

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی نساجی

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی پلیمر

پخت ترموپلاستیک الاستومر پلی بوتادی ان- پلی استایرن توسط
پرتوهای الکترونی و بررسی خواص مکانیکی آن

استاد راهنما: دکتر نسرین شیخ
(عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای)

استادان مشاور: مهندس مهدی فاکر
مهندس میترا توکلی

پژوهش و نگارش: مهدی مزینانی

اسفند ۱۳۸۷

تقدیم به

تمامی انگیزه‌های زندگی‌ام ...

خانواده

در مسیر انجام این تحقیق راهنمایی‌های صبورانه استاد راهنمای محترم ، سرکار خانم دکتر
نسرین شیخ ، پیگیری‌های مجدانه مهندس مهدی فاکر ، استاد مشاور گرامی ، برای اینجانب بسیار
راهگشا بوده است . همچنین از راهنمایی‌ها و همکاری دوست گرامی‌ام جناب مهندس غلام‌رضا
پیرچراغی و نیز مساعدت‌های مسئولین و پرسنل محترم واحدهای مختلف مرکز کاربرد پرتوها در
یزد نیز نهایت قدردانی را دارم .

بی‌شک تحمل و گذر از سختی‌های این مسیر تنها با وجود یاری‌های بزرگترین موهبت زندگی‌ام

ممکن می‌شد « همسرم متشکرم »

چکیده

شکنندگی زیاد پلی‌استایرن (PS) همواره مزیت‌های کاربردی آن شامل مدول بالا، خواص دی‌الکتریک مناسب و فرایندپذیری عالی را تحت تاثیر منفی قرار داده است. در این رابطه چقرمه‌سازی از طریق اختلاط با لاستیک‌ها از مهمترین روش‌های اصلاح این ضعف است. در این تحقیق با استفاده از پلی‌بوتادی‌ان (PB) سعی در تقویت خواص کشسانی PS شده و با توجه به ناسازگاری دو جزء این آلیاژ، از طریق پرتودهی با پرتوهای الکترونی سعی در بهبود سازگاری و تقویت خواص مکانیکی (استحکام کششی، ازدیاد طول و استحکام ضربه) این دو شده است.

جهت بررسی خواص مکانیکی آمیزه‌ها و پلیمرهای خالص ترکیب درصد‌های وزنی ۰/۱۰۰، ۱۰/۹۰، ۲۰/۸۰، ۳۰/۷۰، ۴۰/۶۰، ۵۰/۵۰، ۶۰/۴۰، ۷۰/۳۰ و ۱۰۰/۰ از PB/PS در نظر گرفته شده که از طریق آمیزه‌کاری با مخلوط‌کن داخلی مخلوط شده‌اند.

با تهیه تصاویر SEM از سطح شکست آمیزه‌های فوق، ارتباط خواص مکانیکی این نمونه‌ها با مورفولوژی آنها بررسی گردیدند. مورفولوژی ماتریس - قطره مشاهده شده برای آمیزه‌های غنی از هر یک از فازهای پلیمری بیانگر ناسازگاری سطح مشترک آنهاست که متعاقباً موجب مشاهده رفتار انحراف منفی نسبت به قانون مخلوط‌ها در ویژگی‌های گشتاور اختلاط، استحکام کششی، مدول الاستیک و مقاومت ضربه نمونه‌های پرتودهی نشده گردیده است. میزان این انحراف منفی از قانون مخلوط‌ها به دلیل نسبت ویسکوزیته بیشتر رابر در فاز غنی از PB می‌باشد. با افزودن PB مقاومت ضربه آمیزه روند افزایشی داشته و در مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی رابر، رفتار شکننده PS به رفتار چقرمه تغییر کرده است. در محدوده ترکیب درصد ۵۰/۵۰ به دلیل عدم وجود برهم کنش مناسب، علی‌رغم مورفولوژی بهم پیوسته مشاهده شده، خواص کششی افت چشمگیری دارد.

جهت پرتودهی با پرتو الکترونی، ۳ دز ۶۰، ۱۴۰ و ۲۸۰ kGy به آمیزه‌ها اعمال گردیدند که نتایج درصد ژل موید ایجاد ساختار اتصالات عرضی در اثر شبکه‌ای شدن PB می‌باشد. با افزایش

درصد PB و نیز دز اعمالی میزان چگالی اتصالات عرضی افزایش می‌یابد. میزان انحراف منفی مشاهده شده در خواص مکانیکی آلیاژ پس از پرتودهی کاهش محسوسی داشته که می‌تواند ناشی از بهبود سازگاری دو پلیمر باشد. افت خواص مکانیکی در ترکیب درصد بهم‌پیوسته نیز پس از پرتودهی بهبود داشته است. همچنین کاهش مقاومت ضربه با افزایش دز پرتو می‌تواند به دلیل افزایش دمای انتقال شیشه‌ای فاز الاستیک آمیزه پس از شبکه‌ای شدن باشد.

از مقایسه خواص کششی و مقاومت ضربه و مطابقت با نتایج درصد ژل، آمیزه بهینه ترکیب درصد ۴۰/۶۰ از PB/PS است که با دز ۱۴۰ kGy پرتودهی شده است. این آمیزه رفتار ترموپلاستیک الاستومر ارایه می‌نماید.

فهرست

بخش نظری

- ۱- ترموپلاستیک الاستومرهای تهیه شده از مخلوط‌های پلیمری..... ۱
- ۱-۱- مخلوط‌های پلیمری..... ۲
- ۱-۱-۱- دلایل اقتصادی آلیاژسازی..... ۳
- ۱-۱-۲- مراحل طراحی یک آلیاژ..... ۴
- ۱-۱-۳- روش‌های آلیاژسازی..... ۵
- ۱-۱-۴- روش‌های تعیین اختلاط‌پذیری پلیمرها..... ۸
- ۱-۴-۱-۱- درجه حرارت انتقال شیشه‌ای..... ۹
- ۱-۴-۱-۲- شفافیت نوری..... ۱۰
- ۱-۴-۱-۳- روش‌های میکروسکوپی..... ۱۰
- ۱-۴-۱-۴- روش محلول‌های سه‌گانه..... ۱۱
- ۱-۴-۱-۵- سایر روش‌ها..... ۱۱
- ۱-۵-۱- چقرمه کردن..... ۱۱
- ۱-۶-۱- سازگارسازی..... ۱۴
- ۲- الاستومرهای ترموپلاستیک..... ۱۶
- ۲-۱- ساختمان فازی الاستومرهای ترموپلاستیک..... ۱۸
- ۲-۲- آلیاژهای الاستومری..... ۱۸
- ۲-۳- روش تولید آلیاژ الاستومری..... ۱۹
- ۲-۴- کاربردهای آلیاژهای الاستومری..... ۲۰
- ۲-۵- دسته‌بندی الاستومرهای ترموپلاستیک..... ۲۰

- ۲۲ ۱-۵-۲-۱ کوپلیمرهای ۳ بلوکی استایرن.....
- ۲۳ ۲-۵-۲-۱ آمیزه‌های الاستومر ترموپلاستیک.....
- ۲۴ ۳-۵-۲-۱ پلی‌یورتان‌های ترموپلاستیک
- ۲۵ ۴-۵-۲-۱ کوپلی‌استرهای ترموپلاستیک.....
- ۲۶ ۵-۵-۲-۱ کوپلیمرهای دسته‌ای پلی‌اتر-پلی‌آمید.....
- ۲۷ ۲- پرتودهی و اثرات آن روی پلیمرها.....
- ۲۸ ۱-۲ تاریخچه کاربرد فرایند پرتودهی.....
- ۲۸ ۲-۲ منابع تولید پرتو
- ۲۹ ۱-۲-۲ اساس کار شتاب‌دهنده‌های الکترونی.....
- ۳۰ ۳-۲ ولکانیزاسیون به وسیله پرتوهای پرانرژی.....
- ۳۳ ۱-۳-۲ طراحی آمیزه در ولکانیزاسیون به وسیله پرتوهای پرانرژی
- ۳۳ ۲-۳-۲ خواص پلیمر شبکه‌ای شده به وسیله پرتوهای پرانرژی
- ۳۴ ۴-۲ عوامل موثر بر فرایند پرتودهی
- ۳۴ ۱-۴-۲ اثر آهنگ دز بر فرایند شبکه‌ای شدن.....
- ۳۵ ۲-۴-۲ اثر دما بر فرایند شبکه‌ای شدن.....
- ۳۵ ۵-۲ طریقه پرتودهی نمونه‌ها.....
- ۳۵ ۶-۲ پرتو الکترون.....
- ۳۶ ۱-۶-۲ شتاب‌دهنده الکترون
- ۳۷ ۲-۶-۲ کاربرد پرتو الکترون
- ۳۸ ۳-۶-۲ کاربرد پرتوهای الکترونی در آلیاژهای پلیمری
- ۳۹ ۷- مزایای روش پرتو الکترونی در ایجاد اتصال عرضی الاستومرها.....
- ۴۱ ۳- مروری بر تحقیقات انجام شده

۴۲	..... ۱-۳ مقدمه
۴۳	..... ۲-۳ مرور تحقیقات در زمینه ویژگی‌های آلیاژ PS با PB
۵۰	..... ۳-۳ مرور تحقیقات در زمینه اثر پرتو الکترون

بخش عملی

۵۶	..... ۴- مواد، دستگاه‌ها و روش‌ها
۵۷	..... ۱-۴ مواد
۵۸	..... ۲-۴ دستگاه‌ها
۵۸	..... ۱-۲-۴ مخلوط کن داخلی
۵۸	..... ۲-۲-۴ مخلوط کن غلطکی
۵۸	..... ۳-۲-۴ پرس گرم
۵۸	..... ۴-۲-۴ کشش
۵۹	..... ۵-۲-۴ پانچ
۵۹	..... ۶-۲-۴ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ضربه
۵۹	..... ۷-۲-۴ میکروسکوپ الکترونی
۵۹	..... ۸-۲-۴ شتابدهنده پرتو الکترون
۶۰	..... ۳-۴ روش‌ها
۶۰	..... ۱-۳-۴ روش تهیه آمیزه‌ها
۶۱	..... ۲-۳-۴ شرایط تهیه ورق
۶۰	..... ۴-۴ روش‌ها
۶۲	..... ۱-۴-۴ آزمون‌های خواص مکانیکی
۶۲	..... ۲-۴-۴ پرتو دهی آزمونه‌ها

۶۲	..... ۳-۴-۴ تعیین درصد ژل نمونه های پرتو دهی شده
۶۲	..... ۴-۴-۴ تهیه تصاویر SEM
۶۴	..... ۵- نتایج و بحث
۶۵	..... ۱-۵ گشتاور اختلاط آمیزه ها
۶۷	..... ۲-۵ درصد ژل
۷۰	..... ۳-۵ بررسی مورفولوژی آمیزه ها
۷۳	..... ۴-۵ آزمون کشش
۸۳	..... ۵-۵ مدول الاستیک
۸۶	..... ۶-۵ مقاومت در برابر ضربه
۸۹	..... نتایج
۹۰	..... پیشنهادات برای تحقیقات آتی
۹۱	..... پیوست ها
۹۱	..... پیوست ۱ : نمودارهای آمیزه کاری
۹۵	..... پیوست ۲ : عکس های SEM آمیزه ها
۹۹	..... پیوست ۳ : منحنی های تنش کرنش آمیزه ها
۱۰۵	..... مراجع
۱۰۹	..... Abstract

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: تقسیم‌بندی مخلوط‌های پلیمری از نظر سازگاری..... ۳
- شکل ۲-۱: نمودار تغییرات مدول ذخیره (G') با درجه حرارت..... ۹
- شکل ۳-۱: نمای شماتیک از عملکرد کوپلیمرهای مختلف در سطح مشترک دو فاز..... ۱۵
- شکل ۴-۱: مورفولوژی الاستومر ترموپلاستیک..... ۱۶
- شکل ۵-۱: نسبت قیمت به کارایی برای الاستومرهای ترموپلاستیک..... ۲۲
- شکل ۶-۱: نمایش ساده ساختمان کوپلیمرهای استایرن-بوتادیان-استایرن..... ۲۳
- شکل ۷-۱: نمای یک پلی‌یورتان ترموپلاستیک ترکیب‌شده با دی‌ایزوسیانات، زنجیره طویل دی‌ال و زنجیر افزایشنده..... ۲۵
- شکل ۱-۲: نمای شماتیک فرایند شتاب‌دهنده الکترون..... ۳۶
- شکل ۱-۳: تصاویر SEM آلیاژ PS/PB در زمان‌های مختلف..... ۴۴
- شکل ۲-۳: تصاویر SEM آلیاژ PS/PB (۳۰/۷۰) در دماهای مختلف..... ۴۴
- شکل ۳-۳: منحنی تغییرات استحکام کششی، ازدیاد طول در نقطه شکست و مدول یانگ با درصد پلی‌بوتادیان..... ۴۶
- شکل ۴-۳: تغییرات ویسکوزیته مذاب، گشتاور مشخصه ازدیاد طول در نقطه شکست برای آلیاژ PS/PB بر حسب جزء وزنی PB..... ۴۸
- شکل ۵-۳: تصاویر SEM آلیاژ PS/PB در ترکیب درصدهای مختلف..... ۴۸
- شکل ۶-۳: منحنی‌های جامع در دمای 140°C برای PS و PB..... ۴۹
- شکل ۷-۳: منحنی تنش کششی- کرنش برای نمونه‌های خالص، آلیاژ و فیلم هم‌اکستروید شده قبل و پس از پرتو دهی با پرتو الکترون..... ۵۱

- شکل ۳-۸ : چگالی فوم بر حسب ترکیب درصد عامل پفزا در دزهای مختلف پرتودهی ۵۴
- شکل ۳-۹ : نتایج درصد ژل بر حسب دز پرتو الکترون برای پلیمرهای خالص و آلیاژ NR و EVA ۵۴
- شکل ۳-۱۰ : اثر افزایش دز روی استحکام کششی و ازدیاد طول نقطه شکست، درصد ژل و حلالیت آلیاژ NR و LLDPE ۵۵
- شکل ۵-۱ : نمودار اختلاط آمیزه S50 ۶۵
- شکل ۵-۲ : تغییرات گشتاور مشخصه اختلاط با ترکیب درصد آلیاژ PS/PB ۶۶
- شکل ۵-۳ : نتایج درصد ژل آلیاژهای PS/PB بر حسب دز ۶۸
- شکل ۵-۴ : نتایج درصد ژل آلیاژهای PS/PB بر حسب درصد PB ۶۹
- شکل ۵-۵ : تصاویر SEM آمیزه‌های PS/PB در ترکیب درصدهای مختلف ۷۱
- شکل ۵-۶ : نمودار تنش - ازدیاد طول آمیزه‌های PS/PB پرتودهی نشده ۷۴
- شکل ۵-۷ : نمودار تنش - ازدیاد طول آمیزه‌های PS/PB پرتودهی شده با دز ۶۰ kGy ۷۸
- شکل ۵-۸ : نمودار تنش - ازدیاد طول آمیزه‌های PS/PB پرتودهی شده با دز ۱۴۰ kGy ۷۸
- شکل ۵-۹ : نمودار تنش - ازدیاد طول آمیزه‌های PS/PB پرتودهی شده با دز ۲۸۰ kGy ۷۹
- شکل ۵-۱۰ : نمودار استحکام کششی در نقطه شکست در برابر ترکیب درصد PB برای آمیزه‌های پخت نشده ۸۱
- شکل ۵-۱۱ : نمودار استحکام کششی در نقطه تسلیم در برابر ترکیب درصد PB برای آمیزه‌های پخت نشده ۸۲
- شکل ۵-۱۲ : مقادیر مدول یانگ برای آلیاژهای PS/PB قبل از پرتودهی ۸۴
- شکل ۵-۱۳ : تغییرات مدول یانگ با دز اعمال شده برای آمیزه‌های PS/PB ۸۵
- شکل ۵-۱۴ : تغییرات مقاومت ضربه در دمای محیط با دز اعمال شده برای آمیزه‌های PS/PB ۸۷
- شکل پ-۱-۱ : نمودار اختلاط آمیزه S0 ۹۱

- شکل پ-۱-۲ : نمودار اختلاط آمیزه S30 ۹۱
- شکل پ-۱-۳ : نمودار اختلاط آمیزه S40 ۹۲
- شکل پ-۱-۴ : نمودار اختلاط آمیزه S60 ۹۲
- شکل پ-۱-۵ : نمودار اختلاط آمیزه S70 ۹۳
- شکل پ-۱-۶ : نمودار اختلاط آمیزه S80 ۹۳
- شکل پ-۱-۷ : نمودار اختلاط آمیزه S90 ۹۴
- شکل پ-۱-۸ : نمودار اختلاط آمیزه S100 ۹۴
- شکل پ ۱-۲ : مورفولوژی آمیزه S30 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۵
- شکل پ ۲-۲ : مورفولوژی آمیزه S40 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۵
- شکل پ ۳-۲ : مورفولوژی آمیزه S50 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۶
- شکل پ ۴-۲ : مورفولوژی آمیزه S60 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۶
- شکل پ ۵-۲ : مورفولوژی آمیزه S70 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۷
- شکل پ ۶-۲ : مورفولوژی آمیزه S80 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۷
- شکل پ ۷-۲ : مورفولوژی آمیزه S90 با بزرگ‌نمایی (a): ۵ میکرون و (b): ۲۰ میکرون ۹۸
- شکل پ ۱-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S0 ۹۹
- شکل پ ۲-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S30 در دزهای پرتودهی ۹۹
- شکل پ ۳-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S40 در دزهای پرتودهی ۱۰۰
- شکل پ ۴-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S50 در دزهای پرتودهی ۱۰۰
- شکل پ ۵-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S60 در دزهای پرتودهی ۱۰۱
- شکل پ ۶-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S70 در دزهای پرتودهی ۱۰۱
- شکل پ ۷-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S80 در دزهای پرتودهی ۱۰۲
- شکل پ ۸-۳ : نمودار تنش کرنش آمیزه S90 در دزهای پرتودهی ۱۰۲

- شکل پ ۳-۹ : نمودار تنش کرنش آمیزه S100 ۱۰۳
- شکل پ ۳-۱۰ : نمودار مقایسه‌ای تنش-کرنش آمیزه‌ها قبل و پس از پرتودهی با دزهای مختلف ۱۰۴

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ : مزایا و معایب برخی دستگاه‌های مورد استفاده در آلیاژسازی ۸
- جدول ۱-۲ : اهداف مختلف آلیاژسازی بر حسب درصد ۱۲
- جدول ۱-۳ : اسامی تجاری تعدادی از الاستومرهای ترموپلاستیک ۱۷
- جدول ۱-۴ : طبقه‌بندی الاستومرهای ترموپلاستیک ۲۱
- جدول ۱-۲ : دسته‌بندی طیف امواج الکترومغناطیس ۳۶
- جدول ۲-۲ : تاثیر پرتودهی بر روی برخی پلیمرها ۳۸
- جدول ۳-۲ : مقایسه فرایند شبکه‌ای شدن از طریق شیمیایی با پرتو الکترونی ۴۰
- جدول ۱-۳ : متوسط عددی و حجمی شعاع نواحی پراکنده آلیاژ PS/PB/SBS ۴۹
- جدول ۲-۳ : تغییرات درصد ژل، شاخص جریان مذاب و مقاومت ضربه ۲ سیستم آلیاژی (قبل و پس از پرتودهی) ۵۲
- جدول ۱-۴ : مشخصات پلی بوتادی ان گرید BR 1210 S شرکت پتروشیمی اراک ۵۷
- جدول ۲-۴ : مشخصات پلی استایرن گرید GPPS 1540 شرکت پتروشیمی تبریز ۵۷
- جدول ۳-۴ : مقادیر وزن و دانسیته آمیزه‌ها ۶۱
- جدول ۴-۴ : شرایط کاری پرس گرم ۶۱
- جدول ۱-۵ : مقادیر استحکام کششی و ازدیاد طول در نقطه شکست برای آلیاژهای PS/PB ۸۲
- جدول ۲-۵ : مقادیر استحکام کششی و ازدیاد طول در نقطه تسلیم برای آلیاژهای PS/PB ۸۳
- جدول ۳-۵ : مقاومت ضربه در دمای محیط برای آمیزه‌های PS/PB قبل و پس از پرتودهی ۸۷

فصل اول

ترموپلاستیک الاستومرهای تهیه شده
از مخلوط‌های پلیمری

۱- ترموپلاستیک الاستومرهای تهیه شده از مخلوط‌های پلیمری

۱-۱ مخلوط‌های پلیمری

مخلوط‌های پلیمری و زیرگروه‌های آنها با تعاریف زیر مشخص می‌شوند:

مخلوط‌های پلیمری (Polymer Blends): مخلوط‌های فیزیکی ساده از دو یا چند پلیمر یا کوپلیمر که باندهای کووالانسی بین آنها وجود ندارد.

مخلوط‌های پلیمری اختلاط‌پذیر (Miscible): زیرگروهی از مخلوط‌های پلیمری که در سطح مولکولی هموزن یا یکنواخت بوده و رفتار تک‌فازی از خود نشان می‌دهند. این مخلوط‌ها دارای انرژی آزاد اختلاط منفی می‌باشند ($\Delta G_m \approx \Delta H_m \leq 0$).

مخلوط‌های پلیمری متجانس (Homologous): زیرگروهی از مخلوط‌های پلیمری اختلاط‌پذیر که از یک نوع پلیمر ولی با جرم مولکولی‌های متفاوت تشکیل شده‌اند.

مخلوط‌های پلیمری اختلاط‌ناپذیر (Immiscible): زیرگروهی از مخلوط‌های پلیمری که در همه درجه حرارت‌ها و درصدهای ترکیب دو یا چند فازی می‌باشند.

مخلوط‌های پلیمری با اختلاط‌پذیری جزئی: زیرگروهی از مخلوط‌های پلیمری که تنها در بعضی از درصدهای ترکیب و درجه حرارت‌ها اختلاط‌پذیر هستند.

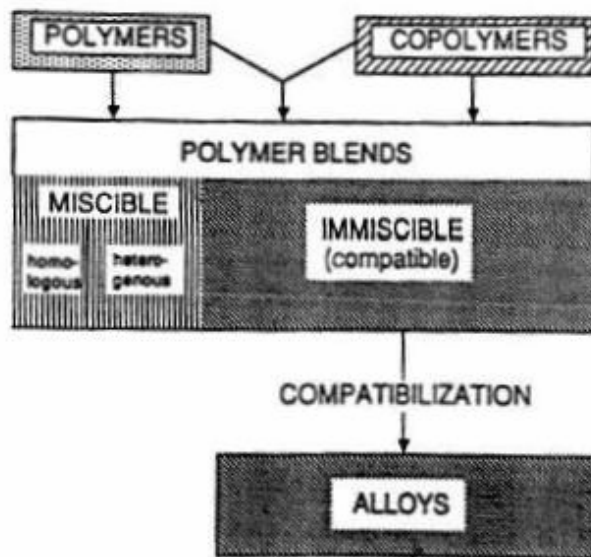
مخلوط‌های پلیمری سازگار (Compatible): مخلوط‌های پلیمری که نیروی دافعه شدید بین اجزا آنها وجود نداشته و با چشم به صورت یکنواخت دیده می‌شوند و غالباً دارای خواص فیزیکی بهتری از پلیمرهای اولیه خود می‌باشند.

آلیاژهای پلیمری (Alloys): زیرگروهی از مخلوط‌های پلیمری سازگار می‌باشند که با استفاده از مواد سازگار کننده چسبندگی بین دو فاز آنها بهبود یافته در نتیجه دارای مورفولوژی پایدار و خواص فیزیکی بهتر می‌باشند.

سازگارسازی (Compatibilization): فرایند بهبود خواص مخلوط‌های پلیمری از طریق بالا بردن

چسبندگی دو فاز به یکدیگر که به تولید آلیاژ منتهی می‌گردد. [۲، ۳، ۴، ۵، ۶]

شکل ۱-۱ شمایی از ارتباط مخلوط‌های پلیمری و آلیاژهای پلیمری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: تقسیم‌بندی مخلوط‌های پلیمری از نظر سازگاری [۲]

۱-۱-۱ دلایل اقتصادی آلیاژسازی

بطور کلی دلایل اصلی آلیاژسازی پلیمرها را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- * گسترش استفاده از پلیمرهای مهندسی از طریق آلیاژ نمودن آنها با پلیمرهای ارزانتر.
- * ساخت مواد جدید با کلیه خواص فیزیکی مورد نظر.
- * تولید مواد با کارایی بالا، از طریق اختلاط پلیمرهایی که اثر هم‌افزایی^۱ بر یکدیگر دارند
- یعنی آلیاژ نمودن آنها به محصولی با خواص برتر از هر دو منتهی می‌گردد.
- * تولید آلیاژهایی با خواص مورد نظر طبق درخواست مشتری.
- * استفاده مجدد از ضایعات پلاستیک‌های صنعتی و خانگی

^۱ Synergistic

استفاده مجدد از ضایعات در طراحی آلیاژهای جدید، نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید. با توجه به اینکه صنایع مختلف از قبیل اتوموبیل‌سازی، هر روز بیش از پیش به طرف استفاده از پلیمرها پیش می‌روند ضایعات مواد پلاستیکی بسیار زیاد می‌باشد. در سال ۱۹۸۴ فقط یک درصد از ۱۳۳ میلیون تن ضایعات پلاستیکی دوباره مصرف می‌شد و در حال حاضر نیز استفاده مجدد، به چند پلیمر خاص مثل HDPE، PET محدود می‌باشد. اخیراً کمپانی جنرال الکتریک کوشش وسیعی در جهت استفاده از ضایعات پلاستیکی نموده و نشان داده است که مواد مهندسی مثل PPE، PC و PET پس از حدود ۱۰ سال که در معرض هوا قرار داشته باشند می‌توانند مجدداً در مصارف کم‌اهمیت‌تر مورد استفاده قرار گیرند.

۱-۱-۲ مراحل طراحی یک آلیاژ

- به منظور طراحی یک آلیاژ با خواص مشخص بایستی مراحل زیر رعایت گردد:
- خواص فیزیکی و شیمیایی آلیاژ ایده‌ال مشخص گردد.
- با توجه به جدول خواص پلیمرهای مختلف، پلیمرهایی که برخی از خواص مورد نظر را دارا می‌باشند انتخاب شوند.
- جدولی از مزایا و معایب هر پلیمر تهیه شود.
- با توجه به جدول فوق پلیمرهایی که خواص مکمل یکدیگر را دارند انتخاب گردد.
- سازگاری پلیمرهای انتخابی بررسی شده و مواد سازگارکننده مناسب انتخاب شوند.
- بررسی اقتصادی اعم از قیمت پلیمر، هزینه سازگارسازی و اختلاط باید در نظر گرفته شود و اگر مقرون به صرفه نبود مراحل چهارم به بعد مجدداً انجام شود.
- مورفولوژی ایده‌ال، که عامل تعیین کننده خواص فیزیکی و مکانیکی است در نظر گرفته شود.

- خواص ریولوژیکی اجزا مخلوط باید بررسی گردد تا بتوان به مورفولوژی مورد نظر رسید. از اینرو وزن مولکولی‌ها، پارامترهای اختلاط، غلظت اجزا و مقادیر سازگارکننده و ... باید دقیقاً بررسی و بهینه گردد.

- روش پایداری مورفولوژی با کنترل سرعت سردکردن، کریستالیزاسیون و واکنش‌های شیمیایی، پرتویی و ... انتخاب گردد.

- روش ساخت بهینه بطوری که مورفولوژی نهایی را تضمین کند مشخص گردد.

۱-۱-۳ روش‌های آلیاژسازی

تولید مخلوط‌های پلیمری یا آلیاژها به روش‌های زیر می‌تواند صورت گیرد:

* انحلال پلیمرها در حلال و سپس ریخته‌گری فیلم^۱، خشک نمودن

* اختلاط لاتکس

* ایجاد شبکه‌های پلیمری IPN کامل یا جزئی^۲

* اختلاط مکانیکی

روش انحلال پلیمرها در مواقعی بکار می‌رود که نتوان پلیمرهای اولیه را ذوب نمود، مثلاً احتمال تخریب آنها در دمای بالا وجود داشته باشد. در این روش پلیمرها در دو حلال جداگانه و یا یک حلال حل شده سپس حلال‌های حاوی پلیمرها را با هم مخلوط نموده و بعد از تبخیر حلال مخلوط پلیمری بدست می‌آید. این روش برای بررسی مورفولوژی بسیار خوب است و فیلم بدست آمده از آن توسط میکروسکوپ الکترونی قابل بررسی می‌باشد. محدودیت‌های این روش این است که معمولاً نمی‌توان حلال‌های مناسب برای پلیمرها پیدا نمود، همچنین حذف کامل حلال نیز مشکل، پرهزینه و زمان‌بر می‌باشد. ضمناً غیراقتصادی بودن استفاده از حلال‌ها و سمیت آنها سبب

¹ Film Casting

² Semi or Full Interpenetrating Polymer Network

شده است که در مقیاس صنعتی نتوان از این روش استفاده نمود. به همین دلیل حتی در صنعت پوشش‌دهی^۱ که قبلاً از این روش استفاده می‌شد، اخیراً روش‌های دیگر را جایگزین نموده‌اند. در روش اختلاط لاتکس، لاتکس دو پلیمر در حد میکرونی یا کوچکتر از آن با هم مخلوط می‌شوند. حلال مورد استفاده در اینجا معمولاً آب می‌باشد. محدودیت این روش اینست که نمی‌توان همه پلیمرها را بصورت لاتکس داشت. همچنین حذف آب از سیستم نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد.

در روش شبکه‌های پلیمری (IPN)، یک پلیمر شبکه‌ای شده و در منومر مایع دوم توزیع می‌شود. در اینجا پلیمر اول متورم می‌گردد و سپس منومر دوم را شبکه‌ای می‌کنند. روش اختلاط مکانیکی نسبت به روشهایی که بصورت مختصر به آنها اشاره شد، ساده‌تر و اقتصادی‌تر می‌باشد و در صنعت نیز بیشتر آلیاژهای پلیمری از این روش ساخته می‌شوند و معمولاً به دو طریق انجام می‌گیرد که عبارتند از:

- ۱- اختلاط پودری، که در مورد پلیمرهای پودری می‌تواند بکار گرفته شود به این ترتیب که پودر پلیمرها را با هم مخلوط نموده و پس از ذوب کردن مخلوط پودری آلیاژ ساخته می‌شود.
- ۲- اختلاط گرانول‌ها، که معمولاً اول یک اختلاط اولیه دو پلیمر توسط اکسترودر تک‌پیچه انجام می‌گیرد که طی آن پلیمرها ذوب شده و اکسترودر می‌گردند و پس از سرد شدن بصورت گرانول در- می‌آیند. سپس این گرانول مخلوط پلیمرها دوباره در اکسترودر یا ماشین تزریق وارد شده و آلیاژسازی کامل می‌گردد.

دستگاه‌های مورد استفاده برای آلیاژسازی مکانیکی بایستی دارای شرایطی باشند از جمله اینک:

- تنش برشی و کششی یکنواخت به مذاپ وارد کنند.
- درجه حرارت، فشار و زمان اقامت در آنها، ثابت و قابل کنترل باشد.

^۱ Coating