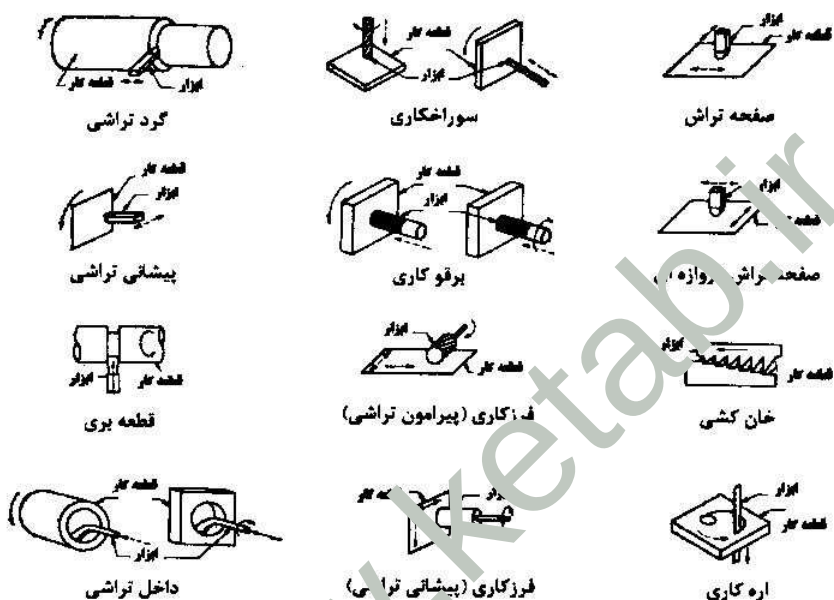


فناوری و روشهای تولید

ویرایش چهارم



مؤلف:

دکتر مهدی ظهور

دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دی ماه ۱۳۹۴

انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سزشناسه	: ظهور، مهدی، ۱۳۲۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: فناوری و روشهای تولید/ مولف مهدی ظهور.
وضعیت ویراست	: ویراست ۴.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۵۵۲ ص.: مصور، جدول.
شابک	: 978-600-7867-12-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیفا
موضوع	: تولید -- فرایندها
موضوع	: مهندسی تولید
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی - انتشارات
رده بندی کنگ	: ۱۳۹۴ ۹ف۹ظ/TS۱۸۳
رده بندی دیویی	: ۶۷۰/۴۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰۹۷۰۴۱

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی  <http://publication.kntu.ac.ir>

نام کتاب: فناوری و روشهای تولید

مؤلف: دکتر مهدی ظهور عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

ویرایش: چهارم

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: بهمن ۱۳۹۴

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۳۳۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۶۷-۱۲-۹ ISBN: 978- 600-7867-12-9

طرح روی جلد: سروش ظهور

صحافی: گرنامی چاپ: شریف

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر(عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد،

روبروی ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

به نام خدا

پیشگفتار

دگرگونی در توسعه و پیشرفت تکنولوژی، روشها و دستاورد های زیادی را در ساخت و تولید به دنبال داشته است که دانستن آنها در دانشگاه ها و صنایع، ضرورت دارد. در چند سال اخیر که افتخار تدریس روشهای تولید در چند دانشگاه را بر عهده داشته ام، اهمیت این موضوع را به خوبی درک نموده و تألیف کتابی، تحت عنوان فناوری و روشهای تولید به زبان فارسی را برای خود، یک مسئولیت و وظیفه ملی دانسته ام. این کتاب، بر اساس سیلابس دروس (برنامه و سر فصل درس، مصوبه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) و طبقه بندی فرایندهای ساخت که در فصل اول آمده، نوشته شده است. این کتاب برای استفاده دانشجویان، مخصوصاً رشته های مهندسی صنایع، مهندسی مکانیک، فارغ التحصیلان شاغل در صنعت، مدرسان، محققان و صنعتگران، تهیه و تنظیم شده است.

این کتاب ویرایش چهارم کتاب فناوری و روشهای تولید می باشد که در آن اصلاحات و تجدید نظر اساسی صورت گرفته است. کتاب فناوری و روشهای تولید، به هفت بخش اصلی تقسیم شده است: بخش اول تحت عنوان اصول ساخت و تولید می باشد و شامل فصل های اول تا ششم است. بخش دوم تحت عنوان فرایندهای شکل دهی اولیه می باشد و شامل فصل های هفتم تا نهم است. بخش سوم تحت عنوان فرایندهای ماشینکاری می باشد و شامل فصل های دهم تا دوازدهم است. بخش چهارم تحت عنوان فرایندهای عملیات خاص مواد می باشد و شامل فصل سیزدهم است. بخش پنجم تحت عنوان فرایندهای پوشش دهی می باشد و شامل فصل چهاردهم است. بخش ششم تحت عنوان فرایندهای متصل کننده می باشد و شامل فصل های پانزدهم تا هجدهم است. بخش هفتم تحت عنوان مراجع است و شامل فهرست مراجع می باشد. علی رغم سعی و تلاش فراوان جهت ارائه کتاب بدون نقص، احتمال خطا را اشتباه در آن وجود دارد. انشاء الله... با استفاده از پیشنهادات و نظرات اساتید محترم، محققان، دانشجویان و صنعتگران عزیز، این کتاب در چاپ های بعدی اصلاح خواهد شد.

با تشکر

مهدی ظهور

دی ماه ۱۳۹۴

دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

فهرست مطالب

۱۷	بخش اول: اصول ساخت و تولید
۱۹	فصل اول: ساخت و تولید
۲۱	۱-۱ مقدمه
۲۲	۱-۱-۱ فعالیت اقتصادی
۲۲	۱-۱-۱ تاریخچه
۲۲	۱-۲ طراحی برای ساخت
۲۳	۱-۳ فرایند طراحی و ساخت
۲۵	۱-۴ انتخاب براد های ساخت
۲۷	۱-۵ طبقه بندی فرایندهای ساخت
۲۹	۱-۶ تمرین
۳۱	فصل دوم: سیستم های تولید صنعتی
۳۳	۱-۲ مقدمه
۳۳	۲-۲ سیستم های تولید
۳۳	۱-۲-۲ طبقه بندی بر اساس انواع صنایع
۳۴	۲-۲-۲ طبقه بندی بر اساس سه عنصر تولید کننده
۳۵	۳-۲-۲ طبقه بندی بر اساس انواع تولید
۳۷	۳-۲ تعریف اتوماسیون
۳۸	۴-۲ سیستم های تولید اتوماسیون
۳۸	۱-۴-۲ اتوماسیون ثابت
۳۹	۲-۴-۲ اتوماسیون برنامه پذیر
۳۹	۳-۴-۲ اتوماسیون انعطاف پذیر
۴۱	۵-۲ تمرین

فصل سوم: تکنولوژی کامپیوتر

۴۳

۱-۳ مقدمه

۴۵

۲-۳ کاربرد تکنولوژی کامپیوتر در ساخت و تولید

۴۵

۳-۳ عملیات اصلی در ساخت و تولید

۴۷

۱-۳-۳ فرایند ساخت

۴۸

۲-۳-۳ عملیات مونتاژ

۴۹

۳-۳-۳ انتقال ماده و ذخیره سازی

۴۹

۴-۳-۳ آزمون و تست

۴۹

۵-۳-۳ کنترل

۵۰

۴-۳ پردازش اطلاعات در ساخت و تولید

۵۰

۱-۴-۳ فعالیت‌های بازاریابی

۵۱

۲-۴-۳ طراحی محصول

۵۲

۳-۴-۳ برنامه ریزی ساخت و تولید

۵۲

۴-۴-۳ کنترل ساخت و تولید

۵۳

۵-۳ طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر

۵۵

۱-۵-۳ طراحی به کمک کامپیوتر

۵۶

۲-۵-۳ ساخت به کمک کامپیوتر

۵۷

۶-۳ سیستم طراحی و ساخت یکپارچه کامپیوتری

۵۸

۷-۳ هوش مصنوعی

۶۰

۸-۳ تمرین

۶۱

فصل چهارم: چیدمان کارخانه

۶۳

۱-۴ مقدمه

۶۵

۲-۴ چیدمان ثابت

۶۵

۳-۴ چیدمان فرایند

۶۶

۴-۴ چیدمان جریان محصول

۶۶

- ۶۷ ۴-۵ چیدمان تکنولوژی گروهی
- ۷۱ ۴-۵-۱ آنالیز جریان تولید
- ۷۵ ۴-۵-۱ طبقه‌بندی و کدگذاری قطعات
- ۷۷ ۴-۶ طراحی سلول ماشین
- ۷۷ ۴-۶-۱ قضیه قطعه مرکب
- ۷۹ ۴-۷ انواع سلول‌های ماشین
- ۷۹ ۴-۷-۱ سلول با یک ماشین
- ۷۹ ۴-۷-۲ ملوان با چند ماشین و سیستم انتقال دستی
- ۸۰ ۴-۷-۳ سلول با چند ماشین و سیستم انتقال نیمه یکپارچه
- ۸۱ ۴-۷-۴ سیستم ساخت انعطاف پذیر
- ۸۳ ۴-۷-۵ اجزای یک سیستم ساخت انعطاف پذیر
- ۸۳ ۴-۷-۵-۱ ایستگاه‌های کاری
- ۸۳ ۴-۷-۵-۲ سیستم انتقال مواد و ذخیره سازی
- ۹۰ ۴-۷-۵-۳ سیستم کنترل کامپیوتری
- ۹۳ ۴-۷-۵-۴ نیروی انسانی
- ۹۳ ۴-۷-۶ کاربرد سیستم‌های ساخت انعطاف پذیر
- ۹۵ ۴-۸ تمرین

۹۷ فصل پنجم: خطوط جریان اتوماتیک

- ۹۹ ۵-۱ مقدمه
- ۱۰۱ ۵-۱-۱ خطوط جریان خطی
- ۱۰۱ ۵-۱-۲ خطوط جریان چرخشی
- ۱۰۲ ۵-۱-۳ انتخاب جریان های خطی و چرخشی
- ۱۰۲ ۵-۲ روش‌های انتقال قطعات
- ۱۰۳ ۵-۲-۱ انتقال مداوم
- ۱۰۴ ۵-۲-۲ انتقال هماهنگ

- ۱۰۴ ۵-۲-۳ انتقال ناهماهنگ
- ۱۰۵ ۵-۳ مکانیزم انتقال
- ۱۰۵ ۵-۳-۱ مکانیزم‌های انتقال خطی
- ۱۰۷ ۵-۳-۲ مکانیزم‌های انتقال دورانی
- ۱۱۱ ۵-۴ انبار موقت (انبار ذخیره)
- ۱۱۲ ۵-۵ کنترل یک خط انتقال اتوماتیک
- ۱۱۵ ۵-۶ تمرین

۱۱۷ فصل ششم: آنالیز خطوط جریان اتوماتیک

- ۱۱۹ ۶-۱ مقدمه
- ۱۱۹ ۶-۲ اصطلاحات کلی و آنالیز کارائی خط جریان
- ۱۲۲ ۶-۳ آنالیز خطوط انتقال بدون انبار موقت
- ۱۲۳ ۶-۳-۱ روش حد بالا
- ۱۲۳ ۶-۳-۲ روش حد پایین
- ۱۲۵ ۶-۴ خطوط انتقال نیمه اتوماتیک
- ۱۲۶ ۶-۵ آنالیز خطوط انتقال اتوماتیک با انبار موقت
- ۱۲۷ ۲-۵-۱ محدودیت‌های انبار موقت
- ۱۲۸ ۶-۵-۲ آنالیز یک خط دو قسمتی (دو مرحله‌ای)
- ۱۳۳ ۶-۵-۳ آنالیز یک خط چند قسمتی (چند مرحله‌ای)
- ۱۳۴ ۶-۶ تمرین

۱۴۷ بخش دوم: شکل‌دهی اولیه

۱۴۹ فصل هفتم: فرایندهای ریخته‌گری

- ۱۵۱ ۷-۱ مقدمه
- ۱۵۲ ۷-۲ فاکتورهای مهم در عملیات ریخته‌گری

- ۱۵۲ ۱-۲-۷ انجماد فلزها
- ۱۵۳ ۱-۱-۲-۷ فلزهای خالص
- ۱۵۳ ۲-۱-۲-۷ آلیاژها
- ۱۵۶ ۲-۲-۷ جریان فلز مذاب در قالب
- ۱۵۹ ۳-۲-۷ انتقال حرارت
- ۱۶۱ ۴-۲-۷ اثر نوع ماده قالب روی محصول
- ۱۶۱ ۳-۷ کارگاه های ریخته‌گری
- ۱۶۲ ۴-۷ ریخته‌گری مداوم
- ۱۶۴ ۵-۷ ریخته‌گری شکل‌دهی
- ۱۶۷ ۱-۵-۷ ریخته‌گری با قالب‌های یکبار مصرف
- ۱۶۷ ۱-۱-۵-۷ ریخته‌گری با قالب‌های یکبار مصرف و مدل‌های دائمی
- ۱۷۸ ۲-۱-۵-۷ ریخته‌گری با قالب‌ها و مدل‌های یکبار مصرف
- ۱۸۱ ۲-۵-۷ ریخته‌گری با قالب‌های دائمی
- ۱۸۳ ۱-۲-۵-۷ ریخته‌گری تغذیه جاذبه‌ای با قالب‌های دائمی
- ۱۸۴ ۲-۲-۵-۷ ریخته‌گری فشاری با قالب‌های دائمی
- ۱۸۵ ۳-۲-۵-۷ ریخته‌گری دایکاست
- ۱۸۷ ۴-۲-۵-۷ ریخته‌گری فشردنی
- ۱۸۸ ۳-۵-۷ ریخته‌گری گریز از مرکز
- ۱۸۸ ۱-۳-۵-۷ ریخته‌گری گریز از مرکز حقیقی
- ۱۸۹ ۲-۳-۵-۷ ریخته‌گری نیمه گریز از مرکز
- ۱۹۰ ۳-۳-۵-۷ ریخته‌گری میان‌گریزه
- ۱۹۰ ۶-۷ ریخته‌گری قطعات تک کریستالی
- ۱۹۰ ۱-۶-۷ ریخته‌گری پره‌های توربین به روش سنتی
- ۱۹۱ ۲-۶-۷ انجماد جهت دار پرها
- ۱۹۲ ۳-۶-۷ پره‌های تک کریستالی
- ۱۹۳ ۴-۶-۷ رشد قطعات تک کریستال

۱۹۳	۷-۶-۴-۱ روش کششی کریستال
۱۹۴	۷-۶-۴-۲ روش منطقه شناور
۱۹۶	۷-۷ تمرین

۲۰۱ فصل هشتم: متالورژی پودر

۲۰۳	۸-۱ مقدمه
۲۰۴	۸-۲ فرایند متالورژی پودر
۲۰۵	۸-۳ تولید پودر فلزات
۲۰۵	۸-۴-۱ روشهای تولید پودر
۲۰۹	۸-۴-۲ مخلوط کردن پودر
۲۰۹	۸-۵-۱ فشردن پودر
۲۱۱	۸-۵-۲ فشردن پودر
۲۱۲	۸-۵-۳ فشردن پودر
۲۱۳	۸-۶-۱ پیش گرم کردن
۲۱۴	۸-۷-۱ تفجوشی
۲۱۴	۸-۸-۱ عملیات ثانوی و عملیات نهایی
۲۱۶	۸-۹-۱ کاربرد متالورژی پودر
۲۱۶	۸-۱۰-۱ مزایا و معایب متالورژی پودر
۲۱۸	۸-۱۱-۱ تمرین

۲۱۹ فصل نهم: تکنولوژی پلاستیک

۲۲۱	۹-۱ مقدمه
۲۲۲	۹-۲ ساختار و طبقه بندی پلاستیک ها
۲۲۳	۹-۲-۱ پلیمرهای ترمو پلاستیک
۲۲۴	۹-۲-۲ پلیمرهای ترموست
۲۲۴	۹-۳ تولید قطعات پلاستیکی

۲۲۵	۴-۹ روشهای قالب گیری
۲۲۵	۱-۴-۹ قالب گیری فشاری
۲۲۶	۲-۴-۹ قالب گیری انتقالی
۲۲۷	۳-۴-۹ قالب گیری تزریقی
۲۲۹	۵-۹ روش اکستروژن
۲۳۰	۶-۹ روش نورد
۲۳۱	۷-۹ شکل دهی حرارتی
۲۳۲	۸-۹ قالب گیری دمیدنی
۲۳۳	۹-۹ رر نش ریخته گری
۲۳۴	۱۰-۹ تمرین

۲۳۵

بخش سوم: ماشینکاری

۲۳۷

فصل دهم: ماشینکاری سنتی

۲۳۹	۱-۱۰ مقدمه
۲۴۰	۲-۱۰ ماشین های ابزار
۲۴۱	۳-۱۰ حرکت های نسبی در ماشین های ابزار
۲۴۲	۴-۱۰ عملیات ماشینکاری سنتی
۲۴۲	۱-۴-۱۰ گرد تراشی
۲۴۹	۲-۴-۱۰ داخل تراشی
۲۵۰	۳-۴-۱۰ سوراخکاری
۲۵۳	۴-۴-۱۰ برقوکاری
۲۵۴	۵-۴-۱۰ قلاویزکاری
۲۵۶	۶-۴-۱۰ حدیده کاری
۲۵۶	۷-۴-۱۰ فرز کاری
۲۶۴	۸-۴-۱۰ صفحه تراشی
۲۶۵	۹-۴-۱۰ صفحه تراش دروازه ای

۲۶۶	۱۰-۴-۱۰ خان‌کشی
۲۶۹	۱۰-۴-۱۱ اَره‌کاری
۲۷۲	۱۰-۴-۱۲ سوهان‌کاری
۲۷۴	۱۰-۵ فرایندهای تراش دو بعدی و سه بعدی
۲۷۴	۱۰-۶ مکانیک فلزتراشی و تشکیل براده
۲۸۰	۱۰-۶-۱ انواع براده
۲۸۴	۱۰-۷ مکانیک ابزارهای تراش یک لبه
۲۸۴	۱۰-۷-۱ مناسبه کار و توان در فرایند تراش دو بعدی
۲۸۵	۱۰-۷-۲ نیروهای تراش
۲۸۷	۱۰-۷-۱۱ ازه‌گسیل نیروهای تراش
۲۸۸	۱۰-۷-۴ آنالیز فلز تراشی دکتر مرچنت
۲۹۲	۱۰-۸ ابزارهای تراش
۲۹۲	۱۰-۸-۱ سایش ابزار
۲۹۴	۱۰-۸-۲ مواد ابزار تراش
۲۹۶	۱۰-۹ صافی سطح
۲۹۸	۱۰-۱۰ تمرین

فصل یازدهم: فرایندهای سایشی

۳۰۷	۱۱-۱ مقدمه
۳۰۹	۱۱-۲ مواد ساینده
۳۱۰	۱۱-۳ چرخ سنگ ساینده
۳۱۱	۱۱-۳-۱ انواع پیوند
۳۱۳	۱۱-۴ عملیات سنگ‌زنی و ماشین‌های آن
۳۱۴	۱۱-۴-۱ سنگ‌زنی سطح
۳۱۶	۱۱-۴-۲ سنگ‌زنی استوانه‌ای
۳۱۶	۱۱-۴-۳ سنگ‌زنی داخلی

- ۳۱۷ ۴-۴-۱۱ سنگ‌زنی بدون مرکز
- ۳۱۸ ۵-۴-۱۱ سنگ‌زنی تغذیه خزشی
- ۳۱۹ ۶-۴-۱۱ ارتعاش در سنگ‌زنی
- ۳۲۰ ۵-۱۱ فرایندهای پرداخت سطح
- ۳۲۰ ۱-۵-۱۱ فرایند پرداخت کاری با چرخ سنگ ساینده
- ۳۲۲ ۲-۵-۱۱ فرایند فوق پرداخت کاری با چرخ سنگ ساینده
- ۳۲۲ ۳-۵-۱۱ فرایند صیقل کاری با چرخ ساینده
- ۳۲۳ ۴-۵-۱۱ فرایند جلاکاری با چرخ جلاگر
- ۳۲۳ ۵-۵-۱۱ فرایند جلاکاری با کفشک جلاگر
- ۳۲۵ ۶-۱۱ تمرین

۳۲۷

فصل دوازدهم: ماشینکاری نوین

- ۳۲۹ ۱-۱۲ مقدمه
- ۳۳۰ ۲-۱۲ طبقه‌بندی فرایندهای ماشینکاری نوین
- ۳۳۳ ۳-۱۲ فرایندهای ماشینکاری غیر سنتی مکانیکی
- ۳۳۳ ۱-۳-۱۲ ماشینکاری فراصوتی «USM»
- ۳۳۵ ۲-۳-۱۲ ماشینکاری با جت آب «WJM»
- ۳۳۶ ۳-۳-۱۲ ماشینکاری با جت ذرات ساینده «AJM»
- ۳۳۸ ۴-۳-۱۲ ماشینکاری با جت آب و ذرات ساینده «AWJM»
- ۳۳۹ ۴-۱۲ فرایندهای ماشینکاری غیر سنتی شیمیایی
- ۳۳۹ ۱-۴-۱۲ ماشینکاری شیمیایی «CM»
- ۳۴۳ ۵-۱۲ فرایندهای ماشینکاری غیر سنتی الکتروشیمیایی
- ۳۴۳ ۱-۵-۱۲ ماشینکاری الکتروشیمیایی «ECM»
- ۳۵۳ ۲-۵-۱۲ سنگ‌زنی الکتروشیمیایی «ECG»
- ۳۵۴ ۶-۱۲ فرایندهای ماشینکاری غیر سنتی ترموالکتریکی
- ۳۵۶ ۱-۶-۱۲ ماشینکاری با پرتو یون «IBM»

۳۵۷	۱۲-۶-۲ ماشینکاری با پرتو لیزر «LBM»
۳۶۴	۱۲-۶-۳ ماشینکاری با قوس پلاسما «PAM»
۳۶۶	۱۲-۶-۴ برشکاری با قوس پلاسما «PAC»
۳۶۶	۱۲-۶-۵ ماشینکاری با پرتو الکترون «EBM»
۳۶۹	۱۲-۶-۶ ماشینکاری با تخلیه الکتریکی «EDM»
۳۷۹	۱۲-۶-۷ برشکاری با الکتروود سیمی و تخلیه الکتریکی «WE-EDM»
۳۸۰	۱۲-۱-۸ سنگ‌زنی با تخلیه الکتریکی «EDG»
۳۸۱	۱۲-۶-۱۰ سنگ‌زنی با تخلیه الکتریکی الکتروشیمیایی «ECDG»
۳۸۲	۱۲-۷ تمرین

بخش چهارم: فرایندهای تغییر خواص مواد ۳۹۱

فصل سیزدهم: عملیات حرارتی فارات و آلیاژها ۳۹۳

۳۹۵	۱۳-۱ مقدمه
۳۹۵	۱۳-۲ منحنی سرد شدن آهن خالص
۳۹۷	۱۳-۳ منحنی‌های گرم شدن و سرد شدن فولاد
۳۹۸	۱۳-۴ ساختار فولاد
۴۰۰	۱۳-۴-۱ ساختار میکروسکوپی فولاد
۴۰۱	۱۳-۴-۲ تبدیل فولاد از طریق حرارت دادن
۴۰۲	۱۳-۴-۳ تبدیل فولاد از طریق سرد کردن
۴۰۳	۱۳-۵ اهداف و روشهای عملیات حرارتی

۴۰۳	۱-۵-۱۳ روش بازیخت
۴۰۶	۲-۵-۱۳ روش عادی نمودن
۴۰۷	۳-۵-۱۳ روش سخت کاری
۴۰۸	۴-۵-۱۳ روش ملایم کاری
۴۱۰	۵-۵-۱۳ روش سخت کاری پوسته
۴۱۲	۶-۵-۱۳ روش سخت کاری سطح
۴۱۳	۷-۵-۱۳ روش پوشش دهی هم گذاری
۴۱۴	۶-۱۳ نمریز

بخش پنجم. فرایندهای پوشش دهنده

فصل چهارم. پوشش سطح فلزات

۴۱۹	۱-۱۴ مقدمه
۴۲۰	۲-۱۴ تمیزکاری فلزات
۴۲۱	۳-۱۴ فرایندهای آبکاری
۴۲۱	۱-۳-۱۴ آبکاری الکتریکی
۴۲۳	۲-۳-۱۴ شکل دهی الکتریکی
۴۲۴	۴-۱۴ پوشش تبدیل
۴۲۴	۱-۴-۱۴ پوشش تبدیل شیمیایی
۴۲۵	۲-۴-۱۴ آندکاری
۴۲۶	۵-۱۴ رسوب بخار فیزیکی
۴۲۷	۱-۵-۱۴ فرایند تبخیر در خلاء
۴۲۹	۲-۵-۱۴ فرایند فلزپوشی
۴۳۰	۳-۵-۱۴ فرایند آبکاری یون
۴۳۰	۶-۱۴ رسوب بخار شیمیایی
۴۳۲	۷-۱۴ پوشش مواد آلی
۴۳۳	۸-۱۴ لعابکاری چینی و پوشش سرامیکی

۴۳۷

بخش ششم: فرایندهای متصل کننده

۴۳۹

فصل پانزدهم: سیستم‌های مونتاژ

۴۴۱

۱-۱۵ مقدمه

۴۴۱

۲-۱۵ فرایندهای مونتاژ

۴۴۲

۱-۲-۱۵ اتصال مکانیکی

۴۴۳

۲-۲-۱۵ روش‌های اتصال دهنده

۴۴۴

۳-۲-۱۵ یونددب چسب

۴۴۴

۳-۱۵ سیستم‌های مونتاژ

۴۴۵

۱-۳-۱۵ مونتاژ یک ایستگاه دستی

۴۴۵

۲-۳-۱۵ خطوط مونتاژ دستی

۴۴۶

۳-۳-۱۵ مونتاژ اتوماتیک

۴۴۸

۴-۱۵ تمرین

۴۴۹

فصل شانزدهم: خطوط مونتاژ دستی

۴۵۱

۱-۱۶ مقدمه

۴۵۱

۲-۱۶ انتقال قطعه کار بین ایستگاه‌های کاری

۴۵۳

۳-۱۶ طبقه‌بندی خطوط مونتاژ بر اساس تنوع محصول

۴۵۴

۴-۱۶ بالانس نمودن خط مونتاژ

۴۵۷

۵-۱۶ اصطلاحات تعادل خط مونتاژ

۴۶۲

۶-۱۶ روشهای بالانس کردن خط مونتاژ

۴۶۳

۱-۶-۱۶ قانون بزرگترین کاندید

۴۶۶

۲-۶-۱۶ روش کیل بریج و وستر

۴۶۹

۳-۶-۱۶ روش وزن جایگاه رتبه

- ۴۷۱ ۱۶-۶-۴ روشهای کامپیوتری
 ۴۷۴ ۱۶-۶-۵ روش ایستگاه های موازی
 ۴۷۷ ۱۶-۷ تمرین

فصل هفدهم: سیستم های مونتاژ اتوماتیک

- ۴۸۱ ۱۷-۱ مقدمه
 ۴۸۱ ۱۷-۲ طراحی برای مونتاژ اتوماتیک
 ۴۸۳ ۱۷-۳ انواع سیستم های مونتاژ اتوماتیک
 ۴۸۳ ۱۷-۲-۱ طبقه بندی بر اساس نوع سیستم انتقال
 ۴۸۴ ۱۷-۳-۲ طبقه بندی بر اساس شکل فیزیکی سیستم مونتاژ
 ۴۸۶ ۱۷-۴ وسایل نهاییه تجهیزات
 ۴۹۱ ۱۷-۵ آنالیز کمیتی عمل که یک سیستم تحویل
 ۴۹۳ ۱۷-۶ آنالیز یک خط مونتاژ چند ایستگاه
 ۵۰۱ ۱۷-۷ آنالیز یک خط مونتاژ یک ایستگاه
 ۵۰۶ ۱۷-۸ تمرین

فصل هجدهم: فرایندهای جوشکاری

- ۵۱۱ ۱۸-۱ مقدمه
 ۵۱۱ ۱۸-۲ قابلیت جوشکاری فلزات
 ۵۱۲ ۱۸-۳ انواع فرایندهای جوشکاری
 ۵۱۲ ۱۸-۴ جوشکاری با گاز
 ۵۱۲ ۱۸-۴-۱ جوشکاری اکسی-استیلن
 ۵۱۶ ۱۸-۴-۲ جوشکاری هوا-استیلن
 ۵۱۶ ۱۸-۴-۳ جوشکاری اکسی-هیدروژن
 ۵۱۶ ۱۸-۵ جوشکاری با قوس الکتریکی
 ۵۱۹ ۱۸-۵-۱ جوشکاری با قوس کربن

- ۵۱۹ ۱۸-۵-۲ جوشکاری با قوس فلز
- ۵۲۰ ۱۸-۵-۳ جوشکاری با قوس فلز و گاز
- ۵۲۱ ۱۸-۵-۴ جوشکاری با قوس تنگستن و گاز
- ۵۲۲ ۱۸-۵-۵ جوشکاری با قوس پلاسما
- ۵۲۳ ۱۸-۵-۶ جوشکاری با اتم هیدروژن
- ۵۲۴ ۱۸-۵-۷ جوشکاری با قوس زیر پودری
- ۵۲۵ ۱۸-۶ جوشکاری ترمیت
- ۵۲۷ ۱۸-۷ جوشکاری مقاومتی
- ۵۲۸ ۱۸-۷-۱ جوشکاری نقطه جوش
- ۵۲۹ ۱۸-۷-۲ جوشکاری در جوش
- ۵۳۰ ۱۸-۷-۳ جوشکاری لب به لب
- ۵۳۱ ۱۸-۷-۴ جوشکاری سطح بر سطح
- ۵۳۲ ۱۸-۸ جوشکاری حالت بدمد
- ۵۳۲ ۱۸-۸-۱ جوشکاری فورج
- ۵۳۳ ۱۸-۸-۲ جوشکاری سرد
- ۵۳۴ ۱۸-۸-۳ جوشکاری انفجاری
- ۵۳۵ ۱۸-۸-۴ جوشکاری فراصوتی
- ۵۳۶ ۱۸-۸-۳ جوشکاری اصطکاکی
- ۵۳۷ ۱۸-۹ جوشکاری نوین
- ۵۳۷ ۱۸-۹-۱ جوشکاری پرتو الکترون
- ۵۳۹ ۱۸-۹-۲ جوشکاری پرتو لیزر
- ۵۴۰ ۱۸-۱۰ الکتروود (میل جوش)
- ۵۴۱ ۱۸-۱۱ مواد اکسیدزدا
- ۵۴۲ ۱۸-۱۲ تمرین

۵۴۷

بخش نهم: مراجع

۵۴۹

فهرست مراجع