



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد خمینی شهر
دانشکده مکانیک و عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.Sc

گرایش مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی

آنالیز ارتعاشات غیر خطی یک لوله حاوی جریان سیال روی بستر الاستیک با استفاده از مدل های تیرهای اویلر-برنولی و تیموشنکو

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر علی قربانپور

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر حسن خادمی زاده

نگارش:

محمد مهدی قیطانی

زمستان 1390





دانشگاه آزاد اسلامی
واحد خمینی شهر
دانشکده مکانیک و عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.Sc
گرایش مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی

**آنالیز ارتعاشات غیر خطی یک لوله حاوی جریان سیال روی بستر الاستیک
با استفاده از مدل های تیرهای اویلر-برنولی و تیموشنکو**

نگارش:

محمد مهدی قیطانی

آذر 1390

در تاریخ ... توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|------|---------------------------------|
| دکتر | 1- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر | 2- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر | 3- استاد داور |
| دکتر | 4- استاد داور |
| دکتر | مدیر تحصیلات تکمیلی گروه مکانیک |



معاونت پژوهش و فن آوری

به نام خدا

مشور اخلاق پژوهش

بیاباری از خداوند سبحان و اعتماد بر این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشتن تمام بلند دانش و پژوهش و نظریه‌ایست جایگاه دانشگاه در امتحان فریبگ و تمدن بشری، مادیان و انجمن و احسان هدایت علمی

و احسان دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می‌گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت‌های پژوهشی در نظر قرار داده و از آن تعهد می‌کنیم:

- ۱- اصل حقیقت‌جویی: تلاش در راستای پی‌جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان‌سازی حقیقت.
- ۲- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران، پرسنل و پژوهشگران (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.
- ۳- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.
- ۴- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن، پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.
- ۵- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب‌داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.
- ۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان، کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.
- ۷- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم و حرمت‌ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب‌تقد و خودداری از هرگونه حرمت‌شکنی.
- ۸- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اسناد نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.
- ۹- اصل برنت: التزام به برنت‌جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه‌ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به مثابه‌ای غیر علمی می‌آیند.

«تعهد نامه اصالت رساله یا پایان نامه»

اینجانب دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته / دکترای
حرفه‌ای / دکترای تخصصی در رشته که در تاریخ از پایان نامه
/ رساله خود تحت عنوان

.....
.....
.....

..... با کسب نمره

و درجه دفاع نموده‌ام بدینوسیله متعهد می‌شوم:

- ۱- این پایان نامه / رساله حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه، کتاب، مقاله و...) استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و رویه موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده‌ام.
- ۲- این پایان نامه / رساله قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی ارائه نشده است.
- ۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هرگونه بهره‌برداری اعم از چاپ کتاب، ثبت اختراع و... از این پایان نامه داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.
- ۴- چنانچه در هر مقطعی زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می‌پذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی‌ام هیچ‌گونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضاء:

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار بویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد راهنمای گرامی و بزرگوارم جناب آقای دکتر علی قربان‌پور که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان‌نامه تقبل نموده‌اند و از مشاوره‌های جناب آقای دکتر حسن خادمی زاده نهایت تشکر و سپاسگذاری را دارم.

در پایان از خانواده مهربانم که تمام موفقیت‌های زندگی‌ام مرهون زحمات بی دریغ و دلسوزانه آنهاست و با صبرشان بنده را در این مدت همراهی نمودند کمال تشکر را دارم.

محمد مهدی قیطانی

آذر 1390

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر است.

تقدیم به:

به روح بلند پدر بزرگوارم

و به مادر و همسرم که با فداکاری خویش مرا در

پیمودن مسیر بلند علم و دانش تشویق نمود.

چکیده

در این تحقیق، ارتعاشات غیر خطی یک لوله استوانه ای از جنس پلی اتیلن با استفاده از روش تفاضلات مربعی¹ مورد بررسی قرار گرفته است. لوله حاوی جریان سیال ویسکوز بوده و در محیط الاستیک واقع شده است. محیط الاستیک با فنرهای عمودی وینکلر و برشی پاسترناک مدل شده است. این لوله با مدل های تیر اویلر-برنولی و تیموشنکو مورد تحلیل قرار گرفته است. با استفاده از معادلات کرنش-جابجایی غیر خطی، تنش-کرنش، معادلات انرژی بدست آمده و با استفاده از روش هامیلتون یا کار مجازی معادلات حرکت در سه جهت متعامد درمختصات استوانه ای محاسبه شده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثرات سرعت سیال عبوری از هسته، پارامترهای هندسی لوله، محیط الاستیک، ویسکوزیته، جنس لوله و نوع سیال عبوری از لوله روی فرکانس ارتعاشات و نسبت فرکانس غیر خطی به خطی می باشد. نتایج نشان می دهد که افزایش شعاع یا طول لوله باعث کاهش فرکانس و محدوده پایداری می شود در حالی که نسبت فرکانس افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: ارتعاشات غیر خطی، جریان سیال، روش عددی DQM، محیط الاستیک.

1. Differential quadrature method (DQM)

فهرست مطالبز

فهرست اشکالض

فهرست علائم و اختصاراتظ

چکیدهذ

فصل اول: مباحث تئوری و نظری	1
1-1- مفاهیم اولیه ارتعاشات	1
2-1- تاریخچه نظریه های ارتعاشات در دینامیک سازه ها	2
1-2-1- نظریه اویلر - برنولی	2
2-2-1- نظریه ارتعاشات پیچشی کولمب	2
3-2-1- نظریه تیموشنکو	3
4-2-1- نظریه استودولا	3
5-2-1- نظریه دولاول	4
6-2-1- نظریه های پوانکاره و لیاپونف	4
3-1- پیشینه تحقیق	4
فصل دوم- معادلات حاکم بر لوله	6
1-2- مقدمه	6
2-2- روابط کرنش-تغییر مکان	6
مدل تیر اویلر-برنولی	7
3-2- معادلات تنش-کرنش	8
4-2- روش انرژی	9
1-4-2- تئوری لایه ای	9
2-4-2- انرژی پتانسیل لوله	10
3-4-2- انرژی جنبشی لوله	11
4-4-2- کار خارجی ناشی از محیط الاستیک	11

- 12.....2-4-5- کار خارجی ناشی از جریان سیال
- 132-5- اعمال اصل همیلتون
- 132-6- معادلات متشکله
- 152-7- معادلات حاکمه بی بعد
- 16..... **مدل تیر تیموشنکو**
- 162-8- معادلات تنش - کرنش
- 172-9- روش انرژی
- 172-9-1- انرژی کرنشی
- 182-9-2- انرژی جنبشی
- 182-9-3- کار خارجی سیال عبوری بر جداره ی داخلی
- 182-9-4- کار خارجی محیط الاستیک
- 192-10- بکارگیری اصل همیلتون
- 192-11- معادلات متشکله
- 22.....2-12- معادلات حاکمه بی بعد
- 24..... **فصل سوم - روش عددی DQM**
- 243-1- مقدمه
- 253-2- معرفی روش تفاضلات مربعی
- 263-2-1- انتخاب نقاط نمونه
- 283-2-2- توابع تست و اعمال روش تفاضلات مربعی
- 283-2-2-1- توابع تست روش تفاضلات مربعی
- 293-2-2-1- روش اول
- 313-2-2-1- روش دوم

33	3-3- شرط مرزی و نحوه اعمال آن
33	1-3-3- تکنیک دلنا
34	2-3-3- تکنیک اصلاح ضرائب وزنی
35	3-3-3- نمونه ای از اصلاح ماتریس ضرائب وزنی
36	4-3- پروسه حل معادلات حاکمه بر اساس روش تفاضلات مربعی
38	فصل چهارم - مقایسه و بررسی نتایج
38	1-4- تحلیل نتایج
38	2-4- مدل تیر اوپلر-برنولی
38	1-2-4- بررسی همگرایی روش تفاضلات مربعی
41	2-2-4- بررسی تا ثیرات پارامتر هندسی لوله
46	3-2-4- بررسی تا ثیرات ضریب پواسون
46	4-2-4- بررسی تا ثیرات سیال عبوری از لوله
49	5-2-4- بررسی تا ثیرات ویسکوزیته سیال عبوری
49	6-2-4- بررسی تا ثیرات محیط الاستیک
52	3-4- مدل تیر تیموشنکو
57	1-3-4- بررسی تا ثیرات پارامتر هندسی لوله
57	2-3-4- بررسی تا ثیرات ضریب پواسون
58	3-3-4- بررسی تا ثیرات سیال عبوری از لوله
62	4-3-4- بررسی تا ثیرات ویسکوزیته سیال عبوری
62	5-3-4- بررسی تا ثیرات محیط الاستیک
66	6-3-4- بررسی تا ثیرات جنس لوله
69	4-4- مقایسه مدل تیر اوپلر و تیموشنکو

71 4-5- نتیجه گیری
72 4-6- پیشنهادات
73 منابع و مأخذ
75 مقدمه انگلیسی

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

- شکل 2-1- لوله گاز حاوی جریان سیال روی بستر الاستیک..... 6
- شکل 3-1- شبکه‌بندی با فواصل نامساوی..... 27
- شکل 4-1- همگرایی روش DQM روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 39
- شکل 4-2- همگرایی روش DQM روی نسبت فرکانس فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 40
- شکل 4-3- اثر نسبت طول به شعاع لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال..... 42
- شکل 4-4- اثر نسبت طول به شعاع لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر..... 42
- شکل 4-5- اثر نسبت شعاع به ضخامت لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال..... 43
- شکل 4-6- اثر نسبت شعاع به ضخامت لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 44
- شکل 4-7- اثر ضریب پواسون روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 45
- شکل 4-8- اثر نوع سیال عبوری از لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر..... 47
- شکل 4-9- اثر ویسکوزیته سیال عبوری از لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 48
- شکل 4-10- اثر ضریب پاسترناک روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر..... 50
- شکل 4-11- اثر نسبت طول به شعاع لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 57
- شکل 4-12- اثر نسبت طول به شعاع لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 53
- شکل 4-13- اثر نسبت شعاع به ضخامت لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 55
- شکل 4-14- اثر نسبت شعاع به ضخامت لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر..... 56
- شکل 4-15- اثر ضریب پواسون روی فرکانس بر حسب سرعت سیال..... 59
- شکل 4-16- اثر ضریب پواسون روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 60
- شکل 4-17- اثر نوع سیال عبوری از لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 61
- شکل 4-18- اثر ویسکوزیته سیال عبوری از لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 63
- شکل 4-19- اثر ضریب پاسترناک روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 64
- شکل 4-20- اثر ضریب پاسترناک روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر..... 65

- شکل 4-21- اثر جنس لوله روی فرکانس بر حسب سرعت سیال 67
- شکل 4-22- اثر جنس لوله روی نسبت فرکانس بر حسب ماکزیمم خیز تیر 68
- شکل 4-23- مقایسه فرکانس و سرعت بحرانی در دو مدل تیر اویلر-برنولی و تیموشنکو 70

فهرست علائم و اختصارات

شعاع لوله استوانه ای	R
ضخامت لوله استوانه ای	h
طول لوله استوانه ای	L
دانسیته لوله استوانه ای	ρ
دانسیته سیال	ρ_f
ویسکوزیته سیال	μ_0
ضریب عمودی وینکلر	k_w
ضریب عمودی پاسترناک	k_g
جابجایی طولی، محیطی و عرضی	u, v, w
انحنای خمشی	$k_x, k_\theta, k_{x\theta}$
تانسور تنش کوشی	σ
ماتریس سختی	C
ماتریس نرمی	S
گرادیان دمایی	ΔT
ضریب انبساط حرارتی	α
منتجه درون صفحه ای	N
منتجه برون صفحه ای	M

انرژی پتانسیل کل لوله	V
انرژی پتانسیل داخلی لوله	U
ضرائب وزنی روش DQM	A_{ij}, B_{ij}
نقاط نمونه روش DQM	X_i
ضرائب سختی معادله حاکمه	K
ضرائب جرم معادله حاکمه	M
فرکانس سیستم	Ω
بردار دینامیکی مربوط به نقاط مرزی	$\{d_b\}$
بردار دینامیکی مربوط به نقاط میدان	$\{d_d\}$