



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۸۴۴-۴

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

17844-4

1st.Edition

2014

آکوستیک - اندازه گیری آزمایشگاهی
عایق بندی صدای اجزاء ساختمان
قسمت ۴: الزامات و روش های اندازه گیری

**Acoustics - Laboratory measurement of
sound insulation of building elements
Part 4: Measurement procedures and
requirements**

ICS: 91.120.20

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 پیشنهادهای 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 سامانه 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
« آکوستیک - اندازه گیری آزمایشگاهی عایق‌بندی صدای عناصر ساختمان
قسمت ۴: الزامات و روش‌های اندازه‌گیری »

رئیس:

معاون مدیر کل اداره استاندارد استان
آذربایجان شرقی

روا، افشین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

متذکر، نسیمه
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت ارک سازه مراغه

اکبری، پوریا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدرس دانشگاه آزاد عجبشیر

خدایاری، رسول
(دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی عمران)

هیئت علمی دانشگاه آزاد بناب

زرین طلا، هادی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

انجمن بتن ایران

عزیزی، وحید
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس استاندارد

فرجی، اسداله
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

هیئت علمی دانشگاه آزاد مراغه

ملکی، احمد
(دکتری تخصصی مهندسی عمران)

انجمن بتن ایران
(آزمایشگاه کنترل کیفیت ماراویا)

نصیرفام، جواد
(کارشناسی مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ الزامات و روش‌های اندازه‌گیری
۱۰	۵ اندازه‌گیری عایق‌بندی صدا
۱۳	پیوست الف روش‌های الحاقی برای محاسبه بسامدهای پایین
۱۵	پیوست ب کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد " آکوستیک- اندازه گیری آزمایشگاهی عایق بندی صدای عناصر ساختمان قسمت ۴: الزامات و روش های اندازه گیری" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مورخ ۹۳/۲/۱۳ 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 10140-4: 2010, Acoustics- Laboratory measurement of sound insulation of building elements- Part 4: Measurement procedures and requirements

آکوستیک - اندازه‌گیری آزمایشگاهی عایق‌بندی صدا اجزاء ساختمان

قسمت ۴ - الزامات و روش‌های اندازه‌گیری

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات، روش‌های اندازه‌گیری عایق‌بندی صدا با تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی است.

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، اصلاحی‌ها 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 مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی به شماره ۲-۱۲۵۱۹: سال ۱۳۸۸، آکوستیک - اندازه‌گیری پارامترهای آکوستیکی اتاق قسمت ۲ - زمان انعکاس در اتاق‌های عادی

۲-۲ استاندارد ملی به شماره ۱-۱۲۹۷۵: سال ۱۳۸۹، آکوستیک - اندازه‌گیری آزمایشگاهی تراکسیل جانبی صدای هوا برد و کوبه‌ای بین اتاق‌های مجاور - قسمت ۱ - سند چهارچوب کلی

۳-۲ استاندارد ملی به شماره ۱۲۹۷۶: سال ۱۳۸۹، آکوستیک - کاربرد روش‌های نوین اندازه‌گیری در آکوستیک ساختمانی و آکوستیک داخلی

2-4 ISO 10140-1:2010, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 1: Application rules for specific products

2-5 ISO 10140-2, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements -Part 2: Measurement of airborne sound insulation

2-6 ISO 10140-3, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 3: Measurement of impact sound insulation

2-7 ISO 10140-5:2010, Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود :

۱-۳

متوسط سطح انرژی فشار صدا در یک اتاق^۱ L

ده برابر لگاریتم بر مبنای ده از نسبت میانگین مکانی و زمانی مربع فشار صدا به مربع فشار صدا منبع، میانگین مکانی در برگیرنده کل اتاق می‌باشد به استثنای قسمت‌هایی که در آنها تاثیر پخش مستقیم منبع صدا یا میدان نزدیک مرزهای اتاق مثل (دیوارها و ...) قابل چشم پوشی نباشد.
یادآوری - L بر حسب dB بیان می‌شود.

۲-۳

زمان انعکاس^۲ T

مدت زمانی که نیاز است تا سطح فشار صدا در یک اتاق پس از قطع منبع صدا به مقدار ۶۰dB کاسته شود.
یادآوری ۱- T بر حسب s.
یادآوری ۲- گستره مورد بررسی زمانیکه اولین نمودار نزولی به ترتیب به ۵ dB و ۲۵ dB، در زیر سطح اولیه می‌رسد تعریف می‌شود.

۳-۳

زمان انعکاس سازه‌ای^۳ T_s

مدت زمان لازم برای اینکه پس از قطع منبع صدا سازه‌ای، سطح سرعت یا شتاب در یک سازه به مقدار ۶۰dB کاهش یابد.
یادآوری ۱- T_s بر حسب s
یادآوری ۲- T_s با استفاده از برون‌یابی خطی از گستره‌های ارزیابی بسیار کوتاهتر از ۶۰ dB، ترجیحا ۱۵ dB یا ۲۰ dB محاسبه می‌شود.

۴-۳

سطح نوفه زمینه^۴

1 -Energy Average Sound Pressure level in a Room
2 - Reverberation Time
3 - Structural Reverberation Time
4 - Background Noise Level

سطح فشار صدای اندازه‌گیری شده در اتاق دریافت، از همه منابع به غیر از بلندگوها یا دستگاه پاکوب در اتاق منبع است.

۵-۳

میکروفن متحرک پیوسته^۱

میکروفنی است که با توجه به یک نقطه ثابت :

الف- با یک سرعت تقریباً ثابت در مسیر دایروی شکل حرکت می‌کند، یا

ب- در طول یک دوره زمانی ثابت، بر روی کمائی از دایره با حداکثر بزرگی ممکن، به طوری که کمتر از 270° به جلو و عقب حرکت نکند.

۴ الزامات و روش‌های اندازه‌گیری

۱-۴ گستره بسامد

تمامی کمیت‌ها باید با استفاده از فیلترهای محدوده‌ای از یک سوم اکتاو^۲ حداقل با بسامدهای مرکزی زیر، بر حسب Hz اندازه‌گیری شوند :

۱۰۰ ، ۱۲۵ ، ۱۶۰ ، ۲۰۰ ، ۲۵۰ ، ۳۱۵ ، ۴۰۰ ، ۵۰۰ ، ۶۳۰ ، ۸۰۰ ، ۱۰۰۰ ، ۱۲۵۰ ، ۱۶۰۰ ، ۲۰۰۰ ، ۲۵۰۰ ، ۳۱۵۰ ، ۴۰۰۰ ، ۵۰۰۰

در صورت نیاز به اطلاعات اضافی در بسامدهای پایین، از فیلترهای محدوده‌ای یک سوم اکتاو با بسامدهای مرکزی زیر بر حسب Hz استفاده می‌شود :

۵۰ ، ۶۳ ، ۸۰

برای محاسبات اضافی در بسامدهای پایین، به پیوست الف مراجعه شود.

۲-۴ اندازه‌گیری سطوح فشار صدا

۱-۲-۴ کلیات

متوسط سطح انرژی فشار صدا با استفاده از یک میکروفن متحرک منفرد با یک آرایش از میکروفن‌های ثابت یا یک میکروفن متحرک پیوسته، به دست می‌آید.

1 - Continuously moving microphone

2 - Octave

۲-۲-۴ حداقل فاصله بین موقعیت‌های میکروفن

مقادیر زیر حداقل فواصل هستند و می‌توانند بیشتر از این مقدار نیز باشند :

الف- ۰٫۷ m بین موقعیت‌های میکروفن‌های ثابت؛

ب- ۰٫۷ m بین هر موقعیت میکروفن و مرزهای اتاق؛

پ- ۰٫۷ m بین هر موقعیت میکروفن و هر پخش کننده؛

ت- ۱٫۰ m بین هر موقعیت میکروفن و عنصر آزمون؛

ث- ۱٫۰ m بین هر موقعیت میکروفن و منبع صدا.

۳-۲-۴ زمان‌های متوسط‌گیری

۱-۳-۲-۴ موقعیت‌های میکروفن ثابت

در هر موقعیت جداگانه برای میکروفن، زمان متوسط‌گیری برای هر محدوده بسامدی با بسامدهای مرکزی در محدوده بسامد از ۱۰۰ Hz تا ۴۰۰ Hz، باید حداقل ۶s باشد. در مورد گستره‌های بسامدهای بالاتر، کاهش تا ۴s مجاز است.

۲-۳-۲-۴ میکروفن متحرک پیوسته

زمان متوسط‌گیری باید تمام مقادیر جابه‌جایی را پوشش دهد و نباید کمتر از ۳۰s باشد. در صورت استفاده از یک بلندگوی متحرک، دوره اندازه‌گیری باید برابر با زمان حرکت بلندگو باشد که باید حداقل ۳۰s در نظر گرفته شود.

۴-۲-۴ متوسط سطح انرژی فشار صدا

۱-۴-۲-۴ موقعیت‌های میکروفن ثابت

متوسط سطح انرژی فشار صدا با استفاده از معادله (۱) به دست می‌آید:

$$L = 10 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n p_0^2} \quad (1)$$

که در آن :

p_1, p_2, \dots, p_n جذر میانگین مربع (r.m.s) فشار صدا در n موقعیت مختلف در اتاق می‌باشد.

در عمل، معمولاً سطوح فشار صدا اندازه‌گیری می‌شوند، و سطح متوسط انرژی (L) از معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$L = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \quad (2)$$

که در آن :

L_1, L_2, \dots, L_n سطح فشار صدا در n موقعیت مختلف اتاق است.

۴-۲-۲-۴ میکروفن متحرک پیوسته

سطح فشار صدا متوسط انرژی با استفاده از معادله (۳) تعیین می شود :

$$L = 10 \lg \frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \quad (3)$$

که در آن

p فشار صدا، (pa)؛

P_0 فشار صدا مرجع برابر با $20 \mu\text{pa}$ ؛

T_m زمان انتگرال گیری، (s).

۴-۳ تصحیح سطح نوفه زمینه

برای حصول اطمینان از اینکه مشاهدات در اتاق دریافت تحت تاثیر نوفه زمینه نیست، اندازه‌گیری‌های سطوح نوفه زمینه باید انجام گیرد. صداهای نامربوط از قبیل نوفه خارج از اتاق آزمون، نوفه الکتریکی در سامانه دریافت کننده یا مکالمات الکتریکی بین منبع و سامانه‌های، همگی در سطح نوفه زمینه دخیل می‌باشند. سطح نوفه زمینه باید حداقل ۶dB (و ترجیحا بیشتر از ۱۵ dB) در زیر ترکیب سطح سیگنال و صدای زمینه در هر گستره بسامد باشد.

اگر اختلاف در سطح کوچکتر از ۱۵dB اما بیشتر از ۶dB باشد، تصحیحات سطح سیگنال طبق معادله (۴) به دست می آید :

$$L = 10 \lg \left(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) \quad (4)$$

که در آن :

L سطح سیگنال تصحیح شده، (dB)؛

L_{sb} ترکیب سطح سیگنال و نوفه زمینه، (dB)؛

L_b سطح نوفه زمینه.

اگر اختلاف سطح کمتر یا برابر ۶dB در هر یک از گستره‌های بسامد باشد، با استفاده از ۱٫۳ dB اصلاح می‌شود. برای هر گستره بسامدی که این مورد وجود دارد، باید تصحیح ۱٫۳ dB را به صورت واضح و آشکار در این گزارش نشان داده شود و این مقادارها حد اندازه‌گیری است.

برای کنترل نوفه الکتريکی در سامانه دریافت‌کننده یا مکالمات الکتريکی بين منبع و سامانه‌های دریافت، میکروفن به وسیله یک میکروفن فرضی یا بلندگو با یک مقاومت معادل، جایگزین می‌شوند.

۴-۴ اندازه‌گیری عایق‌بندی صدا

۱-۴-۴ کلیات

صدا باید در اتاق منبع توسط بلندگوها حداقل در دو موقعیت یا یک بلندگو که حداقل در دو موقعیت جابه‌جا می‌شود یا یک بلندگوی متحرک تولید شود. روش توصیف برای بلندگوها و موقعیت قرارگیری آنها در پیوست D استاندارد ISO 10140-5، بیان شده است. سطح فشار صدا باید با استفاده از میکروفن در موقعیت‌های ثابت یا یک میکروفن متحرک اندازه‌گیری شود.

۲-۴-۴ اندازه‌گیری‌ها با موقعیت‌های میکروفن ثابت

الف- در صورت استفاده از بیش از یک بلندگو به صورت همزمان یا یک بلندگوی متحرک باید حداقل از پنج موقعیت میکروفن در هر اتاق استفاده شود. این موقعیت‌ها باید در حداکثر فضای مجاز سرتاسر هر اتاق توزیع شوند. موقعیت قرارگیری دو میکروفن نباید در یک سطح نسبت به مرزهای اتاق باشد.

ب- در صورت استفاده از یک بلندگوی منفرد، در هر اتاق برای هر موقعیت بلندگو حداقل پنج موقعیت میکروفن باید استفاده شود. (وسایل جانبی موقعیت‌های مختلف میکروفن ممکن است از موقعیت‌های اولین دستگاه متمایز باشد). هر مجموعه‌ای از موقعیت‌های میکروفن‌ها باید در حداکثر فضای مجاز سرتاسر هر اتاق توزیع شود. موقعیت قرارگیری دو میکروفن نباید در یک سطح نسبت به مرزهای اتاق قرار گیرند.

۳-۴-۴ اندازه‌گیری‌ها با یک میکروفن متحرک

الف- در صورت استفاده بیش از یک بلندگو به صورت همزمان یا یک بلندگوی متحرک، حداقل یک اندازه‌گیری با یک عدد میکروفن متحرک پیوسته باید استفاده شود. شعاع‌های جاروب میکروفن باید حداقل ۱m باشد. صفحه پیمایش باید فزاینده باشد تا بخش بزرگی از فضای مجاز اتاق را پوشش دهد. زاویه بین صفحه پیمایش با هر یک از سطح اتاق (دیوار، کف یا سقف) نباید کمتر از 10° باشد. مدت زمان پیمایش نباید کمتر از ۱۵s باشد.

ب- در صورت استفاده از یک بلندگوی منفرد، حداقل باید یک اندازه‌گیری با یک عدد میکروفن متحرک برای هر موقعیت بلندگو انجام شود. شعاع‌های جاروب میکروفن باید حداقل ۱m متر باشد. صفحه پیمایش باید شیب‌دار باشد تا بخش بزرگی از فضای مجاز اتاق را پوشش دهد. زاویه بین صفحه پیمایش با هر یک از سطح اتاق (دیوار، کف یا سقف) نباید کمتر از 10° باشد. مدت زمان پیمایش نباید کمتر از ۱۵s باشد.

موقعیت نقطه ثابت در حرکات میکروفن متحرک پیوسته ممکن است در هر موقعیت بلندگو تغییر کند. همان تعداد اندازه‌گیری باید برای هر موقعیت در نظر گرفته شود.

۴-۵ اندازه‌گیری عایق بندی صدای ضربه‌ای

۴-۵-۱ کلیات

صدا باید با استفاده از دستگاه پاکوب استاندارد تولید شود. الزامات برای دستگاه پاکوب در پیوست E استاندارد ISO10140-5: 2010 بیان شده است. حداقل از چهار موقعیت دستگاه پاکوب برای هر اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

۴-۵-۲ اندازه‌گیری با موقعیت‌های میکروفن ثابت

تعداد موقعیت‌های میکروفن باید برابر یا مضرب صحیحی از تعداد موقعیت‌های دستگاه پاکوب باشد. همان تعداد از موقعیت‌های میکروفن باید برای هر موقعیت دستگاه پاکوب استفاده شود. در صورت استفاده از دستگاه پاکوب در چهار یا پنج موقعیت، حداقل دو اندازه‌گیری سطح فشار صدای ضربه‌ای برای هر موقعیت دستگاه پاکوب باید اعمال شود. اندازه‌گیری‌ها باید با حداقل دو موقعیت میکروفن برای هر موقعیت دستگاه پاکوب انجام شود.

در صورت استفاده از شش موقعیت یا بیشتر از دستگاه پاکوب، حداقل یک اندازه‌گیری سطح فشار صدای ضربه‌ای باید برای هر موقعیت دستگاه پاکوب اعمال شود. اندازه‌گیری‌ها باید برای موقعیت میکروفن مختلف برای هر موقعیت دستگاه پاکوب در نظر گرفته شود.

۴-۵-۳ میکروفن متحرک

تعداد اندازه‌گیری‌ها برای هر موقعیت دستگاه پاکوب باید یکسان و حداقل یک اندازه‌گیری برای هر موقعیت دستگاه پاکوب در نظر گرفته شود. شعاع‌های جاروب میکروفن باید حداقل یک متر باشد. صفحه پیمایش باید فزاینده باشد تا بخش بزرگی از فضای مجاز اتاق را پوشش دهد. زاویه بین صفحه پیمایش با هر یک از سطح اتاق (دیوار، کف یا سقف) نباید کمتر از 10° باشد. مدت زمان پیمایش نباید کمتر از ۱۵ s باشد.

موقعیت نقطه ثابت در حرکات میکروفن متحرک پیوسته ممکن است در هر موقعیت بلندگو تغییر کند. همان تعداد اندازه‌گیری باید برای هر موقعیت در نظر گرفته شود.

۶-۴ اندازه گیری زمان انعکاس و ارزیابی سطح جذب صدای معادل

۱-۶-۴ کلیات

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۲۵۱۹، روش مهندسی ترجیح داده می‌شود با این وجود این از روش‌های دقیق‌تری می‌توان استفاده کرد. ارزیابی زمان انعکاس از منحنی نزولی باید از ۵ dB کمتر از سطح فشار صدای اولیه شروع شود. گستره ارزیابی بهتر است ۲۰dB باشد. حد پایین گستره ارزیابی باید حداقل ۱۰dB بیشتر از نوفه زمینه کلی سامانه اندازه‌گیری باشد.

۲-۶-۴ اندازه‌گیری زمان انعکاس

زمان انعکاس باید با استفاده از روش نوفه منقطع یا روش پاسخ ضربه مجتمع که در استانداردهای ملی ایران به شماره ۲-۱۲۵۱۹ و ۱۲۹۷۶ بیان شده است، اندازه‌گیری شود. استفاده از یک منبع پخش چند جهته صدا می‌تواند یک زمینه صدای مناسب ایجاد نماید، اما انواع دیگر منابع نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند.

۱-۲-۶-۴ روش نوفه منقطع

برای موقعیت‌های میکروفن ثابت، برای هر گستره بسامدی حداقل شش اندازه‌گیری نیاز است. حداقل یک موقعیت بلندگو باید با سه موقعیت میکروفن ثابت و دو اندازه‌گیری در هر موقعیت، یا شش موقعیت میکروفن ثابت و یک اندازه‌گیری در هر موقعیت استفاده شود. برای یک میکروفن متحرک، برای هر گستره بسامدی حداقل شش اندازه‌گیری نیاز است. حداقل یک موقعیت بلندگو با توزیع شش واحد اندازه‌گیری که در مسیر میکروفن گسترده شده‌اند باید مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۲-۶-۴ روش پاسخ ضربه مجتمع

برای روش پاسخ ضربه مجتمع، اندازه‌گیری زمان انعکاس باید با استفاده از موقعیت‌های میکروفن ثابت انجام گیرد. هنگام استفاده از یک منبع ضربه، برای هر گستره بسامد حداقل شش اندازه‌گیری نیاز است. حداقل یک موقعیت منبع و شش موقعیت میکروفن ثابت باید استفاده شود. زمان انعکاس باید با انتگرال‌گیری زمان معکوس مربع پاسخ ضربه محاسبه شود.

۳-۶-۴ سطح جذب صدای معادل

سطح جذب صدای معادل A ، بر حسب متر مربع، از محاسبه زمان انعکاس با استفاده از معادله (۵) (معادله Sabine) به دست می‌آید:

$$A = \frac{0.16V}{T} \quad (5)$$

که در آن
 V حجم اتاق دریافت، (m^3)؛
 T زمان انعکاس، (s).

۷-۴ اندازه‌گیری زمان انعکاس سازه‌ای

اندازه‌گیری زمان انعکاس سازه‌ای باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۹۷۵ انجام گیرد. معادله بین ضریب افت کل و زمان انعکاس سازه‌ای (T_s) یک جزء از معادله (۶) محاسبه می‌شود:

$$\eta_{total} = \frac{2.2}{fT_s} \quad (6)$$

که در آن:

f بسامد مرکزی گستره یک سوم اکتاو، (Hz)

ضریب افت کل شامل: افت‌های داخلی، افت‌های جفت شده سازه‌ها و افت‌های تشعشع. یادآوری - حداقل‌ها برای حصول نتایج قابل اعتماد ناشی از فیلتر و شناسگر از استاندارد ملی ۱-۱۲۹۷۵ به دست می‌آید.

۸-۴ اندازه‌گیری توان صدای منتشر شده با سرعت سطحی اجزاء

توان صدای منتشر شده به وسیله جزء آزمون و اجزاء جانبی می‌تواند جهت تعیین حداکثر شاخص کاهش صدای حاصله در حالت آزمون مورد استفاده قرار گیرد، (پیوست A استاندارد ISO10140-5 مراجعه کنید). که این از اندازه‌گیری‌های ارتعاش روی این اجزاء می‌تواند محاسبه شود. اگر سرعت سطحی اجزاء با استفاده از شتاب‌نگاری که الزاما به سطح محکم شده، محاسبه شود، باید مقاومت جرم آن در مقایسه با مقاومت نقطه متحرک جزء به اندازه کافی کم باشد. اگر بسامد بحرانی جزء آزمون یا اجزای جانبی در مقایسه با گستره بسامدی مورد نظر پایین باشد، توان W_K منتشر شده از یک جزء ویژه، K ، با مساحت S_K به درون اتاق دریافت با استفاده از معادله (۷) محاسبه می‌شود:

$$W_K = \rho c s_k \overline{v_k^2} \sigma_k \quad (7)$$

که در آن:

$\overline{v_k^2}$ میانگین فاصله‌ای^۱ است، متوسط مربع سرعت عمود بر سطح؛

σ_k کارایی تشعشعی، برای بالاتر از بسامد بحرانی می‌توان آن را یک فرض کرد؛

ρc مقاومت مشخصه هوا.

میزان متوسط سرعت سطحی یک جزء ، L_v به وسیله معادله (۸) به دست می آید.

$$L_v = 10 \log\left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{nv_0^2}\right) \quad (۸)$$

در آن

v_0, v_2, \dots, v_n مقادیر r.m.s جذر میانگین مربع سرعت‌های سطحی عمود در n موقعیت مختلف روی جزء؛
سرعت مرجع v_0 (10^{-9} m/s).

در علم آکوستیک ساختمان، سرعت مرجع 5×10^{-8} m/s نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین سرعت مرجع مورد استفاده در معادله (۸) همیشه باید بیان شود. برای اهداف این استاندارد بهتر است سرعت ارتعاش مرجع 10^{-9} در نظر گرفته شود.

میانگین فاصله‌ای از متوسط مربع سرعت عمود بر سطح در معادله (۷) توسط معادله (۹) به دست می‌آید.

$$\overline{v_k^2} = v_0^2 10^{L_v/10} \quad (۹)$$

شتاب‌نگار باید به خوبی به سطح متصل شود و مقاومت جرم آن باید در مقایسه با مقاومت نقطه متحرک روی سطح، به حد کافی پایین باشد.

یادآوری - انتقال جانبی همچنین می‌تواند با استفاده از روش شدت محاسبه شود (به استاندارد ISO 15186-1 مراجعه کنید).

۵ اندازه‌گیری‌های عایق‌بندی صدا

۱-۵ کلیات

اندازه‌گیری‌ها می‌تواند با استفاده از میکروفن‌های متحرک پیوسته یا ثابت، بلندگوهای ثابت یا متحرک انجام گیرد.

نباید تغییرات محسوسی بین اندازه‌گیری‌ها در اتاق جذب وجود داشته باشد. بهتر است که اندازه‌گیری‌ها همزمان در اتاق دریافت و منبع انجام گیرد.

۲-۵ روش عمومی برای تعیین عایق‌بندی صدا

۱-۲-۵ کلیات

یکی از چهار گزینه اشاره شده در بندهای ۲-۲-۵، ۳-۲-۵، ۴-۲-۵ و ۵-۲-۵ را می‌توان انتخاب نمود.

۵-۲-۲ موقیعت‌های میکروفن ثابت و چند بلندگو که به طور همزمان کار می‌کنند یا یک بلندگوی متحرک

سطوح فشار صدا باید هم در اتاق منبع و هم در اتاق دریافت (به بند ۴-۴-۲ مراجعه کنید) اندازه‌گیری شود. متوسط سطح انرژی فشار صدا باید هم در منبع و هم در اتاق‌های دریافت محاسبه شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. تعیین شاخص کاهش صدا یا اختلاف سطح جزء معمول شده در استاندارد ISO 10140-2 بیان شده است.

۵-۲-۳ موقیعت‌های میکروفن ثابت و کارکرد یک بلندگو در بیشتر از یک موقیعت

سطوح فشار صدا باید هم در اتاق منبع و هم در اتاق‌های دریافت برای اولین موقیعت بلندگو اندازه‌گیری شود (۴-۴-۲). متوسط سطح انرژی فشار صدا باید هم در منبع و هم در اتاق‌های دریافت محاسبه شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. شاخص کاهش صدا یا اختلاف سطح جزء معمول شده برای این موقیعت بلندگو در استاندارد ISO 10140-2 بیان شده است. هم سطوح اتاق منبع و هم سطوح اتاق دریافت باید قبل از جابه‌جایی بلندگو اندازه‌گیری شود.

روش بالا برای دیگر موقیعت‌های بلندگو، تکرار می‌شود. متوسط شاخص کاهش صدا یا اختلاف سطح جزء معمول شده با استفاده از معادله (۱۰) یا (۱۱) محاسبه می‌شود.

$$R = -10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-R_i/10} \quad (10)$$

$$D_{n,e} = -10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_{n,e_i}/10} \quad (11)$$

۵-۲-۴ میکروفن متحرک پیوسته و کارکرد همزمان چند بلندگو یا یک بلندگوی متحرک

سطوح فشار صدا باید هم در اتاق منبع و هم در اتاق‌های دریافت برای اولین موقیعت بلندگو اندازه‌گیری شود (به بند ۴-۴-۲ مراجعه کنید). متوسط سطح انرژی فشار صدا باید هم در منبع و هم در اتاق‌های دریافت محاسبه شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. شاخص کاهش صدا یا اختلاف سطح جزء معمول شده برای این موقیعت بلندگو در استاندارد ISO 10140-2 بیان شده است. هم سطوح اتاق منبع و هم سطوح اتاق دریافت باید قبل از جابه‌جایی بلندگو اندازه‌گیری شوند.

یادآوری - اگر انتقال میکروفن متحرک تنها از یک نقطه ثابت در هر اتاق انجام گیرد، سطوح اندازه‌گیری شده که نوفه زمینه آنها تصحیح شده است، سطوح انرژی متوسط در اتاق‌های منبع و دریافت می‌باشند.

۵-۲-۵ میکروفن متحرک پیوسته و کارکرد یک بلندگو در بیش از یک موقعیت

سطوح فشار صدا باید هم در اتاق منبع و هم در اتاق‌های دریافت برای اولین موقعیت بلندگو اندازه‌گیری شود (به بند ۴-۴-۲ مراجعه کنید). متوسط سطح انرژی فشار صدا باید هم در منبع و هم در اتاق‌های دریافت محاسبه شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. شاخص کاهش صدا یا اختلاف سطح جزء معمول شده برای این موقعیت بلندگو در استاندارد ISO10140-2 بیان شده است. هم سطوح اتاق منبع و هم سطوح اتاق دریافت باید قبل از جابه‌جایی بلندگو اندازه‌گیری شود. روش فوق برای دیگر موقعیت‌های بلندگو تکرار می‌شود. شاخص کاهش صدای متوسط یا اختلاف سطح جزء نرمال با استفاده از معادلات (۱۰ و ۱۱) هر کدام که مناسبتر باشد محاسبه می‌شود.

۳-۵ روش کلی برای تعیین عایق‌بندی صدا ضربه‌ای در طبقات

اندازه‌گیری‌ها ممکن است با استفاده از محاسبه میکروفن‌های متحرک یا ثابت و دستگاه پاکوب استاندارد انجام شود. باید مطمئن شد که هیچ تغییر قابل توجهی در اتاق جذب بین اندازه‌گیری‌ها بوجود نمی‌آید. حداقل تعداد موقعیت‌های دستگاه پاکوب از پیوست H استاندارد ISO 10140-1 و یا استاندارد ISO 10140-3 به دست می‌آید. هر مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها با تعداد زیادی از موقعیت‌های دستگاه پاکوب که برای حصول یک مقدار متوسط قابل اعتماد ضروری است، انجام گیرد.

۱-۳-۵ موقعیت میکروفن ثابت

سطح فشار صدا باید در اتاق دریافت، در هر موقعیت میکروفن اندازه‌گیری شود (به بند ۴-۴-۲ مراجعه کنید). متوسط سطح انرژی فشار صدا محاسبه می‌شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. تعیین سطح فشار صدای ضربه‌ای معمول شده در استاندارد ISO 10140-3 بیان شده است.

۲-۳-۵ میکروفن متحرک پیوسته

سطح فشار صدا باید در اتاق دریافت، در هر موقعیت میکروفن اندازه‌گیری شود (به بند ۴-۴-۳ مراجعه کنید). متوسط سطح انرژی فشار صدا محاسبه می‌شود [تصحیح نوفه زمینه (به بند ۴-۳ مراجعه کنید)]. تعیین سطح فشار صدای ضربه‌ای معمول شده در ISO 10140-3 بیان شده است. یادآوری - اگر انتقال میکروفن متحرک تنها از یک نقطه ثابت در هر اتاق انجام گیرد، سطوح اندازه‌گیری شده که نوفه زمینه آن‌ها تصحیح شده است، سطوح انرژی متوسط در اتاق‌های منبع و دریافت است.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

روش‌های الحاقی برای اندازه‌گیری در بسامدهای پایین

الف-۱ کلیات

در گستره‌های بسامدی پایین (بطور کلی پایین‌تر از ۴۰۰ Hz و بخصوص پایین‌تر از ۱۰۰ Hz)، میزان صدا در اتاق‌های آزمون پراکنده نیستند، به ویژه وقتی که حجم اتاق‌ها فقط 50 m^3 تا 100 m^3 در نظر گرفته شده باشند. به طور کلی نیاز است که ابعاد اتاق حداقل یک طول موج که نمی‌تواند در گستره‌های بسامدی پایین به کار رود، باشد.

تحریک مدهای اتاق به مقدار زیادی به موقعیت‌های منبع بستگی دارد. شاخص کاهش صدا به شدت وابسته به تحریک مدهای اتاق است، حتی اگر تکرارپذیری در بسامدهای پایین مورد قبول باشد. تکرارپذیری و مقایسه پذیری با نتایج آزمون حاصل از اتاق‌های دیگر می‌تواند بسیار ضعیف باشد و نتایج آزمون وابسته به امکانات یا وسایل آزمون می‌شود.

به منظور کاهش پراکندگی نتایج اندازه‌گیری، با در نظر گرفتن تحریک و نمونه‌برداری از میدان صدای اتاق‌ها و شرایط ویژه‌ای که اتاق‌ها باید داشته باشند، تلاش‌های بیشتری لازم است.

اتاق‌های کم حجم و ابعاد نامناسب برای بسامدهای پایین قابل استفاده نیستند. حداقل یکی از ابعاد اتاق باید به اندازه طول موج و دیگری حداقل نصف طول موج پایین‌ترین گستره بسامد مرکزی باشد و در آنجا باید فضای کافی برای قرار دادن منبع و میکروفن‌ها با توجه به شرایط وجود داشته باشد.

الف-۲ حداقل فاصله‌ها

سطح فشار صدا در امتداد مرزهای اتاق از فاصله‌ای تقریباً به اندازه $1/4$ طول موج، به شدت افزایش می‌یابد. بنابراین حداقل فاصله جدایی (به بند ۲-۲-۴ مراجعه کنید) باید برای اندازه‌گیری‌های کمتر از ۵۰ Hz گستره یک سوم اکتاو، دو برابر شود. فاصله بین موقعیت‌های میکروفن و مرزهای اتاق، حد نهایی باید در حدود $1,2 \text{ m}$ باشد. و همچنین این مقدار برای فاصله بین موقعیت‌های میکروفن و سطحی از جزء آزمون معتبر است.

الف-۳ نمونه‌برداری از میدان صدا

برای دستیابی به متوسط قابل اطمینان از سطوح فشار صدا، باید تعداد موقعیت‌های میکروفن درون حجم اتاق، افزایش یابد. موقعیت‌های میکروفن باید بصورت یکنواخت در سراسر حجم مجاز اتاق گسترش یابد. در صورت

استفاده از میکروفن متحرک، باید از تمام قسمت‌های مجاز حجم تا حد امکان بصورت یکنواخت نمونه‌برداری شود. در بسامدهای خیلی پایین که ابعاد اتاق در گستره نصف طول موج می‌باشد، در مرکز اتاق مقادیر بسیار کمی برای سطح فشار صدا حاصل می‌شود. بنابراین موقعیت‌های مناسب برای میکروفن نیز باید خارج از این گستره انتخاب شوند.

الف-۴ موقعیت‌های بلندگو

عدم انتشار صدا در اتاق‌های کوچک، اندازه‌گیری در بسامدهای پایین را می‌توان به وسیله تحریک میدان‌های صدای مختلف یکی پس از دیگری و متوسط‌گیری از نتایج آن‌ها تا قسمتی جبران کرد. بنابراین، تعداد موقعیت‌های بلندگو باید افزایش یابد، حداقل باید سه موقعیت وجود داشته باشد. استفاده از یک بلندگوی متحرک پیوسته پیشنهاد می‌شود.

الف-۵ زمان متوسط‌گیری

با توجه به کوچکتر بودن پهنای گستره فیلتر کوچکتر و هم پوشانی مودی کم، زمان متوسط‌گیری برای اندازه‌گیری در گستره ۵۰ Hz باید تا بیش از ۱۵ s افزایش یابد (حدوداً سه برابر زمان لازم در مقایسه با اندازه‌گیری‌ها در گستره ۱۰۰ Hz). هنگام استفاده از میکروفن متحرک، زمان متوسط‌گیری نباید کمتر از ۶۰ s باشد.

الف-۶ زمان انعکاس

در اتاق‌های آزمون با سطوح سخت، زمان‌های انعکاس در بسامدهای خیلی پایین، طولانی است (به استاندارد ISO 10140-5 مراجعه کنید).

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۸۵۶۸: سال ۱۳۸۵، آکوستیک- اندازه گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی قسمت دوم-تعیین، بازبینی و کاربرد داده‌های دقیق
- [۲] استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۸۵۶۸: سال ۱۳۸۵، آکوستیک- اندازه گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی قسمت چهارم- اندازه‌گیری میدانی صدابندی هوا برد بین دو اتاق
- [۳] استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۸۵۶۸: سال ۱۳۸۶، اندازه گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی-قسمت پنجم - اندازه گیری میدانی صدا بندی هوا برد نما و اجزای آن
- [۴] استاندارد ملی ایران به شماره ۷-۸۵۶۸: سال ۱۳۸۵، آکوستیک- اندازه گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی قسمت هفتم- اندازه گیری میدانی صدابندی کوبه‌ای سقف‌ها
- [۵] استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۸۲۵: سال ۱۳۸۹، اندازه گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی با استفاده از شدت صدا- قسمت ۱- اندازه گیرهای آزمایشگاهی

[6] ISO 140-14, Acoustics- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements
part14: Guidelines for special situations in the field

[7] ISO 140-18, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements –part
18: Laboratory measurement of sound generated by rainfall on building elements

[8] HOPKINS, C. Sound insulation. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2007, 622 pp.