

بررسی امکان تغییر مکانیسم ساپورت عرضی دستگاه تراش جهت بالا بردن دقت ماشین

محسن مزیدی^۱، نوژن صیادی^۲، امین گرانیماهی^۳
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق - گروه مکانیک
Email: mazidi_mohsen@yahoo.com

چکیده

در این مقاله به بررسی روشی برای بهبود سیستم باردهی ماشین تراش معمولی پرداخته شده و پیچی را معرفی می کند که این کار را انجام میدهد. هدف از طراحی این پیچ استفاده در ماشینهای ابزار، بخصوص دستگاه تراش برای بالا بردن دقت ساپورت عرضی دستگاه از ۰/۰۵ mm به ۰/۰۲ mm می باشد. این پیچ ضمن تحمل نیروهای اعمالی، با به وجود آوردن یک گام فرضی می تواند مقدار پیشروی کمی به ازاء هر دور چرخش پیچ فراهم سازد. اساس کار پیچ بدین گونه است که با استفاده از دو گام مختلف - ولی هم جهت - بر روی یک میله و در گیر شدن با دو مهره که یکی از آنها ثابت و دیگری متحرک می باشد، می تواند با توجه به گام مهره متحرک نسبت به مهره ثابت در فاصله ای نزدیک یا دورتر از آن قرار گیرد. میزان موفقیت این طرح به صورت تئوری ۱۰۰٪ می باشد.

واژه های کلیدی: مکانیسم - گام - مهره - ساپورت - ورنیه

۱- مقدمه

ماشین های تراش یکی از ابتدایی ترین و قدیمی ترین نوع ماشینهای ابزار است که تاریخچه آن بین قرن ۱۷ و ۱۸ می باشد. ابتدایی ترین و معمولی ترین روش تراش، تراشیدن چوب بوسیله درخت بود. بدین صورت که دو سر چوب را بین دو درخت قرار داده و یک طناب به شاخه درخت بسته و آنرا حول چوب مورد نظر پیچیده و طرف دیگر طناب را شخص دیگری گرفته و با دست طناب را بحرکت در می آورد و چوب می چرخید و شخص دوم که در مقابل قرار گرفته بود با رنده چوب را می تراشید که این روش بعداً تکامل پیدا کرد. اولین ماشین تراش در سال ۱۷۴۰ در فرانسه ساخته شد. در این ماشین وسیله چرخش محور اصلی بوسیله دست بود که دسته گرداننده محور آن (محور کار) مستقیماً منطبق بر محوری دیگر بود. این محور نیز بر روی خود چرخنده ساده ای داشت که با چرخنده ساده دیگری در گیر بوده و آن چرخنده دوم نیز سوار بر میله پیچ تراشی دستگاه بود. بدین ترتیب اتصال و انتقال حرکت بین محورهای کار و پیچ تراشی انجام می گردید. در سال ۱۷۹۶ یک نفر انگلیسی بنام freeland برای اولین مرتبه ماشین تراشی ساخت که دارای میله پیچ بری بود، که با عوض کردن چرخ دنده های روی محور اصلی و محور پیچ بری می توانست پیچ های مختلفی را بتراشد. در سالهای ۱۸۰۰ و ۱۸۳۰ در ایالات متحده آمریکا ماشینهای تراشی ساخته شد که به بدنه چوبی و پایه آهنی مجهز بود. در سال ۱۸۳۶ شخصی به نام patnon در ماساچوست آمریکا ماشین تراشی با میله پیچ بری ساخت.

۱- فوق لیسانس مهندسی مکانیک - عضو هیئت علمی و مدیر گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق

۲- دانشجوی مهندسی مکانیک طراحی جامدات - دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق

۳- دانشجوی مهندسی مکانیک طراحی جامدات - دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق

بعدها ماشین تراش مدرن تری ساخته شد که می شد با آن پیچهای مختلف را تراشید و نیز بارهای طولی و عرضی بوسیله یک سری چرخ دنده هائیکه بر روی دستگاه ساپورت طولی و عرضی قرار داشتند بصورت خودکار انجام می گرفت . در این نوع ماشینها دور محور اصلی از یک موتور که خارج از ماشین قرار داشت توسط میل ترانسسمیون به محور اصلی منتقل می شد که حرکت کلیه ماشینهای افزار موجود در کارگاه بوسیله موتور نامبرده صورت می گرفت و در نتیجه در کارگاه میل ترانسسمیون ها تسمه های زیادی وجود داشت که فضای کارگاه را نیز اشغال میکرد. بعداً این اشکال توسط یک موتور که در قسمت پیش دستگاه سوار میشد برطرف گردید و چرخ تسمه چند پله ای که در داخل پیش دستگاه روی محور اصلی قرار داشت چند دور مختلف روی محور اصلی ایجاد می کرد. در سالهای بعد این ماشین تکمیل تر شده و بر روی پایه ای که بخود ماشین متصل شده بود ساخته شد . بعد از مدتی ماشینهای بهتری از نظر قدرت ساخته شدند که به نام ماشین های تراش جعبه دنده ای (ماندسلی) معروف است. این ماشین ها دارای جعبه دنده دور و نیز جعبه بار می باشد ، که به آسانی میتوان ماشین را خودکار نمود و کارهای مختلف را تراشید .

اگر ماشین تراش ماندسلی را با ماشین های دقیق امروزی مقایسه کنیم متوجه خواهیم شد که ماشین تراش ماندسلی نسبت به این ماشینها بد شکل تر بود . نا گفته نماند که ماشین تراش ماندسلی مقدمه ساختن ماشینهای ابزار سازی بعدی قرار گرفت.

امروزه با وجود اینکه بیش از ۱۷۸ سال از اختراع ماشین تراش ماندسلی می گذرد هنوز ماشین های تراش، هسته مرکزی صنایع امروزی را تشکیل می دهد. اظهار این مطلب با وجود ماشینهای متعددی که در کارخانجات امروزی بکار اشتغال دارند عجیب بنظر می آید ولی اگر به کارگاههای ابزار سازی و ماشین سازی کارخانجات مراجعه کنیم، تراشکارهای زبردستی را خواهیم یافت که با استفاده از ماشین تراش یعنی مهمترین ماشین کارگاه، نقشه های طراحان و مهندسیین را بصورت ابزار ها و ماشینهای تازه که مورد استفاده صنایع جدید است در می آورند. نا گفته نماند که ماشین تراش را بحق ، سلطان ماشینها باید نامید زیرا که با آن کارهایی که ماشینهای دیگر مجموعاً از انجامشان عاجزند می توان انجام داد.[۱]

۲- سیستم ساپورت عرضی

همان گونه که می دانید ساپورت حامل رنده تراشکاری بوده و وسیله تنظیم و حرکت بار است . این دستگاه فرم کشوی صلیبی را دارد و شامل کشوی رومیزی و دو کشوی دیگر دم چلچله ای به نام کشوی عرضی و رویی است . کشوی رویی حامل رنده است. این کشوها باید در راهنماهای خود بدون لقی حرکت کنند. قسمت های مختلف ساپورت برای بار طولی و عرضی ممکن است با دست یا به وسیله میله هادی و کشش که در جلوی میز ماشین نصب شده اند و حرکتشان را از میله کار می گیرند به طور اتوماتیک به حرکت در آیند . [۲]

میزان براده برداری یا باردهی دستگاه تراش بوسیله ساپورت عرضی انجام می گیرد که هر چه دقت پیشروی این قسمت بیشتر باشد دقت ماشینکاری ما نیز بیشتر است.

در ساپورت عرضی دستگاه های تراش معمولی (TN50, TN40) جهت ایجاد حرکت عرضی از مکانیسم پیچ و مهره استفاده می شود.

استفاده از مکانیسم های فعلی پیچ و مهره در ساپورت این امکان را فراهم می کند که بتوان حرکت دورانی پیچ را به حرکت خطی مهره تبدیل کرد. بدین صورت که یک پیچ دنده ذوزنقه ای را با گامی مشخص به دسته و طوقه مدرج متصل می کنند این پیچ دارای حرکت دورانی بوده و ساکن (درجا) می باشد. مهره درگیر شده با این پیچ را به کلگی ساپورت که قلم بند و در نتیجه ابزار برش ، سوار بر آن می باشد متصل می کنند که این مهره حرکت دورانی را از طریق پیچ دریافت و به حرکت خطی تبدیل می کند.

۳- دقت ساپورت عرضی

به عنوان مثال در دستگاه تراش مدل TN40B^۱ پیچ موجود در این ساپورت دارای گامی معادل ۸mm می باشد ، یعنی به ازاء هر دور گردش دسته ، مقدار پیشروی پیچ و مهره متصل به آن و نهایتاً ابزار برش سوار بر این مکانیسم برابر گام پیچ و مساوی ۸ mm است.

۱- دستگاه های تراش در هر سه گروه A, B, C تقسیم بندی می شوند.

از آنجا که پیچ متصل به یک ورنیه و این ورنیه دارای ۱۶۰ قسمت می باشد می توان نتیجه گرفت که دقت این ساپورت از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$t = \frac{P}{n} \quad (1)$$

که در فرمول فوق

t = دقت ساپورت

n = تعداد تقسیمات دسته

P = گام پیچ ساپورت

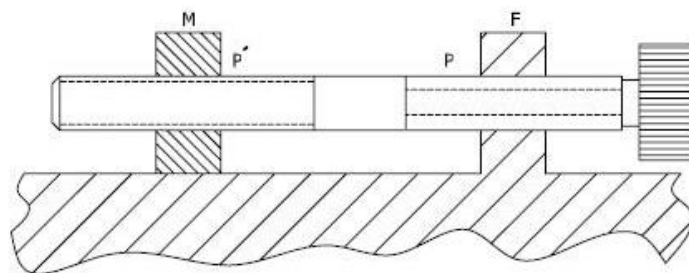
است. در نهایت بنا به تعاریف و با توجه به رابطه بالا دقت ساپورت عرضی در این مدل از دستگاه تراش برابر 0.05 mm است. یعنی هر خط موجود بر روی ورنیه این ساپورت دارای مقدار پیشروی 0.05 mm بوده و در نهایت به ازاء هر دور گردش کامل این طوقه، ساپورت پیشروی 8 mm دارد که این عدد همان گام موجود بر روی پیچ، در این مکانیسم است. اگر بخواهیم دقت ساپورت دستگاه تراش را بیشتر کنیم باید از پیچهایی با گامهای ظریفتر استفاده کنیم که ساخت پیچ با گامهای بسیار ظریف ممکن نیست و به علاوه این پیچ هیچ مقاومتی در برابر نیروهای وارده نخواهد داشت. بنابراین باید به دنبال طراحی پیچی بود که علاوه بر امکان تغییر مکان جزئی، مقاومت کافی در برابر نیروهای اعمالی را نیز داشته باشد.

۴- معرفی پیچ

پیچ قدرت وسیله ای است که در ماشین ها برای تغییر دادن حرکت زاویه ای به حرکت خطی و معمولاً انتقال قدرت استفاده می شود.

با استفاده از طرح زیر می توان مقدار پیشروی ساپورت دستگاه را به ازاء هر دور گردش ورنیه مدرج کم کرد که نتیجه آن بالا بردن دقت ماشین تراش می باشد.

این پیچ دارای دو قسمت دنده کاری شده در یک جهت ولی با گامهای مختلف می باشد (شکل شماره ۱)



شکل ۱- شمای پیچ

چنانچه گام ثابت مهره F را با P و گام مهره متحرک M (ساپورت) را با P' نشان دهیم، باید بگوییم که در یک دور گردش پیچ، مهره F در طولی مساوی گام P با پیچ درگیر می شود در حالی که مهره متحرک M در جهت مخالف به اندازه طول گام P جابجا می شود.

اگر $P' > P$ باشد M به اندازه طولی برابر با $P' - P$ (در هر دور) به F نزدیک می شود.

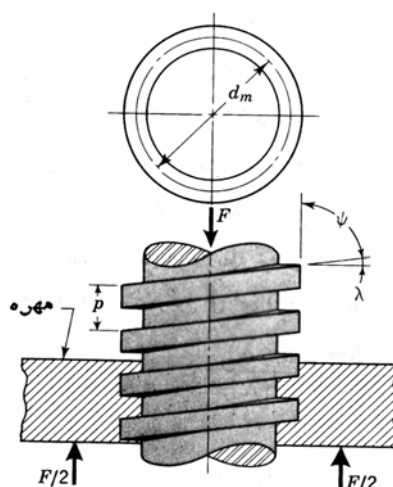
اگر $P' < P$ باشد M (ساپورت) به اندازه طولی مساوی $P - P'$ از F دور می شود.

با در نظر گرفتن این مسئله چنانچه P' را در حدود نزدیک P انتخاب کنیم می توانیم امکان یک تغییر مکان جزئی در پیچ را فراهم سازیم .

این مکانیسم امکان ایجاد یک گام فرضی بسیار کوچک را که تنظیم بسیار دقیقی را موجب می شود فراهم می سازد . در نتیجه این پیچ امکان تغییر مکان جزئی با مقاومت کافی را فراهم می سازد.[۳]

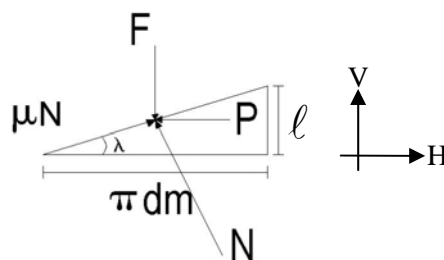
۵- محاسبه پیچ

در شکل (۲) پیچ قدرت تک راهه با رزوه های مربعی و قطر میانگین d_m ، گام p ، زاویه جلوبر λ ، و زاویه مارپیچ Ψ توسط نیروی فشاری محوری F بارگذاری شده است . [۴]



شکل ۲- بخشی از یک پیچ قدرت

می خواهیم عبارتی برای لنگر لازم جهت پایین آوردن آن بدست آوریم . نخست ، تصور می کنیم که پیچ به اندازه یک رزوه یا دقیقاً یک دور باز می شود (شکل شماره ۳) . در نتیجه یکی از لبه های رزوه تشکیل وتر مثلث راست گوشه ای را می دهد که قاعده آن محیط دایره حاصل از قطر میانگین رزوه و ارتفاعش طول جلوبر است . زاویه λ ، زاویه جلوبر رزوه است . حاصل جمع همه نیروهای محوری یکه وارد بر سطح عمودی رزوه را با F نشان می دهیم . برای پایین آوردن بار، نیرویی مانند P به طرف چپ وارد می شود . نیروی اصطکاک برابر حاصل ضرب ضریب اصطکاک μ در نیروی عمودی N است و در جهت مقابله با حرکت عمل می کند . تحت عمل این نیروها سیستم در تعادل است و بنابراین برای پایین آوردن بار ، داریم:



شکل ۳- نمودار نیرو

$$\tan \lambda = \frac{\ell}{\pi d_m} \quad (2)$$

$$\sum F_H = -P - N \sin \lambda + \mu N \cos \lambda = 0 \quad (3)$$

$$\sum F_V = F - \mu N \sin \lambda + N \cos \lambda = 0 \quad (4)$$

چون نیروی عمودی N مدنظر نیست آن را از معادله های بالا حذف می کنیم و برای P داریم:

$$P = \frac{F(\mu \cos \lambda - \sin \lambda)}{\cos \lambda + \mu \sin \lambda} \quad (5)$$

صورت و مخرج معادله را بر $\cos \lambda$ تقسیم می کنیم و رابطه $\tan \lambda = \frac{\ell}{\pi d_m}$ را مورد استفاده قرار می دهیم .

$$P = \frac{F[\mu - (\frac{\ell}{\pi d_m})]}{1 + (\frac{\ell}{\pi d_m})} \quad (6)$$

لنگر لازم برای پایین آوردن بار به صورت زیر است :

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m - \ell}{\pi d_m + \mu \ell} \right) \quad (7)$$

که این لنگر برای غلبه بر قسمتی از اصطکاک حین پایین آوردن بار لازم است و دارای سه حالت مختلف می باشد .
اگر عدد بدست آمده منفی باشد ، بدین مفهوم است که پیچ دارای خودروئی است و اگر لنگر برابر صفر شود مفهوم آن است که پیچ در آستانه خودروئی می باشد .
آخرین حالت که بهترین و کاربردی ترین روش در طراحی پیچ های قدرت می باشد این است که عدد بدست آمده بزرگتر از صفر و عددی مثبت باشد که در این حالت پیچ قفل شونده است. بنابراین خواهیم داشت :

$$\pi \mu d_m > \ell \quad (8)$$

حال هر دو طرف این نامساوی را بر πd_m تقسیم می کنیم . با توجه به اینکه $\tan \lambda = \frac{\ell}{\pi d_m}$ است خواهیم داشت :

$$\mu > \tan \lambda \quad (9)$$

این رابطه می گوید خودقفل زمانی حاصل می شود که ضریب اصطکاک رزوه ، مساوی یا بزرگتر از تانژانت زاویه جلوبور آن باشد .

در حال حاضر قطر پیچ ساپورت عرضی دستگاه تراش ۱۹mm و گام آن ۸mm می باشد .
برای بوجود آوردن گام فرضی بر روی پیچ ، احتیاج به دو گام مختلف داریم که روابط فوق باید برای این دوگام برقرار باشد که در زیر به محاسبه این دوگام می پردازیم .

$$d_m = 17 \text{ mm} \quad d = 19 \text{ mm} \quad \ell = 8 \text{ mm}$$

$$\pi \mu d_m > \ell$$

$$3/14 \times 0.3 \times 17 > 8 \Rightarrow 16/0.1 > 8$$

$$d_m = 16/5 \text{ mm} \quad d = 19 \text{ mm} \quad \ell = 10 \text{ mm}$$

$$3/14 \times 0.3 \times 16/5 > 10 \Rightarrow 15/54 > 10$$

با توجه به محاسبات انجام شده برای هر دو گام 8mm و 10mm، پیچ در حالت قفل شوندگی می باشد و در نهایت می توان با استفاده از گام کوچک بوجود آمده و تقسیم کردن ورنیه به 100 قسمت مساوی، دقت ماشین تراش را تا 0.2٪ افزایش داد.

$$p = 10 - 8 \Rightarrow p = 2 \text{ mm} \Rightarrow t = \frac{P}{n} \Rightarrow \frac{2}{100} = 0.02 \text{ mm}$$

۶- نتیجه گیری

بطور کلی می توان با یک تغییر مختصر در ساپورت عرضی دستگاه های تراش معمولی، ماشینی را به بازار عرضه داشت که با بسیاری از دستگاه های گران قیمت تر رقابت کند.

استفاده از این طرح دارای مزایایی است که در زیر به آنها اشاره می شود:

اساسی ترین و مهمترین برتری جایگزینی مکانیسم یاد شده، بالا بردن دقت ماشین می باشد. بکارگیری این چنین پیچی موجب شده تا محیط روی ورنیه به تعداد تقسیمات کمتری قسمت شده و در نتیجه خطوط روی ورنیه از دستگاه های معمولی کمتر و فاصله بین هر دو خط موجود بیشتر گردد. این امر باعث کم شدن خطای چشمی اپراتور دستگاه می شود، به عبارت دیگر می توان این گونه بیان کرد که همزمان با بالا بردن دقت، با استفاده از این مکانیسم خطای چشمی کاهش می یابد. برخلاف دیگر ماشین ها که بالا بردن دقت ماشینکاری نیازمند به یک اپراتور با مهارت و تجربه کاری بالا می باشد، بکارگیری این طرح می تواند امکان استفاده از همان اپراتور قبلی را برای تولید قطعات با دقت و ظرافت بیشتری نسبت به قبل بوجود آورد.

البته باید بیان نمود که استفاده و جایگزینی این مکانیسم، باعث بلند تر شدن طول ساپورت دستگاه و همچنین پایین آمدن سرعت عمل اپراتور می گردد ولی با توجه به مزایایی که در بالا به آنها اشاره شد می توان از این عیوب چشم پوشی کرد.

مراجع

- ۱- صادقی، ا.، "ماشین های افزار"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تیر ماه ۱۳۷۸
- ۲- خیریه، ح.، "در پیرامون ماشین های افزار"، چاپ اول، انتشارات معبود، ۱۳۸۴
- ۳- برقی، ع.م.، "اجزا ماشین"، چاپ سوم، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، بهار ۱۳۷۷
- ۴- دیبایی نیا، ب.، "طراحی اجزاء در مهندسی مکانیک"، چاپ ششم، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۵