

مقدمه‌ای بر

جریان دوفازی

مؤلف:

بهنام ارزندی

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - دانشگاه تربیت مدرس)

سرشناسه : ارزندی، بهنام، ۱۳۶۵-
عنوان و نام پدیدآور : مقدمه‌ای بر جریان دوفازی/ مولف بهنام ارزندی؛ به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها) .
مشخصات نشر : تهران : چرکته، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری : ۱۲۶ ص.: مصور، جدول، نمودار .
شابک : 978-964-6463-21-9
وضعیت فهرست نویسی : فیبا
موضوع : جریان دوفازی
موضوع : سیالات -- مکانیک
موضوع : لوله‌ها -- حرکت سیالات
شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران
رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ ۷۴۲الف/۵/۳۵۷۵
رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۰۶۴
شماره کتابشناسی ملی : ۲۸۸۵۷۱۶



نام کتاب : مقدمه‌ای بر جریان دوفازی

مؤلف : بهنام ارزندی

صفحه آرایي : هفت رنگ گرافيك (شادي حميدي)

نویت چاپ : اول - پاییز ۱۳۹۱

صحافی : کیمیا

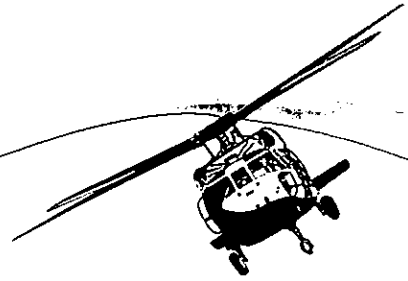
تیراڑ : ۵۰۰ جلد

به سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)

مراكز بحث:

۲- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر- تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۳- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش - تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱



فهرست

پیشگفتار مدیر عامل	۹
پیشگفتار مؤلف	۱۱

فصل اول

مفاهیم جریان دوفازی	۱۳
۱-۱) جریان دوفازی چیست؟	۱۳
۲-۱) تعاریف ترم‌های جریان دوفازی [۳،۲]	۱۳
۳-۱) الگوهای جریان دوفازی	۲۳
۱-۳-۱) رژیم‌های جریان گاز - مایع افقی	۲۳
۲-۳-۱) رژیم‌های جریان گاز - مایع عمودی	۲۵
۴-۱) نقشه رژیم‌های جریان	۲۹

فصل دوم

افت فشار در جریان‌های دوفازی	۳۳
۱-۲) مقدمه	۳۳
۲-۲) تعیین افت فشار در جریان تکفاز	۳۳
۱-۲-۲) روش معادله اندازه حرکت	۳۳
۲-۲-۲) روش معادله انرژی	۳۵
۳-۲) تعیین افت فشار در جریان دوفازی	۳۶
۱-۳-۲) روش معادله اندازه حرکت	۳۶



۳۸	 (۲-۳-۲) روش معادله انرژی
۴۰	 (۴-۲) مدل همگن برای جریان دوفازی
۴۶	 (۱-۴-۲) ارزیابی گرادیان فشار
۴۷	 (۱-۱-۴-۲) ضرایب اصطکاک برای مدل همگن
۵۱	 (۲-۱-۴-۲) مضرب دوفازی
۵۳	 (۵-۲) مدل جریان مجزا
۵۵	 (۱-۵-۲) ارزیابی افت فشار اصطکاکی
۶۳	 ۶-۲ نتیجه گیری

فصل سوم

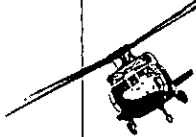
۶۵	 جریان بحرانی دوفازی
۶۵	 (۱-۳) مقدمه
۶۵	 (۲-۳) جریان‌های بحرانی تکفاز
۶۹	 (۳-۳) جریان بحرانی دوفازی
۷۲	 (۱-۳-۳) تئوری‌های جریان بحرانی
۸۲	 (۲-۳-۳) اثرات هندسه در جریان بحرانی

فصل چهارم

۸۵	 معیارهای گذار بین الگوهای جریان
۸۵	 (۱-۴) مقدمه
۸۵	 (۲-۴) انتقال از رژیم جریان لایه‌ای به اسلاگ
۸۹	 (۳-۴) گذار از جریان اسلاگ به جریان حلقوی
۸۹	 (۴-۴) معیار گذار از جریان لایه‌ای صاف به لایه‌ای موجی
۹۱	 (۵-۴) گذار بین جریان اسلاگ و حبابی پراکنده
۹۲	 ۶-۴- گذار از جریان لایه‌ای موجی به اسلاگ

فصل پنجم

۹۳	 مدلسازی جریان دوفازی در خطوط افقی
۹۳	 (۱-۵) مقدمه
۹۳	 (۲-۵) مدل جریان لایه‌ای
۹۷	 (۳-۵) مدل جریان اسلاگ



- ۱۰۴ ۴-۵ مدل جریان حلقوی
- ۱۰۶ ۵-۵ مدل جریان حبابی پراکنده

فصل ششم

جریان‌های سه‌فازی ۱۰۷

۵

۱-۶ مقدمه ۱۰۷

۲-۶ رژیم‌های جریان سه‌فازی بررسی شده توسط عزیز ۱۰۸

۱-۲-۶ جریان پلاگ پخش شده روغنی ۱۰۹

۲-۲-۶ جریان اسلاگ پخش شده روغنی ۱۰۹

۳-۲-۶ جریان لایه‌ای - موجی پخش شده روغنی ۱۱۰

۴-۲-۶ جریان لایه‌ای - موجی جدا شده روغنی ۱۱۱

۵-۲-۶ جریان حلقه‌ای - لایه‌ای - موجی جدا شده روغنی ۱۱۱

۶-۲-۶ جریان حلقه‌ای - لایه‌ای جدا شده پخش شده ۱۱۲

۷-۲-۶ جریان اسلاگ پراکنده آبی ۱۱۳

۸-۲-۶ جریان لایه‌ای - موجی پراکنده آبی ۱۱۴

۹-۲-۶ جریان حلقه‌ای - لایه‌ای پخش شده جدا شده آبی ۱۱۵

۱۰-۲-۶ جریان حلقه‌ای - لایه‌ای پخش شده آبی ۱۱۵

۳-۶ رژیم‌های جریان سه‌فازی بررسی شده توسط ای ۱۱۶

فصل هفتم

پروفیل‌های سرعت و کسر حجمی ۱۱۹

۱-۷ مقدمه ۱۱۹

۲-۷ جنبه‌های کیفی ۱۱۹

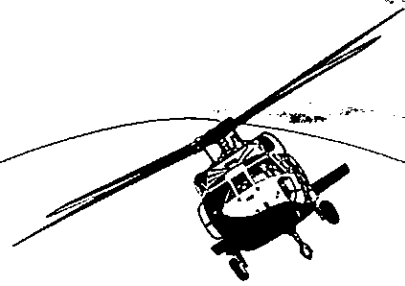
۳-۷ تحلیل دیفرانسیلی ۱۲۱

۱-۳-۷ پروفیل سرعت در جریان تکفاز ۱۲۱

۲-۳-۷ پروفیل‌های سرعت در جریان دوفازی ۱۲۲

۴-۷ تحلیل انتگرالی ۱۲۹

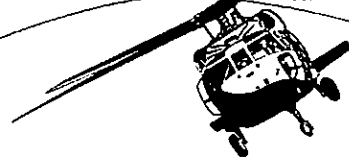
مراجع ۱۳۳



پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تواضع بر آستان کبریائی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در راستای فرمایشات مقام معظم رهبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و ساخت بالگردهای ایران (پنها) این توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و با برنامه‌های بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی‌ترین شرط بقاء در جوامع مترقی و پویاست؛ می‌توان در یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با میزان رشد و پویایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال و با کارنامه‌ای بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین قطب بالگردی با رشدی منطقی در خصوص صنعت پیچیده بالگرد از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشاء خدمات ارزنده‌ای در جامعه اسلامی بویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه و قوی با تکیه بر نیروهای مخلص و متعهد و کارآمد بخش عمده‌ی ارزش‌های یک صنعت با فناوری بالا را از آن خود کرده است. لذا با توجه به ویژگی‌های فرهنگی حاکم بر پنها مبنی بر خدمت به نظام و حفظ دستاوردهای آن به عنوان یک ارزش مورد قبول، همه کارکنان در یک رویکرد مناسب اقدام به انتقال تجربه‌ای چندین ساله کاری و علمی خود در قالب کتاب‌های علمی و تخصصی که حاصل تلاش همکاران صدیق پنها می‌باشد را ننموده است و امید است جزو باقیات و صالحات برای این عزیزان و همه دست‌اندرکاران باشد. انشاء الله... فرد حضرت دوست مأجور خواهد بود. امید است این گام هرچند کوتاه آغازی مبارک برای رسیدن به اهداف عالیه و تحولی عظیم در صنعت پیچیده بالگرد و قدمی در راستای تولید علم و بومی‌سازی که این مهم صرفاً در اختیار معدود کشورهاست، باشد. قطعاً دریافت انتقادات و پیشنهادات از صاحبان اندیشه و علم کمک شایانی به سرعت بخشیدن به جایگاه برتر و متعارف ایران اسلامی اهداء خواهد کرد.



پیشگفتار مؤلف

عبارت جریان دوفازی اغلب برای جریانهایی به کار می‌رود که هر دو فاز ساختار شیمیایی یکسانی دارند مثل آب و بخار و برای جریان مایعی که دو فاز ساختار شیمیایی یکسانی ندارند، مانند هوا و آب عبارت دو جزئی به کار می‌رود. در جریان دوفازی که به عنوان همزیستی دوفاز در پیکر بندی‌های مختلف جریان تعریف می‌شود، هر فاز سرعت متفاوتی دارد و این امر باعث می‌شود که توصیف رفتار هیدرودینامیکی این جریان‌ها بسیار پیچیده و مشکل شود. زمانی که فازهای مایع و گاز به طور همزمان جریان می‌یابد، به دلیل خواص فیزیکی (اساساً چگالی) متفاوت بین گاز و مایع الگوهای جریان یا رژیم‌های جریان متفاوتی به وجود می‌آید. رژیم‌های مختلف جریان به وسیله سطح مشترک متفاوت گاز مایع از هم مجزا می‌شوند. تغییر الگوی جریان معمولاً به معنی تغییر چگونگی انتقال جرم، ممنتوم و حرارت در سطح مشترک دوفازی می‌باشد. زیرا مکانیزم انتقال حرارت، جرم و انرژی در رژیم‌های مختلف، متفاوت است. برای جریان گاز-مایع در یک لوله آدیاباتیک الگوی جریان به عواملی مانند چرخش لوله، قطر، شار جرمی، کیفیت جریان و چگالی هر کدام از فازها وابسته است. الگوی جریان در لوله‌های افقی و عمودی متفاوت است و آگاهی از آنها اهمیت زیادی دارد.

در انتها لازم می‌دانم از همکاری و راهنمایی آقای دکتر محمد رضا انصاری و مهندس فرهاد ارزندی که در تهیه این کتاب بنده را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر احمد آبادی مدیر عامل محترم شرکت پشتیبانی و نوسازی بالگرد های ایران که زمینه چاپ این کتاب را فراهم نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بهنام ارزندی

مرداد ماه ۱۳۹۱