٤٣٠١٣

۱۳۸۱ /۹/ ۲۴

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

آنالیزپوسته استوانه ای تحت فشاربا گشودگی ناشی از نازل با انحراف زاویه‌ای
توسط معادلات تغییرمکان

استاد راهنما : جناب آقای دکتر نائی
استاد مشاور : جناب آقای دکتر موسوی مشهدی
نگارش : محمدرضا مختاری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته
مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

۴۳۱۱۲

شهریور ماه ۱۳۸۱

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

آنالیز پوسته استوانه ای تحت فشار با گشودگی ناشی از نازل با انحراف زاویه‌ای

توسط معادلات تغییرمکان

استاد راهنما : جناب آقای دکتر نائی

استاد مشاور : جناب آقای دکتر موسوی مشهدی

نگارش : محمدرضا مختاری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

شهریور ماه ۱۳۸۱

صفحه تصویب پایان نامهٔ کارشناسی ارشد

موضوع:

آنالیزپوستهٔ استوانه ای تحت فشاربا گشودگی ناشی از نازل با انحراف زاویه‌ای توسط معادلات تغییرمکان

توسط:

محمدرضا مختاری

پایان نامه

برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد

رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

از این پایان نامه در تاریخ ۸۱/۶/۲۳ در مقابل

هیأت داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت .

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده : آقای دکتر بنی هاشمی

مدیر گروه آموزشی : آقای دکتر نیکخواه بهرامی

استاد راهنما : آقای دکتر نائی

استاد مشاور : آقای دکتر موسوی مشهدی

داور مدعو : آقای دکتر راستگو

تقدیم به مادرم

اوکه سرشاری مهرش، جانی تازه در کالبد هستی ام می دمد...

تقدیم به پدرم

اوکه استواری نگاهش ، حضور امید درزنـدگی ام را جاودانـه

می سازد....

« آنالیزپوسته استوانه ای تحت فشاربا گشودگی ناشی از نازل با انحراف زاویه‌ای توسط معادلات تغییرمکان »

نام ونام خانوادگی : محمدرضا مختاری

شمارهٔدانشجویی : ۸۱۰۶۷۸۰۱۳

رشته تحصیلی و گرایش : مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی

گروه : مکانیک

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد

تاریخ دفاع : ۸۱/۶/۲۳

استاد راهنما : جناب آقای دکتر نائی

چکیده پایان نامهٔکارشناسی ارشد

در این پروژه ابتدا به تقسیم بندی تئوریهای پوسته پرداخته شده سپس مطابق تئوری خمشی پوسته های استوانه ای معادلات دیفرانسیل حاکم بر پوسته مخزن تحت فشار برحسب مولفه های تغییر مکان بیان می‌شود . این دستگاه معادلات شامل سه معادله دیفرانسیل مرتبه چهارم کوپله می‌باشد.بامعرفی یک تابع تغییرمکان $F(x,s)$ بصورتیکه مولفه‌های تغییر مکان ازروی آن قابل حصول باشند ، دستگاه معادلات مذکور را به یک معادله دیفرانسیل مرتبه هشتم غیرهمگن تبدیل می‌کنیم . سپس بکمک بسط تابعی سری فوریه ، حل تحلیلی معادله دیفرانسیل تابع تغییرمکان ارائه شده است . با اعمال شرایط مرزی در لبه گشودگی ایجاد شده برروی پوسته توسط نازل با انحراف زاویه ای ، ضرایب سری فوریه تابع تغییرمکان مشخص می‌گردند.با معلوم شدن این ضرایب ، مقادیر نیروها و ممانهای داخلی پوسته استوانه ای (منتجه های تنش) ونهایتاً با استفاده از روابط تنشهای مرکب ، ضرایب تمرکز تنش قابل حصول اند . در انتها نتایج حاصل با سایر مقالات مرتبط مقایسه شده ونمودار ضرایب تمرکز تنش در نقاط بحرانی ناحیه گشودگی برحسب زاویه انحراف نازل ارائه گردیده است .

چکیـــده

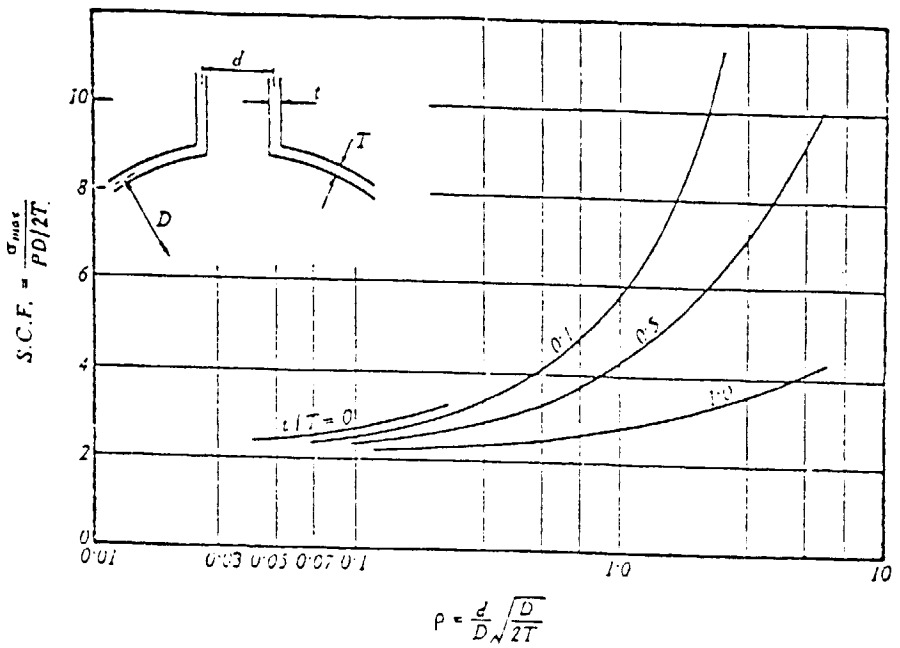
در این پروژه ابتدا به تقسیم بندی تئوریهای پوسته پرداخته شده سپس مطابق تئوری خمشی پوسته های استوانه ای معادلات دیفرانسیل حاکم بر پوسته مخزن تحت فشار برحسب مولفه های تغییر مکان بیان می‌شود . این دستگاه معادلات شامل سه معادله دیفرانسیل مرتبه چهارم کوپله می‌باشد.بامعرفی یک تابع تغییرمکان $F(x,s)$ بصورتیکه مولفه‌های تغییر مکان ازروی آن قابل حصول باشند ، دستگاه معادلات مذکور را به یک معادله دیفرانسیل مرتبه هشتم غیرهمگن تبدیل می‌کنیم . سپس بکمک بسط تابعی سری فوریه ، حل تحلیلی معادله دیفرانسیل تابع تغییرمکان ارائه شده است . با اعمال شرایط مرزی در لبه گشودگی ایجاد شده برروی پوسته توسط نازل با انحراف زاویه ای ، ضرایب سری فوریه تابع تغییرمکان مشخص می‌گردند. با معلوم شدن این ضرایب ، مقادیر نیروها و ممانهای داخلی پوسته استوانه ای (منتجه های تنش) و نهایتاً با استفاده از روابط تنشهای مرکب ، ضرایب تمرکز تنش قابل حصول اند . در انتها نتایج حاصل با سایر مقالات مرتبط مقایسه شده ونمودار ضرایب تمرکز تنش در نقاط بحرانی ناحیه گشودگی برحسب زاویه انحراف نازل ارائه گردیده است .

پیشگفتار

مخازن ومبدلهای حرارتی در بسیاری ازصنایع داخلی از جمله صنایع نفت و گاز مورد استفاده اند و در سالهای اخیر کم کم قادر به طراحی انواع تجهیزات نفت و گاز در داخل کشور می باشیم . بررسی و تحلیل نازلها بعنوان یکی از اجزاء اصلی مخزن و گشودگی ناشی از آن بر روی پوسته از مسایل مهم طراحی می باشند. در کدهای استاندارد طراحی مخازن، دستور العملهای مربوط به اتصالات ,گشودگیها و روشهای تقویت آنها بیان گردیده است ولی این دستور العملها بسته به نوع کد مورد استفاده متفاوت می باشد مثلاً روش اتصال و محاسبه ضخامت نازل و محدوده تقویت پوسته در دو استاندارد معتبر ASME و BS کاملاً متفاوت می باشد . بنابراین جهت یافتن این وجوه افتراق در کدهای استاندارد و تقویت پایه طراحی اتصالات نیاز به تعمق بیشتر در تئوریهای پوسته و فرضیات منظور شده احساس می شود .

در محل اتصال نازل بر روی پوسته مخازن تحت فشار بعلت گشودگی ایجاد شده استحکام آن ناحیه بشدت تقلیل می یابد.وقتی برروی پوسته ,گشودگی ایجاد شود در اطراف آن تمرکز تنش پدید می آید . برای محاسبه میزان تمرکز تنش بعلت پیچیدگی معادلات حاکم روشهای تحلیلی دقیق ارائه نشده است اما روشهای تقریبی تحلیلی با فرض اینکه پوسته استوانه ای در مجاورت سوراخ رفتار یک صفحه تخت را دارد توسط چند مؤلف بیان گردیده است . همچنین نتایج تعدادی آزمایش به چاپ رسیده است. درشکل زیریکی از نتایج تجربی برای اتصال نازل عمود بر سطح پوسته استوانه ای بیان گردیده است که ممکن است حدود ۲۰٪ خطا درمقدار ضریب تمرکزتنش

داشته باشد. بنابراین تحلیل میدان تنش در ناحیه گشودگی و تعیین نقاط بحرانی آن درطراحی نازل وروشهای تقویت پوسته ازاهمیت خاصی برخوردار می باشد.



Approximate stress concentration factors in flush nozzle reinforced openings in cylindrical shells.

مسئله سوراخ دایروی بر روی پوسته اولین بار توسط Lur'e[37] در سال ۱۹۴۷ مطرح گردید که او در حل معادلات الاستیسیته حاکم به روش اغتشاشات (Perturbation) اهتمام ورزید . از ابتدای سال ۱۹۶۱ Naghdi و Eringen و بقیه [19-24,29] شروع به حل معادلات پوسته بکمک بسط سریها پرداختند . در سال ۱۹۶۵ Van Dyke [21] از سری با ضرایب تابع هنکل در حل تحلیلی خود استفاده کرد.

معمولاً نازلها بصورت شعاعی یعنی عمود به سطح مخزن متصل می شوند ولی در برخی پروسه های خاص نازل با انحراف نسبت به محور مخزن نصب می گردد که باعث ایجادگشودگی غیردایروی می شود.مسائل سوراخ غیردایروی برروی پوسته

اولین بار توسط Savin,Guz [38] در سال ۱۹۶۶ بیان شد.Rao,Ariman [39-41] با استفاده از روش اغتشاشات به حل مسئله سوراخ بیضوی پرداختند.

J.Tsai,L.Sanders [36] توسط معادلات انتگرالی تابع تنش برای یک پوسته استوانه ای تحت فشار با سوراخ بیضی ایجاد شده بر روی آن توانستند ضریب تمرکز تنش در دو سر قطر بیضی را بکمک روشهای عددی بدست آورند که در فرضیات آنها پوسته بصورت غشاء انعطافپذیر فرض شده و نیروی برشی یکنواخت بر لبه سوراخ منظور کردند. M.Xue, Hwang [31,32,35] در سال ۱۹۹۵ به حل تحلیلی گشودگی ایجاد شده ناشی از نازل شعاعی بر روی پوسته تحت فشار توسط معادله مورلی (Morley) اصلاح شده پرداختند که حل تابع تنش بکمک بسط سری فوریه مضاعف بیان شده و شرایط مرزی لبه گشودگی توسط بسط مجانبی ارائه گردیده است. Skopinsky [33,34] در سال ۱۹۹۷ به روش حل اجزاء محدود (F.E.M) توزیع تنش در اتصال نازل شعاعی به پوسته را ارائه کرده و گرافهای حاصل را با مقادیر تجربی مقایسه کرده است. با توجه به اهمیت نازلها و گشودگیهای پوسته و وفور استفاده آنها در صنعت , همچنان بررسی و مطالعه در این زمینه ادامه دارد و بعلت پیچیدگی معادلات حاکم توسل به تقریب و اغماض از برخی پارامترهای کم اثر باعث ایجاد تئوریهای مختلف و تفرق نتایج گشته است. بنابراین اکثر مطالعات به مدلسازی هندسه خاص مسئله پرداخته و از روشهای حل عددی بهره می گیرند که دقت آنها به نحوه مدلسازی , نوع المان و روش حل عددی مورد استفاده بستگی دارد.

در این پروژه حل تحلیلی گشودگی ایجاد شده ناشی از نازل با انحراف زاویه ای بر روی پوسته مخزن تحت فشار توسط معادلات تغییر مکان انجام گرفته است , که

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

معادله دیفرانسیل تابع تغییر مکان حاصل بکمک بسط سری فوریه کسینوسی حل شده و پس از اعمال شرایط مرزی و هندسی حاکم , نمودار ضرایب تمرکز تنش در نقاط بحرانی گشودگی ارائه گردیده است.

مَنْ لَم يَشْكُرِ الْمَخْلوق لَم يَشْكُرِ الْخالِق

تقدیر و تشکر

سپاس بر آفریدگار یگانه که جهان هستی را آفرید وآدمیان را به اندیشه، تعقل و پژوهش دربارهٔ آن امر فرمود.

در اینجا لازم میدانم که ازراهنمائیهای مطلوب و سازندهٔ استاد ارجمند جناب آقای دکترنائی که با سعهٔصدر زحمت راهنمائی بنده رادرانجام این پروژه تقبل نموده و با توصیه های خردمندانه خویش راه گشای مسائل و مشکلات بوده اند تشکر و قدردانی کنم.

در ضمن از جناب آقای دکتر موسوی مشهدی و جناب آقای دکتر راستگو که زحمت مشاوره و نظارت این پروژه را بر عهده داشته اند کمال تشکر را دارم.

امید است که در آینده باز هم افتخار و شایستگی شاگردی این بزرگواران را داشته باشم.

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول

۱- تقسیم بندی تئوریهای پوسته ۱

۱-۱- تئوری خطی پوسته ۱

الف – تئوری غشائی پوسته‌ها ۲

ب- تئوری خمشی پوسته‌ها ۳

۱-۲- تئوری غیر خطی پوسته ۵

فصل دوم

۲- معادلات تعادل پوسته استوانه‌ای- تئوری خمشی ۷

۲-۱- روابط تعادل ۷

۲-۲- تعیین روابط کرنش- تغییر مکان ۱۰

۲-۳- تعیین روابط کرنش- منتجه تنش ۱۲

۲-٤- تعیین روابط سازگاری- معادلات دیفرانسیل حاکم بر تغییر مکانهای پوسته استوانه‌ای ۱۵

۲-۵- نمایش معادلات دیفرانسیل حاکم برتغییرمکانهای پوسته استوانه‌ای توسط تابع تغییرمکان ۱۷

۲-٦- بررسی حل معادل دیفرانسیل تابع تغییر مکان ۲۰

فصل سوم

۳-۱-تعیین نیروها و ممانهای داخلی پوسته استوانه‌ای ۲۸

۳-۲- تنشهای مرکب در پوسته ها ۲۹

فصل چهارم

٤- توصیف هندسه گشودگی ۳۱

٤-۱- شرایط مرزی گشودگی ۳۳

فصل پنجم

بحث و نتیجه گیری ۴۱

منابع و مراجع ۵۰

پیوستها

پیوست «الف »نیروی برشی مؤثر بر روی لبه پوسته ۵۴

پیوست «ب »نمایش تلاقی نازل مایل با پوسته استوانه ای در سه نما ۵۶

پیوست «ج »برنامه حل دستگاه معادلات توسط نرم افزار MAPLE ۵۸

فهرست شکلها و جداول

صفحه

شکل ۲-۱- پوسته استوانه‌ای و انتخاب دستگاه مختصات ۷

شکل ۲-۲- الف: المان پوسته پس از تغییر شکل و منتجه نیروها ۷

شکل ۲-۲- ب: المان پوسته پس از تغییر شکل و منتجه ممانها ۸

شکل ۲-۳- الف: نمایش المان پوسته ۱۲

شکل ۲-۳- ب: نمایش منتجه نیروها وممانها ۱۳

شکل ٤-۱- تلاقی نازل مایل با مخزن استوانه‌ای ۳۱

شکل ٤-۲- الف: نمایش لبه گشودگی با المان منتجه نیروها ۳۳

شکل ٤-۲- ب: نمایش لبه گشودگی با المان منتجه ممانها ۳۴

شکل٤-۳- منحنی تلاقی نازل مایل با پوسته استوانه ای ۳۶

شکل ۵-۱-نمودارتغییرات ضریب تمرکزتنش محیطی درنقطه A برحسب زاویه نازل ۴۳

شکل ۵-۲-نمودارتغییرات ضریب تمرکزتنش طولی درنقطه B برحسب زاویه نازل ۴۳

شکل ۵-۳-مقایسه نمودارتغییرات ضریب تمرکز تنش محیطی درنقطه A ۴۴

شکل ۵-۴-مقایسه تغییرات ضریب تمرکزتنش محیطی درنقطه A درجهت ضخامت ۴۴

شکل ۵-۵-مقایسه تغییرات ضریب تمرکزتنش طولی درنقطه B درجهت ضخامت ۴۵

جدول ۵-۱-مقادیر ضریب تمرکزتنش محیطی درنقطه A برحسب زاویه نازل ۴۶

جدول ۵-۲-مقادیر ضریب تمرکزتنش طولی درنقطه B برحسب زاویه نازل ۴۶