INSO
3170
1st. Revision
2016

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

استاندارد ملی ایران
۳۱۷۰
تجدیدنظر اول
۱۳۹۴

گریس‌های روان‌کننده- اندازه‌گیری خواص فشارپذیری (EP) - روش چهار گلوله

Lubricating greases - Measurement of extreme-pressure properties - four-ball 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

«گریس‌های روان‌کننده- اندازه‌گیری خواص فشارپذیری (EP) - روش چهار گلوله»

(تجدید نظر اول)

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)	
اسمعیلی طارمسری، معصومه (کارشناس ارشد شیمی فیزیک)	شرکت رویان پژوهان سینا
بیگدلی، داوود (کارشناس ارشد شیمی تجزیه)	آزمایشگاه پیرایه زیست قزوین
بیگلری، حسن (کارشناس ارشد شیمی تجزیه)	پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه استاندارد
حسینی، مجتبی (کارشناس ارشد شیمی آلی)	شرکت بندر آبادان ده هزار
ردائی، احسان (کارشناس ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان همدان
شیخ علیزاده، کاملیا (کارشناس شیمی)	پالایشگاه نفت پارس
صیافی، سید محمد (کارشناس شیمی)	شرکت پالایش الموت آبادان
صنعتگر دلشاد، الهام (کارشناس ارشد شیمی فیزیک)	شرکت رویان پژوهان سینا
قصابانی، مژگان (کارشناس شیمی)	شرکت پتروپالایش کاسیان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		ه
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	اصول آزمون	۴
۵	وسایل	۵
۶	مواد و/یا واکنشگرها	۶
۷	آماده‌سازی وسایل	۶
۸	روش انجام آزمون	۷
۹	محاسبات و گزارش آزمون	۸
۱۰	دقت و اریبی	۱۰
پیوست الف (اطلاعاتی) کتاب‌نامه		۱۳

پیش‌گفتار

استاندارد «گریس‌های روان‌کننده- اندازه‌گیری خواص فشارپذیری (EP) - روش چهار گلوله» نخستین بار در سال ۱۳۷۰ 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 شصت و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۰ 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 ۳۱۷۰ سال ۱۳۷۰ است.

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

ASTM D 2596:2015, Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)

مقدمه

این روش برای تعیین ویژگی‌ها و متمایز نمودن گریس‌های روان‌کننده‌ای که داری خواص EP[1] کم، متوسط و زیاد است، استفاده می‌شود. کاربر این آزمون باید تعیین کند، نتیجه‌ای که از این آزمون به دست می‌آید تا چه حد با نتایج عملی آن مطابقت دارد.

1- Extreme Pressure

گریس روان‌کننده- اندازه‌گیری خواص فشارپذیری (EP) - روش چهار گلوله

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، تعیین روش اندازه‌گیری خواص تحمل بار گریس‌های روان‌کننده می‌باشد. سه نوع اندازه‌گیری زیر انجام می‌شود:

الف- شاخص بار – سایش[۱]؛

ب- نقطه جوش خوردن با دستگاه چهار گلوله برای EP (فشارپذیری)؛

پ- آخرین بار مربوط به عدم ایجاد گریپاژ (LNSL)[۲].

۱-۲ این استاندارد در مورد گریس‌های روان‌کننده‌ای که جز سیال آنها دارای سیلیکون، سیلیکون هالوژنه یا مخلوط شامل سیال سیلیکونی و روغن نفتی می‌باشند، کاربرد ندارد.

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:

2-1 ANSI B 3.12, Metal Balls.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۱-۳

خط موازنه[۳]

خط حاصل از نقطه‌یابی بر روی کاغذ لگاریتمی، به طوری که یکی از محورها قطر خراش بر حسب میلی‌متر و محور دیگر بارهای اعمال شده بر حسب کیلوگرم نیرو (یا نیوتن) می‌باشند که در شرایط متحرک به دست آمده است.

۱- که قبلا، Mean-Hertz load نامیده شده است.

2- Last nonseizure load

3- Compensation Line

یادآوری- در شکل ۱، خط ABE به عنوان خط موازنه نشان داده شده است.

۲-۳

قطر خراش موازنه[1]

میانگین قطر اثر ساییدگی ایجاد شده بر روی گلوله‌های ساکن، بر حسب میلی‌متر، که با اعمال بار توسط گلوله متحرک، در حضور روان‌کننده و قبل از عمل گریپاژ یا جوش خوردن، به دست می‌آید.

۳-۳

بار اصلاح شده[2]

بار بر حسب کیلوگرم نیرو (یا نیوتن) با ضرب کردن بار اعمال شده در نسبت قطر خراش هرتز به قطر خراش اندازه‌گیری شده در آن بار، به دست می‌آید.

یادآوری- در این استاندارد، بار اصلاح شده در هر اجرای آزمون محاسبه می‌شود.

۴-۳

خط هرتز[3]

خط حاصل از نقطه‌یابی بر روی کاغذ لگاریتمی، به طوری که یکی از محورها قطر خراش بر حسب میلی‌متر و محور دیگر بارهای اعمال شده بر حسب کیلوگرم نیرو (یا نیوتن) می‌باشند که در شرایط ساکن به دست آمده است.

یادآوری- در شکل ۱، خط هرتز نشان داده شده است.

۵-۳

قطر خراش هرتز[4]

میانگین قطر فرورفتگی، بر حسب میلی‌متر، که به علت تغییر شکل گلوله‌های تحت بار ساکن (قبل از آزمون) به وجود آمده است و با استفاده از معادله ۱ محاسبه می‌شود:

$$D_h = 8.73 \times 10^{-2} (P)^{1/3} \qquad (۱)$$

که در آن:

D_h قطر هرتز ناحیه تماس، بر حسب میلی‌متر؛

P بار ساکن اعمال شده، بر حسب کیلوگرم نیرو.

1- Compensation scar diameter
2- Corrected load
3- Hertz line
4- Hertz scar diameter

۶-۳

ناحیه گریپاژ آنی[1]

ناحیه‌ای از منحنی بار - خراش که به وسیله عمل گریپاژ یا جوش خوردن یا اثر سایش بـزرگ، بلافاصـله در شروع آزمون مشخص می‌شود.

یادآوری- تحت شرایط این آزمون، در شکل ۱ ناحیه گریپاژ آنی با خط CD نشان داده شده است. در این حالت انحراف قلم ثبات دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک، بیش از حالت مربوط به اعمال بار به هنگام عدم ایجاد گریپاژ می‌باشد.

۷-۳

گریپاژ نخستین یا ناحیه شروع گریپاژ[2]

ناحیه‌ای که در آن با بار اعمال شده یک گسیختگی آنی در فیلم روان‌کننده مشاهده شود.

یادآوری- گسیختگی با افزایش ناگهانی در قطر خراش اندازه‌گیری شده، که مطابق شکل ۱ به عنوان خط BC است و یک انحراف آنی قلم ثبات دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک می‌باشد.

۸-۳

آخرین بار مربوط به عدم ایجاد گریپاژ[3] **(حداکثر بار)**

حداکثر باری (آخرین وزنه‌ای) که در آن بار، قطر خراش اندازه‌گیری شده بـیش از ٪۵ بـالاتر از خـط موازنـه نباشد. شکل ۱ را ببینید.

یادآوری- در شکل ۱، به عنوان نقطه B نشان داده شده است.

۹-۳

شاخص بار - سایش[4] **(یا خاصیت تحمل بار یک روان کننده)**

شاخص توانایی یک روان‌کننده جهت به حداقل رساندن ساییدگی در مقابل بارهای اعمال شده است.

یادآوری- تحت شرایط این آزمون، بارهای اعمال شده بر حسب کیلوگرم - نیرو (یا نیوتن) می‌باشند که این بارها دارای فواصل تقریبا ۰٫۱ واحد لگاریتمی بوده و به سه گلوله ساکن برای ۱۰ آزمون قبل از جوش خوردن اعمال می‌شود. شاخص بار- سایش، میانگین مجموع بارهای تصحیح شده و تعیین شده برای ۱۰ بار اعمال شده بلافاصله قبل از نقطه جوش خوردن می‌باشد.

1- Immediate seizure region
2- Incipient seiziure or initial seizure region
3- Last nonseizure load
4- Load-wear index

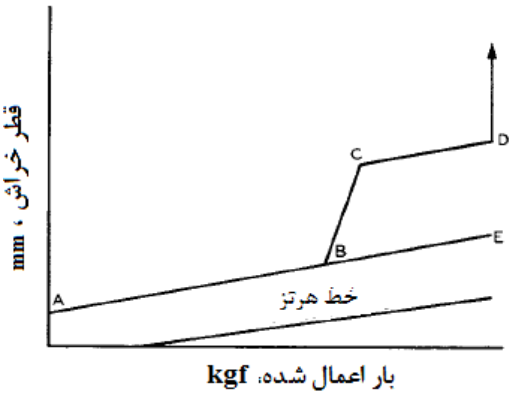
۱۰-۳

نقطه جوش خوردن[1]

حداقل باری که در آن سطوح متحرک جوش می‌خورند.

یادآوری ۱- تحت شرایط این آزمون، نقطه جوش خوردن، کمترین بار اعمال شده بر حسب کیلوگرم - نیرو (یا نیوتن) است که در آن گلوله چرخان به سه گلوله ساکن جوش می‌خورد (عمل گریپاژ)، این عمل نشانه این است که این بار گریپاژ از قدرت EP گریس روان‌کننده تجاوز کرده است.

یادآوری ۲- برخی از گریس‌های روان‌کننده، اجازه نمی‌دهند جوش خوردن واقعی انجام شود و خراشیدگی زیاد سه گلوله ساکن را موجب می‌شوند. در چنین مواردی، بار اعمال شده‌ای که ایجاد خراشی با قطر حداکثر ۴ mm می‌نماید به عنوان نقطه جوش خوردن در نظر گرفته می‌شود.



راهنما:

ABE خط موازنه

B نقطه آخرین بار عدم ایجاد گریپاژ

BC ناحیه شروع گریپاژ

CD ناحیه گریپاژ آنی

D نقطه جوش خوردن

شکل ۱- نمودار قطر خراش ایجاد شده بر حسب بار اعمال شده

۴ اصول آزمون

دستگاه به وسیله یک گلوله از جنس فولاد تحت بار که در مقایسه سه گلوله فولادی ساکن به صورت متصل به هم قرار گرفته‌اند، می‌چرخد. سرعت دورانی (۶۰±۱۷۷۰) دور در دقیقه (rpm) می‌باشد. گریس‌های روان‌کننده به دمای $^{\circ}C$ (۸±۲۷) می‌رسند و سپس یک سری آزمون‌های ۱۰ ثانیه‌ای با افزایش بار انجام گرفته تا هنگامی‌که عمل جوش خوردن انجام شود.

1- Weld point

۵ وسایل

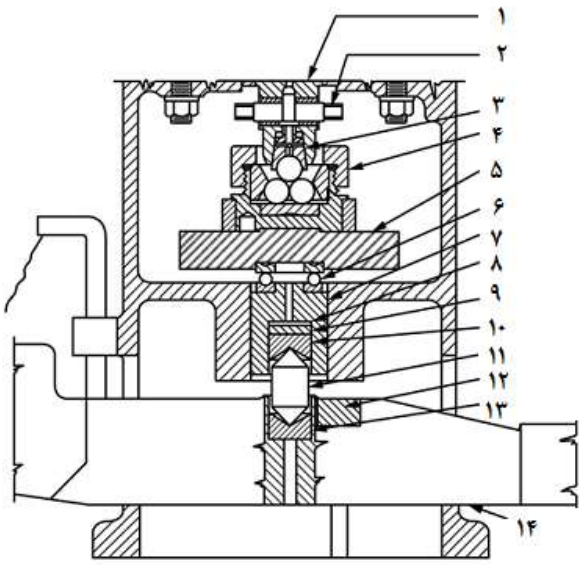
۵-۱ دستگاه چهار گلوله برای EP، شکل ۲ را ببینید.

یادآوری- باید توجه داشت که دستگاه چهار گلوله برای EP و دستگاه چهار گلوله سایش از یکدیگر متمایز است. دستگاه چهار گلوله سایش را می‌توان تحت شرایط آزمون متنوعی در بارهایی تا حدود ۵۰ kgf (۴۹۰ N) استفاده کرد. دستگاه چهار گلوله برای EP برای آزمون در شرایط سخت‌تر طراحی شده است و حساسیت آن از دستگاه چهار گلوله سایش کمتر است.

۵-۲ میکروسکوپ، مجهز به وسیله اندازه‌گیری کالیبره شده و قادر به خواندن با دقت ۰٫۰۱ mm.

۵-۳ زمان‌سنج، درجه‌بندی شده تا ۰٫۱ ثانیه.

یادآوری- وسایل اختیاری همراه با دستگاه چهار گلوله، دارای یک دستگاه الکتریکی اندازه‌گیری اصطکاک می‌باشد که به قسمت‌های ۱۰ ثانیه‌ای مدرج شده است.



راهنما:

۱ نگه‌دارنده سیستم گلوله‌گیر
۲ خار برای برداشتن سیستم گلوله‌گیر
۳ سیستم گلوله‌گیر
۴ مجموعه ظرف گلوله
۵ صفحه بالا برنده ظرف گلوله
۶ یاتاقان محوری
۷ تیر افقی
۸ نوار برنجی پرکننده
۹ دیسک لاستیکی
۱۰ بلبرینگ پله‌ای
۱۱ سوزن در حال فشار
۱۲ تکیه‌گاه
۱۳ بلبرینگ پله‌ای
۱۴ وزنه تعادل در بازوی اهرم

شکل ۲- برش عمودی دستگاه اندازه‌گیری EP به روش چهار گلوله

۶ مواد و/ یا واکنشگرها

۶-۱ سیال‌های تمیز کننده، توصیه می‌شود گلوله‌ها و وسایل آزمون را به نحوی آماده کنید که قادر به حذف پوشش نگه‌دارنده فلزی از گلوله‌ها، حذف اثرات انتقال از یک آزمون به آزمون بعدی باشند. توصیه می‌شود حلال تمیزکننده‌ای انتخاب شود که بدون تشکیل فیلم بوده و مشارکت در سایش یا خصوصیات ضد سایش روان‌کننده مورد آزمون را نداشته باشد (برای مثال، استفاده از حلال کلره توصیه نمی‌شود).

یادآوری- جهت حذف پوشش بازدارنده خوردگی بر روی گلوله‌های آزمون، گلوله‌ها را ابتدا با حلال استودارد (بند ۶-۱-۱) شستشو داده و سپس با n- هپتان (بند ۶-۱-۲) آبکشی کرده و اجازه دهید در مجاورت هوا خشک شود تا حذف رضایتبخش پوشش بازدارنده خوردگی ایجاد شود. بسته به ساختار شیمیایی گریس روان‌کننده استفاده از سایر حلال‌ها برای حذف کامل باقی‌مانده گریس روان‌کننده از مجموعه ظرف آزمون مجاز می‌باشد. کاربر این روش آزمون باید حلال مورد نیاز برای تمیز کردن کامل مجموعه ظرف آزمون و سایر قسمت‌های ماشین آزمون که در تماس با گریس روان‌کننده مورد آزمون می‌باشد را تعیین کند.

۶-۱-۱ حلال استودارد یا حلال معدنی، (هشدار- قابل اشتعال بوده و برای سلامتی مضر است).

۶-۱-۲ n- هپتان، (هشدار- قابل اشتعال بوده و برای سلامتی مضر است).

۶-۲ گلوله‌های آزمون، گلوله‌های آزمون باید از جنس فولاد آلیاژی کرومی باشند. این گلوله‌ها از فولاد استاندارد AISI شماره E-52100 با قطر ۱۲٫۷ mm، درجه ۲۵ EP (کاملا صیقل داده شده) ساخته می‌شوند. چنین گلوله‌هایی در ANSI B312 توضیح داده شده است. کیفیت صیقلی بودن در این ویژگی‌ها تشریح نشده است. سختی راکول C [1] باید ۶۴ تا ۶۶ باشد که محدودتر از الزامات ANSI می‌باشد.

۷ آماده‌سازی وسایل

۷-۱ چهار گلوله آزمون جدید، مجموعه ظرف گلوله و سیستم گلوله‌گیر را ابتدا با حلال انتخاب شده (بند ۶-۱) شستشو دهید.

یادآوری ۱ – استفاده از حلال استودارد (بند ۶-۱-۱) برای شستشو و سپس n- هپتان برای آبکشی و خشک کردن در هوا برای حذف پوشش بازدارندگی خوردگی وسایل تنها به عنوان یک راهنما ارائه شده است و انجام مراحل مذکور الزامی نمی‌باشد.

یادآوری ۲- از حلال‌هایی نظیر تتراکلرید کربن یا حلال‌های دیگری که اساسا دارای خواص تحمل بار بوده و ممکن است بر روی نتایج آزمون تاثیرگذار باشند، استفاده نکنید.

۷-۲ با بلند کردن بازوی اهرم، سکوی اعمال بار را پایین آورید. در حالتی که بازوی اهرم را بلند کرده‌اید، آن را به کمک وسیله‌ای که به این منظور وجود دارد قفل کنید.

1- Rockwell C hardness

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ روان‌کننده را به دمای $27\pm8^{\circ}C$ برسانید.

۸-۲ ظرف گلوله را از گریس روان‌کننده مورد آزمون به طور کامل پر کرده و از ایجاد حباب هوا جلوگیری نمایید. سه گلوله فولادی را در گریس قرار دهید. حلقه قفل را با دقت بر روی سه گلوله قرار داده و با پیچ و مهره قفل آن را کاملا در جای خود محکم کنید. گریس اضافی روی مهره قفل را پاک کنید.

یادآوری- بررسی‌های مستقل بعدی گزارش شده در سال ۱۹۷۱ به وسیله آزمایشگاه‌های متعدد نشان می‌دهد که تکرارپذیری آزمون بهینه هنگامی به دست می‌آید که نیروی اعمال شده بر روی پیچ و مهره، گستره‌ای برابر با N.m (۷±۶۸) داشته و به وسیله آچار گشتاور اعمال و اندازه‌گیری شود. در صورتی که نیروی اعمال شده تقریبا N.m ۱۳۶ باشد، نقاط جوش خوردن پائین‌تری به دست می‌آید.

۸-۳ یک گلوله را با فشار، داخل گیره گلوله قرار دهید و گیره گلوله را داخل نگه‌دارنده خود بگذارید.

۸-۴ گیره گلوله را بعد از هر آزمون به دقت بازرسی کنید. این گیره در معرض ساییدگی و گریپاژ قرار دارد و چنانچه در نگه‌دارنده خود به حد کافی محکم شود، به طوریکه نتواند وزن خود را تحمل نماید یا اینکه در محل نشستن گلوله نشانه‌هایی از گریپاژ مشاهده شود، باید آنرا تعویض نمود.

۸-۵ مجموعه ظرف گلوله را بر روی وسایل آزمون نصب کنید، به طوری‌که با گلوله چهارم در تماس باشند. صفحه فلزی مربوطه را بین ظرف گلوله و یاتاقان محوری قرار دهید.

۸-۶ سینی وزنه‌ها و مقدار کافی وزنه را بر روی بازوی افقی در شکاف صحیح برای بار پایه آزمون، برابر با ۷۸۴ N (۸۰ kg.f) قرار دهید. بازوی اهرم را رها کنید و به آرامی بار آزمون را بر روی گلوله‌ها اعمال کنید (به یادآوری مراجعه کنید). اطمینان حاصل کنید مجموعه ظرف گلوله و متعلقات در مرکز قرار گرفته است. در صورتی که وسیله اختیاری اندازه‌گیری اصطکاک به کار برده می‌شود، بازوی کالیبره شده بر روی ظرف گلوله را به وسیله گیره و سیم به فنر شاخص وصل کنید. گیره و نگه‌دارنده شاخص را بر روی نمره‌هایی که مربوط به بار اعمال شده است، قرار دهید.

یادآوری- هنگام بارگیری از ایجاد ضربه که احتمالا موجب تغییر شکل دائمی گلوله‌ها می‌شود باید اجتناب کرد.

۸-۷ موتور دستگاه را روشن کرده و اجازه دهید به مدت (۰٫۲±۱۰) ثانیه کار کند. مدت زمان بین خاموش کردن دستگاه و توقف کامل آن به حساب نمی‌آید.

۸-۸ با بلند کردن بازوی اهرم و قفل کردن آن در این حالت بار را از روی گلوله بردارید. در صورتی که وسیله اندازه‌گیری اصطکاک مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیره و سیم، مجموعه ظرف گلوله، گیره گلوله را بردارید و گلوله را کنار بگذارید.

۸-۹ قطر خراش گلوله‌های آزمون را به صورت زیر اندازه‌گیری کنید:

۸-۹-۱ روش الف، مهره قفل را بردارید و گلوله‌های آزمون را آزاد کنید. آن‌ها را با حلال‌های انتخاب شده در بند ۶-۱ و سپس n- هپتان تمیز کنید و با یک پارچه نرم خشک کنید. هر یک از گلوله‌ها را به طور مجزا در یک نگه‌دارنده مناسب قرار دهید و به وسیله یک میکروسکوپ قطر خراش‌ها را تا تقریب ۰٫۰۱ mm یک‌بار به صورت موازی (افقی) و یک‌بار در امتداد قائم نسبت به سطح خراش یکی از سه گلوله آزمون اندازه‌گیری کنید.

۸-۹-۲ روش ب، گلوله‌ها را در ظرف گلوله بگذارید، زیادی گریس را از گلوله‌ها و ظرف گلوله بزدایید. سطح گلوله‌ها را ابتدا با حلال انتخاب شده (بند ۶-۱) و سپس با n- هپتان شستشو دهید. به وسیله یک میکروسکوپ، قطر خراش را در یکی از سه گلوله مورد آزمون تا تقریب ۰٫۰۱ mm یک‌بار به صورت موازی (افقی) و یک‌بار در امتداد قائم نسبت به خراش‌های موجود بر روی سطح خراش سه گلوله اندازه‌گیری کنید. می‌توان به جای قطر خراش یک گلوله، قطر خراش هر سه گلوله را به وسیله میکروسکوپ و مطابق با روش‌های الف و ب اندازه‌گیری کرد.

۸-۱۰ برای بار ۷۸۴ N (۸۰ kg.f)، میانگین قطر خراش را به وسیله هر یک از دو روش مذکور در بند ۸-۹ (مطابق جدول۱، ستون ۵) ثبت کنید. میانگین قطر خراش (مطابق جدول۱، ستون ۵) را با قطر خراش موازنه مطابق جدول ۱، ستون ۶ مقایسه کنید. در صورتی که میانگین قطر خراش بیش از ٪۵ قطر خراش (جدول ۱، ستون ۷) نباشد، آزمون را با بار بیشتری (جدول ۱، ستون ۱) تکرار کنید و دوباره قطر خراش‌ها را مقایسه نمایید. این روش را تا هنگامیکه بار اعمال شده ایجاد گریپاژ نکند، ادامه دهید.

۸-۱۱ در صورتی که قطر خراش اندازه‌گیری شده برای بار ۷۸۴ N (۸۰ kg.f) بیش از ٪۵ قطر خراش موازنه باشد، آزمون بعدی با بار کمتر (مطابق جدول ۱، ستون ۱) انجام می‌شود. این روش را تا هنگامی‌که بار اعمال شده ایجاد گریپاژ نکند، ادامه دهید.

یادآوری- هنگامی‌که وسیله اصطکاک به صورت اختیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، آخرین باری که ایجاد گریپاژ نکند به وسیله یک حرکت مورب تدریجی قلم ثبات آشکار می‌شود.

۸-۱۲ آزمون‌های دیگری را با بارهای بیشتر (جدول ۱، ستون ۱) انجام دهید. قطر(های) خراش اندازه‌گیری را ثبت کنید و گلوله‌های آزمون را کنار بگذارید تا هنگامی‌که عمل جوش خوردن انجام شود. در این حالت، یک آزمون کنترل را انجام دهید. در صورتی که عمل جوش خوردن در این لحظه انجام نشود، آزمون را با بارهای بیشتری تکرار کنید تا عمل جوش خوردن تایید گردد.

۸-۱۳ جهت جلوگیری از خراب شدن دستگاه بلافاصله موتور را خاموش کنید، زیرا ممکن است منجر به سایش یا گریپاژ بیش از حد بین گلوله و گیره گلوله شود. ممکن است در اثر تمام یا هر یک از حالات زیر عمل جوش خوردن شناسایی شود: (۱) در صورتی که وسیله اندازه‌گیری اصطکاک مورد استفاده قرار می‌گیرد، در اثر یک حرکت سریع قلم ثبات؛ (۲) افزایش صدای موتور؛ (۳) برخاستن دود از ظرف گلوله؛ (۴) افتادن ناگهانی بازوی اهرم.

۹ محاسبات و گزارش آزمون

۹-۱ بار تصحیح شده، برای هر بار اعمال شده بین آخرین باری که ایجاد گریپاژ نکند و نقطه جوش خوردن، با استفاده از معادله ۲، بار تصحیح شده را محاسبه و گزارش (جدول ۱، ستون ۵) کنید.

$$\text{بار تصحیح شده(kgf)} = LD_h / X \qquad (۲)$$

که در آن:

L بار اعمال شده، بر حسب کیلوگرم نیرو، که عبارت است از کل بار اعمال شده (مجموع کفه و بارها) ضربدر ضریب بازوی اهرم؛

D_h قطر خراش هرتز برحسب میلی‌متر؛

X میانگین قطر خراش بر حسب میلی‌متر.

۹-۲ شاخص "سایش- بار"، شاخص سایش- بار را بر حسب کیلوگرم - نیرو با استفاده از معادله ۳ محاسبه و گزارش کنید.

$$\text{شاخص سایش- بار (kgf)} = \frac{A}{10} \qquad (۳)$$

که در آن:

A مجموع بار تصحیح شده برای ۱۰ بار اعمال شده متوالی قبل از نقطه جوش خوردن (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- در صورتی که آزمون‌های انجام شده بر روی روان‌کننده نشان دهد که آزمون تابع خط موازنه است، در اینصورت A به شرح زیر بیان می‌شود:

A، مجموع بار تصحیح شده بعلاوه بار تصحیح شده خط موازنه، برای ۱۰ بار اعمال شده متوالی قبل از نقطه جوش خوردن است. برای سهولت عمل، جدول ۲ جهت بار تصحیح شده خط موازنه برای هر قسمت از خط موازنه تنظیم شده است. این مقدار با توجه به نقطه تقاطع آخرین باری که ایجاد گریپاژ نمی‌کند و وزنه‌هایی که جوش خوردن ایجاد می‌کنند، به دست می‌آید. برای مثال، آخرین وزنه‌ای که برای یک روان‌کننده ایجاد گریپاژ نمی‌کند، ۴۹۰ N می‌باشد. آزمون‌های بعدی مربوط به گریپاژ بر روی منحنی با بارهای ۶۱۸ N، ۷۸۴ N، ۹۸۱ N، ۱۲۳۶ N، ۱۵۶۹ N انجام شده است و نقطه جوش خوردن با بار ۱۹۶۱ N نیوتون می‌باشد. جدول شماره ۲ در تقاطع ۴۹۰ N و ۱۹۶۱ N دارای مقدار ۱۴۵۶ N می‌باشد. این مقدار، بار تصحیح شده خط موازنه است که به وسیله بارهای تصحیح شده ۴۹۰ N، ۳۹۲ N، ۳۱۴ N، ۲۳۵N، ۱۹۶ N با استفاده از قطر خراش موازنه به دست می‌آید و بدین ترتیب با انجام ۱۲ آزمون، شاخص بار- سایش بنا بر تعریف آن حاصل می‌شود که در یازدهمین نوبت موجب جوش خوردن گلوله‌ها می‌گردد. چنانچه در آزمون‌های انجام شده برای روان‌کننده، آثار سایش مشاهده شده از خط موازنه پیروی نکرد، بنابراین جدول ۲ به کار گرفته نمی‌شود و اندازه‌گیری واقعی باید برای ۱۰ وزنه متوالی قبل از نقطه جوش خوردن انجام گیرد.

۹-۳ نقطه جوش خوردن، نقطه جوش خوردن بررسی شده را که مطابق بند ۸-۱۲ به دست آمده است گزارش کنید.

۹-۴ آخرین بار مربوط به عدم ایجاد گریپاژ، آخرین بار مربوط به عدم ایجاد گریپاژ (LNSL) بررسی شده را که مطابق بند ۸-۱۰ به دست آمده است، گزارش کنید.

۱۰ دقت و اریبی[1]

۱-۱۰ دقت این روش آزمون با تحلیل آماری نتایج بین آزمایشگاهی به شرح زیر تعیین شده است:

۱-۱-۱۰ شاخص سایش- بار

۱-۱-۱-۱۰ تکرارپذیری، اختلاف نتایج آزمون متوالی به دست آمده به وسیله یک آزمایشگر با به‌کارگیری وسایل آزمون یکسان، تحت شرایط عملکردی ثابت با مواد آزمون یکسان، در دراز مدت و با روش آزمون صحیح و متداول، در هر ۲۰ مورد فقط یک مورد می‌تواند بیش از مقدار زیر باشد.

$$\text{تکرارپذیری} = ۰/۱۴(\bar{X})$$

که در آن:

$\bar{X}$ میانگین دو نتیجه آزمون است.

۲-۱-۱-۱۰ تجدیدپذیری، اختلاف بین دو نتیجه آزمون مستقل و منفرد به دست آمده به وسیله آزمایشگران مختلف در دو آزمایشگاه با مواد آزمون یکسان، در دراز مدت و با روش صحیح و متداول، در هر ۲۰ مورد فقط یک مورد می‌تواند بیش از ٪۴۴ مقدار زیر باشد.

$$\text{تجدیدپذیری} = ۰/۴۴(\bar{X})$$

که در آن:

$\bar{X}$ میانگین دو نتیجه آزمون است.

یادآوری- هشت آزمایشگاه در آزمون گردشی شرکت کرده‌اند. داده‌های آماری مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۳۱ به دست آمده است.

۲-۱-۱۰ نقطه جوش خوردن، داده‌های دقت بر روی نمونه‌هایی با داشتن نقطه جوش خوردن حداکثر تا ۶۰۸۰ N (۶۲۰ kgf) تعیین شده است.

یادآوری- در حال حاضر، هیچ‌گونه داده دقتی برای روان‌کننده‌هایی با نقطه جوش خوردن بالاتر به دست نیامده است.

۱-۲-۱-۱۰ تکرارپذیری، اختلاف بین نتایج آزمون متوالی به دست آمده از یک آزمایشگاه به وسیله یک آزمایشگر با وسایل آزمون یکسان، تحت شرایط عملکردی ثابت با مواد آزمون یکسان، در دراز مدت با روش آزمون صحیح و متداول، در هر ۲۰ مورد فقط یک مورد می‌تواند بیش از یک نوبت افزایش بار باشد.

۲-۲-۱-۱۰ تجدیدپذیری، اختلاف دو نتیجه آزمون مستقل و منفرد به دست آمده در هر آزمایشگاه به وسیله آزمایشگران مختلف در دراز مدت با مواد آزمون یکسان و با روش آزمون صحیح و متداول، در هر ۲۰ مورد فقط یک مورد می‌تواند بیش از یک نوبت افزایش بار باشد.

۳-۱-۱۰ آخرین بار مربوط به عدم ایجاد گریپاژ

$$\text{تکرارپذیری} = ۰/۳۵(\bar{X})$$

$$\text{تجدیدپذیری} = ۰/۷۸(\bar{X})$$

1- Bias

که در آن:

$\overline{X}$ میانگین دو نتیجه آزمون است.

۱۰-۲ اریبی، این روش آزمون فاقد اریبی می‌باشد.

جدول۱- فرم پیشنهادی برای ثبت نتایج آزمون

ستون ۱ بار اعمال شده، Kg (L) الف	ستون ۲ قطر خراش گلوله ۱، mm	ستون ۳ قطر خراش گلوله ۲، mm	ستون ۴ قطر خراش گلوله ۳، mm	ستون ۵ میانگین قطر خراش، mm ($\overline{X}$)	ستون ۶ قطر خراش موازنه، mm	ستون ۷ قطر خراش موازنه، +۵٪ mm	ستون ۸ فاکتور LD_h	ستون ۹ بار تصحیح شده، Kgf $LD_h/\overline{X}$
۶							۰/۹۵	
۸							۱/۴۰	
۱۰							۱/۸۸	
۱۳					۰/۲۱	۰/۲۲	۲/۶۷	
۱۶					۰/۲۳	۰/۲۴	۳/۵۲	
۲۰					۰/۲۵	۰/۲۶	۴/۷۴	
۲۴					۰/۲۶	۰/۲۷	۶/۰۵	
۳۲					۰/۲۹	۰/۳۰	۸/۸۷	
۴۰					۰/۳۱	۰/۳۳	۱۱/۹۶	
۵۰					۰/۳۴	۰/۳۶	۱۶/۱۰	
۶۳					۰/۳۷	۰/۳۹	۲۱/۸۶	
۸۰					۰/۴۰	۰/۴۲	۳۰/۰۸	
۱۰۰					۰/۴۴	۰/۴۶	۴۰/۵	
۱۲۶					۰/۴۷	۰/۴۹	۵۵/۲	
۱۶۰					۰/۵۲	۰/۵۵	۷۵/۸	
۲۰۰					۰/۵۸	۰/۶۱	۱۰۲/۲	
۲۵۰							۱۳۷/۵	
۳۱۵							۱۸۷/۱	
۴۰۰							۲۵۸	
۵۰۰							۳۴۷	
۶۲۰							۴۶۲	
۸۰۰							۶۴۹	

الف- برای تبدیل کیلوگرم - نیرو به نیوتن مقدار بار اعمال شده در ۹/۸۰۶ ضرب می‌شود.

جدول۲- مجموع بارهای تصحیح شده خط موازنه

آخرین باری که ایجاد گریپاژ نمی‌کند، Kgf [الف]	بار ایجاد جوش خوردن									
	۸۰۰	۶۲۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۶	۱۰۰	۸۰
۲۰۰	۵۸۳	۶۳۹	۶۸۴	۷۲۰	۷۴۹	۷۷۰					
۱۶۰	۴۱۰	۴۶۶	۵۱۱	۵۴۷	۵۷۶	۵۹۷	۶۱۵				
۱۲۶	۲۶۹٫۸	۳۲۵٫۸	۳۷۰٫۵	۴۰۷	۴۳۵	۴۵۷	۴۷۴	۴۸۹			
۱۰۰	۱۵۹٫۷	۲۱۵٫۸	۲۶۰٫۵	۲۹۶٫۷	۳۲۵٫۳	۳۴۶٫۹	۳۶۴٫۴	۳۷۸	۳۹۰		
۸۰	۷۱٫۶	۱۲۷٫۷	۱۷۲٫۴	۲۰۸٫۶	۲۳۷٫۲	۲۵۸٫۲	۲۷۶٫۳	۲۹۰	۳۰۲	۳۱۱٫۰	
۶۳		۵۶٫۱	۱۰۰٫۸	۱۳۷٫۰	۱۶۵٫۶	۱۸۷٫۱	۲۰۴٫۷	۲۱۸٫۸	۲۳۰٫۴	۲۳۹٫۳	۲۴۶٫۷
۵۰			۴۴٫۷	۸۰٫۹	۱۰۹٫۵	۱۳۱٫۰	۱۴۸٫۶	۱۶۲٫۷	۱۷۴٫۳	۱۸۳٫۲	۱۹۰٫۶
۴۰				۳۶٫۲	۶۴٫۸	۸۶٫۴	۱۰۳٫۹	۱۱۸٫۰	۱۲۹٫۶	۱۳۸٫۶	۱۴۵٫۹
۳۲					۲۸٫۶	۵۰٫۲	۶۷٫۷	۸۱٫۸	۹۳٫۴	۱۰۲٫۴	۱۰۹٫۷
۲۴						۲۱٫۶	۳۹٫۱	۵۳٫۲	۶۴٫۸	۷۳٫۸	۸۱٫۱
۲۰							۱۷٫۶	۳۱٫۶	۴۳٫۲	۵۲٫۲	۵۹٫۵
۱۶								۱۴٫۱	۲۵٫۷	۳۴٫۶	۴۲٫۰
۱۳									۱۱٫۶	۲۰٫۶	۲۷٫۹
۱۰										۹٫۰	۱۶٫۳
۸											۷٫۴

الف- برای تبدیل کیلوگرم - نیرو به نیوتن مقدار در ۹٫۸۰۶ ضرب می‌شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۳۱، فرآورده‌های نفتی، تعیین و کاربرد داده‌های دقت – روش‌های آزمون