INSO
19705-16
1st. Edition
2015

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

استاندارد ملی ایران
۱۹۷۰۵-۱۶
چاپ اول
۱۳۹۴

روش هایی برای کالیبراسیون ترانس- دوسرهای ارتعاش و ضربه- قسمت ۱۶:کالیبراسیون با گرانش زمین

Methods for the calibration of vibration and shock- transducers

Part 16: Calibration by Earth's gravitation

ICS: 17.160

به نام 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 جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود .پیش‌نویس 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 رویه و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی رویه و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد 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 می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد 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 آن ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها 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 Metrologie Legale)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" روش هایی برای کالیبراسیون ترانسدوسر های ارتعاش و ضربه

قسمت ۱۶:کالیبراسیون با گرانش زمین"

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
زمانی میمیان، محمدرضا (دکترای فیزیک کاربردی)	هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
دبیر:	
مرادی حاجی جفان، محسن (فوق‌لیسانس فیزیک حالت جامد)	سرممیز مدیریت کیفیت D.A.S انگلستان اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفباء)	
اسلامی فرد، فریده (دانشجوی فوق‌لیسانس مدیت منابع انسانی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
ربانی، محبوبه (دکترای شیمی معدنی)	هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
رستگارنیا، مهدی (لیسانس مکانیک سیالات)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
رضوی، فرهاد (لیسانس برق)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
شهروز، محمد (فوق لیسانس شیمی- فیزیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
کیمیایی، زهرا (لیسانس فیزیک کاربردی)	عضو جامعه کنترل کیفی استان آذربایجان غربی
فخری، ابراهیم (فوق‌لیسانس فیزیک حالت جامد)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی

فلاح، میلاد — دانشگاه علم و صنعت ایران
(فوق‌لیسانس فیزیک حالت جامد)

فلاح، عباس — سازمان ملی استاندارد ایران
(فوق‌لیسانس زمین شناسی)

نیازی، علیرضا — اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
(فوق‌لیسانس مدیریت اجرایی)

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	ه
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ عدم قطعیت در اندازه گیری	۲
۴ الزامات ابزارها و سایر شرایط	۲
۴-۱ کلیات	۲
۴-۲ شرایط محیطی	۲
۴-۳ نصب پلت فرم	۳
۴-۴ تجهیزات اندازه گیری خروجی شتاب سنج	۴
۴-۵ گرانش زمین	۴
۵ روش انجام	۵
۵-۱ عمومی	۵
۵-۲ روش اجرایی آزمون برای صفر و ۱۸۰ درجه	۵
۵-۳ روش اجرایی آزمون برای کسرهایی از گرانش زمین	۵
۵-۴ درنظر گرفتن ملاحظات DC	۶
۵-۵ آماده سازی کالیبراسیون	۸
۶ گزارش نتایج کالیبراسیون	۱۰
پیوست الف (الزامی) مولفه عدم قطعیت در کالیبراسیون با استفاده از گرانش	۱۱
پیوست ب (اطلاعاتی) کتابنامه	۱۴

پیش‌گفتار

استاندارد" روش هایی برای کالیبراسیون ترانسدوسر های ارتعاش و ضربه-قسمت ۱۶: کالیبراسیون با گرانش زمین" که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در دویست و پنجاه و هشتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۴/۰۲/۱۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 زمینهٔ 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 ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته، به شرح زیر است:

ISO 16063-16:2014, Methods for the calibration ofvibration and shock transducers- Part 16: Calibration by Earth’s gravitation

روش‌هایی برای کالیبراسیون ترانسدوسر های ارتعاش و ضربه

قسمت ۱۶: کالیبراسیون با گرانش زمین

۱ هدف و دامنه کاربرد

این قسمت از استاندارد ملی، تجهیزات و شیوه های مورد استفاده به منظور انجام کالیبراسیون اولیه شتاب سنج ها با استفاده گرانش زمین را معین می‌نماید. این استاندارد برای شتاب سنج های راست خط با پاسخ-دهی DC (فرکانس صفر هرتز) مانند کرنش سنج، پیزو مقاومتی، ظرفیت متغیری و انواع شتاب سنج های سروو قابل استفاده می‌باشد.

این استاندارد برای کالیبراسیون میزان حساسیت با توجه به شتاب ناشی از گرانش محلی در صفر هرتز قابل اجرا است.

با استفاده از تجهیزات کالیبراسیون مناسب، این استاندارد می‌تواند به کالیبراسیون میزان حساسیت با اشاره به بخش هایی جزئی از شتاب ناشی از گرانش محلی در صفر هرتز به کار برده شود. مشخصات تجهیزات استفاده شده، علاوه بر الزامات خاص ابزارهای مورد استفاده، الزامات شرایط محیطی را نیز شامل می‌گردد.

حساسیت بدست آمده با استفاده از این استاندارد برای شتاب سنج های با پاسخ دهی DC می‌تواند بر روی بخش صاف منحنی در محدوده فرکانس پایین شتاب سنج مورد استفاده قرار گیرد. درجه صافی محدوده کاربردی فرکانسی با احتساب عدم قطعیت در اندازه گیری (UoM[1]) در نظر گرفته شده است.

این استاندارد به منظور مرجعیت شتاب سنج های استاندارد و استاندارد سازی شتاب سنج ها و همچنین زنجیره کامل اندازه گیری شتاب (شتاب سنج کامل با تقویت کننده و واحد خروجی) قابل استفاده می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است .بدین ترتیب آن مقررات جزیی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست .در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

1-1 ISO 16063-1, Methods for the calibration of vibration and shock transducers — Part 1: Basic concepts

1-Uncertainity of Measurement

۳ عدم قطعیت در اندازه گیری

از همه کاربران این استاندارد انتظار می‌رود تا بودجه عدم قطعیتی را با توجه به پیوست الف به منظور مستند نمودن عدم قطعیت در اندازه گیری هایشان، ایجاد نمایند. مثالی از آرایش کالیبراسیون به منظور کمک به راه اندازی سیستم هایی که الزامات گوناگون عدم قطعیت در اندازه گیری را برآورده می‌سازند، ارائه شده است.

هنگامی که مقدار محلی شتاب ناشی از گرانش، g_l، مشخص است و استفاده شده است، عدم قطعیت ٪۰٫۱ می‌تواند بدست آید.

هنگامی که میزان محلی شتاب ناشی از گرانش، g_l، مشخص نباشد و شتاب استاندارد ناشی از گرانش، g_n، استفاده شده است (با صرف نظر از عرض جغرافیایی و ارتفاع)، عدم قطعیت ٪۰٫۵ می‌تواند بدست آید. این برآورد با فرض مقدار شتاب ناشی از جاذبه زمین معادل ۹٫۸۰۶۶۵ m/s^2 ± ۰٫۰۲۶ m/s^2 بوده است.

محدوده عدم قطعیت ذکر شده در این بند برای دستگاه هایی با حداکثر حساسیت عرضی ٪۵ قابل اعمال می‌باشد.

تشریح جزئیات بیشتر مؤلفه های عدم قطعیت در پیوست الف ارائه شده است.

عدم قطعیت در اندازه گیری به عنوان عدم قطعیت توسعه یافته‌اندازه گیری مطابق با استاندارد بین المللی ISO 16063-1 بیان شده است (به طور خلاصه به صورت "عدم قطعیت" اشاره می‌گردد).

۴ الزامات ابزارها و سایر شرایط

۴-۱

عمومی

این بند، در صورتی که با مشخصات توصیه شده ای که در زیر ارائه شده‌اند در هر موردی مطابقت وجود داشته باشد، مشخصات توصیه شده ای را برای ابزارآلات که برای برآورده سازی دامنه بند ۱ و همچنین برای دستیابی به عدم قطعیت های بند ۳ ضروری می‌باشند، ارائه می‌نماید.

مستند نمودن عدم قطعیت توسعه یافته با استفاده از روش‌های پیوست الف می‌باشد.

۴-۲ شرایط محیطی

کالیبراسیون باید تحت شرایط محیطی زیر صورت پذیرد:

الف) دمای اتاق ℃ (۳ ± ۲۳).

ب) رطوبت نسبی: حداکثر ٪۷۵ RH

باید مراقب بود تا ارتعاشات و صداهای خارجی بر روی کیفیت اندازه گیری ها اثر نگذارند.

۴-۳ نصب پلت فرم

چیدمان نصب یک پلت فرم باید به گونه ای باشد که امکان چرخش و تراز محور هندسی حساسیت شتاب سنج از صفر تا ۱۸۰ درجه نسبت به بردار شتاب ناشی از گرانش ممکن باشد.

در وضعیت های اندازه گیری، زاویه پلت فرم در تمامی جهات باید در ۱± درجه نسبت به سطح عمودی باشد.

برای اندازه گیری در وضعیت هایی که برابر با کسری از جاذبه محلی ($^\circ$۰< زاویه نصب <$^\circ$۱۸۰) می‌باشند، زوایای راستای برگزیده باید مطابق با جدول ۱ مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۱- زوایای راستای برگزیده

مقدار شتاب ناشی از گرانش محلی	زاویه راستا θ
۰٫۸۶۶۰ g_l	$^\circ$۳۰+ و $^\circ$۳۰- $^\circ$۲۱۰+ و $^\circ$۱۵۰+
۰٫۷۰۷۱ g_l	$^\circ$۴۵+ و $^\circ$۴۵- $^\circ$۲۲۵+ و $^\circ$۱۳۵+
۰٫۵۰۰۰ g_l	$^\circ$±۶۰ $^\circ$۲۴۰+ و $^\circ$۱۲۰+

$$a_\Theta = g_1 . cos\,\Theta \qquad (۱)$$

که در آن:

a_θ مقدار شتاب ناشی از گرانش محلی با شتاب سنج نصب شده در زاویه معلوم، با واحد متر بر مجذور ثانیه؛

θ زاویه نصب شتاب سنج، به درجه؛

g_1 مقدار شتاب ناشی از گرانش محلی، با یکای متر بر مجذور ثانیه.

۴-۴ تجهیزات اندازه گیری خروجی شتاب سنج

یک ابزار اندازه گیری ولتاژ، با اندازه گیری خروجی شتاب سنج، باید با داشتن ویژگی های زیر مورد استفاده قرار گیرد:

فرکانس: صفر هرتز (ولتاژ DC)؛

حدأکثر عدم قطعیت: ٪۰٫۵ از مقدار خوانده شده است.

۵-۴ گرانش زمین

مقادیر مثبت و منفی شتاب ناشی از گرانش محلی، باید با بیان متر بر مجذور ثانیه (m/s^2) مورد استفاده قرارگیرد.

میزان مقدار محلی شتاب ناشی از گرانش، g_l، را می‌توان با اندازه گیری بوسیله ثقل سنج مطلق یا نسبی با استفاده از رابطه نقشه برداری و یا با بررسی تعیین نمود.

$$gl(\emptyset,H) = ۹٫۷۸۰۳۱۸۴ [۱+ ۰٫۰۰۵۳۲۴ \sin^2(\emptyset) - ۰٫۰۰۰۰۰۵۹ \sin^2(۲\emptyset)] - ۰٫۰۰۰۰۰۳۰۸۶H \quad (۲)$$

که در آن:

gl مقدار شتاب ناشی از گرانش در عرض جغرافیایی و ارتفاع مورد نظر، با واحد متر بر مجذور ثانیه؛

$\emptyset$ عرض جغرافیایی مورد نظر، بر حسب رادیان؛

H ارتفاع مورد نظر، بر حسب متر از سطح دریا .

با استفاده از رابطه ۲، می‌توان g_l را با عدم قطعیتی معادل ٪۰٫۰۱ تعیین نمود $(k=1)$

اگر مقدار شتاب ناشی از گرانش محلی مشخص نباشد، آنگاه باید شتاب استاندار گرانش، g_n، مورد استفاده قرار گیرد.

$$g_n = ۹٫۸۰۶۶۵ \, m/s^2 \quad (۳)$$

۵ روش

۵-۱ عمومی

به دلیل آنکه شتاب ناشی از گرانش با مکان و ارتفاع تغییر می‌کند (نمونه مقادیر شتاب ناشی از گرانش محلی در محل مؤسسات اوزان و اندازه گیری در محدوده بین ۹٫۷۸ m/s^2 تا ۹٫۸۳ m/s^2 می‌باشد)، لذا مقدار محلی باید با چهار رقم معنی دار استفاده گردد.

۵-۲ روش اجرای‌ی آزمون برای صفر و ۱۸۰ درجه

محور هندسی حساسیت شتاب سنج را در صفر درجه با بردار شتاب گرانشی تنظیم کرده و ولتاژ خروجی شتاب سنج، u_0، را ثبت کنید. پلت فرم نصب را به گونه ای چرخانده که موقعیت محور هندسی حساسیت شتاب سنج در ۱۸۰° نسبت به بردار شتاب گرانشی باشد. ولتاژ خروجی شتاب سنج، u_{180}، را ثبت کنید.

$$s_g = \frac{u_0 - u_{180}}{2.g} \quad (۴)$$

که در آن:

u_0 مقدار ولتاژ خروجی شتاب سنج (V)، که در انتهای اولین چرخش محاسبه شده است (صفر درجه)؛

u_{180} مقدار ولتاژ خروجی شتاب سنج (V)، که در نتهای دومین چرخش محاسبه شده است (۱۸۰°)؛

g مقدار شتاب ناشی از گرانش که در آزمایشگاه به کار برده شده است (g_l یا g_n)، بر حسب متر بر مجذور ثانیه.

۳-۵ روش اجرایی آزمون برای کسرهایی از گرانش

محور هندسی حساسیت شتاب سنج را در $+\alpha$ و $-\alpha$ نسبت به صفحه عمود تنظیم کرده و ولتاژهای خروجی شتاب سنج، $u_{+\alpha}$ و $u_{-\alpha}$، را پس از زمان مورد نیاز و کافی ثبت نمایید. پلت فرم نصب را به گونه ای بچرخانید که موقعیت محور هندسی حساسیت شتاب سنج در $180^\circ + \alpha$ و $180^\circ - \alpha$ نسبت به صفحه عمود قرار گیرد. ولتاژهای خروجی شتاب سنج، $u_{180+\alpha}$ و $u_{180-\alpha}$، را پس از زمان مورد نیاز و کافی ثبت نمایید.

حساسیت شتاب سنج ، S_g ، را در واحد ولت بر متر بر مجذور ثانیه $[V/(m/s^2)]$ و با استفاده از رابطه (۵) محاسبه نمایید:

$$S_g = \frac{u_{+\alpha} + u_{-\alpha} + u_{180+\alpha} + u_{180-\alpha}}{4 \,.\, g.\, cos\alpha} \qquad (۵)$$

که در آن:

S_g حساسیت شتاب سنج کالیبره شده در شتابی معادل با ($g \,.\, cos\ \alpha$)؛

$u_{+\alpha}$ مقدار خروجی شتاب سنج در اولین محور هندسی چرخش ($+\alpha$)، بر حسب ولت (V)؛

$u_{-\alpha}$ مقدار خروجی شتاب سنج در چهارمین محور هندسی چرخش ($-\alpha$)، بر حسب ولت ؛

$u_{180+\alpha}$ مقدار خروجی شتاب سنج در دومین محور هندسی چرخش $180 - \alpha$، بر حسب ولت ؛

$u_{180-\alpha}$ مقدار خروجی شتاب سنج در سومین محور هندسی چرخش $180 + \alpha$، بر حسب ولت ؛

g مقدار شتاب ناشی از گرانش که در آزمایشگاه به کار برده شده است (g_l یا g_n)، بر حسب متر بر مجذور ثانیه؛

α زاویه بین بردار گرانش و محور هندسی حساسیت شتاب سنج، بر حسب درجه سیلسیوس.

۴-۵ در نظر گرفتن ملاحظات DC

یک ویژگی شاخص برای شتاب سنج های با پاسخ دهی DC، ولتاژ لحاظ شده DC تحت شرایط ورودی شتاب صفر، u_{a0}، می‌باشد. به عنوان مثال، شاخص افست DC از اهمیت بالایی برای کاربردهایی که نیازمند به یکپارچه سازی ولتاژ خروجی شتاب سنج دارند، برخوردار می‌باشد.

ولتاژ خروجی نهایی شتاب سنج، u، به صورت زیر می‌باشد:

$$u = s.a + u_{a0} \quad (۶)$$

که در آن :

u ولتاژ خروجی شتاب سنج؛

s حساسیت شتاب سنج؛

a شتاب؛

u_{a0} ولتاژ خروجی صفر اندازه گیری شده.

اگر هم حساسیت محور متقاطع و هم غیر خطی بودن صفر باشند آنگاه u_{a0} می‌تواند بصورت زیر تعیین گردد:

$$u_{a0} = u_{\alpha 0} - s_g \times g = u_{\alpha 180} + g \quad (۷)$$

که در آن:

u_{a0} ولتاژ خروجی شتاب سنج در شتاب صفر ؛

s_g حساسیت شتاب سنج؛

g مقدار شتاب ناشی از گرانش که در آزمایشگاه به کار برده شده است (g_l یا g_n)، بر حسب متر بر مجذور ثانیه؛

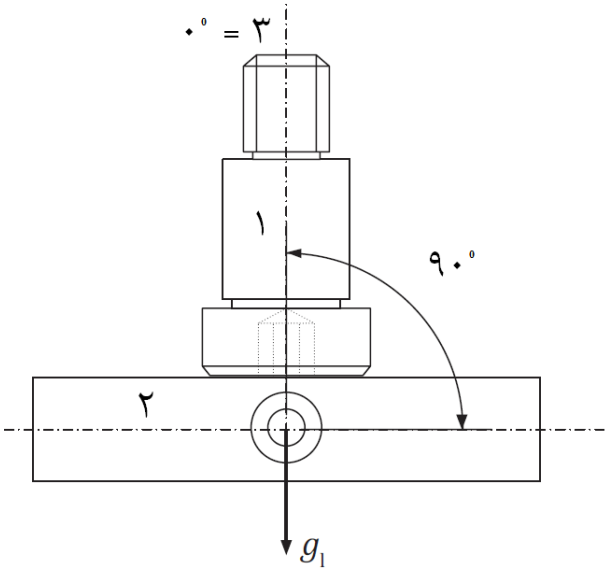
$a_{\alpha 0}$ شتاب شتاب سنج نصب شده در صفر درجه؛

$u_{\alpha 0}$ ولتاژ خروجی اندازه گیری شده با شتاب سنج نصب شده در صفر درجه؛

$a_{\alpha 180}$ شتاب شتاب سنج نصب شده در ۱۸۰ درجه؛

$u_{\alpha 180}$ ولتاژ خروجی اندازه گیری شده با شتاب سنج نصب شده در ۱۸۰ درجه.

۵-۵ آماده کردن کالیبراسیون



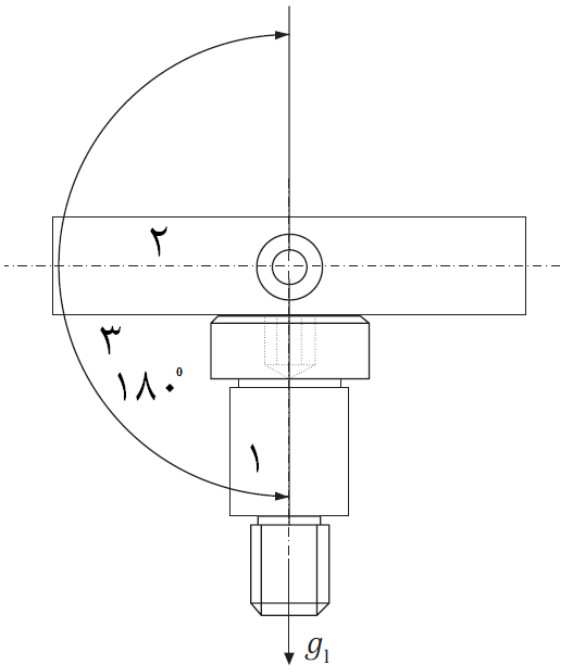
راهنما

۱ شتاب سنج؛

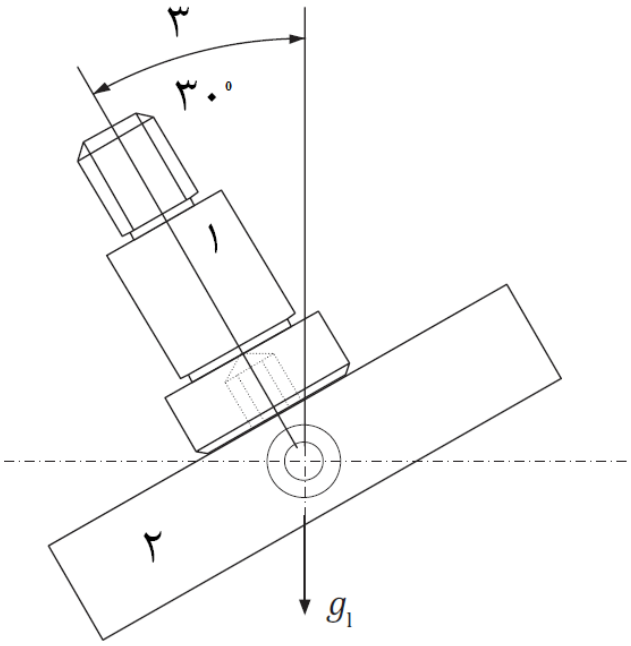
۲ پلت فرم نصب؛

۳ زاویه میان بردار شتاب ناشی از گرانش و محور هندسی حساسیت شتاب سنج.

شکل ۱ _ آماده کردن شتاب سنج با نمایش موقعیت اندازه گیری صفر درجه



شکل ۲ _ آماده کردن شتاب سنج با نمایش موقعیت اندازه گیری ۱۸۰ درجه



شکل ۳ _ آماده کردن شتاب سنج با نمایش موقعیت اندازه گیری ۳۰ درجه

۶ گزارش نتایج کالیبراسیون

هنگامی که علاوه بر روش کالیبراسیون مورد استفاده، نتایج کالیبراسیون نیز گزارش شده‌اند، آنگاه حداقل وضعیت و اطلاعات زیر باید بیان گردند:

الف) شرایط محیطی؛

_ دمای هوای محیط، بر حسب درجه سیلسیوس؛

_ رطوبت نسبی، بر حسب درصد فشار بخار آب ؛

_ مقدار شتاب ناشی از گرانش زمین، بر حسب متر بر مجذور ثانیه؛

ب) نتایج کالیبراسیون:

_ حساسیت شتاب سنج؛

_ مقادیر u_0 و u_{180} یا u_α، $u_{-\alpha}$، $u_{180+\alpha}$ و $u_{180-\alpha}$ ؛

_ عدم قطعیت توسعه یافته اندازه گیری ها با فاکتور پوششی k (معمولا k=۲) .

پیوست الف

(الزامی)

مولفه های عدم قطعیت در کالیبراسیون با استفاده از گرانش

الف-۱ محاسبه $U_{rel}(y)$

عدم قطعیت گسترش یافته وابسته مربوط به سنجش حساسیت، $U_{rel}(y)$، باید مطابق با رابطه های الف-۱ و الف-۲ از استاندارد ISO 16063-1 محاسبه گردد.

$$U_{rel}(y)=k\,U_{C,rel}(y) \qquad \text{(الف-۱)}$$

$$U_{c,rel}(y)=\frac{u_c}{y}=\frac{1}{y}\sqrt{\sum_{i=1}^{8}u^2(x_i)} \qquad \text{(الف-۲)}$$

با فاکتور پوششی $K=۲$

که در آن:

y میزان حساسیت؛

u_i مولفه عدم قطعیت استاندارد مربوط به پارامتر x_i؛

$U_C(y)$ عدم قطعیت ترکیبی؛

$U_{c,rel}(y)$ عدم قطعیت ترکیبی وابسته؛

k فاکتور پوششی؛

$U_{rel}(y)$ عدم قطعیت گسترش یافته وابسته.

جدول الف-۱ – مولفه های عدم قطعیت

مولفه عدم قطعیت استاندارد $u(x_i)$	منابع و عوامل عدم قطعیت	عدم قطعیت توزیع شده $u_i(y)$
$u(a_g)$	بزرگی شتاب ناشی از گرانش	$u_1(y)$
$u(a_u)$	اندازه گیری ولتاژ	$u_2(y)$
$u(r_u)$	وضوح اندازه گیری ولتاژ	$u_3(y)$
$u(a_{ST})$	حساسیت مقطعی	$u_4(y)$
$u(a_p)$	شرایط نامیزان	$u_5(y)$
$u(e_E)$	شرایط محیطی تاثیرگذار (به عنوان مثال دما)	$u_6(y)$
$u(x_{RE})$	بقیه عوامل تاثیر گذار بر نتایج کالیبراسیون (به عنوان مثال تاثیر متغیرهای تصادفی در تکرار اندازه گیری)	$u_7(y)$

منابع عدم قطعیت مجاز اند به راههای مختلفی از آنچه که در جدول الف-۱ نشان داده شده است ، تقسیم و نام گذاری شوند. مشروط به آنکه هر اثر مهمی در به دست آوردن نتایج اندازه گیری موثر می‌باشد.

صحت بزرگی شتاب ناشی از گرانش زمین بستگی به عدم قطعیت اندازه گیری زاویه‌ای $u(a)$، دارد که بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$u^2(e_g) = g^2 \times sin^2(a) \times u^2(a) + u^2(g) \qquad \text{(الف-3)}$$

که در آن:

a جهت بردار هندسی حساسیت شتاب سنج مربوط به سطح عمودی؛

$u(a)$ قدرمطلق عدم قطعیت استاندارد اندازه گیری a ؛

$u(g)$ قدرمطلق عدم قطعیت استاندارد مربوط به بزرگی شتاب ناشی از گرانش (g_n یا g_l).

این نتایج در کمینه مقدار $u^2(e_g)$ در جهت عمودی ($a = 0^0$ یا $a = 180^0$) و در بیشینه مقدار در جهت افقی ($a = \pm 90^0$) می‌باشد.

برای تاثیر حساسیت مقطع عرضی ، یک رویکرد مشابهی در نظر گرفته می‌شود که منجر به کمینه صفر در جهت گیری عمودی ($a = 0^0$ یا $a = 180^0$) می‌شود با وجود این که شتاب عرضی نیز وجود ندارد و منجر به بیشینه مقدار در جهت گیری افقی ($a = \pm 90^0$) می‌شود که دارای بیشینه شتاب عرضی g است.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[۱] ستاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹: شوک و ارتعاش مکانیکی -پایش وضعیت -واژه نامه

[2] ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

[3] ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

[4] Wu Z.C., Wang Z.F., Ge Y. Gravity based online calibration for monolithic triaxial accelerometers' gain and offset drift. In: *Intelligent Control and Automation,* 2002. *Proceedings of the 4th World Congress on Sensors and Actuators,* A 68 (1998) 221-228

[5] Löttersa J .C., S chipperb J ., V eltinkc P.H., Olthuisd W ., B ergveld P. Procedure for in-use calibration of triaxial accelerometers in medical applications. *Sens. Actuators A Phys.* 1998 June 15, **68** (1-3) pp. 221–228

[6] Schipper J., Lötters J.C., Veltink P.H., Olthuis W., Bergveld P. Procedure for in-use calibration of triaxial accelerometers, Tech. Digest. *Eurosensors*. 1 997 S ept. 2 1–24, **XI** pp. 1599–1602 [Warsaw, Poland]

[7] BIPM. *Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes*. Available (viewed 2011-02-11) at: http://www.bipm.org /utils/en /pdf/mra_2003.pdf

[8] Mohr P.J., Taylor B.N., Newell D.B. The 2010 CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants", 2011 (Web Version 6.0). Available (viewed 2013-10-15) at: http://physics.nist.gov/constants.

[9] Bureau International des Poids et Mesures. "Chapter 5". *The International System of Units (SI)*. 8th ed. 2006, Available (viewed 2013-XX-XX) at: http://www.bipm.org/utils/common/pdf/ si_brochure_8_en.pdf

[10] Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms", JCGM 200: 2012; http://www.bipm.org/utils/ common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf

[11] Grip N., & Sabourova N. Simple non-iterative calibration for tri-axial accelerometers, *Measurement Science and Technology*. 22 (2011) 125103 (13pp)

[12] Dosch J. Low Frequency Accelerometer Calibration Using Earth's Gravity, SEM Proceedings.com

[13] Absolute Gravity data, Bureau Gravimétrique International, http://bgi.omp.obs-mip. fr/data-products/Gravity-Databases/Absolute-Gravity-data.

[14] Reference Gravity Stations, Bureau Gravimétrique International, http://bgi.obs-mip.fr/en/ data-products/Gravity-Databases/Reference-Gravity-Stations.

[15] Land Gravity data, Bureau Gravimétrique International, http://bgi.obs-mip.fr/en/ data-products/Gravity-Databases/Land-Gravity-data.

[16] International Gravity Formula(e), http://geophysics.ou.edu /solid_earth /notes/potential/igf.htm

[17] Gravimeters, European Center for geodynamics and seismology, http://www.ecgs.lu/wulg/ gravimeters/