

فرایندهای ماشینکاری و تولید صنعتی

www.ketab.ir

فرایندهای
ماشینکاری و
تولید صنعتی

مولفان

دکتر محمدباقر فخرزاد

دکتر حسن حسینی نسب

دکتر قاسم امیریان

[اعضای هیات علمی دانشگاه یزد]

سرشناسه : فخرزاد، محمدباقر، ۱۳۳۹ -
 عنوان و نام پدیدآور : فرایندهای ماشینکاری و تولید صنعتی / مولفان محمدباقر
 فخرزاد، حسن حسینی نسب، قاسم امیریان.
 مشخصات نشر : تهران: حفیظ: یوسف، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ۵۱۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : 978-964-177-082-4 : ۱۱۰۰۰۰ ریال
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۵۱۰.
 موضوع : ماشین کاری
 موضوع : تولید - فرایندها
 شناسه افزوده : حسینی نسب، حسن، ۱۳۴۵ -
 شناسه افزوده : امیریان، قاسم، ۱۳۴۷ -
 رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۰ ف ۴ / ۱۱۸۵ TJ
 رده‌بندی دیویی : ۶۲۱/۹۰۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۶۴۵۶۶۵

نام کتاب: فرایندهای ماشینکاری و تولید صنعتی
 ناشر: انتشارات حفیظ ۰۸۲۴-۰۹۱۲۱۸۹-۰۶۶۷۲۲۱۸۱
 ناشر همکار: انتشارات قلم یوسف
 تألیف: محمد باقر فخرزاد - حسن حسینی نسب - قاسم امیریان
 طرح روی جلد و صفحه آرای: مهندس حامد فخرزاد ۰۹۱۳۵۲۹۹۶۲۱
 لیتوگرافی: سنا
 چاپ: الهادی
 نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۰
 تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
 قیمت: ۱۱۰۰۰۰ ریال

ISBN : 978-964-177-082-4

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۱۷۷-۰۸۲-۴

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

انتشارات حفیظ: تهران خیابان انقلاب بعد از پارک دانشجو ساختمان ۱۱۳۴ واحد ۱۱
 کتاب حفیظ: تهران خیابان انقلاب خیابان ۱۲ فروردین نرسیده به روانمهر پلاک ۲۳۳



فرآیندهای ماشینکاری، فرآیندهایی هستند که طی آنها مواد از روی سطح قطعه کار برداشته می‌شود. یکی از مهمترین عوامل در عملیات ماشینکاری انتخاب مواد مناسب ابزار برشکاری جهت کاربردهای مختلف است. در این کتاب، ابتدا فرآیندهای ماشینکاری با قابلیت ایجاد قطعات گرد و مدور توضیح داده خواهد شد. این قطعات می‌توانند به کوچکی پیچ‌های قاب عینک و یا به بزرگی غلتکهای دستگاه نورد، سیلندرها، لوله تفنگ و شفت توربین برای تأسیسات نیروگاه‌ها باشند. این فرآیندها معمولاً از طریق چرخاندن قطعه کار توسط ماشین ابزار انجام می‌گیرند. ماده اولیه معمولاً توسط سایر فرایندهای شکل دهی از قبیل ریخته گری، آهنگری، اکستروژن و یا کشش تولید شده است.

علاوه بر انواع قطعات مدور داخلی و خارجی، با استفاده از عملیات ماشینکاری می‌توان انواع بسیار زیادی از قطعات را با اشکال پیچیده تولید کرد. همانطور که ارایه خواهد شد، فرآیندها و ماشین ابزار متعددی هستند که قابلیت ساخت و تولید این اشکال با استفاده از ابزار آلات برشکاری تک‌لبه و چند لبه می‌باشند. همچنین در این مجموعه پیشرفت‌ها و دستاوردهایی که در زمینه طراحی، قابلیت‌های ماشین افزار CNC بدست آمده است، توضیح داده خواهد شد. علاوه بر دستاوردهای ذکر شده، به عملکرد ماشین ابزار بویژه از نظر سختی، مقاومت، ارتعاشات و شرایط

کاهش آن پرداخته می‌شود. در بسیاری از پروژه‌های ساخت و تولید، یا جنس قطعه کار بسیار سخت است، یا پرداخت سطوح و تست ابعادی مورد نیاز برای قطعه کار بسیار ظریف است و یا اینکه جنس قطعه کار بسیار شکننده است بطوریکه نمی‌توان تنها از طریق فرآیندهای معمولی برشکاری تولید کنند. یکی از بهترین روشها برای تولید چنین قطعاتی ماشینکاری سایشی نام دارد.

فرآیندهای ماشینکاری که تولید براده می‌کنند دارای محدودیت‌هایی هستند که موجب کاهش کاربرد آنها در کاربردهای صنعتی می‌گردد. امروزه ماشینکاری پیشرفته و غیر سنتی با محاسن متعددی در بعضی موارد جایگزین شده است. رزوه‌ها و چرخ دنده‌ها از مهمترین اجزای ماشین آلات به شمار می‌روند. بدون این فرآیندها، جامعه صنعتی ما متوقف خواهد گردید. مجموعه حاضر به لحاظ اهمیت به آن پرداخته است.

دکتر محمد باقر فخرزاد

دکتر حسن حسینی نسب

دکتر قاسم امیریان



فصل اول

- ۱۵..... اصول برشکاری
- ۱۶..... ۱-۱ مقدمه
- ۲۰..... ۲-۱ مکانیزم تشکیل براده
- ۲۴..... ۳-۱ انواع براده‌های ایجاد شده در برشکاری فلزات
- ۲۵..... ۱-۳-۱ براده‌های پیوسته
- ۲۶..... ۲-۳-۱ براده‌های لبه انباشته
- ۲۸..... ۳-۳-۱ براده‌های دندانانه دندانانه
- ۲۹..... ۴-۳-۱ براده‌های گسسته
- ۳۰..... ۵-۳-۱ براده حلقوی
- ۳۰..... ۶-۳-۱ براده شکن‌ها
- ۳۲..... ۷-۳-۱ تشکیل و ایجاد براده در مواد غیر فلزی
- ۳۳..... ۴-۱ مکانیزم‌های برشکاری مورب
- ۳۶..... ۵-۱ نیروها و توان برشکاری
- ۳۸..... ۱-۵-۱ نیروی رانشی
- ۳۹..... ۲-۵-۱ اندازه‌گیری نیروهای برشی
- ۳۹..... ۳-۵-۱ توان
- ۴۱..... ۶-۱ درجه حرارت در برشکاری

- ۷-۱ طول عمر ابزار- فرسودگی و خستگی ۴۴
- ۷-۱-۱ سایش دامنه ۴۴
- ۷-۱-۲ سایش لبه ابزار ۵۰
- ۷-۱-۳ لب پریدگی ابزار برشی ۵۲
- ۷-۱-۴ ملاحظات کلی در مورد فرسایش ابزار برشکاری ۵۳
- ۷-۱-۵ نظارت وضعیت ابزار ۵۴
- ۸-۱ انجام، یکپارچگی و پرداخت سطح ۵۶
- ۹-۱ قابلیت ماشینکاری ۵۸
- ۹-۱-۱ قابلیت ماشینکاری سایر فلزات ۶۳

فصل دوم

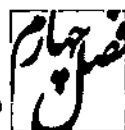
- جنس ابزار برشکاری و روانکارهای برشکاری ۶۵
- ۱-۲ مقدمه ۶۶
- ۲-۲ فولادهای آلیاژی متوسط کربن دار ۶۷
- ۳-۲ فولادهای تندبر ۶۹
- ۴-۲ آلیاژهای کبالت ریخته گری ۷۰
- ۵-۲ کاربیدها ۷۰
- ۱-۵-۲ کاربید تنگستن ۷۱
- ۲-۵-۲ کاربید تیتانیوم ۷۲
- ۳-۵-۲ تیغچه‌ها (Insert) ۷۲
- ۴-۵-۲ طبقه بندی ابزارهای کاربیدی ۷۶
- ۶-۲ ابزار روکش کاری شده ۷۶
- ۱-۶-۲ مواد روکش کاری ۷۷
- ۲-۶-۲ ابزارهای با روکش الماسه ۸۱

- ۸۲..... ۳-۶-۲ مواد روکش کاری جدید
- ۸۳..... ۴-۶-۲ یون نشانی (Ion Implantation)
- ۸۳..... ۷-۲ سرامیک‌های آلومینیومی
- ۸۴..... ۸-۲ نیتريد بورون مکعبی (CBN)
- ۸۶..... ۹-۲ سرامیک‌های نیتريد سيلکونی
- ۸۶..... ۱۰-۲ الماس
- ۸۸..... ۱۱-۲ ابزارهای Whisker - Rein feice و نانوکریستال
- ۸۹..... ۱۲-۲ تعمیر ابزار برشکاری
- ۸۹..... ۱۳-۲ روانکارهای برشکاری
- ۹۱..... ۱-۱۳-۲ عملکرد سیال برشکاری



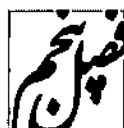
- ۹۳..... فرآیندهای ماشینکاری برای تولید اشکال گرد
- ۹۴..... ۱-۳ مقدمه
- ۹۸..... ۲-۳ پارامترهای گردتراشی
- ۱۰۵..... ۳-۳ ماشین‌های تراش و عملیات تراشکاری
- ۱۰۶..... ۱-۳-۳ اجزاء ماشین تراش
- ۱۰۷..... ۲-۳-۳ مشخصات ماشین تراش
- ۱۰۸..... ۳-۳-۳ لوازم و وسایل نگهدارنده قطعه کار
- ۱۱۲..... ۴-۳-۳ عملیات تراشکاری
- ۱۱۴..... ۵-۳-۳ کپی تراش‌ها
- ۱۱۵..... ۶-۳-۳ ماشین تراش‌های اتوماتیک
- ۱۱۵..... ۷-۳-۳ ماشین‌های ستونی اتوماتیک
- ۱۱۷..... ۸-۳-۳ ماشین تراش‌های برچی (با ابزارگاه چرخان)

- ۹-۳-۳ ماشین تراش‌های کامپیوتری..... ۱۱۹
- ۱۰-۳-۳ قابلیت‌های فرآیند گردتراشی..... ۱۲۴
- ۱۱-۳-۳ ملاحظات طراحی برای عملیات گردتراشی..... ۱۲۵
- ۱۲-۳-۳ راهنمایی‌هایی برای عملیات گردتراشی..... ۱۲۶
- ۱۳-۳-۳ سیستم‌های جمع‌آوری براده..... ۱۲۷
- ۴-۳ ماشینکاری پرسرعت، فرادقیق و گردتراشی سخت..... ۱۲۸
- ۱-۴-۳ ماشینکاری پرسرعت..... ۱۲۸
- ۲-۴-۳ ماشینکاری فرادقیق..... ۱۳۱
- ۳-۴-۳ گردتراشی سخت..... ۱۳۳
- ۵-۳ پیچ تراشی..... ۱۳۴
- ۱-۵-۳ نام‌گذاری رزوه پیچ..... ۱۳۵
- ۲-۵-۳ پیچ تراشی و رزوه تراشی توسط ماشین تراش..... ۱۳۶
- ۳-۵-۳ ملاحظات طراحی در پیچ تراشی..... ۱۳۹
- ۶-۳ داخل تراشی و ماشین آلات مربوطه..... ۱۳۹
- ۷-۳ مته کاری و مته‌ها..... ۱۴۳
- ۱-۷-۳ مته‌ها..... ۱۴۳
- ۲-۷-۳ نرخ برداشت ماده..... ۱۵۰
- ۳-۷-۳ نیروی رانشی و گشتاور..... ۱۵۱
- ۴-۷-۳ جنس و اندازه مته‌ها..... ۱۵۳
- ۵-۷-۳ مراحل مته کاری..... ۱۵۳
- ۶-۷-۳ اندازه‌گیری طول عمر مته..... ۱۵۵
- ۸-۳ ماشین آلات مته کاری..... ۱۵۶
- ۹-۳ برقکاری و برق‌ها..... ۱۵۹
- ۱۰-۳ فلاویزکاری و فلاویزها..... ۱۶۲
- ۱۱-۳ ملاحظات طراحی برای مته کاری، برقکاری و فلاویزکاری..... ۱۶۵



فرایندهای ماشین کاری برای تولید اشکال متنوع.....	۱۶۹
۱-۴ مقدمه.....	۱۷۰
۲-۴ عملیات فرزکاری.....	۱۷۱
۱-۲-۴ فرزکاری غلتکی.....	۱۷۲
۲-۲-۴ روتراشی.....	۱۷۸
۳-۲-۴ کف تراشی.....	۱۸۵
۴-۲-۴ سایر انواع تیغه ها و عملیات فرزکاری.....	۱۸۶
۵-۲-۴ نگهدارنده های ابزار.....	۱۹۰
۶-۲-۴ قابلیت فرآیند فرزکاری.....	۱۹۱
۷-۲-۴ راهنمایی های برای طراحی و بکارگیری فرآیند فرزکاری.....	۱۹۱
۸-۲-۴ دستگاههای فرزکاری.....	۱۹۳
۹-۲-۴ ماشین فرزهای نوع ستونی و زانویی.....	۱۹۴
۱۰-۲-۴ ماشین فرزکاری نوع بستری.....	۱۹۶
۱۱-۲-۴ انواع دیگر ماشینهای فرزکاری.....	۱۹۷
۱۲-۲-۴ تجهیزات نگهدارنده قطعه کار و لوازم فرعی.....	۱۹۹
۳-۴ مقدمه ای بر صفحه تراش و صفحه تراش دروازه ای.....	۱۹۹
۴-۴ مقدمه ای بر خان کشی.....	۲۱۱
۱-۴-۴ اصول خان کشی.....	۲۱۴
۲-۴-۴ ماشین های خان کشی.....	۲۲۷
۵-۴ مقدمه ای بر ارّه کاری.....	۲۲۹
۱-۵-۴ تیغه ارّه ها.....	۲۳۱
۲-۵-۴ انواع ماشین های ارّه کاری.....	۲۳۶

۲۴۳.....	۶-۴ مقدمه‌ای بر سوهان کاری
۲۴۴.....	۱-۶-۴ انواع سوهان‌ها
۲۴۵.....	۲-۶-۴ ماشین آلات سوهان کاری

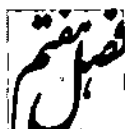


۲۴۷.....	ماشین کاری و تراش کاری
۲۴۸.....	۱-۵ مقدمه
۲۴۸.....	۲-۵ مراکز ماشینکاری و تراشکاری
۲۵۶.....	۱-۲-۵ انواع مراکز ماشینکاری و گردتراشی
۲۵۷.....	۲-۲-۵ خصوصیات و قابلیت‌های مراکز ماشینکاری
۲۶۰.....	۳-۲-۵ انتخاب ماشین - ابزار
۲۶۱.....	۳-۵ ساختار ماشین‌های ابزار
۲۶۳.....	۱-۳-۵ مواد
۲۶۵.....	۲-۳-۵ طراحی ماشین افزار
۲۷۰.....	۳-۳-۵ پیشرفت‌های اخیر در طراحی ماشین افزارها
۲۷۲.....	۴-۵ ارتعاش و لرزش در عملیات ماشینکاری
۲۷۲.....	۱-۴-۵ ارتعاش واداشته
۲۷۳.....	۲-۴-۵ ارتعاش خودزا
۲۷۴.....	۳-۴-۵ عوامل موثر بر لرزش
۲۷۵.....	۴-۴-۵ دمپینگ-Damping
۲۷۷.....	۵-۴-۵ دستورالعمل‌هایی برای کاهش ارتعاش و لرزش در ماشین افزارها
۲۷۸.....	۵-۵ مزایای اقتصادی ماشینکاری



ماشینکاری سایش و عملیات پرداختکاری.....	۲۸۱
۱-۶ مقدمه.....	۲۸۲
۲-۶ مواد ساینده.....	۲۸۶
۳-۶ سنگ سنباده‌ها.....	۲۹۱
۱-۳-۶ انواع چسب‌ها.....	۲۹۴
۲-۳-۶ درجه و ساختار چرخ.....	۲۹۸
۴-۶ فرآیند سنگ زنی.....	۲۹۹
۱-۴-۶ نیروهای سنگ زنی.....	۳۰۱
۲-۴-۶ دما.....	۳۰۳
۳-۴-۶ تنش‌های پسماند.....	۳۰۵
۵-۶ سایش چرخ سنباده.....	۳۰۵
۱-۵-۶ سایش ذره فرسایشی.....	۳۰۶
۲-۵-۶ شکست ذره.....	۳۰۷
۳-۵-۶ گسیختن چسبندگی و اتصال.....	۳۰۷
۴-۵-۶ تیز کردن، اصلاح کردن و تراش چرخ‌های سنباده.....	۳۰۸
۵-۵-۶ نسبت سنگ زنی.....	۳۱۱
۶-۵-۶ انتخاب چرخ سنباده و قابلیت سنگ زنی مواد.....	۳۱۲
۶-۶ عملیات سنگ زنی و ماشین آلات مربوطه.....	۳۱۳
۱-۶-۶ سنگ زنی سطحی.....	۳۱۳
۲-۶-۶ سنگ زنی استوانه‌ای.....	۳۱۶
۳-۶-۶ سنگ زنی داخلی.....	۳۱۹
۴-۶-۶ سنگ زنی بدون مرغک.....	۳۲۱
۵-۶-۶ سایر ماشین آلات سنگ زنی.....	۳۲۴
۶-۶-۶ سنگ زنی خشن تراشی.....	۳۲۵

۳۲۷.....	۶-۷ براده برداری سنگین توسط سنگ زنی
۳۲۷.....	۶-۸ لرزش در سنگ زنی
۳۲۸.....	۶-۹ ایمنی در عملیات سنگ زنی
۳۳۰.....	۶-۷ روان کننده‌های سنگ زنی
۳۳۱.....	۶-۸ ملاحظات طراحی برای سنگ زنی
۳۳۲.....	۶-۹ ماشینکاری ما فوق صوت
۳۳۴.....	۶-۱۰ عملیات پرداخت کاری
۳۳۴.....	۶-۱۰-۱ ساینده‌های روکش دار
۳۳۷.....	۶-۱۰-۲ برس زنی سیمی
۳۳۷.....	۶-۱۰-۳ هونینگ کاری
۳۳۹.....	۶-۱۰-۴ صیقل کاری
۳۴۱.....	۶-۱۰-۵ پولیش کاری
۳۴۲.....	۶-۱۰-۶ پولیش کاری مکانیکی شیمیایی
۳۴۲.....	۶-۱۰-۷ الکترو پولیش
۳۴۲.....	۶-۱۰-۸ فرآیندهای پولیش کاری توسط میدانهای مغناطیسی
۳۴۴.....	۶-۱۰-۹ جلاکاری با چرخ سنباده
۳۴۴.....	۶-۱۱ پلیسه گیری و خشن زدایی
۳۴۸.....	۶-۱۲ مزایای اقتصادی سنگ زنی و پرداخت کاری

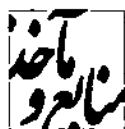


۳۵۱.....	فرآیندهای ماشینکاری پیشرفته
۳۵۲.....	۷-۱ مقدمه
۳۵۹.....	۷-۲ فرآیندهای ماشینکاری شیمیایی
۳۷۵.....	۷-۳ فرآیندهای ماشینکاری الکتروشیمیایی

- ۴-۷ فرایندهای ماشینکاری غیر متداول مکانیکی ۳۹۱
- ۵-۷ فرایندهای ماشینکاری غیر متداول حرارتی ۴۰۵
- ۶-۷ ساخت و تولید از طریق تکنولوژی نانو ۴۲۷
- ۷-۷ مایکرو ماشینکاری ۴۲۹
- ۸-۷ مزایای اقتصادی استفاده از فرایندهای ماشینکاری پیشرفته ۴۳۱



- ۴۳۳ رزوه تراشی و چرخ دنده تراشی ۴۳۳
- ۱-۸ مقدمه ۴۳۴
- ۲-۸ رزوه تراشی داخلی - قلاویرکاری ۴۵۱
- ۳-۸ رزوه تراشی با ماشین فرز ۴۶۱
- ۴-۸ رزوه تراشی با سنگ زنی ۴۶۳
- ۵-۸ نوردکاری رزوه ۴۶۵
- ۶-۸ چرخ دنده تراشی ۴۷۰
- ۷-۸ انواع چرخ دنده ها ۴۷۸
- ۸-۸ چرخ دنده زنی ۴۸۲
- ۹-۸ ماشین کاری چرخ دنده ها ۴۸۴
- ۱۰-۸ پرداخت کاری چرخ دنده ها ۵۰۲
- ۱۱-۸ بازبینی چرخ دنده ها ۵۰۷



- ۵۱۰ منابع و مآخذ ۵۱۰