

۱۶۰۹۱۷۲

بسم الله الرحمن الرحيم

اکستروژن

خاربرد و شبیه سازی

مهندس بهروز تیموری

(دانشجوی دکترای مهندسی مکانیک)

دکتر جواد مرزبان راد

(دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران)

۱۳۹۷

مؤسسه آموزشی تألیفی ارشدان

پیشگفتار

شاکله‌ی وجودی انسان توسط خالق هستی چنان آفریده شده که بتواند با استخراج ظرفیت‌های موجود در طبیعت، تغییرات زیادی در محیط پیرامون خود ایجاد کند. او با ساخت ابزار، مسیر پیشرفت خود را در طول هزاران سال تا امروز طی کرده است. خصوصاً در یک‌صد سال اخیر با بکارگیری علوم و تخصصی کردن رشته‌ها به‌ویژه در ساخت محصولات و قطعات توانست تغییرات عمده‌ای در سبک زندگی ایجاد کند و روش‌های تولیدی بسیار متنوعی را ابداع نماید.

یکی از روش‌های تولید که در بسیاری صنایع کاربرد دارد، روش تولید از طریق اکستروژن است. این روش به زبان ساده، ساخت قطعات از طریق فشار دادن ماده از درون یک قالب با سطح مقطع ثابت است. آنچه باعث یک لوله با روش اکستروژن بیش از دو قرن قدمت دارد، اما می‌توان تنوع و پیچیدگی‌های جدید خصوصاً بکارگیری کامپیوتر و شبیه‌سازی با نرم افزار را از کارهای دو دهه‌ی اخیر تلقی کرد. این کتاب، کاربردهای صنعتی روش اکستروژن را به همراه روش‌های تحلیلی از طریق بکارگیری نرم افزارهای شبیه‌سازی تشریح می‌کند.

در فصل اول، مقدمه کوتاهی از روش‌های شکل دهی در دماهای مختلف به منظور ورود به بحث ارائه شده است. فصل دوم فرایند اکستروژن و جنبه‌های مختلفی مثل قالب و تجهیزات و تأثیر عوامل مؤثری همچون روانکارها و دما تشریح شده است. در فصل سوم، کاربرد این روش تولیدی در صنایع با ارائه مثال‌های گوناگونی تبیین شده است. صنعت خودروسازی، به عنوان یک صنعت مادر، این فناوری را در ساخت قطعات خودرو بکار می‌گیرد. لذا در فصل چهارم مثال‌هایی از قطعات ساخته شده با روش اکستروژن در خودروهای مختلف نشان داده شده است. فصل پنجم با کمک شبیه‌سازی در نرم افزار Deform، جنبه‌هایی از تحلیل مسائل مورد نیاز در فرایند اکستروژن مثل اثر دما، سرعت سنبه و اصطکاک ارائه شده است. بسیاری از طراحان علاقه‌مند هستند قبل از ارائه طرح نهایی برای ساخت، همه

جنبه‌های مهم و مؤثر در فرایند را شناسایی کنند. لذا این فصل می‌تواند از این منظر راهگشا باشد و روند کار را نمایش دهد.

در اینجا لازم است از انجمن علمی دانشکده مهندسی خودرو دانشگاه علم و صنعت ایران در حمایت مالی و نشر این کتاب قدردانی شود.

از خداوند متعال برای همه‌ی تولیدکنندگان کشور عزیزمان که با تلاش خود مسیر استقلال را هموار می‌کنند توفیق روزافزون خواستاریم و امیدواریم این کتاب برای دانشجویان و مهندسان فعال در این زمینه‌ی تخصصی، مفید واقع شود.

بهزاد تیموری

جواد مرزبان راد

۹	۱- فصل اول: مقدمه
۱۱	۱-۱- مقدمه
۱۱	۲-۱- فرایندهای شکل دهی بر مبنای دما
۱۲	۱-۲-۱- فرایند بار گرم
۱۳	۲-۲-۱- فرایند بار سرد
۱۳	۳-۲-۱- فرایند کار نی گرم
۱۳	۳-۱- روش های شکل دهی بر مبنای ماشین آلات
۱۳	۱-۳-۱- فورج (آهنگری، پت-کار)
۱۵	۲-۳-۱- نورد
۱۶	۴-۱- اکستروژن
۱۷	۵-۱- پرسش ها
۱۹	۲- فصل دوم: فرایند اکستروژن
۲۱	۱-۲- مقدمه
۲۲	۲-۲- طبقه بندی فرایندهای اکستروژن
۲۳	۱-۲-۲- اکستروژن مستقیم (اکستروژن به جلو)
۲۴	۲-۲-۲- اکستروژن غیر مستقیم (اکستروژن به عقب)
۲۵	۳-۲- مزایا و معایب اکستروژن مستقیم و غیر مستقیم
۲۶	۴-۲- اکستروژن سرد
۲۷	۱-۴-۲- مزایای اکستروژن سرد
۲۷	۵-۲- اکستروژن گرم
۲۸	۱-۵-۲- مزایای اکستروژن گرم
۲۹	۶-۲- اکستروژن لوله
۳۰	۷-۲- اکستروژن ضربه ای

۳۲	۸-۲- اکستروژن هیدرواستاتیک.....
۳۳	۹-۲- نسبت اکستروژن.....
۳۳	۱۰-۲- تجهیزات اکستروژن.....
۳۴	۱-۱۰-۲- پرس‌ها.....
۳۶	۲-۱۰-۲- کوبه.....
۳۶	۳-۱۰-۲- قالب.....
۳۷	۱۱-۲- جنس قالب.....
۳۸	۱-۱۱-۲- قالب‌های تخت.....
۳۸	۱-۲- قالب‌های مخروطی (زاویه‌دار).....
۳۹	۱۲-۲- شناخت انواع فولاد و نقش آن در ساخت قالب اکستروژن.....
۴۰	۱۳-۲- فولاد مکار، خاص و ویژگیها.....
۴۱	۱۴-۲- سایش در قالب اکستروژن.....
۴۱	۱۵-۲- نحوه چیدمان ابرای اکستروژن.....
۴۲	۱۶-۲- اثر دما در اکستروژن.....
۴۳	۱۷-۲- روانکاری در اکستروژن.....
۴۶	۱۸-۲- روانکاری در اکستروژن سرد.....
۴۷	۱۹-۲- عیوب اکستروژن.....
۴۹	۲۰-۲- پرسش‌ها.....
۵۱	۳- فصل سوم: کاربرد اکستروژن در تولید.....
۵۳	۱-۳- مقدمه.....
۵۳	۲-۳- صنایع درب و پنجره‌سازی.....
۵۸	۳-۳- صنعت دوچرخه‌سازی.....
۵۹	۴-۳- تولید لوله‌های پی‌وی سی.....
۶۰	۵-۳- ساخت پل‌های عابر پیاده.....
۶۰	۶-۳- باتری‌ها و قاب‌های خورشیدی.....
۶۱	۷-۳- الکترونیک.....
۶۱	۸-۳- بدنه‌ی موتورها.....
۶۱	۹-۳- کالاهای مصرفی بادوام.....

۶۲	۳-۱۰- ساخت تیرهای والیبال.....
۶۲	۳-۱۱- تولید میل گردهای ساختمانی.....
۶۳	۳-۱۲- تولید لوله‌های پلیمری.....
۶۳	۳-۱۳- صنایع غذایی.....
۶۴	۳-۱۴- راه آهن.....
۶۶	۳-۱۵- پرشش‌ها.....
۶۷	۴- فصل چهارم: کاربرد در خودرو.....
۶۹	۴-۱- مقدمه.....
۷۲	۴-۲- وسایل نقلیه تجاری.....
۷۳	۴-۳- بدنه خودروهای جت.....
۷۴	۴-۳-۱- خودروی Jaguar X3 0.....
۷۴	۴-۳-۲- خودروی Audi A8(D2).....
۷۵	۴-۳-۳- خودروی Audi A2.....
۷۶	۴-۳-۴- خودروی لامبورگینی گالاردو.....
۷۷	۴-۳-۵- خودروی Audi R8.....
۷۸	۴-۳-۶- خودروی فراری F430.....
۷۹	۴-۳-۷- خودروی فراری 458.....
۸۱	۴-۳-۸- خودروی فراری GTB 599.....
۸۲	۴-۳-۹- خودروی فراری کالیفرنیا.....
۸۳	۴-۳-۱۰- خودرو رولزرویس فالتوم.....
۸۳	۴-۳-۱۱- خودروی مرسدس بنز SL(R231).....
۸۵	۴-۳-۱۲- خودروی Audi TT coupe.....
۸۶	۴-۳-۱۳- خودروی Jaguar XK.....
۸۷	۴-۳-۱۴- خودروی Range Rover (L405) شرکت جگوار.....
۸۹	۴-۳-۱۵- خودروی آئودی A6(C7).....
۹۰	۴-۳-۱۶- خودروی NSX شرکت آکورا.....
۹۱	۴-۳-۱۷- رودستر E10 شرکت زنوس.....
۹۲	۴-۴- سایر قطعات اکستروژنی.....

۹۳	۴-۴-۱- بدال و جعبه بدال.....
۹۴	۴-۴-۲- قاب شیشه جلوی خودرو.....
۹۴	۴-۴-۳- ریل سوخت خودرو.....
۹۶	۴-۵- تولید بدنه موتور خودرو.....
۹۷	۴-۶- کانال‌های خودروهای سقف باز شو.....
۹۸	۴-۷- نتیجه‌گیری.....
۹۹	۴-۸- پرسش‌ها.....
۱۰۱	۵- فصل پنجم: شبیه‌سازی.....
۱۰۳	۵-۱- مقدمه.....
۱۰۳	۵-۲- نرم افزار FORM.....
۱۰۵	۵-۳- مثال‌ها.....
۱۰۵	۵-۳-۱- مقدار تنش قاعه نار در راینند اکستروژن.....
۱۱۶	۵-۳-۲- تعیین اندازه دانه‌ها بعد از خراش اکستروژن.....
۱۲۱	۵-۳-۳- بررسی تأثیر مقدار اصطکاک بر کرنش مؤثر.....
۱۲۴	۵-۳-۴- بررسی تأثیر سرعت سنبه بر کرنش مؤثر نیروی تغییر شکل.....
۱۲۶	۵-۳-۵- تأثیر دمای اولیه قطعه کار بر حد اکثر نیروی تغییر شکل.....
۱۲۷	۵-۳-۶- تأثیر نسبت اکستروژن بر روی دمای نهایی قطعه کار.....
۱۲۹	۵-۳-۷- تأثیر نسبت اکستروژن بر حداکثر نیروی تغییر شکل.....
۱۳۰	۵-۳-۸- تأثیر نسبت اکستروژن بر کرنش مؤثر.....
۱۳۱	۵-۳-۹- تأثیر پارامترهای مختلف بر روی مقدار آسیب قطعه کار دمای نهایی و نیروی پرس.....
۱۳۸	۶- مراجع.....