

بسم الله الرحمن الرحيم

طراحی فرایند ساخت برای قطعات ماشینکاری

تألیف :

محمدرضا رازفر

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

با همکاری :

محسن خواجهزاده

مسعود فرحناکیان

بهار ۱۳۹۱

سرشناسه	رازفر، محمد، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور	طراحی فرایند ساخت برای قطعات ماشینکاری / تألیف محمدرضا رازفر؛ با همکاری محسن خواجه زاده، مسعود فرحناکیان.
مشخصات نشر	تهران؛ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۷۲۰ ص.؛ مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۵۰-۵
وضعیت فهرست نویسی	فیبیا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	ماشینکاری
موضوع	تولید - فرآیندها
موضوع	مواد صنعتی
شناسیه افزوده	خواجه زاده، محسن، ۱۳۴۲ -
شناسه افزوده	فرحناکیان، مسعود
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر انتشارات
رده بندی کنگره	TJ ۱۱۸۵ / ر ۲ ط ۴ (۱۳۹۱)
رده بندی دیویی	۶۷۱/۳۵
شماره کتابشناسی ملی	۲۶۹۳۱۱۷



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۰/۸/۱۷ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسید.

عنوان کتاب	طراحی فرایند ساخت برای قطعات ماشینکاری
تألیف	محمدرضا رازفر با همکاری، محسن خواجه زاده، مسعود فرحناکیان
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	بهار ۱۳۹۱
تیراژ	۳۰۰ نسخه
قیمت	۲۵۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۵۰-۵
	تلفن مرکز پخش: ۶۶۴۹۸۸۶۸
	ISBN : 978-964-463-450-5

آدرس: خیابان ولی عصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.
این کتاب برای جلوگیری از چاپ و انتشار غیر مجاز رمزگذاری شده است.

مقدمه

پس از اتمام مرحله طراحی یک محصول، نوبت به تصمیم‌گیری در مورد نحوه ساخت آن می‌رسد و در این راه اولین وظیفه طراح عبارت از طراحی فرآیند ساخت می‌باشد. بی‌تردید می‌توان گفت که یکی از با اهمیت‌ترین مراحل تولیدی، طراحی مراحل ساخت باشد. این مرحله سهمی عمده از زمان غیر تولیدی یک قطعه را به خود اختصاص داده و در نهایت مناسب‌ترین روش‌های ساخت و پارامترهای لازم جهت تبدیل ماده خام اولیه به فرم قطعه نهایی را، با رعایت جنبه‌های اقتصادی و رقابتی و بر اساس نقشه مهندسی، تعیین و مشخص کرده و حاصل کار را به صورت یکسری دستورالعمل‌ها تدوین نموده و به قسمت ساخت ارسال می‌کند. ورودی به این مرحله نقشه قطعه کار و خروجی از آن دستورالعمل‌های ساخت می‌باشد.

در سیستم‌های سنتی، طرح فرآیند ساخت توسط مهندس طراح فرآیند تدوین می‌شود. این امر نیازمند صرف زمان قابل ملاحظه بوده و علاوه بر آن نیازمند صرف مطالعات دقیق به منظور تفسیر نقشه و تعیین مسیر راه برای هر قطعه جدید می‌باشد. از این رو، در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت توسعه نرم افزارهای تدوین طرح فرآیند ساخت صورت گرفته است. در این مسیر عمده تلاش‌ها بر این نکته معطوف بوده که با استفاده از یک سری اصول منطقی، ملاک‌ها و تجارب، وظیفه تدوین طرح فرآیند ساخت را به کامپیوتر محول کنند. در تدوین کتاب حاضر تلاش شده است که نه تنها جنبه‌های سنتی بلکه رویکردهای کامپیوتری تدوین فرآیند ساخت نیز مورد نظر قرار بگیرد. علاوه بر آن تلاش شده تا با گنجاندن مثال‌های کاربردی مفاهیم برای خواننده ملموس تر گردد.

مخاطبین اصلی نوشته حاضر مهندسين مکانیک، به خصوص مهندسين شاغل در کارخانه‌های خودروسازی، صنایع هوافضا و مراکز تحقیق و توسعه دانشجویان رشته‌های مهندسی مکانیک، مواد و مهندسی صنایع در سال‌های آخر کارشناسی، دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا می‌باشد. هدف از تهیه این مجموعه صرفاً ارائه یک مرجع مناسب برای مهندسين ساخت و تولید و دانشجویان فنی و مهندسی جهت ارتقاء سطح علمی دانشجویان و صنعتگران می‌باشد.

کتاب حاضر در سیزده فصل تهیه شده است. فصل اول به مرور موضوعات عمومی در رابطه با طراحی فرآیند ساخت می‌پردازد. فصل دوم تلاش می‌کند که با بیان روند طراحی فرآیند ساخت یک قطعه نمونه، خواننده را با مجموعه‌ای از مفاهیم پایه و همچنین روند منطقی طراحی فرآیند ساخت یک محصول آشنا سازد. مسأله کیفیت قطعه تولیدی همواره از موضوعات اصلی و با اهمیت در فرآیند تولید بوده و تعیین دقت ماشین‌کاری و تفسیر نقشه‌های مهندسی، به عنوان یکی از وظایف طراح فرآیند ساخت مطرح است. بنابراین موضوع دقت در فصل سوم مورد مطالعه قرار گرفته و فصل چهارم به ارائه اطلاعاتی در زمینه تفسیر صحیح نقشه‌های مهندسی با مروری گذرا بر مفاهیم تolerانس‌های ابعادی، تolerانس‌های هندسی و همچنین نحوه نمایش و تفسیر پارامترهای بافت سطح اختصاص یافته است. نیاز به داشتن رویکردی سیستماتیک برای کنترل تolerانس در ساخت قطعات ماشین‌کاری، نیازمند استفاده از

تکنیک‌های مدرن ترانس گذاری و تحلیل ترانسی است که موضوع فصل پنجم می‌باشد. از طرف دیگر هر فرآیند ساخت مزایا، قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاص خود را داشته و بنابراین می‌توان هزینه یک قطعه را به حداقل رساند مشروط به اینکه فیچرها، ابعاد و ترانس‌های آن با قابلیت‌های یکی از فرآیندهای موجود تطابق داشته باشد. در غیر این صورت هزینه ممکن است به شدت افزایش یافته و یا حتی ساخت قطعه غیرممکن شود. در فصل ششم تلاش خواهد شد که ضمن معرفی فرآیندهای ساخت معمول، خواننده با نحوه انتخاب فرآیندهای اولیه ساخت آشنا شود. زمان و هزینه ماشین‌کاری به میزان قابل ملاحظه‌ای به فرآیندهای انتخابی و نحوه چیدمان آنها مرتبط است. مطالعه نحوه انتخاب بهینه این فرایندها موضوع مطالعه فصل هفتم می‌باشد. در هنگام انتخاب ماشین‌های تولیدی مورد نیاز برای یک قطعه مشخص، فاکتورهای مختلفی از قبیل اندازه فیزیکی ماشین، قدرت ماشین، گشتاور محور، دقت ماشین، سرعت و پیروی قابل دسترس و همچنین تعداد و نوع ابزارهای در دسترس، بایستی در نظر گرفته شوند. نحوه انتخاب ماشین ابزار مناسب با در نظر گرفتن این قیود و با در نظر گرفتن تاثیری که بر نرخ تولید و بهره‌وری ماشین تولیدی دارند، در فصل هشتم مورد مطالعه قرار گرفته است. فصول نهم، دهم و یازدهم به ترتیب به طراحی فرایند ساخت قطعات تراشکاری، فرزکاری و سوراخکاری اختصاص پیدا کرده‌اند. فصل دوازدهم روند طراحی فرایند ساخت یک قطعه نمونه را با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف و ریزه‌کاری‌هایی که پیش از این در قالب فصول کتاب بیان شدند، به انجام می‌رساند. فصل سیزدهم طراحی فرایند ساخت به کمک کامپیوتر را توضیح میدهد همچنین هر یک از فصل‌های کتاب با تعدادی پرسش و مساله همراه شده است که به خواننده در درک مفاهیم فصل کمک شایانی می‌کند.

لازم است از زحمات کلیه کسانی که در تهیه، تنظیم، چاپ و انتشار این کتاب همکاری نموده‌اند، قدردانی شود. خصوصاً آقایان مهندس محسن خواجه زاده و مهندس مسعود فرحناکیان که اگر همکاری ایشان نبود این کتاب به مرحله چاپ نمی‌رسید همچنین این قدردانی به دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر تعلق می‌گیرد. و از مسئولین محترم مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر جهت چاپ و انتشار کتاب نیز تشکر می‌شود.

در پایان از کلیه اساتید، محققین، دانشجویان، صاحب نظران و کلیه عزیزانی که از این مجموعه استفاده می‌کنند تقاضا می‌شود با عنایت خاص خود، ما را از معایب و نارسایی‌های موجود در چاپ اول کتاب که ممکن است از نظر دور مانده باشد، مطلع نمایند تا در چاپ‌های بعدی اشکالهای موجود رفع گردند.

محمدرضا رازفر

تیرماه ۱۳۹۰

فهرست

فصل ۱: طراحی فرآیند ساخت	۱
۱-۱- اهمیت طراحی فرآیند ساخت	۴
۲-۱- مفاهیم طراحی فرآیند ساخت	۸
۳-۱- نیازمندی‌های طراحی فرآیند ساخت	۹
۴-۱- اطلاعات اساسی مورد نیاز طراحی فرآیند ساخت	۱۰
۵-۱- طراحی فرآیند ساخت و مهندسی همزمان	۱۲
۱-۵-۱- طراحی فرآیند ساخت و برنامه‌ریزی تولید	۱۲
۲-۵-۱- طراحی برای ساخت	۱۵
۳-۵-۱- یکپارچه سازی طراحی محصول و طراحی فرآیند ساخت	۱۶
۶-۱- مثال‌هایی از طراحی فرآیند ساخت قطعات	۱۸
۱-۶-۱- طرح فرآیند پیشنهادی برای تولید فنر	۱۸
۲-۶-۱- طرح فرآیند پیشنهادی برای تولید یک محور	۲۱
۳-۶-۱- طرح فرآیند پیشنهادی برای تولید یک قطعه فرزکاری	۲۴
۷-۱- مسائل	۲۶
منابع و مراجع	۲۷
فصل ۲: معرفی روند منطقی طراحی فرآیند ساخت	۲۹
۱-۲- آنالیز اولیه قطعه مکانیکی	۲۹
۲-۲- انتخاب فرآیندهای ماشین کاری، ابزارها و پارامترهای برشی	۳۴
۳-۲- دسته‌بندی فرآیندهای مختلف در قالب نوبت‌های ماشین کاری	۳۵
۴-۲- انتخاب ماشین ابزار	۳۶

۳۷	۵-۲- چیدمان عملیات‌های ماشین‌کاری بر اساس اولویت‌ها
۴۴	۶-۲- نحوه انتخاب قید و بندها و سطوح مبنا در یک عملیات ماشین‌کاری
۴۷	۷-۲- آماده‌سازی نسخه نهایی طرح فرآیند ساخت
۴۸	۱-۷-۲- تبدیل ابعاد و تolerانس‌های طراحی به ابعاد و تolerانس‌های ساخت
۴۹	۲-۷-۲- تعیین پارامترهای ماشین‌کاری، زمان و هزینه اجرای طرح فرآیند ساخت
۵۱	۳-۷-۲- انتخاب وسایل اندازه‌گیری به منظور کنترل قطعه نهایی
۵۱	۴-۷-۲- تدوین نسخه نهایی طرح فرآیند ساخت
۵۱	۸-۲- ملاحظات کلی در زمینه تدوین طرح فرآیند ساخت
۵۲	۹-۲- نحوه اعمال ملاحظات طراحی در تدوین فرایند ساخت
۵۴	۱۰-۲- مسایل
۵۸	منابع و مراجع

۵۹	فصل ۳: نحوه کنترل دقت در عملیات ماشین‌کاری
۶۰	۱-۳- پارامترهای دقت ماشین‌کاری و کیفیت سطح
۶۱	۲-۳- روش‌های به دست آوردن دقت ابعادی
۶۵	۳-۳- مطالعه اثر عوامل ایجاد خطا
۶۵	۱-۳-۳- دسته‌بندی خطاهای ساخت
۸۴	۲-۳-۳- روش‌های تعیین دقت ماشین‌کاری
۹۷	۴-۳- کیفیت سطح
۹۷	۱-۴-۳- صافی سطح
۹۸	۲-۴-۳- حالت فیزیومکانیکی لایه‌های سطح
۹۹	۳-۴-۳- تاثیر کیفیت سطح بر روی عملکرد قطعات ماشین‌کاری شده
۱۰۴	۵-۳- روش‌های بهبود دقت ماشین‌کاری
۱۰۴	۱-۵-۳- کاهش یا حذف خطای ماشین‌کاری
۱۰۵	۲-۵-۳- جبران یا انتقال خطای ماشین‌کاری
۱۰۶	۳-۵-۳- ماشین‌کاری بر اساس دسته‌بندی یا ترکیب قطعات

۱۰۷ ۳-۶- مسایل

۱۰۹ منابع و مراجع

۱۱۱ فصل ۴: تفسیر نقشه‌های مهندسی

۱۱۲ ۴-۱- تolerانس‌های ابعادی

۱۱۲ ۴-۱-۱- مفاهیم پایه

۱۱۴ ۴-۱-۲- قطعات معادل

۱۱۹ ۴-۱-۳- حدود و نطباقات

۱۲۱ ۴-۲- تolerانس‌های هندسی

۱۲۱ ۴-۲-۱- مفاهیم پایه

۱۲۴ ۴-۲-۲- معرفی تolerانس‌های هندسی

۱۲۴ ۴-۲-۲-۱- تolerانس هندسی فرم

۱۲۵ ۴-۲-۲-۲- تolerانس هندسی شکل

۱۲۵ ۴-۲-۲-۳- تolerانس هندسی وضعیت

۱۲۶ ۴-۲-۲-۴- تolerانس هندسی موقعیت

۱۲۶ ۴-۲-۲-۵- تolerانس هندسی لنگی

۱۲۷ ۴-۲-۳- نحوه کاربرد تolerانس‌های هندسی

۱۲۷ ۴-۳- تolerانس‌گذاری تولیدی

۱۲۷ ۴-۳-۱- توصیف گرهای شرایط مادی

۱۲۹ ۴-۳-۲- قوانین پایه تolerانس‌گذاری هندسی و ابعادی

۱۳۲ ۴-۳-۳- پاداش تolerانسی و شرایط مجازی

۱۳۷ ۴-۴- پرداخت سطح

۱۳۷ ۴-۴-۱- معنای بافت سطح

۱۴۲ ۴-۴-۲- نمایش پارامترهای بافت سطح

۱۴۳ ۴-۴-۳- آنالیز اسکن سطح

۱۴۸ ۴-۵- میزان زبری سطح قابل حصول در عملیات‌های تولیدی مختلف

۱۵۰	۴-۶- مسایل
۱۵۲	منابع و مراجع

فصل ۵: کنترل تفرانس ۱۵۳

۱۵۴	۵-۱- تفرانسهی تولیدی
۱۵۴	۵-۱-۱- مضاعیم پایه
۱۵۷	۵-۱-۲- مدل مقدماتی تفرانسهی تولیدی
۱۵۷	۵-۱-۲-۱- بیان تحلیلی
۱۵۸	۵-۱-۲-۲- بیان ماتریسی
۱۵۹	۵-۲- انباشت تفرانس
۱۵۹	۵-۲-۱- انباشت تفرانس ابعادی
۱۶۲	۵-۲-۲- انباشت تفرانس هندسی
۱۶۵	۵-۳- چارت تفرانس
۱۶۶	۵-۳-۱- چارت تفرانس یک بعدی
۱۹۴	۵-۳-۲- چارت تفرانس دو بعدی
۲۰۱	۵-۴- مروری بر نرم افزار چارت تفرانسی دوبعدی موسوم به CATCH 2D
۲۰۴	۵-۵- ارائه مثال از نحوه کارکرد سیستم
۲۱۱	۵-۶- مسایل
۲۱۵	منابع و مراجع

فصل ۶: انتخاب فرآیندهای ساخت اولیه ۲۱۷

۲۱۸	۶-۱- فرآیند انتخاب مواد مهندسی
۲۲۰	۶-۲- روش ارزیابی مواد
۲۲۰	۶-۲-۱- ملاحظات مربوط به شکل و یا هندسه قطعه
۲۲۳	۶-۲-۲- ملاحظات مربوط به خواص مورد نیاز از قطعه
۲۲۴	۶-۲-۳- نکات مربوط به ملاحظات ساخت

۲۲۶	 ۳-۶- دسته‌بندی کلی فرآیندهای ساخت
۲۳۰	 ۱-۳-۶- فرآیندهای ریخته‌گری
۲۴۱	 ۲-۳-۶- فرآیندهای شکل‌دهی
۲۵۸	 ۳-۳-۶- فرآیندهای ماشین‌کاری
۲۷۹	 ۴-۳-۶- اتصالات
۲۸۳	 ۵-۳-۶- فرآیندهای سطحی
۲۸۶	 ۴-۶- فرآیندهای مونتاژ
۲۸۷	 ۵-۶- نحوه انتخاب فرآیند
۲۸۷	 ۱-۵-۶- عوامل مؤثر بر انتخاب یک فرآیند
۲۸۹	 ۲-۶-۶- روش انتخاب فرآیند
۲۹۴	 ۶-۶- قواعد اولویت
۲۹۶	 ۱-۶-۶- قواعد اولویت‌بندی عملیات ها
۳۰۱	 ۷-۶- مسایل
۳۰۵	 منابع و مراجع

۳۰۷	 فصل ۷: نحوه انتخاب فرآیند ماشین‌کاری
۳۰۹	 ۱-۷- تصمیم‌ها و قیود
۳۱۲	 ۲-۷- انتخاب نوع فرآیند ماشین‌کاری
۳۱۸	 ۳-۷- نحوه تعیین توالی عملیات‌های ماشین‌کاری
۳۲۰	 ۴-۷- نحوه تعیین اضافه ماشین‌کاری
۳۲۰	 ۱-۴-۷- اضافه ماشین‌کاری
۳۲۱	 ۲-۴-۷- عوامل مؤثر بر اضافه ماشین‌کاری
۳۲۳	 ۳-۴-۷- روش‌های تعیین اضافه ماشین‌کاری
۳۲۷	 ۵-۷- براده‌برداری بعنوان یک فرآیند مکمل
۳۲۹	 ۶-۷- مسایل
۳۳۳	 منابع و مراجع

۴۸۸	.....	۱۰-۱-۲- فیچر حفره
۴۸۹	.....	۱۰-۱-۳- فیچر شیار
۴۹۱	.....	۱۰-۱-۴- فیچر پله
۴۹۱	.....	۱۰-۱-۵- فیچر پروفیل
۴۹۲	.....	۱۰-۱-۶- فیچر سوراخ گرد
۴۹۲	.....	۱۰-۱-۷- فیچر برآمده
۴۹۲	.....	۱۰-۱-۸- فیچر سرکروی
۴۹۳	.....	۱۰-۱-۹- فیچر سرگرد
۴۹۴	.....	۱۰-۱-۱۰- فیچر ترکیبی
۴۹۴	.....	۱۰-۱-۱۱- فیچر تکرار شده
۴۹۵	.....	۱۰-۱-۱۲- فیچر انتقالی
۴۹۶	.....	۱۰-۱-۱۳- پروفیل
۴۹۹	.....	۱۰-۲- عملیات های فرز کاری
۵۰۰	.....	۱۰-۳- اصول موقعیتدهی و گیره بندی در قطعات فرز کاری
۵۰۴	.....	۱۱-۳-۱- معرفی نمادهای استاندارد در طراحی یک قید و بند
۵۰۹	.....	۱۰-۳-۲- روش های مختلف بستن قطعات فرز کاری
۵۱۲	.....	۱۰-۳-۳- نیروهای گیره بندی
۵۱۳	.....	۱۰-۴- نحوه انتخاب ابزار
۵۱۳	.....	۱۰-۴-۱- انتخاب نوع ابزار
۵۱۴	.....	۱۰-۴-۲- انتخاب قطر ابزار
۵۱۵	.....	۱۰-۴-۳- موقعیت ابزار برشی
۵۱۷	.....	۱۰-۴-۴- نحوه انتخاب زاویه تنظیم (زاویه ورود)
۵۲۱	.....	۱۰-۴-۵- نحوه انتخاب گام ابزارهای فرز
۵۲۳	.....	۱۰-۴-۶- نحوه انتخاب تیغچه
۵۲۴	.....	۱۰-۵- پرداخت سطح در عملیات فرز کاری
۵۲۴	.....	۱۰-۵-۱- پروفیل سطح

۵۲۶	۱۰-۵-۲- فرز کاری کف تراشی
۵۲۹	۱۰-۶- نحوه انتخاب پارامترهای ماشین کاری
۵۲۹	۱۰-۶-۱- تعاریف کلی
۵۳۱	۱۰-۶-۲- تاثیر پیشروی بر زبری سطح
۵۳۳	۱۰-۶-۳- انتخاب شرایط برشی برای فرز کاری با تیغ فرز انگشتی
۵۳۶	۱۰-۶-۴- محاسبه نیرو و توان برشی در فرز کاری
۵۴۰	۱۰-۶-۵- تعیین سرعت برشی
۵۴۲	۱۰-۷-۱- بهینه سازی شرایط برشی
۵۴۳	۱۰-۷-۱- تابع هدف (میزینه کل عملیات فرز کاری)
۵۴۳	۱۰-۷-۲- قیود
۵۴۵	۱۰-۸- معرفی استراتژی های فرز کاری
۵۴۵	۱۰-۸-۱- فرز کاری موافق و مخالف
۵۴۶	۱۰-۸-۲- جهت فرز کاری (کف تراشی)
۵۴۸	۱۰-۸-۳- فرز کاری حفره ها
۵۵۴	۱۰-۸-۵- کف تراشی
۵۵۵	۱۰-۹- توسعه یک سیستم مولد طراحی فرآیند ساخت و ساخت کمک کامپیوتر برای قطعات فرز کاری
۵۵۵	۱۰-۹-۱- مقدمه
۵۵۵	۱۰-۹-۲- ارائه نرم افزار
۵۵۶	۱۰-۹-۳- نحوه استخراج فیچرها
۵۶۲	۱۰-۹-۴- اطلاعات ابزار
۵۶۳	۱۰-۹-۵- مکانیزم استنتاج
۵۶۶	۱۰-۹-۶- تعیین هزینه و زمان تولید
۵۶۷	۱۰-۹-۷- نحوه ارتباط با کاربر
۵۷۲	۱۰-۱۰- مسائل
۵۷۵	منابع و مراجع

فصل ۱۱: طراحی فرایند ساخت قطعات سوراخکاری ۵۷۷

۱-۱۱- مفاهیم پایه ۵۷۸

۱-۱-۱- اولین سطح بهینه‌سازی (بهینه‌سازی یک سوراخ تک) ۵۷۹

۱-۱-۲- دومین سطح بهینه‌سازی (ماشین کاری چند سوراخ هم مرکز) ۵۸۳

۱-۱-۳- سومین سطح بهینه‌سازی (بهینه‌سازی قطعه) ۵۸۵

۲-۱۱- ابزارهای سوراخکاری ۵۸۵

۱-۲-۱۱- مت‌های مارپیچ ۵۸۶

۲-۲-۱۱- مت‌های تیجه‌ای ۵۹۰

۳-۲-۱۱- مت‌های کاربیدی ۵۹۱

۴-۲-۱۱- مت‌های تورپر ۵۹۲

۵-۲-۱۱- برفو ۵۹۳

۶-۲-۱۱- بورینگ ۵۹۵

۷-۲-۱۱- تیغ فرز انگشتی ۵۹۷

۳-۱۱- معرفی داده‌های محاسبات ۶۰۱

۱-۳-۱۱- نحوه محاسبه A_{min} ۶۰۴

۲-۳-۱۱- نحوه محاسبه ۶۰۵

۳-۳-۱۱- تفرانس موقعیت ۶۰۶

۴-۳-۱۱- نحوه اتخاذ تصمیم نهایی ۶۰۷

۴-۱۱- مسایل ۶۱۷

منابع و مراجع ۶۲۰

فصل ۱۲: ارائه یک مثال جامع از طراحی فرایند ساخت ۶۲۱

۴-۱۲- تعیین فیود اولویت ۶۲۸

۵-۱۲- تعیین ترتیب و تقدم عملیات‌ها ۶۳۳

۶-۱۲- انتخاب سطوح موقعیت دهی و نقاط بستن ۶۳۳

۷-۱۲- تبدیل تفرانسی ۶۳۵

۶۳۷	۸-۱۲- ویرایش نهایی فایل طرح فرایند ساخت
۶۳۹	۹-۱۲- مسایل
۶۴۰	منابع و مراجع
۶۴۱	فصل ۱۳: طراحی فرآیند ساخت به کمک کامپیوتر
۶۴۲	۱-۱۳- طراحی فرایند
۶۴۴	۱-۱-۱۳- طراحی فرآیند ساخت به روش سنتی
۶۴۵	۲-۱-۱۳- روش های طراحی فرآیند ساخت به کمک کامپیوتر
۶۵۲	۳-۱-۱۳- ساختار کلی یک نرم افزار طراحی فرآیند ساخت
۶۵۳	۳-۱۳- اطلاعات مورد نیاز برای طراحی فرآیند ساخت
۶۵۴	۴-۱۳- نحوه عملکرد یک سیستم طراحی فرآیند ساخت به کمک کامپیوتر
۶۵۴	۱-۴-۱۳- بخش طراحی فرآیند ساخت
۶۵۸	۵-۱۳- محدودیت سیستم های طراحی فرآیند ساخت مبتنی بر مل سازی هندسی کامپیوتری
۶۶۰	۶-۱۳- تکنولوژی گروهی
۶۶۰	۱-۶-۱۳- قطعات هم خانواده
۶۶۱	۲-۶-۱۳- سیستم های رمزگذاری و دسته بندی قطعات
۶۶۲	۳-۶-۱۳- ساختار و سیستم دسته بندی قطعات
۶۶۶	۴-۶-۱۳- مزایای تکنولوژی گروهی
۶۶۷	۷-۱۳- نحوه انتخاب فرآیندهای ساخت
۶۶۸	۱-۷-۱۳- قابلیت اجرای فرآیند
۶۶۸	۲-۷-۱۳- انتخاب پارامترهای ماشین کاری
۶۶۹	۸-۱۳- انتخاب سیستم طراحی فرآیند ساخت
۶۶۹	۹-۱۳- معرفی سیستم های طراحی فرآیند ساخت به کمک کامپیوتر
۶۷۰	۱-۹-۱۳- نرم افزار طراحی فرآیند CAPP
۶۷۰	۲-۹-۱۳- نرم افزارهای MIPLAN و MULTICAPP
۶۷۱	۳-۹-۱۳- نرم افزار APPAS

۶۷۲ ۱۰-۲- مسایل

۶۷۴ منابع و مراجع

۶۷۵ پیوست (الف): محاسبه پارامترهای ماشینکاری با استفاده از هندبوک

۶۹۱ پیوست (ب): نحوه محاسبه زمان ماشینکاری

۷۰۱ پیوست (ج): نحوه محاسبه هزینه ماشینکاری

www.ketab.ir