مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره ۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۲۰ تا ۲۶

مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات نانو کامپوزیت XNBR جهت ساخت دستکش‌های حفاظتی

مصطفی میرزایی علی‌آبادی[۱]، قاسم نادری[۲]، سید جمال‌الدین شاه طاهری*[۳]، عباس رحیمی فروشانی[٤]، مهدی جهانگیری[٥]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۶/۱

چکیده

زمینه وهدف: مواجهه پوستی کارگران با مواد شیمیایی می‌تواند منجر به اختلالات و بیماری‌های شغلی ازجمله بیماری‌های پوستی و مسمومیت گردد. این مطالعه باهدف بررسی ویژگی‌های نفوذپذیری نانو کامپوزیت XNBR – نانو خاک رس به عنوان یک ماده جدید جهت ساخت دستکش‌های حفاظتی برای کارگران انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه ابتدا دستکش‌های نانو کامپوزیتی در غلظت‌های ۰، ۳، ٦ و۹ قسمت از نانو خاک رس به ازای هر ۱۰۰ قسمت از لاستیک تهیه شد و سپس با استفاده از آزمون تورم ویژگی‌های نفوذپذیری دو حلال اتیل استات و تتراکلریدکربن در دستکش‌ها تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مکانیسم جذب این دو حلال در نمونه‌های این نانو کامپوزیت فیکین بوده و ضریب نفوذپذیری اتیل استات در نمونه‌های نانو کامپوزیت بیشتر از تتراکلریدکربن است. همچنین اضافه کردن نانو خاک رس به پلیمر XNBR ضریب نفوذ را نسبت به ضریب حلالیت بیشتر کاهش می‌دهد و متفاوت‌ترین میزان کاهش ضریب نفوذپذیری در نمونه نانو کامپوزیتی XNBR3 به دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه، استفاده از این فن‌آوری را در ساخت دستکش‌های حفاظتی جهت حفاظت مؤثر در مواجهه پوستی را تأیید نمود.

کلیدواژه‌ها: نانو کامپوزیت، نانو خاک رس، دستکش

۱. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲.دانشیار پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، پژوهشکده فرایند، گروه فرایند و مهندسی لاستیک، تهران، ایران.

۳*. (نویسنده مسئول) استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. پست الکترونیک: shahtaheri@sina.tums.ac.ir

٤. دانشیار گروه اپیدمیوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۵. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

مقدمه

دستکش‌های حفاظتی، رایج‌ترین نوع پوشش‌های محافظتی شیمیایی است که هدف آن‌ها پیشگیری و یا کاهش مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک با دست‌ها در حین کار با این مواد است [۱]. در چنین کاربردی فرایند نفوذ از دستکش بسیار مهم است. فرایند نفوذ مواد شیمیایی در یک دستکش شامل سه مرحله جذب ماده شیمیایی در سطح خارجی دستکش، نفوذ ماده شیمیایی جذب‌شده در جداره پلیمر و واجذب ماده در سطح داخلی دستکش است [۵-۲]. عوامل متعددی بر روی میزان نفوذ یک ماده شیمیایی از یک دستکش معین اثر می‌گذارد که شامل ماهیت ماده شیمیایی، جنس دستکش، ضخامت دستکش، الگوی مواجهه، مدت زمان مواجهه، دمای محیط و تغییر ساختاری ناشی از دوره‌های پی‌درپی مواجهه احیاء دستکش است [۸-۶]. امروزه نانو کامپوزیت‌های پلیمر – نانو خاک رس بهبود فوق‌العاده‌ای در بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرها مانند مقاومت در برابر مواد شیمیایی، مقاومت در برابر آتش، مقاومت حرارتی ایجاد کرده‌اند [۱۰-۹]. افزایش مقاومت شیمیایی نانو کامپوزیت‌های پلیمری به دلیل خاصیت نفوذناپذیری ذاتی صفحات لایه‌ای است که مولکول‌های ماده شیمیایی نفوذ کرده را مجبور به دور زدن در اطراف صفحه لایه‌ای و در نتیجه افزایش طول مسیر می‌کند [۱۱،۱۳]. بنابراین در مواردی مانند دستکش‌های حفاظتی که مقاومت شیمیایی بالایی نیاز است کاربرد این نسل جدید از مواد می‌تواند نویدبخش باشد. البته یکی از نیازهای تحقیقاتی موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی NIOSH در خصوص نانوفنّاوری، کاربرد نانو مواد در زمینهٔ ایمنی و بهداشت شغلی است [۱۷،۱۴]. در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت به‌کارگیری نانو کامپوزیت‌ها در راستای بهبود مقاومت در برابر نفوذ و جذب مواد شیمیایی انجام‌شده است [۲۰-۱۸]، ولی در هیچ‌یک از این مطالعات هدف مطالعه حاضر، یعنی امکان‌سنجی به‌کارگیری نانو کامپوزیت XNBR-نانو خاک رس در جهت بهبود خواص سد گری دستکش‌های حفاظتی جهت محافظت در برابر پروکلرواتیلن مدنظر نبوده است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی ویژگی‌های نفوذپذیری نانو کامپوزیت XNBR - نانو خاک رس با استفاده از آزمون تورم بود. با استفاده از این آزمون ضریب نفوذ و حلالیت دو حلال اتیل استات و تتراکلریدکربن (CCl4) در نمونه‌های نانوکامپوزیتی بررسی خواهد گردید.

روش بررسی

در این مطالعه مواد مورد استفاده شامل لاتکس XNBR درجه SYNTHOMER 6617 (شرکت Synthomer)، عوامل پخت (شامل اکسید روی، گوگرد، زینک دی اتیل دی تیو کاربامات شرکت Merck)، هیدروکسید پتاسیم (شرکت Merck)، امولوین (شرکت Lanxess)، نانو خاک رس با نام تجاری Cloisite Na+ با ظرفیت تعویض یونی ۹۲.۶میلی اکی والان به ازای هر ۱۰۰ گرم نانو خاک رس (شرکتSouthern Clay)، تتراکلریدکربن با پارامتر حلالیت MPa1/2 ۱۷/۶ و اتیل استات با پارامتر حلالیت MPa1/2 ۱۸/۶ بود. جهت تهیه نانو کامپوزیت ابتدا دیسپرسیون ۵ درصد آبی از نانو خاک رس در غلظت‌های ۰، ۳، ۶ و۹ قسمت از نانو خاک رس به ازای هر ۱۰۰ قسمت از لاستیک (Phr; part per hundred) تهیه شد. مخلوط حاصل به مدت یک ساعت توسط همزن مکانیکی با سرعت ۱۵۰۰ دور بر دقیقه مخلوط گردید. برای تهیه نانو کامپوزیت در phr مختلف، دیسپرسیون های ساخته شده در بالا به مقدار مناسب از لاتکس اضافه گردید و به مدت زمان ۲۴ ساعت توسط همزن مغناطیسی مخلوط شد. سپس مواد پخت آسیاب شده با فرمول مناسب، به لاتکس اضافه و دوباره به مدت ۲۴ ساعت دیگر توسط همزن مغناطیسی مخلوط گردید. لاتکس حاصل در این مرحله دارای نانو خاک رس بوده و در واقع لاتکس نانو کامپوزیت نام دارد و آماده عملیات غوطه‌وری است. برای ساخت دستکش در این مطالعه از روش انعقادی استفاده شد. هر یک از نمونه دستکش‌های تولیدشده XNBRNA نام‌گذاری شد که اندیس NA نشان‌دهنده مقدار نانو خاک رس است. مثلاً XNBR3 معرف دستکش نانوکامپوزیتی است که دارای phr ۳ نانو خاک رس است. جهت بررسی تأثیر نانو خاک رس بر ضریب نفوذپذیر از آزمون تورم استفاده شد. ابتدا ضخامت نمونه‌ها به وسیله ضخامت سنج با حساسیت ۰/۰۱ میلی‌متر در ۵ نقطه تصادفی اندازه‌گیری و معدل‌گیری شد. میانگین ضخامت هر نمونه ۰/۰۲ ± ۰/۳۵ میلی‌متر به دست آمد و تفاوتی بین ضخامت نمونه‌ها دیده نشد. در مرحله بعد قطعه‌های مدور از نانو کامپوزیت بریده و وزن هر کدام از آن‌ها یادداشت شد. سپس این قطعه‌های مدور داخل بطری‌های جداگانه حاوی تتراکلرید کربن و اتیل استات قرار داده شد. در فواصل زمانی معین نمونه نانو کامپوزیت بیرون آورده و توسط دستمال کاغذی مواد روی آن به آهستگی پاک‌کرده و وزن آن به کمک ترازوی رقمی‌ای به همراه زمان یادداشت گردید. بعد از وزن کردن، نمونه مجدد به داخل بطری

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

برگردانده شد. به منظور کاهش اثر تبخیر ماده شیمیایی نفوذ کرده در داخل نمونه، بیشینه زمان هر بار وزن کردن نمونه تا ۳۰-۴۰ ثانیه محدود شد. این فرایند تا آنجایی که وزن نمونه در تماس با ماده شیمیایی ثابت گردیده و دیگر تغییر نکرد ادامه یافت. با کم کردن وزن نهایی (وزن ثابت) از وزن اولیه نمونه، مقدار حلال جذب‌شده به دست آمد. عدد گزارش‌شده به عنوان مقدار حلال جذب شده، میانگین سه بار انجام این آزمایش است. از آنجایی که دمای داخل دستکش تا نزدیکی دمای بدن بالا می رود آزمایش فوق در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انجام شد [۲۱،۲۳].

یافته‌ها

نتایج بررسی تأثیر نانو خاک رس بر ضریب نفوذپذیری نشان داد دو عامل نفوذ و حلالیت بر شاخص‌های نفوذپذیری تأثیرگذار است. نمودار تورم نانو کامپوزیت- تتراکلرید کربن بر حسب مقدار جذب نسبت به مجذور زمان در شکل ۱ ارائه شده است. همان طور که در نمودار مشاهده می‌گردد میزان جذب در ابتدا به دلیل افزایش شیب غلظت در نانو کامپوزیت زیاد بوده و در ادامه، به دلیل کاهش شیب غلظتی افت می‌کند.

برای بررسی مکانیسم جذب، نتایج آزمایش تورم در رابطه ۱ گذاشته شد [۲۲-۲۱]

$$\log\left(\frac{M_t}{M_\infty}\right) = \log k + n\log t \qquad (۱)$$

که M_t و M_∞ میزان جذب در زمان t و زمان به تعادل رسیدن (حداکثر میزان جذب) نمونه به ترتیب است. k یک ضریب ثابت است و تعامل بین پلیمر و حلال را نشان می‌دهد. مقدار ضریب k و n با استفاده از ضریب رگرسیون خطی محاسبه و در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار n تعیین‌کننده مکانیسم جذب است. برای مثال وقتی n=۰/۵ فرایند فیکین نام دارد. در این حالت میزان جذب متناسب با مجذور زمان است و شیب غلظت ماده شیمیایی در پلیمر مهم‌ترین فاکتور تعیین‌کننده انتشار است. اگر نرخ جذب متناسب با زمان باشد فرایند را غیر فیکین گویند و در این حالت n=1 می‌شود.

در جذب فیکین نرخ رسیدن به حالت تعادل از ضریب نفوذ (D) قابل استخراج است. ضریب نفوذ سیستم حلال- نانو کامپوزیت، با جایگذاری مقادیر جذب قبل از رسیدن به ۵۰٪ حالت تعادل (یعنی $0 \le \frac{M_t}{M_\infty} \le 0.5$)، در رابطه ۲ به دست می‌آید [۲۶-۲۵]:

$$D = \pi\left[\frac{h\theta}{4M_\infty}\right]^2 \qquad (۲)$$

که در آن h ضخامت فیلم نانوکامپوزیتی است.

مقادیر محاسبه شده ضریب نفوذ (D) دو حلال در جدول ۲ ارائه شده است.

حداکثر مقدار جذب حلال در نانو کامپوزیت (بر حسب g/cm^3) را می‌توان از رابطه ۳ محاسبه کرد.

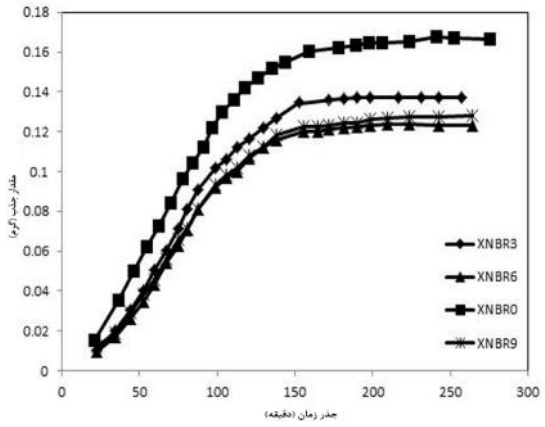
$$\text{حلالیت}\,(g/cm^3) = \frac{\text{مقدار جذب شده}}{\text{حجم نمونه}} \qquad (۳)$$

با فرض اینکه مکانیسم جذب نزدیک به مکانیسم فیکین است برای محاسبه ضریب نفوذپذیری در حالت بر حسب (g/cm-s) می‌توان از رابطه ۴ استفاده کرد [۲۶-۲۵]:

$$P = DS \qquad (۴)$$

که نتایج این رابطه نیز در جدول ۲ آورده شده است.

شکل ۲ تغییرات حلالیت S، ضریب نفوذ D و ضریب نفوذپذیری P تتراکلریدکربن در نانو کامپوزیت XNBR را با افزایش نانو خاک رس نشان می‌دهد.



شکل ۱- منحنی تورم نانو کامپوزیت- تتراکلریدکربن بر حسب مقدار جذب نسبت به مجذور زمان

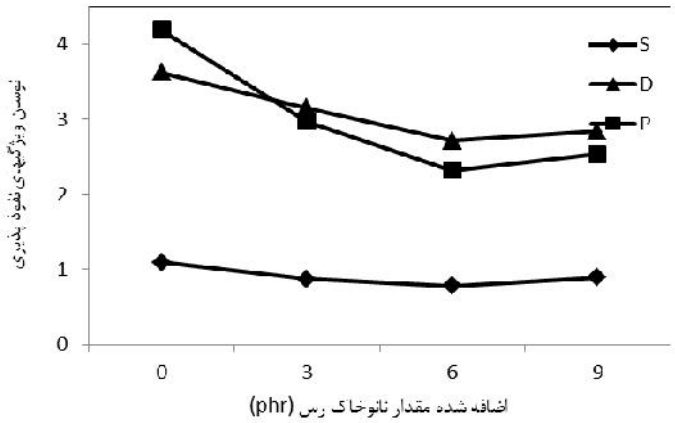
[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

جدول۱- مقادیر ضریب k و n در نانو کامپوزیت XNBR با سطوح مختلف نانو خاک رس

نمونه	تتراکلرید کربن		اتیل استات	
	$n \pm 0.01$	$k \pm 0.08$	$n \pm 0.01$	$k \pm 0.08$
$XNBR_0$	۰/۵۱۰	۰/۱۹۶	۰/۵۰۷	۰/۵۹۰
$XNBR_3$	۰/۵۵۵	۰/۱۵۸	۰/۵۹۰	۰/۳۳۳
$XNBR_6$	۰/۵۸۲	۰/۱۱۱	۰/۶۱۴	۰/۳۲۲
$XNBR_9$	۰/۵۵۴	۰/۱۵۲	۰/۵۳۷	۰/۶۴۲

جدول ۲ - حلالیت، ضریب نفوذ (D) و ضریب نفوذپذیری (P) در نانو کامپوزیت XNBR با سطوح مختلف

نمونه	تتراکلرید کربن			اتیل استات		
	حلالیت (g/cm^3)	ضریب نفوذ $D \times 10^7 (cm^2/s)$	ضریب نفوذپذیری $P \times 10^7 (g/cm-s)$	حلالیت (g/cm^3)	ضریب نفوذ $D \times 10^7 (cm^2/s)$	ضریب نفوذپذیری $P \times 10^7 (g/cm-s)$
XNBR0	۱/۱۶	۳/۶۲	٤/۱۹	۱/۷۲	۵/۲۵	۹/۰۳
XNBR3	۰/۹٤۳	۳/۵٤	۲/۹۷	۱/۲٤	٤/۳۹	۵/٤٤
XNBR6	۰/۸۵۹	۲/۷۱	۲/۳۲	۱/۱۷	٤/۰۵	٤/۷۳
XNBR9	۰/۸۹۲	۲/۸٤	۲/۵۳	۱/۱۷	٤/۳۹	۵/۱۳



شکل ۲- تغییرات حلالیت، ضریب نفوذ D و ضریب نفوذپذیری P تتراکلرید کربن در نانو کامپوزیت با افزایش نانو خاک رس

بحث

تحلیل نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد ضریب n برای هر دو حلال در پلیمر خالص (XNBR0) حالت فیکین دارد و با اضافه شدن نانو خاک رس به پلیمر این روند شروع به تغییر می‌کند. دامنه ضریب n نمونه‌های نانوکامپوزیتی دامنه‌ای بین ۰/۵۰۷-۰/۶۴۲ متغیر است و در واقع بیانگر مکانیسم جذب غیر فیکین است. ضریب k نیز معرف تعامل بین حلال و نانو کامپوزیت است و همان طور که مشخص است با افزایش نانو خاک رس مقدار آن بیشتر می‌شود. دلیل بیشتر بودن ضریب k مربوط به حلال اتیل استات در همه نمونه ها، قطبی بودن اتیل استات و تشکیل پیوند دوقطبی – دوقطبی با گروه‌های قطبی رشته‌های پلیمر است.

براساس نتایج جدول ۲، در همه نمونه‌های نانو کامپوزیت

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

مقادیرD و S مربوط به حلال اتیل استات بیشتر از تتراکلریدکربن است. دلیل بیشتر بودن ضریب حلالیت این است که جرم مولکولی اتیل استات نسبت به تتراکلریدکربن کمتر است. همچنین علت بزرگ‌تر بودن ضریب نفوذپذیری، اختلاف پارامتر حلالیت این دو ماده با پلیمر است. پارامتر حلالیت تتراکلریدکربن، اتیل استات و پلیمر به ترتیب برابر ۱۷/۶، ۱۸/۶ و MPa1/2 ۲۰/۵ بود. بنابراین تفاوت پارامتر حلالیت اتیل استات و پلیمر (MPa1/2 ۱/۹) در مقایسه با تفاوت پارامتر حلالیت تتراکلریدکربن و پلیمر (MPa1/2 ۲/۹) کمتر است. میل نفوذ یک ماده در یک پلیمر بر اساس اختلاف پارامتر حلالیت آن‌ها از هم محاسبه می‌شود. هر چه این اختلاف کمتر باشد میل نفوذ ماده در پلیمر مورد نظر بیشتر است که علت آن موضوع قانون "مشابه، مشابه را حل می‌کند" است. همان طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، با اضافه کردن نانو خاک رس مقدار S و D کاهش می‌یابد. کاهش مقدار S را می‌توان به کاهش کسر حجمی پلیمر به دلیل حضور نانو صفحات لایه‌ای نفوذناپذیر نسبت داد، یعنی کاهش سطح قابل‌نفوذ در دسترس. علت کاهش ضریب نفوذ را می‌توان با ایجاد مسیر پیچ در پیچ Tortuous Path و در واقع افزایش مسیری مرتبط دانست که ماده شیمیایی در هنگام عبور باید طی کند. به طور کلی میزان تغییر ضریب نفوذپذیری به دلیل حضور نانو خاک رس تابعی از پارامتر حلالیت (بین پلیمر خالص و ماده شیمیایی مورد نظر) و همچنین مقدار نانو خاک اضافه شده است. متفاوت‌ترین میزان کاهش ضریب نفوذپذیری در نمونه نانوکامپوزیتی XNBR3 به دست آمد که دلیل آن پخش خوب و یکنواخت نانو خاک رس در ماتریس پلیمری است. هرچند که بیشترین میزان کاهش در نمونه XNBR6 به دست آمد. همان طور که از جدول ۲ اشاره شده است، با اضافه کردن نانو خاک رس ضریب نفوذپذیری شروع به کاهش می‌کند. در واقع نانو صفحات لایه‌ای از حرکت مولکول‌های ماده نفوذ کرده در لابه‌لای رشته‌های پلیمر جلوگیری می‌کنند.

مقدار حلالیت نیز همانند ضریب نفوذ ، با اضافه کردن نانو خاک رس کاهش می‌یابد. از آنجایی که ضریب نفوذپذیری نیز از حاصل‌ضرب دو مقدار S و D به دست می‌آید، واضح است که آن هم با اضافه کردن نانو خاک رس کاهش می‌یابد. همان طور که در شکل ۳ مشخص است اضافه شدن نانو خاک رس به پلیمر XNBR ضریب نفوذ را نسبت به حلالیت بیشتر کاهش می‌دهد. این تغییر مطلوب در ویژگی‌های سد گری به دلیل اتلاف انرژی مولکول نفوذی به منظور دور زدن پیرامون صفحات لایه‌ای و افزایش مسیر عبور است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ضریب حلالیت و نفوذ دو حلال تتراکلرید کربن و اتیل استات در دستکش‌های نانوکامپوزیتی XNBR- نانو خاک رس با استفاده از آزمون تورم بررسی شد. اضافه کردن نانو خاک رس به پلیمر XNBR ضریب نفوذپذیری این دو حلال را به علت ایجاد مسیر زیگزاگ در مسیر عبور حلال و کاهش کسر حجمی پلیمر به دلیل حضور نانو صفحات لایه‌ای کاهش داد. ضریب نفوذپذیری اتیل استات کاهش بیشتری را نسبت به ضریب نفوذپذیری تتراکلریدکربن نشان داد. همچنین اضافه کردن نانو خاک رس به پلیمر XNBR ضریب نفوذ را نسبت به ضریب حلالیت بیشتر کاهش می‌دهد.

تشکر وقدردانی:

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه دوره دکتری تخصصی مهندسی بهداشت حرفه ای مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران به شماره ۹۱-۰۳-۲۷-۱۹۵۷۰ می باشد که بدین وسیله نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران و همچنین پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Williams JR. Permeation of glove materials by physiologically harmful chemicals. Am Ind Hyg Assoc J 1979; 40:877-882.
2. Zellers ET. Three-dimensional solubility parameters and chemical protective clothing permeation. I. Modeling the solubility of organic solvents in Viton golves. J Appl Polym Sci 1993; 50:513-530.
3. Anna DH. Chemical Protective Clothing. AIHA Press; 2003.
4. Boman A. Protective Gloves for Occupational Use. CRC Press; 2005.
5. Chao KP, Wang P, Wang YT. Diffusion and solubility coefficients determined by permeation and immersion experiments for organic solvents in HDPE geomembrane. J Hazard Mater 2007, 142:227-235.
6. Kwan KS, Subramaniam CNP, Ward TC. Effect of penetrant size and shape on its transport through a

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

thermoset adhesive: I. n-alkanes. Polymer 2003; 44:3061-3069.
7. Ortego JD, Aminabhavi TM, Harlapur SF, Balundgi RH. A review of polymeric geosynthetics used in hazardous waste facilities. J Hazard Mater 1995; 42:115-156.
8. Gao P, El-Ayouby N, Wassell JT. Change in permeation parameters and the decontamination efficacy of three chemical protective gloves after repeated exposures to solvents and thermal decontaminations. Am J Ind Med. 2005; 47:131-143.
9.Zhu J, Wilkie CA. Intercalation compounds and clay nanocomposites. Hybrid Materials; 2007.
10. Sengupta R, Chakraborty S, Bandyopadhyay S, Dasgupta S, Mukhopadhyay R, Auddy K, Deuri A. A short review on rubber/clay nanocomposites with emphasis on mechanical properties. Polym Eng Sci 2007;47:1956-1974.
11. Meera AP, Thomas P, Thomas S: Effect of organoclay on the gas barrier properties of natural rubber nanocomposites. Polym Compos 2012; 33:524–531.
12. Saritha A, Joseph K, Thomas S, Muraleekrishnan R. Chlorobutyl rubber nanocomposites as effective gas and VOC barrier materials. Composites Part A 2012; 43:864-870.
13. Bhattacharya M, Biswas S, Bandyopadhyay S, Bhowmick AK. Influence of the nanofiller type and content on permeation characteristics of multifunctional NR nanocomposites and their modeling. Polym Adv Technol 2012; 23:596-610.
14. Approaches to Safe Nanotechnology. An information exchange with NIOSH. [http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/safenano/].
15. Klingner TD, Boeniger MF. A critique of assumptions about selecting chemical-resistant gloves: A case for workplace evaluation of glove efficacy. Appl Occup Environ Hyg 2002; 17:360-367.
16.Evans PG, McAlinden JJ, Griffin P. Personal protective equipment and dermal exposure. Appl Occup Environ Hyg 2001; 16:334-337.
17. Vahdat N, Bush M. Influence of Temperature on the Permeation Properties of Protective Clothing Materials. In proceeding Chemical protective clothing performance in chemical emergency response, ASTM STP 1037. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials; 1989. p. 132.
18. Maiti M, Bhowmick AK.: Effect of Polymer–Clay Interaction on Solvent Transport Behavior of Fluoroelastomer–Clay Nanocomposites and Prediction of Aspect Ratio of Nanoclay. J Appl Polym Sci 2007;105:435–45.
19. T Jiang, Y Wang, J Yeh, Z Fan,: Study on solvent permeation resistance properties of nylon6/clay nanocomposite. European Polymer Journal 2005; 41:459–466.
20. MN Muralidharan, SA Kumar, S Thomas, Morphology and transport characteristics of poly (ethylene-co-vinyl acetate)/clay nanocomposites. Journal of Membrane Science 2008; 315: 147–154.
21. Vahdat N, Delaney R. Decontamination of Chemical Protective Clothing. Am Ind Hyg Assoc J 1989; 50:152-156.
22. Gao P, Tomasovic B. Change in tensile properties of neoprene and nitrile gloves after repeated exposures to acetone and thermal decontamination. J Occup Environ Hyg 2005; 2:543-552.
23. Alfrey Jr T, Gurnee E, Lloyd W. Diffusion in glassy polymers. J Polym Sci: Part C 1966: 249-261.
24. Sridhar V, Tripathy D. Barrier properties of chlorobutyl nanoclay composites. J Appl Polym Sci 2006; 101:3630-3637.
25. Harogoppad SB, Aminabhavi TM. Diffusion and sorption of organic liquids through polymer membranes. 5. Neoprene, styrene-butadiene-rubber, ethylene-propylene-diene terpolymer, and natural rubber versus hydrocarbons (C8-C16). Macromolecules 1991; 24:2598-2605.
26. Aminabhavi TM, Khinnavar RS. Diffusion and sorption of organic liquids through polymer membranes: 10. Polyurethane, nitrile-butadiene rubber and epichlorohydrin versus aliphatic alcohols (C1-C5). Polymer 1993;34:1006-1018.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

Research Article

Characterization of XNBR-clay Nanocomposite; a New Material for Protective Gloves

Mostafa Mirzaei Aliabadi[1], Ghasem Naderi[2], Seyed Jamaleddin Shahtaheri[3*], Abbas Rahimi Forushani[4], Mehdi Jahangiri[5]

Received: 20 July 2014 Accepted: 23 August 2014

Abstract

Background & Objectives: Dermal exposure to chemical agents can result in a variety of occupational diseases and disorders, including occupational skin diseases and systemic toxicity. The present paper focused on transport properties of nanocomposite based on carboxylated nitrile butadiene rubber (XNBR)-nanoclay.

Methods: In this study, XNBR gloves nanocomposite were prepared at different amounts of nanoclay; i.e. 3, 6, 9 phr (parts per hundred of rubber). Swelling procedure was conducted for different nanocomposites using two neat organic solvents (i.e. Carbon tetrachloride (CCl_4) and Ethyl acetate).

Results: Near Fickian diffusion was observed for XNBR based nanocomposites containing different amounts of nanoclay. The permeability coefficients were higher for ethyl acetate compared to CCl_4 in all XNBR nanocomposites. In addition, a significant decrease was observed in the permeability coefficients of the selected solvent $XNBR_3$.

Conclusion: Analysis of transport properties of synthesized nanocomposites illustrated that application of these materials seems promising for manufacturing protective gloves.

Keywords: Nanocomposites, Nanoclay, Gloves

Please cite this article as: Mirzaei Aliabadi M, Naderi G, Jamaleddin Shahtaheri S, Rahimi Forushani A, Jahangiri M. Characterization of XNBR-clay Nanocomposite; a New Material for Protective Gloves. *Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(2):20-26.*

1. Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Science, Hamadan, Iran.
2. Iran polymer and Petrochemical Institute, Tehran, Iran.
3*. (Corresponding author) Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: shahtaheri@sina.tums.ac.ir
4. Department of Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]