

بنام خدا

مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون

تالیف: جی. ام. اسوا

ترجمه : دکتر رضا مرندی (عضو هیئت علمی پژوهش و فناوری پتروشیمی)

شابک	:	978-600-7111-69-7
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۴۷۵۳۳۹
عنوان و نام پدیدآور	:	مهندسی واکنش‌های پلیمریزاسیون / تالیف [صحیح: ویرایش] جی. ام. اسوا؛ ترجمه رضا مرندی.
مشخصات نشر	:	۱۳۹۷، تهران: دایره دانش
مشخصات ظاهری	:	مصور، جدول، نمودار. ۴۰۰ص.
یادداشت	:	عنوان اصلی: Polymer reaction engineering, 2007.
یادداشت	:	واژه‌نامه.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	پلیمریزاسیون
موضوع	:	Polymerization
موضوع	:	مهندسی پلیمر
موضوع	:	Polymer engineering
بند	:	۶۶۸/۹۲
رده	:	TP۱۰۸۷/م۹ ۱۳۹۷
شناسه	:	راستار خوسه ام. اسوا،
شناسه افزوده	:	Asua, José M.
شناسه افزوده	:	۱۳۷۷ - مترجم مرندی، رضا،
وضعیت فهرست نویسی	:	سپا



مهندسی واکنش‌های پلیمریزاسیون

نویسنده	:	جی. ام. اسوا؛ ترجمه رضا مرندی
مدیر نشر	:	حامد جمالی نسب
نوبت چاپ	:	اول - ۱۳۹۷
تیراژ	:	۵۰۰
قیمت	:	۴۹۰۰۰۰ ریال
شابک	:	۹۷۸۶۰۰۷۱۱۱۶۹۷

دفتر فروش، تهران - خیابان انقلاب - روبروی تربیت بدنی دانشگاه تهران - جنب بانک صادرات - کتابفروشی محسن
تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۲ - ۰۹۱۲۳۷۷۶۸۸۰

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۲۸ محفوظ و متعلق به انتشارات دایره دانش می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

صفحه	عنوان
۱۱	پیش گفتار نویسندگان
۱۵	فصل اول: مقدمه ای بر فران ها، پلیمریزاسیون
۱۵	۱-۱- مشخصه ریزساختاری پلیمرها و اثر آن بر خواص
۱۶	۱-۱-۱- ترکیب شیمیایی و توزیع توانی مترمر
۱۷	۱-۱-۲- توزیع وزن ملکولی
۱۹	۱-۱-۳- معماری پلیمر
۲۲	۱-۱-۴- پیکربندی پلیمر
۲۳	۱-۱-۵- مورفولوژی
۲۴	۱-۱-۶- اثر شکل دهی و آمیزه کاری بر ریز ساختار مواد پلیمری
۲۴	۲-۱- انواع پلیمریزاسیون
۲۵	۱-۲-۱- پلیمریزاسیون رشد - زنجیر
۳۲	۲-۲-۱- پلیمریزاسیون رشد - مرحله ای
۳۴	۳-۱- روش های پلیمریزاسیون
۳۷	۴-۱- پلیمرهای تجاری عمده
۳۷	۱-۴-۱- پلی الفین ها
۳۹	۲-۴-۱- پلیمرهای استایرینی
۴۰	۳-۴-۱- پلی وینیل کلرید
۴۱	۴-۴-۱- پلیمرهای پراکنده شده بر پایه آب
۴۱	۵-۴-۱- پلی استرها و پلی آمیدها

عنوان	صفحه
۱-۴-۶- ترموست ها	۴۲
۱-۵- راکتورهای پلیمریزاسیون	۴۳
مراجع	۴۹
فصل دوم : پلیمریزاسیون کئوردیناسیونی	۵۱
۱-۲- انواع پلی الفین ها: طبقه بندی ریزساختار و روش های تجزیه ای	۵۳
۱-۱-۲- انواع پلی اتیلن ها	۵۳
۲-۱-۲- انواع پلی پروپیلن ها	۶۱
۳-۱-۲- روش های شناسائی ریزساختار پلی الفین	۶۴
۲-۲- کاتالیست ها برای پلیمریزاسیون الفین	۷۰
۱-۲-۲- انواع کاتالیست های کئوردیناسیون	۷۰
۲-۲-۲- مکانیسم پلیمریزاسیون	۷۸
۳-۲- سینتیک پلیمریزاسیون ای کاتالیست های تک و چند سایتی	۸۴
۱-۳-۲- هموپلیمریزاسیون	۸۷
۲-۳-۲- کوپلیمریزاسیون	۱۱۱
۳-۳-۲- تشکیل شاخه زنجیر- بلند	۱۲۱
۴-۲- مقاومت انتقال جرم و حرارت بین و درون ذره ای	۱۲۵
۱-۴-۲- قطعه قطعه شدن ذره و کنترل مرفولوژی	۱۲۶
۲-۴-۲- مدل های تک ذره : انتقال جرم و حرارت بین و درون ذره	۱۳۰
۵-۲- راکتورهای صنعتی پلیمریزاسیون الفین	۱۴۰
۱-۵-۲- چیدمان راکتورها و طراحی	۱۴۲
۲-۵-۲- فرایندهای تولید پلی اتیلن	۱۴۷
۳-۵-۲- فرایندهای تولید پلی پروپیلن	۱۵۳
۴-۵-۲- مدل های ریاضی راکتور های صنعتی	۱۵۷
فصل سوم : پلیمریزاسیون رادیکال آزاد: سیستم های هموژن	۱۶۵
۱-۳- پلیمرهای رادیکال آزاد: خواص و کاربردها	۱۶۵
۲-۳- مکانیسم و سینتیک FRP	۱۶۶
۱-۲-۳- همو پلیمریزاسیون	۱۶۷
۲-۲-۳- کوپلیمریزاسیون	۱۹۱

صفحه	عنوان
۲۰۰	۳-۲-۳- واکنش های کنترل - نفوذ
۲۰۴	۴-۲-۳- موازنه سینتیکی برای مدل سازی MWS پلیمر
۲۰۹	۳-۳- پلیمریزاسیون رادیکالی کنترل شده
۲۱۲	۱-۳-۳- پلیمریزاسیون رادیکال - آزاد پایدار
۲۱۳	۲-۳-۳- پلیمریزاسیون رادیکالی انتقال اتم
۲۱۵	۳-۳-۳- پلیمریزاسیون انتقال زنجیر قطعه شدن - افزایشی برگشت پذیر
۲۱۶	۴-۳- جنبه های مهندسی واکنش پلیمر
۲۱۶	۱-۴-۳- انتقال حرارت و برنامه دمایی
۲۲۰	۲-۴-۳- راکتورهای ناپیوسته
۲۲۲	۳-۴-۳- راکتورهای نیمه ناپیوسته (نیمه پیوسته)
۲۲۵	۴-۴-۳- راکتورهای تانک - بهمزده پیوسته
۲۲۲	۵-۴-۳- راکتورهای لوله ای
۲۳۲	۵-۳- نقشه راه مدل سازی ریاضی
۲۴۹	فصل چهارم : پلیمریزاسیون رادیکال آزاد : سیستم های هتروژن
۲۴۹	۱-۴- مقدمه
۲۵۰	۲-۴- پلی استایرین با مقاومت بالا
۲۵۴	۱-۲-۴- ارتباط مابین ریزساختار و خواص کاربردی
۲۵۸	۲-۲-۴- مدل سازی پلیمریزاسیون HIPS
۲۶۷	۳-۲-۴- بهینه سازی خواص نهائی: شاخص جریان مذاب در فرایند HIPS پیوسته
۲۶۷	۴-۲-۴- ملاحظات نهائی برای HIPS
۲۶۸	۳-۴- پلیمریزاسیون توده مونومر وینیل کلراید
۲۷۰	۱-۳-۴- مکانیسم سینتیکی
۲۷۶	۲-۳-۴- مرفولوژی PVC
۲۸۵	فصل پنجم: پلیمریزاسیون سوسپانسیون
۲۸۵	۱-۵- مقدمه
۲۸۸	۲-۵- عوامل فعال سطحی
۲۹۲	۳-۵- پدیده اختلاط
۲۹۴	۴-۵- فرایند پلیمریزاسیون سوسپانسیون دانه
۲۹۶	۵-۵- فرایند پلیمریزاسیون سوسپانسیون پودر

صفحه	عنوان
۲۹۹	۵-۶- مدل سازی موازنه جمعیت
۳۰۰	۵-۶-۱- فرایند شکست قطره
۳۰۲	۵-۶-۲- فرایند بهم پیوستن قطره
۳۰۳	۵-۶-۳- حل عددی PBE
۳۰۴	۵-۷- خواص فیزیکی و محاسبات تعادل فاز
۳۰۴	۵-۷-۱- خواص فیزیکی و انتقال
۳۰۵	۵-۷-۲- محاسبات تعادل فاز
۳۰۷	۵-۸- اثر شرایط عملیات بر PSD
۳۰۸	۵-۹- افزایش رانندگی راکتورهای پلیمریزاسیون سوسپانسیون
۳۱۷	فصل ششم: پلیمریزاسیون امولسیون
۳۱۷	۶-۱- محصولات، ماده و راز
۳۱۹	۶-۲- مشخصه ریز ساختار و تأثیر آن بر خواص
۳۲۱	۶-۳- اصول پلیمریزاسیون امولسیون
۳۲۱	۶-۳-۱- توصیف فرایند
۳۲۶	۶-۳-۲- مکانیسم، ترمودینامیک و سینتیک
۳۴۶	۶-۴- مهندسی راکتور
۳۴۶	۶-۴-۱- راکتورهای پلیمریزاسیون امولسیونی
۳۴۹	۶-۴-۲- پیش بینی عملکرد راکتورهای پلیمریزاسیون امولسیونی
۳۵۲	۶-۴-۳- اجراء پلیمریزاسیون امولسیون
۳۵۸	۶-۴-۴- مونومر باقیمانده و حذف VOC
۳۶۰	۶-۴-۵- افزایش مقیاس
۳۶۱	۶-۵- فرایندهای مرتبط
۳۶۱	۶-۵-۱- پلیمریزاسیون امولسیون معکوس
۳۶۱	۶-۵-۲- پلیمریزاسیون مینی امولسیون
۳۶۱	۶-۵-۳- پلیمریزاسیون میکرو امولسیون
۳۶۲	۶-۵-۴- پلیمریزاسیون پراکنشی
۳۶۹	فصل هفتم: پلیمریزاسیون رشد - مرحله ای
۳۶۹	۷-۱- مقدمه

صفحه	عنوان
۳۶۹	۷-۱-۱- نمونه های پلیمرهای مهم تجاری تولید شده با پلیمریزاسیون رشد مرحله ای
۳۷۳	۷-۱-۲- خواص اساسی فرایندهای پلیمریزاسیون رشد مرحله ای
۳۷۷	۷-۲- سینتیک پلیمریزاسیون و مدل سازی
۳۷۸	۷-۲-۱- سینتیک واکنش ها و محتمل ترین توزیع
۳۸۱	۷-۲-۲- اثر ترکیب غیر استوکیومتری
۳۸۵	۷-۲-۳- توسعه وزن ملکولی در پلیمریزاسیون رشد مرحله ای غیر خطی
۳۹۱	۷-۳- فرایندها و مدل سازی محصولات صنعتی پلیمریزاسیون رشد مرحله ای
۳۹۳	۷-۳-۱- تولید و مدل سازی پلی اتیلن ترفتالات
۴۰۴	۷-۳-۲- فرایندها و مدل سازی تولید پلی آمید
۴۲۰	۷-۴- خلاصه
۴۲۳	فصل هشتم: کنترل فرایندهای پلیمریزاسیون
۴۲۳	۸-۱- شناسایی مسئله کنترل
۴۲۵	۸-۲- مشکلات کنترل واکنش پلیمریزاسیون کلاسیک
۴۲۵	۸-۲-۱- کنترل سرعت های واکنش و دما در کنترل
۴۲۸	۸-۲-۲- کنترل تبدیل مونومر و تولید پلیمر
۴۲۹	۸-۲-۳- کنترل متوسط وزن ملکولی و MWDs
۴۲۹	۸-۲-۴- کنترل ترکیب کوپلیمر
۴۳۰	۸-۲-۵- کنترل اندازه ذره و PSDs
۴۳۱	۸-۲-۶- کنترل دیگر پارامتر های واکنش
۴۳۲	۸-۳- دستگاه کنترل در مسیر
۴۳۱	۸-۳-۱- مقدمه
۴۳۴	۸-۳-۲- سنسور های در مسیر برای کنترل کیفیت پلیمر
۴۴۱	۸-۳-۳- تخمین حالت
۴۴۹	۸-۴- ایمنی
۴۴۹	۸-۴-۱- مقدمه
۴۵۰	۸-۴-۲- ارزیابی پارامتر ریسک
۴۵۴	۸-۵- عملیات بهینه طراحی و مشخصات نقطه مقرر
۴۵۴	۸-۵-۱- تعریف مشکل و اهداف
۴۶۰	۸-۵-۲- حل عدی مسئله بهینه سازی

صفحه	عنوان
۴۶۴	۸-۵-۳- استفاده تکنیک های طراحی تجربی برای بهینه سازی
۴۶۴	۸-۵-۴- روش های تجربی
۴۶۷	۸-۶-۶- محاسبه عمل کنترل و شمای کنترل
۴۶۷	۸-۶-۱- کنترل لوپ- باز
۴۶۸	۸-۶-۲- کنترل لوپ- بسته
۴۷۴	۸-۶-۳- مدیریت داده ها
۴۷۵	۸-۷- ملاحظات نتیجه گیری

www.ketab.ir

پیش گفتار نویسنده

پلیمرهای سنتزی چنان با تنوع زیادی از محصولات یافت می شوند که آنها زندگی مدرنی را شکل می دهند. تنوع خیلی زیاد مواد پلیمری بر حسب خواص بعثت تنوع و پیچیدگی ریزساختار پلیمر است (ترکیب شیمیایی، توزیع ترکیب شیمیایی، توزیع وزن ملکولی، معماری پلیمر، پیکربندی زنجیر و مایکرو فاز).

پلیمرها 'محصولات حاصل فرایند' هستند که اغلب ریزساختار و خواص نهائی محصول در راکتور تعیین می شود. بنابراین، درک فرایندهائیکه در راکتور اتفاق می افتد برای دسترسی به تولید مواد پلیمری پربارده، کار آیمین و دوستار- طبیعت با کارائی توسعه یافته ضروری است. این کتاب یک ارتباط اساسی بین سینتیک پلیمریزاسیون و ریزساختار پلیمر حاصل شده در راکتور ایجاد می نماید. هدف این کتاب درک صحیح اثر سینتیک بر کارائی راکتور و هم کیفیت پلیمر است که چگونه می توان با تغییر متغیرهای فرایندی به اهداف فرایند نایل شد.

هر فصل با توصیف عمده پلیمرهای تولید شده با همان روش، مشخصه ریز ساختار پلیمر و اثر آن بر خواص و کاربردها آغاز می شود، بعد مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون و اثر آن بر پیکربندی راکتورهای صنعتی بحث می شود. در ادامه خواننده جرم و انرژی برای راکتورها توسعه داده می شود. مثال ها به عمده پلیمرهای تولید شده با روش پلی ریزاسیون تمرکز دارند.

فصل اول به مقدمه ای بر فرایندهای پلیمریزاسیون، که در آن ابتدا به شمای کلی ریزساختار پلیمرها و اثر آن بر خواص پلیمرها اشاره می شود و بعد انواع روش ها، تکنیک های پلیمریزاسیون و عمده پلیمرهای تجاری معرفی می شوند. نهایتاً لیستی از راکتورهای پلیمر ساز در مورد استفاده برای تولید پلیمر ارائه می شود.

فصل دوم به تولید پلی الفین ها بوسیله پلیمریزاسیون کئوردیناسیون که بخش عمده فرایند پلیمریزاسیون است اختصاص می یابد که مباحث مربوط به انواع پلی الفین ها، سیستم کاتالیستی، مکانیسم همو و کوپلیمریزاسیون و فرمولاسیون شاخه زنجیر- بلند می باشد. محدودیت انتقال جرم و حرارت در داخل ذرات کاتالیست که موجب ریز ساختار غیر یکنواخت کاتالیست می گردد و تکنولوژی راکتورهای صنعتی برای پلیمریزاسیون الفین موضوع ادامه این بحث است.

در فصل سوم مکانیسم و سینتیک همو و کو پلیمریزاسیون رادیکال- آزاد و تاثیر فورمولاسیون بر سرعت پلیمریزاسیون و توزیع وزن ملکولی پلیمر بررسی می شود. موضوع پلیمریزاسیون رادیکالی

کنترل شده که در آن سنتز پلیمرها با وزن ملکولی مطلوب، توزیع وزن ملکولی باریک و معماری متنوع تحت شرایط ملایم، و کمترین نیاز برای خالص سازی مونومرها و حلال انجام می گیرد و جنبه های مهندسی واکنش پلیمریزاسیون در راکتورهای ناپیوسته، شبه پیوسته و پیوسته تانک - بهمزده و راکتورهای لوله ای ادامه می یابد.

موضوع فصل چهارم بررسی پلیمریزاسیون رادیکال - آزاد در سیستم های هتروژن می باشد. پلیمریزاسیون توده در غیاب محیط پراکنده و بدون حلال انجام می گیرد و بیشتر پلیمرهای مهندسی با این روش ساخته می شوند و در مقایسه با فرایندهای سوسپانسیون، امولسیون یا محلولی، پلیمریزاسیون توده کارائی بالائی نشان می دهد. در این فصل ارتباط مابین ریز ساختار و خواص کاربردی، مدل سازی پلیمریزاسیون پلی استایرین مقاوم، پلی وینیل کلراید و مورفولوژی ذرات پلیمر بررسی می شود.

فصل پنجم به پلیمریزاسیون سوسپانسیون اختصاص یافته است. فرایند پلیمریزاسیون سوسپانسیون بطور عمده در راکتورهای همزن دار انجام می گیرد و عوامل سطح فعال و پدیده اختلاط از مهمترین پارامترها می باشند. پلیمریزاسیون سوسپانسیون با دو روش مجزا بنام دانه و پودر انجام می گیرد. یکی از موضوعات مهم در فرایند پلیمریزاسیون سوسپانسیون کنترل توزیع اندازه ذرات است که در آن پدیده شکست بهم پیوستن قطره - ذره بررسی می شود. و فصل با بررسی خواص فیزیکی و محاسبات تادل برای افزایش مقیاس راکتور ادامه می یابد.

پلیمریزاسیون امولسیون در فصل ششم بررسی شده است. پلیمریزاسیون امولسیون موجب تشکیل ذرات پلیمری پراکنده در محیط پیوسته می شود. مباحث این فصل به اصول پلیمریزاسیون امولسینی که شامل هسته زائی هتروژن و هموژن است اختصاص دارد و سرعت پلیمریزاسیون علاوه بر پارامتری معمول به تعداد متوسط رادیکال ها به رای ذره بستگی دارد.

موضوع فصل هفتم پلیمریزاسیون رشد - مرحله ای است که برای سنتز انواع پلیمرهای تجاری، مهندسی مانند پلی استرها، پلی آمیدها، پلی کربنات ها و پلی اورتان ها است. این فصل با سینتیک پلیمریزاسیون و مدل سازی، اثر ترکیب غیر استوکیومتری آب و پلیمر با فرایندها و مدل سازی محصولات پلیمریزاسیون رشد - مرحله ای پلی اتیلن ترفتالات و فرایندها و مدل سازی پلی آمیدها ادامه می یابد.

در پایان فصل هشتم به کنترل راکتورهای پلیمریزاسیون اختصاص یافته است. در واکنش های پلیمریزاسیون کنترل سرعت واکنش و دمای راکتور، کنترل تبدیل مونومر و تولید پلیمر، کنترل توزیع وزن ملکولی، کنترل ترکیب کوپلیمر و کنترل توزیع اندازه ذرات از پارامترهای اساسی محسوب می شوند. از اینرو در ادامه فصل کنترل حلقه - باز، کنترل حلقه - بسته، کنترل حلقه - بسته براساس مدل و کنترل حلقه - بسته براساس مدل و بهینه سازی بررسی می شود.

کتاب حاضر یکی از مراجع مهم درسی مهندسی واکنش پلیمریزاسیون در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد برای دانشجویان رشته های مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی، شیمی پلیمر و شیمی کاربردی می باشد، همچنین این کتاب می تواند بعنوان یک مرجع پژوهشی برای مهندسان صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

رضا مرندي

گروه پژوهش های پلیمری

شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی

www.ketab.ir