INSO

13206-3

1st. Edition

may.2013

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۳۲۰۶-۳

چاپ اول

اردیبهشت ۱۳۹۲

ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات(CMM): فن تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری- قسمت ۳: استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری

Geometrical product specifications (GPS) - Coordinate measuring machines (CMM): Technique for determining the uncertainty of measurement — Part 3: Use of calibrated workpieces or measurement standards

ICS 17.040.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ 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 مؤسسهٔ 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 کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسهٔ 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 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. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملـی 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 مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد(ISO)[1] کمیسیون بین المللی 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 بهره-گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصـولات 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 استفاده‌کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مـدیریت کیفیـت و مدیریت زیست‌محیطی، 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 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 Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات(CMM): فن تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری- قسمت۳: استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری"

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی:**
علیمحمدی نافچی، بهروز (فوق لیسانس ریاضی)	معاون فنی اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری
دبیران:	
آقابابایی،کبرا (لیسانس ریاضی)	کارشناس شرکت اندیشه فاخر شهرکرد
نوریزاده،احسان (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس شرکت اندیشه فاخر شهرکرد
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بیگی خردمند، اعظم (فوق لیسانس مهندسی متالوژی)	عضو هئیت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد
بنی مهدی، احسان (لیسانس مهندسی برق و الکترونیک)	مدیر عامل شرکت طراحان مشاور صنعت و معدن دز پارت
حسینی، وحید (فوق لیسانس مهندسی متالوژی)	کارشناس شرکت کاویان سازان کوهستان
حیدری، غلامحسین (دکترا فیزیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه ملایر
خلیلی ، مریم (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد
رهنما، رسول (لیسانس مهندسی برق و الکترونیک)	کارشناس شرکت فنی مهندسی طرح و بازرسی

رهنما، مجتبی (لیسانس مهندسی عمران)	کارشناس فرمانداری شهرستان فارسان
دائی جواد، حسین (لیسانس مهندسی متالوژی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری
سمیع، حمید (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	معاون پژوهشی دانشگاه جامع علمی کاربردی مرکز پیام شهرکرد
غلامیان، احسان (لیسانس مهندسی متالوژی)	کارشناس شرکت طراحان مشاور صنعت و معدن دز پارت
فروزنده سامانی، مهدی (لیسانس ریاضی کاربردی)	کارشناس گمرک استان چهارمحال و بختیاری
فتاحی نافچی، پدرام (لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری
نوروزی ، عباس (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس سازمان تعاون ،کار و رفاه اجتماعی استان چهارمحال و بختیاری

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ج
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	د
	پیش گفتار	ز
	مقدمه	ح
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	نمادها	۲
۵	الزامات	۳
۵ -۱	شرایط عملیات	۳
۵-۲	شرایط تشابهی	۳
۶	اصل ارزیابی عدم قطعیت با استفاده ازقطعات‌کاری کالیبره شده	۵
۷	روش اجرایی	۵
۷-۱	تجهیزات اندازه‌گیری	۵
۷-۲	اجراء	۵
۷-۳	محاسبه عدم قطعیت	۷
۷-۳-۱	کلیات	۷
۷-۳-۲	استاندارد عدم قطعیت استاندارد، u_{cal} ، در مورد قطعه‌کاری کالیبره شده	۹
۷-۳-۳	عدم قطعیت به لحاظ روش اجرایی اندازه‌گیری	۹
۷-۳-۴	عدم قطعیت استاندارد ، u_w، از فرایند ساخت	۱۱
۷-۴	به کارگیری روش جایگزین : توجهات خاص	۱۱
۸	تصدیق مجدد عدم قطعیت اندازه‌گیری	۱۳
۹	بررسی فیمابین عدم قطعیت اندازه‌گیری	۱۳
	پیوست الف (اطلاعاتی)- مثال‌های درمورد کاربرد	۱۴
	پیوست ب (اطلاعاتی)- رابطه با الگوی ماتریس GPS	۲۱
	کتابنامه	۲۴

پیش گفتار

استاندارد "ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)[1]- دستگاه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM): فن تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری- قسمت ۳: استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری" که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط توسط شرکت فنی و مهندسی اندیشه فاخر شهرکرد تهیه و تدوین شده و در یکصد و نود و پنجمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه شناسی ، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۶ مورد تصویب قرار گرفته است، 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 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 15530 -3:2011,Geometrical product specifications(GPS) — Coordinate measuring machines (CMM): Technique for determining the uncertainty of measurement- Part 3: Use of calibrated workpieces or measurement standards

---

1- Geometrical Product Specifications

مقدمه

این استاندارد ملی یکی از استانداردهای ملی ایران در رابطه با ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) می‌باشد و به عنوان یک استاندارد عمومی GPS در نظر گرفته می‌شود. (به استاندارد ISO /TR 14638 مراجعه شود). این استاندارد بر پیوند زنجیره شماره ۶ از زنجیره استانداردهادر مورد اندازه، فاصله، شعاع، زاویه، شکل، جهت‌یابی، موقعیت، دویدگی و مبناها تأثیرگذار است.

معیار اصلی ISO/GPS ارائه شده در استاندارد ISO /TR 14638 مروری کلی از سیستم ISO/GPS را بیان می‌کند که این استاندارد به عنوان قسمتی از آن می‌باشد. قواعد اساسی ارائه شده در استاندارد ملی شماره ۱۱۲۱۱ برای این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد و قواعد تصمیم‌گیری پیش فرض‌داده در استاندارد ملی شماره ۱-۹۹۷۳

مربوط به ویژگی‌های تعیین شده منطبق با این استاندارد به کار می‌رود مگر آنکه خلاف آن معین شده باشد.

برای کسب اطلاعات بیشتر درخصوص رابطه این استاندارد با سایر استانداردها و الگوی ماتریس GPS به پیوست ب مراجعه شود.

دستگاه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMMs)[1] برای تصدیق هندسی در صنعت ضروری می‌باشند. مطابق با مجموعه استانداردهای ISO 9000 در یک سیستم مدیریت کیفیت، تجهیزات اندازه‌گیری مرتبط جهت کالیبره کردن در برابر تجهیزات گواهی شده مورد نیاز است که دارای رابطه‌ای مشهور و معتبر برای شناسایی استانداردهای ملی و بین المللی به منظور ایجاد قابلیت ردیابی می‌باشد. طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳ سال ۱۳۷۸ با عنوان واژه‌ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه‌شناسی، کالیبراسیون علاوه بر ایجاد رابطه بین مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر صحیح یک کمیت، ارزیابی عدم قطعیت در نتایج نهایی (اندازه ده‌ها[2]) به منظور اندازه‌گیری تشکیل می‌شود. هرچند روش‌های ارزیابی عدم قطعیت خطاهای ناشی از فعالیت‌های اندازه‌گیری غیر قابل شمارشی را پوشش می‌دهد، یک CMM به طور واقعی می‌تواند عملکرد بسیار پیچیده داشته باشد در این گونه موارد، احتمالاً خطر برآورد غیر منطقی در مورد عدم قطعیت مرتبط با وظیفه‌کاری به وجود می‌آید.

هدف از تدوین این استاندارد، فراهم آوردن یک فن تجربی برای تسهیل ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری‌های CMM می‌باشد در این رویکرد تجربی اندازه‌گیری‌ها در همان روش اندازه‌گیری‌های واقعی انجام می‌شود، اما با قطعات‌کاری کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری با ابعاد و هندسه مشابه جایگزین اهداف ناشناخته اندازه‌گیری مورد بررسی قرار می‌گیرد. توصیف این فن تجربی برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری عنصر کلیدی برای این قسمت از این استاندارد می‌باشد.

استانداردسازی چنین روش‌هایی برای ارزیابی عدم قطعیت، شناخت متقابل فراگیر را از کالیبراسیون‌ها و دیگر نتایج اندازه‌گیری به کار می‌گیرد.

1- Coordinate measuring machines

2-Measurands

این استاندارد برای اندازه‌گیری غیر قابل جایگزین قطعات‌کاری و یا استانداردهای اندازه‌گیری هرگاه نتایج اندازه‌گیری با نشان CMM ارائه شود، قابل کاربرد است.
بنابراین این استاندارد برای اندازه‌گیری جایگزین قابل کاربرد می‌باشد. به عبارت دیگر در موقعیتی خلاف اندازه‌گیری غیر قابل جایگزین، یک استاندارد بررسی برای تصحیح خطاهای سیستماتیک CMM مورد استفاده

قرار می‌گیرد. این موضوع اخیر، عموماً عدم قطعیت اندازه‌گیری را کاهش داده و به طور خاص در زمینه کالیبراسیون گیج[1] اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد.
این استاندارد یکی از چندین روش ارزیابی عدم قطعیت را توصیف می‌کند که در استانداردهای بعدی در این زمینه مطرح می‌شود. به علت رویکرد تجربی، اجرای این امر ساده است و بیانات واقع بینانه در مورد عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری را فراهم می‌آورد.
محدودیت‌های این روش می‌توانند به صورت زیر خلاصه شوند:

- در دسترس بودن موارد مصنوعی با مشخصه‌های هندسی تعریف شده و مناسب،
- ثبات‌پذیری،
- هزینه‌های منطقی،
- امکان کالیبره شدن با عدم قطعیت کوچک و مناسب.

1-Gauge

ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- ماشین‌های اندازه‌گیری مختصات(CMM):
فن تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری- قسمت۳:
استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری برای نتایج اندازه‌گیری‌های بدست آمده توسط CMM (دستگاه اندازه‌گیری مختصات) و با استفاده از قطعات‌کار کالیبره شده یا استانداردهای اندازه‌گیری می‌باشد. این استاندارد، فن تجربی را برای تسهیل ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری‌های CMM فراهم می‌آورد که رویکرد آن (اندازه‌گیری‌های جایگزین) منجر به اندازه‌گیری‌هایی می‌شود که به همان روش، بصورت اندازه‌گیری‌های واقعی اما با قطعات‌کاری کالیبره شده با ابعاد و هندسه مشابه بجای قطعات‌کاری نامعلوم مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد.

اندازه‌گیری‌های غیرجایگزین در مورد CMMها همچنین مواردی به شرح زیر را پوشش می‌دهد:

- الزامات روش ارزیابی عدم قطعیت ،
- تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز،
- تصدیق مجدد و بررسی ما بین عدم قطعیت اندازه‌گیری.

یادآوری- ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری همواره به وظیفه اندازه‌گیری خاص مرتبط می‌باشد.

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 مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۶۷ سال ۱۳۸۷، ویژگی‌های هندسی محصول (GPS)- مفاهیم و الزامات عمومی برای تجهیزات اندازه گیریGPS

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۶۷ سال ۱۳۸۷، واژه ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه‌شناسی

2-3 ISO 10360-1:2000, Geometrical Product Specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM) — Part 1: Vocabulary

2-4 ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در ین استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳ و استانداردهای ISO10360-1 ، ISO/ IEC 98-3 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۳-۱

اندازه‌گیری غیر جایگزین

اندازه‌گیری که نشان ناصحیح CMM به عنوان نتیجه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۲

اندازه‌گیری جایگزین

اندازه‌گیری که هم قطعه‌کاری و هم استاندارد مورد تطبیق به منظور فراهم کردن تصحیح‌های اضافی برای خطاهای اضافی برای خطاهای سیستماتیک CMM مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد.

۴ نمادها

برای اهداف این استاندارد، نمادهای ارائه شده در جدول ۱ به کار می‌روند.

جدول ۱- نمادها

نماد	توصیف
b	خطای سیستماتیک مشاهده شده در حین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری
Δ_i	اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری شده و کالیبره شده استاندارد مورد تطبیق هنگامی که روش جایگزین به کار می‌رود
k	ضریب پوشش
l	ابعاد اندازه‌گیری شده
n	تعداد اندازه‌گیری های تکرار شده
T	میانگین دمای قطعه‌کاری یا استاندارد اندازه‌گیری
u_{cal}	عدم قطعیت استاندارد پارامتر قطعه‌کاری کالیبره شده یا استاندارد اندازه‌گیری
u_p	استاندارد روش اندازه‌گیری
u_b	عدم قطعیت استاندارد برای خطای سیتماتیک
u_w	عدم قطعیت استاندارد مرتبط با تغییرات در قطعات‌کاری کالیبره
u_{wp}	عدم قطعیت استاندارد مرتبط با تغییرات در خواص مکانیکی قطعات‌کاری کالیبره
u_{wt}	عدم قطعیت استاندارد مرتبط با تغییرات در CTE ها (ضرایب بسط حرارتی) قطعات‌کاری کالیبره نشده
u_α	عدم قطعیت استاندارد ضریب بسط حرارتی
U	عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط یافته
U_{cal}	عدم قطعیت بسط یافته قطعه کاری کالیبره شده یا استاندارد اندازه‌گیری
x_{cal}	مقدار پارامتر قطعه کاری کالیبره شده یا استاندارد اندازه‌گیری
y	نتایج اندازه‌گیری
y_i	نتایج اندازه‌گیری در حین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری
y_i^*	نشان‌های ناصحیح از CMM در حین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری هنگامی که روش جایگزین به کار می‌رود
	مقدار میانگین نتایج اندازه‌گیری

۵ الزامات

۵-۱ شرایط عملیات

قبل از شروع اندازه‌گیری‌ها، CMM در مرحله آغازین قرار داده شده و روش‌های اجرایی از قبیل پیکره بندی پروب[1] و احراز صلاحیت پروب مطابق با شرایط مشخص شده در دستورالعمل عملیاتی سازنده اجرا شود. بخصوص، تعادل حرارتی مناسب قطعه‌کاری (کالیبره شده) یا استاندارد اندازه‌گیری و CMM توصیه می‌شود، وجود داشته باشند.

برای اندازه‌گیری‌های ارائه شده در بند ۷-۲، شرایط محیطی و عملیاتی بیان شده توسط سازنده CMM و شرایط بیان شده در دستورالعمل کیفی کاربر باید به کارگرفته شود. بخصوص، کارکردهای جبرانی خطای موجود (از قبیل تصحیح‌های اعمال شده در نرم افزار کامپیوتری CMM) چنانچه بخصوص در دستورالعمل کیفی توصیف شده، باید فعال شود.

CMM باید ویژگی‌های سازنده یا درصورت اختلاف، ویژگی‌های ارائه شده در دستورالعمل‌های اجرایی را برای وظیفه اندازه‌گیری (کالیبراسیون مرتبط با وظیفه، به استاندارد ملی شماره ۱۰۹۶۷ رجوع شود) برآورده کند. بنابراین، کالیبره‌کردن تمامی مشخصه‌های اندازه شناختی CMM (کالیبراسیون فراگیر، به استاندارد ملی شماره ۱۰۹۶۷ رجوع شود)، ضروری نمی‌باشد.

۵-۲ شرایط تشابهی

این روش موارد تشابهی زیر را الزام می‌کند.

الف- ابعاد و هندسه قطعه‌کاری یا استاندارد اندازه‌گیری مورد استفاده در اندازه‌گیری‌های واقعی (به بند ۷-۲-۲ رجوع شود) و قطعه‌کاری کالیبره شده یا استاندارد اندازه‌گیری مورد استفاده در ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری (به بند ۷-۲-۳ رجوع شود).

یادآوری- شرایط تکرار شده برای مثال، موقعیت‌ها و جهت‌یابی می‌باشند.

ب- روش اندازه‌گیری ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری و اندازه‌گیری واقعی.

یادآوری- شرایط تکرار شده برای مثال، جابجایی، تغییر و بست زدن[2]، انقضای زمان بین نقاط پروب شده ، روش‌های بارگذاری و باربرداری، نیرو و سرعت اندازه‌گیری می‌باشند.

ج- شرایط محیطی (شامل تمامی تغییرات) در حین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری و اندازه‌گیری واقعی.

1-Probe
2-Clamping

یادآوری- شرایط تکرار شده برای مثال، دما، زمان پایداری دما و تصحیح‌های دمایی (در صورت استفاده) می‌باشد.

در جدول ۲، الزامات تشابهی ارائه شده است.

جدول ۲- الزامات تشابهی برای قطعات کاری یا استاندارد اندازه‌گیری و قطعات‌کاری کالیبره شده و یا استاندارد مورد استفاده در حین ارزیابی اندازه‌گیری عدم قطعیت اندازه‌گیری

موضوع	الزامات	
مشخصه‌های ابعادی	ابعاد	یکسان برای: - ٪۱۰ فراتر از ۲۵۰mm - ۲۵ mm زیر ۲۵۰mm
	زاویه‌ها	یکسان بین $\pm 5^\circ$
شکل خطای و بافت سطح	مشابه به لحاظ خواص عملکردی	
مواد (برای مثال بسط حرارتی، کشسانی و سختی)	مشابه به لحاظ خواص عملکردی	
راهبرد اندازه‌گیری	یکسان	
پیکره‌بندی پروب	یکسان	

- تشابه شرایط حرارتی درصورتی که شرایط بالا را برآورده کند برای اطمینان مورد بررسی قرار می‌گیرد. ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری مورد استفاده برای قطعات‌کاری کالیبره شده باید پوشش داده شود، بخصوص گستره دمایی که درحین اندازه‌گیری‌های قطعات‌کاری کالیبره شده غالب خواهند بود. در صورتی که تغییر ضریب بسط حرارتی قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده و یا استانداردها فرض بر معنادار بودن آنها باشد، این توزیع عدم قطعیت باید در نظر گرفته شود(به بند ۷-۳-۳ و ۷-۳-۴ رجوع شود).

برای برخی از CMMها، خطاهای مرتبط با تأثیرات پویا ممکن است با کاهش در فاصله رویکرد پروب معنادار شوند. برای خصوصیات درونی کوچک، برای مثال یک سوراخ، فاصله رویکرد پروب ممکن است توسط خصوصیت اندازه، محدود شود. بنابراین، توجه کافی به منظور حصول اطمینان از یکسان بودن فاصله رویکرد پروب باید در نظر گرفته شود.

۶ اصل ارزیابی عدم قطعیت با استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده

ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری یک توالی از اندازه‌گیری‌ها می‌باشد و به شیوه‌ای یکسان و تحت شرایط یکسان اندازه‌گیری‌های واقعی انجام می‌شود. تنها اختلاف این است که به جای قطعات‌کاری مورد اندازه‌گیری، یک قطعه‌کاری کالیبره شده یا بیشتر مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. تفاوت‌های بین نتایج به دست آمده توسط اندازه‌گیری و مقادیر کالیبراسیون معلوم در مورد این قطعات‌کاری کالیبره شده برای برآورد عدم قطعیت اندازه‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عدم قطعیت اندازه‌گیری از موارد جبرانی عدم قطعیت زیر تشکیل می‌شود.

الف- به لحاظ روش اجرایی اندازه‌گیری،

ب- از کالیبراسیون قطعه‌کاری کالیبره شده،

ج- به لحاظ تغییرات قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده (تغییر از انحرافات، ضریب انبساط و بافت سطح)

تأثیر کلی تمامی تغییرات در شرایط محیطی توصیه می‌شود شامل انجام ارزیابی قابل درک از عدم قطعیت اندازه‌گیری باشد.

۷ روش اجرایی

۷-۱ تجهیزات اندازه‌گیری

ارزیابی عدم قطعیت در مورد CMM با استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده، تجهیزات زیر را الزام می‌کند:

الف- نصب سوزن مرتبط با فعالیت،

ب- کمینه یک قطعه‌کاری کالیبره شده،

مشخصه‌های اندازه‌شناختی قطعات‌کاری کالیبره شده باید با عدم قطعیت معلوم و به طور مناسب پائین کالیبره شود تا شرایط وظیفه اندازه‌گیری برآورده شود.

احراز شرایط پروب برای هر کالیبراسیون باید مجدداً بیان شود.

عدم قطعیت بیان شده برای کالیبراسیون قطعات‌کاری کالیبره شده توصیه می‌شود برای راهبرد اندازه‌گیری به کار گرفته در حین اندازه‌گیری‌های واقعی و ارزیابی عدم قطعیت، معتبر باشد. برای مثال اندازه‌گیر در قطعه‌کاری کالیبره شده با اندازه‌گیر ارزیابی شده در فرایند عدم قطعیت اندازه‌گیری یکسان باشد.

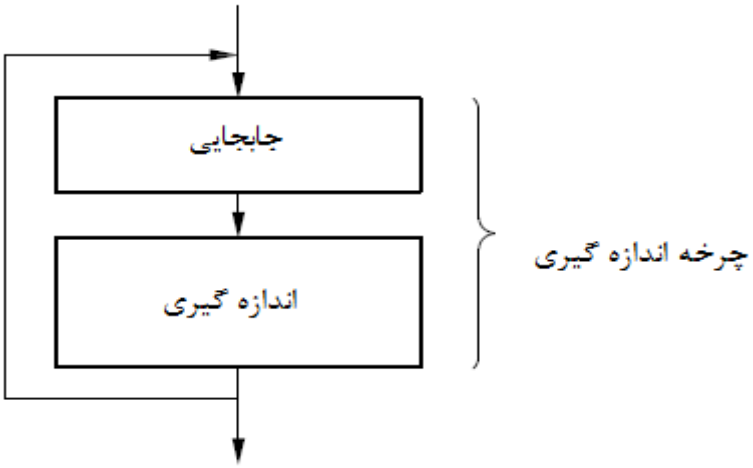
۷-۲ اجرا

۷-۲-۱ کلیات

کاربر CMM دارای درجه بالایی از آزادی برای طراحی روش اجرایی اندازه‌گیری (برای مثال راهبرد اندازه‌گیری) طبق الزامات فنی می‌باشد. این امر امکان پذیر است زیرا که روش اجرایی و شرایط اندازه‌گیری‌های واقعی با روش و شرایط در حین ارزیابی عدم قطعیت باید یکسان باشند.

۷-۲-۲ اندازه گیری واقعی

چرخه‌ای از یک اندازه‌گیری واقعی شامل جابجایی قطعات‌کاری و یک اندازه‌گیری یا بیشتر از قطعات‌کاری می‌باشد(به شکل ۱رجوع شود).



شکل۱- روش اجرایی اندازه‌گیری غیر جایگزین- چرخه اندازه‌گیری

موقعیت و جهت‌یابی قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده در گستره پوشش داده شده توسط ارزیابی عدم قطعیت، آزاد می‌باشد.

۷-۲-۳ ارزیابی عدم قطعیت

ارزیابی عدم قطعیت باید به صورت زیر انجام شود.

قطعات‌کاری کالیبره شده به جای قطعات‌کاری اندازه‌گیری می‌شوند. قطعات‌کاری کالیبره شده و قطعات‌کاری باید شرایط تشابهی مطرح شده در بند ۵-۲ را برآورده کند. روش‌های اجرایی خاص بارگذاری و بار برداری باید در حین ارزیابی عدم قطعیت اجرا شوند.

برای دستیابی به تعداد کافی از نمونه‌ها در ارزیابی عدم قطعیت، کمینه ۱۰ چرخه اندازه‌گیری و در کل تعداد کمینه ۲۰ اندازه‌گیری باید در مورد قطعات‌کاری کالیبره شده انجام شود. برای مثال، کل ۲۰ چرخه، کمینه می‌باشد. تنها اگر یک قطعه‌کاری کالیبره شده در هر چرخه، اندازه‌گیری شود.

در حین ارزیابی عدم قطعیت، موقعیت و جهت‌یابی قطعات‌کاری کالیبره شده به طور سیستماتیک در حدود ارائه شده توسط روش اجرایی اندازه‌گیری‌های واقعی، تغییر می‌کند.

همان‌گونه که در بند ۷-۲-۲ مشخص شده، چرخه اندازه‌گیری تمامی فعالیت‌های درگیر در اندازه‌گیری حقیقی را برای اطمینان از تشابه شرایط حرارتی شامل می‌شود. برای مثال چنین می‌توان دلالت کرد که CMM باید از طریق موقعیت‌های یکسان که به صورت اندازه‌گیری کامل انجام می‌شود، حرکت کند اگرچه

در حین ارزیابی عدم قطعیت تمامی قطعات‌کاری ممکن است در مرحله اولیه ارسال نشوند (اندازه‌گیری‌های گنگ[1])

۷-۳ محاسبه عدم قطعیت

۷-۳-۱ کلیات

در گواهینامه کالیبراسیون یا گزارش اندازه‌گیری، نتایج اندازه‌گیری، y و عدم قطعیت بسط یافته آن ، U ، باید به شکل فرم $y \pm U$ بیان شود که U با ضریب پوششی $k = ۲$ برای احتمال تقریبی پوششی ٪ ۹۵ تعیین می‌شود .

زمانی که اندازه‌گیری‌ها انجام می‌شوند، چهار موارد جبرانی عدم قطعیت باید به طور اساسی مورد توجه قرار گیرند و توسط عدم قطعیت‌های استاندارد زیر توصیف شوند:

u_{cal} عدم قطعیت استاندارد مرتبط با عدم قطعیت کالیبراسیون قطعه‌کاری کالیبره شده که در گواهی‌نامه کالیبراسیون بیان شده است.

u_p عدم قطعیت استاندارد مرتبط با روش اجرایی اندازه‌گیری به گونه‌ای که در زیر مورد ارزیابی قرار گرفته است.

u_b عدم قطعیت استاندارد مرتبط با خطای سیستماتیک فرایند اندازه‌گیری که با استفاده از قطعه‌کاری کالیبره شده ارزیابی می‌شود.

u_w عدم قطعیت استاندارد مرتبط با تغییرات مواد و ساخت (به لحاظ تغییرضریب انبساط، خطاهای شکل، زبری، حالت کشسانی و مومسانی)

عدم قطعیت اندازه گیری بسط یافته، u، برای هر پارامتر اندازه‌گیری شده از این سه عدم قطعیت استاندارد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$U=k\times\sqrt{u_{cal}^2+u_p^2+u_b^2+u_w^2}$$

ضریب پوششی، k، با انتخاب $k=۲$ برای احتمال پوششی ٪۹۵ پیشنهاد می‌شود.

در جدول ۳، موارد جبرانی عدم قطعیت برای اندازه‌گیری فهرست شده است.

1-Dummy measurments

جدول ۳- مؤلفه‌های عدم قطعیت و ملاحظات آن ها در ارزیابی عدم قطعیت

مؤلفه عدم قطعیت	روش ارزیابی (طبق GUM[a])	نماد
خطاهای هندسیCMM	A	در مجموع ارزیابی شده UP
دمای CMM		
انحراف[1] تدریجی CMM		
دمای قطعه کاری		
خطاهای سیستماتیک سیستم پروب		
تکرار پذیری CMM		
تفکیک پذیری مقیاس CMM		
گرادیان‌های دمایی CMM		
خطاهای تصادفی سیستم پروب		
تغییر عدم قطعیت پروب		
خطاهای تحمیلی توسط روش اجرایی (بست‌زدن، جابجایی و غیره)		
خطاهای تحمیلی توسط انحراف تدریجی		
خطاهای تحمیلی توسط راهبرد اندازه‌گیری		
عدم قطعیت کالیبراسیون برای قطعه‌کاری کالیبر شده	B	U_{cal}
تمامی عوامل جبرانی به u_p و محیط حرارتی در حین ارزیابی قطعه‌کاری کالیبره	B	U_b
تفاوت‌های مابین بین قطعات‌کاری و قطعه‌کاری کالیبره شده در موارد زیر: - زبری - شکل - ضریب انبساط حرارتی - قابلیت ارتجاعی	A یا B	U_w
یادآوری- فهرست موارد جبرانی عدم قطعیت ممکن است کامل و دقیق نباشد.		
a - ISO/IEC Guide 98-3		
1-Drift		

عدم قطعیت‌های استاندارد جداگانه به صورت زیر ارزیابی می‌شوند.

۷-۳-۲ عدم قطعیت استاندارد، u_{cal} ، در مورد قطعه‌کاری کالیبره شده

عدم قطعیت استاندارد، u_{cal} از عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط یافته U_{cal} و ضریب پوششی،K که در گواهینامه کالیبراسیون ارائه شده ارزیابی می‌شود.

$$u_{cal}=\frac{U_{cal}}{k}$$

برای اطمینان از عدم قطعیت کالیبراسیون که بیانگر همان اندازه‌گیر در اندازه‌گیری‌های مورد استفاده است توصیه می‌شود توجه دقیقی به بند ۳-۳-۲ در GUM (ISO/IEC Guide 98-3:2008) صورت گیرد.
در صورتی که این‌عمل انجام نشود اصطلاحات بیشتری از عدم قطعیت باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

۷-۳-۳ عدم قطعیت به لحاظ روش اجرایی اندازه‌گیری

۷-۳-۳-۱ عدم قطعیت استاندارد ، u_p ، در مورد روش اجرایی اندازه‌گیری

عدم قطعیت استاندارد ، u_p با فرمول زیر تعیین می‌شود.

$$u_p=\sqrt{\frac{1}{n\text{-}1}\sum_{i=1}^{n}(y_i\text{-}\bar{y})^2}$$

که در آن

$$\bar{y}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_i$$

و n تعداد اندازه‌گیری‌ها می‌باشد.

۷-۳-۳-۲ خطای سیستماتیک، b

در اکثر موارد، خطای سیستماتیک، b، بین مقدار نشان داده شده CMM، y_i و مقدار کالیبره شده قطعه‌کاری کالیبره شده، x_{cal} می‌تواند مشاهده شود.

$$b=\bar{y}\text{-}x_{cal}$$

طبق توصیه GUM ، نتایج اندازه‌گیری باید توسط مقدار تأثیرات سیستماتیک تصحیح شوند در برخی موارد که این کار عملی نیست، اندازه‌گیری ممکن است به صورت زیر بیان شود.

$$Y=y-b\pm U$$

این موضوع که مقادیر مجزا بطور جداگانه در گواهینامه کالیبراسیون فهرست شوند، دارای اهمیت است.

۷-۳-۳-۳ عدم قطعیت استاندارد، u_b ، در مورد خطای سیستماتیک

مقدارخطای سیستماتیک، b، با تعداد ۲۰ اندازه‌گیری‌های تکراری (یا بیشتر) بر روی قطعه‌کاری کالیبره شده انجام می‌شود. عدم قطعیت استاندارد مرتبط با b شامل عدم قطعیت استاندارد مقدار میانگین این اندازه‌گیری‌ها می‌باشد. این انحراف معیار استاندارد میانگین، کمیت آماری کوچک به علت الزامات برای کمینه تعداد ۲۰ اندازه‌گیری می‌باشد و در نتیجه در این روش اجرایی ارزیابی نادیده گرفته می‌شوند.

هر چند، عدم قطعیت استاندارد مرتبط با b همچنین شامل تاثیرگذاری عدم قطعیت در مقدار CTE برای قطعه‌کاری کالیبره شده می‌باشد این کمیت قابل اغماض نیست و باید (برای CMMها با و بدون جبران دمایی) شامل آن شود.

در این مورد عدم قطعیت، u_b، از معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$u_b=(t-20℃)\times u_a\times 1$$

که در آن:

u_a عدم قطعیت استاندارد ضریب انبساط قطعه‌کاری کالیبره شده است، معمولاً این همان عدم قطعیت استاندارد ضریب انبساط حرارتی قطعه‌کاری می‌باشد. در موارد خاصی که قطعه‌کاری کالیبره شده دارای CTE کالیبره شده و CMM مورد استفاده در فرایند ارزیابی اندازه‌گیری می‌باشد از جبران دمایی استفاده می‌شود. نماد u_a در فرمول، عدم قطعیت مرتبط با مقدار CTE کالیبره شده می‌باشد.

T میانگین دمایی قطعه‌کاری کالیبره شده در زمان استفاده از روش اجرایی ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری است.

L بعد اندازه‌گیری شده می‌باشد.

یادآوری۱- فرمول u_b مشابه فرمول u_{wt} می‌باشد این بررسی‌ها هم برای عدم قطعیت در CTE مربوط به قطعه‌کاری کالیبره شده و هم پراکندگی CTE ها در قطعات‌کاری کالیبره شده مورد اندازه‌گیری می‌باشند.

یادآوری۲- نماد u_b برای CMMهایی که هم از جبران دمایی استفاده می‌کنند و هم از جبران دمایی استفاده نمی‌کنند، ضروری می‌باشد. در مورد قبلی، این عدم قطعیت خطاهای مرتبط با جبران انبساط حرارتی ناصحیح را ارائه می‌دهد. در مورد دیگر، تفاوت بین CTE برای قطعه‌کاری کالیبره شده و مرکز توزیع CTE برای قطعه‌کاری کالیبره شده را نشان می‌دهد.

۴-۳-۷ عدم قطعیت استاندارد ، u_w ، از فرایند ساخت

تغییرات خطاهای شکل و زبری در نتیجه تغییر فرآیند ساخت می‌باشد و تغییرات کشسانی در نتیجه تغییر مواد و خواص سطح قطعات‌کاری کالیبره نشده می‌باشد که بر عدم قطعیت اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارد. عدم قطعیت استاندارد، U_{wp}، این تاثیرات را پوشش می‌دهد. خاطر نشان می‌شود استفاده از قطعه‌کاری کالیبره شده، توضیحات ذکر شده در مورد جبرانی‌های عدم قطعیت تا اندازه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورتی که قطعات‌کاری کالیبره شده چند گانه مورد استفاده قرار گیرد و تمامی قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده مطابق با خواص ذکر شده بالا در محدوده مورد نیاز باشد، این جبرانی ممکن است بی‌معنا طبقه بندی شده و بنابراین قابل اغماض باشد. بطور مشابه در صورتی که قطعات‌کاری کالیبره شده دارای تغییرات قابل اغماض باشد، پس این جبرانی ممکن است بی‌معنا طبقه‌بندی شده و بنابراین قابل اغماض باشد. در صورتی که موارد مرتبط با جبرانی‌های عدم قطعیت فراینده ساخت قابل اغماض نباشد، عوامل اضافی باید در u_{wp} مورد بررسی قرار گیرد. رواداری‌های مرتبط در شکل و زبری ممکن است این جبرانی‌ها را ارزیابی کند.

علاوه بر این، نتایج جبرانی‌های عدم‌قطعیت معنادار از تغییر ضریب انبساط حرارتی قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده می‌باشد. این کمیت، u_{wt} با معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$u_{wt}=(t-20°C)\times u_a \times 1$$

u_α عدم قطعیت استاندارد ضریب انبساط قطعات‌کاری می‌باشد این از طریق گستره ضریب انبساطی می‌تواند ارزیابی شود که توسط تامین‌کنندگان مواد ممکن است ارائه شود.

T میانگین دمای قطعه‌کاری در حین استفاده از روش اجرایی اندازه‌گیری و بر حسب درجه سلسیوس بیان می‌شود.

L بعد اندازه‌گیری شده می‌باشد.

بنابراین u_w به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$u_w=\sqrt{u_{wt}^2+u_{wp}^2}$$

۴-۷ به کارگیری روش جایگزین: توجهات خاص

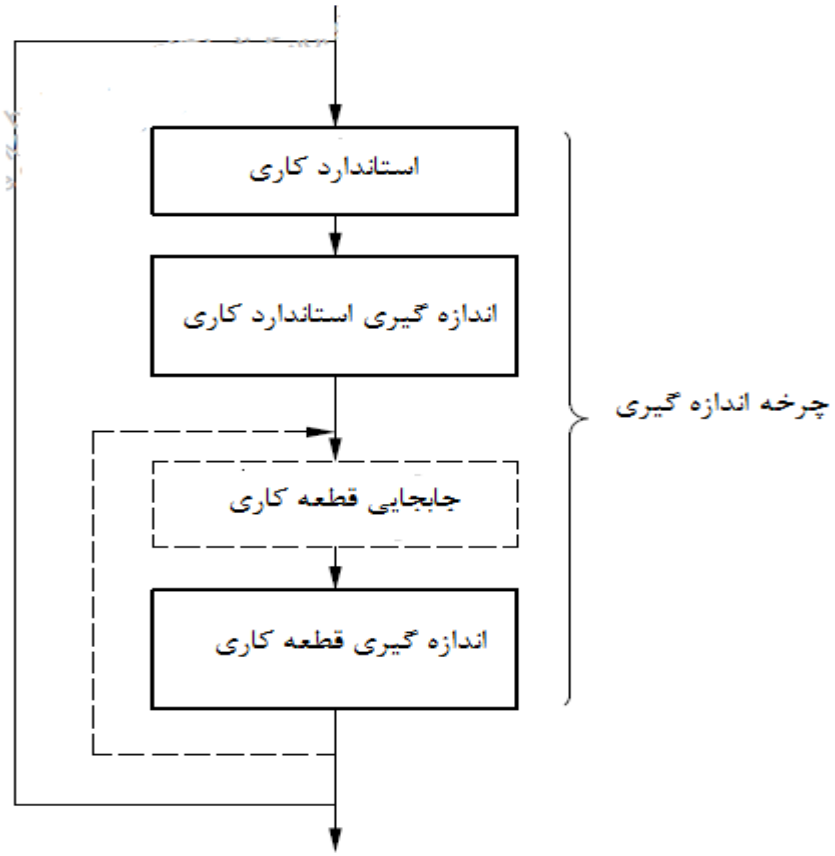
در برخی موارد، برای مثال کالیبراسیون سنجه ممکن است تاثیر خطاهای سیستماتیک CMM را تصحیح کند. برای این هدف، اندازه‌گیری یک استانداردکاری کالیبره شده اضافی یک چرخه اندازه‌گیری را شامل می‌شود (به شکل ۲ رجوع شود). با اندازه‌گیری این استانداردکاری به طور منظم و مقایسه مقدار کالیبره شده استانداردکاری با نشانه‌هایی از CMM، مقدار صحیح Δ_i مشتق می‌شود که سپس برای اندازه‌گیری قطعات‌کاری اعمال می‌شود. این روش اجرایی، روش جایگزین نامیده می‌شود.

روش مطرح شده برای ارزیابی عدم‌قطعیت اندازه‌گیری در این استاندارد برای روش جایگزین قابل کاربرد است، اما توجهات خاصی باید در نظر گرفته شود.

- نتایج اندازه‌گیری y_i در مورد ارزیابی عدم قطعیت (به بند ۷-۳-۳-۱ رجوع شود) باید تصحیحات، Δ_i، در نظر گرفته شود به طوری که برای مقادیر نشان داده شده از CMM، y_i به کار می‌رود و بصورت زیر نشان داده شده است.

$$y_i = y_i^* + \Delta_i$$

- عدم قطعیت باید روش اجرایی اندازه‌گیری را بطور کامل پوشش دهد، بنابراین اندازه‌گیری استانداردکاری و هر جابجایی اضافی باید شامل ارزیابی عدم قطعیت باشد.
- استانداردکاری بخش ذاتی روش اجرایی اندازه‌گیری می‌باشد. عدم قطعیت کالیبراسیون آن در روش اجرایی تجربی مورد توجه و بررسی قرار می‌گیرد. هیچ جبرانی عدم قطعیت اضافی نیاز به اضافه شدن ندارد.
- استانداردکاری نباید به عنوان قطعه‌کاری کالیبره شده در حین ارزیابی عدم قطعیت مورد استفاده قرار گیرد. متمایز کردن آشکار بین استانداردکاری برای تصحیح و قطعه‌کاری کالیبره شده برای تحلیل فرایند اندازه‌گیری ضروری می‌باشد.



شکل ۲ – روش اجرایی اندازه‌گیری جایگزین - چرخه‌ی اندازه‌گیری

۸ تصدیق مجدد عدم قطعیت اندازه گیری

توصیه می‌شود، ارزیابی عدم قطعیت به گونه‌ای که در بند ۷-۲-۳ مشخص شده است به طور منظم تکرار شود.

۹ بررسی بینابین عدم قطعیت اندازه‌گیری

بررسی فیمابین ساده‌سازی ارزیابی عدم‌قطعیت می‌باشد (به بند ۷-۲-۳ رجوع شود) به طوری که قطعات‌کاری کالیبره شده در یک روند نمونه‌برداری آماری برای اندازه‌گیری قطعات‌کاری جایگزین می‌شوند. و این امر مورد بررسی قرار می‌گیرد که آیا فرضیاتی که در رابطه با تغییرات طولانی مدت در شرایط اندازه‌گیری ایجاد شده است، بخصوص دما هنوز معتبر می‌باشد. فواصل زمانی بین بررسی‌های فیمابین توسط کاربر CMM مشخص می‌شوتد. آنها به عدم قطعیت اندازه‌گیری مورد نیاز و شرایط محیطی وابسته هستند.
در یک بررسی فیمابین قطعات‌کاری کالیبره شده برای قطعات کاری مورد اندازه‌گیری در روند نمونه‌برداری جایگزین می‌شود. انحراف بین مقدار کالیبراسیون برای قطعات‌کاری و مقدار اندازه‌گیری شده متناظر در چنین بررسی فیمابین باید کوچکتر از عدم قطعیت بسط یافته بیان شده U باشد. در صورتی که این مورد وجود نداشته باشد و دلیلی برای زوال این عدم قطعیت پیدا و راه حلی نشود باید تصدیق مجدد انجام پذیرد.

یادآوری- این روند نمونه‌برداری به معنای اطمینان از تمامی موقعیت‌ها ،جهت‌یابی‌ها و ابعاد قطعات‌کاری مورد اندازه‌گیری است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

پیوست الف

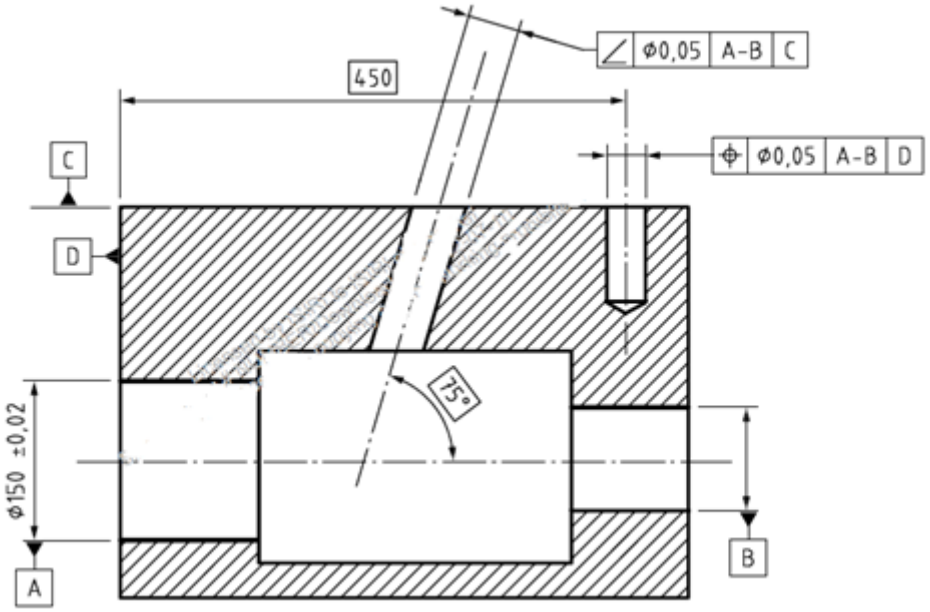
(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از کاربرد

الف -۱ مثال ۱: اندازه‌گیری جایگاه پمپ

الف-۱-۱ خلاصه برنامه

برای تضمین کیفیت، CMM در خط تولید برای جایگاه‌های پمپ منسجم می‌شود. برای حصول اطمینان از کیفیت قطعه مورد نظر و برآورده کردن سیستم کیفیت باید عدم قطعیت‌های وظیفه خاص در اغلب اندازه‌گیری‌های بحرانی اجرا شده درخط تولید، شناخته و باید در نسبت قابل قبولی برای رواداری مربوطه برای قطعه مورد نظر باشد. شکل الف ۱ ترسیم ساده‌ای از جایگاه پمپ را نشان می‌دهد.



شکل الف ۱ – ترسیم فنی جایگاه پمپ (ساده شده)

الف- ۱ -۲ روش اجرایی ارزیابی عدم قطعیت تجربی

روش اجرایی به صورت زیر می‌باشد.

مرحله ۱

یک قطعه‌کاری از مجموعه‌های تولید با دقت بالای CMM در محیط آزمایشگاه کالیبره می‌شود. این عمل برای مثال می‌تواند با فراهم کردن خدمتی که قابلیت مشروع عدم قطعیت معتبر برای هر پارامتر اندازه‌گیری شده را داشته باشد، انجام شود. قابلیت ردیابی این کالیبراسیون باید مستند شود.

راهبرد اندازه‌گیری تا حد امکان باید تعریف GPS در مورد خصوصیت مشخص شده در ترسیم را انعکاس دهد. به طور کلی این به معنای تعداد نسبتاً زیادی از نقاط پروب می‌باشد، نتایج یک قطعه‌کاری کالیبره شده است که تمامی پارامترهای x_i، عدم قطعیت‌های $U_{cal}(x_i)$ را بیان می‌کنند.

گواهینامه کالیبراسیون برای قطعه‌کاری در جدول الف۱ ارائه شده است.

جدول الف ۱- عنوان

پارامتر	اندازه‌گیری			
	قطر mm	زاویه دار بودن mm	موقعیت mm	....
x_i	۱۵۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۳۸	....
$U_{cal}(x_i)$	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۳۰	....

مرحله۲

قطعه‌کاری کالیبره شده در CMM در خط تولید با استفاده از راهبرد اندازه‌گیری مناسب برای اندازه‌گیری در تولید، به طور کلی برای دلایل اقتصادی و کاهش تعداد نقاطی که پروب می‌شوند، اندازه‌گیری می‌شود.

این اندازه‌گیری کمینه ۲۰ بار تحت شرایط گوناگون (نوبت‌های‌کاری گوناگون، شرایط مختلف حرارتی و غیره) بر طبق بند ۵-۲ تکرار می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها توصیه می‌شود بطور ایده‌آل در زمان طولانی‌تری انجام شود.

نتایج بر طبق فرمول ارائه شده در بند ۷-۳ جمع‌آوری و ارزیابی می‌شوند. جدول الف -۲ نتایج ارزیابی عدم قطعیت تجربی را نشان می‌دهد.

جدول الف ۲- نتایج ارزیابی عدم قطعیت تجربی

ردیف	تاریخ/ زمان	کاربر	اندازه‌گیری			
			قطر mm	زاویه داربودن mm	موقعیت mm	
۱	2003-03-22 07:33am	A	۱۵۰/۰۰۳۷	۰/۰۱۳۴	۰/۰۱۴۴	...
۲	2003-03-22 08:23am	A	۱۵۰/۰۰۴۳	۰/۰۱۶۴	۰/۰۱۳۴	...
۳	2003-03-22 10:02am	A	۱۵۰/۰۰۳۰	۰/۰۱۷۴	۰/۰۱۴۴	...
۴	2003-03-22 01:55am	B	۱۵۰/۰۰۲۱	۰/۰۲۰۰	۰/۰۱۳۳	...
۵	2003-03-22 02:13am	B	۱۵۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۵۳	...
۶	2003-03-27 06:08am	B	۱۵۰/۰۰۳۹	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۴۲	...
۷	2003-03-27 07:11am	B	۱۵۰/۰۰۳۲	۰/۰۱۷۴	۰/۱۴۴	...
۸	2003-03-27 02:13am	A	۱۵۰/۰۰۲۷	۰/۰۱۷۴	۰/۰۱۳۴	...
۹	2003-03-27 02:44am	A	۱۵۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۶۹	۰.۱۳۹	...
۱۰	2003-03-27 05:14am	A	۱۵۰/۰۰۳۲	۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۳۳	...
۱۱	2003-03-28 07:13am	C	۱۵۰/۰۰۲۱	۰/۰۱۶۶	۰/۰۱۴۶	...
۱۲	2003-03-28 09:02am	C	۱۵۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۶۴	۰/۰۱۴۴	...
۱۳	2003-03-28 09:12am	C	۱۵۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۴۳	...
۱۴	2003-03-28 10:02am	C	۱۵۰/۰۰۳۰	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۴۵	...
۱۵	2003-03-28 11:32am	B	۱۵۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۹۸	۰/۰۱۳۸	...
۱۶	2003-03-28 02:13am	B	۱۵۰.۰۰۳۴	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۳۶	...
۱۷	2003-03-28 03:13am	B	۱۵۰/۰۰۲۲	۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۳۳	...
۱۸	2003-03-28 03:40am	B	۱۵۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۲۹	...
۱۹	2003-03-28 04:20am	B	۱۵۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۸۸	۰/۰۱۲۸	...
۲۰	2003-03-28 06:11am	A	۱۵۰/۰۰۳۰	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۲۹	...
عدم قطعیت کالیبراسیون U_{cal} (به بند ۷-۳-۲ رجوع شود)			۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۳۰	...
عدم قطعیت کالیبراسیون استاندارد u_{cal} (به بند ۷-۳-۲ رجوع شود)			۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۵	...
روش عدم قطعیت u_p (به بند ۷-۳-۳-۱ رجوع شود)			۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۷	...
مقدار کالیبره شده x_{cal} (به بند ۷-۳-۳-۲ رجوع شود)			۱۵۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۳۸	...
مقدار میانگین $\bar{y}$			۱۵۰/۰۰۲۹	۰/۰۱۷۸	۰/۰۱۳۹	...
خطای سیتماتیک b			۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۱	...
عدم قطعیت مرتبط با خطای سیستماتیک u_b			۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵	...

مرحله ۳

سرانجام، جبران‌کننده عدم قطعیت ، u_w، باید برآورد شود (به جدول الف ۳ رجوع شود) در این مثال، قطعه‌کاری کالیبره شده نمایانگر کل بهر[1] محصول با توجه به شکل و خواص سطح می‌باشد.
بنابراین، تنها تغییر ممکن ضریب انبساط بطور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول الف ۳- برآورد جبران کننده عدم قطعیت

جبران کننده عدم قطعیت قطعه‌کاری	اندازه‌گیری			
	قطر mm	زاویه دار بودن mm	موقعیت mm	
u_{wp}	بی‌معنا	بی‌معنا	بی‌معنا	۰۰۰
u_{wt}	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵	۰۰۰
u_w	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵	۰۰۰

الف -۱-۳ نتیجه عدم قطعیت

نتیجه عدم قطعیت بسط یافته از فرمول ارائه شده در بند ۷-۳-۱ محاسبه می‌شود که منجر به عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری برای هر جبران‌کننده می‌شود (به جدول الف-۴ رجوع شود).

جدول الف ۴- نتایج عدم قطعیت اندازه‌گیری توسط جبران کننده

جبران کننده	اندازه‌گیری			
	قطر mm	زاویه دار بودن mm	موقعیت mm	۰۰۰
U_{cal}	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۵	۰۰۰
U_P	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۷	۰۰۰
U_w	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵	۰۰۰
U_b	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵	۰۰۰
U(K=2)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰۰۰

این عدم قطعیت‌های بسط یافته برای هر پارامتر با تمامی قطعات‌کاری اندازه‌گیری شده تعیین می‌شوند.

1- lot

برای مثال آنها می‌توانند برای تطبیق تصمیمات بر اساس استاندارد ملی ۱-۹۹۷۳ مورد استفاده قرار گیرند.

الف-۱-۴ بررسی بینابین

یکبار در هفته، قطعه‌کاری کالیبره شده برای یک قطعه کاری مورد اندازه‌گیری، جایگزین می‌شود. به منظور اعتباردهی به عدم قطعیت اندازه‌گیری بیان شده، مقدار کالیبره شده برای قطعه‌کاری کالیبره شده با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه می‌شود. تفاوت بین آنها نباید از عدم قطعیت بسط یافته، U فراتر رود.

الف -۲ مثال ۲: کالیبراسیون گیج‌های حلقه‌ای در CMM آزمایشگاهی

الف-۱-۲ خلاصه برنامه

آزمایشگاه کالیبراسیون یک شرکت خودرو ساز، گیج‌های حلقه‌ای در اندازه‌گیری بسیار مشابه را درکمیت‌های بزرگ در یک CMM برای مقاصد درونی کالیبره می‌کند. CMM برای کاهش خطاهای سیستماتیک CMM، از یک استانداردکاری کالیبره شده در فرایند جایگزینی استفاده می‌شود (به بند ۷-۴ رجوع شود). استانداردکاری، به طور ثابت به CMM اتصال می‌یابد در حالی که گیج‌های مورد اندازه‌گیری به صفحه قابل تغییر متصل می‌شوند. در حین استفاده از این روش اجرایی CMM استانداردکاری را قبل و بعد از اندازه‌گیری صفحه گیج‌های حلقه‌ای مورد کالیبراسیون، اندازه‌گیری می‌کند.

مقدار کالیبره شده استانداردکاری منهای میانگین دو مقدار مشاهده شدهٔ استانداردکاری به عنوان یک تصحیح به مقدار مشاهده شده هر گیج بر روی صفحه اضافه می‌شود.

الف -۲-۲ روش اجرایی برای ارزیابی عدم قطعیت تجربی

روش اجرایی بصورت زیر می‌باشد :

مرحله ۱

یک گیج حلقه‌ای اضافی بطور مستقل در یک آزمایشگاه تایید صلاحیت شده در بیرون از شرکت کالیبره می‌شود. این گیج حلقه‌ای به عنوان " قطعه‌کاری کالیبره شده" تعریف می‌شود.

مرحله ۲

پس از این‌که اندازه‌گیری‌های رایج بر روی CMM به صورت کامل انجام شد، یکی از گیج‌های حلقه‌ای منظم که قرار است کالیبره شود حال به وسیله قطعه‌کاری کالیبره شده جایگزین می‌شود و کل فرایند اندازه‌گیری (شامل اندازه‌گیری‌های جایگزین در مورد استانداردکاری) تحت شرایط گوناگون ۲۰ بار اجرا می‌شود (به بند ۵-۲ رجوع شود). هر بار، یک گیج متفاوت بر روی صفحه توسط قطعه‌کاری کالیبره شده جایگزین می‌شود.

مقدار تصحیح تعیین شده توسط اندازه‌گیری‌های استانداردکاری برای نتایج قطعه‌کاری کالیبره شده در همان روند برای دیگر گیج‌های حلقه‌ای اعمال می‌شود.

نتایج طبق فرمول مشخص شده در بند ۷-۳ جمع‌آوری و ارزیابی می‌شوند. جدول الف ۵ نتایج را نشان می‌دهد.

جدول الف۵- نتایج ارزیابی عدم قطعیت تجربی

ردیف	زمان تاریخ/	کاربر	y_i^*	Δ_i	y_i
۱	2003-04-22 07:33am	A	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۱	۵۰/۰۰۱۴
۲	2003-04-22 08:23am	A	۵۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۳	۵۰/۰۰۱۸
۳	2003-04-22 10:02am	A	۴۹/۹۹۹۸	۰/۰۰۱۵	۵۰ /۰۰۱۳
۴	2003-04-22 01:55am	A	۴۹ /۹۹۹۸	۰/۰۰۱۹.	۵۰/۰۰۱۷
۵	2003-04-22 02:13am	A	۴۹ /۹۹۹۹	۰/۰۰۱۴	۵۰/۰۰۱۳
۶	2003-04-27 06:08am	B	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۲	۵۰/۰۰۱۵.
۷	2003-04-27 07:11am	B	۵۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۴	۵۰/۰۰۱۷
۸	2003-04-27 02:13am	A	۵۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۶	۵۰/۰۰۱۷
۹	2003-04-27 02:44am	A	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۹	۵۰/۰۰۱۲
۱۰	2003-04-27 05:14am	A	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۲	۵۰/۰۰۱۵
۱۱	2003-04-28 07:13am	B	۵۰/۰۰۰۵	۰ /۰۰۱۳	۵۰/۰۰۱۸
۱۲	2003-04-28 09:02am	B	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۴	۵۰/۰۰۱۷
۱۳	2003-04-28 09:12am	A	۵۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۸	۵۰/۰۰۱۳
۱۴	2003-04-28 10:02am	A	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۴	۵۰/۰۰۱۷
۱۵	2003-04-28 11:32am	B	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۵	۵۰/۰۰۱۸
۱۶	2003-04-28 02:13am	B	۵۰.۰۰۰۷	۰/۰۰۱۵	۵۰/۰۰۲۲
۱۷	2003-04-28 03:13am	B	۵۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۳	۵۰/۰۰۲۱
۱۸	2003-04-28 03:40am	B	۵۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۱	۵۰/۰۰۱۴
۱۹	2003-04-28 04:20am	B	۵۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۲	۵۰/۰۰۱۳
۲۰	2003-04-28 06:11am	A	۵۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۴	۵۰/۰۰۱۷
عدم قطعیت کالیبراسیون U_{cal} (به بند ۷-۳-۲ رجوع شود)					۰/۰۰۰۴
عدم قطعیت کالیبراسیون استاندار u_{cal} (به بند ۷-۳-۲ رجوع شود)					۰/۰۰۰۲
روش اجرایی عدم قطعیت u_p (به بند ۷-۳-۳-۱ رجوع شود)					۰/۰۰۰۳
مقدار کالیبره شده x_{cal} (به بند ۷-۳-۳-۲ رجوع شود)					۵۰/۰۰۱۷
مقدار میانگین $\bar{y}$ (به بند ۷-۳-۳-۱ رجوع شود)					۵۰/۰۰۱۶
خطای سیتماتیک b (به بند ۷-۳-۳-۲ رجوع شود)					-۰/۰۰۰۱
عدم قطعیت مرتبط با خطای سیستماتیک، u_b					قابل اغماض

مرحله ۳

قطعه‌کاری کالیبره شده یک گیج حلقه‌ای جدید می‌باشد که در تولید مورد استفاده قرار نگرفته است در حالی‌که بسیاری از گیج‌های حلقه‌ای که قرار است بر روی CMM کالیبره شوند، برخی از علائم خوردگی بر روی سطح را نشان می‌دهند. آزمون‌ها نشان می‌دهند که تجدیدپذیری اندازه‌گیری بر روی گیج‌های حلقه‌ای استفاده شده، نسبت به گیج‌های حلقه‌ای جدید موقعیت نامطلوب‌تری دارند. از داده‌های آزمون، یک جبران کننده عدم قطعیت اضافی، u_{wp}= ۰/۰۰۰۲mm، برآورده می‌شود. آزمایشگاه با دمایی در محدوده $\pm$۰/۵k کنترل می‌شود. بنابراین جبرانی به لحاظ عدم قطعیت ضریب انبساط حرارتی، u_{wt}، و u_b تشخیص داده شده است که قابل اغماض است.

الف-۲-۳ نتیجه‌گیری عدم قطعیت

عدم قطعیت بسط یافته نتیجه‌گیری شده از فرمول ارائه شده در بند ۷-۳-۱ محاسبه می‌شود که منجر به یک عدم قطعیت بسط یافته (۲K=) U=۰/۰۰۰۸ می‌شود. این عدم قطعیت به هر گیج حلقه‌ای با قطر اسمی بین ۲۵ mm و۷۵mm اختصاص داده می‌شود و بر روی این CMM کالیبره می‌شود. (به شرایط تشابهی ارائه شده در بند ۵-۲ رجوع شود).

الف-۲-۴ بررسی فیمابین

هنگامی که گیج‌های حلقه‌ای بر روی CMM کالیبره می‌شوند قطعه‌کاری کالیبره شده بطور منظم برای یک قطعه‌کاری مورد اندازه‌گیری، جایگزین می‌شود. برای اعتباردهی به عدم قطعیت اندازه‌گیری بیان شدهٔ قطعه‌کاری کالیبره با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه می‌شود. این اختلاف نباید از عدم قطعیت بسط یافته ، U فراتر رود.

پیوست ب
(اطلاعاتی)

رابطه با الگوی ماتریس GPS

ب-۱ کلیات

برای جزئیات کامل در بارهٔ الگوی ماتریس GPS به استاندارد ISO/TR 14638 رجوع شود.

هدف اصلی از ISO/GPS ارائه شده در استاندارد ISO /TR 14638 مروری برسیستم ISO/GPS را بیان می‌کند که این استاندارد قسمتی از آن محسوب می‌شود. قواعد اساسی ISO /GPS ارائه شده در استاندارد ملی شماره ۱۱۲۱۱ برای این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. قواعد تصمیم‌گیری پیش‌فرض ارائه شده در استاندارد ISO 14253-1 در مورد ویژگی‌های تعیین شده منطبق با این استاندارد اعمال می‌شود، مگر خلاف آن معین شده باشد.

ب -۲ اطلاعات در مورد این استاندارد و استفاده از آن

این استاندارد، ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری برای نتایج اندازه‌گیری‌های بدست آمده توسط CMM را با استفاده از قطعات‌کاری کالیبره شده مشخص می‌کند.

ب -۳ جایگاه در الگوی ماتریس GPS

این استاندارد یکی از استانداردهای ملی ایران در رابطه با "ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)" است که بر پیوند زنجیره ای ۶ در زنجیره استاندارد ها در ارتباط با اندازه[۱]، فاصله[۲]، شعاع[۳]، زاویه[۴]، شکل[۵]، جهت‌یابی[۶]، موقعیت[۷]، دویدگی[۸] و مبناها[۹] بر ماتریس عمومی GPS تأثیرگذار است و در شکل ب۱ ترسیم شده است.

ب -۴ استاندارد های مرتبط

استانداردهای ملی و بین‌المللی مرتبط، استانداردهایی هستند که در زنجیره‌ی استانداردها در شکل ب۱ نشان داده شده است.

1-Size
2- Distance
3-Radius
4-Angle
5-Form
6-Orientation
7-Location
8-Datums
9-Datums

استانداردهای فراگیر GPS

استانداردهای اصلی GPS	استانداردهای عمومی GPS						
	شمارهٔ ارتباط زنجیره‌ای	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	اندازه						
	فاصله						
	شعاع						
	زاویه						
	شکل خط مستقل از مبنا[۱]						
	شکل خط وابسته به مبنا[۲]						
	شکل سطح مستقل از مبنا[۳]						
	شکل سطح وابسته به مبنا[۴]						
	جهت‌یابی						
	موقعیت						
	دویدگی دورانی[۵]						
	دویدگی کل[۶]						
	مبناها						
	نیمرخ زبری[۷]						
	نیمرخ موجی[۸]						
	نیمرخ اولیه[۹]						
	نواقص سطح[۱۰]						
	لبه‌ها[۱]						

شکل ب ۱- جایگاه درالگوی ماتریس GPS

1- Form of line independent of datum
2- Form of line dependent of datum
3- Form of surface independent of datum
4- Form of surface dependent of datum
5- Circular run-out
6- Total run-out
7- Roughness profile
8- Waviness profile
9- Primary profile
10- Surface imperfections

کتابنامه

[۱] استاندارد ملی به شماره۱۱۲۱۱ سال ۱۳۸۷، نقشه‌های فنی- اصول بنیادی رواداری گذاری

[۲] استاندارد ملی به شماره ۱۰۹۶۷ سال ۱۳۸۷، ویژگیهای هندسی محصول GPS مفاهیم و الزامات عمومی برای تجهیزات اندازه گیری GPS

[۳] استاندارد ملی به شماره ۱-۹۹۷۳ سال ۱۳۸۶، ویژگیهای هندسی محصول (GPS) بازرسی به وسیله اندازه‌گیری قطعه‌های کار و تجهیز اندازه‌گیری - قسمت اول - قواعد تصمیم گیری اثبات انطباق یا عدم انطباق با ویژگی‌ها

[4] I SO/TR 14638, Geometrical product specification (GPS) — Masterplan

11- Edges