گروه مهندسی مکانیک- دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مدل‌سازی حرارتی جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای در ترموپلاستیک‌ها

دانشجو:

سعید حسین‌پور داش آتان

اساتید راهنما:

دکتر طاهر ازدست

دکتر سامرند رش احمدی

بهمن ماه ۱۳۹۰

بنام خدا

مدل‌سازی حرارتی جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای در ترموپلاستیک‌ها

توسط:

سعید حسین‌پور داش آتان

پایان‌نامه

ارائه شده به دانشکده فنی و مهندسی به عنوان بخشی از

فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک-ساخت و تولید

از دانشگاه ارومیه

ارومیه، ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه:

امضاء اعضای کمیته پایان‌نامه:

دکتر طاهر ازدست ، استادیار مهندسی مکانیک (استاد راهنمای اول)

دکترسامرند رش احمدی، استادیار مهندسی مکانیک (استاد راهنمای دوم)

دکتر مقصود سلیمان‌پور (ممتحن داخلی)

دکتر علی دنیوی (ممتحن خارجی)

بهمن ماه ۱۳۹۰

تقدیم به

پدرم و مادرم

آنان که بهترین برایم هستند و بهترین را برایم خواستند، وجودشان همه برایم مهر و وجودم همه برایشان رنج بوده است. آنچه دارم از آنهاست و من تا ابد مدیون محبت‌های بی‌دریغ ایشانم.

تقدیر و سپاس

سپاس خدایی را که چون همیشه لطف خود را در انجام این پروژه به من ارزانی نمود.

بر خود لازم میدانم از زحمات بی شائبه اساتید راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر طاهر ازدست و جناب آقای دکتر سامرند رش احمدی که در این پروژه درس صبر و بردباری به من آموختند تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از اساتیدگرامی دانشکده مکانیک دانشگاه ارومیه و نیز کلیه عزیزانی که در انجام این پروژه مرا یاری نمودند بویژه آقایان مهندس آروین باقری، رضا پورداداش، مهدی پورحسن، علی ودایی و خانم مهندس زهرا محمدیان، کمال تشکر و سپاس را دارم.

چکیده

امروزه مواد ترموپلاستیک در طیف گسترده‌ای از کاربردهای مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علی‌رغم قابلیت شکل‌پذیری و فرایندپذیری بالای این مواد، برای تولید قطعات بزرگ و یا پیچیده معمولا ناگزیر از استفاده از روش‌های اتصال قطعات نظیر جوشکاری هستیم. در سال های اخیر تلاش‌های زیادی برای بهبود روش‌های موجود جوشکاری و ایجاد روش‌های نوین صورت گرفته است. جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای یکی از انواع روش‌های جوشکاری اصطکاکی چرخشی می‌باشد که از روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (FSW) مشتق شده است. فرایند FSW در بسیاری از آلیاژهای فلزی استفاده شده است و مستندات و اطلاعات خوبی در این مورد برای آنها وجود دارد. البته این اطلاعات برای مواد ترموپلاستیک بسیار ناچیز می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که سه منبع اصلی تولید حرارت در این فرآیند وجود دارد. اصطکاک شانه ابزار با قطعه‌کار، اصطکاک پین ابزار با قطعه کار و کار پلاستیک وجود دارد. در مدل‌سازی‌های حرارتی که برای مواد فلزی صورت می‌گیرد از حرارت تولیدی ناشی از اصطکاک پین با ابزار و کار پلاستیک صرف نظر می‌شود. علی‌رغم اینکه بررسی تجربی پارامتری اطلاعات مفیدی در مورد خواص مختلف مکانیکی و ساختاری جوش می‌دهد، ولی بررسی رفتار فرآیند و داده‌هایی نظیر توزیع دما و نقش حرارتی ابزار و ناحیه تحت تاثیر حرارت با آن دشوار و بسیار پر هزینه می‌باشد. در حالی‌که با استفاده از یک مدل حرارتی مناسب می‌توان این داده‌ها را استخراج کرده و حتی اطلاعات مناسبی در مورد توزیع تنش، تنش‌های اصلی و تنش-های پسماند بدست آورد. علاوه بر آن با در دست داشتن یک مدل مناسب می‌توان داده‌های مناسبی از فرآیند قبل از انجام آزمایش به دست آورد و جوشکاری مواد دیگر را تنها با تغییر خواص و رفتار مود بررسی قرار داد. در این پژوهش جوشکاری دو پلیمر PMMA و ABS با روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه ای و پارامترهای مؤثر بر آن به منظور بررسی شده و یک مدل‌سازی حرارتی از آن در شرایط بهترین استحکام جوش به دست آمده انجام شد. بدین منظور یک مدل‌سازی حرارتی اولیه با صرف نظر از نقش حرارتی پین انجام شد. نتایج نشان داد که ماکزیمم دمای قطعه کار در حین فرآیند زیر دمای شیشه‌ای شدن ماده می‌باشد که نشان می‌دهد این مدل برای جوشکاری مواد ترموپلاستیک کارامد نمی‌باشد. در ادامه با استفاده از یک رابطه جداگانه حرارت ناشی از پین ابزار نیز به مدل اضافه شد. نتایج توزیع حرارتی و بررسی نفوذ حرارت در قطعه نشان دهنده یک توزیع حرارتی مناسب برای انجام جوشکاری بود. در ادامه اثر پارامتر-های زمان نگهداری، سرعت دورانی ابزار و نرخ نفوذ ابزار بر روی خواص مکانیکی جوش PMMA با ABS بررسی شد. برای انجام این کار یک ابزار بهبود یافته مجهز به یک صفحه کمکی عایق طراحی و ساخته شد. سپس برای هرکدام از پارامترها در سه سطح نمونه‌هایی تهیه شد. برای بررسی اثر پارامترها بر روی استحکام

جوش نمونه‌ها تحت آزمایش برش روی هم قرار گرفتند. نتایج تست برش روی‌هم نشان داد که افزایش زمان

تقدیم به ..... الف

نگهداری استحکام جوش را افزایش می‌دهد. همچنین با افزایش نرخ نفوذ ابزار استحکام جوش کاهش یافت.

واژگان کلیدی فارسی: جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای، ترموپلاستیک، مدل‌سازی حرارتی، بررسی پارامتری

تقدیر و سپاس ..... ب
چکیده ..... ج
فهرست مطالب ..... د
فهرست شکل‌ها ..... ه
فهرست جداول ..... و

فهرست مطالب **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ مواد پلیمری ۲
۱-۲-۱ پلاستیک‌های گرمانرم ۳
۱-۲-۲ پلاستیک های گرماسخت ۴
۱-۳ رفتار ویژه مواد ترموپلاستیک ۵
۱-۳-۱ ویسکوالاستیسیته ۵
۱-۳-۲ دمای شیشه‌ای شدن ۶
۱-۳-۳ خستگی ۷
۱-۴ معرفی تعدادی از مواد ترموپلاستیک ۷
۱-۴-۱ پلی متیل متاکریلات ۸
۱-۴-۱-۱ خواص و ویژگی‌های PMMA ۸
۱-۴-۱-۲ کاربردهایPMMA ۹
۱-۴-۲ اکریلو نیتریل بوتادین استایرن ۱۰
۱-۴-۲-۱ کاربردهای ABS ۱۱

۱-۵ اتصال پلیمرها ۱۱
۱-۵-۱ چفت و بست ها ۱۲
۱-۵-۲ چسب کاری ۱۲
۱-۵-۳ حل کننده‌ها ۱۳
۱-۶ روش‌های مختلف جوشکاری ترموپلاستیک‌ها ۱۴
۱-۶-۱ جوشکاری ابزار داغ ۱۴
۱-۶-۲ جوشکاری باگاز داغ ۱۷
۱-۶-۳ جوشکاری اکستروژن ۱۸
۱-۶-۴ جوشکاری به کمک پرتوهای مادون قرمز ۱۹
۱-۷ روش‌های اصطکاکی ۲۰
۱-۷-۱ التراسونیک یا فرا صوت ۲۱
۱-۷-۲ جوشکاری چرخشی ۲۴
۱-۷-۳ جوشکاری ارتعاشی خطی ۲۵
۱-۷-۴ جوشکاری ارتعاشی ۲۶
۱-۷-۵ جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی ۲۸
۱-۷-۵-۱ مزایای جوشکاری FSW ۳۱
۱-۷-۵-۲ جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای ۳۱
۱-۸ جمع‌بندی ۳۲

فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته

۲-۱ مقدمه ۳۵
۲-۲ مروری بر تحقیقات گذشته ۳۵

۲-۳ هدف از تحقیق ۴۳

فصل سوم: مواد تجهیزات و روش‌ها

۳-۱ مقدمه ۴۶
۳-۲ مواد اولیه ۴۶
۳-۳ تجهیزات بکار رفته ۴۶
۳-۳-۱ مجموعه ابزار ۴۶
۳-۳-۱-۱ پین و شانه ابزار ۴۶
۳-۳-۱-۲ صفحه کمکی ۴۷
۳-۳-۲ دستگاه فرز ۴۹
۳-۳-۳ دستگاه تست کشش ۵۰
۳-۴ آماده سازی نمونه‌ها ۵۱
۳-۵ انتخاب پارامترها ۵۱
۳-۵-۱ پارامتر سرعت دورانی **ابزار** **۵۲**
.....
۳-۵-۲ پارامتر زمان نگهداری ۵۲
۳-۵-۳ پارامتر نرخ نفوذ ابزار ۵۳
۳-۶ نحوه انجام جوشکاری ۵۴
۳-۷ مدل‌سازی ۵۵
۳-۷-۱ مبانی فرمول‌بندی ۵۵
۳-۷-۲ روش المان محدود ۵۷
۳-۷-۳ مراحل شبیه سازی ۵۸

۳-۷-۳-۱ مشخص کردن نوع تحلیل ۵۸
۳-۷-۳-۲ انتخاب نوع المان ۵۸
۳-۷-۳-۳ تعیین خصوصیات ماده ۵۹
۳-۷-۳-۴ ایجاد مدل هندسی ۶۰
۳-۷-۳-۵ المان‌بندی ۶۱
۳-۷-۳-۶ اعمال شرایط مرزی و اولیه ۶۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه ۶۵
۴-۲ نتایج مدلسازی حرارتی جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نقطه‌ای ۶۹
۴-۳ نتایج تست کشش بررسی پارامترها بر روی استحکام ۷۱
۴-۳-۱ تاثیر زمان نگهداری بر روی استحکام جوش ۷۲
۴-۳-۲ تاثیر نرخ نفوذ بر روی استحکام جوش ۷۴
۴-۳-۳ تاثیر سرعت دورانی بر استحکام ۷۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه ۸۴
۵-۲ نتیجه‌گیری ۸۴
۵-۳ پیشنهادات ۸۵
فهرست منابع ۸۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ نمونه‌هایی از کاربردهای مواد پلیمری ۲

شکل ۱-۲ نحوه قرارگیری زنجیره‌های مولکولی در مواد نیمه‌بلوری و بی‌شکل ۳

شکل ۱-۳ نمودار تاثیر دما و نرخ کرنش بر سفتی مواد ترموپلاستیک ۶

شکل ۱-۴ نمودار شیشه‌ای شدن برای مواد ترموپلاستیک ۶

شکل ۱-۵ نمودار خستگیABS ۷

شکل ۱-۶ شفافیت عالی صفحاتPMMA ۸

شکل ۱-۷ دسته‌بندی انواع روش‌های اتصال پلیمرها ۱۲

شکل ۱-۸ مراحل جوشکاری ابزار داغ ۱۵

شکل ۱-۹ جوشکاری قاب PMMA به صفحه‌ی نگهدارندهABS با روش ابزار داغ در چراغ راهنمای خودرو
..... ۱۶

شکل۱-۱۰ دستگاه جوشکاری ابزار داغ که برای جوشکاری لوله‌های با قطر یکسان به کار می‌رود ۱۶

شکل ۱-۱۱ جوشکاری اتصالات لوله با روش ابزار داغ ۱۷

شکل ۱-۱۲ جوشکاری با گاز داغ ۱۸

شکل ۱-۱۳ نمونه‌ای از ابزار جوشکاری اکستروژن ۱۹

شکل ۱-۱۴ جوشکاری مادون قرمز ۲۰

شکل ۱-۱۵ مکانیزم جوشکاری التراسونیک ۲۱

شکل ۱-۱۶ نمودارفازهای جوشکاری التراسونیک ۲۲

شکل ۱-۱۷ نمونه‌هایی از کاربردهای جوشکاری التراسونیک ۲۴

شکل ۱-۱۸ مراحل مختلف جوشکاری چرخشی ۲۵

شکل ۱-۱۹ مکانیزم جوشکاری ارتعاشی خطی ۲۶

شکل ۱-۲۰ نمودار فازهای چهارگانه جوشکاری ارتعاشی ۲۷

شکل ۱-۲۱ یک نمونه‌ای از کاربرد جوشکاری ارتعاشی که در ساخت پوسته پمپ یک‌پارچه ۲۸

شکل ۱-۲۲ نمای کلی از جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی ۲۸

شکل ۱-۲۳ مراحل جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی ۳۰

شکل ۱-۲۴ ابزار جدید کفشک داغ ۳۰

شکل ۱-۲۵ مراحل جوشکاریFSSW ۳۰

شکل ۲-۱ ابزار به کار رفته توسط Sorensen و همکاران ۳۵

شکل ۲-۲ شکل ظاهری نمونه جوشکاری شده با ابزار معمولی ۳۶

شکل ۲-۳ شکل ظاهری نمونه جوشکاری شده با ابزار بهبود یافته دارای کفشک داغ ۳۶

شکل۲-۴ ابزار مورد استفاده توسطM.A.Rezgui و همکارانش ۳۷

شکل ۲-۵ نمودار تاثیر زمان نگهداری بر استحکام جوش ماده پلی‌پروپیلن ۳۷

شکل ۲-۶ نمودار تاثیر عمق نفوذ ابزار بر استحکام ۳۸

شکل ۲-۷ نتایج Filho و همکاران که FSSW را با سایر روش‌ها مقایسه کرده‌اند ۳۸

شکل ۲-۸ مودهای شکست برای تست برش روی هم ورق پلی‌اتیلن ۳۹

شکل ۲-۹ تاثیر زمان نگهداری در دمای ناحیه جوش در تحقیقات Bilici و همکاران ۴۰

شکل ۲-۱۰ نمودار تاثیر زمان نگهداری بر استحکام در کارهایBilici ۴۰

شکل ۲-۱۱ نمودار تاثیر سرعت دورانی بر استحکام در کارهایBilici ۴۰

شکل ۲-۱۲ نمودارتاثیر عمق نفوذ بر استحکام در کارهایBilici ۴۱

شکل ۲-۱۳ نمودار تاثیر پارامتر نرخ نفوذاستحکام در کارهایBilici ۴۱

شکل ۲-۱۴ هندسه‌های مختلف به‌کار رفته برای پین در تحقیقاتBilici ۴۲

شکل ۳-۱ ابزار استفاده شده در انجام جوشکاری‌ها ۴۷

شکل ۳-۲ خروج ماده از محل جوش به هنگام نفوذ ابزار ۴۸

شکل ۳-۳ صفحه کمکی ساخته شده ۴۹

شکل ۳-۴ مجموعه‌ی ابزار به‌کار رفته برای انجام جوشکاری ۴۹

شکل۳-۵ دستگاه فرز MP4M ۴۹

شکل ۳-۶ دستگاه تست کشش یونیورسالSantam STM-50 ..... ۵۰

شکل ۳-۷ نحوه بسته شدن نمونه‌ها به دستگاه تست کشش ۵۰

شکل ۳-۸ برش محل جوش در اثر نیروی کششی ناشی از فک دستگاه ۵۱

شکل ۳-۹ ابعاد نمونه‌ها و شکل ظاهری آن‌ها ۵۱

شکل ۳-۱۰ خروج زیاد ماده از محل جوش در سرعت دورانی ۱۶۰۰ دور بر دقیقه ۵۲

شکل ۳-۱۱ نمونه معیوب ناشی از زمان نگهداری ۸۰ ثانیه ۵۳

شکل ۳-۱۲ گیره‌بندی و مجموعه ابزار در حال انجام جوشکاریFSSW ۵۵

شکل ۳-۱۳ المان Solid 70 به کار رفته در مدل‌سازی ۵۹

شکل ۳-۱۴ نمودار چگالی بر حسب دما برای ماده PMMA ۵۹

شکل ۳-۱۵ نمودار ضریب هدایت گرمایی بر حسب دما برای مادهPMMA ۶۰

شکل ۳-۱۶ ظرفیت گرمایی ویژه بر حسب دما برای مادهPMMA ۶۰

شکل ۳-۱۷ هندسه به‌کار رفته در مدل‌سازی ۶۱

شکل ۳-۱۹ المان‌بندی مدل ۶۱

شکل ۴-۱ توزیع دمایی جوشکاری FSSW بدون در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۱۰ ثانیه ۶۴

شکل ۴-۲ توزیع دمایی جوشکاری FSSW بدون در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۲۰ ثانیه ۶۵

شکل ۴-۳ توزیع دمایی جوشکاری FSSW بدون در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۳۰ ثانیه ۶۵

شکل ۴-۴ توزیع دمایی جوشکاری FSSW با در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۱۰ ثانیه ۶۶

شکل ۴-۵ نمای سه بعدی توزیع دمایی جوشکاری FSSW با در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۱۰ ثانیه ۶۷

شکل ۴-۶ توزیع دمایی جوشکاری FSSW با در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۲۰ ثانیه ۶۷

شکل ۴-۷ توزیع دمایی جوشکاری FSSW با در نظر گرفتن تاثیر پین برای زمان ۳۰ ثانیه ۶۸

شکل ۴-۸ نمودار نیرو-تغییر مکان به‌دست آمده از خروجی دستگاه کشش ۶۹

شکل ۴-۹ تشکیل ناحیه اغتشاش ۷۰

شکل ۴-۱۰ شکست PMMA تحت تست کشش ۷۰

شکل ۴-۱۱ شکست نمونه از محل مرز ناحیه اغتشاش ۷۱

شکل ۴-۱۲ نمودار اثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در دور ثابت ۵۰۰ دور بر دقیقه ۷۱

شکل ۴-۱۳ نمودار اثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در دور ثابت ۸۰۰ دور بر دقیقه ۷۲

شکل ۴-۱۴ نموداراثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در دور ثابت ۱۲۵۰ دور بر دقیقه ۷۲

شکل ۴-۱۴ نموداراثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در دور ثابت ۱۲۵۰ دور بر دقیقه ۷۳

شکل ۴-۱۶ نمودار اثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در نرخ نفوذ ۱۶ میلی‌متر بر دقیقه ۷۳

شکل ۴-۱۷ اثر افزایش زمان نگهداری بر استحکام در نرخ نفوذ۲۴ میلی‌متر بر دقیقه ۷۴

شکل ۴-۱۸ نموداراثر پارامتر نرخ نفوذ ابزار بر استحکام در دور ثابت ۵۰۰ دور بر دقیقه ۷۵

شکل ۴-۱۹ نموداراثر پارامتر نرخ نفوذ ابزار بر استحکام در دور ثابت ۸۰۰ دور بر دقیقه ۷۵

شکل ۴-۲۰ نمودار اثر پارامتر نرخ نفوذ ابزار بر استحکام در دور ثابت ۱۲۵۰ دور بر دقیقه ۷۶

شکل ۴-۲۱ نمودار اثر پارامتر نرخ نفوذ ابزار بر استحکام در زمان ثابت ۱۰ثانیه ۷۷

شکل ۴-۲۲ نمودار اثر افزایش نرخ نفوذ بر استحکام در زمان نگهداری ۲۰ ثانیه ۷۷

شکل ۴-۲۳ نمودار اثر افزایش نرخ نفوذ بر استحکام در زمان نگهداری ۳۰ ثانیه ۷۸

شکل ۴-۲۴ نموداراثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در زمان نگهداری ۱۰ ثانیه ۷۹

شکل ۴-۲۵ اثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در زمان نگهداری ۲۰ ثانیه ۷۹

شکل ۴-۲۶ نمودار اثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در زمان نگهداری ۳۰ ثانیه ۸۰

شکل ۴-۲۷ نمودار اثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در نرخ نفوذ ۸ میلی‌متر بر ثانیه ۸۱

شکل ۴-۲۸ نمودار اثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در نرخ نفوذ ۱۶ میلی‌متر بر دقیقه ۸۱

شکل ۴-۲۹ نمودار اثر پارامتر سرعت دورانی ابزار در نرخ نفوذ ۲۴ میلی‌متر بر دقیقه ۸۲

فهرست جداول

جدول ۱-۱ خواص مواد گرمانرم بلوری و بی‌شکل ۴

جدول ۱-۲ خواص PMMA ۹

جدول ۱-۳ خواص مختلف ABS ۱۰

جدول ۱-۴ امکان‌پذیری جوشکاری التراسونیک بر روی مواد مختلف ۲۳

جدول ۱-۵ نتایج بدست آمده برای برخی مواد ترموپلاستیک ۲۹

جدول ۱-۶ مقایسه‌ی روش‌های مختلف جوشکاری ۳۳

جدول ۱-۷ شرایط مورد نیاز را برای روش‌های جوشکاری با همدیگر مقایسه شده‌اند ۳۳

جدول ۲-۱ پارامترهای جوش FSSW و گستره آن‌ها در تحقیقات ۳۹

جدول ۲-۲ پارامترها و سطوح در نظر گرفته شده برای آن‌ها ۴۳

جدول ۳-۱ مشخصات مواد استفاده شده ۴۶

جدول ۳-۲ پارامترهای انتخاب شده و سطوح آن‌ها ۵۴

جدول ۴-۱ مقایسه بین دو حالت با پین و بدون پین ۶۸

فصل اول

آشنایی با پلاستیک‌ها و روش‌های جوشکاری آن‌ها

۱-۱ مقدمه

امروزه مواد پلیمری نقش بسزایی در زندگی انسان ایفا می‌کنند. خواصی نظیر وزن کم، انعطاف‌پذیری بالا، مقاومت در برابر خورندگی و فرآیندپذیری بالا باعث شده‌اند که این مواد از لوازم خانگی و اسباب بازی گرفته تا صنایع پزشکی و هوا فضا کاربردهای فراوانی داشته باشند (شکل۱-۱). زمانی که یک قطعه خیلی بزرگ یا پیچیده بوده یا نتوان مجموعه نهایی را به صورت یک‌پارچه و یا از یک جنس ساخت، اتصال یک قطعه پلاستیکی به قطعه دیگر از همان جنس یا جنس دیگر و حتی به یک فلز یا سرامیک، ضروری می‌باشد. ترموپلاستیک‌ها معمولا با جوشکاری به هم وصل می‌شوند که در آن سطح قطعه به نحوی ذوب شده و به زنجیره‌های پلیمری این اجازه داده می‌شود تا با هم‌دیگر جوش بخورند. در این فصل به آشنایی مختصر با مواد پلیمری و روش‌های مختلف اتصال آن‌ها پرداخته شده است.

شکل ۱-۱ نمونه‌هایی از کاربردهای مواد پلیمری

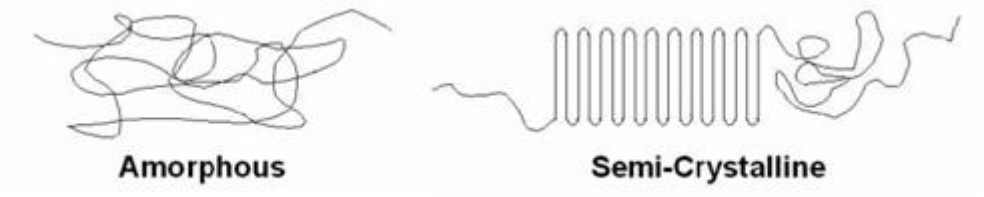
۱-۲ مواد پلیمری

پلیمرها موادی با مولکول‌های مصنوعی بلند می‌باشند که از اتصال و به هم پیوستن هزاران واحد کوچک مولکولی، موسوم به منومر تشکیل شده‌اند. پلیمر ماده‌ی خالصی است که از واکنش پلیمریزاسیون حاصل می شود. پلیمرها بندرت به صورت خالص مصرف شده و با افزودن مواد دیگری به آن، اصطلاحا پلاستیک نامیده می

شود. به منظور دست‌یابی به خواص بهتر، موادی نظیر مواد ضد بار ساکن، مواد پیونددهنده، مواد پرکننده، مواد به تأخیراندازه‌ی اشتعال، روان‌کننده‌ها، رنگ‌دانه‌ها، نرم کننده‌ها، استحکام دهنده‌ها و پایدارکننده‌ها به پلاستیک‌ها افزوده می‌شود. پلاستیک‌ها به دو دسته مهم و کلی تقسیم می شوند[۱] :

۱-۲-۱ پلاستیک‌های گرمانرم[1]

در مواد گرمانرم یا ترموپلاستیک زنجیره‌های دراز مولکولی با نیروهای ضعیف واندروالسی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. وقتی به این مواد حرارت داده شود، نیروهای بین مولکولی ضعیف می‌شود، به‌طوری که ماده نرم و انعطاف‌پذیر شده، سرانجام در اثر افزایش دما به حالت مذاب گرانروان[2] درمی‌آید و هنگامی‌که ماده سرد شد، دوباره به حالت جامد برمی‌گردد. نرم شدن ماده در اثر گرم کردن و جامد شدن آن در اثر سرد کردن را می‌توان بارها و بارها تکرار کرد. این مشخصه مهم‌ترین ویژگی و خصوصیت مواد ترموپلاستیک بوده و پایه بسیاری از روش‌های متداول شکل‌دهی و جوشکاری می‌باشد. مواد ترموپلاستیک به دو دسته بلوری[3] و بی‌شکل[4] تقسیم می‌شوند. در ترموپلاستیک‌های بلوری زنجیره‌های مولکولی دارای ساختمانی منظم می‌باشند، درحالی‌که در مواد آمورف این زنجیره‌ها همواره نامنظم می‌باشند(شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ نحوه قرارگیری زنجیره‌های مولکولی در مواد نیمه‌بلوری و بی‌شکل

[1] Thermoplastic Materials

[2] Viscous

[3] Crystalline

[4] Amorphous