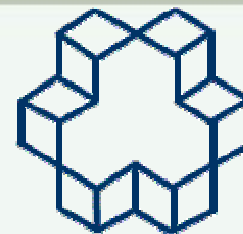




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی مواد



پلیمرهای پیشرفته

جلسه نهم

(مواد مرکب زمینه پلیمری)

بخش اول: کلیات و انواع زمینه ها

دکتر رضا اسلامی فارسانی





مقدمه

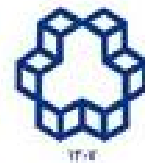
پرمصرف ترین مواد زمینه در مواد مرکب پلیمرها هستند. همواره انتخاب اول برای زمینه در مواد مرکب مواد پلیمری است مگر آن که برای کاربرد مورد نظر مواد پلیمری جوابگو نباشند (نظیر دمای کاری بالا و یا نیاز به هدایت الکتریکی و ...)

علل توسعه سریع مواد مرکب زمینه پلیمری عبارتند از:

۱ استفاده از مواد تقویت کننده با استحکام و مدول بالا در زمینه پلیمری با استحکام و مدول پایین باعث افزایش قابل توجه در استحکام و ویژه و مدول ویژه ماده مرکب می شود که هدف اصلی در کامپوزیت کردن مواد است.

۲ فرآوری مواد مرکب با زمینه پلیمری نیاز به فشار و دمای بالایی ندارد و بنابراین مشکلات مربوط به افت کیفی تقویت کننده در حین تولید در مقایسه با مواد مرکب دیگر کمتر است.

انواع زمینه های پلیمری



بطور کلی می توان انواع زمینه های پلیمری را به دو دسته کلی زیر تقسیم بندی نمود:

۱. پلاستیک ها شامل دو نوع ترموست (گرماسخت) و ترموپلاست (گرم انرم)

۲. الاستومرها

در مواد مرکب زمینه پلیمری، پرمصرف ترین زمینه، انواع پلاستیک های ترموست بخصوص زمینه پلی استر (تقویت شده با الیاف شیشه) می باشد.

پلاستیک های ترموست (گرماسخت)



نادر پلاستیک های ترموست در اثر حرارت بین زنجیره های پلیمری تشکیل دهنده آنها اتصالات عرضی از نوع کووالانسی برقرار شده و استحکام و مقاومت حرارتی آنها بهبود می یابد.

نادر ترموست ها برای ایجاد اتصالات عرضی و ایجاد ساختار شبکه ای و به عبارتی برای رسیدن به حالت مطلوب، به فرآیند پخت (Cure) نیاز دارند. این موضوع سبب می شود که زمان انجام فرآیند ترموست ها از ترموپلاست ها طولانی تر باشد.

پلاستیک های ترموست (گرماسخت)



ناپخت، فرآیندی است که در اثر اعمال حرارت و فشار و به کمک عامل پخت یا سخت کننده (هاردنر)، پیوند کووالانسی بین زنجیره های پلیمری برقرار می شود.

ناپلیمرهای ترموست پس از پخت از حالت مایع به جامد تبدیل شده و در اثر اعمال حرارت مجدد، ذوب نمی شوند بلکه در حرارت های بالا ذغال شده و سوخته و تجزیه می شوند. لذا با حرارت دهی قابل بازیابی نمی باشند که علت آن اتصالات عرضی کووالانسی بین زنجیره های پلیمری است.

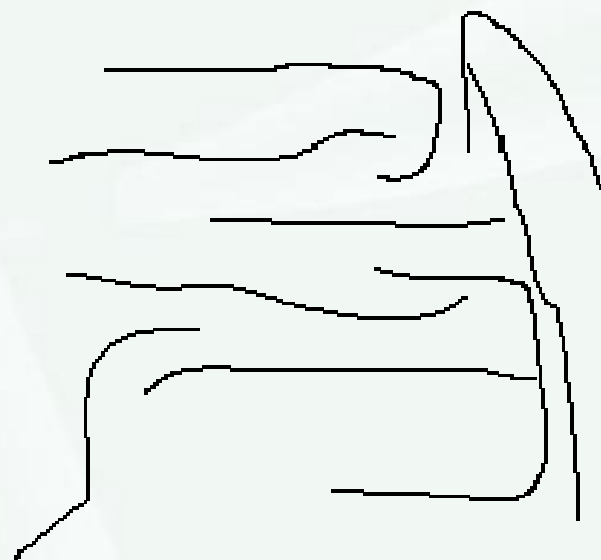


پلاستیک های ترموست (گرماسخت)



ایجاد اتصالات عرضی بین زنجیره های پلیمری در فرآیند پخت

قبل از فرآیند پخت



بعد از فرآیند پخت



انواع زمینه های پلیمری ترموست



اصلی ترین پلیمرهای ترموست مورد استفاده در مواد مرکب زمینه پلیمری به ترتیب عبارتند از:

• پلی استر

• اپوکسی

• فنول (فنولیک)

• پلی ایمیدها و پلی بنزایمیدازول ها

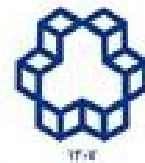


انواع زمینه های پلیمری ترموست

پلی استر

پرمصرف ترین و ارزان ترین ماده پلیمری برای استفاده به عنوان زمینه در مواد مرکب پلیمری است که برای اکثر کاربردهای تجاری به عنوان زمینه همراه الیاف شیشه به عنوان تقویت کننده بکار گرفته می شود. این کامپوزیت ها اصطلاحاً فایبرگلاس (Fiberglass) نامیده می شوند.

از جمله معایب آن مقاومت کم در برابر هوازدگی، استحکام متوسط، کارایی کم در دمای بالا و خواص فیزیکی پایین تر نسبت به دیگر زمینه های ترموست است، لذا کاربرد آن در کامپوزیت های پیشرفته محدود است.



انواع زمینه های پلیمری ترموست

اپوکسی

انواع اپوکسی برتر از پلی استر بوده ولی گران تر است. برای تولید قطعات با کیفیت بالا و خواص بهتر بخصوص در تولید کامپوزیت های پیشرفته از این نوع زمینه استفاده می شود. اپوکسی، متداول ترین زمینه برای این کامپوزیت هاست.

انواع مزایای اپوکسی می توان به چسبندگی عالی، استحکام بالا، جمع شدگی کم، محافظت در برابر خوردگی و تنوع در فرآیند اشاره کرد.

انواع دمای کاری اپوکسی با توجه به نوع آن در محدوده 240-177 درجه سانتیگراد است. انقباض در اثر پخت اپوکسی کمتر از پلی استر و معمولاً 1-5 درصد است.



انواع زمینه های پلیمری ترموست

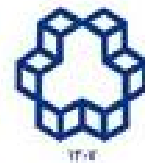


فنول

۱۱ فنول ها بدون تقویت شدن به علت مقاومت حرارتی و الکتریکی بالا به عنوان ماده اصلی جهت تولید کلید و پریز برق، قطعات لوازم خانگی، جعبه تقسیم، و جعبه فیوز و دلو بکار می روند. این نوع پلیمرها تا حد زیادی ترد هستند.

۱۱ فنول ها به عنوان زمینه مواد مرکب بخصوص برای تولید مواد مرکب کربن – کربن مورد استفاده قرار می گیرند که در لنت ترمز هواپیما و ماشین های مسابقه، نازل و دماغه موشک، کانال های دما بالای هواپیما و پره ها و باله های موشک ها مورد استفاده قرار می گیرند.

انواع زمینه های پلیمری ترموست



فنول

۱ فنول تحت عملیات پیرولیز خاصی به زمینه کربنی تبدیل می شود.

۲ نایکی از خصوصیات نامطلوب چسب های فنولیک آن است که در طول سخت شدن محصولات جانبی فرار تولید می کنند و در تولید ماده مرکب با آنها به فشار بالایی نیاز است.

۳ فنول ها در قالب دو نوع محصول تحت عنوان رزول و نووالاک به بازار عرضه می شوند.



انواع زمینه های پلیمری ترموست

پلی ایمیدها و پلی بنزآمیدازول ها

ناین نوع پلیمرها به علت دارا بودن ساختارهای حلقوی برای مواد مرکب پیشرفته که نیاز به دمای کاری بالاتر از اپوکسی دارند، استفاده می شوند.

ناین نوع پلیمرها از اپوکسی گران تر بوده و در بسیاری از کاربردهای هوافضایی بجای اپوکسی در زمینه استفاده می شوند.

ندمای کاری این نوع پلیمرها تا حدود 370 درجه سانتیگراد است.

پلاستیک های ترموپلاست (گرمانرم)



پلیمرهای ترموپلاست به سیکل های واکنش پذیر پخت نیازی ندارند و به صورت جامد عرضه می شوند که شکل دهی آنها به گرما، فشار و سپس سرد کردن نیاز دارد.

این پلیمرها در اثر اعمال حرارت، نرم و ذوب شده و با ریختن در داخل قالب و سرد کردن، شکل قطعه مورد نظر حاصل می شود.

اعمال حرارت در این مواد منجر به ایجاد اتصالات عرضی نشده، بلکه بین زنجیره های پلیمری آنها پیوند ثانویه (واندروالس یا هیدروژنی) برقرار می شود.

پلاستیک های ترموپلاست (گرمانرم)



پلیمرهای ترموپلاست دارای کارایی مناسبی در دمای بالا نیستند. اما در دماهای معمولی دارای سختی بالا، مقاومت عالی در برابر خزش و ارزانی تقریبی هستند.

پلیمرهای ترموپلاست در اثر حرارت دهی مجدد، ذوب شده و قابل بازیابی هستند.

استحکام و مقاومت به حرارت این نوع پلیمرها کمتر از انواع ترموست است و ترموست ها عموماً صلب تر از ترموپلاست ها هستند.

پلاستیک های ترموپلاست (گرم انرم)



وجود پیوند کووالانسی مستحکم درون زنجیرهای پلیمری و پیوند ضعیف واندروالسی بین زنجیره ها در مواد پلیمری ترموپلاستیک

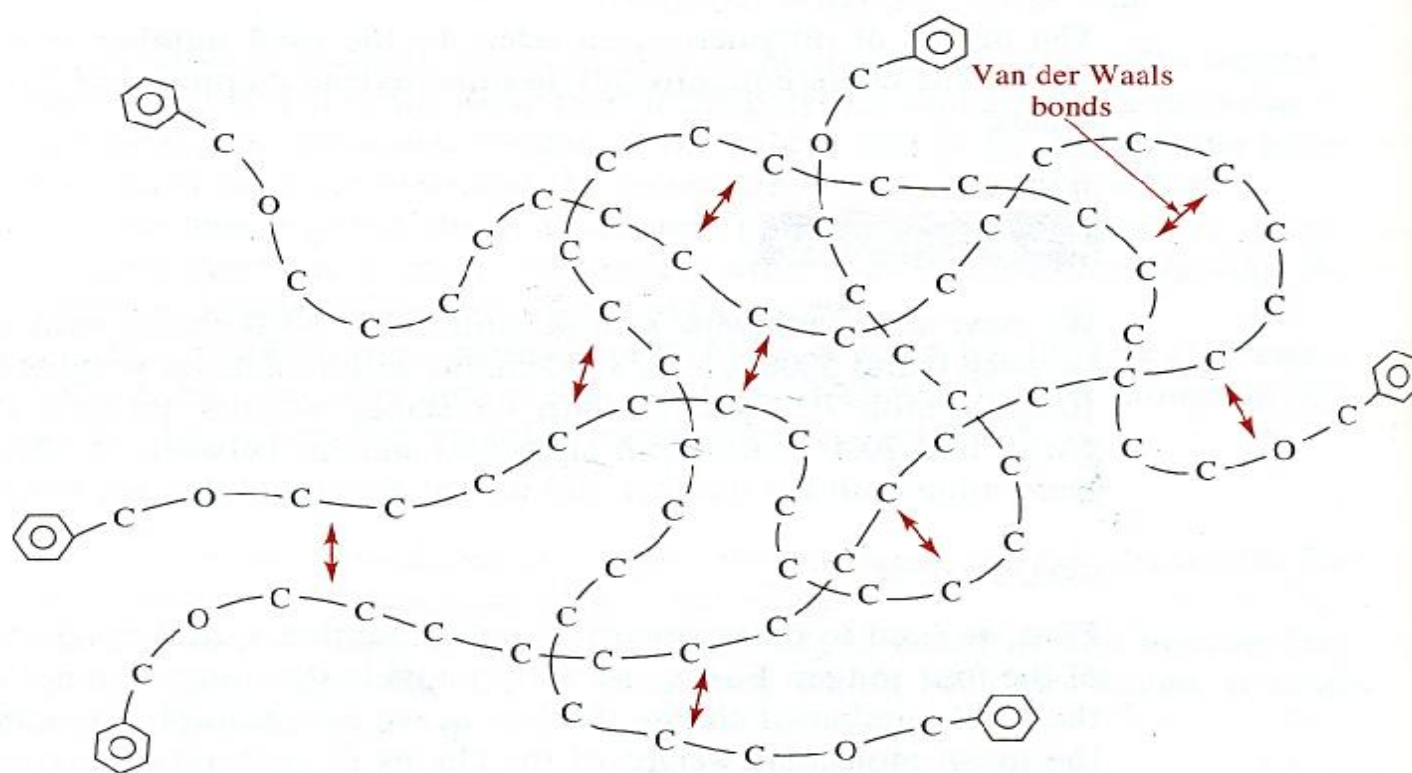
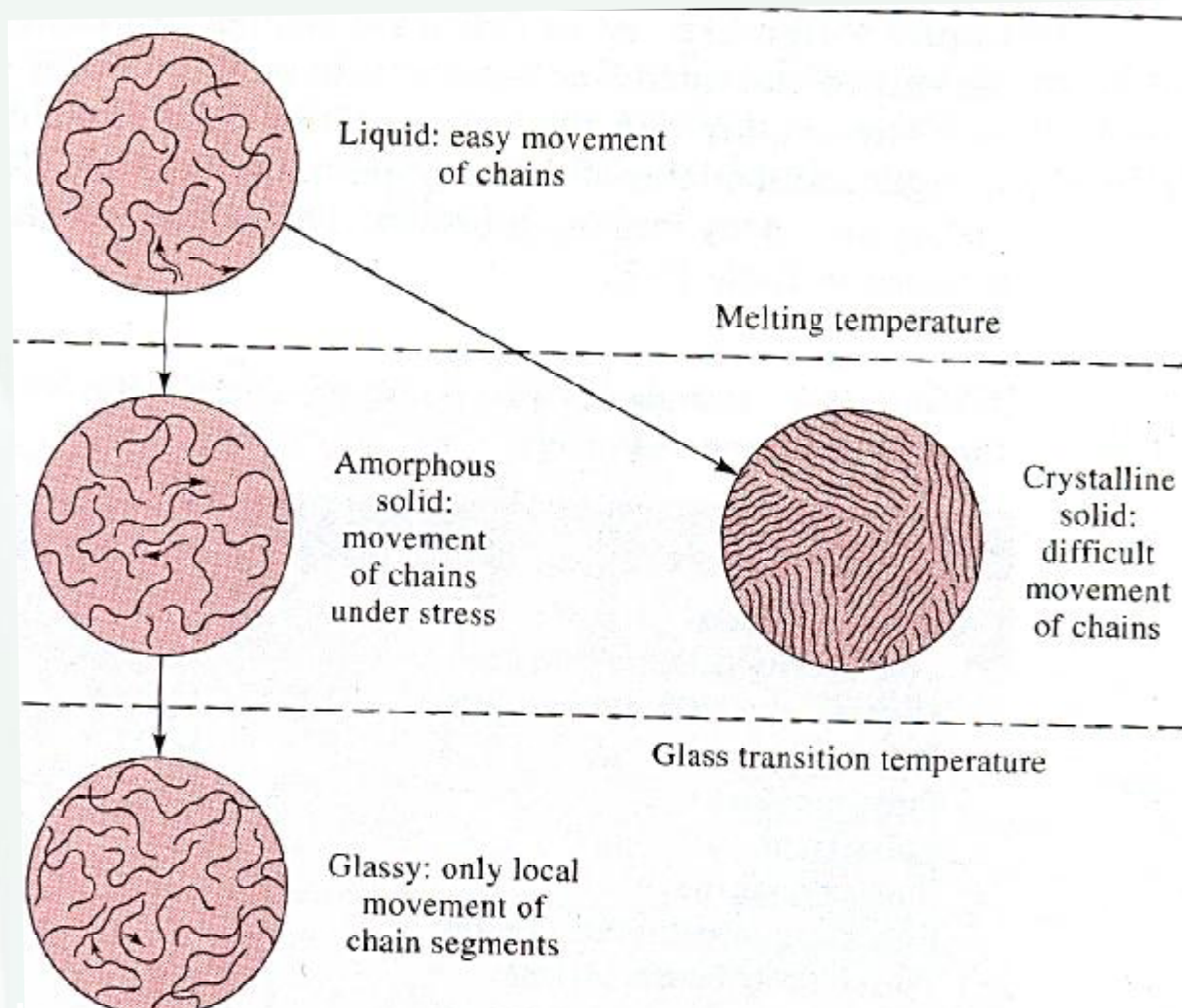


FIGURE 15-10 The chains are held loosely together by Van der Waals bonds and mechanical entanglement.

پلاستیک‌های ترموپلاست (گرم‌انرم‌ها)



تأثیر دما روی ساختار و رفتار مواد پلیمری ترموپلاست



انواع زمینه های پلیمری ترموپلاست



برخی از انواع پلیمرهای ترموپلاست به عنوان زمینه در مواد مرکب

نایلون اتیلن

نایلون پروپیلن

نایلون آمید

نایلون استیرن

نایلون اتیلن ترفتالات

نایلون کربنات

نایلون اتر اترکتون

نایلون سولفور

نایلون وینیل کلرید

الاستومرها

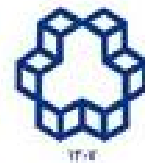


الاستومرها دسته ای از مواد پلیمری هستند که میزان کرنش الاستیک آنها بسیار بیشتر از سایر مواد پلیمری (پلاستیک های ترموست و ترموپلاست) است.

معمولاً انواع لاستیک های مصنوعی نظیر پلی بوتادین، استایرن - بوتادین و نیتریل بوتادین به عنوان زمینه مورد استفاده قرار می گیرند.

	Tensile Strength (psi)	% E	Density (g/cm ³)
Polyisoprene	3000	800	0.93
Polybutadiene	3500		0.94
Polyisobutylene	4000	350	0.92
Polychloroprene (Neoprene)	3500	800	1.24
Butadiene-styrene (BS or SBR rubber)	3000	2000	1.0
Butadiene-acrylonitrile	700	400	1.0
Silicone	1000	700	1.5
Thermoplastic elastomer	5000	1300	1.06

افزودنی ها



بجز زمینه و تقویت کننده که اجزاء اصلی ماده مرکب هستند، جزء سومی در بسیاری از موارد در مواد مرکب بکار گرفته می شود که البته برخلاف دو جزء قبلی نقش اساسی در ماده مرکب نداشته و جزء کمکی محسوب می شود. این جزء فرعی را افزودنی گویند. افزودنی ها شامل سه نوع اصلی هستند:

ناپرکننده ها

نااصلاح کننده ها

نارنگ زاها



انواع افزودنی ها

۱۱ مواد پرکننده

جهت کاهش قیمت تمام شده به زمینه افزوده می شوند، چون از مواد زمینه و تقویت کننده ارزان تر هستند. مواد معدنی پودری نظیر کربنات کلسیم، تالک، خاک رس و هیدرات آمونیم، و گلوله های ریز شیشه ای، از جمله پرکننده ها هستند.

۱۲ مواد اصلاح کننده

مواد اصلاح کننده مختلف سبب جلوگیری از جمع شدگی رزین در حین پخت، دیرسوزی، بهبود سفتی، بهبود خواص الکتریکی، بهبود ویسکوزیته، جذب نور ماوراء بنفش، بازدارندگی جهت افزایش عمر نگهداری و شتاب دادن جهت تسریع در پخت، می شوند. در مجموع این مواد، بهبود خواص و مشخصات و یا کارایی و عملکرد کامپوزیت را به همراه دارند.

۱۳ مواد رنگ زا

رنگدانه ها و رنگینه ها جهت ایجاد رنگ مورد نظر به کامپوزیت اضافه می شوند.