



Woodiconf-24

ویژگی ها و کاربردهای چندسازه چوب-پلاستیک

احمد ثمریها^{۱*}، علیرضا خاکی فیروز^۲

۱- استادیار، گروه صنایع چوب، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران a.samariha@gmail.com

۲- استادیار، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، گروه پژوهشی بسته‌بندی و سلولزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

چکیده

چند سازه چوب-پلاستیک یک نوع جدید از مواد است که تولید و کاربرد آن در بسیاری از کشورها در حال توسعه است. این محصول شامل ترکیبی از پلیمرهای مختلف مانند پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی وینیل کلراید و غیره، همراه با پرکننده‌هایی مانند آرد چوب، الیاف کتان، کنف و بامبو می‌باشند. چند سازه چوب-پلاستیک دارای انعطاف‌پذیری بالایی است و می‌توان در ابعاد بزرگ به آن شکل‌پذیری داد. تولید چند سازه چوب-پلاستیک هدف اصلی بهبود خواصی نظیر مقاومت به سختی، مقاومت در برابر ضربه و عملکرد در دماهای بالا است. این محصول دارای ویژگی‌هایی ترکیبی از چوب و پلاستیک است، که با یکدیگر ترکیب می‌شوند و خواص جدیدی را بوجود می‌آورند. ویژگی این محصول شامل مقاومت بالا در برابر فشار، پایداری ابعاد، مقاومت در برابر قارچ‌زدگی و حمله حشرات، خواص حرارتی مناسب، هزینه کمتر، سرعت اشتعال کم، قابلیت تولید در اشکال پیچیده، قابلیت ماشین‌کاری مناسب، مدول الاستیسیته بالا و مقاومت در برابر سایش می‌باشد. همچنین، در صنایع چوب از تجهیزات رایجی برای استفاده از چند سازه چوب-پلاستیک استفاده می‌شود. این محصول به عنوان یک مصالح جدید و اقتصادی در طراحی مبلمان و دکوراسیون مورد استفاده قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: چوب - پلاستیک، چندسازه، ویژگی‌های مقاومتی.

مقدمه

چندسازه چوب-پلاستیک (WPC)^۱ یک گروه جدید از محصولات هستند که در بسیاری از کشورهای پیشرفته در حال تولید و کاربرد آن در حال توسعه است. این محصول قابلیت شکل‌پذیری بسیار خوبی دارد و می‌توان از آن برای تولید اشکال متنوع و پیچیده استفاده کرد. چندسازه چوب-پلاستیک دارای دوام و استحکام است و می‌تواند در ابعاد بزرگ قالب‌گیری شود. ترکیبات چوب-پلاستیک جدید با استفاده از آرد چوب و انواع پلاستیک تهیه می‌شوند. اجزای بسیار مهمی که بر خواص چندسازه تأثیر می‌گذارند، عبارتند از: پلیمر پایه (گرمانرم)، پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها، عوامل سازگارکننده، مواد شیمیایی شروع‌کننده فرایند و سایر مواد افزودنی. در چندسازه تقویت شده با ذرات، فاز تقویت کننده به صورت ذره‌هایی است که ابعاد در همه جهات برابر است، یعنی خواص آن مستقل از جهت خواهد بود. اضافه کردن مواد ذره‌ای به پلیمرها سختی، مقاومت به سایش، زبری سطح و خواص گرمایی محصول را بهبود می‌بخشد (۱).

^۱ -Wood Plastic Composites



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ اذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

چندسازه چوب-پلاستیک ویژگی هایی از هر دو ماده اصلی تشکیل دهنده اش، چوب و پلاستیک، را دارا می باشد. این ماده دارای سختی و مقاومت است ولی به طور کلی چگالی آن بالاتر از چوب و پلاستیک است.

چندسازه چوب-پلاستیک ویژگی های کاربردی بسیار زیادی دارد. به عنوان مثال، دارای سفتی و مقاومت فشاری بالا است و می تواند بارهای سنگین را تحمل کند. همچنین، پایداری ابعادی بالایی دارد و در برابر تغییرات رطوبتی حساسیت کمتری دارد. چندسازه چوب-پلاستیک نسبت به قارچ زدگی و حمله حشرات مقاومت بهتری نسبت به چوب طبیعی دارد. همچنین، ویژگی های حرارتی بسیار خوبی دارد و در برابر دماهای بالا مقاوم است (۲).

از دیگر مزایای چندسازه چوب-پلاستیک، قیمت پایین آن است. هزینه تولید این ماده کمتر از برخی مواد جایگزین است. همچنین، سرعت اشتعال کمتری نسبت به برخی مواد دیگر دارد و قابلیت تولید شکل های پیچیده را داراست.

چندسازه چوب-پلاستیک قابلیت ماشین کاری خوبی دارد و می توان با استفاده از تجهیزات رایج در صنایع چوب با آن کار کرد. همچنین، دارای مدول الاستیسیته و مقاومت به سایش بالا است.

به طور کلی، چندسازه چوب-پلاستیک به دلیل ویژگی های مذکور و استفاده از تجهیزات رایج در صنایع چوب، می تواند جایگزین برخی از فرآورده های مورد استفاده برای تولید محصولات چوبی گردد و می توان به شکل یکنواختی به محصولات تولید شده شکل دهد (۳).

مزایای چندسازه چوب-پلاستیک (WPC)

چندسازه چوب-پلاستیک مزایای متعددی دارد که به طور گسترده در برخی صنایع و کاربردها مورد استفاده قرار می گیرند. برخی از مزایای این محصول عبارتند از (۴):

۱. پایداری و مقاومت در برابر رطوبت: چندسازه چوب-پلاستیک به دلیل وجود پلاستیک در ترکیب آن، مقاومت بهتری در برابر رطوبت نسبت به چوب طبیعی دارد. این ویژگی باعث می شود که چندسازه چوب-پلاستیک بتواند در شرایط مرطوب و همچنین در فضاهای با تغییرات دمایی و رطوبتی بالا استفاده شود.
 ۲. مقاومت به حشرات و پوسیدگی: چندسازه چوب-پلاستیک دارای مقاومت بهتری در برابر حشرات و آفات است. به دلیل حضور پلاستیک در ترکیب آن، این محصول مقاومت بیشتری در برابر حشرات و پوسیدگی دارد که باعث می شود عمر مفید آن ها بیشتر شود.
 ۳. عدم نیاز به نگهداری و نگهداشت: چندسازه چوب-پلاستیک نسبت به چوب طبیعی نیاز کمتری به نگهداری و نگهداشت نیاز کمتری به رنگ آمیزی، نوسازی و حفظ ویژگی های ظاهری دارند، که در نتیجه هزینه های اضافی را کاهش می دهد.
 ۴. مقاومت در برابر تغییرات جوی: چندسازه چوب-پلاستیک مقاومت خوبی در برابر تغییرات دما، اشعه UV و عوامل جوی دارند. این ویژگی باعث می شود که در طولانی مدت با ظاهر و عملکرد خوب خود باقی بمانند و نیاز به نگهداری مکرر نداشته باشند.
 ۵. حفظ منابع طبیعی: با استفاده از محصول چندسازه چوب-پلاستیک، می توان منابع طبیعی چوبی را حفظ کرده و برداشت چوب از جنگل ها را کاهش داد.
 ۶. ظاهر زیبا و گسترش طیف رنگی: چندسازه چوب-پلاستیک قابلیت تولید با طیف وسیعی از رنگ ها و طرح ها را دارا است. این قابلیت به طراحان و سازندگان اجازه می دهد تا محصولاتی با ظاهر زیبا و منحصر به فرد ایجاد کنند.
- با توجه به این مزایا، مواد چندسازه چوب-پلاستیک در صنایع مختلف مانند ساختمان، دکوراسیون داخلی و خارجی، محصولات آزمایشگاهی، مبلمان، زمین های ورزشی و بسیاری از کاربردهای دیگر استفاده می شود.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

استفاده از ضایعات در تولید چندسازه چوب-پلاستیک

استفاده از ضایعات در تولید چندسازه چوب-پلاستیک می تواند به حل مشکلات مربوط به مدیریت ضایعات جامعه و کاهش استفاده از منابع طبیعی کمک کند. در زیر به برخی از مزایای استفاده از ضایعات در تولید چندسازه چوب-پلاستیک آورده شده است (۵).

۱. کاهش استفاده از منابع طبیعی: با استفاده از ضایعات پلاستیکی و چوبی به عنوان مواد اولیه در تولید چندسازه چوب-پلاستیک، از منابع طبیعی کمتری استفاده می گردد. این به معنی حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب زیاد محیط زیست است.

۲. بازیافت و استفاده مجدد: استفاده از ضایعات پلاستیکی و چوبی در تولید چندسازه چوب-پلاستیک امکان بازیافت و استفاده مجدد از این ضایعات را فراهم می کند. این به معنی کاهش مقدار ضایعاتی است که به دفن بهداشتی یا سوزاندن در کوره های زباله ارسال می شوند.

۳. کاهش آلودگی محیط زیست: با استفاده از ضایعات پلاستیکی در تولید چندسازه چوب-پلاستیک، از سوزاندن این ضایعات در کوره های زباله جلوگیری می شود. این منجر به کاهش آلودگی هوا و تولید گازهای گلخانه ای و مواد آلاینده دیگر می شود.

۴. کاهش هدر رفت انرژی: استفاده از ضایعات پلاستیکی و چوبی در تولید چندسازه چوب-پلاستیک به کاهش هدررفت انرژی مرتبط با تولید مواد اولیه جدید کمک می کند. فرآیند بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات نیاز به مصرف انرژی کمتری نسبت به استخراج و فرآوری منابع طبیعی جدید دارد.

با استفاده از ضایعات پلاستیکی و چوبی در تولید چندسازه چوب-پلاستیک، از یک سو مشکل مرتبط با مدیریت ضایعات حل می شود و از سوی دیگر، مواد مرکب با ویژگی های مناسب و قابل استفاده در صنایع مختلف تولید می شوند.

مشکل مدیریت ضایعات پلاستیکی و ضایعات چوبی و اثرات نامطلوب آنها در محیط زیست و صنایع مرتبط، به واقعیتی نگران کننده تبدیل شده است. در صنعت چوب و مصنوعات پلاستیکی، مسائل زیادی وجود دارد که نیازمند راه حل های مناسب برای کاهش این ضایعات و بازیافت آنها هستند.

یکی از راهکارهای مدیریت ضایعات چوب و پلاستیک، استفاده از فناوری تولید چند سازه چوب-پلاستیک است. در این فرآیند، ضایعات چوب و پلاستیک به عنوان مواد اولیه استفاده می شوند و به محصولات چندسازه چوب-پلاستیک تبدیل می شوند. این چندسازه دارای ویژگی های مناسبی هستند که در صنایع مختلف استفاده می شوند.

استفاده از ضایعات چوبی مانند خاک اره و پوشال در تولید چندسازه چوب-پلاستیک دارای مزایای زیادی است. برخی از این مزایا عبارتند از:

۱. کاهش وابستگی به صنعت پتروشیمی: استفاده از ضایعات چوبی به عنوان ماده اولیه در تولید چندسازه چوب-پلاستیک، باعث کاهش نیاز به مواد پتروشیمی و محصولات نفتی می شود. این کاهش هزینه ها و وابستگی به منابع محدود نفت و گاز را به همراه دارد.

۲. کاهش ضایعات چوبی: استفاده از ضایعات چوبی در تولید چند سازه چوب-پلاستیک، به کاهش میزان ضایعات چوبی و انباشت آنها در صنایع مربوطه کمک می کند. این به دلیل تبدیل ضایعات چوبی به محصولات با ارزش افزوده بالا است.

۳. کیفیت و ویژگی های مناسب: چند سازه چوب-پلاستیک از ویژگی های مناسبی مانند مقاومت به رطوبت، سختی، مقاومت مکانیکی، و مقاومت در برابر آتش برخوردار است. این ویژگی ها استفاده مواد مرکب چوب-پلاستیک در بسیاری از صنایع مانند ساختمان سازی، مبلمان، دکوراسیون داخلی، وسایل و تجهیزات خارجی و غیره امکان پذیر می سازد.

بازیافت ضایعات پلاستیکی نیز یک راهکار مهم برای مدیریت بهینه این مواد است. بازیافت پلاستیک ها به معنای جمع آوری، تفکیک و بازیافت مجدد آنها است. این فرآیند می تواند به کاهش مصرف منابع طبیعی مورد نیاز برای تولید پلاستیک، کاهش آلودگی محیط زیست و کاهش هزینه های مرتبط با انباشته های زباله کمک کند.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

برای ترویج بازیافت پلاستیک، اقداماتی مانند آموزش و افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت بازیافت، ایجاد زیرساخت های مناسب برای جمع آوری و تفکیک پلاستیک ها، تشویق و حمایت از صنایع بازیافت و تولید محصولات قابل استفاده از پلاستیک بازیافتی و تنظیم قوانین و مقررات مرتبط می تواند کمک کننده باشد.

به طور کلی، برای مدیریت بهینه ضایعات پلاستیکی و چوبی نیاز به یک رویکرد چندجانبه و همکاری بین صنعت، دولت، سازمان های محیط زیست و جامعه عمومی است. ترکیب استفاده از فناوری های جدید در تولید چند سازه چوب-پلاستیک، افزایش بازیافت پلاستیک ها و ایجاد زیرساخت های مناسب برای جمع آوری و تفکیک ضایعات چوبی و پلاستیکی می تواند به مدیریت بهتر این ضایعات و کاهش تاثیرات نامطلوب آنها در محیط زیست کمک کند.

در ابتدا استفاده از پلاستیک های خام در تولید چندسازه چوب-پلاستیک مورد توجه قرار داشت. اما در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰، توجه محققان به استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی در تولید این مواد افزایش یافت. استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی به عنوان مواد اولیه در تولید چندسازه چوب-پلاستیک دارای مزایای زیادی است. این مزایا عبارتند از:

۱. کاهش وابستگی به منابع طبیعی: استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی به عنوان مواد اولیه در تولید محصول چند سازه چوب-پلاستیک، به کاهش نیاز به منابع طبیعی مانند نفت و گاز می انجامد. در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰، توجه محققان به استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی در ساخت محصول چندسازه چوب-پلاستیک افزایش یافت. استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی به عنوان مواد اولیه در تولید چندسازه چوب-پلاستیک دارای مزایای زیادی است. این مزایا عبارتند از:

۲. کاهش ضایعات: استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی در تولید چند سازه چوب-پلاستیک، به کاهش میزان ضایعات پلاستیکی در محیط زیست کمک می کند. این ضایعات ممکن است از منابعی مانند صنایع، خانه ها، یا کشاورزی جمع آوری شده و به جای دفن در زباله ها، در تولید چندسازه چوب-پلاستیک مورد استفاده قرار بگیرند.

۳. استفاده از پرکننده های سلولزی و لیگنوسلولزی: استفاده از آرد یا الیاف پرکننده های سلولزی و لیگنوسلولزی، که بیشتر از ضایعات صنایع یا کشاورزی به دست می آیند، در تقویت انواع پلاستیک خام و پلاستیک های بازیافتی استفاده می شود. این پرکننده ها به چندسازه چوب-پلاستیک استحکام و ویژگی های فیزیکی بهتری می بخشند. استفاده از پلاستیک های بازیافتی و ضایعاتی در تولید چندسازه چوب-پلاستیک، علاوه بر کاهش وابستگی به منابع طبیعی و کاهش ضایعات، به تحقق اهداف پایداری محیط زیستی و افزایش دوره زمانی استفاده از مواد و محصولات کمک می کند.

روش های ساخت چندسازه چوب-پلاستیک (۴)

روش های ساخت چند سازه چوب-پلاستیک می تواند شامل روش های زیر باشد:

۱. اکستروژن (Extrusion): در این روش، مخلوطی از پلاستیک های خام، پلاستیک های بازیافتی یا ضایعاتی، پرکننده ها و مواد شیمیایی مربوطه به همراه چوب را از طریق یک قالب اکستروژن عبور می دهند. در این فرآیند، مواد به صورت مذاب و با استفاده از گرما و فشار شکل می گیرند و پس از خنک شدن به شکل نهایی خود در می آیند. اکستروژن به عنوان یک فرآیند پرکاربرد در ساخت چندسازه چوب-پلاستیک مورد استفاده قرار می گیرد.

۲. قالب گیری انتقالی (Compression Molding): در این روش، چندسازه چوب-پلاستیک به صورت پودری یا ذراتی که شامل چوب و پلاستیک است، درون قالب قرار می گیرند. سپس قالب تحت فشار و حرارت قرار می گیرد تا چندسازه چوب-پلاستیک به یک توده جامد تبدیل و شکل نهایی را به خود بگیرند.

۳. قالب گیری تزریقی (Injection Molding): در این روش، چندسازه چوب-پلاستیک به صورت مذاب وارد قالب تزریق می شوند. قالب معمولاً دو بخش دارد که در فشار و حرارت قرار می گیرد تا چندسازه چوب-پلاستیک درون قالب تزریق شده و پس از سرد شدن به شکل نهایی تبدیل می شود.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ اذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

این روش ها تنها چند نمونه از روش های ساخت چند سازه چوب-پلاستیک هستند و بسته به نوع محصول و استفاده نهایی، روش های دیگری نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به پیشرفت تکنولوژی و تحقیقات بیشتر در این زمینه، روش های جدیدتری نیز ممکن است به وجود آید.

روش اکستروژن

روش اکستروژن یک روش پیوسته است که برای تولید محصولاتی مانند صفحه، فیلم و لوله استفاده می شود. در این روش، یک دستگاه اکستروژر استفاده می شود که شامل یک محفظه است. پلیمر به صورت گرانول های مخلوط با تقویت کننده درون محفظه قرار می گیرد و به داخل یک سیلندر گرم حاوی یک مارپیچ هدایت می شود. در داخل سیلندر، با چرخش مارپیچ، پلیمر مخلوط با تقویت کننده به سمت جلو حرکت می کند و به تدریج تحت فشار و حرارت ذوب می شود. سپس، از طریق یک دهانه شکل دهنده، به شکل محصول نهایی تحت فشار خارج می شود.

این فرآیند می تواند شامل مراحل دیگری نیز، مانند خنک کننده ها و قالب های شکل دهنده برای بهبود و کنترل فرآیند اکستروژن باشد. همچنین، می توان از تجهیزات اضافی مانند واحدهای خنک کننده، دستگاه های برش و بسته بندی استفاده کرد تا محصولات نهایی را تولید و آماده استفاده شود.

با استفاده از روش اکستروژن، می توان چندسازه چوب-پلاستیک را با ترکیبات مختلفی از چوب و پلاستیک تولید کرد. این روش به دلیل پیوستگی و پیشرفته بودن، در صنعت تولید چندسازه چوب-پلاستیک استفاده گسترده ای دارد.

شاخص جریان مذاب^۱

شاخص جریان مذاب یکی از خواص مهم در توصیف پلیمرها است. این شاخص نشان دهنده قابلیت یک پلیمر برای راندماندهی و جریان دادن به صورت مذاب در شرایط استاندارد فشار و دما است. شاخص جریان مذاب به صورت وزن پلیمر (برحسب گرم) که در یک زمان مشخص (معمولاً ۱۰ دقیقه) تحت فشار و دمای استاندارد تعریف می شود.

شاخص جریان مذاب بالا، نشانگر وزن مولکولی کمتر و ویسکوزیته پایین تر است. به عبارت دیگر، پلیمرهایی با شاخص جریان مذاب بالا دارای زمان راندماندهی کوتاه تر، وزن مولکولی کمتر و ویسکوزیته کمتری هستند. این پارامتر می تواند در تعیین خواص استفاده پذیری و فرآیند پردازش پلیمرها تأثیرگذار باشد. برای مثال، پلیمرهای با شاخص جریان مذاب بالا معمولاً در فرآیندهای ریخته گری و تزریق قابلیت کاربرد بهتری دارند.

شاخص جریان مذاب می تواند به عنوان یکی از معیارهای کنترل کیفیت و مشخصه های فیزیکی پلیمرها در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد (۶).

دمای شیشه ای^۲ (T_g)

دمای شیشه ای (T_g) یکی از ویژگی های مهم در پلیمرهای غیربلورین است. این شاخص دما نشان دهنده دمایی است که پلیمر از حالت نیمه جامد و شبه شیشه ای به حالت نرم و شبه لاستیکی تبدیل می شود. در این دما، ساختار داخلی پلیمر تغییر می کند و خواص آن به طور قابل ملاحظه ای تغییر می کنند.

برای یک پلیمر بلورین، مدول ذخیره در سه نقطه دامنه انتقال شیشه ای کاهش می یابد. اگر پلیمر دارای اتصالات عرضی، ساختار نیمه بلوری یا تقویت شده باشد، کاهش مدول ذخیره در دمای شیشه ای کمتری رخ می دهد. ساختار شیمیایی پلیمر نیز می تواند بر دمای شیشه ای تأثیر بگذارد. گروه های با قطبیت مولکولی بالا می توانند دمای انتقال شیشه ای را کاهش دهند. همچنین، تقارن و نظم فضایی ساختار پلیمر نیز بر دمای شیشه ای تأثیر گذارند.

^۱Melt flow index

^۲Glass temperature



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ اذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

دمای انتقال شیشه‌ای از طریق اندازه‌گیری‌های مختلف در آزمون‌های انبساط سنجی مشخص می‌شود. این آزمون‌ها، معمولاً تغییر شکل به تناسب با تغییر دما در محدوده دمای شیشه‌ای را نشان می‌دهند. این آزمون‌ها شامل اعمال تنش و اندازه‌گیری فرکانس وابسته به تغییر شکل در محدوده دمای شیشه‌ای هستند (۷).

تقویت کننده‌ها^۱ و پرکننده‌ها

تقویت کننده‌ها و پرکننده‌ها موادی هستند که برای بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها استفاده می‌شوند. پلاستیک‌ها به طور کلی در مقایسه با سایر مواد، خواص ضعیف‌تری دارند. بنابراین، تقویت این مواد با استفاده از تقویت کننده‌ها ضروری به نظر می‌رسد. تقویت کننده‌ها را می‌توان به دو دسته اصلی تقویت کننده‌های الیافی و غیر الیافی تقسیم کرد. تقویت کننده‌ها به طور عمده باعث افزایش برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها می‌شوند، از جمله مقاومت در برابر کشش، خمش و فشار، مقاومت‌های حرارتی، سایدگی و خستگی، و همچنین کاهش انبساط و خزش سازه‌ها.

تقویت کننده‌های الیافی شامل ذراتی هستند که نسبت طول به قطر بالایی دارند. این نسبت بالا باعث می‌شود که بخش عمده‌ای از تنش‌های وارده به فاز پلیمری به الیاف منتقل شود و در نتیجه مقاومت سازه افزایش یابد. از معایب این نوع تقویت کننده‌ها می‌توان به کدر شدن پلیمر و افزایش وزن مولکولی پلیمر مذاب و در نتیجه کاهش قابلیت فرآیندپذیری پلیمر اشاره کرد. تقویت کننده‌های الیافی به دو گروه الیاف طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند.

تقویت کننده‌های غیر الیافی عمدتاً شامل مواد آلی و معدنی است. تقویت کننده‌های غیر الیافی آلی شامل گرافیت، دوده، آرد چوب و پوست، خاک اره و غیره هستند. همچنین، تقویت کننده‌های غیر الیافی معدنی می‌توانند شامل کربنات کلسیم، سیلیکات‌ها، تالک، میکا و غیره باشند. این تقویت کننده‌ها نقشی مهم در بهبود خواص پلیمرها از جمله مقاومت مکانیکی و حرارتی دارند.

عوامل سازگار کننده^۲

عوامل سازگار کننده (compatibilizers) نقش مهمی در بهبود چسبندگی بین مواد پرکننده و پلیمر دارند. بسیاری از مواد پرکننده از نظر سازگاری با محیط پلیمری که در آن استفاده می‌شوند، ناسازگار هستند و قادر به ایجاد اتصال مناسب نیستند. برای حل این مشکل و بهبود چسبندگی بین پرکننده و پلیمر، از عوامل شیمیایی به نام سازگار کننده یا جفت کننده استفاده می‌شود.

عامل سازگار کننده به طور عمومی با تشکیل پیوندهای بین مولکولی در میان سطوح پرکننده و شبکه پلیمری، چسبندگی در سطح مشترک را بهبود می‌بخشد. این پیوندها می‌توانند شامل پیوندهای شیمیایی یا بین مولکولی مکانیکی باشند. با وجود این پیوندها، تنش‌های وارده به ماده ترکیبی از طریق شبکه به نحو مطلوب‌تری به ذرات پرکننده یا الیاف انتقال می‌یابد و استحکام بالایی به ماده ترکیبی می‌بخشد.

استفاده از عوامل سازگار کننده می‌تواند بهبودهای مهمی در خواص مکانیکی، مقاومت در برابر خوردگی، استحکام در برابر آب، پایداری حرارتی و خواص دیگر ماده ترکیبی پلیمری ایجاد کند. همچنین، عوامل سازگار کننده می‌توانند به کاهش تراکم پرکننده، بهبود توزیع یکنواخت پرکننده در ماتریس پلیمری و کاهش انقباض و شکست مواد ترکیبی کمک کنند.

¹Reinforcer

²Coupling agents



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ اذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

به طور خلاصه، عوامل سازگارکننده با تشکیل پیوندهای بین مولکولی در میان سطوح پرکننده و شبکه پلیمری، چسبندگی در سطح مشترک را بهبود می بخشد و تقویت کننده ای برای استحکام و خواص مکانیکی ماده ترکیبی پلیمری ایجاد می کنند.

مواد شیمیایی شروع کننده

مواد شیمیایی شروع کننده (Initiators) در فرآیندهای گیرا شدن و ایجاد پیوندهای عرضی در ذرات پلیمرهای گرمانرم مانند پلی پروپیلن و پلی اتیلن استفاده می شوند. این ترکیبات، که به عنوان آغازکننده نیز شناخته می شوند، برای آغاز واکنش های رادیکالی در سیستم استفاده می شوند.

یکی از مواد شیمیایی ناپایدار که به عنوان آغازکننده استفاده می شود، دی کومیل پروکساید $[(C_6H_5C(CH_3)_2O)_2]$ است. این ترکیب آلی قادر است با تجزیه و تحرک رادیکال های آزاد، فرآیند فوق را آغاز کند. در حین واکنش، رادیکال های آزاد توسط دی کومیل پروکساید تولید می شوند و سپس این رادیکال ها با ذرات پلیمری واکنش می دهند و باعث ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار پلیمر می شوند.

مواد شروع کننده معمولاً در فرآیندهای پلیمریزاسیون (Polymerization) یا ترکیب پلیمرهای تشکیل دهنده گرمانرم، مانند پلی پروپیلن و پلی اتیلن، مورد استفاده قرار می گیرند. این فرآیندها می توانند به صورت رادیکالی، یونی، یا تعادلی صورت گیرند و مواد شروع کننده بسته به نوع واکنش مورد استفاده قرار می گیرند.

به طور خلاصه، مواد شیمیایی شروع کننده در فرآیندهای پلیمریزاسیون گرمانرم مانند پلی پروپیلن و پلی اتیلن استفاده می شوند و ترکیبات ناپایداری هستند که با تجزیه به رادیکال های آزاد، واکنش های پلیمریزاسیون را آغاز می کنند. دی کومیل پروکساید یکی از مواد شروع کننده است که در این فرآیندها مورد استفاده قرار می گیرد.

نتیجه گیری

چندسازه چوب-پلاستیک یک نوع محصول با قابلیت کاربرد در ساختمان است که از ترکیب چوب و پلاستیک تشکیل می شود. این محصول در بسیاری از کشورها در حال تولید و توسعه کاربرد هستند و برای تولید اشکال متنوع و پیچیده قابلیت شکل پذیری بسیار خوبی دارند. این محصول دارای دوام و استحکام است و می توانند در ابعاد بزرگ قالب گیری شوند.

تولید چندسازه چوب-پلاستیک به منظور بهبود خواصی مانند مقاومت، سختی، مقاومت به ضربه و عملکرد در دمای بالا تولید می شود. این مواد ویژگی های هر یک از مواد اصلی تشکیل دهنده شان، یعنی چوب و پلاستیک را با هم دارند. سختی و مقاومت این مواد میانگینی از سختی و مقاومت چوب و پلاستیک است.

از بین فرآیندهای ساخت پلیمرهای تقویت شده می توان اکستروژن، قالب گیری انتقالی و قالب گیری تزریقی می توان را نام برد. محصولات چند سازه تولید شده با این روش ها دارای ویژگی های مثبتی هستند، از جمله می توان مقاومت فشاری بالا، پایداری ابعاد، بهبود مقاومت در برابر قارچ زدگی و حمله حشرات، ویژگی های حرارتی بسیار خوب، قیمت پایین، سرعت اشتعال کم، قابلیت تولید شکل های پیچیده، قابلیت ماشین کاری خوب، مدول الاستیسیته بالا و مقاومت به سایش را نام برد. برای کار با چندسازه چوب-پلاستیک، تجهیزات رایج مورد استفاده در صنایع چوب بکار برده می شوند.

با توجه به اینکه چوب-پلاستیک یکی از محصولات ارزان و جدید در صنعت ساختمان، معماری، و طراحی مبلمان و دکوراسیون است، آشنایی با ویژگی های کاربردی آن می تواند برای کارشناسان و طراحان در زمینه ساختمان، مبلمان و دکوراسیون بسیار مفید باشد.

منابع

1. Jamnongkan, T., Intraramongkol, N., Samoechip, W., Potiyaraj, P., Mongkhlorattanasit, R., Jamnongkan, P., ... & Huang, C. F. (2022). Towards a Circular Economy: Study of the Mechanical,



Thermal, and Electrical Properties of Recycled Polypropylene and Their Composite Materials. *Polymers*, 14(24), 5482.

2. Jiang, L., Zhou, Y., & Jin, F. (2022). Design of short fiber-reinforced thermoplastic composites: A review. *Polymer Composites*, 43(8), 4835-4847.
3. Gholampour, A., & Ozbakkaloglu, T. (2020). A review of natural fiber composites: Properties, modification and processing techniques, characterization, applications. *Journal of Materials Science*, 55(3), 829-892.
4. Gardner, D. J., Han, Y., & Wang, L. (2015). Wood-plastic composite technology. *Current Forestry Reports*, 1, 139-150.
5. Najafi, S. K. (2013). Use of recycled plastics in wood plastic composites—A review. *Waste management*, 33(9), 1898-1905.
6. de Carvalho, M. S., Azevedo, J. B., & Barbosa, J. D. V. (2020). Effect of the melt flow index of an HDPE matrix on the properties of composites with wood particles. *Polymer Testing*, 90, 106678.
7. Xue, Q., Lv, C., Shan, M., Zhang, H., Ling, C., Zhou, X., & Jiao, Z. (2013). Glass transition temperature of functionalized graphene-polymer composites. *Computational materials science*, 71, 66-71.