Archive of SID

اولین همایش ملی تحقیقات کاربردی و استانداردسازی در توسعه صنایع
نساجی و چرم آبان ۱۳۹۲، پژوهشگاه استاندارد

خواص مکانیکی الیاف نانوکامپوزیت پلی آمید۶ با نانو لوله کربنی چنددیواره تولید شده در فرایند ذوب ریسی نیمه صنعتی با سرعت زیاد

محسن اسماعیلی[۱]، محمدعلی توانایی[۱*]، محمدرضا محدث مجتهدی[۲]

۱ دانشکده مهندسی نساجی، مجتمع فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲ دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

چکیده

در مرحله‌ی تولید آزمایشگاهی الیاف نانو کامپوزیت پلی آمید۶ با نانو لوله های کربنی[۱]، نتایج موفقیت آمیزی برای روش مناسب پخش شدن و بهبود خواص کشش الیاف حاصل گردید. در این پژوهش از نانو لوله‌های‌کربنی مناسب به عنوان فاز دیسپرس در ماتریس پلیمر پلی‌آمید ۶ حین فرایند ذوب‌ریس الیاف با سرعت زیاد در ابعاد نیمه صنعتی استفاده گردید. نانو لوله‌های کربنی در فرایند اختلاط مذاب به صورت مسترباچ از پیش تهیه شده و حین ذوب ریسی به پلیمر اصلی اضافه گردیدند. پس از فرایند تولید، خواص مکانیکی الیاف در حالت نوریس یا آرایش یافتگی نسبی (POY) و در حالت کشیده شده یا آرایش یافتگی کامل (FDY) اندازه گیری گردید و با خواص الیاف پلی‌آمید خالص مقایسه گردید.

واژه های کلیدی: نانولوله کربنی، الیاف نانو کامپوزیت پلی‌آمید ۶، خواص مکانیکی، ذوب ریسی با سرعت زیاد

شاخه تخصصی: به کارگیری فناوری‌های نوین (نانو، زیست فناوری و ...) در صنایع

مقدمه

استفاده از نانو لوله های کربنی در کامپوزیت های پلیمری ایده‌ی بسیار خوبی برای افزایش و بهبود خواص مکانیکی، الکتریکی وگرمایی این کامپوزیت ها است[۳ ۱]. به منظور کارایی بهتر این نانو لوله ها در کامپوزیت های پلیمری آنها را به صورت همگن در فاز ماتریس پلیمر پخش میکنند تا بیشترین فصل مشترک بین نانو لوله‌ها و پلیمر اتفاق بیفتد. استفاده از نانو لوله های کربنی با گروه های عاملی کربوکسیل یکی از راه های مناسب برای افزایش چسبندگی بین نانو لوله های کربنی و پلیمر کاربردی است[۴و۵]. این نوع نانو لوله های کربنی تاثیر بسزایی برروی خواص مکانیکی الیاف نانو کامپوزیت در مقیاس آزمایشگاهی داشته اند [۴]. در این پژوهش تاثیر این نانو لوله ها بر خواص مکانیکی الیاف نانو کامپوزیت پلی آمید۶ در مقیاس نیمه صنعتی، حین ذوب‌ریسی با سرعت زیاد مورد مطالعه قرار گرفته است.

تجربیات

مواداولیه: گرانول پلی‌آمید۶ محصول شرکت سهامی الیاف. نانو لوله‌های کربنی چنددیواره عامل‌دار با گروهای کربوکسیلی محصول پژوهشگاه صنعت نفت تهران. روش‌ها: خشک کردن مواد اولیه ۴ ساعت با دمای ^{0}C ۱۲۰. اختلاط در میکسر داخلی برابندر با شرایط مناسب. ذوب ریسی نیمه صنعتی با سرعت ۴۲۰۰ متر در دقیقه توسط دستگاه ساخت شرکت اتوماتیک آلمان[۱] با اکسترودر به قطر mm ۳۵ و نسبت طول به قطر(L/D) ۲۵، و تنظیم شرایط مناسب. کشش گرم الیاف نوریس توسط دستگاه کشش ساخت شرکت Zinser آلمان، مدل D520-3 با نسبت کشش ۱/۳، و تنظیم سایر شرایط . خواص مکانیکی الیاف با استفاده از دستگاه اندازه گیری خواص کشش مدل EMT 3050 ساخت شرکت فناوری نوین Elima و ارزیابیجمع شدگی نخ ها نیز مطابق استاندارد DIN 53840 انجام گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خواص فیزیکی و مکانیکی الیاف نو ریس و کشیده شده نانو کامپوزیت پلی آمید ۶ و الیاف پلی آمید ۶ خالص ارائه گردیده است. تغییرات مدول اولیه، استحکام، ازدیاد طول تا حد پارگی و جمع شدگی به ترتیب : ۱۱/۸٪

www.SID.ir

Archive of SID

، ۱/۱۲٪ ، ۰/۱۸٪ و ۲/۲٪ بوده است. این داده ها حاکی از آن است که خواص مکانیکی الیاف نانو کامپوزیت پلی آمید ۶ حاوی ۰/۰۱ ٪ نانو لوله ی کربنی نسبت به نمونه ی خالص به مقدار کمی افزایش یافته است. لیکن مدول اولیه الیاف نانو کامپوزیت از تغییرات بیشتری برخوردار بوده و افزایش آن قابل توجه است. این مورد که برای الیاف آزمایشگاهی تولید شده نیز با شدت بسیار بیشتری ملاحظه گردیده بود[۵و۴]، نشانگر تاثیر بسزای نانو لوله ها در افزایش مدول اولیه‌ی الیاف نانو کامپوزیتی نسبت به سایر خواص، می باشد. مهم ترین دلیلی که برای این تغییرات در مدول الیاف بیان شده است، آرایش یافتگی نانو لوله ها در جهت محور طولی الیاف و امکان انتقال تنش های محوری توسط این

جدول(۱): خواص مکانیکی الیاف نو ریس و کشیده شده

آرایش یافتگی لیف	درصد اختلاط مواد	مدول اولیه cN/Tex (CV%)	استحکام cN/Tex (CV%)	ازدیاد طول تا حد پارگی ٪ (CV%)	جمع شدگی ٪
نوریس (POY)	PA 6 خالص	۱۰۶/۶ (۵/۸)	۳۸/۹۹ (۴/۹)	۵۸/۲ (۷/۲)	۱۳/۴
	PA 6 + ۰/۰۱٪ MWNT	۱۲۰/۸ (۴/۵)	۳۹/۵ (۴/۰)	۵۸/۶ (۴/۱)	۱۳/۷
کشیده شده (FDY)	PA 6 خالص	۱۳۹ (۴/۹)	۵۴/۷ (۳/۲)	۲۲/۵ (۶/۸)	۱۴/۳
	PA 6 + ۰/۰۱٪ MWNT	۱۳۸/۹ (۱/۹)	۵۴ (۲/۸)	۲۲/۴ (۶/۲)	۱۳/۴

نانو لوله ها می باشد که خود به خود باعث افزایش نظم در نواحی بلورین و سختی الیاف خواهد شد. لیکن در الیاف کشیده شده، کاهش استحکام و جمع شدگی در الیاف نانو کامپوزیت نسبت به نمونه‌ی خالص با اعمال دمای استراحت(دمای غلتک کشش) به ترتیب :۱۹/۳٪ و ۲/۱٪ بود. لیکن مدول اولیه و همچنین ازدیاد طول تا حد پارگی تقریبا بدون تغییر باقیماندند. به دلیل افزایش آرایش یافتگی زنجیره‌های پلیمری ، مدول و استحکام برای نمونه های کشیده شده نسبت به نمونه های نو ریس بهبود یافته است. نکته بسیار مهم این که بطور قطع نمی توان به عدم تاثیر نانولوله به کاررفته بر خواص نظر داد، زیرا خلوص نانولوله کربنی تهیه شده مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

نتیجه گیری

خواص مکانیکی الیاف نانو کامپوزیت پلی آمید ۶ نسبت به الیاف پلی آمید خالص در حالت نو ریس افزایش کمی نشان داد، که بیشترین آن مربوط به مدول و به میزان ۱۱/۸ ٪ بود. لیکن خواص مکانیکی در حالت کشیده شده در مقایسه با پلی آمید ۶ خالص تقریبا بدون تغییر باقی ماند. به طور کلی داده های حاصل نشان داد، استفاده از این نانو لوله‌کربنی با مقدار کم(۰/۰۱٪) در تولید الیاف نانو کاپوزیت پلی آمید ۶ در حالت نو ریس با سرعت ریسندگی زیاد و کشش گرم، خواص فیزیکی این الیاف در مقایسه با نمونه ی خالص بهبود قابل ملاحظه ای نمی یابد.

منابع

[1] S. Iijima \ Nature 354 (1991) 56–58.
[2] C. Bower, R. Rosen, L. Jin, J. Han, O. Zhou, Appl. Phys. Lett. 74 (1999)7–9.
[3] R. Haggenmueller, H.H. Gommans, G.A.G. Rinzler, J.E. Fischer, K.I. Winey. Chem. Phys. Lett. 330 (2000) 219–225.
[4]. M. Dehghan Niri, M.A. Tavanaie, An Investigation on the Effects of Functionalized Multi-walled Carbon Nanotube on Mechanical and Electrical Properties of PA 6 Nanocomposite Fibers During the Melt Spinning Process. International conference of Polymer Processing Society, Kish Island, Iran,2011.
[5] M. Dehghan Niri, M.A. Tavanaie, B.Sc. Thesis, University of Yazd, 2011.

www.SID.ir