DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508 Published by Vesnu Publications

بررسی ضریب جذب صوتی نسبت‌های مختلف نانو کامپوزیت پلی استایرن/ نانو خاک رس در فرکانس‌های مختلف

فرهاد فروهر مجد[1]، مسعود مصیّبی[2]، مسعود ریسمانچیان[3]، غلامعلی کوهمره[4]، زهرا محمدی[2]، جعفر صالحیان[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از روش‌های کنترل صدا استفاده از مواد جاذب صدا (به خصوص فوم‌های پلیمری) می‌باشد. در سال‌های اخیر نانوکامپوزیت‌های پلیمری به دلیل بهبود خواص پلیمرها مورد توجه قرار گرفته است. مقاله حاضر، به بررسی تأثیر نانوخاک‌های رس بر روی ضریب جذب صوتی مواد پلیمری پرداخت.

روش‌ها: با استفاده از تکنیک پلیمریزاسیون درجا نانوکامپوزیت پلی‌استایرن/ خاک رس سنتز شد. برای مقایسه ضریب جذب پلیمر استایرن نیز سنتز گردید. مواد سنتز شده با استفاده از روش قالب‌گیری تراکمی به فوم تبدیل شد. ضریب جذب صوتی فوم‌ها با استفاده از لوله امپدانس مشخص گردید.

یافته‌ها: ضریب جذب پلیمر استایرن دارای پیک در محدوده فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز می‌باشد. بیشترین میزان ضریب جذب در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به میزان ۰/۷۵ است. ۰/۵ درصد خاک رس باعث شد که بیشترین میزان ضریب جذب در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به میزان ۰/۸۹ رسید. در ۳ درصد خاک رس بیشترین ضریب جذب در فرکانس ۳۱۵۰ هرتز به میزان ۰/۹ بود و در ۷ درصد خاک رس نیز بیشترین ضریب جذب در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز به میزان ۰/۵۴ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: با اضافه شدن ۰/۵ درصد خاک رس به پلیمر، فقط ارتفاع پیک فرکانس افزایش یافت. در ۳ درصد خاک رس علاوه بر افزایش میزان ضریب جذب، مکان محدوده پیک فرکانسی جابه‌جا شد و در ۷ درصد خاک رس نیز با تغییر محدوده پیک فرکانسی، افزایش میزان ضریب جذب مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: ضریب جذب صوت، پلی‌استایرن، نانو خاک رس

ارجاع: فروهر مجد فرهاد، مصیّبی مسعود، ریسمانچیان مسعود، کوهمره غلامعلی، محمدی زهرا، صالحیان جعفر. **بررسی ضریب جذب صوتی نسبت‌های مختلف نانو کامپوزیت پلی استایرن/ نانو خاک رس در فرکانس‌های مختلف.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۴): ۴۵۹-۴۵۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۴/۹ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۳

مقدمه

صدا یکی از خطرهای محیطی مهم جهان امروز است و مواجهه شغلی با صدا سلامت بسیاری از کارکنان را تهدید می‌کند؛ به طوری که سر و صدا یکی از رایج‌ترین و شایع‌ترین عوامل زیان‌آور محیط کار در دنیا محسوب می‌شود (۱). بررسی و ارزیابی اثرات سر و صدا حاکی از آن است که عوارض بسیاری از قبیل تغییرات موقت و دایم آستانه شنوایی، وزوز گوش، افزایش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، مشکلات مربوط به خواب، افزایش ضربان قلب، اختلال در زندگی روزمره، کاهش عملکرد افراد، احساس استرس، ناراحتی و بسیاری از عوارض دیگر ناشی از تماس طولانی مدت با عامل زیان‌آور صدا می‌باشد (۴-۲). دستیابی به یک محیط مطلوب از نظر صدا، توسط تکنیک‌های متعددی امکان‌پذیر بوده است که یکی از این روش‌ها استفاده از مواد جاذب صدا می‌باشد. مواد جاذب اغلب به منظور مقابله با اثرات نامطلوب صدای انعکاس یافته از سطوح سفت و سخت استفاده شده و باعث کاهش سطح صدای منعکس شده می‌شود. مواد پلیمری، لیفی، متخلخل و انواع دیگری از مواد به طور گسترده برای جذب صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این بین فوم‌های متخلخل پلیمری با سلول‌های باز بیشترین کاربرد را دارد (۶، ۵). این مواد کنترل صدا را به وسیله دمپینگ یا کاهش انعکاس موج‌های صوتی از طریق تبدیل انرژی صوتی به انرژی گرمایی فراهم می‌کند (۷).

در سال‌های اخیر در محیط‌های صنعتی و دانشگاهی نانوکامپوزیت‌های پلیمر/ سیلیکات لایه‌ای به دلیل این که بهبود قابل ملاحظه‌ای در خواص مواد نسبت به پلیمرها یا کامپوزیت‌های میکرو و ماکرو ایجاد کرده، توجه زیادی را به خود جلب کرده است (۹، ۸). قابل ذکر است که مونت‌موریلونیت بیشترین استفاده را در بین نانو خاک رس‌ها دارد (۹). دلیل بهبود خواص مختلف نانوکامپوزیت‌ها مربوط به اندازه ذرات فاز پرکننده است. با کاهش اندازه ذرات فاز پر کننده، سطح ویژه افزایش و متوسط فاصله بین ذرات کاهش می‌یابد و ناحیه بین سطحی که مسؤول ارتباط بین ماتریس و پر کننده است، افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد. در نتیجه، تعداد برهم‌کنش‌های بین ماتریس و پر کننده افزایش می‌یابد. این امر باعث بهبود خواص نفوذپذیری و مکانیکی فیلم‌های نانوکامپوزیت نسبت به فیلم‌های معمولی می‌شود (۱۱، ۱۰).

از آن‌جایی که امروزه مشکلات ناشی از سر و صدا به طور کامل جدی و

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- دانشیار، گروه شیمی پلیمر، دانشکده شیمی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: مسعود ریسمانچیان
Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]

پیچیده شده است، تقاضا برای محیط و زندگی بهتر افزایش یافته است. بنابراین، مواد سبک، نازک و کم هزینه که بتواند صدا را در ناحیه‌های فرکانسی وسیع‌تر جذب کند، به شدت مورد نیاز می‌باشد. در تحقیق حاضر، با اضافه کردن خاک رس به ساختار پلیمری، تأثیر نانو مواد بر افزایش میزان ضریب جذب صوتی بررسی شد. مواد جاذب صدا به وسیله اصلاح پلیمر استایرن با نانو خاک رس تهیه گردید. ضریب جذب صوتی ارزیابی شده و تأثیر پارامترهای ساختاری پلیمر دارای نانو ذرات بر روی خواص آکوستیکی ماده بررسی شد. قابل ذکر می‌باشد که در مورد تأثیر سیلیکات‌های لایه‌ای بر روی پلیمرها تحقیقات کمی صورت گرفته است؛ در صورتی که بیشتر این تحقیقات بر روی ضریب جذب و افت انتقال کامپوزیت پلی‌اورتان/ نانو خاک رس بوده است (۱۳، ۱۲). تاکنون تحقیقی بر روی ضریب جذب صوتی پلیمر استایرن اصلاح شده با سیلیکات‌های لایه‌ای صورت نگرفته است. در بین پلیمرها، پلی‌استایرن یکی از پرکاربردترین مواد در صنایع پلاستیک و چهارمین حجم تولید پلیمرهای ترموپلاستیک را در اختیار دارد. پلی‌استایرن در وسایل الکترونیکی، بسته‌بندی، ساختمان، مبلمان، صنایع، حمل و نقل و عایق‌بندی‌های حرارتی کاربرد دارد (۱۵، ۱۴).

روش‌ها

مطالعه صورت گرفته یک پژوهش کاربردی بود. نانو خاک رس مورد استفاده در مقاله حاضر مونت‌موریلونیت اصلاح شده با گرید تجاری (Cloisite 15) با متوسط سایز ذرات کمتر از ۶ µm از شرکت Southern clay products خریداری شد. نانو خاک رس خریداری شده با ظرفیت مبادله کاتیون ۱۲۵ میلی‌اکی والان بر ۱۰۰ گرم خاک رس و فاصله بین لایه‌ای ۳۱/۵ آنگستروم، در بین سایر نانو خاک رس‌های تجاری از بیشترین ظرفیت مبادله و بیشترین فاصله بین لایه‌ای برخوردار می‌باشد (۱۶). بنزوئیل پروکساید (وزن مولکولی = ۲۴۲/۲۳ g/mol) از شرکت Merck، تولوئن (وزن مولکولی = ۹۲/۱۴ g/mol) از شرکت Merck و Azodicarboxamide (نام دیگر Azodicarbonamide) (وزن مولکولی = ۱۱۶/۰۸ g/mol) نیز از شرکت Merck تهیه شد. مونومر استایرن، سدیم هیدروکساید، تولوئن و متانول با گرید صنعتی خریداری گردید. یکی از مزیت‌های این طرح انتخاب و خرید مواد در گرید صنعتی در نظر گرفته شد تا که امکان کاربردی بودن طرح را افزایش دهد.

تفرق اشعه ایکس توسط دستگاه PHILIPS X'PERT صورت گرفت. الگوهای پراش اشعه X با تابش Cuk_{α} در ۴۰ Kv و جریان ۳۰ mA تهیه شد. همچنین، تصاویری از ساختار فوم با استفاده از میکروسکوپ نوری Olympus مجهز به دوربین به دست آمد.

برای سنتز نانو کامپوزیت‌های پلیمر خاک رس چهار تکنیک اختلاط مذاب، اختلاط در محلول با استفاده از حلال‌های قطبی، روش سل/ ژل، پلیمر درجا شدن مطرح شده است (۱۷). در روش پلیمریزاسیون درجا، مونومر به طور مستقیم برای متورم کردن صفحات خاک رس مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۸). در این روش، به دلیل نسبت پایین وزن مولکولی مونومر به پلیمر صفحات خاک رس آسان‌تر و در نتیجه به طور عمده ساختار ورقه‌ای حاصل می‌شود. در نتیجه روش پلیمریزاسیون درجا بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۰، ۱۹). پلیمریزاسیون درجا به روش‌های ریز امولسیونی (۸)، تعلیقی (۲۱)، در محلول (۲۱)، توده (۲۲، ۲۱) و امولسیونی انجام می‌گیرد. برای جلوگیری از پلیمریزاسیون استایرن خالص در هنگام نگهداری و انبار نمودن، به آن ترکیبات فنولی (اغلب 4-tert-butylcatechol) اضافه می‌شود. برای شروع پلیمریزاسیون استایرن باید این ترکیبات استایرن حذف شود. این کار توسط شستن با سدیم هیدروکساید و آب مقطر انجام شد. نانو خاک رس اصلاح شده به نسبت‌های ۰/۵ – ۳ – ۷ (درصد وزنی نسبت به مونومر پلی‌استایرن) به مونومر پلی‌استایرن اضافه شد و به مدت یک ساعت به کمک دستگاه حمام فراصوت عمل پراکنش ذرات داخل ماتریس پلیمری انجام گرفت. بعد از این مرحله، بنزوئیل پروکساید به عنوان آغازگر اضافه شد و به مدت سه ساعت در حمام روغن با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا پلیریزاسیون تکمیل گردد. در این مرحله با استفاده از یک همزن با سرعت ۵۰۰ RPM عمل همزدن انجام شد.

برای خارج کردن پلیمر از ظرف، تولوئن اضافه گردید تا پلیمر را حل کند و سپس، محلول را درون یک بشر حاوی متانول (ضد حلال) ریخته شد. پلیمر حاصل چندین بار با متانول شسته شد و بعد به مدت یک هفته در دمای محیط گذاشته شد تا به وزن ثابت رسید. در این مرحله برای تولید اسفنج پلی‌استایرن/ نانو خاک رس از روش قالب‌گیری تراکمی به همراه یک عامل فوم‌زای فیزیکی (Azodicarbonamide) استفاده شد. در ابتدا، کامپوزیت پلی‌استایرن/ نانو خاک رس به طور کامل پودر شد و سپس، همراه با Azodicarbonamide (۰/۵ درصد وزنی کامپوزیت) به کمک دستگاه اینترنال میکسر مخلوط شد. مخلوط حاصل در دستگاه Hot press با دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت و سپس، در زیر پرس سرد شد تا اسفنج پلی‌استایرن/ نانو خاک رس تهیه شود.

روش مورد استفاده در این مطالعه، روش لوله آکوستیک و تابع انتقال بوده که پس از کالیبراسیون دستگاه، نمونه مورد آزمایش در یک انتهای لوله آکوستیک و منبع صوت در انتهای دیگر قرار داده شد. در لوله آکوستیک به جای استفاده از موج سینوسی، سیگنال‌های صوتی با باند پهن فرکانسی توسط بلندگو که در انتهای دیگر لوله قرار دارد، تولید می‌گردد. این موج پس از عبور از مسیر میکروفن اول توسط میکروفن دوم دریافت و به نرم‌افزار منتقل می‌شود. لوله امپدانس به شکل استوانه بوده که در یک انتهای آن محل قرارگیری نگه دارنده نمونه و در انتهای دیگر منبع صوت قرار گرفت. همچنین، دو میکروفن در موقعیت‌های مشخص بر روی لوله نصب شد. این لوله از جنس فولاد با سطحی یکنواخت، مستقیم، سخت و غیر متخلخل بوده که به غیر از حفره‌های مربوط به محل میکروفن‌ها هیچ گونه حفره و شکافی بر روی آن وجود ندارد. نوع استاندارد مورد نظر جهت اندازه‌گیری که در این طرح، استاندارد (ISO-10534-2:2002) و تابع انتقال بود. همچنین، از نرم‌افزار Va-lab (version 4, BSWA Technology Co., Ltd. Beijing, China) به منظور پردازش نتایج استفاده گردید (۲۳).

یافته‌ها

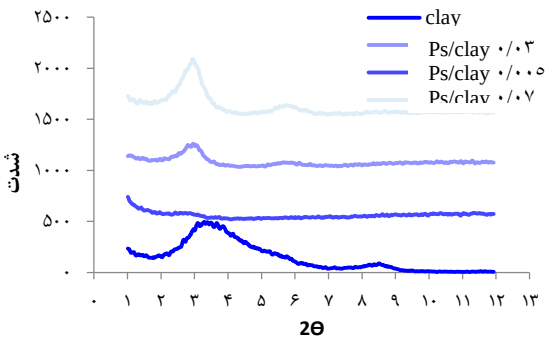
الگوی XRD (X-ray diffraction) برای بررسی فاصله صفحات کریستالی مربوط به نانو ذرات در زمینه پلیمری و همچنین، راه مناسبی برای تشخیص تشکیل نانوکامپوزیت بود. اگر نانوکامپوزیت تشکیل شود، دو حالت محتمل است: پیک ظاهر شود که نشان دهنده ساختار لایه‌ای (Intercalated) است یا این که هیچ پیکی ظاهر نشود که مشخص کننده ساختار پراکنده (Exfoliated) می‌باشد (۲۴).

www.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]

جدول ۱. چگالی و نسبت‌های چگالی

مواد	چگالی (g/cm^3)	نسبت‌های چگالی		
		پلی‌استایرن	پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۰۵	پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۳	پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۷
پلی‌استایرن	۰/۶۱۰	۱/۰۰۰	۱/۰۲۰	۰/۹۸۵	۰/۹۷۷
پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۰۵	۰/۵۹۸	/۹۸۰	۱/۰۰۰	۰/۹۶۶	۰/۹۵۸
پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۳	۰/۶۱۹	۱/۰۱۴	۱/۰۳۵	۱/۰۰۰	۰/۹۹۱
پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۰۷	۰/۶۲۴	۱/۰۲۲	۱/۰۴۳	۱/۰۰۸	۱/۰۰۰

همان طور که در شکل ۱ مشخص است، پیک پهنی که در حدود ۲ = ۳/۳۷۱۳ مشاهده شد که مربوط به خاک رس بود. همچنین، الگوهای XRD مربوط به نمونه‌های نانوکامپوزیت ارایه شده است. همان طور که مشخص است، پیک‌ها به سمت زوایای کمتر شیفت پیدا کرد که نشان دهنده تشکیل نانوکامپوزیت بود. هیچ پیک تفرقی در الگوی XRD نمونه حاوی ۰/۵ درصد از خاک رس وجود نداشت که نشان دهنده ساختار پراکنده در زمینه پلیمری بود. همچنین، وجود پیک در نمونه‌های ۳ و ۷ درصد از خاک رس ساختار لایه‌ای را نشان داد. از طرف دیگر، میزان شدت پیک در نمونه حاوی ۳ درصد خاک رس کمتر بود که پراکنش بهتر را نشان داد.

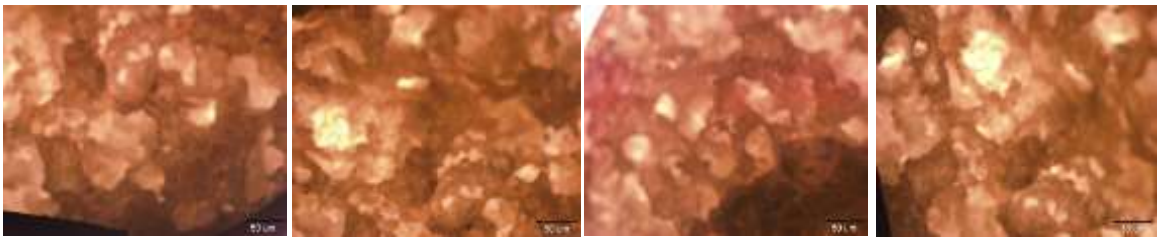


شکل ۱. نمودار نتایج حاصل از آزمون تفرق اشعه ایکس

در جدول ۱ مشخصات چگالی هر کدام از مواد تهیه شده آورده شده است. برای کاهش تأثیر چگالی بر روی ضریب جذب سعی شد که میزان اختلاف چگالی‌ها به حداقل برسد. برای مقایسه بهتر، نسبت‌های چگالی نمونه‌ها نیز آورده شده است.

تصاویر تهیه شده از فوم‌های پلیمری و نانو کامپوزیت سنتز شده توسط میکروسکوپ نوری در شکل‌های زیر آورده شده است. این تصاویر از برش عرضی فوم‌ها گرفته شده است. از این تصاویر می‌توان چگونگی فوم‌های تشکیل شده را نشان داد. همچنین، می‌تواند نشان دهنده اولیه‌ای برای پراکنش مناسب نانو ذرات در زمینه پلیمری باشد؛ چرا که همان گونه که در شکل ۲ مشخص است، در تمامی نمونه‌ها هیچ ذره‌ای در زمینه پلیمری دیده نشد.

در شکل ۳ تغییرات ضریب جذب صوت ناشی از اضافه شدن درصدهای متفاوت نانو خاک رس بر روی فوم سلول باز پلی‌استایرن آورده شده است. با توجه به استاندارد ضریب جذب هر نمونه ۳ بار اندازه‌گیری شد و میانگین آن در جدول آورده شد. پیک ضریب جذب فوم پلی‌استایرن در محدوده فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز بود که بیشترین مقدار آن در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به میزان ۰/۷۵ به دست آمد. با اضافه شدن ۰/۵ درصد نانو خاک رس محدوده پیک فرکانسی باریک‌تر شده و در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز میزان ضریب جذب به ۰/۸۹ (۱۱۸/۶ درصد افزایش) رسید. در زمانی که ۳ درصد نانو خاک رس به پلیمر اضافه شد، هرچند که در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز ارتفاع پیک به ۰/۴۴ (۵۸/۶ درصد) کاهش پیدا کرد، اما با باریک‌تر شدن باند و جابه‌جایی محدوده پیک فرکانس از ۲۵۰۰ به ۳۱۵۰ هرتز، میزان ضریب جذب آن را از ۰/۶۹ به ۰/۹ (۱۳۰/۴ درصد) رساند. نانوکامپوزیت پلی‌استایرن به همراه ۷ درصد نانو خاک رس خواص متفاوتی را نسبت به سایر درصدهای نانو خاک رس نشان داد. بر خلاف این که در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز میزان ضریب جذب از ۰/۷۵ به ۰/۴۲ (۵۶ درصد کاهش) رسید، با این وجود، بلندترین پیک در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز رخ داد که میزان ضریب جذب نسبت به فوم پلی‌استایرن از ۰/۴ به ۰/۵۴ (۱۳۵ درصد) افزایش نشان داد.



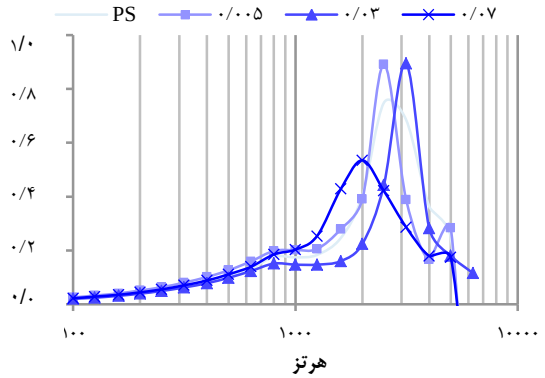
(الف) (ب) (ج) (د)

شکل ۲. تصاویر میکروسکوپ نوری فوم‌های نانوکامپوزیت پلی‌استایرن/ خاک رس. الف) فوم پلیمر استایرن، ب) فوم پلی‌استایرن/ خاک رس ۰/۵ درصد، ج) فوم پلی‌استایرن/ خاک رس ۳ درصد، د) فوم پلی‌استایرن/ خاک رس ۷ درصد

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]

در این‌جا هم در پیک محدوده فرکانسی جابه‌جایی رخ داد. با مقایسه ۰/۵ و ۳ درصد از نانو خاک رس با یکدیگر مشخص شد که هرچند ارتفاع بلندترین پیک به طور تقریبی یکسان بود و باند باریکی از محدوده پیک فرکانسی دیده شد، با این وجود، در ۳ درصد از نانو خاک رس، محدوده پیک فرکانسی به سمت فرکانس‌های بالاتر شیفت پیدا کرد.



شکل ۳. نمودار ضریب جذب صوت

بحث

در مطالعه حاضر، نانوکامپوزیت پلی‌استایرن/ نانو خاک رس با موفقیت سنتز شد و به بررسی تأثیر و مقایسه درصدهای متفاوت (۰/۵، ۳ و ۷) نانو خاک رس بر روی ضریب جذب صوت فوم پلی‌استایرن سلول باز پرداخته شد. تأثیر پارامترهایی از قبیل درصد نانو خاک رس، میزان پراکنش پلیمر در نانو خاک رس بر روی ضریب جذب صوتی با استفاده از دستگاه لوله امپدانس بررسی گردید. نتایج حاصل از آزمون تفرق اشعه ایکس نشان داد که با کاهش درصد نانو خاک رس میزان جای دهی بالاتری از پلیمر استایرن درون لایه‌های نانو خاک رس مشاهده شد و ساختار پراکنده‌ای از نانو خاک رس در زمینه پلیمری به دست آمد. با آنالیز نتایج حاصل از تست ضریب جذب صوتی، می‌توان اعلام کرد که درصدهای مشخص از نانو خاک رس‌ها تأثیرات متفاوت بر روی خواص صوتی مواد دارد. در زمانی که از ۰/۵ درصد نانو خاک رس استفاده شد، ساختار به طور کامل پراکنده مشاهده گردید و ارتفاع محدوده پیک فرکانسی نیز افزایش پیدا کرد. در زمانی که از ۳ درصد نانو خاک رس استفاده شد، ساختار نیمه لایه‌ای به دست آمد و علاوه بر افزایش ارتفاع، مکان محدوده پیک فرکانسی نیز به سمت فرکانس‌های بالاتر جابه‌جا شد. هنگامی که ۷ درصد نانو خاک رس به پلیمر استایرن اضافه گردید، ساختار به طور کامل لایه‌ای مشاهده شد و ضمن تغییر مکان محدوده فرکانسی به سمت فرکانس‌های پایین‌تر، ارتفاع آن در فرکانس مشخص ۲۰۰۰ هرتز افزایش یافت. از آن‌جایی که پلیمر استایرن فقط در یک محدوده فرکانسی محدود (۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز) دارای ضریب جذب صوتی بالا و قابل توجهی بود، فقط در مکان‌هایی می‌تواند به عنوان ماده جاذب استفاده شود که فرکانس صدا در آن محیط نزدیک به محدوده فرکانسی ضریب جذب صوتی پلی‌استایرن باشد. اگر محدوده فرکانسی صدای محیط کوچک، اما با محدوده فرکانسی ضریب جذب صوتی پلی‌استایرن همپوشانی کامل نداشته باشد، این امکان وجود دارد که با اضافه کردن خاک رس به پلیمر استایرن و در نتیجه، جابه‌جایی محدوده فرکانسی ضریب جذب صوتی آن، بتوان صدا را کنترل کرد. همچنین، در صورتی که از نانو کامپوزیت‌های پلی‌استایرن با درصدهای متفاوت از خاک رس به صورت ترکیبی در کنار پلی‌استایرن استفاده شود، این ماده جاذب می‌تواند در مکان‌هایی که محدوده‌های فرکانسی صدا بزرگ‌تر می‌باشد، نیز مورد استفاده قرار گیرد.

اگرچه مطالعه‌ای شبیه به مطالعه حاضر صورت نگرفته است، اما در مطالعاتی نزدیک که تأثیر نانو لوله‌های کربنی بر روی پلی‌یورتان انجام شده است، به این نتیجه رسیده‌اند که این نانو مواد بدون جابه‌جایی محدوده پیک فرکانسی ضریب جذب، فقط سبب افزایش ارتفاع آن شده است (۲۵). در مطالعه دیگری در زمانی که به صورت همزمان از نانو خاک رس و نانو لوله‌های کربنی در زمینه پلیمر پلی یورتان استفاده شده است، مشخص شد که با افزایش درصدهای این نانو مواد به صورت همزمان در ابتدا ضریب جذب صوت افزایش می‌یابد، اما در ادامه با کاهش مواجه می‌شود (۱۳).

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد به شماره ۳۹۳۲۹۷ می‌باشد. بدین وسیله، نویسندگان مراتب قدردانی خود را از آزمایشگاه های صدا، ارتعاش و عوامل شیمیایی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به جهت تأمین وسایل و تجهیزات اعلام می نمایند. همچنین، از پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران که در مراحل فوم کردن پلیمر و نانوکامپوزیت همکاری داشته‌اند، قدردانی می‌گردد.

References

1. Jakovljevic B, Belojevic G, Paunovic K, Stojanov V. Road traffic noise and sleep disturbances in an urban population: Cross-sectional study. Croat Med J 2006; 47(1): 125-33.
2. Ising H, Babisch W, Kruppa B. Noise-induced endocrine effects and cardiovascular risk. Noise Health 1999; 1(4): 37-48.
3. Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. Noise Health 2000; 2(7): 7-24.
4. Persson WK, Bengtsson J, Kjellberg A, Benton S. Low frequency noise "pollution" interferes with performance. Noise Health 2001; 4(13): 33-49.
5. Seddeq HS. Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. Aust J Basic Appl Sci 2009; 3(4): 4610-7.
6. Ersoy S, Küēük H. Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties. Appl Acoust 2009; 70(1): 215-20.
7. Chen Y, Jiang N. Carbonized and Activated Non-wovens as High-Performance Acoustic Materials: Part I Noise Absorption. Text Res J 2007; 77(10): 785-91.
8. Sinha Ray S, Okamoto M. Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing. Prog Polym Sci

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]

2003; 28(11): 1539-641.
9. Shi H, Lan T, Pinnavaia TJ. Interfacial effects on the reinforcement properties of polymer-organoclay nanocomposites. Chem Mater 1996; 8(8): 1584-7.
10. Gacitua W, Ballerini A, Zhang J. Polymer nanocomposites: synthetic and natural fillers a review. Maderas Ciencia y tecnologia 2005; 7(3): 159-78.
11. DufresneI A, Belgacem MN. Cellulose-reinforced composites: from micro-to nanoscale. Polimeros 2010; 23(3): 1-10.
12. Sung CH, Lee KS, Lee KS, Oh SM, Kim JH, Kim MS, et al. Sound damping of a polyurethane foam nanocomposite. Macromol Res 2007; 15(5): 443-8.
13. Bahrambeygi H, Sabetzadeh N, Rabbi A, Nasouri K, Mousavi Shoushtari A, Babaei MR. Nanofibers (PU and PAN) and nanoparticles (Nanoclay and MWNTs) simultaneous effects on polyurethane foam sound absorption. J Polym Res 2013; 20: 72.
14. United States Environmental Protection Agency. AP-42: Compilation of air emission factors [Online]. [cited 2009]; Available from: URL: https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors
15. Wondmagegn WT, Curran SA. A study of C60-poly(m-phenylenevinylene-co-2,5-dioctoxy-p-phenylenevinylene) nanocomposite. Thin Solid Films 2006; 515(4): 2393-7.
16. Koohmareh GA, Hajian M, Fallahi H. Graft Copolymerization of Styrene from Poly (vinyl alcohol) via RAFT Process. Int J Polym Sci 2010: 2012; 190349.
17. Zanetti M, Lomakin S, Camino G. Polymer layered silicate nanocomposites. Macromol Mater Eng 2000; 279(1): 1-9.
18. Nguyen QT, Baird DG. Preparation of polymer-clay nanocomposites and their properties. Adv Powder Technol 2006; 25(4): 270-85.
19. Roghani-Mamaqani H, Haddadi-Asl V, Najafi M, Salami-Kalajahi M. Synthesis and characterization of clay dispersed polystyrene nanocomposite via atom transfer radical polymerization. Polym Compos 2010; 31(11): 1829-37.
20. Roghani-Mamaqani H, Haddadi-Asl V, Najafi M, Salami-Kalajahi M, Najafi M, Salami-Kalajahi M. Preparation of tailor-made polystyrene nanocomposite with mixed clay-anchored and free chains via atom transfer radical polymerization. AIChE Journal 2011; 57(7): 1873-81.
21. Wang D, Zhu J, Yao Q, Wilkie CA. A Comparison of Various Methods for the Preparation of Polystyrene and Poly(methyl methacrylate) Clay Nanocomposites. Chem Mater 2002; 14(9): 3837-43.
22. Liu G, Zhang L, Zhao D, Qu X. Bulk polymerization of styrene in the presence of organomodified montmorillonite. J Appl Polym Sci 2005; 96(4): 1146-52.
23. International Organization for Standardization (IOS). ISO 10534-2 Acoustics-Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes-Part 2: Transfer-function method [Online]. [cited 1998]; Available from: URL: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10534:-2:ed-1:v1:en
24. Ashhari S, Sarabi AA, Kassiriha SM, Zaarei D. Investigation of rheological behavior to the state of dispersion in polyurethane-montmorillonite nanocomposites. Journal of Color Science and Technology 2009; 3(3): 89-96.
25. Bandarian M, Shojaei A, Rashidi AM. Thermal, mechanical and acoustic damping properties of flexible open-cell polyurethane/multi-walled carbon nanotube foams: effect of surface functionality of nanotubes. Polym Int 2011; 60(3): 475-82.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]

DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Received: 30.06.2015

Vol. 12, No. 4, Winter 2017 Accepted: 23.01.2016

Evaluation of Sound Absorption Coefficient of Various Proportions of Nanocomposite Polystyrene/Nanoclay at Different Frequencies

Farhad Forouhar-Majd[1], Masoud Mosayebi[2], Masoud Rismanchian[3], Gholamali Kohmareh[4], Zahra Mohammadi[2], Jafar Salehian[2]

Original Article

Abstract

Background: One way to control sound is the use of sound absorbing materials (especially polymer foams). In recent years, nanocomposite polymers have received much attention because of the improved properties of polymers. In this study, the effects of nanoclay on sound absorption coefficient of polymeric materials have been investigated.

Methods: Nanocomposite polystyrene/clay was synthesized using in-situ polymerization technique. For comparison of absorption coefficient, styrene polymer was also synthesized. The synthesized compounds were converted into foam using compression molding. Sound absorption coefficient was determined using impedance tube.

Findings: Absorption coefficient of styrene polymer had a peak in the frequency range of 2000 to 4000 Hz. The maximum absorption coefficient (0.75) was observed at a frequency of 2500. With 0.5% nanoclay, the highest absorption coefficient at the frequency of 2500 Hz reached a rate of 0.89. In 3% nanoclay, maximum absorption coefficient at the frequency of 3150 Hz was 0.9. In addition, in 7% nanoclay, maximum absorption coefficient (0.54) was observed at the frequency of 2000 Hz.

Conclusion: With the addition of 0.5% nanoclay to polymer, only the height of the frequency peak increased. In 3% nanoclay, in addition to increasing of absorption coefficient, the location of the frequency peak shifted. In 7% nanoclay, with the variation in the frequency peak range, an increase was observed in the absorption coefficient.

Keywords: Sound absorption coefficient, Polystyrene, Nanoclay

Citation: Forouhar-Majd F, Mosayebi M, Rismanchian M, Kohmareh G, Mohammadi Z, Salehian J. **Evaluation of Sound Absorption Coefficient of Various Proportions of Nanocomposite Polystyrene/Nanoclay at Different Frequencies.** J Health Syst Res 2017; 12(4): 454-9.

1- Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4- Associate Professor, Department of Polymer Chemistry, School of Chemistry, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Masoud Rismanchian, Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22122/jhsr.v12i4.2508]