٣٣٠٢٦

۱۳۸۰ /۱۱/ ۱۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مدارک

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی دستگاه تولید انبوه فنرهای استحکام بالا با مقاطع مستطیلی

۱۰۱۱۶

پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک - ساخت و تولید

محسن شایان

اساتید راهنما

دکترحسن خادمی زاده

دکتر سید محسن صفوی همامی

۱۳۷۸

۳۳۰۲۶

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک گرایش ساخت و تولید آقای محسن شایان

تحت عنوان

طراحی دستگاه تولید انبوه فنرهای استحکام بالا با مقاطع مستطیلی

در تاریخ ۱۳۷۸/۱۲/۸ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱ـ استاد راهنمای پایان نامه	دکتر حسن خادمی زاده
۲ـ استاد راهنمای پایان نامه	دکتر سید محسن صفوی همامی
۳ـ استاد داور	دکتر جواد زرکوب
٤ـ استاد داور	دکتر محسن اصفهانیان
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر حسن خادمی زاده

کلیه حقوق مادی متـــــرتب بر نتایج مطالعات ،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه (رساله)متعلق به دانشـگاه صنعتی
اصفهان است.

تقدیم به :

پدر و مادرعزیزم

که تمامی آنچه را در .. یافته ام به برکت وجود آنان بوده است .

تقدیر وتشکر:

بدینوسیله از زحمات کلیه اساتید همکاران و دوستانی که در به انجام رساندن این پروژه اینجانب را یـاری نموده اند آقایان :

مهندس محسن افراسیابی مدیر عامل شرکت خدمات فنی مهندسی ایمنی سروی

مهندس حمید منصوری ، مهنـدس مهدی رعیتی ، مهندس سـعید آخوند نسـب

مهنـدس غلامعلی راستـگو ، علیرضا شایان ،حمید رضا شایان ، مجیـد ارمغان ،

حمیدرضا فخر حسن نژادی ، داوود میناخانی ، علی ملک محمدی وسایردوستانی

که به هر نحو در به انجـام رسـاندن این پروژه به این حقیر کمک نموده اند

تقدیر و تشکرمی نمایم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	**شش**
چکیده	۱
فصل اول : مبانی نظری خمش محض	
۱ـ۱ـ مقدمه	۳
۱ـ۲ـ تعریف	٤
۱ـ۳ـ تنشهای در حالت خمش محض	٥
۱ـ٤ـ تغییر شکلهای بوجود آمده در حالت خمش محض	۷
۱ـ٥ـ تنشها و تغییر شکلهای در ناحیه الاستیک	۱۲
۱ـ٦ـ تغییر شکل در سطح مقطع عرضی	۱٥
۱ـ۷ـ تغییر شکل پلاستیک در خمش محض	۱۸
۱ـ۸ـ خمش عضوهای کمانی در حالت الاستیک	۲۱
فصل دوم: پارامتهای فیزیکی فنر	
۲ـ۱ـ انتخاب یا جایگزینی	۲۷
۲ـ۲ـ سختی فنر	۲۸
۲ـ۳ـ تنش برشی فنر	۲۹
۲ـ٤ـ تلرانس فنر	۳۱
فصل سوم : طراحی و روش تولید	
۳ـ۱ـ بررسی روشهای تولید	۳۳
۳ـ۱ـ۱ـ ماشینکاری	۳۳

۳ـ۱ـ۲ـ پیچیدن به روش کار سرد ۳٤

۳ـ۱ـ۳ـ پیچیدن به روش کار گرم ۳۵

۳ـ۲ـ اصلاح سطح مقطع مفتول ۳۵

۳ـ۳ـ طراحی دستگاه ۳۷

۳ـ٤ـ مکانیزم پیچیدن مفتول ۳۷

۳ـ۵ـ طراحی دستگاه فنر پیچ ۳۸

۳ـ٦ـ طراحی کوره پیش گرم ٤۱

۳ـ۷ـ محاسبه توان مورد نیاز جهت شکل دهی مفتول ٤۳

۳ـ۷ـ۱ـ روش اول ٤۳

۳ـ۷ـ۲ـ روش دوم ٤۵

۳ـ۸ـ عملیات حرارتی ٤۷

۳ـ ۹ـ نتیجه ٤۷

فصل چهارم : پیوستها

٤ـ۱ـ لیست مشخصات قطعات ٤۸

٤ـ۲ـ نقشه های ساخت ۵۱

مراجع

چکیده :

امروزه پیچیدن فنرهای کوچک و استحکام پایین بوسیله فرآیند کار سرد و با دستگاههای تمام اتو ماتیک به راحتی مقدور می باشد لکن پیچیدن مفتولهای با قطر بالا (مفتولهای با قطر بیش از ۲۰ میلیمتر)با مشکلاتی همراه است در مورد فنرهای استحکام بالا با مقطع مستطیلی کار مشکل تر می باشد . هدف اصلی در این پایان نامه بررسی بهترین روش تولید فنر استحکام بالا با سطح مقطع مستطیلی می باشد که در ضمن آن نحوه انتخاب و مقایسه این فنرهای با فنرهای با مقطع گرد و پارامترهای فیزیکی این نوع فنرها از قبیل سختی ، تنش برشی اعمالی به حلقه های فنر و... نیز مورد بررسی قرار گرفته است در ابتدا با استفاده از تعاریف مختلف فرآیند پیچیدن مفتول فنر را تحت عنوان خمش ، طبقه بندی کرده و سپس با خمش محض در یک محور تقریب زده شده است . و لذا با تئوریهای مختلف در شکل دهی مقدار تنشهای اعمالی در این فرآیند بدست آمده است این تئوریها شامل تنشهای عضو منشوری در ناحیه الاستیک و در حالت پلاستیک بوده و سپس به خمش عضوهای کمانی در حالت الاستیک توجه شده است . موقعیت محور خنثی و تغییر شکلهای عرضی نیز در ضمن این تئوریها مورد بررسی قرار گرفته است . از تئوریهای فوق با در نظر گرفتن فرضیات مناسبی در جهت طراحی دستگاه استفاده شده است . در انتخاب روش تولید ، فرآیندهای ماشینکاری ، شکل دهی سرد ، شکل دهی گرم مورد بررسی قرار گرفته است . در روش شکل دهی گرم کوره پیوسته الکتریکی جهت گرم کردن مفتول فنر تا دمای کار گرم و یک دستگاه فنر پیچ نیمه اتوماتیک جهت پیچیدن مفتول فنر مورد طراحی قرار گرفته است که به نکات قابل توجه در طراحی آن پرداخته شده است و در نهایت دستگاه برای تولید یک نوع فنر با ابعاد مشخص نقشه شده است .

فصل اول : مبانی نظری خمش محض

۱-۱- مقدمه

۱-۲- تعریف

۱-۳- تنشهای در حالت خمش محض

۱-٤- تغییر شکلهای بوجود آمده در حالت خمش محض

۱-٥- تنشها و تغییر شکلهای در ناحیه الاستیک

۱-٦- تغییر شکل در سطح مقطع عرضی

۱-۷- تغییر شکل پلاستیک در خمش محض

۱-۸- خمش عضوهای کمانی در حالت الاستیک

فصل اول

مبانی نظری خمش محض

۱ -۱ مقدمه :

فنر ها المانهای مکانیکی هستند که معمولا جهت اعمال نیروی دائمی بکار گرفته می شوند و بنا به کاربرد و محدودیتهای طراحی ، از لحاظ خصوصیات ظاهری به شکلهای مختلفی ساخته می شوند . امروزه فنرها بشکل های مختلف وبا اندازه های استاندارد ودر بازه های وسیعی از کار بردهای متعدد ساخته می شوند.

انواع مختلف این فنرها عبارتند از : فنرهای استوانه ای با مقطع گرد ، فنرهای استوانه ای با مقطع مستطیلی ، فنرهای بشقابی ، فنرهای تخت و فنرهای حلزونی .

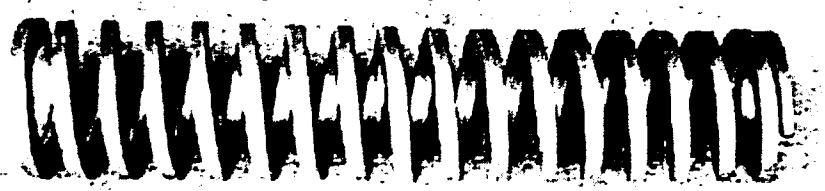
هر کدام از فنر های فوق دارای مزایا و معایبی هستند که کاربری آنها را در یک طرح تعیین می کند در فنرهای استوانه ای با مقطع مستطیلی نسبت سختی فنر به طول فشرده آن (K/LS) زیاد بوده و لذا در مواردی که با محدودیت جا و مکان مواجه باشیم این فنرها با داشتن طول کورس زیاد بهترین انتخاب می باشند هر چند که اثرات تمرکز تنش در آنها حائز اهمیت می باشد.

در این تحقیق در فصل اول به تئوریهای خمش خالص پرداخته شده است این تئوریها شامل خمش الاستیک تیرهای مستقیم ، خمش پلاستیک تیرهای مستقیم ، خمش الاستیک تیرهای خمیده و خمش پلاستیک با توجه به کار سختی برای تیرهای مستقیم است . در تمام تئوریها ی فوق موقعیت سطح خنثی و تنشها نیز تعیین گردیده است که از این تئوریها در جهت طراحی دستگاه بااعمال فرضیات مناسبی در فصل سوم استفاده شده است .

در فصل دوم به مزایا و معایب فنرهای باسطح مقطع مستطیلی و به روابط مقایسه ای بین فنرهای با مقاطع گرد و مستطیلی پرداخته و به نحوه محاسبه پارامتر های فیزیکی آنهااز قبیل سختی این فنرها ، تنش برشی اعمالی به حلقه های فنر و تلرانسهای استاندارد DIN اشاراتی شده است .

در فصل سوم به شیوه تولید از روش ماشینکاری ، کار سرد و کار گرم اشاره شده و پس از بررسی این سه روش بهترین روش پیچیدن این نوع مفتول (کار گرم) انتخاب شده است . و سپس به نکات قابل توجه در طراحی دستگاه مورد نظر برای پیچیدن فنر استحکام بالا اشاره شده است که در آن با استفاده از تئوریها ی شکل دهی طراحی لازم صورت گرفته است .

در فصل چهارم دستگاه طراحی شده برای تولید یک نوع فنر با جنس و ابعاد مشخص معرفی و نقشه های ساخت و اجرایی آن معرفی می گردد .

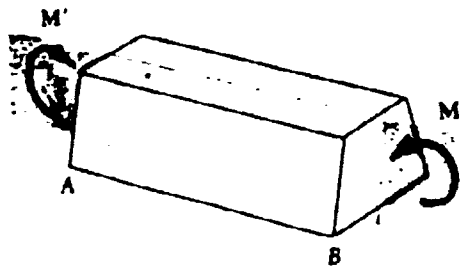


شکل (۱-۱) فنر استحکام بالا با مقاطع مستطیلی

۱-۲تعریف :

تغییر شکل مومسان فلزات حول محور مستقیم بدون تغییر یا با تغییر ناچیز مساحت سطح را خم کردن گویند . چنانچه طی یک حرکت دو یا چند خم در قطعه ایجاد شود نام عمل ، شکل دهی خواهد بود . در پدیده خمکاری محورهای خمش مستقیم و مستقل از یکدیگر می باشند در حالی که چنانچه محورهای خمش مستقیم و مستقل از یکدیگر نباشند فرایند کشیدن نامیده می شود . با توجه به مقدمه فوق پیچیدن فنر از مفتول مستقیم یک فرآیند خم کردن می باشد که دردو محور مستقیم انجام می گیرد از آنجا که انحنای مربوط به ایجاد گام بسیار کمتر از انحنای دیگر می باشد لذا می توان با تقریب بسیار مناسبی این فرایند را با خمش خالص در یک محور مورد بررسی قرار داد هر چندکه یکی از پدیده های نسبتا نادر در کاربردهای مهندسی پدیده خمش محض است لیکن بخش قابل ملاحظه ای از پدیده های شکل دهی با استفاده از فرض خمش محض قابل انجام شده است نتایج حاصل از آن ممکن است در تجزیه و تحلیل انواع دیگر بارگذاریها از قبیل بارگذاری محوری غیر مرکزی یا بارگذاری عرضی مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا اشنایی با خمش محض در مطالعه تیرهای یعنی عضوهای منشوری تحت بارهای عرضی نقش مهمتری را ایفا می کند .

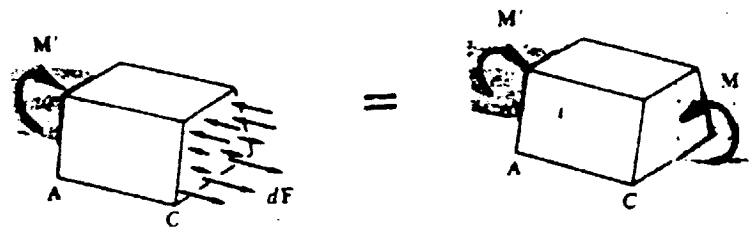
در این فصل تنشها و کرنشهای بوجود آمده در عضوهای منشوری که دو انتهای آنان تحت تاثیر لنگرهای مساوی و مخالف M و M' قرار دارند را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم فرض می شود لنگرهای اعمال شده هر دو در یک صفحه طولی مشترک واقع هستند .



شکل (۱-۲) عضومنشوری تحت تاثیر لنگر خمشی

همچنین فرض می شود که عضو مورد بحث نسبت به صفحه حاوی لنگرها تقارن داشته باشد . عضوی که تحت تاثیر لنگرهای مساوی و مخالف واقع در یک صفحه مشترک قرار گرفته باشد را اصطلاحا در وضعیت

خمش ساده یا خمش محض می نامند . مشاهده می شود که اگر یک مقطع عرضی از عضو (شکل ۱-۲) بگذرانیم شرایط تعادل که در بخش AC وارد می آیند معادل لنگر M می باشند (شکل ۱-۳) .

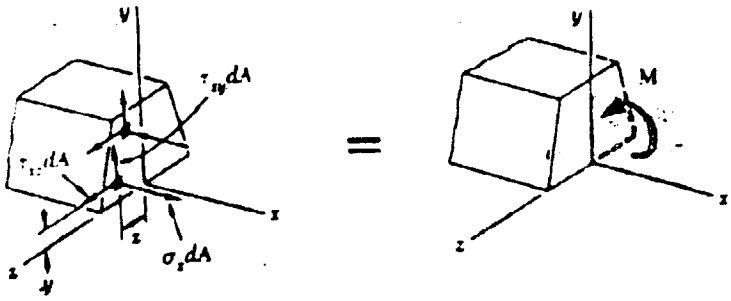


شکل (۱-۳) شرایط تعادل برای تیر تحت لنگر خمشی

بنابر این برآیندنیروهای داخلی موجود در هر سطح مقطع از عضوی که در حالت خمش محض است معادل یک لنگر می باشد این لنگر را لنگر خمشی M می نامند با در نظر گرفتن این قرار دادکه اگر عضوی به صورتی که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است ، در حال خم شدن باشد M را مثبت و اگر عکس آن باشدM را منفی در نظر می گیریم .

۱-۳ تنشهای در حالت خمش محض

برای بدست آوردن معادلات مربوط به تنشهای حاصل در هر مقطع از یک عضو منشوری تحت خمش محض از روشهای استاتیک استفاده خواهیم نمود . تنشهای مزبور باید در معادلات بدست آمده صدق کند اگر تنش عمودی در یک نقطه مشخص از مقطع σx و مولفه های تنش برشی τ_{xz}, τ_{xy} نشان داده شوند .برآیند نیروهای داخلی کوچک وارد شده بر آن سطح مقطع معادل لنگر M خواهند بود .(شکل ۱-٤)



(شکل ١-٤) تنشهای حاصل روی سطح مقطع یک عضو منشوری تحت خمش محض

لازم به تذکر است که در استاتیک لنگر M شامل دو نیروی مساوی و مخالف می شود. بنا براین مجموعه مولفه های این دو نیرو در هر راستا برابر صفر است از این گذشته ممان در تیرو حول تمامی محورهای عمود بر صفحه آن یکسان بوده و حول محورهای واقع درآن صفحه برابر صفر می باشد. با انتخاب دلخواه محور Z در شکل (١-٤) برابری نیروهای کوچک داخلی و لنگر M را بیان می کنیم .

$$\sum F_x = 0: \qquad \int \sigma_x dA = 0 \qquad (١-١)$$

$$\sum M_y = 0: \qquad \int z\sigma_x dA = 0 \qquad (٢-١)$$

$$\sum M_z = M: \qquad \int (-y\sigma_x dA) = M \qquad (٣-١)$$

در اینجا می توان سه معادله دیگر نیز نوشت . لیکن از این کار صرف نظر می کنیم چون معادلات مذبور فقط حاوی مولفه های تنش برشی می باشند ذکر دو نکته در اینجا الزامی است . اول اینکه به علامت منفی در معادله (١-٣) به این دلیل استناد شده است که حاصل تنش کششی ($\sigma_x > 0$) یک لنگر منفی (در جهت عقربه های ساعت) است یعنی ممان نیروی عمودی $\sigma_x dA$ حول محور Z، دوم اینکه اگر عضو منشوری نسبت به صفحه حاوی لنگر M تقارن داشته باشد و اگر محور Y در آن صفحه انتخاب شده (شکل ١-٤) معادله (١-٣) ناچیز خواهد بود . البته سپس نحوه توزیع نیروهای عمودی بر روی مقطع بوضوح نسبت به حور Y متقارن خواهد بود . بایستی توجه کرد که توزیع واقعی تنشها در یک مقطع مشخص را نمی