

۱۳۶۸۸۵

۴۹۰ رولت

۹۴، ۱۱، ۱۸

بسم الله الرحمن الرحيم

جریان دوفازی، جوشش، میعان

مؤلف:

سید مصطفی غیاثیان

مترجم:

دکتر منوچهر نیک‌آبادی

(استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

دکتر مهرداد مظفریان

(استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس امیر بهمنیار

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مهندس رضا امین‌زاده

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مهندس کامران کی‌نژاد

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

۵۸۸۲۷۶۱

- سرشناسه : غیاثیان، سیدمصطفی، ۱۹۵۳ - م.
- عنوان و نام پدیدآور : Ghiaasiaan, Seyed Mostafa
- چریان دوفازی، جوشش، میعان / مولف سیدمصطفی غیاثیان؛ مترجم منوچهر نیک‌آذر... و دیگران.
- مشخصات نشر : تهران: علوم کاربردی، ۱۳۹۴.
- مشخصات ظاهری : ۴۳۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
- شابک : ۹۷۸۶۰۰۹۵۲۹۸۲۷ : ۲۵۰۰۰۰ ریال
- وضعیت فهرست نویسی : فیپا
- یادداشت : Two-phase flow, boiling and condensation in conventional and miniature systems, 2008
- یادداشت : مترجم منوچهر نیک‌آذر، مهرداد مظفریان، رضا امین‌زاده، امیر بهمنیار، کامران کی‌نژاد.
- موضوع : سیالات -- دینامیک
- موضوع : چریان دوفازی
- شناسه افزود : نیک‌آذر، منوچهر، ۱۳۳۷ - مترجم
- رده بندی کنگره : ۶۲۰/۱۰۶۴ : ۱۳۹۴TAR۳۵۱/ج۴غ/۹
- رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۰۶۴
- شماره کتابشناسی ملی : ۴۰۶ ۹۸۴



انتشارات علوم کاربردی
پاسجور ۹۹۶۴ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

چریان دوفازی، جوشش، میعان

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۴

تیراژ: ۵۰۰ نسخه، قیمت: ۲۵۰۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، طرح جلد: مهندس مسعود ساعدی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۵۲۹۸-۲-۷

آدرس: تهران- میدان انقلاب- ابتدای کارگر جنوبی- خیابان مهدیزاده- پلاک ۵- واحد ۱۰

تلفن انتشارات و مرکز پخش: ۶۶۹۰۷۶۹۲-۶۶۹۰۲۵۸۵

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این کتاب حاصل ۱۵ سال تدریس در زمینه‌ی جریان حرارتی - هیدرولیکی و دوفازی، درون راکتور هسته‌ای به همراه مباحث جوشش و میعان به دانشجویان مهندسی هسته‌ای و مکانیک در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری می‌باشد. هدف از نگارش، این است تا به مرجعی برای دانشجویان مهندسی هسته‌ای، مکانیک و احتمالاً شیمی در دوره‌های تحصیلات تکمیلی بدل شود. بعلاوه، برای مهندسان در حال کار نیز می‌تواند مرجع مفیدی باشد.

واقع، هنر و علم جریان چندفازی بسیار وسیع بوده و پوشش جامع تمامی اصول اساسی آن در قالب یک کتاب درسی تحصیلات تکمیلی، حتی در سطح مقدماتی نیز، غیر ممکن می‌باشد. این کتاب تنها بر روی جریان دوفازی گاز - مایع، با و بدون تغییر فاز تمرکز دارد. حتی در این حوزه نیز وسعت مطالب بگونه‌ای است که پوشش جامع و عمیق تمامی آن‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد. در نتیجه، لازم است تا تعداد و گستردگی رئوس مطالب محدود گردد. در این کتاب، رئوس مطالب با هدف آشنایی خواننده با طیف وسیعی از موضوعات رایج همراه با مباحث تئوری و فنون استخراج معادلات و بکار بردن آن‌ها ذکر شده است و برخی از حوزه‌های در حال توسعه نیز عنوان شده‌اند.

جریان دوفازی گاز - مایع و جریان‌های شام‌تن در فاز در اثر انتقال حرارت، تا اواسط قرن بیستم مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار نگرفته بود و بیشتر مدل‌ها و روابط تا پیش از این زمان بصورت تجربی بودند. ظهور راکتورهای هسته‌ای در میانه‌ی قرن بیستم میلادی و درک اهمیت جریان دوفازی و جوشش با ایجاد و حفظ امنیت راکتورهای آب سرد، توجه جدی بسیاری از پژوهشگران را به این حوزه جلب نمود که حاصل آن بروز نوآوری‌های بسیاری بود. امروزه جریان چندفازی با سرعت فزاینده‌ای در حوزه‌های مختلف در حال رشد است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به شبیه‌سازی عددی، جریان و پدیده‌های انتقال در مقیاس مینی و میکرو، و جریان و پدیده‌های انتقال در سیستم‌های واکنشی و بیولوژیکی اشاره کرد. با این وجود، علی‌رغم پیشرفت‌های سریع تئوریک و محاسباتی، بحث جریان دوفازی گاز - مایع، بدلیل پیچیدگی فرآیندهای در برگیرنده‌ی آن، همچنان در حد بسیار زیادی بصورت تجربی باقی‌مانده است.

در این کتاب، تلاش شد تا توازنی در پوشش دادن مطالب بنیانی، روش‌های تجربی جدید و تثبیت شده، به همراه زمینه‌های در حال توسعه در حوزه‌ی جریان دوفازی گاز - مایع، برقرار شود. همچنین، هر جا که ممکن و لازم بود، روش استخراج روابط در حد قابل درکی ارائه شد.

این کتاب شامل هفده فصل است. فصل اول مروری بر مفاهیم اساسی انتقال جریان، حرارت و جرم تک فازی می‌باشد. فصل ۲، به بحث در مورد پدیده‌های بین سطحی دو فاز می‌پردازد. سپس، جنبه‌های مدل‌سازی هیدرودینامیکی و ریاضیاتی جریان دوفازی گاز - مایع در فصل‌های ۳ تا ۹ به بحث گذاشته می‌شود. فصل ۱۰ پایان بخش اول کتاب بوده و به جنبه‌های هیدرودینامیکی جریان دوفازی در مینی و میکروکانال‌ها اختصاص دارد.

بخش دوم کتاب در مورد جوشش و میعان تمرکز دارد. مطالب مربوط به جوشش در فصل‌های ۱۱ تا ۱۳ ارائه می‌گردند. مفاهیم اساسی جوشش و روش‌های پیش‌بینی جوشش استخری در فصل ۱۰، به مثال آن، جوشش جریان و شار حرارتی بحرانی و فوق بحرانی به ترتیب در فصل‌های ۱۲ و ۱۳ مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. فصل ۱۴ به بحث در مورد جوشش در مینی و میکروکانال‌ها اختصاص دارد. میعان خارجی و میعان جریان، با و بدون میعان ناپذیرها، و میعان در مجاری کوچک جریان در فصل‌های ۱۵ و ۱۶ بحث می‌شوند. فصل آخر به جریان اختلاقی (Choked flow) دوفازی اختصاص دارد. بعلاوه، جداول مربوط به خاصیت سیالات مختلف در بخش ضمیمه کتاب آورده شده‌اند.

کتاب حاضر ترجمه‌ی ده فصل از کتاب TWO PHASE FLOW – BOILING and CONDENSATION به قلم پروفسور مصطفی غیاثیان استاد دانشگاه جورجیای امریکا می‌باشد.

به دلیل پیچیده‌گی‌های فراوان در جریانات دو فازی اعم از پدیده‌های انتقال حرارت و جرم و مومنت، اکثر کتاب‌های نگاشته شده در زمینه‌ی جریانات دو فازی خصوصا در جریانات گاز – مایع بیشتر به شرح و بسط روابط تجربی پرداخته‌اند. کتاب حاضر علاوه بر شرح روابط تجربی، جریانات دو فازی را به صورت پدیده‌شناسی و از منظر تئوری مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. این بررسی جامع و تئوری شامل پدیده‌های موجود در فصل مشترک بن فاز، مدل‌سازی انواع جریان‌ها، رژیم‌های متنوع جریانات دو فازی و جریان در مجاری بوجک و میکروکانال‌ها می‌گردد. این ملاحظات باعث شده است که این کتاب در مباحث علمی و کاربردی در جریانات دو فازی جایگاه ویژه‌ای داشته باشد. از دید آکادمیک نیز این کتاب می‌تواند بعنوان کتاب درسی برای درس جریانات دو فازی در مقطع کارشناسی ارشد می‌تواند و مکانیک و هسته‌ای معرفی گردد. مباحث مربوط به جوشش و میعان در بخش دوم کتاب در هفت فصل ارائه شده است که بزودی ترجمه‌ی آن آماده‌ی چاپ خواهد شد.

در خاتمه از جناب آقای مهندس مسعود ساعدی به خاطر طراحی روی جلد و همچنین از مسئولین و کارکنان محترم انتشارات علوم کاربردی به جهت مساعدت ویژه در چاپ این کتاب قدردانی می‌نمایم.

ترجمان:

پاییز ۱۳۹۴

فصل ۱: ترمودینامیک و اصول جریان‌های تک فازی

۱	۱-۱. نمودارهای فازی و حالت‌های مواد خالص
۱	۱-۱-۱. حالت‌های تعادلی
۵	۱-۲. حالت‌های نیمه پایدار (Metastable)
۷	۲-۱. معادلات انتقال (Transport Equations)
۱۰	۳-۱. مختصاتهای چند جزئی یک فازی
۱۶	۴-۱. نمودار فازی مخلوط‌های دو جزئی
۱۹	۵-۱. خواص ترمودینامیک مخلوط‌های گازی بخار - گاز میعان ناپذیر
۲۵	۶-۱. خواص انتقال (Transport Properties)
۲۵	۶-۱-۱. قوانین اختلاص
۲۶	۶-۲. تئوری سینتیک گاز
۳۲	۶-۳. نفوذ در مایعات
۳۵	۷-۱. توزیع دما و سرعت در لایه‌ی مرزی در جریان
۴۰	۸-۱. انتقال حرارت و انتقال جرم جابه‌جایی (Convection)

فصل ۲: پدیده‌های سطحی گاز مایع

۵۱	۱-۲. تنش سطحی و زاویه تماس
۵۱	۱-۱-۲. تنش سطحی
۵۶	۲-۱-۲. زاویه‌ی تماس
۵۸	۳-۱-۲. زاویه‌ی تماس دینامیک و اختلاف (هیستریسیس) زاویه‌های تماس
۵۹	۴-۱-۲. گیربکشی تنش سطحی
۶۱	۲-۲. اثر ناخالصی‌های فعال سطحی بر روی تنش سطحی
۶۳	۳-۲. اثر موینگی حرارتی
۶۸	۴-۲. فشار جداسوندگی (Disjoining Pressure) در فیلم‌های نازک
۷۰	۵-۲. سطح مشترک دو فاز مایع-بخار در حالت تعادل

- ۷۳ ۶-۲. انتقال جرم بین سطحی دو فاز
- ۷۳ ۱-۶-۲. تبخیر و میعان
- ۸۱ ۲-۶-۲. گازهای کم محلول
- ۸۳ ۷-۲. دیدگاه‌های نیمه تجربی فرآیندهای انتقال سطحی
- ۹۱ ۸-۲. امواج سطحی و روش آنالیز پایداری خطی
- ۹۴ ۹-۲. امواج سطحی دو بعدی روی سطح یک مایع ساکن غیرویسکوز
- ۹۸ ۱۰-۲. ناپایداری‌های Rayleigh-Taylor و Kelvin-Helmholtz
- ۱۰۷ ۱۱-۲. ناپایداری Rayleigh-Taylor برای یک سیال ویسکوز
- ۱۱۰ ۱۲-۲. امواج در سطح حباب‌ها و قطرات کوچک
- ۱۱۶ ۱۳-۲. رشد یک حباب بخار در مایع فوق گرم

فصل ۳: محدوده‌های دینامیکی، پراکندگی‌های سیال، و فیلم‌های مایع

- ۱۳۱ ۱-۳. مقدماتی بر مخلوط‌های دو فاز
- ۱۳۳ ۲-۳. متوسط‌گیری زمانی، حجمی و ترکیبی
- ۱۳۳ ۱-۲-۳. کسر حجمی فاز (Phase Volume Fractions)
- ۱۳۵ ۲-۲-۳. خواص متوسط‌گیری شده
- ۱۳۸ ۳-۳. متوسط‌گیری بر حسب سطح جریان
- ۱۴۰ ۳-۴. برخی از تعاریف مهم برای جریان‌های مخلوط دوفازی
- ۱۴۰ ۱-۴-۳. تعاریف کلی
- ۱۴۱ ۲-۴-۳. تعاریف مربوط به جریان یک بُعدی متوسط‌گیری شده بر حسب سطح
- جریان
- ۱۴۴ ۳-۴-۳. جریان تعادلی همگن (Homogeneous-Equilibrium Flow)
- ۱۴۴ ۵-۳. علایم مورد استفاده در روابط
- ۱۴۷ ۶-۳. ذرات توزیع شده یک فاز در جریان درهم از فاز دیگر
- ۱۴۷ ۱-۶-۳. گردابه‌های درهم و برهم کنش آن‌ها با ذرات معلق سیال
- ۱۵۵ ۲-۶-۳. معادله‌ی موازنه‌ی جمعیت (The Population Balance Equation)
- ۱۵۷ ۳-۶-۳. انعقاد

- ۱۵۸ ۳-۶-۴. فروپاشی
- ۱۵۹ ۳-۷. کانال‌های معمولی، مینی‌کانال و میکروکانال
- ۱۵۹ ۳-۷-۱. پدیده‌های اساسی و تقسیم‌بندی اندازه‌ی جریان‌های یک فازی
- ۱۶۳ ۳-۷-۲. طبقه‌بندی اندازه‌های جریان دو فازی
- ۱۶۶ ۳-۸. فیلم‌های مایع ریزان آرام
- ۱۷۰ ۳-۹. فیلم‌های مایع ریزان درهم
- ۱۷۰ ۳-۱۰. روابط انتقال حرارت برای فیلم‌های مایع ریزان
- ۱۷۳ ۳-۱۱. ه. ن‌سازی مکانیزمی فیلم مایع

فصل ۴: الگوهای جریان دوفازی - قسمت اول

- ۱۸۱ ۴-۱. کلیات
- ۱۸۳ ۴-۲. الگوهای جریان دوفازی در جریان لوله‌ای آدیاباتیک
- ۱۸۳ ۴-۲-۱. جریان عمودی هم‌سوی رو به بالا
- ۱۸۹ ۴-۲-۲. جریان افقی هم‌سوی
- ۱۹۴ ۴-۳. نمودارهای الگوهای جریان برای جریان در لوله
- ۱۹۷ ۴-۴. الگوهای جریان دوفازی در روی مجموعه‌ای از مایه
- ۱۹۸ ۴-۵. نکاتی چند در مورد نمودارهای تجربی الگوی جریان

فصل ۵: مدل‌سازی جریان دوفازی

- ۲۰۳ ۵-۱. کلیات
- ۲۰۵ ۵-۲. معادلات موضعی لحظه‌ای و روابط موازنه بین فازی
- ۲۱۰ ۵-۳. مدل‌های جریان دوفازی
- ۲۱۱ ۵-۴. متوسط‌گیری سطح جریان برحسب سطح (flow-area averaging)
- ۲۱۴ ۵-۵. مدل تعادلی همگن (HEM) یک بعدی: سیال یک جزیی
- ۲۲۰ ۵-۶. مدل تعادلی همگن یک بعدی: مخلوط دو جزیی
- ۲۲۲ ۵-۷. مدل جریان مجزا (separated) یک بعدی: سیال یک جزیی

۲۳۶	۸-۵. مدل جریان یک بعدی مجزا: سیال دوجزبی
۲۳۸	۹-۵. مدل دوسیالی چندبعدی
۲۴۳	۱۰-۵. حل عددی معادلات بقای یک بعدی پایدار
۲۴۴	۱۰-۵. فرم استاندارد معادلات ODE مدل یک بعدی
۲۵۳	۱۰-۵. حل عددی معادلات ODE

فصل ۶: جریان دوفازی

۲۶۱	۶. مدل رانشی (Drift Flux) و روابط فضای تهی- کیفیت
۲۶۱	۶-۱. مفهوم مدل شار رانشی (DFM)
۲۶۵	۶-۲. معادلات مدل جریان دوفازی بر مبنای DFM
۲۶۷	۶-۳. پارامترهای DFM برای جریان در لوله
۲۷۰	۶-۴. پارامترهای DFM برای مجامع نه‌ای از میله‌ها
۲۷۱	۶-۵. DFM در مینی کانال
۲۷۲	۶-۶. روابط فضای خالی- کیفیت

فصل ۷: الگوهای جریان دوفازی- قسمت دوم

۲۸۳	۷-۱. مقدمه
۲۸۴	۷-۲. جریان هم سو رو به بالا در لوله‌های عمودی
۲۸۴	۷-۲-۱. مدل‌های گذرا برای الگوی جریان (Taitel و همکاران)
۲۸۹	۷-۲-۲. مدل‌های الگوی جریان گذرا Ishii و Mishima
۲۹۶	۷-۳. جریان هم سو در لوله‌ی تقریباً افقی
۳۰۳	۷-۴. جریان دوفازی در یک لوله شیبدار
۳۰۶	۷-۵. مدل‌های جریان دینامیک و معادله‌ی انتقالی سطح بین سطحی
۳۰۷	۷-۵-۱. معادلات انتقال سطح بین سطحی
۳۰۸	۷-۵-۲. ساده‌سازی معادله‌ی انتقال سطح بین سطحی

فصل ۸: افت فشار در جریان دوفازی

- ۳۱۹ ۱-۸. مقدمه
- ۳۲۰ ۲-۸. افت فشار اصطکاکی در جریان همگن و مفهوم Multiplier دوفازی
- ۳۲۳ ۳-۸. روش‌های تجربی یافتن افت فشار اصطکاکی در جریان دو فازی
- ۳۲۸ ۴-۸. نکات اساسی درباره افت فشار موضعی
- ۳۲۹ ۵-۸. افت فشار جریان تک فازی ناشی از اغتشاشات جریان
- ۳۳۲ ۱-۵-۸. افت فشار در جریان تک فازی در یک انبساط ناگهانی
- ۳۳۴ ۲-۵-۸. افت فشار در جریان تک فازی در یک انقباض ناگهانی
- ۳۳۵ ۳-۵-۸. تغییر فشار از سایر اغتشاشات جریان
- ۳۳۷ ۶-۸. افت فشارهای موضعی در جریان‌های دوفازی

فصل ۹: محدودیت‌های عملیاتی در جریان ناهم‌سو

- ۳۴۷ ۱-۹. مقدمه
- ۳۵۵ ۲-۹. معادلات طغیان در جریان‌های عمودی
- ۳۵۹ ۳-۹. طغیان در سینی‌های مشبک و محیط‌های متخلخل افقی
- ۳۶۱ ۴-۹. طغیان در کانال‌های حلقوی (Annular) و مستطیلی عمودی
- ۳۶۴ ۵-۹. معادلات طغیان در لوله‌های افقی و شیب‌دار
- ۳۶۵ ۶-۹. تأثیر تغییر فازها بر محدودیت‌های عملیاتی جریان ناهم‌سو
- ۳۶۶ ۷-۹. مدلسازی محدودیت‌های عملیاتی جریان ناهم‌سو بر پایه معادلات مومنتوم

فصل ۱۰: جریان دوفازی در مجاری کوچک

- ۳۷۴ ۱-۱۰. الگوی جریان دو فازی در مینی‌کانال‌ها
- ۳۸۱ ۲-۱۰. کسر حجمی فضای خالی در مینی‌کانال‌ها
- ۳۸۴ ۳-۱۰. الگوهای جریان دو فازی و کسر حجمی فاز گاز در میکروکانال‌ها
- ۳۸۶ ۴-۱۰. جریان دوفازی و کسر فضای خالی در کانال‌های مستطیلی کوچک و حلقوی
- ۳۸۹ ۱-۴-۱۰. الگوهای جریان در کانال‌های عمودی و شیب‌دار

- ۳۹۱ ۱۰-۴-۲. الگوهای جریان در کانال‌های مستطیلی و حلقوی
- ۳۹۲ ۱۰-۵. افت فشار در جریان دوفازی
- ۴۰۱ ۱۰-۶. مدل‌های نیمه تجربی افت فشار در رژیم جریان متناوب
- ۴۰۶ ۱۰-۷. جریان حلقوی آرام و ایده‌آل
- ۴۰۷ ۱۰-۸. رژیم زنجیره حبابی (جریان تیلور)
- ۴۰۷ ۱۰-۸-۱. کلیات
- ۴۱۰ ۱۰-۸-۲. برخی از روابط کاربردی جریان تیلور
- ۴۱۵ ۱۰-۹. افت فشار ناشی از تغییرات سطح جریان