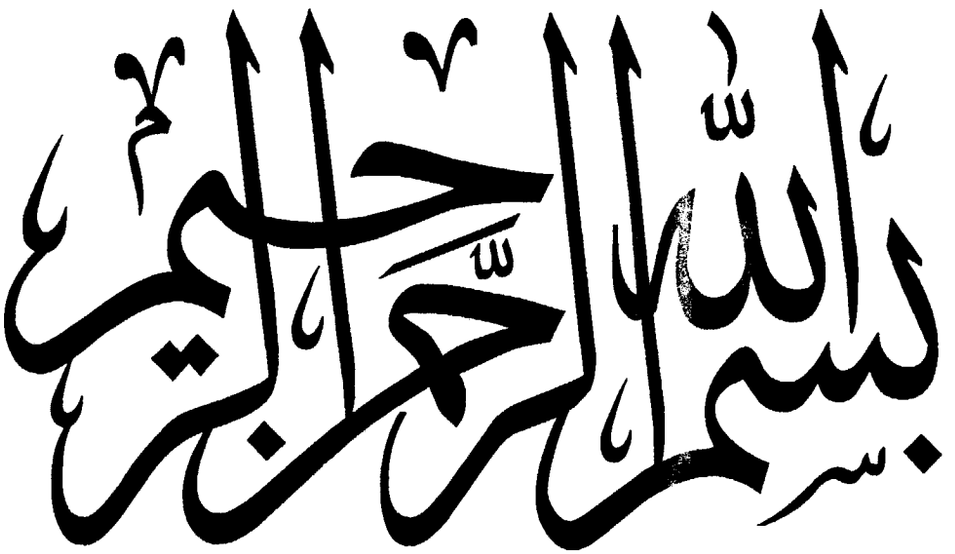
بسم الله الرحمن الرحيم

٣٣٢٧٦

۱۳۷۹ /۷/ ۲۵

مرکز اطلاعات ... ایران

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی – بخش مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان:

بررسی عددی احتراق در لوله های استوانه ای همراه با انتقال حرارت جابجایی و تشعشعی

استاد راهنما:

دکتر سید حسین منصوری

۸۳۹

نگارش:

مسعود مشکانی فـــراهانی

خرداد ۱۳۷۹

۳۳۲۷۶

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مکانیک

دانشکده فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : آقای مسعود مشکانی فراهانی امضاء

استاد راهنما: آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۱ : آقای دکتر محمد رهنما

داور ۲ : آقای دکتر مظفر علی مهرابیان

داور ۳ :

حق چاپ محفوظ و مخصوص به مولف است

تقدیم به:

خانواده عزیزم که همواره در تمام
مراحل زندگی من را یاری کرده اند.

"پدر دلسوز،مادر فداکارو همسر گرامی ام"

تشکر و قدردانی:

لحظات موفقیت و رسیدن به هدف آنچنان شادی بخش و غرور انگیز است که تمامی مشکلات و سختی ها را در یک لحظه به فراموشی سپرده می شودو خستگی از روح و روان آدمی رخت بر می بندد

اکنون که به یاری خداوند متعال توانسته ام با موفقیت این رساله را به پایان برسانم جای دارد که ابتدا از راهنماییهای جناب آقای دکتر سید حسین منصوری که استاد راهنمای اینجانب در انجام این رساله بوده اند نهایت تشکر و قدر دانی را داشته باشم.

ازراهنماییها ونظرات اعضای محترم کمیته داوری پایان نامه آقایان دکترمحمّد رهنما ودکتر مظفرعلی مهرابیان کمال تشکر را دارم .

از زحمات اساتید محترم آقایان دکتر سینایی ودکتر محمّد رهنما که افتخار شاگردی در محضر مبارکشان راداشته ام،سپاسگزارم.

همچنین ازراهنما یی های بی دریغ دوست عزیز وگرامیم جناب آقای مهندس محمد میر موسوی کمال تشکر رادارم.

در پایان مراتب قدردانی وتشکر خود را از همکاری های مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته وعلوم محیطی که اینجانب را در انجام این پایان نامه یاری نموده اند ، اعلام می دارم.

مسعود مشکانی فراهانی

خردادماه ۱۳۷۹

چکیده

در این پژوهش احتراق در لوله استوانه ای با انبساط ناگهانی که انتقال حرارت جابجایی و تشعشعی در آن صورت می گیرد به روش عددی مورد بررسی قرار گرفته است.جریان در مجرا بصورت متلاطم در نظر گرفته شده است.تنشهای رینولدز در جریان متلاطم با استفاده از مدل $k-\varepsilon$ شبیه سازی شده است.برای تبدیل معادلات دیفرانسیل حاکم به معادلات جبری از روش احجام محدود و برای انفصال جملات از طرح توانی استفاده شده است.وابستگی فشار - سرعت با استفاده از آلگوریتم سیمپلر بر قرار می گردد.دستگاه معادلات جبری با بهره گیری از روش تکرار خط به خط و آلگوریتم ماتریس سه قطری حل شده اند.برای ارزیابی دقت محاسبات نتایج عددی برای چند حالت مختلف با نتایج تجربی و تحلیلی موجود مقایسه شده اندکه نتیجه قابل قبولی مشاهده شده است.

از بررسی های انجام شده می توان نتیجه گرفت که با کاهش ضخامت نوری و افزایش ضریب صدور دیواره عدد نوسلت موضعی افزایش می یابد.مطالعات دیگر نشان می دهد در حالتی که احتراق در نظر گرفته نشود عدد نوسلت موضعی در طول محفظه احتراق کاهش می یابدو در صورتی که احتراق را در نظر بگیریم عدد نوسلت به یک مینیممی می رسد و سپس افزایش می یابد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه **۱**

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ مروری بر کارهای گذشته ۳

۱-۳ هدف و موضوع این پژوهش ۷

۱-۴ روشهای تحقیق و بررسی یک پژوهش ۸

۱-۴-۱ آزمایش و مطالعه تجربی ۸

۱-۴-۲ تجزیه و تحلیل پدیده و مطالعه تئوریک ۸

۱-۴-۳ شبیه سازی و مطالعه عددی ۹

۱-۵ روش تحقیق و بررسی در این پژوهش ۹

فصل دوم: معادلات حاکم و شرایط مرزی **۱۱**

۲-۱ مقدمه ۱۲

۲-۲ جریانهای آرام ودرهم ۱۲

۲-۳ شرح معادلات حاکم بر جریان ۱۳

۲-۴ ایده های اصلی در مدل کردن جریان متلاطم ۱۵

۲-۴-۱ طول اختلاط پرانتل ۱۶

۲-۴-۲ مدلهای یک معادله ای جبری ۱۷

۲-۴-۳ مدلهای دیفرانسیلی یک معادله ای ۱۹

۲-۴-۴ مدلهای دیفرانسیلی دو معادله ای ۲۰

۲-۴-۵ مدل $K-\varepsilon$ ۲۲

۲-۴-۶ مدل های چند معادله ای ۲۳

۲-۵ معادلات حاکم ۲۴

۲-۶ معادله جبری و لزجت متلاطم ۲۷

۲-۷ شرایط مرزی ۲۷

۲-۷-۱ دیوار جامد ۲۷

۲-۷-۲ محور متقارن ۳۰
۲-۷-۳ مرز ورودی ۳۰
۲-۷-۴ مرز خروجی ۳۱

فصل سوم: مدل کردن احتراق و محاسبه تمرکز محصولات **۳۲**
۳-۱ متغیر های وابسته در فرآیند احتراق ۳۳
۳-۲ مدل احتراق ۳۳
۳-۳ محاسبه تمرکز اجزاء احتراق ۳۴
۳-۴ معادلات حاکم بر خواص مخلوط ۳۶

فصل چهارم: محاسبات عددی **۳۸**
۴-۱ مقدمه ۳۹
۴-۲ فرموله کردن به روش حجم کنترلی ۳۹
۴-۳ شبکه حل جریان ۳۹
۴-۳-۱ فرم معادله دیفرانسیل کلی ۴۲
۴-۳-۲ فرم احجام محدود معادله کلی استخراج شده برای کلیه متغیرها ۴۲
۴-۴ طرحهای تفاضل مرکزی ،بالا دست،نمایی،پیوندی ،توانی..... ۴۸
۴-۴-۱ طرح تفاضل مرکزی ۴۸
۴-۴-۲ طرح بالا دست ۴۹
۴-۴-۳ طرح نمایی ۵۰
۴-۴-۴ طرح پیوندی ۵۴
۴-۴-۵ طرح قاعده توانی ۵۶
۴-۴-۶ خطی کردن جمله چشمه ۵۷
۴-۴-۷ کاربرد ضرایب زیر تخفیف در حل معادلات ۵۸
۴-۴-۸ شکل کلی معادله نهایی انفصال ۵۹
۴-۵ فرم انفصال جمله چشمه معادلات دیفرانسیل حاکم ۶۰
۴-۵-۱ منفصل کردن جمله U ۶۰
۴-۵-۲ منفصل کردن جمله چشمه V ۶۳
۴-۵-۳ منفصل کردن جمله چشمهK ۶۵

۴-۵-۴ منفصل کردن جمله چشمه ε ۶۶
۴-۵-۵ منفصل کردن جمله چشمه H ۶۷
۴-۵-۶ منفصل کردن جمله چشمه G ۶۸
۴-۶ محاسبه میدات جریان ۶۹
۴-۶-۱ تصحیح سرعت وفشار ۷۰
۴-۶-۲ معادله تصحیح فشار ۷۲
۴-۶-۳ معادله فشار ۷۴
۴-۷ شرایط مرزی ۷۶
۴-۷-۱ شرایط مرزی معادله U ۷۶
۴-۷-۲ شرایط مرزی معادله V ۷۷
۴-۷-۳ شرایط مرزی معادله K ۷۸
۴-۷-۴ شرایط مرزی معادله ε ۷۹
۴-۷-۵ شرایط مرزی معادله T ۸۰
۴-۷-۶ شرایط مرزی معادله G ۸۱
۴-۸ آلگوریتم سیمپلر ۸۱
۴-۹ نحوه حل دستگاه معادلات جبری ۸۲

فصل پنجم : مقایسه و بررسی نتایج **۸۶**

۵-۱ مقدمه ۸۷
۵-۲ فرایند همگرایی ۸۷
۵-۲-۱ معیار همگرایی ۸۷
۵-۲-۲ شبکه بندی ۸۸
۵-۳ بررسی عملکرد برنامه ۸۸
۵-۴ عمل احتراق همراه با تشعشع ۹۲
۵-۴-۱ تاثیر پارامترهای موثر بر تشعشع ۹۲
۵-۵ تاثیر نسبت سوخت به هوا ۹۵
۵-۶ نتایج مربوط به جریان سوخت و هوا ۹۵
۵-۶-۱ مدل نوع اول احتراق ۹۶
۵-۶-۱-۱ حالت بدون احتراق و بدون تشعشع ۹۶

۵-۶-۱-۲ حالت بدون احتراق و با تشعشع ۱۰۱
۵-۶-۱-۳ حالت با احتراق و بدون تشعشع ۱۰۶
۵ -۶-۱-۴ حالت با احتراق و با تشعشع ۱۱۱
۵-۶-۱-۵ مقایسه نهایی مدل اول ۱۱۷
۵-۶-۲ مدل نوع دوم احتراق ۱۱۸
۵-۶-۲-۱ حالت با احتراق و بدون تشعشع ۱۱۸
۵-۶-۲-۲ حالت با احتراق و با تشعشع ۱۲۵
۵-۶-۲-۳ مقایسه نهایی مدل دوم ۱۳۲
۵-۷ نتیجه گیری ۱۳۴

فهرست منابع و مراجع ۱۳۵
پیوست ۱: برنامه کامپیوتری ۱۳۹
پیوست ۲: جداول ۱۴۲
پیوست ۳: واژه نامه ۱۴۴

فهرست علائم

علائم اختصاری

A^+	مقدار ثابت در قانون دیواره
A_i	ضرایب معادلات جبری (i=E,W,S,N,P)
C_i	قدرت جابجایی(i=e,w,n,s)
C_{p_i}	حرارت ویژه جزء i ام
C_{p_m}	حرارت ویژه متوسط
C_μ, C_τ	مقادیر ثابت در مدل سازی تلاطم
d_i	نسبت مساحت وجوه به ضریب نقطه وسطی
D	ضریب نفوذ جرم
D_i	شار نفوذ(i=e,w,s,n,)
e	انرژی سیال
F	متغیر موضعی
f	نسبت سوخت به هوا
G	تشعشع کلی
h	انتالپی
H_R	حرارت مخصوص ناشی از احتراق
K	انرژی جنبشی
l_m	طول اختلاط در مدل سازی تلاطم
M_i	جرم مولی جزء i ام
Nu	عدد نوسلت
P	فشار یا تولید انرژی جنبشی تلاطم
q	شار حرارتی
R	ثابت گازها
Re	عدد رینولدز
R_f	نرخ احتراق
S	جمله چشمه
t	زمان

T	دما
u,v	مؤلفه سرعت در جهت x,y
x_i	طول مجرا در جهت x
x,y,r	جهت مختصات
y_i	کسر جرمی جزءi ام
z	کمیت مقیاس طول در مدل سازی تلاطم

حروف یونانی

α	ضریب زیر تخفیف
δ_i	فاصله (i=x,r)
δ_{ij}	کرونکر دلتا
ε	نرخ تلفات انرژی جنبشی
ϕ	متغیر عمومی
ϕ_{ij}	متغیر موضعی در محاسبه خواص مخلوط
κ	ثابت فون کارمن
λ	ضریب نفوذ
μ	لزجت دینامیکی
ν	لزجت سینماتیکی
ρ	جرم مخصوص
σ	تنش
σ_k, σ_τ	مقادیر ثابت در مدل سازی تلاطم
τ	تنش برشی
Δ	خالص جرم خروجی
Δ_i	فاصله (i=x,r)
Γ	ضریب نفوذ

زیر نویس

i.j	اندیس جمع پذیری در فرم تانسوری
t	معادلات مربوط به جریان متلاطم
eff	مقادیر معادل در جریان متلاطم
w	مربوط به دیواره
E	گره شرقی
W	گره غربی
N	گره شمالی
S	گره جنوبی
P	گره وسطی
e	وجه شرقی حجم کنترل
w	وجه غربی حجم کنترل
n	وجه شمالی حجم کنترل
s	وجه جنوبی حجم کنترل
nb	همسایه

بالا نویس

–	مقدار متوسط زمانی
'	مقدار تصحیح یا جزء نوسانی
+	مقدار بی بعد در قوانین دیواره

*	مقدار حدسی یا تکرار قبلی
^	مقدار کاذب
j	معرف مختصات

فصل اول

مقدمه