٣٠١٥٠

مرکز اطلاعات ... ایران
۱۳۷۹ /۸/ ۸

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان :

شبیه‌سازی توزیع دما در سیستم ماشینکاری الکتروشیمیائی منقطع

استاد راهنما:

دکتر سید حسین منصوری

نگارش :

نصراله امین‌زاده

-7821

بهمن ماه ۱۳۷۴

۳۰۱۵۰

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به :

بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شهیدباهنر کرمان

تسلیم شده‌است، وهیچ‌گونه‌مدرکی‌به‌عنوان‌فراغت‌ازتحصیل‌دوره مزبورشناخته نمی‌شود

دانشجو : نصراله امین‌زاده

استاد راهنما:آقای دکتر سیدحسین منصوری

داور ۱ : آقای دکتر محمدعلی شفیعا

داور ۲ : آقای دکتر علی سینائی

دانشگاه شهید باهنر
کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

حق چاپ مخصوص مؤلف است

تشکر و قدردانی

با تقدیم برترین سپاس‌هاحضورآقای دکتر سیدحسین منصوری که در شکل گیری این پایان نامه راهنمائی و همفکری مستمر داشتند،انجام این پژوهش مرهون مراحم ایشان است.

اساتید محترم دکتر محمد علی شفیعا و دکتر علی سینائی که زحمت داوری این پروژه را داشتند، وآقای دکترعلی کشاورز و آقای دکترکریمی فر وآقای دکتر حسن خالقی وسایر اساتیدی که در دوران تحصیل مرا یاری نمودند تشکربه مناسب بذل عنایت‌شان به صور مختلف قدر دانی می‌شود.

در پایان مساعدت‌های آقای مهندس قنبرعلی شیخ‌زاده که در مراحل اجرای برنامه های کامپیوتری کمک‌های زیادی داشتند، و باید به آن اشاره داشت نیز تشکر می‌گردد.

چکـــیده

فرایندماشینکاری الکتروشیمیائی یکی از روشهای ماشینکاری است که براساس قوانین فاراده [۱] شکل گرفته‌است. از این فرآیند می‌توان برای کارهائی که توسط ماشینکاری های سنتی [۲] مشکل یاغیر ممکن است، بهره گرفت. ماشین‌کاری‌الکتروشیمیائی درتولید انبوه بسیار مناسب می‌باشد. بیشترین تحقیقات‌انجام گرفته بروی‌این روش ماشینکاری‌از سال ۱۹۶۰ به بعد است. [۱] در تحقیقات انجام گرفته آنچه که از اهمیت بیشتری برخوردار است مسائل مربوط به هیدرودینامیک سیال یا الکترولیت و دماهای ایجاد شده ناشی از عبور جریان الکتریکی بین دو الکترود است. [۲] به استناد مکتوبات علمی در دسترس توزیع دما در داخل شکاف بین دو الکترود و تغیرات دما اثرات جانبی زیادی بروی فرآیند الکتروشیمیائی دارد.

مسائل مربوط به هیدرودینامیک الکترولیت، وانرژی تولید شده در اثر ماشینکاری، از پارامترهای مهم در فرآیند ماشینکاری است، وتاثیر اساسی در معادلات مربوط به این فرایند دارد. در تحقیقات انجام گرفته تاکنون سعی در بدست آوردن توزیع دمادرفضای بین دو الکترود داشته‌اند، زیرا توزیع دما می‌تواند کمک بسیار مؤثری در بدست آوردن پیش رفتار های‌این نوع ماشینکاری وطراحی ابزار بکند.

در فرآیند ماشینکاری الکتروشیمیائی بکار بردن یک رلتاژمنقطع یاپالسی می‌تواند تسهیلات وشرایط خوبی رابرای کم‌کردن دما ونتیجتا" بکار بردن دانسیته جریان بالاایجاد نماید.دراین صورت اصلاح وتصحیح عوامل کنترلی ماشین بهترصورت می‌گیرد[۳].

دراین تحقیق هدف پیداکردن یک مدل ریاضی برای بکارگیری کامپیوتر و دستیابی به وضعیت توزیع دما در حالت دوبعدی درابزار، کار والکترولیت است. تحلیل و بررسی توزیع دما می‌تواند تحلیل بهتری رااز چگونگی اعمال پالسها و سرعت حرکت الکترولیت فراهم کند. نتایج بررسی‌هانشان دادکه در هنگام روشن بودن جریان الکتریکی سرعت الکترولیت تاثیر چندانی در انتقال حرارت ندارد. بنابراین می‌توان از سرعتهای کم الکترولیت برای بدست آوردن سطوح دقیق وبهتری استفاده کرد.

۱- Farady Law

۲- Conventional

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فهرست علائم ..... ی

فصل ۱ تاریخچه ومعرفی فرآیند ماشینکاری الکتروشیمیائی

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ چرا فرایند تولیدی غیر سنتی؟ ۲

۱-۳ فرایند ماشینکاری ۳

۱-۴ ماشینکاری الکتروشیمیایی چیست ۴

۱-۵ تئوری ماشین کاری ۵

۱-۵-۱ ماشیـــــن ۱۱

۱-۵-۲ الکتـــرولیـــت ۱۲

۱-۵-۳ فیلتروخصوصیات آن ۱۳

۱-۵-۴ ابـــــزار ۱۴

۱-۵-۵ قطعـــه کـــار ۱۵

۱-۵-۶ سیستم الکتریکی ۱۵

۱-۶ عوامل موثردرفرآیندماشینکاری ۱۶

۱-۶-۱ الکتـــــرولیـــت ۱۶

۱-۶-۲ فاصله بین دوالکترود ۱۷

۱-۶-۳ سرعت الکترولیت ۱۷

۱-۶-۴ سیستم وتجهیزات الکترولیت ۱۷

۱-۶-۵ انتخاب فرآیند حرکت الکتـــرولیـــت ۱۹

	عنوان	صفحه
۱-۷	مقایسه روشهای مختلف ماشینکاری	۱۹
۱-۸	کاربردهای ECM	۲۱
۱-۹	خصوصیات ECM	۲۳
فصل ۲	تحقیقات انجام گرفته پیرامون ECM	
۲-۱	مقدمه	۲۵
۲-۲	تحقیقات انجام گرفته	۲۶
۲-۳	دوره اول	۲۶
۲-۴	دوره دوم	۲۶
۲-۵	دوره سوم	۲۷
۲-۵-۱	دسته اول	۲۷
۲-۵-۲	دسته دوم	۳۰
۲-۵-۳	دسته سوم	۳۱
۲-۵-۴	دسته چهارم	۳۳
فصل ۳	روابط حاکم بر ماشینکاری الکتروشیمیائی	۳۴
۳-۱	مقدمه	۳۶
۳-۲	معادله حرکت لحظه‌ای الکترولیت	۳۸
۳-۳	پتانسیل الکتریکی	۳۹
۳-۴	معادله انرژی	۴۰
۳-۵	سرعت ماشینکاری	۴۰
۳-۶	نیروهای روی سطح	۴۱
فصل ۴	معرفی روشهای حل عددی	۴۱

	عنوان	صفحه
۴-۱	مقدمه	۴۳
۴-۲	حجم کنترلی	۴۳
۴-۲-۱	رویه A	۴۳
۴-۲-۱	رویه B	۴۴
۴-۲-۳	بحث درمورد رویه‌های A و B	۴۵
۴-۳	طرحهای مختلف برای انفصال	۴۴
۴-۳-۱	طرح تفاضل مرکزی	۴۶
۴-۳-۲	طرح آپ‌ونیدز	۴۸
۴-۳-۳	طرح پیوندی	۴۸
۴-۳-۴	طرح نمایی	۴۸
۴-۳-۵	طرح قاعده توانی	۴۹
۴-۳-۶	یک فرمول کلی	۴۹
۴-۴	انفصال معادله دوبعدی	۵۰
فصل ۵	مدل سازی برای حل مسئله	۵۴
۵-۱	مقدمه	۵۵
۵-۲	روش حل	۵۷
۵-۳	فرمول‌بندی	۵۸
۵-۴	معادله انتقال حرارت	۶۱
۵-۵	گسسته کردن دامنه و اعمال شرایط مرزی	۶۵
۵-۶	حل معادلات انفصال	۶۷
فصل ۶	ارائه نتایج	۶۹

عنوان		صفحه
۶-۱	مقدمه	۷۰
۶-۲	ارائه نتایج	۷۰
۶-۳	جمع بندی	۸۰

ضمائم

ضمیمه ۱(داده‌های تغییر دمادر دونقطه ابزار ، کار، و بین ابزار و کار) ۸۳

ضمیمه ۲(برنامه به‌زبان C++ برای بدست آوردن بهترین همگرائی)۹۲

ضمیمه ۳(برنامه فورترن توزیع دما در ماشینکاری PECM) ۱۰۸

مراجع ۱۳۸

فهرست علائم اختصاری

مقدار تنش برشی	τ_w
مقدار متوسط دانسیته جریان الکترولیت دوفاز	ρ
سرعت جریان الکترولیت	U
شتاب ثقل	g
جهت عمومی جریان	dS
جرم مولکولی	M
عدد فاراده	F
الکترو والانس فلز مورد تراش	Z
دانسیته جریان هیدروژن	ρ_h
دبی حجمی هیدروژن	V_h
دبی حجمی الکترولیت	V_e
دمای الکترولیت برحسب درجه سانتی گراد	T
فشار آتمسفر	P
دانسیتبه جریان	J
عرض ابزار	W
عدد رینولدز	Re
ویسکوزیته جریان دوفازه	μ_e
ضریب دارسی	λ
اختلاف پتانسیل الکتریکی	E

مقاومت مخصوص الکترولیت	R_e
مقدار ثابت تجربی است	β
مقدار ثابت تجربی است	α
اختلاف دما	ΔT
انرژی حرارتی ناشی از ویسکوزیته الکترولیت	Φ
مربوط به رویه راست از حجم کنترل	e
مربوط به رویه چپ از حجم کنترل	w
مربوط به رویه بالا از حجم کنترل	n
مربوط به رویه پائین از حجم کنترل	s
مربوط به گره مرکزی حجم کنترل	P
مربوط به گره اصلی راست P	E
مربوط به گره اصلی چپ P	W
مربوط به گره اصلی پائین P	S
مربوط به گره اصلی بالاP	N
متغیر عمومی	ϕ
اختلاف	Δ
جهت مختصات	x,y
چشمه	S
ضریب انتشار	Γ
عدد تعریف شده	Sh
زمان روشن بودن جریان	t_p

سرعت الکترولیت	U
طول کانال	L
تعداد پالس	M
ضریب هدایت الکتریکی	K_e
دانسته هیدروژن	ω_h
حرارت ویژه	c_p
شاره‌های حرارتی در وجوه حجم کنترل	$J_{e,s,n,w}$
حرارت تولید شده	Q
ضرایب متغیر وابسته معادله‌در جهات اصلی	$a_{p,n,w,s,e}$
میزان بار الکتریکی	q
قابلیت ماشینکاری	K_v

۱-۱مقدمه

روشها و تکنیکهای استفاده از ابزارهای تولید در چهل سال اخیرتغییرهـای گوناگونی‌کرده [۴] وبا روشـهای کنترل کامپیوتری [۱] ورباتیک [۲] درکارخانجات شرایط تولید انـعطاف پـذیرتری [۳] رابوجود آورده است. این ابداعات واختراعات باعث افزایش تولید وکاهـش زمان تولـید شـده. این فرآیند نه‌تنها در خودکـار شدن [۳] روشهای کنترل مـاشین‌های ابـزار نـقش ایـفاکـرده. بـلکه روشهای ماشینکاری وگسترش این روشـها نیز به نوبه خود باعث افزایش تولیدات و ماشینکاری مواد سـخت‌تر شـده است . معمولاً اختلاف بین ماشین کاری سنتی وغیر سنتی در انرژی بکار گرفته شده وروش استفاده ازاین انرژی‌ها اسـت. این انرژی ها بـه سه دسته عمده تقسیم‌بندی شده‌اند:

۱ـانرژی‌های مکانیکی ۲ـانرژی‌های ترموالـکتریک ۳ـانرژی‌هـای شـیمیایی

ماشـین‌کاری غیـر سـنتی [۵] توسـط بسـیاری از صـنایع مخـتلف بکارگرفته می‌شود. ولی در عین حال هنوز تولیدکنندگانی هستند که ازاین روشهـا آگاهی ندارند، وازمـزایـایی هـم کـه ایـن روشهـا می‌توانـد برای آنـها در بـرداشـته‌باشد نـاآگـاه هـسـتند. آنـهایی نـیز کـه فکـرمی‌کنند باروشـهای غیر سـنتی آشنایی دارند هم ازبعضی انوع دیگر این ماشیـنکاریها بی‌اطلاع هستنـد. چراکه یک فرایند ممکن اسـت شـکل‌هـای مخـتلفی در تـولیـد داشـته باشد. (مثل استفاده از انرژی جت با سرعت زیاد مواد ویا پرتوهای نورانی و یا خوردگی مواد شیمیائی) یـا اینکه از

۱-Computer Control ۲-Rofotics
۳-Flexible ۴-Automate
۵-Nontraditional

پیشرفتهای جدیدی که قابلیتهای این ماشین‌کاری را افزایش می‌دهد بی خبرباشند که ماشین‌کاری الکتروشیمیایی از آن جمله است .

۱-۲- چرا فرایند تولیدی غیر سنتی؟

بشر همواره در تلاش بوده است، که با استفاده از ابزارهای موجود وهوش وذکاوتی که‌دارد با خلق و پیدایش ابزار جدیدی زندگی را آسانتر و لذت‌بخش‌تر نماید. درطول قرنها منابع انرژی و ابزار هر دو توانمندیها وایده‌های پیچیده بشری را، با استفاده‌از وسایل و ابزارهایی که با وجود این دو شق[۱] خلق و بکارگمارده شده‌اند تکامل بخشیده ۰ در ابتدایی ترین شکلها از ابزار و وسایل سنگی که نسبتا ساده و پایدار بوده‌اند، برای مقاصد تولیدی استفاده می‌گردید. تا زمانی که آهن کشف شد در این ایام فلزات پایدار و ابزار مناسبتری تولید شد، و بالنتیجه در دنباله این تحول سرانجام در قرن بیستم مواد بیشتری ماشینکاری گردید، تولیدات مقاوم‌تر همراه با سطح پرداخت شده بهتری تولید گردید. و تلاش و کوشش‌های بیشتری برای تولیدات برروی مواد مختلف انجام گرفت. بموازات آن ابزارهایی از جنس آلیاژهای مختلف پدیدار گردید.[۴] از این رو هر چه با رشد و توسعه این مقوله قابلیتها افزایش می‌یافت، به تناسب آن مسائل گذشته حل می‌گشت و مسائل جدیدی نیز درتولید بوجود می‌آمد، که بایستی به گونه‌ای پاسخ داده می‌شدند. بطوریکه تولیدات امروز باسوالاتی مانند: چگونه می‌توان یک سوراخ بقطر دو میلیمتر (۰/۰۷۹in)و عمق ۶۱۰mm(۲۴in) بدون انحراف وخش[۲] بوجود آورد؟ روبرو گردید. یا اینکه فی‌المثل آیا راهی برای بوجود آوردن راهگاههای خیلی پیچیده در ریخته‌گری باضمانت ۱۰۰٪ بدون هیچگونه عوامل مزاحمی که معمولا دراینگونه راهگاهها بوجود می‌آید می‌توان یافت؟ آیا راهی برای تولید محصولات با کیفیت بالا ولی ارزان بگونه‌ای که بتوان با محصولات مشابه رقابت کند وجود دارد؟ آیا سرعت برشکاری در تولیدات‌به ۲۵۰ میلیمتر بر دقیقه ممکن ومیسراست ؟ ونیزاینکه آیا درفرآیندهای جوشکاری می‌توان روشی را

۱- Alternative

۲- Burr

برگزید که صدمات حرارتی تولیدات رامحدودنماید. وسوالات چند ازاین قبیل ، درانثنای سال ۱۹۴۹ کهانقلاب صنعتی رخ داد تولیدات برابر تقاضاها افزایش یافتند، و درعین حال مواد مقاوم‌تر شدند. لیکن خیلی از مواد وآلیاژها دراین روند غیرقابل ماشین کاری ماندند.[۴] درادامه این موضوع وپیدایش تحولات درتولیدات صنعتی بااستفاده ازشکل‌های جدید انرژی ونیز ابزار جدید فرآیندهای تولیدی نوینی شناخته شدند که، توانستند مشکلات ناشی از تولید در فرآیندهای تولیدی سنتی ازجمله غیر قابل ماشین کاری و یابرشکاری بودن پاره‌ای از آلیاژها و یا الحاق قطعات بیکدیگررا مرتفع سازند. به گونه‌ای که برداشت فلز هم اکنون می‌تواند باواکنش الکتروشیمیایی ، یاپلاسما با درجه حرارت بالا، ویاجت های سیال با سرعت زیاد وحامل مواد ساینده[۱] انجام پذیرد ویااینکه درگذشته در فرآیندهای تولیدی مشکل‌های زیاد برای شکل‌دادن مواد وجود داشت که، هم اکنون بامیدانهای مغناطیسی ویاروشهای انفجاری و یاموجهای ضربه ای ناشی ازقوسهای الکتریکی پرقدرت مواد قادر به‌شکل یافتن هستند[۴]. در ۴۰سال گذشته بیش از ۲۰ فرآیندتولیدی غیرسنتی پابه عرصه وجود گذاشتند وموقعیتهای مناسبی رادرتولیدات به دست آوردند. تعدد فرآیندهای تولید به دلایلی که قبلا" آمد صرفا" برای کاربردهای خاص و رفع مشکلات موجود درصنعت بوجود آمد،که در مورد هریک ازآنها درجایگاه خود قابل بحث خواهند بود.

۱ـ۳ـفرایند ماشینکاری

مکتوبات علمی در دسترس فرآیندهای ماشینکاری را به دوگروه تقسیم می‌کنند،که گروه اول را اصطلاحا" ماشینکاری سنتی وگروه دوم را ماشینکاری غیر سنتی یا مدرن می‌نامند .

انرژی بکارگرفته شده در اکثریت روشهای سنتی مکانیکی است، ولی در روشهای غیر سنتی انرژی بکارگرفته شده ممکن است که ترموالکتریک یا شیمیایی یا مکانیکی باشد .

بطور کلی ماشینکاری‌های سنتی از راندمان براده برداری بالایی برخوردارند، و حجم تراشه[۲] برداشته شده توسط روشهای سنتی در مقایسه با روشهای مدرن بجز ماشینکاری

۱- Abrasive

۲- Chips