بسم الله الرحمن الرحیم

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی

……..……,Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات داخلی

.....، گروه .....، دانشکده .....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

دانشگاه بوعلی سینا
دانشکدهٔ مهندسی
گروه آموزشی مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

بررسی ارتعاش القا شده در سازه‌های حلقوی توسط جریان‌های دوفازی

استاد راهنما:
دکتر ابوالقاسم مکانیک

استاد مشاور:
دکتر رحمن سیفی

نگارش:
مسعود خوش‌قیافه‌گان

۱۹ فروردین ۱۳۹۲

تقدیم با بوسه بر دستان مادر عزیزتر از جانم:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی اش از کلمه ایثار و از خودگذشتگی و

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودش که در این سردترین

روزگاران بهترین پشتیبان است...

تقدیم به پدر بزرگوار و ارجمندم:

به اوکه نمی دانم از بزرگیش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت، مهربانی و...

تقدیر و تشکر

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند و سلام و درود بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است.

در اینجا بر خود لازم می‌دانم تا از زحمات اساتید عزیزی که بهره‌ای از چشمه زلال علم و دانش این بزرگواران بردم، به ویژه استاد گرانقدرم **آقای دکتر ابوالقاسم مکانیک**که همواره بر کوتاهی و درشتی‌ام، قلم عفو کشیدند و از کنار غفلت‌هایم گذشتند و در تمام مراحل انجام پایان‌نامه اینجانب با صبر، حوصله و گشاده‌رویی دانش خویش را خالصانه به من آموختند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. همچنین بر خود لازم می‌دانم تا از استاد بزرگوارم **آقای دکتر رحمن سیفی** که به عنوان استاد مشاور در انجام این پایان‌نامه مرا راهنمایی نمودند، به پاس زحمات و کمک‌هایشان صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

بررسی ارتعاش القا شده در سازه‌های حلقوی توسط جریان‌های دوفازی

نام نویسنده: مسعود خوش‌قیافه‌گان

نام استاد راهنما: دکتر ابوالقاسم مکانیک

نام استاد مشاور: دکتر رحمن سیفی

دانشکده : مهندسی	**گروه آموزشی: مکانیک**	
رشته تحصیلی: مکانیک	**گرایش تحصیلی: تبدیل انرژی**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب پروپوزال: ۱۳۹۰/۰۱/۲۲	**تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۰۱/۱۹**	**تعداد صفحات: ۹۳**

چکیده:

یک سیال چند فازی ترکیبی است از دو یا چند جز و یا فاز مجزا که ممکن است سیال و یا جامد باشند. جریان‌های دو فازی در مسیرهای حلقوی در بسیاری از کاربردهای عملی همچون مبدل‌های حرارتی رخ می‌دهد. ارتعاشات در جریان دوفازی به دلیل رژیم جریان دوفازی و درگیر شدن با ملاحظات بیشتر همچون کسرحجمی بسیار پیچیده‌تر از جریان تک‌فازی است. ارتعاش القایی جریان‌های دوفازی در مبدل‌های حرارتی و منطقه U شکل لوله‌های ژنراتورهای بخار هسته‌ای به دلیل سائیدگی و خستگی می‌تواند باعث از بین رفتن لوله‌ها گردد. در این پژوهش ضمن معرفی جریان‌های دوفازی و پارامترهای مهم در آنها، نسبت به بررسی عوامل تأثیر گذار در ارتعاشات القایی ناشی از این جریان‌ها پرداخته شده است. بدین منظور مدل یک مسیرحلقوی افقی شامل دو سیلندر هم‌مرکز در نظر گرفته شده و پس از عبور جریان دوفازی آب و هوا از بین دو سیلندر، ارتعاش القایی ناشی از این جریان به کمک نرم‌افزار Ansys مورد مطالعه قرار گرفت. در مطالعه حاضر سیلندر داخلی ثابت و سیلندر بیرونی متحرک درنظر گرفته شد. ابتدا شبکه بهینه به منظور افزایش دقت نتایج و کاهش زمان اجرای نرم‌افزار، مورد بررسی و انتخاب قرار گرفت. پس از آن نتایج کار حاضر با میل دادن جریان دوفازی به سمت جریان تک فازی با نتایج کارهای صورت گرفته قبلی که مسئله حاضر را برای جریان تک فازی و به کمک روش‌های عددی MP و TDCT حل نموده بودند مقایسه گردید. نتایج به دست آمده تطابق مناسبی با نتایج روش TDCT که مبتنی بر تبدیل مختصات وابسته به زمان است نشان داد. تأثیر تغییر پارامترهای مختلف جریان دوفازی همچون کسرحجمی، عدد رینولدز، سرعت جریان دوفازی، الگوی جریان، اجزای تشکیل دهنده جریان دوفازی، فرکانس بدون‌بعد سیلندر بیرونی، جابه‌جایی اولیه و شعاع سیلندرها بر ارتعاش سیلندر بیرونی بررسی و با نتایج حاصل از مراجع مختلف مقایسه گردید. نتایج نشان داد که مکانیزم دمپینگ در جریان‌های دوفازی بسیار پیچیده‌تر از جریان‌های تک فازی بوده و به شدت به کسرحجمی و سرعت جریان وابسته است. علاوه بر آن نتایج به دست آمده نشان داد تغییر فرکانس بدون بعد سیلندر بیرونی تأثیر چندانی بر مکانیزم دمپینگ در جریان‌های دوفازی نخواهد داشت. همچنین نتایج نشان داد که افزایش جابه‌جایی اولیه سیلندر بیرونی تنها منجر به افزایش نیروی ناپایدار وارده از جانب سیال به سازه شده و تأثیر چندانی بر میرایی افزوده و فرکانس کوپله ندارد. از نتایج دیگر استخراج شده می‌توان افزایش شعاع سیلندرها را نام برد که سبب افزایش نیروی وارده از طرف سیال بر سیلندر بیرونی شده و این موضوع خود سبب افزایش میرایی در جریان‌های دوفازی و بالطبع کاهش دامنه ارتعاش خواهد گردید.

واژه‌های کلیدی: ارتعاش القا شده توسط جریان، مسیر حلقوی افقی، جریان دوفازی، مکانیزم دمپینگ دوفازی، کسرحجمی.

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

فهرست مطالب.....الف

فهرست جدول‌ها.....د

فهرست شکل‌ها.....ه

فهرست علائم اختصاری.....ط

فصل اول: مقدمه.....۱

۱-۱ مقدمه.....۳

۱-۲ مروری بر کارهای صورت گرفته.....۴

۱-۳ روند اجرای پروژه.....۵

فصل دوم: مفاهیم ارتعاشات القا شده.....۷

۲-۱ مقدمه.....۹

۲-۲ جرم افزوده و کوپلینگ اینرسی.....۹

۲-۳ میرایی افزوده.....۱۱

۲-۴ مکانیزم‌های القای ارتعاش.....۱۲

۲-۵ ارتعاشات القایی در جریان‌های داخلی.....۱۵

فصل سوم: آشنایی با جریان‌های دوفازی.....۱۷

۳-۱ مقدمه.....۱۹

۳-۲ پارامترهای مهم در جریان‌های دوفازی.....۱۹

۳-۲-۱ کسرحجمی (جز بخار).....۱۹

۳-۲-۲ نسبت لغزش.....۲۳

۳-۲-۳ پس‌ماند.....۲۳

۳-۲-۴ سرعت.....۲۴

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

۳-۲-۴-۱ سرعت ظاهری.....۲۴

۳-۲-۴-۲ سرعت واقعی.....۲۵

۳-۲-۴-۳ سرعت جریان دوفازی.....۲۵

۳-۲-۴-۴ سرعت لغزش.....۲۵

۳-۳ الگوهای جریان‌های دوفازی.....۲۶

۳-۳-۱ الگوهای جریان در خطوط لوله افقی.....۲۷

۳-۳-۲ روش‌های پیش‌بینی الگوهای جریان دوفازی.....۳۰

۳-۳-۲-۱ استفاده از امکانات تجربی و آزمایشگاهی.....۳۲

۳-۳-۲-۲ استفاده از مدل‌های تحلیلی و مکانیزم‌های فیزیکی.....۳۳

۳-۴ معادلات حاکم در جریان‌های دوفازی.....۳۵

۳-۴-۱ معادله پیوستگی.....۳۵

۳-۴-۲ معادله اندازه حرکت.....۳۶

۳-۴-۳ معادله انرژی.....۳۷

۳-۴-۴ پیچیدگی کاربرد معادلات اساسی در جریان‌های دوفازی.....۳۷

۳-۴-۵ افت فشار در جریان‌های دوفازی.....۳۸

۳-۴-۵-۱ مدل جریان همگن.....۳۸

۳-۴-۵-۲ مدل جریان جدا شده.....۳۹

فصل چهارم: شرح مسئله و روش حل.....۴۳

۴-۱ مقدمه.....۴۵

۴-۲ خصوصیات هندسی و فیزیکی به همراه شرایط مرزی.....۴۵

۴-۳ معادلات حاکم بر سیال و سازه.....۴۸

۴-۴ آشنایی با نرم‌افزار Ansys.....۴۹

۴-۴-۱ روش حل در نرم‌افزار Ansys.....۵۰

فصل پنجم: نتایج.....۵۵

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

۵-۱ مقدمه.....۵۷

۵-۲ مطالعه شبکه.....۵۷

۵-۳ اعتبارسنجی.....۵۹

۵-۴ تأثیر تغییر پارامترهای مختلف بر ارتعاش سیلندر بیرونی.....۶۱

۵-۴-۱ تأثیر تغییر کسرحجمی.....۶۱

۵-۴-۲ تأثیر تغییر عدد رینولدز هیدرودینامیکی.....۶۴

۵-۴-۳ تأثیر تغییر الگوی جریان.....۶۷

۵-۴-۴ تأثیر تغییر اجزای تشکیل دهنده جریان دوفازی.....۶۹

۵-۴-۵ تأثیر تغییر فرکانس طبیعی بدون بعد سیلندر بیرونی.....۷۲

۵-۴-۶ تأثیر تغییر جابه‌جایی اولیه سیلندر بیرونی.....۷۴

۵-۴-۷ تأثیر تغییر شعاع سیلندرها.....۷۵

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....۷۹

۶-۱ نتیجه‌گیری.....۸۱

۶-۲ پیشنهادات ادامه کار.....۸۳

ضمیمه الف: کد CCL.....۸۵

فهرست منابع.....۹۰

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول.....صفحه

جدول ۲-۱: مکانیزم‌های تحریک ارتعاشات.....۱۵

جدول ۳-۱: خصوصیات آب و هوا، R۲۲ ،R۱۱ و آب و بخار در شرایط نیروگاهی.....۳۱

جدول ۳-۲: پیش‌بینی نوع الگوی جریان دوفازی آب و هوا در یک لوله قائم.....۳۴

جدول ۴-۱: خصوصیات فیزیکی آب و هوا در دمای $۲۷^{o}C$ و فشار ۱atm.....۴۷

جدول ۴-۲: چگالی، ویسکوزیته و سرعت جریان‌های مورد بررسی.....۴۷

جدول ۵-۱ : مشخصات شبکه‌های مورد بررسی.....۵۷

جدول ۵-۲: تغییر پارامترهای مختلف جریان با تغییر کسرحجمی هوا.....۶۲

جدول ۵-۳: تغییرات دمپینگ و فرکانس کوپله با کسرحجمی هوا.....۶۳

جدول ۵-۴: تغییرات سرعت با تغییر عدد رینولدز و کسرحجمی.....۶۴

جدول ۵-۵: نوع الگوی جریان دوفازی در کسرهای حجمی مختلف مورد بررسی.....۶۷

جدول ۵-۶: تغییرات سرعت و الگوی جریان دوفازی با تغییر عدد رینولدز در کسرحجمی ۰/۸ برای هوا.....۶۷

جدول ۵-۷: تغییرات دمپینگ و فرکانس کوپله با تغییر الگوی جریان دوفازی در کسرحجمی ۰/۸ برای هوا.....۶۹

جدول ۵-۸: چگالی، ویسکوزیته دینامیکی و سرعت جریان دوفازی.....۷۰

جدول ۵-۹: تغییرات دمپینگ و فرکانس کوپله با تغییر جریان دوفازی.....۷۱

جدول ۵-۱۰: تغییرات دمپینگ و فرکانس کوپله با فرکانس بدون بعد سیلندر بیرونی.....۷۳

جدول ۵-۱۱: مشخصات سیلندرهای مورد بررسی.....۷۶

جدول ۵-۱۲: تغییرات دمپینگ و فرکانس کوپله با تغییر شعاع سیلندرها.....۷۷

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل ۲-۱: روابط محاسبه جرم افزوده در مقاطع مختلف..... ۱۰

شکل ۲-۲: دو سیلندر هم‌مرکز که فضای مابین آنها با سیال پر شده و در معرض کوپلینگ سیالاتی قرار دارند..... ۱۱

شکل ۲-۳: جریان سیال از روی مجموعه لوله‌ها در مبدل حرارتی..... ۱۱

شکل ۲-۴: مسیرهای محتمل جریان درون دنباله..... ۱۳

شکل ۲-۵: ناپایداری الاستیک سیال در جریان متقاطع دوفازی آب و هوا و مبرد R۲۲..... ۱۴

شکل ۳-۱: تأثیر تغییر کسرحجمی بر جرم افزوده..... ۲۰

شکل ۳-۲: تأثیر تغییر کسرحجمی بر عناصر دمپینگ جریان محوری دوفازی آب و هوا در یک سیلندر..... ۲۱

شکل ۳-۳: تأثیر تغییر کسرحجمی جریان دوفازی آب و هوا بر نسبت دمپینگ در یک سیلندر..... ۲۲

شکل ۳-۴: تأثیر تغییر کسرحجمی جریان دوفازی آب و هوا بر نسبت دمپینگ در یک مجموعه لوله ۲۲

شکل ۳-۵: رژیم‌های مختلف جریان دوفازی در لوله عمودی..... ۲۶

شکل ۳-۶: رژیم‌های مختلف جریان دوفازی در لوله افقی..... ۲۷

شکل ۳-۷: الگوهای اصلی جریان دوفازی در خطوط لوله افقی..... ۳۰

شکل ۳-۸: نقشه رژیم جریان آب و هوا در لوله افقی..... ۳۱

شکل ۳-۹: ارزیابی انواع رژیم‌های جریان دوفازی با استفاده از میله رسانشی..... ۳۲

شکل ۳-۱۰: تعیین انواع رژیم‌های جریان دوفازی با استفاده از روش جذب اشعه ایکس..... ۳۳

شکل ۳-۱۱: نقشه پیش‌بینی الگوی جریان دوفازی آب و هوا درون لوله افقی در دمای $۲۵^{o}C$ و فشار $۱bar$..... ۳۴

شکل ۳-۱۲: پایستگی جرم در حجم کنترل در حالت دوبعدی..... ۳۵

شکل ۴-۱: مسیر حلقوی دو لوله‌ای هم‌مرکز افقی یکنواخت مورد بررسی با شعاع داخلی ۹cm، شعاع خارجی ۱۰cm و طول ۱۰۰cm..... ۴۵

شکل ۴-۲: نمودار دما- فشار آب..... ۴۶

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل ۴-۳: الگوریتم کلی حل در نرم افزار Ansys.....۵۴

شکل ۵-۱: شبکه با حداکثر اندازه المان ۱cm، تعداد ۷۳۱۱۲ گره و تعداد ۲۹۰۵۷۹ المان با شعاع داخلی ۹cm، شعاع خارجی ۱۰cm و طول ۱۰۰cm.....۵۸

شکل ۵-۲: شبکه با حداکثر اندازه المان۱cm تعداد ۷۳۱۱۲ گره و تعداد ۲۹۰۵۷۹ المان با شعاع داخلی ۹cm، شعاع خارجی ۱۰cm و طول ۱۰۰cm و وضوح بیشتر.....۵۸

شکل ۵-۳: اثر شبکه بر روی دامنه ارتعاش سیلندر بیرونی مسیر حلقوی افقی یکنواخت هم‌مرکز با شعاع داخلی ۹cm، شعاع خارجی ۱۰cm و طول ۱۰۰cmبرای جریان دوفازی آب و هوا و با در نظرگیری Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۹۹، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۵۹

شکل ۵-۴: نمودار همگرایی فشار و مولفه‌های سرعت هر دوفاز در ارتعاش سیلندر بیرونی با جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۹۹، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۰

شکل ۵-۵: نمودار همگرایی کسرحجمی هر دوفاز در ارتعاش سیلندر بیرونی با جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۹۹، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۰

شکل ۵-۶: مقایسه دامنه‌های نوسان بدون‌بعد سیلندر خارجی با جریان دوفازی آب و هوا و نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۱

شکل ۵-۷: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی در کسرهای‌حجمی مختلف در جریان دوفازی آب و هوا با نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۲

شکل ۵-۸: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر کسرحجمی هوا در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۱۰۰۰، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۳

شکل ۵-۹: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر عدد رینولدز هیدرودینامیکی در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، α_g=۰/۸، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۴

شکل ۵-۱۰: تأثیر تغییر سرعت جریان دوفازی آب و هوا بر مکانیزم دمپینگ دوفازی.....۶۵

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل ۵-۱۱: مقایسه درصد میرایی افزوده سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییرات کسرحجمی هوا و رینولدز هیدرودینامیکی درجریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۶۶

شکل ۵-۱۲: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر الگوی جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۸، ω_n=۱، ε=۰/۱ .....۶۸

شکل ۵-۱۳: موقعیت جریان‌های دوفازی آب و بخار و آب در جریان دوفازی آب و هوا در نمودار دما- فشار آب.....۶۹

شکل ۵-۱۴: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر اجزا تشکیل دهنده جریان دوفازی و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۸، ω_n=۱، ε=۰/۱.....۷۰

شکل ۵-۱۵: تأثیر تغییر اجزا تشکیل دهنده جریان دوفازی بر دمپینگ در یک مجموعه لوله.....۷۱

شکل ۵-۱۶: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر فرکانس بدون‌بعد در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۸، ε=۰/۱.....۷۲

شکل ۵-۱۷: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر فرکانس بدون‌بعد در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۸، ε=۰/۲.....۷۳

شکل ۵-۱۸: تأثیر تغییر فرکانس بر دمپینگ.....۷۳

شکل ۵-۱۹: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر جابه‌جایی اولیه در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۰۰، α_g=۰/۸، ω_n=۰/۲.....۷۴

شکل ۵-۲۰: تأثیر تغییر فاز فشار ایجاد شده به ازا جابه‌جایی‌های مختلف سیلندر بیرونی و درنظرگیری r_{in}=۹cm، r_{out}=۱۰cm، l=۱۰۰cm، Re_{D_h}=۲۵۰، ω_n=۰/۲.....۷۵

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل ۵-۲۱: مقایسه دامنه‌های نوسان سیلندر خارجی تحت تأثیر تغییر شعاع سیلندرها در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری ω_n=۱ ،α_g=۰/۸ ،Re_{D_h}=۲۰۰،l =۱۰۰cm.....۷۶

شکل ۵-۲۲: مقایسه نیروی وارده از طرف سیال بر سیلندر بیرونی تحت تأثیر تغییر شعاع سیلندرها در جریان دوفازی آب و هوا و در نظرگیری ω_n=۱ ،α_g=۰/۸ ،Re_{D_h}=۲۰۰،l =۱۰۰cm.....۷۷

فهرست علائم اختصاری

علامت	شرح
C	دمپینگ سازه
D	قطر سیلندر
E	پارامتر فریدل
f	ضریب اصطکاک/ فرکانس برحسب سیکل بر ثانیه
F	نیروی وارده از طرف سیال بر سازه/ پارامتر فریدل
$\overline{F}$	ضریب لیفت
$\tilde{F}$	نیروی بدون بعد
Fr	عدد فرود
g	شتاب جاذبه
h	فاصله بین دو سیلندر
H	پس‌ماند/ ارتفاع عمودی/ پارامتر فریدل
K	ضریب پایداری/ سختی سازه
l	طول سیلندر
$\dot{m}$	دبی جرمی
M	جرم
$\overline{M}$	جرم بدون‌بعد
n	بردار یکه/ عدد طبیعی
P	فشار
p	گام (فاصله مرکز بین دو سیلندر)
Q	حجم
Re	عدد رینولدز
r	شعاع/ معرف یکی از محورها در مختصات قطبی
S	نسبت لغزش

فهرست علائم اختصاری

علامت	شرح
t	زمان
u	مولفه بردار سرعت در راستای محور x
U	سرعت متوسط جریان
v	مولفه بردار سرعت در راستای محور r / مولفه بردار سرعت در راستای محور y
V	بردار سرعت
w	مولفه بردار سرعت در راستای محور θ / مولفه بردار سرعت در راستای محور z
W	انرژی مکانیکی
We	عدد وبر
x	کیفیت بخار/ معرف یکی از محورهای مختصات/ معرف طول در راستای محور xها
y	معرف یکی از محورهای مختصات
Y	جابه‌جایی سازه
z	معرف یکی از محورهای مختصات

حروف یونانی

α	کسرحجمی (جز بخار)
ε	جابه‌جایی بدون بعد سیلندر بیرونی
ζ	دمپینگ
θ	زاویه/ معرف یکی از محورها در مختصات قطبی
μ	ویسکوزیته دینامیکی
υ	ویسکوزیته سینماتیکی
σ	تنش سطحی
ρ	چگالی
τ	پریود حرکت/ تنش برشی
ω	فرکانس دورانی

فهرست علائم اختصاری

علامت	شرح
Φ	ضریب اصطکاک دوفازی
Γ	نرخ انتقال جرم میان فازی
∇	عملگر ناپلا

زیرنویس‌ها

$acceleration$	شتاب
add	معرف جرم افزوده
CV	حجم کنترل
$cylinder$	سیلندر
d	معرف فرکانس دورانی کوپله
$elevation$	ارتفاع
f	وابسته به جریان
$friction$	اصطکاک
g	فاز گاز
gs	معرف سرعت ظاهری گاز
h	هیدرودینامیک
i	فاز i ام/ داخلی
j	فاز j ام
l	فاز مایع
$loss$	تلفات
ls	معرف سرعت ظاهری مایع
n	معرف فرکانس دورانی طبیعی
New	جدید
o	خارجی

فهرست علائم اختصاری

علامت	شرح
Old	قدیمی
s	لغزش/ سازه
$total$	کلی
tp	دوفازی
υ	ویسکوز
1	معرف موقعیت سازه در نقطه ۱ بر روی منحنی ارتعاش
2	معرف موقعیت سازه در نقطه ۲ بر روی منحنی ارتعاش
2φ	دوفاز

بالا نویس‌ها

*	معرف پارامتر بعددار

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ مقدمه

بشر از ابتدای زندگی خود همواره با جریان‌های مختلف سیال تعامل داشته است. ابتدایی‌ترین سیالات اتمسفر و آب می‌باشند. با گذشت زمان و پیشرفت در علم و دانش بشری، نیاز برای شناخت رفتار سیالات گوناگون در تقابل با سازه‌ها بوجود آمد. در این راستا شاخه‌ای از مطالعات در زمینه علم مکانیک که تلفیقی از مکانیک سیالات و جامدات می‌باشد، به بررسی ارتعاشات ناشی از جریان سیال در اطراف سازه‌ها می‌پردازد. نمونه‌ای از این ارتعاشات که با ساده‌ترین امکانات قابل مشاهده می‌باشد عبارت است از یک میله یا چوب با ارتفاع مناسب که از یک سو با دست و از سمت دیگر درون استخری قرار داده شده و سعی می‌شود میله در یک مسیر مستقیم در آب حرکت کند؛ مشاهده می‌شود که انتهای درون آب تمایل به انحراف در جهت عمود بر مسیر حرکت را خواهد داشت. این حرکت، نوعی نوسان ناشی از اثر متقابل سیال و سازه با دامنه محدود می‌باشد که از گردابه‌های تشکیل شده در پشت جسم تاثیر می‌پذیرد.

یک سیال چند فازی ترکیبی است از دو یا چند جز و یا فاز مجزا که ممکن است سیال و یا جامد باشند[۱]. گستره کاربرد جریان‌های دوفازی امروزه در صنعت بسیار وسیع است. هر فعالیت صنعتی امروزه با جریان‌های چند فازی سروکار دارد، از پدیده کاویتاسیون در پمپ‌ها و توربین‌ها گرفته تا فرآیندهای الکتروگرافیک، ساخت کاغذ و بسیاری از جریان‌های مربوط به بحث‌های پزشکی و بیولوژیکی همچون جریان خون، عمل‌های جراحی به کمک لیزر،و یا برای مثال در صنایع تولید نفت و گاز در بیشتر مواقع با مخلوطی از نفت و آب یا نفت و آب و گاز سرو کار داریم. به طور کلی بسیاری از ترکیبات جریان‌های چند فازی در بیشتر فرآیندهای صنایع شیمیایی رخ می‌دهند.

ارتعاشات در جریان دوفازی به دلیل رژیم جریان دوفازی و درگیر شدن با ملاحظات بیشتر همچون کسرحجمی بسیار پیچیده‌تر از جریان تک‌فازی است. ارتعاشات القایی سیال[1] پدیده مهمی در طراحی مبدل‌های حرارتی به شمار می‌آید. ارتعاشات القایی جریان‌های دوفازی در مبدل‌های حرارتی و منطقه U شکل لوله‌های ژنراتورهای بخار هسته‌ای به دلیل سائیدگی و خستگی می‌تواند باعث از بین رفتن لوله‌ها گردد. این مسئله می‌تواند باعث شود تا نیروگاه فعالیتش را به طور کامل قطع نماید. لازمه آنالیز ارتعاشات درک مکانیزم تحریک ارتعاش و دمپینگ در جریان دوفازی استتا از وقوع مشکل در مرحله طراحی ممانعت به عمل آمده و در عمل باعث تخریب تجهیزات نگردد [۲].

از آن جهت که آزمایشات جریان‌های دوفازی انجامشان بسیار گران و سخت است اثر جریان‌های دوفازی در ارتعاشات القایی ناشی از سیال بسیار ناشناخته باقی مانده است. از طرفی در اکثر مطالعات،

[1] Fluid Induced Vibration