فصلنامه تحقیقات مکانیک کاربردی
جلد ۴، شماره ۲، ص‌ص ۲۵ الی ۳۴، پائیز ۱۳۹۱
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۲

طراحی و ساخت دستگاه برش ارتعاشی و استخراج مشخصات فنی آن

فرزاد فریبا– استادیار گروه کاربردی- دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد واحد تاکستان
حمیدرضا ایمانزاده و محمد رضایی - دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک- دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد واحد تاکستان

E-mail: farzad.fariba@gmail.com

چکیده: برش ورق یکی از مباحث اساسی در صنایع تولید و کارگاهی است . در این باره روشهای متفاوتی وجود دارد که هر یک از این روشها دارای معایبی هستند که کاربرد آنها را محدود می‌کند. در این پروژه با توجه به عملکرد قیچی‌ها در برش ورق های مختلف یک روش و تکنیک برش بر اساس اصول مربوط به تنش و استحکام ماده ورق پیشنهاد شده است. در این تکنیک سطح برش کوچک شده است اما برای جبران سرعت برش سرعت تکه برداری افزوده شده است . برای این منظور لازم است ابزار برش حرکت نوسانی و ارتعاشی داشته باشد. براین اساس دستگاه مربوطه طراحی و ساخته شده و در نهایت با انجام تست هایی مشخصات مورد نیاز برای طراحی و ساخت نمونه های صنعتی این دستگاه برش استخراج شده است. استفاده از این تکنیک سبب می‌شود بتوان دستگاه را به یک دستگاه برش اتوماتیک ورق تبدیل نمود که در آن با حرکت میز ورق گیر خط برش مطابق با الگوی داده شده توسط کامپیوتر برش می‌خورد . با توسعه این روش و استفاده از سیستم‌های اصولی‌تر ساخت چنین دستگاهی به صورت انبوه و کاربردی می توان یک دستگاه برش ورق مطلوب را ارائه داد

واژه های کلیدی: دستگاه برش ارتعاشی، برش، مشخصات فنی، طراحی و ساخت و تکنیک برش.

Design and Fabrication of a Vibrating cutting Machine and Drive its Technical Characteristics

F. Fariba, Ass. Prof., Dept. of Applied Design, the faculty of Mech. Eng., TIAU
H. R. Eimanzadeh and M. Rezaei, B.S. Students, the faculty of Mech. Eng., TIAU

Abstract:

.

Keywords: Variable speed wind turbine, Flywheel, Induction generator, and accelerating wind turbine.

۱- مقدمه

برش ورق در صنعت یکی از بحثهای اساسی است . در این مورد انواعی از روشها و نیز انواع متفاوتی از دستگاههای برش وجود دارد . برخی دستگاهها ی مدرن دارای کاربردهای منحصر به فرد و وسیع با دقت بالا می باشند اما این دستگاهها دارای هزینه بالایی هستند که از آن نوع میتوان به برش آب برش لیزر و برش آلتراسونیک اشاره نمود . این نوع دستگاهها در صنایع بزرگ و برای برش انواعی از ورق ها با ضخامت های متفاوت و پروفیل های مختلف کاربرد دارند اما دارای قیمتهای بالایی هستند که استفاده از آنها را در صنایع کوچک محدود نموده است . همچنین هزینه برشکاری در این نوع دستگاهها بالا بوده و در کارگاههایی که سفارش برش را برای کارگاههای دیگر انجام می دهند وجود دارد و خرید آن توسط این نوع صنایع توجیه اقتصادی دارد. در صنایعی از قبیل کابینت سازی کانال سازی یخچال سازی و ساخت سازه های دارای ورقه های با ضخامت کم وجود یک دستگاه که بتواند برش های مورد نیاز را انجام داده و دارای ویزگیهای مورد نیاز باشد الزامی است . این ویزگیها عبارتند از هزینه قابل توجیه حجم کم و سبکی وزن و انجام برشهای مستقیم و قوسدار .

در این مقاله یک روش و تکنیک برش ورق بر اساس کاهش سطح برش که سبب کاهش نیروی مورد نیاز برای برش میگردد ارائه شده است . برای جبران سرعت برش با توجه به کوچک بودن سطح برش فرکانس عملکرد بالا برده شده است . این سیستم در حقیقت به صورت یک قیچی با دامنه برش کم و سرعت باز و بسته شدن زیاد تر از حالت عملکرد دستی می باشد .ویژگی منحصر به فرد این تکنیک در این است که می توان برش را به صورت اتوماتیک انجام داده و در ادامه پژوهش سیستم را به یک دستگاه برش اتوماتیک و قابل برنامه ریزی سوق داد . این سیستم در واقع می تواند به یک قیچی اتوماتیک قابل برنامه ریزی تبدیل گردد . برای تست نمودن این روش و نیز استخراج پارامترهای مهم در آن از قبیل پروفیل قلم و سنبه و نیز سرعت ارتعاش و سرعت تغذیه , یک دستگاه برش ارتعاشی طراحی و ساخته شد. این دستگاه برای مقاصد آزمایشی ساخته شد و با انجام کارهای آزمایشی بر روی آن و نیز تست نمودن انواعی از قلم ها در نهایت بهترین طرح انتخاب شده و در این مقاله ارائه شده است. در پایان پیشنهاداتی برای طراحی و ساخت چنین ابزار برشی پیشنهاد شده است.

۲- برش ورق

در صنعت روشهای متفاوتی برای برش ورق وجود دارد. این روشها وابسته به ضخامت ورق برشکاری شده بوده و این امر در شکل و نوع دستگاه و روش برش آنها به تاثیر گذار است . البته با توجه به اینکه در هر صنعتی نوع بخصوصی از ورقها برش داده میشوند لذا استفاده از دستگاهی که بتواند در بخش وسیعی از ضخامتها عمل کند چندان منطقی به نظر نمیرسد چرا که این ویزگی به شدت بر روی هزینه ساخت و نیز حجم دستگاه تاثیر گذار است و به این دلیل معمولا روشهای موجود برای رنج مشخصی از ضخامتها کاربرد دارد .دستگاههای برش ورق را میتوان بر اساس ضخامت ورق برشکاری شده تقسیم نمود:

- دستگاههای برش ورقهای دارای ضخامتهای زیاد (بیش از ۱۰ میلیمتر)
- دستگاههای برش ورقهای با ضخامتهای کم (مانند انواع ورقهای مورد استفاده در کابینت سازی و کانال کولر که دارای ضخامتهایی زیر ۱ میلیمتر هستند)
- دستگاههای برش یونیورسال که محدوده وسیعی از ضخامتها را برش میدهند.

یکی از ویژگی هایی که در برش ورق تاثیر گذار است

عبارت است از خط و پروفیل برش . به عبارتی دیگر خط برش بر انتخاب روش برش تاثیر مستقیم دارد . بر این اساس انواع پروفیل برش را میتوان به خط مستقیم و برش منحنی تقسیم نمود . در این باره لازم است برای منحنی برش تعریفی ارائه گردد . این تعریف را می توان بر اساس شعاع انحناء در برش انجام داد . چنانکه هر منحنی دارای یک شعاع انحناء میباشد . بنابراین هر چقدر این شعاع کوچکتر باشد منحنی مربوطه قوس دار تر بوده و انجام برشکاری برای آن مشکلتر میباشد . یک خط مستقیم در حقیقت یک منحنی با شعاع انحناء بینهایت است که با انجام برشی ساده میتوان آن را انجام داد. دستگاهی که بتواند برش هایی با شعاع انحناء کوچک تری را برش دهد دستگاه سودمند تری می باشد.

پارامتر دیگری که در برشکاری اهمیت دارد و ماشنهای برش را بر آن اساس تقسیم بندی نموده اند عبارت است از کیفیت برش . کیفیت برش در واقع یکدست بودن خط برش و انجام برش دقیقا مطابق با الگوی اولیه است. این پارامتر در برشهای منحنی اهمیت بیشتری دارد. در حال حاضر در صنعت دستگاههایی که بتوانند برشهایی با شعاعهای انحناء کوچک را با کیفیت عالی برش دهند معدود بوده و دارای قیمتهای بالایی هستند. در جدول ۱ تعدادی از روشهای برش رایج در صنعت همراه با ویژگیهای سه گانه نامبرده شده در آنها ارائه شده است.

۳- اصول و تئوری برش :

برای اینکه یک ورق بریده شود باید بتوان در سطح برش تنشی بیشتر از تنش مورد نیاز برای گسیختگی ماده ورق بر آن اعمال نمود . در واقع معیار برش در اینجا تنش نهایی است . برای انواعی از مواد این مشخصه را می توان با استخارج نمودار های تنش وکرنش تعیین نمود . تنش گسیختگی ماده ورق بستگی به جنس ورق دارد حال آنکه تنش اعمالی باید توسط دستگاه های برش اعمال گردد. بسیاری از دستگاهها و وسایل برش بر این اساس کار میکنند . به عنوان نمونه در اره های آهنبر شکل تیغه به صورتی است که در ابتدا قسمت کوچکی از تیغه بر ورق عمل نموده و و این تیغه ها یکی پس از دیگری بر روی ورق عمل نموده و مقداری از ماده ورق را براده برداری می کنند . عملکرد این تیغه ها بر این اساس می باشد که کوچکی سطح تیغه کاهش سطح برش و افزایش تنش اعمالی را به دنبال خواهد داشت که این امر برش را تسهیل می نماید.

با بررسی انواع برش ورق میتوان بر اساس تکنیک و روش انجام برش عملیات برش را به دو رده اصلی؛ برش پیوسته و برش گسسته تقسیم نمود. در پاره‌ای از وسایل برش عملیات برش به صورت پیوسته انجام میگیرد . در این حالت با حرکت پیوسته یک تیغه برش ماده ورق بریده می شود . انواع گیوتین های برش مستقیم ورق و نیز اره هایی که در آنها چرخش یک تیغه مدور برش را انجام می دهند از این نوع می باشند .

در نمونه دوم تیغه برش به صورت گسسته برش را انجام میدهد در حالیکه ممکن است این حرکت به صورت پیوسته دیده شود . مثلا در اره های آهنبر با حرکت اره ,تیغه ها یکی بعد از دیگری برش را انجام میدهند چنانکه این برش به صورت پیوسته دیده میشود . در این مورد ابعاد تیغه کاهش یافته در حالیکه تعداد زیادی از این تیغه ها پشت سر هم قرار گرفته اند تا اینکه به صورت یک حرکت پیوسته در آید . در این نوع برش در حقیقت عملیات براده برداری سریع انجام می شود . در این وسایل کوچک بودن ابعاد تیغه و سطح برش نیروی لازم برای برش را کاهش داده و لذا میتوان به صورت دستی از این ابزار استفاده نمود .

در روابط برش دو نوع تنش در تقابل با هم قرار دارند. این دو نوع تنش عبارتند از:

الف) تنش برشی اعمالی که توسط کاربر و یا دستگاه اعمال میگردد . تمامی دستگاهها و لوازم برش جهت اعمال این نیرو طراحی شده اند. در این رابطه دستگاه‌های برش براین اساس طراحی شده‌اند که این تنش در مقایسه با حجم دستگاه و ضخامت ورق افزایش یابد. برای افزایش تنش اعمالی دو راه حل وجود دارد:

- افزایش نیروی اعمالی : این نیرو از منابع مختلفی ایجاد میگردد . منشا این نیرو میتواند سیستم هیدرولیک یا سیستم پنوماتیک و یا نیروی الکترو موتور های الکتریکی و حتی نیروی دست باشد .افزایش این نیرو دارای محدودیتهایی است که از آنجمله میتوان افزایش حجم و وزن دستگاه را نام برد.
- کاهش سطح مقطع برش: با کاهش سطح مقطع برش که در عمل با کاهش قسمت برنده تیغه حاصل میگردد میتوان این تنش را افزایش داد. با پیشرفت های به عمل آمده در تکنولوژی مواد و ساخت می توان در این مورد کارهای تحقیقاتی مختلفی را انجام داد . کاهش سطح برش یک محدودیت مهم دارد . با کاهش این سطح باید تیغه بتواند نیروی اعمالی را تحمل نماید چرا که کاهش ابعاد تیغه تنش وارد به تیغه را نیز به صورت گسترده ای افزایش می دهد.

همچنین محدودیت دیگری که در این خصوص وجود دارد تکنولوژی ساخت است . برای ساخت تیغه هایی کوچک با پروفیل های خاص باید تکنولوژی های ساخت مخصوصی را به کار برد . با پیشرفتهایی که در علوم نانو به عمل آمده است می توان از این تکنولوژی در این قسمت نیز استفاده نمود و کارهای تحقیقاتی مهمی را در این مورد انجام داد.

ب) استحکام ماده ورق: درعلم مکانیک و خواص مواد یکی از مباحث مهم این است که تنش اعمالی به چه مقدار برسد تا اینکه جسم گسیخته نگردد . البته در برش ورق مسئله مقداری متفاوت است . در این حالت باید تنش برشی در ماده به تنش برشی نهایی برسد که البته به منظور اطمینان بهتر است در این مقدار ضریبی را نیز ضرب نمود . رابطه تنش اعمالی که از نوع تنش برشی به صورت زیر است:

$$\tau_c = \frac{F}{A} \qquad (۱)$$

در این رابطه A سطح مقطع برش و F نیروی اعمالی است که باید توسط دستگاه یا دست برشکار اعمال گردد.

در حقیقت در دستگاههای برش سعی میشود با کاهش سطح مقطع یا افزایش نیروی اعمالی تنش اعمالی افزایش یافته و عملیات برش را بتوان انجام داد . هر چه ضخامت ورق افزایش یابد سطح مقطع برش افزایش یافته و تنش اعمالی کاهش میابد که برای رفع آن باید نیروی اعمالی را افزایش داد تا اثر افزایش سطح مقطع را خنثی نمود.همچنین اگر τ_f حداقل تنش لازم برای ایجاد برش در ماده ورق باشد برای اینکه برش انجام گردد باید رابطه زیر بین این دو تنش برقرار باشد:

$$\tau_f \le \tau_c \qquad (۲)$$

برای اطمینان از این موضوع که با اعمال این تنش ورق بریده میشود این تنش در ضریبی به نام n ضرب شده است . خواهیم داشت:

$$\tau_f . n = \tau_{uf} \qquad (۳)$$

که در این رابطه n ضریبی است که برای اطمینان از برش

تعبیه شده است و باید عددی از یک بیشتر باشد. هر چقدر این عدد از یک بزرگتر باشد اطمینان از اینکه برش انجام میگیرد بیشتر بوده اما از طرفی هزینه مواد و مصالح افزایش مییابد. چنانکه مکانیزم برش به صورت شکل زیر باشد که در آن با حرکت عمودی یک تیغه نوک تیز برش انجام می شود و در صورتی که ضخامت ورق و برش در این عملیات برابر با مقدار t و L طول پیشروی در این حرکت باشد می‌توان سطح مقطع برش را به صورت رابطه زیر نوشت:

$$A = t.L \qquad (۴)$$

با جایگزینی A از رابطه فوق در رابطه (۱) حاصل می‌شود:

$$\tau_c = \frac{F}{t.L} \qquad (۵)$$

و با قرار دادن این رابطه در رابطه (۳) بدست می آید:

$$\tau_f .n = \frac{F}{t.L} \qquad (۶)$$

از این رابطه میتوان پارامترهای طراحی از قبیل نیروی اعمالی و طول برش را تعیین نمود. در هر بار عملکرد نیروی اعمالی به اندازه طول از ورق بریده میشود. از اینجا میتوان سرعت برش را نیز به دست آورد .به عبارتی دیگر اگر در سیستم برش فرکانس برش که برابر است با تعداد برشها در ثانیه را با f نشان دهیم برای اینکه برش بهینه باشد باید سرعت تغذیه برش رابطه زیر را ارضا نماید:

$$V_t = f.L \qquad (۷)$$

که V_t سرعت برش بر حسب متر بر ثانیه است . از این رابطه نیز میتوان فرکانس برش را در برشهای مقطعی یافت. اگر سرعت تغذیه بیش از این مقدار باشد برش انجام نشده و یا به ماشین فشار مضاعفی وارد میشود و اگر کمتر از این مقدار باشد سرعت برش کاهش می یابد . در اصل سرعت برش و افزایش آن یکی از مشخصات مهم در برش می باشد.

۴- اصول حاکم بر این روش و دستگاه مربوطه

در این روش سعی شده است برای برش ورق عملیاتی که یک قیچی انجام میدهد مبنا قرار داده شود. با در نظرگرفتن یک قیچی دستی در برش ورق دیده می‌شود که در هر بار باز و بسته شدن آن مقداری از طول برش بریده می‌شود . در قیچی دو قسمت وجود دارد که دهانه های قیچی می‌باشند. دهانه پایینی عملیان یک سنبه را انجام می‌دهد و تکیه‌گاه ورق می‌باشد. دهانه بالایی عملیات قلم یا قالب را انجام داده و با جرکت خود و تماس با دهانه پایینی برش را انجام می‌دهد. حال فرض نمایید که در یک قیچی دهانه بالایی به‌صورتی عمل کند که خط کوچکی را برش دهد. در این صورت سطح مقطع برش کاهش می‌یابد و نیروی اعمالی کمتری نیاز خواهد داشت. اما برای اینکه این کوچکی دامنه برش جبران شده و برش یکنواخت و با کیفیتی حاصل شود تعداد باز و بسته شدن های متوالی دهانه بالایی افزایش یابد. در این صورت می‌توان انتظار یک برش عالی را داشت. اما در این روش باید طول تیعه ها تا جای ممکن کاهش یابد. در این حالت به دلیل کاهش سطح برش در هر بار نوسان تیغه به دلیل کوچکی طول تیغه و به دنبال آن طول برش مطابق با معادله ۱ نیروی اعمالی کاهش می یابد . بنابراین میتوان با نیروی کمتری ،برش های با ضخامت بیشتری را انجام داد . در این حالت برای اینکه با کاهش طول تیغه سرعت برش کاهش نیابد سرعت حرکت تیغه ها و انجام برش افزایش داده میشود. بنابراین دراین حالت و با توجه به مطالب ذکر شده باید حرکت قلم برش به صورت حرکت ارتعاشی باشد.

بنابراین در این روش با حرکت ارتعاشی یک تیغه با طول برش کوچک عملیات برش انجام میشود. در این راستا هر چقدر

تکنولوژی ساخت پیشرفته تر باشد میتوان به نتیجه بهتری رسید . در کشورهای پیشرفته چنانکه بتوان با استفاده از تکنولوژی های نوین مانند نانو تیغه های بسیار کوچکی را تولید نمود میتوان با استفاده از این متد به نتایج بسیار مفیدی دست یافت.

بنابراین این روش در حقیقت کاهش طول تیغه برش و افزایش تعداد برشها در ثانیه و یا فرکانس برش برای ایجاد برش هایی با انواع پروفیل‌های منحنی نامید.

یکی از مسائل مهم در این تکنیک نوع و روش ایجاد این حرکت ارتعاشی است .حرکت ارتعاشی را می توان به دو صورت تولید نمود . در روش اول با استفاده از سیستم های خارج از مرکز و بادامکی و تبدیل حرکت دورانی یک الکتروموتور به حرکت رفت و برگشتی می توان این حرکت نوسانی را تولید نمود . در روش دوم با استفاده از خاصیت تبدیل قطب ها در نوسانات نیروی محرک و نیروی الکتریسیته می توان حرکت نوسانی را ایجاد نمود . در این نوع سیستم ها اتصال سیم پیچی یک بوبین به برق دارای نوسان سبب نوسان هسته فلزی در آن می شود.

روش های ذکر شده در بالا هر یک دارای معایب و مزایایی هستند . در سیستمهای بادامکی می توان نیروی اعمالی را افزایش داد اما فرکانس را به دلیل وجود اینرسی در اجزاء که عمدتا دارای جرم زیادی هستند نمی توان از حد مشخصی بیشتر افزایش داد . در سیستم دوم فرکانس را می توان به شدت افزایش داد اما نیروی اعمالی را در این روش نمیتوان افزایش قابل توجهی داد . همچنین ساخت چنین تجهیزاتی نیاز به هزینه بیشتر و سیستم های مدرن تری دارد.

براین اساس در دستگاه اولیه از سیستم بادامکی برای ایجاد نوسان استفاده شده است. بعد از استخراج مشخصات برش در این دستگاه برای نمونه های صنعتی استفاده از روش دوم پیشنهاد می شود چرا که افزایش فرکانس نوسان می تواند تاثیرات چشمگیری در کیفیت برش و مشخصه های برش ورق داشته باشد و در اصل رمز موفقیت و مزیت این روش در بالا بودن فرکانس نوسان برش می باشد.

یکی از ویژگیهای اصلی و مفید و منحصر بفرد این روش این است که میتوان با تعبیه یک میز اتوماتیک و قابل کنترل برش ورق را به صورت کامپیوتری و ماشینی انجام داد .

در این طرح یک دستگاه برش بر این اساس طراحی و ساخته شده و با انجام تستهایی این روش و کنترل پارامترهای در آن بررسی شده است. حال برای اینکه معیاری برای بررسی های انجام شده در قسمت آزمایشی داشته باشیم چند مشخصه برش به صورت زیر تعریف شده است:

الف) کیفیت برش : با توجه به عملکرد گسسته این سیستم مهم ترین مشخصه قابل انتظار در یک برش مطلوب این است که خط برش حاصل یکنواخت بوده و تکه تکه نباشد . این مشخصه را می توان با مشاهده دیداری تشخیص داد. این مشخصه با فرکانس دستگاه و پروفیل قلم وابسته می باشد.

ب) منحنی برش : مشخصه مهم دیگر که یک دستگاه برش ایده آل که پتانسیل تبدیل به یک سیستم اتوماتیک برش ورق را دارا می باشد باید داشته باشد این است که بتواند منحنی های مختلف را برش دهد . برای این منظور می توان شعاع انحناء برش را تعریف نمود که عبارت است از حداقل شعاع انحنائی که دستگاه می تواد یک منحنی برش را برش دهد . کوچکی این شعاع نشان دهنده این است که دستگاه می تواند خطوط مختلف و منحنی های مختلفی را برش دهد. این مشخصه نیز به شکل و

پروفیل قلم بستگی دارد.

ج) ضخامت ورق : دستگاه پیشنهاد شده در این مقاله برای برش ورقه های مورد استفاده در صنایع کانال سازی کولر و کابینت سازی طراحی شده است . با افزایش ضخامت ورق ابعاد دستگاه تغییر می کند چرا که باید بتواند نیروی مورد نیاز را اعمال کند . محدوده انجام برش یکی از مشخصه های دستگاههای برش می باشد که هر چقدر این محدوده بزرگتر باشد دستگاه کارآیی بیشتری خواهد داشت.

د) شکل دستگاه : دستگاه برش باید به صورتی باشد که کاربرد بتواند به راحتی با آنکار کند .سنگین نباشد و حجم کوچکی را از فضا به خود اختصاص دهد . ورق بتواند به راحتی در آن حرک کند و مانور بدهد.

۵- دستگاه برش

دستگاه مورد نظر در این قسمت با توجه به مشخصات مورد نیاز طراحی و ساخته شد .در طراحی قطعات این دستگاه از معیار ترسکا استفاده شده است . این دستگاه شامل قسمت های اصلی؛ بدنه و ساپورت، سیستم محرک دستگاه، انتقال دهنده نیرو ، **سیستم تولید نوسان و تیغه متحرک و** تیغه ثابت می باشد.

این دستگاه برای مقاصد آزمایشی طراحی شده و در آینده برای مصارف صنعتی باید بر روی آن کارهای تکمیلی انجام شود. در این دستگاه ساپورت به گونه ای طراحی شده است که کاربر بتواند عملیات برش را در فضای کاری مناسبی انجام دهد.سیستم تولید نیرو در این دستگاه شامل یک الکتروموتور با توان ۱/۱ کیلو وات است که توسط یک اینورتر در مدار قرار گرفته است . اینورتر میتواند دور موتور را از مقدار صفر تا حداکثر آن تغییر دهد . این مسئله با توجه به اینکه این دستگاه برای انجام تست ها طراحی شده است انجام گرفته است . حرکت چرخشی الکترو موتور توسط سیستم انتقال دهنده نیرو که تشکیل شده از اجزائی چون شفت ,یاتاقان و کوپلینگ به سیستم قلم انتقال می یابد .در این سیستم حرکت موتور با استفاده از یک کوپلینگ به یک شفت انتقال می یابد . این شفت بر روی دو عدد یاتاقان از نوع بیرینگ ژورنال بر روی ساپورت مربوطه قرار گرفته است . انتهای این شفت به یک بادامک منتقل شده است که جزء سیستم نوسانی دستگاه است. سیستم ایجاد نوسان یکی از حساسترین قسمتهای این دستگاه می باشد .در این سیستم از یک رینگ خارج از مرکز که به انتهای شفت متصل شده است برای ایجاد نوسان استفاده شده است .

مطابق شکل (۳) حرکت دورانی بادامک که به یک پیرو متصل است حرکت نوسانی رفت و برگشت مورد نظر را ایجاد میکند . در این مورد دامنه نوسان در ابتدا درحدود یک میلیمتر در نظر گرفته شده است.پیرو نیز با استفاده از میله های راهنما به یک نگهدارنده تیغه متحرک متصل شده که حرکت نوسانی تیغه متحرک را ایجاد می نماید . این سیستم توسط میله ها و راهنماهای خاصی مهار شده است تا فقط در جهت عمودی نوسان نماید. سیستم تیغه ثابت در زیر تیغه متحرک متصل شده است و تیغه متحرک بر روی آن نشسته و مانند تیغه های یک قیچی عمل مینماید. این تیغه ها باید دارای مشخصه های خاص هندسی باشند. یکی از موارد مهم در این طرح انتخاب و طراحی و ساخت نمونه بهینه ای از تیغه است . شکل این تیغه باید به گونه ای باشد که بتواند برش مطلوبی را حتی به صورت قوسدار ایجاد کند.

در این سیستم سنبه ثابت به صورتی طراحی و ساخته شده است که بتوان انواعی از سنبه ها را بر روی آن قرار داده و تست

نمود . شکل و پروفیل قلم برش و سنبه مربوطه باید به دقت طراحی و ساخته شده و مورد تست قرا رگیرد .

سیستم ایجاد حرکت ارتعاشی به کار رفته در این دستگاه از نوع بادامکی می باشد که در آن با حرکت یک شفت خارج از مرکز پیرو حرکت ارتعاشی می نماید . برگشت حرکت تیغه در اثر اعمال یک فنر می باشد .سختی این فنر باید در حدی باشد که با سرعت عمل نموده و همواره پیرو بر روی بادامک باقی بماند.در این سیستم نوسان را نمی توان از حد مشخصی افزایش داد و سیستم ناپایدار می شود . در عمل و برای بهینه سازی سیستم باید از سیستم های مغناطیسی برای ایجاد ارتعاش استفاده نمود.

۶- داده‌های آزمایشی و تست دستگاه:

پس از ساخته شدن دستگاه و اصلاح قسمت های آن برای پاسخ به سوال‌هائی نظیر؛ فرکانس نوسان بهینه برای برش مطلوب و با کیفیت قابل قبول، دامنه نوسان قلم در برش مطلوب و شکل و پروفیل مناسب قلم و سنبه برای برش بهینه زیر بررسی هایی انجام شد.

در ابتدا با استفاده از ورقه هایی با ضخامت ۰/۷۵ میلیمتر از نوع ورقه های کانال کولر مورد استفاده قرار گرفته شد و کار با ورقه‌هایی با ضخامت ۱ میلیمتر ادامه یافت. با تغییر فرکانس نوسان با استفاده از یک اینورتر بهترین فرکانس برای این منظور ۴۵ هرتز استخراج شد. فرکانس کمتر از این مقدار سبب می شود کیفیت برش ورق کاهش یابد و ورق پله‌ای بریده شود (شکل۴). فرکانس بیشتر از این مقدار نیز سبب می شود به دلیل اینرسی سیستم حرکت سیستم ناپایدار شود . برای برش های قابل قبول تعدادی قلم برش تهیه شده و برش های حاصل با هم مقایسه شدند . یک مسئله مهم در این خصوص این است که قلم باید دارای زائده ای باشد تا اینکه به ورق اجازه ندهد سرعتی بیشتر از سرعت برش بدهد . در صورت استفاده از قلم های معمولی خط برش پله پله شده و گاه حتی سوراخ سوراخ می شود . برای این منظور دهانه تیز قلم به صورت یک شیب در نظر گرفته می شود . عدم استفاده از این قسمت در نوک قلم سبب می شود قلم عملکردی مانند سوزن چرخ خیاطی از خود نشان بدهد.

بعد از رفع این اشکال استخراج بهترین زاویه شیب قلم برای برش بهینه بررسی شد . برای این منظور تعداد ۷ قلم با شیب های متفاوت تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفت .همچنین در حین تست با استفاده از سنگ زنی این زاویه تغییر داده میشد تا زاویه دلخواه بدست آید . در شکل زیر طرحواره نوک قلم و زاویه شیب در آن نمایش داده شده است. مقدار این شیب سبب تغییر در سرعت تغذیه می شود .نتایج این تغییر در جدول (۲) ارائه شده است.

در نهایت بهترین زاویه برای نوک قلم مطابق با شکل زیر ۳۰ درجه بدست آورده شده و قلم با این مشخصه ساخته شد .همچنین هنگام انجام عملیات برش باید بین قلم برش و سنبه اتصال عرضی مناسبی وجود داشته باشد .برای این منظور باید سنبه بتواند امکان تنظیم را دارا باشد تا جایگاه مناسب آن تعیین گردد. این امکان در طراحی دستگاه گنجانده شده است . در شکل زیر مشخصات نهایی برای قلم و سنبه ارائه شده است . این ابعاد یعد از تعداد آزمایشات بسیار و انجام عملیات برش استخراج شده است .

در شکل بعد نیز پروفیل برش در ورقی به ضخامت ۱ میلیمتر از فولاد معمولی ساختمانی توسط این ابزار نشان داده شده است . مطمئنا با بهینه سازی های پیشنهاد شده و آماده

نمودن دستگاه برای کاربرد های عملی می توان انتظار ساخت یک دستگاه برش اتوماتیک که در آن میز حرکت افقی داشته و ارتعاش قلم برش را انجام می دهد داشت . چنین دستگاهی نیاز مبرم صنایع سبک در کشور می باشد.

۷- پیشنهادات

در این تحقیق روش و دستگاهی جدید برپایه یکی از اصول مکانیک طراحی و ساخته شده و مشخصات مورد نیاز برای آن استخراج شده است . برای ادامه این کار و امکان تجهیز دستگاه به وسایل اندازه گیری و انجاماتوماتیک کار برش و نیز بهینه سازی سیستم تولید ارتعاش و افزایش فرکانس ارتعاش آن که با تجهیز سیستم به سیستم تولید نوسان القایی امکان پذیر می باشد می توان به ساخت نمونه هایی صنعتی از این دستگاه برش مبادرت ورزید.

۸- مراجع

[1] John Walker, J. and , Patk, T., ",Machining fundamental ,The good-heart and Willcox company ,1993

[2] Budynas–Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design, McGraw–Hill Primis, Eighth Edition

[3] Joseph E. Shigley, STANDARD HANDBOOK OF MACHINE DESIGN , Late Professor Emeritus

جدول(۱): انواعی از روش ها و دستگاههای برش ورق

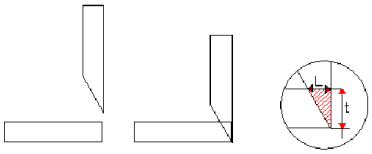
ردیف	روش	دستگاه	کاربرد	نوع برش
۱	ضربه ای	گیوتین	صنایع سنگین	مستقیم
۲	اره	اره آتشین	صنایع سبک	مستقیم و منحنی با شعاع انحنا بزرگ
۳	قیچی	قیچی بزرگ	کوچک	مستقیم- ضخامت کم
۴	لیزر	برش لیزر	صنایع سنگین	همه نوع با کیفیت عالی
۵	برش با آب	واتر جت	صنایع سنگین	همه نوع برش با کیفیت عالی
۶	ضربه ای	پرس	خاص	محدود به قالب طراحی شده – تولید انبوه

جدول (۲): تغییرات سرعت پیشروی با زاویه نوک قلم

ردیف	زاویه نوک قلم(درجه)	**سرعت پیشروی (میلیمتربر ثانیه)**	**خط برش**
۱	۲۰	۰/۹	کوبیده شده
۲	۳۰	۱	مطلوب
۳	۴۰	۰/۷	قابل قبول
۴	۵۰	۰/۷	تکه ای
۵	۶۰	۰/۶	تکه ای
۶	۷۰	۰/۴۰	عدم انجام برش

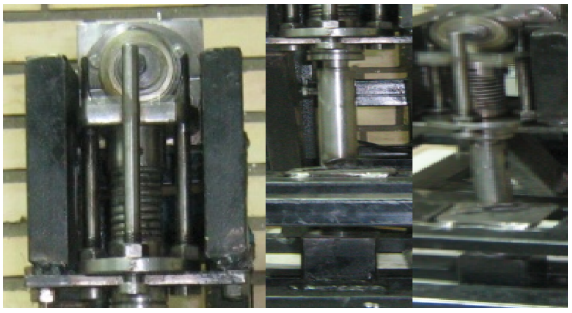
جدول (۳): مشخصات استخراج شده نهایی برای قلم و سنبه

ردیف	قسمت	ابعاد	
۱	شیب قسمت برش قلم	۳۰	درجه
۲	ابعاد قلم	۵×۴	میلیمتر
۳	ابعاد سنبه	۵۰×۴	میلیمتر
۴	شیب عرضی قلم	۷۰	درجه

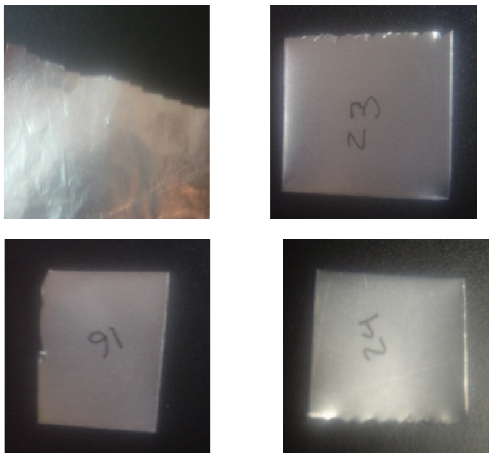


شکل (۱): سطح مقطع برش

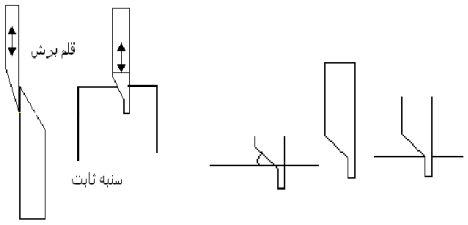
شکل (۲): نمایی از دستگاه ساخته شده



شکل (۳): سیستم بادامک و تولید نوسان و سیستم قلم و سنبه



شکل (۴): اشکالات برش در فرکانس پایین



شکل (۵): پروفیل قلم و زاویه نوک قلم و سطح سنبه و قلم در برش

شکل (۶): ورق برش خورده با این دستگاه با ضخامت های ۰/۷۵ میلیمتر الی ۱ میلیمتر