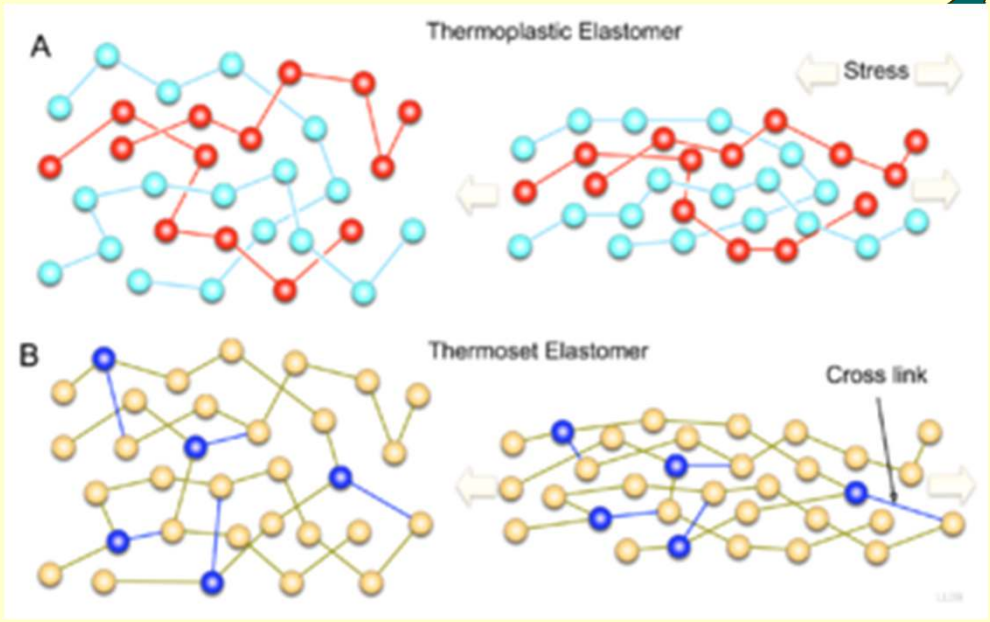
دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد

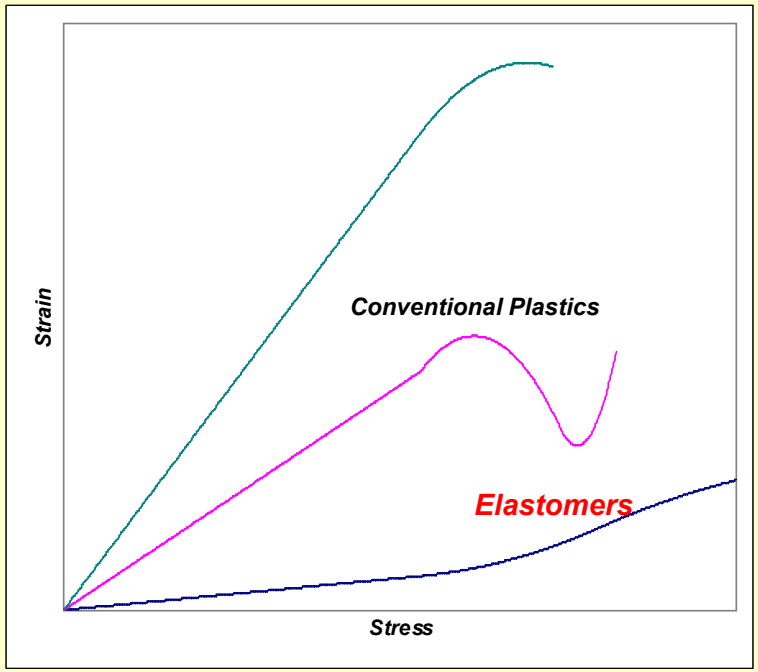
اصول مهندسی پلیمر

جلسه دهم
(الاستومرها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی

الاستومر


A
Thermoplastic Elastomer
Stress
B
Thermoset Elastomer
Cross link


Strain
Conventional Plastics
Elastomers
Stress

پلیمرها به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- پلاستیک های گرمانرم

۲- پلاستیک های گرما سخت یا ترموست ها

۳- الاستومرها

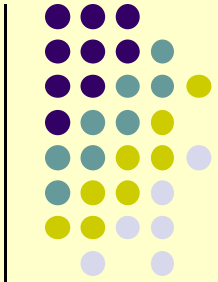
1. **ترموپلاستیک ها** با افزایش دما نرم شده و با خنک شدن به خواص اولیه برمی گردند و بیشتر قابل ذوب هستند، به عنوان مثال، نایلون،
2. **پلاستیک های گرما سخت** (ترموست ها) وقتی گرم می شوند، سخت شده و هنگام سرد شدن به سختی اولیه برمی گردند. این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار به یک شکل دائمی تبدیل می شوند.
3. **الاستومرها** نظیر رابرها می توانند بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت کنند. در مقاله حاضر، انواع محدودی از پلیمرهای هر گروه و کاربرد و خواص آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

الاستومر چیست؟

الاستومر به پلیمری گفته می شود که خاصیت کشسانی (ارتجاعی) داشته باشد، بدین مفهوم که بعد از تغییر شکل (به عنوان مثال کشش)، به حالت و شکل اولیه خودش بر می گردد. این خاصیت با ایجاد ساختاری متشکل از اتصالات عرضی، مشابه با ترموست ها ولی با درجه کمتر روی می دهد.

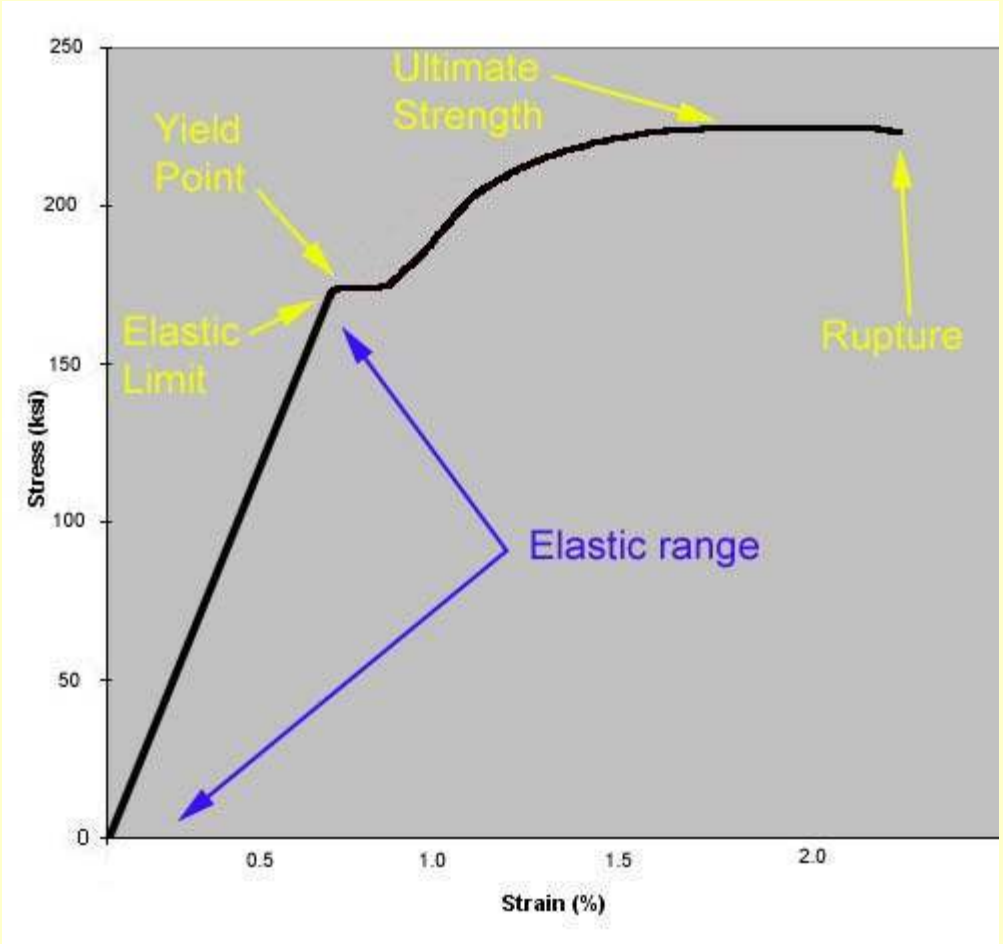
برای ساخت یک محصول لاستیکی پایه الاستومری ابتدا برحسب خواص محصول نهایی از یکی از طبقات سه گانه الاستومرها یعنی عمومی، صنعتی و یا مهندسی و در یکی از حالت های فیزیکی مایع، پودر و یا جامد بر حسب نوع محصول و ماشین آلات فرآیند انتخاب می شود و پس از آمیزه کاری و شکل دهی، توسط یکی از تکنیک های رایج پخت می شود.

Elastomeric Materials

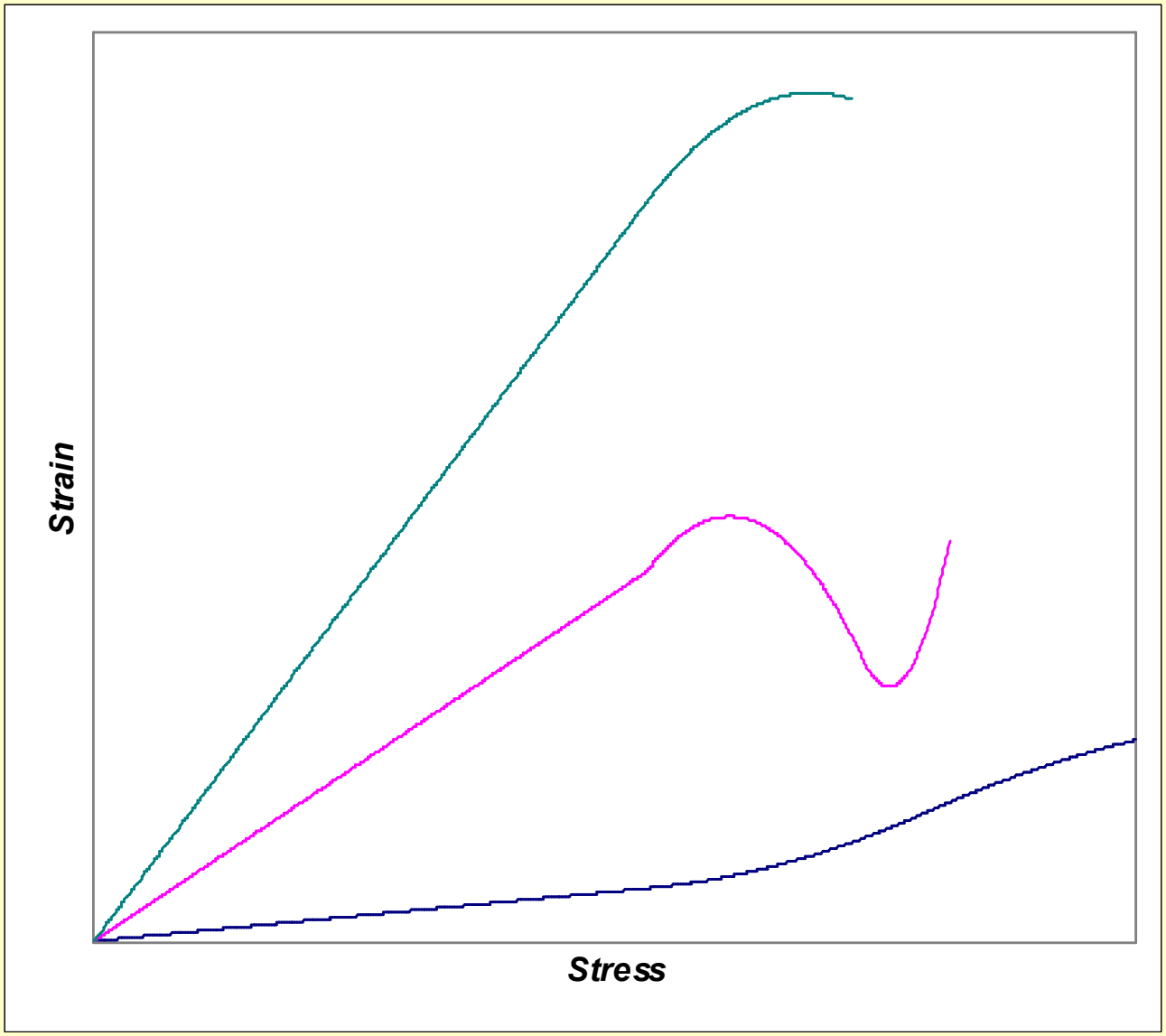


- بسیار بی نظم و آمورف
- جهت گیری بسیار تصادفی
- ازدیاد طول بالا

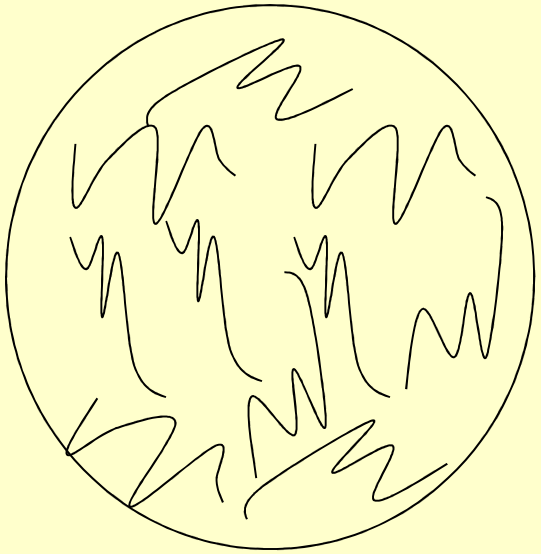
Elastomeric Materials



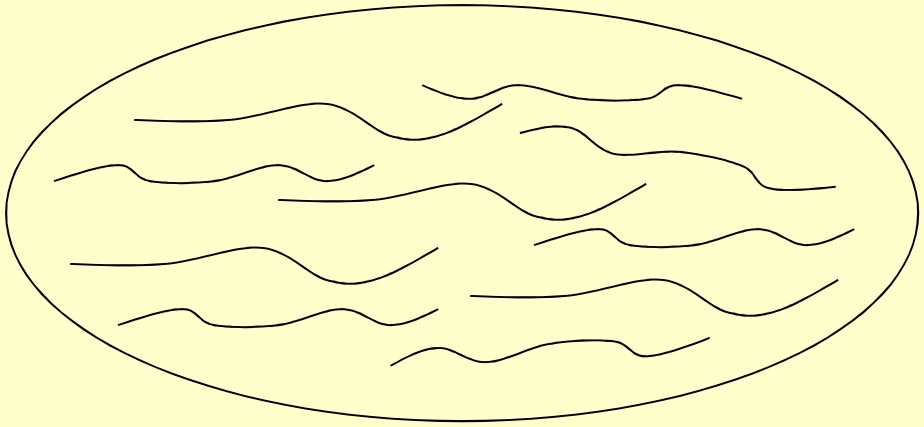
Elastomeric Materials



Elastomeric Materials



No Stress



Stressed
In tension

رابرها و الاستومرها

الاستومرها در ساخت محصولات زیادی مانند لاستیک اتومبیل، سیل‌های آب بندی، برف پاک کن ها و شلنگ‌ها بکار می‌روند.

ضریب پواسون آن‌ها به ۰٫۵ بسیار نزدیک است و بنابر این می‌توان آنها را تراکم‌ناپذیر فرض کرد. الاستومرها به دو دسته تقسیم می‌شوند. ترموست الاستومرها که در نتیجه حرارت سخت شده و دیگر به حالت اولیه بر نمی‌گردند و ترموپلاستیک الاستومرها که با حرارت حالت ارتجاعی پیدا می‌کنند.

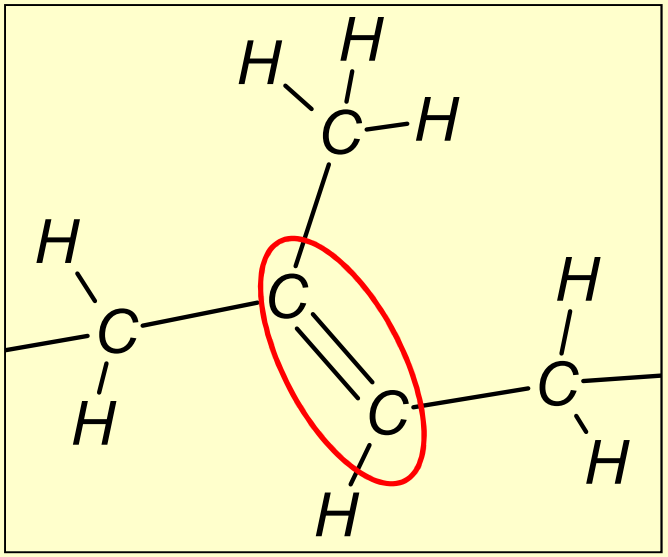
رابرها و الاستومرها

رابرها و الاستومرها عمدتا بعنوان مواد پوشش برج ها، مخازن، تانک ها، و لوله ها استفاده می شوند. مقاومت شیمیایی بستگی به نوع رابر و ترکیبات آن دارد. اخیراً رابرهای مصنوعی به بازار عرضه شده که نیازهای صنایع شیمیایی را تا حد زیادی تامین کند. هر چند هیچ یک از رابرهای تهیه شده دارای خواص رابر طبیعی نیست، ولی در یک یا چند مورد نسبت به آن برتری دارد. تفاوت رابرها و الاستومرها در کاربردهای خاص، مشخص می شود.

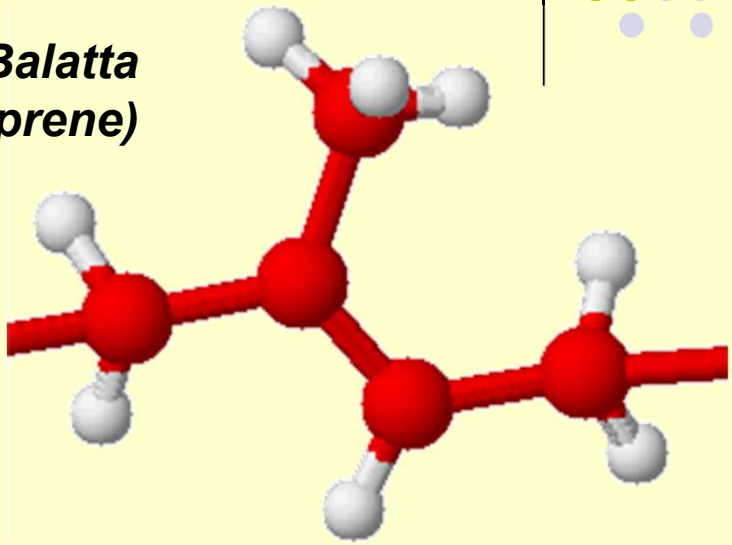
رابرهای طبیعی

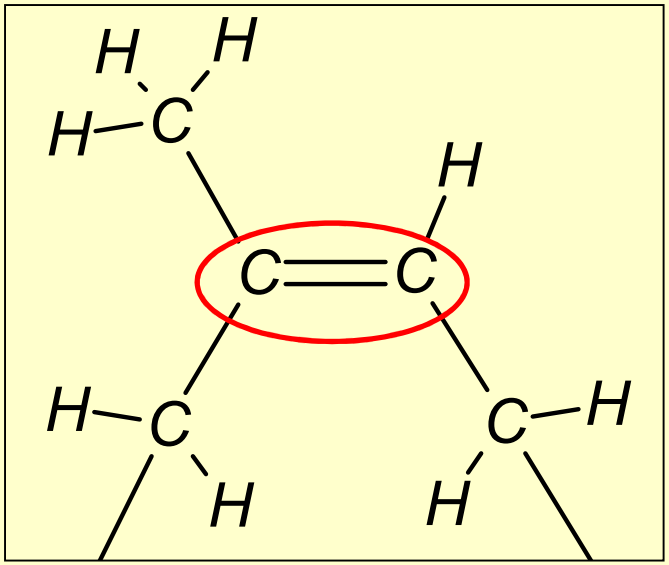
- رابر طبیعی توسط فرآوری عصاره درخت رابر (*Heva Brasiliensis*) با بخار، و ترکیب آن با عوامل ولکانیزه، آنتی‌اکسیدان‌ها و پرکننده تهیه می‌شود. رنگ های دلخواه می‌تواند با ترکیب رنگدانه‌های مناسب (به عنوان مثال، قرمز: اکسید آهن- *Fe2O3*، سیاه: کربن سیاه و سفید: اکسید روی) حاصل شود. رابر طبیعی دارای خواص دی‌الکتریک مناسب قابلیت ارتجاعی عالی، قابلیت جذب ارتعاش بالا و مقاومت شکست مناسب است. بطور کلی، رابرهای طبیعی از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیا و نمک ها مقاوم هستند. رابر طبیعی، براحتی توسط مواد شیمیایی اکسیدکننده، اکسیژن اتمسفری، ازن، روغن‌ها، بنزن و استن‌ها مورد حمله قرار گرفته و غالباً دارای مقاومت شیمیایی کم در مقابل نفت و مشتقات آن و بسیاری مواد شیمیایی آلی هستند، بطوری که در معرض آنها نرم می‌شوند.

رابرهای طبیعی

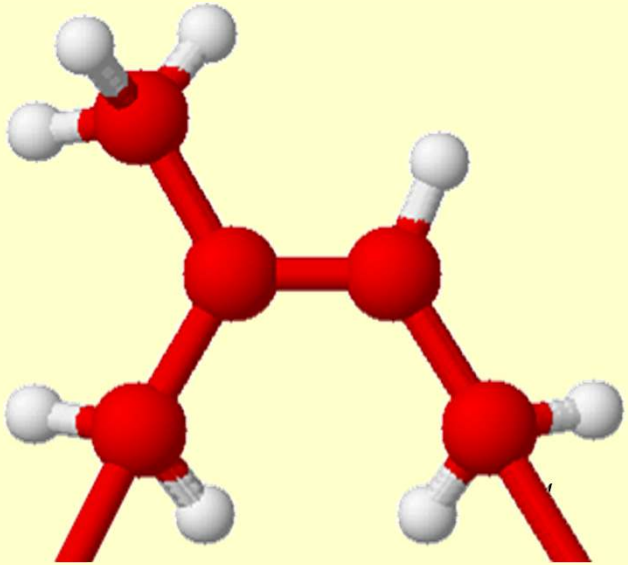


Gutta percha or Balatta
(trans-polyisoprene)





Hevea Rubber
(cis-polyisoprenene)



رابرهای طبیعی

در حال استخراج از درخت

رابرهای طبیعی

- پروسه آماده سازی رابرهای طبیعی از ماده اولیه تا بسته بندی نهایی

رابرهای طبیعی

- پروسه آماده سازی رابرهای طبیعی از ماده اولیه تا بسته بندی نهایی

رابرهای طبیعی

مشکلات لاستیک های طبیعی

- ✓ استحکام
- ✓ دردسترس بودن
- ✓ تجزیه باکتریایی
- ✓ خزش

ولکانیزاسیون Vulcanization

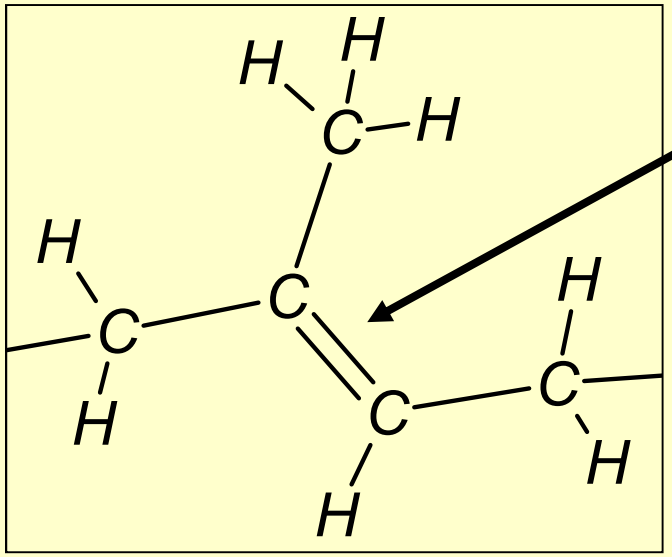
لاستیک ها به شکل خام خواص مطلوبی ندارند و اگر تحت فشار به آنها شکل بدهیم بعد از برداشتن فشار شکل خود را از دست داده و به حالت قبلی خود باز می گردند، اما با کشف ولکانیزاسیون (Vulcanization) در سال ۱۸۳۹ توسط گودیر (Goodyear) آمریکایی این مشکل بر طرف شد، در طی فرآیند ولکانیزاسیون لاستیک با گوگرد حرارت داده می شود در این حالت لاستیک اکسیده می‌شود و سولفورِ آن کاهیده شده و به سولفید تبدیل می‌شود که این سبب ایجاد پیوند های عرضی و پخت لاستیک می شود. البته این عمل در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد انجام می شود. نتیجه این کشف تولید مواد لاستیکی مثل لاستیک های توپر برای چرخ ارابه، پوتین، توپ و ... بود.

رابرهای طبیعی

خزش

توسط گودیر در سال ۱۸۰۰ میلادی حل شد.

کشف کرد که پلیمر را می توان با حرارت دادن با گوگرد شبکه ای کرد و باعث ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار شد.



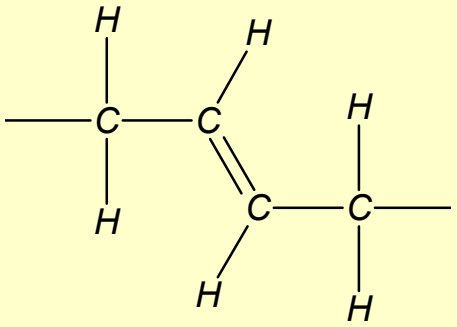
حمله سولفور به پیوند دوگانه

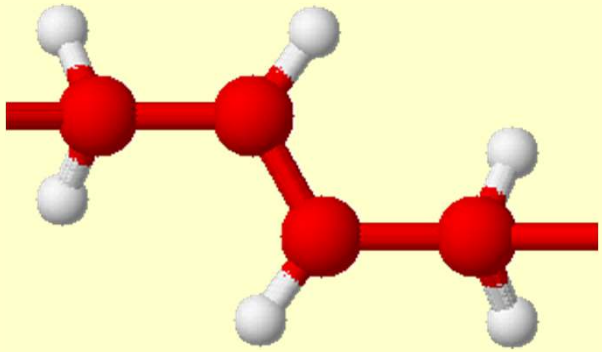
پلی ایزوپرن مصنوعی یا ایزوپرن لاستیک

یک رابر مصنوعی با خواص مشابه نوع طبیعی آن است. این ماده اولین بار در طول جنگ جهانی دوم به واسطه مشکلات تامین رابر طبیعی بطور صنعتی شناخته شد. گرچه، این ماده حاوی ناخالصی‌های کمتری نسبت به رابر طبیعی بوده و فرایند تهیه آن بسیار ساده‌است، به دلیل قیمت بالای آن، زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. خواص مکانیکی و مقاومت شیمیایی آن، مشابه رابر طبیعی بوده و مانند بسیاری از انواع دیگر رابرها خواص مکانیکی آن توسط فرایند ولکانیزاسیون بهبود می‌یابد.

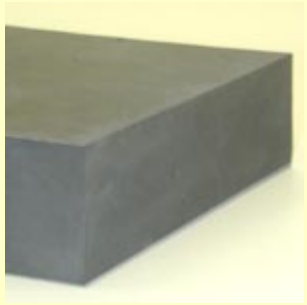
رابر استایرن بوتادین (SBR)

رابر استایرن بوتادین، یک کوپلیمر استایرن و بوتادین است. این رابر تحت نام تجاری *Buna S* شناخته شده‌است. مقاومت شیمیایی آن مشابه رابر طبیعی است و دارای مقاومت پایین در مقابل اکسیدکننده‌ها، هیدروکربن‌ها و روغن‌های معدنی است. از این رو از نظر شیمیایی مزیت خاصی نسبت به دیگر رابرها ندارد این رابر در تایر اتومبیل، تسمه‌ها، واشرها، لوله‌های خرطومی و دیگر محصولات متنوع استفاده می‌شود.





(SBR)



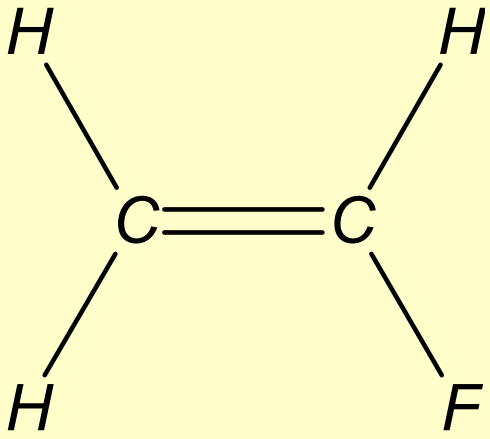
رابر نیتریل (*NR*)

نیتریل رابر، یک کوپلیمر از بوتادین و آکریلونیتریل است. این ماده در نسبتهای متفاوت از ۲۵:۷۵ تا ۷۵:۲۵ ساخته می‌شود که سازنده باید درصد آکریلونیتریل را در محصول خود مشخص کند. رابر نیتریل تحت نام تجاری *Buna N* شناخته شده و نظر به مقاومت در برابر متورم شدن در حالت غوطه‌وری در روغن‌های معدنی، دارای مقاومت بالا در مقابل روغن‌ها و حلال‌ها است. علاوه بر این، مقاومت شیمیایی آن در مقابل روغن‌ها متناسب با میزان آکریلونیتریل آن است. گرچه این ماده در مقابل اکسیدکننده‌های قوی نظیر اسید نیتریک مقاوم نیست، مقاومت خوبی در مقابل ازن و تابش اشعه *UV* نشان می‌دهد. رابر نیتریل برای لوله‌های پلاستیکی گازوئیل، دیافراگم پمپ‌های سوخت، واشرها، آب‌بندها و درزگیرها (نظیر او- رینگ‌ها) ونهایتاً زیره‌های مقاوم در برابر روغن برای کفش‌های کار ایمنی استفاده می‌شوند.

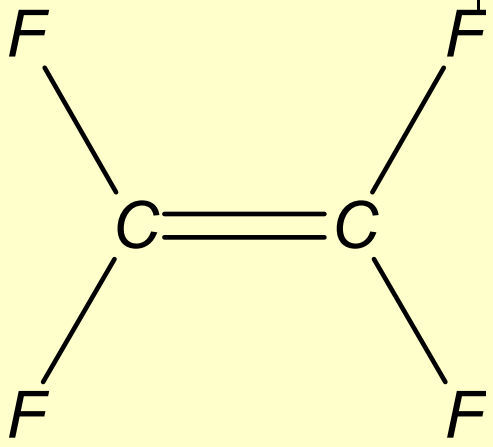
بوتیل رابر

بوتیل رابر، یک کوپلیمر از ایزوبوتیلن و ایزوپرن است. بوتیل رابر از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، نمکها و قلیاها مقاوم بوده و مقاومت شیمیایی خوبی در مقابل اسیدهای غلیظ به استثنای اسیدنیتریک و اسید سولفوریک دارا است. این رابر در مقابل ازن نیز مقاومت بالایی دارد. گرچه به راحتی در مقابل مواد شیمیایی اکسیدکننده، روغن‌ها، بنزن، و ستن‌ها مورد حمله قرار می‌گیرد، دارای مقاومت شیمیایی پایین در مقابل نفت و مشتقات آن و دیگر مواد شیمیایی آلی است. علاوه بر این، رابر بوتیل در مقابل اشعه *UV* (مانند قرار گرفتن در معرض نور خورشید) بسیار حساس است. مشابه دیگر رابرها، خواص مکانیکی آن توسط فرایند ولکانیزاسیون بهبود می‌یابد. کاربردهای صنعتی آن مشابه کاربردهای رابر طبیعی است. بوتیل رابر برای تیوبهای داخلی تایر و لوله‌های خرطومی استفاده می‌شود.

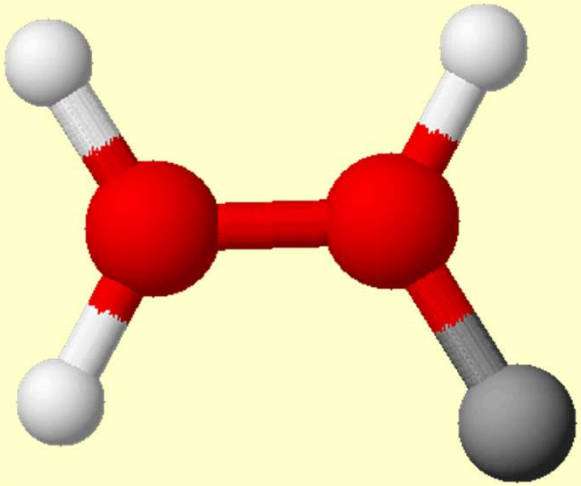
فلور الاستومر

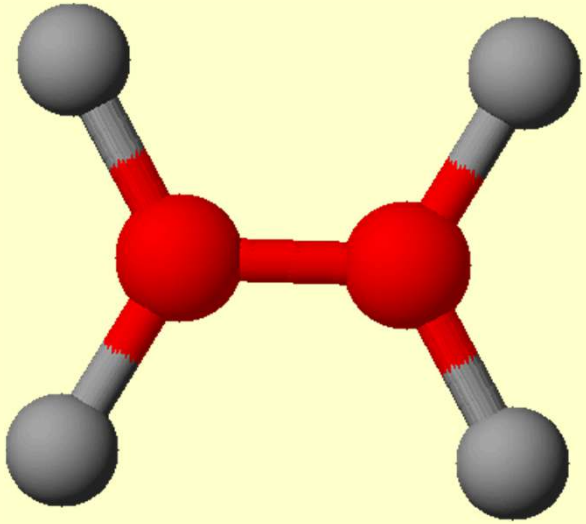


Vinylidene fluoride monomer



Tetrafluoroethylene monomer

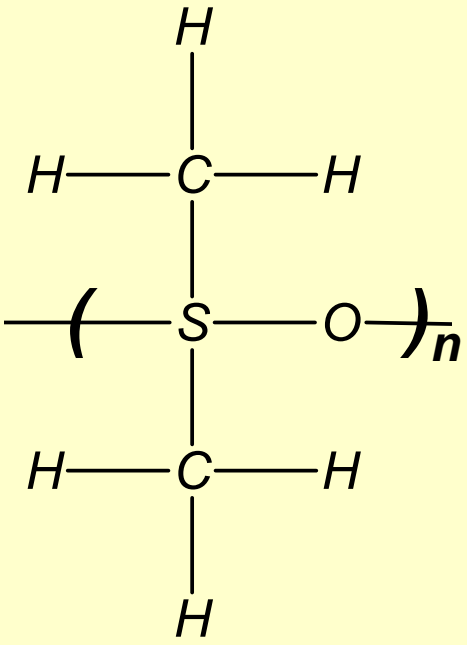


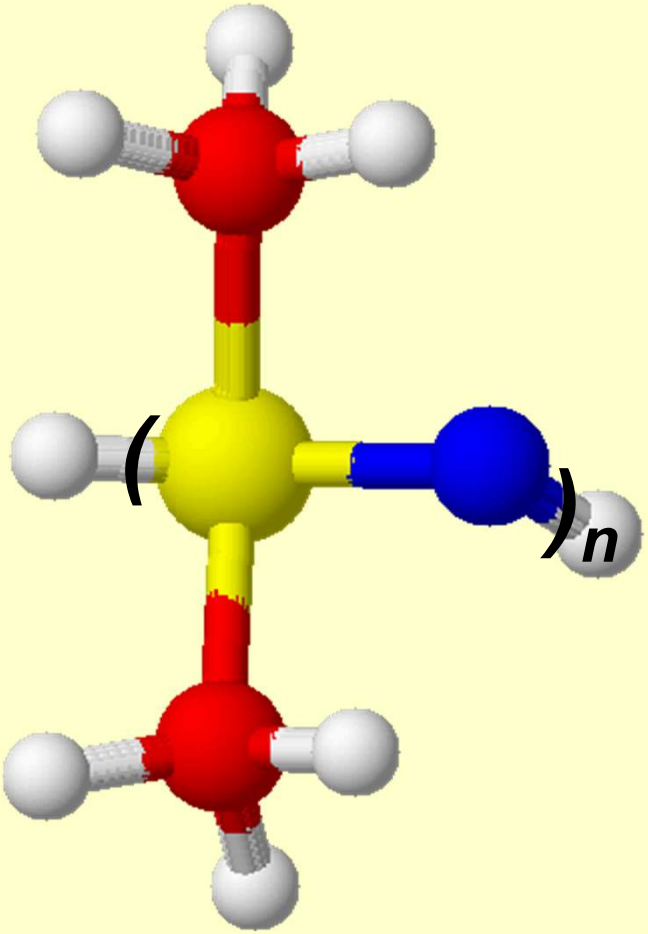


فلور الاستومر

- خواص بسیار مطلوب تر از فلورپلیمرها *(flouropolymer)*
- اثرات کم حلال بروی این نوع الاستومرها
- خواص بسیار عالی برای کاربردهای شیمیایی و حمل و نقل نفت
- استحکام حرارتی بالا

Silicones

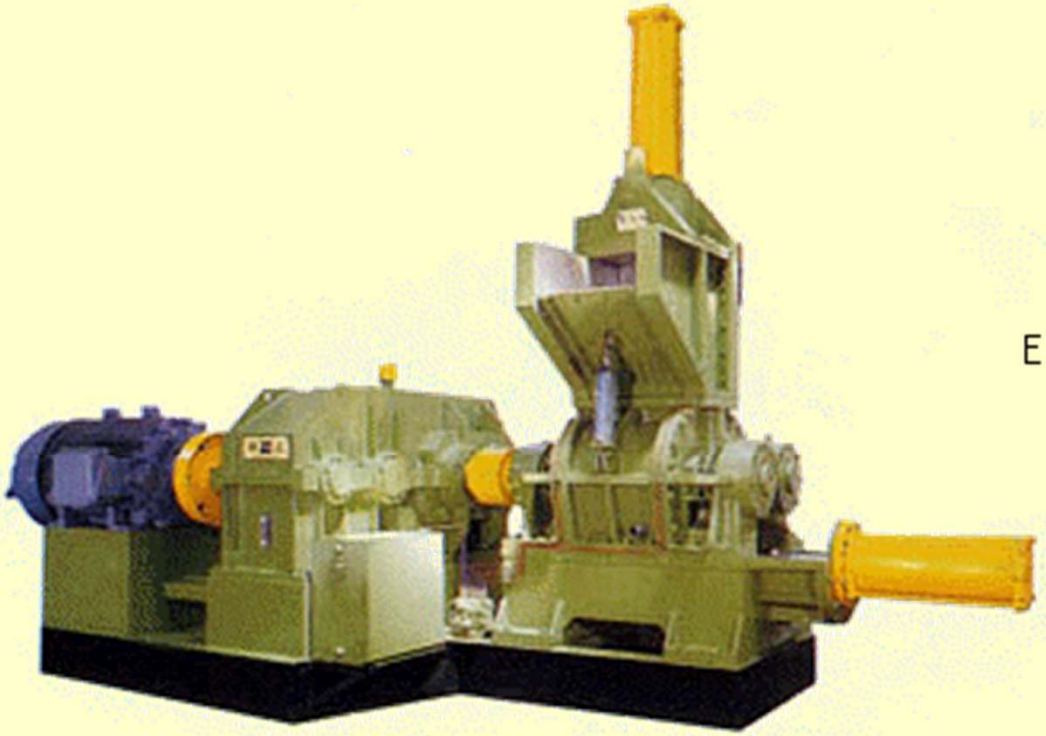


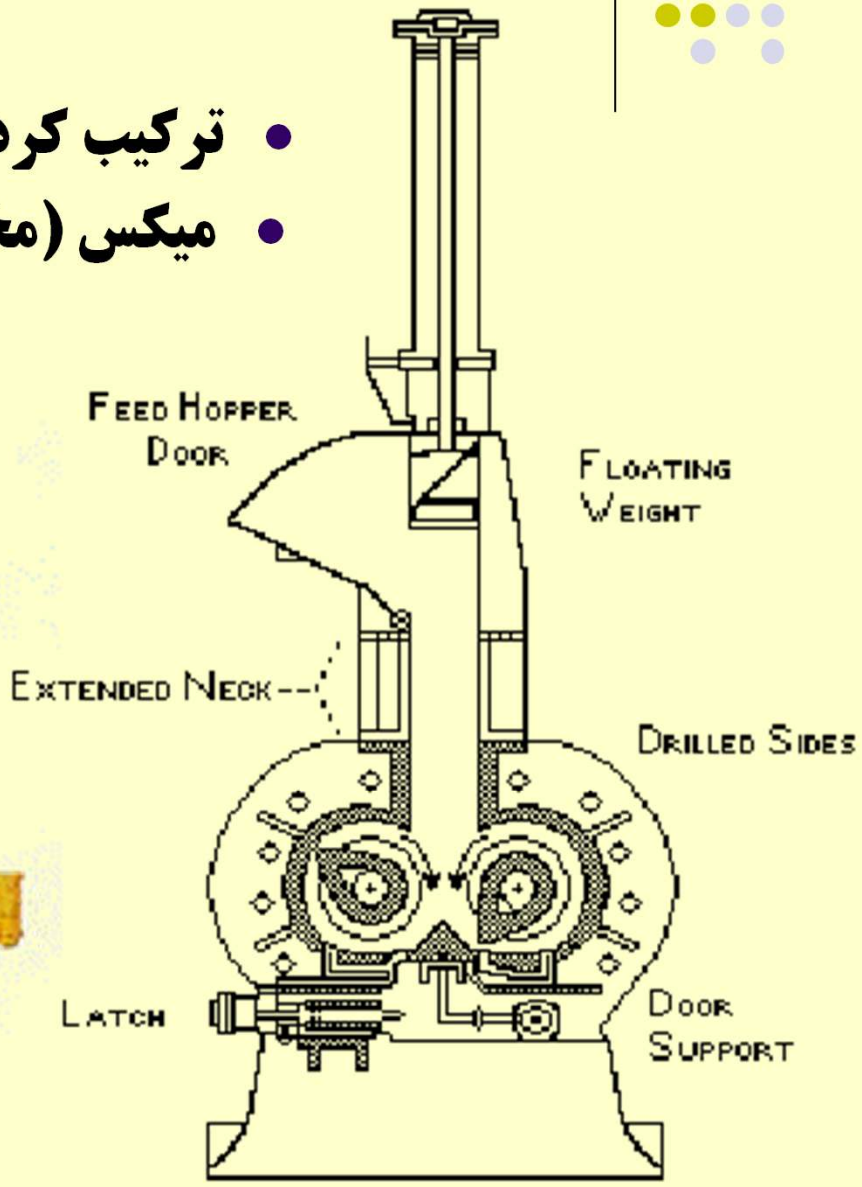


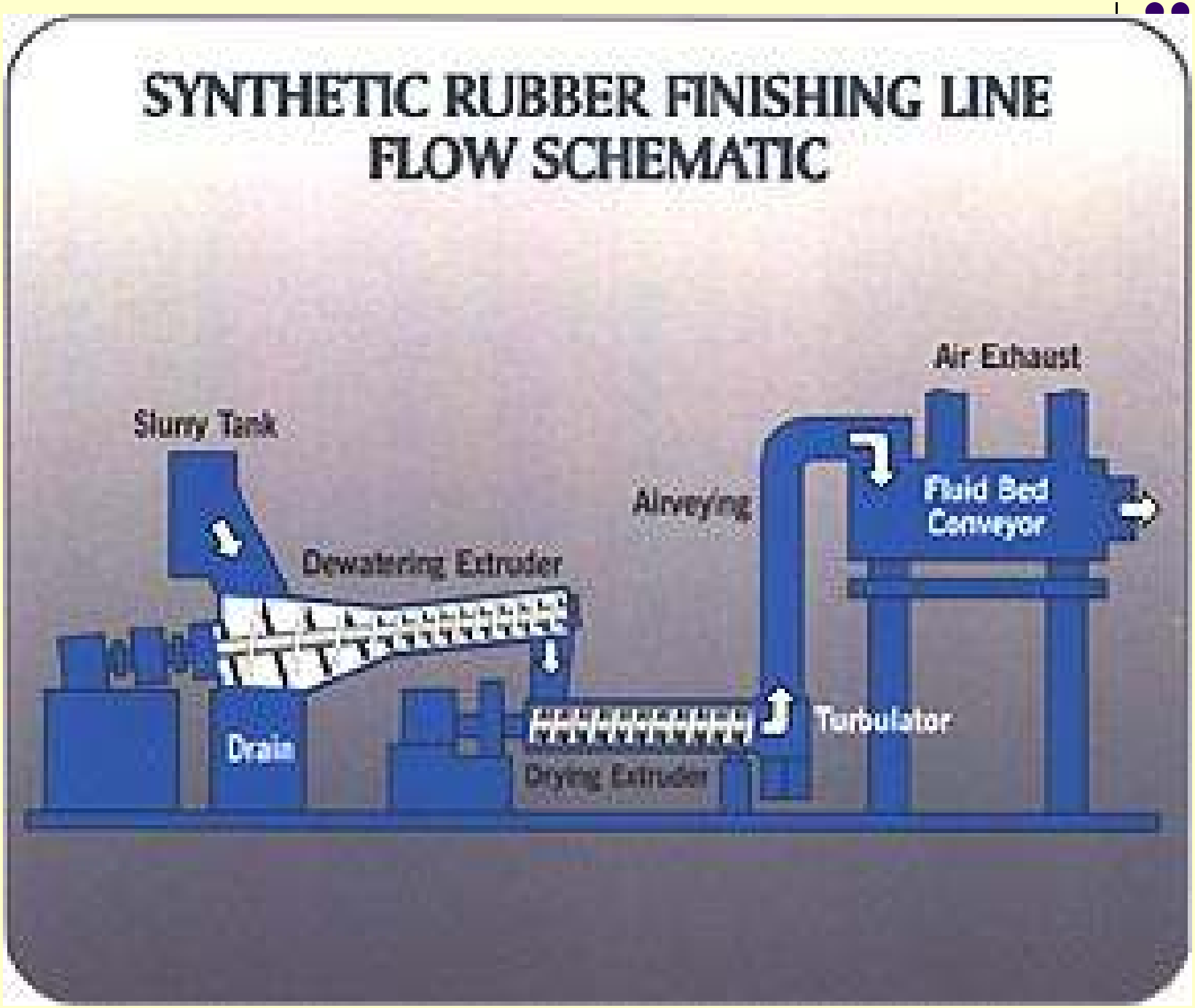
Silicones

پروسه تولید الاستومرها

- ترکیب کردن مواد اولیه
- میکس (مخلوط) کردن

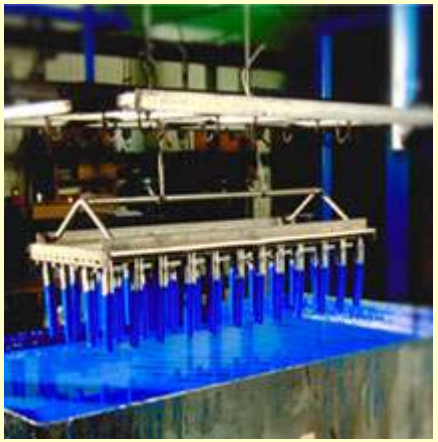


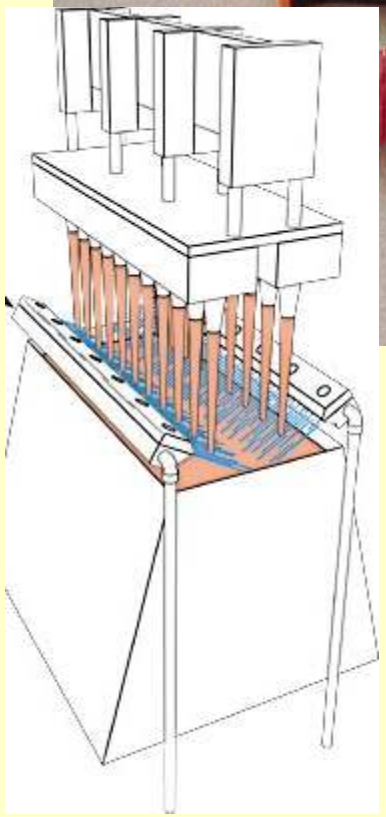



SYNTHETIC RUBBER FINISHING LINE
FLOW SCHEMATIC
Air Exhaust
Slurry Tank
Airveying
Fluid Bed
Conveyor
Dewatering Extruder
Drain
Turbulator
Drying Extruder

پروسه تولید الاستومرها

- *Preforming*
- *Molding*
- *Dipping*





چقرمگی الاستومرها

Resin	Izod (ft-lb)	Reasoning
Polyurethane (x-link)	25	High elongation and strength
Polycarbonate	16	High strength
SMC	7	Reinforced and toughened
ABS	6	Toughened with rubber
HDPE	3	High elongation, flexible
Acetal	2	Can be toughened
Nylon 6/6	2	Can be toughened
PET	1	Can be alloyed
PP	1	Some crystallinity
LDPE	1	Low strength
Polystyrene	0.3	Pendent group
Acrylic	0.3	Short link, large pendent group
Phenolic, w/fiberglass	0.3	Crosslinked
Epoxy, unreinforced	0.2	Crosslinked
Crosslinked polyester	0.2	Crosslinked

Increasing Toughness