

مبانی نظری و عملی در فناوری اکستروژن

مؤلفان:

دکتر اسماعیل قاسمی

مهندس سپیده گماری

دکتر حامد عزیزی

مهندس محمد مینایی زعیم

عنوان و نام پدیدآور:

مبانی نظری و عملی در فناوری اکستروژن/ مؤلفان اسماعیل قاسمی
... [و دیگران].

مشخصات نشر:

تهران: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری:

۶۹۶ ص.: مصور، جدول.

شابک:

۹۷۸-۶۰۰-۹۳۹۳۱-۲-۱

وضعیت فهرست نویسی:

فیا

یادداشت:

مؤلفان اسماعیل قاسمی، سپیده گماری، حامد عزیزی، محمد مینایی زعیم.

یادداشت:

واژه نامه.

موضوع:

اکستروژن

موضوع:

Extrusion Process

موضوع:

پلاستیک حديدكارى

موضوع:

Plastics Extrusion

شابک افزوده:

قاسمی، اسماعیل، ۱۳۴۶

شناسه مزوده:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

شناسه افزوده:

Iran Polymer and Petrochemical Institute

رده بندی کنگره:

TJ ۱۴۵۰ / م ۲ ۱۳۹۵

رده بندی دیویی:

۶۲۱/۹۸

شماره کتابشناسی ملی:

۴۲۰۶۵

نام کتاب: مبانی نظری و عملی در فناوری اکستروژن

مؤلفان: دکتر اسماعیل قاسمی، مهندس سپیده گماری، دکتر حامد عزیزی، مهندس محمد مینایی زعیم

ویراستار: مهندس حامد جمشیدی

ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

طراحی و صفحه آرایی: ایده پردازان فن و هنر

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قطع: وزیری

قیمت: ۴۰۰,۰۰۰ ریال

چاپ اول

ISBN: 978-600-93931-2-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۹۳۱-۲-۱

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

info@ippi.ac.ir

www.ippi.ac.ir

صحت مطالب بر عهده نویسنده است.

پیش‌گفتار مؤلفان

با توجه به حجم بسیار زیاد سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی و توسعه روزافزون آن در کشور عزیزمان ایران، توجه به صنایع پایین‌دستی موضوعی ضروری به نظر می‌آید. صنایع مرتبط با شکل‌دهی پلیمرها شامل صنایع بسته‌بندی، تولید لوله، فیلم، ورق‌های پلیمری، روکش‌دهی کابل و سیم، تایر خودرو و تولید قطعه‌های مورد نیاز سایر صنایع، از مهم‌ترین صنایع پایین‌دستی پتروشیمی به‌شمار می‌روند و می‌توانند مصرف‌کننده مواد تولیدی پتروشیمی باشند. این صنایع افزون بر ایجاد اشتغال در سطح کشور با تبدیل مواد اولیه به محصول و امکان صادرات از آن موجب ایجاد ارزش افزوده می‌شوند. از میان صنایع مختلف پلیمری پایین‌دستی، اکستروژن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در حال حاضر، تعداد زیادی از واحدهای تولید ماشین‌آلات اکستروژن و تعداد بسیار بیشتری واحدهای تولید محصولات با این روش در کشور مشغول فعالیت هستند. اما، نکته تأمل‌برانگیز در این صنعت آشنانیدن صنعتگران با اصول و مبانی علمی این فرایند است که متأسفانه امکان تولید محصولات جدید و قابل رقابت با سایر کشورها را از آن‌ها سلب کرده است. برای دستیابی به محصولی باکیفیت و موفقیت در بازارهای رقابتی، باید از روش‌های علمی تر بهره گرفت که فناوری به روز دارند. هدف اصلی این کتاب معرفی فناوری‌های موجود در فرایندهای مختلف اکستروژن است و نویسندگان امید دارند، با ارائه اطلاعات پایه‌ای و کاربردی گامی هرچند کوچک در راه ارتقای صنعت بردارند.

هدف اصلی این کتاب آشنایی صنعتگران، پژوهشگران و دانشجویان با فناوری اکستروژن است. در نگارش این کتاب سعی شده است تا تلفیق مناسبی از مطالب علمی و کاربردی در این زمینه فراهم آید. بدین منظور، منابع مختلفی از جمله مقالات علمی، کتاب‌های چاپ شده و کاتالوگ‌های صنعتی شرکت‌های معتبر و صاحب فناوری در این زمینه مدنظر قرار گرفته است. با مرور این منابع سعی شده است تا مطالب ارائه شده به شکلی تنظیم شوند که خوانندگان با هر سطحی از دانش پلیمری بتوانند اطلاعات پایه و اساسی را در موضوعات بیان شده به دست آورند.

فصل اول این کتاب مروری کلی بر فناوری اکستروژن تک پیچی است. در این فصل سعی شده است، خواننده با تمام مطالب علمی و صنعتی این فرایند شامل تجهیزات، طراحی پیچ و عملکرد بخش‌های مختلف آشنا شود. افزون بر این، انواع ویژه این نوع از دستگاه‌ها مانند اکستروژن در آسیاب ساز رفت و برگشتی نیز مطالعه شده است. در فصل دوم کتاب، فناوری اکستروژن دو پیچی همسوگرد و ناهمسوگرد، طور کامل ارائه شده است. همچنین، در این فصل هندسه پیچ‌ها و سازوکار حرکت مواد در آنها نیز ارائه شده است.

در فصل‌های سوم تا آخر فناوری‌های اکستروژن که به تولید محصولات ویژه‌ای مانند فیلم، ورق، لوله و اسفنج منجر می‌شود، به‌طور جداگانه بررسی شده‌اند. بدین منظور، در فصل سوم فناوری آمیزه‌سازی پلیمرها با اکستروژن (به ویژه در واحد‌های تزویشی) ارائه شده است. در فصل چهارم و پنجم مطالب علمی و نظری برای تولید فیلم با ده فشار دمشی و تخت آورده شده است. در فصل ششم فیلم‌های آرایش یافته که کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف پیدا کرده‌اند، بررسی شده است. در فصل هفتم اطلاعات کاملی درباره فناوری تولید الیاف تکرشته آورده شده است. در فصل هشتم فناوری تولید لوله، پروفیل و روکش‌دهی کابل و سیم با جزئیات کامل تشریح شده است. در فصل نهم نوع ویژه‌ای از اکستروژن که به جای پیچ از کوبه استفاده می‌شود و سازوکاری نیمه پیوسته دارد و برای فراورش مواد ویژه‌ای مانند فلوئوروپلاستیک‌ها و پلی اتیلن با وزن مولکولی بسیار زیاد کاربرد دارد، بررسی شده است. در فصل دهم اکستروژن تولید مواد سبک اسفنجی که به صرفه جویی بسیار خوبی

در مصرف مواد اولیه منجر می‌شود، مطالعه شده است. در فصل یازدهم اطلاعات بسیار مفید و عملی درباره فناوری بازیافت مواد پلیمری (به‌روش مکانیکی) که این روزها به‌علت گرانی مواد اولیه به‌شدت مورد توجه است، ارائه شده است. در پایان نحوه خوراک‌دهی مواد به‌عنوان عاملی بسیار اثرگذار بر فرایند اکستروژن در فصل دوازدهم بررسی شده است. نگارش فصل‌های مختلف بدین ترتیب است که ابتدا معرفی کلی و مختصری از فرایند انجام می‌شود، سپس اجزای خط تولید (نوع اکسترودر، دای، وسایل کشش و تجهیزات جمع‌کننده) با جزئیات کامل شرح داده می‌شوند.

فهرست

۲۳	فصل اول - اکستروژن تک پیچی
۲۵	۱-۱ مقدمه و تاریخچه
۲۶	۲-۱ دسته بندی اکسترودرها
۳۰	۳-۱ اکسترودرهای تک پیچی
۳۱	۱-۳-۱ اساس شکل هندسی پیچ
۳۵	۲-۳-۱ انتقال جامد
۴۳	۳-۳-۱ ذوب شدن یا نرم شدن
۴۵	۱-۳-۳-۱ مدل ذوب شدن تدریجی
۴۸	۲-۳-۳-۱ سایر مدل های ذوب شدن
۴۹	۳-۳-۳-۱ افزایش درایه دور شدن
۵۷	۴-۳-۱ انتقال مذاب
۶۴	۵-۳-۱ پیچ استاندارد
۶۷	۶-۳-۱ بخش اختلاط
۶۹	۱-۶-۳-۱ اجزای اختلاط پراکشی
۷۶	۲-۶-۳-۱ اجزای اختلاط توزیعی
۸۳	۷-۳-۱ گاززدایی
۸۹	۸-۳-۱ دای در اکسترودر تک پیچی
۹۲	۱-۸-۳-۱ پوست کوسه ای
۹۳	۲-۸-۳-۱ شکست مذاب
۹۵	۳-۸-۳-۱ تشدید کشش
۹۶	۴-۸-۳-۱ تورم دای
۹۸	۴-۱ اکسترودر تک پیچی آسیاب ساز رفت و برگشتی
۱۰۲	۱-۴-۱ هندسه پیچ در اکسترودر آسیاب ساز رفت و برگشتی
۱۰۵	۲-۴-۱ کاربردها
۱۰۶	۵-۱ مراجع

۱۰۹	فصل دوم - اکسترودرهای دویچی
۱۱۱	۱-۲ تاریخچه و مقدمه
۱۱۵	۱-۱-۲ اصول کارکرد اکسترودرهای دویچی
۱۱۷	۲-۱-۲ هندسه پیچ در اکسترودر دویچی
۱۲۶	۲-۲ اکسترودرهای دویچی همسوگرد
۱۲۸	۱-۲-۲ خوراک‌دهی
۱۲۹	۲-۲-۲ ذوب شدن
۱۳۳	۲-۲-۲ انتقال مذاب
۱۳۳	۲-۲-۲ اختلاط
۱۳۸	۵-۲-۲ گاردایی
۱۴۴	۶-۲-۲ عقب‌گرد
۱۴۶	۷-۲-۲ تولید فشار
۱۴۹	۳-۲ اکسترودر دویچی ناهمسوگرد
۱۵۲	۱-۳-۲ طرح پیچ در اکسترودر دویچی هم‌گرد
۱۵۳	۱-۱-۳-۲ ناحیه خوراک‌دهی
۱۵۴	۲-۱-۳-۲ ناحیه ذوب شدن
۱۵۵	۳-۱-۳-۲ اجزای اختلاط
۱۵۶	۴-۱-۳-۲ نواحی با کانال‌های کاملاً پر شده
۱۵۸	۴-۲ مراجع
۱۶۱	فصل سوم - آمیزه‌سازی
۱۶۳	۱-۳ مقدمه
۱۶۴	۲-۳ خطوط آمیزه‌سازی
۱۶۸	۳-۳ آمیزه‌سازی پلی‌اولفین‌ها
۱۶۹	۱-۳-۳ واحدهای آمیزه‌سازی پلی‌اولفین‌ها برای خوراک پودری شکل
۱۷۵	۲-۳-۳ واحد آمیزه‌سازی پلی‌اولفین‌ها برای خوراک مذاب
۱۷۷	۳-۳-۳ واحدهای آمیزه‌سازی پلی‌اولفین برای خوراک به شکل محلول‌های غلیظ

۴-۳-۳ واحدهای تعویض کننده توری و سامانه های گرانول ساز در واحدهای آمیزه سازی پلی اولفین	۱۷۹
۴-۳-۴ آمیزه سازی PVC و سایر پلیمرهای حساس به گرما	۱۸۲
۵-۳-۵ آمیزه سازی پلی استیرن و کوپلیمرهای استیرن	۱۸۹
۶-۳-۶ آمیزه سازی پلاستیک های مهندسی	۱۹۱
۱-۶-۳-۱ واحدهای آمیزه سازی برای گرمانرم های مهندسی	۱۹۲
۲-۶-۳-۲ واحدهای آمیزه سازی برای پلاستیک های پر شده	۱۹۲
۳-۶-۳-۳ واحدهای آمیزه سازی برای گرمانرم های تقویت شده	۱۹۹
۴-۶-۳-۴ اکسترودرژن واکنشی	۲۰۴
۵-۶-۳-۵ واحدهای آمیزه سازی برای گرماسخت ها	۲۰۶
۷-۳-۷ مراجع	۲۰۷
فصل چهارم - اکستروژن فیلم دمسی	۲۰۹
۱-۴-۱ مقدمه	۲۱۱
۲-۴-۲ مواد اولیه	۲۱۴
۱-۲-۴-۱ پلیمرها	۲۱۴
۲-۲-۴-۲ افزودنی ها	۲۱۷
۱-۲-۴-۲-۱ عوامل ضدالکتریسته ساکن	۲۱۷
۱-۲-۴-۲-۲-۱ ترکیبات کاتیونی	۲۱۸
۲-۲-۴-۲-۲-۲ ترکیبات آنیونی	۲۱۸
۳-۲-۴-۲-۲-۳ ترکیبات غیریونی	۲۱۸
۲-۲-۴-۲-۲-۴ عوامل لیزکننده	۲۱۹
۳-۲-۴-۲-۲-۵ عوامل ضدچسبندگی	۲۲۰
۳-۲-۴-۲-۲-۶ عوامل ضدمه	۲۲۱
۴-۲-۴-۲-۲-۷ پایدارکننده های نور UV	۲۲۲
۵-۲-۴-۲-۲-۸ کمک فرایندهای پلیمری	۲۲۵

- ۲۲۶..... ۳-۴ تعیین ویژگی های فیلم دمشی
- ۲۲۷..... ۱-۳-۴ کنترل ابعادی (ضخامت و پهنای فیلم)
- ۲۲۷..... ۲-۳-۴ خواص نوری
- ۲۲۷..... ۳-۳-۴ خواص مکانیکی
- ۲۲۸..... ۴-۴ اجزای خط فیلم دمشی
- ۲۲۸..... ۱-۴-۴ اکسترودر
- ۲۳۰..... ۲-۴-۴ دای
- ۲۳۰..... ۱-۲-۴-۴ دای با نگه دارنده مندرل
- ۲۳۳..... ۲-۲-۴-۴ دای با خوراک دهی جانبی
- ۲۳۵..... ۳-۴-۴ دای با مندرل پیچشی
- ۲۳۹..... ۳-۴-۴ سرمایش دای بره کردن
- ۲۳۹..... ۱-۳-۴-۴ سرمایش خارجی
- ۲۴۳..... ۲-۳-۴-۴ سرمایش داخلی
- ۲۴۴..... ۳-۳-۴-۴ سامانه سرمایش با آب
- ۲۴۵..... ۴-۳-۴-۴ واحد کالبره کردن
- ۲۴۷..... ۴-۴-۴ واحد هدایت کننده
- ۲۴۸..... ۵-۴-۴ جمع کننده ها
- ۲۵۲..... ۵-۴ خطوط فیلم دمشی برای LLDPE و LDPE
- ۲۵۷..... ۶-۴ خطوط تولید فیلم HDPE
- ۲۵۸..... ۷-۴ کاربردها
- ۲۵۹..... ۱-۷-۴ کیسه گونی برای حمل مواد سنگین
- ۲۶۰..... ۲-۷-۴ فیلم های کشش پذیر
- ۲۶۲..... ۳-۷-۴ کیسه برای حمل زباله
- ۲۶۲..... ۴-۷-۴ کیسه های خرید
- ۲۶۳..... ۵-۷-۴ فیلم های انقباضی
- ۲۶۳..... ۶-۷-۴ فیلم های بهداشتی
- ۲۶۴..... ۷-۷-۴ فیلم های لایه گذاری شده

۲۶۴ ۸-۷-۴ فیلم های کشاورزی

۲۶۴ ۸-۴ مراجع

۲۶۷ فصل پنجم - اکستروژن فیلم تخت

۲۶۹ ۱-۵ مقدمه

۲۶۹ ۱-۱-۵ فیلم تخت یا فیلم دمشی

۲۷۰ ۲-۵ اصول اساسی اکستروژن فیلم تخت

۲۷۶ ۳-۵ تغذیه مواد اولیه و بازیافت ضایعات

۲۷۷ ۴-۵ اکستروژن در ...

۲۷۹ ۱-۴-۵ تجهیزات فایر کردن

۲۸۰ ۲-۴-۵ پمپ کردن مناسب

۲۸۱ ۵-۵ دای

۲۸۵ ۶-۵ خنک سازی

۲۹۵ ۷-۵ واحدهای کشش و پیچش

۳۰۵ ۸-۵ مواد اولیه مصرفی در ساخت فیلم تخت

۳۰۵ ۹-۵ خواص و کاربردهای فیلم های تخت

۳۰۸ ۱۰-۵ کنترل فرایند در اکستروژن فیلم تخت

۳۱۱ ۱۱-۵ رفع عیب در فرایند اکستروژن فیلم تخت

۳۱۳ ۱۲-۵ مراجع

۳۱۵ فصل ششم - فیلم های آرایش یافته

۳۱۷ ۱-۶ مقدمه

۳۱۷ ۲-۶ تاریخچه فیلم های آرایش یافته

۳۱۸ ۳-۶ فرایند آرایش یافتگی

۳۲۷ ۱-۳-۶ فرایندهای تولید فیلم آرایش یافته

۳۲۹ ۲-۳-۶ خطوط تولید فیلم های آرایش یافته

۳۳۰ ۳-۳-۶ واحد اکستروژن

۳۳۹	۴-۳-۶ دای های اکستروژن و واحد خنک سازی
۳۴۲	۵-۳-۶ واحدهای کشش
۳۵۳	۴-۶ مراجع
۳۵۵	فصل هفتم - اکستروژن الیاف تک رشته ای
۳۵۷	۱-۷ مقدمه
۳۵۷	۲-۷ اساس نظری
۳۶۰	۳-۷ اصول نهایی
۳۶۰	۴-۷ فیلد
۳۶۰	۵-۷ خطوط تولید
۳۶۰	۱-۵-۷ انواع خط رینگ
۳۶۰	۱-۱-۵-۷ خط تولید الیاف تک رشته با کشش دو مرحله ای: پیش کشش در حمام آب - کشش ثانویه در گرم خانه هوای داغ
۳۶۰	۲-۱-۵-۷ خط تولید الیاف تک رشته با کشش دو مرحله ای: پیش کشش در گرم خانه هوای داغ - کشش ثانویه در گرم خانه هوای داغ
۳۶۴	۳-۱-۵-۷ خطوط تولید الیاف تک رشته با کشش یک مرحله ای
۳۶۶	۲-۵-۷ اجزای خط
۳۶۶	۱-۲-۵-۷ خوراک دهی پلیمر
۳۷۰	۲-۲-۵-۷ اکسترودر
۳۷۱	۳-۲-۵-۷ دای الیاف تک رشته
۳۷۶	۴-۲-۵-۷ پمپ دنده ای
۳۷۷	۵-۲-۵-۷ حمام سرمایش سریع
۳۷۹	۶-۲-۵-۷ خشک کردن الیاف تک رشته
۳۸۰	۷-۲-۵-۷ ایستگاه های کشش
۳۸۳	۸-۲-۵-۷ حمام کشش
۳۸۵	۹-۲-۵-۷ گرم خانه هوای داغ
۳۸۶	۱۰-۲-۵-۷ واحد پیچش

۳۸۷.....	۷-۲-۱۱ واحد هواکش
۳۸۸.....	۷-۶ چیدمان خط
۳۹۰.....	۷-۷ مراجع
۳۹۱.....	فصل هشتم - اکستروژن لوله، پروفیل و کابل
۳۹۳.....	۸-۱ تولید لوله
۳۹۵.....	۸-۱-۱ خط تولید لوله‌های UPVC
۳۹۶.....	۸-۱-۱-۱ اکسترودرهای دویچی ناهمسوگرد برای تولید لوله‌های UPVC
۳۹۹.....	۸-۱-۱-۱-۱ دای لوله
۴۰۳.....	۸-۱-۱-۱-۳ دای لوله، اکستروژن هم‌زمان
۴۰۵.....	۸-۱-۲ خطوط تولید لوله‌های پلی‌اولفینی
۴۰۵.....	۸-۱-۲-۱ اکسترودرهای یک‌پیش برای تولید لوله‌های پلی‌اولفینی
.....	۸-۱-۲-۲ اکسترودرهای ویدیم سوگرد برای تولید لوله‌های پلی‌اولفینی حاوی
۴۰۹.....	برکننده (اکستروژن مستقیم)
۴۱۳.....	۸-۱-۲-۳ دای لوله
۴۲۰.....	۸-۱-۳ واحد کالیبره کردن لوله‌های با دیواره صاف
۴۲۴.....	۸-۱-۳-۱ کالیبره کردن فشار هوای داخلی
۴۲۵.....	۸-۱-۳-۲ طراحی دای لوله و دای تنظیم اندازه
۴۲۵.....	۸-۱-۴ حمام‌های سرمایش
۴۳۲.....	۸-۱-۵ واحد کشش
۴۳۴.....	۸-۱-۶ واحد برش
۴۳۷.....	۸-۱-۷ کلاف کردن، جمع‌آوری و بست لوله‌ها
۴۴۲.....	۸-۱-۸ خودکار کردن خط تولید
۴۴۴.....	۸-۱-۹ خط تولید لوله‌های خرطومی
۴۴۶.....	۸-۲ اکستروژن پروفیل
۴۵۲.....	۸-۲-۱ فرایند تولید پروفیل‌ها برای مواد و سطح مقطع‌های مختلف
۴۵۵.....	۸-۲-۱-۱ اکسترودرهای دویچی

- ۴۵۷..... ۸-۲-۲ دای اکستروژن پروفیل
- ۴۶۱..... ۸-۲-۳ واحد کالیبره کردن
- ۴۶۹..... ۸-۲-۴ اندازه گیری و کنترل در تولید خودکار
- ۴۶۹..... ۸-۳ اکستروژن کابل
- ۴۷۲..... ۸-۳-۱ خط اکستروژن تار نوری روکش دار
- ۴۷۳..... ۸-۳-۲ خط اکستروژن روکش کردن سیم های نازک (با سطح مقطع کمتر از 0.5 mm^2)
- ۴۷۴..... ۸-۳-۳ خط اکستروژن روکش کردن سیم های تکی و سیم های استاندارد
- ۴۷۶..... ۸-۴ خط اکستروژن روکش کردن سیم های تلفن
- ۴۷۷..... ۸-۴-۵ خط اکستروژن پوشش دهی رشته سیم ها و کابل های نازک
- ۴۷۷..... ۸-۴-۶ خط اکستروژن پوشش دهی کابل های سنگین در فرایندهای پشت سر هم
- ۴۷۸..... ۸-۴ مراجع
- ۴۷۹..... فصل نهم - اکستروژن کوبه ای
- ۴۸۱..... ۹-۱ تشریح فرایند
- ۴۸۳..... ۹-۲ ماشین آلات فرایندی
- ۴۸۴..... ۹-۳ دای اکستروژن
- ۴۸۵..... ۹-۳-۱ لوله تف جوشی
- ۴۸۸..... ۹-۳-۱-۱ انتخاب مواد برای ساخت لوله تف جوشی
- ۴۹۰..... ۹-۳-۲ مندرل
- ۴۹۱..... ۹-۳-۳ کوبه
- ۴۹۱..... ۹-۴ مشکلات فرایندی
- ۴۹۳..... ۹-۴-۱ تنظیم ابعاد قالب
- ۴۹۴..... ۹-۴-۲ کیفیت سطح دای
- ۴۹۵..... ۹-۴-۳ سرعت اکستروژن
- ۴۹۶..... ۹-۴-۴ کنترل دما
- ۴۹۷..... ۹-۵ خواص مواد لازم برای فرایند اکستروژن کوبه ای
- ۵۰۱..... ۹-۶ اکستروژن پروفیل ها

۵۰۶.....	۷-۹ فراورش اکستروژن لوله‌ها و پروفیل‌های توخالی
۵۰۹.....	۷-۹-۱ سرعت متراکم‌شدن پودر
۵۰۹.....	۷-۹-۲ عمق ضربه کوبه
۵۱۰.....	۷-۹-۳ مندرل متحرک
۵۱۲.....	۸-۹ مراجع

۵۱۳.....	فصل دهم - اکستروژن اسفنج
۵۱۵.....	۱-۱۰ مقدمه
۵۱۵.....	۲-۱۰ مراحل براند تولید
۵۱۶.....	۳-۱۰ مواد اولیه و فرمولاسیون
۵۱۸.....	۳-۱۰-۱ پایداریکننده‌ها و کرمایی
۵۱۹.....	۳-۱۰-۲ روان‌کننده‌ها
۵۲۰.....	۳-۱۰-۳ پرکننده‌ها
۵۲۰.....	۳-۱۰-۴ رنگ‌دانه‌ها
۵۲۱.....	۳-۱۰-۵ عوامل پفزا
۵۲۲.....	۳-۱۰-۵-۱ عوامل پفزای فیزیکی
۵۲۳.....	۳-۱۰-۵-۲ عوامل پفزای شیمیایی
۵۲۵.....	۳-۱۰-۶ عوامل هسته‌زا
۵۲۶.....	۳-۱۰-۷ کمک‌کننده‌های اسفنج
۵۲۷.....	۴-۱۰ اساس نظری
۵۲۷.....	۴-۱۰-۱ عملیات اسفنج‌سازی
۵۳۰.....	۴-۱۰-۲ روش‌های اسفنج‌شدن
۵۳۱.....	۵-۱۰ فناوری‌های اکستروژن اسفنج
۵۳۱.....	۵-۱۰-۱ روش‌های تولید اسفنج با عوامل پفزای شیمیایی
۵۳۱.....	۵-۱۰-۱-۱ اکستروژن هم‌زمان پروفیل‌های توپر و ورق از دو جریان مختلف مواد
۵۳۲.....	۵-۱۰-۱-۲ پروفیل توپر از یک سامانه جریان مواد
۵۳۳.....	۵-۱۰-۱-۳ پروفیل با پوسته صاف جزئی یا کامل از یک جریان مواد

- ۵۳۴..... ۱۰-۵-۱-۴ پروفیل های توخالی با یک جریان مواد
- ۵۳۵..... ۱۰-۵-۱-۵ اکستروژن هم زمان پروفیل های توپر یا توخالی با دو جریان متفاوت مواد
- ۵۳۶..... ۱۰-۵-۱-۶ اکستروژن صفحه های چوب مانند از یک جریان مواد
- ۵۳۷..... ۱۰-۵-۱-۷ اکستروژن پروفیل های توپر از یک جریان تقسیم شده
- ۵۳۸..... ۱۰-۵-۱-۸ اکستروژن لوله ها با دیواره های اسفنج شده
- ۵۳۹..... ۱۰-۵-۲ روش های تولید اسفنج با استفاده از عوامل پف زای فیزیکی
- ۵۳۹..... ۱۰-۵-۲-۱ اکستروژن به کمک عوامل پف زای فیزیکی
- ۵۴۱..... ۵-۲-۲ روش شرکت BASF
- ۵۴۱..... ۵-۲-۳ پروفیل های کم چگالی
- ۵۴۲..... ۱۰-۶-۱ اکستروژن اسفنجی با اکسترودر تک پیچی
- ۵۴۲..... ۱۰-۶-۱-۱ فرمول بندی
- ۵۴۴..... ۱۰-۶-۲ اکستروژن
- ۵۴۵..... ۱۰-۶-۳ اسفنج شدن
- ۵۴۶..... ۱۰-۶-۳-۱ خنک شدن، شکن گیری و کشش
- ۵۴۸..... ۱۰-۶-۳-۲ پس انبساط
- ۵۴۸..... ۱۰-۶-۴ محصولات اسفنجی تولید شده به وسیله اکسترودر تک پیچی
- ۵۴۸..... ۱۰-۶-۵ سامانه اکستروژن تک پیچی
- ۵۵۲..... ۱۰-۶-۶ خطوط اکسترودر تک پیچی پشت سر هم
- ۵۵۴..... ۱۰-۶-۷ اکستروژن محصولات اسفنجی نیمه ساخته با اکستروژن های دو پیچی
- ۵۵۶..... ۱۰-۷-۱ روش های اختلاط
- ۵۵۷..... ۱۰-۷-۲ فرمول بندی
- ۵۶۰..... ۱۰-۷-۳ اجزای خط تولید محصولات پروفیل اسفنج نیمه ساخته
- ۵۶۰..... ۱۰-۷-۳-۱ اکسترودر
- ۵۶۱..... ۱۰-۷-۳-۲ طراحی پیچ
- ۵۶۳..... ۱۰-۷-۳-۳ دای
- ۵۶۴..... ۱۰-۷-۳-۴ واحد کالبره کردن
- ۵۶۵..... ۱۰-۷-۳-۵ کشش

۵۶۶	۶-۳-۷-۱۰ برش، سوراخ کاری و جمع کردن
۵۶۶	۷-۳-۷-۱۰ آج دار کردن، چاپ کردن
۵۶۷	۴-۷-۱۰ معیارهای انتخاب یک خط
۵۶۷	۸-۱۰ مراجع

۵۶۹	فصل یازدهم - فناوری اکستروژن در بازیافت ضایعات پلاستیکی
۵۷۱	۱-۱۱ مقدمه
۵۷۲	۱-۱-۱۱ پیرولیز
۵۷۳	۲-۱-۱۱ آبکافت
۵۷۴	۲-۱۱ بازیافت به روش فایند مذاب - مراحل فرایند
۵۷۵	۱-۲-۱۱ مراحل فرایند و اهداف آن
۵۷۶	۱-۱-۲-۱۱ آسیاب
۵۷۶	۱-۱-۲-۱۱ اثر اندازه سوراخ های برش
۵۷۸	۲-۱-۲-۱۱ اثر فرسایش تیغه
۵۷۸	۲-۱-۲-۱۱ مذاب کردن، همگن سازی و گاز گیری
۵۷۹	۱-۲-۱-۲-۱۱ رفتار خوراک دهی و انتقال
۵۸۰	۲-۲-۱-۲-۱۱ مقدار نیروی برش
۵۸۳	۳-۲-۱-۲-۱۱ بازده اختلاط
۵۸۳	۴-۲-۱-۲-۱۱ زمان اقامت
۵۸۴	۵-۲-۱-۲-۱۱ گاز گیری
۵۸۵	۳-۱-۲-۱۱ فیلتر کردن مذاب
۵۸۹	۴-۱-۲-۱۱ گرانول سازی
۵۹۰	۳-۱۱ کاربردها، محصولات و خواص ویژه
۵۹۱	۱-۳-۱۱ روش استاندارد بازیافت ضایعات
۵۹۴	۲-۳-۱۱ بازیافت ضایعات آلوده
۵۹۶	۳-۳-۱۱ بازیافت و آمیزه سازی هم زمان شامل افزودن پرکننده و آلیاژ سازی

- ۱۱-۳-۴ بازیافت ضایعات پلاستیک‌های مهندسی ۵۹۷
- ۱۱-۳-۵ بازیافت مستقیم تراشه‌های فیلم به محصول فیلم دمشی ۶۰۲
- ۱۱-۴ طراحی کلی خط و اجزای آن ۶۰۳
- ۱۱-۴-۱ دسته‌بندی مواد بازیافتی براساس نوع کاربرد ۶۰۴
- ۱۱-۴-۱-۱ فرایند ضایعات فیلم و الیاف با کاهش اندازه اولیه: خروجی بیش از 200 kg/h ۶۰۴
- ۱۱-۴-۱-۲ فرایند ضایعات فیلم و الیاف با کاهش اندازه اولیه: خروجی کمتر از 200 kg/h ۶۰۴
- ۱۱-۴-۱-۳ فراورش تراشه‌های فیلم و نوار (خوراک‌دهی مستقیم) بدون کاهش اندازه: خوراک‌دهی کمتر از 200 kg/h ۶۰۶
- ۱۱-۴-۱-۴ همراهی همه انواع ضایعات پلاستیک شامل فیلم، ورق، نوار، اجسام توخالی با کاهش اندازه: بدون خوراک‌دهنده کرامر مستقل ۶۰۷
- ۱۱-۴-۱-۵ فراورش و آماده‌سازی هم‌زمان همه انواع ضایعات پلاستیکی، امکان‌پذیر به کمک اکسترودژن با مصالح بهای نواحی شکل ۶۰۸
- ۱۱-۴-۲ دسته‌بندی اکسترودرهای استفاده شده در بازیافت با در نظر گرفتن ملاک‌های طراحی ۶۰۹
- ۱۱-۴-۲-۱ تک پیچی استاندارد با واحد فراورش غیر داده شده ۶۰۹
- ۱۱-۴-۲-۲ عملیات بی‌دررو، اکسترودرهای تک پیچی ۶۰۹
- ۱۱-۴-۲-۳ اکسترودرهای تک پیچی با افزایش قطر در ناحیه خوراک‌دهی ۶۰۹
- ۱۱-۴-۲-۴ اکسترودرهای دو مرحله‌ای ۶۱۱
- ۱۱-۴-۲-۵ اکسترودرهای پیچ کوتاه ۶۱۲
- ۱۱-۴-۲-۶ پلاستیک‌کننده‌های پیچ کوتاه ۶۱۲
- ۱۱-۴-۲-۷ ریترودر ۶۱۳
- ۱۱-۴-۲-۸ اکسترودرهای همسوگرد ۶۱۳
- ۱۱-۴-۲-۹ اکسترودرهای ناهمسوگرد ۶۱۳
- ۱۱-۴-۲-۱۰ اکسترودر دویپیچی با ناحیه سنجش اصلاح شده ۶۱۴
- ۱۱-۴-۳ فرسایش و جلوگیری از آن در اکسترودرهای بازیافت ۶۱۴



- ۱۱-۴-۴ کاهش اندازه: آسیاب کردن..... ۶۱۷
- ۱۱-۴-۵ فلزیاب و جداکننده فلز..... ۶۲۱
- ۱۱-۴-۵-۱ ردیاب فلز..... ۶۲۲
- ۱۱-۴-۵-۲ جداکننده فلز..... ۶۲۲
- ۱۱-۴-۶ انبارش توده مواد و همگن سازی..... ۶۲۳
- ۱۱-۴-۷ خوراک دهی اکسترودر-خوراک دهنده اکسترودر..... ۶۲۴
- ۱۱-۴-۸ تعویض کننده توری-فیلتر مذاب..... ۶۲۷
- ۱۱-۴-۸-۱ تعویض کننده های توری ناپيوسته..... ۶۲۸
- ۱۱-۴-۸-۲ تعویض کننده های توری پیوسته..... ۶۳۰
- ۱۱-۴-۸-۳ ابزار فیلتر کردن مذاب..... ۶۳۲
- ۱۱-۴-۹ گرانول ساز..... ۶۳۶
- ۱۱-۴-۹-۱ گرانول ساز رشته ای..... ۶۳۶
- ۱۱-۴-۹-۲ گرانول ساز مدل بی دای..... ۶۳۷
- ۱۱-۴-۹-۲-۱ گرانول ساز متصل به دی ها خنک..... ۶۳۷
- ۱۱-۴-۹-۲-۲ گرانول ساز متصل به دی آب خنک..... ۶۳۷
- ۱۱-۴-۹-۳ گرانول ساز متصل به دی آب خنک با غلتک برش حلزونی..... ۶۳۹
- ۱۱-۴-۹-۴ گرانول ساز حلقه آب..... ۶۴۰
- ۱۱-۵-۵ تعادل انرژی-مصرف انرژی ویژه..... ۶۴۱
- ۱۱-۵-۱ مصرف انرژی در اکسترودر..... ۶۴۴
- ۱۱-۵-۱-۱ مقدار مصرف انرژی ویژه با تغییرات فشار..... ۶۴۶
- ۱۱-۶ مراجع..... ۶۴۷
- فصل دوازدهم - خوراک دهی در عملیات اکستروژن..... ۶۴۹
- ۱۲-۱-۱ مقدمه..... ۶۵۱
- ۱۲-۲ انتقال مواد از مخازن تا قیف تغذیه..... ۶۵۱
- ۱۲-۱-۲ انتقال مواد به کمک پیچ..... ۶۵۲
- ۱۲-۲-۲ سامانه های انتقال مواد به کمک جریان هوا..... ۶۵۳

- ۶۵۳..... ۱-۲-۲-۱۲ سامانه های انتقال تک دستگاہی
- ۶۵۷..... ۲-۲-۲-۱۲ سامانه های انتقال چند دستگاہی
- ۶۶۰..... ۳-۱۲ فیلترها
- ۶۶۲..... ۴-۱۲ قیف تغذیه
- ۶۷۲..... ۱-۴-۱۲ واحدهای خشک کن
- ۶۷۶..... ۵-۱۲ مراجع
- ۶۷۷..... واژه نامه
- ۶۷۹..... واژه نامه انگلیسی به فارسی
- ۶۸۳..... واژه نامه فارسی به انگلیسی
- ۶۷۷..... نمایه