



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۳۳۹

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20339

1st.Edition

2016

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

**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

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 ارتعاشات مکانیکی - ارتعاشات دست و بازو - روشی برای اندازه‌گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف پذیر وقتی توسط دست و بازو با رگذاری می شوند »

رئیس :

خطیبی، محمدمهدی
(دکترای مهندسی مکانیک)

سمت و / یا محل اشتغال

عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان

دبیر :

دخانیان، مطهره
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان سمنان

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آل بویه، 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)

صحافی، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

فریدونیان، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کرمانی، علی

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

سمت و / یا محل اشتغال

اداره کل کار، تعاون و رفاه اجتماعی

شرکت ساتراپ مهدیشهر

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 اندازه گیری	۳
۷ نمونه آزمون و جرم m	۴
۸ فرآیند اندازه گیری	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 اندازه گیری قابلیت انتقال ارتعاشات مواد انعطاف پذیر	۸
پیوست پ (اطلاعاتی) ارزیابی کامل معادلات (۱) و (۲)	۱۱
پیوست ت (اطلاعاتی) مثال هایی از محاسبات مرتبط با قابلیت انتقال T	۱۲
پیوست ث (اطلاعاتی) عوامل موثر بر نتایج اندازه گیری	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 پانصد و 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 مآخذی 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 می‌دهند.

مواد انعطاف‌پذیر برای پوشش دستگیره‌ها و ساخت دستکش‌ها به کار 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 امیدانس ماده را به هنگام بارگذاری توسط جرمی که نیروی فشاری آن معادل با نیروی ناشی از گیرش دست می‌باشد، تعیین می‌کند. 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 امیدانس دست- بازو و مقادیر امیدانس اندازه‌گیری شده ماده محاسبه می‌شود. امیدانس به کار رفته در این استاندارد، برای کف دست به هنگام چنگش دستگیره استوانه‌ای می‌باشد. نتایج انتقال‌پذیری ممکن است برای انگشتان کاربرد نداشته باشد. امیدانس در جهت Z_h سیستم دست- بازو وقتی که ماده تحت فشار است، به کار 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 احتمالاً 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 بسیار مناسب و مفید باشد.

شوگ 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 میرا کردن 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 آن‌ها 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 آن‌ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن‌ها 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 ، شوگ 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 می شوند:

a_1	شتاب اندازه گیری شده بر روی لرزاننده ^۱
a_2	شتاب اندازه گیری 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 انعطاف پذیر را بارگذاری می کند
T	قابلیت انتقال
Z_M	امپدانس ماده انعطاف پذیر
Z_H	امپدانس سیستم دست - بازو. این مقدار از استاندارد ISO 10068 به دست می آید (پیوست الف).
ω	فرکانس زاویه ای
j	جذر منفی یک
$A_i(j\omega)$ یا به اختصار A_i : تبدیل فوریه a_i .	

مثال:

$$\left[\frac{A_1(j\omega)}{A_2(j\omega)} \right]_{\text{real}}$$

بیانگر قسمت حقیقی عدد مختلطی که از تقسیم $A_1(j\omega)$ به $A_2(j\omega)$ بدست می آید.

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^۱ یا یک سیگنال سینوسی^۲ تحریک شود.

۶ تجهیزات اندازه‌گیری

۱-۶ 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.

۲-۶ ترانسدیوسر^۳های شتاب و پیش تقویت کننده‌ها^۴

ترانسدیوسرها (شتاب‌سنج‌ها) و پیش تقویت کننده‌های انتخاب شده باید برای گستره فرکانسی 5 Hz تا 1000 Hz مناسب باشند. یک نشانگر بار غیر مجاز^۵ باید تعبیه شود.

۳-۶ نصب ترانسدیوسر

یک ترانسدیوسر باید بر روی یک سطح صاف لرزاننده و دیگری بر روی جرم m به طور تعبیه شوند. آن‌ها 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.

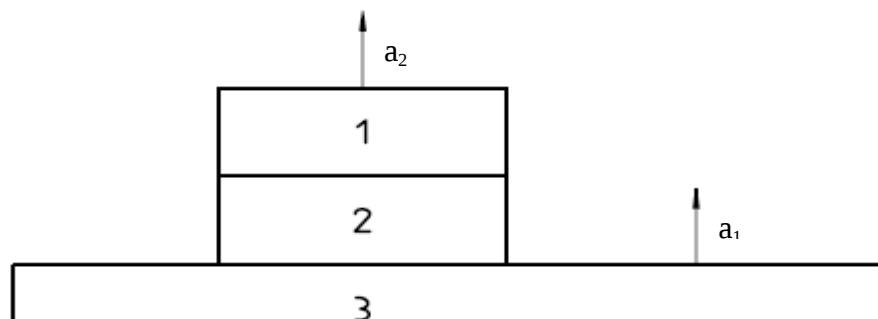
1 - Wide-band random signal

2 - Sinusoidal signal

3 - Transducer

4- Preamplifiers

5 - Overload indication



راهنما	
۱	جرم m
۲	ماده انعطاف پذیر
۳	لرزاننده

شکل ۱- چیدمان اندازه گیری

۷ نمونه آزمون و جرم m

نمونه باید صاف بوده و ضخامت یکنواخت داشته باشد و شامل سطح مدوری با شعاع حداقل ۴۵ میلی متر باشد. نمونه نمی تواند از لبه میز لرزاننده بیرون بزند. یک استوانه مدور فلزی (مثلا استیل) با شعاع ۴۵ میلی متر و جرم ۲/۵ کیلوگرم برای بارگذاری ماده انعطاف پذیر باید به کار رود.

۸ رویه اندازه گیری

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

۲-۸ لرزاننده را می توان با استفاده از یک سیگنال تصادفی باند پهن تحریک کرد. توصیه می شود چگالی طیفی توان^۱ در بازه فرکانسی ۱۰ Hz تا ۵۰۰ Hz حداقل با دامنه $2.5 \times 10^{-2} \text{ (m/s}^2\text{)}^2/\text{Hz}$ بوده و با رواداری $\pm 10\%$ ثابت باشد.

۳-۸ به جای آن، می توان لرزاننده را با سیگنال های سینوسی تحریک کرد. توصیه می شود دامنه تحریک a_1 حداقل 1 m/s^2 باشد.

یادآوری- توصیه می شود تابع وابستگی^۲ دو سیگنال در هر فرکانس اندازه گیری شود و بزرگتر از ۰.۹۵ باشد، اگرچه در فرکانس تشدید این مقدار می تواند کمتر باشد.

۴-۸ اندازه گیری نسبت A_1 / A_2 در هر فرکانس باید انجام شود (هر دو عبارت مودولاسیون و فاز یا هر دو مولفه حقیقی و موهومی^۳). 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 به کار می‌رود.

۹-۱ تعیین امپدانس ماده Z_M

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

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

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):

$$T = \left| \frac{Z_M}{Z_H + Z_M} \right| \quad (2)$$

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).

یادآوری ۱- درستی قابلیت انتقال اندازه‌گیری شده برای مواد غیرخطی می‌تواند بیش از ۱۰٪ باشد.

یادآوری ۲- رواداری‌های^۱ لرزاننده و تجهیزات اندازه‌گیری نیز ممکن است تغییراتی در نتایج ایجاد کند.

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، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵، ۴۰۰، ۵۰۰ (برحسب هرتز)
و در صورت امکان در فرکانس‌های 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 به کار 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 $(Z_H)_{\text{real}}$ N.s/m	قسمت موهومی $(Z_H)_{\text{imag}}$ 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 بر روی جرم و بر روی پایه اندازه‌گیری شده و در نتیجه امپدانس ماده تعیین می‌شود.

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

در یک سیستم تک فرکانس:

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

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:

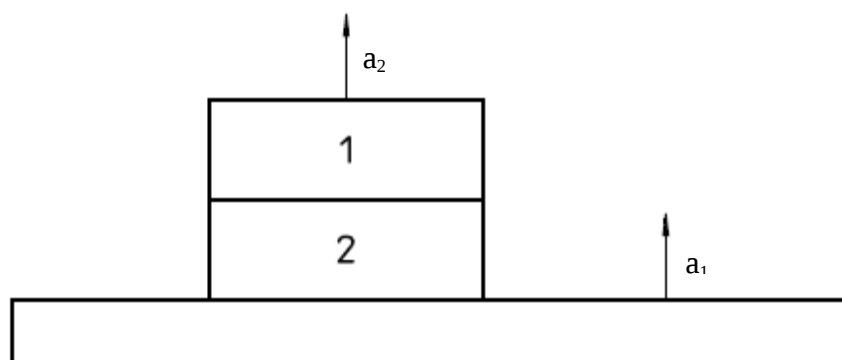
$$Z_M = \frac{j\omega m}{\left[\frac{A_1}{A_2} \right] - 1}$$

سپس تابع تبدیل هنگامی که 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 انعطاف پذیر با امپدانس Z_M

$$a_2 = \ddot{x}_2$$

$$a_1 = \ddot{x}_1$$

که x_2 و x_1 جابجایی هستند.

شکل ب-۱- مدل تئوری با جرم m

ب-۲ مبنای تئوری

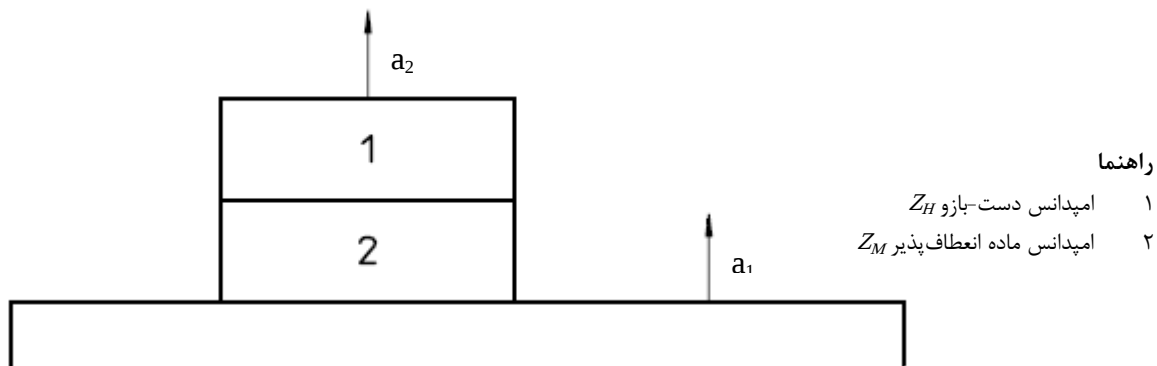
بافرض ناچیز بودن جرم ماده (۲):

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

که از قانون دوم نیوتن به دست می آید و برای Z_M :

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

هنگامی که ماده انعطاف پذیر با دست گرفته می شود مدل سیستم به صورت مندرج در شکل ب-۲ در می آید.



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

مجددا با فرض ناچیز بودن جرم ماده انعطاف پذیر:

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

که از آن قابلیت انتقال به صورت زیر به دست می آید:

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

پیوست پ

(اطلاعاتی)

ارزیابی کامل معادلات (۱) و (۲)

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

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

در نتیجه

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

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

9

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

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، در جدول ت-۱ آمده است.

جدول ت-۱- محاسبات قابلیت انتقال

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

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 ۰.۵٪ 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.