

**جریان یک بعدی تراکم‌پذیر دایمی همراه با
اصطحکاک**

تالیف :

مهدی بیدآبادی

امیر ارسلان دهقان

سرشناسه	بیدآبادی، مهدی ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	جریان یک بعدی تراکم‌پذیر دایمی همراه با اصطحکاک / تالیف مهدی بیدآبادی، امیرارسلان دهقان.
مشخصات نشر	تهران: پناه‌گستر، ۱۳۹۴
مشخصات ظاهری	۱۰۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۵-۸۰۷۸-۶۰۰-۹۷۸-۱۴۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتاب حاضر بر اساس فصل پنجم کتاب «دینامیک گاز» تالیف موریس جوزف زاکرو است.
موضوع	گازها-دینامیک
موضوع	گازها -- دینامیک -- مسائل، تمرینها و غیره (عالی)
سرشناسه	دهقان، امیرارسلان، ۱۳۷۲ -
سرشناسه	زوکرو، موریس جوزف، ۱۸۹۹ - ۱۹۷۵م.
سرشناسه	Zucrow, Maurice J. Maurice Joseph
رده بندی کنگره	QC۱۶۸/ج۴ ۱۳۹۴
رده بندی دیویی	۵۳۳/۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۰۵۴۶۶



انتشارات پناه گستر: تهران صندوق پستی ۱۹۹۷۷۷۴۶۴۹

جریان یک بعدی تراکم‌پذیر دایمی همراه با اصطحکاک

مولف : مهدی بید آبادی و امیر ارسلان دهقان
ناشر : انتشارات پناه گستر
نوبت چاپ : اول - پاییز ۱۳۹۴
شمارگان : ۱۰۰۰ جلد
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۷۸-۰۱-۲
قیمت : ۱۴۰۰۰ ریال

تهران صندوق پستی ۱۹۹۷۷۷۴۶۴۹

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

مجموعه ی حاضر، برداشت جامعی از فصل پنجم کتاب دینامیک گاز زاگرو است که با همکاری جمعی از دانشجویان تهیه شده است. امید است با یاری خداوند متعال، بتوانیم بقیه ی این کتاب ارزنده را نیز بدین صورت در اختیار علاقمندان قرار دهیم.

در اینجا لازم می دانیم از زحمات برادر مصطفی شفیق که مجموعه ی حاضر در اثر زحمات ایشان تدوین شده است، تشکر و قدردانی نماییم.

مهدی بیدآبادی

امیر ارسلان دهقان

www.ketab.ir

فهرست

- ۱-علائم اصلی ۸
- ۲- مقدمه ۹
- ۳- ترمودینامیک جریان یک بعدی دائمی آدیاباتیک همراه با اصطکاک در مجرای با سطح مقطع ثابت ۱۰
 - ۱-۳- معادلات حاکم ۱۰
 - ۲-۳- خط فانو ۱۳
 - ۲-۳- سرعت حدى برای خط فانو ۱۷
- ۴- دینامیک جریان پایدار یک بعدی آدیاباتیک با اصطکاک در مجرای سطح ثابت ۲۳
 - ۱-۴- معادله دینامیک یا مومنتوم ۲۳
 - ۲-۴- ضریب اصطکاک ۲۵
 - ۵- خط فانو برای گاز های کامل ۲۹
 - ۱-۵- معادلات خط فانو برای گاز های کامل ۲۹
 - ۲-۵- پارامتر اصطکاک برای مجرای سطح ثابت ۳۱
 - ۳-۵- رابطه‌ی بین طول مجرا و عدد ماخ در مجرای سطح ثابت ۳۴
 - ۴-۵- تغییر انتروپی در اثر اصطکاک در مجرای سطح ثابت ۳۷
 - ۵-۵- اثر اصطکاک بر روی خواص جریان در مجرای سطح ثابت ۳۸
 - ۶-۵- جداول خط فانو برای گاز کامل ۳۹
 - ۶- خط فانو برای گازهای غیر کامل ۵۲
- ۷- جریان دائمی یک بعدی درجه حرارت ثابت همراه با اصطکاک در مجرای با سطح مقطع ثابت ۵۶

۷-۱- معادلات حاکم.....	۵۶
۷-۲- شرایط حدی.....	۵۹
۷-۲- جداول جریان اصطكاكى ايزوترمال گاز كامل در مجرای سطح ثابت.....	۶۲
۸- آنالیز ابعادی.....	۶۶
۹- معادلات ناویراستوکس.....	۷۲
۹-۱- معادله‌ی ممنتوم.....	۷۳
۹-۲- تنش های وارده بر حجم کنترل دیفرانسیلی.....	۷۴
۹-۳- معادلات ناویراستوکس.....	۷۹
۹-۴- جریان هیگن-پویزل.....	۸۴
۱۰- لایه‌ی مرزی.....	۸۸
۱۱- خلاصه.....	۹۷
مراجع.....	۹۹
واژه نامه.....	۱۰۰
نمایه.....	۱۰۱

۱-علائم اصلی

علائم موجود در پایین، مربوط به بحث جریان اصطکاکی می باشد.

D قطر مجرای دایروی:

q قطر هیدرولیکی عبور جریان:

f ضریب اصطکاک فانیگ:

$4f' = f''$ ضریب اصطکاک دارسی:

$\bar{f}$ متوسط ضریب اصطکاک:

L طول مجرا:

L' طول لازم برای خفه شدن جریان توسط اثرات اصطکاک:

$Re = \rho V q / \mu$ عدد رینولدز:

$4\bar{f}L/q$ پارامتر اصطکاک:

ε زبری سطح لوله:

L حالت حدی (خفگی):

1 حالت قبل از اثر اصطکاک:

2 حالت بعد از اثر اصطکاک:

۲- مقدمه

جریان آیزنتروپیک برای سیال قابل تراکم همراه با تغییرات سطح مقطع تحت شرایط $\delta Q = \delta W = ds = g dz = \delta D = \delta f_i = 0$ برای تغییرات سطح dA مورد بررسی ترمودینامیکی قرار گرفت. در حالت واقعی یکی از مسائل جریان وجود اصطکاک است، اما در خیلی از حالات اصطکاک دیواره سیال در مقایسه با پارامترهای دیگر مثل تغییرات سطح مقطع جریان قابل صرف نظر کردن است. در هر صورت فرآیندهای واقعی از جریان سیال در سطح مقطع ثابت وجود دارد که تنها پتانسیل حرکت سیال صرف غلبه بر اصطکاک می شود. برای این چنین جریاناتی $dA = \delta Q = \delta W = g dz = \delta D = 0$ اما $\delta f_i \neq 0$ می باشد، این جریان را جریان اصطکاک ساده می نامیم. جریان اصطکاک ساده دارای فرضیات زیر است.

- ۱- سطح مقطع ثابت است.
- ۲- جریان دائمی و یک بعدی است.
- ۳- $\delta D = 0$ و $\delta W = \delta Q = 0$
- ۴- تنها اصطکاک عامل افت پتانسیل جریان است.

بخش های ۳ تا ۶ جریان اصطکاک ساده و آدیاباتیک را مورد بررسی قرار می دهند و بخش ۷ مربوط به جریان اصطکاک ایزوترمال را بررسی می کند. برای آنالیز جریان اصطکاک ساده، نیروهای اصطکاک دیواره به خواص جریان بستگی دارد که در این حالت ضریب اصطکاک را به طور تجربی محاسبه می کنند.

تاثیر عمده جریان های اصطکاک بر روی معادله ممتموم می باشد، که نتیجه این مطلب در معادلات ناویر-استوکس Navier - stokes در بخش ۹ آورده شده است. در بسیاری از جریانهای عملی می تواند فرض شود که اثرات اصطکاک محدود به لایه نازکی در نزدیکی مرز جامد که لایه مرزی نامیده می شود، خواهد بود و معادلات ناویر استوکس در لایه مرزی می تواند قدری ساده تر گردد. مفهوم لایه مرزی در بخش ۱۰ مورد بررسی قرار می گیرد.