

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

معادلات حاکم بر جریان سیال درون پمپ
(تحلیلی و عددی)

Governing equations of fluid flow in the
Pump
(Analytical and numerical)

تألیف: صمد راد



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه

: راد، صمد، ۱۳۶۷ -

عنوان و نام پدیدآور

: معادلات حاکم بر جریان سیال درون پمپ (تحلیلی و عددی) =

Governing equations of fluid flow in the pump / تألیف

صمد راد.

مشخصات نشر

: یاسوج: انتشارات فاطمیه، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری

: ۱۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک

: ۳۵۰۰۰ ریال ۶-۵۳-۵۸۰۶-۹۶۴-۹۷۸ :

وضعیت فهرست نویسی

: فپا

یادداشت

: کتابنامه: ص. ۱۵۷-۱۵۸.

موضوع

: ماشین‌آلات تلمب‌زنی -- دینامیک سیالات -- الگوهای ریاضی

موضوع

Pumping machinery -- Fluid dynamics-- Mathematical

model.

موضوع

: تلمبه‌گز از مرکز -- طرح و ساختمان

موضوع

Centrifugal pumps -- Design and construction.

موضوع

: توربومشین ۱ -- دینامیک سیالات

موضوع

Turbomachines -- Fluid dynamics:

رده بندی کنگره

: TJ۹۰۱:

رده بندی دیویی

: ۶۹/۶۲۱:

شماره کتابشناسی ملی

: ۵۹۳۰۲۹۳:

معادلات حاکم بر جریان سیال درون پمپ (تحلیلی و عددی)

تألیف: صمد راد

ناشر: انتشارات فاطمیه

چاپ: اول: ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۶-۵۳-۵۸۰۶-۹۶۴-۹۷۸

قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان

ISBN: 978-964-5806-3-6



789645 806536



حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است

پیشگفتار:

توربوپمپ‌ها مهمترین دسته از پمپ‌های دینامیکی هستند. ماشین‌هایی هستند که با دریافت انرژی مکانیکی و ایجاد حرکت چرخشی؛ تولید انرژی هیدرولیکی نموده، انرژی پتانسیل و جنبشی سیال عبوری را افزایش می‌دهند. در این پمپ‌ها پروانه، عامل انتقال انرژی مکانیکی محور به سیال می‌باشد. پمپ‌های گریز از مرکز بوسیله نیروی گریز از مرکز وارده به سیال انرژی سیال را افزایش می‌دهد. تاکنون مطالعات زیادی جهت بررسی و پیش‌بینی رفتار جریان سیال درون پمپ‌های گریز از مرکز جهت به دست آوردن منحنی‌های مشخصه طراحی، مطالعه رفتار جریان سیال در شرایط طراحی و خارج از طراحی، به دست آوردن هندسه‌های پیچیده درونی پمپ، افزایش بازده و عملکرد رهم‌نش اجزای متحرک و ثابت پمپ انجام گردیده است. معادلات حاکم بر جریان سیال درون پمپ نیازمند درک صحیحی از پدیده‌های انتقال در مکانیک سیالات می‌باشد. که در این کتاب تاجای ممکن معادلات مورد نیاز گردآوری و به صورت ساده و قابل فهم بیان شده‌اند تا دیگر دانشجو از یادگیری مبانی آموخته نشود. این قوانین در یک چارچوب کلی به معادلات ناویر استوکس می‌رسد که هنوز به دلیل پیچیدگی‌های حل و حضور ترم‌های غیر خطی به طور کامل با روش تحلیلی حل نشده است، که با توجه به ضعف روش‌های ریاضیاتی در حل؛ نیازمند روش‌های دیگری مانند تجربه یا آزمایش و روش‌های عددی هستیم که روش تجربه به دلیل هزینه و عدم امکان انجام آن بر روی تمامی فیزیک‌های مورد نظر جای خود را به روش‌های عددی می‌دهد و با توجه به پیشرفت‌های بوجود آمده و توانمندی‌های کامپیوتری در توسعه روش‌های عددی استفاده از دینامیک سیالات عددی افزایش یافته تا با نرم‌افزارهای مربوطه بتوان جریان سیال درون پمپ‌های سانتریفوژ را مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد. این کتاب برگرفته از پایان‌نامه اینجانب می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

تقدیم به:

ت

فصل اول: کلیاتی در مورد پمپ سانتریفوژ

۱۲

۱- کلیات در مورد پمپ سانتریفوژ

۱۳

۱-۱ کلیات

۱۳

۱-۱-۱ مقدمه:

۱۳

۱-۱-۲ تاریخچه پمپ های سانتریفوژ

۱۵

فصل دوم: تعاریف و تحلیل های ساده جریان درون پمپ

۱۸

۲- تعاریف و تحلیل های ساده جریان درون پمپ

۱۹

۲-۱ تعریف

۱۹

۲-۲ قطعات پمپ

۲۱

۲-۲-۱ بدنه پمپ

۲۱

۲-۲-۲ محور پمپ

۲۲

۲-۲-۳ پروانه پمپ

۲۲

۲-۲-۴ پره های پمپ

۲۲

۲-۲-۵ روپوش پروانه (shroud)

۲۲

۲-۲-۶ نقطه مکش

۲۲

۲-۲-۷ حلقه های سایش

۲۳

۲-۲-۸ کاسه نمد

۲۳

۲-۲-۹ شیبوره (Diffuser)

۲۳

۲-۲-۱۰ نقطه رانش یا تخلیه

۲۳

۲۳	۲-۳ تقسیم‌بندی پمپ‌ها
۲۷	۲-۴ تقسیم‌بندی توربوپمپ‌ها
۲۸	۲-۴-۱ مشخصات اصلی توربوپمپ‌ها
۲۹	۲-۵ نظریه پمپ سانتریفوژ
۳۴	۲-۵-۱ موازنه ماکروسکوپی تکانه
۳۷	۲-۵-۲ معادله تکانه زاویه‌ای
۳۸	۲-۵-۳ معادله برنولی
۳۹	۲-۵-۳-۱ کار پمپ در معادله برنولی
۴۱	۲-۵-۳-۲ هد
۴۲	۲-۵-۳ قدرت ورودی
۴۳	۲-۵-۳-۲-۱ رابطه هد-برای پمپ ایده آل
۴۴	۲-۵-۳-۲-۲ رابطه هد-کار در پمپ ایده‌آل
۴۵	۲-۵-۵ عملکرد واقعی پمپ سانتریفوژ
۴۵	۲-۵-۵-۱ اتلاف هد؛ جریان گریش
۴۶	۲-۵-۶ مشخصه‌های عملکرد
۴۹	۲-۵-۶-۱ قدرت مصرفی
۴۹	۲-۵-۶-۲ بازده
۴۹	۲-۵-۶-۳ منحنی‌های مشخصه
۵۰	۲-۵-۶-۴ قوانین تشابه
۵۱	۲-۵-۶-۵ سرعت مخصوص
۵۲	۲-۵-۶-۵-۱ سرعت مخصوص مکش
۵۲	۲-۵-۶-۶ دبی
۵۳	۲-۵-۶-۷ هد
۵۳	۲-۵-۶-۸ راندمان و توان مصرفی
۵۳	۲-۵-۶-۹ $NPSH$ و کاویتاسیون
۵۶	۲-۵-۶-۱۰ منحنی‌های عملکرد

۵۷	۱-۱۰-۶-۵-۲ نقاط خاص منحنی‌های مشخصه
۵۹	فصل سوم : معادلات حاکم به صورت تحلیلی
۶۰	۳- معادلات حاکم به صورت تحلیلی
۶۰	۳-۱ معادلات حاکم
۶۵	۳-۲ مفهوم حجم کنترل محدود
۶۶	۳-۳ المان بی نهایت کوچک سیال
۶۷	۳-۴ مشتق مادی (شدت تغییر آنی نسبت به زمان)
۶۹	۳-۵ دیورژانس، سرعت و مفهوم فیزیکی آن
۷۰	۳-۶ مدل حجم کنترل محدود ثابت شده در فضاء یا فرم انتگرالی
۷۲	۳-۷ مدل حجم کنترل متغیر شده و متحرک با سیال یا فرم دیفرانسیلی
۷۶	۳-۸ معادله ممنتوم
۹۱	۳-۱۰ آشفتگی
۹۳	۳-۱۰-۱ معادلات رینولدز
۹۷	۳-۱۰-۲ تنش برشی در جریان‌های تنافسی
۱۰۱	۳-۱۱ لایه‌های مرزی
۱۰۱	۳-۱۱-۱ جریان در لایه مرزی
۱۰۲	۳-۱۱-۲ جریان لایه‌ای و متلاطم
۱۰۳	۳-۱۱-۳ جدایی لایه مرزی و تشکیل ویک (گردابه)
۱۰۴	۳-۱۲ مدل‌سازی جریان آشفته و مدل‌های آشفتگی
۱۰۵	۳-۱۲-۱ رابطه اساسی Boussinesq Eddy Viscosity
۱۰۵	۳-۱۲-۲ انواع مدل‌های آشفتگی
۱۰۷	۳-۱۲-۲-۱ مدل‌های صفر معادله‌ای (طول اختلافی)
۱۰۷	۳-۱۲-۲-۲ مدل‌های یک معادله‌ای
۱۰۷	۳-۱۲-۲-۳ مدل‌های دو معادله‌ای
۱۱۶	۳-۱۲-۲-۴ مدل‌های شبیه سازی بر پایه تنش رینولدز و تفکیک مقیاسی

۱۱۶	۱-۴-۲-۱۲-۳ مدل‌های معادله تنش رینولدز
۱۱۸	۲-۴-۲-۱۲-۳ مدل‌های معادله شبیه سازی برپایه تفکیک مقیاسی
۱۱۹	۵-۴-۲-۱۲-۳ مقایسه بین هزینه‌های محاسباتی مدل‌های اغتشاشی
۱۲۱	فصل چهارم: حل عددی معادلات حاکم بر میدان جریان
۱۲۲	۴- حل عددی معادلات حاکم بر میدان جریان
۱۲۲	۴-۱ حل عددی معادلات حاکم بر میدان جریان
۱۲۲	۴-۱-۱ هدف
۱۲۳	۴-۱-۲ روش‌های حل، برای منفصل سازی معادلات CFD
۱۲۴	۴-۱-۳ روش حل
۱۲۷	۴-۲ شرایط مرزی
۱۲۷	۴-۲-۱ شرایط مرزی دیوار
۱۲۸	۴-۲-۲ شرایط مرزی جریان‌های ورودی و خروجی
۱۳۰	۴-۲-۳ شرایط مرزی متفرقه
۱۳۲	۴-۲-۴ شرایط مرزی داخلی
۱۳۳	۴-۳ روش‌های تولید شبکه
۱۳۴	۴-۳-۱ شبکه جابجا شده و جابجا نشده
۱۳۸	۴-۳-۲ آشنایی با شبکه‌ها
۱۳۹	۴-۳-۲-۱ انتخاب نوع شبکه
۱۴۱	۴-۳-۲-۲ کیفیت شبکه
۱۴۳	۴-۴ روش‌های حل جریان در نرم افزار
۱۴۳	۴-۴-۱ تنظیم و بکارگیری حل کننده
۱۴۴	۴-۴-۲ انتخاب روش‌های مجزاء سازی (Discretization)
۱۴۵	۴-۴-۳ انتخاب روش ارتباط فشار- سرعت (pressure - Velocity coupling)
۱۴۵	۴-۴-۳-۱ الگوریتم حل توأم فشار- سرعت در جریانهای دائمی
۱۵۲	۴-۴-۳-۲ توضیحات کلی روی SIMPLER, SIMPLE

۱۵۳

۴-۴-۴ شبیه سازی نواحی متحرک

۱۵۶

۴-۴-۴-۱ معادله ناویر استوکس در چارچوب مرجع چرخان

۱۶۰

ضمیمه:

www.ketab.ir