INSO
3420
1st. Revision
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۳۴۲۰
تجدیدنظر اول
۱۳۹۳

روغن موتور – پیش‌بینی دمای حد قابلیت پمپ شدن – روش آزمون

Engine oil - Predicting the borderline pumping temperature -Test method

ICS: 75 . 100

به‌نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، 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 میشود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل میدهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

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 سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می‌کند. 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 Electro technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«روغن موتور - پیش‌بینی دمای حد قابلیت پمپ شدن - روش آزمون»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
هاشمی، مهدی (دکتری شیمی تجزیه)	دانشگاه بوعلی سینا همدان
دبیر:	
افتخاری دافچاهی، سمیه (کارشناس ارشد شیمی فیزیک)	شرکت رویان پژوهان سینا
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بابازاده، فرشته (کارشناس ارشد شیمی تجزیه)	کارشناس استاندارد
بیگلری، حسن (کارشناس ارشد شیمی تجزیه)	پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه استاندارد
بهرامی، هادی (کارشناس شیمی)	آزمایشگاه البرز تدبیرکاران
حسینی، مجتبی (کارشناس ارشد شیمی آلی)	شرکت بندر آبادان ده هزار
ردائی، احسان (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان همدان
شیخ علیزاده، کاملیا (کارشناس شیمی)	پالایشگاه نفت پارس
صیافی، سید مهدی (کارشناس شیمی)	شرکت پالایش الموت آبادان
صنعتگر، الهام (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	شرکت رویان پژوهان سینا
عندلیبی، مریم (کارشناس شیمی)	آزمایشگاه مرجع شیمی تجزیه

معصومیان، سهیلا
(کارشناس شیمی)
آزمایشگاه مشاور آزمای نفت ایرانیان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	اصول آزمون	۵
۵	وسایل	۵
۶	مواد و/یا واکنشگرها	۸
۷	نمونه‌برداری	۸
۸	کالیبراسیون و استاندارد کردن	۱۰
۹	روش آزمون اندازه‌گیری گرانروی و تنش تسلیم	۱۰
۱۰	محاسبات و تعیین BPT	۱۵
۱۱	گزارش آزمون	۱۵
۱۲	دقت و اریبی	۱۶
پیوست الف (الزامی) مشخصه دمایی برای دماهای آزمون		۱۷
پیوست ب (الزامی) روش مثال‌هایی از کروماتوگرام‌ها و طیف‌ها		۱۸

پیش‌گفتار

استاندارد «روغن موتور - پیش‌بینی دمای حد قابلیت پمپ شدن - روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۳ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط (شرکت رویان پژوهان سینا) و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در چهل و پنجمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۸ تصویب شد. اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد 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 زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۲۰ سال ۱۳۷۳ است.

منبع و مأخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D3829:2014, Standard Test Method for Predicting the Borderline Pumping Temperature of Engine Oil

روغن موتور- پیش‌بینی دمای حد قابلیت پمپ شدن - روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری اقدامات ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، پیش‌بینی دمای حد قابلیت پمپ شدن روغن‌های موتور (BPT)[1] از طریق سرد نمودن طی یک دوره ۱۶ ساعته در گستره دمایی $^{\circ}C$ ۰ تا $^{\circ}C$ ۴۰- می‌باشد. دقت برای دما در گستره $^{\circ}C$ ۳۴- تا $^{\circ}C$ ۱۵- ارائه شده است.

۱-۲ این روش برای روغن موتور کاربرد دارد و برای سایر فرآورده‌های نفتی کاربرد ندارد.

۱-۳ دمای حد قابلیت پمپ شدن، کمترین دمائی است که روغن موتور می‌تواند به اندازه کافی و پیوسته وارد مجرای پمپ روغن موتور اتومبیل گردد.

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 مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر 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 موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۶۶، دماسنج مقاومتی پلاتینی برای مصارف صنعتی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون

2-3 ASTM E563, Practice for Preparation and Use of an Ice-Point Bath as a Reference Temperature

2-4 ASTM E664, Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers

2-5 ASTM E2877, Guide for Digital Contact Thermometers

2-6 ISO Guide 34, General Requirements for the Competence of Reference Material Producers

1- Borderline Pumping Temperature

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

گرانروی ظاهری[1]

گرانروی که با استفاده از این روش تعیین می‌گردد.

۲-۳

دماسنج تماسی دیجیتالی (DCT)[2]

یک وسیله الکترونیکی شامل صفحه نمایش دیجیتالی و یک پروب دریافت دمای مرتبط می‌باشد.

یادآوری ۱- این وسیله شامل یک حسگر دمایی است که به دستگاه اندازه‌گیری کننده متصل شده است. این دستگاه مقدار وابستگی دمایی حسگر را اندازه‌گیری کرده و دما را از مقدار اندازه‌گیری شده برآورد می‌کند و توسط یک خروجی دیجیتال یا یک نمایشگر دما و/یا هر دوی آن‌ها دما را نشان می‌دهد. این وسیله به عنوان دماسنج دیجیتالی نامیده می‌شود.

یادآوری ۲- دماسنج‌های الکترونیکی قابل حمل (PET)[3] مورد استفاده اغلب به عنوان زیرمجموعه‌ای از وسایل تحت پوشش در اصطلاحات و تعاریف این استاندارد می‌باشند.

۳-۳

روغن یا سیال نیوتنی[4]

روغن یا سیالی است که در یک دمای معین، گرانروی آن با تغییر در سرعت‌های برشی یا تنش‌های برشی ثابت بماند.

۴-۳

روغن یا سیال غیر نیوتنی[5]

روغن یا سیالی است که در یک دمای معین، گرانروی آن بر اثر تغییرات تنش برشی یا سرعت برشی، تغییر کند.

۵-۳

سرعت برشی[6]

تغییرات تدریجی سرعت در جریان سیال است. برای یک سیال نیوتنی در یک گرانروی‌سنج چرخشی استوانه‌ای هم‌محور که در آن تنش برشی در سطح سیلندر داخلی (مطابق با دستگاه شرح داده شده)

1- Apparent viscosity
2- Digital Contact Thermometer
3- Portable electronic thermometers
4- Newtonian oil or fluid
5- Non-Newtonian oil or fluid
6- Shear rate

اندازه‌گیری می‌شود و با صرف‌نظر کردن از هرگونه اثرات انتهایی، سرعت برشی با استفاده از معادله ۱ و۲ محاسبه می‌گردد.

$$\gamma = \frac{2\Omega R_s^2}{\left(R_s^2 - R_r^2\right)} \qquad (۱)$$

$$\gamma = \frac{4\pi R_s^2}{t\left(R_s^2 - R_r^2\right)} \qquad (۲)$$

که در آن:

γ سرعت برشی در سطح روتور، بر حسب s^{-1}؛

Ω سرعت زاویه‌ای، بر حسب رادیان بر ثانیه؛

R_S شعاع استاتور، بر حسب میلی‌متر؛

R_r شعاع روتور، بر حسب میلی‌متر؛

t زمان بر حسب ثانیه، برای یک چرخش کامل روتور.

برای دستگاه ویژه مذکور در بند ۵-۱-۱، سرعت برشی در روتور را با استفاده از معادله ۳ محاسبه کنید:

$$\gamma = \frac{63}{t} \qquad (۳)$$

۶-۳

تنش برشی[1]

نیروی محرک بر واحد سطح برای جریان سیال می‌باشد. منظور از سطح، سطح زیر برش است. برای گرانروی‌سنج چرخشی مذکور، روتور، سطح زیر برش می‌باشد.

$$T_r = 9.81M\left(R_0 + R_t\right)\times 10^{-6} \qquad (۴)$$

$$\tau = \frac{T_r}{2\pi R_r^2 h}\times 10^9 \qquad (۵)$$

که در آن:

T_r گشتاور اعمال شده بر صفحه چرخان، بر حسب نیوتن در متر؛

M جرم مورد استفاده، بر حسب گرم؛

R_0 شعاع محور، بر حسب میلی‌متر؛

R_t شعاع سیم، بر حسب میلی‌متر؛

τ تنش برشی در سطح روتور، بر حسب پاسکال؛

h ارتفاع روتور، بر حسب میلی‌متر.

برای ابعاد ارائه شده در بند ۵-۱-۱:

1- Shear stress

$$T_r = 31.7M \times 10^{-6} \quad (۶)$$

$$\tau = 3.5M \quad (۷)$$

۳-۷

گرانروی[۱]

نسبت بین تنش برشی اعمال شده و سرعت برشی است که اغلب به عنوان ضریب گرانروی دینامیک[۲] نامیده می‌شود. این مقدار همچنین اندازه‌ای از مقاومت مایعات در مقابل جریان یافتن است. واحد گرانروی در سیستم SI، پاسکال در ثانیه می‌باشد.

۳-۸

دمای حد قابلیت پمپ شدن[۳]

حداکثر دمایی که در آن تنش تسلیم بحرانی یا گرانروی بحرانی ایجاد می‌گردد. هر کدام که دمای بالاتری را نشان دهد، به عنوان دمای حد قابلیت پمپ شدن در نظر گرفته می‌شود.

۳-۹

روغن‌های کالیبراسیون (مرجع)[۴]

این روغن‌ها برای رسم نمودار گرانروی ظاهری در مقابل سرعت به کار می‌روند که از این نمودار می‌توان گرانروی ظاهری روغن‌های مورد آزمون را تعیین نمود.

۳-۱۰

گرانروی بحرانی[۵]

حداکثر گرانروی در یک سرعت برشی معین می‌باشد که باعث جریان مناسب روغن در پمپ روغن موتور می‌شود. گرانروی بالاتر منجر به نقص در نگه‌داری فشار روغن شده و مانع جریان آن در فیلتر روغن یا لوله‌های داخلی روغن می‌گردد.

۳-۱۱

تنش تسلیمی بحرانی[۶]

حداکثر تنش تسلیم است که باعث می‌شود روغن در مجاری داخل فیلتر روغن موتور اتومبیل جریان یابد. در صورتی که تنش تسلیم بیشتر از این باشد، باعث ناتوانی در نگه‌داشتن فشار مناسب روغن و هواگیری پمپ می‌شود.

1- Viscosity
2- Coefficient of dynamic viscosity
3- Borderline pumping temperature
4- Calibration oils
5- Critical viscosity
6- Critical yield stress

۱۲-۳

روغن مورد آزمون[1]

روغنی که گرانروی ظاهری و تنش تسلیم آن با استفاده از این روش آزمون، تعیین می‌گردد.

۱۳-۳

تنش تسلیمی[2]

تنش برشی است که برای شروع جریان لازم است. برای تمام سیالات نیوتنی و برخی سیالات غیرنیوتنی، تنش تسلیم صفر است. بعضی از روغن‌های موتور دارای تنش تسلیمی هستند که تابعی از سرعت سرد شدن آن‌ها در دمای پایین، زمان غوطه‌وری و دما می‌باشد.

۴ اصول آزمون

یک نمونه روغن موتور از دمای $80^{\circ}C$ تا دمای موردنظر در یک دوره ۱۰ ساعتی با برنامه سرمایش غیرخطی سرد می‌شود و در دمای آزمون به مدت ۱۶ ساعت نگه‌داری می‌شود. پس از کامل شدن دوره غوطه‌وری، دو گشتاور استاندارد با مقادیر رو به افزایش بر محور روتور، اعمال گردیده و سرعت چرخشی آن در هر حالت اندازه‌گیری می‌شود. از روی نتایج، در سه یا چند دما، دمای حد قابلیت پمپ شدن تعیین می‌شود. برای برخی از ویژگی‌ها یا طبقه‌بندی‌ها تعیین این که حد قابلیت پمپ شدن از دمای معین کمتر است، کافی می‌باشد.

۵ وسایل

۱-۵ گرانروی‌سنج چرخشی کوچک (MRV)[3]، شامل یک یا چند سل اندازه‌گیری گرانروی است که دارای یک قسمت روتور[4] - استاتور[5] کالیبره شده می‌باشد، که در یک مجموعه آلومینیومی کنترل شده دما قرار دارد.

۱-۱-۵ سل اندازه‌گیری گرانروی دارای ابعاد اسمی به شرح زیر می‌باشد:

قطر روتور	(۱۸٫۰۶± ۰٫۰۸) mm
طول روتور	(۲۰٫۰۰± ۰٫۱۴) mm
قطر داخلی کاپ	(۱۹٫۰۷± ۰٫۰۸) mm
شعاع محور	(۳٫۱۸± ۰٫۱۳) mm
شعاع سیم	۰٫۱ mm

1- Test oil
2- Yield stress
3- Mini-Rotary Viscometer
4- Rotor
5- Stator

۵-۲ وزنه‌ها

۵-۲-۱ اندازه‌گیری تنش تسلیم، مجموعه‌ای از ۹ صفحه[1] و یک نگه‌دارنده صفحه، هر یک به وزن g (۱۰±۰/۱).

۵-۲-۲ اندازه‌گیری گرانروی، وزنه‌ای به جرم g (۱۵۰±۱/۰).

۵-۳ وسایل اندازه‌گیری دما، از یک دماسنج DCT مطابق با الزامات شرح داده شده در بند ۵-۳-۱ یا دماسنج‌های مایع در شیشه (LiG)[2] مذکور در بند ۵-۳-۲ استفاده کنید. یک دماسنج DCT کالیبره شده یا دماسنج مایع در شیشه کالیبره شده در دمای پایین باید به عنوان دماسنج برای اندازه‌گیری دمای زیر ۲۵°C مستقل از کنترل دمای دستگاه استفاده شود و این دماسنج در محلی به نام ترموول[3] قرار می‌گیرد.

یادآوری- وسیله نمایش و حسگر باید به درستی به یکدیگر متصل شوند. جفت شدن نادرست منجر به ایجاد خطا در اندازه‌گیری دما شده و آسیب‌های غیرقابل برگشتی را به صفحه نمایش الکترونیکی وارد می‌کند.

۵-۳-۱ الزامات دماسنج تماسی دیجیتالی

معیار	حداقل الزامات
DCT	مطابق با استاندارد ASTM E2877
محدوده دمایی	حداقل ۴۵°C- تا ۱۰۰°C
تفکیک نمایش	حداقل ۰/۱°C، ترجیحا ۰/۰۱°C
نوع حسگر	RTD، از قبیل PRT یا ترمیستور
حسگر، غلاف فلزی	قطر خارجی mm ۳. با یک عنصر دریافت کننده با طول کمتر از mm ۳۰. با یک غلاف ترموول، با قطر خارجی mm ۶ در طول mm ۵۸ با یک سوراخ mm ۳ در مرکز استفاده می‌شود.
حسگر، غلاف شیشه‌ای	با قطر خارجی mm ۶ با یک عنصر دریافت‌کننده با طول کمتر از mm ۱۲.
درستی نمایش	۵ mk± (±۰/۰۵°C) برای پروب ترکیبی و حسگر
زمان پاسخ	کمتر یا مساوی با ۲۵ ثانیه، مطابق با استاندارد ASTM E1137
انحراف	کمتر از (±۰/۰۵°C) ۵۰ mk در هر سال
خطای کالیبراسیون	کمتر از (±۰/۰۵°C) ۵۰ mk در محدوده استفاده موردنظر
محدوده کالیبراسیون	۴۰°C- تا ۸۵°C
داده‌های کالیبراسیون	چهار نقطه داده که به طور مساوی در محدوده ۴۰°C- تا ۱°C- توزیع شده و شامل گزارش کالیبراسیون می‌باشد.
گزارش کالیبراسیون	از یک آزمایشگاه کالیبراسیون که دارای صلاحیت قابل ردیابی در کالیبراسیون دما از سازمان ملی استاندارد باشد.

1- Disk
2- Liquid-In-Glass
3- Thermowell

یادآوری- با توجه به عمق غوطه‌وری پروب DCT، روش آزمونی جهت تعیین عمق در استاندارد ASTME2877 یا ASTM E644 ارائه شده است.

۵-۳-۱-۱ به منظور برآورده کردن الزامات بند ۵-۳-۱، انحراف کالیبراسیون DCT، باید حداقل به صورت سالیانه با اندازه‌گیری نقطه یخ یا در مقابل یک دماسنج مرجع در یک حمام با دمای ثابت در عمق غوطه‌وری معین بررسی گردد. با توجه به حمام یخ، در استاندارد ASTM E563، راهنمایی برای آماده‌سازی و استفاده از حمام یخ ارائه شده است. برای این منظور، اختلاف از مراحل مشخص از قبیل منبع آب مجاز می‌باشد، مشروط بر آنکه آماده‌سازی به صورت سازگار انجام شود. اساس اختلاف ناشی از مرجع مورد استفاده جهت پیگیری تغییر در عدم تایید کالیبراسیون می‌باشد.

یادآوری- هنگامی که انحراف‌های کالیبراسیون DCT در یک دستورالعمل بیش از چند کنترل کالیبراسیون باشد، نقطه یخ نشان دهنده اختلال در DCT می‌باشد.

۵-۳-۲ دو دماسنج مایع در شیشه لازم است، یک دماسنج با غوطه‌وری جزئی[1] ۷۶ میلی‌متر با گستره دمایی از $5^{\circ}C+$ تا یک درجه کمتر از پایین‌ترین دمای آزمون و با زینه‌بندی $0/2\ ^{\circ}C$ که کالیبره باشد. این دماسنج LiG با دمای پایین باید دارای گزارش کالیبراسیون نشان دهنده انحراف دما در هر دمای آزمون کالیبره شده باشد. دماسنج LiG دوم باید دماسنجی با غوطه‌وری جزیی ۷۶ میلی‌لیتر با گستره دمایی از $70^{\circ}C+$ تا $90^{\circ}C$ و با زینه‌بندی $1^{\circ}C$ باشد و برای تصدیق[2] دمای پیش‌گرم کردن، استفاده می‌شود.

۵-۳-۲-۱ کنترل کالیبراسیون، صحت دماسنج با دمای پایین را حداقل به صورت سالیانه در برابر یک دماسنج مرجع در یک حمام با دمای ثابت یا حمام یخ تصدیق کنید. دماسنج را تا عمق غوطه‌وری آن فرو برید. در صورت استفاده از یک حمام یخ، خوانش نقطه یخ را در حدود ۶۰ دقیقه پس از آن‌که دماسنج در دمای آزمون حداقل به مدت ۳ دقیقه قرار گرفته باشد، انجام دهید. اگر دمای تصحیح خوانده شده از دمای دماسنج مرجع و/یا دمای نقطه یخ انحراف داشته باشد، لازم است کالیبراسیون مجدد دماسنج به طور کامل انجام شود. در صورتی که دماسنج از مقادیر مرجع دو کنترل متوالی انحراف داشته باشد، کالیبراسیون کامل دماسنج موردنیاز می‌باشد.

۵-۳-۲-۲ کالیبراسیون مجدد، کالیبراسیون مجدد کامل دماسنج مایع در شیشه به منظور برآورده کردن صحت[3] نسبت داده شده به طراحی دماسنج مایع در شیشه لازم نمی‌باشد مگر اینکه دمای اندازه‌گیری شده و تصحیح شده دماسنج‌ها از دماسنج مرجع یا نقطه یخ با یک مقیاس تقسیم انحراف داشته باشد. یا ۵ سال از آخرین کالیبراسیون کامل آن سپری شده باشد.

۵-۴ سامانه کنترل دما، دمای مجموعه اندازه‌گیری گرانروی چرخشی کوچک را مطابق با الزامات دمایی مذکور در جدول الف-۱ تنظیم کنید.

1- Partial immersion thermometer
2- Verify
3- Accuracy

۵-۵ درپوش سل، لازم است یک درپوش در بالای سل اندازه‌گیری گرانروی قرار گیرد تا چرخش هوا در سل‌ها برای دستگاه‌های سرد شده به صورت ترموالکتریکی به حداقل برسد. درپوش سل، یک استوانه پله‌ای با طول mm (۱±۳۸) و ساخته شده از موادی با هدایت حرارتی پایین به طور مثال ترموپلاستیک‌ها از قبیل استیل کوپلیمر که مقاومت معینی در برابر حلال داشته و برای استفاده بین محدوده دمایی این استاندارد مناسب می‌باشد. نیمه بالایی درپوش سل، دارای قطر mm (۱±۲۸) و نیمه پایینی دارای قطر mm ۱۹ با یک رواداری مطابق با قطر سل می‌باشد. رواداری برای نیمه پایینی به نحوی است که به آسانی در یک سل قرار گرفته، اما اجازه نمی‌دهد درپوش با محور روتور در تماس باشد. این قطعه دارای یک سوراخ mm (۱±۱۱) در مرکز می‌باشد. به منظور سهولت قرارگیری درپوش بالای سل، درپوش از دو نیمه ساخته شده است.

۵-۵-۱ درپوش‌های سل نباید با دستگاه‌های خنک‌کننده مستقیم استفاده شوند، زیرا مانع جریان یافتن هوای خشک و سرد در استاتور شده و در نتیجه نمی‌توان مانع یخزدگی آن شد.

۵-۶ مخزن گاز خشک، یک مخزن گاز خشک تصفیه شده به منظور به حداقل رساندن تراکم رطوبت بر روی قسمت‌های بالایی دستگاه، استفاده می‌شود.

۵-۶-۱ برای دستگاهای خنک‌کننده به طریق ترموالکتریکی که از درپوش‌های سل استفاده می‌کنند، مخزن گاز خشک به پوشش بدنه متصل شده است. هنگامی که پوشش برای اندازه‌گیری آزمون برداشته می‌شود، مخزن گاز خشک قطع می‌شود.

۵-۷ گیره قفل، وسیله‌ای برای نگه‌داری روتور از چرخش تصادفی است و به وسیله برهم‌کنش با اهرم روتور، قادر به متوقف کردن روتور در نزدیک‌ترین نیم دور می‌باشد.

۶ مواد و/ یا واکنشگرها

۶-۱ روغن نیوتنی با نقطه ابری شدن پایین، یک روغن کالیبراسیون با گرانروی تقریبی Pa.s ۳۰ در دمای $-۲۰^{\circ}C$ برای کالیبراسیون سل‌های گرانروی سنج. روغن کالیبراسیون باید مطابق با استاندارد ISO Guide 34 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵ باشد.

۶-۲ متانول، تجاری یا از درجه صنعتی، متانول بدون آب، مناسب برای حمام سرمایش.

۶-۳ حلال روغنی، هپتان تجاری یا حلال مشابه.

۶-۴ استن، استن صنعتی، مشروط بر آنکه در زمان تبخیر باقی‌مانده‌ای نداشته باشد، مناسب است.

۷ نمونه‌برداری

برای به دست آوردن نتایج قابل قبول، نمونه روغن آزمون باید عاری از مواد جامد معلق و آب باشد. اگر دمای نمونه در داخل ظرف، پایین‌تر از نقطه شبنم محیط باشد، قبل از باز کردن درب ظرف نمونه اجازه دهید نمونه تا دمای محیط گرم شود.

۸ کالیبراسیون و استاندارد کردن

۸-۱ روش آزمون کالیبراسیون کنترل دما

کنترل دمای MRV را با مقایسه دمای نمایش داده شده دستگاه‌ها در برابر یک دماسنج قرار گرفته در ترموول کالیبره کنید. دماسنج مورد استفاده باید مطابق با الزامات بند ۵-۳ باشد.

۸-۱-۱ ۱۰ ml از سیال مورد آزمون را در سل قرار داده و بچرخانید. در صورت نیاز درپوش‌های سل را بر روی هر سل قرار داده، سپس دستگاه را بپوشانید. درپوش‌های سل نباید با دستگاه‌های خنک‌کننده مستقیم استفاده شوند (به بند ۵-۵-۱ مراجعه کنید).

۸-۱-۲ دماسنج را در ترموول قرار دهید (به یادآوری مراجعه کنید). این ترموول برای همه اندازه‌گیری‌های دما در کمتر از ۲۵°C استفاده می‌شود.

یادآوری- قبل از قرار دادن دماسنج یا پروب DCT در ترموول، چند قطره (حدود ۳ قطره) از سیال انتقال‌دهنده حرارت از قبیل مخلوط آب/اتیلن گلیکول، به نسبت ۵۰/۵۰، روغن مرجع CCS، CL100 یا روغن معدنی با گرانروی پایین موم‌زدایی شده را در ترموول قرار دهید.

۸-۱-۳ اندازه‌گیری‌های دما را در ۸۰°C انجام داده، سپس حداقل ۳ اندازه‌گیری را به فاصله ۵°C از ۵°C- تا کمترین دمای آزمون مورد استفاده شامل دو نقطه انتهایی جهت ایجاد منحنی کالیبراسیون برای مجموعه دماسنج و کنترل دمای دستگاه انجام دهید. حداقل ۲ اندازه‌گیری دمایی در هر دمای کالیبراسیون را با فواصل حداقل ۱۰ دقیقه بین هر مشاهده انجام دهید.

یادآوری- همه دماها در این روش آزمون دمای واقعی نیستند و لزوما دمای نشان داده شده نمی‌باشند.

۸-۱-۴ دستورالعمل تولیدکننده دستگاه را برای تصحیح کردن دمای اندازه‌گیری شده دستگاه انجام دهید. یک معادله تصحیح بین دمای دماسنج و دمای اندازه‌گیری شده دستگاه ایجاد کنید و سپس هر دمای برنامه سرمایش را به وسیله انحراف تعیین شده با معادله تصحیح، تنظیم کنید.

۸-۲ کالیبراسیون سل گرانروی‌سنج، ثابت کالیبراسیون هر روتور/ استاتور را در دمای ۲۰°C- با استفاده از یک استاندارد گرانروی‌سنجی به عنوان نمونه آزمون تعیین کنید.

۸-۲-۱ از همان جرم ۱۵۰ گرمی به طور معمول برای هر دو اندازه‌گیری گرانروی و کالیبراسیون استفاده کنید. با این حال، وزنه‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری‌های گرانروی و کالیبراسیون استفاده می‌شود، مشروط بر آنکه تا g (۰٫۱±۱۵۰) گواهی شده باشند.

۸-۳ مراحل بند ۹-۱ را انجام داده، سل‌ها را برای کالیبراسیون با استفاده از روغن کالیبراسیون به عنوان نمونه آماده کنید.

۸-۴ از مشخصه دمایی کالیبراسیون یا برنامه سرمایش برای دمای آزمون ۲۰°C- استفاده کنید. جهت آغاز برنامه مشخصه سرمایش از دستورالعمل سازنده برای دستگاه استفاده کنید.

۸-۵ دماسنج را در ترموول حداقل به مدت ۳۰ دقیقه قبل از اجرای بند ۸-۷ قرار دهید (به یادآوری بند ۸-۱-۲ مراجعه کنید). از محل ترموول برای کالیبراسیون و نظارت دما در طی انجام روش آزمون استفاده کنید.

۸-۶ پس از کامل شدن مشخصه دمایی، بررسی کنید که دمای آزمون نهایی از دمای کالیبراسیون در نظر گرفته شده، بیش از $\pm ۰/۱^{\circ}C$ انحراف نداشته باشد. دمای آزمون نهایی به صورت مستقل از کنترل دمای دستگاه با دماسنجی که در محل ترموول حداقل به مدت زمان ذکر شده در بند ۸-۵ قرار گرفته، تصدیق می‌شود (به یادآوری بند ۸-۱-۲ مراجعه کنید).

۸-۷ با دورترین سل به سمت چپ دستگاه شروع کنید و مراحل مذکور در بند ۹-۶-۳ را انجام دهید.

۸-۸ بند ۸-۷ را برای سل‌های باقیمانده به ترتیب تکرار کنید.

۸-۹ ثابت گرانروی‌سنج را برای هر سل (مجموعه روتور/ استاتور) با استفاده از معادله ۸ محاسبه کنید.

$$C = \frac{\eta_0}{t} \qquad (۸)$$

که در آن:

η_0 گرانروی روغن استاندارد، بر حسب مگاپاسکال در ثانیه در دمای $۲۰^{\circ}C$؛

C ثابت سل برای جرم اعمال شده ۱۵۰ گرمی بر حسب mPa؛

t زمان برای ۳ دور، بر حسب ثانیه.

۸-۱۰ اگر مقادیر تصحیح شده برای کنترل دمای دستگاه و دماسنج، بیش از رواداری ($\pm ۰/۱^{\circ}C$) انحراف داشته باشد، از روش آزمون مذکور در پیوست ب استفاده کنید.

۹ روش آزمون اندازه‌گیری گرانروی و تنش تسلیم

۹-۱ آماده‌سازی سل گرانروی‌سنج

۹-۱-۱ اگر سل‌ها تمیز نباشند، آن‌ها را مطابق با بند ۹-۷ (روش آزمون تمیز کردن) تمیز کنید.

۹-۱-۲ مقدار ml ($۱۰ \pm ۰/۲$) نمونه روغن آزمون را در هر سل تمیز قرار دهید.

۹-۱-۲-۱ همه سل‌ها باید دارای سیال و روتور باشند، اگر کمتر از یک مجموعه کامل از نمونه‌ها در هر آزمون وجود داشته باشد، سل‌های استفاده نشده را با ml ۱۰ از نمونه آزمون پر کنید.

۹-۱-۳ بند ۹-۱-۲ را تا زمانی که همه نمونه‌های آزمون در سل‌ها باشند، تکرار کنید.

۹-۱-۴ هر روتور را در هر سل آن قرار داده و گیره محور بالایی را در موقعیتی شامل هر سل استفاده نشده قرار دهید.

یادآوری- قبل از قرار دادن روتور در سل‌ها، هر روتور را بررسی کنید تا مطمئن شوید که محور مستقیم است و سطح روتور، صاف و عاری از برآمدگی‌ها، خراش‌ها و دیگر نواقص باشد. برای صفحات مدور با یک نقطه یاتاقان در کف محور، اطمینان حاصل کنید که این نقطه تیز بوده و در مرکز بر روی محور روتور باشد. اگر این شرایط برآورده نشده است، روتور را تعمیر کرده یا آن را تعویض کنید.

۹-۱-۵ چنانچه میسر باشد بر روی کلیه سل‌ها در پوش قرار دهید حتی بر روی سل‌های استفاده نشده.

۹-۱-۶ برای هر سل به استثنای موارد استفاده نشده، حلقه‌ای از سیمی به طول ۷۰۰ mm را بر روی اهرم نصب کنید. سیم را بر روی چرخ زمان‌بندی با یک وزنه کوچک متصل شده (مانند گیره کاغذی بزرگ) آویزان کنید. سیم را به دور محور بپیچید تا زمانی که انتهای آن در حدود ۱۰۰ mm زیر چرخ باشد. سیم‌پیچ‌ها نباید تداخل ایجاد کنند.

یادآوری- سیم‌ها را می‌توان قبل از آنکه مطابق با بند ۹-۱-۴ نصب شوند، به دور محورها پیچاند.

۹-۱-۶-۱ جهت جلوگیری از چرخش روتور گیره قفل را به کار گیرید.

۹-۱-۶-۲ مابقی سیم را بر بالای پوشش یاتاقان گره بزنید. مطمئن شوید آویزان شدن به سمت عقب پوشش باشد.

۹-۱-۶-۳ بند ۹-۱-۶ را تا زمانی که همه سل‌ها با نمونه‌های مورد اندازه‌گیری آماده شوند، تکرار کنید.

۹-۱-۷ پوشش محفظه را بر روی سل‌های گرانروی‌سنج قرار دهید.

۹-۱-۸ مخزن گاز خشک را به پوشش محفظه مطابق با بند ۵-۶ متصل کنید. جریان گاز خشک را در حدود یک لیتر بر ساعت تنظیم کنید. جریان گاز را در صورت لزوم به منظور کمینه کردن یخزدگی یا تراکم رطوبت در اطراف سل‌ها افزایش یا کاهش دهید.

۹-۲ مشخصه سرمایش را برای دمای آزمون موردنظر انتخاب کنید و مطابق با دستورالعمل سازنده، برنامه را آغاز کنید. در پیوست الف-۱ الزامات برنامه سرمایش برای هر دمای آزمون نشان داده شده است.

۹-۳ قبل از تکمیل آزمون، دماسنج را حداقل به مدت ۳۰ دقیقه در ترموول قرار دهید (به یادآوری بند ۸-۱-۲ مراجعه کنید). باید از همان محل ترموول استفاده شده برای کالیبراسیون، برای همه اندازه‌گیری‌ها استفاده کنید.

۹-۴ پس از تکمیل مشخصه سرمایش، منحنی دما- زمان را برای آزمون کنترل کنید تا اطمینان حاصل شود، مشخصه دما- زمان در رواداری بوده و دمای آزمون اندازه‌گیری شده در ترموول در $\pm ۰/۲^{\circ}C$ دمای آزمون نهایی است. هر دو بررسی ممکن است به صورت خودکار با نرم‌افزار کنترل موجود در برخی دستگاه‌ها انجام شوند. دمای آزمون نهایی را به صورت مستقل از کنترل دمای دستگاه با استفاده از دماسنجی که در ترموول به مدت حداقل ۳۰ دقیقه، قبل از رسیدن به دمای آزمون قرار گرفته است، بررسی کنید (به یادآوری بند ۸-۱-۲ مراجعه کنید). اگر دمای آزمون نهایی بیش از $۰/۱^{\circ}C$ از نقطه تنظیم در دو اندازه‌گیری متوالی بیشتر باشد باید مجدد کنترل دمای دستگاه را مطابق با بند ۸-۱ کالیبره کنید.

۹-۵ اگر مشخصه دمایی در رواداری باشد، اندازه‌گیری‌ها را انجام دهید. در غیر این صورت، آزمون را ناموفق در نظر گرفته و مجدد کنترل دمای دستگاه را مطابق با بند ۸-۱ کالیبره کنید.

۹-۶ اندازه‌گیری تنش تسلیم و گرانروی

۹-۶-۱ بلافاصله قبل از آغاز اندازه‌گیری‌ها، محفظه پوشش سل دستگاه را بردارید.

۹-۶-۲ اندازه‌گیری تنش تسلیم، از سلی که در آخرین قسمت سمت چپ دستگاه قرار دارد، شروع کرده و با کنارگذاشتن سل‌های استفاده نشده، از روش‌های زیر برای هر سل در هر آزمون استفاده کنید.

۹-۶-۲-۱ قرقره چرخ را با محور روتور سل مورد آزمون هم محور نمایید.

۹-۶-۲-۲ سیم‌ها را بر روی چرخ تنظیم سرعت به نحوی آویزان کنید که از جلوی محفظه آویزان گردند. اطمینان حاصل کنید که نگه‌دارنده صفحه در طی آزمون از میز کار دور باشد (اجازه ندهید که محور روتور بگردد).

۹-۶-۲-۳ نگه‌دارنده صفحه را از سیم آویزان کنید.

۹-۶-۲-۴ برای دستگاه‌هایی با برنامه زمان‌دهی خودکار، برنامه زمان‌بندی را شروع کرده سپس گیره قفل را آزاد کنید. برای زمان‌دهی دستی، برنامه زمانی را بلافاصله پس از آزاد کردن قفل گیره، شروع کنید.

۹-۶-۲-۵ ملاحظه کنید که در پایان محور بیش از ۳ mm در ۱۵ ثانیه حرکت کرده باشد (این ۳ mm تقریبا دو برابر قطر محور می‌باشد). روش دیگر، استفاده از چرخش نشان‌دار شده‌ای از چرخ تنظیم سرعت می‌باشد که معادل با ۳ mm جابجایی محور می‌باشد.

۹-۶-۲-۶ وسایل حسگر حرکت چرخ تنظیم زمان یا وسایل الکترونیکی (هر کدام که بر روی دستگاه در دسترس باشد) جایگزین مناسبی برای مشاهده مستقیم می‌باشند.

۹-۶-۲-۷ اگر جابه‌جایی روتور بیش از ۳ mm در ۱۵ ثانیه (مطابق با بند ۹-۶-۲-۵) مشاهده شود، نگه‌دارنده صفحه را از انتهای سیم جدا کرده و مطابق با بند ۹-۶-۳ اقدام کنید.

۹-۶-۲-۸ اگر جابه‌جایی روتور کمتر از ۳ mm در ۱۵ ثانیه (مطابق با بند ۹-۶-۲-۵) مشاهده شود، زمان‌بندی را متوقف کرده و نگه‌دارنده صفحه را به نحوی بلند کنید که توسط سیم نگه‌داشته نشود. سپس یک صفحه ۱۰ گرمی را به نگه‌دارنده صفحه اضافه کنید.

یادآوری- هنگامی که صفحه‌های اضافی به نگه‌دارنده صفحه اضافه می‌گردد، لازم است نگه‌دارنده همراه با صفحه‌های اضافی از سیم معلق شود و زمان‌بندی را بدون استفاده از گیره قفل برای ادامه ارزیابی تنش تسلیم مجدد شروع نمایید. هنگام استفاده از نرم‌افزارهای موجود در برخی از دستگاه‌ها اطمینان حاصل کنید که وزن اعمال شده، وزن درخواست شده توسط برنامه باشد.

۹-۶-۲-۹ به دقت و به آرامی، نگه‌دارنده صفحه را از سیم معلق کنید و زمان‌بندی را شروع کنید.

۹-۶-۲-۱۰ مراحل بند ۹-۶-۲-۸ و ۹-۶-۲-۹ را تا مادامی که وزن انباشته، سبب چرخش روتور گردد تکرار کنید. در این مرحله نگه‌دارنده صفحه را از سیم جدا کنید.

۹-۶-۲-۱۱ در صورتی که چرخش با مجموع g ۱۰۰ مشاهده نشود، میزان تنش تسلیم را بزرگتر از Pa ۳۵۰ ثبت کنید و مطابق با بند ۹-۶-۳ اقدام کنید.

۹-۶-۳ اندازه‌گیری گرانروی

۹-۶-۳-۱ به آرامی یک وزنه ۱۵۰ گرمی را از سیم آویزان کنید.

۹-۶-۳-۲ اگر وزن اعمال شده، روتور را به حرکت درآورد، به محض اینکه بازوی مقابل[1] از گیره قفل آزاد شود، گیره قفل را مجدد درگیر کنید. اجازه دهید چرخش ادامه یابد تا زمانی که تماس‌های بازوی مقابل به گیره قفل باعث متوقف شدن چرخش گردد. اگر چرخش قابل ملاحظه‌ای ایجاد نشود، آزمون را خاتمه داده و مطابق با بند ۹-۶-۳-۷ اقدام کنید.

یادآوری- تنش‌های تسلیم بیشتر، تنش‌های اعمال شده با وزنه g ۱۵۰ در نظر گرفته شده است.

۹-۶-۳-۳ هنگام استفاده از دستگاه‌هایی با قابلیت چرخش زمان‌بندی شده به صورت خودکار، گرانروی را با شروع زمان‌بندی اندازه‌گیری کنید و سپس گیره قفل را آزاد کنید. هنگامی که زمان‌بندی به صورت دستی انجام می‌شود، زمان‌بندی را بلافاصله پس از قطع شدن گیره قفل شروع کنید.

۹-۶-۳-۴ زمان‌سنج را پس از سه چرخش روتور از مرحله آزادسازی متوقف کنید. هنگامی که زمان برای یک چرخش بزرگتر از ۶۰ ثانیه باشد، این زمان فقط برای یک چرخش است.

یادآوری- زمان‌بندی سه چرخش ممکن است به صورت خودکار انجام شود.

۹-۶-۳-۵ پس از کامل شدن سه چرخش (یک چرخش در صورتی که زمان بیش از ۶۰ ثانیه باشد) وزنه را از سیم جدا کنید.

۹-۶-۳-۶ زمان و تعداد چرخش‌های زمان‌بندی شده را ثبت کنید.

۹-۶-۳-۷ اگر چرخش با اعمال وزنه ۱۵۰ گرمی ایجاد نشود، نتایج را برای آن نمونه به عنوان "با گرانروی بالا جهت اندازه‌گیری" (TVTM)[2] گزارش کنید.

۹-۶-۳-۸ مراحل بند ۹-۶-۲ الی ۹-۶-۳-۷ را برای سل‌های باقیمانده‌های مورد اندازه‌گیری تکرار کنید.

۹-۷ تمیز کردن

۹-۷-۱ هنگامی که اندازه‌گیری‌ها انجام شود، دستگاه را به منظور گرم شدن تا دمای اتاق تنظیم کنید. بهتر است از تمیز کردن سل‌هایی با دمای بالای $55^{\circ}C$ اجتناب کنید.

۹-۷-۲ هنگامی که دمای تمیز کردن موردنظر حاصل گردید:

1- Cross-arm
2- Too Viscous To Measure

۹-۷-۲-۱ برای دستگاه‌هایی با سل‌های ثابت، سیم‌ها، روتورها و درپوش سل‌ها را پس از استفاده، برداشته و سپس مطابق با بند ۹-۷-۳ ادامه دهید.

۹-۷-۲-۲ برای دستگاه‌هایی با سل‌های متحرک، دستورالعمل مذکور برای سل‌های ثابت را انجام دهید یا سل‌ها را از دستگاه بردارید. سل‌های متحرک به طور کلی با دستورالعمل ارائه شده در بند ۹-۷-۳ تمیز می‌شوند.

۹-۷-۳ تمیز کردن سل‌ها

۹-۷-۳-۱ نمونه‌های روغن موجود در سل‌ها را با استفاده از شلنگ خلا تخلیه کنید.

۹-۷-۳-۲ سل‌ها را حداقل ۳ بار با ۱۵ ml حلال مناسب شستشو داده و سپس یک بار دیگر با استون شستشو دهید.

۹-۷-۳-۳ آثار حلال باقی‌مانده را با جریان هوای خشک (به منظور جلوگیری از آلودگی با هوای محیط به طور ترجیحی از یک شلنگ خلا استفاده کنید) تمیز کنید.

هشدار- هنگام تمیز کردن سل‌ها با جریان هوا، اطمینان حاصل کنید که هوا تمیز و عاری از روغن، آب و سایر آلوده کننده‌های باقی‌مانده در سل باشد. هوای محیط اغلب آلوده می‌باشد.

۹-۷-۴ روتور را با حلال مناسب، تمیز و خشک کنید.

۹-۸ جهت محاسبه BPT (بند ۱۰)، تعیین گرانروی نمونه در $5^{\circ}C$ بالاتر یا پایین‌تر از اولین اندازه‌گیری الزامی می‌باشد. بنابراین برای BPT، بند ۸ را بر روی یک نمونه تازه، در یک دمای آزمون مناسب تکرار کنید.

۱۰ محاسبات و تعیین دمای حد قابلیت پمپ شدن (BPT)[1]

۱۰-۱ محاسبه تنش تسلیم و BPT مرحله هوا گرفتن

۱۰-۱-۱ تنش تسلیم روغن را با استفاده از معادله ۹ محاسبه کنید.

$$Ys = 3.5M \qquad (۹)$$

که در آن:

Ys تنش تسلیم، بر حسب mPa؛

M جرم اعمال شده بر حسب گرم که با اعمال آن چرخش مشاهده می‌شود.

۱۰-۱-۲ اگر چرخش برای ۳۰ g نمونه مشاهده شود، تنش تسلیم کمتر از ۱۰۵ Pa می‌باشد و در این روش آزمون صفر فرض می‌شود.

1- Borderline Pumping Temperature

۱۰-۱-۳ اگر وزنه‌ای بیش از ۳۰ g برای شروع چرخش لازم باشد، تنش برشی برای بزرگترین وزنه‌ای که باعث چرخش نمی‌شود را با استفاده از معادله ۹ محاسبه کنید. برای اهداف این روش آزمون، تنش برشی محاسبه شده با این روش به عنوان تنش تسلیم در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۱-۴ دمای حد قابلیت پمپ شدن که در آن با هوا گرفتن پمپ در یک تنش تسلیم بحرانی ۱۰۵ Paرخ می‌دهد، مربوط به وزنه ۳۰ گرمی است.

۱۰-۱-۴-۱ منحنی تنش تسلیم در برابر دما را می‌توان به نحوی رسم نمود که از طریق برون‌یابی یا درون‌یابی تا ۱۰۵ Pa دمایی که باید در آن شرایط، بند ۹ تکرار شود را تخمین زد.

۱۰-۱-۵ دمای گرد شده تا تقریب ۰٫۵°C مطابق با تنش تسلیم ۱۰۵ Pa دمای حد قابلیت پمپ شدن برای حالت پمپ نشدن با هوا گرفتن پمپ می‌باشد.

۱۰-۲ محاسبه گرانروی و دمای حد قابلیت پمپ شدن گرانروی

۱۰-۲-۱ گرانروی ظاهری روغن را در هر دمایی با استفاده از معادله ۱۰ محاسبه کنید:

$$\eta_a = C.t.3/r \qquad (۱۰)$$

که در آن:

η_a گرانروی ظاهری، بر حسب mPa.s؛

C ثابت سل به دست آمده در معادله ۸؛

t زمان برای تعداد (r) چرخش‌های کامل روتور در بند ۹-۶-۳-۶؛

r تعداد چرخش‌های زمان‌بندی شده در بند ۹-۶-۳-۶ (یک یا سه چرخش).

۱۰-۲-۲ برای دمای حد قابلیت پمپ شدن، با استفاده از رسم منحنی گرانروی ظاهری در برابر دما و از طریق برون‌یابی، دمای مربوط به گرانروی ظاهری ۳۰ Pa.s را تعیین کنید. این دما، دمای حد قابلیت پمپ شدن برای حالت پمپ نشدن به علت محدودیت جریان است. داده‌ها را برون‌یابی نکنید، در صورت لزوم بند ۹ را برای سایر دماها تکرار کنید.

۱۰-۳ بالاترین دماهای به دست آمده در بند ۱۰-۱-۵ و ۱۰-۲-۲ گرد شده با تقریب ۰٫۵°C و حالت پمپ نشدن (محدودیت جریان یا هوا نگرفتن پمپ) را به عنوان دمای حد قابلیت پمپ شدن انتخاب کنید.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

۱۱-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۱۱-۲ گزارش دمای حد قابلیت پمپ شدن پیش‌بینی شده که مطابق با بند ۱۰-۱ الی ۱۰-۳ تعیین شده است.

۱۱-۳ گزارش می‌تواند به صورت پایین‌تر بودن دمای حد قابلیت پمپ شدن از یک دمای معین تهیه شود.

۱۱-۴ به صورت جایگزین، گرانروی ظاهری و تنش تسلیم در دمای اندازه‌گیری را گزارش کنید.

۱۲ دقت و اریبی[1]

دقت این روش آزمون با تحلیل آماری نتایج بین آزمایشگاهی ۱۳ روغن که دمای حد قابلیت پمپ شدن آن‌ها از $-14/5^{\circ}C$ تا $-36^{\circ}C$ تغییر کرده است، به صورت زیر به دست می‌آید:

۱۲-۱ تکرارپذیری، اختلاف بین دو نتیجه آزمون متوالی که توسط یک آزمایشگر با دستگاه‌های یکسان تحت شرایط عملکردی ثابت بر روی مواد آزمون یکسان و در مدت طولانی و انجام روش به طور صحیح به دست آمده است، فقط در یک مورد از هر ۲۰ مورد آزمون می‌تواند از مقدار $1/3^{\circ}C$ بیشتر باشد.

۱۲-۲ تجدیدپذیری، اختلاف بین دو نتیجه آزمون مستقل و مجزا که توسط دو آزمایشگر متفاوت در آزمایشگاه‌های مختلف بر روی مواد آزمون یکسان و در مدت طولانی و انجام روش به طور صحیح به دست آمده است، فقط در یک مورد از هر ۲۰ مورد آزمون می‌تواند از مقدار $3/2^{\circ}C$ بیشتر باشد.

۱۲-۳ اریبی، به دلیل اینکه کلیه نتایج نسبت به سیال کالیبراسیون به دست آمده‌اند، برای این منظور هیچگونه نظریه قابل توجهی وجود ندارد.

1- Bias

پیوست الف

(الزامی)

مشخصه دمایی برای دماهای آزمون

الف-۱-۱ به جدول الف ۱ مراجعه کنید.

جدول الف ۱- مشخصه دمایی برای دماهای آزمون

Time, h:m		Test Temperature, °C						
Elapsed	Segment	−15	−20	−25	−30	−35	−40	Tolerance
0	0	RT	RT	RT	RT	RT	RT	...
00:20	00:20	80	80	80	80	80	80	±3.0
02:20	2:00	80	80	80	80	80	80	±3.0
03:20	01:00	7.3	2.3	7.3	12.3	17.3	22.3	±5.0
04:20	01:00	−0.9	−5.9	−10.9	−15.9	−20.9	−25.9	±3.0
05:20	01:00	−5.4	−10.4	−15.4	−20.4	−25.4	−30.4	±2.0
06:20	01:00	−8.2	−13.2	−18.2	−23.2	−28.2	−33.2	±1.5
07:20	01:00	−10.2	−15.2	−20.2	−25.2	−30.2	−35.2	±1.0
08:20	01:00	−11.7	−16.7	−21.7	−26.7	−31.7	−36.7	±0.7
09:20	01:00	−12.8	−17.8	−22.8	−27.8	−32.8	−37.8	±0.5
10:20	01:00	−13.7	−18.7	−23.7	−28.7	−33.7	−38.7	±0.3
11:20	01:00	−14.4	−19.4	−24.4	−29.4	−34.4	−39.4	±0.3
12:20	01:00	−15.0	−20.0	−25.0	−30.0	−35.0	−40.0	±0.3
18:20	06:00	−15.0	−20.0	−25.0	−30.0	−35.0	−40.0	±0.3

پیوست ب
(الزامی)
راهنمایی برای تعیین انحراف دمای آزمون

ب-۱ اگر دمای نهایی در هر دو جهت بیش از ۰٫۲°C خطا داشته باشد، قبل از شروع تجزیه دیگر مراحل زیر را انجام دهید.

ب-۱-۱ کالیبراسیون دماسنج را کنترل کنید. برای دماسنج‌های مایع در شیشه، نقطه یخ را کنترل کنید. یک خطا در نقطه یخ به طور معمول جدایی مایع در برخی نقاط در دماسنج را نشان می‌دهد.

ب-۱-۲ حسگر دمایی کنترل‌کننده دما برای درستی را مطابق با بند ۸-۱ کنترل کنید.

ب-۱-۳ برای دستگاه‌هایی که به چرخش مایع خارجی نیاز دارند، مراحل زیر را کنترل کنید.

ب-۱-۳-۱ جریان داشتن مایع خنک‌کننده و وجود مقدار کافی از مایع خنک‌کننده در مخزن را کنترل کنید.

ب-۱-۳-۲ برای عملکرد منابع سرد زیر ۲۰°C-، در صورت مرطوب بودن (مرطوب بودن با تشکیل کریستال‌های یخ در بالای مخازن منبع سرد نشان داده می‌شود) متانول را تعویض کنید. متانول سرد، آب را جذب می‌کند و در نتیجه جذب آب، ظرفیت سرمایش آن کاهش می‌یابد. در مناطق با رطوبت بالا تعویض متانول در هر ماه ممکن است لازم باشد. از دیگر منتقل‌کننده‌های حرارت نیز می‌توان استفاده کرد، اما باید دارای گرانروی و ظرفیت حرارتی مشابه با متانول در دمای حمام باشند.

ب-۱-۴ درست کار کردن سامانه تبرید را بررسی کنید. کتابچه راهنمای دستگاه در ارتباط با سازنده حمام دارای اطلاعاتی مناسبی می‌باشد.

ب-۱-۵ اگر برنامه‌ریزی به صورت دستی یا با استفاده از مشخصات سفارش انجام می‌شود، برنامه مشخصه دمایی را برای یک خطا بررسی کرده و تصحیحات لازم را انجام دهید.

ب-۲ ساده‌ترین روش جهت کنترل کالیبراسیون دماسنج مایع در شیشه، بررسی نقطه یخ آن می‌باشد. منابع کالیبراسیون دیگر برای دو حسگر دمایی الکتریکی و مایع در شیشه در دسترس می‌باشند و در صورتی دارا بودن دقت کافی، برای انجام این امر مناسب می‌باشند.

ب-۳ در برخی از دستگاه‌ها، نرم افزار کنترل‌کننده دما، لگاریتم دما را در طی آزمون ایجاد می‌کند. در صورتی که انحراف‌های دمایی بزرگتر از مقادیر مجاز در جدول الف ۱ بوده و بر این اساس تصحیح شده باشند، در برخی از دستگاه‌ها حسگر متصل شده به ثبت‌کننده نمودار، اطلاعاتی را جهت تعیین فراهم می‌کند.

ب-۴ بررسی کنید که برنامه پیش‌گرم کردن برای دمای ۸۰°C و برای حداقل ۲ ساعت به طول انجامیده باشد. در غیر این صورت بر اساس دستورالعمل یا از طریق تولیدکننده دستگاه تصحیح کنید.