

۲۰۵۳۹۵

۹۶۷۰/۱۴

به نام خدا

آشنایی با لاستیک و آزمونهای کاربردی آن

دست نوشته های:

زنده یاد مهندس ایریزز عموض ملایری

به کوشش:

زهره اقلع بصیری

سرشناسه	عیوض ملایری، فریبرز، ۱۳۳۱-۱۳۹۶.
عنوان و نام پدیدآورنده	آشنایی با لاستیک و آزمون‌های کاربردی آن/دست‌نوشته‌های فریبرز عیوض ملایری؛ به کوشش زهرا قانع بصیری؛ ویراستار ادبی نسرین باقری زاده ابیانه؛ به سفارش شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک.
مشخصات نشر	تهران: فراز اندیش سبز، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۱۶۸ ص.
شابک	۹-۰۰۰-۶۹۶۶-۶۲۲-۹۷۸: ۶۰۰,۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیبا:
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	لاستیک -- تجزیه و آزمایش
موضوع	Rubber -- Analysis :
موضوع	لاستیک -- آزمایش
موضوع	Rubber -- Testing :
موضوع	شیمی لاستیک
موضوع	Rubber chemistry :
شناسه‌ی افزوده	قانع بصیری، زهرا، ۱۳۳۳-
رده‌بندی کنگره	TS1A92 :
رده‌بندی دیویی	۵۴۷/۸۰۲۶۰
شماره‌ی کتاب‌شناسی ملی	۳۹۱۱ :

نام کتاب: آشنایی با لاستیک و آزمون‌های کاربردی آن

دست‌نوشته‌های: زنده‌یاد مهندس فریبرز عیوض ملایری

به کوشش: زهرا قانع بصیری

ویراستار ادبی: نسرین باقری زاده ابیانه

طراح جلد و صفحه‌آرا: زهرا رحیمی ریشه

ناشر و چاپ: انتشارات فراز اندیش سبز

به سفارش شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: تابستان ۱۳۹۸

شابک: ۹-۰۰۰-۶۹۶۶-۶۲۲-۹۷۸

تیراژ: ۷۰۰ نسخه

قیمت: ۶۰,۰۰۰ تومان

شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

تهران، بزرگراه همت غرب، بلوار پژوهش، جنب پژوهشکده‌ی هواشناسی

تلفن: ۰۲۱-۴۴۷۸۷۹۱۷

www.rierco.net

Email: entesharat@rierco.net

حق چاپ برای شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک محفوظ است

و استفاده از مطالب کتاب با بیان منبع، مانعی ندارد.

پیش‌گفتار شرکت ولکان صنعت سپاهان

با نیم‌نگاهی به تغییرهای بنیادین ایجادشده در حوزه‌های صنعت و اقتصاد جامعه‌های پیشرفته که دارای توسعه‌ی پایدار هستند، می‌توان دریافت که تمرکز اصلی تمامی این کشورها، بر اصل صنعت و زیرساخت‌های صنعتی- اقتصادی متمرکز شده است و دکترین صنعتی اقتصادی، برتری خود را بر تمامی شاخص‌های قدرت نشان می‌دهد. از این رو زیرساخت‌های صنعتی یا به کلام ساده‌تر صنایع مادر، رکن اصلی پیشرفت و دستیابی به توسعه‌ی پایدار و قابل‌تکای هر جامعه‌ای تلقی می‌شوند؛ بنابراین می‌توان به‌روشنی اذعان کرد، تنها با تلفیق و بهره‌گیری از توان‌مندی‌های داخلی در مسیر تولید صنعتی با همت بلند و تلاش موفق صنعت، آن، نیل به اقتصاد پویا و توسعه‌ی پایدار امکان‌پذیر است.

صنایع لاستیک یکی از علمی‌ترین، پیشرفته‌ترین و گلوگاهی‌ترین صنایع تخصصی مادر در تمامی کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته، محسوب می‌شود. راه‌های وابستگی به زنجیره‌ی تأمین و تعمیرات و نگهداری از تأسیسات استراتژیک در صنایعی مانند معادن، فولاد، ناشی و گرامیک، خودرو، صنایع وابسته به هوا- فضا، بندرها و کشتیرانی، ریلی، سیمان، نساجی، صنایع مرتبط با راه و ساختمان و باستانی ... سبب گشته صنعت لاستیک و پلیمر در رسته‌ی صنایع پرفروغ و دارای چشم‌اندازی روشن در آینده، قرار گیرد. صنایع لاستیک تلفیقی تمام‌عیار از دانش و علوم پایه، فناوری و ساخت ماشین‌آلات پیشرفته از یک‌سو و نیروی متخصص و زبده از سوی دیگر بوده و گویی این علم به افسون و کیمیاگری می‌کند.

"گروه کارخانه‌های ولکان صنعت سپاهان" با کتابخانه و دانش بهره‌ی پلیمر و لاستیک و با این باور که مسؤولیت اجتماعی (CSR) شرکت‌های پیشرو، افزایش آگاهی‌های عمومی و کاربردی، در چارچوب اشاعه و ترویج موضوع‌های تخصصی معنا می‌شود و بنگاه‌های اقتصادی قدرت‌مند موظف‌اند بخشی از سود به‌دست آمده از کار خود برای تولید، ترویج یا نشر دانش یا خدمت، به‌کار گیرند، پشتیبانی از چاپ و انتشار کتاب "آشنایی با لاستیک و آزمون‌های کاربردی آن" را در برنامه‌ی کاری خود قرار داد.

این کتاب که مجموعه‌ای از تألیف‌ها، دست‌نوشته‌ها و دوره‌های آموزشی نهادهای مهندسی "فریبرز عوض ملایری" است و به همت "شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک" به چاپ می‌رسد، مفهومی اساسی در زمینه‌ی انواع لاستیک و روش‌های آزمون‌های آن را به‌صورت کاربردی را در بر می‌گیرد.

در پایان ضمن تشکر و قدردانی فراوان از تمامی دست‌اندرکاران تألیف، ویراستاری، چاپ و انتشار این کتاب، به‌ویژه مدیریت و کارکنان محترم واحد انتشارات شرکت تحقیقات و صنایع لاستیک و ضمن آرزوی موفقیت برای تمامی خوانندگان گرامی کتاب، یادآور می‌شود گروه کارخانه‌های ولکان صنعت، همواره و صمیمانه آمادگی همکاری و توسعه‌ی فعالیت‌های زیرساختی و توسعه‌ای در صنعت لاستیک و پلیمر کشور بوده و از انتقادات و پیشنهادهای ارزنده‌ی شما عزیزان استقبال می‌کند.

امید است با پشتیبانی از چاپ این کتاب، ضمن قدردانی از دانشمندان و صنعت‌گرانی که دانش و تجربه‌های خود را برای بهره‌برداری علاقه‌مندان به رشته‌ی تحریر درمی‌آورند، گام مؤثری برای اشاعه و ترویج تولید علمی صنعت لاستیک و توسعه‌ی رقابت‌پذیری این صنعت در سطح کشوری و بین‌المللی برداشته باشیم.

فهرست

فصل اول - روش‌های کنترل کیفیت مواد اولیه‌ی صنعت لاستیک

- ۱-۱- مقدمه ۱۴
- ۱-۲- ویژگی‌های مواد اولیه و شناسنامه‌ی مواد اولیه ۱۵
- ۱-۳- شناسنامه‌ی مواد اولیه‌ی مصرفی ۱۹
- ۱-۴- روش‌های آزمون استاندارد برای مواد اولیه‌ی صنعت لاستیک ۲۰

فصل دوم - آشنایی با ماهیت، ویژگی‌ها، فرایندپذیری و کاربردهای کائوچوها

- ۱-۲- کائوچوی طبیعی (NR) ۲۴
 - ۱-۲-۱- کشت درخت کائوچو - شیرابه‌گیری ۲۴
 - ۱-۲-۲- انعقادسازی شیمیایی کائوچوی طبیعی ۲۶
 - ۱-۲-۳- گونه‌های مهم درخت کائوچوی طبیعی ۲۶
 - ۱-۲-۳-۱- افوریا با نام فارسی فریر ۲۷
 - ۱-۲-۳-۲- فیکوس متعلق به خانواده‌ی توت ۲۷
 - ۱-۲-۳-۳- هوآ ۲۷
 - ۱-۲-۴- لان دولفید ۲۷
 - ۱-۲-۵- گواپول ۲۸
 - ۱-۲-۴- نام‌های تجاری کائوچوی طبیعی ۲۸
 - ۱-۲-۵- انواع کائوچوهای طبیعی ۲۸
 - ۱-۲-۵-۱- کائوچوی استاندارد شده‌ی مالزی SMR ۲۸
 - ۱-۲-۵-۲- کائوچوی ورقه‌ای دودی (RSS) ۲۹
 - ۱-۲-۵-۳- کرپ‌ها ۳۰
 - ۱-۲-۵-۳-۱- کرپ‌های قهوه‌ای ۳۱
 - ۱-۲-۵-۴- کائوچوی طبیعی گسترده‌شده با روغن (NR-OE) ۳۱
 - ۱-۲-۵-۵- کائوچوی طبیعی بدون پروتئین (DP-NR) ۳۱

- ۳۱.....۲-۱-۵-۶- کائوچوی طبیعی اپوکسیده شده (ENR)
- ۳۲.....۲-۱-۵-۷- کائوچوی طبیعی ضد بلوری شدن (AC - NR)
- ۳۲.....۲-۱-۵-۸- کائوچوی طبیعی با فرایندپذیری عالی
- ۳۲.....۲-۱-۵-۹- آلیاژ ترموپلاستیک و کائوچوی طبیعی
- ۳۳.....۲-۱-۶- تولید جهانی کائوچوی طبیعی
- ۳۳.....۲-۱-۷- ویژگی‌های شیمیایی کائوچوی طبیعی
- ۳۵.....۲-۱-۸- ویژگی‌های فیزیکی کائوچوی طبیعی
- ۳۵.....۲-۱-۸-۱- سختی
- ۳۶.....۲-۱-۸-۲- استحکام پارگی
- ۳۶.....۲-۱-۸-۳- انزایش طول نقطه‌ی پارگی
- ۳۶.....۲-۱-۸-۴- مقاومت در برابر پارگی
- ۳۶.....۲-۱-۸-۵- جهندگی
- ۳۶.....۲-۱-۸-۶- مقاومت در برابر نشست و نامیکی
- ۳۷.....۲-۱-۸-۷- مقاومت در برابر زمان‌بندی و حرارت
- ۳۷.....۲-۱-۸-۸- مقاومت در برابر حمله‌ی اسید و آزون
- ۳۷.....۲-۱-۸-۹- انعطاف‌پذیری در دماهای پایین
- ۳۸.....۲-۱-۸-۱۰- مانایی فشاری
- ۳۸.....۲-۱-۹- ویژگی‌های الکتریکی
- ۳۸.....۲-۱-۱۰- آلیاژسازی کائوچوی طبیعی
- ۳۹.....۲-۱-۱۱- فرایندپذیری کائوچوی طبیعی
- ۳۹.....۲-۱-۱۱-۱- قابلیت حل‌شدن کائوچوی طبیعی
- ۳۹.....۲-۱-۱۱-۲- مایکروژل
- ۴۰.....۲-۱-۱۲- کاربردها و مصرف‌های کائوچوی طبیعی
- ۴۰.....۲-۱-۱۲-۱- در صنعت تایر سازی
- ۴۱.....۲-۱-۱۲-۲- در ساخت قطعه‌های لاستیکی
- ۴۱.....۲-۲- کائوچوی پلی‌بوتادیان (BR)
- ۴۲.....۲-۲-۱- روش تهیه‌ی پلی‌بوتادیان

- ۲-۲-۲-۲- آلیازسازی (مخلوط شدن با سایر پلیمرها) ۴۳
- ۲-۲-۲-۱- آلیازسازی پلی بوتادی آن در صنعت تایر سازی ۴۳
- ۲-۲-۲-۲- آلیازسازی پلی بوتادی آن در پلیمریزاسیون محلولی ۴۴
- ۲-۲-۲-۳- آلیازسازی پلی بوتادی آن با کلروپرن ۴۵
- ۲-۲-۲-۴- آلیازسازی پلی بوتادی آن با کائوچوی نیتریل ۴۵
- ۲-۲-۲-۵- آلیازسازی پلی بوتادی آن با کائوچوهای بیوتیل و EPDM 45
- ۲-۲-۳- فرایند پخت پلی بوتادی آن ۴۵
- ۲-۲-۴- ماده های پخت پلی بوتادی آن ۴۵
- ۲-۲-۴- گوگرد ۴۵
- ۲-۲-۴- آنتی اکسیدانت ها و آنتی اوزونانت ها ۴۶
- ۲-۲-۴- پرکننده ها نرم کننده ها ۴۶
- ۲-۲-۵- اختلاط پلی بوتادی آن ۴۶
- ۲-۲-۶- فرایند پذیری (اکسروشن) پلی بوتادی آن ۴۷
- ۲-۲-۷- دمای انتقال شیشه ای (T_g) پلی بوتادی آن و اهمیت آن ۴۸
- ۲-۲-۸- آمیزه سازی پلی بوتادی آن ۴۸
- ۲-۲-۹- ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آمیزه های پلی بوتادی آن ۴۹
- ۲-۲-۱۰- ویژگی های ساختمانی، فرایندی و کاربرد BR ۵۱
- ۲-۲-۱۱- کاربردهای کائوچوی پلی بوتادی آن ۵۲
- ۲-۳- کائوچوی استایرن بوتادی آن (SBR) ۵۳
- ۲-۳-۱- مکانیزم های پلیمریزاسیون کائوچوی استایرن بوتادی آن ۵۴
- ۲-۳-۱-۱- تجزیه ی یکنواخت پیوند دوگانه ۵۴
- ۲-۳-۱-۲- تجزیه ی غیر یکنواخت یا یونی پیوند دوگانه ۵۴
- ۲-۳-۱-۳- پلیمریزاسیون افزایشی یونی کائوچوی استایرن بوتادی آن ۵۴
- ۲-۳-۲- تاریخچه ی کائوچوی استایرن بوتادی آن ۵۵
- ۲-۳-۳- ساختمان کائوچوی استایرن بوتادی آن ۵۵
- ۲-۳-۳-۱- توزیع واحدهای استایرن و بوتادی آن در زنجیر پلیمر ۵۷
- ۲-۳-۳-۱-۱- کوپلیمرهای تصادفی یکنواخت یا تناوبی ۵۷

۵۷	۲-۳-۳-۱-۲- کوپلیمرهای تصادفی
۵۷	۲-۳-۳-۱-۳- کوپلیمرهای بلوکی یا مجتمع
۵۷	۲-۳-۳-۱-۴- کوپلیمرهای پیوندی
۵۸	۲-۳-۴- فاکتورهای تولید کائوچوی استایرن
۵۹	۲-۳-۵- انواع گروه‌های کائوچوی استایرن بوتادی‌ان
۶۱	۲-۳-۶- ویژگی‌های عمومی کائوچوی استایرن بوتادی‌ان
۶۲	۲-۳-۱-۶- ویژگی‌های مشابه با کائوچوی طبیعی
۶۲	۲-۳-۶-۲- اختلاف‌ها با کائوچوی طبیعی
۶۴	۲-۳-۶-۴- ویژگی‌های کائوچوی استایرن بوتادی‌ان محلولی (S- SBR)
۶۶	۲-۳-۶-۵- مقایسه‌ی E- SBR با S- SBR
۶۷	۲-۳-۷- ولکانیزاسیون SBR
۶۸	۲-۳-۸- آمیزه‌کاری SFK
۶۹	۲-۳-۹- ویژگی‌های آمیزه‌ی هیپسدر با کائوچوی SBR

فصل سوم- آشنایی با مواد اولیه‌ی صنعت لاستیک

۷۲	۳-۱- تأخیردهنده‌های پخت
۷۲	۳-۱-۲- انواع تأخیردهنده‌های پخت
۷۲	۳-۱-۲-۱- اسید سالیسیلیک
۷۳	۳-۱-۲-۲- اسید بنزوئیک
۷۳	۳-۱-۲-۳- انیدرید فتالیک
۷۳	۳-۱-۲-۴- نیتروزو دی‌فنیل آمین
۷۳	۳-۲- بازدارنده‌های پیش‌پخت
۷۴	۳-۳- پُرکننده‌ها
۷۶	۳-۱-۳- دوده
۷۷	۳-۱-۱- نام‌گذاری دوده‌ها:
۷۸	۳-۱-۲- تولید دوده‌ها

۷۹	۴-۳- عامل‌های ضد تخریب و زمان‌مندی
۸۵	۵-۳- فعال‌کننده‌های شتاب‌دهنده
۸۷	۶-۳- نرم‌کننده‌ها، کمک‌فرایندها و پلاستی‌سایزرها
۹۱	۷-۳- عامل‌های پخت
۹۲	۱-۷-۳- گوگرد
۹۳	۲-۷-۳- پراکسیدها (R-O-O-R)
۹۴	۱-۲-۷-۳- فایده‌های پخت پراکسیدی
۹۴	۲-۲-۷-۳- عیب‌های پخت پراکسیدی
۹۶	۱-۲-۷-۳- مزیت‌های پخت با رزین‌های فنلی
۹۶	۳-۷-۳- اکسیداسیون فازی
۹۸	۸-۳- شتاب‌دهنده‌های مصرفی در صنعت لاستیک
۱۰۰	۱-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های سولفونامیدی
۱۰۱	۲-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های تیازول
۱۰۳	۳-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های گوانیدی
۱۰۴	۴-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های تیورام
۱۰۶	۵-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های دی‌تیو کاربامات
۱۰۸	۶-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های تیواوره
۱۰۹	۷-۸-۳- شتاب‌دهنده‌های گزانتات

فصل چهارم- روش‌های کنترل کیفیت مواد اولیه

۱۱۲	۱-۴- کنترل کیفیت شیمیایی
۱۱۷	۲-۴- کنترل کیفیت مواد اولیه بر اساس ساخت آمیزه‌های مرجع
۱۱۸	۱-۲-۴- دستورالعمل‌ها یا دستورکارهای مرجع
۱۲۰	۲-۲-۴- دستورکارهای استاندارد برای سایر مواد
۱۲۰	۳-۲-۴- آشنایی با ماده‌های مرجع
۱۲۳	۳-۴- کنترل کیفیت بر اساس آمیزه‌های خط تولید

فصل پنجم- آشنایی با مفهوم‌های ویژگی‌های فیزیکی - دینامیکی و آزمون‌های آزمایشگاهی آمیزه‌های لاستیکی

- ۱-۵- آشنایی با آزمون‌هایی که روی آمیزه‌ی مستربچ انجام می‌شوند ۱۳۲
- ۱-۱-۵- آزمون اندازه‌گیری گرانشی (ویسکوزیته) ۱۳۲
- ۲-۱-۵- آزمون پخش پُرکننده (فیلر) در آمیزه ۱۳۴
- ۲-۵- آشنایی با آزمون‌هایی که روی آمیزه‌های فاینال شده انجام می‌شود ۱۳۶
- ۱-۲-۵- آزمون مونی اسکورچ (زمان ایمنی پخت) ۱۳۶
- ۲-۲-۵- آزمون پخت‌سنجی با رئومتر ۱۳۹
- ۳-۵- آشنایی با آزمون‌هایی که روی آمیزه‌ی پخت شده انجام می‌شود ۱۴۲
- ۱-۳-۵- آزمون‌های تنش - کرنش ۱۴۲
- ۱-۱-۳-۵- آزمون استحکام کششی ۱۴۲
- ۲-۱-۳-۵- آزمون افزایش طول نقطه‌ی پارگی ۱۴۳
- ۳-۱-۳-۵- آزمون مدولوس ۱۴۴
- ۴-۱-۳-۵- سختی ۱۴۵
- ۵-۱-۳-۵- مانایی فشاری ۱۴۷
- ۶-۱-۳-۵- آزمون مقاومت سایشی ۱۴۹
- ۷-۱-۳-۵- آزمون جهندگی ۱۵۲
- ۸-۱-۳-۵- آزمون مقاومت در برابر پارگی ۱۵۵
- ۹-۱-۳-۵- آزمون اندازه‌گیری مقاومت ترک‌زایی خمشی یا منحنی ۱۵۹
- ۱۰-۱-۳-۵- گرمایی و خستگی ۱۶۰
- ۴-۵- آشنایی با سایر آزمون‌هایی کنترل کیفیت مواد اولیه ۱۶۳
- ۱-۴-۵- پدیده‌ی خزش ۱۶۳
- ۲-۴-۵- رهایی از تنش ۱۶۴
- ۳-۴-۵- آزمون‌های فرسودگی ۱۶۷
- ۴-۴-۵- آزمون فرسودگی در دمای بالا (آون هوا) ۱۶۷
- ۵-۴-۵- آزمون فرسودگی در محیط آزون ۱۶۸