

کزین برتر اندیشه برنگذرد
خداوند روزی ده رهنمای

به نام خداوند جان و خرد
خداوند نام و خداوند جای

در پیرامون تزریق پلاستیک

پلیمرها، روش های نواید، عیوب تزریق،
قالب ها، تجهیزات جانبی و ...

نویسندگان : مهندس سیداحسان کریمی

مهندس مهرداد زکی زاده

مهندس امین رحمانی

سرشناسه	کرمی، سیداحسان، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	در پیرامون تزریق پلاستیک پلیمرها، روش‌های تولید، عیوب تزریق، قالب‌ها، تجهیزات جانبی و ... / نویسندگان سیداحسان کرمی، مهرداد زکی‌زاده، امین رحمانی
مشخصات نشر	تهران: طراح، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۲۹۸ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۶۶۶-۳۵-۶
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
فروست	قالب‌های تزریق پلاستیک: ۸
موضوع	پلاستیک — قالبسازی تزریقی، پلاستیک — قالبسازی، پلیمرها
موضوع	Plastics — Molding, Injection molding of plastics, Polymerization:
شناسه ورود	زکی‌زاده، مهرداد، ۱۳۶۷-، رحمانی، امین، ۱۳۶۹-
رده‌بندی کنگره	رده‌بندی کنگره : ۱۱۵۰-TP
رده‌بندی دی‌بی	۴۱۲/۶۶۸
شماره کتابشناختی ملی	۶۱۰۴۰۳۱

این اثر، مشمول قانون حمایت از مخترعان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۶۶-۳۵-۶
ISBN 978-600-8666-35-6



نشر طراح

- نام کتاب : در پیرامون تزریق پلاستیک پلیمرها، روش‌های تولید، عیوب تزریق، قالب‌ها، تجهیزات جانبی و ...
- مؤلفین : سید احسان کرمی، مهرداد زکی‌زاده، امین رحمانی
- ناشر : نشر طراح
- صفحه‌آرا : فاطمه نیکبختیان
- تیراژ : ۳۰ جلد
- نوبت چاپ : اول، بهار ۱۳۹۹

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

آدرس انتشارات: خ انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - ط دوم واحد ۵۰۶
آدرس پخش: خ انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - ط منفی یک واحد ۲۰۸
(تلفن: ۷۹۹۹ ۶۶۴۶ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱ - فکس: ۳۶۲۶ ۶۶۹۵۰۲۱ و ۳ ۱۱۲ ۱۱۲ ۹۱۲ ۰)

پیشگفتار نویسندگان

حدود یک قرن از عمر صنعت پلیمرها یا به‌طور ویژه پلاستیک‌ها می‌گذرد. اگر کمی به اطراف خود نگاهی بیندازید، مشاهده خواهید کرد که بسیاری از محصولات از پلاستیک ساخته شده‌اند. به‌عنوان مثال داشبورد اتومبیل، بسیاری از قطعات داخل یخچال، بدنه چاپگر، تلویزیون، جاروبرقی و بسیاری از اشیاء و دستگاه‌هایی که روزانه ما با آنها درگیر هستیم از جنس پلاستیک هستند، به طوری که تصور جهانی بدون پلاستیک، تقریباً ناممکن شده است. این روزی توان گفت که انسان در عصر پلاستیک‌ها زندگی می‌کند. خواص متنوع و گوناگون پلاستیک‌ها همچون فرآوری آسان، نرخ تولید بالا، انعطاف‌پذیری، طول عمر بالا و هزینه مناسب، همه از جمله دلایلی بوده که امروزه نشر مهندسی از این مواد در طراحی‌های خود استفاده می‌نمایند. تمام این موارد عنوان شده در اینجا، ماجرایی گردیده که اکثر صنایع مختلف، از جمله صنعت خودروسازی، لوازم خانگی، پزشکی، نظامی، هواپیماسازی، داروسازی و سایر صنایع، از پلاستیک‌ها استفاده فراوانی نمایند. کشور عزیز ما نیز از این نعمت بی‌بهره نماند و طی دهه‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در صنایع مختلفی باز نموده است. از این‌رو بسیاری از صنایع پژوهشی به جهت تأمین نیاز کشور، اقدام به خودکفایی و تولید مواد اولیه پلیمری نموده‌اند. صنعت کشورمان نیز با دوران مونتاژ و مهندسی معکوس گذر کرده و در حال ورود به دنیای طراحی و خلق محصول می‌باشد. به همین جهت، شرکت رها صنعت کاسیت اقدام به گردآوری کتاب حاضر نموده است. این مجموعه با تمرکز بر تمامی حوزه‌های مرتبط با این صنعت اعم از شناسایی و انتخاب مواد مناسب، انتخاب دستگاه و ماشین‌آلات و ...، غیب‌یابی فرایند تولید، معرفی قالب مناسب برای تولید و پیش‌بینی قیمت قالب قبل از ساخت آن، و طراحی خط تولید وارد این صنعت شده است و طی نگارش این کتاب سعی گردیده که به نیازهای اساسی این حوزه پاسخ جامعی داده شود. این کتاب راهنمای مفیدی برای موارد بیان‌شده خواهد بود، از این‌رو مطالعه آن به مهندسی شاغل در این صنعت توصیه می‌شود. بدون شک نخستین چاپ این کتاب علی‌رغم دقت و بهره در نگارش آن، خالی از اشکال نبوده است، لذا از خوانندگان گرامی درخواست می‌شود که ما را از نظرات سازنده خویش از طریق نشانی پست الکترونیکی info@casitco.ir آگاه فرمایند، تا در چاپ‌های بعدی نظرات ایشان را لحاظ نماییم. همچنین شرکت رها صنعت کاسیت در راستای رشد و تعالی صنعت تلاش می‌نماید تا با ارتقاء سطح دانش عملیاتی در حوزه‌های مختلف تولیدی صنعتی قدمی هرچند کوچک در راستای تعالی صنعت

ایران زمین بردارد، لذا ما را از طریق وبگاه اینترنتی به نشانی www.casitco.ir همراهی نمایید، و با حمایت‌های خود ما را در این مسیر یاری رسانید.

جا دارد کمال تشکر و قدردانی را از زحمات و راهنمایی‌های فرهیخته گرامی، جناب آقای دکتر فرزین صادق‌وند که به عنوان مشاور در چاپ این کتاب، تدوین و گردآوری آن کمک‌های شایانی نمودند، ابراز نمائیم که در صورت نبود همکاری و رهنمودهای ایشان نگارش کتاب امکان‌پذیر نبوده است.

لازم است از انتشارات محترم طراح تشکر نمائیم تا با کمک آنها بتوانیم در راه ارتقای دانش فنی و فرهنگ این مرز و بوم، هر چند گام کوچکی برداریم. در خانمه از سرکار خانم نیک‌بختیان که در ویراستاری کتاب و در به ثمر رسیدن هر چه بهتر این اثر تلاش طاقت‌فرسایی نمودند، تشکر و قدردانی نمائیم.

سید احسان کریمی

مهرداد زکی‌زاده

امین رحمانی

فصل ۱ مقدمه (۱-۷)

- ۱-۱ تاریخچه پلیمرها ۳
 ۲-۱ بیوپلاستیک‌ها و بیوکامپوزیت‌ها ۴
 ۳-۱ در این کتاب چه می‌خوانید؟ ۶

فصل ۲ پلیمرها (۷۳-۹)

- ۱-۲ دسته‌بندی پلیمرها و آشنایی با تعاریف اولیه ۱۰
 ۱-۱-۲ دسته‌بندی بر اساس فرآیندپذیری ۱۱
 ۲-۱-۲ دسته‌بندی بر اساس فرآیند سنتز ۱۳
 ۱-۲-۱ دسته‌بندی بر اساس ساختار مولکولی ۱۵
 ۲-۲ استاندارد نام‌گذاری پلیمرها ۱۶
 ۲-۲-۱ نام‌های مشخصات مخصوص پلیمرها ۱۷
 ۲-۲-۲ نام‌های یافت می‌شوند ۱۸
 ۳-۲ مشخصه‌های تغییر شکل ترموپلاستیک‌ها ۱۸
 ۴-۲ رفتار رئولوژیکی پلیمرها ۲۱
 ۱-۴-۲ ویسکوزیته ۲۲
 ۲-۴-۲ مواد نیوتونی و غیرنیوتونی ۲۴
 ۳-۴-۲ ویسکوزیته در مذاب‌های پلیمری ۲۶
 ۴-۴-۲ تأثیر دما و فشار بر ویسکوزیته ۲۹
 ۵-۴-۲ توزیع نرخ برش ۳۰
 ۶-۴-۲ کاربرد رئولوژی در قالب‌گیری تزریق ۳۱
 ۵-۲ مورفولوژی پلیمرها ۳۳
 ۱-۵-۲ مورفولوژی مذاب ۳۸
 ۶-۲ مواد افزودنی، پرکننده و تقویت‌کننده ۳۸
 ۷-۲ معرفی پلاستیک‌های صنعتی ۴۱
 ۱-۷-۲ پلی‌اتیلن ۴۲
 ۲-۷-۲ پلی‌پروپیلن ۴۶
 ۳-۷-۲ پلی‌وینیل کراید ۴۸
 ۴-۷-۲ پلی‌استیرن ۵۰
 ۵-۷-۲ پلی‌استر ۵۶
 ۶-۷-۲ پلی‌کربنات ۵۹
 ۷-۷-۲ پلی‌استال ۶۱

فهرست VI

۶۳	۸-۷-۲ پلی آمید یا نایلون
۶۸	۸-۲ تست پلیمرها
۶۹	۱-۸-۲ شاخص جریان مذاب ((Melt flow index (MFI))
۷۰	۲-۸-۲ تست ضربه
۷۰	۳-۸-۲ تست‌های مکانیکی (تست استحکام کشش، سختی و چقرمگی)
۷۲	۴-۸-۲ تست رئولوژی

فصل ۳ معرفی روش‌های تولید و فراوری مواد پلیمری (۱۱۴-۷۵)

۷۵	۱-۳ مقدمه
۷۶	۱-۱-۱ اکستروژن
۷۸	۲-۱-۳ تزریق پلاستیک
۷۹	۳-۱-۳ بگیری بادی
۸۰	۴-۱-۳ دمن جام
۸۱	۵-۱-۳ ذالبری بکمی
۸۲	۶-۱-۳ تزریق تراکم
۷۳	۷-۱-۳ ترموفرمیت
۸۵	۲-۲ روش تزریق پلاستیک
۸۶	۱-۲-۲ تاریخچه تزریق پلاستیک
۸۶	۲-۲-۲ دسته‌بندی ماشین تزریق
۸۹	۳-۲-۲ مشخصات ماشین تزریق
۹۱	۴-۲-۲ حداکثر فشار پلاستیک
۹۱	۵-۲-۲ اسکرو ماشین تزریق پلاستیک
۹۵	۶-۲-۲ طراحی‌های مختلف اسکرو
۹۸	۷-۲-۲ حلقه کنترلی یا انگویی
۹۸	۸-۲-۲ ضریب تشدید ((Intensification ratio (IR))
۹۹	۹-۲-۲ انتخاب صحیح ماشین تزریق پلاستیک برای قالب
۱۰۶	۱۰-۲-۲ اجزای ماشین تزریق پلاستیک
۱۱۱	۱۱-۲-۲ منشاء حرکات در ماشین‌های تزریق پلاستیک
۱۱۴	۱۲-۲-۲ سیستم‌های محرک

فصل ۴ فرآیند تزریق پلاستیک (۱۹۵-۱۱۵)

فهرست VII

- ۱۱۶ ۱-۱-۴ فرآیند نیرومند
- ۱۱۷ ۲-۱-۴ فرآیند سازگار
- ۱۲۰ ۲-۴ متغیرهای مهم در ماشین تزریق پلاستیک (2+11 متغیر)
- ۱۲۴ ۳-۴ ذخیره‌سازی و خشک‌کردن رزین
- ۱۲۵ ۱-۳-۴ خشک‌کردن پلاستیک
- ۱۲۷ ۴-۴ تنظیم دمای مذاب
- ۱۲۹ ۵-۴ تنظیم دمای قالب
- ۱۲۹ ۶-۴ چرخه تزریق پلاستیک
- ۱۳۰ ۱-۶-۴ سرعت و فشار
- ۱۳۱ ۲-۶-۴ فرآیند محدود شده توسط فشار
- ۱۳۱ ۳-۶-۴ تعریف فازهای تزریق، فشردن‌سازی و نگهداری
- ۱۳۳ ۴-۶-۴ نسبت تشدید
- ۱۳۳ ۵-۶-۴ سرعت اسکرو
- ۱۳۵ ۶-۶-۴ فشار پشت
- ۱۳۶ ۷-۳-۴ اهمیت اضافه کردن زمان تأخیر (Delay time)
- ۱۳۷ ۷-۴ شش گام مطالعاتی برای بهینه‌سازی
- ۱۳۷ ۱-۷-۴ گام اول: بهینه‌سازی باز تزریق - مطالعه رفتار رئولوژیکی
- ۱۳۷ ۲-۷-۴ گام دوم: تعیین بالانس کویت - مطالعه بالانس کویت
- ۱۵۶ ۳-۷-۴ گام سوم: تعیین افت فشار - مطالعه افت فشار
- ۱۶۶ ۴-۷-۴ گام چهارم: تعیین پنجره فرآیند cosmetic - مطالعه پنجره فرآیند
- ۱۷۳ ۵-۷-۴ گام پنجم: تعیین زمان آب‌بندی حیت - مطالعه آب‌بندی گیت
- ۱۸۰ ۶-۷-۴ گام ششم: تعیین زمان خنک‌کاری - مطالعه خنک‌کاری
- ۱۸۴ ۸-۴ بهینه‌سازی سرعت دوران اسکرو
- ۱۸۵ ۹-۴ بهینه‌سازی فشار پشت
- ۱۸۶ ۱۰-۴ فرآیند علمی cosmetic
- ۱۸۶ ۱۱-۴ شیرینک و دفرمگی
- ۱۸۹ ۱-۱۱-۴ مطالعه شیرینک بعد از خروج قالب
- ۱۹۲ ۱۲-۴ پیش‌بینی الگوی پرشدن قالب

فصل ۵ معرفی عیوب تزریق پلاستیک (۱۹۷-۲۳۷)

- ۱۹۷ ۱-۵ مقدمه
- ۲۰۰ ۲-۵ حبس هوا
- ۲۰۸ ۴-۵ تردی و شکنندگی

فهرست VIII

۲۰۹	۵-۵ نقاط سوخته	۹/۱
۲۰۹	۵-۱-۵ نقطه سوخته چیست؟	۹/۱
۲۱۱	۵-۶ لایه لایه شدن	۹/۲
۲۱۲	۵-۷ تغییر ابعادی	۹/۲
۲۱۳	۵-۸ تغییر رنگ قطعه	۹/۲
۲۱۵	۵-۹ چشم ماهی	۹/۲
۲۱۶	۵-۱۰ پلیسه	۹/۲
۲۱۸	۵-۱۱ هاله جریان	۹/۲
۲۱۹	۵-۱۲ انسداد جریان	۹/۲
۲۲۰	۵-۱۳ اثر فواره‌ای	۹/۲
۲۲۲	۵-۱۴ سطح ناهموار-ریپل	۹/۲
۲۲۴	۵-۱۵ عدد تزریق	۹/۲
۲۲۷	۵-۱۶ لکه‌های نقره‌ای	۹/۲
۲۲۸	۵-۱۷ مکس و نوروزنگی	۹/۲
۲۳۱	۵-۱۸ خط جوش خط مذاب	۹/۲
۲۳۶	۵-۱۹ اثر پران بر روی قطعه	۹/۲

فصل ۶ قالب‌های تزریق پلاستیک (۲۵۶-۲۳۹)

۲۳۹	۶-۱ مقدمه	۹/۲
۲۳۹	۶-۲ اجزای قالب	۹/۲
۲۴۵	۶-۳ دسته‌بندی قالب‌ها	۹/۲
۲۴۶	۶-۳-۱ قالب دو صفحه‌ای	۹/۲
۲۴۶	۶-۳-۲ قالب سه صفحه‌ای	۹/۲
۲۴۹	۶-۴ پران	۹/۲
۲۵۰	۶-۵ منافذ خروج هوا قالب	۹/۲
۲۵۰	۶-۶ سیستم قالب راهگاه گرم	۹/۲
۲۵۲	۶-۷ خنک‌کاری	۹/۲

فصل ۷ تجهیزات جانبی (۲۷۶-۲۵۷)

۲۵۷	۷-۱ خشک‌کن	۹/۲
۲۵۷	۷-۱-۱ خشک‌کن قیفی	۹/۲
۲۵۸	۷-۱-۲ خشک‌کن زمینی (مرکزی)	۹/۲

فهرست IX

۲۵۹	۲-۱-۷ خشک‌کن کشویی
۲۶۰	۴-۱-۷ سنجش نقطه شبنم
۲۶۱	۵-۱-۷ روشی ارزان برای تست رطوبت (آزمایش TVI)
۲۶۲	۶-۱-۷ برآورد اندازه قیف برای خشک‌کن و دبی جریان مواد
۲۶۳	۲-۷ بارگذاری
۲۶۴	۱-۲-۷ بارگذاری مکانیکی (Mechanical Loaders)
۲۶۴	۲-۲-۷ بارگذاری مکند (Vacuum Loaders)
۲۶۷	۳-۲-۷ بارگذاری فشار مثبت (Positive-pressure Loaders)
۲۶۷	۳-۱ مخلوط‌کن
۲۶۹	۴-۷ آسیاب
۲۷۰	۵-۱ کنترل کننده دمای قالب (چیلر)
۲۷۲	۱-۵-۷ تیمار آب چیلر
۲۷۶	۶-۷ ربات

(۲۷۷-۲۸۵)

واژه‌نامه

(۲۸۷)

مراجع