

پلیمر و افزودنی‌های آن

افزودنی‌های پلیمر:

مواد افزودنی برای بهبود خواص نهایی پلیمرها بکار می‌روند. این مواد به صورت جامد، مایع و گاز قابل استفاده هستند. افزودنی‌های پلیمر معمولاً به صورت مکانیکی (بدون هیچ واکنش شیمیایی با پلیمر) هنگام فرمولاسیون اضافه می‌شوند. این دسته از ترکیبات نقش مهمی در فرایند پذیری پلاستیک‌ها نیز دارند. با تغییر افزودنی‌ها و میزان استفاده آن‌ها در فرمولاسیون می‌توان محصولاتی متنوع تولید کرد. این امر در صنعت لاستیک‌سازی بسیار حائز اهمیت است. به عنوان مثال پلی‌پروپیلن و سایر پلی‌اولفین‌ها بدون ترکیبات افزودنی به دلیل پایداری پایین در برابر گرما و اکسیداسیون، کاربری بالایی در صنعت ندارند. مواردی که یک افزودنی را مناسب برای استفاده می‌کند: پایداری بالا تحت شرایط کارکرد، غیر سمی بودن، عدم مهاجرت به سطح، فاقد طعم و بوی خاص، کارایی بالا و غیره هستند.

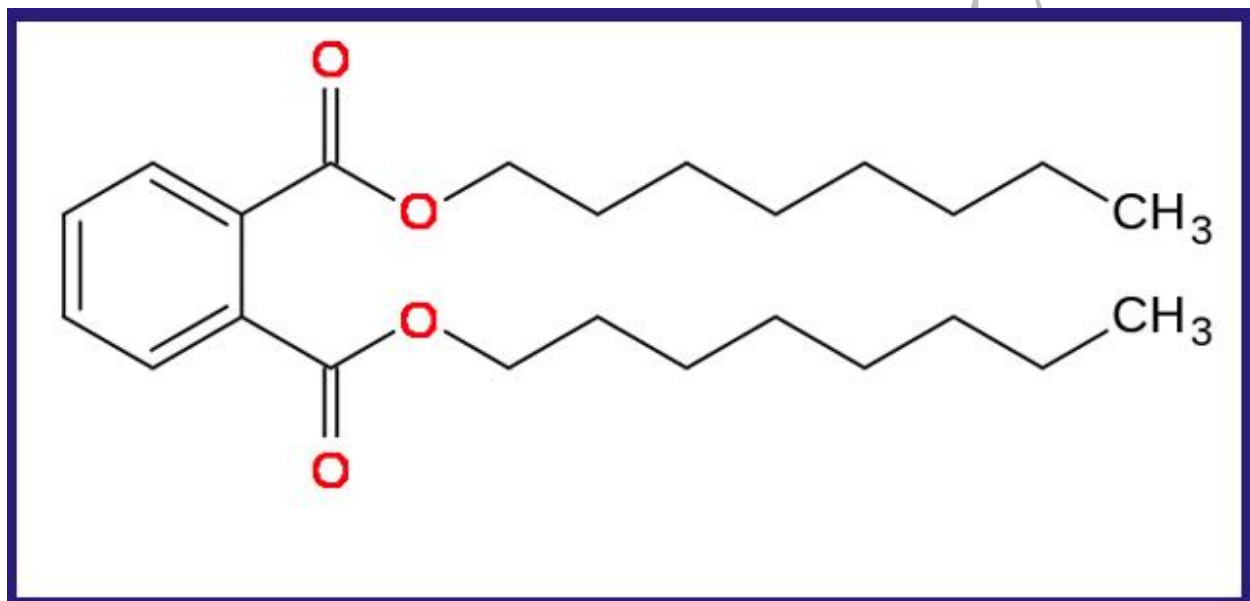
انواع افزودنی‌های پلیمر:

- نرم‌کننده‌ها (Plasticizer)
- پرکننده‌ها (Filler)
- تأخیر دهنده اشتعال (Flame Retardant)
- پایدارکننده حرارتی (Heat Stabilizer)
- عوامل ضد الکتریسیته ساکن (Antistatic Agents)
- آنتی‌اکسیدانت‌ها (Antioxidants)
- روان‌کننده‌ها (Lubricants)
- اصلاح‌کننده‌های فشار (Impact Modifiers)
- مستر‌بچ (Masterbatch)

افزودنی‌های مقاوم در برابر اشعه ماورای بنفش (Anti UV)

در زیر شرح مختصری از افزودنی‌های پلیمری داده می‌شود.

نرم کننده (پلاستی سایزر): نرم کننده‌ها با توجه به تعریف استاندارد ASTM-D883 موادی مایع هستند که برای افزایش انعطاف پذیری، افزایش ارتجاع پذیری و کاهش دمای انتقال شیشه‌ای به یک ماده پلیمری سخت اضافه می‌شوند؛ بنابراین نرم کننده‌ها بهبود خواص و افزایش کاربری پلیمر را به دنبال دارند. از نقطه نظر شیمیایی مولکول‌های نرم کننده بین مولکول‌های پلیمر قرار گرفته و سبب تضعیف شدن پیوند و نیز افزایش انعطاف پذیری می‌شوند. بیشترین استفاده نرم کننده‌ها در پلی وینیل کلرید (PVC) است. دی اکتیل فتالات (DOP)، دی ایزونونیل فتالات (DINP)، دی ایزودسیل فتالات (DIDP)، دی بوتیل فتالات (DBP)، آدیپات‌ها، بنزوات‌ها، فسفات‌ها، پلی استرها و تری ملیتات‌ها نمونه‌هایی از پلاستی سایزرهای کاربردی در صنعت هستند.



ساختار دی اکتیل فتالات به عنوان یک پلاستی سایزر

پرکننده‌ها: پرکننده‌ها افزودنی‌های جامد نسبتاً خنثی یا معدنی هستند که سبب بهبود خواص فیزیکی پلیمر می‌شوند. این مواد به منظور بهبود فرایند پذیری، کاهش قیمت پلیمر از طریق جایگزینی و کاهش استفاده از پلیمرهای گران قیمت، کنترل چگالی، کنترل انبساط گرمایی، افزایش مقاومت در برابر پارگی پلیمر و به طور کلی به منظور بهبود خواص مکانیکی پلیمر استفاده می‌شوند. بیشترین استفاده پرکننده‌ها در پلی وینیل کلرید است.

پرکننده‌های قابل استفاده در صنعت پلیمر به انواع زیر طبقه بندی می‌شوند که هر کدام با توجه به اندازه ذرات، شکل و شیمی سطح ویژگی‌های متفاوتی دارند.

✓ پرکننده‌های ذره‌ای (Particle Fillers): کلسیم کربنات، خاک چینی، تالک، باریم سولفات.

✓ پرکننده‌های لاستیکی (Rubber Fillers): پلی بوتادین، آکریلونیتریل بوتادین، لاستیک‌های اتیلن پروپیلن، SBR.

✓ پرکننده‌های لیفی (Fiber Fillers): خاک‌اره، الیاف نایلون، الیاف شیشه، الیاف پلی استر، الیاف پلی وینیل الکل، الیاف پلی آکریلونیتریل و الیاف کربن.

✓ رزین‌ها (Resins): رزین‌های استایرن بوتادین، رزین‌های فنولی.



انواع پرکننده‌های پلیمر

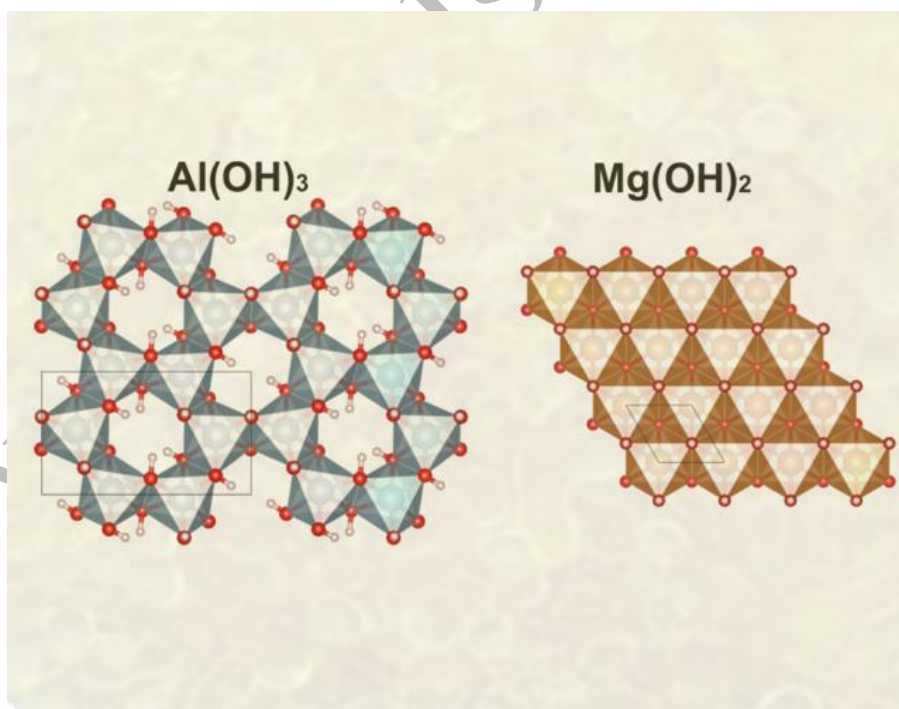
تأخیر دهنده اشتعال: تمام مواد بر پایه کربن، از چوب گرفته تا پلاستیک، در حضور گرما و اکسیژن قابل احتراق هستند. در این فرایند احتراق انرژی جذب شده تا پیوندهای C-C، C-O و C-N موجود در ساختار ترکیب شکسته شوند و گازهای فرار با وزن مولکولی پایین و نیز عناصر مضر از قبیل نیتروژن، اکسیژن، سولفور،

فلورین، کلرین و غیره در اتمسفر رها شوند. نقش افزودنی‌های تأخیر دهنده اشتعال ساخت فرمولاسیون برای ساخت پلیمری با قابلیت اشتعال کمتر بدون مداخله فرایند احتراق فیزیکی یا شیمیایی است. افزودنی‌های تأخیر دهنده اشتعال می‌توانند به سه دسته تقسیم شوند:

❖ تأخیر دهنده‌های اشتعال بر پایه هالوژن‌ها: این دسته از ترکیبات همان‌طور که از نامشان مشخص است مولکول‌هایی حاوی عناصر گروه VII جدول تناوبی مانند فلوئور، کلر، برم و ید هستند. این ترکیبات می‌توانند به صورت معدنی و آلی باشند که تأخیر دهنده‌های اشتعال بر پایه ترکیبات آلی، تأخیر دهنده‌های قوی‌تری هستند.

❖ تأخیر دهنده‌های اشتعال بر پایه فسفر: در ساختار این دسته از تأخیر دهنده‌ها عنصر فسفر وجود دارد. ترکیبات بر این پایه می‌توانند معدنی یا آلی باحالت‌های اکسایش 0، 3 و 5+ باشند.

❖ تأخیر دهنده‌های اشتعال بر پایه هیدرات‌های فلزی: این گروه شامل تری هیدروکسید آلومینیوم ($Al(OH)_3$) و منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$) هستند که با آزادسازی آب در اثر تجزیه گرمایی سبب تأخیر در فرایند اشتعال می‌شوند.

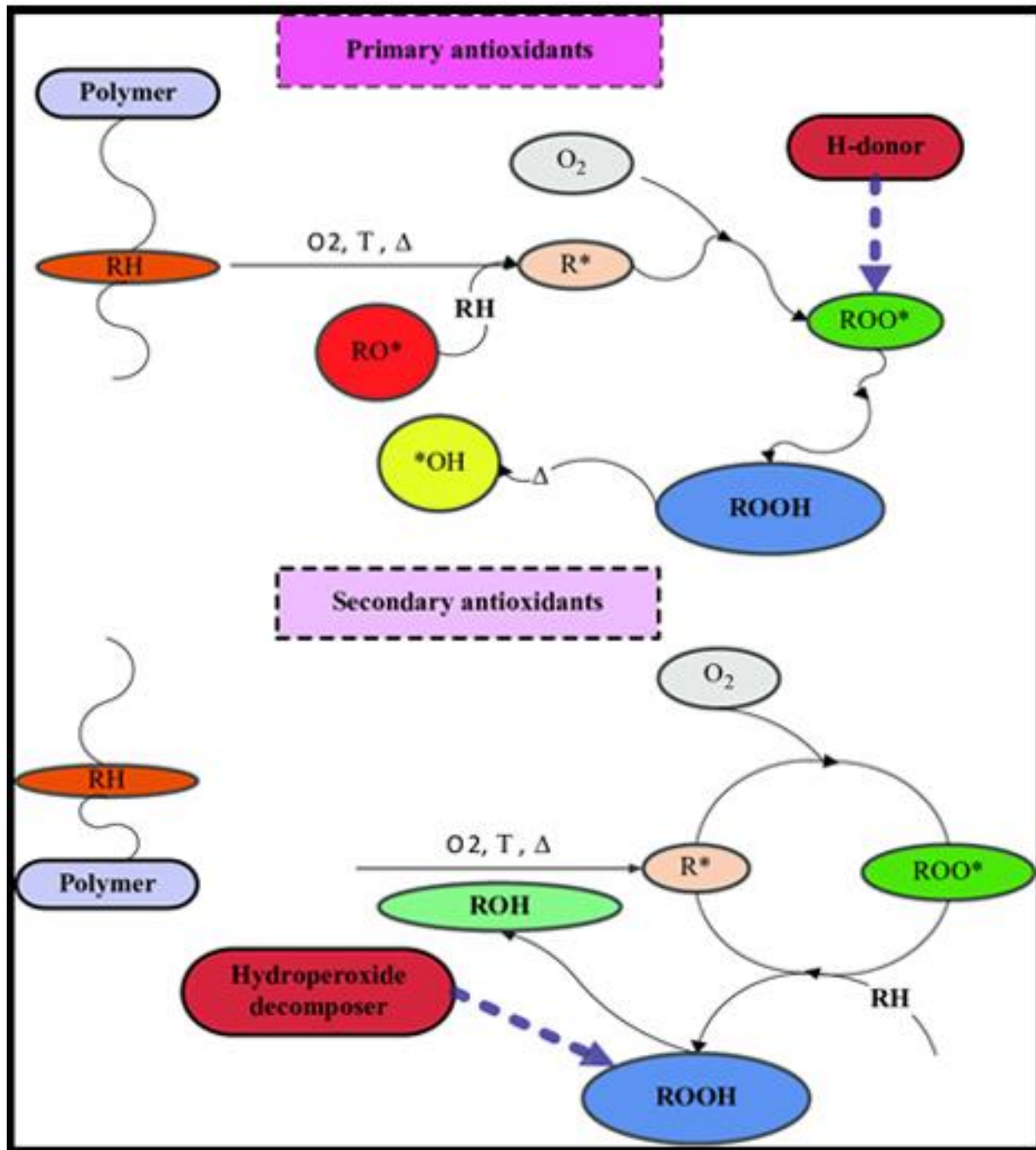


شمایی از ساختار آلومینیوم هیدروکسید و منیزیم هیدروکسید

پایدارکننده های حرارتی:

پایدارکننده های حرارتی به منظور جلوگیری از تخریب و تجزیه ترکیبات پلیمری در اثر گرما استفاده می شوند. این پایدارکننده ها به طور وسیع در پلی وینیل کلرید (PVC) بدلیل حساسیت بالای آن به دما، بکار می روند. نقش پایدارکننده حرارتی در صنعت پی وی سی، جلوگیری از تخریب PVC و نیز زرد شدن آن در دمای بالا، جلوگیری از تجزیه PVC و آزاد شدن گاز کلر سمی، کاهش خوردگی ناشی از آزاد شدن کلر در اثر تجزیه حرارتی و غیره است.

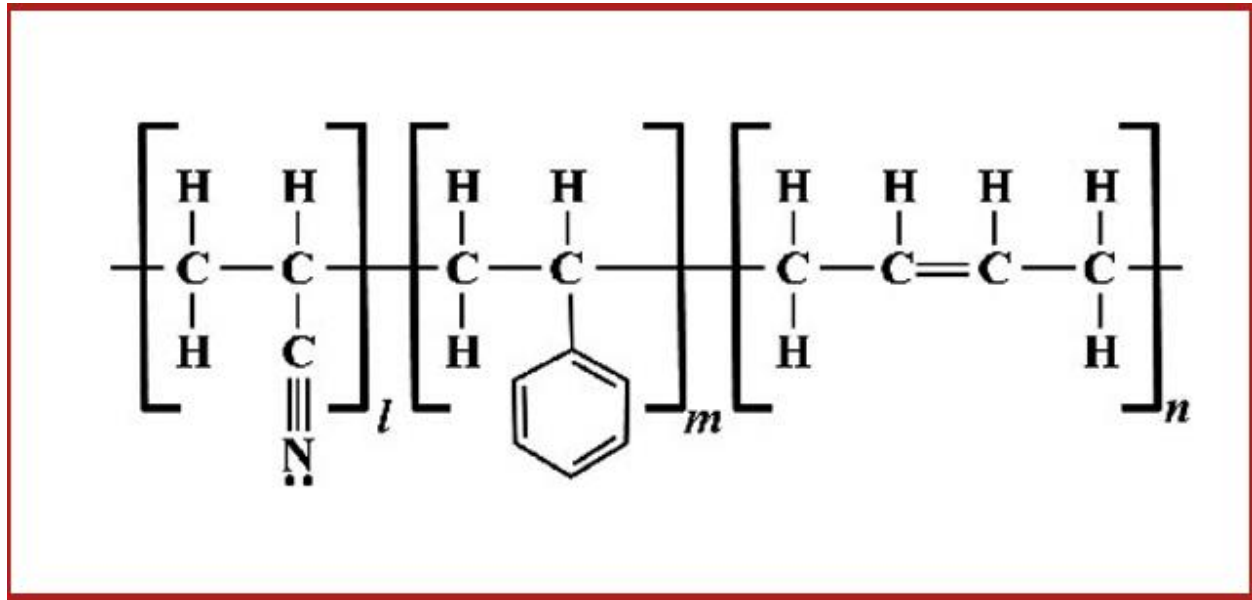
- **پایدارکننده های UV:** این دسته از پایدارکننده ها بیشتر برای پلیمرهایی کاربرد دارند که کاربری آن ها در فضای آزاد و در معرض اشعه ماورای بنفش است. یکی از مهم ترین پایدارکننده های UV ترکیبات آمینی هستند که اشعه ماورای بنفش را به راحتی جذب کرده و تبدیل به گرما می کنند؛ بنابراین باعث افزایش مقاومت پلیمر در برابر اشعه می شوند.
- **عوامل ضد الکتریسیته ساکن:** جذب الکتریسیته ساکن در پلیمرها سبب ایجاد جرقه و آتش سوزی هنگام تخلیه الکتریکی می شود. بدین ترتیب برای رفع این مشکلات عوامل ضد الکتریسیته ساکن به عنوان افزودنی به پلیمر اضافه می شوند.
- **آنتی اکسیدانت ها:** شمار زیادی از پلیمرها در اثر تماس با اکسیژن هوا اکسید شده و تا حدودی کارایی خود را از دست می دهند. اکسیداسیون پلیمرها معایبی از جمله: کاهش خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمر، تغییر رنگ، از دست دادن شفافیت اولیه و غیره دارند. بدین ترتیب از ترکیبات آنتی اکسیدانت در پلیمرها استفاده می شود. به طور کلی آنتی اکسیدانت ها دو نوع هستند:
- آنتی اکسیدانت های نوع اول: این دسته از آنتی اکسیدانت ها شامل فنول ها و آمین های آروماتیک هستند که با دادن هیدروژن از گروه های NH و OH به رادیکال های آزاد آن ها را خنثی می کنند.
- آنتی اکسیدانت های نوع دوم: این گروه از آنتی اکسیدانت ها شامل تیواسترها و فسفیت ها هستند که با تجزیه و تخریب رادیکال های پراکسید، پلیمر را از اکسیداسیون محافظت می کنند.



مکانیسم فعالیت آنتی اکسیدانها

روان کننده‌ها: روان کننده‌ها برای بهبود جریان یافتن مواد در حین فرایند استفاده می‌شوند. این دسته از افزودنی‌ها خود به دودسته روان کننده‌های داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند که از طریق کاهش اصطکاک

مولکولی با سطح فلزی (لوله‌های انتقال فلزی یا بدنه داخلی راکتور) و کاهش ویسکوزیته ذوب ترکیبات، موجب تسریع در جریان یافتن مواد می‌شوند. به عبارتی روان کننده‌ها کمک فرایندهایی هستند که از چسبندگی پلیمر با سطوح فلزی در طول فرایند جلوگیری می‌کنند. این دسته از افزودنی‌ها همچون واکس‌ها، آمیدها، استرها، اسیدها و استئارات های فلزی به‌عنوان روان کننده‌های داخلی و بیرونی رفتار می‌کنند.



ساختار آکریلونیتریل استایرن بوتادین

اصلاح کننده‌های فشار: افزودنی‌های اصلاح کننده فشار مقاومت مواد پلیمری را در برابر فشار افزایش می‌دهند. اغلب این اصلاح کننده‌ها الاستومرهایی از قبیل ABS، BS، متاکریلات-بوتادین-استایرن، آکریلیک، اتیلن وینیل استات و پلی‌اتیلن کلردار هستند.

مسترپیچ: این دسته از افزودنی‌ها مخلوطی متشکل از سه جزء پلیمر پایه، مواد شیمیایی افزودنی و عامل سازگار کننده فعال هستند که باهدف تولید رنگ، بهبود خواص و به‌منظور مقرون‌به‌صرفه کردن به پلیمر اضافه می‌گردند. مسترپیچ‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

مسترپیچ های رنگی: یکی از متداول‌ترین روش‌های تولید پلاستیک‌های رنگی استفاده از مسترپیچ های رنگی است که از رنگ‌دانه، پلیمر و نیز سازگار کننده تشکیل می‌شود.

مسترپیج های افزودنی: این افزودنی ها به منظور بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه در محصول نهایی استفاده می شوند.

مسترپیج های پرکننده: از مسترپیج های پرکننده به منظور کاهش قیمت تمام شده محصول نهایی استفاده می کنند. مسترپیج کلسیم کربنات مثالی از این دسته است.



انواع مسترپیج

نتیجه گیری: پلیمرها (ماکرو مولکول) درشت مولکول‌هایی هستند که از واحدهای تکراری ساده تشکیل شده‌اند. این دسته از ترکیبات برای کاربرد در صنعت نیازمند ویژگی‌های مطلوب از قبیل چقرمگی، انعطاف پذیری، مقاومت و استحکام بالا، عایق گرما و الکتریسیته، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر اشعه UV و غیره هستند. پلیمرها جهت دسترسی به این ویژگی‌های مطلوب به افزودنی‌هایی از جمله:

نرم کننده‌ها، پرکننده‌ها، تأخیر دهنده‌های اشتعال، پایدارکننده های حرارتی، عوامل ضد الکتریسیته ساکن، آنتی‌اکسیدانت‌ها، روان کننده‌ها، اصلاح کننده‌های فشار، افزودنی‌های مقاوم در برابر اشعه ماورای بنفش و غیره نیاز دارند. به عبارت دیگر به منظور بهبود خواص نهایی پلیمرها مواد افزودنی به صورت مکانیکی هنگام فرمولاسیون اضافه می شوند. در این مقاله سعی شد تا حدودی به اهمیت افزودنی‌های پلیمر در صنعت اشاره شود.

نویسنده:

عاطفه حقیقی کارشناس ارشد شیمی آلی