



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم تحقیقات یزد

کاربردهای جدید مواد پلیمری در صنایع مختلف

تهیه و تدوین:

دکتر محمد میرجلیلی

شهریور ۱۳۹۰

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول.....	۱
پلیمر.....	۱
۱-۱- تاریخچه پلیمر.....	۲
۲-۱- تعریف پلیمر.....	۳
۳-۱- انواع پلیمر.....	۳
۴-۱- محصولات پلیمری (Polymer Products).....	۴
۵-۱- الاستومر یا لاستیک و کاربرد لاستیک‌ها.....	۵
۶-۱- الیاف مصنوعی.....	۵
۷-۱- انواع الیاف.....	۶
۸-۱- گریدهای مختلف پلیمرهای اساسی.....	۶
۱-۸-۱- پلی اتیلن.....	۷
۱-۱-۸-۱- پلی اتیلن سنگین HDPE.....	۷
۲-۱-۸-۱- پلی اتیلن سبک LDPE.....	۸
۳-۱-۸-۱- پلی اتیلن سبک خطی.....	۸
۴-۱-۸-۱- پلی اتیلن ترفتالات.....	۸
۲-۸-۱- گرید بطری.....	۹
۳-۸-۱- گرید الیاف.....	۹
۱-۳-۸-۱- پلی پروپیلن.....	۹
۲-۳-۸-۱- پلی وینیل کلراید.....	۱۰
۳-۳-۸-۱- پلی استایرن.....	۱۱
۴-۸-۱- گرید معمولی (GPPS).....	۱۱
۵-۸-۱- گرید مقاوم (HIPS).....	۱۱
۶-۸-۱- گرید انبساطی.....	۱۲
۱-۶-۸-۱- پلی استایرن.....	۱۲
۲-۶-۸-۱- اکریلو نیتریل بوتادین استایرن.....	۱۳
۷-۸-۱- پلیمرهای مهندسی.....	۱۳
۱-۷-۸-۱- پلی کربنات.....	۱۳
۲-۷-۸-۱- پلی استال.....	۱۴
۳-۷-۸-۱- پلی بوتیلن ترفتالات.....	۱۴
۴-۷-۸-۱- پلی آمیدها.....	۱۴
۵-۷-۸-۱- پلی متیل متاکریلات.....	۱۴
۶-۷-۸-۱- چسب و پوشش.....	۱۵

۱۵	۱-۸-۷- پلی اورتان
۱۶	فصل دوم
۱۶	کامپوزیتها
۱۷	۲-۱- نانوکامپوزیت های پلیمری
۱۸	۲-۲- فرصت های نانوکامپوزیت های پلیمری
۱۹	۲-۳- سیلیکات های لایه ای
۲۰	۲-۴- نانولوله های کربنی
۲۱	۲-۵- چالش ها
۲۲	۲-۶- نانو کامپوزیت های بازدارنده شعله پلیمرها
۲۳	۲-۷- احتراق پلیمر و بازدارندگی شعله
۲۳	۲-۸- عمل فیزیکی بازدارنده های شعله
۲۳	۲-۹- افزایش دهنده های بازدارنده شعله
۲۳	۲-۹-۱- ذرات نانومتری
۲۴	۲-۹-۲- نانو خاک رس ها
۲۵	۲-۹-۳- ریزلوله های کربنی (CNTS)
۲۵	۲-۹-۴- ذرات اکسید فلزی
۲۶	فصل سوم
۲۶	حمل و نقل ریلی و غیر ریلی
۲۷	۳-۱- حمل و نقل ریلی و غیرریلی
۲۷	۳-۲- حمل و نقل عمومی
۲۸	۳-۳- حمل و نقل ریلی
۲۸	۳-۴- خط و ابنیه
۲۸	۳-۴-۱- تقویت سازه های بتنی
۳۰	۳-۴-۲- تراورس های کامپوزیتی
۳۰	۳-۵- وسائل نقلیه ریلی (لکوموتیو و واگن)
۳۰	۳-۵-۱- مواد اصطکاکای کامپوزیتی در سیستم ترمز اصطکاکای
۳۲	۳-۵-۲- کامپوزیت های پلیمری در قطارها
۳۳	۳-۶- حمل و نقل هوایی
۳۳	۳-۶-۱- پلیمرهای ذاتاً رنگی بعنوان ترکیبات فلورسنت
۳۴	۳-۷- کاربرد کامپوزیت ها در صنایع حمل و نقل نظامی
۳۶	فصل چهارم
۳۶	صنایع غذایی
۳۷	۴-۱- کاربرد شبکه عصبی مصنوعی برای تست های کنترل کیفی مواد غذایی
۳۷	۴-۱-۱- آشنایی با حواس بویایی انسان

۳۷	۴-۱-۲- آشنایی با حواس چشایی انسان
۳۷	۴-۱-۳- زبان الکترونیکی
۳۸	۴-۱-۴- بینی الکترونیکی
۳۸	۴-۱-۵- کاربردهای زبان و بینی الکترونیکی
۴۰	۴-۲- کاربرد پلیمرهای ذاتاً رنگی
۴۲	فصل پنجم
۴۲	نساجی
۴۳	۵-۱- الیاف پلیمری
۴۵	۵-۲- پلیمرهای مقاوم حرارتی
۴۵	۵-۳- لباس فضا نوردان
۴۵	۵-۴- لباس های محافظ
۴۶	۵-۵- کاربرد پلیمرهای ذاتاً رنگی
۴۷	۵-۶- چاپ
۴۸	۵-۷- کاربرد پرکننده ها پلیمری در صنعت کفش
۴۸	۵-۷-۱- کربنات کلسیم
۴۹	۵-۷-۲- پرکننده های کربنی
۴۹	۵-۷-۳- الیاف سلولزی
۴۹	۵-۷-۴- اکسیدهای فلزی
۵۰	۵-۷-۵- سیلیکات ها
۵۰	۵-۷-۶- سیلیکاها
۵۰	۵-۷-۷- پرکننده های شیشه ای
۵۱	فصل ششم
۵۱	خودرو
۵۲	۶-۱- کاربرد الیاف گیاهی در ساخت قطعات تزئینات خودرو
۵۲	۶-۲- کامپوزیت های الیاف گیاهی (طبیعی)
۵۴	۶-۳- کاربرد الیاف طبیعی در صنعت خودرو
۵۵	۶-۴- پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر در صنعت خودرو
۵۶	۶-۴-۱- پلیمرهای سنتزی غیرتخریب پذیر
۵۶	۶-۴-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر
۵۶	۶-۴-۱-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر با خاستگاه طبیعی
۵۶	۶-۴-۲-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر سنتزی
۵۷	۶-۴-۳- روش های تخریب پلیمرهای زیست تخریب پذیر
۵۷	۶-۴-۴- کاربرد پلیمرهای زیست تخریب پذیر در صنعت خودرو
۵۹	۶-۵- کاربرد کامپوزیت ها در صنعت خودرو سازی

۶۰	۶-۶ مزایا و صرفه جویی ها
۶۰	۶-۶-۱ سبکی
۶۰	۶-۶-۲ خواص مکانیکی بالا
۶۱	۶-۶-۳ مقاومت در برابر خوردگی
۶۱	۶-۶-۴ سرمایه گذاری کم
۶۱	۶-۶-۵ سهولت تولید
۶۱	۶-۶-۷ روش های تولید
۶۱	۶-۷-۱ روش های دستی (Hand Lay-up)
۶۱	۶-۷-۲ روش Resin Transfer Molding (RTM)
۶۲	۶-۷-۳ روش Sheet Molding Compound (SMC)
۶۲	۶-۷-۴ روش Glass Mattreinforced Thermoplastic (GMT)
۶۲	۶-۷-۵ روش Filament Winding (FW)
۶۲	۶-۷-۶ روش Bulk Molding Compound (BMC)
۶۲	۶-۷-۷ روش Long Fiber Thermoplastic (LFT)
۶۳	فصل هفتم
۶۳	صنایع برق و الکترونیک
۶۴	۷-۱ کاربرد کامپوزیت در صنعت برق و الکترونیک
۶۴	۷-۲ لوله کامپوزیتی عبور کابل
۶۵	۷-۳ سیستم حمل کابل کامپوزیتی
۶۷	۷-۴ بازوهای عرضی کامپوزیتی
۶۸	۷-۵ تیرهای کامپوزیتی
۶۹	۷-۶ نانو سنسورها
۶۹	۷-۷ پلیمرهای رسانای جریان الکتریسیته
۷۰	فصل هشتم
۷۰	پزشکی
۷۱	۸-۱ کاربرد نانو پلیمرها در مهندسی بافت
۷۲	۸-۲ کاربرد نانو پلیمرها در رهایش کنترل شده دارو
۷۲	۸-۳ تخریب سطحی و توده ای
۷۲	۸-۴ مکانیزم های تخریب
۷۳	۸-۵ اهمیت نوع پیوند برای تخریب پلیمر
۷۳	۸-۶ اثر pH روی تخریب پلیمر
۷۳	۸-۷ افزایش بازده لیزرهای رنگی با استفاده از شبکه های پلیمری سه بعدی
۷۶	۸-۸ نانوالیاف پلیمری و کاربردهای آنها در مهندسی پزشکی
۷۶	۸-۸-۱ فیلترهای مولکولی

۷۶	۸-۲-۸- بازسازی بافت
۷۶	۸-۳-۸- پوشش دهی زخم
۷۷	۸-۴-۸- سیستم های انتقال دارو
۷۷	۸-۹-۸- پلیمر های ذاتاً رنگی
۷۷	۸-۱-۹-۸- مواد فتوکرومیک
۷۸	۸-۲-۹-۸- پلیمرهای ذاتاً رنگی بعنوان ترکیبات فلورسنت
۷۹	۸-۳-۹-۸- پلیمرهای ذاتاً رنگی در لیزر
۷۹	۸-۴-۹-۸- مدل سازی و مشخصه یابی کامپوزیت پلیمر- بیوسرامیک با الیاف بافته شده جهت کاربردهای ارتوپدی
۸۰	فصل نهم
۸۰	پتروشیمی
۸۱	۹-۱- جایگاه پلیمر در صنعت پتروشیمی ایران
۸۲	۹-۲- بررسی وضعیت فناوری رنگ در حوزه تولیدات پلیمری در صنایع پتروشیمی
۸۲	۹-۳- معرفی فناوریهای رنگ در محصولات پلیمری
۸۲	۹-۱-۳- رنگ کردن توده ای (Mass Coloration)
۸۳	۹-۲-۳- رنگرزی (Dyeing)
۸۳	۹-۴-۳- پلیمریزاسیون ذاتاً رنگی (Self-colored Polymerization)
۸۳	۹-۵-۳- پوشش دهی
۸۴	۹-۴- نقش فناوری رنگ در توسعه تولیدات پلیمری
۸۴	۹-۵- گوگردزدایی گازوئیل بوسیله باکتری
۸۵	فصل دهم
۸۵	عمران
۸۶	۱۰-۱- آسفالت های پلیمری
۸۷	۱۰-۲- روش های تولید قیر پلیمری
۸۷	۱۰-۳- پلیمرهای مورد استفاده در آسفالت
۸۷	۱۰-۱-۳- الاستومرها (لاستیک ها)
۸۸	۱۰-۲-۳- پلاستومرها
۸۸	۱۰-۱-۲-۳- اتیلن وینیل استات (EVA)
۸۸	۱۰-۴- مزایای آسفالت پلیمری
۸۹	۱۰-۵- تاثیر روکش آسفالت های پلیمری بر خط کشی های ترافیکی
۹۰	۱۰-۶- کاربرد پلیمر در اصلاح خواص قیر و تهیه آسفالت پلیمری
۹۰	۱۰-۷- انواع متداول قیرهای پلیمری
۹۰	۱۰-۱-۷- پلیمر SBS
۹۱	۱۰-۲-۷- آلیاژ PS و SBR
۹۱	۱۰-۳-۷- گیلسونایت

۹۲	۱۰-۷-۴- قیر VB اصلاح شده
۹۳	۱۰-۸- امولسیون های پلیمر قیری
۹۴	۱۰-۹- درصد واکس
۹۴	۱۰-۱۰- مواد کامپوزیت در مهندسی عمران
۹۵	۱۰-۱۰-۱- کامپوزیت های نرم
۹۵	۱۰-۱۰-۲- کامپوزیت های سخت
۹۵	۱۰-۱۰-۳- اثر اندرکنش بین مصالح و سازه
۹۵	۱۰-۱۱- مواردی چند از کاربردهای کامپوزیت ها در مهندسی سازه
۹۵	۱۰-۱۲- بتن پلیمری
۹۶	۱۰-۱۲-۱- انواع بتن پلیمری
۹۷	۱۰-۱۲-۲- اجزاء تشکیل دهنده بتن های پلیمری
۹۸	فصل یازدهم
۹۸	نظامی
۹۹	۱۱-۱- کامپوزیت ها در صنایع نظامی
۹۹	۱۱-۱-۱- اسلحه های شخصی
۱۰۱	۱۱-۱-۲- جنگ افزارهای بزرگ
۱۰۱	۱۱-۱-۳- موشک ها
۱۰۲	۱۱-۱-۴- هواپیماها
۱۰۳	فصل دوازدهم
۱۰۳	سرامیک
۱۰۴	۱۲-۱- کاربرد پلیمرهای آلی در مواد سرامیکی
۱۰۴	۱۲-۲- کاربرد موقت پلیمرهای آلی در مواد سرامیکی
۱۰۵	۱۲-۲-۱- چسب ها
۱۰۵	۱۲-۲-۱-۱- طبقه بندی چسب های آلی (پلیمری)
۱۰۶	۱۲-۲-۱-۲- ویژگی های چسب پلیمری مناسب
۱۰۷	۱۲-۲-۲- نرم کننده ها
۱۰۷	۱۲-۲-۳- پراکنده کننده ها
۱۰۷	۱۲-۲-۴- لیزانه ها
۱۰۸	۱۲-۲-۵- کامپوزیت های پلیمر - سرامیکی
۱۰۸	۱۲-۲-۶- مواد پوشش دهنده محافظ
۱۱۰	فصل سیزدهم
۱۱۰	ساختمان
۱۱۱	۱۳-۱- کاربرد مواد نانو ساختار در صنعت ساختمان
۱۱۱	۱۳-۲- مواد نانو کمپوزیت

۱۱۲.....	۱۳-۳- بتن با عملکرد بالا (High Performance Concrete)
۱۱۳.....	۱۳-۳-۱- نانو سیلیس آمورف
۱۱۳.....	۱۳-۳-۲- نانو لوله ها (Nanotubes)
۱۱۴.....	۱۳-۴- نقش مؤثر کاربرد مواد پلیمری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان
۱۱۵.....	۱۳-۵- بکارگیری مواد پوشش دهنده پلیمری در ساختمان
۱۱۵.....	۱۳-۶- افزایش دوام مصالح ساختمانی
۱۱۸.....	۱۳-۶- پوشش های ضد حریق
۱۱۸.....	۱۳-۶-۱- اسپری آب مداوم
۱۱۸.....	۱۳-۶-۲- دفن مخازن در خاک
۱۱۸.....	۱۳-۶-۳- پوشش های ضد حریق
۱۲۰.....	۱۳-۶-۱- پوشش های ضد حریق بر پایه زرین های آلی متورم شونده
۱۲۰.....	۱۳-۶-۲- پوشش هایی بر پایه ی مواد نسوز معدنی Vermiculite
۱۲۲.....	منابع

فصل اول

پلیمر

۱-۱- تاریخچه پلیمر

بشر نخستین آموخته بود چگونه الیاف پروتئینی پشم و ابریشم و الیاف سلولزی پنبه و کتان را عمل آورد، رنگرزی کند و ببافد. از پلیمرهای طبیعی مانند قیر، پوشش خارجی لاک پشت، شاخ حیوانات و صمغ درختان (که در ساخت کهربا و لاستیک استفاده می شده است) با استفاده از حرارت دادن و اعمال فشار و سائل تزئینی بسازد. بومیان آمریکای مرکزی از لاستیک طبیعی، برای ساختن اشیاء کشسان و پارچه‌های ضد آب استفاده می کردند. اولین کاربرد تجاری پلیمرها در سال ۱۸۴۳ با کشف کائوچو آغاز گردید. باکلیت (Bakelite) اولین پلیمر مصنوعی بود که در سال ۱۹۰۹ ساخته و پس از آن الیاف نیمه مصنوعی ریون (Rayon) در سال ۱۹۱۱ ساخته شد.

با شروع جنگ جهانی موادمانند نایلون، آکرلیک، نئوپرن، لاستیک بوتادین استایرن (SBR)، پلی اتیلن و سایر پلیمرها جایگزین مواد طبیعی کمیاب گردیدند. از آن زمان، سیر رشد صنایع پلیمر ادامه یافت.

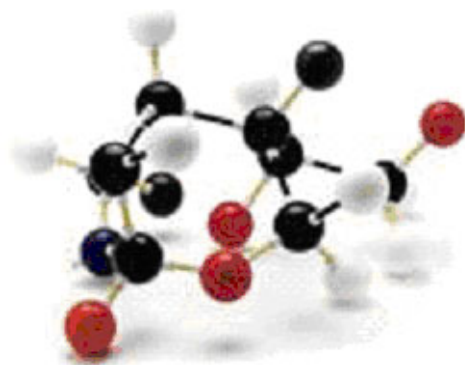
۸۰ درصد مواد پایه پتروشیمی تا سال ۱۹۸۰ در کشورهای ایالات متحده آمریکا، اروپای غربی و ژاپن تولید میگردید که ضمن تامین نیاز داخل به دیگر مناطق نیز صادر می شد. از آن پس ساختار جهانی صنعت پتروشیمی تغییرات قابل توجهی پیدا کرد. کشورهایی که از منابع عظیم نفت خام و گاز طبیعی بهره مند بودند مانند کشورهای خاورمیانه و کانادا، به منظور افزایش ارزش افزوده منابع خود شروع به تاسیس واحدهای پتروشیمی نمودند.

از طرفی کشورهای سنگاپور، کره جنوبی و تایوان به منظور تامین نیاز صنایع داخلی خود و نیز صادرات به کشورهایی نظیر چین، ظرفیتهای زیادی برای تولید مواد پایه پتروشیمی ایجاد کرده اند. رشد مصرف بالای ناشی از رشد سریع جمعیت برخی کشورها نظیر چین و هند، تقاضای مواد پایه این کشورها را افزایش داد. راه اندازی واحدهای پتروشیمی در مناطق دیگر جهان که یا دسترسی به خوراک این صنعت داشته اند مانند عربستان سعودی و یا خود بازار هدف این محصولات بوده اند مانند چین، الگوی تولید و تجارت جهانی را تغییر داد. به طوریکه سهم ظرفیت مناطق صنعتی جهان (ایالات متحده آمریکا، اروپای غربی و ژاپن) از تولید مواد پایه پتروشیمی از ۸۱ درصد در دهه ۱۹۷۰ به ۶۴ درصد در دهه ۱۹۸۰ و ۶۳ درصد در دهه ۱۹۹۰ رسیده که پیش بینی می گردد این رقم در سال ۲۰۱۲ میلادی به ۳۵ درصد کاهش یابد. در حال حاضر، ظرفیت جهانی مواد پایه پتروشیمی از قبیل اتیلن، پروپیلن، بنزن، متانول، زایلین ها، تولوئن و بوتادین بالغ بر ۳۷۹ میلیون تن است.

۲-۱- تعریف پلیمر

پلیمر از دو بخش یونانی (پلی) به معنای بسیار و (مر) به معنی قسمت، پاره یا قطعه گرفته شده است. پلیمر ماده‌ای شامل ملکول‌های بزرگی است که از واحد‌های کوچک تکرار شونده که تکپار یا منومر نامیده می‌شود ساخته شده است.

قسمت عمده خوراک پلیمرها از مواد پایه پتروشیمی مانند اتیلن، پروپیلن، بنزن و زایلین‌ها تامین می‌گردد که تنها ۵ درصد از مصرف انرژی فسیلی جهان (نفت، گاز و...) را به خود اختصاص داده است. تولید کنندگان پلیمر، سازنده هزاران هزار محصول با ارزش قبیله لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف، چسب‌ها و پوشش‌ها و... می‌باشند که نه تنها از ارزش افزوده بسیار بالاتری نسبت به مواد اولیه بر خوردارند، بلکه توسعه صنایع پایین دستی را نیز به همراه می‌آورد.



۳-۱- انواع پلیمر

تعداد واحدهای تکرار شونده در یک مولکول بزرگ، درجه پلیمرش یا درجه پلیمریزاسیون نامیده می‌شود. پلیمرهایی که فقط از یک نوع واحد تکرار شونده تشکیل شده اند، همگون پلیمر (Homopolymer) و آنهایی که از دو نوع واحد تکرار شونده تشکیل شده‌اند، کوپلیمر (Copolymer) نامیده می‌شوند. گاهی لفظ ترپلیمر (Terpolymer) نیز برای محصولات حاصل از پلیمرش سه تک پار (منومر) به کار می‌رود. در عین حال، در مورد محصولاتی که با بیش از سه تک پار پلیمرش شده‌اند، لفظ ناهمگون پلیمر (Heteropolymer) رایج است. بیشتر مواد اساسی همچون پروتئین، چوب، کتان، مو، پشم، لاستیک خام (کائوچو) و رزین‌ها که در موجودات زنده یافت می‌شود، پلیمر هستند.

پلیمرها را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف طبقه بندی نمود مانند: منابع، اساسی یا مهندسی، عبور نور، واکنش حرارتی، واکنش‌های پلیمریزاسیون، ساختمان مولکولی و ساختمان کریستالی.

پلیمرها از لحاظ منبع به سه گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند که عبارتند از: پلیمرهای طبیعی، طبیعی اصلاح شده و مصنوعی. پلیمرها از نظر اثر پذیری در برابر حرارت به دو دسته گرما نرم‌ها (ترموپلاستیک‌ها) و گرما سخت‌ها (ترموست‌ها) تقسیم می‌شوند. گرما نرم یا ترمو پلاستیک (Thermoplastic) به پلیمرهایی گفته می‌شود که با افزایش دما بدون تغییر شیمیایی، ذوب می‌شوند. این پلیمرها را می‌توان به دفعات ذوب و دوباره جامد نمود. چنین پلیمرهایی در حالت مذاب مانند مایعات جاری می‌شوند و از این لحاظ با پلیمرهای دارای اتصالات عرضی متمایزند.

گرما سخت یا ترموست (Thermoset) به پلیمرهایی گفته می‌شود که در اثر اعمال حرارت در آنها پیوندهای عرضی با واکنش‌های شیمیایی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یکپارچه صلب درمی‌آیند. این پلیمرها هنگام حرارت دهی ذوب نشده، بلکه در دماهای بسیار بالا به صورت برگشت ناپذیری تجزیه می‌شوند. از نظر صنایع مادر، پلیمرها به چهار گروه صنعتی لاستیک، پلاستیک، الیاف، پوششی و چسب تقسیم بندی می‌شوند که صنایع بسیاری به آنها وابسته است.

۱-۴- محصولات پلیمری (Polymer Products)

صنایع شیمیایی، یکی از قدیمی‌ترین صنایع دنیا محسوب می‌شود. پس از کشف الکل و اسید سولفوریک توسط رازی، دانشمند بزرگ ایرانی، علم شیمی راه پر فراز و نشیبی را طی کرد. کشف نفت و تلاش در جهت پالایش آن موجب جهش بزرگی در ساخت انواع مواد شیمیایی گردید. سنتز اوره توسط فردریک وهلر در سال ۱۸۲۸ میلادی، صنعت پتروشیمی را وارد مرحله جدیدی نمود. از آن پس بشر با تلاش برای دستیابی به پلیمر جدید، با استفاده از مواد آلی (عمدتاً هیدروکربنها) موجود در طبیعت به تولید مواد مصنوعی نایل گردیده و محصولات پتروشیمی بسرعت در کلیه شئون زندگی، جای خود را گشودند. یکی از انواع محصولات - که تقریباً ادامه زندگی بدون آن سخت و حتی غیر ممکن به نظر می‌رسد - پلیمرها می‌باشند. این گروه محصولات ارزشمند از دسته غیر فلزات بوده، در کنار سرامیک‌ها و شیشه‌ها نقش خاصی را در زندگی روزمره انسان‌ها ایفا می‌کنند.

پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، الیاف مصنوعی و چسب‌ها و پوشش‌ها در زمره این گروه از محصولات پتروشیمی هستند.

۱-۵- الاستومر یا لاستیک و کاربرد لاستیک‌ها

الاستومر، پلیمری است که قابلیت ارتجاعی زیادی داشته و می‌توان آنرا تراکم ناپذیر فرض کرد. نام الاستومر از دو قسمت «الاستو» (برگرفته از «لاستیک» و به معنای ارتجاعی) و «مر» (بر گرفته از «پلیمر») تشکیل شده است.

هر چند قدمت تاریخی صنایع لاستیک دقیقاً مشخص نیست، اما اعتقاد بر این است که بومیان آمریکای مرکزی از برخی درختان، شیرابه‌هایی استخراج می‌کردند که بعد ها نام (لاتکس) را به خود گرفت که اولین مواد لاستیکی را تشکیل می‌دادند. مشکل اساسی این لاستیک سفت شدن در زمستان و چسبندگی بودن در تابستان بود. تا اینکه در سال ۱۸۳۹ چارلز گودیر متوجه شد که در اثر مخلوط کردن لاتکس طبیعی با گوگرد و حرارت دادن آن، ماده‌ای قابل ذوب و قابل شکل دادن ایجاد می‌شود که مشکلات قبلی آن برطرف شده و کاملاً مقاوم و مستحکم است و می‌توان از آن، محصولات مختلفی از قبیل لاستیک‌های توپر، پوتین، چرخ ارابه، توپ و... تهیه کرد. این پدیده ولکانیزاسیون و لاستیک حاصله را «کائوچوی ولکانیزه» نامیدند.

بعدها خواص مکانیکی لاستیک‌ها با استفاده از دوده صنعتی (کربن بلک) به عنوان یک ماده پرکننده افزودنی استحکام، بهبود یافت و در نتیجه، لاستیک‌های بادی و (تیوپ) تهیه شد. بعد از آن، لاستیک‌های سنتزی مانند ایزوپرن، بوتادی‌ان، کلروپرن و... بعد ها لاستیک‌های سنتزی مثل کاپلیمرهای استایرن و بوتادی‌ان تهیه و به بازار عرضه گردید. تولید انواع لاستیک مصنوعی، انقلابی در صنایع دیگر ایجاد نمود.

مهمترین کاربرد لاستیک‌های سنتزی، در ساخت انواع تایر اتومبیل سواری، کامیون و هواپیما، ساخت کفش، تسمه و نوارهای نقاله، مصنوعات ابر شکل، روکش کابل و سیم، لوله‌ها و وسایل لاستیکی است. همچنین از این ماده ارزشمند در صنایع پالایش، شیمیایی، رنگسازی، چرم مصنوعی، پوشش نخ و پارچه، نوارهای لاستیکی، پوشش مخازن و لوله‌ها، لاستیک‌های ضربه گیر و صدا گیر، ساخت قطعات مکانیکی، واشرها و... استفاده می‌گردد.

۱-۶- الیاف مصنوعی

از آغاز پیدایش انسان، همواره چگونگی پوشش و نجات او از سرما مطرح بوده است. مصریها نزدیک به ۵۵۰۰ سال پیش، هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را آموختند و چینیه‌ها با پرورش کرم ابریشم در حدود ۳۶۰۰ سال پیش، مشکلات پوشش خود را حل کردند. در سده هفدهم، دانشمند انگلیسی بنام رابرت هوک "Robert- Hooke" پیشنهاد کرد که می‌توان الیاف را با توجه به شیوه‌ای که کرم ابریشم عمل می‌کند، تولید نمود. پس از آن، یک بافنده انگلیسی به نام لوئزشواب "Lois-Schwabe"

توانست الیاف بسیار ظریف شیشه را با عبور شیشه مذاب از منافذ بسیار ریز تهیه نماید. پس از چندی، سایر دانشمندان موفق به استخراج سلولز چوب و در نتیجه تولید الیاف شدند در سده های هجده و نوزده، همراه با انقلاب صنعتی، ریسندگی و بافندگی، مبدل به تکنولوژی تهیه پارچه از الیاف گوناگون طبیعی و مصنوعی گردید.

۷-۱- انواع الیاف

در صنعت نساجی، الیاف به سه دسته تقسیم می شوند که عبارتند از: الیاف طبیعی "Natural fibres" شامل دو بخش الیاف نباتی مانند: پنبه، کتان، کنف و الیاف حیوانی مانند پشم و ابریشم می باشند. الیاف کانی "Mineral fibres" الیافی هستند که مواد اولیه آنها از کانی ها به دست می آیند مانند الیاف شیشه ای و الیاف فلزی. الیاف مصنوعی به گروهی از الیاف نساجی گفته می شود که توسط روش های خاص تولید و بصورت مصنوعی تولید می گردند که خود بر دو دسته اند. الیاف بازیافتی که منشاء طبیعی دارند، ولی توسط انسان دوباره تهیه می شوند مانند ویسکوز، استات و تری استات که هر یک ریشه سلولزی دارند و یا ریشه پروتئینی دارند مانند الیاف کرئین، آردیل و زئین.

- الیاف سینتتیک یا مصنوعی که از مشتقات نفتی تولید می گردند، مانند: نایلون، داکرون، ارلون یا بطور کلی پلی آمیدها، پلی استرها، پلی اورتانها، پلی آکریل و نیتریل، پلی وینیل کلراید و... الیاف مصنوعی در تولید انواع لباس های مردانه، زنانه، جوراب و دستکش، کمربند و مچ بند، لباس های ورزشی، انواع فرشهای ماشینی و موکت، کاموا و پتو، رویه مبلمان، پرده، تورهای ماهیگیری، بالن ها، چتر نجات، چتر و بارانی، کیف، نخ بخیه، رویه کفش، عروسک سازی، عایق های الکتریکی، وسائل ورزشی، پوشش های ضد رطوبت، ضد حرارت، لباس فضا نوردان و... مورد استفاده قرار می گیرد.

۸-۱- گریدهای مختلف پلیمرهای اساسی

عمده پلیمرهای پرمصرف تولیدی در صنعت پتروشیمی، شامل پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات، پلی پروپیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استایرن و اکریلونیتریل بوتادین استایرن است. پلی اتیلن که عمدتاً در سه گروه پلی اتیلن سنگین، سبک و سبک خطی تولید می گردد بر مصرف ترین پلیمر جهان است. رشد سریع مصرف پلی اتیلن ترفتالات و پلی پروپیلن نسبت به پلی وینیل کلراید باعث گردید که این پلیمر از مقام دومین پلیمر بر مصرف جهان به مقام چهارم پس از پلی اتیلن ترفتالات و پلی پروپیلن

نزول نماید. پلی استایرن و اکریلو نیتریل بوتادین استایرن نیز در مراتب بعدی پس از پلی وینیل کلراید قرار دارند.



۱-۸-۱- پلی اتیلن

اتیلن، سبکترین الفین است که گازی بی رنگ، قابل اشتعال و با بویی تقریباً شیرین است. پلی اتیلن پلیمری است که از اتیلن درست می شود. رزین های پلی اتیلن به دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی نظیر انعطاف پذیری بالا، مقاومت خوب در مقابل اسیدها، بازها و نمک‌ها (به استثناء مواد اکسید کننده قوی) و آب، در محصولات بیشمار بکار رفته و به همین دلیل، امروزه بیشترین تولید پلیمر جهان را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر، مصرف جهانی این پلیمر بالغ بر ۶۹ میلیون تن، معادل ۳۱ درصد کل مصرف پلیمرهای پر مصرف جهان است. سه گروه اصلی این پلیمر، پلی اتیلن سنگین، پلی اتیلن سبک و پلی اتیلن سبک خطی می‌باشد.

۱-۸-۱-۱- پلی اتیلن سنگین HDPE

فشرده‌گی زنجیره مولکولی در این نوع پلیمر باعث افزایش دانسیته و کاهش شدید انعطاف پذیری آن می‌گردد. این پلیمر اگر چه نسبت به پلی اتیلن سبک از مقاومت ضربه ای کمتری برخوردار است، اما مقاومت آن در برابر مواد شیمیایی تنش‌های شکننده محیطی خوب است. لذا در ساخت انواع

محصولات تجاری مانند ظروف نگاه دارنده سوخت، صندلی های مورد استفاده در فضای باز، اسباب بازی ها، جامه دان ها، لوله ها، روکش کابل و سیم و... بکار می رود.

۱-۸-۱-۲- پلی اتیلن سبک LDPE

پلی اتیلن سبک به لحاظ فشردگی کم مولکولی از دانسیته پایین و در نتیجه انعطاف پذیری خوبی برخوردار است، چنین ویژگی باعث گردیده که این محصول در ساخت فیلم و ورق جهت مصرف در روکش های طلقی شفاف، آسترهای بسته بندی، کاورها، ظروف تحت فشار، روکش کابل و سیم و... مصرف گردد.

۱-۸-۱-۳- پلی اتیلن سبک خطی

این پلیمر از دانسیته کمتری نسبت به پلی اتیلن سبک برخوردار است، در مقابل پارگی و سوراخ شدن مقاومت، استحکام و کشش بهتری از خود نشان می دهد. این پلیمر، جهت تولید فیلم بسته بندی، روکش کابل و سیم، بطری و ظرف، اسباب بازی، ورقه، لوله و... بکار می رود. آسیا، آمریکای شمالی و اروپای غربی به ترتیب، بزرگترین تولید کنندگان پلی اتیلن جهان می باشند.

تولید پلی اتیلن سبک خطی در سال ۲۰۰۲ بالغ بر ۱۴/۹ میلیون تن بوده است که با رشد ۵/۷ درصدی به ۱۹/۶ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ رسید. پیش بینی می گردد که تولید این پلیمر به حدود ۲۶ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ افزایش یابد. این پلیمر به دلیل ویژگی های منحصر به فرد، از رشد مصرف بالاتری نسبت به پلی اتیلن های سبک و سنگین برخوردار است. بطوریکه پیش بینی می گردد تا سال ۲۰۱۷ مصرف این پلیمر با متوسط رشد مصرف سالانه ۵/۴ درصد به حدود ۳۴ میلیون تن (۳۴ درصد مصرف کل پلی اتیلن ها) بالغ گردد. همچنین پیش بینی می گردد که در سال ۲۰۱۷، پلی اتیلن سنگین با مصرف حدود ۴۶ میلیون تن حدود ۴۶ درصد مصرف کل پلی اتیلن ها را به خود اختصاص دهد. هر چند به ظاهر، بازار مصرف پلی اتیلن سبک اشباع گردیده است، اما پیش بینی می گردد که مصرف این پلیمر از حدود ۱۷/۷ میلیون تن کنونی به حدود ۲۰/۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۷ افزایش یابد.

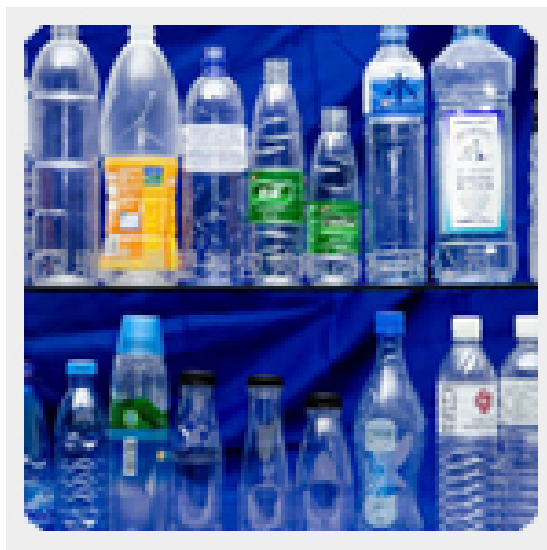
۱-۸-۱-۴- پلی اتیلن ترفتالات

این پلاستیک گرما نرم که تحول عظیمی در نگهداری مواد غذایی (مایعات) ایجاد کرده، به علت بر خورداری از استحکام بالا و تحمل فشار بیش از ۱۰۰ PSI و مقاومت در برابر عبور گاز دی اکسید

کربن، کاربرد بسیار وسیعی در نگهداری انواع نوشابه های گاز کربنیک دار یافته است. این پلیمر که عمدتاً در دو گرید بطری و الیاف تولید می گردد، دومین پلیمر پر مصرف جهان است.

۱-۸-۲- گرید بطری

همانطور که از اسم این گرید پیداست، از این گرید در نگهداری انواع نوشیدنی های گاز کربنیک دار استفاده می شود. در حال حاضر، مصرف جهانی آن ۱۴/۲ میلیون تن است که معادل ۶/۷ درصد پلیمرهای پرمصرف جهان می باشد و پیش بینی می گردد تا سال ۲۰۱۷ میزان مصرف آن به حدود ۲۶/۸ میلیون تن افزایش یابد.



۱-۸-۳- گرید الیاف

این گرید در تولید انواع پارچه و پوشاک بکار می رود بهترین تشابه را با پنبه طبیعی دارد. در حال حاضر، مصرف جهانی گرید الیاف، ۲۹ میلیون تن می باشد که حدود ۱۳/۶ درصد مصرف پلیمرهای پرمصرف جهان است. پیش بینی می گردد که میزان مصرف این پلیمر به حدود ۴۱/۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۷ بالغ گردد. داکرون و ترویرا، نام تجاری برخی از الیاف پلی اتیلن تر فتالات می باشد.

۱-۸-۳-۱- پلی پروپیلن

پلی پروپیلن، پلیمری گرما نرم است که ابتدا در سال ۱۹۵۱ توسط دکتر کارل رهن بدون پی بردن به اهمیت آن، در شرکت هوخست آلمان بدست آمد. اهمیت این پلیمر با کشف مجدد آن توسط جولیوناتا در سال ۱۹۵۴ آشکار گردید.

پلی پروپیلن با مصرف سالانه ۴۵/۶ میلیون تن و اختصاص ۲۰ درصد از مصرف پلیمرهای اساسی، سومین پلیمر پر مصرف جهان است. قابلیت افزایش خواصی چون پرکنندگی، تقویت کنندگی و دیگر اصلاح کننده‌ها، پلی پروپیلن را تبدیل به پلیمری پر مصرف و پر طرفدار نموده است. ظرفیت جهانی تولید این پلیمر در سال ۲۰۰۲ حدود ۳۹/۴ میلیون تن بوده است که با رشد ۴/۵ درصدی به حدود ۴۹ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ رسیده است. پیش بینی می گردد مصرف جهانی پلی پروپیلن تا سال ۲۰۱۷ به ۶۹/۵ میلیون تن افزایش یابد.

پلی پروپیلن در صنعت اتومبیل در ساخت تزئینات داخلی، پروانه‌ها، کفپوش اتومبیل و جعبه باتری و همچنین در ساخت بدنه رادیو و تلویزیون، اجزای ماشین ظرف شویی، همزن‌های شست و شوگر، لوله، ساخت فیلم‌های بسته بندی برای صنایع غذایی و ساخت الیاف جهت تولید فرش، پستی و گونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیلوها، چمن‌های مصنوعی، طناب‌های مقاوم در برابر پوسیدگی، تورهای ماهیگیری و قلم موها از کاربرد های دیگر پلی پروپیلن می‌باشد.

۱-۸-۲- پلی وینیل کلراید

از مزایای پلی وینیل کلراید، مقاومت خوب آن در برابر چربی‌ها، روغن‌ها، اسیدها و بازها می‌باشد. عایق الکتریسیته بوده و در برابر شعله، مقاوم است و از آنجائیکه به راحتی با انواع نرم کننده‌ها آمیخته می‌گردد، میتوان محصولات پلاستیکی متنوعی از سخت ترین شکل تا انعطاف ترین شکل را از آن تولید نمود.

پلی وینیل کلراید در دو دسته تولید می‌گردد: نوع سخت و نوع انعطاف پذیر. اگر به این پلیمر، نرم‌کننده‌ای افزوده نگردد یا با مقدار کمی از آن آمیخته گردد، پلاستیک قوی و سفتی حاصل می شود که در ساخت لوله و اتصالات ساختمانی، پروفیل در و پنجره، پوشش خارجی و پانل های ساختمانی، مجاری فاضلاب‌ها، ناودان‌ها، درزگیر در و پنجره، قطعات اتومبیل، کارت های اعتباری و... بکار می‌رود. مصارف پلیمر انعطاف پذیر بسیار متنوع است. از تولید انواع کاغذ دیواری و رومبلی تا تولید ورق و فیلم، از اسباب بازی گرفته تا شیلنگ و پرده حمام و رومیزی، کیسه خون و... همگی از بازارهای مصرف این پلیمر می‌باشند. در حال حاضر، مصرف جهانی این پلیمر ۳۴/۳ میلیون تن است که معادل ۱۶ درصد مصرف پلیمرهای اساسی است و پیش بینی می‌گردد که تا سال ۲۰۱۷ مصرف این پلیمر به حدود ۴۸/۳ میلیون تن برسد.

۱-۸-۳- پلی استایرن

اولین بار در سال ۱۹۴۰ پلی استایرن توسط شرکت آلمانی صنایع فاربن تولید و به عنوان عایق در صنایع الکتریکی مصرف گردید. امروزه پلی استایرن، پنجمین پلیمر پر مصرف جهان است که در اغلب صنایع بکار می رود. شفافیت، شکل پذیری و قیمت مناسب این پلیمر باعث گردید ظرفیت جهانی این ماده از ۸/۷ میلیون تن در سال ۱۹۹۰ به ۱۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۳ افزایش یابد. این پلیمر که بر خلاف سایر پلاستیکها شفاف است، در برابر جذب آب، مقاومت خوبی داشته و عایق حرارتی و الکتریکی بسیار خوبی می باشد. در حال حاضر، ظرفیت تولید این ماده حدود ۲۱/۳ میلیون تن است که پیش‌بینی می‌گردد با رشد ۲ درصدی به حدود ۲۳/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ افزایش یابد. مصرف جهانی این ماده در حال حاضر حدود ۱۶/۴ میلیون تن است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ به ترتیب به حدود ۱۹ و ۲۱/۸ میلیون تن بالغ گردد. سهم این پلیمر از مصرف پلیمر های اساسی حدود ۷/۷ درصد است و در ۳ گرید EPS، GPPS و HIPS تولید می گردد.

۱-۸-۴- گرید معمولی (GPPS)

این پلیمر به دلیل خواصی مانند شفافیت، مقاومت در برابر جذب رطوبت، نداشتن بو و مزه، عایق الکتریسیته و نیز خاصیت قالب پذیری خوب با استقبال فراوانی روبرو شد. به همین جهت این پلیمر در ساخت وسایلی نظیر لوازم بهداشتی، ورزشی، صنایع اتومبیل‌سازی، لوازم خانگی، صنایع الکتریکی، کامپیوتر، پنکه، ریش تراش و... بکار می رود.

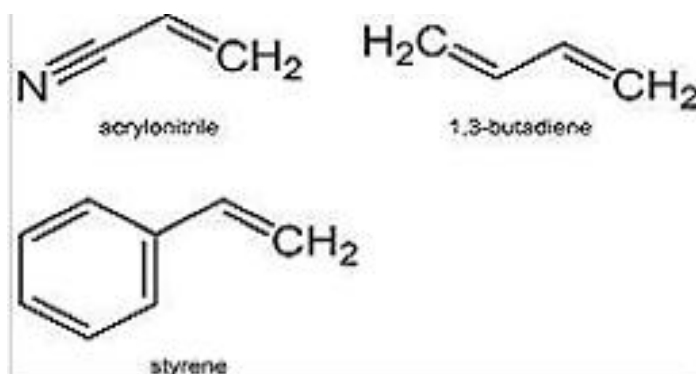
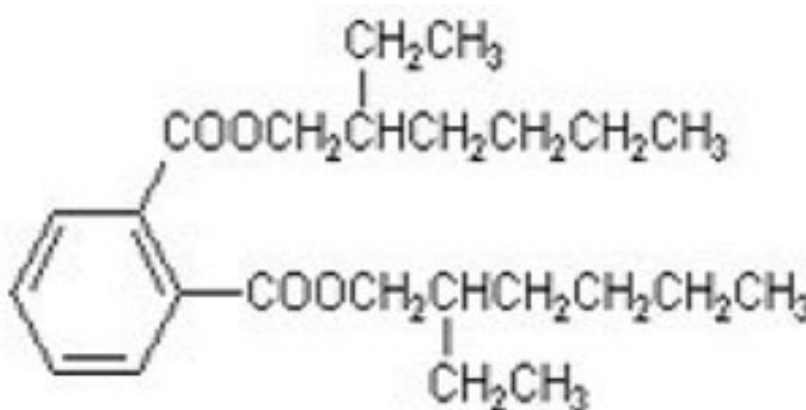
۱-۸-۵- گرید مقاوم (HIPS)

ضربه پذیری پایین گرید معمولی باعث گردید که پلی استایرن اصلاح شده یا مقاوم، به شدت رشد کرده و در رده پلیمر های پر مصرف قرار گیرد. از خصوصیات برجسته این گرید، خواص مکانیکی، بخصوص ضربه پذیری خوب همراه با قیمت مناسب است که کاربرد آن را در ساخت انواع وسایل و تجهیزات میسر می سازد. اصلاح پلی استایرن، موجب افزایش چقرمگی، استحکام ضربه‌ای و افزایش کشش طول می‌گردد. این عمل شفافیت پلی استایرن را نیز از بین می‌برد. پلاستیک‌های پلی‌استایرن اصلاح شده با لاستیک، معمولاً در ساخت تلویزیون، لوازم خانگی، قسمت‌های داخلی یخچال، نظیر سینی‌ها، طبقات، پوشش‌های داخلی، ظروف نگهداری و... بکار می رود. مصرف کنونی این پلیمر حدود ۱۱/۹ میلیون تن است که پیش‌بینی می‌گردد به حدود ۱۵/۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۷ افزایش یابد.

۱-۸-۶- گرید انبساطی

۱-۸-۶-۱- پلی استایرن

پلی استایرن انبساطی یا پلاستوفوم، نوعی پلیمر سفید رنگ و عایق رطوبت و صدا و حرارت است. این ماده، اولین بار در آلمان در جنگ جهانی دوم برای ساخت پل های شناور روی آب ساخته شد و در سال ۱۳۳۴ برای اولین بار شرکت یونولیت شروع به تولید این محصول (پلاستوفوم) در ایران نمود و به همین علت در ایران بنام یونولیت شناخته می شود. از این ماده برای عایق سازی، ساخت وسایل نیازمند عایق حرارتی، بسته بندی ابزار حساس الکتریکی، الکترونیکی و مکانیکی نظیر ساخت سردخانه، عایق سازی صوتی و حرارتی دیوارها، ساخت ماکت و کار دستی، دکور فضا سازی موقت، ساخت سازه های سبک، یخدان و... استفاده می گردد. این ماده بنام های تجاری دیگر مانند «پلی فوم» و «استایروفوم» نیز شناخته می شود. مصرف گرید انبساطی پلی استایرن در حال حاضر حدود ۴/۵ میلیون تن است که پیش بینی می گردد تا سال ۲۰۱۷ به ۶/۶ میلیون تن بالغ گردد.

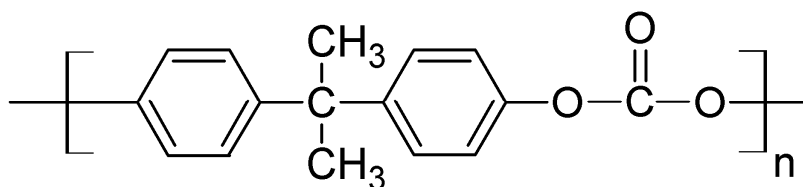


۸-۶-۲-۱- اکریلو نیتریل بوتادین استایرن

این ترکیب، پلیمری گرما سخت بوده که خواص تقریباً بی نظیری دارد. اکریلونیتریل باعث افزایش استحکام و مقاومت شیمیایی، بوتادین سبب افزایش خاصیت چقرمگی و استحکام ضربه‌ای و استایرن باعث افزایش سختی و جلای این پلیمر می‌گردد. مقاومت این پلیمر در برابر مواد شیمیایی، حلال‌ها و رطوبت، خوب است. این پلیمر در ساخت لوله و اتصالات، اثاثیه و قطعات اتومبیل، ساخت لوازم خانگی از قبیل جاروبرقی، آستر در یخچال و بدنه رادیو و تلویزیون، داشبورد و فرمان اتومبیل، تلفن، سقف اتاق‌های کاروان، سینی، مبلمان، قایق، ادوات موسیقی و.... بکار می‌رود.

۸-۷-۱- پلیمر های مهندسی

پلیمرها یا پلاستیک‌های مهندسی به گروهی از پلاستیک‌ها که از خواص مکانیکی و حرارتی بالایی برخوردار بوده و به طور کلی در مقابل اعمال بار و حرارت و خوردگی کم و بیش، مقاومت از خود نشان می‌دهند، گفته می‌شود. برخورداری از استحکام بالا و وزن پایین، داشتن مقاومت بالای شیمیایی، حرارتی و خوردگی به همراه خواص الکتریکی قابل قبول و انعطاف پذیری در طراحی و شکل‌دهی، این دسته از پلیمر ها را از پلیمرهای اساسی متمایز ساخته، بطوری که از آنها به نام پلیمرهای مهندسی یاد می‌شود، به گونه ای که در برخی کاربردهای خاص جایگزین فلزات نیز شده اند. از کاربردهای این دسته از پلیمرها می‌توان از استفاده آنها در صنایع پیشرفته هوا فضا، اتومبیل‌سازی، الکترونیک و ساختمان، تولید محصولات و لوازم طبی، خانگی، صنعتی و تجاری نام برد. برخی از پلیمرهای مهندسی عمده بدین شرح است:



۸-۷-۱- پلی کربنات

پلی کربنات، پلیمری با خواص استثنایی مطلوب است که از طریق فرایندهای مختلف می‌توان آنرا شکل‌دهی کرد. از این پلیمر می‌توان به عنوان جایگزین شیشه در پنجره های سکوریته و معمولی منازل، مدارس، کارخانجات، نورگیرها، پل‌های عابر، ایستگاه‌های اتوبوس، صنایع تبلیغاتی، حمل و نقل، اتاقک و باجه، کیوسکهای تلفن، DVD/CD و بعنوان شیشه های ضد گلوله‌ی خودروها، باجه های بانک، مکان‌های نقل و انتقال پول، طلا و جواهر فروشی‌ها، شرکت ها و ادارات و تمامی محل‌هایی

که پتانسیل مواجهه با اصابت های فیزیکی را دارند، بعنوان محافظ ماشین آلات، پوشش چراغ های سقفی، گلخانه ها و بطور کلی در کلیه مواردیکه عملکرد یک شیشه با شفافیت بالا و استحکام مناسب مد نظر باشد، بعنوان انتخاب برتر استفاده نمود.

۱-۸-۷-۲- پلی استال

پلی استال، گرما نرمی محکم، سخت، به شدت کریستاله و مقاوم به مواد شیمیایی، مشتمل بر بازها و اسیدها بوده و در برابر سایش و تنش های فیزیکی بسیار پایدار است در بسیاری موارد جایگزین فلزات می گردد.

۱-۸-۷-۳- پلی بوتیلن ترفتالات

این پلیمر که از ویژگی های کلیدی نظیر سفتی و سختی عالی، استحکام مکانیکی، رفتار خزشی و خستگی خوب، پایداری حرارتی خیلی خوب، خاصیت ضد شعله عالی، خواص الکتریکی خوب، مقاومت سایشی بالا و اصطکاک سطحی کم، پایداری ابعادی خوب، مقاومت شیمیایی خیلی خوب، جریان پذیری و فرآیند پذیری خیلی خوب، دمای تغییر شکل حرارتی بالا (در گرید های تقویت شده)، جذب آب کم و سطح نهایی خیلی خوب بر خوردار است، در صنایع اتومبیل، الکتریک و الکترونیک، تجهیزات اداری، وسایل خانگی، غلاف کابل های نوری، انواع برس و... کاربرد دارد.

۱-۸-۷-۴- پلی آمیدها

از ویژگی های کلیدی پلی آمیدها می توان از توازن سفتی / چقرمگی عالی، استحکام مکانیکی بالا، پایداری حرارتی خیلی خوب، خواص ضد شعله عالی، خواص الکتریکی خوب، مقاومت سایشی بالا و اصطکاک سطحی کم، مقاومت شیمیایی خیلی خوب، جریان پذیری و فرآیند پذیری خوب نام برد که استفاده این پلیمر را در صنایع اتومبیل، الکتریک و الکترونیک، مبلمان اداری و خانگی، وسایل خانگی، وسایل ساختمانی و... میسر ساخته است.

۱-۸-۷-۵- پلی متیل متاکریلات

پلی متیل متاکریلات در اوایل به عنوان جایگزین شیشه بطور وسیعی در صنایع پنجره سازی و شیشه اندازی کاربرد یافت. این ماده یکی از سخت ترین و محکم ترین پلیمرها با شفافیتی در حد شیشه و سطحی براق و صیقلی و مقاوم در برابر عوامل جوی است. این پلیمر در صنایع اتومبیل سازی،

پنجره هواپیما، آکواریوم های بزرگ، ساختمان سازی و صنایع روشنائی و در تولید و طراحی CD، اسباب بازی، لوازم التحریر مثل خودکار، تزئینات و ساخت تندیس و صنایع الکتریکی و... به کار می رود.

- از پلیمرهای دیگر که در زندگی روزمره کاربرد زیادی دارند می توان از چسبها، پوشش ها و پلی اورتان نام برد.

۱-۸-۷-۶- چسب و پوشش

از چسبها برای اتصال دادن پلاستیک ها، چوب ها، کاغذ، سرامیک و فلزات استفاده فراوانی می شود. خاصیت چسبانندگی یک پلیمر به نیروهای چسبندگی آن بستگی دارد. بعضی از پلیمر ها به خاطر داشتن گروه هایی با جاذبه های واندروالسی بیشتر چسبندگی خوبی دارند. پلیمرهایی که چسبندگی خوبی نداشته باشند با افزودن یک اسید آلی یا موادی که گروه هایی با جاذبه واندروالسی دارند، به صورت قابل اتصال در می آید. برای هر ماده ای با توجه به جنس و ساختار و نوع استفاده باید چسب مناسبی انتخاب کرد. از جمله چسبهای پلیمری می توان به امولسیون های آبی مانند: چسب چوب، چسبهای ذوبی نظیر پلی اورتان و پلی وینیل کلراید، چسبهای تماسی بر پایه لاستیک پلی کلروپرن، چسب های پمادی لاستیک نیتریل و چسبهای ترشده توسط آب مانند پلی وینیل الکل اشاره نمود.

از پوششها علاوه بر زیبایی محیط، جهت حفاظت اشیا در مقابل عوامل طبیعی و غیره استفاده می شود. شاید آشناترین پوششهای پلیمر، تفلون باشد. تفلون که نام تجاری فلورو پلیمرهاست، نوعی از پلیمر است که حاوی اتمهای فلئور می باشد. این نوع پلیمرها در مقابل اسیدها و بازها دارای مقاومت زیادی بوده و مزیت اصلی آنها اصطکاک بسیار پایین می باشند.

۱-۸-۷-۷- پلی اورتان

پلی اورتان ها به دسته ای از مواد شیمیایی گفته می شود که از واکنش پلی ال ها و ایزوسیاناتها به عنوان مواد اصلی تشکیل دهنده ساخته می شوند. پلی اورتانها اولین بار توسط اتو بایر در سال ۱۹۳۷ در آلمان کشف گردید. پلی اورتان ها به شکل های مختلف از جمله فوم های نرم، فوم های سخت، الاستومرها، رزین، رنگ، پوشش، الیاف کشسان و... در ساخت مبلمان، تشک، عایق، نوسان گیر و... به کار می روند.

فصل دوم

کامپوزیتها

۱-۲- نانوکامپوزیت های پلیمری

سیلیکات های لایه ای تا به امروز بیشترین کاربرد را در ساخت نانوکامپوزیت ها داشته اند، اخیراً به شدت از نانولوله های کربنی نیز در ساخت این نانوکامپوزیت ها استفاده می شود. از انواع رزین های مورد استفاده به عنوان زمینه نانوکامپوزیت ها رزین های ترموپلاستیک و ترموست می باشد. در حال حاضر از موضوعات بسیار با درجه اهمیت بالا در تحقیقات مطالعه فصل مشترک فاز تقویت کننده مانند نانولوله ها و فاز زمینه مانند پلیمرها می باشد.



قطعات صنعتی تولید شده از کامپوزیتها



بسته بندی مواد غذایی با پوشش های نانوکامپوزیتی

مواد و توسعه مواد از پایه های تمدن و فرهنگ انسان می باشد. بشر حتی دوره های تاریخی را با مواد نامگذاری کرده است. مثل عصر سنگی، عصر برنز، عصر آهن، عصر فولاد (انقلاب صنعتی)، عصر سیلیکون و عصر سیلیکا (انقلاب ارتباطات از راه دور). این نشان می دهد که مواد چقدر برای ما اهمیت

دارد. ما همواره در کوششیم که از دنیای اطراف خود آگاهی داشته باشیم و آن را بهبود دهیم و ببینیم دنیای ما از چه چیزی ساخته شده است.

عصر جدید با شناخت یک ماده مشخص بوجود نخواهد آمد بلکه با بهینه کردن و مشارکت دادن ترکیبی از چند ماده بوجود خواهد آمد. دنیای نانو مواد و هیجانات همراه آن، فرصت های استثنایی برای تولید انقلاب در مواد کامپوزیتی بوجود آورده است.

کامپوزیت های پلیمری به علت خواصی مانند استحکام، سفتی و پایداری حرارتی و ابعادی، چندین سال است که در ساخت هواپیماها به کار می رود. با ظهور و به کار گرفتن نانوتکنولوژی، کامپوزیت های پلیمری بسیار جذاب تر خواهند شد.

۲-۲- فرصت های نانوکامپوزیت های پلیمری

تقویت پلیمرها با استفاده از مواد آلی و یا معدنی بسیار مرسوم می باشد. برخلاف تقویت کننده های مرسوم که در مقیاس میکرون می باشند، در کامپوزیت های نانو ساختاری فاز تقویت کننده در مقیاس نانومتر می باشد. توزیع یکنواخت این نانوذرات در فاز زمینه پلیمری باعث می شود فصل مشترک فاز زمینه و فاز تقویت کننده در واحد حجم، مساحت بسیار بالایی داشته باشد. برای مثال مساحت فصل مشترک ایجاد شده با توزیع سیلیکات لایه ای در پلیمر بیشتر از ۷۰۰ خواهد بود. علاوه بر این فاصله بین ذرات فاز نانومتری تقویت کننده با اندازه ذرات قابل مقایسه خواهد بود. برای مثال برای یک صفحه با ضخامت ۱ nm فاصله بین صفحات در حدود ۱۰ نانومتر در، فقط ۷ درصد حجمی از فاز تقویت کننده می باشد. این مورفولوژی از ویژگی های ابعاد نانومتری می باشد.

هم از جنبه تجاری و هم از جنبه نظامی، ارزش نانوکامپوزیت های پلیمری فقط به خاطر بهبود خواص مکانیکی نمی باشد. در کامپوزیت ها کارایی مورد نیاز، خواص مکانیکی، هزینه و قابلیت فرآوری از موضوعات بسیار مهم می باشد. نانوکامپوزیت های پلیمری بر این محدودیت ها غلبه کرده است. برای مثال پیشرفت سریع نانوکامپوزیت های پلیمر- سیلیکات لایه ای را در نظر بگیرید. تلاش های ده سال اخیر باعث شده است که مدول کششی و استحکام این کامپوزیت ها دو برابر شود، بدون اینکه مقاومت به ضربه آنها کاهش یابد. مثلاً برای تعداد زیادی رزین های ترموپلاستیک مثل نایلون و اولفین و همچنین رزین های ترموست مثل اورتان، اپوکسی و سیلوگزان با افزایش مقدار کمی مثلاً ۲٪ حجمی از سیلیکات لایه ای می توان به این خواص رسید.

اخیراً جنرال موتورز و شرکایش مثل Black Hawk و Southern Clay Products و Automotive در قسمت های خارجی اتومبیل از نانوکامپوزیت هایی با زمینه اولفین ترموپلاستیک و تقویت کننده سیلیکات لایه ای استفاده کرده اند.

یک نانوکامپوزیت اولفینی با ۲/۵٪ سیلیکات، لایه‌ای بسیار مستحکم‌تر و سبک‌تر نسبت به ذرات مرسوم تالک که در ساخت کامپوزیت‌های مرسوم به کار می‌رود، می‌باشد. با توجه به نوع قطعه و ماده تقویت‌کننده در یک نانوکامپوزیت اولفینی می‌توان کاهش وزنی در حدود ۲۰٪ را بدست آورد. علاوه بر این مقدار مواد مصرفی نیز نسبت به کامپوزیت‌های مرسوم کاهش خواهد یافت. این مزایا باعث خواهد شد که تأثیرات مثبتی بر مسائل زیست محیطی و بازیافت آنها داشته باشد. به عنوان مثال گزارش شده است که استفاده از نانوکامپوزیت‌های پلیمری با لایه های سیلیکاتی در صنایع خودرو آمریکا باعث صرفه‌جویی در مصرف ۱/۵ میلیارد لیتر گازوئیل در طول عمر خودرو تولید شده در یک سال خواهد شد و در نتیجه چیزی در حدود ۱۰ میلیارد پوند دی‌اکسید کربن کمتر نشر خواهد یافت.

با توجه به گسترده بودن پلیمرها و رزین‌ها و همچنین نانو مواد تقویت‌کننده و کاربردهای فراوان آنها موضوع نانوکامپوزیت های پلیمری بسیار گسترده می‌باشد.

در توسعه مواد چند جزئی چه در مقیاس نانو و یا میکرو سه موضوع مستقل باید مورد توجه قرار گیرد: انتخاب اجزاء، تولید، فرآوری و کارایی. در مورد نانوکامپوزیت‌های پلیمری هنوز در اول راه می‌باشیم و با توجه به کاربرد نهایی آنها زمینه‌های بسیاری برای توسعه آنها وجود دارد.

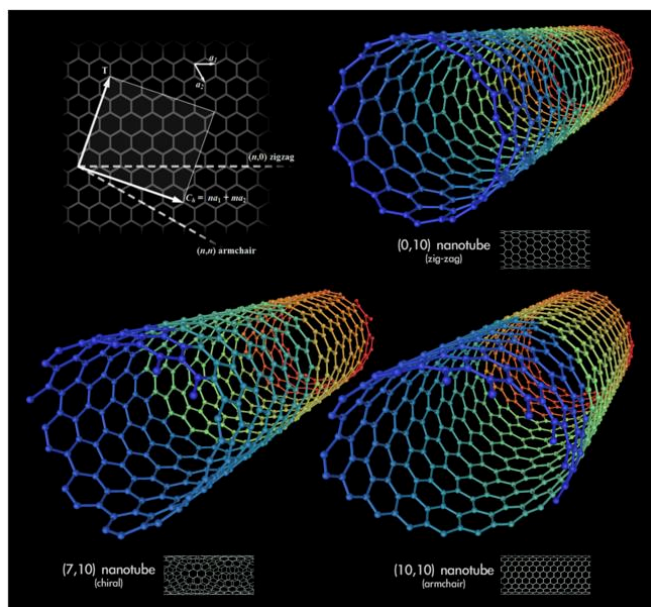
دو روش اساسی تولید این نانوکامپوزیت‌های پلیمری «روش‌های درجا» و روش «ورقه‌ای کردن» (Exfoliation) می‌باشد. در روش درجا فاز تقویت‌کننده در زمینه پلیمری توسط روش‌های شیمیایی و یا جداسازی فازها تولید می‌شود. زمینه پلیمری به عنوان محلی برای تشکیل این اجزاء می‌باشد. به عنوان مثالی از این روش ها می‌توان تجزیه و یا واکنش شیمیایی مواد پیش‌ساز در زمینه پلیمری را نام برد.

در حال حاضر ورقه‌ای کردن لایه‌های سیلیکاتی و نانوالیاف/نانولوله های کربنی توسط صنایع بسیاری مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. همچنین مؤسسات دولتی و دانشگاهی بسیاری بر روی این موضوع کار می‌کنند. درباره این موضوع در ادامه صحبت خواهیم کرد.

۲-۳- سیلیکات‌های لایه‌ای

سیلیکات‌های لایه‌ای (آلومینو سیلیکات‌های ۲ به ۱، فیلوسیلیکات‌ها، رس‌های معدنی و اسمکتیت‌ها) تا به امروز بیشترین کاربرد را در تحقیقات نانوکامپوزیت‌های پلیمری داشته است. سیلیکات‌های لایه‌ای ویژگی‌های ساختاری مانند میکا و تالک دارد و از آلومینو سیلیکات‌های هیدراته تشکیل شده است.

نیروهای واندروالس در بین لایه‌ها که حامل کاتیون‌ها می‌باشند (M^+) لایه‌ها را که توسط پیوند کووالانسی به هم متصل‌اند را از هم جدا می‌سازد. این لایه‌ها ضخامتی در حدود ۰/۹۶ نانومتر دارند.



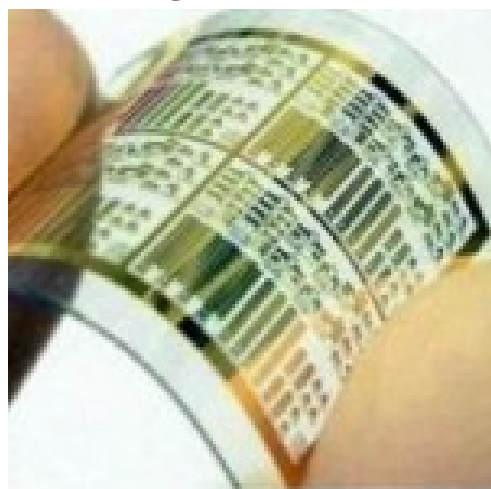
۴-۲- نانولوله های کربنی

برخلاف تحقیقات ۲۵ ساله بر روی توزیع سیلیکات‌های لایه‌ای در پلیمرها، تحقیقات در زمینه توزیع نانولوله‌های کربنی در پلیمرها بسیار جدید می‌باشد. نانولوله‌های کربنی در حین افزایش و بهبود خصوصیات فیزیکی و مکانیکی پلیمرها باعث می‌شوند که خواص الکتریکی و گرمایی رزین‌ها نیز بهبود یابد. قطر این نانولوله‌ها می‌تواند از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد و نسبت وجهی (طول به قطر) بیشتر از ۱۰۰ یا حتی ۱۰۰۰ باشد. مانند سیلیکات‌های لایه‌ای ماهیت غیر همسانگردی این لوله‌ها باعث می‌شود که در کسر حجمی کمی از نانولوله‌ها رفتار جالبی در این نانوکامپوزیت‌ها پیدا شود.

نانولوله‌های کربنی در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند. نانولوله‌های تک‌دیواره و نانولوله‌های چند دیواره. علت علاقه به نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره و تلاش برای جایگزین کردن آنها در صنعت براساس محاسبات تئوری و تأییدات آزمایشگاهی بر خصوصیات عالی مکانیکی و رسانایی الکتریکی آنها مانند فلزات می‌باشد.

رقابت بر روی توسعه روش‌های ساخت با هزینه کم، فرآوری نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره و همچنین پایداری خصوصیات این نانولوله‌ها در حین فرآوری پلیمر - نانولوله، از موانعی هستند که سرعت پیشرفت در تولید نانوکامپوزیت‌های پلیمری پرشده با نانولوله‌های کربنی را محدود کرده‌اند.

برعکس در دسترس بودن و تجاری بودن نانولوله‌های کربنی چند دیواره باعث شده است که پیشرفت‌های بیشتری در این زمینه داشته باشیم. تاحدی که محصولات در آستانه تجاری شدن تولید شده است. به عنوان مثال از نانولوله‌های کربنی چند دیواره جایگزین (Carbon-black) در پودرهای رنگ استفاده شده است. استفاده از این نانولوله‌ها باعث می‌شود که رسانایی الکتریکی در مقدار کمی از فاز تقویت‌کننده حاصل شود و کاربرد آنها در پوشش دادن قطعات اتومبیل می‌باشد.



نانو لوله های کربنی مبتنی بر مدارات مجتمع تولید شده بر روی لایه های پلاستیکی

یکی از معایب نانولوله‌های چند دیواره نسبت به تک‌دیواره این است که استحکام‌دهی آنها کمتر می‌باشد، زیرا پیوندهای صفحات داخلی ضعیف می‌باشند. در هر حال، در حال حاضر کاربردهایی که باعث استفاده از نانولوله‌ها در تقویت‌دادن پلیمرها می‌شود، بهبود خواص گرمایی و الکتریکی می‌باشد تا بهبود خواص مکانیکی. بنابراین کاربرد نانولوله‌های کربنی چنددیواره بسیار زیاد می‌باشد. از نظر نظامی نیز فراهم کردن هدایت الکتریکی و یا الکتریکی در فیلم‌ها و الیاف پلیمری فرصت‌های انقلابی بوجود خواهد آورد. به عنوان مثال از پوسته‌های الکتریکی - مغناطیسی گرفته تا کامپوزیت‌های رسانای گرما و لباس‌های سربازهای آینده.

۵-۲- چالش‌ها

در نانوکامپوزیت‌های پلیمری هدف نهایی، توزیع یکنواخت فاز تقویت‌کننده نانومتری می‌باشد. اساساً چهار روش برای تولید نانوکامپوزیت‌های یکنواخت وجود دارد: فرآوری محلولی، پلیمریزاسیون

درجا، فرآوری مزوفازها و فرآوری مذاب. تحقیقات بسیاری در مورد این فرآیندها برای بررسی پارامترهای کنترل کننده مورفولوژی نانوکامپوزیت حاصله با این روش ها وجود دارد. عملگری سطحی و عناصر نانویی بکار رفته در پلیمرها باید به گونه ای باشد که نرخ پلیمریزاسیون و محل شروع پلیمریزاسیون قابل کنترل باشد. زیرا درحین پلیمریزاسیون ممکن است عناصر نانویی تقویت کننده آگلومره شوند.

نقطه کلیدی در تمام این فرآیندهای مهندسی فصل مشترک بین پلیمر و نانوذره می باشد. برای این فرآیندها عموماً از سطح فعالها استفاده می شود. برای مثال از مولکول هایی که بصورت یونی با سطح نانوذرات پیوند داشته باشند (در سیلیکات های لایه ای) استفاده می شود و در مورد نانولوله های کربنی از پلیمرهایی که بصورت فیزیکی به آنها متصل می شوند استفاده می شود. این بهسازی های سطحی باعث می شوند که عکس العمل بین فصل مشترک ها بهبود یابد. بیشترین تلاش ها در حال حاضر بر روی بهسازی هایی شده است که باعث می شود توزیع نانوذرات تسهیل یافته و بصورت یکنواخت توزیع شوند.

در حال حاضر موضوعات با درجه بالای اهمیت در تحقیقات عبارتند از درک دقیق و عمیق از منطقه فصل مشترک فاز تقویت کننده و پلیمر، وابستگی خصوصیات فصل مشترک به شیمی سطح نانوذره، آرایش اجزاء و ارتباط بین منطقه فصل مشترک و خصوصیات نانوکامپوزیت ها. همچنین درک کلی از ارتباط مورفولوژی و خصوصیات حاصله در رفتار مکانیکی، گرمایی و مقاومتی بسیار کم می باشد.

۲-۶- نانوکامپوزیت های بازدارنده شعله پلیمرها

نانوکامپوزیت های بازدارنده شعله مواد پلیمری می باشند، که با قرار گرفتن در ماتریکس های پلیمر مانع از احتراق آنها شده و یا آن را متوقف می سازند. به عبارت دیگر افزون بازدارنده های شعله و ترکیب آنها با مواد به صورت فیزیکی- شیمیایی باعث بهبود ویژگی های پلیمرها از جمله مقاومت حرارتی در برابر اشتعال می گردند. از جمله این مواد می توان به نانو خاک رس ها و ریز لوله های کربنی اشاره کرد. نانو خاک رس ها که به نانو ذرات دوبعدی مشهورند. به راحتی در ماتریکس پلیمر پخش شوند و طی احتراق با تشکیل یک لایه حفاظتی انتقال حرارت به ماده، تبخیر محصولات احتراق پذیر و انتشار اکسیژن در ماده را محدود سازند. ریز لوله های کربنی نمونه دیگری از ذرات نانومتری هستند که به نانوذرات تک بعدی شهرت دارند.

۷-۲- احتراق پلیمر و بازدارندگی شعله

پلیمرها به دلیل ساختار شیمیایی خود که عمدتاً از کربن و هیدروژن تشکیل شده است بسیار اشتعال پذیرند. در احتراق پلیمرها دو عامل درگیر می باشند، یکی احتراق پذیری و دیگری عامل احتراق، که عمدتاً اکسیژن موجود در هوا می باشد. هنگامی که دمای ماده پلیمری در اثر وجود یک منبع گرمایی افزایش می یابد، بریدگی پیوندهای پلیمر آغاز شده، جزء فرار در هوا منتشر می شود و ترکیب گازی احتراق پذیر را به وجود می آورد. در اثر حرارت این ترکیب آتش گرفته و گرما آزاد می کند. زمانی که حرارت آزاد شده به سطح خاصی برسد واکنش های جدید تجزیه ای سبب تشکیل جامداتی شده و در نتیجه مواد احتراق پذیر بیشتری تولید می شوند و دوره احتراق که مثلث آتش نامیده می شود ادامه می یابد به همین دلیل است که لزوم استفاده از مواد بازدارنده شعله حائز اهمیت می باشد. این سیستم های بازدارنده شعله مانع از فرآیند احتراق پلیمر شده و یا آن را متوقف می سازند و این کار را به دو صورت فیزیکی، با خنک کردن، تشکیل لایه محافظ یا رقیق ساختن سوخت و یا شیمیایی، از طریق کنش یا واکنش در فاز تغلیظ شده یا گازی انجام می دهند.

۸-۲- عمل فیزیکی بازدارنده های شعله

برخی از افزایشنده های بازدارنده شعله با مصرف گرما سبب کاهش حرارت می شوند. این فرآیند شامل خنک کردن محیط واکنش در حد پایین تر از حرارت احتراق پلیمر می شود. در این گروه می توان تری آلومینای آبدار یا هیدروکسید منیزیم را نام برد، که آزادسازی بخار آب را در حدود ۲۰۰-۳۰۰ درجه سلسیوس آغاز می کنند. برخی دیگر منجر به تشکیل لایه ی حفاظتی گازی یا جامد، میان فاز گازی که در آن احتراق رخ می دهد و فاز جامد که تخریب حرارتی در آن صورت میگیرد، می شود. این لایه، انتقال ماده مانند گازهای احتراق پذیر فرار و اکسیژن را محدود می سازد و از طریق مانع پایدار احتراق می شوند.

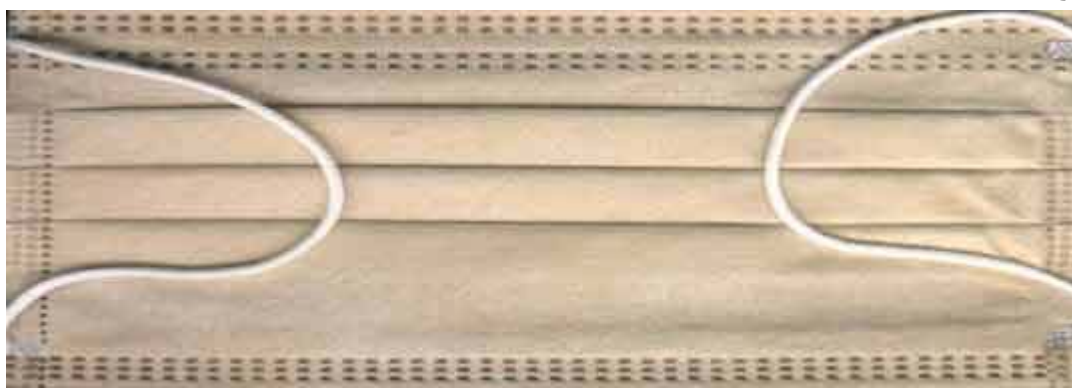
۹-۲- افزایشنده های بازدارنده شعله

۱-۹-۲- ذرات نانومتری

ذرات نانومتری در صورتی که در ماتریکس های پلیمر پراکنده شوند باعث بهبود ویژگی پلیمر مانند مقاومت حرارتی و مکانیکی می گردند. کمک هر نوع نانو ذره در بازدارندگی شعله متفاوت بوده و شدیداً به هندسه و ساختار شیمیایی آن بستگی دارد.

تأثیرات مکانیزم های بازدارندگی شعله توسط سه نانو ذره به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته اند:

- مواد لایه دار مانند خاک رس نظیر MMT (Montmorillonite) که از ویژگیهای آنها یک بعد نانومتری است که به نانو ذرات دو بعدی مشهورند.
- مواد الیافی مانند ریز لوله های کربنی که از ویژگی های آنها ساختار طویل شده با دو بعد نانومتری است که به نانو ذرات تک بعدی شهرت دارند.
- مواد دارای ذرات ریز چند وجهی و نانوذرات سیلیکای کروی که از ویژگی های آنها سه بعد نانومتری است.



ماسک ساخته شده با کمک نانوذرات نقره

۲-۹-۲- نانو خاک رس ها

برای تسهیل در پراکنش نانو لایه های خاک رس در داخل ماتریکس پلیمر، خاک رس های طبیعی با استفاده از کاتیون های آلی مانند آلکیل آمونیوم، آلکیل فسفونیوم و آلکیل ایمیدازولیوم یا ایمیدازولیدین غالباً استفاده شود که سبب تشکیل نانو خاک رس های تغییر یافته آلی می گردد. استفاده از میزان نسبتاً کم نانو خاک رس آلی تغییر یافته در ماتریکس پلیمر، طی احتراق لایه حفاظتی ایجاد می کند. در اثر گرما دهی، ویسکوزیته نانو کامپوزیت دارای لایه های سیلیکات، کاهش یافته و مهاجرت نانو لایه ها خاک رس را به سمت سطح تسهیل می بخشد. به علاوه انتقال حرارت، تجزیه حرارتی تغییر دهنده آلی و ایجاد مکان های قوی روی سطح خاک رس را تسریع می بخشد و می تواند تشکیل ماده زغال مانند پایداری را کاتالیز کنند. بنابراین تجمع خاک رس روی سطح ماده همانند سدی محافظ عمل کرده و انتقال حرارت به ماده، تبخیر محصولات تخریب احتراق پذیر و انتشار اکسیژن در ماده را محدود می سازد.

۲-۹-۳- ریزلوله های کربنی (CNTS)

ریز لوله کربنی مواد نانو الیافی هستند که با توجه به اینکه دارای خاصیت باز دارندگی شعله در پلیمر ها می باشند بیشتر از سایر مواد مورد مطالعه قرار گرفته اند. این مواد ویژگی استثنائی از خود نشان می دهند که می توانند در کاربرد های بسیاری مورد استفاده واقع شوند. آنها به مدد نسبت بالای ظاهر خود برای تشکیل یک شبکه در بارگذاری بسیار پایین در ماتریکس پلیمر پخش شده و باعث بهبود ویژگی های بازدارندگی شعله می شوند. این مواد به دو صورت تک دیواره با ضخامت کم (SWNTS) (1-2nm) و چند دیواره با ضخامت بیشتر (MWNTS) (10-100nm) می باشند. ریز لوله های کربنی راه جالبی برای استفاده از نانو خاک رس ها و بازدارنده های مرسوم شعله هستند. استفاده از آنها در سرعت بارگذاری کمتر ($<3\text{wt}\%$) قابلیت اشتعال طیف گسترده ای از پلیمرها را بهبود می بخشد.



راکت های تنیس جدید از نوعی رزین ترکیبی با ریزلوله های کربنی

۲-۹-۴- ذرات اکسید فلزی

تأثیر استفاده از ذرات اکسید تیتانیوم نانومتریک و اکسید فریک بر پایداری حرارتی و واکنش اشتعال پلی متیل متا اکریلیک (PMMA) را بررسی کرده اند. استفاده کمی از اکسید فریک یا اکسید تیتانیوم در مقیاس نانومتر پایداری حرارتی نانوکامپوزیت های PMMA را بهبود می بخشد. بنابراین اشتعال پلیمرها توسط چندین مکانیزم نظیر محدود کردن انتقال سوخت به شعله، تشکیل لایه حفاظتی زغال مانند و... کاهش می دهد. اما این نانو کامپوزیت های پلیمری بسیار اندک می سوزند و اگر بسوزند آزاد سازی کلی گرما کاهش می یابد و به طور کلی زمان احتراق افزایش ندارد و حتی در برخی نانو کامپوزیت ها کاهش می یابد. به عبارت دیگر نانو ذرات باید در ترکیب با سایر عوامل بازدارنده شعله به کار روند تا به سطوح مورد نیاز عملکرد احتراق دست یابند.

فصل سوم

حمل و نقل

ریلی و غیر ریلی

۳-۱- حمل و نقل ریلی و غیرریلی

کامپوزیت به موادی اطلاق میگردد که در ساختار آنها پیش از یک جز استفاده شده باشد. در چنین ساختاری، به جهت ترکیب فیزیکی، اجزاء مختلف خواص فیزیکی و شیمیایی خود در ترکیب را حفظ کرده و در نهایت ماده ای حاصل می گردد که دارای خواص بهینه ای می باشد. به طوری که دستیابی به این خواص در تک تک مواد مشارکت کننده در ترکیب به صورت مجزا در همه حالت ها میسر نمی باشد. در حالت کلی یک کامپوزیت از دو فاز عمده تشکیل شده است:

الف) فاز پیوسته یا ماتریس

ب) فاز ناپیوسته

کامپوزیت های پلیمری براساس ماهیت فاز پیوسته اشان به دو دسته کلی طبقه بندی می شوند:

۱- کامپوزیت های تقویت شده با الیاف (Fiber Reinforced Composites) یا کامپوزیتهای لیفی (Fibrous Composites)

۲- کامپوزیت های ذره ای (Particulate Composite)

کامپوزیت های ذره ای کاربردهای وسیعی به خصوص در ساخت قطعات اصطکاکی دارند.

در این فصل سعی بر آن است تا کاربردهای جدید کامپوزیت های پلیمری در صنعت حمل و نقل مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۲- حمل و نقل عمومی

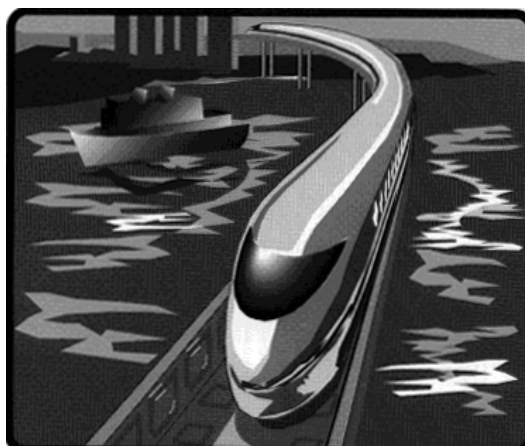
اتوبوس ها، کامیون ها و سایر وسائل نقلیه عمومی به عنوان زمینه ای مناسب برای توسعه مواد کامپوزیت پلیمری به شمار می روند.

دستیابی به وسائل با وزن کم و با اشکال ایرودینامیکی (به منظور کاهش هزینه سوخت)، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری، کاهش آلودگی صوتی و بهبود کلی در راحتی وسائل نقلیه از موارد با اهمیت برای توجیه صنعت کامپوزیت می باشد.

کامپوزیت های پلیمری برای تولید بدنه وسائل نقلیه خاص از قبیل بدنه عایق بندی شده با ساختارهای ساندویچی برای وسائل نقلیه یخچال دار و تانکرهایی با کارایی بسیار بالا برای حمل مواد شیمیایی، گازوئیل و روغن که از طریق رشته پیچی تولید می شوند، مورد استفاده قرار می گیرند. امروزه صندلی اتوبوس ها نیز با استفاده از تکنیک های قالب گیری تزریقی و یا فشاری پلیمرهای تقویت شده با الیاف شیشه به منظور دستیابی به آسایش بیشتر مسافران تولید شده است. این قطعات دارای ظاهری زیبا بوده و نگهداری آنها آسان می باشد.

۳-۳- حمل و نقل ریلی

صنعت راه آهن از بخش های مختلفی از جمله ناوگان (لوکوموتیو و واگن)، خط و ابنیه، علائم و ارتباطات و... تشکیل شده است.

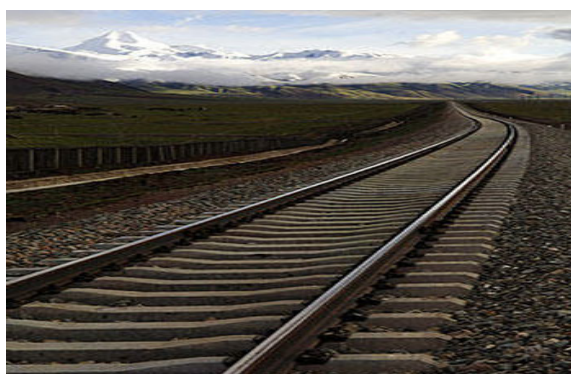


۳-۴- خط و ابنیه

۳-۴-۱- تقویت سازه های بتنی

تقویت و یا ترمیم سازه های بتنی یکی از مواردی است که راه آهن در زمینه های مختلف با آن مواجه می شود. تقویت پل ها و ابنیه از این جمله اند. به عنوان مثال افزایش بار محوری قطارها به منظور افزایش میزان حمل بار یکی از اهداف مهم راه آهن دنیا می باشد. یکی از مشکلاتی که بر سر

راه این هدف نمایان می گردد مقاومت پل ها در برابر عبور قطارهای سنگین (قطارهای با بار محوری بالا) می باشد. لذا بحث تقویت پل ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد شد.



در چند سال اخیر از کامپوزیت های تقویت شده با الیاف کربن یا Carbon Fiber Reinforced (CFRP) Plastic برای ترمیم و یا تقویت سازه های بتنی موجود استفاده روز افزونی شده است. CFRP دارای مقاومت بالا، وزن مخصوص کم، مقاومت شیمیایی خوب، مقاومت خستگی خوب و... می باشد.

تقویت با CFRP امتیازات ذیل را به دنبال خواهد داشت:

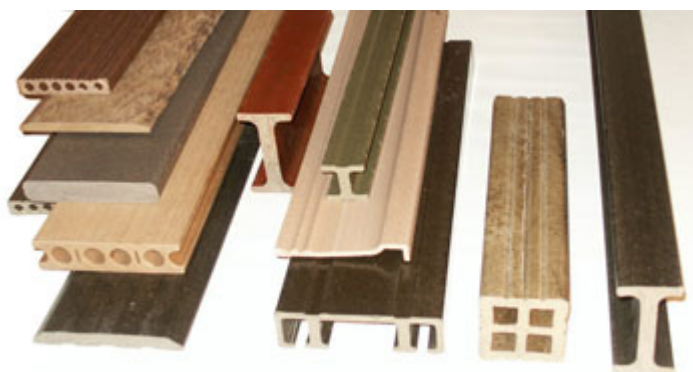
- مقاومت شیمیایی بالا در مقابل اسیدها و بازها
- کاهش مشکلات مربوط به خوردگی و مسائل مربوط به آن
- زیبایی ظاهری
- عدم تغییر زیاد در وزن کلی سازه
- سهولت در حمل و نقل و جابجایی
- کاهش زیاد در آلودگی صدا
- مقرون به صرفه بودن در اغلب موارد

۳-۴-۲- تراورس های کامپوزیتی

تراورس ها یکی از تجهیزات خط می باشند که نقش مهمی در توزیع یکنواخت بار بر روی خط دارند.

تراورس های مرسوم در راه آهن دارای انواع متنوعی از قبیل تراورس های چوبی، تراورس های بتنی و تراورس های فلزی می باشند. از بین تراورس های مذکور نوع چوبی از قدرت بیشتر برخوردار است.

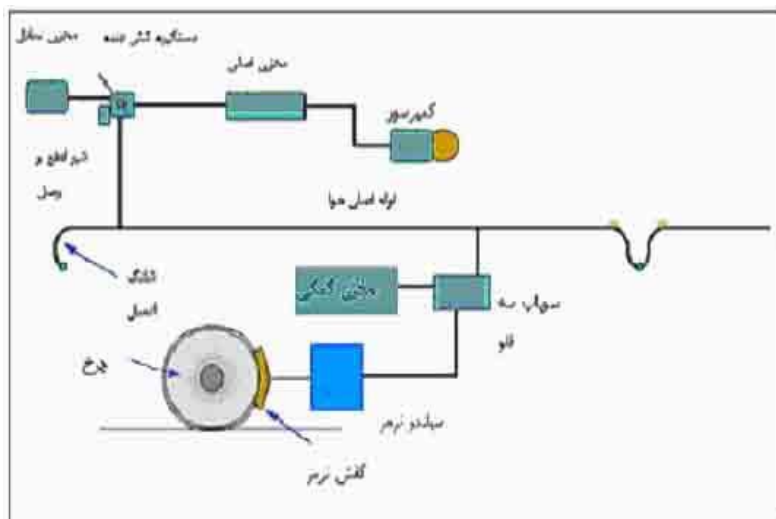
مؤسسه تحقیقاتی راه آهن ژاپن اقدام به طراحی و ساخت نوعی از تراورس های کامپوزیتی نموده است که دارای خواص بسیار خوبی از قبیل سبکی در حد تراورس های چوبی و طول عمر بالا در حد تراورس های بتنی می باشد. آنها پس از تحقیق بر روی انواع مختلف از مواد، استفاده از فوم پلی بورتان تقویت شده با الیاف شیشه (Glass Fiber Reinforced PU) با نام اختصاری FFU را برای این مورد مناسب تشخیص دادند.



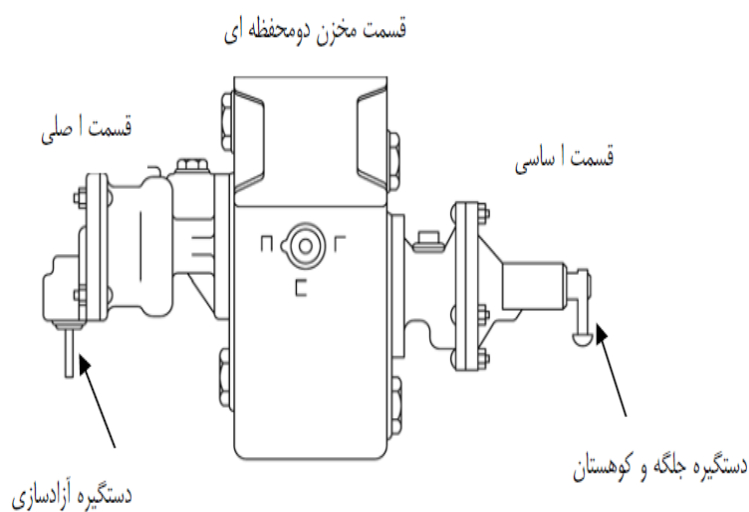
۳-۵-۲- وسائل نقلیه ریلی (لکوموتیو و واگن)

۳-۵-۱- مواد اصطکاکی کامپوزیتی در سیستم ترمز اصطکاکی

سیستم ترمز اصطکاکی زیر مجموعه ای از سیستم ترمز مکانیکی در راه آهن بوده و به دو دسته ترمز دیسکی و ترمز چرخی تقسیم می گردد.



بلوک دیاگرام ترمز قطار



نمای کلی سوپاپ سه قلو

در سال های اخیر به منظور بالا بردن کارایی دیسک های ترمز (در سیستم ترمز دیسکی)، تحقیقاتی برای استفاده از مواد کامپوزیتی به جای نوع فلزی انجام گرفته است. در این بین کامپوزیت های کربن- کربن به دلیل داشتن دانسیته پایین، خواص مکانیکی و حرارتی عالی، خنثی بودن شیمیایی و داشتن خاصیت خود روانکاری بهترین انتخاب به خصوص برای ترن هایی با سرعت بالا می باشد. برای سیستم های ترمز ترن های سریع السیر که دما تا حد قابل توجهی افزایش می یابد مواد کامپوزیتی کربنی پاسخ مناسبی است.

۳-۵-۲- کامپوزیت های پلیمری در قطارها

در وسائل نقلیه ریلی امروزی، کامپوزیت ها انتخاب اولیه برای اجزاء با اشکال پیچیده سه بعدی از قبیل کابین های انتها، قطعات تزئینی داخلی، اتصالات داخلی و نیز پانل هایی که نیاز به نسبت مقاومت به وزن بالایی دارند می باشد. استفاده از کامپوزیت های پلیمری در قطارها باعث ایجاد توانایی های جدید و ویژگی های خاص در این صنعت شده است که در ذیل به برخی از این موارد اشاره می شود.

۱- کاهش وزن و صرفه جویی در انرژی

۲- امکان تولید قطعات پیچیده سه بعدی با استفاده از فرآیند های کامپوزیتی.

۳- نسبت مقاومت به مدول بالا

۴- مقاومت ضربه ای بالا خسارت دیدگی کم در تصادفات

۵- کاهش تعداد قطعات که سبب کاهش هزینه های مونتاژ و نگهداری می شود.

۶- هزینه پائین نگهداری

۷- مقاومت خوب در برابر خوردگی شیمیایی. این مسئله در مورد واگن های باری که وظیفه حمل مواد شیمیایی را دارد حائز اهمیت است.

۸- امکان استفاده از مواد ارزان قیمت و فرآیند تولید کم هزینه

یکی از کاربردهای جدید کامپوزیت های پلیمری در ساخت کابین های انتهایی و دماغه قطارها و واحدهای بهداشتی FRP برای واگن ها و جعبه دنده کامپوزیتی برای لوکوموتیوها می باشد.



واحدهای بهداشتی FRP برای واگن ها

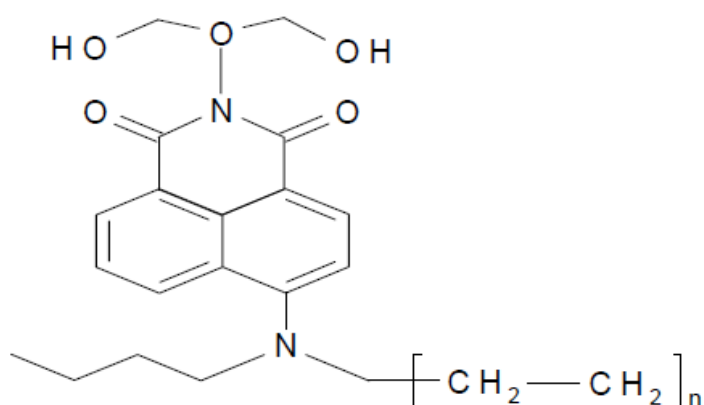


جعبه دنده کامپوزیتی برای لوکوموتیوها

۳-۶- حمل و نقل هوایی

۳-۶-۱- پلیمرهای ذاتاً رنگی بعنوان ترکیبات فلورسنت

شناسایی قطعات و بخش های آسیب دیده هواپیما کاری پیچیده و دشوار می باشد از آن جا که هیچ گونه علائم مشهودی از ایراد و بروز آسیب وجود ندارد، لذا تعیین محل آسیب دیدگی بسیار مشکل است. برای تشخیص محل آسیب دیدگی قطعه در معرض قرار می گیرد تا محل آسیب دیدگی مشخص شود که برای سهولت شناسایی پوشش معیوب می توان از پلیمرهای ذاتاً رنگی X اشعه فلورسنتی به عنوان پوشش استفاده نمود به طوری که این پوشش به عنوان سنسور استفاده می شود و هر جایی که معیوب است دچار تغییر رنگ می شود، لذا تشخیص محل آسیب دیدگی آسان می گردد.



نمونه ای از پلیمر ذاتاً رنگی فلورسنتی

۳-۷- کاربرد کامپوزیت ها در صنایع حمل و نقل نظامی

استفاده از کامپوزیت های ارزان در صنعت اتومبیل رشد قابل ملاحظه ای دارد، استفاده از الیاف کربن برای محصولاتی با کارایی زیاد مانند دسته چوب گلف، بدنه دوچرخه، و میله های ماهی گیری از کاربردهای این کامپوزیت هاست یکی از علل مهم کاربرد این کامپوزیت ها آزادی در انتخاب شکل هندسی می باشد که هزینه ساخت را در مقایسه با فلزات کمتر می باشد.

کامپوزیت ها در صنایع ذیل به کار گرفته میشوند:

- حمل و نقل جاده ای

- هواپیماهای مسافربری

- سفینه فضایی

- حمل و نقل راه آهن

- کابیت های حمل و نقل

- تجهیزات و ابزار

- صنایع هسته ای

- مواد هواپیما و نیاز ساختاری

کاربردهای کامپوزیت ها در هواپیماهای مسافربری عمومی به ساختارهای هواپیما و قدرت مولد و نیز نشان دهنده مهمترین توسعه در طراحی هوانوردی و مهندسی موجود در حال حاضر است. در هواپیما فاکتورهای ایمنی پایین و قدرت به وزن بالاست و این وجه تمایز بین این وسیله و وسایل دیگر حمل و نقل می باشد، رسیدن به این مقصود نیاز به کارگیری موادی با خواص ویژه بالا بوده و با استفاده از طراحی دقیق امکان پذیر است.



آشیانه یابی برای موشک
(سیگنال گیرنده های آن با هواپیما تنظیم و سپس شلیک می شود)

فصل چهارم

صنایع غذایی

۴-۱- کاربرد شبکه عصبی مصنوعی برای تست های کنترل کیفی مواد غذایی

آزمایش های حسی بر پایه مورد پذیرش واقع شدن ماده غذایی می باشد و نتایج بدست آمده بصورت کیفی می باشند که می توان با رتبه بندی مناسب آنها را تبدیل به داده هایی کمی نمود. تلاش هایی در جهت اندازه گیری عوامل حسی از قبیل بو و طعم انجام پذیرفته است که منتهی به ساخت بینی مصنوعی و زبان مصنوعی شده است. آموزش این تجهیزات به کمک روش شبکه عصبی مصنوعی انجام می گیرد و شامل دو مرحله آموزش و ارزیابی می باشد. اگر شبکه بطور صحیح آموزش ببیند، دقت نتایج پیش بینی شده افزایش می یابد. بطور کلی شبکه عصبی مصنوعی در مسائلی که انسان در حل آنها موفق تر از ماشین عمل می کند با دقت بسیار بالایی عمل می کند.

۴-۱-۱- آشنایی با حواس بویایی انسان

اساس تشخیص بو مولکول های ترکیبات فراری است که در هوا حرکت می کند تا به بافت پوششی بینی انسان برسد. دریافت کننده های حس بویایی سلول های ناحیه مخاط زرد یا مخاط بویایی است که در بالای بینی قرار دارند. سلول های بویایی سلول هایی با یک دنباله سیتوپلاسمی نازک هستند که در هنگام تماس با مولکول های بویایی، تحریک می شوند و یک سری واکنش های شیمیایی رخ می دهد که این تحریکات بوسیله رشته های عصبی به پیاز بویایی می رسد و اثر پیاز بویایی توسط عصب بویایی به مغز منتقل می شود

۴-۱-۲- آشنایی با حواس چشایی انسان

حس چشایی از تعدادی پرزهای چشایی که روی زبان قرار گرفته اند تشکیل شده است و چهار نوع مختلف دارد که عبارتند از پرزهای چشایی رشته ای شکل، پرزهای پیاله ای شکل، پرزهای جامی شکل و پرزهای قارچ شکل. در کل چهار طعم اصلی شور، تلخ، شیرین و ترش قابل تشخیص هستند.

۴-۱-۳- زبان الکترونیکی

زبان الکترونیکی تشکیل شده از تعدادی الکتروود (معمولاً شش) مختلف فلزی که برای تعیین طعم در مایعات بکار می رود و اطلاعات به دست آمده بر اساس پالس ولتاژ توسط سیستم های مختلف و نرم افزارهای خاص تحلیل می شود این سیستم برای تعیین کیفیت و همچنین طبقه بندی نمونه های مختلف مثل آب میوه ها، نوشیدنی ها، انواع شیر و آب های معدنی بکار می رود.

۴-۱-۴- بین‌الکترونیکی

بین‌الکترونیکی یا سیستم بویایی مصنوعی می‌تواند در اندازه‌گیری اثرات واکنشهای متابولیک و منبع آن در تعیین کیفیت مواد غذایی استفاده شود و کاربردهای دیگر آن در محیط زیست، مواد بهداشتی و آرایشی و غیره می‌باشد. بین‌الکترونیکی شامل آرایه‌ای از سنسورهای گازی و آشکار سازها (دتکتورها) برای اندازه‌گیری عناصر مختلف می‌باشد. آشکارسازها ترکیبی از الکترودهای اکسید فلزی یا پلیمرها هستند. آنالیز این اطلاعات به کمک شبکه عصبی مصنوعی یا Artificial Neural Network (ANN) صورت می‌گیرد. دقت اطلاعات طبقه‌بندی شده در این روش بین ۹۸٪ تا ۱۰۰٪ می‌باشد.

بین‌الکترونیکی معمولاً آرایه‌ای از سنسورهای گازی می‌باشد یعنی از چندین سنسور مختلف در یک بین‌الکترونیکی استفاده شود که بستگی به کاربرد بین‌الکترونیکی، تعداد سنسورها، آرایش آنها و جنس پلیمر و یا الکترودها می‌تواند تغییر کند. امروزه نسل جدیدی از بین‌الکترونیکی‌ها به نام بین‌الکترونیکی پرتابل (قابل حمل) در حال ظهور است.

۴-۱-۵- کاربردهای زبان و بین‌الکترونیکی

از جمله موارد کاربرد بین‌الکترونیکی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ - استفاده از بین‌الکترونیکی برای تعیین کیفیت گوشت گاو و تشخیص فساد آن

در این مورد از بین‌الکترونیکی پایه پلیمری استفاده می‌شود برای شناسایی و تعیین مقدار مواد آلی فرار حاصل از متابولیسم میکروارگانیسم‌های عامل فساد گوشت استفاده می‌شود.

۲ - تعیین کیفیت ماهی

استفاده از مولتی سنسور در تعیین کیفیت ماهی و تولیدات شیلات، بخصوص در اروپا، رواج دارد. مولتی سنسورها با تعیین کیفیت و وضعیت ظاهری ماهی، بافت، رنگ و بو، کیفیت محصولات دریایی را مشخص می‌کنند. استفاده از بین‌الکترونیکی در این مولتی سنسورها برای شناسایی بوی ناشی از شروع فساد میکروبی و تشخیص تازگی ماهی با اندازه‌گیری گازها در سطح ماهی بکار می‌رود.

۳- طبقه‌بندی نوشیدنی‌ها برای آب معدنی، آب میوه

در این زبان الکترونیک از الکترودهای یونی (ISE) استفاده می‌شود. این طرح توان قابل اطمینانی برای تشخیص و جدا سازی انواع آب معدنی و آب سیب و آب پرتقال داشته است.

تلفیق زبان و بینی الکترونیکی در این مطالعه سبب کاهش تعداد سنسورها در یک آرایه سنسوری شده است از تلفیق زبان و بینی الکترونیکی برای تشخیص همزمان خواص مایع و گاز (طعم و بو) استفاده می شود.

۴- پیش بینی کیفیت چای

استفاده از بینی الکترونیکی بر پایه سنسور اکسید فلزی (اکسید قلع) برای تشخیص طعم و بوی چای برای انواع چای صورت گرفته است.

۵- تشخیص قلب در روغن زیتون خالص

در این مورد از ۱۲ سنسور نیمه هادی اکسید فلزی برای بینی الکترونیکی استفاده می شود که با آموزش بینی الکترونیکی توسط شبکه عصبی و مصنوعی، ناخالص بودن روغن زیتون قابل تشخیص می باشد.

۶- طبقه بندی و کاربرد در صنایع لبنیاتی

از بینی الکترونیکی برای تعیین کیفیت شیر و پیش بینی عمر قفسه، کشت باکتری ها و تشخیص فساد میکروبی استفاده شده است.

۷- طبقه بندی گونه های مختلف پنیر و تعیین طعم پنیر

برای انواع مختلف پنیر از بینی الکترونیکی با ۱۲ سنسور نوع MOS استفاده می شود. همچنین طعم نهایی پنیر بعد از فراوری و عمل آمدن قابل پیش بینی می باشد.

۸- تعیین مقدار و تشخیص گازهای اگزوز ماشین

با استفاده از بینی الکترونیکی مقدار گاز اگزوز (CO-HC) را اندازه می گیرند. که کارهای فوق با هدف حفظ محیط زیست و تعیین مقدار آلاینده های ماشین ها صورت می گیرد.

۹- سنجش کمی بخار و گاز نفت و ترکیبات آنها

برای سنجش کمی بخار و گاز نفت و مقدار بخار الکل ترکیب شده با آن و همچنین تعیین مقدار الکان و اتیلن با خطای کمتر از ۱۰٪ تعیین کیفیت نفت خام هدف اصلی است.

۱۰- دسته بندی کردن محصولات در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، دارویی

کاربردهای دیگر بینی الکترونیک در زمینه صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، دارویی و دسته بندی کردن می باشد.

۱۱- رابطه بین بوی فاضلاب و BOD با کمک بینی الکترونیکی

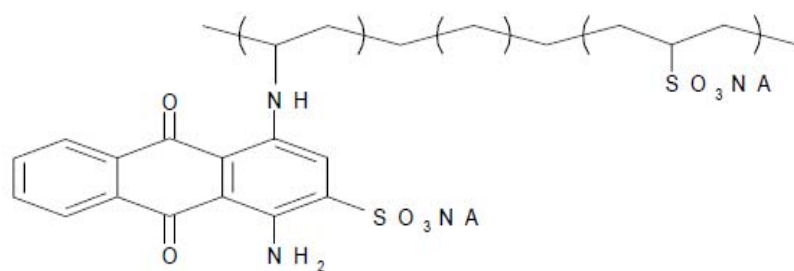
به کمک بینی الکترونیکی و تعیین اندازه و مقدار گازهای تولید شده در فاضلاب در واحدهای تصفیه آب، مقدار BOD اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی را می توان پیش بینی و تعیین نمود. بینی الکترونیکی استفاده شده در واحدهای تصفیه آب، مقدار BOD را توسط شبکه آموزش دیده توسط ANN با دقت بالای ۹۹٪ پیش بینی نموده است.

۱۲- شناسایی ترکیبات آلی فرار

استفاده از بینی الکترونیک پایه نسوز گازی SnO_2 برای شناسایی ترکیباتی مثل پروپان دی ال، متانول، استون، اتیل متیل کتون، هگزان، بنزن و گزیلین و شناسایی گازهای گلخانه ای مثل CO ، CO_2 و NH_3 ، N_2O ، NO که نتایج بدست آمده برای کیفیت محیط زیست و تعیین مقادیر خطرناک ترکیبات آلی فوق کاربرد دارد.

۴-۲- کاربرد پلیمرهای ذاتاً رنگی

پلیمرهای ذاتاً رنگی یکی از مهمترین گزینه ها برای استفاده در صنایع غذایی بدون ایجاد سمیت است. زیرا پلیمرهای ذاتاً رنگی قادرند مواد غذایی را رنگ کنند و بدون تغییر از بدن عبور نمایند. این پلیمرها بدون آن که جذب خون شوند و یا از غشاء معده و روده عبور کنند از بدن دفع می شوند. این مواد در برابر ترشحات معده و روده و آنزیم ها پایدار هستند. یک دسته از پلیمرهای ذاتاً رنگی که در صنایع غذایی بکار می رود، بر پایه گروه رنگساز آنتراکینونی است. در شکل (۱) یک نمونه از ماده رنگزای آبی آنتراکینونی پلیمری که در صنایع غذایی بکار می رود نشان داده شده است.



شکل ۱- ماده رنگزای آبی آنتراکینونی پلیمری

فصل پنجم

نسا جي

۱-۵- الیاف پلیمری

یک لیف پلیمری چیست؟ یک لیف پلیمری، پلیمری است که زنجیره‌های آن کاملاً مستقیم (یا تقریباً مستقیم) کشیده و پشت سر هم در یک راستا به صف می‌شوند؛ مشابه آنچه در این عکس می‌بینید.

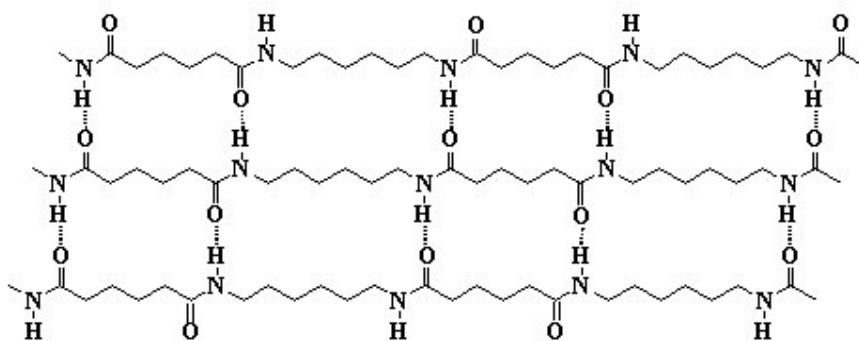


پلیمرهایی که در الیافی شبیه به این آرایش یافته اند، می‌توانند به صورت رشته‌هایی، ریسیده شوند و به عنوان منسوجات مورد استفاده قرار گیرند. لباسهایی که می‌پوشید، از الیاف پلیمری درست شده‌اند. این مطلب در مورد فرش و طناب هم صادق است.

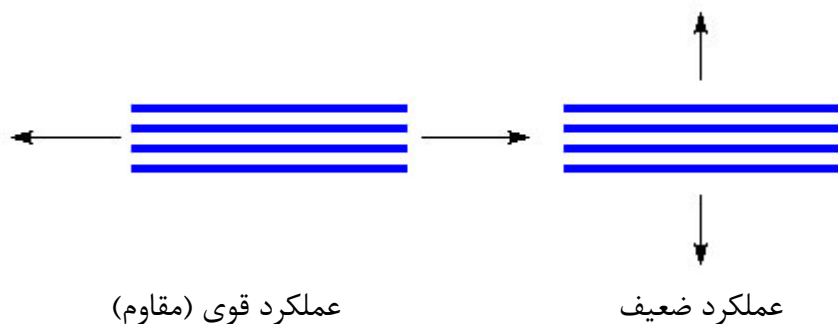
برخی از پلیمرهایی که می‌توان آنها را به صورت الیاف درآورد عبارتند از:

پلی‌اتیلن	پلی‌پروپیلن
نایلون	پلی‌استر
کولار و نومکس	پلی‌آکریلونیتریل
سلولز	پلی‌یورتان‌ها

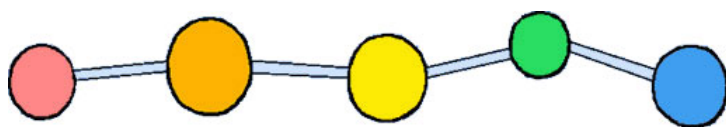
لازم به ذکر است که الیاف، همیشه از پلیمرهایی ساخته می‌شوند که به صورت بلورین آرایش می‌یابند. پلیمرهای مورد استفاده در الیاف باید توانایی اجتماع در چیدمانی منظم را برای به خط شدن مثل الیاف داشته باشند. (در حقیقت، الیاف را می‌توان نوعی بلور محسوب کرد که بسیار طویل است.) بهتر است این موضوع را با نگاهی دقیق تر به نحوه شکل‌گیری نایلون ۶۶ برای تجمع به صورت یک لیف بلورین، روشن کنیم؛



پیوندهای هیدروژنی و سایر برهم‌کنش‌های ثانویه بین زنجیرهای منفرد، زنجیرها را محکم در کنار هم نگه می‌دارد؛ آنقدر محکم که آنها به لغزش بر روی هم تمایل چندانی ندارند. این ویژگی بدین معنی است که اگر شما الیاف نایلون را بکشید، یا اصلاً کشیده نخواهند شد، و یا میزان کشیدگی آنها خیلی زیاد نخواهد بود. دلیل مناسب بودن الیاف برای استفاده به عنوان طناب و نخ نیز همین است. البته الیاف هم نقاط ضعف خاص خود را دارند. در حالی که آنها مقاومت کششی خوبی دارند، یعنی در مقابل کشش مقاوم هستند، معمولاً مقاومت فشاری ضعیفی دارند؛ به عبارت دیگر، آنها در مقابل فشرده یا متراکم شدن ضعیف هستند. همچنین، الیاف معمولاً فقط در یک جهت مقاوم هستند، یعنی جهتی که در آن راستا آرایش یافته‌اند. اگر در جهت عمود بر جهت آرایش، آنها را بکشید، معمولاً عملکرد ضعیفی دارند.



به خاطر همین ترکیب عجیب مقاومت‌ها و ضعف‌ها، در بسیاری از موارد الیاف را در کنار ماده‌ای دیگر، مانند یک گرماسخت به کار می‌برند. اغلب، الیاف برای تقویت مواد گرماسخت استفاده می‌شوند. الیاف ضعف‌های گرماسخت‌ها را خنثی می‌کنند و به طور متقابل، مقاومت‌های مواد گرماسخت نیز ضعف‌های الیاف را جبران می‌کند. وقتی یک ماده گرماسخت یا هر پلیمر دیگری، بدین صورت با الیافی تقویت می‌شود، آن ماده را یک کامپوزیت می‌نامند.



۵-۲- پلیمرهای مقاوم حرارتی

پلیمرهای مقاوم حرارتی علاوه بر مصارف متعدد، در صنایع هوا فضا نیز نقش عمده ای ایفا می کنند. پلیمرهای مقاوم حرارتی به پلیمرهایی گفته می شود که در دمای بالا بکار برده می شوند، به طوری که خواص مکانیکی، شیمیایی و ساختاری آنها، با خواص سایر پلیمرها در دماهای پایین متفاوت باشد. پلیمرهای مقاوم حرارتی به طور عمده در صنایع اتومبیل سازی، صنایع هوافضا، قطعات الکترونیکی، عایق ها، لوله ها، انواع صافی ها، صنایع آشپزی و خانگی، چسب ها و پوشش سیم های مخصوص مورد استفاده قرار می گیرد.

۵-۳- لباس فضا نوردان

امروزه در زمینه پلیمرهای مقاوم حرارتی پیشرفت های زیادی حاصل شده است. بنزایمیدازول، با نام تجاری PBI که به شکل الیاف برای تهیه لباس فضانوردان مورد استفاده قرار می گیرد. پلیمرهای آروماتیک، به خاطر اسکلت ساختاری صلب، دمای گذار شیشه ای (Tg) و ویسکوزیته بالا، قابلیت حلالیت کم دارند، بنابراین سخت تر از سایر پلیمرها هستند. در حال حاضر بالاترین حد مقاومت گرمایی از پلیمرهای آلی بدست آمده است.



۵-۴- لباس های محافظ

لباس های محافظ در ارتش جهت کمک شایان به حفظ جان سرباز و تقویت کارآمدی وی در نبرد، در مقابل شرایط سخت آب و هوایی، اسلحه های پرتابه ای و اسلحه های شیمیایی، بیولوژیکی و هسته ای بکار می روند. در حال حاضر، لباس های محافظ از جاذب های زغال چوب ساخته میشوند که

دارای معایبی مانند محدودیت در زمینه نفوذ آب، وزن زیاد هستند. برای لباس محافظ ایده آل، یک بافت ۶ سبک وزن با قابلیت تنفس (نفوذ پذیر برای هوا و بخار آب)، نامحلول در حلال ها، واکنش کننده قوی با گازهای اعصاب و سایر عوامل شیمیایی مرگ آور مطلوب می باشد.

بافتهای نانوالیاف بدون مقاومت در مقابل نفوذ هوا و بخار آب هستند و به علت سطح زیاد، قادر به خنثی سازی عوامل شیمیایی میباشند. تحقیقات اولیه نشان میدهند که در مقایسه با منسوجات متداول کنونی، نانوالیاف الکتروریس شده که مقاومت کم در مقابل نفوذ رطوبت و بخار و راندمان بالا در به دام انداختن ذرات غبار فراهم می کند، میتواند یک لباس حفاظتی ایده آل باشد.

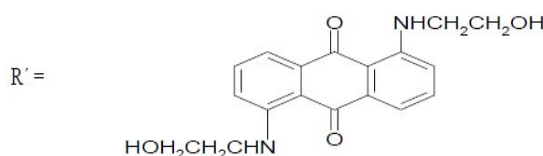
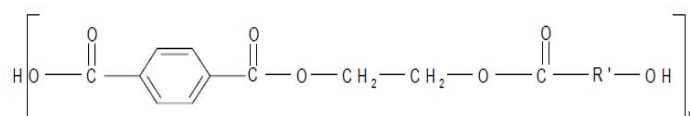


۵-۵- کاربرد پلیمرهای ذاتاً رنگی

پلیمرهای ذاتاً رنگی به پلیمرهایی گفته می شود که در آنها گروه های ماده رنگزا قسمتی از ساختار اصلی مولکول پلیمر را تشکیل می دهند. پلیمرهای ذاتاً رنگی دارای خواص و کاربردهای زیادی می باشند که برخی از آنها عبارتند از صنایع غذایی، صنایع هوایی، لیزرها، نساجی، صنایع پوشش های سطح. عموماً رنگ کردن پلیمرها به سه روش انجام می گیرد که عبارتند از رنگ کردن توده پلیمری، رنگریزی و تولید پلیمرهای ذاتاً رنگی.

یک مورد دیگر از کاربرد پلیمرهای ذاتاً رنگی در تهیه الیاف رنگی است. با انتخاب صحیح منومرها می توان به الیاف رنگی دست پیدا کرد. برای مثال می توان الیاف پلی استر ذاتاً رنگی را از طریق انجام واکنش پلیمریزاسیون یک دی اسید، یک دی ال و یک ماده رنگزای آنتراکینونی حاوی دو گروه هیدروکسیل بدست آورد (شکل ۲)، در پلیمر بدست آمده از این روش گروه رنگساز در زنجیر اصلی

پلیمر قرار دارد. الیاف بدست آمده از این روش دارای رنگی با ثبات نوری و شستشویی عالی می باشند. پلی آمیدهای ذاتاً رنگی را نیز می توان از طریق پلیمریزاسیون یک دی اسید، یک دی آمین و یک ماده رنگزای آنتراکینونی حاوی دو گروه آمینی بدست آورد. الیافی که به این طریق بدست آمدند دارای استحکام بالا، قابلیت ازدیاد طول مناسب، مقاوم در برابر شرایط جوی و ثبات نوری و شستشویی بسیار خوب می باشند.



شکل ۲- لیف پلی استر رنگی

البته الیاف ذاتاً رنگی دارای معایبی هم هستند که عبارتند از تغییر در خواص پلیمر بدست آمده به علت وجود گروه رنگساز در زنجیر پلیمری، که ممکن است با افزایش آن در زنجیر پلیمری به سمت ایجاد خواص نامطلوب گرایش پیدا کند. از دیگر مشکلات الیاف ذاتاً رنگی محدودیت در تنوع فام پلیمر می باشد به طوری که بدست آوردن فام دلخواه به سختی امکان پذیر است. ضمناً اصلاح رنگ الیاف پلیمرهای ذاتاً رنگی بعد از تشکیل آن امکان پذیر نیست.

۵-۶- چاپ

چاپ به معنای تولید دوباره تصاویر به وسیله جوهر روی سطوح معین نظیر سطوح پلیمری است. عمده ترین فرآوردهای پلیمری در صنعت چاپ عبارتند از پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلیمرهای استایرنی و پلی وینیل کلراید. چاپ بر روی پلیمرهای استایرنی و پلی وینیل کلراید چندان مشکل نمی باشد لیکن بدلیل پایین بودن انرژی سطحی پلیمرهای الفینی، آماده سازی سطح آنها با روشهایی نظیر روشهای شیمیایی، شعله، کرونا و اخیراً پلاسما صورت می گیرد.

با آماده سازی سطح پلیمر، امکان چاپ فراهم می گردد. به طور کلی روش های مختلف چاپ بر روی سطوح پلیمری عبارتند از به صورت فلکسوگرافی، گراور، اسکرین، لیتوگرافی، بالشتی (pad)، hot stamping و جوهرافشان.

۵-۷- کاربرد پرکننده ها پلیمری در صنعت کفش

پرکننده ها موادی هستند که از نظر عامل حلالیت یا قطبیت، با رزین مورد استفاده تفاوت دارند و به دلایل گوناگون مورد مصرف قرار می گیرند در ادامه به معرفی مهم ترین نوع آنها پرداخته می شود.



۵-۷-۱- کربنات کلسیم

سنگ آهک آسیاب شده و کربنات کلسیم رسوبی، دو نوع اصلی کربنات کلسیم هستند از لحاظ وزنی کربنات کلسیم آسیاب شده مهمترین پرکننده مورد مصرف در پلاستیک ها و به ویژه در انواع چرم مصنوعی PVC مورد مصرف در صنعت کفش می باشد.

کربنات کلسیم به صورت های سنگ آهک طبیعی آسیاب شده و رسوبی، سفیدتر و روشنتر از سایر پرکننده ها است. به طور کلی انواع کربنات کلسیم، مواد افزودنی مناسب پلاستیک ها هستند، زیرا علاوه بر قدرت ترکیبی خوب امکان به کارگیری زیاد این مواد در آمیزه نیز از جمله مزایای دیگر آن ها میباشد. مهمترین کاربرد کربنات کلسیم در PVC است، در آمیزه های نرم PVC مورد مصرف در صنایع کفش حدود ۲۰ تا ۶۰ درصد وزنی رزین PVC مورد استفاده قرار می گیرد.

کربنات کلسیم رسوبی با اندازه ذرات ریزتر، باعث افزایش مقاومت در برابر آسیب پذیری، براقیت بیشتر سطح و کاهش سفیدک زدگی ناشی از پیچش می شود. در تولید چرم مصنوعی PVC با استفاده

از روش های پلاستی زول (PVC به همراه نرم کننده) و ارگانوزول (PVC به همراه نرم کننده و رقیق کننده) کربنات کلسیم حدود ۲۰ تا ۱۰۰ قسمت زنی PVC مورد استفاده قرار می گیرد. از مزایای عمده کربنات کلسیم، غیر سمی بودن و بی مزه بودن و پایداری حرارتی بالاتر از ۶۰۰ درجه سانتیگراد می باشد. کربنات کلسیم پوشش دار باعث افزایش استحکام ضربه ای و بهبود مقاومت در برابر فرسودگی محصول پلیمری می شود.

۵-۷-۲- پرکننده های کربنی

پرکننده های کربنی شامل دوده، کک و محصولات پیرولیز هستند. مهمترین پرکننده کربنی، دوده یا کربن بلاک است که به ویژه در صنعت لاستیک سازی کاربرد فراوانی دارد. البته در صنایع لاستیک سازی به عنوان تقویت کننده و در عین حال رنگدانه به کار می رود. اکثر کفش و پوتین های لاستیکی حاوی پرکننده دوده می باشند. همچنین دوده در کفش های ایمنی که به پوشش های پلیمری ضد تجمع بارهای ساکن نیاز باشد استفاده می شود.

۵-۷-۳- الیاف سلولزی

الیاف سلولزی به صورت های پودر چوب، چوب پنبه و پودر پوسته انواع میوه ها هستند. پودر چوب از خرد کردن چوب به دست می آید این پرکننده موجب کاهش هم رفتگی قطعه پس از قالب گیری می شود. مواد مرکب حاوی پودر چوب، الیاف شیشه و پلی استر موارد استفاده فراوان در عایق کاری ها دارند. پودر چوب پنبه یا پوست درخت بلوط نیز به عنوان پرکننده در کفپوش ها و کفی داخل کفش ها به کار می رود.

۵-۷-۴- اکسیدهای فلزی

اکسیدهای فلزی در موارد خاص و به منظور ایجاد نوعی ویژگی دلخواه در مواد مرکب، مورد استفاده قرار می گیرند. به عنوان مثال اکسید آلومینیوم به عنوان ماده بازدارنده آتش مصارف گسترده ای در پلاستیک ها دارد. استفاده از اکسید منیزیم و اکسیدهای تیتانیوم باعث افزایش سختی، سفتی و مقاومت خزشی ماده مرکب می شوند. اکسید تیتانیوم در رنگ سازی به فراوانی مورد استفاده قرار می گیرد.

۵-۷-۵- سیلیکات ها

سیلیکات ها به دو صورت معدنی و مصنوعی وجود دارند.

سیلیکات های معدنی شامل آزبست، خاک رس، چینی، میکا، تالک و ولاستونیت می باشند، و از گروه مصنوعی میتوان اشاره به سیلیکات آلومینیوم و کلیسم داشت. کاربرد عمده تالک در پلی پروپلین است با استفاده از این ماده، خواص کششی و فشاری خوبی در محصول ایجاد می شود. آزبست معروفترین و جنجال برانگیزترین پرکننده صنایع پلیمری در این گروه قرار دارد که با توجه به مطالعات انجام شده به دلیل تاثیرات سوء و زیان بار بر روی انسان، مصارف آن محدود گردیده است.

به دلیل وجود گروه های شیمیایی سیلیسی بر روی سطح این پرکننده ها سختی بسیاری از پلیمرها با کاربرد آن ها افزایش می یابد و از تورم پس از اکستروژن آن ها می کاهد. پرکننده های کاپولین عمدتاً مواد بسط دهنده هستند و برخی از انواع کاپولین که بر روی آن ها آماده سازی سطحی انجام گرفته و به عنوان تقویت کننده در نایلون، پلی اولفین ها و کابل های دارای عایق لاستیکی استفاده می شوند.

۵-۷-۶- سیلیکاها

سیلیکاهای طبیعی یا معدنی به پنج دسته تقسیم بندی می شوند، سیلیکای آمورف یا میکروکریستال طبیعی، دیاتومیت، سیلیکای رسوبی و سیلیکای پیروژنیک. سیلیکا با اندازه ذرات ریز موجب تقویت کنندگی می شود. اما بیشتر این مواد به عنوان بسط دهنده یا پرکننده مورد استفاده قرار می گیرند مثال هایی متعدد از کاربرد این پرکننده ها در انواع پلیمرها میتوان ذکر کرد. مثلاً رزین های فنلی و اپوکسی همراه با کوارت زیادی اکسید سیلیس به عنوان عایق های فدا شونده در صنایع هوا فضا و به ویژه راکت ها کاربرد دارند.

۵-۷-۷- پرکننده های شیشه ای

پرکننده های شیشه ای به صورت های گلوله توپر، گلوله های توخالی، پولک، دانه و غیره وجود دارند. مهمترین کاربرد پرکننده های توپر عبارت است از لوازم خانگی، قطعات ماشین، یاتاقان ها، لوازم ماشین، چارچوب مبلمان و لوازم تزئینی، قایق ها و کفش های تزئینی. مهمترین کاربرد پرکننده های تو خالی عبارت است از سیستم های عایق حرارتی و صوتی، فوم های مصنوعی، بدنه و عرشه کشتی، قطعات ماشین و مبلمان.

فصل ششم

خودرو

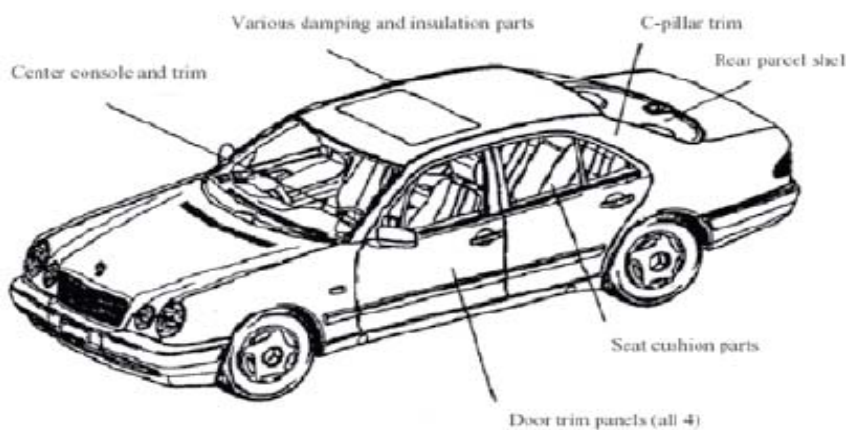
۱-۶ کاربرد الیاف گیاهی در ساخت قطعات تزئینات خودرو

مشکلات زیست محیطی و ساخت و تولید بعنوان پاره ای از محدودیت های کاربردی کامپوزیت ها، سبب مطرح شدن الیاف طبیعی بعنوان جایگزین بوده است. استفاده از الیاف طبیعی، در واقع بازیافت موادی است که در طبیعت وجود داشته و بلا استفاده می باشند؛ اما ترکیب همین مواد ظاهراً بی ارزش با رزین های پلیمری، به ساخت محصولاتی با ارزش افزوده نسبتاً خوب منجر می شود. بکارگیری این الیاف که زمانی رویای اصلی طرفداران محیط زیست بود، امروزه جایگاه خود را پیدا کرده و به عنوان گزینه مهمی در تولید کامپوزیت ها بشمار می رود.

۲-۶ کامپوزیت های الیاف گیاهی (طبیعی)

سابقه بکارگیری الیاف طبیعی به اوایل دهه ۹۰ بازگشته و خودروسازان آلمانی در این زمینه پیشگام بوده اند.

در سال ۱۹۹۴ بنز قسمتی از تزئینات خودروی مرسدس کلاس E را از کامپوزیتی بر پایه کنف هندی Jute ساخت (شکل ۱).



شکل ۱. استفاده از الیاف گیاهی در مرسدس بنز

الیاف طبیعی بسیار سبک بوده و فوق العاده ارزانتر از الیاف مصنوعی مانند شیشه، کربن و کولار می باشند. این الیاف خواص مکانیکی بسیار خوبی از خود نشان داده است.

سرعت اشتعال کامپوزیت های الیاف طبیعی بسیار پایینتر از حد تصور بوده و از نظر مقاومت و قیمت، حد واسطه پلاستیک ها و فایبرگلاس می باشند؛ بنابراین در ساخت قطعات تزئینات و مواردی که نیازمند مقاومت بالایی نباشند، رقبای مناسبی برای پلاستیک ها، فایبرگلاس و حتی چوب و آهن به شمار می روند.

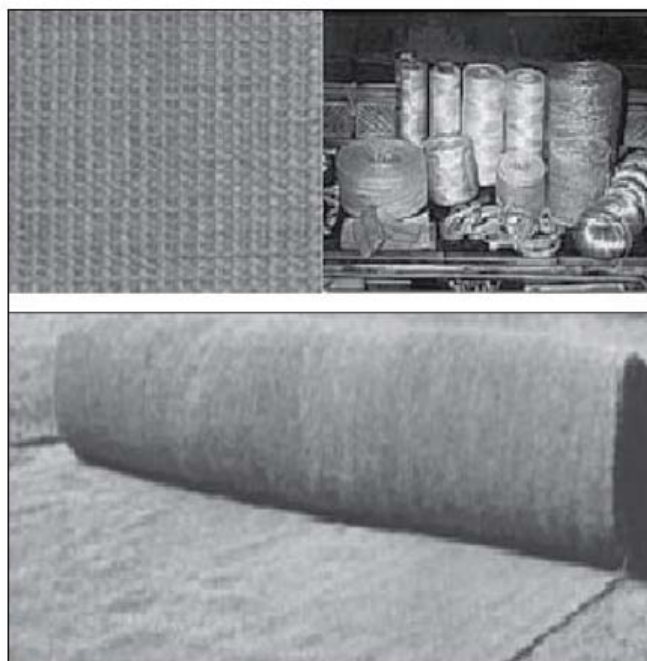
در مقام مقایسه نیز کامپوزیت های الیاف طبیعی نسبت به بهترین پلاستیک ها تا ۳٪ مقاومت هستند؛ در مجموع داشتن چنین ویژگی هایی باعث گردیده صنایع ساختمان و خودرو به عنوان بزرگترین صنایع مصرف کننده کامپوزیت ها، استقبال مناسبی از کامپوزیت های الیاف طبیعی نمایند. الیافی که در صنعت کامپوزیت استفاده می شوند به دو دسته الیاف مصنوعی و الیاف طبیعی تقسیم می شوند.

الیاف طبیعی به دو گروه الیاف لیگنوسلولزی و الیاف سلولزی چوبی تقسیم می شوند. الیاف لیگنوسلولزی حاصل از ضایعات کشاورزی بوده و به دو دسته ذیل تقسیم می شوند:

الیاف گیاهی (bast) مانند الیاف جوت، شاهدانه و کنف.

الیاف برگ ها (Leaf) مانند آناناس، سیسال، نخل و الیاف دانه یا میوه مانند کتان و نارگیل.

الیاف سلولزی چوبی نیز به دو گروه عمده سوزنی برگان و پهن برگان تقسیم می شوند که به دو صورت الیاف و پودر (Flour) مورد استفاده قرار می گیرند. در شکل (۲) نمونه های از الیاف گیاهی متداول در صنعت نشان داده شده است.



شکل ۲. نمونه های از الیاف گیاهی

۶-۳- کاربرد الیاف طبیعی در صنعت خودرو

در حال حاضر الیاف گیاهی بصورت کامپوزیتی و ترکیب با رزین های پلیمری در خودرو سازی به کار گرفته شده و بیشتر در ساخت تزئینات داخلی خودروهای سواری و کامیون های کوچک استفاده می شوند. می توان کاربرد کامپوزیت های گیاهی را به دو دسته تقسیم بندی نمود؛ قطعاتی که صرفاً در ساخت تزئینات به کار رفته و نیاز به مقاومت چندان بالایی ندارند. قطعاتی که کاربرد نیمه برابر داشته و لازم است مقاومت مکانیکی نسبتاً بالایی از خود نشان دهند. دسته اول بیشتر در ساخت قطعات داخل اتاق خودرو همچون رودری، طاقچه عقب و داشبورد کاربرد دارند. دسته دوم در ساخت پوشش سقف و صندوق عقب استفاده گردیده و لازم است مقاومت و استحکام لازم در برابر ضربه و بار اعمالی را داشته باشند.

کامپوزیت های الیاف طبیعی در حین تصادفات، لبه های تیز و برنده کمتری در آن ایجاد شده که منجر به کاهش جراحات وارده به سرنشین های خودرو می گردد. بطور خلاصه میتوان به بعضی از مزایای کامپوزیت های الیاف طبیعی اشاره نمود:

- کاهش ۱۰ تا ۳۰ درصدی وزن قطعه یا سازه.
- ضربه پذیری بهتر با احتمال شکست کمتر.
- سادگی شکل دهی بدنه های پیچیده.
- سطح نهایی بسیار صاف و نرمی دارند.
- ظاهر آنها بسیار بهتر از پلاستیک های ارزان قیمت است.
- از نظر حرارتی در برابر شعله بسیار مقاومتر از پلاستیک ها هستند.
- جاذب اصوات بیرونی بوده و هزینه پایینی دارند.
- به مرور زمان تغییر شکل نمی دهند.
- نسبت به تغییرات جوی همچون رطوبت مقاوم هستند.

علاوه بر ساخت قطعاتی همانند تودری، داشبورد و کنسول خودروها، این الیاف به طور گسترده ای در عایق های حرارتی و صوتی نیز استفاده می شوند. بعنوان مثال کتان/سیسال را میتوان به شکلهای سه بعدی پیچیده قالبگیری کرد که این قابلیت برای ساخت تودری بسیار مناسب میباشد و یا مواد عایق ساز که معمولاً از الیاف کتان بازیافتی صنعت نساجی تولید شده و حاوی حدود ۸۰٪ وزنی الیاف می باشد؛ در برزیل، این قطعات از مخلوط کردن ضایعات کیسه های کنفی قهوه و کیسه های پلی پروپیلنی ساخته می شوند. برای شناخت بیشتر در جدول (۱) مقایسه ای بین بعضی از خواص کامپوزیت های الیاف گیاهی متداول با کامپوزیت الیاف شیشه انجام شده است.

جدول ۱. مقایسه خواص الیاف گیاهی با الیاف شیشه.

الیاف شیشه	الیاف کنف	الیاف چنایی	الیاف نارگیل	
۲/۵۵	۱/۴۸	۱/۴۶	۱/۲۵	وزن مخصوص (g/cm ³)
۲۴۰۰	-۹۰۰ ۵۵۰	-۸۰۰ ۴۰۰	۲۲۰	استحکام کششی (MPa)
۷	۱۲	۱۲-۱۷	۱۱	جذب رطوبت نهایی (%)
۱/۳	-۱/۸ ۰/۶	۰/۳۵	-۰/۵۰ ۰/۲۵	قیمت (\$/kg)

در مقایسه با ترموپلاستیک هایی چون پلی پروپلین، ترکیب های ترموست پایداری حرارتی عالی و جذب آب کمتری دارند؛ با این حال انتظار می رود تمایل به استفاده از مواد قابل بازیافت منجر به جایگزینی رزین های ترموست با پلیمرهای ترموپلاستیک شود. یکی از کاربردهای شناخته شده الیاف گیاهی، ساخت تشک صندلی با استفاده از الیاف نارگیل و لاستیک خام طبیعی می باشد.

قابلیت الیاف گیاهی در جذب مقدار زیاد آب، راحتی این صندلی ها را تا حدی افزایش می دهد که دستیابی به آن با مواد سنتزی ممکن نیست. اگرچه ویژگی جذب و حفظ رطوبت در ساخت تشک صندلی بسیار مطلوب است ولی در دیگر کاربردها باید از وقوع آن جلوگیری کرد؛ یکی از مشکلات عمده به کارگیری الیاف گیاهی، متغیر بودن کیفیت آنهاست. از همه مهمتر روش تولید و فراوری الیاف؛ که روش معمول برای حل این مشکل، آمیختن الیاف به دست آمده از کشتهای گوناگون برای ساخت قطعه می باشد. مسأله قابل توجه دیگر، جلوگیری از متصاعد شدن بوی نامطبوع یا گرد و غبار قطعات در اتاق خودرو است.

۴-۶- پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر در صنعت خودرو

از سال ۱۹۷۰ و با وخیم شدن مشکل دفن زباله در سطح جهان، موضوع استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر مطرح گردید که اولین موضوع در خصوص کیسه های زباله و مواد یک بار مصرف بود، طوری که ۳۰ درصد از پلاستیک های تولیدی برای مصارف یک بار مصرف می باشد و تنها ۲

درصد از آن بازیابی می گردد. لذا پلیمرهای زیست تخریب پذیر به عنوان جایگزین مناسب پلاستیک های رایج مطرح گردید. به طور کلی می توان پلیمرها را به دو گروه عمده زیست تخریب پذیر و غیر تخریب پذیر تقسیم بندی نمود و پلیمرهای زیست تخریب پذیر را براساس اجزای تشکیل دهنده، روش تهیه، روش ساخت و یا کاربرد آن ها قابل تقسیم بندی نمود.

۶-۴-۱- پلیمرهای سنتزی غیرتخریب پذیر

منومر این پلیمرها از منابع نفتی بوده و به وسیله الیاف کربن و شیشه مقاوم می شوند که سعی گردیده در مقابل عوامل محیطی مقاوم باشند که خود باعث آلودگی محیط زیست به دلیل عدم تخریب پذیری آن ها توسط محیط زیست می شود، که از آن جمله می توان به پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی یورتان، پلی استایرن و غیره اشاره کرد.

۶-۴-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر

پلیمرهای زیست تخریب پذیر براساس اجزای تشکیل دهنده از نظر خاستگاه طبیعی و غیرطبیعی تقسیم بندی می گردد.

۶-۴-۲-۱- پلیمرهای زیست تخریب پذیر با خاستگاه طبیعی

پلیمرهای زیست تخریب پذیر با خاستگاه طبیعی به شش گروه تقسیم می شوند:

- پلی ساکاریدها مانند نشاسته و سلولز
- پروتئین ها مانند ژلاتین، پروتئین موجود در شیر، ابریشم، پشم
- لیپیدها نظیر روغن کرچک و چربی اشباع شده حیوانی
- پلی استرهای تولید شده از میکروارگانیسم ها یا گیاهان مانند پلی هیدروکسی آلکانوات ها یا پلی هیدروکسی بوتیرات
- پلی استرهای ساخته شده برپایه منومر طبیعی نظیر پلی لاکتیک اسید
- یک گروه از پلیمرهای گوناگون نظیر لاستیک طبیعی

۶-۴-۲-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر سنتزی

پلیمرهای زیست تخریب پذیر زیادی وجود دارد که از مواد اولیه پتروشیمی تولید می شوند و بعضی وقت ها تعدادی از آنها در محیط اطراف ما یافت می شوند:

- نظیر نخ های بخیه که در پزشکی مصرف می شوند.
- پلی استرهای آلیفاتیک نظیر پلی گلایکولیک اسید
- پلی استرهای آروماتیک یا ترکیب با پلی استرهای آلیفاتیک
- پلی وینیل الکل ها
- پلی اولفین های اصلاح شده

۶-۴-۳- روش های تخریب پلیمرهای زیست تخریب پذیر

پلیمرها به روش های میکروبی، نوری و شیمیایی تخریب می شوند. هر سه روش تحت عنوان زیست تخریب پذیری تقسیم بندی می شوند که محصولات نهایی حاصل از تخریب در طبیعت یافت می شوند.

۶-۴-۴- کاربرد پلیمرهای زیست تخریب پذیر در صنعت خودرو

پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر ابتدا در صنایع غذایی مانند بطری های آبمیوه، ظرف ها، فنجانها، ظروف غذای یک بار مصرف و بسته بندی ها قابلیت استفاده پیدا نمود و پس از آن محصولات پزشکی نیز از فواید مواد زیست تخریب پذیر برخوردار گردید.

در صنعت خودرو سه پلیمر پلی لاکتاید (PLA)، پلی هیدروکسی آلکانوات (PHA) و پلی هیدروکسی بوتیرات (PHB) قابلیت استفاده یافته اند که از نظر خواص فیزیکی و فرآیند شکل دهی مشابه پلاستیک هایی نظیر پلی اتیلن و پلی پروپیلن هستند. صنعت خودرو به دلیل ساختار کریستالی و شفاف بودن PLA در پیدا کردن کاربردهای وسیع تر علاقه بیشتری نشان داده است. پلی لاکتاید یک پلیمر بلوری شفاف بوده که برای روکش یا سطح نهایی استفاده می شود. این مواد به عنوان ورق های شفاف برای مکان هایی که به چنین موادی نیاز است استفاده می شوند. پلی هیدروکسی آلکانوات (PHA) می تواند به عنوان الیاف، فیلم نازک و روکش های مقاوم در برابر آب استفاده شوند. در طراحی های جدید این مواد به عنوان موادی که می توانند جهت طراحی قطعات داخل و خارج خودرو استفاده شوند در نظر گرفته شده است. به علاوه نوع عمومی تری از PHA ، پلی بت اهیدروکسی بوتیرات (PHB) می باشد که دارای خواصی مشابه PP است که برای بسته بندی، حمل و نقل مواد صادراتی، صنعت خودرو و وسایل بزرگ آشپزخانه کاربرد دارد. بعد از اصلاح دمایی PHA به عنوان ظرف آب، فنجان قهوه، کاسه سوپ استفاده شده که دارای خواص مقاومت به محیط آبی است که البته در محیط آب تخریب می شود.

فلسفه طراحی سبز مواد طبیعی را به گونه ای اصلاح نمود که بتوانند جایگزین پلاستیک هایی نظیر ABS و PET شوند. البته ترکیب مواد طبیعی و پلاستیک های رایج ایده جدیدی نیست طوری که در

سال ۱۹۸۳ شرکت سیتروئن خودروی تجاری مدل BX از جنس کامپوزیت را عرضه نمود که ترکیبی از الیاف شیشه، پلی استر و پلی آمید بود. طراحی دیگر در بدنه خودروی فرمول ۱ توسط شرکت فورس بود که توانست با استفاده از الیاف کربن، رزین اپوکسی و موم عسل بدنه ای تولید نمایند که باعث کاهش وزن خودرو و هزینه تولید شوند.



اکثر الیاف شناخته شده مصرفی در صنعت خودرو عبارتند از کتان، کنف، کنف هندی و الیاف درخت صبار. در اکثر فرآیندها الیاف در داخل پلیمرهای پلی پروپیلن یا آکریلیک قرارداده شده یا با پلی یورتان ها ترکیب شده است.

شرکت رینسپید یک خودروی نمونه طراحی و ساخته بنام eXasis بدنه خودرو از پلی کربنات که شفاف است و مشابه کامپوزیت PLA و الیاف طبیعی است، می باشد.

خودروی دیگری که توسط مواد زیست تخریب پذیر طراحی و ساخته شده نتیجه فعالیت پژوهشگران دانشگاه وارویک ۵ در انگلستان می باشد و توانسته اند خودرویی بسازند که ۹۵ درصد از اجزای آن را مواد زیست تخریب پذیر تشکیل می دهد (شکل ۳). بدنه این خودرو از الیاف کنف و رزین، پدال های ترمز از پوسته آجیل، غریبک فرمان از تفاله هویج، پنل ها از نشاسته سیب زمینی و صندلی از روغن سویا تهیه شده است. سوخت این خودرو از پالایش ضایعات شکلات و چربی تهیه شده است. شاسی این خودرو از جنس استیل سبک می باشد که هم قابل بازیابی و هم حدود ۳۵ درصد از نمونه های فعلی سبک تر است. سرعت این خودرو ۲۴۰ کیلومتر بر ساعت است.



شکل ۳

قطعات مصرفی در داخل خودرو نظیر روکش صندلی، نگهدارنده سر و تزئینات داخلی خودرو از جنس پلی اتیلن، پلی وینیل الکل، پی وی سی است. بعضی از شرکت ها به تازگی شروع به استفاده از پلیمرهایی نظیر پلی لاکتیک اسید و پلی بوتیلن ساکسینات جهت روکش صندلی و روکش نگهدارنده سر و تزئینات داخل خودرو نموده اند. از زمره این شرکت ها می توان به شرکت مزدا اشاره کرد که با استفاده از پلی لاکتیک اسید و به روش قالب گیری توانسته روکش و قطعات تزئینی داخل خودرو تولید نماید. همچنین شرکت های مرسدس و میتسوبیشی با استفاده از الیاف نارگیل و بامبو توانسته اند نگهدارنده سر و صندلی تولید نمایند. شرکت فورد با همکاری شرکت لید توانسته با استفاده از دانه های روغنی سویا، فوم صندلی تولید نمایند که دارای ساختار سلولی و لانه زنبوری است که دیگر مشکل چسبناکی صندلی در فصل تابستان را ندارد.



۵-۶- کاربرد کامپوزیت ها در صنعت خودرو سازی

صنعت کامپوزیت یکی از صنایع رو به رشد در عرصه مواد مهندسی است. امروزه به خاطر مزایایی که کامپوزیت ها نسبت به فلزات دارند، توسعه زیادی پیدا کرده اند. از جمله می توان به کاربرد قطعات کامپوزیتی در صنعت خودرو اشاره کرد.

اکثر قطعاتی که در خودرو کاربرد دارند فلزی هستند، اما فلزات محدودیت هایی دارند که راه را برای استفاده از قطعات کامپوزیت در صنعت خودرو باز کرده است. کامپوزیت های مورد استفاده در صنعت خودرو بیشتر از نوع کامپوزیت های زمینه پلیمری هستند. این کامپوزیت ها از مواد ترموست (گرماسخت) و ترموپلاستیک (گرمانرم) تشکیل شده اند که توسط الیاف شیشه تقویت می شوند.

۶-۶- مزایا و صرفه جویی ها

به علت مزایایی که قطعات کامپوزیتی نسبت به قطعات فلزی دارند و صرفه جویی هایی که در اثر استفاده از آنها ایجاد می شود، هر روز قطعات بیشتری از خودرو به قطعات کامپوزیتی تبدیل می شود. در فلزات امکان ریخته گری با ضخامت های کم وجود ندارد. اگر با ورق نیز به شکل دهی قطعه پرداخته شود، دور ریز زیاد دارد و ضایعات را زیاد می کند. در صورتی که برای کامپوزیت ها این محدودیت وجود ندارد و به خاطر قدرت سیلان بالا می توانند تمام قالب را پر کرده و شکل قطعه مورد نظر را کامل کنند.

در زیر به بعضی از مزایا و صرفه جویی های ناشی از استفاده از مواد کامپوزیت در صنعت خودرو اشاره شده است:

۶-۶-۱- سبکی

این قطعات به خاطر وزن مخصوص کم دارای وزن کمتری نسبت به قطعات فلزی هستند. وزن تا حدود نصف و حتی بیشتر کاهش پیدا می کند. طبیعتاً این کاهش وزن در کاهش مقدار سوخت و استفاده از موتورهایی با قدرت کمتر و کوچک تر موثر خواهد بود. این مساله باعث صرفه جویی در مصرف سوخت و در نتیجه کاهش آلودگی می گردد.

۶-۶-۲- خواص مکانیکی بالا

به همان نسبت که وزن قطعات کم می شود، مقاومت مکانیکی آنها در ابعاد مختلف افزایش می یابد و به طور متوسط در تمام خواص مکانیکی خواص بهتری نسبت به فلزات از خود نشان می دهند. این مسئله باعث افزایش عمر قطعات خواهد شد.

۶-۶-۳- مقاومت در برابر خوردگی

بر خلاف فلزات تاثیر مواد نمکی و شیمیایی و اکسید شدن در قطعات کامپوزیتی کم است یا اصلاً وجود ندارد که باعث صرفه جویی در هزینه های نگهداری و افزایش عمر قطعات می شود و استفاده از قطعات در محیط های مرطوب را برای مدت طولانی فراهم می نماید.

۶-۶-۴- سرمایه گذاری کم

بر خلاف قطعات فلزی برای تولید قطعات با استفاده از کامپوزیت ها سرمایه گذاری کمتری لازم است. به طور مثال اگر برای تولید یک قطعه از فلز چند قالب لازم باشد، برای تولید همان قطعه با کامپوزیت، از یک یا دو قالب بیشتر استفاده نمی شود.

۶-۶-۵- سهولت تولید

این قطعات را می توان با ماشین آلات کمتر و با سهولت بیشتری نسبت به فلزات و با تعداد بیشتری تولید کرد.

۶-۶-۷- روش های تولید

با توجه به نوع قطعه و خواص مورد نظر، در قطعات کامپوزیتی با زمینه پلیمر، روش های مختلفی برای تولید وجود دارد. در زیر به شرح بعضی از آنها پرداخته شده است.

۶-۷-۱- روش های دستی (Hand Lay-up)

روش فوق روش پیچیده ای نیست و تیراژ پایین دارد. این روش برای قطعات ساده که انتظار بالایی از نظر خواص مکانیکی از آنها نداریم استفاده می شود، مانند شناورها، قایق ها، گلدانها و اتاقکها.

۶-۷-۲- روش Resin Transfer Molding (RTM)

در این روش یک قالب رزینی وجود دارد که پارچه ای از فایبرگلاس در آن قرار می گیرد و سپس رزین تزریق می گردد. این روش از دقت و صافی سطح بیشتری نسبت به روش دستی برخوردار است. ولی چون فشار بالا نیست به هم پیوستگی کمتری نسبت به روش SMC دارد. RTM نسبت به روش دستی به سرمایه گذاری بیشتری نیاز دارد.

۶-۷-۳-روش (SMC) Sheet Molding Compound

در این روش ابتدا مواد ترموست (گرماسخت) با الیاف شیشه تقویت شده و سپس بصورت ورق در می آید و تحت گرما و فشار در قالب پرس شده و شکل می گیرد.

۶-۷-۴-روش (GMT) Glass Mattreinforced Thermoplastic

در این روش مواد ترمو پلاستیک (گرمانرم) با پارچه ای از فایبرگلاس مسلح شده و تحت فشار شکل می گیرند.

۶-۷-۵-روش (FW) Filament Winding

این روش عمدتاً برای تولید قطعات مدور استفاده می شود که به صورت پیوسته تولید می شوند، مثلاً برای تولید لوله ها، به دور هسته ای استوانه ای، فایبرگلاس آغشته به رزین پیچیده می شود و بعد مواد تحت گرما حالت نهایی به خود می گیرند.

۶-۷-۶-روش (BMC) Bulk Molding Compound

توده ای از خمیر که شامل مواد پلیمری و فایبرگلاس می باشد، تحت فشار به قالب تزریق می شود.

۶-۷-۷-روش (LFT) Long Fiber Thermoplastic

در این روش مواد ترموپلاستیک با الیاف شیشه در داخل اکسترودر مخلوط می شوند و پس از خروج از اکسترودر تحت فشار، قطعه شکل نهایی را به خود می گیرند. روش های SMC و GMT بیشتر در ساخت قطعات در صنعت خودرو کاربرد دارند. امروزه تمام بدنه خودرو از روش SMC تولید می شود. به طور مثال می توان به خودرو رنو مدل spas اشاره کرد که تمام بدنه آن کامپوزیتی است. سپرها، سینی زیر موتور، قطعات زیر خودرو (Under body cover)، سقف خودرو، قاب چراغ ها، سینی جا چراغی، جای فن و غیره از جمله قطعاتی هستند که معمولاً از کامپوزیت ها ساخته می شوند.

فصل هفتم

صنایع برق و

الکترونیک

۷-۱- کاربرد کامپوزیت در صنعت برق و الکترونیک

حدود ۲۰ سال است که کامپوزیت های پلیمری تقویت شده با الیاف FRP در کاربردهای الکتریکی مصرف می شوند. این مواد در ساخت قطعات گوناگون صنعت برق به کار می روند ؛ از جمله لوله های عبور کابل، سیستم های حمل کابل در تونل ها و پل ها، تیرهای انتقال برق، بازوهای عرضی (کراس آرم ها)، مقره ها، برج های ارتباطی و جز آن.



۷-۲- لوله کامپوزیتی عبور کابل

یکی از موارد کاربرد کامپوزیت در صنعت برق، ساخت لوله های عبور کابل است. لوله های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GRP را می توان در ترکیب با اتصالات و متعلقات ویژه ای به کاربرد و آنها را به شکل یک سیستم عبور کابل چندلایه و چند ردیفی شکل داد. این لوله ها برای کابل های شبکه برق شهری و کابل های مخابراتی زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر این در موارد زیر نیز کاربرد دارند:

- برای کابل هایی که از زیر ریل جرثقیل های سقفی و یا راه های اصلی شهری عبور می کنند.
- برای کابل هایی که از روی پل ها و رودخانه ها عبور می کنند. به ویژه برای کابل هایی که از روی پل عبور می کنند، به کارگیری لوله های GRP ، بار وارده بر پل را کاهش داده و ساخت و ساز پل را تسهیل خواهد کرد.



۷-۳- سیستم حمل کابل کامپوزیتی

سیستم های حمل کابل کامپوزیتی، یک محصول سازه ای برای حل بسیاری از مشکلات مهندسی و طراحی در شبکه های برق رسانی و مخابراتی هستند که برای نگهداری کابل های گرانبها و اغلب حساس و استراتژیک در دراز مدت قابل اعتمادند. این سیستم ها ویژگی های منحصر به فردی دارند که آنها را قادر به تحمل بسیاری از محیط های خورنده می کند؛ به ویژه شرایطی که مواد سنتی در آنها عمر کاری مفید و اقتصادی ندارند. این محصولات از رزین های گرما سخت تقویت شده با شیشه و به نحوی طراحی و ساخته می شوند که یکپارچگی سازه ای آنها با انواع فولادی و آلومینیومی رقابت می کند؛ با این تفاوت که مشکلات خوردگی، سنگینی وزن و هدایت الکتریکی آنها را ندارند.

این محصولات در برابر اسیدها، نمک ها، قلیاها و محدوده وسیعی از محیط ها و مواد شیمیایی خورنده که بر آلومینیم و فولاد گالوانیزه اثرات شدیدی دارند، مقاومت می کنند. حتی محصولات آلومینیومی یا فولادی پوشش داده شده نیز ممکن است به علت خراش های کوچک ایجاد شده حین نصب یا پس از آن، در معرض آسیب باشند.

این محصولات در مقایسه با فولاد یا آلومینیم، دارای نسبت استحکام به وزن بسیار بالایی هستند درحالی که یکپارچگی سازه ای مشابه ای با آنها دارند.

پروفیل های کامپوزیتی پالترود شده که در این سیستم ها به کارگرفته می شوند دارای وزن مخصوصی حدود یک چهارم فولاد و یک سوم آلومینیم هستند که این امر حمل و نقل و برپا کردن آنها را تسهیل می کند. برخلاف فولاد ضد زنگ این قطعات را می توان در محل و با وسایل دستی برید و سوراخ کرد. از آنجاییکه سینی و نردبان های این سیستم نارسانا هستند، از بابت انتقال برق به سیستم حمل کابل از کابل های آسیب دیده هیچ نگرانی وجود ندارد. علاوه بر آن احتیاجی به جلوگیری از خوردگی الکترولیتی در شرایط ویژه نیست. ویژگی های نارسانایی و مغناطیسی نبودن به معنی سیستم حمل کابل ایمن ترند.

در بزرگترین پروژه مهندسی انجام شده با سرمایه خصوصی - تونلی که بریتانیا را به اروپا متصل می کند - بیش از ۳/۶۳ هزارتن FRP پالترود شده، ۱۲۶۰ کیلومتر کابل الکتریکی و فیبرنوری را بر روی خود نگه داشته اند. این کابل ها، روشنایی، تهویه و ارتباطات درون تونل را کنترل می کنند. کابل های ۲۵ کیلو ولتی تأمین کننده انرژی قطارها نیز با این کامپوزیت های پالترود شده حمل می شوند. این محصولات با شرایط زیر سازگارند:

- محدوده دمایی ۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد

- رطوبت ۱۰۰ درجه

- سرعت باد ۳۵۹ km/h

- پاشش مداوم آب نمک و حتی غوطه وری در آن

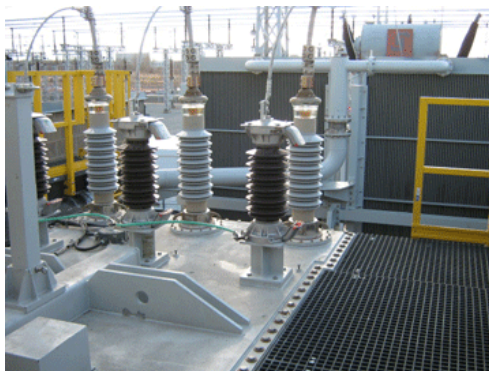
- نصب آسان

- حداقل تعمیرات

- هزینه کلی کمینه

- مقاومت در برابر بارگذاری استاتیک کابل ها

محصولات کامپوزیتی به دلیل عایق الکتریسیته و حرارت، سبکی، مقاومت به خوردگی بالا و... در صنعت برق به صورت گسترده ای بکار می روند. از جمله کاربردهای این نوع محصولات، میل مقرر، کراس آرم، سینی کابل، پایه های روشنایی، دکل و... می باشد.



در گذشته پوشش محفظه کابل ها از بتن پیش ساخته تهیه می شده است. در حال حاضر GRP محصول انتخابی برای پوشش محفظه کابل ها است.



۷-۴- بازوهای عرضی کامپوزیتی

هر تیر انتقال برق فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) از سه قسمت اصلی یعنی تیر، بازوهای عرضی و مقره ها تشکیل شده است. بازو های عرضی معمولاً از جنس فولاد ساخته می شوند. با این وجود در بعضی از کشورها نظیر آمریکا، استرالیا، کانادا و بخشهایی از اروپا این محصولات از مواد کامپوزیتی ساخته می شوند. به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی به جای نمونه فلزی دارای برتری هایی است؛ از جمله:

- کاهش وزن

سنگینی وزن بازوهای عرضی فلزی (حدود ۲۰ کیلوگرم) یکی از مشکلات شرکت های انتقال و توزیع برق است. در مناطقی که به دلایل گوناگون از جمله ناهمواری سطح زمین، امکان استفاده از ماشین های بالابر در آنها وجود ندارد، حمل بازوهای عرضی فلزی تا بالای تیر بسیار سخت و خطرناک است؛ در صورتی که کامپوزیت ها وزن نسبتاً کمی دارند و حمل آنها آسان است.

- مقاومت در برابر خوردگی

بازوهای عرضی فلزی در آب و هوای مرطوب و خورنده، عمر نسبتاً کمی دارند. یکی از برتری های مواد کامپوزیت، مقاومت بسیار مناسب آنها در برابر خوردگی است که این مواد را برای این مناطق مطلوب می سازد.

- نارسانایی الکتریکی

کامپوزیت ها را می توان به صورت موادی عایق طراحی کرده و ساخت. این ویژگی خطر برق گرفتگی و اتصال کوتاه را کاهش می دهد. شاید بتوان با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از کاربرد مقره های حامل کابل - که در واقع نقش عایق را بین کابل و پروفیل بازی می کنند - جلوگیری کرد.

- زیبایی

در ساخت بازوهای عرضی فلزی همیشه محدودیت هایی وجود دارد که طراح را مجبور به استفاده از قطعات استاندارد نبشی می کند. با بکارگیری کامپوزیت ها می توان به سراغ طرح هایی رفت که علاوه بر بهینه بودن، زیبا نیز باشند.

- عمر بیشتر

عمر بازوهای عرضی کامپوزیتی حدود سه برابر طول عمر نمونه فلزی است. به دلیل عمر بیشتر و عدم نیاز به تعویض و تعمیر در کامپوزیت ها، هزینه های تعویض و نگهداری حذف خواهند شد.

- کاهش تداخلات امواج رادیویی

امواج رادیویی بدون هرگونه انحراف و شکست از کامپوزیت ها عبور می کنند.

- کاهش افت توان خط

بکارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه ها تا حدودی جلوگیری می کند و به این ترتیب میزان افت توان خط کاهش خواهد یافت. علاوه بر موارد فوق با بکارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی می توان از طرح هایی استفاده کرد که یکپارچه بوده و نیازی به سوار کردن قطعات بر روی هم نباشد.

۷-۵- تیرهای کامپوزیتی

به کارگیری تیرهای کامپوزیت FRP، موضوع جدیدی در خدمات برق رسانی نیست، با این وجود تیرهای انتقال برق FRP پالتروود شده ۲۱ تا ۲۴ متری داستان دیگری است. تیرهای FRP با یک سوم وزن تیرهای چوبی، نصف وزن تیرهای فولادی و تنها یک دهم وزن تیرهای بتنی، انتخاب بسیار جذابی برای اغلب شرکت های خدماتی برق رسانی هستند.

شرکت آمریکایی بریستول تنسی الکتریک سیستم BTES به تازگی ۱۴۴ تیر FRP را در دو خط انتقال نصب کرده است. شرکت استرانگ ول (Strongwell Corp) واقع در ایالت ویرجینیا این تیرهای FRP پالتروود شده SE 28 را با بیشترین ظرفیت ممان اینرسی در مقطع پایینی طراحی و برای جایگزینی تیرهای چوبی، فولادی و بتنی در خطوط انتقال برق تولید کرده است. شرکت های خدمات برق رسانی در حال کشف برتری های تیرهای SE 28، نسبت به تیرهای ساخته شده از مواد سنتی هستند. تیرهای SE 28 شرکت استرانگ ول، سبک، محکم و دارای ویژگی های هدایتی خیلی کمی هستند. این تیرها همچنین در برابر خوردگی، پوسیدگی، پرتوهای فرابنفش، نفوذ آب، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالایی دارند.

به عقیده دکتر مایکل برودر، مدیر عامل شرکت BTES، تیرهای کامپوزیتی SE 28، در مقایسه با تیرهای چوبی، با گذشت زمان استحکامشان را از دست نمی دهند و تقریباً به هیچ گونه ترمیم و تعمیر احتیاج ندارند. او هم چنین به ویژگی های الکتریکی تیرهای FRP و تحمل ضربه و بار ناشی از بادهای شدید توسط آنها اشاره می کند.

۷-۶- نانو سنسورها

نانوالیاف هادی میتوانند در ساخت وسایل و ماشینهای ریزالکترونیک مانند سنسورها و محرکها استفاده شوند. با توجه به این حقیقت که سرعت واکنشهای الکتروشیمیایی به سطح الکتروود بستگی دارد، غشاهای نانوالیاف هادی برای ساخت الکتروودهای متخلخل جهت تولید باتریهایی با کارایی بالا، کاملاً مناسب می باشند.

همچنین از توان هدایتی غشاها (الکتریکی، یونی و فتوالکتریکی) میتوان برای رفع اتلاف الکترواستاتیک، محافظت خوردگی، پوشش دهی، محافظت داخلی الکترومغناطیسی، وسایل فتوولتائیک و غیره استفاده کرد.

۷-۷- پلیمرهای رسانای جریان الکتریسیته

به طور کلی محصولات ساخته شده از پلیمرها رسانا بوده و مقاومت زیادی در برابر عبور جریان الکتریسیته از خود نشان می دهند. به همین دلیل از مواد پلیمری در صنعت الکترونیک و الکتروتکنیک استفاده می شود برای مثال از پلیمرها برای عایق کاری کابل های انتقال الکتریسیته، صفحات انتقال الکتریسیته و روکش باطری ها استفاده می شود.

یکی از روش های رسانا ساختن پلیمرها امتزاج آنها با مواد رسانای الکتریسیته است. با توسعه و تولید بیشتر این نوع پلیمرها در سال های اخیر استفاده از آنها در زمینه های گوناگون نیز افزایش یافته است برای مثال در دستگاه های استفاده از انرژی خورشیدی، تابلوهای برق، دستگاه های مصرف انرژی و موتورهای مکانیکی و قسمت های الکتریکی اتومبیل ها از این پلیمرها استفاده می شود.

فصل هشتم

پزشکی

اولین پلیمر مصنوعی تخریب شونده پلی گلایکولیک اسید PGA بود که در سال ۱۹۵۴ یافت شد. این پلیمر به خاطر پایداریهای ضعیف حرارتی هیدرولیکی که هر گونه کاربرد دائمی را ناممکن می ساخت، مورد قبول جامعه پزشکی واقع نشد، بعد از مدتی آشکار گردید که می توان از حساسیت هیدرولیکی PGA برای ساخت وسایل پلیمری که می توانند در محیط مرطوب تخریت شوند استفاده نمود و بدین ترتیب اولین نخ بخیه زیست جذب شونده از پلیمر مصنوعی ساخته شد. اخیراً پیشرفتهای وسیعی در زمینه کاربرد نانو پلیمرهای زیست تخریب پذیر در پزشکی بوجود آمده است. با کمک این تکنولوژی ها می توان این تجهیزات را با مهارت در مقیاس اتمی، مولکولی و سطوح ماکرومولکولی ساخت. ایجاد این تجهیزات در مقیاس نانومتری خصوصیات قابل توجهی ایجاد می کند، که از آن جمله می توان استحکام بالا، سبکی، تخلل بالا، افزایش زیست سازگاری، بهبود تماس جهت هدایت رشد بافت... اشاره کرد. وجود این خصوصیات سبب کاربرد وسیع این مواد در دو زمینه مهندسی بافت و سیستم رهایش دارو شده است.

۸-۱- کاربرد نانو پلیمرها در مهندسی بافت

در مهندسی بافت چهار ارگان اصلی وجود دارد: اسکفولد (کلاژن، مینرال استخوان و داربست های مصنوعی)، سلول (استئوبلاست، فیبروبلاست، کندروسیت)، مولکول های ایجاد کننده سیگنال (فاکتور های رشد، مرفوزن) و نیروهای دینامیکی. اغلب مطالعات مهندسی بافت بر اساس ساختار های ماکرومولکولی است.

مهندسی بافت به سمت کوچک سازی در حد نانو در حرکت است و این یکی از مهمترین جهت ها در مهندسی بافت است. با استفاده از نانو تکنولوژی، در مهندسی بافت می توان محصولاتی با خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی جدید تهیه کرد به نحوی که خواصشان قابل پیش گویی باشد. مثلاً موادی با خصوصیات مکانیکی (مستحکم تر)، فیزیکی (سبک تر و متخلل تر)، نوری (انتشار نور قابل کنترل)، رنگی، فعالیت شیمیایی (فعالیت بیشتر و خوردگی کمتر)، خصوصیات الکترونیکی (هدایت الکتریکی بیشتر) یا خصوصیات مغناطیسی (سوپر پارا مغناطیس) خاص که در مقیاس های ماکرو و میکرو قابل دستیابی نیستند.



۸-۲- کاربرد نانو پلیمرها در رهایش کنترل شده دارو

با توجه به روش تهیه نانو ذرات، نانو اسفیرها یا نانو کپسول ها می توانند به دست آیند. نانو کپسول ها سیستم دارو رسانی هستند که دارو درون حفره ای قرار داده می شود و اطراف آن با لایه ای از پلیمر پوشانده می شود ولی در نانو اسفیرها دارو در کل ساختار پلیمر به طور یکنواخت پراکنده می شود.

۸-۳- تخریب سطحی و توده ای

جامدهای قابل تخریب ممکن است که شیوهای فرسایش گوناگونی داشته باشند: فرسایش سطحی - تخریب از سطح خارجی پلیمر شروع می شود و در حین تخریب تنها ابعاد قطعه کوچک می شود. فرسایش بالکی - آب به درون قطعه نفوذ می کند و تخریب سطح و مرکز نمونه همزمان روی می دهد، امکان دارد ابعاد قطعه ثابت ولی شکل آن تغییر پیدا کند.

۸-۴- مکانیزم های تخریب

از مهمترین مکانیزم های تخریب در زمینه پلیمرها در پزشکی، می توان به تخریب شیمیایی اشاره کرد. این تخریب در بدن در اثر عوامل زیر ممکن است اتفاق بیفتد:

الف) دمای بدن (ترمولیز). برگشت واکنش افزایشی

ب) عناصر اکسید کننده موجود در بدن. مایعات بدن حاوی اکسیژن حل نشده هستند. همچنین سلول های سفید خون، عوامل اکسید کننده قوی از قبیل پروکسید هیدروژن در حین التهاب می سازند که می توانند سبب اکسید شدن ساختار پلیمری شوند.

ج) واکنش با آب (هیدرولیز). برگشت واکنش تراکمی

بنابراین مهمترین مکانیزم تخریب، تخریب شیمیایی با هیدرولیز به وسیله کاتالیزور آنزیمی می باشد.

۸-۵- اهمیت نوع پیوند برای تخریب پلیمر

عمدتاً نوع پیوند در زنجیره اصلی پلیمر نرخ هیدرولیز را نشان می دهد. چند گروه برای طبقه بندی فعالیت های تخریب وجود دارد که یا بر اساس داده های سینتیکی هیدرولیز پلیمر هستند یا از روی مواد با وزن مولکولی که شامل همان گروه فعال هستند.

۸-۶- اثر pH روی تخریب پلیمر

pH هنگام تجزیه مواد بر سرعت واکنش اثر می گذارد. هیدرولیز استر می تواند یک محیط اسید یا بازی فراهم کند. اثر pH بر تخریب، به دقت برای اغلب پلیمرهای تخریب پذیر تحقیق شده است. برای نخ های بخیه PGA و PLGA کندترین تخریب در pH خنثی می باشد مقاومت شکست در این پلیمرها نیز بستگی به pH محیط تخریب دارد.

۸-۷- افزایش بازده لیزرهای رنگی با استفاده از شبکه های پلیمری سه

بعدی

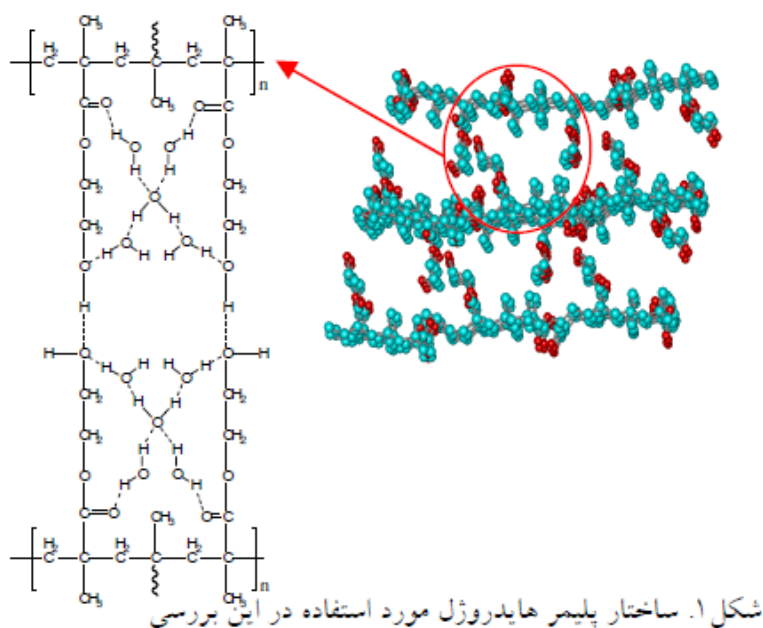
لیزرهای رنگی به علت قابلیت تنظیم طول موج، پوشش وسیع طیفی و سادگی، نقش مهمی در زمینه های کاربردی از طیف نمایی گرفته تا فوتوشیمی به عهده دارند و لذا مورد توجه محققان اپتیک و لیزر قرار گرفته اند.

رنگینه های مورد استفاده در لیزرهای رنگی، مواد آلی با سیستم های مولکولی پیچیده و بزرگی متشکل از پیوندهای دو گانه ی مزدوج هستند. این رنگینه ها معمولاً دارای نوارهای جذب در ناحیه طیفی فرا بنفش یا مرئی بوده و اگر توسط نوری با طول موج مناسب بر انگیزته شوند طیف های فلوئورسانسی قوی با نوارهای پهن ایجاد می کنند.

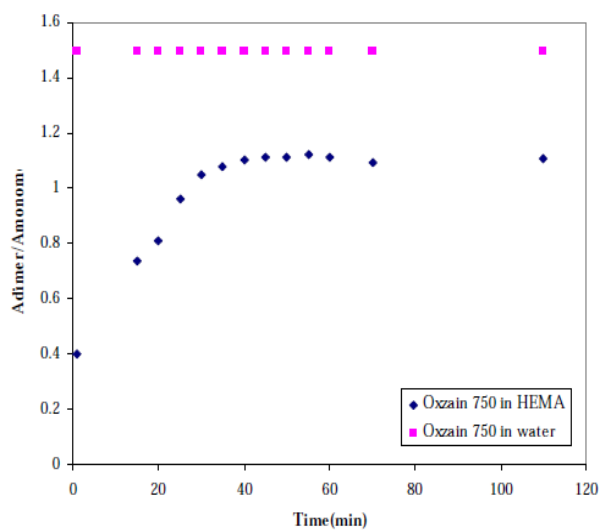
کنترل تجمع مولکولی رنگینه ها در محلول های مورد استفاده در لیزر های رنگی، در کارایی این لیزر های رنگی بسیار حایز اهمیت است. بررسی های صورت گرفته بر روی محیط های حلالی مختلف نشان داده است که می توان تجمع رنگینه ها را کنترل کرد.

در بررسی حاضر رنگینه های خانواده اگزازین، که جزو رنگینه های با تجمع مولکولی بالا در محلول های معمولی هستند، مورد استفاده قرار گرفته است.

پلیمرهای آبدوست هایدروژل، پلیمرهایی با گروه های آبدوست فراوان می باشند که از نظر ساختاری دارای ساختارهای سه بعدی با پیوندهای عرضی هستند. شکل (۱) ساختار پلیمر هایدروژل مورد استفاده در این بررسی را نشان می دهد.

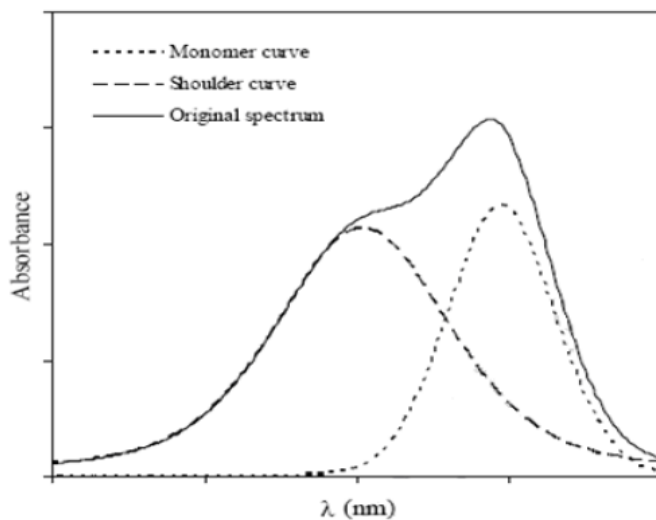


شکل (۲) نشان می دهد که نسبت جذب دimer به جذب monomer، که کاهش این نسبت دلیلی بر کاهش تجمع مولکولی می باشد، در محیط پلیمری نسبت به محیط آبی کاهش یافته است. نسبت جذب دimer به جذب monomer در طیف های جذبی رنگینه های اگزازین در محیط های آبی و پلیمری به این صورت به دست می آید که طیف جذبی نمونه را به صورت دو پیک گاوسی آنالیز کرده (شکل ۳) و بیشینه پیک های آنها را در نظر گرفته و در زمان های مختلف با تقسیم بیشینه جذب دimer به جذب monomer نسبت جذب به دست می آید.



شکل ۲

نمودار نسبت جذب دایمر به مونومر بر حسب زمان در محیط های آب و پلیمر



شکل ۳. آنالیز گاوسی طیف جذبی

مقایسه طیف های گسیلی این رنگینه ها در محیط های آبی و پلیمری، افزایش شدت گسیل رنگینه ها در محیط پلیمری هایدروژل را نشان می دهد. که این امر موید کارایی بالای رنگینه های لیتری حل شده در پلیمر ها است.

۸-۸-۸- نانوالیاف پلیمری و کاربردهای آنها در مهندسی پزشکی

نانوالیاف پلیمری کاربردهای بسیار زیادی دارند، از جمله کاربردهای بیولوژیکی و بیومهندسی آنها فیلترهای مولکولی، بازسازی بافت، پوشش دهی زخم، سیستمهای انتقال دارو، لباسهای محافظ و نانوسنسورها میباشد.

۸-۸-۸-۱- فیلترهای مولکولی

یکی از مهمترین عوامل در کارایی فیلتر، راندمان فیلتراسیون است که شدیداً به نازکی فیلترها بر می گردد. در صنعت، متعدد کردن فیلترها جهت تولید هوای کمپرس شده تمیز مورد نیاز است. این سازه ها برای به دام انداختن قطرات روغن که بسیار کوچک و در حدود $0.3 \mu m$ است، استفاده می شوند.

جهت به دام انداختن ذرات و قطرات توسط فیلتر میبایست کانال های اعضای ساختاری فیلتر، بر اندازه ذرات منطبق باشد. بنابراین برای یک فیلتر موثر باید از الیاف نانسایز در ساخت آن استفاده کرد. و به طور کلی، به علت نسبت سطح به حجم بسیار بالای نانوالیاف و انرژی سطحی زیاد، چنین فیلترهایی میتوانند در تشخیص و فیلتراسیون عوامل شیمیایی و بیولوژیکی استفاده شوند.

۸-۸-۲- بازسازی بافت

جهت ترمیم بافت ها و اعضای آسیب دیده بدن انسان، یکی از موارد مهم در زمینه مهندسی بافت و بیوموادها، طراحی ساختمانی ایده آل از ماتریس های سنتزی (برای قرارگیری سلولهای جدید) است، که میتواند کارایی ساختارهای بیولوژیکی را تقلید کند. در این مورد، اسکلت بندی هایی از نانوالیاف میتوانند یک قالب بهینه برای قرار گیری، انتقال و رشد سلول ها فراهم کند. اخیراً، تحقیقات در زمینه ساخت چنین ساختارهایی با بیوپلیمرهای سنتزی و یا نانوالیاف شروع شده است. نانوالیاف تولید شده از بیوپلیمرها و پلیمرهای زیست تخریب پذیر میتوانند در ساختارهایی که عملکردهای طبیعی در بازسازی بافتها را تقلید می کنند استفاده شوند.

۸-۸-۳- پوشش دهی زخم

نانوالیاف پلیمری میتوانند در ترمیم زخم ها یا سوختگی های پوست انسان استفاده شوند. باکمک یک میدان الکتریکی، الیاف نازک از پلیمرهای زیست تخریب پذیر به طور مستقیم به درون محل آسیب دیده پوست اسپری یا رسیده میشوند و یک پوشش فیبری تشکیل میشود که با تقویت تشکیل و

رشد پوست طبیعی و نیز جلوگیری از تشکیل بافت خراش (که در یک ترمیم معمولی پدید می آید) به ترمیم زخم ها کمک میکند.



۸-۴- سیستم های انتقال دارو

مهمترین موضوع در بحث دارو، انتقال آن به بیمار می باشد. هر چه ابعاد دارو و مواد پوشش دهنده جهت کپسوله کردن دارو کوچکتر باشد، جذب دارو توسط شخص بیمار بهتر صورت می گیرد. انتقال دارو توسط نانوالیاف پلیمری برپایه این اصل استوار است که سرعت انحلال ذرات دارو با افزایش سطح موثر دارو و حامل آن افزایش می یابد. این سیستمها به چند طریق تولید می شوند:

۱- دارو بصورت ذره، به سطح حامل که از نانوالیاف تشکیل شده متصل شده است.

۲- دارو و حامل هر دو بصورت نانوالیاف هستند.

۳- ترکیب مواد دارو و حامل بصورت الیافی حاصل از هر دو ماده اولیه

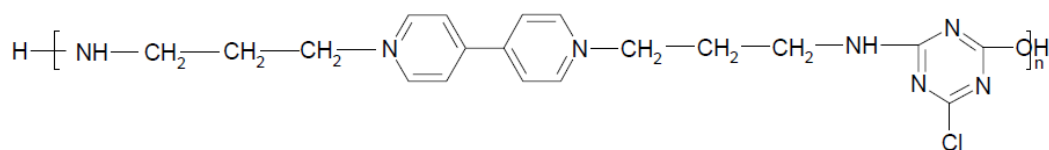
۴- مواد حاصل بطور الکتریکی به داخل یک شکل استوانهای که ذرات دارو را کپسوله می کند رسییده می شوند.

از روشهای فوق روش ۳ و ۴ ترجیح داده می شود.

۸-۹- پلیمر های ذاتاً رنگی

۸-۹-۱- مواد فتوکرومیک

پلی ویولوژن ها به عنوان پلیمرهای اکسایشی و کاهشی مورد استفاده قرار می گیرند و هنگامی که این پلیمرها به طور شیمیایی یا الکتریکی احیا می شوند و یا در معرض نور قرار گیرند دچار تغییر رنگ می شوند.

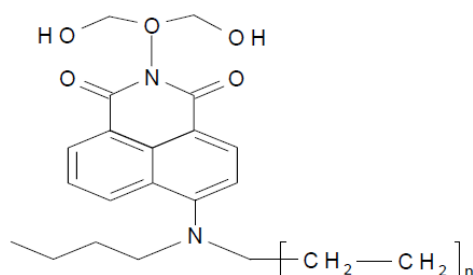


شکل ۴- پلیمر APD - CNC

این پلیمر به شکل پودر زرد کم‌رنگ و نم‌گیر است و در محلول آبی به آسانی به رادیکال ویولوژن کاهش می‌یابد و به رنگ ارغوانی مایل به آبی در می‌آید و این پلیمر فتوکرومیک می‌باشد.

۸-۹-۲- پلیمرهای ذاتاً رنگی بعنوان ترکیبات فلورسنت

یکی از کاربردهای بسیار مهم پلیمرهای ذاتاً رنگی استفاده این گونه از پلیمرها به عنوان سنسورها می‌باشد که کاربردهای بسیار زیادی در صنایع مختلف از جمله صنعت پوشش دهی هواپیما و پزشکی دارند (شکل ۵)، این پلیمرهای ذاتاً رنگی که به عنوان ترکیبات فلورسنتی می‌باشند می‌توانند موقعیت سلول‌های سرطانی را تعیین نمایند که باعث متمرکز شدن و به حداقل رساندن آسیب دیدگی دیگر بافت‌های سالم بدن می‌شوند به طوری که این پلیمرها تحت تابش پرتوهای لیزری میکروسکوپ مجهز به یک دوربین دیجیتالی حساس قرار می‌گیرند، شروع به نوردهی می‌کنند و حرکت آنها را داخل سلول می‌توان تشخیص داد.

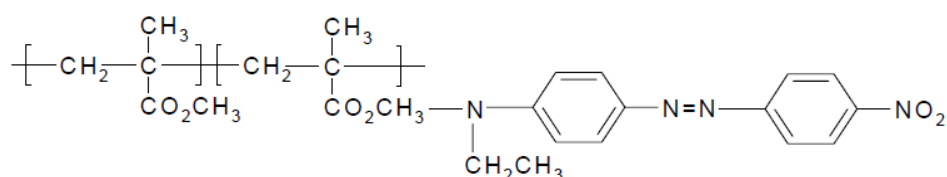


شکل ۵- نمونه ای از پلیمر ذاتاً رنگی فلورسنتی

از کاربردهای دیگر این دسته از پلیمرها در علم پزشکی تسریع تشخیص مواد سمی و میکروب سیاه زخم می‌باشد که می‌توان با تغییر رنگ پلیمرهای ذاتاً رنگی فلورسنتی آنها را تشخیص داد.

۸-۹-۳- پلیمرهای ذاتاً رنگی در لیزر

پلیمرهای ذاتاً رنگی که به عنوان محیط های فعال نوری غیر خطی به کار می روند. پلیمر ذاتاً رنگی DSR1 – PMMA که از گرافت کردن ماده رنگزای دیسپرس قرمز ۱ بر پیکره پلی متیل متاکریلات تشکیل می شود (شکل ۶) این پلیمر ذاتاً رنگی از پاسخ ناهمسانگرد فیلم پلیمری در برابر نور لیزر قطبیده متاثر است و ایجاد شبکه قطبیده به دلیل همین پاسخ مقدور است که این پاسخ نتیجه ایزومری شدن سیس و ترانس در مواد رنگزای آزو می باشد.



شکل ۶- پلیمر DSR1 – PMMA

۸-۹-۴- مدل سازی و مشخصه یابی کامپوزیت پلیمر- بیوسرامیک با الیاف

بافته شده جهت کاربردهای ارتوپدی

کامپوزیت پلیمر - بیوسرامیکی با الیاف بافته شده دارای خواص مکانیکی بالا و وابسته به جهت (اورتوتروپیک)، مشابه بافت های بدن است و می توان جایگزین مناسبی برای فلزات در جراحی ارتوپدی باشد. خواص این نوع کامپوزیت فقط متأثر از کسر حجمی تقویت کننده نیست بلکه آرایش و زاویه قرارگیری الیاف نیز نقشی بسزا ایفا می کنند. یکی از روش های بهبود شکستگی در استخوان های طویل، استفاده از پیچ و پلاک به عنوان صفحه شکسته بندی می باشد.

تلاش های زیادی در جهت کاهش سفتی پلاک های ارتوپدی صورت گرفته است. ساخت آلیاژهای جدید تیتانیوم مانند تیتانیوم- نیوبیم- آلومینیم منجر به کاهش سفتی شد. کامپوزیت های زمینه پلیمری از انعطاف پذیری و چقرمگی بالای پلیمر و استحکام و سفتی بالای سرامیک بهره می برند. این کامپوزیت ها با تغییرات کسر حجمی و آرایشی الیاف، قابل طراحی برای کاربرد در زمینه ساخت صفحات شکسته بندی استخوان می باشد.

در یک جمع بندی می توان گفت کامپوزیت های ذره ای اگرچه از مزیت سهولت ساختار برخوردارند، اما ضریب کشسانی پایینی خواهند داشت. به علاوه افزایش ضریب کشسانی با افزایش کسر حجمی تقویت کننده منجر به کاهش استحکام خواهد شد. به دلیل محدودیت فضای کاری، بهبود استحکام با افزایش ضخامت قطعات نیز مقدور نمی باشد.

فصل نہم

پتروشیمی

۹-۱- جایگاه پلیمر در صنعت پتروشیمی ایران

از سال ۱۳۴۰ که بنگاه پتروشیمی (بعدها به شرکت ملی صنایع پتروشیمی تغییر نام داد) مأمور نصب ماشین آلات خریداری شده جهت تولید PVC در شهر صنعتی کرج شد تاکنون، صنعت پتروشیمی در ایران تحولات و دگرگونی های فراوانی داشته است. تحولاتی که این صنعت را بتدریج به یکی از صنایع اول کشور تبدیل نموده است.

با توجه به برخورداری ایران از منابع نفت و گاز فراوان (ایران مقام دوم جهان را در ذخایر اثبات شده نفت و گاز دارا می باشد) تلاشگران این عرصه با طرح برنامه های توسعه اقتصادی سعی در کسب سهم مناسبی از تولید و تجارت محصولات پتروشیمی در منطقه و جهان داشته اند بطوری که تولید هشتصد هزار تن انواع محصولات پتروشیمی در پایان جنگ تحمیلی (۱۳۶۷) به سی و پنج میلیون تن در پایان برنامه سوم اقتصادی افزایش یافته است.

تولید انواع پلیمر از جهات مختلف حایز اهمیت می باشد. دسترسی به پلیمرها، باعث گسترش صنایع پایین دستی می شود که خود نتایج در خور توجهی مانند توسعه صنایع داخلی، ایجاد اشتغال انتقال فن آوری، افزایش ارزش افزوده را برای کشورمان به ارمغان می آورد. همچنین صادرات و تجارت این دسته از محصولات، نقش جمهوری اسلامی ایران را در تجارت جهانی و مناسبات بین المللی ارتقاء خواهد داد.

پلیمر و مشخصاً PVC برای اولین بار در سال ۱۳۴۹ در آبادان به میزان ۳۶ هزار تن در سال تولید شد. با راه اندازی واحدهای پلیمری در مجتمع های اراک، بندرامام و تبریز طی سال های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۶ میزان تولید پلیمرهای کشور به ۸۰۰ هزار تن رسید. که پیش بینی می گردد با تحقق طرح های در دست اجرا، میزان تولید این مواد ارزشمند تا سال ۱۳۹۱ به حدود ۱۰/۶ میلیون تن افزایش یابد. در سال ۱۹۹۰ آمریکای شمالی با ۲۹ درصد بیشترین سهم را در تولید انواع پلیمرها در جهان داشت که پس از آن آسیا و اروپای غربی به ترتیب، دومین و سومین تولید کننده انواع پلیمر بودند. اما از سال ۱۹۹۵ آسیا گوی سبقت را از آمریکای شمالی ربود و با سهم ۳۳ درصد از تولید جهان، بزرگترین تقلید کننده انواع پلیمرها گردید. سهم خاورمیانه از تولید پلیمرها در سال ۱۹۹۰ حدود ۴ درصد بوده است که پیش بینی می گردد با راه اندازی طرح های در دست اجرای منطقه، تا سال ۲۰۱۱ به حدود ۱۰ درصد افزایش یابد. در حال حاضر، سهم ایران از ظرفیت مواد عمده پتروشیمی منطقه و جهان به ترتیب حدود ۲۴/۵ و ۱/۹ درصد است که در صورت تحقق طرح های پتروشیمی، پیش بینی می گردد به حدود ۳۱ و ۴ درصد تا سال ۲۰۱۱ افزایش یابد. پیش بینی می گردد سهم تجارت ایران از مواد عمده پتروشیمی منطقه و جهان تا سال ۲۰۱۱ از حدود ۱۱/۵ و ۱/۸ درصد کنونی به حدود ۲۹/۱ و ۷/۶ درصد افزایش یابد.

۹-۲- بررسی وضعیت فناوری رنگ در حوزه تولیدات پلیمری در صنایع

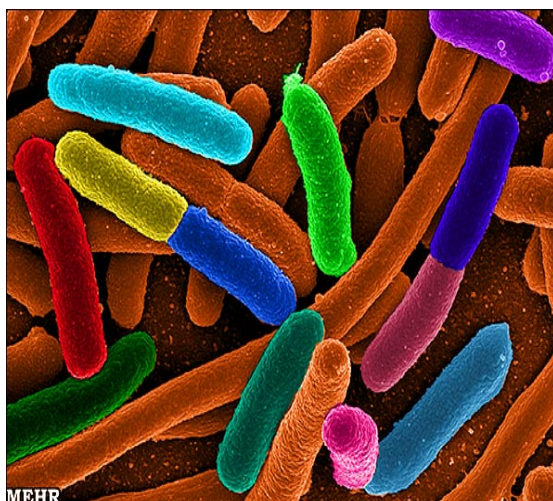
پتروشیمی

فناوری رنگ در حوزه تولیدات پلیمری مشتمل بر پنج فناوری رنگ کردن توده ای، رنگریزی، پلیمریزاسیون ذاتاً رنگی، چاپ و پوشش دهی است. محصولات پلیمری همانند سایر محصولات از نقطه نظر زیباسازی و کددار کردن بسیار وابسته به رنگ می باشند. بدون تردید تنوع موجود در محصولات پلیمری نظیر فیلم های بسته بندی، لوله و پروفیل، ورق های ترموform، قطعات قالبگیری تزریقی، بادی و دورانی، الیاف و... سبب گردیده تا فناوری های مختلفی جهت انتقال پدیده رنگ به محصول پلیمری پا به عرصه صنعت بگذارند.

۹-۳- معرفی فناوریهای رنگ در محصولات پلیمری

۹-۳-۱- رنگ کردن توده ای (Mass Coloration)

رنگ کردن توده ای پلیمر، به معنای رنگ کردن پلیمر پیش از شکل دهی آن جهت تولید محصول نهایی است. مواد رنگزای مصرفی در این فرایند شامل رنگدانه ها و رنگینه ها می شوند. اشکال مصرفی مواد رنگزا در فرایند رنگ کردن توده ای پلیمر عبارتند از پودر معمولی، پودر جریان پذیر، مخلوط پودر رنگدانه های مختلف که جهت دستیابی به رنگ نهایی در محصول فرموله شده اند، خمیر رنگی و مستریج رنگی. آنچه از نقطه نظر فنی در این فرایند حائز اهمیت است، دستیابی به یک توزیع یکنواخت با اندازه ذرات مناسب از مواد رنگزا در بستر پلیمری می باشد.



۹-۳-۲- رنگریزی (Dyeing)

رنگریزی منسوجات پلیمری به معنای اعمال و تثبیت یک رنگینه در بستر منسوج پلیمری به صورت یکنواخت است. امروزه در صنعت پتروشیمی کشور دو نوع پلیمر شامل پلی اتیلن ترفتالات و پلی پروپیلن با گرید الیاف در حال تولید می باشد. رنگریزی الیاف پلی اتیلن ترفتالات، به علت ماهیت آب گریز آن، بلورینگی بالا و فقدان گروه های عاملی بسیار مشکل است

پلی پروپیلن، بدلیل داشتن خواص مطلوبی نظیر دانسیته پایین، عایق حرارتی خوب و قیمت مناسب از نقطه نظر تجاری بسیار حائز اهمیت می باشد. لیکن رنگریزی آن به دلیل ساختار غیر قطبی، بلورینگی بالا و فقدان گروه های قطبی با مشکلات زیادی روبرو است.

معمول ترین روش رنگ کردن الیاف پلی پروپیلن رنگ کردن توده ای آن در مرحله ریسندگی با استفاده از مستربچ های رنگی است.

۹-۳-۴- پلیمریزاسیون ذاتاً رنگی (Self-colored Polymerization)

همانطور که از نام آن پیداست، تولید پلیمر ذاتاً رنگی تحت عملیات پلیمریزاسیون در راکتور صورت می گیرد.

محصول این فرایند، پلیمری است که به صورت توده ای رنگ شده است. از محصول پلیمری حاصل با نام های مختلفی نظیر ماده رنگزای پلیمری، پلیمرهای ذاتاً رنگی، پلیمرهای خودرنگ، رنگینه های پلیمری و رنگدانه های پلیمری یاد می شود. امروزه پلیمرهای ذاتاً رنگی در تولید جوهرهای چاپ، مواد پوششی، تونرهای الکتروفتوگرافی، سیستم های تصویری کریستال مایع، مواد تصویری الکترواپتیکال، حساس کننده های نوری پلیمری، تونرهای تصویری الکترواستاتیک و... استفاده میشود.

پلیمرهای ذاتاً رنگی را می توان بر اساس عامل رنگ ساز طبقه بندی نمود. این طبقات عبارتند از پلیمرهای بر پایه عامل رنگ ساز آزو، بر پایه عامل رنگسازآنتراکینون، بر پایه رنگینه های بازی، فتالوسیانین های پلیمری، پلی ویولوژن ها و پلیمرها کاملاً کروموفوری.

۹-۳-۵- پوشش دهی

پوشش دهی به معنای اعمال یک لایه از ماده پوششی بر روی یک سطح معین مثل سطوح پلیمری است. پوشش دهی سطوح پلیمری به چهار روش شامل اعمال پوشش رنگ، آبکاری، اسپری حرارتی و اعمال پوشش فلزی تحت خلاء صورت می گیرد.

سطوح پلیمری در این فرایند به مانند فرایند چاپ نیازمند آماده سازی هستند. در روش اعمال پوشش، می توان سطوح پلیمرهای گرمانرم نظیر پلی اتیلن، پلی پروپیلن ABS و نیز سطوح پلیمرهای گرماسخت نظیر اپوکسی و پلی استر را پوشش داد. آبکاری یکی از روش های مرسوم پوشش دهی در صنایع پلیمری نظیر صنایع خودرویی، لوازم خانگی و صنایع الکتریکی و الکترونیکی به شمار می رود.

پوشش دهی به روش اسپری حرارتی نیز بر پایه رسوب فلزات مذاب توسط اسپری (Spray Deposition) بر روی سطح پلیمر است. در روش اعمال پوشش فلزی تحت خلا، فلز به صورت بخار بر روی سطح می نشیند و متراکم می گردد. فلزی که در اغلب صنایع استفاده می شود آلومینیوم بوده و سطح مورد نظر نیز می تواند پلیمرهای مختلفی نظیر پلی استایرن ها، اکریلیک ها، پلی کربنات و BOPP باشد.

۹-۴- نقش فناوری رنگ در توسعه تولیدات پلیمری

اصولاً تولید پلیمرهای رنگی در راکتور با دو هدف عمده صورت می گیرد، هدف اول تولید پلیمرهای ذاتاً رنگی که می تواند مستقیماً شکل دهی گردد و مورد استفاده مشتریان قرار گیرد، هدف دوم تولید یک ماده رنگزای پلیمری که با محیط های پلیمری سازگاری داشته و به منظور رنگ کردن توده ای پلیمرها می تواند مورد استفاده قرار گیرد. امروزه بسیاری از تولیدکنندگان پلیمر در دنیا با تکیه بر فناوری پلیمریزاسیون ذاتاً رنگی به تولید این گونه پلیمرها در راکتور پرداخته اند. شاید مهمترین شرکت تولیدکننده در دنیا شرکت milliken باشد. پلیمرهای ذاتاً رنگی این شرکت عبارتند از Reactint به عنوان یک ماده رنگزای پلیمری جهت رنگ کردن توده های پلی یورتان، Cleartint به عنوان یک ماده رنگزای الیگومری جهت رنگ کردن توده ای پلی اولفین ها، Liquitone به عنوان یک ماده رنگزای پلیمری مخصوص مرکب های چاپ و بالاخره Palmer به عنوان یک ماده رنگزای پلیمری مورد استفاده در ماژیک های قابل شستشو.

۹-۵- گوگردزدایی گازی بوسیله باکتری

بمنظور گوگرد زدایی بیولوژیکی از گازوئیل، باکتری بومی Rhodococcus P32Cl روی پایه های پلیمری تثبیت شد. پایه های آلژینات و پلی اتیلن از میان انواع مختلف پایه هایی که برای تثبیت سلول ها بکار می روند بدلیل ارزانتر بودن، روش تثبیت ساده تر، امکان دسترسی بهتر و سازگاری مناسبتر با باکتری انتخاب شدند. گوگردزدایی از گازوئیل توسط سلول های تثبیت شده در آلژینات مورد بررسی قرار گرفت که در شرایط عملیاتی بهینه میزان حذف گوگرد ۱۰ درصد حاصل شد.

فصل دهم

عمران

۱۰-۱- آسفالت های پلیمری

در اصلاح فیزیکی مواد مختلفی از جمله پلیمرها به عنوان اصلاح کننده های فیزیکی به مخلوط قیر اضافه می شود. پلیمرهای که برای این منظور استفاده می شوند عبارتند از پلی اتیلن، اتیل ونیل استات EVA، کو پلیمر استایرن بوتادین و ایزوپرن (SBS, SIS).

این پلیمرها در دمای بالا (دمای اختلاط) به صورت کاملاً روان در می آیند و لذا ویسکوزیته آنها در دمای اختلاط به طور مطلوبی به ویسکوزیته قیر نزدیک خواهد بود و همچنین با کاهش درجه حرارت به کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد، یک شبکه لاستیکی در کالبد قیر شکل گرفته و آن را به صورت یک ماده لاستیکی در خواهد آورد که میزان آن بستگی به نوع و درصد پلیمر دارد. افزودن پلیمرها به قیر آثار مثبتی روی خواص و عملکرد آن در دمای بالا و پایین، مانند مقاومت در برابر شیارشدگی (Rutting) و ترک های حرارتی دارد.

پلیمرها باعث کاهش حساسیت گرمایی قیر بویژه در دمای بالا که در آن قیر جاری می شود، می گردد. همچنین این مواد مقاومت مخلوط های آسفالتی را در برابر خستگی بالا برده و چسبندگی قیر به مصالح را افزایش می دهند. بنابراین افزودن مواد پلیمری به آسفالت باعث سفت شدن مخلوط و مانع بروز تغییر شکل های موضعی بزرگ در زیر چرخ های وسایل نقلیه خواهد شد. آسفالت ها آنطور که به رفتار و خصلت آنها مربوط می شود، شامل هیدروکربن هایی با وزن مولکولی زیاد هستند که «آسفالتن» نامیده می شوند. پس این اولین نشانه از پلیمری بودن آسفالت است. آسفالت ها ذاتاً در کربن دی سولفید و هیدروکربن های آروماتیک قابل حل هستند.



پلیمرها زنجیره های بلندی از مواد آلی هستند که از قسمت های کوچکتری به نام منومر تشکیل شده اند و دارای خصوصیات منحصر به فردی هستند که عبارتند از:

- دارای دمای انتقال درجه دومی (درجه حرارت عبور از حالت شیشه ای) به نام T_g میباشد.
- دارای جرم مولکولی متفاوت و توزیع جرم مولکولی میباشد.
- ماده ای ویسکوالاستیک بوده و به همین خاطر دارای مکانیزم های استهلاک تنشی فراتر از مواد دیگر می باشد.
- نسبت جرم به خواص آن در مقایسه با مواد دیگر بسیار بالاست به طوریکه می توان پلیمرهایی با یک ششم وزن فولاد ساخت که مدولی بیش از فولاد داشته باشد.

۱۰-۲- روش های تولید قیر پلیمری

نحوه امتزاج پلیمر و قیر باید بصورتی باشد که پلیمر در فاز آروماتیک قیر متورم و در مواردی محلول گشته و پس از انجام اختلاط مناسب در دمای صحیح به شکل کاملاً یکنواخت در قیر پراکنده شود:

۱- استفاده از پودر بسیار ریز پلیمر و اختلاط آن با قیر با استفاده از همزن های با سرعت برشی پایین

- ۲- استفاده از دانه های متخلخل پلیمر و همزمان با سرعت برش بالا
- ۳- استفاده از دانه های معمولی پلیمر و همزمان با سرعت برش بالا

۱۰-۳- پلیمرهای مورد استفاده در آسفالت

۱۰-۳-۱- الاستومرها (لاستیک ها)

الاستومر، پلیمری است که دارای اسکلت لاستیکی انعطاف پذیر با زنجیره های جانبی بزرگ در ساختارش می باشد. قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک خواص منحصر به فردی دارند زیرا آنها از یک فاز مایع و ذرات متورم شونده تشکیل می شوند. این رفتار فاز مایع را سخت تر و کشسان تر می سازد. متورم شدن ذرات لاستیک، شبکه قیر را به وسیله کاهش فاصله بین ذرات تحت تاثیر قرار می دهد، کمبود گرانروی قیر را از بین برده و قیر را سخت تر می کند.

پلیمرهایی که در اصلاح قیرها کاربرد فراوان دارند، پلیمرهای گروه الاستومرند که شامل: استایرن بوتادین ان استایرن (SBS) و پلیمرهای مشابه مانند لاستیک استایرن بوتادین ان (SBR) هستند.

کوپلیمر SBS کوپلیمری سه قطعه ای است که در آن قطعه های استایرن به وسیله یک قطعه بوتادین ان از یکدیگر جدا شده اند. شکی نیست که افزودن هر نوع پلیمر به قیر باعث بهبود خواص قیر خواهد شد. اما دلیل انتخاب SBS به منظور اصلاح خواص قیر، در این است که مطابق مراجع و منابع

مختلف علمی و معتبر از جمله NCHRP و (SBS 459) بهترین پلیمری است که هم میتواند خواص لاستیکی و پلاستیکی مناسب را به قیر بدهد و هم اینکه باعث بهبود عملکرد آن نسبت به ترکهای ناشی از خستگی، ترکهای در دمای پایین، مقاومت در برابر تخریب و تغییر شکلهای ذاتی قیر گردد. در نتیجه آسفالت تهیه شده توسط قیر اصلاح شده با SBS می تواند انعطاف پذیری خود را در دماهای پایین به راحتی حفظ کرده و در برابر Rutting و ترک های ناشی از خستگی نیز به راحتی از خود مقاومت نشان دهد.

۱۰-۳-۲- پلاستومرها

پلاستومر، پلیمری است که همانند یک پلاستیک در درجه حرارت ذوب تغییر شکل پیدا میکند و در دماهای پایین سخت میشود بعبارتی با اعمال حرارت ساختمان آن بطور برگشت پذیری شکسته میشود.

۱۰-۳-۱- اتیلن وینیل استات (EVA)

مهمترین پلاستومری است که در آسفالت مورد استفاده قرار میگیرد. پلیمرهای EVA بسهولت توسط همزدن ساده با آسفالت مخلوط میشوند.

۱۰-۴- مزایای آسفالت پلیمری

مزایا استفاده از آسفالت پلیمری به شرح زیر است:

- دستیابی به مخلوط نرمتر در دماهای پایین بهره برداری و کاهش ترک خوردگی
- دستیابی به مخلوط سخت تر در دماهای بالا و کاهش خط افتادگی (شیاردار شدن)
- کاهش گرانروی در دماهای ساخت و اختلاط
- افزایش مقاومت و استحکام مخلوط
- بهبود مقاومت در برابر سایش مخلوط
- کاهش کنده شدن مصالح
- کاهش ترکهای انقباضی روسازی
- بهبود تراکم و اجرا
- تسریع در سخت و سفت شدن مخلوطهای نرم
- بهبود مقاومت در برابر خستگی مخلوط

- تقویت قیر و آسفالت
- امکان کاربرد سنگدانه های ضعیف در مخلوطهای آسفالتی
- ایجاد لایه ضخیمتر قیر روی سنگدانه ها
- بهبود چسبندگی و کاهش عریان شدگی
- کاهش بیرون زدگی قیر
- کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری

۱۰-۵- تاثیر روکش آسفالت های پلیمری بر خط کشی های ترافیکی

از جمله معایبی که معمولاً در خط کشی های راه ها مشاهده می شود سیاه شدگی، قیرزدگی، ترک های طولی و عرضی و جدا شدن خط کشی از سطح روکش آسفالت می باشد. با اصلاح کردن قیر و یا عبارتی آسفالت با مواد پلیمری تا حد زیادی میتوان بر مشکلات فوق غلبه کرد:



یکی از علل سیاه شدگی خط کشی ها در بسیاری از مناطق گرمسیر انتقال قیر از لایه روکش آسفالت به قشر خط کشی انجام شده می باشد که این با آسفالت های پلیمری تا حد زیادی قابل برطرف کردن می باشد. همچنین قیرزدگی که یکی از مشکلات اصلی روکش آسفالت قیر امولسیون می باشد باعث تغییر رنگ و کاهش راندمان خط کشی ها می شود، که این امر تا حد قابل ملاحظه ای در آسفالت های قیر پلیمری کاهش پیدا کرده است.

یکی از علل بروز مشکل ترک در خط کشی های گرم وجود ترک در سطح آسفالت است که همانطور که قبلاً اشاره شد از مزایای استفاده از آسفالت های پلیمری کاهش ترکهای انقباضی سطح روسازی است

که این امر باعث میشود روکش آسفالت در مقابل تغییرات شدید دمایی انعطاف پذیر و مقاوم باقی بماند و مشکل ترک خوردگی در آن کاهش پیدا کند.

۱۰-۶- کاربرد پلیمر در اصلاح خواص قیر و تهیه آسفالت پلیمری

پلیمرها بعنوان مهمترین خانواده اصلاح کننده قیر، برای بهبود عملکرد و افزایش کارایی مخلوط نهایی، به قیر اضافه می شوند. افزودن پلیمر به قیرها، آثار مثبتی روی خواص و عملکرد آنها در دمای بالا و پائین، مقاومت در برابر شیار شدگی و ترک های گرمایی دارد. پلیمرها حساسیت گرمایی قیر، بویژه در دمای بالا که قیر جاری می شود را کاهش، مقاومت مخلوط های آسفالتی را در برابر خستگی افزایش و چسبندگی قیر را بالا می برد.

قیر بعنوان یک ماده مصرفی در صنایع مختلف بویژه راه و ساختمان از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است. خصوصیات ویژه از قبیل انعطاف پذیری، آب گریزی و قیمت نسبتاً ارزان آنرا نسبت به دیگر مصالح برتری داده است.

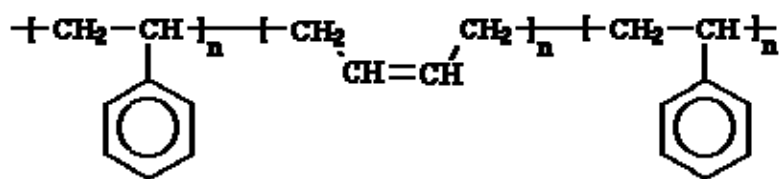
عمده ضعف قیرها شامل حساسیت بالا، خاصیت الاستیسیته کم، محدود بودن دامنه سرویس دهی از نظر دما، مقدار مقاومت و بسیاری موارد دیگر است. اصلاح خواص قیر باعث بالا رفتن کیفیت آن و افزایش عمر سرویس دهی مخلوط آسفالتی شده و در نتیجه، هزینه های نگهداری و مرمت پوشش بنحو چشمگیری کاسته خواهد شد.

بر خلاف روش های شیمیایی، اصلاح کننده های فیزیکی بیشماری برای بهبود خواص قیر قرار گرفته اند. در این روش ها هیچگونه پیوند شیمیایی بین ماده اصلاح کننده و قیر تشکیل نمی شود (البته بجز پیوند هیدروژنی). اصلاح کننده های گوناگون می توانند خواص ریولوژیک قیر و چسبندگی آن به مصالح را افزایش دهند. از جمله این افزودنی ها شامل موارد زیر است: پلیمرهای ترموست، رزین های ترموپلاستیک (پلیمرهای پلی استایرن و SBR) پلیمرهای کریستالی ترموپلاستیک، مبدل های شیمیایی، فیبرها، آنتی اکسیدان ها، قیرهای طبیعی (گیلسونایت، فورفورال اکسترکت)، عامل های چسبنده، گوگرد، کوپلیمر استایرن بوتادین (SBS).

۱۰-۷- انواع متداول قیرهای پلیمری

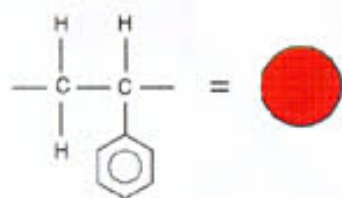
۱۰-۷-۱- پلیمر SBS

پلیمر SBS (کوپلیمر بلوکار استایرن - بوتادین - استایرن) از جمله بهترین مواد اصلاح کننده قیر بشمار می رود. این اصلاح کننده خصوصیات لاستیکی و ترموپلاستیکی را بطور همزمان دارا می باشد.

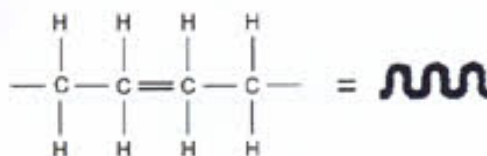


Poly(styrene-butadiene-styrene), otherwise known as SBR rubber

با کاهش درجه حرارت به پایین تر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد، یک شبکه لاستیکی در کالبد قیر شکل گرفته و آن را بصورت یک ماده پلاستیکی در خواهد آورد.



STYRENE



BUTADIENE

۱۰-۷-۲- آلیاژ PS و SBR

آلیاژهایی از پلیمرهای پلیمر (PS) و کوپلیمر تصادفی استایرن و بوتادین (SBR) از جمله این پلیمرها هستند که در درصدهای مختلف بعنوان ترموپلاستیک الاستومرهای فیزیکی تهیه و در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد توسط مخلوط کن با قیر مخلوط می شود. مخلوط ۳۰ درصد (PS) ۷۰ درصد SBR دارای خواص خوب در همه شرایط پایداری سازگاری است.

۱۰-۷-۳- گیلسونایت

گیلسونایت یک هیدروکربن طبیعی رزینی است این قیر طبیعی مانند قیر نفتی است که بنام های قیر طبیعی و قیر معدنی خوانده می شود. گیلسونایت در حلال های معطر نفتی و حلال های چرب مانند قیر نفتی حل می شود. بخاطر سازگاری فوق العاده با محصولات نفتی غالباً برای شل و سفت کردن آنها استفاده می شود.

گلیسونایت در میزان انبوه ماده ای سیاه رنگ و درخشان شبیه مواد معدنی شیشه ای است. این ماده شکننده بوده و خیلی راحت تبدیل به پودر قهوه ای تیره می شود. این ماده معدنی در اوایل دهه ۱۹۶۰ کشف شد اما تا سال ۱۸۸۰ که ساموئل اچ گلیسون آنرا به عنوان ماده پوششی آب بند برای الوار و عایق کابل و روغن حلال استفاده کرد بخوبی شناخته نشده بود. ویژگی منحصر به فرد گلیسونایت، میزان بالای نیتروژن آن است که بیشتر به شکل پیرول، پیریدین و گروه های تابع آمیدی می باشند. گروه های فنولیک و کربونیک هم وجود دارند که میزان کم اکسیژن نسبت به نیتروژن نشان دهنده عملکرد بالای نیتروژن است. این امر از ویژگی های سطح مطلوب گلیسونایت و مقاومت آن در برابر رادیکال های آزاد اکسیژن به شمار می رود. وزن متوسط مولکولی گلیسونایت ۳۰۰۰ می باشد که نسبت به دیگر فرآورده های آسفالتی و رزین های سنتز شده بالاتر است. این امر ممکن است به رفتار نیمه پلیمری گلیسونایت هنگامی که در سیستم های پلیمری و الاستومری به عنوان رزین اصلاح کننده به کار می رود، وابسته باشد. گلیسونایت پتانسیل واکنش پذیری دارد. واکنش های شاخه های پیوندی و نوع افزوده دیده شده است. گلیسونایت تحت شرایط ویژه با اجزای فرمالدئید واکنش می دهد.

گلیسونایت موجود، در دسته قیرهای جامد که بنام آسفالت شناخته می شوند، قرار دارد. این رسوب ها بدلیل ویژگی های زیر با دیگر آسفالت ها (قیرهای جامد) متفاوت می باشند:

۱- میزان بالای آسفالتین

۲- میزان بالای حل شوندگی در حلال های آلی

۳- میزان خلوص و سازگاری بالا

۴- میزان بالای نیتروژن

۱۰-۷-۴- قیر VB اصلاح شده

قیر ماده ای است که از تقطیر دوگانه نفت خام سنگین در فشار معمولی و تحت خلا به دست می آید. در صورت سبک بودن نفت خام اولیه پسمانده ستون تقطیر در خلاء VB5 خوانده می شود که دارای درجه نفوذ بسیار بالایی می باشد. اما این ماده دارای قوام لازم و کافی جهت استفاده به عنوان یک ماده قیری در کاربردهای مختلف نمی باشد که علت این امر وجود درصد بالای مواد سبک در و درصد پائین مواد آسفالتی می باشد. از این رو، از طریق تقطیر مجدد توسط تجهیزات و ستون های تقطیر جداگانه و یا از طریق فرآیند هوادهی، این پسمانده به قیر تبدیل می شود.

تنها واکنشی که طی فرآیند هوادهی صورت می گیرد عمل هیدروژن گیری از ترکیبات نیمه اشباع و بالا بردن نسبت کربن به هیدروژن (H/C) در این نوع هیدروکربن ها می باشد که این کار باعث بالا

رفتن درصد آسفالتین در قیر می شود. افزایش درصد مواد پلی آروماتیک باعث بهبود خواص و قوام قیر و در نهایت خواص مناسب کاربردهای مختلف عمرانی می شود. به طور کلی افزودن قطران به VB باعث تولید یک ماده قیری می شود که خواصی نزدیک به برخی از قیرهای مورد استفاده در طرح های عمرانی دارد. این نوع قیر را دوپایه نامند. حذف مرحله هوادهی با استفاده از مواد قطرانی در تولید قیر باعث کاهش قیمت شده، از هدر رفتن مواد نفتی جلوگیری کرده و کاربرد جدیدی برای مواد قطرانی ایجاد می نماید. تولید قیرهای حاوی بالایی از مواد آروماتیک باعث بهبود خواص قیر و آسفالت های حاصله می شود. قیرهای پلیمری نیز دو پایه نامیده می شوند و از کارایی و خواص مناسبی جهت استفاده برخوردار هستند.

۸-۱۰- امولسیون های پلیمر قیری

امولسیون های قیر یا پلیمر، از نوع امولسیون روغن در روغن هستند که نسبت به امولسیون های آب در روغن و روغن در آب کمتر رایج می باشند و جهت بالا بردن کارایی پوشش های آسفالتی توسعه یافتند. این نوع امولسیون ها از پراکنده شدن یک فاز پلیمری به عنوان فاز داخلی در قیر که به عنوان فاز خارجی یا پیوسته می باشد، حاصل می گردند. معمولاً جهت اطمینان از اختلاط دو فاز، قیر و پلیمر را در دمایی بالاتر از نقطه ذوب پلیمر با یکدیگر مخلوط می کنند.

بطور کلی پلیمر مناسب جهت اصلاح خواص قیر باید شرایط زیر را دارا باشد:

۱- با قیر سازگار باشد.

۲- در دماهای اختلاط آسفالت مقاوم باشد.

۳- حساسیت حرارتی قیر را کاهش دهد.

۴- قابلیت فرآیند پذیری در اختلاط های مرسوم و تجهیزات مورد استفاده را داشته باشد.

۵- ویسکوزیته پوشش را در دماهای معمولی افزایش دهد.

۶- ویژگی های خودش را در طول ذخیره سازی، کاربرد و بهنگام اختلاط با قیر حفظ کند.

۷- از نظر قیمت مناسب باشد.

برای آن که یک قیر اصلاح شده با پلیمر بتواند وارد بازار مصرف شود باید شرایط زیر را برآورده سازد:

۱- مخلوط قیر و پلیمر باید حداقل ۵ تا ۷ روز در دماهای بالا پایدار باشد.

۲- پلیمر در این مدت پایدار حرارتی باشد.

۳- زمان اختلاط طولانی یا دمای اختلاط خیلی بالا لازم نباشد.

بهترین پلیمرها برای اصلاح خواص حرارتی قیر در دماهای بالا و پایین، کوپلیمرهای SIS و SBS می باشند، زیرا سازگاری بسیار خوبی با قیر دارند. اما گرانی این محصولات موجب گسترش تحقیقات بر روی دیگر افزودنی های مشابه شده است.

پلی اتیلن یکی از انواع پلیمرهایی است که در اصلاح قیر بکار می رود. ساختار زنجیره های پلی اتیلن کاملاً اشباع بوده و این پلیمر در برابر تخریب وسیع در خلال فرآیند اختلاط با قیر پایدار است. در طی فرآیند اختلاط گرم پلی اتیلن در قیر بصورت کاملاً متورم بوده و برخی از اجزای قیر را در قطرات خود جای می دهد. این عمل باعث افزایش کارایی قیر در دماهای بالا و کاهش شیاردار شدن پوشش آسفالتی می شود. امولسیون های پلی اتیلن در قیر در نبود نیروی اختلاط (امولسیون در حال ساکن) پایدار نبوده و پژوهش های فراوانی صرف مطالعه و حل این مشکل شده است اگر این مشکل بنحوی حل شود، پلی اتیلن را بعنوان بهترین اصلاح کننده قیر می توان مطرح کرد.

۹-۱۰- درصد واکس

واکس پارافین به گروه های گسترده ای از هیدروکربن های اشباع با وزن ملکولی بالا که در دمای محیط جامد باشند، اطلاق می شود. واکس های پارافینیک بر خواص رئولوژیکی قیر تأثیرگذار هستند. در خلال سرد شدن قیر مذاب، واکس ها کریستال می شوند و شبکه ای از کریستال ها را تشکیل می دهند که باعث می شوند قیر از حالت نرمال خود سخت تر شود. همچنین واکس ها در دمای بالا بسیار سیال هستند و این تغییرات (جامد به مایع) در مورد واکس ها در محدوده دمایی محدودی انجام می پذیرد و لذا وجود واکس های پارافینیک در قیر حساسیت قیر را نسبت به تغییر دمایی بالا می برد. چسبندگی واکس ها با هر نقطه ذوب بسیار کم است و وجود آنها در قیر باعث کاهش چسبندگی قیر (به سطوح سنگی و فلزی) می گردد، در حالیکه یکی از مهم ترین خواص قیرها چسبندگی آنها می باشد.

۱۰-۱۰- مواد کامپوزیت در مهندسی عمران

مواد کامپوزیتی تشکیل یافته از الیاف (مانند شیشه، کربن، آرامید، پلی استر، پلی اتیلن و...) با ماتریس های آلی (مثل اپوکسی، پلی استر، پلی یورتان و...) یا با ماتریس معدنی (مانند سیمان پرلند، سیمان مگنیزیم و...) مطمئناً به عنوان مصالح قرن بیست و یکم مطرح هستند. این مشخصات بازدهی و دوام بیشتری نسبت به مصالح سنتی (فولاد، بتن، بتن آرمه و...) را مطرح می سازد. خانواده های اصلی کامپوزیت ها و کاربری آنها در زمینه مهندسی عمران در سه طبقه اصلی تقسیم میشوند:

۱۰-۱۰-۱- کامپوزیت های نرم

در جاهائیکه فقط کشش مطرح است شامل ربات ها، تندان ها، کابل ها در سازه های معلق و...

۱۰-۱۰-۲- کامپوزیت های سخت

این کامپوزیت ها که الیاف و رزین های ترموست به وجود می آیند برای کاربردهای سازه ای با مقاومت مکانیکی بالا و در پروفیل های پولتروژن مورد استفاده قرار می گیرند. به طوری که از نظرمقاومت قابل قیاس با مصالح فلزی می باشند.

۱۰-۱۰-۳- اثر اندرکنش بین مصالح و سازه

در اینجا موضوع بهینه سازی چه به لحاظ میکرومکانیکی (درصد حجم الیاف و رزین) و چه به لحاظ ماکرومکانیک (زاویه الیاف، نحوه آرایش لایه ها و تکنیک ساخت و...) مطرح میشود.

۱۰-۱۱- مواردی چند از کاربردهای کامپوزیت ها در مهندسی سازه

لوله ها:

یکی از بیشترین کاربرد سازه ای کامپوزیت های لوله ها باشند.

دکل های سبک، تیرک برق:

این دکل ها به منظور مقاومت در برابر نیروهای باد طراحی می شوند.

اعضای باربر در ساختمان:

اعضای سازه ای ساخته شده با روش پولتروژن که دارای کاربردهای وسیعی در صنعت ساختمان سازی هستند.

آرماتورهای تقویت کننده پلاستیکی "FRP"

برای تقویت در دال های سقف، تیرهای اصلی و ستون های بتن مسلح تاکنون استفاده شده است.

۱۰-۱۲- بتن پلیمری

ایده استفاده از بتن های پلیمری در دوران اخیر به سال ۱۹۰۹ باز می گردد. در سال ۱۹۲۴ برای اولین بار از لاتکس لاستیک طبیعی در ساختمان لاتکسی استفاده شد. محصولات دیگری در سال ۱۹۳۰ بر پایه لاتکس پلی وینیل استات تهیه شد. از سال ۱۹۶۰ پلیمرهای گرمانرم مانند اکریلیل های و وینیلیدن کلراید در ساخت بتن های پلیمری مورد استفاده قرار گرفته است.

در حال حاضر از جمله ارزانتین و پرمصرفترین مصالح ساختمانی، بتن است. بتن پلیمری سبک امتیازات فراوانی بر بتن معمولی دارد، از آن جمله می توان چگالی کمتر، عایق حرارتی، عایق صوتی، نفوذ پذیری کم، مقاومت فشاری، خمشی و کششی بالا، جذب آب ناچیز، مقاومت شیمیایی بالا، مقاومت خوب در برابر شرایط جوی و آب و هوایی، امکان رنگ پذیری و پذیرش طرح های تزئینی و امکان تهیه در ضخامت های کم را نام برد.

امروزه حدود ۱۰ نوع منومر و الیگومر در سراسر جهان با ترکیبات گوناگونی همراه با اصلاح کننده متفاوت به کار برده می شوند و بیش از ۳۰ نوع بتن پلیمری را می سازند. پرمصرف ترین آنها عبارت است از بتن های پلیمری بر پایه رزین های پلی استر، اپوکسی، وینیل استر و منومر متیل متاکریلات. علاوه بر این ها رزین های فوران، فوران-اپوکسی، کاربامید و فنل فرمالدئید نیز کاربرد وسیعی دارند.

۱۰-۱۲-۱- انواع بتن پلیمری

تقسیم بندی بتن های پلیمری براساس عوامل مختلفی نظیر سهولت کاربرد، نوع حامل پلیمری مورد استفاده و نوع سخت کننده انجام می شود ولی عمومی ترین تقسیم بندی به شرح زیر است:

- بتن های پلیمری
- بتن های پلیمر - سیمان
- بتن های آغشته شده توسط پلیمر
- بتن های پلیمر - گوگرد



۱۰-۱۲-۲- اجزاء تشکیل دهنده بتن های پلیمری

مواد مورد استفاده در بتن های پلیمری را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- رزین های مصنوعی مورد استفاده

- سنگریزه ها و پرکننده های معدنی

- مواد مسطح کننده

- مواد کاهنده کشش سطحی

فصل یازدهم

نظامی

۱۱-۱- کامپوزیت ها در صنایع نظامی

رویدادهای ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، توجه جهانیان را به شکل کاملاً جدیدی به مسئله امنیت معطوف کرده و مایه نگرانی های شدیدی در سطح بین المللی شده است. مسائل امنیتی در گذشته و حال متفاوت هستند. هنگام جنگ سرد (دهه های ۵۰ و ۶۰ میلادی) نگرانی اصلی جهان، بمب ها و موشک های هسته ای بود. در جنگ جهانی دوم، خرابکاری موضوعی نگران کننده در آمریکا بود و این بسیار شبیه نگرانی های امروزی است.

آنچه به نظر متفاوت می آید این است که امروزه مسئله امنیت بسیار شخصی تر شده است و جالب است که بسیاری از کاربردهای کامپوزیت ها در اسلحه ها و محافظ ها نیز شخصی و فوری است. برخی از این کاربردها در این فصل مورد بررسی قرار می گیرد.

۱۱-۱-۱- اسلحه های شخصی

به کارگیری کامپوزیت ها در تسلیحات نظامی روند رو به رشدی داشته است و در این بین تفنگ های تمام کامپوزیتی به تعداد محدودی ساخته می شوند ولی کامپوزیتی کردن بخشی از اسلحه معمول تر است. برای مثال ضخامت لوله فولادی تفنگ را کاهش می دهند و روی آن یک پوشش کامپوزیتی می پیچند.

برتری های پوشش کامپوزیتی روی لوله تفنگ حیرت آور است. جنس لوله تفنگ، فولاد زنگ نزن ۴۱۶ است که به دقت ماشینکاری و نازک شده است. لوله تفنگ و خان های آن معمولاً با نوعی فولاد که کمترین تغییر را در مسیر فشنگ ایجاد می کند ساخته میشود. با ترکیب فولاد و پوشش میتوان تفنگ هایی مناسب شکار و کاربردهای نظامی ساخت.

استحکام بالاتر تفنگ کامپوزیتی به علت طبیعت جهت دار الیاف کربن است. بیشتر الیاف را میتوان به صورت های گوناگونی به دور یک محور پیچاند. بنابراین در مورد تفنگ این امکان وجود دارد که الیاف را به گونه ای دور لوله جهت داد که استحکام بالاتری حاصل شود. بهبود استحکام، افزایش امنیت را به دنبال خواهد داشت؛ زیرا احتمال شکافتن لوله کاهش می یابد. سفتی بالای تفنگ های کامپوزیتی و در نتیجه افزایش دقت آنها نیز از جهت انتخابی برای الیاف ناشی می شود. ترکیب سفتی و استحکام منجر به کاهش وزن تفنگ میشود. برای مثال وزن تفنگ های کامپوزیتی معمولی حدود ۴۰ درصد کمتر از M-1 است.



هنگامی که لوله فولادی ساخته میشود ایجاد سوراخ و خان در لوله، تنش هایی را در لوله به وجود می آورند. برخی از این تنش ها در محصول نهایی باقی می ماند. بنابراین وقتی تفنگ به هنگام شلیک های پیاپی گرم می شود تنش های باقی مانده باعث میشود که در بعضی نقاط، لوله تفنگ از حالت طبیعی خارج شود و در نتیجه انحرافی در مسیر گلوله به وجود آید و در پی آن دقت شلیک کاهش یابد. استحکام و سفتی بالای پوشش کامپوزیتی از انحراف لوله جلوگیری می کند و بنابراین حتی هنگامی که اسلحه خیلی سریع و به طور پیاپی شلیک می کند، دقت بالایی خواهد داشت. فرایند ایجاد پوشش کامپوزیتی هیچ تنشی را در تفنگ ایجاد نمی کند، پس مسیر حرکت گلوله همواره صاف و مستقیم خواهد بود.

یک ویژگی بی نظیر کامپوزیت های الیاف کربنی، ضریب انبساط حرارتی نزدیک به صفر آنهاست. بنابراین تغییرات دمایی، اثر مشخصی روی ابعاد لوله نمی گذارد. افزون بر آن به خاطر اتصال محکم بین پوشش کامپوزیتی و لایه فلزی، فلز و کامپوزیت یکپارچه می شوند و هیچ لغزشی در امتداد سطح آنها وجود ندارد. پوشش کامپوزیتی به علت طبیعت غالبش، از تغییر ابعاد لوله در اثر گرم شدن لایه فلزی به علت تکرار شلیک جلوگیری می کند؛ زیرا جرم و استحکام پوشش کامپوزیتی از جرم و استحکام لایه نازک فلزی بسیار بیشتر است. هنگامی که تغییر ابعادی رخ دهد، مشهودترین عیب، کاهش دقت است که با افزایش فاصله تا هدف بروز می کند؛ زیرا کوچکترین تغییر در مسیر گلوله انحراف قابل توجهی را در برد زیاد از خود نشان می دهد.

هدایت حرارتی کامپوزیت الیاف کربنی، کاملاً غیرعادی است و نوید برتری های دیگری را می دهد. انتقال حرارت در درون کامپوزیت درجهت عمود بر الیاف بسیار ضعیف است. بنابراین بخش خارجی پوشش کامپوزیتی پس از حدود ۲۰ بار شلیک، فقط کمی گرم میشود. حال آنکه گرمای ایجاد شده در چنین حالتی در یک نمونه فولادی قابل توجه خواهد بود.

در مدت زمان طولانی پس از تیراندازی، کامپوزیت گرم می شود. توانایی بالای انتقال حرارت الیاف کربن در امتداد طولی آنها باعث میشود که گرما بسیار سریع به انتهای لوله منتقل شده و در آنجا پخش شود. نتیجه نهایی این که دمای سطح خارجی لوله کامپوزیتی کم تر شده و طول عمر لوله افزایش می یابد.

در نهایت سبکی لوله کامپوزیتی، به طور مطلوبی مرکز توازن تفنگ را به سمت ماشه منتقل می کند و این موضوع باعث می شود که بتوان چندین بار به طور مشابه به یک هدف کوچک شلیک کرد. بهای تفنگ های شکاری از جنس کامپوزیت تقریباً بالا و بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ دلار است. تفنگ های جنگی بهایی در حدود ۱۰۰۰۰ دلار دارند.

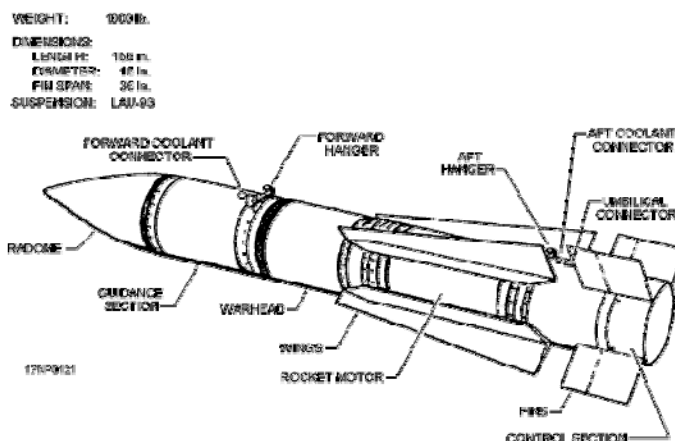
۱۱-۱-۲- جنگ افزارهای بزرگ

با توجه به برتری های مواد کامپوزیتی استفاده از آنها در جنگ افزارهایی چون توپ ها، موشک اندازه ها و جز آن در دست پژوهش است. استفاده از فناوری تقویت لوله توپ با پوشش کامپوزیتی هنوز مورد پذیرش سیستم استاندارد جنگ افزاری قرار نگرفته است. مشکلی که در اینجا وجود دارد، اختلاف ضریب انبساط حرارتی کامپوزیت و لوله فولادی است. در مورد تفنگ، لوله فولادی نسبتاً نازک بود و انبساطش تحت تأثیر کامپوزیت قرار می گرفت. حل این مشکل، موضوع پژوهش در این زمینه است.



۱۱-۱-۳- موشک ها

کاربرد کامپوزیت ها در صنایع موشکی در عرض ۴۰ سال تجربه شده است و به طور چشمگیری گسترش یافته است. به علت هزینه های بالای حرکت یک جسم در فضا، شرایط ایجاب می کند که وزن آن کم باشد. به همین علت، کامپوزیت ها نامزد مناسبی برای این کاربرد هستند. کاربرد کامپوزیت در لانچر موشک انداز نیز به همان اندازه مهم است. این لوله ها باید سبک باشند تا به راحتی حمل شده و بر روی خودرو یا هواپیما نصب شوند. همچنین باید خیلی سفت باشند تا پرواز موشک دقیق باشد. کامپوزیت ها این بازار را تحت کنترل خود درآورده اند.



۱۱-۴- هواپیماها

نوشتارهای زیادی در مورد کاربرد کامپوزیت ها در هواپیماها- چه نظامی و چه غیر نظامی- نوشته شده است. به نظر می رسد هر ساله کاربرد نوینی برای کامپوزیت ها در مدل های جدید ایجاد می شود. این کاربردها به منظور کاهش وزن و بهبود استحکام صورت می گیرد. هواپیماهای بدون سرنشین میتوانند برای شناسایی منطقه و همچنین برای پرتاب موشک ها به کار روند. بیشتر این هواپیماها از کامپوزیت ساخته میشوند.



فصل دوازدهم

سرامیک

۱۲-۱- کاربرد پلیمرهای آلی در مواد سرامیکی

پلیمرهای آلی دو نقش مهم در تهیه و ساخت سرامیک های پیچیده و کامپوزیت های پلاستیک - سرامیکی ایفا می نمایند. کاربرد این گونه مواد چه به صورت هموپلیمر و یا کوپلیمر بسیار وسیع است، که از جمله می توان به مواد چسبی (Binders)، روان کننده ها (Lubricants)، نرم کننده ها (Plasticizers)، قالبها (Molds)، هسته ها (Cores) و... اشاره کرد.

در کامپوزیت های پلاستیک - سرامیکی، پلیمرهای آلی در محصول نهایی باقی می ماند و خواص جدیدی را به کامپوزیت می بخشند، که از جمله می توان به پر کننده ها، ماتریس های انعطاف پذیر و مواد پوششی محافظ اشاره نمود.

پلیمرها مولکول های فوق العاده بزرگی هستند که از واحدهای تکرار شونده بسیار زیادی به نام مونومر تشکیل شده اند. با اتصال مونومرها به هم توسط پیوندهای کووالانسی، پلیمرهایی به وجود می آیند که وزن مولکولی آنها معمولاً بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰/۰۰۰ می باشد. پلیمرها دارای خواص بارزی در مقایسه با مواد دیگر هستند و به علت دارا بودن همین ویژگی ها است که تحول عظیمی در بسیاری از صنایع منجمله صنایع سرامیکی ایجاد کرده اند. از جمله این ویژگی ها می توان به ارزان بودن، انعطاف پذیری، مقاومت در مقابل حملات شیمیایی، شکل پذیری و استحکام کافی اشاره کرد. پلیمرها در صورت دارا بودن خاصیت گرما نرمی (Thermoplast) نرم و ذوب می شوند بدون اینکه تغییر ماهیت دهند، و در صورت داشتن خاصیت گرما سختی (Thermoset) در اثر حرارت نه تنها نرم و ذوب نمی شوند بلکه بر عکس سخت می گردند و در ضمن به علت تشکیل شبکه عرضی در حلال ها نامحلول می شوند. ناگفته نماند که پلیمرها در مقابل خواص مناسب خود در بعضی مواقع نقاط ضعفی نیز از خود نشان می دهند که این امر استفاده از آنها را محدود می سازد. برای مثال در مقایسه با فلزات از استحکام کمتری برخوردارند و همچنین در محدوده دمایی پایین تری در مقایسه با فلزات کارایی دارند و مضافاً اینکه در مقابل اشعه ماوراء بنفش و همچنین در بعضی از حلال ها به تدریج تجزیه می شوند.

۱۲-۲- کاربرد موقت پلیمرهای آلی در مواد سرامیکی

دلیل استفاده از پلیمرهای آلی در این گونه زمینه ها می تواند فرآیند پذیری پودر، شکل پذیری بهتر، به وجود آمدن استحکام کافی و در نتیجه توانایی انجام مکانیکی روی قطعه خام باشد. حضور پلیمرها در این موارد موقت است و بعد از اتمام وظایف خود از محیط عمل به وسیله سوختن در حین پخت حذف می شوند.

۱۲-۲-۱- چسب ها

اغلب مواد سرامیکی ویژه به علت غیر پلاستیک بودن در هنگام مخلوط شدن با آب شکل پذیر نیستند، بنابراین تهیه اشکال مختلف در این گونه مواد بدون استفاده از چسب ها امکان پذیر نیست. نقش این گونه چسب ها تشکیل پل هایی بین ذرات است که باعث استحکام و در عین حالت سهولت در شکل پذیری ماده خام برای قالب گیری و غیره می شوند.

می توان به پلیمرهای محلول در آب مانند پلی وینیل الکل (PVA)، سدیم کربوکسی متیل سلولز (Na-CMC)، متیل سلولز (MC)، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، رزین های گرمانرم مانند کوپلیمر استیرن بوتادین و رزین های گرما سخت مانند رزین اپوکسی و غیره اشاره کرد.



۱۲-۲-۱- طبقه بندی چسب های آلی (پلیمری)

بیشتر چسب های آلی مورد استفاده در فرآیندهای سرامیکی پلیمری هستند. فرآیندهای سرامیکی که در آنها از این گونه چسب ها استفاده می شود شامل فرآیندهای ریخته گری نواری، ریخته گری دوغابی، اکستروژن، قالب گیری تزریقی، قالب گیری تراکمی، پرس خشک و چاپ ضخیم است.

۱- چسب های سلولزی

لازم به اشاره است که علاوه بر مشتقات سلولز، مثل اتیل و متیل سلولز، هیدروکسی اتیل و هیدروکسی پروپیل سلولز و کربوکسی متیل سلولز و نشاسته را نیز می توان در این گروه از چسب ها منظور کرد.

۲- چسب های نوع وینیلی و آکریلیکی

پلی وینیل بوترال (PVB) معمولترین چسب در فرآیند سرامیکی ریخته گری نواری است. این نوع چسب ها خود بر دو نوع تقسیم می شوند، محلول در آب و محلول در مایعات غیر قطبی.

۳- چسب های پلیمری متفرقه

علاوه بر چسب های پلیمری سلولزی، وینیلی و آکریلیکی که در فرایندهای سرامیکی استفاده شده است، لاتکس سنتزی به پراکندگی یک پلیمر در آب اطلاق می شود که برای تهیه آن معمولاً از ۱۰۰ قسمت چسب پلیمری، ۲ قسمت امولسیون ساز، ۲۵٪ قسمت الکترولیت و ۱۰۰ قسمت آب مصرف می شود. در نوع دیگر، چسب پلیمری بعد از انجام فرآیند سرامیکی تشکیل می گردد و از حلال استفاده نمی گردد. بدین ترتیب مونومر خود به جای حلال بکار گرفته می شود که بعد از فرآیند ریخته گری به صورت پلیمر در می آید.

اخیراً چسب های پلیمری را که بر پایه CO₂ قرار دارند و بنام تجاری Q-Pac40 معروفند مورد مطالعه قرار داده اند. این چسب به طور کامل در هوا در دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد یعنی حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد پائین تر از چسب های پلیمر معمولی تجزیه می شوند و خاکستر باقیمانده در هنگام مصرف آنها معمولاً کمتر از ۵۰ppm بعد از سوختن چسب خالص می باشد و اگر ۳٪ از آن استفاده شود خاکستر باقیمانده کمتر از ۲ppm خواهد بود. در نتیجه می توان از آنها برای تهیه سرامیک های کاملاً خالص استفاده کرد و در عین حال احتمال ترک خوردن بدنه نیز کاهش می یابد.

۱۲-۲-۱-۲ ویژگی های چسب پلیمری مناسب

برای استفاده بهینه از چسب ها ویژگی های زیر ضروری است:

- ۱- قابل حل در یک حلال باشند.
- ۲- اثر پایدارکنندگی بر سوسپانسیون نداشته باشند.
- ۳- با ماده پراکنده کننده هماهنگی داشته باشند.
- ۴- وزن مولکولی نسبتاً زیادی داشته باشند.
- ۵- ویسکوزیته سوسپانسیون را از آن مقداری که احتیاج است افزایش ندهند.
- ۶- خواص خود را در هنگام استفاده تغییر و یا از دست ندهند.
- ۷- به خوبی تجزیه و هنگام سوختن بدون به وجود آوردن مواد سمی از محیط خارج شوند و محیط را آلوده نسازند و از خود خاکستری به جای نگذارند.
- ۸- نمونه های مختلف یک نوع چسب دارای خواص تکرارپذیر باشند.
- ۹- به اتمسفر محیط خود حساسیتی نداشته باشند.
- ۱۰- ارزان و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشند.

۱۲-۲-۲- نرم کننده ها

نرم کننده ها به همراه چسب ها در مجموع «سیستم چسب» را به وجود می آورند. اضافه کردن نرم کننده به دوغاب در واقع برای به وجود آوردن انعطاف پذیری مناسب برای نوار خام می باشد. مولکول های نرم کننده در واقع با نفوذ خود بر روی پل های پیوندی چسب ها باعث تضعیف و کاهش قدرت اتصال مولکول های چسب می شوند و از خشکی و سختی آنها می کاهند و در نتیجه ماده خام نرم می گردد. به عبارت دیگر نرم کننده ها قادرند دمای Tg چسب ها را تا دمای اتاق و یا حتی پایین تر از آن کاهش دهند.

اضافه کردن نرم کننده می تواند باعث کاهش استحکام قطعه خام نیز بشود. مهمترین نرم کننده ها عبارتند از آب، گلیکول ها (اتیل و پروپیلن گلیکول، دی اتیلن گلیکول و تترا اتیلن گلیکول)، فتالات ها (دی متیل فتالات، دی بوتیل فتالات، اکتیل فتالات، بنزیل بوتیل فتالات) و گلیسرین دی اتیل اگزالات.

۱۲-۲-۳- پراکنده کننده ها

پراکنده کننده ها یا دی فلوکولانت ها موادی هستند که برای جلوگیری از چسبیدن و تجمع ذرات به یکدیگر به سوسپانسیون اضافه می شوند. به عبارت دیگر پراکنده کننده ها باعث به وجود آمدن پایداری سوسپانسیون می گردد.

بهترین پایدار کننده های سوسپانسیون فضایی کوپلیمر های آمفوپتی یا پیوندی می باشند. مکانیسم پراکنده سازی این نوع پلیمرها به این صورت است که قسمتی از آنها هموپلیمرهایی را به وجود می آورند که در محیط تعلیق نامحلولند و قسمت دیگر آنها محلول می باشد. پلیمر نامحلول منشعب شده از کوپلیمر آمفوپتی به ذرات متصل می شوند و حکم لنگر را پیدا می کنند و پلیمر محلول در حلال نقش پایداری فضایی را ایفا می کند و در نتیجه ذرات به سادگی از یکدیگر فاصله می گیرند.

۱۲-۲-۴- لیزانه ها

فاز موجود در سطح تماس ذرات که باعث کاهش مقاومت در مقابل لغزندگی می شود به نام لیزانه معروف است. لیزانه ها به انواع سیالی، مرزی و جامدی تقسیم می شوند.

۱۲-۲-۵- کامپوزیت های پلیمر - سرامیکی

نقطه ضعف سرامیک ها از نظر ترک خوردن و شکنندگی به علت تردی آنهاست. بنابراین نیاز به موادی است که در دماهای بالا علاوه بر استحکام کافی، در مقابل شکست ترد مقاوم باشند. برای این منظور کامپوزیت های سرامیکی ایده آلود. از انواع کامپوزیت های سرامیکی می توان به کامپوزیت های سرامیک - فلز (Cermet)، سرامیک - پلیمر و سرامیک - سرامیک اشاره کرد.

پلیمرها و کامپوزیت های سرامیک - پلیمری نقش دائمی ایفا می کنند. یکی از این گونه کاربردهای کامپوزیت های سرامیک - پلیمر در تهیه قطعات مختلف استخوان های مصنوعی است. مقاومت این گونه قطعات در مقابل سایش حائز اهمیت است و قطعه سرامیک - پلی اتیلن در تهیه قطعه استخوان مفصل که اصطکاک باید در این ناحیه کم باشد، مناسب می باشد.

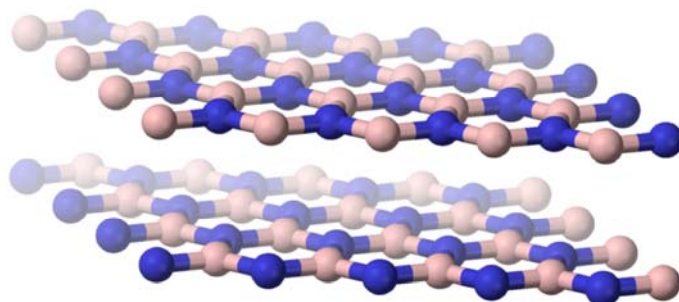
یکی دیگر از پلیمرهایی که در این نوع کامپوزیت ها برای تهیه قطعات استخوان بدن مورد استفاده قرار می گیرد پلی اکسی متیلن (Derlin) می باشد.

بتون مسطح به پلیمر (PIC) به وسیله انجام واکنش پلیمریزاسیون یک مونومر در بتون تهیه می شود. برای این منظور از مونومرهای متیل متاکریلات و استیرن استفاده می شود. بتون حاصله به مراتب از لحاظ قدرت، انعطاف پذیری و مقاومت شیمیایی بر بتون های معمولی ترجیح داده می شود. برای تهیه آهن رباهای دائمی از پلیمرهای آلی به عنوان پرکننده در این گونه کامپوزیت ها استفاده می شود. در یک سری موارد کاربردی کامپوزیت های سرامیک - پلیمری، ماتریس کامپوزیت به صورت انعطاف پذیر تهیه می شود. برای مثال این گونه کامپوزیت های انعطاف پذیر برای تهیه مغناطیس لاستیکی به کار گرفته می شوند و یکی از نمونه های کاربرد آن تهیه لاستیک درب یخچالها است.

باتری های خورشیدی انعطاف پذیری را می توان به وسیله شناور ساختن ذرات سیلیکون بر روی مایعاتی که دارای وزن مخصوص بالا هستند، مثل تترابوروآتان تهیه کرد.

۱۲-۲-۶- مواد پوشش دهنده محافظ

از سرامیک های H-BN به عناوین مختلف استفاده می شود که منجمله می توان به کاربرد آنها در ساخت لوازم مقاوم در مقابل خوردگی در صنایع الکتریکی، قالب های شکل دهی شیشه ای، کروسه های مناسب برای ذوب فلزات و غیره اشاره کرد. نقطه ضعف سرامیک های بران نیتریدی این است که در مقابل آب مقاوم نیستند، به همین منظور از پلی متیل متاکریلات استفاده می شود.



اخيراً برای استحکام بخشیدن به بطری های شیشه ای از یکسری پلیمرها، منجمله پلی یورتان به ضخامت ۰/۱mm به عنوان ماده پوشش دهنده محافظ استفاده شده و در نتیجه بطری های مزبور را می توان به دفعات بیشتری مورد استفاده قرار داد.

مواد سرامیکی لانه زنبوری که برای تخلیص گاز اگزوزی مصرف می شوند از β -اسپودومین $(Li_2O.Al_2O_3.nSiO_2)$ تهیه می شوند، زیرا که در دمای بالا مقاوم بوده و ضریب انبساط حرارتی آن پائین است. اما این گونه مواد در مقابل گازهای اگزوزی حاوی (SO_x) و بخار آب در ۲۰۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد مصون نمی ماند، زیرا که LiO_2 موجود در β -اسپودومین در مقابل تماس با این گازها حذف می شود. حال اگر سطح این سرامیک با کوپلیمر اتیلن - پروپیلن فلودار شده پوشانده شود این وضع بهبود پیدا خواهد کرد.

فصل سیزدهم

ساختمان

۱۳-۱- کاربرد مواد نانو ساختار در صنعت ساختمان

صنعت ساختمان با توجه به نیازهای خود چه از نظر استحکام، مقاومت و دوام و نیز کارایی بالا از استفاده کنندگان مهم مواد نانو ساختار (Nanostructure Materials) به شمار می رود. مواد نانو آلومینا به عنوان نمونه ای از مواد نانو ساختار به علت خواص ممتازی که از نظر خواص مکانیکی و حرارتی از خود نشان می دهند در سرامیک سازی به صورت گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. از مهمترین پیشرفت های بوجود آمده در صنعت مصالح ساختمانی، بتن با عملکرد بالا می باشد. به طور کلی، در یک تقسیم بندی عمومی، محصولات نانو مواد را می توان به صورت های زیر بیان کرد:

- فیلم های نانو لایه (Nano Layer Thin Films) برای کاربردهای عمدتاً الکترونیکی
- نانو پوششهای حفاظتی (Nano Coating) برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی، حفاظت در مقابل عوامل مخرب محیطی
- نانو ذرات به عنوان پیش سازنده (Precursor) یا اصلاح ساز (Modifier) پدیده های شیمیایی و فیزیکی
- نانو لوله ها (Nanotubes)

۱۳-۲- مواد نانو کمپوزیت

مواد نانو کمپوزیت بر پایه پلیمر (ماتریس پلیمری) اولین بار در سالهای ۷۰ معرفی شده اند که از تکنولوژی سل - ژل (Sol-Gel) جهت انتشار (Disperse) دادن ذرات نانو کانی درون ماتریس پلیمر استفاده شده است. نانو آلومینا، بهترین ساختار نانویی است که افق جدیدی را در صنعت سرامیک نوید می دهد. زیرا کاربرد این مواد پدیده ای است که از نظر مکانیکی، الکتریکی و خواص حرارتی به طور مناسب دارای تعادل بوده و در رشته های مختلف کاربرد دارد. از جمله می توان به چند نمونه اشاره کرد: تکنولوژی نانو فلز آرتوناید که اخیراً به طور تجاری مطرح شده و الیاف نانویی آلومینا انقلابی در رشته سرامیک بوجود آورده است. ذرات نانویی غیر فلز مانند: نانو سیلیکا، نانو زیرکونیا و مواد دیگر اصلاح کننده سرامیک ها می باشد.



نانوکامپوزیت خاک رس/پلیمر

۱۳-۲- بتن با عملکرد بالا (High Performance Concrete)

یکی از چالش‌هایی که در رشته مصالح ساختمانی بوجود آمده است، بتن با عملکرد بالا (HPC) می‌باشد. این نوع بتن مقاوم از نوع مصالح کامپوزیت بوده و از نظر دوام جزو مصالح کامپوزیت و چند فازی مرکب و پیچیده می‌باشد. خواص، رفتار و عملکرد بتن بستگی به نانو ساختار ماده زمینه بتن و سیمانی دارد که چسبندگی، پیوستگی و یکپارچگی را بوجود می‌آورد. مطالعات بتن و خمیر سیمان در مقیاس نانو برای توسعه مصالح ساختمانی جدید و کاربرد آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. روش معمولی برای توسعه بتن با عملکرد بالا اغلب شامل پارامترهای مختلفی از جمله طرح اختلاط بتن معمولی و بتن مسلح با انواع مختلف الیاف می‌باشد.



بتن فوق سبک با فناوری نانو

در مورد بتن به طور خاص، علاوه بر عملکرد با دوام و خواص مکانیکی بهتر، بتن با عملکرد بالای چند منظوره (MHPC) خواص اضافه دیگری را دارا می باشد، از جمله می توان به خاصیت الکترو مغناطیسی، قابلیت به کار گیری در سازه های اتمی (محافظت از تشعشعات) و افزایش موثر بودن آن در حفظ انرژی ساختمانها و... را نام برد.

۱۳-۳-۱- نانو سیلیس آمورف

در صنعت بتن، سیلیس یکی از معروفترین موادی است که نقش مهمی در چسبندگی و پرکنندگی بتن با عملکرد بالا ایفا می کند. محصول معمولی همان سلیکیافیوم یا میکرو سیلیکا می باشد که دارای قطری در حدود ۱ تا ۱ میلی متر می باشد و دارای اکسید سیلیس حدود ۹۰٪ می باشد. می توان گفت که میکرو سیلیکا محصولی است که در محدوده بالای اشل اندازه نانومتر جهت افزایش عملکرد کامپوزیت مواد سیمانی بکار برده می شود. تمام کارهای انجام یافته بر روی کاربرد مواد نانو سیلیس کلوئیدی (Colloidal Nano Silica) در بخش اصلاح خواص ریولوژی، کار پذیری و مکانیکی خمیر سیمان بوده است.



بتن با عملکرد بالا

۱۳-۳-۲- نانو لوله ها (Nanotubes)

معمولاً الیاف برای مسلح کردن و اصلاح عملکرد مکانیکی بتن بکار برده می شوند. امروزه از الیاف فلزی، شیشه ای، پلی پروپلین، کربن و... در بتن برای مسلح کردن استفاده می شود.

نانو لوله های نوین دارای ساختاری هستند که آنها را از فولاد قوی تر و بسیار سبک می کند بطوریکه می توانند خمیدگی و کشش را بدون شکستن تحمل نمایند و در آینده جایگزین الیاف کربن خواهند شد که در کامپوزیت ها بکار برده می شوند.

نانو لوله ها با توجه به تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات بتن (وابسته به موسسه ACI شاخه ایران) دارای مقاومت کششی بیش از هر نوع الیاف بتنی شناخته شده می باشند و نیز نانو لوله ها خواص ویژه قابل ملاحظه حرارتی و الکتریکی از خود نشان می دهند، بطوری که هادی بودن حرارت آنها بیش از دو برابر الماس و هادی بودن الکتریکی آنها در حدود ۱۰۰۰ برابر فلز مس می باشد.

۱۳-۴- نقش مؤثر کاربرد مواد پلیمری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان

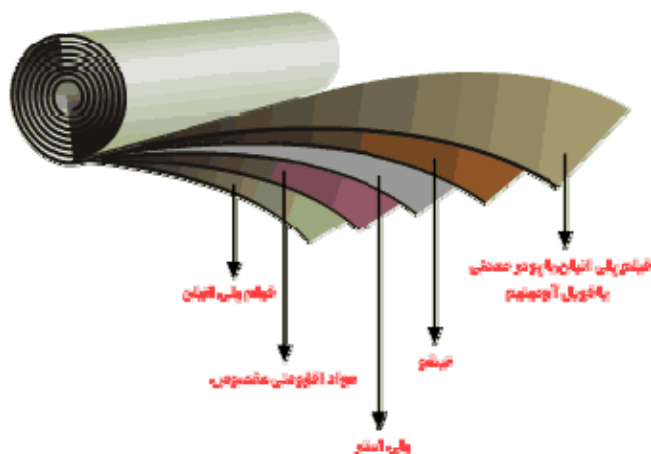
کاربرد با ارزش و محسوس پلیمرها در صنعت ساختمان سازی در جایگزینی آنها بجای فلزات و چوب در ساخت چهارچوب پنجره ها و در پوشش نمای خارجی ساختمانها نمود پیدا می کند. مزیت استفاده از این مواد در مقاومت آنها در برابر تخریب های محیطی و بیولوژیک می باشد. این خصوصیت همراه با کاهش هزینه تزئینات ساختمان سبب شده است که این مواد در صنایع ساختمان کاربرد فزاینده ای پیدا کنند.

سبک بودن پلیمرها و بعضی دیگر از خواص فیزیکی آنها به کار برد فزاینده آنها در ساختمان کمک می کند. تقریباً همه مواد پلیمری دانسیته ای در حدود یک دارند در حالیکه حتی سبکترین فلزات مثل آلومینیم که به طور متداول در ساختمان سازی مورد استفاده قرار می گیرد بسیار سنگین تر از این مواد می باشد که این مسأله با توجه به استحکام بسیار زیاد بعضی از پلیمرها سبب کاربرد آنها در محیط های داخل و خارج ساختمان و مکان های با شرایط محیطی سخت شده است. برای مثال پلی وینیل کلرید همانند پلی استیرن یک پلیمر شیشه ای غیر متبلور می باشد اما نسبت به آن سخت تر است.

با وارد کردن رنگدانه در پلی وینیل کلرید می توان از آن در هوای آزاد برای پوشش بیرونی چهارچوب پنجره ها و غیره استفاده کرد.

استفاده از مواد پلیمری در ساخت عایق های حرارتی و رطوبتی و درزگیرها از نظر حفظ سرمایش و گرمایش محیط داخل ساختمان و تولید روز افزون لوله های پلیمری و جایگزینی آنها بجای لوله های فلزی در لوله کشی ساختمان و از طرف دیگر دوام بسیار زیاد و قابل بازیابی بودن آنها از جمله نکاتی هستند که لازم است در ارزیابی مواد مورد استفاده در ساختمان از مرحله (تولید تا دفع نهایی) مد نظر قرار گیرد.

تفاوت شاخص پلیمرها از فلزات، شیشه و سرامیک ها این است که می توان از گرمای نهان خود مواد پلیمری برای تولید انرژی استفاده کرد. از طرف دیگر سبک بودن مواد پلیمری نسبت به مواد ساختمانی سنتی و مقاومت آنها در برابر تخریب های بیولوژیکی و همچنین دارا بودن خاصیت عایق در برابر حرارت، رطوبت و صدا سبب کاربرد فزاینده این مواد در ساختمان سازی بخصوص مجتمع های مسکونی و تجاری و آسمان خراش ها گردیده است.



۱۳-۵- بکارگیری مواد پوشش دهنده پلیمری در ساختمان

خوردگی و زنگ زدگی قطعات فلزی یکی از مسائل غیر قابل اجتنابی است که هزینه های بسیاری را بر جوامع بشری تحمیل می کند. غیر از هزینه های اقتصادی، خوردگی سبب از بین رفتن منابع طبیعی می شود و برای تولید مجدد فلزات جایگزین، انرژی بسیار زیادی صرف می شود. رنگ ها و پوشش دهنده های سطوح پلیمری که اساساً از پلی استرهای غیر اشباع تهیه می شوند را می توان به منظور محافظت فلزات در برابر خوردگی بکار برد و این مسأله می تواند در مورد فلزات مورد استفاده در ساختمان علاوه بر جلوگیری از خوردگی در افزایش دوام و زیبایی فلزات بکار برده شده در چهارچوب پنجره ها مؤثر باشد.

۱۳-۶- افزایش دوام مصالح ساختمانی

افزایش طول عمر مصالح ساختمانی راه دیگری در ذخیره سازی انرژی است. بعنوان مثال افزودن مقادیر معینی از یک پلیمر خاص به بتون مقاومت آنرا به مقدار زیادی افزایش می دهد. همچنین ترکیب اجزا در مواد پلیمری (کامپوزیشن) نقش تعیین کننده ای در میزان دوام این مواد در برابر

تخریب های فوتونی (تابش نور خورشید) و بیولوژیکی دارند و مقاومت کششی و ضربه ای آنها را تحت تأثیر قرار می دهند.



نوع فرمول بندی مواد پلیمری در میزان دوام آنها تأثیر به سزایی دارد به عنوان مثال پلی وینیل کلرید نرم نشده (UPVC) که به طور وسیعی در ساخت پنجره ها و یا بعنوان نمای ساختمان بکار می رود با دارا بودن فرمولاسیون مناسب و وارد کردن رنگدانه در آن سالیان زیادی دوام دارد اما بسیاری دیگر از مواد پلیمری مثل پلی پروپیلن بدون آنتی اکسیدانها ظرف مدت چند هفته در هوای آزاد تخریب می شود. امروزه در نما و پروفیل های پنجره های ساختمان به میزان زیادی از PVC جهت محافظت در برابر نور ماورای بنفش خورشید استفاده می شود.

اولین ماده پایدار کننده ای که در پلیمرها بکار گرفته شد، دوده بود. دوده مؤثرترین ماده جاذب نوری شناخته شده است. در صنعت ساختمان از دوده به علت تأثیر در زیبایی و ظاهر مصالح ساختمانی صرفاً در مصارف اختصاصی مثل تولید لوله استفاده می شود. کاربرد توأم مواد جاذب اشعه ماورای بنفش و آنتی اکسیدان ها در تهیه ورق های پلی اتیلن برای پاسیوهای منازل و گلخانه ها می باشد و دوام بیشتر و مقرون به صرفه تر بودن آنها از نظر قیمت و مصرف انرژی سبب جایگزینی آنها با شیشه شده است.

از نظر ارزش گرمایی، پلاستیک ها و پلیمرها مواد با ارزشی هستند. ارزش گرمایی پلاستیک های هیدروکربن عملاً بیش از ارزش گرمایی زغال و تقریباً هم اندازه ارزش گرمایی نفت میباشد، جدول (۱).

جدول ۱- ارزش گرمایی پلاستیک ها در مقایسه با سوخت های متداول

سوخت	ارزش گرمایی (MJ/Kg)
متان	۵۳
گازوئیل	۴۶
نفت	۴۳
زغال	۳۰
پلی اتیلن	۴۳
مخلوط پلاستیکها	۳۰-۴۰

امکان استفاده از گرمای نهان مواد پلیمری برای تولید انرژی سبب تمایز شاخص این مواد با دیگر مواد متداول مورد استفاده در ساختمان شده است.

یکی از پارامترهای بسیار مؤثر در زمینه کاهش مصرف سوخت و انرژی در ساختمان گرم نگه داشتن آن در فصل سرما و خنک نگه داشتن آن در ماه های گرم سال می باشد که در این زمینه مواد پلیمری با دارا بودن ضریب انتقال گرمایی بسیار اندک جایگاه خاصی را دارا می باشند. کاربرد صفحات پلی استیرن (PS) در گرمابندی کف، زیر سقف و روی دیوار که تا دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد پایدار می باشد قابل توجه است. از طرف دیگر کاربرد لوله های پلی وینیل کلرید (PVC) برای انتقال آب و فاضلاب در ساختمان نسبت به لوله های آهنی صرفه جویی انرژی بسیار زیادی را در کوتاه مدت و دراز مدت به دنبال دارد. نتیجه اینکه خواص ویژه مواد پلاستیکی و بطور کلی مواد پلیمری از جمله قابلیت تراشیده شدن، اره شدن، ورقه شدن، سوراخ شدن با مته، قابلیت پرچ شدن، سبک بودن، پایداری محیطی، انعطاف پذیری و در عین حال سخت بودن، هدایت گرمایی و الکتریکی اندک، مقرون به صرفه بودن از نظر میزان مصرف انرژی در طی تولید آن و بالاخره اینکه این مواد پس از مصرف نهایی، خود یک منبع انرژی بسیار خوب می باشند سبب گردیده است که بعنوان یکی از مواد منحصر به فرد در صنایع ساختمان بکار گرفته شوند و از این طریق نقش مؤثری را در کاهش مصرف سوخت و انرژی در ساختمان ایفا نمایند.

۱۳-۶- پوشش های ضد حریق

تا پیش از سال ۱۹۷۴ گاز مایع (LPG) فقط به عنوان یک مایع آتش زا نام برده می شد و حمل آن با دقت صورت می گرفت. بنابراین کلیه مخازن نگهداری و حمل LPG بایستی در برابر حریق و تشعشعات گرمایی حفظ شوند و از جمله روش های حفظ این مخازن به استفاده از پوشش های ضد حریق نیز اشاره نموده است.

سه روش مؤثر در جهت حفظ مخازن تحت فشار وجود دارد:

۱۳-۶-۱- اسپری آب مداوم

دستگاه اسپری دستی یا اتوماتیک بود و در هر دقیقه ۹/۸ لیتر بر متر مربع آب روی سطح اسپری می کرد. آب زیادی مصرف می شد و همواره به دستگاه ابزار زیادی احتیاج بود و احتمال انفجار زیاد بود.

۱۳-۶-۲- دفن مخازن در خاک

این روش ۳۰ سال پیش متداول بوده اما مشکلات بسیاری داشته است. ترمیم یک حفره گاه قابل ترمیم نبوده و بخارات آتش گیر به سطح خاک رسیده همچنین خوردگی شدید مشکلات دیگری ایجاد می کرده است.

۱۳-۶-۳- پوشش های ضد حریق

این روش نسبت به روش های قبل مزایایی دارد از آن جمله کاهش انتقال حرارت به سطح مخزن، نگهداری دمای سطح دیواره های مخزن در دمای پایین و در نتیجه حفظ مقاومت های مکانیکی مخزن، اعمال و نگهداری آسان پوشش روی سطح و مقاومت خوب نسبت به عوامل محیطی.

مقاومت مصالح ساختمانی براساس استاندارد DIN 4102 تست می شود. بر اساس این استاندارد کلیه مصالح ساختمانی به دو دسته کلی A (مواد غیر آتش گیر) و B (مواد آتش گیر) تقسیم می شوند. گروه B مشخصاً به سه دسته تقسیم می شود:

B1 مواد آتش گیر کند

B2 مواد آتش گیر متوسط

B3 مواد آتش گیر سریع

براساس استاندارد DIN 4102 مدت زمان مقاومت سازه های فولادی در برابر حریق تست شده و بر آن اساس طبقه بندی میشوند. برای مثال سازه ای که ۶۰ دقیقه در برابر حریق مقاومت داشته باشد در گروه F60 قرار می گیرد. سازه های فولادی بدون پوشش معمولاً به مدت ۳۰ دقیقه در برابر حریق مقاومت می کند و این مدت زمان با توجه به نوع آلیاژ فولاد متفاوت است. مجموع پوشش های Fire Proofing به دسته های زیر طبقه بندی می شوند:

- رنگ های Fire – Inert

مجموعه ای از رزین ها، پیگمنت یا مرطوب کننده ها که به ادامه آتش سوزی کمک نمی کنند.

- پوشش های Fire – retardant

وقتی در مجاورت حرارت قرار می گیرند تحت اثر تغییرات شیمیایی و فیزیکی از تخریب سطح زیرین با آتش جلوگیری می کنند. این پوشش ها سوختن سطح را کند می کنند.

- مرطوب کننده های Fire retardant

جهت سطوح چوبی موادی هستند که در منافذ چوب یا تخته نفوذ می کنند و انتشار شعله را به تأخیر می اندازند این مواد بیشتر از نمک های آمونیوم هستند نظیر سولفات آمونیوم، برماید آمونیوم و دی هیدروژن فسفات آمونیوم.

- پوشش های Fire retardant

این پوشش ها به عنوان پوشش های مقاوم در برابر آتش (ضد حریق) از نفوذ حرارت به درون سطح جلوگیری می کنند. این پوشش ها بر پایه رزین های معدنی فسفات ها، برات ها و سیلیکات ها هستند که در اثر حرارت لایه مذاب شیشه ای تشکیل شده و این لایه حرارت را جذب می کند و منجر به کاهش دما می شود.

مکانیزم عمل به این صورت است که پوشش های ضد حریق در اثر حرارت تبدیل به محصولات جانبی فعال می شوند و سطح زیرین را از حرارت حفظ می کنند.

پوشش عایق ضد حریق معمولاً برای مقابله با یکی از سه شکل حریق زیر به کار می رود:

(الف) مشعل آتش (Torching fire) که با فشار به سطح می زند، نظیر آنکه گاز یا بخار با فشار زیاد از یک منفذ نشت می کند و با هوایی که از یک واکش با فشار بیرون می زند مخلوط و آتش می گیرد.

(ب) استخر آتش حاصل از مایع آتشگیر محبوس در یک مخزن که به صورت یک استخر است.

(ج) حرارت تشعشعی ناشی از یک آتش به سطح مجاور کناری

در مورد شعله مشعل آتش اگر چه حریق کوچکتری نسبت به استخر آتش ایجاد می کند لیکن شدت بیشتری دارد و خسارات وارده شدیدتر و وسیع تر خواهد بود. در عین حال یک حرارت تشعشعی نیز در اثر این حریق پدید می آید.

پوشش های ضد حریق متداول در تأسیسات، صنایع و ساختمان ها به طور کل به دو دسته اصلی تقسیم میشوند:

۱- پوشش های بر پایه مواد نسوز معدنی

۲- پوشش های بر پایه رزین های متورم شونده آلی

۱۳-۶-۳-۱- پوشش های ضد حریق بر پایه رزین های آلی متورم شونده

سیستم پوشش های Intumescent در اصل به عنوان پوشش های ضد حریق بالقوه (passive) هستند و تا زمانی که در برابر حریق و شعله مستقیم آتش نباشند غیرفعال هستند. وقتی در برابر آتش قرار می گیرند در حدود دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد سیستم شروع به فعال شدن و تشکیل لایه کربنی می کند. این لایه کربنی ضخامتی حدود ۱۰ تا ۱۰۰ برابر ضخامت لایه اولیه خواهد داشت و یک لایه عایق در برابر حریق روی سطح فولاد ایجاد می نماید.

این دسته مواد شامل انواع پوشش های سطح، درزگیرها، سیلرها و چسب ها، ملات ها و پر کننده ها هستند که برای سطوح فلزی، بتون، چوب، اطراف کابل ها و اتصالات کاربرد دارند. نوع دیگر پوشش های Intumescent بر پایه رزین های محلول در آب است که برای قسمت های داخلی ساختمان ها، دفاتر تجاری، گالریهای هنری، موزه ها، بیمارستان ها، فرودگاه ها، ایستگاه قطار و ایستگاه های اتوبوس، مدارس و دانشگاه ها، مجتمع های تفریحی، برجهای ارتباطی، تأسیسات برق و کامپیوتر و دهها جای دیگر کاربرد دارد. این پوشش ها نیست به رطوبت حساس هستند و بنابراین برای خارج از ساختمان مناسب نیستند. این نوع پوشش ها به طراحان و مهندسان ساختمان این امکان را می دهد که خاصیت ضد حریق و حفظ زیبایی ظاهر را یک جا داشته باشند. این پوشش ها بدون بو و مقاوم در برابر ضربه و با درصد مواد فرار بسیار پایین آسیبی به محیط زیست نخواهند زد.

۱۳-۶-۳-۲- پوشش هایی بر پایه ی مواد نسوز معدنی Vermiculite

پوشش های بر پایه مواد نسوز معدنی (Vermiculite) به عنوان پوشش های (Fire resistive) هم برای حریق های سلولزی و هم حریق های هیدروکربنی برای مدت ۴ ساعت کاربرد دارند. لذا در کلیه قسمت های داخلی و خارجی ساختمان ها اعم از مسکونی، مجتمع های فرهنگی، تفریحی، فرودگاه ها، پالایشگاه ها، تأسیسات صنعتی و شیمیایی و پتروشیمی کاربرد دارند.

دانستیه کم، مقاومت عالی در برابر عوامل جوی، رطوبت، شوک های حرارتی (گرما و سرما) و غیر قابل اشتعال بودن، جلوگیری از گسترش آتش روی سطح و عدم ایجاد دود و گازهای سمی از عمده مشخصات پوشش هایی بر پایه مواد نسور معدنی Vermiculite است. این پوشش ها در برابر ضربه مقاومت محدودی دارند و بایستی از شوک های مکانیکی حفظ شوند.

1. G.pal, H.Macskasv. *Plastics: Their behavior in fires*. Elsevier. New York.1991
2. T.Kashiwagi, J.W. Gilman, in: A. F.Grand, C. A. wilkie(Eds.), *Fire retardancy of polymeric materials*,10, Marcel Dekker Inc.,New York,2000.
3. M.Zanetti, T.Kashiwagi, L. Falqui, G. Camino, *Chem. Mater.* 14 (2002) 881.
4. M.Lewin, *polym. Adv. Technol.* 17 (2006) 758.
5. R.Song, Z.Wang, X.Meng, B.Zhang, T.Tang, *J.Appl.polym.Sci.*106 (2007) 3488.
6. B.N.Jang, M.Costache, C. A. Wilkie, *polym.* 46 (2005) 10678.
7. W.Liu, S.V.Hoa, M.pugh, *Compos. Sci. Technol.* 65 (2005) 2364.
8. W.S. Cain, *Olfaction*, Steven's Handbook of Experimental Psychology, 2nd edn., Vol. 1, Wiley, New York, 1988, pp. 409–459.
9. S. McLaughlin, R.F. Margolskee, *The sense of taste*, *American. Scientist* 82 1994 538–545.
10. F. Winquist, P. Wide, I. Lundstrom, *An electronic tongue based on voltammetry*, *Anal. Chim. Acta* 357 1997 21–31.
11. J.W.Gordner, P. N .Bortlett, *Abrief history of electronic noses, sensors and Actuators B* 18– 19 (1999) 211 - 220
12. Haugen, J. E, Kval. *Electronic nose and artificial neural net work Meai science* 49 (1) 273-286.
13. J – Giese, *Electronic noses*, *Food Technecal* 54(3) (2000) 96 - 98
14. S. Panigraha, S. Balasubramaniana, H. Gua, C. Logueb, M. Marchelloc: *Neural-networking tegrated electronic nose system for identification of spoiled beef*. *LWT* 39 (2006) 135–145.
15. Patrycja Ciosek, Zbigniew Brzózka, Wojciech Wróblewski: *Classification of beverages using a reduced sensor array*. *Sensors and Actuators B* 103 (2004) 76–83.3.
16. J. griffiths, *Developments in the chemistry and technology of organic dyes*, publications of amirkabirs industrial university, 1382, 122
17. K. gharanjig, A.khosravi, *Dyeing of synthetic fibres and cellulose acetate*, publications of amirakabirs industrial university, 1376
18. S.moradiyan, A. khosravi, K. gharanjig, *Self coloured polymers*
19. E.mohajerani, J. Michel, *The role of polymer matrix in nonlinear optical properties of dye doped polymer films*.
20. Sh.malekpor, D. h. heydari, *Polymeric food dyes*
21. I.g.f.patric, A. whiting, *Synthesis of some polymerisable fluorescent dyes*
22. Williams D. J., *angew. Chem intl ed.eng.* 23, 690, 1984.
23. Dr. Thomas G. Schuh, *Renewable Materials for Automotive Applications* Daimler-Chrysler AG, Stuttgart.
24. <http://www.itan.ir>
25. *History of Plastics and Polymer*, <http://www.americanchemistry.com>
26. Ray Smith, *"Biodegradable Polymers for industrial applications"*, Published in North America by CRC Press LLC 2000.
27. *"Biodegradable Polymer: A Review"*, <http://www.cpia.ca/search/results>

28. M. Kolybaba, L. G. Tabil, S. Panigrahi, W. J. Crerar, T. Powell, B. Wang, "Biodegradable Polymers: Past, Present, and Future", CSAE/ASAE Annual Intersectional Meeting 2003.
29. A. Sindhuphak " Bioproducts of Automotive Accessories: Rethinking Design Materials through Cornstarch, Sugarcane and Hemp" KMITL Sci. Tech. J. Vol. 7 S2 Nov.2007
30. <http://www.Rinspeed.com>
31. <http://www2.warwick.ac.uk> "chocolate-powered car invented by Warwick University"
32. <http://www.greencarcongress.com> "Japanese Research Consortium Develops High-strength Heat-Resistance Bioplastic for Auto Parts" 11 may 2006.
33. <http://www.nerac.com> " Eco-Friendly Requirements in the Automotive Industry Create Growth Opportunity for Recycling Technology Innovators".
34. <http://www.ecogeek.org> "new Cow Fat Motor Oil Biodegradable in Days".
35. A. Ghanadzadeh, R. Sariri, H. Ghanadzadeh and M. S. Zakerhamidi "Effect of poly-HEMA hydrophilic gel environment on the photophysical behavior of rhodamine dyes "Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Volume 61, Issue 4, February 2005, Pages 659-663.
36. A. Ghanadzadeh, A. Zeini, A. Kashef, M. Moghadam " Concentration effect on the absorption spectra of oxazine1 and methylene blue in aqueous and alcoholic solutions" Journal of Molecular Liquids, Volume 138, Issues 1-3, 15 February 2008, Pages 100-106
37. F. López Arbeloa, P. Ruiz Ojeda and I. López Arbeloa " On the aggregation of rhodamine B in ethanol" Chemical Physics Letters, Volume 148, Issues 2-3, 8 July 1988, Pages 253-258.
38. A. Ghanadzadeh Gilani, H. Tajalli, M.S. Zakerhamidi " Photo-physical behavior of thiazine dyes with or without surfactants into poly-HEMA hydrophilic gel matrix" Journal of Molecular Liquids, In Press, Accepted Manuscript, Available online 18 June 2008
39. G. Mock, (2000), Modern Concepts of Color and Appearance, Science Publisher Inc.
40. Standard Terminology of Appearance, ASTM E284-96C
41. Ronald M.Harris, (1999), Coloring Technology for Plastics, Plastic Design Library
42. G.Pritchard, (1998), Plastics Additives: An A-Z Reference, Chapman & Hall
43. Peter A.Lewis, (1988), Pigment Handbook , Properteis and economics , vol.1 , John wiley & Sons Inc.
44. Temple C.Patton,(1973), Pigment Handbook, charactierization and Physical Relationships , Vol III , John Wiley & Sons. Inc.
45. R.Popli, D.E.Witenhafer, (1991), Carrier Resin for a Multi-Polymer Solid color Concentrate, Antec, PP.15-18.
46. R.Rowland, (1990), Color concentrates in a PE matrix, PP.1954-5, Antec
47. B. L. Kaul, (1993), Review Progress Coloration, vol.23, PP.19-34
48. D.H.Morton-Jones, (1989), Polymer Processing, Chapman & Hall

49. <http://www.highwaysmaintenance.com/polybitxt.htm>
50. www.asphalt.com/emulsions/rubber.html
51. www.heatec.com
52. BP p.i.c. (2006)
53. Institute Of Physics, Properties & Application .Nonmaterial
54. Scott G., Gilead D., Degradable Polymers: Principles and Applications, Chpman & Hall, (1995).
55. Nicholson, J. W. The Chemistry of Polymers, 2nd Ed. Royal Society of Chemistry, Cambridge, (1997).
56. Xiashu L. Modeling of heat and moisture transfer in buildings, J. of Energy and Buildings Vo. 39 (2002).
57. Mousa S. M., Some prospects of energy saving in buildings, J. of energy convesion and management, vol. 42 (2001).
58. Yousefi, A.A., "Polyethylene Dispersions in Bitumen: Polymer Structural Parameters Effect", J. of Appl. Polym. Sci., 2002.
59. Gaughan, R.L., "Development of High Strength Asphalt Mixes", Proceeding from the 15th Australian Road Research Board (ARRB) Conference, New Territories, Austrailia, 1990.
60. Routes/Roads, "Modified Binders, Binders with Additives and Special Bitumens", World Road Association, PIARC, no. 303, III, 1999.