

## انتخاب اصلاح کننده های ضربه برای پلیمرها

اصلاح کننده های ضربه به مواد پلاستیک اضافه می شوند تا دوام و چقرمگی انواع رزینهای پلاستیکی را افزایش دهند. میزان اصلاح کننده ضربه اضافه شده بستگی به سطح مقاومت ضربه ای مورد نیاز در کاربرد محصول نهایی دارد.

با توجه به کاربردهای نهایی و مقاومت ذاتی پلیمر ، طیف وسیع و متفاوتی از مقاومت در برابر ضربه ، از مصارف عمومی گرفته تا چقرمگی بالا به وجود می آید.

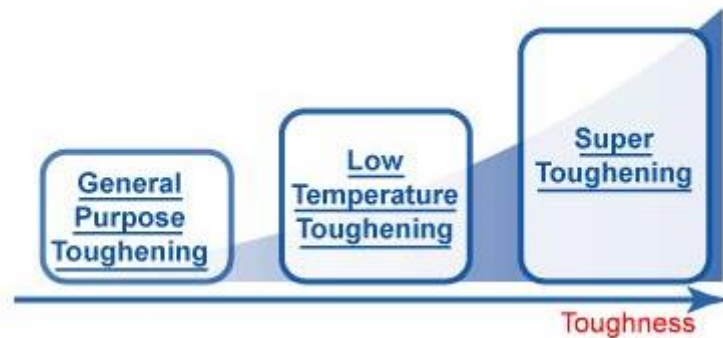
### اصلاح ضربه مواد با کاربرد عمومی

اصلاح ضربه عمومی سطح بسیار پایینی از تغییر ضربه است که به معنی مقاومت ضربه مناسب در دمای اتاق است، اما هیچ الزامی را برای مقاومت ضربه در دمای پایین (زیر ۰ درجه سانتی گراد) ندارد.

### اصلاح ضربه در دمای پایین

مقاومت ضربه ای در دمای پایین برای کاربردهایی که به انعطاف پذیری و مقاومت در برابر شکست در دمای پایین نیاز دارند ، مورد نیاز است.

در کاربردهای لوازم خانگی از این نوع اصلاح استفاده میشود. برای این منظور ، سطوح اصلاح کننده بین ۵ تا ۱۵ درصد از اصلاح کننده های اکثراً ضروری است.



## چقرمگی بسیار بالا

استحکام ضربه فوق العاده سخت برای کاربردهایی که نباید منجر به خرابی قطعه شود حتی اگر در دماهای پایین (-۳۰ تا -۴۰ درجه سانتی گراد) با سرعت زیاد برخورد کند ، لازم است. این الزام تنها با سطوح بالا (۲۵-۲۰٪) اصلاح کننده ضربه واکنشی با  $T_g$  پایین برآورده می شود.

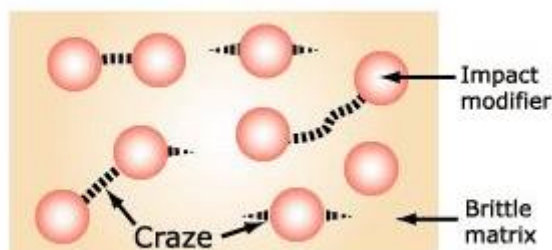
اصلاح کننده ضربه چگونه کار می کند؟

طبیعت الاستومری و لاستیکی اصلاح کننده های ضربه ، انرژی ضربه را جذب یا پخش می کند. اصلاح کننده های ضربه می توانند از طریق پلیمریزاسیون در راکتور گنجانده شوند ، یا ممکن است به عنوان مواد افزودنی

در مرحله ترکیب گنجانده شوند. دو مکانیزمی که اصلاح کننده های ضربه ای با آن کار می کنند در زیر مورد بحث قرار گرفته است.

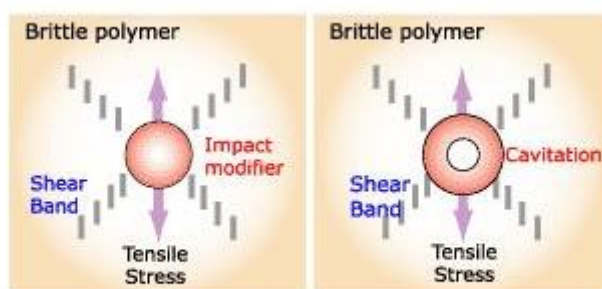
### شروع ترک

اصل این است که اصلاح کننده های ضربه را در ماتریس شکننده پراکنده کنید ، یک مرحله میرایی که می تواند انرژی را جذب کرده و انتشار ترک را متوقف کند.



### نیروی برشی / کاویتاسیون

مکانیسم دوم تشکیل نیروهای برشی در اطراف ذرات الاستومری است که انرژی تغییر شکل را جذب می کند. این مکانیسم همیشه با حفره شدن ذره مرطوب (ظهور حفره ها) که انرژی را نیز جذب می کند ، همراه است. با این حال ، نیروهای برشی بیشتر انرژی را جذب می کند.



Mechanism of Shear Band/Cavitation

برای کارآمد بودن ، فاز پراکنده باید دارای ویژگی های زیر باشد: قابلیت میرایی: فاز الاستومری توصیه می شود. به طور کلی ، از مواد انتقال شیشه ای کم و پلیمرهای بلوری کم استفاده می شود.  $T_g$  پایین برای سخت شدن در دمای پایین کاملاً مورد نیاز است. کوپلیمرهای پلی الفین کاندیدهای بسیار خوبی هستند.

چسبندگی خوب با مرحله پیوسته: این پارامتر واقعاً برای چقرمگی خوب کلیدی است. عدم چسبندگی می تواند ترکیبهای متعددی را ایجاد کند که می توانند تا زمان شکست انتشار یابند. چسبندگی خوب را می توان با واکنش در سطح به دست آورد.

سازگاری پلیمر همچنین بر اندازه ، منظم بودن و پایداری پراکندگی تأثیر می گذارد و بر عملکرد مکانیکی قطعه نهایی تأثیر مثبت می گذارد.

### اصلاح کننده های ضربه پلی الفین عامل دار شده

به منظور برآوردن الزامات صنعت، پلیمرهایی مانند پلی آمید ، پلی استر ، PVC یا بیوپلاستیک ها نیاز به افزایش مقاومت در برابر ضربه دارند.

در میان فن آوری های اصلاح ضربه موجود در بازار ، اصلاح کننده های ضربه ای پلیمری ، که به آنها پلی الفین های عامل دار نیز گفته می شود ، طیف وسیعی از عملکردهای چقرمگی را ارائه می دهند از کاربردهای عمومی تا چقرمگی فوق العاده در سیستم های مختلف پلیمری.

چگونگی بهبود مقاومت برخی از پلیمرهای کلیدی در برابر ضربه با استفاده از اصلاح کننده های

پلی اولفینی :

پلی آمید (PA)

طیف وسیعی از اصلاح کننده های ضربه، بر اساس کوپلیمرها یا مونومرهای اتیلن عامل دار یا بدون عامل ، برای رفع نیازهای منحصر به فرد PA6 ، PA66 یا ترکیبات PA تقویت شده با شیشه در دسترس است.

پلی وینیل کلراید (PVC)

بسته به کاربرد نهایی، انواع مختلف رزینهای PVC به افزودنی های تغییر ضربه متفاوت نیاز دارند.

Flexible PVC	Rigid PVC
<ul style="list-style-type: none"><li>• Durable strength and flexibility</li><li>• Better low-temperature properties</li><li>• Greater property retention after heat aging</li><li>• Better flexibility after chemical exposure</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Improved flow and fusion characteristics of the compound</li><li>• Enhanced filler compatibility</li><li>• Lower processing temperature</li><li>• Higher throughput</li><li>• Higher filler loading</li><li>• Lower stabilizer content</li></ul>

## پلی پروپیلن (PP)

پلی پروپیلن یک پلیمر نیمه کریستالی است که از تعادل هزینه و عملکرد بسیار جذابی برخوردار است و قابلیت فرآیند آن آسان است. با این حال، برای برآوردن برخی از نیازهای صنعت، PP نیاز به افزایش مقاومت در برابر ضربه در دمای محیط یا پایین دارد.

اصلاح کننده های ضربه، چقرمگی بدست آمده برای پلی پروپیلن (PP) را در دمای اتاق یا دمای پایین بهبود می بخشد.

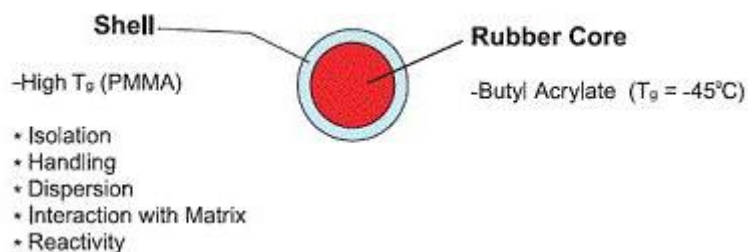
## اکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS)

رزین های ABS بین پلاستیک های مهندسی مانند پلی کربنات و مانند پلی استایرن عمل میکنند. آنها به طور گسترده ای در کاربردهایی مانند محفظه کامپیوتر و چاپگر، لوازم الکترونیکی مصرفی، لوازم خانگی، تجهیزات باغ، قطعات خودرو و اسباب بازی ها استفاده می شوند.

در حین تولید ترکیبات ABS، چه استاندارد، چه بازیافتی یا پر شده، می توان با چقرمگی ضعیف روبرو شد. اصلاح ضربه یک چالش بسیار پیچیده است که بسته به دمای مورد نیاز برای عملکرد مقاومت عمومی، یک راه حل خاص برای آن وجود دارد.

## اصلاح کننده های ضربه Core-shell


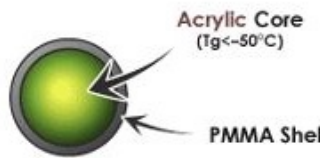
در زیر نمایشی از یک اصلاح کننده اصلی ضربه اصلی پوسته ارائه شده است.



این مواد معمولاً دارای هسته لاستیکی Tg کم مانند بوتیل اکریلات یا بوتادین با پوسته PMMA پلی (متیل متاکریلات) هستند. نمونه هایی از اصلاح کننده های ضربه پوسته هسته ای موجود در بازار عبارتند از

پارالوئید از Dow Chemical و Clearstrength از Arkema.

یکی از مزایای اصلی ارائه شده توسط رویکرد اصلاح کننده ضربه پوسته اصلی این است که اندازه ذرات از پیش تعیین شده ارائه می شود. با این حال ، اصلاح کننده ضربه باید به طور مناسب در پلیمر ماتریس پراکنده شده و به هم متصل شود تا در سخت شدن پلاستیک های مهندسی موثر باشد. این اتصال می تواند ناشی از برهمکنش فیزیکی ماتریس پوسته با ماتریس یا واکنش شیمیایی باشد. بدیهی ترین راه برای دستیابی به این هدف، ترکیب بخش های واکنشی به زنجیره های پوسته در طول ساخت با پلیمریزاسیون امولسیون است. سپس ، آن بخشهای واکنشی ، پس از پردازش مذاب ، با ماتریس واکنش نشان می دهند.

Methacrylate Butadiene Styrene (MBS)	Acrylic Impact Modifiers (AIM)
	
<b>Benefits:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Excellent low-temperature impact</li> <li>◦ Excellent colorability</li> <li>◦ Excellent dispersion in most engineering plastics matrices</li> </ul>	<b>Benefits:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Excellent low-temperature impact</li> <li>◦ Excellent UV stability</li> <li>◦ Excellent thermal stability</li> <li>◦ Good colorability</li> </ul>
<b>Applications:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Outdoor (painted), interior</li> </ul>	<b>Applications:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Outdoor (UV &amp; Thermal), interior (Near Heat Sources)</li> </ul>

اصلاح کننده های ضربه MBS Core-shell طراحی شده اند تا در دمای وسیعی از پلاستیکهای مهندسی مانند پلی کربنات، آلیاژهای پلی کربنات (PC/PBT ، PC/ABS) و پلی استرها، تأثیر استثنایی در دمای سرد ایجاد کنند.

اصلاح کننده ضربه پوسته هسته مقاومت بهتری در دمای پایین ، رنگ پذیری قالب و پایداری حرارتی به پلی کربنات نسبت به سایر اکریلیک های موجود در بازار می بخشد.

**مزایای اصلاح کننده های ضربه MBS در برخی از پلیمرهای کلیدی**

اصلاح کننده های ضربه MBS در پلی کربنات

پلی کربنات (PC) به دلیل شفافیت، مقاومت عالی در برابر ضربه و توانایی مقاومت در برابر درجه حرارت بالا شناخته شده است.

با این حال، مقاومت شیمیایی پایین پلی کربنات (در بنزین) برای کاربردهای خودرو مسئله ای مهم است. همچنین به دلیل درجه گرانی بالا قالبگیری تزریقی پلی کربناتها محدودیت دیگری است ، به ویژه هنگامی که مقاومت در برابر ضربه زیاد مورد نیاز است.علاوه بر این، عملکردهای ذاتی پلی کربنات ، مانند ضربه ، هنگامی که از رنگدانه های رنگی ، پرکننده ها یا افزودنیهای مقاوم در برابر شعله در ترکیب استفاده می شود، به طور جدی به خطر می افتد.

### مزایای اصلاح کننده های ضربه MBS در پلی کربنات

Benefits	Description
<p><b>Exceptional Low-temperature Impact Performance</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ MBS Impact modifiers allow PC and particularly high flow PC to achieve high impact performance at very low-temperatures.</li> <li>◦ High-performance impact modifiers based on butadiene rubber (ABS or MBS) are detrimental to the inherent UV and heat stability performances of polycarbonate.</li> <li>◦ In weatherable outdoor applications or high heat environments, it will be critical to use a very stable impact modifier that will still provide high impact performances. Impact modifiers are designed to respond to this technical challenge.</li> </ul>
<p><b>Excellent Weatherability &amp; Heat Aging</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ MBS Impact modifiers provide excellent weatherability expected of an all-acrylic impact modifier.</li> <li>◦ This allows impact modifiers to be used in applications that demand good color hold and retention of mechanical properties upon typical outdoor exposure, yielding products that retain long-term performance under severe conditions.</li> </ul>
<p><b>Exceptional Mold-in Colorability</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ MBS Impact modifiers provide far more superior colorability than most of the acrylic modifiers available on the market, which are known to lower color intensity thus making dark color parts difficult if not impossible to achieve.</li> <li>◦ Based on a patented technology, they have opened the door for applications that demand good color hold and unique mechanical properties retention upon exposure to the elements.</li> </ul>

## اصلاح کننده های ضربه MBS در مخلوطهای پلی کربنات (PC/PBT ،PC/ABS)

برای برآوردن نیازهای جدید بازار، از جمله عملکردهای فنی، هزینه، ترکیب کننده ها پلیمرهایی را طراحی کرده اند که مزایای ذاتی عالی پلی کربنات را با ویژگی های منحصر به فرد هزینه و عملکرد سایر ماتریس ها مانند ABS یا پلی استرها (PBT) متعادل می کند.

این ترکیبات پلیمری در مقایسه با پلی کربناتهای سنتی عملکرد بالایی را ارائه می دهند. این ترکیبات کمک می کند:

برای غلبه بر رفتار جریان ضعیف و شکنندگی در پلی کربناتها یک فاز لاستیکی مانند Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) به ماتریس PC اضافه شود.

PC/ABS یکی از بهترین آلیاژهای PC امروزه است که در آن ABS اجازه می دهد تا قدرت ضربه بالا، سطح و جریان زیاد را برای فرایند بهتر متعادل کند. یکی از عیوب این آلیاژ این است که اغلب استانداردهای جدید بازدارندگی شعله را برآورده نمی کنند. رایج ترین کاربرد برای PC/ABS قطعات خودرو، محفظه تجهیزات اداری، رایانه ها و تلفن های همراه است. برای غلبه بر مقاومت شیمیایی پایین در پلی کربنات در هنگام تماس با نفت و بنزین که یک عملکرد مهم در کاربردهای خودرو است. پلی کربنات و پلی استرهای مانند PBT آلیاژ می شوند تا مقاومت شیمیایی بالا بدست آید.

مزایای اصلاح کننده های ضربه MBS در آلیاژهای پلی کربنات

Benefits	Description
<b>Better Compatibility</b>	The high impact performance of PC/ABS alloys will greatly depend on the ability to well disperse the various polymer phases (PC, PB, SAN), typically achieved through technical compounds.
<b>Superior Low-temperature Impact</b>	The low glass transition temperature ( $T_g < -80^{\circ}\text{C}$ ) of impact allows them to be used for demanding low-temperature applications to create products that can withstand temperatures as low as $-50^{\circ}\text{C}$ and still maintain their structural integrity.
<b>Good Dispersion</b>	Impact modifiers are easily dispersed using conventional compounding techniques. The resulting engineering plastics compounds flow readily in molding equipment and have exceptional impact strength resistance.

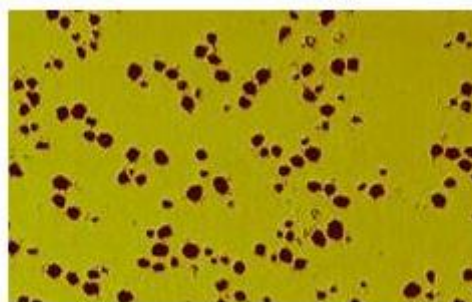
## اصلاح کننده های ضربه MBS در پلی استرها

پلی استرهایی مانند پلی بوتیلن ترفتالات (PBT) و پلی اتیلن ترفتالات (PET) پلیمرهای نیمه کریستالی هستند که عملکرد بسیار جذابی مانند پایداری حرارتی بالا و مقاومت شیمیایی را از خود نشان می دهند. از سوی دیگر ، پلی استرها عملکرد ضعیفی در دمای پایین نشان می دهند ، بنابراین اصلاح کننده های ضربه مورد نیاز است.

پلی استرها اغلب در کاربردهای خودرو مانند محفظه متحرک برای بالابر پنجره برقی و قطعات رسانای نور استفاده می شوند. آنها همچنین برای بسیاری از لوازم خانگی ، برقی و کاربردهای پزشکی استفاده می شوند. با این حال ، برای برآوردن برخی از الزامات صنعت ، این رزین ها نیاز به عملکرد بهتر در دمای محیط یا پایین دارند. برای این کاربردها ، استفاده از اصلاح کننده های ضربه حیاتی است.

مزایای اصلاح کننده های ضربه MBS در پلی استرها

Benefits	Description
<b>Superior Low-temperature Impact</b>	The low glass transition temperature ( $T_g < -80^{\circ}\text{C}$ ) of impact modifiers allow them to be used for demanding low-temperature applications, in order to create products that can withstand temperatures as low as $-50^{\circ}\text{C}$ while remaining ductile.
<b>Good Dispersion</b>	Impact modifiers are easily dispersed using conventional compounding techniques. The resulting engineering plastics compounds flow readily in molding equipment and have an exceptional impact strength resistance.



Excellent Dispersion of MBS Impact Modifiers



## TPE ها به عنوان اصلاح کننده ضربه

یک الاستومر ترموپلاستیک به طور کلی به عنوان پلیمری تعریف می شود که می تواند به عنوان یک ماده ترموپلاستیک فرآیند شود ، اما دارای خواص یک لاستیک معمولی ترموست است.

برخی از کلاس های عمومی TPE های تجاری عبارتند از:

کوپلیمرهای بلوک استایرنی

پلی یورتان های ترموپلاستیک

کوپلی استرهای ترموپلاستیک

پلی آمیدهای ترموپلاستیک

به منظور طبقه بندی به عنوان یک الاستومر ترموپلاستیک، یک ماده باید دارای ویژگی های زیر باشد.

۱. توانایی کشش تا کشیدگی متوسط و با از بین بردن تنش، بازگشت به شکل اولیه

۲. قابلیت فرآیند به عنوان یک مذاب در دمای بالا

۳. عدم وجود خزش قابل توجه

برخی از نمونه های محصولات TPE که توسعه یافته و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از:

- Arnitel® from DSM
- Engage™ from Dow Chemical
- Hytrel® from DuPont, and
- KRATON™ from Kraton Polymers

## TPE - مزایا و معایب

Advantages	Disadvantages
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Recyclable. They have typical elastic properties of rubbers which are not recyclable</li><li>○ Require little or no compounding, with no need to add reinforcing agents, stabilizers or cure systems</li><li>○ Consume less energy</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ They melt at elevated temperatures and this can limit their utility with certain engineering plastics</li><li>○ May require drying before processing</li><li>○ There are a limited number of low modulus materials that can be used in TPE's</li></ul>

TPE اغلب زمانی استفاده می شود که مواد الاستومر معمولی نمی توانند طیف وسیعی از خواص فیزیکی مورد نیاز را در محصول ارائه دهند.

### **ترکیبات الاستومری توده ای به عنوان اصلاح کننده ضربه**

رویکرد استفاده از ترکیبات الاستومری توده ای به عنوان اصلاح کننده ضربه با استفاده از مواد هسته پوسته متفاوت است زیرا اندازه فاز لاستیکی پراکنده بستگی به شرایط فرآیند مورد استفاده دارد. این امر امکان کنترل اندازه ذرات در محصول نهایی اصلاح شده با ضربه را می دهد.

### **معایب استفاده از الاستومرها به عنوان اصلاح کننده ضربه**

یکی از بزرگترین اشکالات این روش این است که کاهش سفتی که با افزودن الاستومر مشاهده می شود، معمولاً بزرگتر از آن چیزی است که با استفاده از اصلاح کننده های پوسته هسته مشاهده می شود. این بدان معناست که اگر حفظ سفتی ارائه شده توسط پلاستیک مهندسی برای کاربرد مهم باشد، غلظت الاستومر باید به طور مناسب تنظیم شود.

مثال: اصلاح PBT با استفاده از ترکیب الاستومری

در این حالت، شرایط فرآیند مخلوط های PBT/الاستومر بر اندازه ذرات الاستومر و در نتیجه، تغییر ضربه ای که به دست می آید، تأثیر میگذارد. علاوه بر این، ویسکوزیته نسبی اجزا بر مورفولوژی ترکیب نهایی تأثیر می گذارد. از آنجا که ویسکوزیته مذاب به طور مستقیم با وزن مولکولی پلیمرها ارتباط دارد، بنابراین وزن مولکولی عوامل مهمی در تعریف تغییرات مشاهده شده است.