



بسم الله الرحمن الرحيم

افت فشار جریانهای دو فازی درون اتصالات

بوسیله
محمود شریفی

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته
مهندسی شیمی
از
دانشگاه شیراز
شیراز، ایران

011803

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی
امضاء اعضاء کمیته پایان نامه :

.....
دکتر داریوش مولا استاد بخش مهندسی شیمی (رئیس کمیته)

.....
دکتر غلامرضا کریمی استادیار بخش مهندسی شیمی (رئیس کمیته)

.....
دکتر سید شهابالدین آیتاللهی استادیار بخش مهندسی شیمی

.....
دکتر محمدرضا رحیم پور استادیار بخش مهندسی شیمی

بهمن ماه ۱۳۷۹

تقدیم

به پدر و مادر گرامیم که چگونه زیستن را به من آموختند

و

همسر مهربانم که در انجام این کار امیدی دوباره به من بخشید

سپاسگزاری

اکنون که به لطف و عنایت پروردگار منان انجام این پروژه به آخر رسید. بر خود لازم می‌دانم از تمامی دوستان و عزیزانی که در انجام این پروژه مرا یاری نموده‌اند تشکر نمایم.

در ابتدا از استاد محترم جناب آقای دکتر مولا که به عنوان استاد راهنما در تمامی مراحل کار از هیچ کمکی دریغ ننموده‌اند و نیز از اساتید محترم کمیته آقایان دکتر رحیم‌پور و دکتر آیت‌اللهی کمال تشکر را دارم. همچنین از تمامی کارکنان فنی دانشکده و مسئولین محترم آزمایشگاههای بخش مهندسی شیمی بویژه آقای مهندس باقری که در انجام این کار همکاری صمیمانه‌ای را داشته‌اند، سپاسگزاری مینمایم.

چکیده

افت فشار جریانهای دو فازی درون اتصالات

توسط

محمود شریفی

جریانهای دو فازی بویژه جریان گاز-مایع در محدوده گسترده‌ای از تاسیسات صنعتی از قبیل تبخیرکننده‌ها، دیگهای بخار، برجهای تقطیر، راکتورهای شیمیایی، کندانسورها، توربینها، چاههای نفت، سیستم فراآوری با گاز و خطوط لوله انتقال نفت و گاز وجود دارد. یکی از مسائلی که در طراحی این واحدها بویژه در خطوط لوله محتوی سیالات دو فازی وجود دارد پیش‌بینی افت فشار جریان دو فازی در خطوط لوله می‌باشد. از آنجا که در هر خط لوله تعداد قابل توجهی اتصالات از قبیل زانویی‌ها، شیرآلات، تغییر مقاطع ناگهانی و اتصالات T شکل بکار گرفته می‌شود، بنابراین تعیین افت فشار در اینگونه اتصالات برای طراحی کامل خطوط لوله ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق افت فشار جریان دو فازی درون زانویی‌ها، شیرآلات، انقباض و انبساط ناگهانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور از آب و هوا به عنوان مخلوط دو فازی استفاده شده است. در ابتدا ضریب افت فشار تک فازی برای هر یک از اتصالات بدست آمده است. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که ضریب افت فشار تک فازی برای هر اتصال ثابت و مستقل از عدد رینولدز می‌باشد. همچنین برای بررسی افت فشار جریانهای دو فازی در این اتصالات در شدت جریانهای ثابتی از مایع، شدت جریان هوا افزایش پیدا می‌کند و تغییرات فشار بوجود آمده از آن مورد

بررسی قرار می‌گیرد.

در این تحقیق بر روی سه زانویی با قطرهای اسمی 1، 3/4 و 1/2 اینچ و با زاویه های ۹۰ و ۴۵ درجه آزمایشات تعیین افت فشار انجام شده و نتایج آن به صورت یک مدل ریاضی ارائه گردیده است.

همچنین در این تحقیق آزمایشات تعیین افت فشار در شرایط عملیاتی مختلف بر روی شیر درجه‌ای و شیر توپی با قطر اسمی ۱ اینچ مورد بررسی قرار گرفته است. برای شیر درجه‌ای آزمایشات در حالت ۱۰۰٪، ۸۷/۵٪، ۷۵٪، ۶۲/۵٪ و ۵۰٪ باز و برای شیر توپی در حالت ۱۰۰٪، ۸۷/۵٪، ۸۰٪ و ۷۰٪ باز انجام شده است.

در مورد تغییر مقاطع، آزمایشات تعیین افت فشار جریانهای دو فازی بر روی سه تغییر مقطع با نسبت سطوح متفاوت ۰/۳۵، ۰/۵۸ و ۰/۶۱ برای هر دو حالت انقباض و انبساط انجام شده است.

نتیجه حاصل از تمامی آزمایشات بر روی اتصالات منجر به ارائه یک رابطه کلی برای محاسبه افت فشار جریانهای دو فازی درون اتصالات شده است. در این رابطه دو پارامتر وجود دارد که برای هر یک از اتصالات به صورت تجربی بدست می‌آید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
نه	فهرست جداول
ده	فهرست اشکال
شانزده	فهرست علائم اختصاری
	فصل اول : مقدمه
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ تاریخچه سیالات دو فازی
۳	۳-۱ مدل‌های طراحی اولیه
	فصل دوم : رژیمها و الگوهای جریان در جریان دو فازی
۶	۱-۲ مقدمه
۷	۲-۲ الگوهای جریان در لوله‌های عمودی
۷	۱-۲-۲ جریان حبابی
۸	۲-۲-۲ جریان لخته‌ای
۸	۳-۲-۲ جریان انتقالی
۹	۴-۲-۲ جریان مه‌آلود
۱۱	۳-۲ الگوهای جریان در لوله‌های افقی
	فصل سوم : محاسبه افت فشار جریان دو فازی در لوله‌های مستقیم
۱۵	۱-۳ مقدمه
۱۶	۲-۳ افت فشار جریان سیال تک فازی
۱۷	۳-۳ افت فشار در جریان سیالات دو فازی
۱۹	۱-۳-۳ تئوری هموزن

صفحه	عنوان
۲۴	۲-۳-۳ نمودار تجربی مارتینلی
۲۵	۳-۳-۳ روش ضریب C
۲۹	۴-۳-۳ روش ضریب B
فصل چهارم : افت فشار جریانهای دو فازی در اتصالات	
۳۱	۱-۴ افت فشار در زانویی
۳۹	۲-۴ افت فشار در انقباض ناگهانی
۴۵	۳-۴ تغییرات فشار در انبساط ناگهانی
۴۶	۴-۴ افت فشار در شیرآلات
فصل پنجم : افت فشار جریانهای دو فازی در اتصالات (مطالعات آزمایشگاهی)	
۴۷	۱-۵ مقدمه
۴۷	۲-۵ شرح دستگاه آزمایشی
۴۹	۳-۵ افت فشار در زانویی
۶۰	۴-۵ افت فشار در انقباض ناگهانی
۶۵	۵-۵ افت فشار در شیرآلات
۷۳	۶-۵ تغییرات فشار در انبساط ناگهانی
فصل ششم : نتایج و پیشنهادات	
۷۷	۱-۶ نتایج
۷۸	۲-۶ پیشنهادات
۸۰	پیوست (الف) نمودارهای افت فشار برای زانوییها
۸۳	پیوست (ب) نمودارهای افت فشار برای انقباض ناگهانی
۸۵	پیوست (ج) نمودارهای افت فشار برای شیرآلات
۹۲	پیوست (د) نمودارهای افت فشار برای انبساط ناگهانی

صفحه

عنوان

۹۴

منابع

چکیده و عنوان به زبان انگلیسی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۹	جدول (۱-۵) مشخصات زانویی‌های مورد آزمایش و ضرایب افت فشار تک فاز برای آنها
۶۰	جدول (۲-۵) مقادیر ضریب C در معادله (۱۲-۵) در آزمایشات سکودا و همکاران
۶۱	جدول (۳-۵) مشخصات انقباض ناگهانی مورد آزمایش و ضریب افت فشار تک فاز در آنها
۶۵	جدول (۴-۵) ضرایب افت فشار تک فاز برای شیر دریچه‌ای با قطر اسمی ۱ اینچ
۶۵	جدول (۵-۵) ضرایب افت فشار تک فاز برای شیر توپی با قطر اسمی ۱ اینچ
۷۳	جدول (۶-۵) مشخصات انبساط ناگهانی مورد آزمایش و ضرایب افزایش فشار تک فاز در آنها
۷۸	جدول (۱-۶) پارامترهای n و m برای انواع اتصالات مورد آزمایش

فهرست اشکال

صفحه	شکل	
۳	شکل (۱-۱)	سیستم هوای فشرده دو فازی
۸	شکل (۱-۲)	رژیمهای جریان برای لوله عمودی
۱۰	شکل (۲-۲)	نقشه جریان برای جریان رو به بالا در لوله‌های عمودی
۱۰	شکل (۳-۲)	نقشه جریان برای جریان رو به پایین در لوله‌های عمودی
۱۲	شکل (۴-۲)	رژیمهای مختلف جریان در لوله‌های افقی
۱۳	شکل (۵-۲)	نقشه جریان در لوله افقی بوسیله گاویر و امر
۲۵	شکل (۱-۳)	مضرب دو فازی ϕ_{FG}^2 بر اساس پارامتر لاکارت و مارتینلی برای جریان درهم-درهم
۲۶	شکل (۲-۳)	افت فشار بدون بعد بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی
۳۲	شکل (۱-۴)	طول معادل بر حسب شعاع نسبی زانویی در جریان تک فازی
۳۳	شکل (۲-۴)	توزیع فشار در زانویی ۹۰ درجه
۴۰	شکل (۳-۴)	منحنی تغییرات فشار در طول مسیر جریان در یک انقباض ناگهانی
۴۸	شکل (۱-۵)	شماتیک دستگاه آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری افت فشار در اتصالات
۵۰	شکل (۲-۵)	نمودار محاسبه ضرایب افت فشار برای زانویی‌های ۴۵ درجه
۵۰	شکل (۳-۵)	نمودار محاسبه ضرایب افت فشار برای زانویی‌های ۹۰ درجه
۵۱	شکل (۴-۵)	افت فشار زانویی 1 اینچ ۹۰ درجه بر حسب کیفیت جرمی گاز
۵۲	شکل (۵-۵)	افت فشار زانویی ۱ اینچ ۹۰ درجه بر حسب شدت جریان هوا
۵۲	شکل (۶-۵)	افت فشار زانویی 3/4 اینچ ۹۰ درجه بر حسب کیفیت جرمی گاز

- ۵۳ شکل (۷-۵) افت فشار زانویی 3/4 اینچ ۹۰ درجه بر حسب شدت جریان هوا
- ۵۳ شکل (۸-۵) افت فشار زانویی 1/2 اینچ و ۹۰ درجه بر حسب کیفیت جرمی
گاز
- ۵۴ شکل (۹-۵) افت فشار زانویی 1/2 اینچ و ۹۰ درجه بر حسب شدت جریان
هوا
- ۵۵ شکل (۱۰-۵) تغییرات ضریب دو فازی بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی
برای زانویی‌های ۹۰ درجه
- ۵۶ شکل (۱۱-۵) تغییرات ضریب دو فازی بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی
برای زانویی‌های ۴۵ درجه
- ۵۷ شکل (۱۲-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار دو فازی در زانویی ۹۰ درجه
- ۵۷ شکل (۱۳-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار دو فازی در زانویی ۴۵ درجه
- ۵۹ شکل (۱۴-۵) مقایسه نتایج آزمایشگاهی افت فشار جریان دو فازی درون
زانویی‌ها و مدل چی شلم برای زانویی 3/4 اینچ ۹۰ درجه
- ۵۹ شکل (۱۵-۵) مقایسه نتایج آزمایشگاهی افت فشار جریان دو فازی درون
زانویی‌ها و مدل چی شلم برای زانویی 1 اینچ ۹۰ درجه
- ۶۱ شکل (۱۶-۵) نمودار محاسبه ضرایب افت فشار برای انقباض ناگهانی
- ۶۲ شکل (۱۷-۵) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.35$ بر حسب شدت جریان
هوا
- ۶۲ شکل (۱۸-۵) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.35$ بر حسب کیفیت جرمی
گاز
- ۶۳ شکل (۱۹-۵) تغییرات ضریب دو فازی بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی
برای انقباض ناگهانی

- شکل (۲۰-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار جریان دو فازی برای انقباض ناگهانی
- ۶۳
- شکل (۲۱-۵) مقایسه نتایج آزمایشگاهی افت فشار جریان دو فازی درون انقباض ناگهانی و مدل چی شلم
- ۶۴
- شکل (۲۲-۵) نمودار محاسبه ضریب افت فشار تک فازی برای شیرهای توپی
- ۶۶
- شکل (۲۳-۵) نمودار محاسبه ضریب افت فشار تک فازی برای شیرهای دریچه‌ای
- ۶۶
- شکل (۲۴-۵) افت فشار شیر دریچه‌ای ۱۰۰٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
- ۶۷
- شکل (۲۵-۵) افت فشار شیر دریچه‌ای ۱۰۰٪ باز بر حسب کیفیت جرمی گاز
- ۶۷
- شکل (۲۶-۵) افت فشار شیر توپی ۱۰۰٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
- ۶۸
- شکل (۲۷-۵) افت فشار شیر توپی ۱۰۰٪ باز بر حسب کیفیت جرمی گاز
- ۶۸
- شکل (۲۸-۵) تغییرات ضریب دو فازی ϕ_{LO}^2 بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی برای شیر توپی
- ۶۹
- شکل (۲۹-۵) تغییرات ضریب دو فازی ϕ_{LO}^2 بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی برای شیر دریچه‌ای
- ۶۹
- شکل (۳۰-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار جریان دو فازی در شیرهای دریچه‌ای
- ۷۰
- شکل (۳۱-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار جریان دو فازی در شیرهای توپی
- ۷۱
- شکل (۳۲-۵) مقایسه نتایج آزمایشگاهی افت فشار جریان دو فازی در شیر دریچه‌ای با کار فیتزیمونز
- ۷۲
- شکل (۳۳-۵) نمودار محاسبه ضرایب افت فشار برای انبساط ناگهانی
- ۷۳

- شکل (۳۴-۵) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 1.65$ بر حسب شدت جریان
گاز ۷۴
- شکل (۳۵-۵) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 1.65$ بر حسب کیفیت
جرمی گاز ۷۴
- شکل (۳۶-۵) تغییرات ضریب دو فازی بر حسب پارامتر لاکارت و مارتینلی
برای انبساط ناگهانی ۷۵
- شکل (۳۷-۵) تغییرات لگاریتمی افت فشار جریان دو فازی برای انبساط
ناگهانی ۷۶
- شکل (۳۸-۵) مقایسه نتایج آزمایشگاهی افت فشار جریان دو فازی درون
انبساط ناگهانی و مدل چی شلم ۷۶
- شکل (الف-۱) افت فشار زانویی ۱/۲ اینچ ۴۵ درجه بر حسب شدت جریان
هوا ۸۰
- شکل (الف-۲) افت فشار زانویی ۱/۲ اینچ ۴۵ درجه بر حسب کیفیت جرمی
هوا ۸۰
- شکل (الف-۳) افت فشار زانویی ۳/۴ اینچ ۴۵ درجه بر حسب شدت جریان
هوا ۸۱
- شکل (الف-۴) افت فشار زانویی ۳/۴ اینچ ۴۵ درجه بر حسب کیفیت جرمی
هوا ۸۱
- شکل (الف-۵) افت فشار زانویی ۱ اینچ ۴۵ درجه بر حسب شدت جریان هوا ۸۲
- شکل (الف-۶) افت فشار زانویی ۱ اینچ ۴۵ درجه بر حسب کیفیت جرمی هوا ۸۲
- شکل (ب-۱) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.61$ بر حسب شدت جریان
هوا ۸۳

شکل

صفحه

- شکل (ب-۲) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.61$ بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۳
- شکل (ب-۳) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.58$ بر حسب شدت جریان هوا
۸۴
- شکل (ب-۴) افت فشار انقباض ناگهانی با $\sigma = 0.58$ بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۴
- شکل (ج-۱) افت فشار شیر دریچه‌ای ۵۰٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۸۵
- شکل (ج-۲) افت فشار شیر دریچه‌ای ۵۰٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۵
- شکل (ج-۳) افت فشار شیر دریچه‌ای ۶۲/۵٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۸۶
- شکل (ج-۴) افت فشار شیر دریچه‌ای ۶۲/۵٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۶
- شکل (ج-۵) افت فشار شیر دریچه‌ای ۷۵٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۸۷
- شکل (ج-۶) افت فشار شیر دریچه‌ای ۷۵٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۷
- شکل (ج-۷) افت فشار شیر دریچه‌ای ۸۷/۵٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۸۸
- شکل (ج-۸) افت فشار شیر دریچه‌ای ۸۷/۵٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۸
- شکل (ج-۹) افت فشار شیر توپی ۷۰٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۸۹
- شکل (ج-۱۰) افت فشار شیر توپی ۷۰٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۸۹
- شکل (ج-۱۱) افت فشار شیر توپی ۸۰٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۹۰
- شکل (ج-۱۲) افت فشار شیر توپی ۸۰٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۹۰
- شکل (ج-۱۳) افت فشار شیر توپی ۸۷/۵٪ باز بر حسب شدت جریان هوا
۹۱
- شکل (ج-۱۴) افت فشار شیر توپی ۸۷/۵٪ باز بر حسب کیفیت جرمی هوا
۹۱
- شکل (د-۱) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 1.725$ بر حسب شدت جریان هوا
۹۲

صفحه

شکل

شکل (د-۲) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 1.725$ بر حسب کیفیت جرمی

هوا

شکل (د-۳) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 2.85$ بر حسب شدت جریان

هوا

شکل (د-۴) افزایش فشار انبساط ناگهانی با $\sigma = 2.85$ بر حسب کیفیت جرمی

هوا