



فرآیندهای ماشینکاری پیشرفته

تألیف:

حسن ال - هوفی

مترجمین:

اصغر صفریان

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مراغه)

صمد تقی زاده

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مراغه)

ابراهیم صفریان



سرشناسه: الحافی، حسن
عنوان و نام پدیدآور: فرآیندهای ماشینکاری پیشرفته/مؤلف حسن ال - هوفی؛ مترجمین: اصغر صفریان،
صمد تقی زاده، ابراهیم صفریان،
مشخصات نشر: مراغه: دانشگاه آزاد اسلامی (مراغه)، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری: خ، ۲۹۹ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک: ۶۵۰۰۰ ریال: ۱-۰۶۲۵-۱۰-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی:
Advanced machining processes: nontraditional and
hybrid machining processes

یادداشت: واژه نامه.

موضوع: ماشین کاری

شناسه افزوده: صفریان، اصغر، ۱۳۶۰ - مترجم

شناسه افزوده: تقی زاده، صمد، ۱۳۶۱ - مترجم

شناسه افزوده: صفریان، ابراهیم، ۱۳۵۹ - مترجم

شناسه افزوده: دانشگاه آزاد اسلامی. (مراغه)

رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ م ۷۴ الف ۱۱۸۵/۲

رده بندی دبویی: ۶۲۱/۹۰۲ شماره کتابشناسی ملی: ۲۳۱۶۹۶

نام کتاب: فرآیندهای ماشینکاری پیشرفته

مؤلف: حسن ال - هوفی

مترجمین: اصغر صفریان (عضو هیئت علمی آزاد اسلامی مراغه) - صمد تقی زاده (عضو

هیئت علمی آزاد اسلامی مراغه) - ابراهیم صفریان

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه

نوبت چاپ: چاپ اول بهار ۱۳۹۰

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

تعداد صفحه و قطع: ۳۱۰ صفحه - وزیری

قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال

شابک: ۱-۰۶۲۵-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

کلیه حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

مرکز پخش:

حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه - تلفن: ۰۴۲۱-۳۲۵۲۵۹۴ و ۰۴۲۱-۳۲۵۴۵۰۶

پیشگفتار

فرآیندهای ماشینکاری قطعات تمام شده‌ای با دقت و کیفیت سطح بالا تولید می‌کنند. در روش‌های سنتی ماشینکاری از ابزارآلات برشی که بایست سخت‌تر از جنس قطعه کار باشند، استفاده می‌شود. استفاده از قطعاتی با ماشینکاری مشکل، تلاش‌هایی را برانگیخت که منجر به معرفی فرآیندهای غیر سنتی ماشینکاری و پایه‌گذاری صنایع تولید مدرن شد.

فرآیندهای ماشینکاری غیر سنتی تک عملیاتی بر اساس نوع عملیات ماشینکاری که برش مواد قطعه کار را باعث می‌شود، طبقه‌بندی می‌گردند. برای هر عملیات، مکانیزم برش مواد، اجزاء سیستم ماشینکاری، متغیرهای فرآیند، مشخصات تکنولوژیکی و کاربردهای صنعتی معرفی شده‌اند.

نیاز به آهنگ تولید بالا، دقت محصول و کیفیت سطح باعث ترکیب دو یا تعداد بیشتر عملیات ماشینکاری و ایجاد یک فرآیند ترکیبی می‌شود. بر اساس مکانیزم اصلی ماشینکاری دو تقسیم‌بندی برای ماشینکاری‌های ترکیبی معرفی می‌گردد. مروری نیز بر فرآیندهای ماشینکاری ترکیبی موجود به همراه تحقیقات و تمایلات اخیر انجام شده است. برای هر فرآیند ماشینکاری ترکیبی، روش براده‌برداری، سیستم ماشینکاری، متغیرهای فرآیند و کاربردها مورد بحث قرار گرفته‌اند.

این کتاب یک مرجع جامعی برای فرآیندهای ماشینکاری غیر سنتی و همچنین ماشینکاری ترکیبی فراهم آورده است. این مجموعه برای تحصیلات تکمیلی در مهندسی ساخت و تولید و صنایع می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این مجموعه برای مهندسانی که در زمینه تکنولوژی ماشینکاری مدرن فعالیت می‌کنند، مفید می‌باشد.

در آماده‌سازی متن، توجه خاصی به توضیح ساده و قابل فهم موضوعات شده است. نمودارها ساده، واضح و قابل درک می‌باشند. به این شکل از تمام نویسندگانی که در این کتاب به مقالات، سایت‌های اینترنتی و سخنرانیهای ایشان رجوع شده است، کمال تشکر را دارم. مایه خوشحالی اینجانب خواهد بود چنانچه نکته‌نظرها و پیشنهادهای شما را به منظور بالا بردن کیفیت علمی این کتاب در ویرایش‌های بعدی دریافت نمایم.

کلیات کتاب

سرفصل‌ها و موضوعات زیر به صورتی گردآوری شده‌اند که مشخصات روش‌های ماشینکاری ترکیبی و غیر سنتی کاملاً توضیح داده شده و تفهیم گردد. کتاب در هشت فصل نوشته شده است:

فصل ۱: روشهای براده‌برداری

فصل ۲: روش‌های مکانیکی

فصل ۳: روشهای شیمیایی

فصل ۴: روش‌های الکتروشیمیایی

فصل ۵: روش‌های حرارتی

فصل ۶: روش‌های الکتروشیمیایی ترکیبی

فصل ۷: روش‌های حرارتی ترکیبی

فصل ۸: روش‌های ساخت با افزودن لایه ای مواد

در فصل اول، تاریخچه و پیشرفت روش‌های ماشینکاری معرفی و تفاوت روش‌های سنتی و غیر سنتی توضیح داده شده است. مثالهایی نیز از روش‌های برشی و سایشی ماشینکاری سنتی آورده شده است. ماشینکاری غیر سنتی تک عملیاتی بر اساس منبع انرژی که فرآیند براده‌برداری را باعث می‌گردد، طبقه‌بندی می‌شوند. ماشینکاری ترکیبی به عنوان نتیجه ترکیب دو یا تعداد بیشتری از فازهای ماشینکاری می‌باشد. ماشینکاری ترکیبی بر اساس مکانیزم اصلی براده‌برداری در طول ماشینکاری، طبقه‌بندی می‌گردد.

فصل دوم گستره زیادی از روش‌های مکانیکی غیر سنتی مانند ماشینکاری اولتراسونیک (USM)، ماشینکاری جت آب (WJM)، ماشینکاری جت آب ساینده (AWJM)، ماشینکاری جت یخ (IJM) و پرداخت ساینده مغناطیسی (MAF) را پوشش می‌دهد. در این فرآیندها انرژی مکانیکی به منظور اعمال ذرات ساینده، جت آب و جت یخ که باعث سایش مکانیکی (MA) روی مواد قطعه کار می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در فصل سوم، روش‌های ماشینکاری شیمیایی مانند فرزکاری شیمیایی (CHM)، ماشینکاری فتوشیمیایی (PCM) و پولیش الکتریکی (EP) مورد بحث قرار گرفته است. در این فرآیندها عمل براده‌برداری توسط انحلال شیمیایی (CD) در نقاط خاصی از سطح قطعه انجام می‌گیرد.

فصل چهارم روش های الکتروشیمیایی (ECM) و کاربردهای مرتبط شامل سوراخ کاری الکتروشیمیایی (ECDR)، ماشینکاری الکترولیتی لوله فرم داده شده (STEM)، الکتروستریم (موئین - ES)، سوراخ کاری جت الکتروشیمیایی (ECJD) و پلیسه گیری الکتروشیمیایی (ECB) را مورد بحث قرار می دهد. انحلال الکتروشیمیایی (ECD) آهنگ براده برداری را کنترل می کند.

فرآیندهای ماشینکاری که بر پایه عملیات ماشینکاری حرارتی انجام می گیرند، در فصل پنجم بررسی شده اند. این قسمت شامل ماشینکاری تخلیه الکتریکی (EDM)، ماشینکاری با اشعه لیزر (LBM)، ماشینکاری با اشعه الکترونی (EBM)، ماشینکاری با اشعه پلاسما (PBM) و ماشینکاری با اشعه یونی (IBM) می باشد. در اکثر این فرآیندها مواد بر اساس ذوب و تبخیر برداشته می شوند. خواص حرارتی قطعات ماشینکاری شده، آهنگ براده برداری را تحت تاثیر قرار می دهد.

فرآیندهای ماشینکاری الکتروشیمیایی ترکیبی در فصل ششم مورد بحث قرار گرفته است. برخی از این روش ها اساساً فلز الکتروشیمیایی به کمک فاز مکانیکی (سایش مکانیکی) در روش هایی مانند سنگ زنی الکتروشیمیایی (ECG)، هونینگ الکتروشیمیایی (ECH)، پرداخت عالی الکتروشیمیایی (ECS) و صیقل کاری الکتروشیمیایی استفاده می شود. ارایه فاز اولتراسونیک در روش ECM به کمک اولتراسونیک (USMEC) باعث افزایش انحلال الکتروشیمیایی می شود. اشعه لیزر واکنش های الکتروشیمیایی را فعال کرده و در نتیجه آهنگ براده برداری در ماشینکاری الکتروشیمیایی به کمک لیزر (ECML) افزایش می یابد.

فصل هفتم مباحث ماشینکاری حرارتی ترکیبی را شامل می شود. انحلال الکتروشیمیایی (ECD) عملیات سایش تخلیه الکتریکی (EDE) را طی ماشینکاری انحلال سایش الکتریکی (EEDM) افزایش می دهد. سایش مکانیکی فرآیند سایش حرارتی را در طول سنگ زنی تخلیه الکتریکی (EDG) و ماشینکاری تخلیه الکتریکی به کمک سایش (AEDG و AEDM) تشدید می کند. همراهی فاز اولتراسونیک فرآیند تخلیه را در روش EDM به کمک اولتراسونیک (EDMUS) افزایش می دهد. ماشینکاری سه گانه با ترکیب انحلال الکتروشیمیایی (ECD) و سایش مکانیکی به فاز اصلی خوردگی، در طول سنگ زنی تخلیه الکتروشیمیایی (ECDG) اتفاق می افتد. فرآیندهای ساخت با افزودن لایه ای مواد در فصل هشت بررسی شده اند. این فصل شامل گستره وسیعی از روش های نمونه سازی سریع است که به روش های بر پایه مایع، پودر و جامد تقسیم می شوند.

نکات مثبت کتاب

- ۱- مباحث مربوط به فرآیندهای ماشینکاری غیرستنی و ترکیبی، پوشش داده شده است.
- ۲- روش‌های ماشینکاری غیرستنی بر اساس فاز ماشینکاری که باعث براده‌برداری می‌شوند، طبقه‌بندی می‌گردند (فرآیندهای مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و الکتروشیمیایی).
- ۳- روش‌های ماشینکاری ترکیبی بر اساس مکانیزم اصلی براده‌برداری به حالت فرآیندهای ترکیبی حرارتی و ترکیبی الکتروشیمیایی طبقه‌بندی می‌شوند.
- ۴- اصول مکانیزم‌های براده‌برداری در ماشینکاری ترکیبی و غیرستنی به وضوح بیان شده است.
- ۵- نقش هر کدام از فازهای ماشینکاری (عامل براده‌برداری) بر رفتار فرآیند توضیح داده شده است.
- ۶- سیستم‌های ماشینکاری، اجزاء اصلی و چگونگی کارکرد آنها بیان شده است.
- ۷- نقش و تاثیر متغیرهای ماشینکاری بر مشخصه‌های تکنولوژیکی هر فرآیند (آهنگ براده‌برداری، دقت و کیفیت سطح) مورد بحث قرار گرفته است.
- ۸- روش‌های ساخت با افزودن لایه‌ای مواد که از اصول مشابه روش‌های غیرستنی تبعیت می‌کنند، ارائه شده‌اند.

این کتاب می‌تواند در موارد زیر مفید باشد:

- ۱- برای دانشجویانی که در زمینه مهندسی تولید، صنایع ساخت و تولید و مکانیک در دوره لیسانس تحصیل می‌نمایند.
- ۲- محققین و دانشجویان تحصیلات تکمیلی که سعی بر بررسی و فهم تئوری‌های براده‌برداری در روش‌های مدرن ماشینکاری را دارند.
- ۳- مهندسین و تکنسین‌های ماهر که در صنایع ماشینکاری پیشرفته مشغول کار هستند.

دلیل نگارش کتاب توسط نویسنده

این کتاب حاصل ۲۸ سال تجربه شامل تحقیق و تدریس روش‌های ماشینکاری مدرن در بسیاری از دانشگاه‌های جهان بوده است. حرقه نویسنده با انجام یک پروژه ارشد مرتبط با بررسی برخی از اثرات پارامترها بر گشادی سوراخ‌های ایجاد شده با روش ECM در اوایل سال تحصیلی

۱۹۷۵-۱۹۷۶ شروع شده است. پس از آن، نویسنده درجه کارشناسی ارشد خود را در زمینه دقت قطعات تولیدی در غوطه‌وری الکترولیتی^۱ در دپارتمان مهندسی تولید دانشگاه اسکندریه به پایان رسانده و به عنوان دستیار استاد، در ارائه روش‌های سنتی و غیرسنتی به تدریس پرداخت.

نویسنده مدت ۴ سال را در دانشگاه Aberdeen و ۱ سال در دانشگاه Edinburgh انگلستان روی دکترای تخصصی کار کرده است. در آن سالها نویسنده پایان‌نامه خود را در زمینه ماشینکاری ترکیبی قوس سیمی الکتروشیمیایی^۲ (ECAM) تحت راهنمایی پروفسور J. McGeough به پایان رساند. این کار تحقیقاتی توسط سازمان Wolfson و گروه British Technology حمایت شد. نویسنده به مدت سه سال دارای جایزه دانشجوی محقق بین‌المللی^۳ (ORS) بوده که او را در طول کار تحقیقی حامی بوده است. کار با یک گروه تحقیقی بزرگ و ارائه بحث‌های متعدد در جلسات مکرر باعث شد که نویسنده تجربیات بیشتری در ارتباط با بسیاری از کاربردهای ماشینکاری پیشرفته ترکیبی مانند ECM-EDM ترکیبی، سوراخ‌کاری ECAM و براده‌برداری کاسب الکتروشیمیایی^۴ کسب نماید. نویسنده عضو ثابت کمیته اصلی در کنفرانس CAPE بوده است که توسط پروفسور McGeough مدیریت می‌شد. نویسنده دو فصل کتاب ماشینکاری میکرو مواد مهندسی^۵ McGeough را ویرایش کرده و در نگارش فصل اول کتاب مشارکت داشته است.

در طول دوره حرفه‌ای دانشگاهی، نویسنده به عنوان مدرس شروع به کار نموده و درجه استادی کامل را در زمینه فرآیندهای ماشینکاری مدرن دریافت نموده و تمام دروس مرتبط با ماشینکاری را در بسیاری از دانشگاه‌های دنیا تدریس کرده است. نویسنده حدود ۵۰ مقاله تحقیقی مرتبط با فرآیندهای ماشینکاری ترکیبی و غیرسنتی چاپ کرده است. در دوران کار در دانشگاه قطر، نویسنده مسئول تدریس کورس تکنیک‌های ماشینکاری بوده است. بنابراین تمام مطالب کتاب در ذهن نویسنده متصور شده بود. نویسنده از سال ۲۰۰۱ روی این کتاب کار کرده است.

حسن ال-هوفی^۶

اسکندریه، مصر

1- Electrolytic sinking

2- Hybrid electrochemical arc wire machining

3- Overseas Research Student award

4- Electrochemical cusp removal

5- Micromachining of Engineering Materials

6- Hassan El-Hofy

تشکر و قدردانی

افراد بسیاری در تکمیل این کتاب سهمی داشتند و نمی‌توان نام تمامی ایشان را ذکر نمود. ابتدا برخود می‌دانم که از اساتید H.Youssef و M.H.Ahmed در دانشگاه اسکندریه مصر، اساتید d.H.Rahmatallah، S.Soliman و O.Saad در دانشگاه قطر به خاطر حمایت، پیشنهادات و تشویقات شان تشکر نمایم.

از همکاران قسمت تولید و ویرایشگر در انتشارات McGraw Hill بدلیل تلاشهایشان و اطمینان بخشی این نکته که متن کتاب دقیق و به خوبی طراحی شده است، تشکر صمیمانه‌ای دارم. از همسر Soaad و دخترانم Noha، Assmaa و Lina به خاطر حمایت و علاقه‌شان در تدوین متن کتاب، کمال تشکر را دارم. از فرزندم Mohamed بخاطر ارایه بحث‌ها، پیشنهادات و کارهای هنری فوق‌العاده‌اش در قسمتهای مختلف کتاب تشکر ویژه‌ای دارم.

افتخار بزرگی است که اینجانب مجوز استفاده از بسیاری از شکل‌ها و عکس‌های سازمان‌های مختلف زیر را در این کتاب داشته‌ام:

- Acu-Line Corporation, Seattle, WA
- ASM International, Materials Park, OH
- ASME International, New York, NY
- Extrude Hone, Irwin, PA
- IEE, Stevenage, UK
- Jet Cut incorporation, Waterloo, ON, Canada
- Jet-Edge, St. Michael, MN
- LCSM-EEPL, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Switzerland
- Precision Engineering Journal, Elsevier, Oxford, UK
- TU/e, Eindhoven University of Technology, Netherlands
- Vectron Deburring, Elyria, OH

فهرست مطالب

۱	 روشهای براده برداری	فصل اول
۱۹	 روشهای مکانیکی	فصل دوم
۶۹	 روشهای شیمیایی	فصل سوم
۹۵	 روشهای الکتروشیمیایی	فصل چهارم
۱۳۹	 روشهای حرارتی	فصل پنجم
۲۲۵	 روشهای الکتروشیمیایی ترکیبی	فصل ششم
۲۴۹	 روشهای حرارتی ترکیبی	فصل هفتم
۲۷۷	 روشهای ساخت با افزودن لایه‌ای مواد	فصل هشتم