

متالورژی برای همه

فراایندهای تولید

مهدی شاهدهی اصل

سید علی دلبری

سید رضا نوری

چاپ نخست

تابستان ۱۳۹۱ خورشیدی

سرشناسه: شاهی اصل، مهدی، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور: فرآیندهای تولید/ مهدی شاهی اصل، سید علی دلبری، سید رضا نوری.
مشخصات نشر: تهران: همپا؛ شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری: ۱۷۶ ص: مصور.
فروست: مجموعه متالورژی برای همه؛ ۴.
شابک: 978-600-5210-77-4
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: واژه نامه.
موضوع: تولید -- فرایندها
موضوع: متالورژی
شناسه افزوده: دلبری، سید علی، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده: نوری، سید رضا، ۱۳۶۲ -
رده بندی کنگره: ۳۳۳.۱۱۱۳۳ TS / ۴۲۴ / ۳
رده بندی دیویی: ۳/۶۷۱
شماره کتابشناسی ملی: ۲۹۱۵۶۴۱

شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه - تهران

کدپستی: ۱۳۱۹۸۱۳۵۶

تلفن: ۰۲۱۶۶۳۸۶۵۱۴

دورنگار: ۰۲۱۶۶۳۸۴۵۲۶

تارنما: www.artaresearch.com

رایانامه: info@artaresearch.com



شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه



نام کتاب: متالورژی برای همه: فرآیندهای تولید

نویسندگان: مهدی شاهی اصل، سید علی دلبری، سید رضا نوری

طرح روی جلد: لیلی قاسمی

صفحه آرایشی: آرتا پژوهش کاوه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: فارابی

نوبت چاپ: اول، تابستان ۱۳۹۱ خورشیدی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۷۵۰۰ ریال

ناشر: شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه/ نشر همپا

© کلیه حقوق این اثر برای شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه محفوظ است.

ISBN: 978-600-5210-77-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۱۰-۷۷-۴

سخن نخست

متالورژی یکی از پیشینه‌دارترین هنرها و همچنین یکی از نوین‌ترین دانش‌های مهندسی است. این نکته به خوبی، تاریخچه پر آوازه این رشته را نشان و آینده روشنی را برای آن نوید می‌دهد. متالورژی از دیرباز به عنوان مادر دانش‌های مهندسی به شمار می‌رود، زیرا بیشتر ابزارها و وسیله‌های پیرامون انسان همچون خود، هوابل و سازه‌های گوناگون، از موادی ساخته شده‌اند که پژوهش‌گران این رشته، سالیان سال برای فراوری و بهسازی ویژگی‌های آنها کوشیده‌اند. صنایع بزرگی چون هوافضا، الکترونیک و رایانه، بدون پیشرفت در متالورژی، امکان رشد و بالندگی هر چه بیشتر را ندارند و همه فرآورده‌های طراحی و ساخت در پیوند با مهندسی برق، مکانیک، شیمی، عمران و صنایع، نیازمند همراهی دانش متالورژی هستند. بنابراین افزون بر متخصصان این رشته، دیگران نیز بایستی تا اندازه‌ای متالورژی بدانند.

از این رو شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه با درک نیاز همگان به داشتن آگاهی‌های پایه‌ای در زمینه دانش و فناوری متالورژی، تصمیم به نگارش و انتشار یک سلسله کتاب با عنوان «**متالورژی برای همه**» گرفته است. در این مجموعه کتاب‌ها تلاش شده است تا نکته‌های بنیادی و کاربردی متالورژی به شیوه‌ای ساده، روان و با کیفیت علمی، متنی و تصویری بالا در اختیار همه خوانندگان به ویژه مهندسان و دانشجویان رشته‌های مهندسی قرار گیرد. کتاب «**فرآورده‌های تولید**» چهارمین شماره از این مجموعه کتاب‌ها است که امید می‌رود برای همه خوانندگان سودمند باشد.

گروه انتشارات شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه

شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

گروهی پیوسته و همزمان با چند کتاب دیگر به نگارش درآمد. از آن جمله می‌توان به کتاب‌های «تاریخچه متالورژی»، «دانش مواد» و «آلیاژهای صنعتی» اشاره کرد. این کتاب‌ها همگی به نوعی مکمل یکدیگرند و به خوانندگان پیشنهاد می‌شود تا برای درک بهتر مطالب این کتاب، مطالعه کتاب‌های دیگر این مجموعه را نیز در برنامه خود جای دهند. بهره‌مندی از دانش نویسندگان این رو نویسندگان بر خود بایسته می‌دانند تا از همکاری و پشتیبانی این عزیزان سپاس‌گزاری نمایند. همچنین از شرکت آرتا پژوهش کاوه به سبب مدیریت پروژه، ویراستاری، کشیدن یک‌دست شکل‌ها و صفحه‌آرایی کتاب و همچنین از سرکار خانم لیلی قاسمی به خاطر طراحی زیبا و نوآورانه جلد کتاب قدردانی می‌شود.

نویسندگان

شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

فهرست

۱	پیش‌گفتار
---	-----------

فصل ۱: ریخته‌گری

۵	۱-۱- دیباچه
۶	۲-۱- فرایندهای ریخته‌گری در قالب‌های موقت
۶	۱-۲-۱- ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای
۱۲	۲-۲-۱- فرآیند دی‌اکسید کربن
۱۵	۳-۲-۱- ریخته‌گری دقیق
۱۷	۴-۲-۱- ریخته‌گری در قالب‌های پوسته‌ای
۱۸	۵-۲-۱- ریخته‌گری توپر
۱۹	۶-۲-۱- ریخته‌گری دوشابی
۱۹	۷-۲-۱- فرآیند کاس‌ورث
۲۰	۸-۲-۱- ریخته‌گری غیر گرانشی کم‌فشار به روش ذوب در هوا
۲۱	۹-۲-۱- ریخته‌گری غیر گرانشی کم‌فشار به روش ذوب در خلاء
۲۲	۱۰-۲-۱- قالب‌گیری مغناطیسی
۲۲	۳-۱- فرایندهای ریخته‌گری در قالب‌های دائمی

- ۱۳۳ ۴-۶- فشردن
- ۱۳۴ ۵-۶- تفجوشی

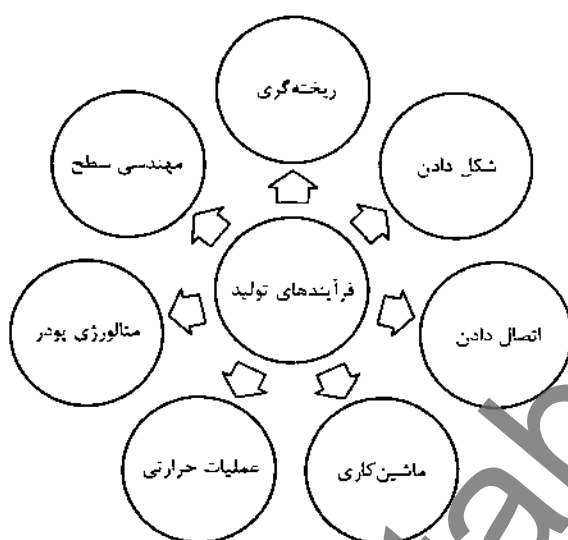
فصل ۷: مهندسی سطح

- ۱۳۷ ۱-۷- دیباچه
- ۱۳۸ ۲-۷- فرآیندهای سطحی بر پایه تغییر متالورژیکی سطح
- ۱۳۸ ۱-۲-۷- سخت کاری گزینشی
- ۱۴۱ ۲-۲-۷- ساچمه زنی
- ۱۴۲ ۳-۷- فرآیندهای سطحی بر پایه تغییر ترکیب شیمیایی سطح
- ۱۴۲ ۱-۳-۷- فسفات کاری
- ۱۴۲ ۲-۳-۷- کروماته کاری
- ۱۴۳ ۳-۳-۷- آندایزینگ آلومینیم
- ۱۴۳ ۴-۳-۷- فرآیند اکسایش
- ۱۴۴ ۵-۳-۷- سخت کاری نفوذی (کربن دهی- نیتروژن دهی)
- ۱۴۴ ۶-۳-۷- سمانتاسیون پودری
- ۱۴۵ ۷-۳-۷- کاشت یون
- ۱۴۶ ۸-۳-۷- آلیاژ سازی لیزری
- ۱۴۶ ۴-۷- فرآیندهای سطحی بر پایه افزودن یک لایه سطحی
- ۱۴۶ ۱-۴-۷- پوشش های آلی
- ۱۴۷ ۲-۴-۷- لایه های سرامیکی
- ۱۴۷ ۳-۴-۷- گالوانیزه کردن
- ۱۴۸ ۴-۴-۷- آبکاری
- ۱۴۸ ۵-۴-۷- روکش های جوشکاری
- ۱۴۸ ۶-۴-۷- رسوب دادن شیمیایی بخار
- ۱۴۹ ۷-۴-۷- رسوب دادن فیزیکی بخار
- ۱۵۱ مرجع ها
- ۱۵۳ واژه نامه
- ۱۵۷ نمایه

پیش‌گفتار

امر تولید و پیشرفت روش‌های آن، سابقه‌ای دیرین به پیشینه تاریخ آدمی دارد. از گذشته‌های دور تا به امروز و با پیشرفت سطح زندگی بشر، همواره ابزارها و فرآورده‌های نوینی به کار گرفته شده و ذهن نوآور و جستجوگر انسان، روش‌های تازه‌ای برای تولید آنها ابداع کرده است. در دانش و فناوری مهندسی، فرآورده‌های تولید به مجموعه روش‌ها و راهکارهایی گفته می‌شود که روی مواد اولیه به انجام می‌رسد تا فرآورده نهایی با ویژگی‌های مناسب به دست آید. به کارگیری فرآورده‌های تولید، به آفرینش قطعه‌ای می‌انجامد - که طرح آن پیشتر رسم شده است - یا موجب بهسازی ویژگی‌های مواد برای دستیابی به یک قطعه دلخواه می‌شود. برای تولید در مقیاس صنعتی، فرآورده‌های ساخت و تولید گوناگونی وجود دارد که مهم‌ترین آنها در شکل (۱) به نمایش درآمده است و در این کتاب مورد بررسی قرار خواهند گرفت. برگزیدن بهترین فرآورده تولید از دیدگاه فنی و اقتصادی، نیازمند داشتن دانش بنیادی و شناخت موشکافانه برتری‌ها و کاستی‌های فرآورده‌های گوناگون است.

به طور کلی بهینه‌سازی هر ویژگی، نیازمند در دسترس بودن سه عامل اساسی ماده، انرژی و دانش است. بسته به هدف اصلی هر فرآورده، ممکن است به پردازش ماده، پردازش انرژی، پردازش داده‌ها یا به ترکیبی از این موارد نیاز باشد ولی در این کتاب، تنها به پردازش ماده - به ویژه دگرگونی‌های در هندسه و ویژگی‌های ماده - پرداخته می‌شود. الگوی کلی پردازش یک فرآورده تولید، در

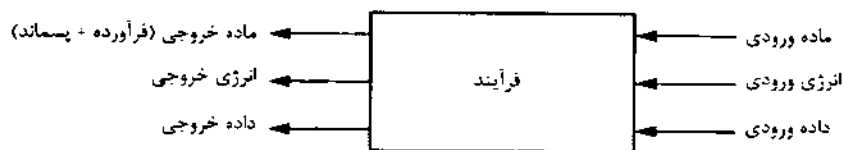


شکل (۱): دسته‌بندی فرآیندهای تولید.

شکل (۲) دیده می‌شود و بر این اساس، هر فرآیندی با سامانه‌های ترازش (موازنه) ماده، ترازش انرژی و ترازش داده‌ها در پیوند است.

یسته به نوع فرآیند تولید، ترازش ماده را- همان گونه که در شکل (۳) نیز نشان داده شده است- می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم‌بندی کرد:

۱- ترازش سرتاسری- همتای فرآیندهای مبتنی بر پایداری جرم در این فرآیندها، جرم ماده ورودی با جرم ماده خروجی برابر است و هیچ گونه تغییر جرمی به هنگام فرآوری ماده رخ نمی‌دهد (شکل ۳-الف)). فرآیندهای ریخته‌گری، شکل دادن (آهن‌گری و نورد) و متالورژی پودر نمونه‌هایی از این دسته‌اند.



شکل (۲): الگوی پردازش فرآیند.

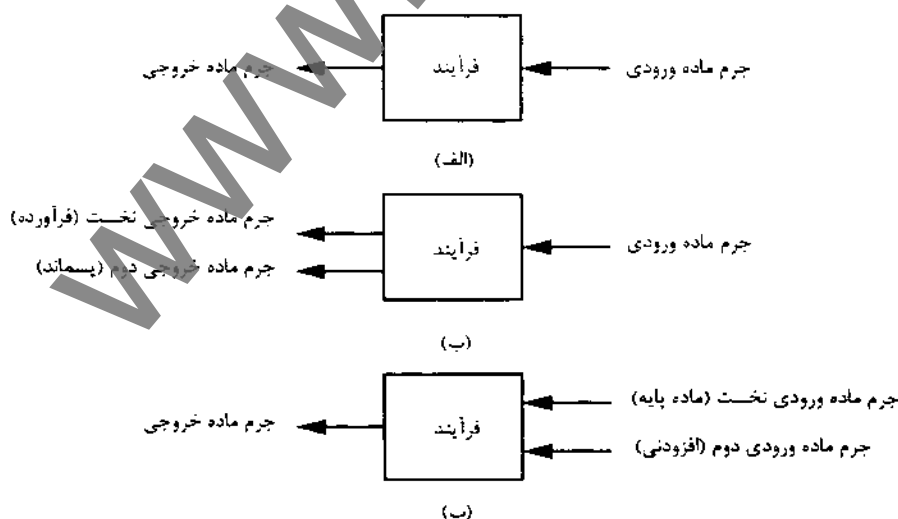
۲- ترازش واگرا- همنای فرایندهای مبتنی بر کاهش جرم

گاهی جرم فرآورده از جرم ماده ورودی کمتر است، زیرا بخشی از ماده اولیه به صورت پسماند، زدوده می‌شود (شکل (۳-ب)). فرایندهای سوراخ‌کاری، تراش‌کاری، برش‌کاری و براده‌برداری به روش تخلیه الکتریکی از این دسته به شمار می‌روند.

۳- ترازش همگرا- همتای فرایندهای مبتنی بر افزایش جرم

جرم فرآورده تولیدی در این فرایندها، از ماده پایه اولیه بیشتر است، زیرا به هنگام فرآوری، افزودنی‌های گوناگونی به ماده اولیه اضافه می‌شود (شکل (۳-پ)). اغلب فرایندهای اتصال دادن (جوشکاری و لحیم‌کاری) به ماده افزودنی همچون الکترود یا سیم جوش نیاز دارند و بنابراین از این دسته محسوب می‌شوند.

در این کتاب کوشش شده است تا مهم‌ترین فرایندهای تولید در مهندسی یعنی ریخته‌گری، شکل دادن، اتصال دادن، ماشین‌کاری، عملیات حرارتی، متالورژی پودر و مهندسی سطح به زبان ساده معرفی شود و به برخی از برتری‌ها، کاستی‌ها و همچنین کاربردهای هر فرایند اشاره گردد. بدیهی است که برای فراگیری کامل هر فرایند، بایستی به مراجع تخصصی جداگانه‌ای مراجعه کرد که به طور ویژه برای آن فرایند خاص، نوشته شده و در دسترس است.



شکل (۳): انواع حالت‌های ترازش ماده در فرایندهای تولید: (الف) ترازش سرتاسری، (ب) ترازش واگرا و (پ) ترازش همگرا.