه را به آرامی، به منظور جلوگیری از تشکیل حباب‌های هوا و به حداقل رساندن تبخیر اجزای تشکیل دهنده با دمای جوش پایین‌تر نمونه‌های فرارتر، به یک استوانه هیدرومتر شفاف که دمای آن تثبیت شده است، منتقل کنید. نمونه‌های دارای فراریت زیاد را به‌وسیله سیفون کردن یا جایگزین کردن آب منتقل کنید. از یک مکندة حبابی پلاستیکی برای سیفون کردن نمونه‌های دارای فراریت زیاد، استفاده کنید. قبل از قراردادن ترموهیدرومتر، هرگونه حباب هوای تشکیل شده را بعد از جمع شدن آن‌ها در سطح نمونه، به‌وسیله تماس دادن آن‌ها با یک تکه کاغذ جاذب تمیز خارج کنید. برای آزمون میدانی، می‌توان ترموهیدرومتر را مستقیما در یک تیف نمونه‌برداری قرار داد. سیلندر حاوی نمونه را در یک موقعیت عمودی در یک محل عاری از هوای در حال جریان، قرار دهید. به منظور جلوگیری از تغییرات محسوس دمای نمونه در طول زمان موردنیاز برای کامل شدن آزمون، اقدامات احتیاطی را به‌کار بگیرید.

هشدار ۱- نمونه بسیار اشتعال‌پذیر است و ممکن است در اثر جرقه آتش بگیرد.

هشدار ۲- نمونه را توسط دهان مکش نکنید، چون ممکن است موجب بلعیدن نمونه شود.

۸-۲-۲-۱ در طول این دوره، توصیه می‌شود دمای محیط پیرامون، بیش‌تر از 3 °C (5 °F) تغییر نکند.

۸-۲-۳ بالا و پایین رفتن ترموهیدرومتر در استوانه نمونه، حداکثر به اندازه دو قسمت از مقیاس باشد تا اتلاف بخار نمونه به حداقل رسیده و به‌گونه‌ای باشد که ساقه تا بالاتر از موقعیت غوطه‌وری تقریبی، تر نشود.

۸-۲-۳-۱ قسمت باقی‌مانده ساقه را خشک نگه‌دارید، چون مایع غیرضروری موجود روی ساقه، وزن موثر وسیله را تغییر داده و در نتیجه قرائت به‌دست آمده را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۸-۲-۳-۲ به آرامی ترموهیدرومتر را در مرکز استوانه هیدرومتر فرو ببرید. هنگامی که ترموهیدرومتر ثابت شد، ترموهیدرومتر را به اندازه دو قسمت از مقیاس به داخل مایع فشار دهید تا مطمئن شوید که در کف استوانه ساکن نشده است. ترموهیدرومتر را به آرامی بچرخانید و اجازه دهید آزادانه و دور از دیواره‌های استوانه ترموهیدرومتر معلق شود.

۸-۲-۳-۳ مدت زمان کافی، معمولاً ۳ دقیقه تا ۵ دقیقه، اجازه دهید که ترموهیدرومتر به حال سکون در آید، همه حباب‌های هوا به سطح برسند و دمای ترموهیدرومتر تثبیت شود. این کار به‌ویژه در مورد نمونه‌های با ویسکوزیته بسیار بالا، ضروری است. اگر کنترل دمای نمونه مورد نیاز است، از یک حمام دمایی استفاده کنید.

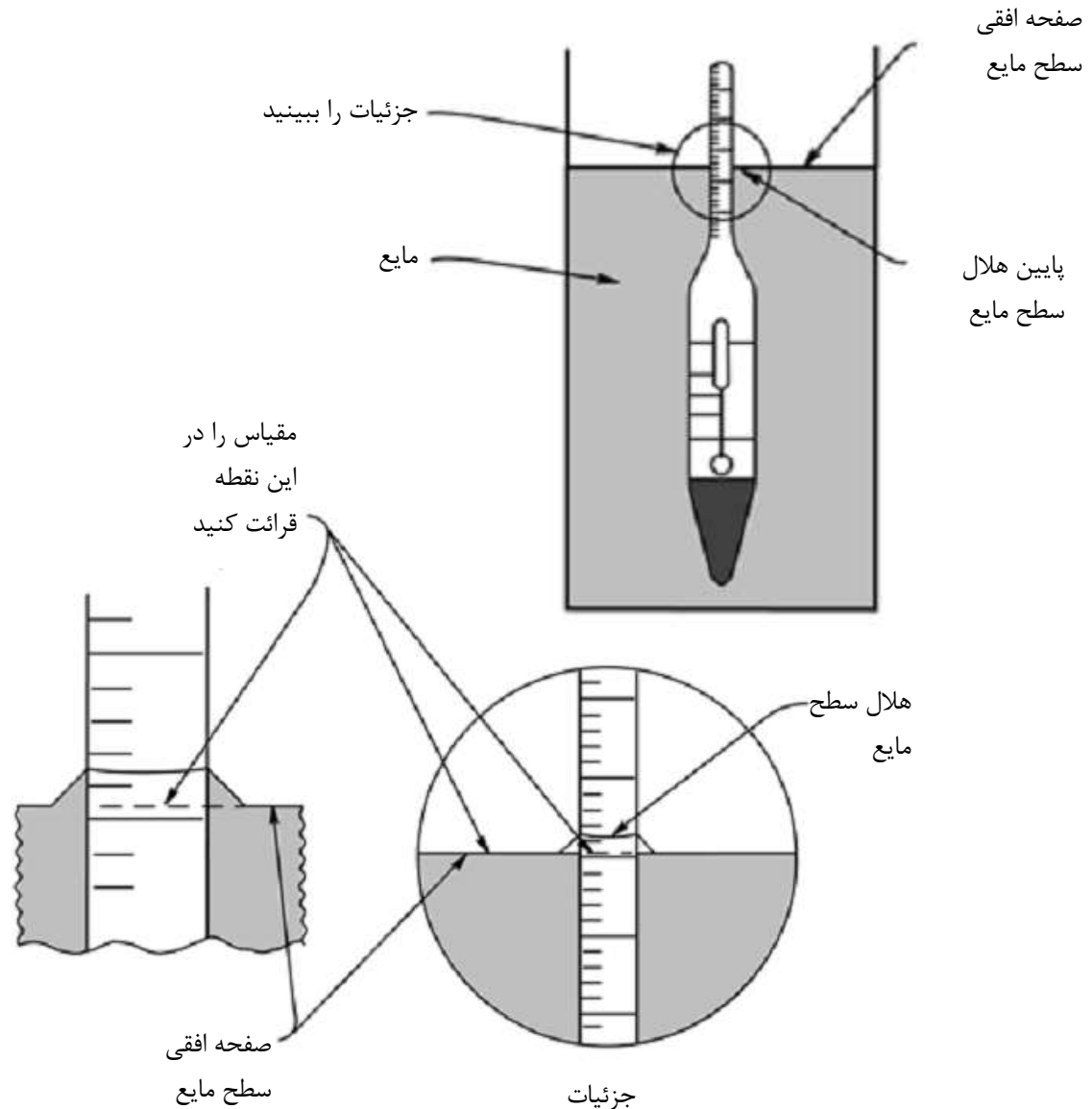
۸-۲-۴ ترموهیدرومتر را با تقریب تقسیم مقیاس قرائت کنید (بند ۸-۲-۸ را ببینید). قرائت صحیح، نقطه‌ای بر روی مقیاس ترموهیدرومتر است که در آن، سطح مایع، مقیاس را قطع می‌کند. برای قرائت کردن مایعات شفاف در یک استوانه هیدرومتر شفاف، این نقطه را با قرار دادن چشم، کمی پایین‌تر از سطح مایع و بالا آوردن آرام آن تا رسیدن به سطح، قرائت کنید، که ابتدا به‌صورت یک بیضی واپیچیده مشاهده می‌شود و در نهایت به‌صورت یک خط مستقیم که مقیاس ترموهیدرومتر را قطع می‌کند، ظاهر می‌شود. برای مشاهده جزئیات قرائت هلال سطح مایع، شکل ۲ را ببینید.

۸-۲-۵ برای مایعات کدر، قرائت ترموهیدرومتر را در نقطه‌ای بر روی مقیاس ترموهیدرومتر که نمونه تا بالاتر از سطح اصلی آن بالا می‌آید را با مشاهده چشمی کمی بالاتر از صفحه سطح مایع ثبت کنید. این قرائت به تصحیح اثر هلال سطح مایع نیاز دارد (یادآوری را ببینید). این تصحیح را برای ترموهیدرومتر خاص مورد استفاده، با مشاهده ارتفاع بالای سطح اصلی مایع نسبت به نمونه در حال خزش بر روی مقیاس ترموهیدرومتر، هنگامی که ترموهیدرومتر مورد نظر در یک مایع شفاف دارای کشش سطحی مشابه نمونه مورد آزمون غوطه‌ور شده است، تعیین کنید. برای مشاهده جزئیات قرائت هلال سطح مایع، شکل ۳ را ببینید.

یادآوری - هنگامی که تعیین تصحیح اثر هلال سطح مایع واقعی، عملی نیست، آئین کار صنعتی 0.5 kg/m^3 به قرائت چگالی اضافه می‌کند یا 0.1°API از قرائت API کم می‌کند.

۸-۲-۶ قرائت مقیاس ترموهیدرومتر را با تصحیح اثر هلال سطح مایع با تقریب 0.5 kg/m^3 یا 0.1°API و عدد دماسنج را با تقریب 0.5°C (1.0°F) قرائت و ثبت کنید.

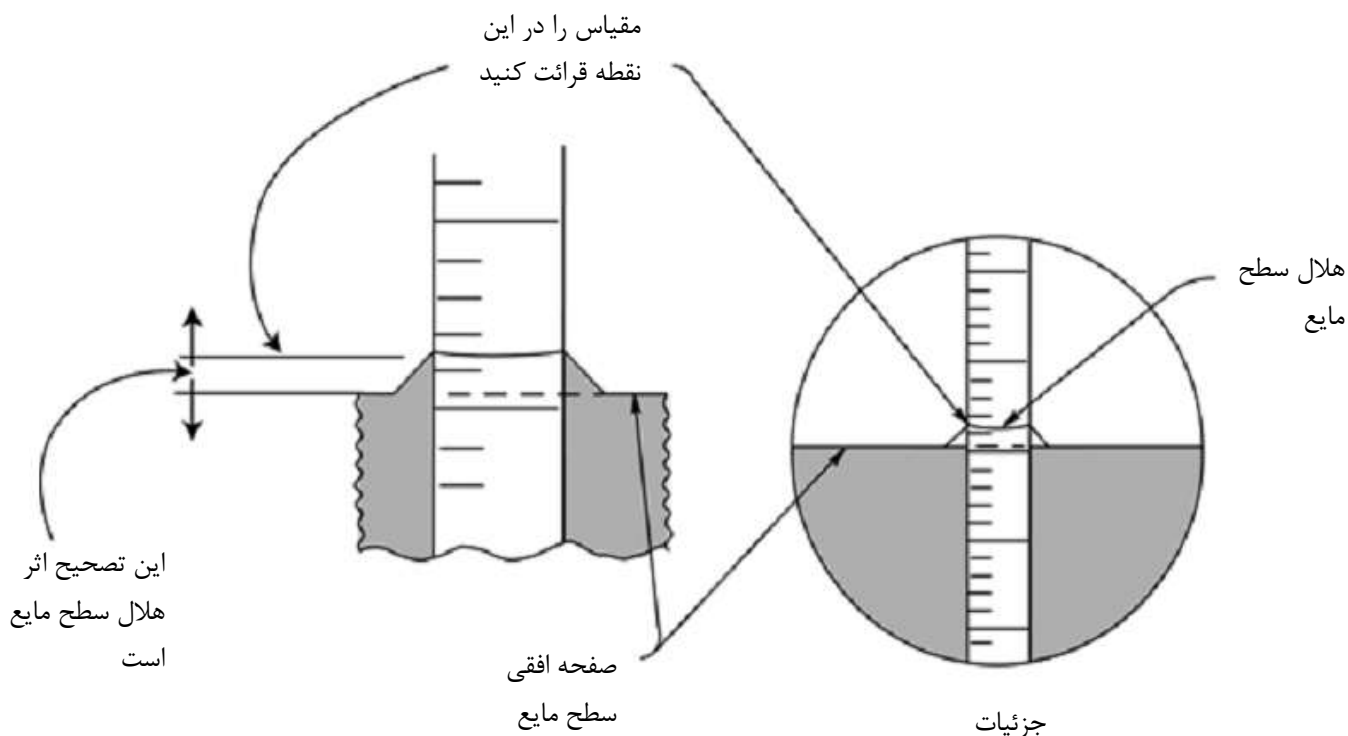
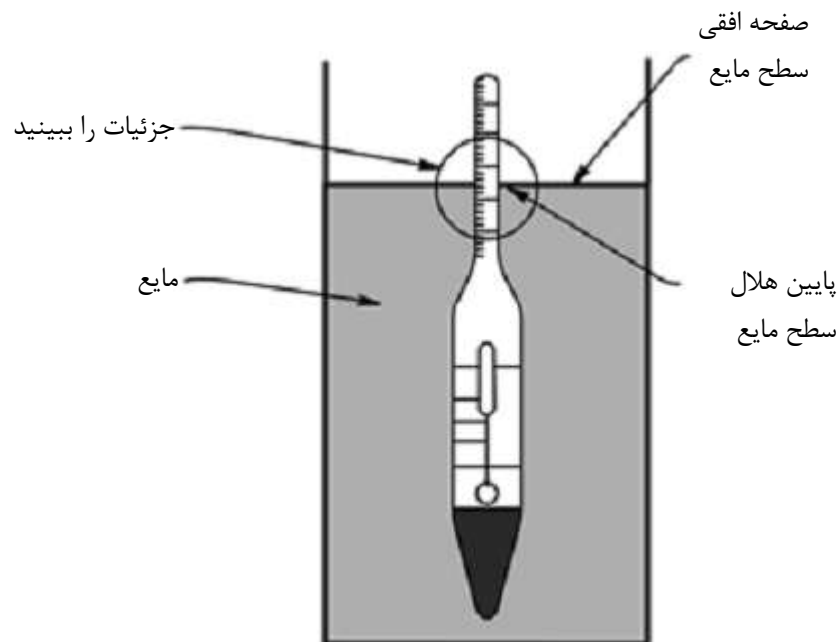
۸-۲-۷ تصحیح اثر هلال سطح مایع ترموهیدرومتر را تعیین کنید یا در صورت تعیین قرائت ترموهیدرومتر در یک مایع کدر، مقدار حاصل از آئین کار صنعتی استاندارد را به کار ببرید. تصحیح اثر هلال سطح مایع را بر روی قرائت مقیاس ترموهیدرومتر اعمال کرده و قرائت مقیاس ترموهیدرومتر با تصحیح اثر هلال سطح مایع را با تقریب 0.5 kg/m^3 یا 0.1°API ثبت کنید.



شکل ۲- قرائت هیدرومتر برای مایعات شفاف

۸-۲-۸ ممکن است اطمینان از تثبیت دمای ترموهیدرومتر و مایع، دشوار باشد. به منظور دستیابی به این اطمینان، ممکن است دو اندازه‌گیری متوالی چگالی یا گراویته با همان مایع انجام شده و هر اندازه‌گیری به دمای 15°C (60°F) تصحیح شود. توصیه می‌شود دو مقدار تصحیح‌شده متوالی با تقریب 0.5 kg/m^3 یا 0.1°API قابل قبول باشد. اگر این تکرارپذیری قابل دستیابی نباشد، ممکن است دما تثبیت نشده یا اتلاف هیدروکربن‌های سبک اتفاق بیفتد.

۸-۲-۹ به تدریج ترموهیدرومتر را درآورده و خشک کنید تا مقیاس دماسنج نمایان شده و بتوان یک قرائت را انجام داد. همیشه مطمئن شوید که هنگام قرائت دما حباب دماسنج در مایع باقی می ماند. دما را با تقریب 0.5°C (1.0°F) قرائت کنید.



شکل ۳- قرائت هیدرومتر برای سیالات کدر

۹ محاسبات

۹-۱ همه تصحیحات مربوط به دماسنج را بر قرائت مشاهده شده در بندهای ۸-۲-۵ و ۸-۲-۷ اعمال کنید و میانگین آن دو دما را با تقریب 0.1°C ثبت کنید.

۹-۲ قرائت‌های مقیاس هیدرومتر مشاهده شده را با تقریب 0.1 kg/m^3 در چگالی، 0.0001 g/ml یا kg/l یا چگالی نسبی یا 0.1°API برای مایعات شفاف ثبت کنید.

۹-۲-۱ برای نمونه‌های کدر، تصحیح اثر هلال سطح مایع مربوطه ارایه شده در جدول ۱ را اعمال کرده یا آن را به‌صورتی که در بند ۱۰-۵ نشان داده شده، تعیین کنید تا قرائت هیدرومتر مشاهده شده (بند ۱۰-۵) به‌صورت هیدرومترهایی برای قرائت در سطح اصلی مایع کالیبره شوند.

۹-۳ هر گونه تصحیح هیدرومتر شناخته شده در یک گواهی‌نامه کالیبراسیون را بر قرائت مشاهده شده، اعمال کرده و قرائت مقیاس هیدرومتر تصحیح شده را با تقریب 0.1 kg/m^3 در چگالی، 0.0001 g/ml یا kg/l یا چگالی نسبی یا 0.1°API ثبت کنید.

۹-۴ کاربرد تصحیح انبساط گرمایی شیشه، با توجه به آن نسخه از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250، برای محاسبه چگالی پایه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

الف) نسخه ۱۹۸۰ ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250، تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را در بر می‌گیرد. آن را به داخل نرم‌افزار VCF وارد کنید که نیازمند قرائت هیدرومتر (مشاهده شده) یا اثر هلال سطح مایع تصحیح شده در API، چگالی نسبی (R.D.) یا واحدهای kg/m^3 حاصل از بند ۱۰-۵، دمای مشاهده شده نمونه و تصحیح حرارتی شیشه هیدرومتر با کلید تنظیم روشن (۰) یا خاموش (۱) است. آن به API یا R.D. در 60°F یا kg/m^3 در 15°C باز خواهد گشت.

ب) نسخه ۲۰۰۴ ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250، تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را در بر نمی‌گیرد؛ بنابراین تصحیح باید قبل از ورود به نرم‌افزار صورت بگیرد. بسته به هدف خاص استفاده از نتایج محاسبات، مقدار نهایی ممکن است گرد شود یا نشود. مراحل زیر برای انجام دادن بند ۹-۴ ب موردنیاز است:

مرحله ۱. در صورت نیاز با استفاده از معادلات ۳ یا ۴، قرائت مقیاس هیدرومتر را به چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب تبدیل کنید.

$$(3) \quad \text{چگالی } (\text{kg/m}^3) = (141.5 * 999.016) / (131.5 + ^{\circ}\text{API})$$

$$(4) \quad \text{چگالی } (\text{kg/m}^3) = R.D. * 999.016$$

نتایج را گردننده رها کنید.

مرحله ۲. ضریب تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را با استفاده از معادلات اختصاصی ۵ و ۶ و ۷ محاسبه کنید (t دمای مشاهده شده است).

تصحیح برای یک دمای پایه (T_b) از ۶۰ °F:

$$HYC = 1.0 - [0.00001278 (t - 60)] - [0.000000062 (t - 60)^2] \quad (۵)$$

تصحیح برای یک دمای پایه (T_b) از ۱۵ °C:

$$HYC = 1.0 - [0.000023 (t - 15)] - [0.00000002(t - 15)^2] \quad (۶)$$

تصحیح برای یک دمای پایه (T_b) از ۲۰ °C:

$$HYC = 1.0 - [0.000023 (t - 20)] - [0.00000002(t - 20)^2] \quad (۷)$$

نتایج را گردننده رها کنید.

مرحله ۳. چگالی برحسب kg/m³ حاصل از مرحله ۱ را در ضریب HYC صحیح حاصل از مرحله ۲ ضرب کنید تا قرائت چگالی هیدرومتر تصحیح شده از نظر انبساط حرارتی شیشه به دست آید.

$$\text{kg/m}^3_{HYC} = \text{kg/m}^3 * HYC \quad (۸)$$

اگر دما برحسب درجه سلسیوس باشد، از مرحله ۵ ادامه دهید.

مرحله ۴-الف. چگالی‌های محاسبه شده در مرحله ۳ را که به صورت درجه API یا چگالی نسبی (RD) شروع شده‌اند را به RD تبدیل کنید.

یادآوری- کد نرم‌افزاری عمل شده به زبان C است و قابلیت تکمیل به اکسل را ندارد. بنابراین نمی‌تواند واحد kg/m³ را با درجه فارنهایت فراخوانی کند.

$$R.D. = \text{kg/m}^3_{HYC} / 999.016 \quad (۹)$$

مرحله ۴-ب. R.D. و درجه F را در بند ۱۱-۱-۶-۲ از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 وارد کرده که به R.D. در ۶۰ °F برگرداند.

یادآوری- معیار سنجش فشار، اتمسفری یا kPa ۰ بوده یا مطابق ضمیمه استاندارد ASTM D 1250، مقادیر، فقط در فشار اتمسفری معتبر هستند.

مرحله ۴-ج. در صورتی که ورودی اصلی بر حسب واحدهای API است، مقدار R.D. محاسبه شده در ۶۰ °F را با استفاده از معادله ۱۰ به درجه API محاسبه شده در ۶۰ °F تبدیل کنید.

$$\text{API درجه} = (141.5/R.D) - 131.5 \quad (۱۰)$$

مرحله ۵. چگالی محاسبه شده در مرحله ۳ را برحسب kg/m³ HYC، درجه C، دمای پایه (۱۵ °C یا ۲۰ °C) به بخش ۱۱-۱-۷-۲ از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 که چگالی محاسبه شده را بر حسب واحدهای kg/m³ در دمای پایه انتخاب شده برمی‌گرداند، وارد کنید.

ج) نسخه‌های بعدی کد ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 تصحیح خواهد شد تا بتواند هرگونه ترکیب از واحدهای خروجی را بپذیرد. هنگام در دسترس بودن، کد ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 را می‌توان مستقیماً از مرحله ۳ به‌دست آورده و به API در 60°F ، R.D. در 60°F و kg/m^3 در هر دمای پایه انتخاب شده برگرداند.

جدول ۴- مثال ۱

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	77°F
قرائت هیدرومتر مشاهده شده	۳۳٫۲ درجه API
دمای پایه	60°F
مرحله ۱	۸۵۸٫۲۹۲۴۳۴۷۲۹۸ معادله ۳، معادله ۴
مرحله ۲	۰٫۹۹۹۷۸۰۹۴۸ معادله ۵، معادله ۶، معادله ۷
مرحله ۳	۸۵۸٫۱۰۴۴۲۴۲۲۷ معادله ۸
مرحله ۴-الف	۰٫۸۵۸۹۴۹۶۳۱ معادله ۹
مرحله ۴-ب	۰٫۸۶۵۶۷۸۲۷۹
مرحله ۴-ج ۱	۳۱٫۹۵۵۶۴۳۳۱۲ معادله ۱۰ گردنشده
مرحله ۴-ج ۲	32.0°F معادله ۱۰ گردشده

جدول ۵- مثال ۲

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	25°F
قرائت هیدرومتر مشاهده شده	858.29 Kg/m^3
فشار مشاهده شده	۰ kPa
دمای پایه	15°C
مرحله ۱	۸۵۸٫۲۹۰۰۰۰۰۰ نیاز به تبدیل ندارد
مرحله ۲	۰٫۹۹۹۷۶۸۰۰۰ معادله ۵، ۶، ۷
مرحله ۳	۸۵۸٫۰۹۰۸۷۶۷۲۰ معادله ۸
مرحله ۵-۱	۸۶۵٫۲۰۷۴۷۰۰۸۲ گردنشده
مرحله ۵-۲	865.21 kg/m^3 گردشده

جدول ۴- مثال ۳

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	۷۷٫۰ °F
قرائت هیدرومتر مشاهده شده (R.D.)	۰٫۸۵۹۱۳۸
فشار مشاهده شده	۰ kPa
دمای پایه	۶۰ °F
مرحله ۱	معادله ۳، معادله ۴ ۸۵۸٫۲۶۰۸۲۰۸۲۹
مرحله ۲	معادله ۵، معادله ۶، معادله ۷ ۰٫۹۹۹۷۸۰۹۴۸
مرحله ۳	معادله ۸ ۸۵۸٫۱۰۴۵۹۷۶۶۷
مرحله ۴-الف	معادله ۹ ۰٫۸۵۸۹۴۹۸۰۴
مرحله ۴-ب	گردننده ۰٫۸۶۵۶۷۸۴۵۱
مرحله ۴-ج	گردشده ۰٫۸۶۵۷

۹-۵ اگر هیدرومتر در دمایی غیر از دمای مرجع کالیبره شده است، از معادله ۱۱ برای تصحیح قرائت مقیاس ترموهیدرومتر استفاده کنید.

$$\rho_r = \frac{\rho_t}{1 - [23 \times 10^{-6} (t - r) - 2 \times 10^{-8} (t - r)^2]} \quad (11)$$

که در آن:

ρ_r قرائت هیدرومتر در دمای مرجع، °C

ρ_t قرائت هیدرومتر بر روی مقیاس هیدرومتر در دمای مرجع، °C

۱۰ دقت و انحراف^۱

۱-۱۰ دقت این استاندارد براساس بررسی آماری نتایج آزمون‌های بین آزمایشگاهی به شرح زیر است:

۲-۱۰ تکرارپذیری

اختلاف بین دو نتیجه آزمون متوالی که توسط آزمون‌گر یکسان با وسایل یکسان تحت شرایط عملیاتی ثابت روی مواد آزمون یکسان در مدت طولانی، در عملیات معمولی و صحیح این روش آزمون به دست آمده باشد تنها در یک مورد از بیست مورد از 0.6 kg/m^3 یا $0.2 \text{ }^\circ\text{API}$ و بیش تر می‌شود.

۳-۱۰ تجدیدپذیری

اختلاف بین دو نتیجه منفرد و مستقل که توسط آزمون‌گرهای مختلف در آزمایشگاه‌های مختلف روی مواد آزمون یکسان، در مدت طولانی، در عملیات معمولی و صحیح این روش آزمون به دست آمده باشد تنها در یک مورد از بیست مورد از $1,5 \text{ kg/m}^3$ یا $0,5^\circ \text{API}$ بیش تر می‌شود.

یادآوری - دقت این استاندارد مطابق استاندارد ASTM D 6300 به دست نیامده است. بیان دقت فقط برای اندازه‌گیری‌های انجام شده در دمای $15 \pm 10^\circ \text{C}$ یا $60 \pm 15^\circ \text{F}$ به کار می‌رود.

۴-۱۰ مقادیر تکرارپذیری و تجدیدپذیری ارایه شده در بالا براساس نتایج آزمون‌های مشارکتی^۱ بین آزمایشگاهی نیستند. بهتر است این اعداد را به عنوان اعداد پیشینه‌ای در نظر گرفت که منبع آن را نمی‌توان توسط ASTM یا API تصدیق کرد و در این استاندارد پیش از تعیین جاری نفت‌های خام مخلوط شده، بنزین‌های RFG و برش‌های فرمول بندی شده مجدد وجود دارند. این مقادیر را نمی‌توان برای روش‌کارهای محاسباتی کنونی به کار برد و به میزان زیادی به آزمون‌گر بستگی دارد که تعیین کند نتایج فراهم شده توسط این استاندارد، دارای درستی کافی برای هدف مورد نظر هستند.

۵-۱۰ انحراف

انحرافی برای این استاندارد تعیین نشده است. اما برای تعیین این که انحراف در محدوده قابل قبول است، مطمئن شوید که هیدرومتر و دماسنج با استفاده از استانداردهای قابل تعقیب توسط استانداردهای بین‌المللی، قبل از قرارگرفتن ترموهیدرومتر یا هیدرومتر و دماسنج در سرویس، تصدیق شده باشند. ممکن است تصدیق به صورت دوره‌ای مورد نیاز باشد.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۱ روش آزمون استفاده شده مطابق این استاندارد ملی؛

۲-۱۱ نام و نام خانوادگی آزمون‌گر؛

۳-۱۱ تاریخ انجام آزمون؛

۴-۱۱ گزارش قرائت‌های مشاهده شده:

۱-۴-۱۱ هرگونه تصحیح مربوط به قرائت ترموهیدرومتر مشاهده شده را به کار ببرید؛

۱-۴-۱۱-۱ برای نمونه‌های کدر، تصحیح اختصاصی را برای قرائت مقیاس ترموهیدرومتر مشاهده شده ارائه شده در بند ۵-۲-۸ انجام دهید؛

1- Round robin

۱۱-۴-۲ این قرائت مقیاس هیدرومتر تصحیح شده را با تقریب 0.5 kg/m^3 چگالی یا 0.1°API ثبت کنید و قرائت دماسنج را با تقریب 0.5°C یا 1.0°F ثبت کنید؛

۱۱-۴-۳ مقادیری که گزارش می‌شوند، تعیین دقت یا انحراف نشده‌اند. به میزان زیادی به آزمون‌گر بستگی دارد که این استاندارد نتایجی با درستی کافی برای هدف موردنظر فراهم می‌کند یا نه؛

۱۱-۵ تصحیح دماهای استاندارد:

۱۱-۵-۱ به منظور تصحیح چگالی یا درجه API به دماهای استاندارد به ترتیب در 15°C یا 60°F ، از جدول‌های اندازه‌گیری نفت استفاده کنید.

۱۱-۵-۱-۱ هنگامی که از یک ترموهیدرومتر مقیاس چگالی استفاده می‌شود، از جدول‌های 53A، 53B و 53D از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت، به منظور دستیابی به چگالی در دمای 15°C استفاده کنید؛

۱۱-۵-۱-۲ هنگامی که از یک ترموهیدرومتر مقیاس API استفاده می‌شود، از جدول‌های 5A، 5B و 5D از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت، به منظور دستیابی به گراویتی برحسب $^\circ \text{API}$ استفاده کنید؛

۱۱-۵-۱-۳ هنگامی که از یک ترموهیدرومتر مقیاس چگالی نسبی استفاده می‌شود، از جدول‌های 23A و 23B از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D 1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت، به منظور دستیابی به چگالی نسبی در $^\circ \text{F}$ ($^\circ / 60$) استفاده کنید؛

۱۱-۶ تبدیل واحدها:

۱۱-۶-۱ هنگامی که مقداری با استفاده از یک ترموهیدرومتر با مقیاسی در یک مجموعه از واحدها به دست می‌آید و نتیجه‌ای در مجموعه دیگری از واحدها موردنیاز است، به استفاده از جدول‌های اندازه‌گیری نفت اختصاصی آن را تبدیل کنید.

۱۱-۶-۱-۱ برای تبدیل چگالی در دمای 15°C به دیگر واحدها، از فصل ۱۱-۵ از API MPMS استفاده کنید.

۱۱-۶-۱-۲ برای تبدیل درجه API به دیگر واحدها، از فصل ۱۱-۵ از API MPMS استفاده کنید.

۱۱-۷ گزارش مقدار نهایی، مقدار نهایی را به صورت چگالی در دمای 15°C با تقریب 0.5 kg/m^3 ، چگالی نسبی با تقریب 0.005 یا به صورت $^\circ \text{API}$ با تقریب 0.1°API ، هر کدام که قابل کاربرد است، گزارش کنید.

۸-۱۱ هیدرومترهای تایید شده توسط یک سازمان استانداردسازی شناخته شده مانند (NIST)^۱، چگالی خروجی را به صورت "چگالی در خلاء" گزارش می‌دهد.

۹-۱۱ هر گونه مورد غیر معمول مشاهده شده در حین اندازه‌گیری؛

۱۰-۱۱ هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی بیان نشده یا به‌طور اختیاری در نظر گرفته می‌شود.

1- National Institute of Standards and Technology

پیوست الف

(اطلاعاتی)

وسایل

الف-۱ تصدیق و تایید وسایل

الف-۱-۱ هیدرومترها، باید تصدیق شده یا تایید شده باشند. تصدیق باید با مقایسه با یک هیدرومتر تایید شده (مطابق بند ۵-۱-۱) یا به وسیله استفاده از یک ماده مرجع تایید شده (CRM) ویژه برای استفاده در دمای مرجع انجام شود.

الف-۱-۱-۱ مقیاس ترموهیدرومتر باید به طور صحیح توسط مرجع تا سطح مینا^۱ در محدوده ساقه هیدرومتر درج شوند. اگر مقیاس جابجا شود، هیدرومتر را به تامین کننده برگردانید.

الف-۱-۱-۲ هیدرومترها باید در فاصله‌های زمانی حداکثر ۲۴ ماهه تأیید و تصدیق شوند.

الف-۱-۲-۱ دماسنج‌ها، باید در فاصله‌های زمانی حداکثر شش ماه برای مطابقت با ویژگی‌ها تصدیق شوند. چه با یک سیستم اندازه‌گیری مرجع قابل پیگیری توسط یک استاندارد بین المللی و چه با تعیین نقطه یخ انجام شود، مناسب است.

1- Datum mark