دوفصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۵، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۰۱-۹۱، (۱۳۸۹)

بررسی تأثیر ذرات نانورس بر خواص مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب

بهزاد کُرد

- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد چالوس.: پست الکترونیک: Behzad_k8498@yahoo.com

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۸

چکیده

در این پژوهش، اثر مقدار ذرات نانورس بر ویژگیهای مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، آرد چوب با نسبت وزنی ۵۰ درصد با پلی اتیلن سنگین مخلوط شد و نانورس نیز با نسبت وزنی ۰، ۱، ۲، ۳ و ۵ درصد استفاده گردید، همچنین ماده سازگارکننده به میزان ۲ درصد در تمام ترکیبها بکار رفت. سپس نانوکامپوزیت چوب پلاستیک با استفاده از روش قالبگیری تزریقی ساخته شد، و آزمونهای مکانیکی شامل کشش، خمش و ضربه فاقدار برروی نمونه ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که مدول کششی، مقاومت کششی، مدول خمشی و مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک با افزایش مقدار ذرات نانورس افزایش یافته، در حالیکه مقاومت به ضربه کاهش یافت. همچنین مطالعات ساختاری نانوکامپوزیت چوب پلاستیک به روش پراش اشعه ایکس نشان داد که توزیع ذرات نانورس در زمینه پلیمری از نوع بین لایه‌ای است، و با افزایش مقدار ذرات نانورس فاصله بین لایه ها افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: کامپوزیت چوب پلاستیک، نانورس، خواص مکانیکی، ساختار بین لایه‌ای، پراش اشعه ایکس.

مقدمه

امروزه با ورود فناوری نانو[1] در عرصه علم مواد، پلیمرهای تقویت شده با فاز نانو مورد توجه جوامع علمی‌و صنعتی قرار گرفته است. از نظر علمی‌موضع جدیدی در پژوهش ها در مقیاس حدواسط مطالعات در مقیاسهای مولکولی و میکرو، گشوده شده و شناخت رفتار و برهمکنش مواد در محدوده نانو در زمره اولویت های پژوهشی قرار گرفته است. از دیدگاه صنعتی آنچه باعث جلب توجه بسیاری از صنایع به این موضوع شده، بهبود چشمگیر خواص پلیمرها است (تکیه معروف و باقری، ۱۳۸٦). از اینرو نانوکامپوزیت ها در واقع طبقه جدیدی از کامپوزیت های پلیمری را تشکیل می‌دهند که در ساختار آنها ذرات با ابعاد نانو مورد استفاده قرار می‌گیرد، که از جمله این نانو ذرات می‌توان به نانو کربن ها[2] و ذرات نانورس[3] اشاره کرد که به علت ابعاد خاص و ضریب ظاهری بالا در مقایسه با سایر پرکننده ها، در مقادیر بسیار اندک موجب بهبود خواص کامپوزیت‌های پلیمری

1-Nano Technology

2-Carbon Nanotubes
3-Nanoclay

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گردند (Tjong, 2006). به همین خاطر در طی سالهای اخیر استفاده از خاک رس اصلاح شده به عنوان پرکننده نانو در ساخت نانوکامپوزیت های پلیمری در حجم قابل توجهی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به طوری که مصرف مقادیر اندکی از آن سبب افزایش مدول، استحکام، مقاومت گرمایی، کاهش نفوذپذیری[4] گاز، مقاومت در برابر اشتعال و بهبود خواص فیزیکی می‌گردند، همچنین این افزایش خواص در اکثر مواقع باعث کاهش خواص در موارد دیگر نمی‌شود (کفاشی و همکاران، ۱۳۸٦).

وانگ[5] و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که تأثیر پرکننده ذرات نانورس بر خصوصیات کامپوزیت ها به شکل، اندازه، ضریب ظاهری، نوع، مقدار و کیفیت پراکنده شدن ذرات و چسبندگی آنها در سطح اتصال بستگی دارد. همچنین بیان کردند که افزودن مقادیر اندک ذرات نانورس موجبات بهبود خواص مکانیکی، حرارتی و ثبات ابعاد در کامپوزیت ها را فراهم می‌سازند.

وان[6] و همکاران (۲۰۰۵) خصوصیات ریخت شناسی و مکانیکی- گرمایی کامپوزیت های تقویت شده با ذرات نانورس را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این پرکننده ها به علت تشکیل ساختار لایه لایه‌ای[7] و ساختار بین لایه‌ای[8] موجب پراکنش بهتر ذرات در ماتریس پلیمری شده و در نهایت مدول کششی، مقاومت کششی و سختی کامپوزیت افزایش می‌یابد.

چادوری[9] و همکاران (۲۰۰٦) نتیجه گرفتند که بالاترین مقدار مقاومت خمشی کامپوزیت های پلیمری تقویت شده با پرکننده ذرات نانورس به هنگام استفاده ۲٪ از پرکننده حاصل گردید و نتایج تحلیل دینامیکی- مکانیکی نشان دهنده بهبود خواص مکانیکی- گرمایی کامپوزیت ها تحت تأثیرپرکننده نانورس می‌باشد همچنین بیان کردند که به هنگام اضافه نمودن ذرات نانورس به مقدار ۲٪، دمای انتقال شیشه ای کامپوزیت به میزان $9\ ^{o}c$ افزایش می‌یابد.

وو و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که با اضافه نمودن تنها ۲٪ پرکننده ذرات نانورس به نانوکامپوزیت حاصل از آرد چوب کاج و پلی اتیلن سنگین (HDPE)، مقاومت خمشی از ۱۹/٦٪ به ۲٤٪ و مقاومت کششی از ۱۱/۸٪ به ۱۳٪ افزایش می‌یابد، در صورتی که مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت به میزان ۷-۵٪ کاهش می‌یابد.

هان و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر استفاده از نانورس و ماده سازگارکننده را بر ویژگی های مکانیکی و حرارتی کامپوزیت های حاصل از الیاف بامبو- پلی اتیلن سنگین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که به هنگام افزودن ۱٪ نانورس مدول الاستیسیته خمشی, مدول الاستیسیته دینامیک و درجه کریستالیته افزایش یافت، در حالی که مقاومت به ضربه نمونه ها کاهش یافت.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و رویکرد جهانی به سوی نانوکامپوزیت ها و ناشناخته بودن سازوکار این مواد، در سالهای اخیر مطالعات بسیاری در راستای شناسایی خواص نانوکامپوزیت های پلیمری- خاک رس و توسعه کاربردی این گروه مواد شکل گرفته است (شکریه و سنبلستان، ۱۳۸٦) از اینرو، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر ذرات نانورس بر خصوصیات مکانیکی

4-Barrier Properties
5-Wang
6-Wan
7-Exfoliation
8-Intercalation
9-Chowdhury

Archive of SID
www.SID.ir

کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب صورت گرفت.

مواد و روشها

در این پژوهش، از پلی اتیلن سنگین (HDPE)، محصول شرکت پتروشیمی‌اراک با شاخص جریان مذاب ۱۱ g/10min و چگالی ۰/۹۵٤ g/cm^3 به عنوان ماده زمینه پلیمری، و آرد چوب صنوبر تهیه شده از جنگل شصت کلاته گرگان با اندازه ابعاد ٦۰ مش به عنوان تقویت کننده استفاده شد. همچنین از مالئیک انیدرید (MA) با خلوص ۹۸ درصد محصول شرکت Merk به عنوان عامل سازگارکننده و پودر نانورس (Nanoclay) تولیدشده توسط شرکت Southern-Clay کشور آمریکا با نام تجاری Cloisite 30B استفاده گردید.

فرآیند اختلاط

همچنین به منظور بررسی اثر میزان ذرات نانورس بر خواص کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب، نانورس کلویزیت 30B در پنج سطح ۰٪، ۱٪، ۲٪، ۳٪ و ۵٪ مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). فرآیند اختلاط مواد با دستگاه مخلوط کن داخلی HAAKE در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی‌ایران با دمای اختلاط ۱۸۰°C, سرعت اختلاط ٦۰ RPM (دور در دقیقه) انجام شد، که پس از اختلاط مواد، چند سازه بی شکل تولید شده پس از سرد شدن دوباره آسیاب شده و به دستگاه قالب گیری تزریقی Injection Molding منتقل شده و این دستگاه پس از ذوب مجدد، ماده مذاب را به درون قالب هایی تزریق نموده و نمونه های مورد نظر برای آزمون‌های مکانیکی تهیه می‌شود.

جدول ۱- درصد وزنی اجزای ماده مرکب چوب پلاستیک در تیمارهای مختلف

شماره تیمار	کد تیمار	آرد چوب (٪)	پلی اتیلن سنگین (٪)	سازگارکننده (٪)	نانورس (٪)
۱	50%WF50%HDPE2%MAPE	۵۰	۵۰	۲	۰
۲	50%WF50% HDPE 2%MAPE1%NANO	۵۰	۵۰	۲	۱
۳	50%WF50% HDPE 2%MAPE2%NANO	۵۰	۵۰	۲	۲
٤	50%WF50% HDPE 2%MAPE3%NANO	۵۰	۵۰	۲	۳
۵	50%WF50% HDPE 2%MAPE5%NANO	۵۰	۵۰	۲	۵

اندازه گیری خواص مکانیکی

آزمون خمش سه نقطه ای مطابق استاندارد ASTM D 747 توسط دستگاه Instron 1186 با سرعت بارگذاری ۵ mm/min انجام شد. آزمون کشش مطابق استاندارد ASTM D 638 توسط دستگاه Instron 1186 با سرعت بارگذاری ۲ mm/min انجام گرفت. مقاومت به ضربه فاقدار نمونه ها براساس استاندارد ASTM D 256 در حالت شکاف دار و ایزود توسط دستگاه ضربه مدل ۵۱۰۲ ساخت شرکت Zwick در دمای محیط اندازه گیری شد (ASTM Standard, 2004).

آزمون تفرق اشعه ایکس

آزمون اشعه ایکس توسط دستگاه XRD با تشعشع لامپ CuKa، طول موج λ=1.54 nm، گام ۰/۰۲ درجه،

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت ۰/۳ درجه بر دقیقه و زاویه تابش 2θ در دامنه ۱۰- ۰ درجه انجام شد. نمونه ها به صورت ورقه ای با ابعاد ۱×۱۰×۱۰ mm جهت انجام این آزمون تهیه شدند.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS Version 11 در قالب طرح آنالیز واریانس یکطرفه انجام شد و در نهایت مقایسه و گروه بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام گرفت.

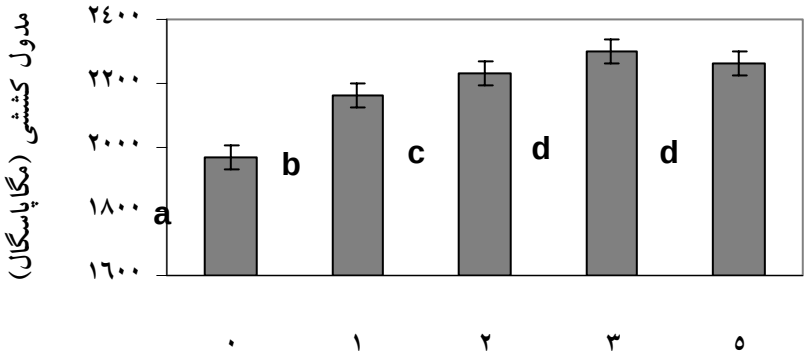
نتایج

- مدول کششی

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی-داری است (جدول ۱). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مدول کششی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مدول کششی کاهش یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی داری
تیمار	٤	٦١/٣٠٩	٧/٦٦٤	٢١/٤٢٠	٠/٠٠٠٣
خطا	١٠	٦/٤٤٠	٠/٣٥٨		
کل	١٤	٦٧/٧٤٩			



شکل۱- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

مقدار نانورس (phc)

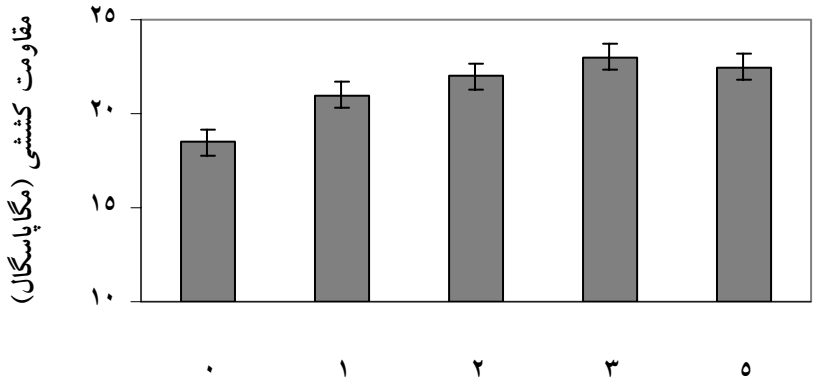
۲- مقاومت کششی

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی‌داری است (جدول ۲). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مقاومت کششی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مقاومت کششی کاهش یافت.

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی داری
تیمار	٤	۱۷٤/۳۳٦	۲۱/۷۹۲	٤/۷۷۹	۰/۰۰۲۸
خطا	۱۰	۸۲/۰۸٦	٤/٥٦۰		
کل	۱٤	۲٥٦/٤۲۲			



شکل۲- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

مقدار نانورس (phc)

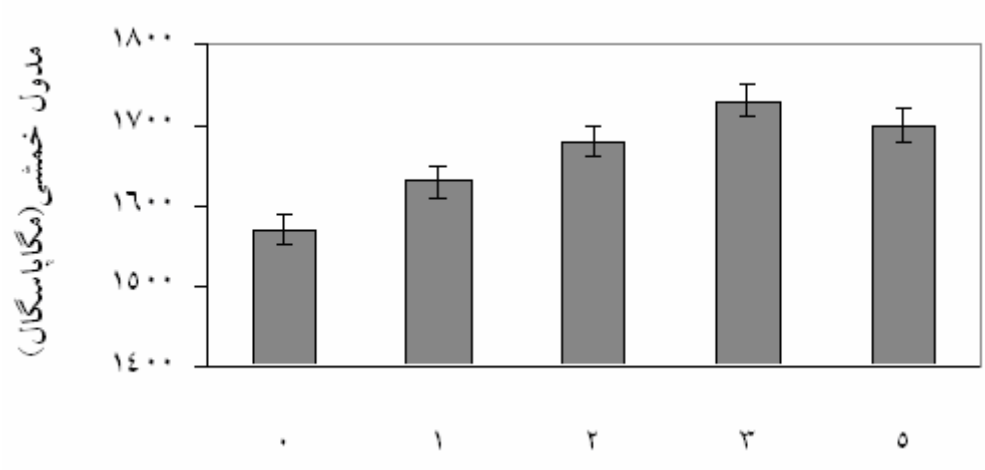
۳- مدول خمشی

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی‌داری است (جدول ۳). همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مدول خمشی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مدول خمشی کاهش یافت.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی داری
تیمار	٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰۱	٤۷/۰۸۹	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰		
کل	۱٤	۰/۰۰٤			

Archive
www.SID.ir



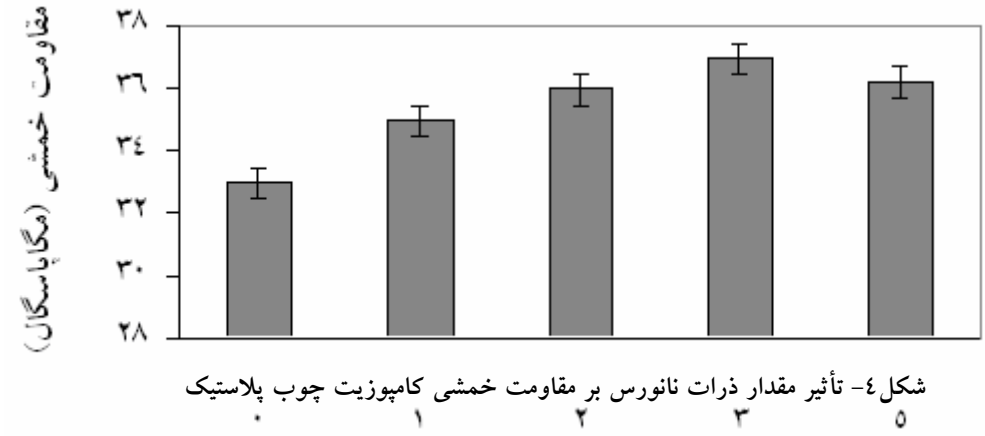
شکل۳- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک مقدار نورس (phc)

٤- مقاومت خمشی

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی‌داری است (جدول ٤). همانطور که در شکل ٤ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مقاومت خمشی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مقاومت خمشی کاهش یافت.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانوری بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی داری
تیمار	٤	۲۸۷/۷۵۱	۳۵/۹٦۹	۹/۹۰۲	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۰	٦۵/۳۸٦	۳/٦۳۳		
کل	۱٤	۳۵۳/۱۳۷			



شکل٤- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک مقدار نانورس (phc)

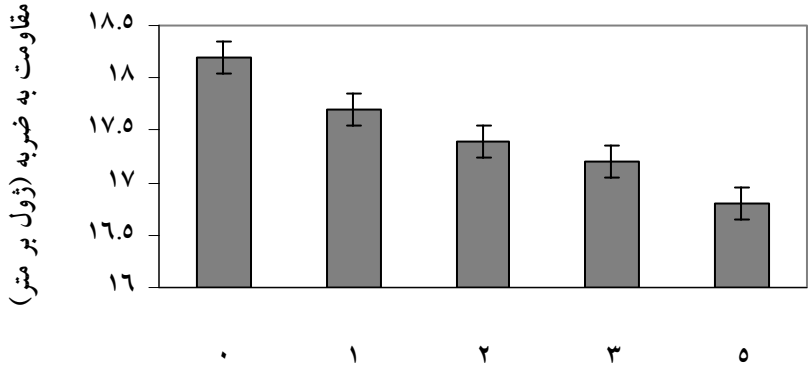
Archive of SID
www.SID.ir

۵- مقاومت به ضربه فاقدار

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت به ضربه کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی‌داری است (جدول ۵). همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۵٪ مقاومت به ضربه نانوکامپوزیت چوب پلاستیک کاهش می‌یابد.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی داری
تیمار	٤	۱۷٦۵/۰۵۳	۲۲۰/٦۳۲	۷/۸٦٦	۰/۰۰۰۲
خطا	۱۰	۵۰٤/۸۸۱	۲۸/۰٤۹		
کل	۱٤	۲۲٦۹/۹۳٤			



شکل۵- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیت چوب پلاستیک

مقدار نانورس (phc)

٦- مطالعه ساختاری

پراش پرتو اشعه ایکس امکان شناخت نوع ساختار کریستالوگرافی (ساختار لایه‌لایه‌ای و بین‌لایه‌ای) ذرات نانورس در نانوکامپوزیت‌های پلیمری و چگونگی توزیع خاک رس را در زمینه ماتریس پلیمری فراهم می‌کند.از کاربردهای بسیار مهم این روش، محاسبه فاصله بین لایه ها می‌باشد، که با استفاده از معادله پراگ به صورت زیر محاسبه می‌شود (Tjong, 2006).

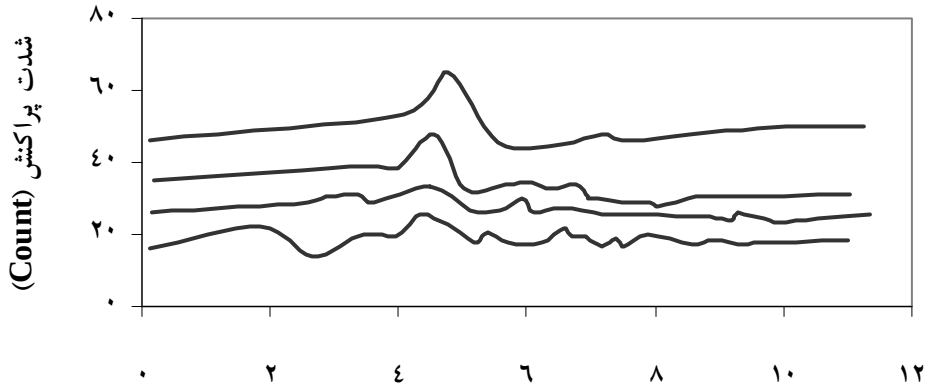
$$d_{00n} = n\lambda / 2Sin\theta$$

در رابطه فوق، n عدد صحیح، θ زاویه پراکنش پرتو اشعه و λ طول موج اشعه می‌باشد.

شکل ٦ نتایج پراش پرتو اشعه ایکس ذرات نانورس را در کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب را نشان می‌دهد. مطالعات پراش پرتو اشعه X نشان دهنده افزایش فاصله بین صفحات خاک رس و توزیع خاک رس در ماتریس پلیمری با ساختار بین لایه‌ای (Intercalation) است. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار ذرات نانورس تا ۳٪، زاویه پیک 2θ کاهش

www.SID.ir

یافته و در نتیجه فاصله بین صفحات خاک رس(بر طبق معادله براگ) افزایش یافته که این امر موجب جهت‌گیری منظم تر و موثرتر پلی اتیلن در بین لایه‌های سیلیکاتی رس و بهبود سطح مشترک آن با آرد چوب شده است، که همین امر موجبات افزایش خواص مکانیکی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک حاصله را فراهم ساخته است.



شکل٦- پراش پرتو اشعه ایکس ذرات نانورس در ماده مرکب چوب پلاستیک

زاویه پراکنش (2Theta)

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق تأثیر تأثیر ذرات نانورس بر خصوصیات مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این بررسی نشان می‌دهد:

۱- افزایش میزان مدول در نانوکامپوزیت های رسی مستقیماً به طول متوسط ذرات رس و درنتیجه نسبت ابعادی آنها وابسته است، همچنین عوامل ساختاری مختلفی نظیر نسبت حجمی، ضریب ظاهری نانورس، فاصله افقی بین ذرات و مقدار درهمرفتگی ذرات نانورس نیز بر خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌های پلیمر- خاک رس تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارند (شکریه و سنبلستان، ۱۳۸٦). به علاوه اختلاف بین میزان متورق شدن لایه‌ها و تشکیل ساختار Exfoliation و ساختار Intercalation تأثیر شدیدی بر مدول نانوکامپوزیت حاصل دارد، همچنین درصد خاک رس در نانوکامپوزیت ها نقش بسزایی ایفاء می‌کند (Zhao et al., 2006). معمولاً با افزایش درصد رس ساختمانهای جدید درهمرفته و سپس توده‌های رس در نانوکامپوزیت تشکیل می‌شوند، زیرا ذرات نانورس به علت تشکیل اتصال قوی با ماتریس پلیمر موجب افزایش مدول در کامپوزیت می‌گردند، البته پس از حد مشخصی روند افزایشی خواص با افزایش درصد رس کند و حتی گاهی معکوس خواهد شد (Samal et al., 2008). به همین دلیل، نتایج نشان می دهد با افزایش مقدار نانورس مدول کششی و خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب افزایش یافته است، که با نتایج بدست آمده توسط وان و همکاران (۲۰۰۵)، هان و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

۲- افـزایش مقـدار نـانورس و وجـود مرفولـوژی Exfoliation و Intercalation در نانوکامپوزیت بـه دلیـل تأثیر بین سطحی زنجیره‌های آلی و ذرات نـانورس و نیـز جهت‌یـافتگی ذرات سـیلیکات لایـه ای موجـب افـزایش مقاومت در نانوکامپوزیت مـی‌گـردد (کرابـی و همکـاران، ۱۳۸٦). همچنین غیرهمگـونی و نـسبت بـالای سـطح بـه حجم نانورس با مواد آلی در قابلیت تقویت کنندگی بالای ذرات نانورس سهیم است، و به این صورت عمل می‌شود کـه ذرات نـانورس بـه عنـوان تقویـت کننـده‌ای موجـب می‌شوند سطح مشترک بین دو فاز افزایش پیدا کنـد (Wu et al., 2007). از طرفی با افزودن خاک رس درنتیجه تورم لایه های رس و ایجاد چسبندگی سطحی قوی بین پلیمـر و خاک رس، مقاومت کامپوزیـت افـزایش یابـد (Asif et al., 2007). به همین دلیل، نتایج نشان می دهد با افـزایش مقدار نانورس مقاومت کششی و خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب افزایش یافته است، که با نتایج بدسـت آمـده توسـط چـادوری و همکـــاران (۲۰۰٦)، وو و همکـــاران (۲۰۰۷)، هـــان و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد.

۳- با توجه به اینکـه ذرات نـانورس نـواحی تمرکـز تنش و نقاط شروع شکست را ایجاد می کنند، درنتیجه که بـا افـزایش مقـدار نـانورس، میـزان مقاومـت بـه ضـربه کامپوزیت کاهش می یابد. همچنین حضور نانورس انرژی جذب شده توسط کامپوزیت را افزایش می دهـد، از ایـن رو افزایش مقدار نانورس مناطقی را در مـاتریس پلیمـری به وجود می‌آورد که موجب تمرکـز بیـشتر تـنش شـده و رشـد تـرک را از آن ناحیـه آغـاز مـی کنـد (Han et al., 2008). به همین دلیل، نتایج نـشان مـی دهـد بـا افـزایش مقدار نانورس مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیـت چـوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب کـاهش یافته است، که با نتیجه بدست آمده توسط هان و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

٤- مطالعات ساختاری نانوکامپوزیت چوب پلاسـتیک به روش پراش اشعه ایکس نشان داد که توزیع نانورس در زمینه پلیمری از نوع ساختار بـین‌لایـه‌ای (Intercalation) است، و با افزایش مقدار ذرات نانورس فاصله بین لایه‌هـا افزایش می‌یابد.

منابع مورد استفاده

- تکیه معروف، باهره و باقری، رضا. ۱۳۸٦. مطالعه رفتـار مکـانیکی نانوکامپوزیت اپوکـسی- خـاک رس. مجلـه علـوم و تکنولـوژی پلیمر، سال بیستم، شماره ۱، صفحه ٦٤- ۵۹.
- کرابی، محمد. قاسمی، اسماعیل و محمدی، محـسن. ۱۳۸٦. بهینـه سازی و استفاده از پرکننده های نـانو در آمیـزه هـای لاسـتیکی. گزارش نهائی طرح پژوهـشی کمیتـه نانوفنـاوری وزارت علـوم، تحقیقات و فناوری، پژوهـشگاه پلیمـر و پتروشـیمی‌ایـران، ۱۹۱ صفحه.
- کفاشی، بابک. پورسنگ، فاطمه و سنبلستان، سـید احـسان. ۱۳۸٦. تهیه نانوکامپوزیت های پلی یورتان- خاک رس: بررسی پراکنش خاک رس اصلاح شده در پلی تتـرا متـیلن اتـر گلیکـول. مجلـه علوم و تکنولوژی پلیمر، سـال بیـستم، شـماره ۳، صـفحه ۲۵۵- ۲٤۷.
- مهرداد شکریه، محمود و سنبلستان، سید احسان. ۱۳۸٦. اثر عوامل ساختاری بر خواص مکانیکی نانوکامپوزیت های پلیمـر- خـاک رس. مجله علـوم و تکنولـوژی پلیمـر، سـال بیـستم، شـماره ۲، صفحه۱۹۵- ۱۸۷.
- Asif, A., Roa, L.V. and Ninan, K.N. 2007. Hydroxyl terminated poly(ether ether ketone) with pendant methyl group-toughened epoxy ternary nanocomposites: preparation, morphology and thermomechanical properties. Journal Applied Polymer Science (103),3793-3799pp.
- ASTM. 2004. Evaluating Mechanical and Physical properties of wood-plastic composites products. American Society For Testing And Materials.

Archive of SID

www.SID.ir

Materials Science and Engineering, Vol 53, 73–197pp.
-Wang, H., C, Zheng., M, Elkovitch., L.J, Lee and K.W, Koelling. 2001. Processing and properties of polymeric nanocomposites, Polymer Engineering Science 41(11), 236-246pp.
-Wan, L., K, Wang., L, Chen., Y, Zhang., C, He. 2005. Preperation, morphology and thermal/mechanical properties of epoxy/nanoclay composite.
-Wu, Q., Lei, Y., Clemons, C.M., Yao, F., Xu, Y., and Lian, K. 2007. Properties of HDPE/Clay/Wood Nanocomposites, Journal of Plastic Technology 27(2), 108-115pp.
-Zhao, Y., Wang, K., Zhu, F., Xue, P. and Jia, M. 2006. Properties of poly(vinylchloride)/woodflour/montmorillonite composites: Effects of coupling agents and layered silicate. Journal of Polymer Degradation and Stability, Vol 91, 2874-2883pp.
-Chowdhury, F.H, M.V, Hosur., S. Jeelani. 2006. Studies on the flexural and thermomechanical properties of woven carbon/nanoclay-epoxy laminateds. Material Science and Engineering A (421), 298-306.
-Han, G., Lei, Y., Wu, Q., Kojima, Y. and Suzuki, S. 2008. Bamboo–fiber filled high density polyethylene composites; effect of coupling treatmentand nanoclay. Journal of Polymer Environment, Vol 21, 1567-1582pp.
-Samal, S.K., Nayak, S. and Mohanty, S. 2008.Polypropylene Nanocomposites: Effect of organo-modified layered silicates on mechanical, thermal and morphological performance. Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol 8, No 2, 243-263pp.
-Tjong, S.C. 2006. Structural and mechanical properties of polymer nanocomposites; A review. Journal of

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on The Effects of Nanoclay Particles on Mechanical Properties of Wood Polymer Composites Made of High Density Polyethylene-Wood Flour

Kord, B.

- Ph.D., Wood and paper science & Technology, Scientific Member of Islamic Azad University, Chalous Branch. Email: Behzad_k8498@yahoo.com

Received: Jun. 2009 Accepted: Dec. 2009

Abstract

In this study, the effect of nanoclay particles content on mechanical properties of wood polymer composite made of high density polyethylene and wood flour were investigated. For this aim, wood flour were compund with high density polyethylene at 50% by weight, and nanoclay with 0, 1, 3 and 5% were used, also 2% of MAHDPE was also used as the coupling agent in all formulatins. Then wood polymer nanocomposite were manufactured in injection molding. Mechanical tests such as tensile, bending and notched impact were performed on samples. Results indicated flextural modulus, flextural strength, tensile modulus tensile strength and were increased by increasing of nanoclay particles content, however, notched impact strength was reduced. Also, studies on structural behavior of wood polymer nanocomposite with x-ray showed that nanoclay distributed as intercalation structure in polymer matrix, and the d-spacing of layers were increased with increasing of nanoclay particles content

Key words: Wood Polymer Composites, Nanoclay, Mechanical Properties, Intercalation structure, X-Ray Diffraction.

Archive of SID

www.SID.ir