



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۵۷۰

چاپ اول

INSO

14570

1st. Edition

شوک و ارتعاش مکانیکی – پارامترهای
عملکرد برای پایش وضعیت سازه ها

**Mechanical vibration and shock —
Performance parameters for condition
monitoring of structures**

ICS:91.120.25;17.160

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

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

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« شوک و ارتعاش مکانیکی – پارامترهای عملکرد برای پایش وضعیت سازه ها »

رئیس:

سیدی نیکی، کیوان
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و / یا نمایندگی

عضو هیات علمی سازمان پژوهش‌های
علمی و صنعتی ایران

دبیر:

راعی، جلال
(کارشناسی ارشد مدیریت)

عضو هیات علمی دانشکده برق
دانشگاه هوایی شهید ستاری و
کارشناس استاندارد

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

افراز، شهاب
(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

مدیر تدوین شرکت مهندسی سیستم-
های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

اصلانی منش، محمد
(دکترای مهندسی مکانیک)

محقق مهندسی قابلیت اعتماد

حسن آبادی، سیاوش
(کارشناسی ارشد زبان انگلیسی)

عضو هیات علمی دانشگاه هوایی و
کارشناس استاندارد

حکیمی زاده، صدف
(کارشناسی ارشد مترجمی زبان)

کارشناس شرکت مهندسی سیستم-
های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

شهابی، حامد
(کارشناسی برق الکترونیک)

کارشناس
شرکت خدمات فنی و مهندسی نهال

صفی صمغ آبادی، محمد
(کارشناس مهندسی برق)

کارشناس شرکت مهندسی سیستم-
های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

فرحانی، فواد
(دکترای مهندسی مکانیک)

عضو هیئت علمی سازمان
پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

قربان اشرفی، افشین
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر عامل
شرکت خدمات فنی و مهندسی نهال

نصرتی، ایمان
(کارشناس مهندسی مکانیک)

مدیر فنی
پایکار بنیان پنل

وزیری، احسان
(لیسانس فیزیک)

کارشناس شرکت بخش‌های فنی
خودکار توازن

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ پارامترها و حدود پایش
۴	۴-۱ نوع پارامتر عملکرد
۵	۴-۲ نوع اندازه گیری و تشخیص
۵	۴-۳ عدم قطعیت در اندازه گیری پارامترهای پایش شده
۵	۴-۴ منابع خطا و عدم قطعیت
۶	۴-۵ عوامل موثر در تعیین حدود
۸	۵ روش اجرایی اندازه گیری و پردازش داده ها
۸	۵-۱ روش های اندازه گیری
۸	۵-۲ عملی بودن اندازه گیری
۸	۵-۳ شرایط محیطی هنگام اندازه گیری ها
۸	۵-۴ نرخ کسب داده ها
۹	۵-۵ سابقه ی پارامترهای پایش شده
۹	۵-۶ مکان های اندازه گیری
۱۰	۶ تشخیص عیب
۱۰	۶-۱ روش اجرایی برای تشخیص عیب
۱۰	۶-۲ معیارهای تشخیص عیب
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی) مثال های پارامترهای عملکرد و مبدل ها و سیستم های اندازه گیری
۱۲	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «شوک و ارتعاش مکانیکی - پارامترهای عملکرد برای پایش وضعیت سازه‌ها» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط «شرکت مهندسی سیستم‌های قابلیت اعتماد توازن» تهیه و تدوین شده و در یکصد و شصت و ششمین اجلاس کمیته‌ی ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۰/۹/۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 16587:2004, Mechanical vibration and shock — Performance parameters for condition monitoring of structures

شوگ و ارتعاش مکانیکی – پارامترهای عملکرد برای پایش وضعیت سازه‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد توصیف پارامترهای عملکرد برای ارزیابی وضعیت سازه‌ها است. این پارامترها شامل انواع اندازه‌گیری، فاکتورهای تنظیم برای حدود عملکرد قابل قبول، پارامترهای کسب داده‌ها برای ساخت پایگاه‌های داده‌های متحدالشکل، و راهنمای اندازه‌گیری ملی مورد قبول (برای مثال واژه شناسی، کالیبراسیون مبدل، نصب مبدل و روشهای تابع انتقال مورد تأیید) می‌باشد.

این روش‌های اجرایی به پایش حین خدمت سازه‌ها ارتباط دارد، و شامل تمام اجزا و زیرمجموعه‌هایی است که برای فراهم نمودن انجام وظیفه‌ی سازه به عنوان یک مقوله‌ی کامل، ضروری اند. مقصود از این پایش، پایشی مداوم در طول چرخه‌ی عمر سازه است.

یادآوری ۱- شکل ۱، فلوجارتی است برای نشان دادن این که استاندارد چگونه کاربر را از نیاز ابتدایی مشتری برای پایش وضعیت سازه‌ها به نقطه‌ای می‌رساند که پارامترهای عملکرد نظیر آن انتخاب می‌شوند. استانداردهای بعدی به نحوه‌ی اندازه‌گیری و پردازش این پارامترها می‌پردازد.

پیش فرض این استاندارد نیاز «سطح بالا» به پایش وضعیت سازه‌های از قبل موجود است.

یادآوری ۲- برخی راهنمایی‌های مفید در رابطه با شناسایی این نیاز، به وسیله‌ی شناسایی دارایی و ممیزی‌های قابلیت اطمینان/ بحرانی بودن^۱ در استاندارد ISO 17359 آمده است.

صنایع هدف برای این استاندارد عبارتند از:

- ساختمان
- زیرساخت
- حمل و نقل
- تولید برق
- نفت و گاز، و
- تفریح و سرگرمی

این استاندارد برای سازه‌های ایستا از قبیل موارد زیر قابل اجراست

- ساختمان‌ها
- پل‌ها و تونل‌ها
- برج‌ها، دکل‌ها و آنتن‌ها
- مخازن و سیلوها

- سدها و دیوارهای پشت بند
- اسکله‌ها و دیگر سازه‌های ساحلی
- سکوه‌های حفاری فراساحلی
- مخزن‌های فشار، و
- خطوط لوله

سازه‌های غیرایستا (برای مثال کشتی‌های خود کششی) و سازه‌های متحرک (برای مثال سکوه‌های حفاری فراساحلی) در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارند.

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 تجدید نظرهای 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 مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹: سال ۱۳۹۰، شوک و ارتعاش مکانیکی، پایش وضعیت- واژه‌نامه

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹: ۱۳۹۰، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز بکار می‌رود.

۱-۳

defect

عیب

structural defect

عیب سازه‌ای

رخدادی است که هنگام تنزل وضعیت هر کدام از اجزای یک سازه یا مجموعه‌ی آن‌ها یا بروز رفتاری غیرعادی از آنها روی می‌دهد.

یادآوری - این عیب ممکن است به وقوع خرابی سازه منجر شود.

failure**وقوع خرابی****structural failure****وقوع خرابی سازه‌ای**

پایان قابلیت یک سازه برای انجام وظیفه‌ی الزامی خود

یادآوری - این اتفاق عموماً هنگامی روی می‌دهد که یک یا چند جزء از یک سازه در وضعیتی معیوب، یا در حالت حدی خدمت یا حالت حدی نهایی قرار داشته باشند. همچنین، وقوع خرابی رخدادی است که از خرابی که یک حالت است، متمایز می‌باشد.

performance parameter**پارامتر عملکرد****structural performance parameter****پارامتر عملکرد سازه‌ای**

یک یا چند کمیت ویژگی از قبیل جابجایی، کرنش، سرعت، استقرار، چرخش و شتاب

یادآوری - عملکرد از اندازه گیری و محاسبه‌ی یک یا چند پارامتر استنتاج می‌شود که به طور واحد یا جمعی، اطلاعاتی درباره‌ی کمیت ویژگی ارائه می‌دهند. عملکرد را می‌توان بسته به نوع بارگذاری که تجربه می‌شود، برحسب پارامترهای ایستا، شبه ایستا و پویا توصیف نمود.

baseline values**مقادیر خط مبنا**

پارامترها یا کمیت‌های استنتاج شده، تعیین شده تحت پیکره بندی‌های خاص بارگذاری و شرایط تصریح شده‌ی محیطی، که می‌توانند به عنوان مقادیر مرجع یا پروفایل‌های ویژگی، ذخیره و نگهداری شوند.

یادآوری - مقادیر خط مبنا معمولاً، به شدت به دما وابسته اند.

structure**سازه****stationary structure****سازه ایستا**

مصنوع مهندسی ایستا

مثال‌ها

- سازه زمینی، از قبیل ساختمان یا پل
- سازه ساحلی، از قبیل اسکله
- سازه فراساحلی، از قبیل سکوی تولید نفت تثبیت شده و خطوط لوله

limit state**حالت حدی**

مرز یک ناحیه‌ی طراحی^۱ که فرض می‌شود سازه در آن، معیارهای طراحی را برآورده می‌کند. یادآوری- حالت‌های حدی به حالت‌های حدی نهایی و حالت‌های حدی خدمت، طبقه بندی می‌شوند.

ultimate limit state**حالت حدی نهایی**

حالت مربوط به فروپاشی یا سایر شکل‌های وقوع خرابی سازه‌ای که ممکن است امنیت سازه را به خطر بیندازد.

یادآوری- عبور از یک حالت حدی نهایی، مسبب وقوع خرابی در نظر گرفته می‌شود.

service limit state**حالت حدی خدمت**

حالت مربوط به معیارهای تصریح شده‌ی خدمت برای استفاده‌ی عادی

یادآوری- در مورد خسارت دائمی یا تغییر شکل دائمی غیرقابل قبول، اولین عبور از یک حالت حدی خدمت، برگشت ناپذیر بوده و مسبب وقوع خرابی در نظر گرفته می‌شود. در سایر موارد (از قبیل خسارت موقتی، تغییر شکل یا ارتعاش موقتی)، عبور از یک حالت حدی خدمت می‌تواند برگشت پذیر باشد و بنابراین عبور از یک حالت حدی خدمت همیشه مسبب وقوع خرابی نیست.

۴ پارامترها و حدود پایش**۴-۱ نوع پارامتر عملکرد**

گستره‌ی وسیعی از پارامترهای عملکرد می‌توانند به منظور تدوین معیارهای عملکرد، هم برای آزمون پذیرش و هم برای پایش طول عمر، اندازه گیری شوند. پارامترهایی که باید در نظر گرفته شوند آن‌هایی هستند که توسط افزایش یا کاهش در مقدار کلی اندازه گیری شده، یا تغییری دیگر در یک مقدار ویژگی، یک وضعیت معیوب را نشان خواهند داد. این پارامترها می‌توانند ماهیت شبه ایستا (که بطور نسبتاً آهسته با زمان تغییر می‌کنند) یا پویا (که بطور نسبتاً سریعی با زمان تغییر می‌کنند) داشته باشند. این پارامترها ممکن است با کمک ممیزی‌های قابلیت اطمینان/وضع بحرانی، شناسایی شوند. مثال‌ها شامل جابجایی، کرنش، ارتعاش، دما، و موج‌های تنشی می‌باشد.

پایش وضعیت سازه‌ها معمولاً در حالت حدی خدمت رسانی انجام خواهند شد. هرگونه برون یابی به عملکرد حالت حدی نهایی، مستلزم ملاحظه‌ی محتاطانه است.

۴-۲ نوع اندازه گیری و تشخیص

مثال‌های پارامترهای عملکرد، و مبدل‌ها و سیستم‌های اندازه گیری، که برای لحاظ نمودن در تعدادی از انواع سازه، مفیدند، در پیوست الف آمده است. مبدل‌ها و سیستم‌های اندازه گیری بطور مناسب کالیبره خواهند شد (برای مثال مطابق با قسمت مربوطه‌ی استاندارد ISO 5347 یا ISO 16063)، نصب خواهند شد (برای مثال مطابق با استاندارد ISO 5348^۱) و بطور تجربی تعیین خواهند گردید (برای مثال مطابق با استاندارد ISO 7626). هنگام پایش سازه‌ها، خصیصه‌ها باید از پارامترهای عملکرد اندازه گیری شده استخراج شوند. این خصیصه‌ها ممکن است مقادیر کلی و یا در موارد ساده مقادیر میانگینی باشند که در طول زمان گرفته شده اند. در بیشتر موارد، این خصیصه‌های ساده یا توصیفات به عنوان نشانگان وقوع عیب‌ها مفید نیستند. ممکن است برای نشان دادن تغییراتی که توسط عیوب در حال پدیدار شدن ایجاد شده اند، به روشهای پردازش سیگنال نیاز باشد. این روشهای پردازش داده‌ها که ماهیت تشخیصی دارند عبارتند از تحلیل ارتعاش باند باریک، تحلیل تابع انتقال (برای مثال قابلیت حرکت مکانیکی)، تحلیل ارتعاش باند پهن، تحلیل میرایی سازه‌ای (هم دامنه‌ی زمان و هم دامنه‌ی فضا)، جریان توان مکانیکی ، تحلیل عدد مختلط موج، و غیره. سیستم‌های پایش وضعیت می‌توانند شکل‌های بسیاری بگیرند. آن‌ها می‌توانند دستگاه‌های نصب شده دائم، نیمه دائم یا قابل حمل باشند، یا می‌توانند روش‌های تحلیل محلی یا از راه دور را به کار گیرند.

۴-۳ عدم قطعیت در اندازه گیری پارامترهای پایش شده

عدم قطعیت اندازه گیری (درستی) الزامی برای پارامترهای پایش شده برای استفاده در پایش و تشخیص وضعیت سازه، به اندازه‌ی درستی‌ای که ممکن است برای اندازه گیری عملکرد الزامی باشد، مطلق نیست. روش‌هایی که روند مقادیر را بکار می‌برند، می‌توانند هنگامی که تکرارپذیری اندازه گیری مهم تر از درستی مطلق اندازه گیری است، اثربخش باشند. اصلاح پارامترهای اندازه گیری شده، برای مثال به شرایط استاندارد ISO برای فشار و دما، ضرورتاً برای پایش عادی وضعیت الزامی نیست. جایی که این امر الزامی است، توصیه استاندارد آزمون پذیرش مناسب ارائه می‌شود. با این حال بایستی توجه داشت که برخی از پارامترها می‌توانند به شدت به دما وابسته باشند.

۴-۴ منابع خطا و عدم قطعیت

مقادیر اندازه گیری شده و خطوط مبنا می‌توانند به واسطه‌ی کار نگهداری، از جمله تغییر جزء، تنظیم یا تغییر وظیفه، تغییر یابند و همچنین می‌توانند تحت تاثیر تغییر دما واقع شوند. در موارد خاص، ممکن است به تدوین مجدد خط مبنا پس از این تغییرات نیاز باشد. بایستی توجه داشت که تغییرات در مقادیر اندازه گیری شده همچنین ممکن است به واسطه‌ی تغییرات عادی یا کنترل شده در شرایط عملیاتی باشند، و ضرورتاً یک وضعیت معیوب را نشان ندهند.

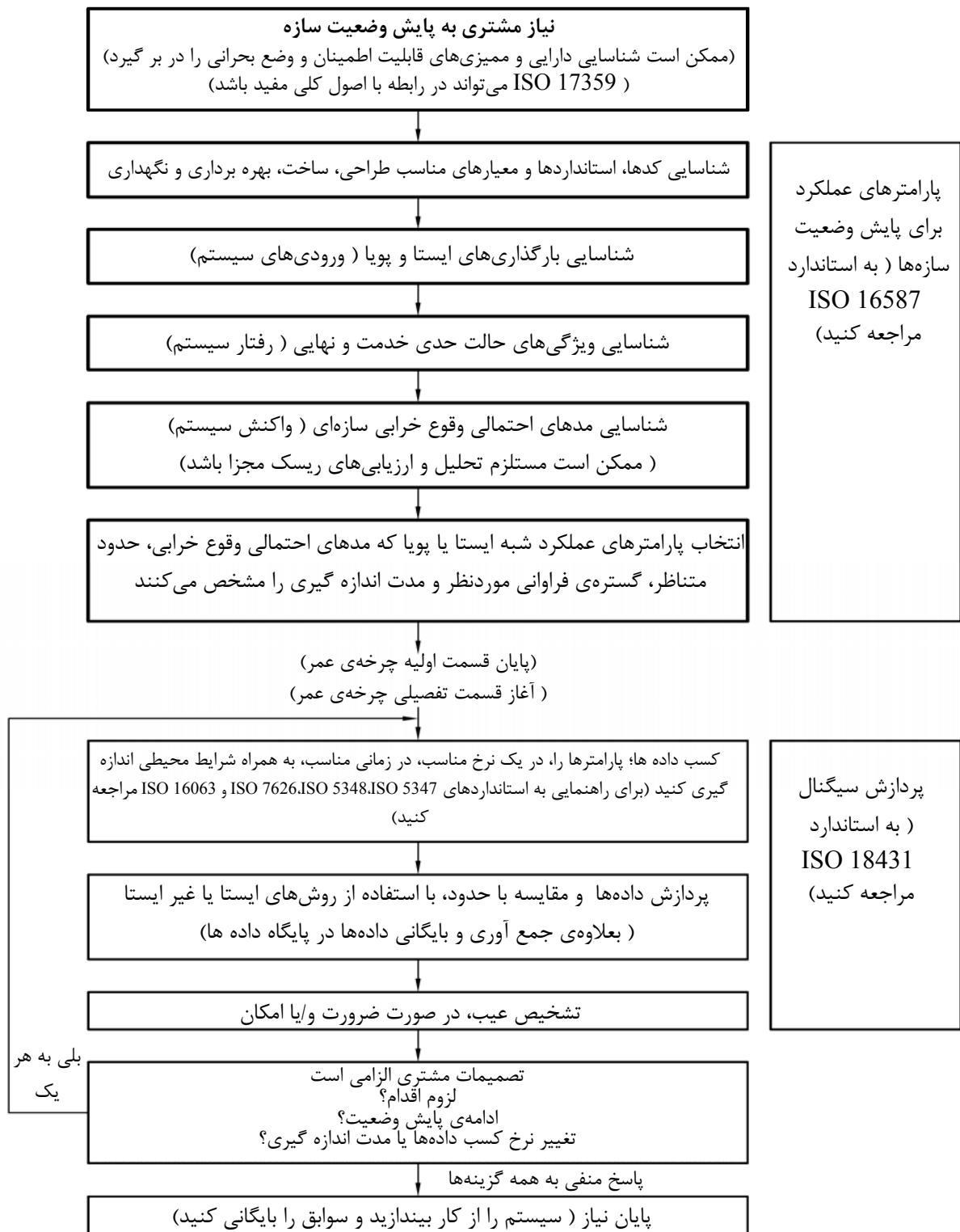
۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۸۰۲ سال ۱۳۸۷: ارتعاش مکانیکی و شوک -نصب مکانیکی شتاب سنج ها، با استفاده از منبع ISO 5348:1998 موجود است.

مثال‌های خطا و عدم قطعیت عبارتند از عدم قطعیت کالیبراسیون، عدم قطعیت به سبب نصب مبدل، عدم قطعیت اندازه‌گیری دستگاه‌ها، و عدم قطعیت در کالیبراسیون به دلیل اثرات محیطی بر روی سیستم‌های اندازه‌گیری. چنین خطاها و عدم قطعیت‌هایی می‌توانند بوسیله‌ی کاربرد مناسب استانداردهایی از قبیل ISO 5347، ISO 5348، ISO 7626 و ISO 16063 به حداقل برسند.

۴-۵ عوامل موثر در تعیین حدود

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، حدود قابل قبول، بایستی بوسیله‌ی پرسنل مجرب و شایسته و بر اساس موارد زیر انتخاب شوند:

- کدها، استانداردها و معیارهای طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری
 - نوع و بزرگی بارگذاری
 - ویژگی‌های حالت حدی خدمت و حالت حدی نهایی
 - مدهای وقوع خرابی سازه‌ای پیش‌بینی شده، مبتنی بر تجربه یا مدل‌های المان محدود^۱
- بسیاری از حدود انتخاب شده ممکن است ابتدائی باشند، و لازم باشد پس از یک دوره پایش، با تکرار (آزمون و خطا) بهبود یابند



شکل ۱- فلوجارت نمایش دهنده‌ی یک چرخه‌ی عمر پایش وضعیت ایده آل

۵ روش اجرایی اندازه گیری و پردازش داده ها

۵-۱ روشهای اندازه گیری

برای پارامتر قابل اندازه گیری خاصی که قابل کاربرد در نظر گرفته شده است، یک یا چند روش اندازه گیری می تواند مناسب باشد. روش خاص انتخاب شده، سپس بایستی نسبت به عملی بودن پیاده سازی، و نوع سیستم پایش وضعیت مورد نیاز، ارزیابی شود. هر جا که مناسب باشد بایستی از روشهای اندازه گیری تصریح شده در استانداردهای مصوب جاری پیروی نمود (برای مثال سری استاندارد ISO 7626 نمایی کلی از روشهای مناسب برای اجرای اندازه گیری های قابلیت حرکت مکانیکی را ارائه می دهد).

۵-۲ عملی بودن اندازه گیری

بایستی عملی بودن اندازه گیری ها را مورد ملاحظه قرار داد، از جمله راحتی دسترسی، پیچیدگی سیستم کسب داده های مورد نیاز، سطح پردازش داده های مورد نیاز، الزامات ایمنی، هزینه، و این که آیا سیستم های مراقبتی یا کنترلی وجود دارند که از قبل، پارامترهای مورد نظر را اندازه گیری می کنند.

۵-۳ شرایط محیطی هنگام اندازه گیری ها

هرجا که ممکن باشد، پارامترهای متفاوت بایستی به طور هم زمان، یا تحت شرایط محیطی یکسان اندازه گیری شوند. برای بارگذاری های متغیر (وظیفه)، ممکن است دستیابی به شرایط یکسان اندازه گیری با تغییر اندازه، سرعت و/یا چگالی بارگذاری امکان پذیر باشد. بارهای معلول شرایط محیطی از قبیل باد، موج، دما و رطوبت بایستی در نظر گرفته شوند.

در صورت امکان، پایش بایستی زمانی انجام شود که سازه به مجموعه ای از پایش تعیین شده ای از شرایط محیطی از قبیل دمای میان روزی فصلی (که از تابستان تا زمستان تغییر خواهد کرد)، ارتفاع آب تعیین شده (از قبیل مد)، و شرایط زمین (برای مثال سطح تعیین شده ای آب های زیرزمینی) رسیده است. اینها همچنین شرایطی هستند که ممکن است برای بنا نهادن خطوط مبنا برای یک پیکره بندی سازه خاص بکار روند. بسیاری از سازه های مهندسی و پارامترهای خطوط مبنای آنها وابستگی شدیدی به دما نشان می دهند، از این رو اندازه گیری ها را بایستی یا تحت شرایط دمایی یکسان انجام داد و یا وابستگی پارامترهای خطوط مبنا به دما معین شود. اندازه گیری های بعدی بایستی برای آشکارسازی تغییرات، با مقادیر خطوط مبنا مقایسه گردند. روندسازی اندازه گیری ها در برجسته سازی تکوین عیوب مفید است.

۵-۴ نرخ کسب داده ها

برای شرایط پایا، نرخ کسب داده ها بایستی آنقدر سریع باشد تا قبل از تغییر شرایط، مجموعه ای کاملی از داده ها به دست آید، و همچنین بایستی گستره ای فراوانی مورد نظر را پوشش دهد. طی شرایط گذرا ممکن است کسب داده ها با سرعت بالا ضروری باشد. همچنین بایستی مدت زمان اندازه گیری و بازه های بین اندازه گیری ها را مورد ملاحظه قرار داد، و اینکه آیا نمونه برداری دوره ای یا نمونه برداری پیوسته مورد نیاز است.

بایستی برآوردی ابتدائی، مبتنی بر تحلیلی از عملکرد احتمالی سازه و نوع عیوب و نرخ گسترش آن‌ها صورت بگیرد. متعاقباً، اگر عملکرد سازه تفاوت بارزی با عملکرد پیش بینی شده داشته باشد، ممکن است در ادامه پایش، به بازنگری مدت زمان نیاز باشد.

۵-۵ سابقه‌ی پارامترهای پایش شده

سوابق پارامترهای پایش شده بایستی بعنوان حداقل، اطلاعات زیر را در بر داشته باشد:

- داده‌های ضروری که سازه را توصیف می‌کنند
- موقعیت اندازه‌گیری
- واحدها و پردازش کمیت اندازه‌گیری شده
- اطلاعات درباره‌ی تاریخ و ساعت
- جزئیات شرایط محیطی در زمان اندازه‌گیری

سایر اطلاعات مفید که مقایسه را میسر می‌سازند، جزئیات سیستم اندازه‌گیری بکار رفته و عدم قطعیت اندازه‌گیری را شامل می‌شوند. گنجاندن جزئیات پیکره بندی سازه و هر گونه تغییر در اجزا نیز توصیه می‌شود.

۵-۶ مکان‌های اندازه‌گیری

مکان‌های اندازه‌گیری بایستی به نحوی انتخاب شوند که بهترین امکان یافتن عیوب را ایجاد کند. روشی خوب برای تعیین این موقعیت‌ها استفاده از یک مدل عددی است. نقاط اندازه‌گیری بایستی بطور منحصر بفرد شناسایی شوند. استفاده از یک برچسب دائمی، یا علامت شناسایی توصیه می‌گردد.

فاکتورهایی که باید در نظر گرفت عبارتند از

- ایمنی
- حساسیت بالا به تغییر در وضعیت عیب
- حساسیت کاهش یافته به سایر تأثیرات
- تکرارپذیری اندازه‌گیری
- افت یا از بین رفتن سیگنال
- قابلیت دسترسی
- محیط، و
- هزینه.

در صورت اقتضا بایستی از روش‌های تحلیلی (برای مثال مدل سازی المان محدود، مدل سازی تحلیل انرژی آماری و مدل سازی المان مرزی) برای تحلیل پویای سیستم‌های سازه‌ای استفاده نمود تا موقعیت‌های بحرانی تنش بالایی را در سازه شناسایی کرد که بایستی برای هشدار زود هنگام، بطور دوره‌ای پایش شوند.

۶ تشخیص عیب

۱-۶ روش اجرایی برای تشخیص عیب

امکان انجام تشخیص عیب به نوع سازه، پیکره بندی و شرایط محیطی بستگی خواهد داشت. یک عیب ممکن است بوسیله‌ی تغییری در یک یا چند مقدار خط مبنا که از لحاظ آماری قابل توجه اند، نشان داده شود.

۲-۶ معیارهای تشخیص عیب

از روش‌های زیر می‌توان برای اجرای تشخیص عیب استفاده نمود:

- کار با سازه‌های مشابه
- مدل‌های آماری واقع گرایانه و/یا سایر مدل‌های عددی
- مطالعات انحراف از مقادیر الزامی حداقل یا حداکثر
- مذاکرات بین بناکننده (سازنده) و مالک (اپراتور).

یادآوری - وقتی شرایط اجازه دهند، می‌توان مثال‌های نوع سازه و عیوب نمایش داده شده توسط پایش پارامتر عملکرد را در این استاندارد گنجانند. تا آن زمان، شناسایی پارامتر عیب با استفاده از تجربه، مدل سازی عددی یا نتایج عددی بدست می‌آید.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌های پارامترهای عملکرد و مبدل‌ها و سیستم‌های اندازه‌گیری

پارامتر عملکرد	سازه‌های مناسب	شرایط بارگذاری مناسب	سیستم‌های دستگاه‌ها	نوع تجهیزات	توضیحات
جابجایی	بدون محدودیت	ایستا پویا	مبدل جابجایی ولتاژ خطی (LVDT)	الکتریکی	نصب محکم الزامی است
جابجایی	بدون محدودیت	ایستا پویا	قطب انحراف	الکتریکی	راه اندازی سریع، ضبط بسیار کارآمد داده‌ها
جابجایی	بدون محدودیت	ایستا	گیج‌های ساعتی	مکانیکی	خواندن دستورات عمل و نصب محکم الزامی است.
جابجایی مربوطه	بدون محدودیت	ایستا پویا	سیستم‌های تئودولیت لیزری	لیزر	مفید برای جابجایی دو بعدی
کرنش	بدون محدودیت	ایستا	کرنش سنج سیم مرتعش	آکوستیک	چسباندن آسان، درست، می‌تواند به دما حساس باشد
کرنش	فلزی بتنی مواد ترکیبی	ایستا پویا	کرنش سنج مقاومت الکتریکی (ER)	الکتریکی	درست و قابل اطمینان ولی پرهزینه؛ داشتن مهارت‌های ویژه الزامی است
کرنش	بنایی فلزی چوبی	ایستا پویا	کرنش سنج ER قابل برداشتن	الکتریکی	دقیق و قابل اطمینان است اما استفاده‌ی گسترده‌ای ندارد
کرنش	فلزی	ایستا پویا	مبدل انبساط قابل حمل	الکتریکی	با سیستم قطب انحراف بکار می‌رود
کرنش	بدون محدودیت	ایستا	گیج متحرک	مکانیکی	استفاده‌ی آسانی دارد اما خطا می‌تواند قابل توجه باشد
ارتعاش (جابجایی، سرعت یا شتاب)	بدون محدودیت	پویا	شتاب سنج‌ها (و مبدل‌های سرعت)	الکتریکی	اگر بطور صحیح در اتصال با منحنی فراوانی واکنش مبدل بکار رود، درست است.
دما	بدون محدودیت	ایستا پویا	ترموکوپل‌ها و دمانگاری	الکتریکی	آسان برای ساخت و استفاده در محل
چرخش	بدون محدودیت	ایستا پویا	شیب سنج‌های زمین و نشان دهنده‌های شیب	الکتریکی	اگر بطور صحیح بکار رود، درست است
گوناگون	سازه‌ها و فونداسیون‌های انتخاب شده	ایستا پویا	سیستم‌های انتقال دهنده‌ی نوار نوری، GPS، و/یا فشار	گوناگون	روشهای در حال پیدایش
موج تنشی (انتشار آکوستیک)	فلزی مواد ترکیبی	ایستا پویا	پایش انتشار آکوستیک	الکتریکی	داشتن مهارت‌های ویژه الزامی است

کتابنامه

- [1] ISO 5347 (all parts), Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups
- [2] ISO 5348, Mechanical vibration and shock — Mechanical mounting of accelerometers
- [3] ISO 7626 (all parts), Vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility
- [4] ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary
- [5] ISO 13373-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring —Part 1: General procedures
- [6] ISO 13380, Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines on using performance parameters
- [7] ISO 16063 (all parts), Methods for the calibration of vibration and shock transducers
- [8] ISO 17359, Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines
- [9] ISO 18431 (all parts), Mechanical vibration and shock — Signal processing
- [10] BS 5760-0, Reliability of systems, equipment and components. Introductory guide to reliability
- [11] RAO, B.K.N. Handbook of Condition Monitoring. Elsevier Science, 1996
- [12] DTA Condition Monitoring Primer. Dynamic Testing Agency, London, 1995
- [13] MOSS, R.M. and MATTHEWS, S.L. In-service structural monitoring: a state of the art review. The Structural Engineer, 7 (23), 1995, pp. 23-31
- [14] MOSS, R.M. and MATTHEWS, S.L. In-service structural monitoring: a state of the art review [discussion]. The Structural Engineer, 73 (13), 1995, pp. 214-217
- [15] Federation Internationale de la Precontrainte. Inspection and maintenance of Reinforced and Prestressed Concrete Structures: FIP Guide to Good Practice. Thomas Telford, London, 1986
- [16] Appraisal of Existing Structures. Institution of Structural Engineers, London, 1996
- [17] American Society of Civil Engineers, ASCE Standard 11-90. Guideline for Condition Assessment of Existing Buildings, 1991 (ISBN 0-87262-824-8)
- [18] MAGUIRE, J.R. Condition monitoring of structures: a briefing note for clients and owners. Proc. Institution of Civil Eng., Structures & Buildings Journal, 134 (Aug.), 1999, pp. 279-280
- [19] RÜCKER, W.F., SAID, S., ROHRMANN, R.G. and SCHMID, W. Load and condition monitoring of a highway bridge in a continuous manner. Proc. of the IABSE Symposium on Extending the Lifespan of Structures, San Francisco, CA, USA, 1995
- [20] COLLACOTT, R.A. Structural Integrity Monitoring. Chapman & Hall, 1985 (ISBN 0-412-21920-4)
- [21] Norwegian Petroleum Directorate: Regulations for instrumentation, recording and processing of E (environmental) and P (platform) data (ISBN 82-7257-003-3)
- [22] UK Department of Energy. Offshore installations: Guidance on design and construction. Chapter 2: Surveys and Inspections. HMSO, London

[23] NORSOK Standard N-005: Condition Monitoring of Load Bearing Structures. Rev. 1, December 1997 (Available in English at <http://www.nts.no/norsok>)

[24] NORSOK Standard N-002: Collection of Metocean Data. Rev. 1, September 1997 (Available in English at <http://www.nts.no/norsok>)

[25] NORSOK Standard N-003: Actions and Action Effects. Rev. 1, February 1999 (Available in English at <http://www.nts.no/norsok>)