

مطالعه اختلاط الیاف سلولز طبیعی با پلی اتیلن سنگین و بررسی خواص مکانیکی فرآورده‌های مرکب حاصل^(۱)

سیلا صفارزاده^(۲) قنبر ابراهیمی^(۳)

چکیده

جهت بررسی امکان استفاده از الیاف سلولزی در ساخت فرآورده‌های مرکب الیاف-پلی اتیلن سنگین، سه نوع الیاف؛ آلفا سلولز خالص، الیاف خام چوب و الیاف کاغذ باطله در چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد وزنی الیاف با پلی اتیلن سنگین مخلوط شدند. اسیدمالئیک نیز به عنوان ماده سازگارکننده در دو سطح ۰ و ۲ درصد به ترکیبات اضافه شد. همچنین DCP (دی کومیل پروکسید) به عنوان عامل افزایش سطح مشترک با مواد مخلوط گردید. نتایج حاصله نشان داد که مقاومت به ضربه، مدول الاستیسیته و تغییر طول در شکست (از دیادپولی) با افزودن ماده سلولزی کاهش و مقادیر مقاومت کششی و سختی افزایش یافته‌اند. در بین سه نوع الیاف سلولزی بهترین خواص در مواد مرکب دارای آلفا سلولز و در درجه بعدی الیاف کاغذ باطله بود. از آنجایی که تفاوت بین این دو نوع الیاف معنی دار نبود، به علت ارزاتر بودن الیاف کاغذ باطله نسبت به آلفا سلولز، استفاده از کاغذ باطله در ساخت فرآورده‌های الیاف-پلی اتیلن سنگین توصیه می‌گردد. با توجه به معنی دار نبودن کاهش خواص در اثر افزایش درصد الیاف در بعضی موارد و حتی گاهی افزایش خواص در اثر افزایش درصد الیاف در موارد دیگر، مقدار ۳۰ درصد الیاف در کاربرد توصیه می‌گردد. اسیدمالئیک نیز به عنوان سازگارکننده پلیمر و الیاف سلولزی به میزان ۲٪ پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلفا سلولز، الیاف کاغذ باطله، الیاف خام چوب، مواد مرکب، پلی اتیلن

سنگین، سازگارکننده

۱- این بررسی با استفاده از اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

۲- دانشجوی دوره دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران ۳- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

مقدمه

ماده مرکب به ماده‌ای گفته می‌شود که از دو جزء پیوسته (ماده زمینه) و ناپیوسته تشکیل شده باشد. هر کدام از این اجزاء دارای کیفیتی است که باعث می‌شود کل ماده مرکب کیفیت بهتری نسبت به اجزاء داشته باشد. جزء ناپیوسته می‌تواند یک تقویت کننده^(۱) یا یک پرکننده^(۲) و یا ماده‌ای با هر دو خاصیت تقویت‌کنندگی و پرکنندگی باشد. تقویت‌کننده‌ها موادی محکم و بی‌اثر هستند که برای بهبود خواص فیزیکی - مکانیکی با ماده زمینه پلیمر مخلوط می‌شوند که به منظور کاهش هزینه ساخت مواد مرکب و افزایش بعضی از خواص فیزیکی مانند سختی، سفتی و مقاومت به ضربه به پلیمرها اضافه می‌شوند^(۱۰).

به ماده‌ای که هر دو خاصیت تقویت‌کنندگی و پرکنندگی را با هم داشته باشد «فیلر تقویت‌کننده» گفته می‌شود. این مواد به دو دسته عمده «پرکنندگی معدنی» و «پرکننده‌های آلی» تقسیم‌بندی می‌شوند. پرکننده‌های معدنی باعث سایش ماشینها می‌شوند و چون شکننده هستند، در طی فرآورش دچار تخریب شدیدی می‌شوند^(۶). اما پرکننده‌های آلی که از مهم‌ترین آنها می‌توان به الیاف سلولز طبیعی شامل آرد چوب و الیاف سلولز اشاره نمود، از پرکننده‌های مهم در ساخت مواد مرکب پلیمری می‌باشند. اهمیت این مواد به علت هزینه پائین آنها و دانسیته کم آنها نسبت به پرکننده‌های معدنی است^(۴). مشکلاتی مانند عدم سازگاری یا عدم وجود اتصال لازم بین پرکننده قطبی الیاف سلولزی و پلیمر غیرقطبی، وجود مشکلاتی در پخش و پراکنش مناسب الیاف سلولزی در ماتریس پلیمر، درجه حرارت بالای مورد نیاز برای ذوب کردن پلیمر که گاهی منجر به تجزیه الیاف سلولزی می‌گردد، آبدوست بودن پرکننده‌های سلولزی و تمایل الیاف سلولزی به متراکم شدن در این زمینه وجود دارد^(۷و۴).

گتن‌هلم^(۳) در سال ۱۹۹۴ خواص مکانیکی مواد مرکب شامل سلولز چوبی و ترموپلاستیکها را با استفاده از انیدرید مالئیک پلی پروپیلن (MAPP) مورد بررسی قرار داد. همچنین مکانیزم‌های مولکولی بهبود اتصالات رادر این سیستم‌ها مطالعه کرد. ثابت شد که اتصال شیمیایی بین MAPP و سطوح

سلولزی، عامل بهبود اتصال در سطح مشترک آنها می‌باشد. همچنین دیده شد که تغییرات سطوح فیبرهای سلولزی با عوامل اتصال MAPP در مواد مرکب مختلف، مورفولوژی ناحیه حدواسط^(۴) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چنین نتیجه‌گیری شد که اضافه کردن MAPP یا استفاده از فیبرهای سلولزی تیمار شده با MAPP باعث بهبود خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها می‌شود^(۳).

سلک^(۵) و همکارانش در سال ۱۹۹۴ بهبود خواص مکانیکی مواد مرکب شامل فیبرهای چوبی و پلی اتیلن سنگین (HDPE) را توسط افزودنی‌ها بررسی کردند. افزودنی‌های مورد آزمایش به عنوان عامل اتصال عبارت بودند از: پلی اتیلن یونیزه شده، انیدرید مالئیک پلی اتیلن (MAPP) و دو پروپیلن با وزن مولکولی پائین. نتایج به این صورت بود که حضور MAPP خواص مکانیکی ماده مرکب را بهبود بخشید. حضور پلی اتیلن یونیزه شده اثرات مثبتی داشت اما به طور قابل توجهی این خواص را بهبود نبخشد^(۹).

شرمائول^(۶) و همکارانش در سال ۱۹۹۵، اثر سازگارکننده را روی اجزاء کامپوزیت پلی اتیلن سنگین آردچوب مطالعه کردند. آنها از اسید آرکیلیک به عنوان سازگارکننده مؤثر استفاده نمودند و نتایج قابل قبولی به دست آوردند^(۸).

فلیکس^(۷) و همکارانش در سال ۱۹۹۴، از تیمار پلاسما توسط امواج ماکروویو سرد برای تغییر سطوح فیبرهای سلولزی به کار رفته در کامپوزیت‌ها استفاده کردند. این فیبرها را در کامپوزیت‌های دارای پلی استیرن، پلی اتیلن و پلی پروپیلن به کار بردند. واکنش‌های اسیدی مطلوب باعث بهبود خواص مکانیکی شدند^(۲).

هدف از اجرای این تحقیق، تعیین شرایط بهینه در اختلاط الیاف سلولزی و پلی اتیلن سنگین و چگونگی فرآورش آنها جهت ایجاد ارزش افزوده الیاف سلولزی و کاهش هزینه

۱- Reinforcer

۲- Filler

۳- Gatenholm

۴- Interphase

۵- Selke

۶- Schrmal

۷- Felix

سازگارکننده پیش تیمار شدند و سپس با پلی اتیلن مخلوط شدند. زمان هر اختلاط حدود ۱۱/۵-۱۱ دقیقه و وزن هر نمونه ۵۰ گرم بود.

ساخت نمونه‌های آزمونی

پس از فرآیند اختلاط، مواد وارد دستگاه پرس شده و به روش قالب گیری فشاری در دمای 170°C تحت فشار 150 kg/cm^2 قرار گرفتند. زمان قالب گیری ۵ دقیقه بود و هر نمونه ۳ بار هواگیری شد تا نمونه‌ها پس از خروج از پرس فاقد حباب باشند.

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

آزمون‌های مکانیکی شاخصی از کارایی محصولات مرکب هستند. در این تحقیق آزمونهای مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق، کشش و سختی به ترتیب مطابق با آئین‌نامه‌های $D256$ ، $D638$ و $D2240$ استاندارد ASTM انجام شدند. درصد ازدیاد طولی و مدول الاستیسیته نیز در آزمون مقاومت کششی محاسبه گردید. حداقل ۲ نمونه از هر تیمار آزمون شدند. سرعت دستگاه کشش ۵ میلی متر در دقیقه انتخاب شد. فاصله دو فک نیز در ابتدای آزمایش ۳ سانتی متر در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار لحاظ گردید. سه عدد از نمونه‌ها به علت خرابی حذف شدند و تیمار ۲۲ نیز به پلی اتیلن خالص به عنوان شاهد اختصاص داده شد. اثر مستقل و متقابل فاکتورها نیز توسط تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱). جداسازی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

ساخت مواد مرکب الیاف سلولزی - پلی اتیلن سنگین، همچنین بررسی خواص کاربردی این فرآورده‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این بررسی از مواد زیر استفاده شده است:

پلیمر

پلی اتیلن سنگین (HDPE) از محصولات مجتمع پتروشیمی اراک با شاخص جریان مذاب معادل $20\text{ gr}/10\text{ min}$.

الیاف سلولزی

آلفا سلولز: آلفا سلولز موردنیاز از محصولات کارخانه لینتر پاک تهیه گردید که دارای بیش از ۹۹٪ سلولز خالص بوده است.

الیاف کاغذ باطله: الیاف کاغذ مورد نیاز از پوشال کاغذهای ضایعاتی تهیه گردید.

الیاف خام چوب: برای این منظور از خرده‌های چوب نراد استفاده شده که به ذرات مورد نظر تبدیل شدند.

سازگارکننده: برای افزایش سازگاری الیاف سلولزی و پلی اتیلن سنگین از اسید مالئیک (MA) به عنوان سازگارکننده استفاده شد. این ماده در واحد پژوهش خواص و کاربرد پلیمرهای پژوهشگاه صنعت نفت تهیه شد.

فرآیند اختلاط

عملیات مخلوط سازی در دستگاه Brabender در حرارت 170°C و با سرعت ۲۰ دور در دقیقه انجام شد. در این مطالعه دودسته نمونه تهیه شدند؛ دسته اول، نمونه‌های اصلاح نشده که فاقد MA بودند. اما در دسته دوم ابتدا الیاف با مواد

جدول ۱- سطوح عوامل متغیر مورد مطالعه و علائم مربوط به آنها

عامل متغیر	علامت اختصاری	تعداد سطح	نامگذاری سطح
درصدالیاف	A	۴	$A_1=10$ $A_2=20$ $A_3=30$ $A_4=40$
نوع الیاف	B	۳	$B_1=$ الیاف چوب (WF) $B_2=$ آلفا سلولز (CP) $B_3=$ الیاف کاغذ (WP)
درصد اسید مالئیک	C	۲	$C_1=2$ ، $C_2=0$

نتایج و بحث

مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق

بین میانگین تیمارهای مختلف از نظر مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق در سطح اعتماد ۹۹٪ اختلاف معنی داری وجود دارد.

در شکل ۱ ملاحظه می شود که افزودن درصد الیاف فیبری به مواد مرکب باعث کاهش مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق شده است. کاهش مقاومت به ضربه در اثر افزایش درصد الیاف در ماده مرکب به ویژه در مورد آلفا سلولز کاملاً مشهود است، در حالیکه با افزایش درصد الیاف در مواد مرکب از ۱۰ تا ۳۰٪ تفاوت معنی داری در مقاومت به ضربه مواد دارای الیاف

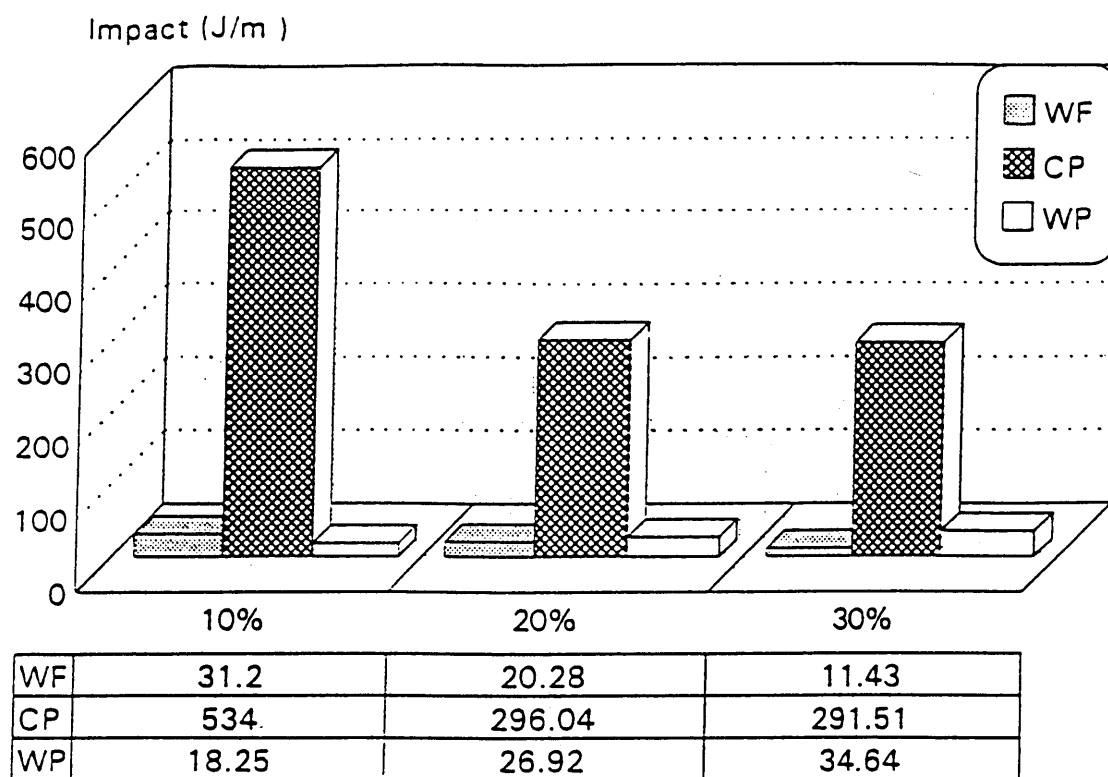
چوب مشاهده نگردید.

در کل مشاهده می شود که مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق مواد مرکب حاوی الیاف سلولزی نسبت به پلی اتیلن خالص کاهش یافته است که امری طبیعی است. از آنجا که مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق معرف مقاومت نمونه به ایجاد شکست است، لذا در کاربردهایی که در آنها مقاومت به ایجاد شکست اهمیت دارد، می توان از الاستومرها یا اصلاح کننده های مقاوم به ضربه از جمله:

(Styrene-ethylene/butylene-Styrene

Copolymer)SEBS

استفاده نمود (۱ و ۵).



شکل ۱- اثر متقابل درصد الیاف و نوع الیاف بر مقاومت به ضربه نمونه بدون فاق

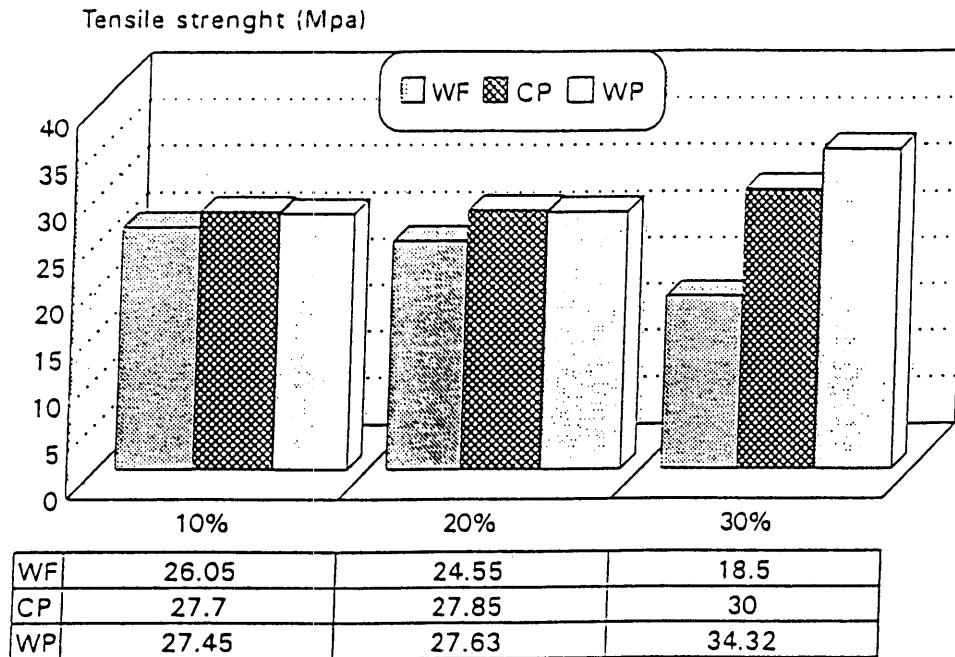
می گردد که تنها در مورد الیاف چوب با افزایش درصد الیاف سلولزی در مواد مرکب، میزان مقاومت کششی بسیار کاهش یافته است. افزودن سازگارکننده نیز باعث بهبود مقاومت کششی به ویژه در درصد های بالای الیاف بوده است. ملاحظه می شود که افزودن الیاف سلولزی به مواد مرکب باعث افزایش مقاومت کششی پلی اتیلن سنگین می گردد. البته بین سه نوع الیاف سلولزی، الیاف کاغذ و آلفا سلولز توصیه می گردد که

مقاومت کششی

بین مقادیر مقاومت کششی در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹٪ اختلاف معنی داری وجود دارد.

اثر مستقل درصد الیاف بر مقاومت کششی ماده مرکب معنی دار نمی باشد و اختلاف مقاومت کششی در ترکیب های دارای ۲۰٪ الیاف (بیشترین مقاومت) و ترکیب های دارای ۱۰٪ الیاف (کمترین مقاومت) حدود ۳/۳۷٪ است. در شکل ۲ ملاحظه

حتی می‌توان از این پرکننده‌ها در درصد‌های بالا نیز در ساختار مواد مرکب استفاده کرد.

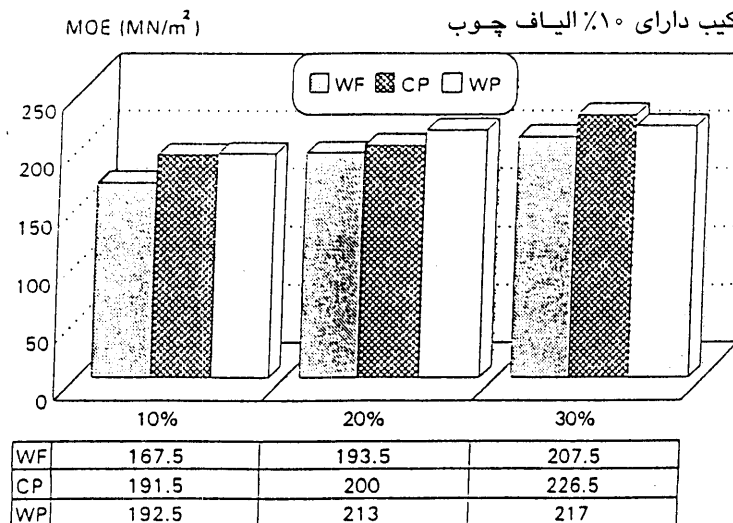


شکل ۲- اثر متقابل درصد الیاف و نوع الیاف بر مقاومت کششی

حداقل مدول الاستیسیته را دارا می‌باشند. به علاوه، اصلاح الیاف سلولزی توسط اسیدمالئیک باعث بهبود مدول الاستیسیته می‌گردد که این اثر در درصد‌های پائین‌تر بیشتر از درصد‌های بالای الیاف سلولزی است. از بین سه نوع الیاف سلولزی به کار رفته در این تحقیق، الیاف کاغذ و آلفا سلولز دارای کیفیت بهتری در بهبود مدول الاستیسیته تیمارها بودند و اختلاف این دو نوع با الیاف چوب معنی‌دار است.

مدول الاستیسیته

بین میانگین مدول الاستیسیته ماده مرکب در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در شکل ۳ ملاحظه می‌شود که افزایش درصد الیاف باعث افزایش مدول الاستیسیته ترکیبات دارای الیاف سلولزی و پلی‌اتیلن سنگین می‌گردد که این افزایش به ویژه در آلفا سلولز بسیار مشهود است به گونه‌ای که ترکیب ۳۰٪ آلفا سلولز دارای حداکثر مدول الاستیسیته و ترکیب دارای ۱۰٪ الیاف چوب

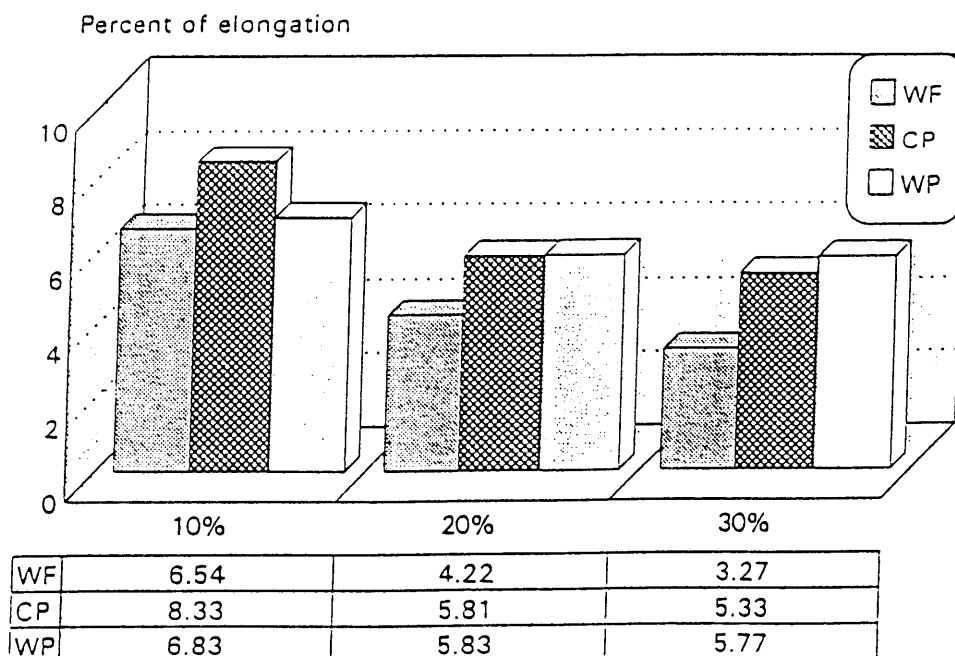


شکل ۳- اثر متقابل درصد الیاف و نوع الیاف برمدول الاستیسیته

درصد ازدیاد طولی

بین مقادیر درصدهای ازدیاد طولی در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹٪ اختلاف معنی داری وجود دارد. اثر درصد الیاف بر ازدیاد طولی تیمارها در هنگام شکست در سطح ۱٪ معنی دار است. در شکل ۴ ملاحظه می شود که کاهش تغییر طول در شکست بر اثر افزایش ۳۰٪ الیاف سلولزی کاملاً معنی دار است. البته تفاوت بین درصدهای مختلف الیاف کاغذ معنی دار نیست ولی در مورد الیاف چوب و آلفا سلولز تفاوت بین درصدهای مختلف الیاف معنی دار است. لذا برای جلوگیری از کاهش بیشتر تغییر طول در شکست، در صورت استفاده از پرکننده های سلولزی در مواد مرکب بهتر است از ۱۰٪ الیاف استفاده شود.

ملاحظه می شود که با افزودن الیاف سلولزی به مواد مرکب کاهش شدیدی در مقادیر تغییر طول در شکست این مواد حاصل می گردد که ناشی از تبدیل ماده پلاستیک (دارای تغییر طول زیاد در شکست) به ماده الاستیک (دارای تغییر طول کم در شکست) می باشد. افزودن این الیاف سلولزی مانع ازدیاد طول زیاد ترکیب تحت کشش شده و مقاومت ایجاد شده حاصل تغییر طول در شکست را در ترکیب های حاوی الیاف به شدت کاهش می دهد. لذا طبیعی است که مواد مرکب دارای الیاف برخلاف پلی اتیلن، نقطه تسلیم نداشته و مستقیماً نقطه شکست داشته باشند. این امر در سازه هایی که باید در آنها شکست مشهور باشد ایجاد مشکل خواهد کرد (۱).



شکل ۴- اثر متقابل درصد الیاف و نوع الیاف بر ازدیاد طولی

سختی

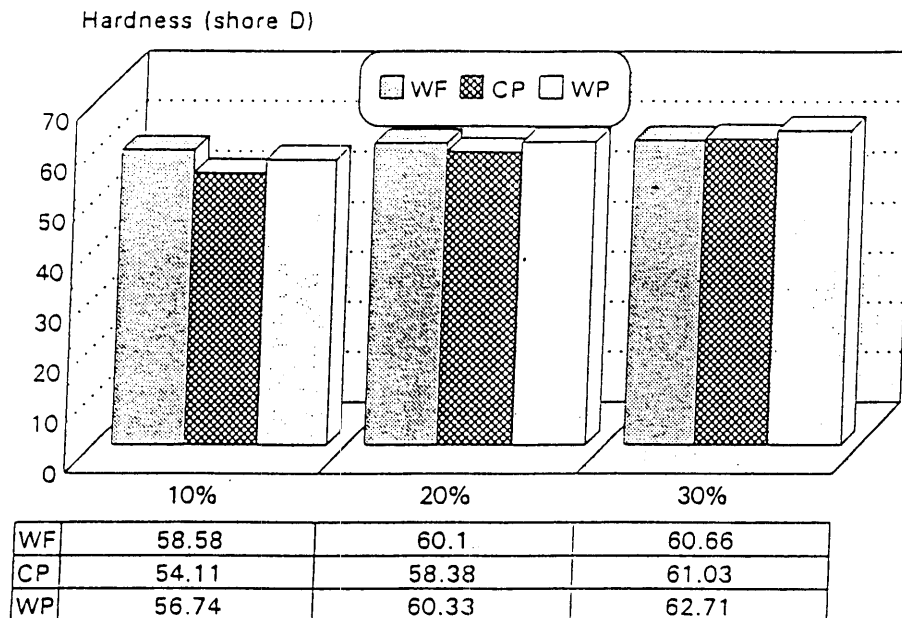
بین مقادیر سختی تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹٪ تفاوت معنی دار است. در گروه بندی دانکن پلی اتیلن خالص از نظر سختی در رده بیست و یکم قرار گرفته که دارای اختلافی حدود ۱۴/۰۸٪ با تیمار دارای بالاترین سختی می باشد. این امر نشان دهنده افزایش قابل توجه میزان سختی بر اثر افزودن پرکننده به

سیستم است. شکل ۵ نشان می دهد که سختی ماده مرکب با افزایش درصد الیاف سلولزی به طور منظم افزایش می یابد. البته اثر افزایش درصد الیاف به ویژه در الیاف کاغذ باطله بسیار مشهودتر است، به طوری که در سطح اعتماد ۹۹٪ تفاوتی بین الیاف چوب و آلفا سلولز مشاهده نمی شود ولی تفاوت کاغذ باطله با هر دوی آنها معنی دار بوده و میزان سختی ترکیبات دارای ۳۰٪ الیاف کاغذ بسیار بیشتر از ترکیبات دارای

اتیلن سنگین بیشتر است، لذا با بالا رفتن میزان سختی در اثر افزایش درصد الیاف، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در درصدهای بالا، ماده مرکب در کاربردهایی که سختی اهمیت دارد می‌تواند کاربرد بهتری نسبت به پلی اتیلن سنگین خالص داشته باشد (۱).

دوپرکننده دیگر با همین درصد اختلاط است.

بالا رفتن میزان سختی ترکیبات دارای الیاف سلولزی نشان دهنده قابلیت افزودن سختی الیاف سلولزی و پخش مناسب الیاف در مخلوط می‌باشد، زیرا در غیراینصورت الیاف به قسمتهای داخلی صفحه پرس رانده شده و سختی افزایش چشمگیری نمی‌یافت. سختی الیاف سلولزی به طور کلی از پلی



شکل ۵- اثر متقابل درصد الیاف و نوع الیاف بر سختی

کاغذ دیده شد. اما به دلیل اینکه تفاوت بین این دو نوع الیاف معنی‌دار نبود، همچنین به علت ارزان بودن الیاف کاغذ باطله نسبت به آلفا سلولز، لذا الیاف کاغذ باطله به عنوان پرکننده مناسب در ساخت فرآورده‌های مرکب الیاف سلولزی - پلی اتیلن سنگین توصیه می‌شوند. البته در فرآورده‌هایی که فقط خاصیت سختی آنها مورد نظر باشد، می‌توان از الیاف خام چوب نیز که دارای قابلیت پخش و پراکنش مناسب در محصول می‌باشد استفاده نمود. استفاده از اسیدمالئیک نیز به عنوان سازگارکننده الیاف سلولزی و پلی اتیلن سنگین که سطح مشترک دو ماده یاد شده را افزایش داده و باعث بهبود خواص محصول میگردد توصیه میشود.

در پایان با توجه به نتایج این مطالعه، موارد زیر جهت تحقیقات بیشتر پیشنهاد می‌گردند:

۱- کلیه خصوصیات مکانیکی و فیزیکی محصول مرکب در

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که الیاف سلولزی چه آلفا سلولز، چه الیاف کاغذ باطله و چه الیاف خام چوب برای مصرف به عنوان فیلر تقویت کننده پلی اتیلن سنگین مناسب هستند. خواصی چون مقاومت به ضربه، مدول الاستیسیته و تغییر طول در شکست با افزودن الیاف سلولزی کاهش می‌یابند اما مقاومت کششی و سختی مواد مرکب بهبود می‌یابند. از آنجا که تقریباً کلیه خواص ماده با یکدیگر در ارتباط هستند نمی‌توان ترکیبی را معرفی کرد که از نظر کلیه خواص بهترین باشد. لذا به علت افزایش بعضی از خواص با افزودن الیاف سلولزی و همچنین به صرفه بودن استفاده بیشتر از الیاف پرکننده از نظر اقتصادی مواد مرکب با ۳۰٪ الیاف توصیه می‌شوند. در بین سه نوع الیاف سلولزی نیز بهترین خواص در مواد مرکب شامل آلفا سلولز و سپس الیاف

پژوهش‌های آینده اندازه‌گیری کردند.

پلیمر مورد بررسی قرار گیرد.

۲- پلی اتیلن مصرفی در این تحقیق از نوع پلی اتیلن سنگین بود. استفاده از دانسیته کم و متوسط پلی اتیلن در مواد مرکب می‌تواند مورد مطالعه قرار گیرد.

۴- بررسی اقتصادی این تحقیق و امکان انجام کار در مقیاس صنعتی در داخل کشور به ویژه در صنایع خودروسازی انجام گردد.

۳- شرایط مناسب فرآورش مواد مرکب الیاف سلولزی -

منابع مورد استفاده

- ۱- تجویدی، مهدی و قنبر ابراهیمی، ۱۳۷۷. بررسی امکان استفاده از الیاف سلولز، چوب و کاغذ در ساخت چندسازه‌های الیاف - پلی پروپیلن، مجله منابع طبیعی ایران، (۵۱) ۲: ۳۵-۴۵.
- 2- Felix, J., H.P. Schrieber, & P. Gatenholm, P, 1994. Plasma modification of cellulose fibers: effects of some polymer composite properties, Chalmers University Techno, Dep. Polymer Technol., Gotebory, Sweden, Journal of Applied polymer Science, 51: 285-295.
- 3- Gatenholm, P. & J. Felix, 1994. Methods for improvement of properties of cellulose-polymer composites, Proceeding of the fourth international conference, Wood fiber/polymer composites, Forest Products Society, Madison, U.S.A., 20-24.
- 4- Myers, G.E., & I.S. Ghahyadi, 1994. Wood flour and polypropylene or high density polyethylene composites: influence of maleated polypropylene concentration and extrusion temperature on properties, Proceeding of the fourth international conference, Wood fiber/polymer composites, Forest Products Society, Madison, U.S.A., 49-56.
- 5- Oksman, K., 1994. Nature and location of SEBS-MA compatibilizer in wood flour / polyethylene composites, Lulea University of Technology, Department of wood technology, Sweden.
- 6- Raj, R. G., 1994. Process for chemical treatment of discontinuous cellulosic fibers and composites of polyethylene and treated fibers, Forest Products Society, Madison, U.S.A., 30-34.
- 7- Rievel, J. X. & M.J. Simon, 1994. The influence of absorbed moisture on processability and properties of a wood flour filled polypropylene, Proceeding of the fourth international conference. Wood fiber/polymer composites, Forest Products Society, Madison, U.S.A., 39-46.
- 8- Schermaul, D. & M. Gbauer, 1995. Effect of compatibilizer on polymeric details, Chemitec heuna, Germany, Kanststo Febrater Journal, 40:40-42.
- 9- Selke, S.E. & J. Childress, 1994. Wood fiber/high-density polyethylene composites: ability of additives to enhance mechanical Properties, Proceeding of the fourth international conference. Wood fiber/polymer composites. Forest Products Society, Madison, U.S.A.,

109-111.

10- Seymour, Schwartz, 1968-69. Plastic materials and processes, Losangeles trade technical college & U.C.L.A., 467-469.

A Study of Cellulosic Fibers/High Density Polyethylene Composites and Their Mechanical Properties

by

S. Saffarzadeh ⁽¹⁾ Gh. Ebrahimi⁽²⁾

Abstract

To study the possibility of the use of cellulosic fibers as reinforcer in the manufacture of fiber high-density polyethylene, three kinds of fibers namely; pure alpha cellulose, wood flour, and waste paper fiber were mixed with high density polyethylene at rates of 10, 20, 30 and 40 percent by weight.

Also, maleic acid was added to mixture as a compatibilizer. The results revealed that impact energy, modulus of elasticity and elongation decreased but tensile strength and hardness increased due to addition of cellulosic fibers. The best properties were found in composites that contained alpha cellulose and waste paper fibers, but since the difference between these two kinds wasn't significant and waste paper fibers being cheaper than alpha cellulose, the use of waste paper was suggested in fiber high density polyethylene composites. Two percent by weight maleic acid was suggested as a compatibilizer between polymer and cellulosic fibers.

Key Words: Alpha cellulose, Waste paper fibers, Wood flour, Composites, High density polyethylene, Compatibilizer

1- Ph.D. Student of Wood Technology, Nat.Res. Fac. of Tehran University

2- Professor, Nat. Res. Fac. of Tehran University