DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657 Published by Vesnu Publications

بهینه‌سازی فرایند کنترل صدای سایلنسری از جنس پلی‌استایرن (یونولیت) و بررسی نقش آن در تغییر شاخص افت ورودی صدای منابع هنگام استفاده به صورت حصار در محیط آزمایشگاهی

فرهاد فروهر مجد[1]، شیوا سوری[2]، زهرا محمدی[3]، جعفر صالحیان[2]، مسعود مصیبی[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مواجهه با صدای بیش از حد مجاز، یکی از معضلات بهداشتی کارگران در دنیا محسوب می‌گردد. یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل صدا، استفاده از مواد جاذب به صورت سایلنسر اطراف منبع صوت می‌باشد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تعیین میزان افت ورودی صدای سایلنسری از جنس یونولیت و تغییرات ساختاری آن به منظور بهبود کاهش صوت انجام شد.

روش‌ها: جهت ساخت سایلنسر به شکل حصار (Enclosure)، از فوم پلی‌استایرن (یونولیت) به صورت مکعب مستطیل (بدون وجه کف) با دانسیته ۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب و ضخامت دیواره‌ها و سقف ۵ سانتی‌متر و ابعاد کلی ۱/۵ × ۱ × ۱ متر استفاده شد. همچنین، یک بلندگو به عنوان منبع تولید صدا با تراز صوت ۱۰۰ دسی‌بل جهت پخش صوت به صورت عمود بر زمین و دو میکروفن نیز به منظور جمع‌آوری صدا مورد استفاده قرار گرفت. سپس با اعمال تغییراتی مانند افزایش ضخامت و ایجاد حفره روی دیواره‌ها، میزان کاهش صوت بررسی گردید.

یافته‌ها: وجود سایلنسر یونولیت با ضخامت ۵ سانتی‌متر و بدون حفره، سبب کاهش صوت حداکثر ۳۴/۵ دسی‌بل در فرکانس ۵۰۰ هرتز شد. افزایش ضخامت به ۷ سانتی‌متر و اضافه نمودن حفره به قطر ۲ سانتی‌متر در فرکانس‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز، منجر به کاهش صوت بیشتری نسبت به سایلنسر بدون تغییرات گردید.

نتیجه‌گیری: به منظور افزایش بهره‌وری سایلنسری از جنس پلی‌استایرن، با توجه به شرایط اقتصادی و محل مورد نظر، می‌توان از ضخامت بیشتر این ماده استفاده نمود. همچنین، طراحی صحیح حفره بر روی دیواره‌های سایلنسر، سبب افزایش افت صدای ناشی از منبع به محیط بیرون از سایلنسر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سایلنسر، حصار، پلی استایرن، افت ورودی صدا

ارجاع: فروهر مجد فرهاد، سوری شیوا، محمدی زهرا، صالحیان جعفر، مصیبی مسعود. **بهینه‌سازی فرایند کنترل صدای سایلنسری از جنس پلی‌استایرن (یونولیت) و بررسی نقش آن در تغییر شاخص افت ورودی صدای منابع هنگام استفاده به صورت حصار در محیط آزمایشگاهی.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۱): ۱۰۳-۹۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۸/۲۵ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۸/۴

مقدمه

این مسأله واضح است که توسعه صنعت، علم و تکنولوژی، باعث افزایش کیفیت زندگی افراد می‌شود. از طرف دیگر، این پیشرفت‌ها مشکلاتی را به همراه دارند که بر روی محیط و سلامتی بشر تأثیر می‌گذارند. روزانه میلیون‌ها نفر در سراسر دنیا با تعداد زیادی از آلاینده‌های محیط زیست مواجه می‌شوند که آلودگی صوتی به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی، در ایجاد این گونه مشکلات در شهرهای بزرگ و صنایع سهم بسزایی را به خود اختصاص داده است. آلودگی صوتی، حاصل انواع مختلفی از منابع می‌باشد که قسمتی از این آلودگی نتیجه فعالیت‌های صنعتی یا فعالیت‌های روزانه افراد بوده است (۱).

مواد جاذب اغلب به منظور مقابله با اثرات نامطلوب صدای انعکاس یافته از سطوح سفت و سخت استفاده می‌گردد و باعث کاهش سطح صدای منعکس شده می‌شود. این مواد در مهندسی آکوستیک برای کنترل صدای اتاق، سر و صدای صنعتی، صدای استودیو و کنترل سایر آلودگی‌های صوتی به کار برده می‌شوند و در این زمینه نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۲).

از آن‌جایی که صدا به عنوان آلاینده زیست محیطی تلقی می‌شود؛ بنابراین، ایجاد محیط زیست بهتر و آرام‌تر مورد نیاز می‌باشد. علاوه بر این، ویژگی‌هایی مانند ضخامت، وزن سبک و ارزان قیمت بودن موادی که به منظور جذب صدا در طیف وسیعی از باند فرکانسی استفاده می‌شوند، بسیار حایز اهمیت است. به‌تازگی استفاده از پلیمرها افزایش یافته است و کاربرد بسیار وسیعی در جذب و کاهش صدا دارند که از ویژگی‌های آن‌ها می‌توان به چگالی و وزن سبک، قابلیت انعطاف، تولید به نسبت ساده و استفاده تجاری اشاره نمود (۱).

نتایج مطالعه فروهرمجد و محمدی نشان داد که ضریب جذب ماده پشم معدنی با ضخامت ۵۰ میلی‌متر در همه فرکانس‌ها به جز محدوده ۱۲۵۰ تا ۳۲۰۰ هرتز، جذب بالاتری نسبت به ضخامت کمتر این نمونه داشت (۳). نتایج

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: زهرا محمدی Email: z_mohammadi@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]

تحقیق دیگر فروهرمجد و همکاران بر روی ضریب جذب مواد حاکی از آن بود که با افزایش ضخامت جاذب، میزان جذب نیز افزایش می یابد و نکته مهم تر، افزایش محسوس میزان جذب در فرکانس‌های پایین با افزایش ضخامت بود (۴). پژوهش Su و همکاران گزارش کرد که ضریب جذب ماده جاذب با افزایش ضخامت، افزایش می‌یابد و این ارتباط در فرکانس‌های پایین و متوسط بیشتر مشاهده شد (۵).

فوم پلی‌استایرن (یونولیت) یکی از فرآورده‌های صنایع پتروشیمی می‌باشد که تحت فشار به شکل قالب و ورقه ساخته می‌شود (۶). یونولیت در واقع نوعی پلیمر سفید رنگ می‌باشد که به علت وزن سبک و عایق بودن در برابر رطوبت و صدا، کاربرد وسیعی در ساختمان‌سازی و صنایع دارد (۸، ۷).

بر اساس نتایج مطالعه Sakamoto و همکاران، لایه‌های پوشیده شده با پلی‌استایرن، ضریب جذب صوت مساوی با لایه‌های پوشانده شده با مواد جاذب جامد و سخت دارند (۷). محصور کردن منابع، باعث کاهش تراز کلی صدا و همچنین، کاهش تراز صدا در فرکانس‌های میانی و بالا می‌گردد. در واقع، ایجاد حصار اگرچه به عنوان یک مانع سبب جلوگیری از انتقال صدا به خارج منطقه محصور شده می‌گردد، اما همین مسأله می‌تواند سبب تشدید صداهای فرکانس پایین شود (۹).

در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت جاذب‌های صوتی به منظور کاهش صدا و خصوصیات ویژه یونولیت‌ها شامل سبک وزن بودن، فراوانی و عایق صوت بودن، ضمن بررسی ویژگی‌های پلی‌استایرن به صورت سایلنسر، سعی گردید تا با طراحی ساختاری مناسب مانند تغییر ضخامت و ایجاد حفره بر روی دیواره‌ها، میزان افت ورودی (کاهش صدا) با استفاده از این نمونه سایلنسر مورد بررسی قرار گیرد.

روش‌ها

این مطالعه به صورت کاربردی و با هدف اصلی طراحی و ساخت یک مدل صداگیر به شکل حصار (Enclosure) و بر اساس دستورالعمل استاندارد ISO ۱۱۵۴۶ که در مورد افت صدای ناشی از حصار است، تهیه گردید تا بتواند بهترین عملکرد آکوستیکی را داشته باشد. بدین منظور اقدام به طراحی سایلنسر شد (۱۱، ۱۰) که ویژگی‌های آن در ادامه آمده است.

جهت ساخت سایلنسر، از فوم پلی‌استایرن (یونولیت) استفاده گردید. شکل هندسی خارجی صداگیر به صورت مکعب مستطیل (بدون وجه کف) و به ابعاد ۱/۵ × ۱ × ۱ متر بود (۱۲). اولین سایلنسر با دیواره‌ها و سقف به ضخامت ۵ سانتی‌متر و دانسیته ۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب تهیه گردید و در مراحل بعدی ضخامت به ۷ سانتی‌متر افزایش یافت.

منبع تولید صدا، بلندگو با جهت پخش صوت به صورت عمود بر زمین و به طرف بالا بود. بدین منظور سطح صوت در نزدیکی دیافراگم بلندگو در تراز ۱۰۰ دسی‌بل قرار داده شد و صدای منبع صوتی به صورت تک فرکانس و در فرکانس‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز تنظیم گردید (۱۲). موقعیت بلندگو بر روی زمین، وسط عرض سایلنسر و به فاصله ۵۰۰ میلی‌متری از گوشه سمت چپ قرار داشت. همچنین، به منظور اندازه‌گیری صدا، از دو میکروفن استفاده شد که هر کدام با استفاده از کالیبراتور ۹۴ دسی‌بل، کالیبره شدند. میکروفن‌ها در ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متری و در فواصل ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری در جهت افقی از منبع صوت قرار گرفتند (۱۲).

میزان افت انتقال دیواره حصار از رابطه ۱ مشخص می‌گردد.

$$TL = 20\log f + 20\log w - 47.5 \qquad \text{رابطه ۱}$$

این رابطه نشان می‌دهد که مقدار افت انتقال به عواملی مانند فرکانس صدا و دانسیته سطحی دیواره بستگی دارد (۱۳). افت انتقال دیواره در صورت استفاده جاذب به صورت حصار و احتمال تشدید صدا در داخل آن، ممکن است کاهش یابد. به همین دلیل معیار کاهش صدا، میزان افت ورودی (Insertion loss) می‌باشد.

$$\text{Insertion loss} = SPL_1 - SPL_2$$

با توجه به هدف تعیین افت ورودی، باید میزان کاهش صدا را در نقطه‌ای بیرون از حصار مشخص نمود. این میزان کاهش صدا، معیار توانایی حصار در کاهش صدای منبع می‌باشد که صحت کارایی آن بر اساس افت عایق نیز مشخص می‌شود (۱۱). برای انجام این کار، ابتدا تراز فشار صوت (Sound pressure level یا SPL_1) در ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متری در حالت بدون کنترل و استفاده از حصار به دست آمد. در مراحل بعدی روش اجرا، تغییراتی هنگام نصب سایلنسر و یا افزایش ضخامت و ایجاد حفره در ساختار حصار برای افزایش اثربخشی سایلنسر، داده شد. سپس تراز فشار صوت (SPL_2) در همین نقطه یعنی ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از سقف حصار دوباره اندازه‌گیری گردید که تفاوت این دو مقدار، ملاک کاهش صدای سایلنسر بود.

تعیین بازآوایی یا جذبی بودن سایلنسر، از نکات مهم برای افزایش اثربخشی آن و مشخص نمودن مقدار کاهش صدا می‌باشد. بنابراین، در مرحله بعدی با نصب میکروفن‌ها در فواصل ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری در جهت افقی و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر بالای منبع بدون حصار و همچنین، در داخل حصار و اندازه‌گیری تراز فشار صدا، میزان تغییرات صوت بررسی شد. کاهش صدا، نشانه جذبی بودن سایلنسر و افزایش صدا یا ثابت بودن آن به ترتیب نشانه بازآوایی و نیمه بازآوا بودن سایلنسر می‌باشد. در حالت‌های دوم و سوم باید در مراحل بعدی، مقدار بازآوایی را با تغییر شرایط داخلی سایلنسر و جذبی نمودن آن کاهش داد (۱۱). به همین دلیل، از حفره‌هایی با قطر ۲ سانتی‌متر بر روی دیواره‌های سایلنسر استفاده گردید. در صورت کاربرد صحیح جاذب‌ها به شکل گوه یا حفره در داخل سایلنسر، میدان صوت بازآوا حذف و میدان جذبی تولید می‌شود که کاهش صدای بیشتری را ایجاد می‌کند.

با توجه به این که کاهش صدا در فرکانس‌های پایین و بالا متفاوت می‌باشد و به ضخامت جاذب نیز بستگی دارد، ابتدا سایلنسر توسط پلی‌استایرن به ضخامت ۵ سانتی‌متر تهیه گردید و سپس با تغییر ضخامت به ۷ سانتی‌متر، میزان تغییر در کاهش صدا بررسی شد. داده‌های به دست آمده حاصل از اندازه‌گیری، در نرم‌افزارهای VA-Lab4 و MATLAB مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

به منظور تعیین میزان افت ورودی صدا، ابتدا فشار صوت در حالت بدون کنترل و استفاده از حصار اندازه‌گیری شد. به این صورت که دو میکروفن در ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متری و فواصل افقی ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری بالای منبع صوت قرار گرفتند.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]

جدول ۱. میزان Sound pressure level (SPL) و افت ورودی سایلنسر بدون تغییرات ساختاری

فرکانس (هرتز)	میکروفن اول (۴۰ سانتی‌متر)				میکروفن دوم (۸۰ سانتی‌متر)			
	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰
SPL_1 (دسی‌بل)	۹۲	۹۵	۸۵/۰	۶۲	۹۱/۵	۹۴	۸۲/۰	۶۰
SPL_2 (دسی‌بل)	۷۰	۷۲	۵۰/۵	۴۷	۶۸/۰	۷۵	۵۴/۵	۴۵
افت ورودی (SPL_1-SPL_2) (دسی‌بل)	۲۲	۲۳	۳۴/۵	۱۵	۲۳/۵	۱۹	۲۷/۵	۱۵

SPL: Sound pressure level

سپس صدای بلندگو روی ۱۰۰ دسی‌بل تنظیم و SPL اندازه‌گیری گردید. نتایج اندازه‌گیری در چهار فرکانس ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز طبق جدول ۱ می‌باشد.

سپس سایلنسر ساده و بدون ایجاد تغییرات ساختاری در موقعیت معین بر روی منبع صوت قرار داده شد و SPL توسط میکروفن‌ها در بیرون سایلنسر و در فواصل ذکر شده اندازه‌گیری گردید (جدول ۱). میزان افت ورودی صدا بر اساس فرمول $\text{Insertion loss} = SPL_1 - SPL_2$ محاسبه شد که این مقدار ملاک کاهش صدا است. در همه جداول، SPL_1 میزان تراز فشار صوت در حالت بدون کنترل و SPL_2 میزان تراز فشار صوت با وجود سایلنسر در هر فرکانس می‌باشد.

جهت تعیین جذبی یا بازآوا بودن سایلنسر، ابتدا دو میکروفن در فواصل ذکر شده و در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری بالای منبع صوت بدون سایلنسر و سپس در داخل سایلنسر بدون ایجاد تغییرات ساختاری نصب شد. SPL در هر چهار فرکانس به دست آمد (جدول ۲).

با توجه به داده‌های جدول ۲، در هر دو میکروفن میزان SPL در داخل بیشتر از SPL منبع بدون سایلنسر بود. بنابراین، فضای داخلی سایلنسر دارای خاصیت بازآوایی می‌باشد. بدین منظور از صفحات جاذب یونولیت دارای حفره استفاده شد و میزان SPL در هر موقعیت اندازه‌گیری گردید. یافته‌ها نشان داد که وجود حفره‌هایی با قطر ۲ سانتی‌متر بر روی دیواره‌های سایلنسر، سبب افزایش خاصیت جذب داخلی و در نتیجه، افزایش افت ورودی سایلنسر شد (جدول ۳).

همچنین به منظور تعیین تأثیر ضخامت در میزان افت ورودی صدا، صفحات یونولیت با ضخامت ۷ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت و اندازه‌گیری انجام شد (جدول ۴).

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، مشخص گردید که وجود سایلنسری از جنس یونولیت، می‌تواند نقش بسزایی در کاهش صوت داشته باشد؛ به طوری که بیشترین افت ورودی، به سایلنسر با دیواره‌های حفره‌دار، در فرکانس ۵۰۰ هرتز و ۴۲ دسی‌بل اختصاص داشت. یکی از معایب این سایلنسر، بازآوا بودن صدا در داخل آن بود و همین موضوع می‌تواند نقش منفی در کاهش صوت ایجاد نماید. بنابراین، اعمال تغییراتی در ساختار سایلنسر، سبب کاهش خاصیت بازآوایی می‌گردد که یکی از آن‌ها شامل هرمی نمودن و حفره‌دار کردن دیواره‌ها می‌باشد. در این حالت، صدا داخل حفره به دام می‌افتد و در اثر بازتاب‌های مکرر، انرژی صوتی کاهش می‌یابد. در همین راستا، نتایج حفره‌دار نمودن دیواره‌ها نشان داد که بیشترین کاهش صوت برای هر دو میکروفن، در فرکانس ۵۰۰ هرتز بود. مطالعه Rodríguez بیان کرد که در اتاق‌های آکوستیک اغلب از مواد جاذبی مانند پشم شیشه و پشم سنگ استفاده می‌گردد. همچنین، یکی از راه‌های کاهش مؤثر صدا در این اتاق‌ها، ایجاد حفره یا هرم بر روی دیوارها می‌باشد (۱۴). Davern و Hutchinson در پژوهش خود از فوم پلی‌اورتان جهت ساخت گوه یا هرم‌هایی در دیواره اتاق بازآوا استفاده نمودند. نتایج حاکی از کاهش میزان انعکاس صوت در داخل اتاق بود (۱۵).

جدول ۲. میزان Sound pressure level (SPL) در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر بالای منبع صوت بدون سایلنسر و در داخل سایلنسر بدون ایجاد تغییرات ساختاری

فرکانس (هرتز)	میکروفن اول (۴۰ سانتی‌متر)				میکروفن دوم (۸۰ سانتی‌متر)			
	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰
SPL (دسی‌بل) بالای منبع صوت بدون سایلنسر	۹۵	۹۸/۵	۸۶	۶۵	۹۳/۵	۹۸	۸۴	۶۴/۰
SPL (دسی‌بل) در داخل سایلنسر	۹۷	۹۹/۵	۸۷	۶۶	۹۵/۰	۹۹	۸۹	۶۵/۵

SPL: Sound pressure level

جدول ۳. میزان Sound pressure level (SPL) و افت ورودی سایلنسر با دیواره‌های حفره‌دار

فرکانس (هرتز)	میکروفن اول (۴۰ سانتی‌متر)				میکروفن دوم (۸۰ سانتی‌متر)			
	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰
SPL_1 (دسی‌بل)	۹۲	۹۵	۸۵	۶۲	۹۱/۵	۹۴	۸۲	۶۰
SPL_2 (دسی‌بل)	۵۸	۷۰	۴۳	۴۵	۶۶/۵	۷۰	۴۵	۴۰
افت ورودی (SPL_1-SPL_2) (دسی‌بل)	۳۴	۲۵	۴۲	۱۷	۲۵/۰	۲۴	۳۷	۲۰

SPL: Sound pressure level

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]

جدول ۴. میزان Sound pressure level (SPL) و افت ورودی سایلنسر با دیواره یونولیت به ضخامت ۷ سانتی‌متر

فرکانس (هرتز)	میکروفن اول (۴۰ سانتی‌متر)				میکروفن دوم (۸۰ سانتی‌متر)			
	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰
SPL_1 (دسی‌بل)	۹۲	۹۵	۸۵/۰	۶۲	۹۱/۵	۹۴/۰	۸۲	۶۰
SPL_2 (دسی‌بل)	۶۶	۷۱	۴۷/۵	۴۵	۶۷/۰	۷۰/۵	۵۲	۴۲
افت ورودی (SPL_1–SPL_2) (دسی‌بل)	۲۶	۲۴	۳۷/۵	۱۷	۲۴/۵	۲۳/۵	۳۰	۱۸

SPL: Sound pressure level

افزودن لایه ضخیم‌تری از پلی‌استایرن، سبب افزایش میزان افت ورودی صدا از سایلنسر گردید که این میزان در محدوده فرکانسی ۵۰۰ هرتز بسیار مشهود بود. در واقع، افزایش ضخامت سبب اتلاف انرژی صوتی و در نتیجه، کاهش صدای منتقل شده از دیواره‌ها می‌گردد. در راستای نتایج تأثیر ضخامت در مطالعه حاضر، قربانی و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان افت انتقال صوت در ضخامت بیشتر نمونه منسوجات و در محدوده فرکانسی ۵۰۰ تا ۱۶۰۰ هرتز می‌باشد (۱۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت کنترل صدای منابع در مشاغل صنعتی و غیر صنعتی و همچنین، استفاده روزافزون از آن‌ها در ساختمان‌های اداری و صنایع، پیش‌بینی می‌شود که نتایج ذکر شده بتواند در استفاده بهتر مولدهای صدا کمک زیادی نماید. بسیاری از استفاده کنندگان به علت سر و صدای زیاد این منابع، از به کار انداختن آن منصرف می‌گردند. با توجه به این که بیشتر جاذب‌ها در نقش محصور کردن منابع صدا به کار برده می‌شوند، ضروری است چگونگی استفاده از جاذب در نقش حصار و نوع طراحی داخلی با تحقیق و دقت بیشتری بررسی گردد تا حداکثر افت صدا را با کمترین هزینه به دنبال داشته باشد. بنابراین، با استفاده از بیشترین ضخامت با توجه به شرایط اقتصادی و محل مورد نظر و همچنین، طراحی صحیح حفره بر روی دیواره‌های سایلنسری از جنس پلی‌استایرن، می‌توان تا حدود زیادی از انتقال صدای ناشی از منبع به محیط جلوگیری نمود و از عوارض مستقیم و غیر مستقیم تماس با سر و صدا پیشگیری کرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی به شماره ۲۹۴۰۵۲ می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به جهت همکاری و از دانشکده بهداشت برای تأمین وسایل آزمایشگاه صدا و ارتعاش، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

References

1. Jayamani E, Hamdan S. Sound Absorption Coefficients Natural Fibre Reinforced Composites. Advanced Materials Research 2013; 701: 53-8.
2. Vér IL, Beranek LL. Noise and vibration control engineering: principles and applications. 2nd ed. New York, NY: John Wiley & Sons; 2006.
3. Forouharmajd F, Mohammadi Z. The feasibility of using impedance tube with two microphones and sound absorption coefficient measurement of Iranian-made materials using transfer function method. J Health Syst Res 2016; 12(1): 119-24. [In Persian].
4. Forouharmajd F, Nasiri P, Ahmadvand M, Forouharmajd F. The survey of impedance tube role in determining sound absorption coefficient. Proceedings of the 7th National Congress of Occupational Health; 2011 May 3-5; Qazvin, Iran. [In Persian].
5. Su W, Qian XM, Li XY, Liu SS. Influence of thickness and density of nonwoven sound-absorbing material on the sound-absorption capability. Advanced Materials Research 2011; 197-198: 440-3.
6. Soltani A, Vatandoost H, Jabbari H, Mesdaghinia AR, Mahvi AH, Younesian M, et al. Use of Expanded Polystyrene (EPS) and Shredded Waste Polystyrene (SWAP) beads for control of mosquitoes. Iran J Arthropod Borne Dis 2008; 2(2): 12-20.
7. Sakamoto S, Sasaki M, Kourakata I, Yanagimoto K, Watanabe S. Basic study for acoustic absorption characteristics of soft and light granular material (basic characteristics for expanded polystyrene beads). Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing 2013; 7(4): 667-89.
8. Association of Architecturala Luminium Manufacturers of South Africa. Selection guide introducing expanded polystyrene (EPS) [Online]. [cited 2006]; Available from: URL: http://expandedpolystyrene.co.za/wp-content/uploads/2014/08/Selection_Guide_Introducing_EPS.pdf
9. Forouharmajd F, Nasiri P, Ahmadvand M, Mortazayi S, Heydari Bani M. The evaluation of acoustic silencers and barriers in reduction of industrial compressors noise [Research]. Isfahan, Iran: Isfahan University of Medical Sciences:2010. [In Persian].
10. International Organization for Standardization (ISO). ISO 11546-1:1995: Acoustics--Determination of sound insulation performances of enclosures -- Part 1: Measurements under laboratory conditions (for declaration purposes) [Online]. [cited 1995]; Available from: URL: https://www.iso.org/standard/19500.html
11. International Organization for Standardization (ISO). ISO 11546-2:1995 Preview: Acoustics--Determination of sound

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]

insulation performances of enclosures--Part 2: Measurements in situ (for acceptance and verification purposes) [Online]. [cited 1995]; Available from: URL: https://www.iso.org/standard/21033.html
12. Iranian Society of Acoustics and Vibration. Proceedings of the 2nd National Student Competition of Acoustic and Vibration; 2014 Dec 10-11; Tehran, Iran
13. Bell L. Industrial Noise Control: Fundamentals and applications. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 1993.
14. Rodríguez GJ. Design and implementation aspects of a small anechoic room and sound-actuation systems [Thesis]. Pamplona, Spain: Public University of Navarre; 2011.
15. Davern WA, Hutchinson JAE. Polyurethane ether foam wedges for anechoic chamber. Appl Acoust 1971; 4(4): 287-302.
16. Ghorbani K, Hasani H, Zarrebini M, Saghafi R. An investigation into sound transmission loss by polypropylene needle-punched nonwovens. Alexandria Engineering Journal 2016; 55(2): 907-14.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]

DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Received: 16.11.2015

Vol. 13, No. 1, Spring 2017 Accepted: 25.10.2016

Optimization of the Noise Control Process of a Polystyrene Silencer and Assessment of its Role in Sound Insertion Loss Index Variation as Enclosure in a Laboratory

Farhad Forouharmajd[1], Shiva Soury[2], Zahra Mohammadi[3], Jafar Salehian[2], Masoud Mosayebi[3]

Original Article

Abstract

Background: Exposure to excessive sound is considered as one of the health problems of workers all over the world. One of the most important ways to control sound is using absorbent material around the sound source in the form of a silencer. This study intended to determine the sound insertion loss of a polystyrene silencer and its structural changes in order to improve sound reduction.

Methods: The silencer was built as an enclosure using polystyrene foam in the form of a rectangle (with no floor) with a density of 20 kg/m^3, thickness of 5 cm, and the size of 1 × 1 × 1.5 m. Moreover, the sound level of 100 dB was generated by a speaker, perpendicular to the ground, as the sound source and two microphones were used to collect sound. Then, sound reduction values were examined by changes such as increasing thickness and creating a hole on the walls.

Findings: According to the results, through the polystyrene silencer with a thickness of 5 cm and without a hole, the maximum sound reduction of 34.5 dB at 500 Hz frequency was achieved. Furthermore, increasing the thickness to 7 cm and adding a hole with a diameter of 2 cm caused higher sound reduction than the silencer without changes in frequencies of 250, 500, 1000, and 2000 Hz.

Conclusion: In order to increase the efficiency of a polystyrene silencer, considering economic conditions and the desired location, greater thickness of polystyrene can be used. In addition, correct design of the hole on the silencer walls results in an increase in sound insertion loss outside the silencer.

Keywords: Silencer, Enclosure, Polystyrene, Sound insertion loss

Citation: Forouharmajd F, Soury S, Mohammadi Z, Salehian J, Mosayebi M. **Optimization of the Noise Control Process of a Polystyrene Silencer and Assessment of its Role in Sound Insertion Loss Index Variation as Enclosure in a Laboratory.** J Health Syst Res 2017; 13(1): 98-103.

1- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- MSc Student, Student Research Committee, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Zahra Mohammadi, Email: z_mohammadi@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-05]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i1.2657]