

بازیافت پلیمرها

نویسندگان:

دکتر مرتضی احسانی

دکتر اعظم قدمی

سرشناسه	احسانی، مرتضی، ۱۳۵۰-
عنوان و نام پدیدآور	بازیافت پلیمرها/ نویسندگان مرتضی احسانی، اعظم قدمی؛ ویراستار راحله طاهری.
مشخصات نشر	تهران: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۳۸۱ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۹۳۹۳۱-۰۰-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
یادداشت	کتابنامه: ص. ۳۸۱-۳۶۵.
موضوع	پلیمرها -- بازیافت
موضوع	Polymers--Recycling:
موضوع	بازیافت
موضوع	Recycling--(Waste, etc):
شناسه افزودن	تدم، اعظم، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
شناسه افزوده	Iran Polymer and Petrochemical Institute:
رده‌بندی کنگره	TP ۱۱۷۵ / ۰۳۹۳۰۲
رده‌بندی دیوئی	۶۶۷.۴۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۰۰۵۲۶۵

نام کتاب: ریافت پلیمرها

مؤلفان: دکتر مرتضی احسانی، دکتر اعظم قدمی

ویراستار: مهندس راحله طاهری

ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

طراحی و صفحه‌آرایی: ایده پردازان فن هنر

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قطع: وزیری

قیمت: ۲۰۰۰۰۰ ریال

چاپ اول

ISBN: 978-600-93931-0-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۹۳۱-۰۰-۷

نشانی ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، صندوق پستی ۱۱۲-۱۴۹۷۵

info@ippi.ac.ir

www.ippi.ac.ir

صحت مطالب بر عهده نویسنده است.

پیش‌گفتار نویسندگان

در عصر حاضر افزایش جمعیت، پیشرفت‌های خیره‌کننده علمی و توسعه فناوری‌های جدید، پیدایش و افزایش روزافزون مواد زاید و ضایعاتی را به همراه داشته که چالش جدیدی را در زندگی روزمره انسان‌ها به وجود آورده است.

صنایع مختلف از جمله کشاورزی، تجارت، شهرنشینی و روش جدید زندگی در ساختمان‌ها هر یک به نوعی در ایجاد مواد ضایعاتی نقش ایفا می‌کنند. مواد غذایی مازاد، زباله‌ها، نخاله‌های ساختمانی، وسایل نقلیه اسقاطی، مواد زاید شیمیایی، وسایل بسته‌بندی، اسباب بازی‌ها، ضایعات بیمارستانی و موادی از این دست، اصلی‌ترین مواد ضایعاتی روزانه در شهرها و کمربتن در دستاها را تشکیل می‌دهند.

ترکیبات زباله شهر به‌تدریج بزرگی حجم و وزن شامل کاغذ و مقوا، مواد پلیمری، فلزات، منسوجات، شیشه، چوب و ...

به‌منظور مدیریت و کنترل پسماندها روش‌های مختلفی را می‌توان برشمرد که از آن جمله به فرایندهای پیشگیری از تولید مواد زاید، بهترین روش کنترل تولید ضایعات، تفکیک مواد ضایعاتی، استفاده مجدد، جمع‌آوری و حمل‌ونقل، دفع و بازیافت می‌توان اشاره کرد.

بازیافت، مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی زیادی مانند ایجاد اشتغال با به‌کارگیری سامانه‌های جمع‌آوری، درآمدزایی با استفاده مجدد از مواد ضایعاتی، کاهش وابستگی به خرید مواد اولیه (به‌ویژه برای مواد وارداتی)، کاهش حجم و وزن مواد زاید و کاهش آلودگی خاک و هوا را به همراه دارد.

در این کتاب به موضوع بازیافت مواد زاید با تمرکز خاص بر زمینه مواد پلیمری پرداخته می‌شود. آمارهای موجود، تولید روزانه حدود ده تن ضایعات پلیمری را در کشور نشان می‌دهد. این ضایعات در اثر احداث واحدهای پتروشیمی جدید و صنایع پایین‌دستی مرتبط با آن، استفاده بی‌رویه از ظروف یک‌بارمصرف و تجزیه‌نشدن ضایعات پلیمری ایجاد می‌شود. با این توضیحات، بازیافت مواد ضایعاتی پلیمری اهمیت روزافزونی پیدا کرده است.

در این کتاب سعی شده روش‌های بازیافت پلیمرهای پرمصرف که ضایعات آن‌ها درخور توجه است، بررسی و تحلیل علمی شوند.

در فصل اول به معرفی کلی روش‌های بازیافت پلیمرها و روش‌های متداول بازیافت پلاستیک‌ها، پرداخته شده است. در فصل دوم راه‌های بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات پلیمرهای گرماسخت و اثر آن در پلیمرها بررسی و مطالعه می‌شود.

فصل سوم به بازیافت مکانیکی و شیمیایی پلی‌وینیل کلرید اختصاص یافته است که از پلیمرهای پرمصرف در صنعت است. لاستیک‌های مستعمل همواره از پرچالش‌ترین ضایعات پلیمری بوده و هستند. در فصل چهارم روش‌های بسیار جالبی برای بازیافت این ضایعات ارائه شده است. در فصل‌های پنجم و ششم راه‌کارهای بازیابی پلی‌استیرن و پلی‌پورتان‌ها مطرح و بررسی شده‌اند. روش بازیافت آکریلونیتریل-استیرن-بوتادی‌ان، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌اولفین‌ها در فصل‌های ۷-۹ مطالعه شده‌اند.

در فصل دهم مروری بر روش بازیافت کامپوزیت‌ها انجام شده است. فصل یازدهم نیز به نگاهی اقتصادی بر صنعت بازیافت پلاستیک‌ها اختصاص دارد.

در تألیف این کتاب تلاش شده است در کنار به‌کارگیری تجربه‌های نویسندگان، از نتایج پژوهش‌های سایر پژوهشگران نیز استفاده شود. با وجود این، شکی نیست که تعدادی از مراجع نیز از قلم افتاده است. باین‌حال نویسندگان امیدوارند، مطالعه این کتاب بتواند نقش هر چند ناچیزی در بهبود سطح علمی و افزایش تجربه‌ای صنعتی خوانندگان ایفا کند. به‌یقین، اعلام و ارسال نقطه نظرها و پیشنهادها موجب انطباق خاطر نویسندگان است و از آن‌ها در ادامه راه بهره برده می‌شود.

مرتضی احسانی

اعظم قدمی

فهرست

پیش گفتار نویسندگان ۵

فصل اول - مقدمه

- ۱-۱ باز یافت ۱۹
- ۲-۱ باز یافت پلاستیک ها ۲۴
- ۱-۲-۱ حل باز یافت پلاستیک ها ۲۸
- ۲-۲-۱ مشکلات باز یافت پلاستیک ها ۲۹
- ۳-۲-۱ راه کارهای ارائه شده برای حل مشکلات کیفی پلاستیک های باز یافتی ۳۰
- ۳-۱ روش های باز یافت پلیمرها ۳۱
- ۱-۳-۱ باز یافت مکانیکی پلاستیک های گرمانرم ۳۲
- ۱-۱-۳-۱ بارگیری ۳۳
- ۲-۱-۳-۱ تفکیک اولیه ۳۳
- ۳-۱-۳-۱ خردایش اولیه ۳۳
- ۴-۱-۳-۱ خردایش بیشتر ۳۴
- ۵-۱-۳-۱ پیش شست و شو ۳۴
- ۶-۱-۳-۱ شست و شوی سایشی ۳۵
- ۷-۱-۳-۱ خشک کن مکانیکی ۳۵
- ۸-۱-۳-۱ خشک کن گرمایی ۳۵
- ۹-۱-۳-۱ ریز سازی ۳۶
- ۱۰-۱-۳-۱ گرانول سازی مجدد ۳۶
- ۲-۳-۱ باز یافت مکانیکی گرماسخت ها ۳۶
- ۳-۳-۱ مزایای باز یافت مکانیکی ۳۷
- ۴-۳-۱ معایب روش مکانیکی ۳۸
- ۴-۱ باز یافت شیمیایی ۳۹
- ۱-۴-۱ مزایا و معایب باز یافت شیمیایی پلیمرها ۴۱
- ۵-۱ باز یافت انرژی ۴۲

فصل دوم - بازیافت پلیمرهای گرماسخت اپوکسی-پلی استر

- ۱-۲ کاربرد رزین های اپوکسی و پلی استر در پوشش های پودری..... ۴۹
- ۲-۲ فرمول بندی و انواع پوشش های پودری..... ۵۱
- ۳-۲ رشد جهانی و کاربرد پوشش های پودری..... ۵۲
- ۴-۲ تولید پوشش های پودری و ایجاد ضایعات..... ۵۵
- ۵-۲ بازیافت رزین اپوکسی-پلی استر از ضایعات پوشش های پودری و کاربرد آن در کامپوزیت..... ۵۷
- ۱-۲-۱ روش کار..... ۵۸
- ۲-۵-۲ راد ایبه..... ۵۹
- ۳-۵-۲ روش تولید..... ۶۰
- ۴-۵-۲ آزمون ها..... ۶۳
- ۱-۴-۵-۲ خواص مکانیکی (آزمون کشش و ضربه)..... ۶۳
- ۲-۴-۵-۲ مطالعه شاخص جریان مذاب..... ۶۳
- ۵-۵-۲ شرح نتایج..... ۶۳
- ۱-۵-۵-۲ خواص مکانیکی..... ۶۳
- ۲-۵-۵-۲ مطالعه شاخص جریان مذاب..... ۶۶
- ۳-۵-۵-۲ بررسی شکل شناسی کامپوزیت ها..... ۷۱
- ۶-۲ نتایج استفاده از رزین بازیافتی به دست آمده از پوشش های پودری..... ۷۲

فصل سوم - بازیافت پلی وینیل کلرید

- ۱-۳ کاربرد پلی وینیل کلرید و اهمیت بازیافت آن..... ۷۵
- ۲-۳ موانع بازیافت PVC..... ۷۷
- ۱-۲-۳ آلودگی..... ۷۷
- ۲-۲-۳ ناپایداری گرمایی PVC..... ۷۸
- ۳-۲-۳ چند جزئی بودن محصولات PVC..... ۷۸
- ۴-۲-۳ کم بودن حجم مصرفی جمع آوری شده..... ۷۹
- ۳-۳ روش های کاهش اندازه PVC..... ۷۹
- ۱-۳-۳ آسیاب کردن در دمای محیط..... ۷۹

۷۹	۲-۳-۳ آسیاب کردن در سرما
۸۱	۴-۳ صاف کردن مذاب
۸۵	۵-۳ فرایندهای بازیافت مکانیکی
۸۵	۱-۵-۳ بطری های PVC
۸۶	۱-۱-۵-۳ Solvay فرایند
۸۸	۲-۱-۵-۳ Geon فرایند
۸۹	۲-۵-۳ بازیافت کابل PVC
۹۱	۱-۲-۵-۳ فرایند پاکسازی و بازیافت عایق های کابل
۹۴	۳-۵-۳ بازیافت لم له های PVC
۹۶	۴-۵-۳ بازیافت PVC به کار رفته در قاب پنجره
۹۹	۵-۵-۳ بازیافت فیلم های PVC انعطاف پذیر
۱۰۱	۶-۵-۳ بازیافت غشاهای PVC به کار رفته در سقف
۱۰۱	۷-۵-۳ کامپوزیت های PVC به کار رفته در خودرو
۱۰۱	۱-۷-۵-۳ منسوجات پشت PVC دار
۱۰۲	۲-۷-۵-۳ روکش های داشبورد از PVC
۱۰۳	۳-۷-۵-۳ بازیافت کابل خودرو
۱۰۴	۶-۳ کاربردهای PVC بازیافت شده به روش مکانیکی
۱۰۹	۷-۳ بازیافت شیمیایی PVC
۱۱۰	۱-۷-۳ سوزاندن PVC
۱۱۰	۲-۷-۳ تشکیل دیوکسین
۱۱۰	۳-۷-۳ تشکیل HCl
۱۱۱	۴-۷-۳ گرماشکافتن
۱۱۱	۵-۷-۳ فرایند حلقه بسته چرخه نمک

فصل چهارم - بازیافت لاستیک

۱۱۵	۱-۴ ضایعات لاستیکی
۱۱۶	۲-۴ دفن ضایعات لاستیکی
۱۱۶	۳-۴ استفاده از لاستیک های ضایعاتی به عنوان منبع سوخت

- ۴-۴-۱۱۸..... بازیافت ضایعات مواد لاستیکی
- ۴-۴-۱۱۹..... ۱-۴-۴ پودر کردن لاستیک و کاهش اندازه ذرات
- ۴-۴-۱۲۰..... ۱-۴-۴ خرد کردن در دمای محیط
- ۴-۴-۱۲۱..... ۲-۴-۴ خرد کردن در محیط خیس
- ۴-۴-۱۲۱..... ۳-۴-۴ خرد کردن در محیط سرد
- ۴-۴-۱۲۴..... ۲-۴-۴ پیرولیز ضایعات لاستیک
- ۴-۴-۱۲۵..... ۳-۴-۴ روش های واولکانش
- ۴-۴-۱۲۵..... ۱-۳-۴ واولکانش شیمیایی
- ۴-۴-۱۲۷..... ۲-۳-۴ عوامل واولکانش
- ۴-۴-۱۳۰..... ۴-۴-۴ روش های فیزیکی بازیافت ضایعات لاستیک
- ۴-۴-۱۳۱..... ۱-۴-۴ روش های مکانیکی
- ۴-۴-۱۳۲..... ۲-۴-۴ روش های گرمایی
- ۴-۴-۱۳۳..... ۳-۴-۴ روش فراصوت
- ۴-۴-۱۳۵..... ۴-۴-۴ روش مکانیکی-گرمایی
- ۴-۴-۱۳۶..... ۵-۴-۴ روش های فیزیکی-شیمیایی
- ۴-۴-۱۳۶..... ۱-۵-۴ روش های شیمیایی-مکانیکی
- ۴-۴-۱۳۷..... ۲-۵-۴ روش های شیمیایی-گرمایی
- ۴-۴-۱۳۹..... ۳-۵-۴ روش های شیمیایی-مکانیکی-گرمایی
- ۴-۴-۱۳۹..... ۶-۴-۴ بازیافت پیوسته ضایعات لاستیک با استفاده از اکسترودر
- ۴-۴-۱۴۲..... ۱-۶-۴ سازوکار واولکانش در بازیافت پیوسته ضایعات لاستیک
- ۴-۴-۲-۶-۴ روش های بررسی ساختار شبکه و مقدار واولکانش لاستیک بازیافتی
- ۴-۴-۱۴۸.....
- ۴-۴-۱۵۲..... ۳-۶-۴ بررسی روند واولکانش در اکسترودر
- ۴-۴-۱۵۴..... ۴-۶-۴ عوامل مؤثر در فرایند بازیافت پیوسته
- ۴-۴-۱۵۴..... - اثر عامل واولکانش
- ۴-۴-۱۵۵..... - اثر دور پیچ
- ۴-۴-۱۵۹..... - اثر دمای فرایند

فهرست

۱۶۰	۴-۴-۷ پخت مجدد لاستیک بازیافتی.....
۱۶۰	۴-۴-۷-۱ EPDM بازیافتی.....
۱۶۲	۴-۴-۷-۲ لاستیک طبیعی.....
۱۶۳	۴-۵ تهیه الاستومرهای گرمانرم از EPDM ضایعاتی.....
	فصل پنجم - بازیافت پلی استیرن
۱۶۹	۵-۱ اهمیت بازیافت پلی استیرن.....
۱۷۰	۵-۲ انواع مخلف پلی استیرن بازیافت پذیر.....
۱۷۱	۵-۳ روش های بازیافت محصولات پلی استیرن.....
۱۷۳	۵-۳-۱ بازیافت حلالی.....
۱۷۴	۵-۳-۲ بازیافت مکانیکی (فشرده سازی و ذوب کردن).....
۱۷۶	۵-۳-۳ بازیافت شیمیایی پلی استیرن.....
۱۷۸	۵-۳-۳-۱ تخریب گرمایی.....
۱۸۳	۵-۳-۳-۲ تجزیه نورکاتالیزوی پلی استرن.....
۱۸۴	۵-۳-۳-۳ اکسایش با حلال ابرجانی (SCV ₂ O ₂).....
۱۸۵	۵-۴ دستگاه بازیافت اسفنج پلی استیرن.....
۱۸۵	۵-۵ استفاده مجدد پلی استیرن بازیافت شده.....
۱۸۶	۵-۶ چشم انداز آینده.....
	فصل ششم - بازیافت پلی یورتان
۱۹۱	۶-۱ معرفی پلی یورتان.....
۱۹۲	۶-۲ شیمی سامانه های پلی یورتانی.....
۱۹۳	۶-۳ دسته بندی الاستومرهای پلی یورتان.....
۱۹۴	۶-۳-۱ پلی یورتان های قابل ریخته گری.....
۱۹۴	۶-۳-۲ پلی یورتان های آسیاب شدنی.....
۱۹۵	۶-۳-۳ پلی یورتان های گرمانرم.....
۱۹۵	۶-۴ ارتباط خواص و ساختار در پلی یورتان ها.....
۱۹۷	۶-۵ بازیافت پلی یورتان ها.....

- ۱۹۹..... ۱-۵-۶ بازیافت مکانیکی
- ۲۰۰..... ۱-۱-۵-۶ آسیاب
- ۲۰۰..... - فرایند آسیاب دوغلتکی
- ۲۰۱..... - برش با چاقوی دقیق
- ۲۰۱..... - آسیاب ساچمه‌ای
- ۲۰۲..... ۲-۱-۵-۶ اتصال مجدد
- ۲۰۳..... - بریدن با چسب
- ۲۰۳..... - قالب‌گیری فشاری
- ۲۰۵..... - قالب‌گیری تزریقی
- ۲۰۶..... ۲-۵-۶ بازیافت شیمیایی
- ۲۰۶..... ۱-۲-۵-۶ آبست
- ۲۰۷..... ۲-۲-۵-۶ گلیکول کافت
- ۲۱۰..... ۳-۲-۵-۶ جزء به جزء سازی
- ۲۱۱..... ۴-۲-۵-۶ آب گلیکول کافت (آب گلیکول کافت فورد)
- ۲۱۱..... ۵-۲-۵-۶ آمین کافت (آمین کافت داه)
- ۲۱۲..... ۳-۵-۶ فرایندهای گرمایشیایی
- ۲۱۲..... ۱-۳-۵-۶ تجزیه گرمایی
- ۲۱۳..... ۲-۳-۵-۶ تولید گاز
- ۲۱۴..... ۳-۳-۵-۶ هیدروژن دار کردن

فصل هفتم - بازیافت پلی آکریلونیتریل بوتادی ان استیرن

- ۲۱۷..... ۱-۷ معرفی رزین آکریلونیتریل بوتادی ان استیرن
- ۲۱۸..... ۱-۱-۷ معرفی انواع ABS
- ۲۱۸..... ۱-۱-۱-۷ ABS مقاوم در برابر گرما
- ۲۱۹..... ۲-۱-۱-۷ ABS بازدارنده شعله
- ۲۱۹..... ۳-۱-۱-۷ ABS شفاف
- ۲۱۹..... ۴-۱-۱-۷ ABS با مقاومت شیمیایی بهبود یافته
- ۲۲۰..... ۵-۱-۱-۷ ABS های پر شده با انواع پرکننده

- ۲۲۰..... ۷-۱-۱-۶ ABS های پوشش دهی
- ۲۲۰..... ۷-۱-۲ ABS خواص
- ۲۲۱..... ۷-۱-۳ تولید ABS
- ۲۲۳..... ۷-۱-۴ ABS بازار
- ۲۲۳..... ۷-۱-۴-۱ بازار جهانی
- ۲۲۴..... ۷-۱-۴-۲ تولید داخلی
- ۲۲۴..... ۷-۲ فناوری بازیافت ABS
- ۲۲۷..... ۷-۲-۱ بازیافت مکانیکی
- ۲۲۹..... ۷-۲-۱-۱ روش شناورسازی
- ۲۳۰..... ۷-۲-۱-۲ جاسازی پیمرها به روش الکتروستاتیک
- ۲۳۰..... ۷-۲-۲ بازیافت شیمیایی
- ۲۳۲..... ۷-۲-۲-۱ فرایند انحلال
- ۲۳۳..... ۷-۲-۲-۲ تبدیل ضایعات ABS به روخت
- ۲۳۴..... ۷-۳ مطالعه اثر بازیافت بر خواص فیزیکی و مکانیکی ABS
- ۲۳۴..... ۷-۳-۱ بازیافت مکانیکی و شیمیایی ABS و بررسی خواص آنها
- ۲۳۴..... ۷-۳-۲ بازیافت ABS از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و بررسی خواص محصولات نهایی
- ۲۳۸..... ۷-۳-۳ بررسی اثر بازفرآوری و هوازدهی شتاب یافته بر خواص ABS
- ۲۴۳..... ۷-۳-۴ بررسی اثر چرخه های بازفرآوری و مقدار ABS بازیافت بر خواص فیزیکی آمیخته های ABS نو و بازیافتی
- ۲۴۹..... ۷-۳-۴-۱ ویژگی های رئولوژی
- ۲۵۱..... ۷-۳-۴-۲ خواص مکانیکی
- ۲۵۵..... ۷-۳-۴-۳ خواص مکانیکی

فصل هشتم - بازیافت پلی اتیلن ترفتالات

- ۲۶۱..... ۸-۱ مروری بر روش های بازیافت PET
- ۲۶۲..... ۸-۱-۱ روش های بازیافت شیمیایی
- ۲۶۲..... ۸-۱-۱-۱ متانول کافت ضایعات PET در مجاورت کاتالیزور
- ۲۶۲..... ۸-۱-۱-۲ گلیکول کافت ضایعات PET در مجاورت کاتالیزور

- ۳-۱-۱-۸ آمین دار کردن ضایعات PET ۲۶۲
- ۴-۱-۱-۸ آبکافت اسیدی، خشی یا بازی ضایعات PET ۲۶۲
- ۵-۱-۱-۸ متانول کافت ضایعات PET با متانول در شرایط ابربحرانی ۲۶۲
- ۲-۱-۸ بازیافت فیزیکی ضایعات PET ۲۶۳
- ۱-۲-۱-۸ شست و شوی اولیه (مرحله اول) ۲۶۳
- ۲-۲-۱-۸ کاهش اندازه (مرحله دوم) ۲۶۴
- ۳-۲-۱-۸ مرحله شستن، جداسازی و خشک کردن (مرحله سوم) ۲۶۴
- ۳-۱-۸ ترید الیاف پلی استر با استفاده از پرک PET بازیافتی ۲۶۶
- ۴-۱-۸ تولید پلی اتیلن ترفتالات از ضایعات پلی اتیلن ترفتالات ۲۶۶
- ۵-۱-۸ استفاده از ضایعات PET در بهبود خواص آسفالت ۲۷۱
- ۶-۱-۸ استفاده از ضایعات PET در بتن ۲۷۴
- ۷-۱-۸ تبدیل ضایعات PET به بتن ۲۷۸
- ۸-۱-۸ تهیه پلی یورتان الایومر با استفاده از ضایعات PET ۲۸۰
- ۹-۱-۸ اختلاط ضایعات PET و پلی اتیلن ۲۸۱
- ۱۰-۱-۸ تهیه کامپوزیت چوب-پلاستیک با استفاده از ضایعات PET ۲۸۴
- ۱۱-۱-۸ تهیه آمیخته PET/PC با استفاده از PET بازیافتی ۲۸۶

فصل نهم - بازیافت پلی اولفین ها (PP, HDPE, LDPE, XLPE)

- ۱-۹ بازیافت پلی اولفین ها ۲۹۱
- ۱-۱-۹ جداسازی ضایعات پلی اولفینی ۲۹۲
- ۲-۱-۹ روش های بازیافت پلی اولفین ها ۲۹۳
- ۳-۱-۹ بازیافت شیمیایی پلی اولفین ها ۲۹۴
- ۱-۳-۱-۹ روش انحلال-رسوب گیری مجدد ۲۹۶
- ۲-۳-۱-۹ روش پیرولیز ۲۸۹
- ۴-۱-۹ مقدمه ای بر پلی اتیلن های شبکه ای شده ۳۰۲
- ۱-۴-۱-۹ بازیافت پلی اتیلن شبکه ای شده سیلانی ۳۰۴
- ۲-۴-۱-۹ تحلیل واکنش شیمیایی در سیال ابربحرانی ۳۰۶

۳۱۲..... ۹-۱-۴-۳ بررسی قابلیت شبکه‌ای شدن PE بازیافتی

۳۱۵..... ۹-۱-۴-۴ اکسترودرهای استفاده شده در بازیافت XLPE-Silane

فصل دهم - بازیافت کامپوزیت‌ها

۳۲۱..... ۱۰-۱ معرفی و کاربرد کامپوزیت‌ها

۳۲۴..... ۱۰-۲ سامانه‌های کلی بازیافت کامپوزیت‌ها

۳۲۴..... ۱۰-۳ فناوری بازیافت کامپوزیت‌های گرماسخت

۳۲۶..... ۱۰-۳-۱ بازیافت مکانیکی

۳۲۹..... ۱۰-۳-۲ رابن‌های گرمایی

۳۲۹..... ۱۰-۳-۱-۲ تولید انرژی ایجاد شده از سوختن مواد

۳۳۱..... ۱۰-۳-۲-۲ بازیافت الیاف در فرایند گرمایی بستر سیالی

۳۳۲..... ۱۰-۳-۲-۳ فرایند رولیز

۳۳۷..... - پیرولیز کامپوزیت، الیاف کربن

۳۳۷..... ۱۰-۳-۳ بازیافت شیمیایی کامپوزیت‌های تقویت شده الیاف کربن با آب

۳۴۰..... ابربحرانی

۳۴۰..... ۱۰-۳-۴ بازیافت شیمیایی کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف شیشه زیر دمای بحرانی

۳۴۱..... آب

فصل یازدهم - اقتصاد بازیافت پلاستیک

۳۴۷..... ۱۱-۱ بازار و اقتصاد بازیافت

۳۴۹..... ۱۱-۲ هزینه‌های جمع‌آوری

۳۵۱..... ۱۱-۳ هزینه‌های دسته‌بندی

۳۵۲..... ۱۱-۴ هزینه‌های بازیافت مکانیکی

۳۵۴..... ۱۱-۵ هزینه‌های بازیافت به مواد خام

۳۵۵..... ۱۱-۶ هزینه‌های سوزاندن و بازیابی انرژی

۳۵۵..... ۱۱-۷ هزینه‌های کلی بازیافت

۳۵۵..... ۱۱-۷-۱ هزینه‌های کلی بازیافت از دیدگاه تجاری

۳۵۶..... ۱۱-۷-۲ هزینه‌های کلی بازیافت از دیدگاه اقتصاد ملی

۳۵۷..... ۱۱-۷-۳ هزینه‌های کلی بازیافت از دیدگاه زیست‌محیطی

- ۸-۱۱ اثر هزینه‌های دفع بر بازار مواد دست اول ۳۵۸
- مراجع ۳۶۳

www.ketab.ir