



روش‌های تولید

(رشته مهندسی مکانیک)

www.ketab.ir

دکتر کاظم طهماسبی دکتر عبدالله اسکندری

سرشناسه	طهماسبی، کاظم، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدید آور	روش‌های تولید (رشته مهندسی مکانیک)/مولفان کاظم طهماسبی، عبدالله اسکندری.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	چهارده، ۲۸۹ ص.
فروست	دانشگاه پیام نور؛ ۲۴۲۲. مهندسی مکانیک؛ ۱/۷
شابک	978 - 964 - 14 - 0469 - 9
وضعیت فهرست نویسی	قیفا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	تولید -- فرایندها -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	Manufacturing processes -- Programmed instruction
موضوع	تولید -- فرایندها -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	Manufacturing processes -- Study and teaching (Higher)
موضوع	تولید -- فرایندها -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	Manufacturing processes -- Examinations, questions, etc. (Higher)
شناسه افزوده	اسکندری ثانی، عبدالله، ۱۳۵۷ -
شناسه افزوده	دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	Payam Noor University
رده بندی ده	۱۳۹۶ ۹۹۷/ط۱۸۳ TS
رده بندی دیویی	۶۷۱/۱
شماره کتابشناسی ملی	۵۰۷۱۶



روش‌های تولید

مؤلفان: دکتر کاظم طهماسبی، دکتر عبدالله اسکندری

ویراستار علمی: دکتر حمید سعیدی

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و مجامع آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۳۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول بهمن ۱۳۹۷

شابک: ۹۰ - ۰۴۶۹ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0469 - 9

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۷۵۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

پیشگفتار	.....	سیزده
فصل اول. مفاهیم اساسی	.....	۱
هدف کلی	.....	۱
هدف‌های یادگیری	.....	۱
مقدمه	.....	۱
۱-۱ تاریخچه	.....	۲
۲-۱ سیستم و فرایندهای تولید و ساخت	.....	۵
۱-۲-۱ فرایندهای تولید	.....	۵
۲-۲-۱ مهندسی ساخت	.....	۵
۳-۲-۱ برنامه‌ریزی فرایند	.....	۶
۴-۲-۱ فرایند ساخت	.....	۷
۵-۲-۱ ساده‌سازی محصول و استانداردسازی	.....	۱۰
۶-۲-۱ کنترل کیفیت و بازرسی	.....	۱۱
۷-۲-۱ مکانیزاسیون و اتوماسیون	.....	۱۲
۸-۲-۱ سیستم ساخت	.....	۱۵
۹-۲-۱ شکل‌گیری محصول	.....	۱۸
۳-۱ طرح‌بندی کارگاه‌های تولیدی	.....	۱۹
۱-۳-۱ طرح‌بندی ثابت یا مکانی	.....	۲۰
۲-۳-۲ طرح‌بندی فرایندی یا کارکردی	.....	۲۱
۳-۳-۱ طرح‌بندی خطی یا تولیدی	.....	۲۱
۴-۱ ایمنی در صنعت	.....	۲۳
۱-۴-۱ مبانی ایمنی	.....	۲۴
۲-۴-۱ برنامه‌ریزی برای ایمنی صنعتی	.....	۲۵
۳-۴-۱ هدف‌های ایمنی در محیط‌های صنعتی	.....	۲۶

۲۶	۴-۴-۱ حوادث و انواع آن
۲۷	۵-۴-۱ علل حوادث در واحدهای صنعتی
۲۸	۵-۱ مواد ساخت
۳۰	۱-۵-۱ فلزات آهنی
۳۵	۲-۵-۱ فلزات غیر آهنی
۴۰	۶-۱ انتخاب فرایند ساخت
۴۱	خلاصه فصل اول
۴۱	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۴۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۴۳	فصل دوم ریخته‌گری
۴۳	هدف کل
۴۳	هدف های کلی
۴۳	مقدمه
۴۴	۱-۲ پارامترهای ماسه
۴۴	۱-۱-۲ مدل قالب
۴۵	۲-۱-۲ ذوب و ریختن
۴۷	۳-۱-۲ انجماد و سرد شدن
۴۷	۴-۱-۲ خارج کردن، تمیز کردن، پرداخت سطح و بازرسی قطعه
۴۸	۲-۲ دسته‌بندی فرایندهای ریخته‌گری
۴۸	۳-۲ ریخته‌گری با قالب یک‌بار مصرف (ریخته‌گری قالب ماسه‌ای)
۴۹	۱-۳-۲ آماده‌سازی قالب ماسه‌ای
۵۰	۲-۳-۲ مدل‌ها
۵۰	۳-۳-۲ حجم مازاد
۵۲	۴-۳-۲ ماده قالب‌گیری
۵۴	۵-۳-۲ ذوب و ریخته‌گری
۵۵	۶-۳-۲ سیستم راهگاهی
۵۹	۷-۳-۲ سرد شدن و سیستم انجماد
۶۳	۸-۳-۲ زمان انجماد
۶۴	۹-۳-۲ تمیزکاری و پرداخت سطح
۶۵	۱۰-۳-۲ عیوب قطعات ریخته‌گری
۶۸	۴-۲ ریخته‌گری با قالب‌ها و مدل‌های مصرفی
۷۰	۵-۲ ریخته‌گری با قالب دائمی
۷۱	۱-۵-۲ ریخته‌گری با قالب دائمی با نیروی جاذبه
۷۱	۲-۵-۲ ریخته‌گری با قالب دائمی تحت فشار پایین
۷۲	۳-۵-۲ فرایند ریخته‌گری تحت فشار (دایکست)
۷۴	۴-۵-۲ ریخته‌گری بی‌بسته
۷۵	۵-۵-۲ ریخته‌گری گریز از مرکز
۷۶	۶-۲ مقایسه فرایندهای مختلف ریخته‌گری

۷۶	 خلاصه فصل دوم
۷۷	 خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۷۷	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم

۸۱	 فصل سوم. شکل دهی فلزات
۸۱	 هدف کلی
۸۱	 هدف‌های یادگیری
۸۱	 مقدمه
۸۲	 ۱-۳ آزمون کشش
۸۸	 ۲-۳ استحکام فشاری
۸۹	 ۳-۳ استحکام خمشی
۸۹	 ۴-۳ آزمون سنجی
۹۰	 ۵-۳ آزمون صربه
۹۲	 ۶-۳ آزمون خستگی
۹۳	 ۷-۳ آزمون خزش
۹۵	 ۸-۳ ساختار بلوری فلزات
۹۶	 ۹-۳ مکانیزم تغییر شکل پلاستیک
۹۹	 ۱۰-۳ کار سرد و کار گرم
۱۰۲	 ۱۱-۳ فرایندهای اولیه شکل دهی فلزات
۱۰۲	 ۱-۱۱-۳ فورجینگ (پتک‌کاری)
۱۰۴	 ۲-۱۱-۳ نورد
۱۰۷	 ۳-۱۱-۳ اکستروژن
۱۰۹	 ۴-۱۱-۳ کشش
۱۱۰	 ۵-۱۱-۳ کشش عمیق
۱۱۱	 ۶-۱۱-۳ پانچ و منگنه
۱۱۵	 خلاصه فصل سوم
۱۱۵	 خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۱۱۶	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم

۱۱۹	 فصل چهارم. فراوری پلاستیک‌ها
۱۱۹	 هدف کلی
۱۱۹	 هدف‌های یادگیری
۱۱۹	 مقدمه
۱۲۰	 ۱-۴ شکل دهی پلاستیک‌ها
۱۲۲	 ۱-۱-۴ اکستروژن
۱۲۳	 ۲-۱-۴ قالب‌گیری تزریقی
۱۲۴	 ۳-۱-۴ قالب‌گیری دمشی
۱۲۴	 ۴-۱-۴ شکل دهی حرارتی
۱۲۶	 ۵-۱-۴ قالب‌گیری فشاری

۱۲۷	۴-۱-۶ قالب گیری انتقالی
۱۲۸	۴-۱-۷ ریخته گری
۱۲۸	خلاصه فصل چهارم
۱۲۹	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۲۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۳۱	فصل پنجم. فرایند متالورژی پودر
۱۳۱	هدف کلی
۱۳۱	هدف‌های یادگیری
۱۳۱	مقدمه
۱۳۳	۵-۱ تولید پودر
۱۳۴	۵-۲ توزین و مخلوط کردن
۱۳۴	۵-۳ فیلتر کردن
۱۳۶	۵-۴ تفکک رسی
۱۳۹	۵-۵ عملیات تکمیلی
۱۴۰	۵-۶ خواص فرزند متالورژی پودر
۱۴۰	خلاصه فصل پنجم
۱۴۱	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۴۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۴۳	فصل ششم. عملیات حرارتی فلزات
۱۴۳	هدف کلی
۱۴۳	هدف‌های یادگیری
۱۴۳	مقدمه
۱۴۴	۶-۱ دیاگرام‌های فازي
۱۴۴	۶-۱-۱ نمودار فازي آهن- کربن
۱۴۹	۶-۲ دیاگرام TTT برای فولادهای کربنی
۱۵۱	۶-۳ عملیات حرارتی
۱۵۱	۶-۳-۱ سخت کردن
۱۵۲	۶-۳-۲ آنیل کردن
۱۵۴	۶-۳-۳ نرمالیزه کردن
۱۵۴	۶-۳-۴ تمپر کردن
۱۵۵	۶-۳-۵ سخت کردن سطحی
۱۵۸	خلاصه فصل ششم
۱۵۸	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۵۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۶۱	فصل هفتم. ماشین کاری و پرداخت سطح
۱۶۱	هدف کلی

پیشگفتار

تولید، همانند ستون فقرات هر جامعه صنعتی است و گروه‌های فنی و متخصص در صنعت باید با فرایندهای نوآگام تولید، مواد مصرفی، ابزار و تجهیزات لازم برای ساخت قطعات یا محصولات آشنا باشند که مورد مستلزم به کارگیری برنامه بهینه‌ای است که از تمهیدات مناسب و قوانین ایمنی ویژه‌ای برای انتخاب تصادفات احتمالی بهره می‌گیرد. علاوه بر این، در آینده تمامی مهندسان (مستقل از رشته تخصصی خود)، باید به ملزومات اولیه هر فعالیت کارگاهی اعم از نیروی انسانی، تجهیزات، مواد، برش کار، سرمایه و امکانات زیرساختی متناسب با طرح کلی هر کارگاه تولیدی اشراف داشته باشند و از خدمات پشتیبانی مستقر در هر کارخانه صنعتی در قالب یک سازمان تولیدی برنامه‌ریزی شده آگاه باشند.

حتی از فردی که مدعی است تجربه فراوانی دارد نیز به سختی می‌توان پذیرفت که فهم کاملی از تمامی فرایندهای اساسی تولید و فناوری‌های کنونی داشته باشد. زیرا حوزه‌ای است که شامل تمامی جنبه‌های فعالیت کارگاهی می‌شود و نیازمند علاقه دانش کار با مواد اولیه، ابزار، تجهیزات، فرایندها و معیارهای تولید، استفاده از تجهیزات و وسایل، اندازه‌گیری و بازرسی قطعات در کارخانه‌های تولیدی است. این دانش همچنین نحوه استفاده از ابزارهای دستی (شامل ابزارهای اندازه‌گیری، علامت‌گذاری، نگهداری، برش و غیره)، تجهیزات، ماشین‌آلات و روش‌های مختلف تولید که در کارهای شکل‌دهی مواد خام اولیه در رساندن آن‌ها به شکل‌های نهایی مدنظر دخیل هستند نیز می‌پردازد. برخی دیگر از فعالیت‌ها که در این دانش باید به آن‌ها پرداخته شود عبارت‌اند از: پرس‌کاری، ورق‌کاری، قالب‌سازی، مذاب‌ریزی، ریخته‌گری، آهنگری، فورج، فلزکاری، عملیات حرارتی، جوشکاری، آچارکشی، ماشین‌کاری، پرداخت، پوشش‌دهی، سوارکاری و کنترل کیفیت. همچنین باید بر دانش فنی

مرتبط با ساختار شیمیایی و فیزیکی مواد اولیه، فرایندهای مختلف تولید و جایگزین کردن روش‌های قدیمی و سنتی با تکنیک‌های سریع و مکانیزه، طراحی‌های بهینه، دقت در اندازه‌ها، پرداخت کاری‌های بهتر، به‌کارگیری ابزار و مواد جدید و سیستم‌های کنترل عددی و اتوماسیون، مکانیزم‌های پیشرفته‌تر، و در نهایت تولید محصولات بیشتر تأکید ویژه‌ای صورت گیرد.

امروزه، شیوه ساخت و کار کارگاهی در بخش صنایع تولیدی و خدماتی اهمیت زیادی پیدا کرده‌اند. اطلاع از این روش‌ها برای تمامی مهندسين و تکنسین‌ها بسیار ضروری است تا بتوانند با مفاهیم فناوری در ساخت آشنا شوند؛ در نتیجه، فراهم آوردن زمینه‌ای برای شناخت نظری و عملی فرایندهای ساخت و فناوری‌های کارگاهی برای تمامی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی ضروری است. به همین دلیل، در این کتاب هم به جنبه‌های عملی و هم به مفاهیم نظری امر ساخت توجه شده‌است. دانشجویان رشته‌های مهندسی هنگام تحصیل به‌ندرت با ماشین‌آلات و تجهیزات کارگاهی و طراحی‌های تولیدی سروکار دارند. به همین دلیل سعی شده است با فصل‌هایی را برای شناساندن فرایندها و فناوری‌های ساخت و نیز روش‌های کار کارگاهی اختصاص دهیم. همچنین سعی شده‌است تا بیان مطالب فنی و تخصصی به زبانی ساده انجام شود و از ورود به جزئیات دقیق و تخصصی در زمینه‌های مختلف خودداری شود تا یکدستی و هماهنگی سطح مطالب متناسب با دوره کارشناسی تنظیم شود و درعین حال از جامعیت و تنوع مطالب مورد نیاز کاسته نشود. پرواضح است که در تهیه مطالب هر بخش به مراجع تخصصی در آن زمینه مراجعه شده‌است و درعین حال از تجربیات عملی مؤلفین در آن موضوع استفاده شده‌است.

کتاب رویکردی اجمالی به مفاهیم جدید فناوری‌های ساخت دارد و از ورود به جزئیات موضوعات مرتبط به ساخت همانند مشخصات مواد خام، روش‌های تولید و ماشین‌آلات ساخت و... اجتناب شده‌است تا ابتدا خواننده با کلیات کار تولید، نحوه مواجهه با آن به مثابه یک علم مدرن که شامل جنبه‌های اقتصادی، مدیریتی، مهندسی و حتی زیست‌محیطی می‌شود آشنا شود. این نگاه که از ارتفاع بالاتری صورت می‌گیرد باعث می‌شود تا خواننده مفاهیمی مانند بهره‌وری، کارآمدی، ارزش افزوده، راندمان، رقابت‌پذیری، توسعه پایدار و نهایتاً کارآمدی اقتصادی را در سطح کلان مهندسی نماید، و سپس به جزئیات فنی مسائل ساخت بپردازد.

کاظم طهماسبی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

عبدالله اسکندری ثانی