بسمه تعالی

انواع موتور به کار رفته در دستگاه CNC

1- استپر موتور 2- سرو موتور 3- اسپیندل موتور 4- موتور آسنکرون و سایر موارد دیگري که مي توانند در بخش هاي مختلف يك CNC بكار گرفته شوند

1-استپر موتور

استپر موتورها جایگاه خاصی در ساخت دستگاه های CNC دارند و در سرعت های پائین، موتور بسیار مناسبی از نظر عملکرد و هزینه برای حرکت محورها محسوب می شوند. استپر موتورها که گاهی از آنها با عنوان موتور Gearboxless نام برده می شود، دارای حداکثر گشتاور در وضعیت متوقف و قفل هستند و گشتاور آنها با افزایش سرعت شروع به کاهش می کند و اگر فرکانس موج ورودی از مقدار مشخصی بالاتر برود، گشتاور خروجی موتور به حدی کاهش می یابد که حتی قادر به چرخاندن روتور خود هم نیست. پس از نظر گشتاور مزیت استپر موتور حرکت در دورهای پائین اما با گشتاور بالاست.

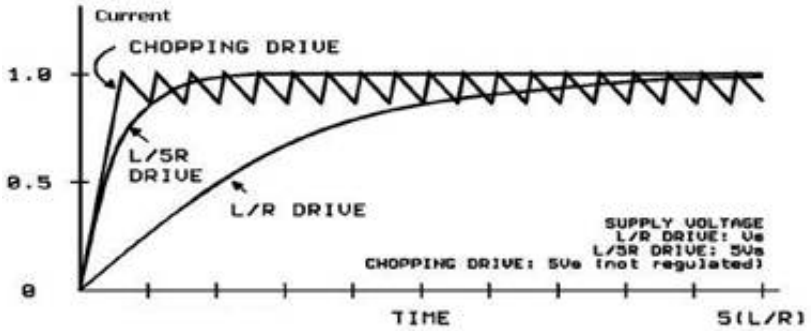
از نظر تعداد سیم پیچ هم استپر موتورهای مورد استفاده اکثرا دو فاز یا پنج فاز هستند که موتورهای پنج فاز دارای سرعت بالاتری نسبت به نوع دو فاز هستند، اما مدارات درایور لازم برای اینکار هم به نسبت پیچیده تر و گران قیمت تر می باشد.

از نظر دقت حرکت هم استپر موتورها با دقت های مختلفی عرضه می شوند که برای نوع دو فاز معمول ترین آن دارای دقت 1.8 درجه بر استپ و نوع 5 فاز دارای دقت 0.72 درجه بر استپ است. در بحث دقت موتور استفاده از روش پیشرفته ای به نام "میکرواستپ" یا microstepping می تواند برای استپر موتور، دقتی بسیار بیشتر از دقت نامی آن را ایجاد کند و پله های حرکت یک موتور را به مقادیر ریزتری تقسیم کند. بنابراین در اکثر دستگاه های CNC از درایورهای میکرواستپ به منظور رسیدن به دقت بالای حرکت استفاده می شود. نکته قابل ذکر این است که هرچند از طریق کاهش دور موتور با سیستم های مکانیکی می توان به دقت مورد نظر در روش های معمول درایو رسید، اما این کاهش دور علاوه بر هزینه هایی که می تواند از نظر مکانیکی بر سیستم تحمیل کند، موجب کند شدن حرکت خروجی می شود و افزایش دقت منجر به کاهش سرعت می شود و این امر مطلوبی نیست. بنابراین برای رسیدن به دقت مورد نظر در حین حفظ سرعت، چاره ای جز استفاده از روش های افزایش دقت به صورت الکترونیکی نیست و به همین دلیل است که درایورهای معمول full/half جایگاه چندانی در CNC های دقیق که از استپر موتور استفاده می کنند، ندارند و موتورهای دو فاز و پنج فاز معمولا به صورت میکرواستپ درایو می شوند.

درايورهاي استپر موتور به دوصورت ولتاژي و جرياني عمل مي كنند. در نوع ولتاژي كه بسيار ساده تراست، ولتاژ هاي مناسبي توسط سوئيچ هاي الكترونيك به سيم پيچ هاي موتور اعمال مي شود و با فرض اينكه گشتاور بار از گشتاور موتور كمتر باشد، حركت مورد نظر در موتور ايجاد مي شود. اشكال اين روش اين است كه با افزايش سرعت موتور و به دليل خاصيت سلفي آن، جريان گذرنده از موتور با افزايش فركانس كاهش مي يابد و بنابراين گشتاور موتور هم به همين دليل كاهش مي يابد. اين روش در حين اينكه از نظر پياده سازي بسيار ساده تر است اما به دليل اين كه با افزايش سرعت عملا استپر موتور به سرعت كارايي خود را از دست مي دهد، به دورهاي پائين و حركت هاي كند منحصر مي شود. مثالي از اين نوع درايو موتور، قرار دادن 4 عدد ترانزيستور براي سوئيچ كردن سيم پيچ هاي يك موتور دو فاز و با يك تغذيه ثابت است.

در روش درايو جرياني كه روش پيشرفته اي محسوب مي شود، از مقدار جريان هاي موتور فيدبك گرفته مي شود و متناسب با جرياني كه بايد از سيم پيچ موتور عبور كند، زمان اعمال ولتاژ به آن

تغییر مي كند و اين زمان مقدار ثابتي نيست. درايور موتور در اين حالت به عنوان يك منبع جريان و نه منبع ولتاژ عمل مي كند و بنابراين با اعمال هوشمند ولتاژ به موتور، سيم پيچ هاي آن را مجبور مي كند كه جريان مورد نظر را از خود عبور دهند. به همين دليل پاسخ موتور از نظر گشتاور و بالاتر بودن فركانسي كه موتور مي تواند در آن به حركت درست خود ادامه دهد، بسيار بهتر از درايو ساده از طريق اعمال ولتاژ در زمان هاي ثابت است. مثالي از اين نوع درايور، عملكرد مجموعه IC هاي L297-L298 از طريق ايجاد يك فيدبك جريان و مقايسه آن با يك ولتاژ reference مشخص است.
استپر موتورهای دو فاز در انواع 4 سیمه، 5 سیمه، 6 سیمه و 8 سیمه وجود دارند. در نوع 4 سیمه دو سیم پیچ مجزا وجود دارند که باید با روش Bipolar یا دو قطبی درایو شوند. در این روش با قرار دادن هر سیم پیچ در یک مدار پل (Bridge)، جریان در دوجهت از سیم پیچ عبور می کند. نقطه مقابل این روش، عبور جریان در یک جهت از سیم پیچ ها است که به این روش Unipolar یا تک قطبی گفته می شود. سر وسط هر سیم پیچ در این روش از موتور خارج می شود و معمولا به تغذیه مثبت درایور متصل می شود. با قرار دادن 4 سوئیچ قدرت، سرهای خروجی هر سیم پیچ در زمان مناسب به زمین متصل می شوند و بنابراین از هر نیمه سیم پیچ تنها در یک جهت جریان عبور می کند. روش دو قطبی از نظر مشخصه گشتاور و پاسخ موتور از هر جهت نسبت به روش تک قطبی مزیت دارد و تنها سادگی روش تک قطبی است که پیاده سازی آنرا راحت تر می کند. در استپر موتورهای 5 سیمه، دو سر وسط سیم پیچ ها بصورت داخلی به یکدیگر متصل شده اند و بنابراین باید به روش تک قطبی درایو شوند. در موتور های 6 سیمه، دو سر وسط در دسترس است تا هر یک از روش های تک قطبی یا دو قطبی را بتوان برای آنها بکار برد. اما در موتورهای با 8 سیم خروجی هر نیمه سیم پیچ بصورت مجزا خارج شده و این امکان وجود دارد که این نیمه سیم پیچ ها با یکدیگر سری یا موازی شوند. علاوه بر اینکه می توان این موتورها را با سری کردن سیم پیچ هابه هر یک از دو روش تک قطبی و دو قطبی درایو کرد، این امکان وجود دارد که هر دو نیمه سیم پیچ با یکدیگر موازی شوند و به صورت دو قطبی درایو شوند. موازی کردن سیم پیچ ها منجر به دوبرابر شدن جریان خروجی درایور است، اما ولتاژ لازم نسبت به روش دو قطبی را به نصف کاهش می دهد. به این نوع موتور ها، موتورهای Bifilar گفته می شود.
برای افزایش سرعت استپر موتورها معمولا دو روش مورد استفاده قرار می گیرد. در روش اول برای کاهش ثابت زمانی شارژ جریان موتور، یک مقاومت با هر سیم پیچ موتور سری می شود. بنابراین در ثابت زمانی L/R به دلیل افزایش مخرج کسر، کاهشی با نسبت عکس نسبت مقدار مقاومت ایجاد می شود. در این روش باید تغذیه درایور هم به مقدار مناسب افزایش یابد تا ولتاژ موتور تامین شود. اگر مقاومت سری موتور R در نظر گرفته شود و مقاومت NR با آن سری شود، ثابت زمانی به میزان N+1 مرتبه کاهش می یابد و تغذیه اعمال شده به کل مجموع موتور و مقاومت هم باید N+1 برابر شود تا جریان موتور حفظ شود.اشکال اصلی این روش، ایجاد تلفات حرارتی روی مقاومت سری و نیاز به تغذیه با ولتاژهای به مراتب بزرگتر از ولتاژ نامی استپر موتور است.
در روش دوم که به chopping معروف است، تغذیه ای به مراتب بزرگتر از مقدار نامی به سیم پیچ موتور اعمال می شود. بنابراین جریان موتور با شیب بزرگتری نسبت به وضعیتی که با ولتاژ نامی خود درایو شود، رشد می کند. به محض رسیدن جریان موتور به مقدار مورد نظر، وضعیت ولتاژ اعمال شده به آن تغییر می کند و بنابراین جریان مجددا کاهش می یابد. این سیکل نوسانی منجر به تثبیت جریان موتور در حوالی جریان مورد نظر می شود و همان عملکرد منبع جریان را شبیه سازی می کند. در شکل زیر نمایی از هر سه روش نمایش داده شده است (منبع SGS-THOMSON)



برای بکار بردن استپر موتور و درایور آن در یک دستگاه CNC باید به چه مواردی توجه شود؟ مسائلی نظیر دقت موتور، مشخصه گشتاور خروجی، ولتاژ و جریان نامی، تعداد سیم پیچ ها و ابعاد فیزیکی از جمله موارد تعیین کننده هستند. در مورد دقت موتور و امکان بکارگیری هر یک از درایورهای Full/Half و یا میکرواستپ در بخش های قبل توضیح داده شد. از نظر مشخصه گشتاور برای یک استپر موتور یک پارامتر Holding Torque برحسب kgf.cm یا N.cm یا N.m تعریف می شود (هر 1 N.m تقریبا 10 kgf.cmاست). سوالی که برای بسیاری از استفاده کننده ها از استپر موتورها مطرح می شود این است که این اعداد را باید چطور تعبیر کرد تا به قدرت موتور پی برد؟ مثلا موتوری با گشتاور 18 kgf.cmدر عمل چقدر قدرت دارد؟ پاسخ این سوال در تعریف کمیت گشتاور نهفته است. چنین موتوری می تواند در فاصله یک سانتیمتری از مرکز محور خود،
18 kgfنیرو بصورت مماس بر دایره چرخش وارد کند. به صورت دیگر در فاصله 10 سانتی متری از مرکز محور خود می تواند 1.8 kgfنیرو وارد کند. البته مقدار گشتاور با شروع چرخش موتور به تدریج کاهش می یابد و حداکثر آن در وضعیت قفل موتور اعمال می شود.
پس با توجه به این گشتاور و نسبت تبدیل هایی که در سیستم مکانیکی وجود دارد می توان استپر موتور را از نظر گشتاور خروجی آن انتخاب کرد.
درايورهاي صنعتي استپر موتور كه براي ساخت CNC مورد استفاده قرار مي گيرند، معمولا داراي 3 ورودي Pulse يا Clock و Direction و Enable هستند. در برخي انواع پيشرفته تر ممكن است بتوان بصورت سريال و با ارسال دستورالعمل هايي به درايور، جهت و مقدار حركت و ساير موارد را به درايور اعلام كرد. ممكن است خروجي هايي هم از درايور براي تشخيص شرايط Fault و مانند آن پيش بيني شده باشد.براي تنظيم سطح جريان موتور معمولا يك پتانسيومتر روي درايور قرار دارد كه جريان موتور بوسيله آن تنظيم مي شود و تغذيه اعمال شده به درايور هم به دليل مكانيزم كنترل جرياني كه وجود دارد، بسيار بزرگتر از ولتاژ نامي موتور در نظر گرفته مي شود. دقت حركت درايور هم مي تواند بوسيله ورودي هاي فرمان يا Dip switch يا فرمان سريال تعيين شود كه همه اين موارد بستگي به نوع درايور مورد استفاده دارد. براي ساخت CNC كافي است فرمان هاي خروجي كنترل كننده CNC به ورودي هاي درايور متصل شوند و تغذيه مناسب هم به درايور اعمال شود. با اجراي نرم افزار كنترل كننده CNC، فرمان هاي كلاك و جهت بصورت متوالي به درايور اعمال مي شود و موتور مورد نظر حركت متناسب با محور خود را انجام خواهد داد.

2-سرو موتور

سرو موتور به دو دسته کلی سرو موتورهای AC و سرو موتورهای DCتقسیم می گردد . سرو موتورهای AC عموما به سرو موتورهای DCترجیح داده می شوند ، بجز برای استفاده در سیستمهای با قدرت خیلی بالا، سرو موتورهایAC به دلیل اینکه نسبت به سرو موتورهای DCدارای بازده بیشتری هستند ترجیح داده می شوند . اگر چه تلفات توان نگرانی اصلی در سرومکانیسمها نیستند ، یک موتور پربازده از تلفات بیش از اندازه توان جلوگیری می کند

1-2 سرو موتورهای DC :

سروموتورهای dc موتور های DC با تحریک مجزا یا موتور های dc با آهنربای دائم هستند.اصول اساسی عملکرد آنها مشابه موتور های DC معمولی است.
سروموتورهای dc معمولا توسط ولتاژ آرمیچر کنترل می شوند آرمیچر طوری طراحی می شود که مقاومت زیادی داشته باشد.این کار باعث می شود تا مشخصه های گشتاور-سرعت خطی شده و شیب منفی بزرگی داشته باشد.شیب منفی میرایی لازم برای سیستم محرک سرو را تامین می کند.
توجه کنید که mmf آرمیچر و mmf میدان تحریک در ماشین DC بر هم عمود هستند. این خاصیت باعث پاسخ سریع گشتاور می شود زیرا گشتاور و شار از یکدیگر جدا شده اند . بنابراین تغییر پله در ولتاژ (یا جریان) آرمیچر باعث تغییر سریع موقعیت یا سرعت رتور خواهد شد.
در بین سرو موتورهای DC مختلف ، موتورهای سری ، موتورهای سری چـاکدار ، موتور کنترل موازی ، و موتور موازی مغناطیس دائم تحریک ثابت) قرار دارند . این واحدها توان خروجی بالایی نسبت به اندازه آنها تحویل می دهند و در مورد موتـور موازی با تحریک کنترل شده ، توان کنترلی کمی مورد نیاز است .

1-1-2 موتور سری

موتور سری دارای گشتـاور راه اندازی بالایی است و جریان زیادی می کشد و تنظیم سرعت کمی دارد کارکرد معکوس می تـواند با معکـوس کـردن پلاریتـه ولتاژ میدان با سیم پیچ میدان سری (یعنی یک سیم پیچ برای هرجهت چرخش) به دست آید . مـــورد اخیـــر بازده موتور را کاهش می دهد .

2-1-2 موتور سری چاکدار

موتور سری چاکدار می تواند به عنوان یک موتور تحریک مستقل با میدان کنترل شده به کار گرفته شود ، آنچنانکه در شکل زیر نشان داده شده است . آرمیچر باید از یک منبع جریان ثابت تغذیه شود . یک منحنی گشتاور سرعت نوعی ، گشتاور ایستای بالا و کاهش سریع گشتاور با افزایش سرعت را نشان می دهد . این امر میرایی خوب و خطای سرعت بالا را نتیجه می دهد .

3-1-2 موتور موازی

نوع موازی سروموتور DC از سایر موتورهای موازی برای کارکرد عمـومی متفاوت نیست . این موتور دو سیم پیچی مجزا سیم پیچی میدان که روی استاتور قرار داده شده و سیم پیچی آرمیچر که روی روتور قرار داده شده دارد .
هر دو سیم پیچی به یک منبع تغذیه DC متصل شده اند . در یک موتور DC موازی معمولی ، دو سیم پیچی به صورت موازی به تغذیه DC اصلی متصل شده اند . اما در یک کارکرد سرو ، سیم پیچی ها با منابع DC جداگانه ای تغذیه می شوند ، همانطور که در شکل زیر مشاهده می شود .
شکل بالا دیاگرام مداری یک موتورDC با میدان کنترل شده را نشان می دهد . در این موتور ، میدان با سیگنال تقویت شده خطا تحریک شده و سیم پیچی آرمیچر از یک منبع جریان ثابت نیرو می گیرد. گشتاور تحویلی تا اشباع متنـاسب با جریان میدان است .
جهت چرخش موتـور اگر پلاریتـه میـدان معـکوس شود عکس می شود.آرمیچر موتور با سیگنال تقویت شده خطا ومیدان از یک منبع جریان ثابت تغذیه می شوند .
میدان این موتور عموما بالاتر از زانوی مشخصه اشباع کار میکند (جهت حفظ گشتاور با حساسیت کمتر نسبت به تغییرات جزیی در جریان میدان) . همـچنین چگـالی شـار میـدان بالا ، حســاسیت گشتـاور موتـور را افزایش می دهد ، زیـــرا برای تغییـرات کوچـک در جـریان آرمیچر، گشتاور با حاصلضرب جریان در شار متناسب است .

پاسخ دینامیکی درموتور نوع کنترل شده میدان سریعتر است ، زیرا مدار آرمیچر لزوما یک مدار مقاومتی است وثابت زمانی کوتاهتری دارد . اگر پلاریته سیگنال خطا معکوس گردد ، موتور در جهت معکوس می چرخد .

4-1-2 موتور مغناطیس دائم

موتور مغناطیس دائم یک موتور تحریک ثابت موازی است که میدان ، با یک مغناطیس دائم تغذیه می شود . کارکرد شبیه به موتور با میدان ثابت و آرمیچر کنترل شده است.

مقاله دیگر:

سروموتورهای مورد استفاده برای حرکت محورهای یک دستگاه CNC، موتورهای مجهز به فیدبکی هستند که حرکت آنها بصورت Closed Loop یا حلقه بسته انجام می شود و معمولا مجهز به Shaft encoder متصل به محور موتور هستند. موتورهای مورد اشاره با سروموتورهایی که معمولا در هواپیماهای مدل و مانند آن بکار می روند و با وارد شدن یک پالس PWM به آن، زاویه مشخصی را در خروجی ایجاد می کنند، تفاوت اساسی دارند. سروموتورهای صنعتی که اخیرا در دستگاه های CNC مورد استفاده قرار می گیرند اکثرا از نوع AC هستند و قدرت و سرعت و دقت قابل توجهی را برای کنترل محورهای مکانیکی به نمایش می گذارند. چند مارک تجاری در ایران برای این موتورها وجود دارد که ارزان ترین آن سروموتورهای چینی با مارک TED است که حداقل قیمت یک موتور و درایور آن در حدود ششصدهزار تومان است. مارک های TECO(که همان TED و ساخت تایوان است) وmecapion و Panasonic و Lenze و Delta و مارک های مختلف دیگر هم در بازار وجود دارند که از نظر عملکرد و قیمت، تفاوت هایی با هم دارند.

سروموتور دارای یک کنترل کننده داخلی است که روی جریان، سرعت و مکان موتور نظارت می کند و معمولا خروجی های Encoder از درایور خارج می شود تا یک کنترل کننده جانبی هم بتواند در صورت لزوم عملیات کنترل را بدست بگیرد.

دو روش کلی برای کنترل حرکت این سروموتورها وجود دارد. در روش اول یک سیگنال آنالوگ به عنوان فرمان سرعت یا گشتاور موتور به درایور اعمال می شود و اگر کنترل مکان هم مورد نظر باشد، توسط کنترلر خارجی و با خواندن مکان موتور از سیگنال های Encoder انجام می شود. در روش دوم سروموتور شبیه یک درایور استپر موتور با فرمان های Clock و Direction و Enable عمل می کند و یک کنترل موقعیت در این وضعیت برقرار است که درایور داخلی با خواندن کلاک های ورودی و با توجه به ورودی جهت، موتور را به مکان مورد نظر هدایت می کند. این روش اخیر برای ساخت دستگاه های CNC و اتصال خروجی فرمان های کنترلر CNC به ورودی درایور سروموتور بسیار مناسب است و کار را بسیار آسان می کند. از جمله امکانات مهم این روش ، امکان تعریف یک چرخ دنده الکترونیکی است که از طریق آن می توان ضریبی از پالس های ورودی را برای حرکت موتور اعمال کرد که این ضریب می تواند کوچکتر و بزرگتر از یک باشد و یک حرکت کاهنده یا افزاینده را ایجاد کند. استفاده از این امکان در رابطه با میکروکنترلرها می تواند بسیار مفید باشد و با تعداد پالس های کمتر یک میکروکنترلر در واحد زمان، حرکتی معادل مضرب تعریف شده را در خروجی موتور حاصل کند. چنین امکانی در سرعت های بالا که باید صدها هزار پالس برای ایجاد حرکت تولید شود، می تواند این تعداد را به دهها هزار پالس کاهش دهد و پیاده سازی آنرا با میکروکنترلرهایی مانند AVR و PIC مقدور سازد.

3-اسپیندل موتور

اسپیندل موتور یکی از اجزای اصلی دستگاههای سی ان سی می باشد که وظیفه آنها براده برداری می باشد . متاسفانه اطلاعات در خصوص اسپیندل موتور در ایران بسیار کم می باشد و از آن صرفا بعنوان یک قطعه مورد استفاده در CNC ها شناخته می شود. لازم می دانم در این خصوص کمی

صحبت برای شما عزیزان داشته باشد .

اسپیندل موتور در خانواده موتورها در سری AC موتورها محسوب می شود . دقیقا مانند موتور کولری که در منزلتان دیده اید . تفاوتهایی که این دو موتور باهم دارند بیشتر در دوام عمر آنها در دور بالاست . فرکانس برق از جمله مهمترین عامل در سرعت دوران موتورهای های اسپید می باشد اگر اسپیندل موتورها را به برق سه فاز شهر وصل نمایید همانند یک موتور عادی شروع به دوران می کند دور آن حدود 2800 دور بر دقیقه می باشد. جهت افزایش فرکانس به یک اینورتر نیاز داریم . اینورتر را تهیه کنید و اسپیندل را به آن وصل نمایید. فرکانس 50 هرتز همان عکس العمل را بر روی موتور ایجاد می کند . فرکانس را افزایش دهید . دور موتور افزایش پیدا می کند . اگر موتور توان دوران 24000 دور را داشته باشد با افزایش فرکانس به 400 هرتز به دور 24000 دور خواهید رسید موتور کولر را هم اگر به اینورتر وصل نمایید و افزایش فرکانس دهید دور آن افزایش می یابد . بالا و بالاتر می رود و ناگهان می سوزد یا قفل می کند یا متلاشی می شود می دانید چرا ؟

AF 90 10/2
ATTACCO PER PINZA ER 25
ER 25 COLLET INTERFACE

KW	RPM
4	18000
4.6	24000

KG 12

AF 110 14/2
ATTACCO PER PINZA ER 32
ER 32 COLLET INTERFACE

KW	RPM
7.5	18000
8.5	24000

KG 20

AF 110 14/2
ATTACCO PER PINZA ER 40
ER 40 COLLET INTERFACE

KW	RPM
5	12000
7.5	18000

KG 22

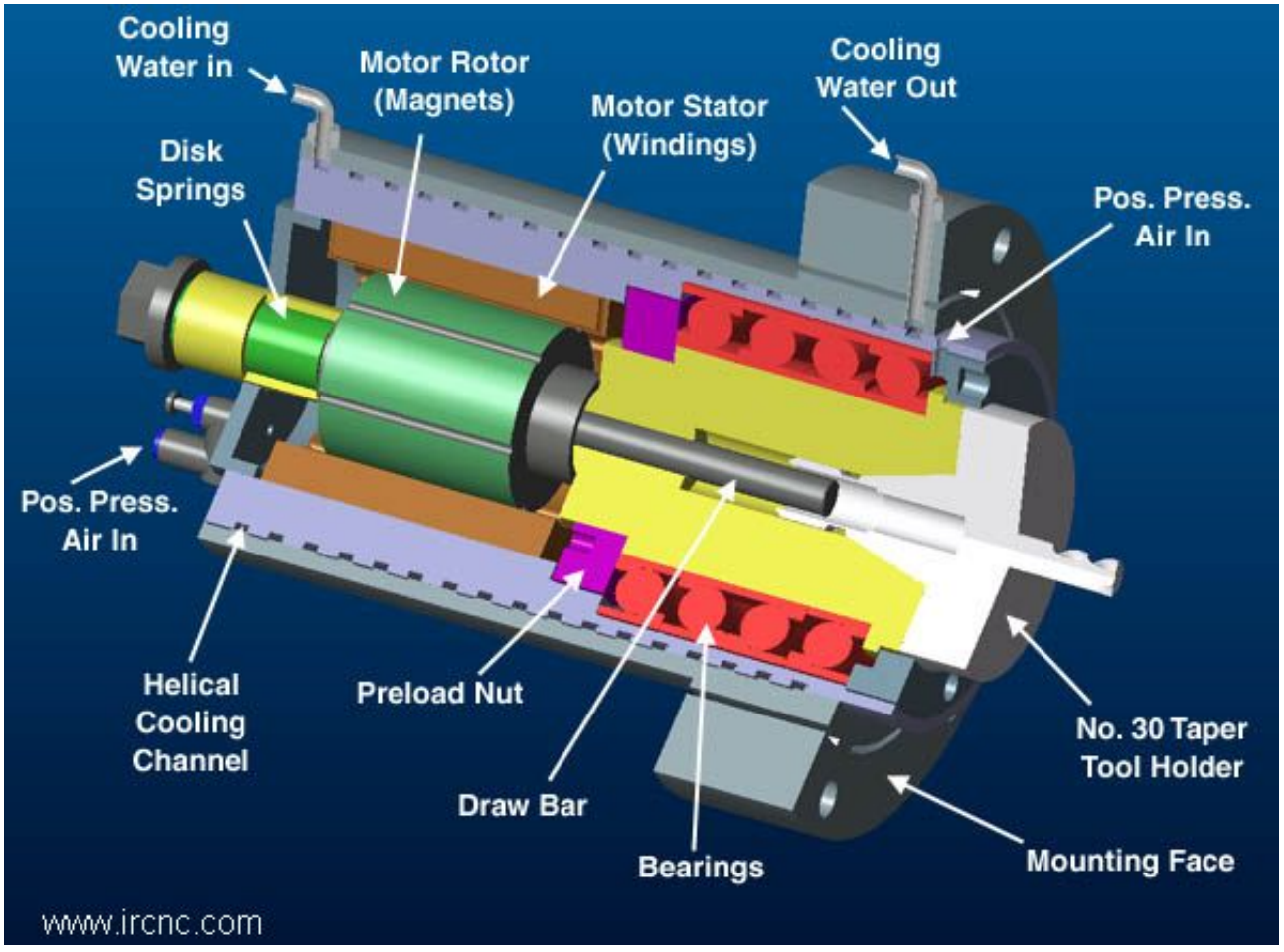
اسپیندل موتورها دارای چند خاصیت هستند که در موتورهای معمولی این موارد ایجاد نشده است . اولین مورد سنکرون بودن شفت روتور آنها می باشد . مثلا اگر اسپیندل موتور شما 24000 RPM باشد . در کارخانه سازنده شفت روتور را با دور 30000 دور بر دقیقه بالانس نموده اند تا جلوی لرزش شفت در دورهای بالا گرفته شود . یکی از مشکلات موتور معمولی در دورهای بالا همین است مطلب بعدی بسیار مهم بلبرینگ های مورد استفاده در اسپیندل موتورها بالاخص بلبرینگهای ابتدای موتور می باشد . بلبرینگهای اسپیندل موتورها های اسپید می باشد در بعضی از موتورها که دارای کلاس بالاتری نیز می باشند از بلبرینگ های سرامیکی می باشد . بلبرینگهای دور بالا توان تحمل حرارتی بالا می باشند سرامیکی بودن تغییرات انبساط و انقباض کم دارند و در دورهای بالا گریپاچ نمی کنند اما مشکلی که دارند قیمت بسیار بالای آنها می باشد .

مقاله ديگر:

اسپيندل يكي از قطعات اصلي در دستگاه هاي cnc ست.

وجود اسپيندل در دستگاه هاي cnc چوب ، طلا ، سنگ و دستگاه هايي كه عمليات حكاكي انجام ميدهند الزامي ست.

اساس كار اسپيندل ، چرخاندن سريع ابزار است. چرخش قدرت براده برداري ايجاد ميكند و هرچقدر سريعتر باشد ، كيفيت براده برداري بيشتر است.



قطعات و ساختار اسپيندل را در عكس فوق ميبينيد.

مطالب ircnc.com براي دارندگان دستگاه cnc هنري ارائه ميشود و از شرح جزئيات قطعات ميگذريم.

3-1 دسته بندي انواع اسپيندل :

اسپيندل ها را با پارامترهاي مختلفي ميتوان دسته بندي كرد. در اين مقاله از نظر قدرت ، سرعت ، ابزار گير و سيستم خنك كننده اسپيندل ها را بررسي ميكنيم.

3-1-1 قدرت :

هرچه قدرت اسپيندل بيشتر باشد ، ابزار بزرگ تري را ميچرخاند و سطح بيشتري را براده برداري ميكند و نتيجتا سرعت ماشين كاري بيشتر است.
همچنين قدرت بيشتر احتمال گير كردن ابزار در كار حين ماشين كاري را كاهش ميدهد و ميتوانيد عمق بيشتري را ماشين كاري كنيد. البته قدرت تحمل ابزار هم بايد زياد باشد.
البته قدرت زياد قيمت را هم افزايش ميدهد و معمولا در سرعت هاي بالا قدرت كم ميشود.

((براي cnc چوب، قدرت 3 كيلووات و بيشتر لازم است.
براي اسپيندل دستگاه cnc طلا قدرت 0.7 كيلووات و بيشتر كاربرد دارد.
براي كار سنگ قدرت 5 كيلووات به بالا توصيه ميشود.))

3-1-2 سرعت :

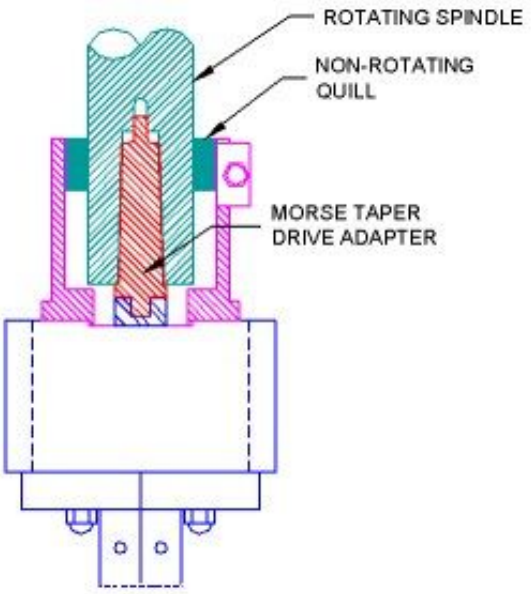
اسپيندل سيستمي ست كه براي سرعت هاي بيش از 10000 دور در دقيقه ساخته ميشود و با پيشرفت تكنولوژي به سمت سرعت هاي بيشتر پيش ميرود.
سرعت اسپيندل پيش نياز سرعت پيشروي ماشين كاري ست. همچنين كيفيت سطح كار با سرعت بالا افزايش ميابد.
معمولا در سرعت زياد، احتمال شكستن ابزار كم ميشود.
در اسپيندل هاي هواخنك (در ادامه توضيح داده شده) با افزايش سرعت ، صداي اسپيندل زياد ميشود به طوريكه صداي اسپيندل هواخنك 60000 دور براي كارطولاني غيرقابل تحمل است.
در حال حاضر اسپيندل هاي تا سرعت 120000 دور در دقيقه هم توليد شده است كه در هر ثانيه 2000 دور ميزند.
براي كار چوب سرعت خيلي زياد بيش از 36000) چوب را ميسوزاند و رنگ سطح را تغيير ميدهد.
در cnc طلا ، سرعت و جلاي سطح ماشين كاري، رابطه مستقيم دارند و تا 60000 دور هم در ايران استفاده ميشود.

((براي cnc چوب، سرعت بين 18000 تا 36000 دور در دقيقه پيشنهاد ميشود.
براي اسپيندل دستگاه cnc طلا سرعت 24000 دور و بيشتر كاربرد دارد.
براي كار سنگ سرعت 18000 تا 24000 دور توصيه ميشود.
براي كنترل سرعت اسپيندل از اينورتر استفاده ميگردد.))

3-1-3 ابزار گير :

وظيفه ي اصلي اسپيندل گرفتن و چرخاندن ابزار است. نحوه ي گرفتن ابزار معمولا از دو نوع استاندارد پيروي ميكند.

1-3-1-3 مورس : يك قلم بند مخروطي داخل قسمت مخروطي اسپيندل قرار گرفته و با فشار هوا فيكس ميشود.



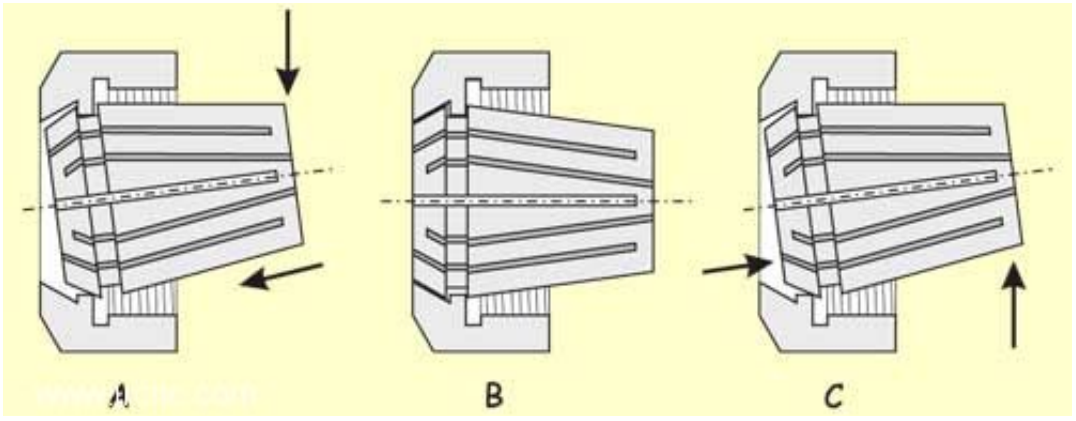
در اين روش تعويض ابزار سريع و راحت است و معمولا در اسپيندل هاي toolchang كه تعويض ابزار اتوماتيك است از استاندارد مورس استفاده ميگردد.

ER Collet 3-1-3-2 :

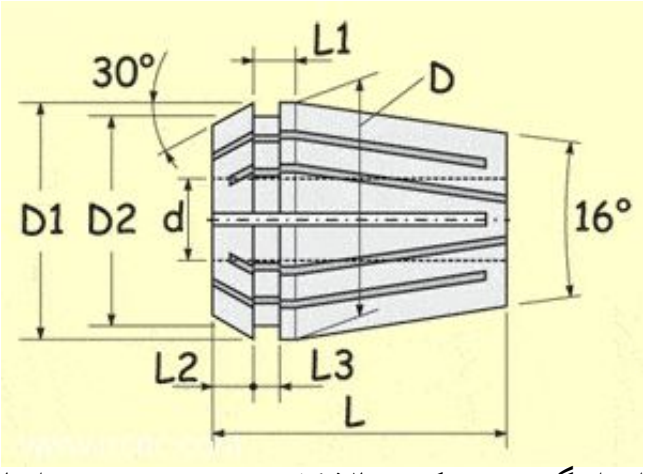
قطعه اي كه اصطلاحا فشنگي ناميده ميشود و به شكل مخروطي ست ، داخل قسمت مخروطي سر اسپيندل قرار ميگيرد.

با بسته شدن مهره ، فشنگي داخل رفته و علاوه بر فيكس و مركز كردن ابزار، در محل خود محكم ميشود.

در عكس زير نحوه ي صحيح بستن فشنگي در مهره اسپيندل شكل B است.



اکثر اسپيندل هاي cnc هاي هنري در ايران از اين استاندارد پيروي ميکنند.
پارامترهاي مهم در انتخاب فشنگي در عکس زير نشان داده شده است.



براي خريد فشنگي ، قطر ابزارگير در عکس بالا d) و همچنين D1 را بايد بدانيد.

استاندارد کامل ER در جدول زير نشان داده شده است.

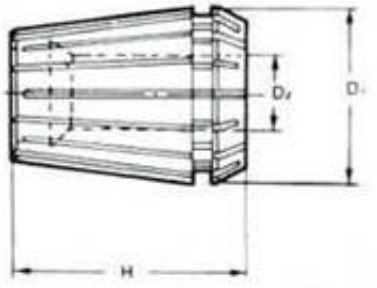
COLLETS DIN6499 TYPE ER

ER8, ER11, ER16, ER20, ER25, ER32, ER40

筒夹/索咀

Collet must be assembled into the clamping nut before inserting into the chuck

■Dimensions:



(Unit: mm)

Model No.	D1	H	D2
ER11	11.5	18	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7
ER16	17	27	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
ER20	21	31	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
ER25	26	35	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
ER32	33	40	3, 5, 6, 7, 8, 9,10 ,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
ER40	41	46	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

Model No.	D1	H	D2

ER11	11.5	18	1/32,1/16,3/32,1/8,3/16,7/32,1/4
ER16	17	27	1/32,1/16,3/32,1/8,3/16,7/32,1/4,5/16,11/32,3/8
ER20	21	31	1/16,3/32,1/8,3/16,7/32,1/4,5/16,11/32,3/8,13/32,7/16,1/2
ER25	26	35	1/16,3/32,1/8,3/16,7/32,1/4,5/16,11/32,3/8,13/32,7/16,1/2,17/32,9/16,5/8
ER32	33	40	3/32,1/8,3/16,7/32,1/4,5/16,11/32,3/8,13/32,7/16,1/2,17/32,9/16,5/8,21/32,11/16,3/4,25/32
ER40	41	46	1/8,3/16,7/32,1/4,5/16,11/32,3/8,13/32,7/16,1/2,17/32,9/16,5/8,21/32,11/16,3/4,25/32, 13/16,27/32,7/8,15/16,31/32,1

• Ordering instructions:ER16(2)=Collet ER16 with Clamping Capacity 2mm-1mm.

(Unit: mm)

ER11		ER16		ER20		ER25		ER32		ER40	
SET.	1 3PCS	SET.	10PCS	SET.	1 2PCS	SET.	1 5PCS	SET.	1 8PCS	SET.	23PCS
NO.	RANGE mm	NO.	RANGE mm	NO.	RANGE mm	NO.	RANGE mm	NO.	RANGE mm	NO.	RANGE mm
ER11-1	1.0-0.5	ER16-1	1.0-0.5	ER20-2	2.0-1.0	ER25-2	2.0-1.0	ER32-3	3.0-2.0	ER40-4	4.0-3.0
ER11-1.5	1.5-1.0	ER16-2	2.0-1.0	ER20-3	3.0-2.0	ER25-3	3.0-2.0	ER32-4	4.0-3.0	ER40-5	5.0-4.0
ER11-2	2.0-1.5	ER16-3	3.0-2.0	ER20-4	4.0-3.0	ER25-4	4.0-3.0	ER32-5	5.0-4.0	ER40-6	6.0-5.0
ER11-2.5	2.5-2.0	ER16-4	4.0-3.0	ER20-5	5.0-4.0	ER25-5	5.0-4.0	ER32-6	6.0-5.0	ER40-7	7.0-6.0
ER11-3	3.0-2.5	ER16-5	5.0-4.0	ER20-6	6.0-5.0	ER25-6	6.0-5.0	ER32-7	7.0-6.0	ER40-8	8.0-7.0
ER11-3.5	3.5-3.0	ER16-6	6.0-5.0	ER20-7	7.0-6.0	ER25-7	7.0-6.0	ER32-8	8.0-7.0	ER40-9	9.0-8.0
ER11-4	4.0-3.5	ER16-7	7.0-6.0	ER20-8	8.0-7.0	ER25-8	8.0-7.0	ER32-9	9.0-8.0	ER40-10	10-9.0
ER11-4.5	4.5-4.0	ER16-8	8.0-7.0	ER20-9	9.0-8.0	ER25-9	9.0-8.0	ER32-10	10-9.0	ER40-11	11-10
ER11-5	5.0-4.5	ER16-9	9.0-8.0	ER20-10	10-9.0	ER25-10	10-9.0	ER32-11	11-10	ER40-12	12-11
ER11-5.5	5.5-5.0	ER16-10	10-9.0	ER20-11	11-10	ER25-11	11-10	ER32-12	12-11	ER40-13	13-12
ER11-6	6.0-5.5			ER20-12	12-11	ER25-12	12-11	ER32-13	13-12	ER40-14	14-13
ER11-6.5	6.5-6.0			ER20-13	13-12	ER25-13	13-12	ER32-14	14-13	ER40-15	15-14
ER11-7	7.0-6.5					ER25-14	14-13	ER32-15	15-14	ER40-16	16-15
						ER25-15	15-14	ER32-16	16-15	ER-40-17	17-16
						ER25-16	16-15	ER32-17	17-16	ER40-18	18-17
								ER32-18	18-17	ER40-19	19-18
								ER32-19	19-18	ER40-20	20-19
								ER32-20	20-19	ER40-21	21-20
										ER40-22	22-21
										ER40-23	23-22
										ER40-24	24-23
										ER40-25	25-24
										ER40-26	26-25

13

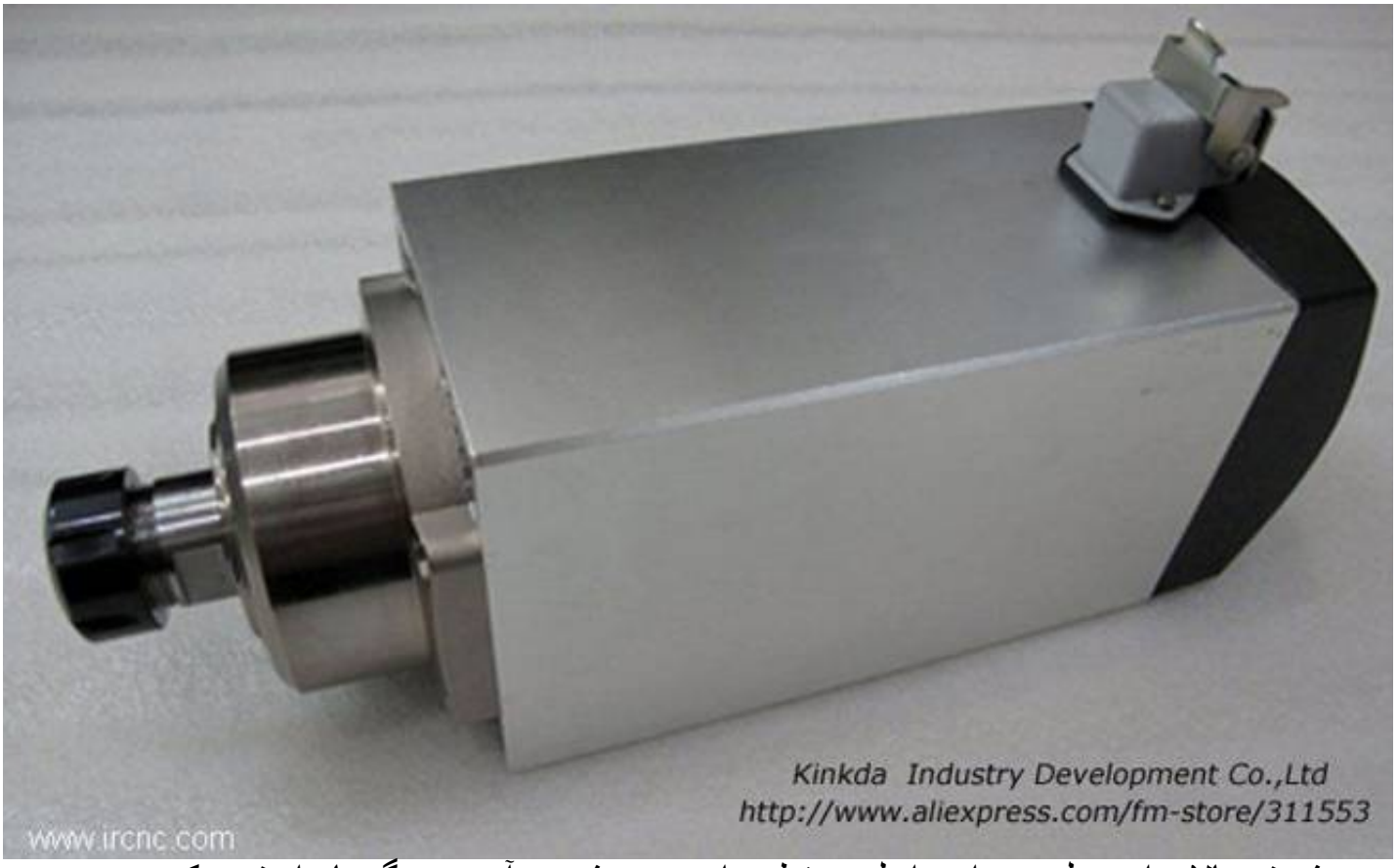
3-1-4 سيستم خنك كننده :

سرعت بالاي اسپيندل ، موجب داغ شدن قطعات چرخنده ميشود. گرم شدن موجب استهلاك ميشود و بايستي خنك گردد.

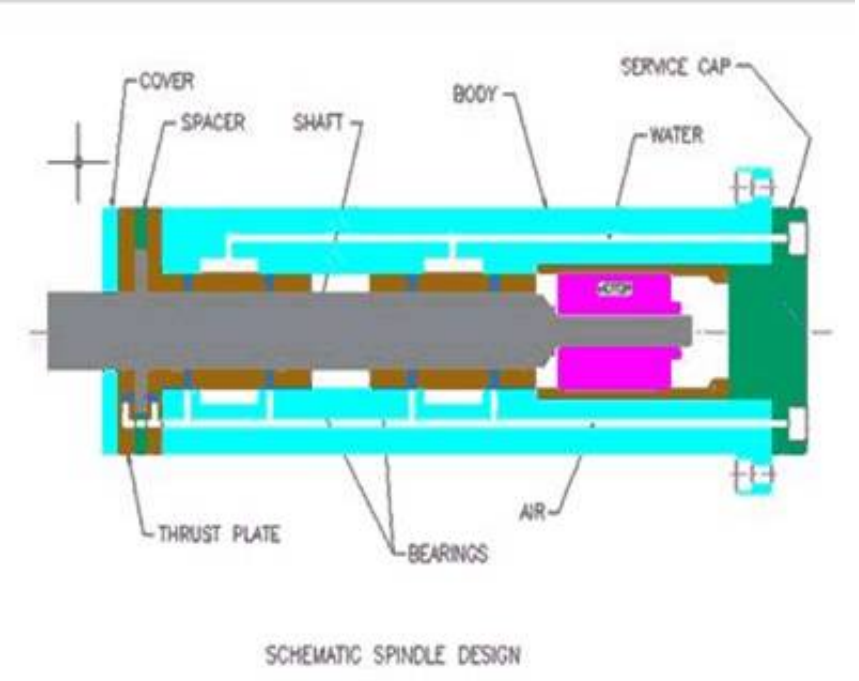
در حال حاضر دو روش براي گرفتن گرماي اسپيندل وجود دارد. هواخنك و آب خنك

3-1-4-1 سيستم هواخنك

در روش هواخنك، بالاي شافت چرخنده ي اسپيندل يك فن قرار دارد و با چرخش اسپيندل ميچرخد. اسپيندل هواخنك معمولا مقطع مستطيلي به شكل زير دارد.



چرخش فن بالاي اسپيندل ، هواي داخل محفظه را به چرخش در آورده و گرما را دفع ميكند.
البته اطراف اين اسپيندل هم آب قرار دارد ولي در گردش نيست. آب اطراف اسپيندل هواخنك در نقشه زير نشان داده شده است.



SCHEMATIC SPINDLE DESIGN

2-4-1-3 سيستم اسپيندل آب خنك :

اسپيندل هاي آب خنك مقطع دايره دارند و يك ورودي و يك خروجي آب دارند.

براي نصب بايد يك مخزن و پمپ آب داشته باشيد و حتي الامكان از سنسور حرارت آب استفاده نمائيد.

تهيه و تنظيم:وحيد صادقی
Ashkanzx1@yahoo.com
vahidsadeghi@mailfa.org

اسپیندل های آب خنک و هوا خنک

ابعاد اسپ	سرعت	قدرت	نوع فشنگی	بلبرینگ سرامیک	ولتاژ	جریان	فرکانس ارتعاشی	قیمت
ention	Speed	Power	Collet	Bearing	Voltage	Current	Frequancy	Price ($)
'L:165	24000	0.8	ER11	C7002*4	220	6.5	400	600
'L:170	24000	1.5	ER11	C7002*4	220	8.0	400	670
'L:200	24000	2.2	ER16	C7004*4	220	8.5	400	680
'L:200	24000	2.2	ER20	C7005*4	220	8.5	400	750
*L:300	24000	3.0	ER20	C7005*4	220/380	10.0	400	900
*L:325	18000	4.0	ER25	C7006*4	220/380	8.0	300	1150
*L:362	18000	5.5	ER25	C7007*4	220/380	11.0	300	1600
*L:343	24000	7.5	ER32	C7007*4	220/380	15.8	400	2000
'L:220	42000	1.2	ER11	B7005C*2	220	4.4	700	800
'L:240	30000	1.8	ER16	B7005C*2	220	7.0	500	800
*L:297	10000	0.8	ER32	7009C*2	380	1.8	166	1000
*L:260	18000	3.2	ER20	7006C*2	380	8.8	400	1100
'L:230	24000	1.2	ER11	7004C*2	220	4.0	300	700
'L:225	36000	1.2	ER11	7005C*4	220	4.0	400	840
'L:210	60000	1.2	ER11	7004C*2	220	4.0	400	900
'L:300	60000	0.3	ER8	7002C*2	75	4.5	200	450
'L:250	36000	1.5	ER11	7006C*2	220	5.0	400	450

SALIMIAN: 09131650665

4-موتور آسنکرون

این موتورها در بخشهای مختلف CNC های بزرگ به عنوان موتور چرخاننده ابزار یا پمپ و موتور Fan و غیره بکار می روند. موتورهای آسنکرون در توان های پائین می توانند بصورت تکفاز راه اندازی شوند. اما بهترین عملکرد آن با تحریک سه فاز است که برای تغییر دور آن هم از یک اینورتر با خروجی سه فاز استفاده شود. اینورترهای سه فاز تا حد توان کمتر از 2.2 کیلو وات با ورودی تکفاز وجود دارند و بوسیله مدارات الکترونیکی، خروجی سه فاز را از روی تکفاز تولید می کنند. در این حالت موتوری که در اتصال به سه فاز بصورت آرایش ستاره بسته می شود، در اتصال به اینگونه اینورتر ها باید بصورت مثلث بسته شود تا ولتاژی که روی هر سیم پیچ موتور می افتد با وضعیتی که موتور مستقیما از سه فاز 380 ولت تغذیه می شود، برابر باشد. معمولا از توان های بالاتر از 2.2کیلووات، اینورترها با ورودی 3 فاز تحریک می شوند و این امر به دلیل کاهش جریان به دلیل افزایش ولتاژ ورودی است. تعداد قطب های یک موتور سه فاز، دور خروجی آن را در هر فرکانس مشخص می کند که برای موتورهای RPM 1400 برابر 4 قطب و برای RPM 2800 برابر 2 قطب است. چندین روش برای درایو کردن این موتورها وجود دارد که ساده ترین آن اینورترهای 6 پله ای است و بعد از آن روش های SPWM و SVM و DTC و غیره مطرح است که نیاز به دانش فنی بالایی برای پیاده سازی این روش ها وجود دارد. موتورهای آسنکرون شاید پرمصرف ترین نوع موتورها در صنعت دنیا باشند و در هر صنعتی از جمله ساخت دستگاه های CNC جایگاه خاصی را در کاربرد های مخصوص به خود دارا می باشند.

تهیه و تنظیم: وحید صادقی
vahidsadeghi@mailfa.org
ashkanzx1@yahoo.com