

# افزودنیهای پلاستیکها با مقدار کمتر کار کرد بهتر

(۱)

Plastics Additives: Less Performing Better

by: Bruce F. Greek

C&EN June 13, 1988

ترجمه دکتر اعظم رحیمی



واژه‌های کلیدی:

پلاستیک، افزودنی، اصلاح کننده ضربه پذیر، بازدارنده شعله، پرکننده، رنگ دهنده، روان کننده

افزودنیهای پلاستیکها: مقدار کمتر، کار کرد بهتر

افزودنیهای پلاستیکها گروهی پیچیده و رو به رشد از کانیها و مشتقات شیمیایی هستند. افزایش مصرف افزودنیها در محصولات گوناگون، ارزیابی چشم انداز کاربرد و توسعه آنها را مشکل کرده است. افزودنیها که معمولاً بر بیش از یک مشخصه رزینها اثر می گذارند، سبب محدودیت توسعه پلاستیکها شده اند. زیرا دسترسی به مواد افزودنی که در غلظت کمتر، کار کرد بهتر یا مشابه دارند رو به افزایش است. به طور کلی،

تجید:

افزودنیها مواد گوناگونی هستند که جهت بهبود کار کرد و فرآوری و گاهی کاهش هزینه تولید به پلاستیکها افزوده می شوند. زمینه های اصلی کاربرد افزودنیها شامل کنترل کننده های واکنش، افزودنیهای فرآوری، تثبیت کننده ها و افزودنیهای کسارگری می شود. در این مقاله ضمن بررسی مشخصات و نحوه عمل افزودنیهای گوناگون، موارد کاربرد، میزان رشد مصرف و اثرات محیطی آنها مورد بحث قرار می گیرند. مطالبی نیز در زمینه پیشرفتهای اخیر و محصولات جدید افزودنی ارائه خواهد شد.

## Key Words

Plastic, Additive, Impact Modifier, Flame Retardant, Filler, Colorant, Lubricant.

نیاز به افزودنیها به قدری زیاد است که بسیاری از تولیدکنندگان سرمایه و کوشش خود را برای گسترش خطوط تولید و ساختن واحدهای جدید صرف می کنند.

افزودنیهای جدید پلاستیکها، همچنان راهی بازار می شوند. آنها همراه با افزودنیهای موجود و به طور متوسط به میزان اندکی کمتر از گذشته در پلاستیکها مصرف می شوند. کاهش میزان مصرف، ناشی از بهبود بازدهی افزودنیهای جدید، تکنولوژی پیشرفته فراروش (Processing) پلاستیکهاست. با وجود میزان کاربرد کمتر، محصولات پلاستیکی با سهولت فراروش بیشتر ساخته می شوند و هر روز بیش از پیش موردپسند مصرف کننده قرار می گیرند. نگرانی مهم در مورد افزودنیها، اثر آنها بر محیط زیست است. دو مورد ویژه در این زمینه، پراکنده شدن افزودنیهای موجود در زباله های وسایل پلاستیکی و سلامتی و ایمنی کارگرانی است که حین ساختن محصولات پلاستیکی در معرض افزودنیها قرار می گیرند.

در سال جاری بنا به نظر منابع صنعتی، حدود ۴/۵ بیلیون کیلوگرم افزودنی وارد بیش از ۲۲/۵ بیلیون کیلوگرم رزینهای پلاستیک می شود. قبل از اینکه این محصولات در اختیار مصرف کننده قرار گیرند، هیچ گونه جدولبندی کاملی از افزودنیهای مختلفی که در پلاستیکها مصرف می شوند در اختیار نیست؛ اما شواهد موجود حاکی از این است که بیش از ۴۰۰۰ نوع محصول وجود دارد. بسیاری از افزودنیهای مورد استفاده در پلاستیکها در سایر محصولات مصرفی مانند لاستیک، رنگها و منسوجات نیز وارد می شوند. مصرف افزودنیها در پلاستیکها گاهی به عنوان «جادو» نامیده می شود، زیرا در مورد کاربرد افزودنیها برای به دست آوردن کارکرد و خواص مورد نظر در کالای پلاستیکی ساخته شده، تهیه کنندگان تکیه بر خبرگی خود دارند که گاهی فاقد هر گونه پشتوانه فنی قوی و منطقی است. در نتیجه امیدی نیست که داده های دقیق درباره مصرف افزودنیها در پلاستیکها در دسترس قرار گیرند. بیشتر تخمینها بر اساس فرضیهایی در مورد مصرف متوسط گروههای عامل افزودنیهاست.

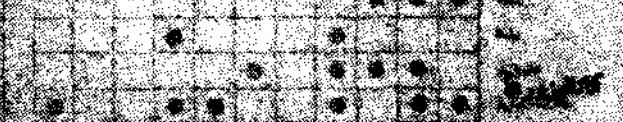
سه گروه عاملی افزودنیها یعنی پرکننده ها (Fillers)، نرم کننده ها (Plasticizer) و تقویت کننده ها (Reinforcements) حدود ۸۵٪ کل افزودنیهای مصرف شده در پلاستیکها را شامل می شوند. این رقم را گروه فری دنیا (Freedonia Group) تخمین زده است که یک شرکت پژوهشی داده های شاخص تجاری است و مرکز آن در کیلوند آمریکا واقع شده است. مواد افزودنی مربوط به رزینها عموماً در برابر مسود شیمیایی بی اثرند، بجز نرم کننده ها که تحت تأثیر نور، گرما و اتمسفر نیز قرار نمی گیرند. رده عاملی دیگر، رنگ کننده ها (Colorants) هستند (که حدود ۴/۵٪ افزودنیهای مصرفی را شامل می شوند). آنها نیز با بیشتر رزینها واکنش نمی دهند.

ده درصد باقیمانده افزودنیهای پلاستیکها که از لحاظ شیمیایی محصولات واکنش پذیرند بیشتر شامل بازدارنده های شعله (Flame Retardants) می شوند. محصولات واکنش پذیر از نظر شیمیایی به

افزودنیهای اساسی برای آرایشی (4000) گستردهای از  
پلاستیکها  
افزودنیهای اساسی برای آرایشی (4000) گستردهای از  
پلاستیکها

### کنترل کتندهای واکنش

بسیاری از مواد کتندهای مصرفی برای کنترل پراکنده شدن و سایر  
واکنشها، اصلاحکننده می باشند. برخی از آنها آنتی استاتیسیک هستند  
چون اغلب در محصولات ساختمانی کاربرد دارند. چنانچه مصرف کنندگان  
پلاستیکی برای رسیدن به سطحی بالاتر از سطح معمولی آن از چندان پراکنده



در این زمینه، استفاده از مواد کتندهای واکنش پذیر می تواند به کنترل  
پراکنده شدن و سایر واکنشها کمک کند. این مواد معمولاً در محصولات  
مصرفی که در معرض رطوبت یا سایر عوامل محیطی قرار می گیرند، استفاده  
شود. این مواد با کاهش ضریب اصطکاک بین ذرات، مانع از چسبندگی  
و تجمع آنها می شوند. همچنین، این مواد می توانند به بهبود  
ظهور و توزیع یکنواختی مواد در محصولات کمک کنند. این امر  
به ویژه در محصولات ساختمانی و سایر محصولات مصرفی که در معرض  
تغییرات دما و رطوبت قرار می گیرند، اهمیت دارد. استفاده از این  
مواد می تواند به افزایش عمر مفید و بهبود عملکرد محصولات  
کمک کند. این مواد معمولاً به صورت پودر یا مایع در دسترس  
است و می تواند به راحتی در فرآیند تولید محصولات پلاستیکی  
ادغام شود. این مواد همچنین می توانند به کاهش هزینه های  
تولید و بهبود کیفیت نهایی محصولات کمک کنند. استفاده از این  
مواد می تواند به افزایش رضایت مشتریان و بهبود عملکرد  
محصولات کمک کند. این مواد معمولاً به صورت پودر یا مایع  
در دسترس است و می تواند به راحتی در فرآیند تولید محصولات  
پلاستیکی ادغام شود. این مواد همچنین می توانند به کاهش  
هزینه های تولید و بهبود کیفیت نهایی محصولات کمک کنند.

این مواد معمولاً به صورت پودر یا مایع در دسترس است و می تواند  
به راحتی در فرآیند تولید محصولات پلاستیکی ادغام شود. این مواد  
همچنین می توانند به کاهش هزینه های تولید و بهبود کیفیت نهایی  
محصولات کمک کنند. استفاده از این مواد می تواند به افزایش رضایت  
مشتریان و بهبود عملکرد محصولات کمک کند. این مواد معمولاً به  
صورت پودر یا مایع در دسترس است و می تواند به راحتی در فرآیند  
تولید محصولات پلاستیکی ادغام شود. این مواد همچنین می توانند  
به کاهش هزینه های تولید و بهبود کیفیت نهایی محصولات کمک  
کنند. استفاده از این مواد می تواند به افزایش رضایت مشتریان و  
بهبود عملکرد محصولات کمک کند.



فراورش، کاربرد محصول و محیطی که در آن مصرف‌یابا به دور ریخته می‌شوند. احتمال می‌رود که مقررات آینده دولتی تأثیر فزاینده‌ای بر انتخاب افزودنیها داشته باشد. نگرانی برای کارگرانی که در معرض افزودنیها قرار می‌گیرند طبق اشاره رادبان، بیشتر مربوط به خود افزودنیهاست تا محصولات پلاستیکی حامل آنها که در این محصولات افزودنیها در پیلای منر نسبتاً بی‌اثری محبوس شده‌اند. طبق این گزارش، خطرات احتمالی بیشتر کارگران را می‌توان بایه کار بستن روشهای سلامتی و ایمنی عادی به حداقل رساند. اغلب این روشها مورد قبول اداره سلامتی و ایمنی کیو هستند.

یکی از مسائلی که چند صد کمپانی تأمین‌کننده افزودنیها برای صنعت پلاستیک با آن مواجه هستند، مقررات فزاینده‌ای است که باید از پس آن برآیند. آنها باید از پس تقاضاهای تهیه‌کنندگان رزین و سازندگان پلاستیکها نیز برآیند که همواره طالب افزودنیهای بهتری هستند که ضمن پایین آوردن هزینه تولید، کارکرد محصولات نهایی آنها را نیز بهبود بخشند. جهت تحقق این امور بخش صنعتی، برنامه‌های در حال توسعه‌ای دارد که شامل مطالعات بنیادی درباره علت و چگونگی عملکرد افزودنیها، نحوه عرضه فرآورده‌های جدید به بازار و تجدیدنظر در فرمولبندی افزودنیهای موجود است.

بشرقتهای تجاری اخیر در زمینه افزودنیهای پلاستیکها به طور نمونه در مورد درآمد ۱۰۰ میلیون دلاری شرکت اتیل (Ethyl) و برنامه بسط خط تولید «بازدارنده‌های شعله» مصداق پیدا می‌کند. شرکت اتیل بیشتر کالاهای سرمایه‌ای و تکنولوژی تولید ماده شیمیایی میرم شرکت داوکیمال (Dow Chemical) را در سال ۱۹۸۷ خرید. اینک این شرکت در حال ساختن کارخانه‌ای برای تولید دی پروموتو پنتیل گلیکول و مواد مربوطه است که در اسفنجهای پلی یورتان سخت و انعطاف پذیر و رزینهای پلی استر اشباع نشده مصرف می‌شوند. ایجاد واحدهای جدید و بسط واحدهای موجود ظرفیت بیشتری را جهت تهیه اتیلان (بیس تترایموتال ایمید) و دی فنوکسی بنزن و بی فنیل‌های برم دار شده پیچیده فراهم می‌آورد. شرکت اتیل برای ساختن سایر افزودنیها، واحدهای دیگری در دست طراحی دارد.

یکی دیگر از تهیه‌کننده‌های افزودنیها، کمپانی آمپاست (Ampacet) است. این کمپانی در حالی که ظرفیت خود را جهت ساختن خط تولید افزودنیهای تغلیظ شده برای پلاستیکها گسترش می‌دهد، در جهت کنترل آماری فرایندها نیز گام برمی‌دارد. وقتی گسترش واحدها در مجتمع صنعتی اش به نام ترهوت (Terre Haute) تکمیل شود، شرکت آمپاست از طریق واحدهای کاملاً خودکار خود برای ساختن مواد مختلف ظرفیتی برابر ۱۰۰،۰۰۰ تن در سال را خواهد داشت. این مواد عبارت‌اند از: رنگهای تغلیظ شده و افزودنیهای تغلیظ شده مانند بازدارنده‌های شعله، تثبیت‌کننده‌های فرابنفش، ضد اکسندها و همچنین ترکیبهای از افزودنیها و مواد تغلیظ شده معمول.

عوامل پف کننده

در این بخش برای ساختن پلاستیکهای اسفنجی به کار می‌روند. پلی یورتانها بیش از نوسوم از تولید پلاستیکهای اسفنجی را در اختیار دارند. عوامل پف کننده فنیک (حدود ۷۰٪ مصرف) گازهای مایع مثل ترکیبات کلروفلورو کربن (CFC) هم پر دیان هستند (مانند استیلند از عوامل پف کننده مایع). ترکیبات CFC مورد تردید است که علت آن نگرانی مبنی بر تولید آلودگی است. عوامل پف کننده شیمیایی به طور چشمگیری در تولید پلی یورتانها استفاده می‌شوند. بسیاری از مواد شیمیایی دیگر که در تولید عوامل پف کننده مایع و مایع و مایع استفاده می‌شوند (مانند استیلند و سایر ترکیبات) به عوامل پف کننده مصرف می‌شوند.

عوامل پف کننده

عوامل پف کننده برای ساختن پلی یورتانها به کار می‌روند. پلی یورتانها بیش از نوسوم از تولید پلاستیکهای اسفنجی را در اختیار دارند. عوامل پف کننده فنیک (حدود ۷۰٪ مصرف) گازهای مایع مثل ترکیبات کلروفلورو کربن (CFC) هم پر دیان هستند (مانند استیلند از عوامل پف کننده مایع). ترکیبات CFC مورد تردید است که علت آن نگرانی مبنی بر تولید آلودگی است. عوامل پف کننده شیمیایی به طور چشمگیری در تولید پلی یورتانها استفاده می‌شوند. بسیاری از مواد شیمیایی دیگر که در تولید عوامل پف کننده مایع و مایع و مایع استفاده می‌شوند (مانند استیلند و سایر ترکیبات) به عوامل پف کننده مصرف می‌شوند.

عوامل پف کننده

عوامل پف کننده برای ساختن پلی یورتانها به کار می‌روند. پلی یورتانها بیش از نوسوم از تولید پلاستیکهای اسفنجی را در اختیار دارند. عوامل پف کننده فنیک (حدود ۷۰٪ مصرف) گازهای مایع مثل ترکیبات کلروفلورو کربن (CFC) هم پر دیان هستند (مانند استیلند از عوامل پف کننده مایع). ترکیبات CFC مورد تردید است که علت آن نگرانی مبنی بر تولید آلودگی است. عوامل پف کننده شیمیایی به طور چشمگیری در تولید پلی یورتانها استفاده می‌شوند. بسیاری از مواد شیمیایی دیگر که در تولید عوامل پف کننده مایع و مایع و مایع استفاده می‌شوند (مانند استیلند و سایر ترکیبات) به عوامل پف کننده مصرف می‌شوند.

عوامل پف کننده

عوامل پف کننده برای ساختن پلی یورتانها به کار می‌روند. پلی یورتانها بیش از نوسوم از تولید پلاستیکهای اسفنجی را در اختیار دارند. عوامل پف کننده فنیک (حدود ۷۰٪ مصرف) گازهای مایع مثل ترکیبات کلروفلورو کربن (CFC) هم پر دیان هستند (مانند استیلند از عوامل پف کننده مایع). ترکیبات CFC مورد تردید است که علت آن نگرانی مبنی بر تولید آلودگی است. عوامل پف کننده شیمیایی به طور چشمگیری در تولید پلی یورتانها استفاده می‌شوند. بسیاری از مواد شیمیایی دیگر که در تولید عوامل پف کننده مایع و مایع و مایع استفاده می‌شوند (مانند استیلند و سایر ترکیبات) به عوامل پف کننده مصرف می‌شوند.

شرکت شیمیایی خاص برگ - وارنر (Borg-Warner)، اخیراً یک تثبیت کننده گرما برای رزینهای پلی استرو همچنین اصلاح کننده‌هایی برای رزینهای PVC معرفی کرده است. این تثبیت کننده گرما یک دی فسفات آلی است که طی فرایند اختلاط مذاب (Melt-Mixing) جهت ساختن پلاستیک برای مصارف غیر لیفی، دو عمل را انجام می‌دهد. این اعمال عبارت اند از: خنثی سازی کاتالیزورهای باقیمانده در پلی اتیلن ترفتالات بعد از پلیمر شدن اولیه و حفظ رنگ و خواص مربوط به مقاومت طی مراحل گوناگون فراورش طبق نظر برگ - وارنر، تثبیت کننده همچنین رنگ و سایر خواص پلی استر بازگردانده را بهبود می‌بخشد.

برگ وارنر از بهار گذشته شروع به عرضه یک اصلاح کننده ضربه پذیری جدید از نوع اکریلونیتریل - بوتادی ان - استیرن (ABS) برای PVC صلب و همچنین یک کوپلی مر استیرن - اکریلونیتریل (SAN) برای بهبود مشخصات سیالی همان رزین در طی فراورش کرده است. طبق نظر این شرکت، اصلاح کننده ضربه‌پذیری ABS به ویژه خواص دمای پایین PVC را بهبود می‌بخشد و ماده SAN بدون تضعیف خواص فیزیکی اساسی PVC، خاصیت سیالی مذاب آن را تقویت می‌کند. این ماده اثری بر شفافیت ندارد و در به کارگیری گرما نرم‌های شفاف و مات اشکالی ایجاد نمی‌کند.

همان گونه که از این مثالها مشخص می‌شود کار در زمینه توسعه افزودنیهای پلاستیکها بیشتر بر روی مواد واکنش پذیر از نظر شیمیایی انجام گرفته است. اما این طور به نظر می‌رسد که با وجود حجم زیاد مصرف، کار اندکی بر روی پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها در حال انجام شده باشد. امسال از ۱۰ میلیون پوند افزودنی مصرفی در پلاستیکها حدود سه چهارم آن مربوط به پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها می‌شود. معلوم شده است که تنها چند ماده جدید جهت مصرف در این زمینه کار کرد بهتری نسبت به مواد مصرفی معمول دارند. این مطلب را یک منبع صنعتی خراطر نشان می‌کند. به علاوه از نظر هزینه، تعداد بسیار اندکی از پرکننده‌ها و تقویت کننده‌های جدید قدرت رقابت با مواد مصرفی متداول را دارند.

پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها، کم و بیش در تمام رزینهای مهم تجاری مصرف دارند. مقدار ماده افزوده شده ممکن است بسیار متغیر باشد چون به ترکیب نهایی محصول پلاستیکی ساخته شده بستگی دارد. محصولات پلاستیکی ساخته شده که حاوی پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها هستند به طور نمونه بیش از ۲۰٪ وزنی از این مواد را مصرف می‌کنند. بیش از ۹۰٪ وزنی از این افزودنیها مواد معدنی هستند. بنا به نظر منابع صنعتی، انتظار نمی‌رود که طی چند سال آینده مصرف این مواد نسبت به کل مصرف رزین تغییر چندانی بکند. در هر حال مصرف آنها همراه با مصرف پلاستیکها به رشد خود ادامه خواهد داد اما سرعت رشد آنها اندکی کمتر از کل

مقدار کلی افزودنیها در پلاستیکها رو به کاهش نهاده است

ارقام به میلیون پوند

تغییر سالانه		سال				
۱۹۸۷-۹۲	۱۹۸۷-۸۷	۲۰۰۰	۱۹۹۲	۱۹۸۷	۱۹۷۷	افزودنیها
۲/۱۵٪	۴/۲٪	۸۲۵۰	۶۶۳۰	۵۵۸۶	۳۹۲۱	پرکننده‌ها
۱/۶	۱/۸	۲۰۲۵	۱۸۲۵	۱۶۹۲	۱۴۱۸	نرم کننده‌ها
۵/۰	۳/۸	۱۶۰۰	۱۱۴۰	۸۹۳	۶۱۵	تقویت کننده‌ها
۵/۳	۳/۰	۹۶۵	۶۶۵	۵۱۳	۳۸۲	بازدارنده‌های شعله
۳/۷	۴/۷	۶۶۵	۵۲۵	۳۳۸	۲۷۸	رنگ‌دهنده‌ها
۴/۲	۸/۶	۲۰۰	۱۶۰	۱۳۰	۵۷	اصلاح کننده‌های ضربه‌پذیری
۳/۷	۲/۲	۱۵۰	۱۱۵	۹۶	۷۷	روان کننده‌ها (Lubricants)
۱/۹	- ۰/۲	۱۰۲	۹۱	۸۳	۸۵	تثبیت کننده‌های گرما
۵/۳	۵/۸	۱۳	۹	۷	۴	تثبیت کننده‌های فرابنفش
۳/۵	۴/۹	۶۰	۵۰	۴۲	۲۶	ضدآکسیدها
۴/۲	۲/۶	۷۰	۵۴	۳۴	۳۴	پروکسیدهای آلی
۲/۹	-	۱۸	۱۵	۱۳	۱۳	عوامل برف کننده شیمیایی
۴/۹	۶/۲	۱۸	۱۴	۱۱	۶	عوامل ضد میکروبی
۴/۶	۷/۲	۱۳	۱۰	۸	۴	عوامل ضد الکتریسیته ساکن
۳/۱	۴/۱	۹	۷	۶	۴	کاتالیزورهای پورتن
۴/۶	۱۰/۳	۱۷۲	۱۳۰	۱۰۴	۳۹	سایر مواد
۳/۳٪	۳/۸٪	۱۲۲۵۰	۱۱۲۵۰	۹۶۶۸	۶۶۶۳	کل افزودنیها
۴/۱٪	۵/۰٪	۸۰۶۰۰	۶۱۰۰۰	۳۹۸۶۲	۳۰۵۰۵	کل پلاستیکها
						پوند افزودنیها در هر ۱۰۰ پوند پلاستیک
		۱۷/۹	۱۸/۸	۱۹/۳	۲۱/۸	

بیشتر پرکننده‌ها به منظور حجیم کردن و پایین آوردن هزینه محصول نهایی مصرف می‌شوند. اغلب پرکننده‌ها اعمال دیگری نظیر افزایش وزن، سختی و مقاومت شیمیایی نیز انجام می‌دهند. برخی از آنها بازدارندگی شعله، مقاومت الکتریکی و گرمایی و اصلاحهای ظاهری را نیز موجب می‌شوند. دوده با اینکه فقط بخش کوچکی از کل بازار پرکننده‌ها را در اختیار دارد به علت خواص عاملی دیگری نظیر مقاومت در مقابل نورفراابنفش، عایق بودن و رنگ، مصارف گسترده‌ای دارد. کلسیم کربنات حدود نصف مصرف پرکننده‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. پیش بینی می‌شود که سهم آن به تدریج کاهش یابد. با وجود این، کلسیم کربنات برای مدتی طولانی بزرگترین حجم مصرف پرکننده‌ها را خواهد داشت.

الیاف شیشه در بین تقویت کننده‌های افزوده شده به پلاستیکها سهم غالب را دارد که حدود دو سوم کل است. این الیاف به چندین شکل مختلف موجودند که گستره‌ای از الیاف آسیاب شده تا انواع ساخته شده بسیاری را در برمی‌گیرد. آنها حدود ۱۵٪ کل گروه پرکننده‌ها و تقویت کننده‌های افزوده شده به پلاستیکها را شامل می‌شوند و سهم، آنها بیشتر به قیمت مصرف کمتر پنبه نسوز، به تدریج روبه رشد است.

معدودی از الیاف آلی و الیاف کسرین وارداتی، به عنوان تقویت کننده‌ها در پلاستیکها، با الیاف شیشه در رقابت‌اند. سایر مواد تقویت کننده لیفی برای پلاستیکها به زحمت می‌توانند موقعیت الیاف شیشه را به خطر اندازند مگر اینکه هزینه تولید را کاهش دهند یا کارکرد آنها آتقدر بهبود یابد که هزینه‌های بالا را توجیه کنند.

نرم کننده‌ها از لحاظ حجم مواد مصرفی به صورت افزودنی، مقام دوم را نسبت به پرکننده‌ها و تقویت کننده‌ها دارند. اسامال حجم مصرف نرم کننده‌ها ممکن است به ۱/۸ بیلیون پوند برسد و در اوایل سالهای ۱۹۹۰ از مرز ۲ بیلیون پوند تجاوز کند. بین ۷۵ تا ۸۵٪ نرم کننده‌ها در PVC و کوبلی‌مرهای وینیل کلرید مصرف می‌شوند. در سایر رزینها مانند پلی استیرن، آکریلها، پلی استرها، پلی وینیل استات و رزینهای گرماسخت گوناگون گاهی اوقات از نرم کننده‌ها، آن هم در مقادیر اندک و برای کاربردهای نهایی معینی، استفاده می‌شود.

رشد مصرف نرم کننده‌ها در ایالات متحده احتمالاً پایینتر از رشد متوسط تمام افزودنیهای پلاستیکها واقع خواهد شد و برای چند سال آینده از رشد سالانه حدود ۲/۵٪ برخوردار خواهد بود. یکی از دلایل رشد کندتر این است که برای محصولات پلاستیکی وینیلی که به نرم کننده نیاز دارند، کاربردهای نهایی جدید کمتری در حال توسعه است. عامل دیگری که موجب رشد کندتر از رشد متوسط می‌شود افزایش جاری در واردات محصولات پلاستیکی وینیلی ساخته شده است.

به استثنای مواردی که نرم کننده‌ها در مقادیر اندک به رزینهای کوبلی‌مر اضافه می‌شوند، اغلب آنها با رزینهای آماده مخلوط می‌گردند و با پلی‌مرها واکنش شیمیایی نمی‌دهند. عموماً نرم کننده‌ها برای ایجاد

انعطاف پذیری بیشتر در پلاستیکها مورد استفاده قرار می گیرند. آنها ویسکوزیته مذاب مخلوط فیزیکی را پایین می آورند و همچنین موجب کاهش دمای تبدیل شیشه (Glass Transition Temperature) می شوند. از لحاظ عملی مواد نرم کننده موجب سهولت فرآوری بعدی مخلوط به محصولات آماده توسط روشهای روزن رانی (Extrusion)، شکل گیری گرمایی و قالب گیری می شود.

مکانیسم عمل نرم کننده ها همچنان مبهم است. برخی از مکانیسمهای پیش بینی شده به این قرارند: آنها برای ماکرو مولکولهای رزین همانند یک روان کننده عمل می کنند، آنها نقاط احتمالی تشکیل پیوند بین زنجیرهای پلی مر را کاهش می دهند، آنها از طریق حلال پوشی موجب پیوستن و گسستن مداوم ذرات ریز و درشت رزینها می شوند و آنها حجم آزاد بین مولکولهای رزین را افزایش می دهند تا انعطاف پذیری آن را زیاد کنند. احتمالاً در بیشتر پلاستیکهای حاصل از مخلوط کردن رزین آماده با نرم کننده، ترکیبی از این مکانیسمها صورت می گیرد.

بیشتر نرم کننده هایی که به عنوان افزودنیهای پلاستیکها مصرف می شوند از این قبیل اند: استرهای گوناگون اسیدهای آلی یا فسفریک اسید، روغن سویای اپوکسید شده و پلی استرهای خاص. حدود دوسوم از کل تولید نرم کننده ها در ایالات متحده بر مبنای فتالیک انیدرید است. طبق نظر کمیسیون تجارت بین المللی ایالات متحده، تولید استرهای فتالات در سال ۱۹۸۶ (آخرین سالی که برای آن داده ها وجود دارد) با مقدار ۱/۱۴ بیلیون پوند تولید در سال ۱۹۸۵ برابر باقی ماند. الکلها اصلی که با فتالیک انیدرید ترکیب می شوند تا این نرم کننده ها را بسازند عبارت اند از: ۲- اتیل هگزین که دی اکتیل فتالات را تولید می کند و الکلهای خطی گوناگون در گستره  $C_6$  تا  $C_{12}$ . برخی از الکلهای سنگینتر که اغلب دارای زنجیرهای شاخه دار هستند نیز مورد استفاده قرار می گیرند. گزینش الکل برای نرم کننده می تواند فرایند پیچیده ای باشد، زیرا با تغییر ترکیب نرم کننده، می توان گستره ای از خواص را در محصول پلاستیکی تولید شده نهایی به دست آورد.

روغنهای گیاهی اپوکسید شده (Epoxidized Vegetable Oils) گوناگون به عنوان نرم کننده و از نظر مصرف بعد از استرهای فتالات قرار می گیرند و در بین آنها روغن سویا نقشی غالب دارد. نرم کننده های از نوع روغن سویای اپوکسید شده مزایای زیر را برای مصرف کننده به همراه دارند: هزینه نسبتاً پایین، جدا شدن کمتر از محصول پلاستیکی و تا حدی مقاومت در مقابل گرما به ویژه همراهی برخی مشتقات فلزی که به عنوان تثبیت کننده گرما افزوده می شوند.

مواد شیمیایی گوناگون دیگری نیز به عنوان نرم کننده برای رزینهای غیر از PVC مصرف می شوند. علاوه بر استرهای فتالات (مصرف این مواد در پلاستیکها در مقایسه با سایر مصارف صنعتی اندک است)، سایر نرم کننده های مهم تجاری عبارت اند از: تسری سلیتاتها، ادیئاتها، برخی پلی استرها و استرهای بسیاری از اسیدهای آلی از جمله سیتریک که نرم کننده ویژه ای برای استفاده در بسته بندی پلاستیکی مواد غذایی است. ادامه دارد

بدون هیچ گونه واکنش شیمیایی با پلی مر، کارکرد آنرا بهبود می بخشند. این مواد گسترده ای از شاخه و رده های مختلفی تا الیفات شیشه را در بر می گیرند. غلظت پرکننده ها و تقویت کننده ها در پلاستیکها بسیار متغیر است و ممکن است در برخی از پلاستیکها از مرز ۲۰٪ بگذرد.

### نرم کننده ها

این مواد از نظر نحوه مصرفی در محصولات پلاستیکی مقام دوم را بعد از پرکننده ها و تقویت کننده ها دارد. PVC تا ۸۰٪ تا ۹۰٪ مصرف این افزودنیها را به خود اختصاص می دهد. استرهای فتالیک انیدرید بهترین مصرف را دارند و دوسوم کل را شامل می شوند. گروههای نرم کننده مهم دیگر عبارت اند از: استرهای روغن سویای اپوکسید شده، استرهای آدیپیک اسید، تری فتالیک انیدرید، استرهای فسفریک اسید و انواع بسیاری از رزینها.

### رنگ کننده ها

رنگ کننده ها از بین مجموعه رنگی از رنگهای آلی و معدنی انتخاب می شوند. برخی از آنها خواص دیگری را نیز موجب می شوند، به عنوان مثال دوده یا پارچه در مقابل نور ایجاد می کند. بیشتر رنگدانه ها به شکل مخلوط شده تیره می شوند تا طی فرآوری پراکنده شوند.

### اصلاح کننده های حرارت پذیری

این مواد کمک می کنند تا پلاستیکهای ساخته شده در مقابل تنش مقاومت داشته باشند. بیشتر آنها خواص الاستومری دارند. بسیاری از آنها از نوع اکریل و یا پلی اورتانها هستند. بهترین اصلاح شده اند که معمولاً دارای اکریلونیتریل و استایرین هستند.

### پاک کننده های سطح

این مواد کمک می کنند تا پلاستیکهای ساخته شده در مقابل اجزای مقاومت کنند. افزودنیهای گوناگون به ویژه پرکننده ها و تقویت کننده ها بر بازدارندگی سطح پلاستیک اثر می گذارند و به تیره خود مقدار بازدارنده سطح مورد نیاز در پلاستیک را تعیین می کنند. گروههای مختلفی از افزودنیهای بازدارنده سطح وجود دارند. ترکیبات معدنی (به ویژه آلومینات هیدرات) در دستگیر بیشتری نسبت به مواد آلی نظیر ترکیبات هالوژن دار گوناگون و مشتقات کتفر، مصرف می شوند. برخی از ترکیبات معروف به بازدارنده های سطح آلی واکنش پذیر در رزین مورد استفاده قرار می گیرند.

### مواد ضد آتش

حاصل این مواد ضد آتش، مقاومت از دست رفتن برای تأمین ظروف سطحی پلاستیکهاست و در صورت بار آتش زنی تا آنجا که اجازه از دست رفتن می شود. پرکننده های گوناگون به سبب ساکن را می توانند ضمن فرایند اختلاط با پلیمر پلاستیکها با خود باعث آنها اضافه کرد. با اینکه مواد شیمیایی بسیاری به عنوان عامل ضد آتش به ساکن مصرف می شوند اما آمینوهای از فتالات و استرهای آلومینوم ترچهارم بازار مصرف بیشتری دارند.

### عوامل جفت کننده

این مواد در فرآیند تولید پلاستیکها نقش مهمی دارند. مصرف این مواد در فرآیند تولید پلاستیکها و تقویت کننده ها را برای پلاستیکها بهبود می بخشد. بسیاری از سیلانها و سیلانها در پلاستیکها به وسیله پرکننده ها و تقویت کننده ها به وجود می آید. این مواد در پلاستیکها به وسیله مصرف می شوند. مشتقات آلومینوم ترچهارم به عنوان عامل جفت کننده عمل می کنند. این مواد به وسیله جفت کننده ها به پلاستیکها کمک می کنند. عوامل جفت کننده مخصوص بسیاری در مقادیر کمتر و به عنوان اتصال دهنده مصرف می شوند. بسیاری از عوامل جفت شونده اعمال گوناگون دیگری را نیز انجام می دهند.