

محاسبه فشار کمانش بدنه فشار زیر دریایی با در نظر گرفتن اثر تغییر شکلهای

اولیه هندسی و پهناهای مختلف آن، توسط نرم افزار ANSYS

سیدحمیدرضا سلیمی^{۸۳}، عبدالعلی مراثی^{۸۴}، احمدرضا صفری^{۸۵}،

تهران، خیابان دکتر شریعتی، کوچه ذکایی، پلاک ۱۶

s_h_salimi@yahoo.com

چکیده:

مشاهدات تجربی نشان داده است، که فشار کمانش واقعی در پوسته‌های استوانه‌ای تقویت‌شده تحت فشار خارجی کمتر از مقادیر متناظر تئوری است و دلیل اختلاف بین نتایج تئوری و تجربی به عقیده بسیاری از محققان وجود نواقص اولیه هندسی است. که نواقص اولیه به معنی انحراف کوچکی از شکل مفروض اولیه سازه می‌باشد. [۱]

امروزه اگر بتوان شکل تغییرشکل اولیه را محاسبه کرد و یا تقریبی مناسب برای آن در نظر گرفت، می‌توان با نرم افزارهای موجود تحلیلگر بار کمانش واقعی یا فشارهای بر روی یک پوسته استوانه‌ای تغییرشکل داده را بدست آورد و به منظور طراحی دقیقتر این سازه‌ها بکار برد.

به منظور ایجاد انحرافات اولیه بر اساس آزمایشات عملی که در این زمینه انجام شده‌است، پس از ترسیم مدل نمونه به کمک خود نرم‌افزار و المان بندی مناسب، با توجه به حالت کمانشی که از مدل انتظار می‌رود بارگذاری اولیه‌ای به سیستم اعمال می‌شود تا انحراف مورد نظر در پوسته ایجاد شود و سپس مسأله تحلیل کمانش می‌شود و در نهایت این بارگذاری در پهناهای مختلف خود بررسی می‌گردد.

^۱ - کارشناسی ارشد مهندسی دریا

^۲ - استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

^۳ - دانشجوی دکتری، پژوهشکده زیر سطحی اصفهان

آنچه در این مقاله به آن خواهیم پرداخت محاسبه فشار کمانش بدنه فشار زیردریایی با در نظر گرفتن اثر تغییرشکل‌های اولیه هندسی و پهناهای مختلف آن، توسط نرم افزار ANSYS می‌باشد.

مقدمه:

یکی از مسائل مهم در رفتار مکانیکی پوسته‌های استوانه ای ، موضوع کمانش آنها می باشد. اگر به یک سازه پوسته‌ای ، نیروی فشاری وارد آید و به تدریج بر مقدار این نیرو افزوده گردد ، موقعی خواهد رسید که به ازاء مقدار خاصی از نیرو در پوسته تغییر فرم‌های قابل ملاحظه‌ای پدید خواهد آمد و سازه پوسته‌ای حالت اولیه خود را از دست می‌دهد. این وضعیت که کمانش پوسته نامیده می شود از نقطه نظر عملی در طرح و تحلیل پوسته‌ها حائز اهمیت است.[۲]

طراحی مخازن تحت فشار خارجی که یکی از کاربردهای آن طراحی بدنه فشار زیردریایی می باشد ، ما را با مسائلی کاملاً متفاوت نسبت به آنچه در طراحی مخازن تحت فشار داخلی با آن رو به رو هستیم ، درگیر می‌کند. این اختلاف در مواردی که از نظر کمانش الاستیک و پلاستیک اهمیت زیادی پیدا می‌کند رخ می‌دهد. بنابراین محاسبات تنش‌های ناپایداری یک موضوع مهم در اینگونه مسائل است که پیچیدگی آنرا زیاد می‌کند.[۳]

قدیمی‌ترین حل‌های کلاسیک مربوط به کمانش کلی پوسته تقویت شده با رینگ تحت فشار هیدروستاتیک توسط ناش(۱۹۵۳) ، بیجلارد (۱۹۵۷) ، گالتلی (۱۹۵۸) ، باروچ و سینگر (۱۹۶۳) ، کندریک(۱۹۷۰) و افراد بسیاری ارائه گردید و این حل‌ها محدود به شرایط خاص مثل شرایط مرزی ، تغییرات ضخامت ، اندازه تقویت‌کننده‌ها و فاصله بین آنها و امثالهم بود.

آنالیز کمانش خطی (مقدار ویژه):

در این روش، کمانش برای یک سازه الاستیک ایده آل به صورت تئوری پیش‌بینی می‌شود و مقادیر ویژه برای سیستم اعمال بار و قیود اعمالی محاسبه می‌شود. این روش به آنالیز کلاسیک کمانش اولر مشهور است. به طور کلی می‌توان گفت در این آنالیز، اعمال رفتارهای غیرخطی مجاز نیست. زمانی که از تحلیل به روش اجزاء محدود با کمک بسته‌های نرم‌افزاری استفاده می‌شود، باید از محدودیت‌های این روش آگاه بود. به منظور پرهیز از اشتباه در حل لازم است به نکات زیر توجه داشت. [۴]

۱- داده‌های ورودی درست، نظیر خواص فیزیکی و ابعاد.

۲- انتخاب مناسب نوع المانها.

۳- شکل و اندازه المان بعد از مش‌بندی.

۴- اعمال درست شرایط مرزی و بارگذاری‌ها.

برای محاسبه فشار کمانش بدنه فشار زیردریایی با در نظر گرفتن اثر تغییرشکل‌های اولیه هندسی و پهناهای مختلف آن، این تحلیل با روش اجزاء محدود و به کمک نرم‌افزار ANSYS انجام گردید.

روش تحلیل کمانش خطی بوسیله نرم افزار ANSYS

به منظور ایجاد انحرافات اولیه و بر اساس آزمایشات عملی که در این زمینه انجام شده‌است، پس از ترسیم مدل نمونه به کمک خود نرم‌افزار و المان بندی مناسب (شکل ۱)، با توجه به حالت کمانشی که از مدل انتظار می‌رود بارگذاری اولیه‌ای به سیستم اعمال می‌شود تا انحراف مورد نظر در پوسته ایجاد شود و سپس مسأله تحلیل کمانش می‌شود. در اعمال بارگذاری اولیه هدف، رسیدن به میزان انحراف اولیه‌ای بود که از این بار ناشی می‌شود و در نتیجه برای پهناهای مختلف انحراف، از این بارگذاری استفاده گردید و نتایج با هم مقایسه گردید.

شرایط تکیه‌گاهی به صورت شرایط تکیه‌گاهی ساده در نظر گرفته می‌شود و بارگذاری اولیه پیش از تحلیل کمانش به صورت فشارخارجی و در جهت محیطی به صورتی است که شکل کمانش مورد نظر را ایجاد کند (شکل ۲).

مدل انتخاب شده بر اساس نمونه آزمایش شده در مرجع [۵] می‌باشد.

در این مسأله با توجه به نتایج موجود، کمانش در $n=3$ رخ خواهد داد، بنابراین بارگذاری اولیه در سه جهت با فاصله محیطی 120° درجه با پهناهای مختلف انجام گردید. سپس با بارگذاری هیدرواستاتیک بر روی کل پوسته، مسأله تحلیل کمانش خطی گردید. در شکل (۳) چند نمونه از حالات کمانش مشاهده می‌شود.

نتایج حل کمانش به روش اجزاء محدود توسط نرم‌افزار ANSYS

همانطور که بیان گردید در بررسی فشارکمانش بدنه فشار زیردریایی با در نظر گرفتن اثر تغییرشکل‌های اولیه هندسی و پهناهای مختلف آن، این تحلیل با روش اجزاء محدود و به کمک نرم‌افزار ANSYS انجام گردید و نتایج آن به شرح زیر بدست آمد. (شکل ۴)

جدول (۱): نتایج تحلیل نرم‌افزاری فشار کمانش پوسته تقویت شده با انحرافات اولیه (N/mm^2)

| خطا (درصد) | تحلیل با ANSYS | نتایج نمونه آزمایشی | طول سیلندر $L_c(mm)$ | انحراف اولیه |
|------------|----------------|---------------------|-------------------------|--------------|
| ۳ | ۹/۶۳ | ۹/۳۴۲ | ۱۱۲۵۰ | ۰/۰۰۲۵ |

اثر پهنای انحراف اولیه در بارگذاری اولیه نیز در نمودار (شکل ۵) مشخص است.

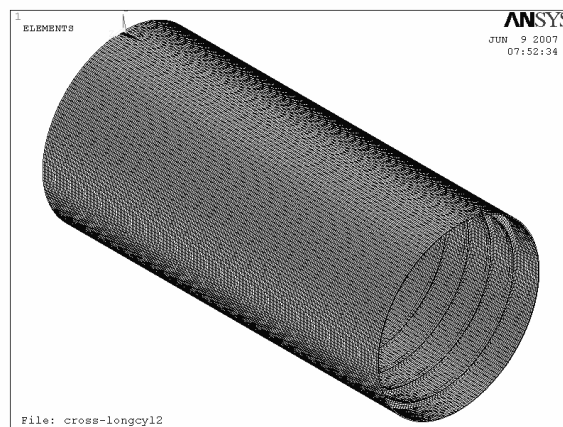
فشار کمانش در یک پوسته استوانه‌ای بدون نقص با همین شرایط، حدود $11/5(N/mm^2)$ است که مشاهده می‌شود حدود ۲۰ درصد بیشتر از فشار کمانش با در نظر گرفتن انحرافات اولیه است.

تغییرات پهنای انحراف اولیه در بارگذاری اولیه نیز تنها در مقدار بارگذاری اولیه تأثیر دارد و همانطور که در نمودار هم مشاهده می شود، در فشار کمانش نهایی اثر محسوسی ندارد.

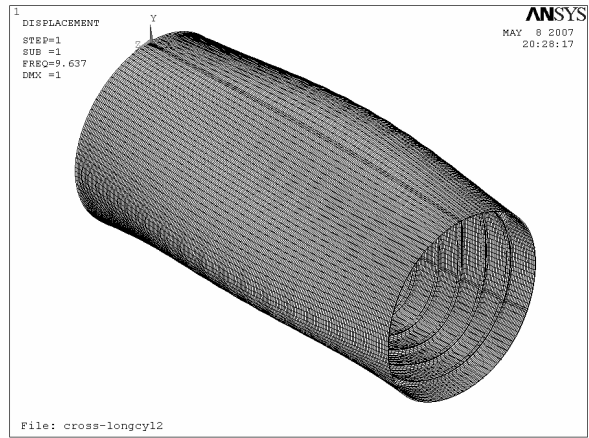
عوامل خطا در روش اجزاءمحدود

اعمال بارگذاری اولیه به منظور وارد کردن انحرافات اولیه در سیستم یک کار تقریبی است که ممکن است با شکل طبیعی پیش از کمانش پوسته تفاوت داشته باشد و امکان بوجود آمدن خطا را محتمل می سازد. انتخاب نوع المان و سازه در شبکه بندی المانها نیز تا حدی در جواب تأثیرگذار است و عاملی برای خطاهای ممکن خواهد بود.

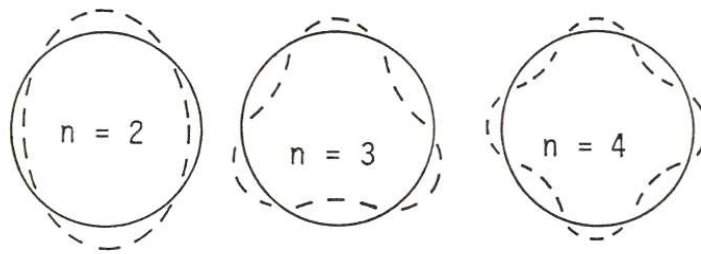
اشکال و نمودارها :



شکل (۱): مدل ترسیم و المان بندی شده در نرم افزار ANSYS



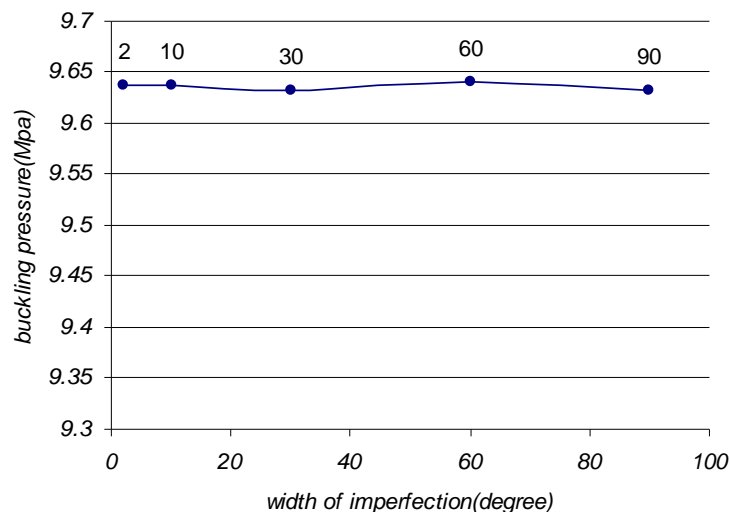
شکل (۲): مدل تغییر شکل یافته پس از بارگذاری اولیه در نرم افزار ANSYS



شکل (۳): سه حالت اولیه کمانش پوسته



شکل (۴): شکل کمانش یافته پوسته در نرم افزار ANSYS



شکل (۴): نمودار تغییرات فشار کمانش (N/mm^2) در اثر تغییرات پهناى انحراف اولیه روی پوسته (degree)

مراجع:

[1] BO.A. Almorh and Dan.A.Brush: Buckling of beams ,Plates and Shells. John wiley and sons,inc publisher 2003.

[2] Nash,W.A.,”Hydrostatically loaded structures”,pergamon.pub,1995.

[3] Ross,C.T.F.,”Pressure vessels under External pressure statics and dynamics,”Elsevier Applied science pub.(1990).

[4] م.زارعی نژاد و س.گرگی نژاد: تحلیل به روش اجزاء محدود بوسیله نرم افزار انسیس. ارس

رایانه.۱۳۷۹

[5] R.Narayanan: Shell Structures Stability and Strength. chapter3.elsevier applie science publisher.1985.