مجله مهندسی مکانیک مدرس، آبان ۱۳۹٤، دوره ۱۵، شماره ۱۳، ویژه‌نامه مجموعه مقالات کنفرانس، ص‌ص ٤۳۱-٤۳۵

مجموعه مقالات کنفرانس ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزار پیشرفته، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳ و ۱٤ آبان ۱۳۹٤

مهندسی مکانیک مدرس

mme.modares.ac.ir

توسعه تکنولوژی برای روش‌های پیشرفته ماشین‌کاری با استفاده از سیستم‌های خبره

مرتضی صادق عمل نیک

استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم، قم

قم، صندوق پستی ۳۷۱۶۱۴۶۶۱۱، amalnik@qom.ac.ir

چکیده

در این مقاله در باره طراحی و ساخت یک سیستم هوشمند جهت انتقال و توسعه تکنولوژی جهت فرایندهای پیچیده و مدرن طراحی و ساخت و تولید بحث و بررسی می شود و یک مثال از سیستم هایی که توسط نویسنده طراحی و ساخته شده و اطلاعاتی که در اختیار مهندس طراح و مهندس تولید جهت بهینه کردن طراحی و ساخت قرار می‌دهد توضیح داده می شود. ثانیا سیستم این قابلیت را دارد که کلیه فرایندهای فوق‌الذکر را ایجاد و زمان و هزینه ماشین‌کاری و پیشروی ابزار را محاسبه نماید و اطلاعات بسیار مفیدی برای بهینه کردن طراحی و ساخت و تولید در اختیار طراح یا مهندس ساخت و تولید قرار دهد. از این سیستم می توان به عنوان یک مشاور و آموزش دهنده برای مهندسان و افراد تازه کار استفاده نمود و انتقال دانش و تکنولوژی تولید قطعات مختلف را با هریک از فرایندهای فوق الذکر به سرعت و به اسانی و بدون هیچ‌گونه هزینه انجام داد. در این مقاله درباره طراحی و توسعه چنین سیستم خبره‌ای بحث می‌شود و برای هر یک از فیچرهای طراحی تمامی الترناتیوهای ساخت درنظر گرفته و زمان و هزینه ماشین‌کاری و نرخ پیشروی ابزار محاسبه می شود و با مقدار تجربی مقایسه می‌شود.

کلید واژگان: سیستم خبره، بهینه‌سازی، ماشین‌کاری، الکتروشیمیایی

Development of Technology for Advanced Method of Machining by Using Expert System

Morteza Sadegh Amalnik

Department of Mechanical Engineering, University of Qom, Qom, I.R.Iran
P.O.B. 3716146611, Qom, Iran, amalnik@qom.ac.ir

ABSTRACT

In this paper, an expert system is developed for technology transfer and development in the process of design and manufacturing complex parts. The expert system evaluates machining time, cost and manufacturability of each design feature and offers useful information and advises the designers for optimum design. It also gives useful information to manufacturing engineer for selecting optimum machine parameters. This type of expert system can be developed as a consultancy system for complex parts which can be machined by advanced machining methods.

Keywords: Electrochemical, Expert System, Machining, Optimization.

۱- مقدمه

در فرایند طراحی هر قطعه بعد از طراحی هر شکل هندسی، نیاز به ماشین-کاری می‌باشد. برای ارزیابی طراحی از نظر زمان و هزینه ماشین‌کاری و قابلیت ساخت و کیفیت نیاز به سیستم هوشمندی می‌باشد که بتواند این‌کار را انجام دهد. در بسیاری از فرایندهای پیشرفته، مانند ماشین‌کاری غیر سنتی مانند ماشین‌کاری الکتروشیمیایی و یا ماشین‌کاری از طریق تخلیه الکتریکی و غیره استفاده می‌شود. از این فرایندها برای ماشین‌کاری انواع قطعات پیچیده استفاده می‌شود. جاذبه فرایند ماشین‌کاری با الکتروشیمیایی این است که نرخ باربرداری بستگی به سختی قطعه ندارد. و اتصالی بین ابزار و قطعه‌کار وجود ندارد. بنابراین ابزار می‌تواند برخلاف روش‌های سنتی خیلی نرم‌تر از قطعه‌کار باشد[۱]. کاربرد جدید الکتروشیمیایی شامل اره‌کاری، سنگ‌زنی، الکتروشیمیایی قطعات کوچک می‌باشد (میکروماشینینگ) که توجه زیادی را به خود جلب نموده است [۲]. ترکیبی از ماشین‌کاری به روش الکتروشیمیایی و تخلیه الکتریکی موجب افزایش سرعت ماشین‌کاری می‌شود [۴،۳]. مفهوم بکارگیری و استفاده از سیستم‌های هوشمند جهت انتخاب و بهینه کردن متغیرهای فرایندهای ماشین‌کاری در منابع [۶،۵] نشان داده شده است. هون اصول بکارگیری تکنیک‌های هوش مصنوعی در برنامه ریزی استراتژیک انتخاب بهینه فرایندهای ماشین‌کاری را از میان بسیاری از فرایندهای کاندید شده مشخص نموده است. در این مقاله اطلاعات و دانش مربوط به تعدادی از روش‌های ماشین‌کاری در پایگاه دانش ذخیره شده است [۴]. میل و همکارانش تکنیک برنامه‌ریزی جنرتیو براساس مدل‌ها و اشکال هندسی جنریک را برای ترتیب عملیات ماشین‌کاری هوشمند مشخص شده است [۵]. خیری یک روش ماشین‌کاری را از میان خانواده فرایندهای غیرسنتی انتخاب و تاکید بیشتر بر استفاده از برنامه‌نویسی به زبان پرولوگ نموده است [۶]. فنتون و گاگنون سیستم هوشمندی جهت انتخاب مواد برای عملیات برش‌کاری فلزات ارائه نمودند [۷]. کاربرد سیستم‌های پایگاه دانش یا سیستم‌های خبره جهت هدایت در انتخاب شرایط ماشین‌کاری بر ای روش‌های ماشین‌کاری سنتی محدود می‌باشد [۹،۸]. این سیستم ها در زمینه‌های عیب‌یابی و تشخیص عیوب موفقیت‌آمیز بوده است [۱۰]. پایگاه‌های اطلاعاتی و سیستم‌های هوشمندی هم‌اکنون برای انتخاب مواد وجود دارد [۱۱]. عمل نیک و مک گیخ سیستم هوشمندی جهت ارزیابی طراحی از نظر قابلیت ساخت به روش ماشین‌کاری الکتروشیمیایی طراحی و توسعه داده است. در این سیستم از یک طرف برای هر شکل هندسی طراحی شده زمان و

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

M. Sadegh Amalnik, Development of Technology for Advanced Method of Machining by Using Expert System, *Modares Mechanical Engineering*, *Proceedings of the Advanced Machining and Machine Tools Conference*, Vol. 15, No. 13, pp. 431-435, 2015 (in Persian فارسی)

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.85.5]

هزینه ماشین‌کاری را محاسبه و اطلاعات لازم را جهت بهینه کردن طراحی در اختیار مهندس طراح قرار می‌دهد و از طرف دیگر متغیرهای ماشین‌کاری را انتخاب و توصیه‌های لازم را جهت انتخاب بهینه متغیرهای ماشین‌کاری در اختیار مهندسین ساخت و تولید قرار می‌دهد [۱۲]. عمل نیک و همکارانش سیستم هوشمندی جهت ارزیابی طراحی از نظر زمان و هزینه و قابلیت ساخت از طریق ماشین‌کاری وایر کات به روش ترکیبی از الکترو شیمیایی و تخلیه الکتریکی ارائه نموده است. در این سیستم برای هر شکل هندسی طراحی شده زمان و هزینه ماشین‌کاری محاسبه و اطلاعات لازم جهت بهینه کردن طراحی در اختیار طراح قرار می‌دهد و توصیه‌های لازم را جهت انتخاب بهینه پارامترهای ماشین‌کاری در اختیار مهندسین ساخت و تولید قرار می‌دهد [۱۳]. مونایری و همکارانش جهت بهینه کردن ماشین‌کاری میلینگ یک سیستم هوشمند شبکه عصبی طراحی و توسعه نموده است. در این مقاله یک سیستم یکپارچه توسعه محصول برای بهینه کردن ماشین‌کاری ارائه نموده است [۱۴]. عمل نیک و همکارانش سیستم هوشمندی جهت بهینه کردن طراحی و فرایند ساخت و برآورد زمان و هزینه برای ماشین تراش سی ان سی طراحی و آن‌را توسعه دادند [۱۵]. ونگ و تسای مدل‌های هوشمندی برای پیش بینی صافی سطح، نرخ ماشین‌کاری و خوردگی ابزار را برای ماشین‌کاری مواد مختلف از طریق ماشین‌کاری به روش تخلیه الکتریکی توسعه داده است [۱۶]. عمل نیک سیستم هوشمندی جهت ارزیابی طراحی از نظر زمان و هزینه و قابلیت ساخت از طریق ماشین کاری به روش التراسونیک ارائه نموده است. در این سیستم برای هر شکل هندسی طراحی شده زمان و هزینه ماشین کاری محاسبه و اطلاعات لازم جهت بهینه کردن طراحی محصول و فرایند ساخت در اختیار مهندس طراحی محصول و مهندس طراح فرایند قرار داده می شود [۱۷]. جهت اطلاعات بیشتر به مقالات [۱۸-۲۰] رجوع کنید. امروزه بسیاری از قطعات مکانیکی پیچیده موردنیاز به عملیات ماشین‌کاری نیاز دارند و جهت ساخت و تولید آن از فرایندها و روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. بعنوان مثال برای ساخت پره توربین و یا پره‌های نازک کمپرسور با شکل دقیق و بازده بالا از ماشین‌کاری به روش الکتروشیمیایی استفاده می‌شود. در تولید پره توربین سرعت پیشروی ابزار ثابت است و شدت جریان در کل سطح قطعه کار زیاد است و از جریان‌هایی به بزرگی ۱۰۰ آمپر در سانتی متر مربع استفاده می‌شود. از این روش شکل‌دهی برای ساخت پره‌های توربین و کمپرسور و قطعات مشابه استفاده می‌شود.

۲- کاربرد سیستم هوشمند در انتقال تکنولوژی

در شرایطی که در فرایندهای الکتروشیمیایی و تخلیه الکتریکی و یا پرتوهای لیزر ماشین‌کاری در محیط دینامیک و پیچیده ای انجام می‌شود، هر تغییری که در هر لحظه در ویژگی‌های ابزار، قطعه‌کار، ماشین و متغیرهای ورودی در شرایط عملی بوجود می‌آید تاثیر مستقیمی بر ویژگی‌های ماشین کاری خواهد گذاشت. در چنین شرایطی اگر متخصص طراح فرایند خسته باشد و یا شرایط کاری مناسب نباشد و یا به هر دلیلی در شرایط عادی نباشد در این صورت امکان آن می‌رود که طراحی فرایند به صورت بهینه انجام نشود و عملیات ماشین‌کاری با مشکل روبرو شود. از طرف دیگر درصورتی که اتفاقی برای فرد متخصص پیش آید و یا به هر دلیل نتواند به کار خود ادامه دهد و یا استعفا دهد عملیات تولید بامشکل روبرو می‌شود. زیرا اکثر مهندسان و طراحان عمومی فرایند دارای اطلاعات محدودی در رابطه با متغیرها و پارامترهای ماشین‌کاری فرایندهایی مانند الکتروشیمیایی، تخلیه الکتریکی و غیره دارند و بدنبال متخصصین در این زمینه هستند و یا برای حل مشکل خود بدنبال پیدا کردن منبع و کتاب ها و مقالات علمی می‌باشند. اطلاعات این‌طور نیست که همیشه آماده و راحت بدست آید زیرا حجم زیادی از دانش فنی براساس تجربیات سال‌های زیادی حاصل شده است که بطور مناسب ذخیره نشده است و یا به آسانی در بانک‌های اطلاعاتی و مدارک قابل دستیابی نمی‌باشند. اموزش دادن نیروهای انسانی و جایگزین کردن آن‌ها به جای نیروهای متخصص و با تجربه در کوتاه‌مدت کار بسیار مشکل و تقریبا امکان‌پذیر نیست. در چنین شرایطی اگر دانش مناسب از منبع قابل اطمینانی موجود نباشد، کار و قطعات در دست ماشین‌کاری با تاخیر انجام می‌شود و قطعات ماشین‌کاری شده از نظر زمان و هزینه و مرغوبیت همراه با ریسک خواهد بود. و امکان آسیب دیدن ماشین و ابزار و قطعه‌کار افزایش خواهد یافت. جهت کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت و بهره‌وری و کمک به طراح و برنامه‌ریزی فرایند ساخت قطعات بوسیله ماشین‌کاری الکتروشیمیایی و غیره نیاز به سیستم هوشمندی می باشد تا کلیه عوامل موثر در هزینه و کیفیت و بهره‌وری در ابتداء طراحی و یا ساخت و تولید در نظر گرفته شود.

در این مقاله برای هریک از فرایندهای فوق‌الذکر یک سیستم هوشمند طراحی و توسعه داده شده است. این سیستم‌ها به هم مرتبط شده و بطور الترناتیو ایجاد می‌شوند. به‌عنوان مثال در این مقاله یک سیستم هوشمند برای بهینه کردن پارامترهای طراحی و ساخت به روش الکتروشیمیایی طراحی و ساخته شده است. این سیستم خبره می‌تواند به‌عنوان یک سیستم مشاوره‌ای دانش عمل کند. از یک‌طرف مهندس طراح را جهت انتخاب بهینه متغیرهای طراحی هدایت می‌کند و توصیه‌های لازم را جهت بهینه کردن طراحی ارائه می‌دهد و از طرف دیگر مهندسین فرایند ساخت را جهت انتخاب مناسب متغیرهای ماشین کاری برای رسیدن به اهداف مشخص شده هدایت می‌کند.

در سه دهه گذشته تلاش‌های زیادی جهت طراحی و توسعه سیستم‌های خبره و یا سیستم‌های پایگاه دانش انجام شده است و در زمینه های مختلفی از جمله در زمینه‌های طراحی و ساخت و تولید، ارزیابی قابلیت ساخت طراحی از نظر زمان و هزینه و کیفیت ساخت، بهینه‌سازی، تشخیص عیوب، انتخاب ابزار، انتخاب ماشین، انتخاب مواد و غیره، سیستم‌های مختلفی طراحی، ساخته و تجاری شده‌اند. در بسیاری از موارد طراحی و ساخت چنین سیستم-هایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. در ساخت محصولاتی مانند موتورهای هواپیما که نیاز به عملیات ماشین‌کاری زیادی می‌باشد، می‌توان از این سیستم‌ها جهت انتقال تکنولوژی و بهینه کردن متغیرهای طراحی، و ساخت، انتخاب بهینه ابزار، ماشین، مواد، و ترتیب عملیات ماشین‌کاری، کاهش ضایعات و بالا بردن ضریب اطمینان استفاده نمود.

در سیستم هوشمند طراحی و توسعه داده شده از پایگاه‌های اطلاعاتی مختلفی استفاده شده است که عبارتند از: **۱**- پایگاه اطلاعاتی انتخاب مواد: از این پایگاه اطلاعاتی جهت انتخاب انواع مواد استفاده می‌شود. در این پایگاه کلیه ویژگی‌های مربوط به مواد مختلف مانند نام، جنس، و شماره یا کد استاندارد مواد سختی، صفتی، وزن مخصوص، وزن اتمی، تعدادالکترون‌های اخرین مدار، قیمت، مشخصات فیزیکی، شیمیایی، متالوژی و مکانیکی مواد اورده شده است. ۲- پایگاه انتخاب ابزار: در این پایگاه انواع ابزارهای مورد نیاز همراه با ویژگی‌ها و خصوصیات، اندازه قیمت و سایر ویژگی‌ها قرارد اده شده است. ۳- پایگاه اطلاعاتی قید و بند و فیکسچرها: در این پایگاه انواع فیکسچر های موجود همراه با مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها ذخیره می‌شود. ۴- پایگاه اطلاعاتی ماشین‌ها: در این پایگاه اطلاعاتی انواع ماشین‌ها همراه با اندازه، قیمت، مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها ذخیره می‌شود. ۵- پایگاه متغیرها و

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.85.5]

پارامترهای ماشین‌کاری: در این پایگاه کلیه متغیرها و پارامترهای ماشین کاری ذخیره می‌شود. ۶- پایگاه اطلاعاتی مایع الکترولیت؛ در این پایگاه اطلاعات مربوط به انواع مایع الکترولیت ذخیره می‌شود. ۷- پایگاه اطلاعات طراحی: در این پایگاه اطلاعات هر یک از اشکال هندسی و فیچر های طراحی ذخیره شده است. از این پایگاه معمولا زمانی استفاده می‌شود که ارتباط متقابل و اینترفیسی بین طراحی محصول و طراحی فرایند ساخت وجود نداشته باشد. در شکل ۱ فلوچارت سیستم هوشمند به همراه پایگاه‌های اطلاعاتی آن نشان داده شده است. در شکل ۲ ساختار و خروجی‌های سیستم هوشمند نشان داده شده است.

۳- ارزیابی تجربی سیستم هوشمند

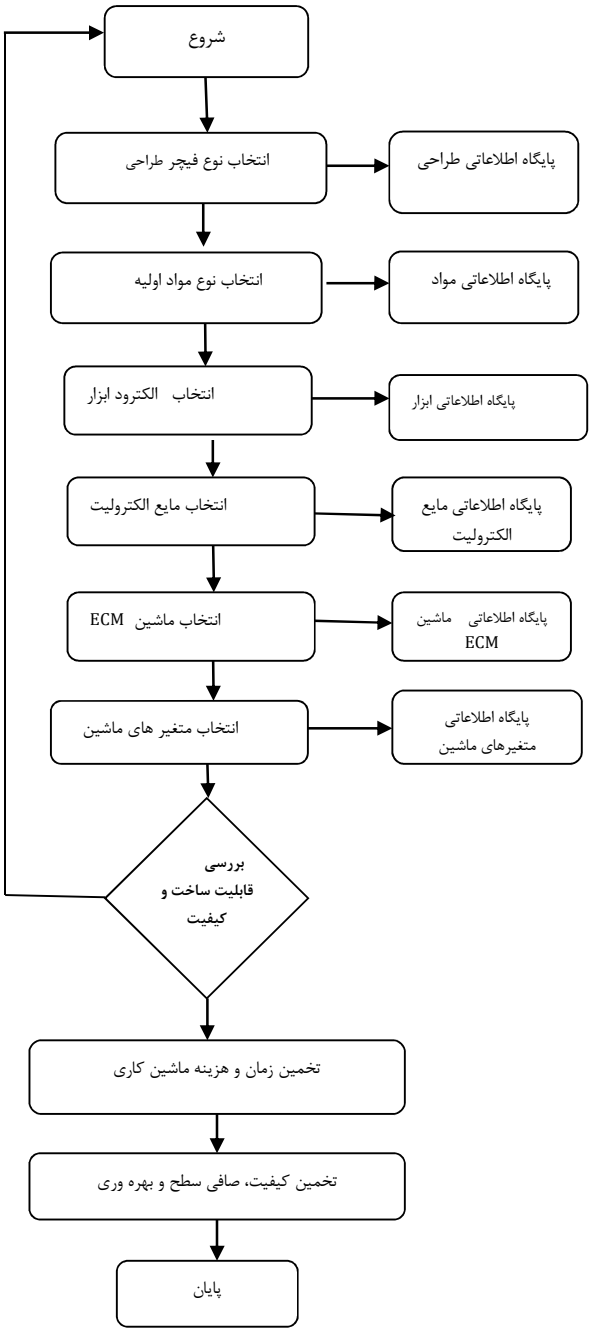
انواع اشکال هندسی را سیستم هوشمند می‌تواند قابلیت ساخت آن‌را از نظر زمان و هزینه ارزیابی نماید و توصیه‌های لازم را جهت انتخاب بهینه متغییر های طراحی و ساخت و تولید به طراح و مهندس ساخت و تولید ارائه نماید. برای اطمینان از خروجی سیستم هوشمند هزینه و زمان و نرخ پیشروی ماشین‌کاری یک حفره استوانه‌ای توسط سیستم هوشمند و ماشین‌کاری تجربی آن باهم مقایسه شده است. مقایسه زیر که در جدول ۱ مشخص شده است نشان می‌دهد که نتایج سیستم هوشمند به علت انتخاب بهتر متغیر های ماشین‌کاری بهتر از نتایج سیستم تجربی می‌باشد. و طراح در کمتر از ۳۰ ثانیه می‌تواند قابلیت ساخت و هزینه و زمان هر شکل هندسی که طراحی می کند از طریق سیستم هوشمند دریافت نماید. پایگاه اطلاعاتی دانش توضیح داده شده در بالا با نتیجه تجربی سوراخ‌کاری مقایسه شده و نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. در این آزمایش از ماشین الکتروشیمیایی ۵۰۰ آمپری و الکترولیت نیترات سدیم ۳۰ درصدی با نرخ جریان الکترولیت ۳۰ لیتر در دقیقه جهت انجام سوراخ‌کاری استفاده شده است. ابزار الکترود از جنس مس با قطر ۱۰ میلی‌متر استفاده شده است. در تجربه عملی ماشین کاری باروش الکتروشیمیایی، برآورد زمان و هزینه نرخ پیشروی و پارامترهای دیگر بسیار مشکل است. در مقابل سیستم هوشمند می‌تواند این بر آوردها را ظرف کمتر از ۳۰ ثانیه محاسبه و توصیه‌های لازم را جهت بهینه کردن طراحی ارائه نماید. همچنین می‌تواند توصیه‌های لازم را به مهندس طراح فرایند و مهندسین ساخت و تولید ارائه نماید. بعضی از خروجی‌های سیستم هوشمند الکتروشیمیایی طراحی شده برای سوراخ‌کاری سوراخی به قطر و عمق ۱۰ میلی متر در زیر نشان داده شده است.

٤- خروجی سیستم هوشمند

سیستم هوشمند با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی و محاسباتی و با استفاده از

جدول ۱ نتایج مقایسه سیستم هوشمند با نتایج تجربی ماشین کاری به روش الکتروشیمیایی

نوع فیچر	قطر (میلی متر)	روش استفاده	زمان ماشین‌کاری (دقیقه)	نرخ پیشروی میلی‌متر در دقیقه	هزینه ماشین‌کاری (پاند)
سوراخ ۱	۱۰	روش	۷/۵۰	۱/۳۳	۱/۹۱
سوراخ ۲	۱۰	تجربی	۷/۲۵	۱/۳۷	۱/۸۴
سوراخ ۳	۱۰		۷/۷۴	۱/۲۹	۱/۹۶
سوراخ ۱	۱۰	روش	۶/۷۷	۱/۴۸	۱/۷۲
سوراخ ۲	۱۰	هوشمند	۶/۷۷	۱/۴۸	۱/۷۲
سوراخ ۳	۱۰		۶/۷۷	۱/۴۸	۱/۷۲

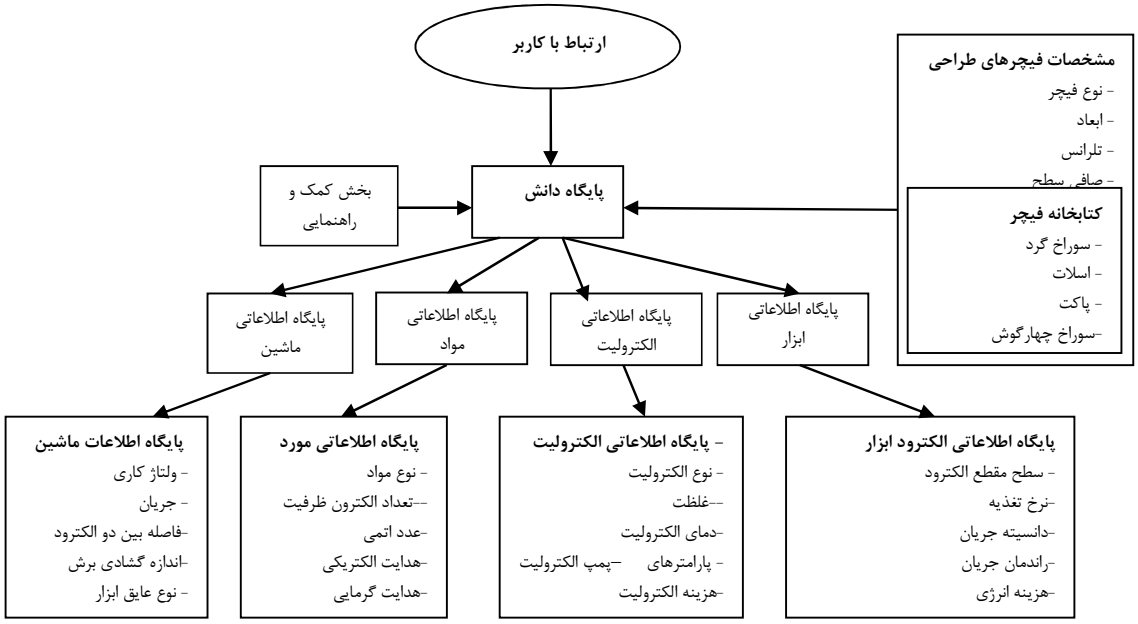


شکل ۱ فلوچارت سیستم خبره

تجربیاتی که از افراد متخصص دریافت شده و کتاب‌ها و مقالات علمی که در قالب قوانین و واقعیت‌ها در پایگاه دانش ریخته شده است خروجی‌های بسیاری می‌دهد که برای بهینه کردن پارامترهای طراحی و ساخت و تولید بسیار مهم می‌باشد. سیستم هوشمند برای سوراخ کردن یک قطعه آهنی اطلاعات زیر را به ما می‌دهد.

گرفتن اطلاعات مواد، از طریق پایگاه اطلاعاتی مواد، توسط سیستم هوشمند، ویژگی‌های ۷۲ مواد مختلف در آن ذخیره شده است. به‌عنوان مثال

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.85.5]



شکل ۲ ساختار و خروجی های سیستم هوشمند طراحی شده

ویژگی‌های مواد انتخاب شده در سیستم خبره عبارتند از:

-Material. type=Cast Iron
-Material. valence=2.0
- Material. removal rate=17.39
- Material. atomic weight=55.85
-Material. Rem. rates at 1000 A per cm min=2.21
-Material. working voltage=15.0
- Material. maximum current= 250.0

گرفتن اطلاعات الکترولیت از طریق پایگاه اطلاعاتی الکترولیت، توسط سیستم هوشمند که ویژگی‌های مواد مختلف الکترولیت در آن ذخیره شده است. این ویژگی‌ها عبارتند از:

-Electrolyte. composition= NaNo3
- Electrolyte. concentrations =240 gram per litre
- Electrolyte. temperatures =38 degree of centigrade
- Electrolyte. flow rate = 0.95 litre per m per 100A
- Electrolyte. velocity = 1500 to 3000 m per min
- Electrolyte. inlet pressure range =137 to 2060 kpa
- Electrolyte. outlet pressure range = 0 to 310 kpa

گرفتن اطلاعات ابزار از طریق پایگاه اطلاعاتی ابزار، توسط سیستم هوشمند که ویژگی‌های مواد ابزار مختلف در آن ذخیره شده است. این ویژگی‌ها عبارتند از:

-Electrode. type=Copper
-Electrode. electrical resistivity =1.71
-Electrode. electrode cost = medium
-Electrode. strength = 400.0
-Electrode. elasticity = 121.0
-Electrode. thermal conductivity =0.93
-Electrode. melting point = 1082.0
-Electrode. spark resistance = poor
-Electrode. repairability = fair

گرفتن اطلاعات از پایگاه اطلاعاتی ساخت توسط سیستم هوشمند:

-Feature. Type = circular hole
-Hole. diameter = 10.0 mm
-Hole. depth = 10.0 mm
-Hole. surface finish = 10 micrometer
- Hole. dimentional tolerance +, - =50
-Hole overall cut = 0.13
- Hole. tapper =0.01
-Electrolyte. volume flow rate = 3000.0
-Electrode. insulation material type = epoxy
- Electrode. insulation thickness = 0.13 mm
- Electrode. internal hole type = circular hole
-Electrode. internal hole area = 0.20
- Electrode. percentage tool wear = 0.0
-Machine. gap between two electrodes = 0.3
-Machine. range of side overcuts mm = 0.3
-Machine. working voltage = 15.0
-Machine. maximum current = 175.0
-Machine. gap between two electrodes= 0.3

تعیین پارامتر ها و زمان و هزینه ماشین کاری توسط سیستم هوشمند

- Material. type=Cast Iron
-Material. valence=2.0
-Material density = 7.86
- Material. removal rate=17.39
-Material. atomic weight=55.85
-Material. removal rates at 1000 A per cm min=2.21
-Material. working voltage=15.0
-Material. maximum current= 250.0
-Electrode. type=Copper
- Electrode. electrical resistivity =1.71
- Electrode. electrode cost = medium
-Electrode. strength = 400.0
- Electrode. elasticity = 121.0
-Electrode. thermal conductivity =0.93
-Electrode. melting point = 1082.0
-Electrode. spark resistance = poor
-Electrode. reparability = fair
-Electrolyte. composition= NaNo3
-Electrolyte. concentrations =240 gram per litre
- Electrolyte. temperatures =38 degree of centigrade
- Electrolyte. Flow rate range = 0.95 litre per m per 100A
-Electrolyte. Velocity range = 1500 to 3000 m per min
-Electrolyte. Inlet pressure range =137 to 2060 kpa
-Electrolyte. outlet pressure range = 0 to 310 kpa
-Feature. type = circular hole
-Hole. diameter = 10.0 mm
-Hole. depth = 10.0 mm
- Hole. surface finish = 10 micrometer

پیشنهاد و انتخاب شرایط ماشین کاری مناسب در سیستم هوشمند

-Hole. dimensional tolerance +, - =50
-Hole overall cut = 0.13
- Hole. taper =0.01
-Machine. gap between two electrodes = 0.3
-Machine. range of side over cuts mm = 0.3
- Machine. working voltage = 15.0
- Machine. current density = 297.09
-Machine. current efficiency = 0.3
- Machine. maximum current = 175.0
-Machine. feed rate =1.55

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.85.5]

- *Machine. power rate = 2.63*
-*Machine. energy unit cost = 4.0*
-*Machine. ECM machining time = 6.77*
-*Machine. ECM energy cost = 0.01*
-*Machine. penetration rate = 1.48*

برآورد مجموعه زمان و هزینه ماشین‌کاری و هزینه‌های سربار و نیروی انسانی توسط سیستم هوشمند

-*Machine. ECM capital cost* = 30000
-*Machine. ECM depreciation hour cost* = 1.71
-*Machine. ECM overhead hour cost* = 3.0
-*Machine. ECM labour minute cost* = 0.17
-*Machine. ECM machining maintenance time* = 1.02
- *Electrolyte. total cost of salt for 500 gallon* 20 ٪= 50.0
-*Machine. ECM total machining cost = 1.72 British pond*
-*Machine. ECM depreciation cost per part*
-*Electrolyte. cost per part = 0.01*
-*Machine. ECM energy cost = 0.01*
-*Machine. ECM machining time = 6.77*
-*Machine. ECM depreciation cost per part = 0.25*
-*Machine. ECM total labour cost per part = 1.46*
-*Machine. ECM total machining time = 8.59*
-*Machine. ECM total machining cost = 1.72*
-*Machine. ECM batch size = 1000.0*

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله توضیح داده شد که یکی از روش‌هایی که جهت انتقال تکنولوژی روش‌های پیچیده و پیشرفته ماشین‌کاری می‌توان از آن استفاده نمود بکارگیری از سیستم‌های هوشمند است. در شرایطی که از فرایندهای پیچیده ای مانند الکتروشیمیایی، تخلیه الکتریکی و غیره استفاده می‌شود، هر تغییری که در هر لحظه در ویژگی‌های ابزار، قطعه‌کار و متغیرهای ورودی در شرایط عملی به‌وجود می‌آید تاثیر مستقیمی بر ویژگی‌های ماشین‌کاری خواهد گذاشت. همچنین توضیح داده شد اگر متخصص طراح فرایند خسته باشد و یا شرایط کاری مناسب نباشد و یا به هر دلیلی طراح فرایند در شرایط عادی نباشد در این صورت امکان آن می‌رود که طراحی فرایند به صورت بهینه انجام نشود و عملیات ماشین‌کاری با مشکل روبرو شود. از طرف دیگر در صورتی که اتفاقی برای فرد متخصص پیش آید و یا به هر دلیل نتواند به‌کار خود ادامه دهد عملیات تولید با مشکل روبرو می‌شود. در صورت ایجاد چنین شرایطی، به‌دنبال متخصصین در این زمینه هستند و یا برای حل مشکل خود بدنبال پیدا کردن منبع و کتاب‌ها و مقالات علمی می‌باشند. اطلاعات این‌طور نیست که همیشه از طریق مقالات و کتاب‌های مرجع آماده و راحت به‌دست اید، زیرا حجم زیادی از دانش فنی، براساس تجربیات سال‌های طولانی حاصل می شود که به‌طور مناسب در خارج از ذهن طراح فرایند مستند و ذخیره نشده است و یا به آسانی در بانک‌های اطلاعاتی و مدارک قابل دستیابی نمی-باشند. اموزش دادن نیروهای انسانی و جایگزین کردن آن‌ها به‌جای نیروهای متخصص و با تجربه در کوتاه‌مدت کار بسیار مشکل و تقریبا امکان‌پذیر نیست. در چنین شرایطی اگر دانش مناسب از منبع قابل اطمینانی موجود نباشد، طراحی فرایند به‌طور بهینه انجام نمی‌شود و کار و قطعات در دست ماشین کاری با تاخیر انجام می‌شود و قطعات ماشین‌کاری شده از نظر زمان و هزینه و مرغوبیت همراه با ریسک خواهد بود. و امکان آسیب دیدن ماشین و ابزار و قطعه‌کار افزایش خواهد یافت. جهت کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت و بهره‌وری نیاز به سیستم هوشمندی می‌باشد تا کلیه عوامل موثر در هزینه و کیفیت و بهره‌وری در ابتداء طراحی در نظر گرفته شود و توصیه‌های لازم جهت بهینه کردن طراحی به طراح ارائه شود و از طرف دیگر پارامتر های ماشین‌کاری انتخاب و توصیه‌های لازم جهت انتخاب پارامترهای ماشین-کاری ارائه شود.

٦- مراجع

[1] J.A. McGeough, *Principles of electrochemical machining*, Chapman and Hall, London, 1974
[2] I.M. Crichton, J.A. McGeough, W. Munro and C. White, Comparative studies of ecm, edm and ecam, *Journal of. Precision Engineering, UK*, Vol 141, 1981, 155-160
[3] T.H. Drake and J.A. McGeough, Aspects of drilling by electrochemical arc machining, *Proceding of 2nd Machine Tool Design Research Conferance.*, Manchester Sept 1981, 361-369
[4] Hon, L,Selectionof Machining Processes by Expert Systems, *Workshop on Expert System in Manufacturing*, Nottingham University, 26-28 Sept. 1984
[5] Mill, F., Alder, G., An NC Oriented and Feature Based CAPP System, *5th-Computer Aided Process Engineering Conference,* Edinburgh 1989, pp 235- 238
[6] Khairy, A., A Knowledge Based System for the Optimum Selection of Machining Process, *Fourth International Conferance On Machine Tool design & Control(PADAC-4),* Alexandria University., december 1989, pp. 307-314
[7] Fenton, R. and Gagnon, M., Computer aided material Selection for Metal cutting Operations, *Annals of the CIRP,* 1993, Volume 42, 1993, pp. 565-568.
[8] Pham, D. and Pham, P., *Expert system: A Review*, in D.T. Pham(Ed.) Expert Systems in Engineering, IFS Pub., Kempston, U.K., 1988
[9] Hays, C., Automated Process System for Prismatic Parts, in A. Kusaik(Ed.), Expert Systems: Strategies and Solutions, in Manufacturing Design and Planning, Society of Manufacturing Engineering, dearbon, Michigan 1988, pp151-183
[10] Oldham, K. etal, Practical development of Knowledge Based Systems in Manufacturing, *Proceed. Of the 30th International. MATADOR Conference.*, Manchester, 31st March-1st April 1993, pp 331-344.
[11] Stammers, M., Material Knowledge for Engineering, *Metals Material.*, 6, 1990.
[12] Sadegh Amalnik Morteza and J.A. McGeough, An intelligent system for Manufacturability Evaluation of Design for Electrochemiocal Machining, *Journal of Material Processing Technology*, Vol.61, pp 130-139
[13] Sadegh Amalnik Morteza , H. El. Hofy and J.A. McGeough ,An Intelligent System for Manufacturability Evaluation of Design for Wire-Electroeurosion Dissolusion Machining, *Journal of Material Processing Technology*, Vol. 79, 1998 و pp 155-162
[14] El-Mounayri, H., Kishawy, H., and Briceno, J., Optimization of CNC ball end milling: a neural network-based model, *Journal Material Processing Technology*, 2004, pp1-13
[15] Sadegh amalnik, Morteza, Intelligent Knowledge Based System Approach for Ultrasonic Machining in Computer Base Concurrent Engineering Environment, *International Journal of Artificial Intelligent and Mechatronics.* Volume 3, Issue 2, 2014
[16] Wang, P.J. and Tsai, K.M., Semi-empirical model on work removal and tool wear in electrical discharge machining, *Journal of Material Processing Technology*,114(2001), pp 1-17
[17] Sadegh amalnik, Morteza, Optimization of Design and Manufacturing Processes for Wire-Electrochemical Spark Machining by using an Expert system, *International Journal of Artificial Intelligent and Mechatronics.* Volume 3, Issue 2, 2014
[18] Sadegh amalnik, Morteza, M.R.Najafi., Development of Design and Manufacturing Support Tool for Optimization of Ultrasonic Machining (USM) and Rotary USM, *Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production*, 2015.
[19] Sadegh amalnik, Morteza, Moayyedi,M.K. and Mirzaei, M. Expert System Approach for CAD/CAM Integration & Optimization Based on International Standard (STEP) and Computer Based Concurrent Engineering, *International Journal of Computer Technology*, 2015
[20]Sadegh amalnik, Morteza, Intelligent Knowledge Based System Approach for Optimization of Design and Manufacturing Processes for Wire-Electrical Discharge Machining, *Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production*, 2015.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.85.5]