

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

تحلیل خستگی مجموعه سنبه و قالبهای فرآیند شکل دهی

گژن پین به روش اکستروژن سرد

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

گرایش طراحی کاربردی

فریبرز کریمی طالخونچه ۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰
مرکز اطلاعات مرکز علمی ایران
تماس مرکز

استاد راهنما

دکتر علیرضا فدایی تهرانی

۱۳۸۱

۴۸۶۵۱



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک (طراحی کاربردی) آقای فریبرز کریمی طالونچه
تحت عنوان

تحلیل خستگی مجموعه سنبه و قالبهای فرآیند شکل دهی

گزن پین به روش اکستروژن سرد

در تاریخ ۱۳۸۱/۱۲/۲۱ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

دکتر علیرضا فدایی تهرانی

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر سید حمید هاشم الحسینی

۲- استاد مشاور پایان نامه

دکتر بیژن برومند

۳- استاد داور:

دکتر سعید ضیایی راد

۴- استاد داور:

دکتر احمد رضا پیشه ور اصفهانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که حمد مختص ذات اوست. بی شک گذارندن این دوره از تحصیل بدون همکاری و همراهی خانواده، اساتید، دوستان و همکاران ارجمند امکان پذیر نبود. لذا از خداوند متعال موفقیت و بهروزی این عزیزان را خواستارم. لازم می‌دانم از زحمات بی دریغ خانواده عزیزم که همواره در دوران تحصیل یار و مشوق بنده بوده‌اند، بی نهایت تشکر و قدردانی نمایم.

معلمان و اساتید تمام دوران تحصیلاتم حقی بزرگ بر من دارند که تا پایان عمر مرا وام دار این عزیزان می‌کند. لذا از تمام عزیزانی که در طول این دوران از محضرشان بهره مند شده‌ام سپاسگزاری می‌کنم.

از جناب آقای دکتر علیرضا فدایی که با رهنمودهایشان در انجام پایان نامه، راهنمای اینجانب بوده‌اند، قدردانی می‌کنم. همچنین از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر حمید هاشم الحسینی که همواره با راهنمایی‌های ارزنده خود گره از مشکلات انجام این پایان نامه گشودند، تشکر و قدردانی می‌کنم. از اساتید ارجمند، آقایان دکتر بیژن برومند و دکتر سعید ضیایی راد که زحمت مطالعه و داوری این پایان‌نامه را قبول نمودند، کمال تشکر را دارم.

همچنین از جناب آقای مهندس فتوحی مدیر عامل محترم شرکت ارمند پژوه سپاهان به خاطر کلیه زحماتی که در طول انجام پروژه به ایشان داده‌ام، تشکر نموده و موفقیت روز افزون ایشان را از درگاه خداوند متعال تمنا دارم.

در انتها بر خود لازم می‌دانم از همکاری بی‌دریغ بخشهای مختلف دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر و سپاسگزاری نمایم.

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

تقدیم به

پدر عزیزم (زندہ یاد محمد اسماعیل کریمی)

و

مادر مہربانم

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
هشت	فهرست مطالب.....
۱	چکیده
۲	فصل اول : مقدمه.....
۳	۱-۱- جایگاه فرآیند اکستروژن معکوس سرد.....
۳	۱-۲- نگرشی بر تاریخچه فرآیند اکستروژن.....
۷	۱-۳- محتوی فصلهای بعدی.....
۹	فصل دوم: آشنایی با روش اجزاء محدود غیر خطی.....
۹	۱-۲- مقدمه.....
۱۰	۲-۲- نقش پلاستیسیته در مسایل اجزاء محدود.....
۱۱	۲-۳- سطح تسلیم.....
۱۲	۲-۴- قانون جریان.....
۱۴	۲-۵- کاربرد اجزاء محدود غیر خطی در مسایل شکل دهی.....
۱۶	۲-۶- روش های تکرار.....
۱۶	۲-۶-۱- روش نیوتن رافسون.....
۱۸	۲-۶-۲- روش نیوتن رافسون اصلاح شده.....
۲۰	فصل سوم: تحلیل فرآیند شکل دهی گژن پین به روش اکستروژن سرد.....
۲۰	۱-۳- مقدمه.....
۲۰	۲-۳- حل یک مثال برای اثبات درستی نتایج نرم افزار ANSYS.....
۲۵	۳-۳- روابط تئوری حاکم بر فرآیند اکستروژن معکوس.....
۲۵	۳-۳-۱- محاسبه فشار بر اساس تئوری پایه پلاستیسیته (روش دیپر).....
۲۷	۳-۳-۲- رابطه تجربی اسکافمن.....
۲۹	۳-۴- معرفی مراحل شکل دهی گژن پین.....
۳۰	۳-۵- فرضیات و خصوصیات بکار گرفته شده در تحلیلها.....
۳۰	۳-۵-۱- خواص مکانیکی ماده.....
۳۲	۳-۵-۲- مشخصات کلی مدل‌های اجزاء محدود.....

۳۳	.....
	۶-۳- مرحله نخست شکل دهی.....
۳۹	.....
	۷-۳- مرحله دوم شکل دهی.....
۴۶	.....
	۸-۳- مرحله سوم شکل دهی.....
۵۰	.....
	فصل چهارم: تحلیل خستگی قالبهای اکستروژن سرد.....
۵۰	.....
	۱-۴- مقدمه.....
۵۰	.....
	۲-۴- محاسبه فشار تماس در مجموعه دو استوانه جازده شده فشاری.....
۵۳	.....
	۳-۴- چگونگی تحلیل خستگی.....
۵۳	.....
	۱-۳-۴- استخراج نمودار (S-N).....
۵۵	.....
	۲-۳-۴- تعیین ماکزیم تنش خستگی زا در هر قطعه با استفاده از معیار اصلاح شده گودمن.....
۵۷	.....
	۴-۴- حل یک مثال برای اثبات درستی نتایج بدست آمده از نرم افزار.....
۵۷	.....
	۱-۴-۴- حل مساله با استفاده از روابط الاستیسیته.....
۵۸	.....
	۲-۴-۴- حل مساله به روش اجزاء محدود.....
۶۱	.....
	۵-۴- تحلیل قالبهای فرآیند تولید گزن بین به روش اجزاء محدود.....
۶۱	.....
	۱-۵-۴- مشخصات کلی تحلیلهای اجزاء محدود.....
۶۲	.....
	۲-۵-۴- تحلیل قالب مرحله نخست شکل دهی.....
۶۵	.....
	۳-۵-۴- تحلیل خستگی قالبهای مرحله نخست شکل دهی گزن بین.....
۶۷	.....
	۴-۵-۴- تحلیل قالب مرحله دوم شکل دهی گزن بین.....
۶۸	.....
	۵-۵-۴- تحلیل قالب مرحله دوم شکل دهی به روش اجزاء محدود.....
۷۰	.....
	۶-۵-۴- تحلیل خستگی قالب مرحله دوم شکل دهی.....
۷۱	.....
	۷-۵-۴- تحلیل قالب مرحله سوم شکل دهی.....
۷۳	.....
	۸-۵-۴- تحلیل خستگی قالبهای مرحله سوم شکل دهی.....
۷۵	.....
	فصل پنجم: تحلیل تنش سنبه های مراحل شکل دهی گزن بین و بررسی خستگی آنها.....
۷۵	.....
	۱-۵- مقدمه.....
۷۵	.....
	۲-۵- تحلیل سنبه مرحله اول شکل دهی گزن بین.....
۷۶	.....
	۳-۵- فرضیات و خصوصیات انجام شده برای تحلیل سنبه ها.....
۷۸	.....
	۴-۵- تحلیل سنبه مرحله دوم شکل دهی گزن بین.....
۸۱	.....
	۵-۵- تحلیل سنبه مرحله سوم شکل دهی گزن بین.....
۸۳	.....
	۶-۵- اطلاعات موجود از سنبه شکسته شده.....
۸۴	.....
	۷-۵- تحلیل سنبه مرحله دوم در حالت کشش به روش اجزاء محدود.....
۸۴	.....
	۱-۷-۵- مشخصات سنبه شبیه سازی شده در نرم افزار در حالت کشش.....
۸۵	.....
	۲-۷-۵- شبکه بندی مسئله.....
۸۶	.....
	۳-۷-۵- بررسی نتایج حاصل از تحلیل سنبه در حالت کشش.....

۸۶	..... ۸-۵- تحلیل خستگی
۹۰	..... فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۹۰	..... ۱-۶- جمع بندی کلی نتایج
۹۲	..... ۲-۶- پیشنهادات
۹۳	..... پیوست ها
۹۳	..... پیوست (الف)
۹۶	..... پیوست (ب)
۱۰۶	..... مراجع

فهرست اشکال

صفحه	شکل	
۵	شکل ۱-۱	انواع قطعات تولید شده به کمک فرآیند اکستروژن.....
۱۱	شکل ۱-۲	مدلهای غیر خطی تنش کرنش در مواد مختلف.....
۱۲	شکل ۲-۲	نمایش سطح تسلیم و جهت عمود بر آن در فضای دوبعدی تنش.....
۱۷	شکل ۲-۳	نمایش روش نیوتن رافسون.....
۱۸	شکل ۲-۴	نمایش روش نیوتن رافسون اصلاح شده.....
۳۱	شکل ۳-۱	ابعاد سطح مقطع ماده اولیه و محصول در یک فرآیند اکستروژن معکوس (بر حسب میلیمتر).....
۳۲	شکل ۳-۲	منحنی رفتار تنش-کرنش فولاد در حالت الاستیک پلاستیک کامل.....
۳۳	شکل ۳-۳	مدل شبکه بندی شده ماده اولیه یک فرآیند اکستروژن معکوس در نرم افزار ANSYS.....
۳۳	شکل ۳-۴	توزیع تنش فون میز در انتهای فرآیند شکل دهی در: الف-مدل اول، ب-مدل دوم رفتار ماده.....
۳۴	شکل ۳-۵	تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان جابجایی سنبه در مدل اول رفتار ماده.....
۳۴	شکل ۳-۶	تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان جابجایی سنبه در مدل دوم رفتار ماده.....
۲۵	شکل ۳-۷	مدل فرآیند اکستروژن معکوس مورد استفاده در روش دیپر.....
۲۹	شکل ۳-۸	نمایش شماتیک ماده خام و محصول نهایی گژن بین.....
۳۱	شکل ۳-۹	منحنی تنش کرنش واقعی فولاد 1.7262.....
۳۲	شکل ۳-۱۰	شماتیک مدل اصطکاکی مورد استفاده در نرم افزار ANSYS در مسایل غیرخطی.....
۳۳	شکل ۳-۱۱	ابعاد ماده خام و محصول مرحله اول شکل دهی گژن بین (ابعاد بر حسب میلیمتر).....
۳۴	شکل ۳-۱۲	ابعاد مدل ماده خام مرحله اول در نرم افزار ANSYS (ابعاد بر حسب میلیمتر).....
۳۵	شکل ۳-۱۳	نحوه شبکه بندی مدل مرحله اول شکل دهی.....
۳۵	شکل ۳-۱۴	شماتیک بارگذاری بر روی اجزاء مختلف مرحله اول شکل دهی.....
۳۶	شکل ۳-۱۵	شکل نهایی ماده پس از تغییر شکل در مرحله اول شکل دهی.....
۳۷	شکل ۳-۱۶	نحوه تغییر شکل ماده در جهت Y در مرحله اول شکل دهی.....
۳۷	شکل ۳-۱۷	توزیع تنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله اول شکل دهی.....
۳۸	شکل ۳-۱۸	توزیع کرنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله اول شکل دهی.....
۳۹	شکل ۳-۱۹	نمودار تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان پیشروی آن در مرحله اول شکل دهی.....
۳۹	شکل ۳-۲۰	ابعاد ماده خام و محصول در مرحله دوم شکل دهی گژن بین (ابعاد بر حسب میلیمتر).....
۴۰	شکل ۳-۲۱	نحوه شبکه بندی مدل مرحله دوم شکل دهی.....
۴۱	شکل ۳-۲۲	شماتیک بارگذاری بر روی اجزاء مختلف مرحله دوم شکل دهی.....
۴۲	شکل ۳-۲۳	توزیع تنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله دوم شکل دهی.....
۴۲	شکل ۳-۲۴	توزیع کرنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله دوم شکل دهی.....

- شکل ۳-۲۵- نمودار تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان پیشروی آن در مرحله دوم شکل دهی..... ۴۳
- شکل ۳-۲۶- شماتیک شبکه بندی جدید مدل اجزاء محدود مرحله دوم شکل دهی..... ۴۴
- شکل ۳-۲۷- نمودار تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان پیشروی آن در مرحله دوم شکل دهی در شبکه جدید..... ۴۵
- شکل ۳-۲۸- توزیع تنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله دوم شکل دهی در شبکه جدید..... ۴۵
- شکل ۳-۲۹- ابعاد ماده خام و محصول در مرحله دوم شکل دهی گزن پین (بر حسب میلیمتر)..... ۴۶
- شکل ۳-۳۰- شماتیک شبکه بندی مدل اجزاء محدود مرحله سوم شکل دهی..... ۴۷
- شکل ۳-۳۱- توزیع تنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله سوم شکل دهی..... ۴۸
- شکل ۳-۳۲- توزیع کرنش فون میز درون ماده در انتهای مرحله سوم شکل دهی..... ۴۸
- شکل ۳-۳۳- نمودار تغییرات نیروی سنبه بر حسب میزان پیشروی آن در مرحله سوم شکل دهی..... ۴۹
- شکل ۴-۱- شماتیک دو استوانه جازده شده فشاری به همراه ابعاد آن..... ۵۱
- شکل ۴-۲- نمودار نشان دهنده معیار گسیختگی گودمن اصلاح شده..... ۵۶
- شکل ۴-۳- مدل شبکه بندی شده برای تحلیل دو استوانه جازده شده فشاری..... ۵۹
- شکل ۴-۴- توزیع تنش شعاعی در مجموعه دو استوانه جازده شده فشاری..... ۶۰
- شکل ۴-۵- توزیع تنش محیطی در مجموعه دو استوانه جازده شده فشاری..... ۶۰
- شکل ۴-۶- توزیع تنش در استوانه های جازده شده بر اساس تئوری الاستیسیته..... ۶۱
- شکل ۴-۷- مجموعه قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین و ابعاد آن (ابعاد بر حسب میلیمتر)..... ۶۳
- شکل ۴-۸- مدل شبکه بندی شده قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین و چگونگی بارگذاری بر روی آن..... ۶۴
- شکل ۴-۹- توزیع تنش در مجموعه قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین: الف- تنش محیطی، ب- تنش شعاعی..... ۶۴
- شکل ۴-۱۰- توزیع تنش فون میز در مجموعه قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین..... ۶۵
- شکل ۴-۱۱- مجموعه قالب مرحله دوم شکل دهی گزن پین و ابعاد آن (ابعاد بر حسب میلیمتر)..... ۶۷
- شکل ۴-۱۲- مدل شبکه بندی شده قالب مرحله دوم شکل دهی گزن پین..... ۶۹
- شکل ۴-۱۳- توزیع تنش فون میز در مجموعه قالب مرحله دوم: الف- پس از بارگذاری، ب- پیش از بارگذاری..... ۶۹
- شکل ۴-۱۴- مجموعه قالب مرحله سوم شکل دهی گزن پین و ابعاد آن (ابعاد بر حسب میلیمتر)..... ۷۱
- شکل ۴-۱۵- مدل شبکه بندی شده قالب مرحله سوم شکل دهی گزن پین..... ۷۲
- شکل ۴-۱۶- توزیع تنش فون میز در مجموعه قالب مرحله سوم: الف- پس از بارگذاری، ب- پیش از بارگذاری..... ۷۲
- شکل ۵-۱- ابعاد سنبه مرحله اول شکل دهی گزن پین (ابعاد بر حسب میلیمتر)..... ۷۶
- شکل ۵-۲- مدل شبکه بندی شده مجموعه سنبه، ماده و قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین..... ۷۷
- شکل ۵-۳- توزیع تنش فون میز در مقاطع A و B سنبه مرحله اول شکل دهی گزن پین..... ۷۸
- شکل ۵-۴- ابعاد سنبه مرحله دوم شکل دهی گزن پین..... ۷۸
- شکل ۵-۵- مدل شبکه بندی شده مجموعه سنبه، ماده و قالب مرحله دوم شکل دهی گزن پین..... ۷۹
- شکل ۵-۶- توزیع تنش فون میز در در مقاطع A و B سنبه مرحله دوم..... ۸۰
- شکل ۵-۷- ابعاد سنبه مرحله سوم شکل دهی گزن پین (ابعاد بر حسب میلیمتر)..... ۸۱
- شکل ۵-۸- مدل شبکه بندی شده مجموعه سنبه، ماده و قالب مرحله سوم شکل دهی گزن پین..... ۸۲
- شکل ۵-۹- توزیع تنش فون میز در در مقاطع A و B سنبه مرحله سوم..... ۸۲

- شکل ۵-۱۰- شبکه بندی سنبه مرحله دوم شکل دهی گزن پین برای تحلیل کششی..... ۸۵
- شکل ۵-۱۱- توزیع تنش فون میز در مقطع تغییر قطر سنبه در حالت کشش..... ۸۶

فهرست جداول

صفحه

جدول

۲۱	جدول ۱-۳- مقادیر تنش- کرنش بیست نقطه بالای تسلیم فولاد 16MnCr5.....
۲۸	جدول ۲-۳- مقادیر مختلف K_e برای انواع فلزات.....
۳۱	جدول ۳-۳- مقادیر عددی تنش و کرنش بدست آمده از آزمایش کشش بر روی فولاد 1.7262.....
۶۳	جدول ۱-۴- مشخصات مکانیکی قالب مرحله اول شکل دهی گزن پین.....
۶۸	جدول ۲-۴- مشخصات مکانیکی مجموعه قالب مرحله دوم شکل دهی گزن پین.....
۷۴	جدول ۳-۴- عمر مجموعه قالبهای مراحل مختلف شکل دهی گزن پین.....

مرکز اطلاعات و مدارک علمی
تهیه مدارک

چکیده

اکستروژن سرد یکی از مهمترین فرآیندهای شکل دهی محسوب می شود که به دلایل مختلفی از جمله کیفیت سطح خوب محصول، بهبود خواص مکانیکی ماده تغییر شکل دهنده و ... کاربرد وسیعی در ساخت قطعات مختلف دارد. به علت اینکه هزینه طراحی ساخت قالبهای این فرآیند درصد قابل توجهی از تولید را به خود اختصاص می دهد، لذا بررسی و پیش بینی عمر مجموعه قالبهای این فرآیند از اهمیت قابل توجهی برخوردار می باشد.

در این پایان نامه، در ابتدا با استفاده از روش اجزاء محدود و توسط نرم افزار ANSYS به تحلیل فرآیند شکل دهی گزن بین اتومبیل پرابد که با استفاده از فرآیند اکستروژن معکوس سرد تولید می گردد، پرداخته شده است. سپس عمر خستگی قالبها با استفاده از تئوریهای خستگی موجود در منابع و کتابهای طراحی اجزاء موجود تعیین شده است و در ادامه پس از بررسی توزیع تنش در سنبه های مراحل مختلف شکل دهی گزن بین، به دلیل در دست بودن اطلاعات لازم در مورد سنبه مرحله دوم شکل دهی، عمر خستگی سنبه در مرحله مذکور بدست آمده است.

فصل اول

مقدمه

فرآیند اکستروژن^۱ یکی از مهمترین فرآیندهای شکل دهی فلزات است که تاریخی نسبتاً قدیمی دارد. این فرآیند برای ساخت اجسام توخالی و لوله ها از سال ۱۸۸۶ بعنوان یک فرآیند شکل دهی شناخته گردید و مورد استفاده واقع شد. گفته می شود این فرآیند اولین بار در فرانسه ابداع گردیده است. امروزه فرآیند اکستروژن سرد به دلایل مختلفی از جمله موارد زیر در صنایع مختلف شکل دهی بسیار مورد توجه قرار گرفته است:

- ۱- بهبود خواص مکانیکی ماده تغییر شکل دهنده به واسطه پدیده کرنش سختی^۲ که در حین انجام عمل شکل دهی سرد در ماده صورت می گیرد.
 - ۲- کیفیت بسیار خوب محصولات از جهت تولرانسها و ابعاد و در نتیجه انجام ماشینکاری کمتر.
 - ۳- ایجاد سطوح با کیفیت در صورتیکه فرآیند روانکاری به خوبی صورت گیرد.
 - ۴- عدم وجود لایه های اکسید بر روی سطح محصول پس از انجام فرآیند.
 - ۵- نرخ بالای تولید با صرف هزینه نسبتاً کم.
- معمولاً در فرآیند های شکل دهی سرد تنشهای ایجاد شده بر روی سنبه زیاد می باشد و به همین علت در این نوع فرآیند شکل دهی، سنبه و قالبهای پر استحکام مورد نیاز می باشد.

1.Extrusion
2.Strain Hardening