INSO
20339
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۳۳۹
چاپ اول
۱۳۹۴

شوک و ارتعاشات مکانیکی- ارتعاشات دست و بازو- روشی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف‌پذیر وقتی توسط دست و بازو بارگذاری می شوند

Mechanical vibration and shock — Hand-arm vibration — Method for measuring the vibration transmissibility of resilient materials when loaded by the hand-arm system

ICS: 13.160

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 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 می کنند 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 بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 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 سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، 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 ، گواهینامهٔ 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 ارتعاشات مکانیکی- ارتعاشات دست و بازو- روشی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف پذیر وقتی توسط دست و بازو با رگذاری می شوند»

	سمت و/ یا محل اشتغال
رئیس :	
خطیبی، محمدمهدی (دکترای مهندسی مکانیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان
دبیر :	
دخانیان، مطهره (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آل‌بویه، حسن (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان
بهروزفر، قاسم (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
بینش، علی آقا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس استاندارد
ذوالفقاری، مظفر (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای شهرستان سمنان
سیف آقایی، فریده (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	مرکز سلامت محیط کار وزارت بهداشت
شعیری، مونا (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	دانشگاه علوم پزشکی سمنان

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال**
صحافی، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	اداره کل کار، تعاون و رفاه اجتماعی
فریدونیان، علی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت ساتراپ مهدیشهر
کرمانی، علی (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	دانشگاه علوم پزشکی سمنان

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار و
مقدمه ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ نمادها و اختصارات ۲
۵ اصول ۳
۶ تجهیزات اندازه‌گیری ۳
۷ نمونه آزمون و جرم m ۴
۸ فرآیند اندازه‌گیری ۴
۹ ارزیابی نتایج ۵
۱۰ گزارش آزمون ۶
پیوست الف (الزامی) مقایسه امپدانس دست – بازو Z_H ۷
پیوست ب (اطلاعاتی) مبنای ریاضی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف‌پذیر ۸
پیوست پ (اطلاعاتی) ارزیابی کامل معادلات (۱) و (۲) ۱۱
پیوست ت (اطلاعاتی) مثال‌هایی از محاسبات مرتبط با قابلیت انتقال T ۱۲
پیوست ث (اطلاعاتی) عوامل موثر بر نتایج اندازه‌گیری ۱۳
پیوست ج (اطلاعاتی) کتاب نامه ۱۴

پیش گفتار

استاندارد «شوک و ارتعاشات مکانیکی- ارتعاشات دست و بازو- روشی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف پذیر وقتی توسط دست و بازو باگذاری می شوند» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصدو شصت و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ISO 13753:1998, Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for measuring the vibration transmissibility of resilient materials when loaded by the hand-arm system.

مقدمه:

این استاندارد در پاسخ به تقاضای رو به رشد در ارتباط با حفاظت از افراد در برابر خطرات ناشی از آسیب‌های مواجهه دست با ارتعاش منتقل شده به آن تدوین شده است.

استانداردهای مختلفی به منظور اندازه‌گیری و ارزیابی خطرات مواجهه با ارتعاش و روش‌های آزمون نوعی ابزارها و فرآیندهای خاص به این استاندارد ارجاع می دهند.

مواد انعطاف‌پذیر برای پوشش دستگیره‌ها و ساخت دستکش‌ها به‌کار می‌روند. انتظار می‌رود در هر دو مورد شدت مواجهه با ارتعاش را کاهش دهند. این استاندارد روشی را برای اندازه‌گیری میرایی ارتعاش در یک نمونه از ماده به شکل یک ورق تخت یا لایه‌ای را تشریح می‌کند. در برخی موارد ممکن است ماده از دو یا چند لایه، صفحه‌ای را تشکیل داده باشد. این اندازه‌گیری آزمایشگاهی بوده و یک رویه تکرارپذیر و قابل اعتماد را پیشنهاد می‌کند.

در این استاندارد فرض می‌شود که ماده رفتار خطی داشته و جرم آن در مقایسه با جرم بارگذاری شده بر روی آن ناچیز می‌باشد. (اصلاحاتی برای جرم ماده در صورت نیاز باید اعمال شود). این روش امپدانس ماده را به هنگام بارگذاری توسط جرمی که نیروی فشاری آن معادل با نیروی ناشی از گیرش دست می‌باشد، تعیین می-کند. این کار با اندازه‌گیری تابع تبدیل ماده بارگذاری شده در تمام فرکانس‌های مورد نیاز انجام می‌شود. انتقال ارتعاش به هنگام بارگذاری توسط دست با استفاده از مقادیر استاندارد امپدانس دست- بازو و مقادیر امپدانس اندازه‌گیری شده ماده محاسبه می‌شود. امپدانس به کار رفته در این استاندارد، برای کف دست به هنگام چنگش دستگیره استوانه‌ای می‌باشد. نتایج انتقال‌پذیری ممکن است برای انگشتان کاربرد نداشته باشد. امپدانس در جهت Z_h سیستم دست-بازو وقتی که ماده تحت فشار است، به‌کار می‌رود. پیوست ب حاوی مبنای ریاضی این روش می‌باشد.

اگر نتایج این رویه اندازه‌گیری، انتقال‌پذیری بیشتر از ۰٫۶ را برای تمام فرکانس‌های ارتعاشی تا ۵۰۰ هرتز نشان دهد، آن ماده احتمالا هنگام استفاده در شرایط کاربردی در همان محدوده فرکانس، میرایی بیشتری نخواهد داشت. توصیه می‌شود در شرایط کار واقعی، آگاهی از قابلیت انتقال به عنوان تابعی از طیف فرکانسی منبع ارتعاش بسیارمناسب و مفید باشد.

شوک و ارتعاشات مکانیکی- ارتعاشات دست و بازو- روشی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف پذیر که توسط دست و بازو بارگذاری می شوند

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین رویه‌ای برای تعیین قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف‌پذیری است که با دست و بازو تحت بار قرار می گیرند.

این روش برای همه موادی که رفتار خطی دارند کاربرد دارد. انتظار می‌رود این روش در بیشتر مواد حاوی فوم الاستیک، لاستیک و لباس‌های بافته شده، نیز معتبر باشد. این روش می‌تواند برای سیستم‌های ترکیبی مانند البسه با پوشش لاستیک یا فوم نیز اعمال شود.

انتظار می‌رود نتایج این آزمون آزمایشگاهی، برای غربالگری موادی که برای میراکردن ارتعاشات بر روی دستگیره ابزار پوشش داده می شوند و نیز موادی که برای ساخت دستکش از آن‌ها استفاده می شود، قابل استفاده باشد. این نتایج می‌تواند مواد را برای دستکش‌ها طبقه بندی کند اما الزاما قابلیت انتقال دستکش‌های ساخته شده از این مواد را پیش‌بینی نمی‌کند (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۶۱ مراجعه شود).

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

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.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 2041:1990, Vibration and shock — Vocabulary.

یادآوری– استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹: ۱۳۹۰ ، شوک و ارتعاش مکانیکی، پایش وضعیت – واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ISO 2041:2009 تدوین شده است.

2-2 ISO 5349:1986, Mechanical vibration — Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration.

یادآوری– مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۱۷۷: ۱۳۹۳ ، ارتعاشات مکانیکی- اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه انسان با ارتعاش منتقل شده به دست، با استفاده از مجموعه استانداردهای ISO 5349:2001 تدوین شده است.

2-3 ISO 5805:1997, Mechanical vibration and shock – Human exposure – Vocabulary

2-4 ISO 10068, Mechanical vibration and shock – Free, mechanical impedance of the human hand-arm system at the driving point.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی شماره ۴۰۱۹ و استاندارد ملی شماره ۱۹۱۷۷ و استاندارد ISO 5805 به کار می رود.

یادآوری- برای ارتعاش منتقل شده به دست استاندارد ISO 5805 و برای قابلیت انتقال استاندارد ملی شماره ۴۰۱۹ را ببینید.

۴ نمادها و اختصارات

نمادهای زیر در این استاندارد به کار برده می‌شوند:

a_1 شتاب اندازه‌گیری شده بر روی لرزاننده[1]

a_2 شتاب اندازه‌گیری شده بر روی جرم m که ماده را بارگذاری می کند

real حروف کوچک نشان دهنده بخش حقیقی یک کمیت مختلط (حقیقی- مجازی)

imag حروف کوچک به معنی قسمت مجازی یک کمیت مختلط

$|\ |$ قدر مطلق یک کمیت مختلط

m جرمی که ماده انعطاف‌پذیر را بارگذاری می کند

T *قابلیت* انتقال

Z_{M} امپدانس ماده انعطاف‌پذیر

Z_{H} امپدانس سیستم دست – بازو. این مقدار از استاندارد ISO 10068 به دست می‌آید (پیوست الف).

ω فرکانس زاویه‌ای

j جذر منفی یک

$A_i(j\omega)$ یا به اختصار A_i : تبدیل فوریه a_i.

مثال:

$\left[\dfrac{A_1(j\omega)}{A_2(j\omega)}\right]_{\mathrm{real}}$ بیانگر قسمت حقیقی عدد مختلطی که از تقسیم $A_1(j\omega)$ به $A_2(j\omega)$ بدست می آید.

1 - Shaker

۵ اصول

در این روش از یک سیستم تحریک ارتعاش (لرزاننده) که ماده انعطاف پذیر بر روی آن قرار گرفته و جرم m که بر روی آن قرار دارد کار بارگذاری را انجام می‌دهد، استفاده می‌شود. ارتعاش لرزاننده، a_1 ، و ارتعاش جرم m، a_2، توسط شتاب‌سنج‌ها اندازه‌گیری می‌شوند. لرزاننده می‌تواند توسط سیگنال اتفاقی در یک باند پهن[1] یا یک سیگنال سینوسی[2] تحریک شود.

۶ تجهیزات اندازه‌گیری

۶-۱ الزامات عمومی

آنالایزر فرکانس (ترجیحاً دو کاناله)، دو ترانسدیوسر و دو کانال اندازه‌گیری مورد نیاز است.

روش نصب تجهیزات اندازه‌گیری در شکل ۱ نشان داده شده است.

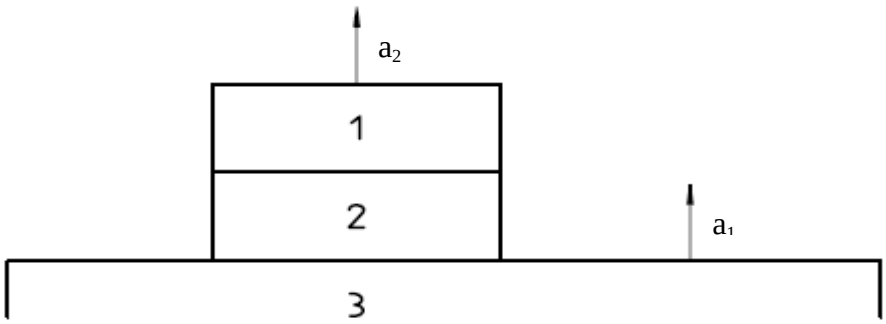
۶-۲ ترانسدیوسر[3]های شتاب و پیش تقویت کننده‌ها[4]

ترانسدیوسرها (شتاب‌سنج‌ها) و پیش‌تقویت کننده‌های انتخاب شده باید برای گستره فرکانسی5 Hz تا 1000 Hz مناسب باشند. یک نشانگر بارغیر مجاز[5] باید تعبیه شود.

۶-۳ نصب ترانسدیوسر

یک ترانسدیوسر باید بر روی یک سطح صاف لرزاننده و دیگری بر روی جرم m به طور تعبیه شوند. آن ها را می‌توان توسط پیچ، چسب یا موم تعبیه کرد بطوری که تابع تبدیل بین دو ترانسدیوسر بدون ماده تحت آزمون تا حداقل 1000 Hz یک باشد.

1 - Wide-band random signal
2 - Sinusoidal signal
3 - Transducer
4- Preamplifiers
5 - Overload indication



راهنما

۱ جرم m

۲ ماده انعطاف‌پذیر

۳ لرزاننده

شکل۱- چیدمان اندازه‌گیری

۷ نمونه آزمون و جرم m

نمونه باید صاف بوده و ضخامت یکنواخت داشته باشد و شامل سطح مدوری با شعاع حداقل ۴۵ میلی‌متر باشد. نمونه نمی‌تواند از لبه میز لرزاننده بیرون بزند. یک استوانه مدور فلزی (مثلا استیل) با شعاع ۴۵ میلی‌متر و جرم ۲٫۵ کیلوگرم برای بارگذاری ماده انعطاف‌پذیر باید به‌کار رود.

۸ رویه اندازه‌گیری

۸-۱ شتاب a_1 و a_2 بر روی لرزاننده و جرم m همزمان اندازه‌گیری شود.

۸-۲ لرزاننده را می‌توان با استفاده از یک سیگنال تصادفی باند پهن تحریک کرد. توصیه می‌شود چگالی طیفی توان[1] در بازه فرکانسی 10 Hz تا 500 Hz حداقل با دامنه $2.5 \times 10^{-2}\,(\mathrm{m/s^2})^2/\mathrm{Hz}$ بوده و با رواداری $\pm$ 10 % ثابت باشد.

۸-۳ به جای آن، می‌توان لرزاننده را با سیگنال‌های سینوسی تحریک کرد. توصیه می‌شود دامنه تحریک a_1 حداقل $1\ \mathrm{m/s^2}$ باشد.

یادآوری- توصیه می‌شود تابع وابستگی[2] دو سیگنال در هر فرکانس اندازه‌گیری شود و بزرگتر از 0.95 باشد، اگرچه در فرکانس تشدید این مقدار می‌تواند کمتر باشد.

۸-۴ اندازه‌گیری نسبت A_1 / A_2 در هر فرکانس باید انجام شود (هر دو عبارت مودولاسیون و فاز یا هر دو مولفه حقیقی و موهومی[3]). واضح است که این نسبت یک مقدار مختلط است.

1- Power spectral density

2 - Coherence function

3 - Imaginary

۸-۵ توصیه می‌شود برای گزارش آزمون، اندازه‌گیری قابلیت انتقال در فرکانس‌های مرکزی یک سوم اکتاو بازه فرکانسی 50 Hz تا 500 Hz انجام شود. در صورت امکان، اندازه‌گیری در فرکانس‌های پایین‌تر و کمتر از 10 Hz نیز توصیه می‌شود.

۹ ارزیابی نتایج

ابتدا امپدانس ماده Z_M را تعیین کنید. این مقدار به همراه امپدانس دست- بازو (Z_H) برای تعیین قابلیت انتقال به‌کار می‌رود.

۹-۱ تعیین امپدانس ماده Z_M

امپدانس ماده با استفاده از معادله (۱) به دست می‌آید:

$$Z_M = \frac{j\omega m}{\left[\frac{A_1}{A_2}\right] - 1} \qquad (۱)$$

۹-۲ تعیین قابلیت انتقال T

برای محاسبه قابلیت انتقال ارتعاشات در هنگام بارگذاری ماده توسط سیستم دست- بازو، تابع تبدیل A_2 / A_1 مورد نیاز می‌باشد. این مقدار با استفاده از Z_M به دست آمده از بند ۹-۱ و مقدار Z_H که از استاندارد ISO 10068 به دست می‌آید، محاسبه می‌شود (به پیوست الف مراجعه شود):

$$T = \left|\frac{Z_M}{Z_H + Z_M}\right| \qquad (۲)$$

یادآوری- معادلات (۱) و (۲) حاوی مقادیر مختلط می‌باشد. ارزیابی کامل این معادلات در پیوست پ داده شده است. مثال‌هایی از محاسبات قابلیت انتقال در پیوست ت نشان داده شده است.

۹-۳ درستی اندازه‌گیری قابلیت انتقال T

انتظار می‌رود درستی (تکرارپذیری) اندازه‌گیری انتقال‌پذیری حدود ۱۰٪ باشد. این موضوع به خطی بودن نمونه، درستی مقدار امپدانس Z_H و سایر پارامترهای اندازه‌گیری بستگی دارد (به پیوست ث مراجعه شود).

یادآوری۱- درستی قابلیت انتقال اندازه‌گیری شده برای مواد غیرخطی می‌تواند بیش از ۱۰٪ باشد.

یادآوری۲- رواداری‌های[1] لرزاننده و تجهیزات اندازه‌گیری نیز ممکن است تغییراتی در نتایج ایجاد کند.

1 - Tolerances

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حاوی موارد زیر باشد:

الف) ارجاع به این استاندارد؛

ب) نام و آدرس تولید کننده ماده؛

پ) توصیف ماده شامل ضخامت، ابعاد، جرم و نوع ماده؛

ت) تعداد نمونه‌های آزمون شده؛

ث) نام و آدرس آزمایشگاه آزمون کننده و تاریخ آزمون؛

ج) توصیف سیستم اندازه‌گیری؛

چ) نوع سیگنال تحریک (سینوسی یا اتفاقی) و خصوصیات داده‌های آن؛

ح) شرایط محیطی از قبیل دما و رطوبت؛

خ) مقادیر قابلیت انتقال در فرکانس‌های:

۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰،۱۲۵، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵، ۴۰۰، ۵۰۰ (برحسب هرتز)

و در صورت امکان در فرکانس های ۱۰، ۱۲٫۵، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۱٫۵ و ۴۰ (HZ).

پیوست الف

(الزامی)

مقادیر امپدانس دست- بازو Z_H

در جدول الف-۱ مقادیر Z_H اقتباس شده از استاندارد ISO 10068 ارائه شده است. این مقادیر با مولفه‌های مودولاسیون و فاز و همچنین با مولفه های حقیقی و موهومی که برای ارزیابی قابلیت انتقال T به‌کار می‌رود، بیان شده اند.

جدول الف-۱ – مقادیر امپدانس دست-بازو Z_H

فرکانس Hz	اندازه $\|Z_H\|$ N.s/m	فاز degrees	قسمت حقیقی $(Z_H)_{real}$ N.s/m	قسمت موهومی $(Z_H)_{imag}$ N.s/m
۱۰	۱۵۶	۳۰	۱۳۵٫۱	۷۸
۱۲٫۵	۱۷۰	۲۸	۱۵۰٫۱	۷۹٫۸
۱۶	۱۸۵	۲۴	۱۶۹	۷۵٫۲
۲۰	۱۹۸	۱۹	۱۸۷٫۲	۶۴٫۵
۲۵	۲۱۰	۱۵	۲۰۲٫۸	۵۴٫۴
۳۱٫۵	۲۲۵	۸	۲۲۲٫۸	۳۱٫۳
۴۰	۲۲۸	۱	۲۲۸	۴
۵۰	۲۱۰	-۴	۲۰۹٫۵	-۱۴٫۶
۶۳	۱۸۱	-۶	۱۸۰	-۱۸٫۹
۸۰	۱۶۱	-۳	۱۶۰٫۸	-۸٫۴
۱۰۰	۱۶۵	۲	۱۶۴٫۹	۵٫۸
۱۲۵	۱۸۰	۸	۱۷۸٫۲	۲۵٫۱
۱۶۰	۱۹۰	۱۴	۱۸۴٫۴	۴۶
۲۰۰	۲۰۵	۱۸	۱۹۵	۶۳٫۳
۲۵۰	۲۲۱	۱۹	۲۰۹	۷۲
۳۱۵	۲۳۶	۲۰	۲۲۱٫۸	۸۰٫۷
۴۰۰	۲۵۱	۲۰	۲۳۵٫۹	۸۵٫۸
۵۰۰	۲۷۰	۲۳	۲۴۸٫۵	۱۰۵٫۵

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مبنای ریاضی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاش مواد انعطاف‌پذیر

ب-۱ ارزیابی

ماده با سطحی به شعاع 45mm توسط یک جرم 2.5 Kg که بر روی آن قرار گرفته، فشرده می‌شود. تابع تبدیل با استفاده از ترانسدیوسرهای قرار گرفته برروی جرم و بر روی پایه اندازه‌گیری شده و در نتیجه امپدانس ماده تعیین می‌شود.

$\frac{A_1(j\omega)}{A_2(j\omega)}$ یک تابع مختلط است.

در یک سیستم تک فرکانس:

$$\frac{A_1(j\omega)}{A_2(j\omega)} = magnitude \times [\cos(phase) + j\sin(phase)]$$

که در آن:

magnitude اندازه نسبت A_1/A_2 می‌باشد؛

phase اختلاف فاز بین A_1 و A_2 است.

سپس امپدانس ماده Z_M با استفاده از امپدانس جرم و تابع مختلط A_1/A_2 به دست می‌آید:

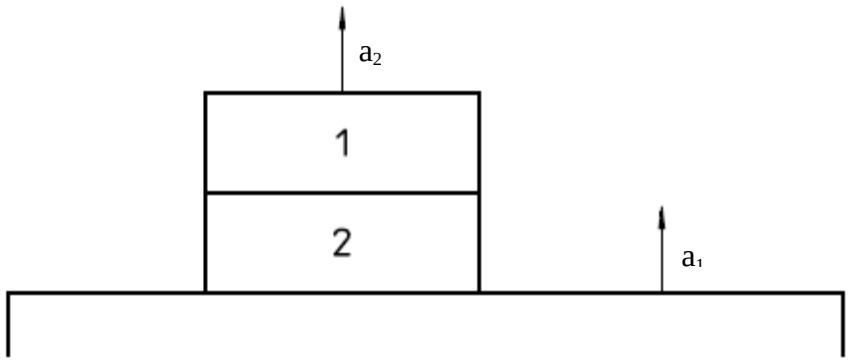
$$Z_M = \frac{j\omega m}{\left[\frac{A_1}{A_2}\right] - 1}$$

سپس تابع تبدیل هنگامی‌که ماده توسط سیستم دست – بازو بارگذاری شده است، محاسبه می‌شود.

$$T = \left|\frac{Z_M}{Z_H + Z_M}\right|$$

که در آن:

Z_H امپدانس سیستم دست – بازو است.



راهنما

۱ جرم m

۲ ماده انعطاف‌پذیر با امپدانس Z_M

$a_2 = \ddot{x}_2$

$a_1 = \ddot{x}_1$

که x_1 و x_2 جابجایی هستند.

شکل ب-۱- مدل تئوری با جرم m

ب-۲ مبنای تئوری

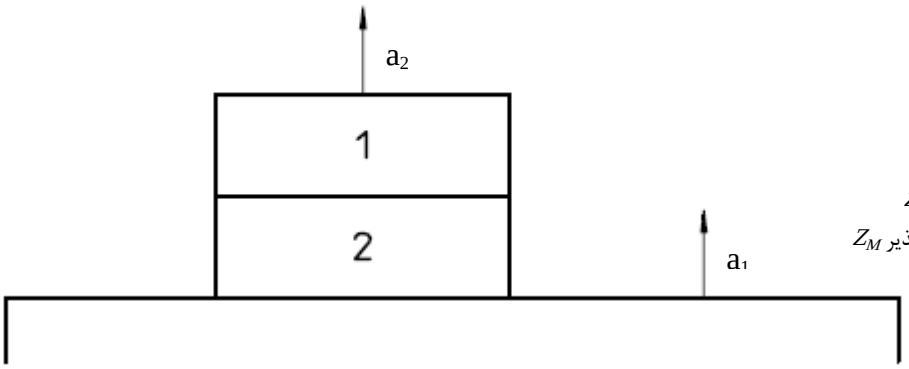
بافرض ناچیز بودن جرم ماده(۲):

$$m\ddot{x}_2 = -Z_M(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)$$

که از قانون دوم نیوتن به دست می‌آید و برای Z_M :

$$Z_M = \frac{j\omega m}{\left[\frac{A_1}{A_2}\right] - 1}$$

هنگامی‌که ماده انعطاف‌پذیر با دست گرفته می‌شود مدل سیستم به صورت مندرج در شکل ب-۲ درمی‌آید.



راهنما

۱ امپدانس دست-بازو Z_H

۲ امپدانس ماده انعطاف‌پذیر Z_M

شکل ب-۲ – مدل تئوری با امپدانس دست- بازو Z_H

مجددا با فرض ناچیز بودن جرم ماده انعطاف‌پذیر:

$$Z_H \dot{x}_2 = -Z_M (\dot{x}_2 - \dot{x}_1)$$

که از آن قابلیت انتقال به صورت زیر به دست می‌آید:

$$T = \left| \frac{\dot{x}_2}{\dot{x}_1} \right| = \left| \frac{Z_M}{Z_H + Z_M} \right|$$

پیوست پ

(اطلاعاتی)

ارزیابی کامل معادلات (۱) و (۲)

در این پیوست معادلات (۱) و (۲) مندرج دربند ۹، بصورت کامل با لحاظ نمودن مولفه های حقیقی و موهومی مقادیر، نشان داده شده است.

$$Z_M = \frac{j\omega m}{\left[\frac{A_1}{A_2}\right]_{real} - 1 + j\left[\frac{A_1}{A_2}\right]_{imag}}$$

در نتیجه

$$(Z_M)_{real} = \frac{\omega m \left[\frac{A_1}{A_2}\right]_{imag}}{\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{real} - 1\right]^2 + \left[\frac{A_1}{A_2}\right]_{imag}^2}$$

$$(Z_M)_{imag} = \frac{\omega m \left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{real} - 1\right]}{\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{real} - 1\right]^2 + \left[\frac{A_1}{A_2}\right]_{imag}^2}$$

و

$$T = \left|\frac{A_2}{A_1}\right| = \left|\frac{Z_M}{Z_H + Z_M}\right| = \sqrt{\frac{|Z_M|^2}{|Z_H|^2 + |Z_M|^2 + 2\left[(Z_H)_{real}(Z_M)_{real} + (Z_H)_{imag}(Z_M)_{imag}\right]}}$$

پیوست ت

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از محاسبات قابلیت انتقال T

برخی محاسبات که چگونگی تعیین قابلیت انتقال ، T ، از مقادیر A_1 / A_2 (مودولاسیون و فاز) و امپدانس دست-بازو مندرج در پیوست الف، درجدول ت-۱ آمده است.

جدول ت-۱- محاسبات قابلیت انتقال

فرکانس f	100 Hz	250 Hz
فرکانس زاویه‌ای ω	200 **π** s^{-1}	500 **π** s^{-1}
جرم m	2.5 Kg	2.5 Kg
$\left\|\frac{A_1}{A_2}\right\|$	0.6	2.5
فاز	60°	140°
$\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{real}$	0.3	-1.92
$\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{imag}$	0.52	1.61
$\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{real} - 1\right]^2 + \left(\frac{A_1}{A_2}\right)_{imag}^2$	0.76	11.1
$(Z_M)_{real}$	1074 N.s/m	596.6 N.s/m
$(Z_M)_{imag}$	-1446 N.s/m	-1029.5 N.s/m
$\left\|Z_M\right\|^2$	3.24×10^6 $(N.s/m)^2$	1.38×10^6 $(N.s/m)^2$
$(Z_H)_{real}$	164.9 N.s/m	209 N.s/m
$(Z_H)_{imag}$	5.8 N.s/m	72 N.s/m
$\left\|Z_H\right\|^2$	27225 $(N.s/m)^2$	48841 $(N.s/m)^2$
T	0.95	0.95

پیوست ث

(اطلاعاتی)

عوامل موثر بر نتایج اندازه‌گیری

خصوصیات دینامیکی و رفتار نمونه به شدت تحت تاثیر شرایط آزمون (مانند رطوبت، دما، شکل نمونه) و خصوصیات ماده تحت آزمون (مانند عمر و غیرخطی بودن) می‌باشد.

به هنگام ارزیابی نتایج، مناسب است مراقبت و توجه ویژه اعمال شود اگر:

- نرخ جذب رطوبت بیش از ۵٪ باشد؛
- دمای تبدیل بین ۰ درجه سلسیوس و ۳۳ درجه سلسیوس باشد.

عمر ماده تاثیر زیادی بر خصوصیات نمونه دارد. به منظور تخمین تاثیرات حفاظتی دراز مدت، ممکن است آزمون‌های دیگری بر روی نمونه قدیمی ضروری باشد.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

کتاب نامه

[1] ISO 10819:1996, Mechanical vibration and shock — Hand-arm vibration — Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand.

[2] Bendat, J.S. and Piersol, A.G. Engineering applications of correlation and spectral analysis. Wiley Interscience, New York, 1980 and 1993.

[3] Cronjäger, L., Zeglam-Verch, I. and Gillmeister, F. Measurement and evaluation methods to determine the vibration attenuation of resilient materials, in: Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration, Bonn, Germany, 19-22 May 1992. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin, Germany, pp. 747-754.

[4] Smagowska, B. and Liwkowicz, J. The measurement of antivibration properties of polymetric materials, in: Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration, Bonn, Germany, 19-22 May 1992. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin, Germany, pp. 755-764.