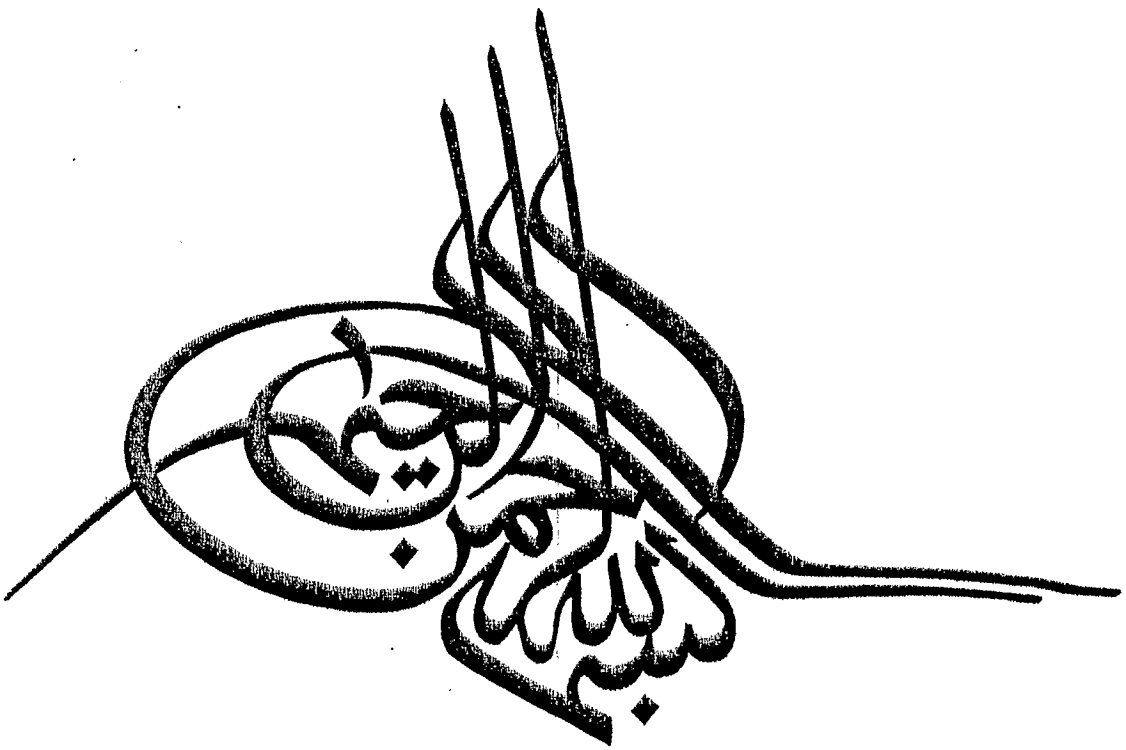

٤٨-٨٢

دانشگاه مازندران

موضوع:

مدل کردن جریان‌های مکش در سیلندر موتورهای احتراق داخلی

پایان نامه جهت دریافت کارشناسی ارشد

در

مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
۱۳۸۲/۸/۲۰۱

استاد راهنما:

دکتر علی‌اکبر رنجبر کنی

استاد مشاور: دکتر صدیقی

نگارش:

عبدالله شجری قاسم‌خیلی

۴۸۰۸۲

شهریور ۱۳۸۲

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشکده فنی و مهندسی

نام و نام خانوادگی دانشجو :عبدا.. شجری قاسم خیلی — شماره دانشجوئی : ۷۹۵۱۳۶۶۰۰۸

رشته تحصیلی : مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی — مقطع: کارشناسی ارشد

سال تحصیلی: نیمسال دوم ۸۲-۱۳۸۱

عنوان پایان نامه :

" مدل کردن جریان های مکش در سیلندر موتور احتراق داخلی "

تاریخ دفاع : ۱۳۸۲/۶/۱۵

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۹

نمره پایان نامه (به حروف): نوزده

۱۳۸۲ /۸/ ۲۰۹

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر علی اکبر رنجبر کنی — امضا

استاد مشاور : دکتر کورش صدیقی — امضا

استاد مدعو : دکتر علی اصغر قریشی — امضا

استاد مدعو : دکتر علی اصغر باستانی — امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر محسن شاکری — امضا

گروه آموزشی مکانیک

تقدیر وتشکر:

با تشکر فراوان از محضر استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی اکبر رنجبرکنی که همواره مرا مرهون عنایات خود قرار داده است.

تقدیم به :

پدر و مادر مهربانم

و

همسر عزیزم

چکیده:

چگونگی جریان در داخل سیلندر موتورهای احتراق داخلی یکی از مهمترین فاکتورها در کنترل فرآیند احتراق می‌باشد. این جریان در طول فرآیند مکش و تراکم بوجود می‌آید. بنابراین یک درک صحیح از جریان داخل سیلندر در طی فرایند مکش و تراکم می‌تواند در بهینه کردن طراحی موتور در ارتباط با مصرف سوخت، آلودگی محیط زیست ، راندمان و ... کمک کند.

عموماً جریان داخل سیلندر سه‌بعدی، آشفته و ناپایدار می‌باشد که برای بدست آوردن مولفه‌های سرعت و توزیع دما و فشار باید معادلات بقای حاکم حل شود، چون حل تحلیلی این معادلات تقریباً غیر ممکن می‌باشد به مدد روشهای عددی به تحلیل این معادلات می‌پردازند.

در این پژوهش از روش حجم محدود[1] بر روی شبکه انبساطی، انقباضی که در هر مرحله دوباره ساخته می‌شود با مدل توربولانس صفر معادله‌ای برای حل جریان استفاده شده است. هندسه مورد مطالعه یک سیلندر بوده که در حالت دو بعدی و تقارن محوری مورد بررسی قرار گرفته است.

1 - finite volume

بسمه تعالی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول:معادلات حاکم وشرایط مرزی	۱
۱-۱) مُقدمه	۲
۱-۲) فرضیات	۴
۱-۳) معادلات حاکم بر جریان	۴
۱-۴) شبکه بندی سیلندر	۶
۱-۵) شرایط مرزی	۷
۱-۵-۱) دیواره ها	۷
۱-۵-۲) ورودی	۹
۱-۵-۳) تقارن محوری	۱۱
فصل دوم: انفصال معادله انتقال و ترمهای چشمه	۱۲
۲-۱) مقدمه	۱۳
۲-۲) انفصال معادله انتقال	۱۴
۲-۳) انفصال ترمهای چشمه	۲۱
۲-۳-۱) مؤلفه مماسی سرعت	۲۱
۲-۳-۲) مؤلفه عمودی سرعت	۲۳
۲-۳-۳) انرژی	۲۶

عنوان	صفحه
۳-۳-۲) انرژی	۲۶
فصل سوم: مدل توربولانس طول اختلاط	۲۷
۳-۱) مقدمه	۲۸
۳-۲) نظریه طول اختلاط	۲۹
۳-۳) برآورد طول اختلاط	۳۰
۳-۴) مدل cebeci-smith	۳۳
فصل چهارم: الگوریتم حل معادلات	۳۵
۴-۱) مقدمه	۳۶
۴-۲) شبکه اعوجاجی	۳۷
۴-۳) الگوریتم سیمپل	۳۹
فصل پنجم: نتایج	۴۵
۵-۱) مقدمه	۴۶
۵-۲) فضای محاسباتی	۴۷
۵-۳) بررسی اثرات شبکه	۴۸
۵-۴) بررسی گام‌های زمانی	۴۹
۵-۵) نتایج	۵۰
۵-۶) پیشنهادات	۶۳
مراجع	۶۴

فهرست جداول و شکلها

جدول (۱-۴) ۵

شکل (۱-۱) آرایش شبکه در دو مرحله متوالی ۶

شکل (۲-۱) آرایش شبکه در نزدیکی مرز ورودی ۹

شکل (۱-۲) نمونه‌ای از شبکه مورد استفاده ۱۶

شکل (۲-۲) حجم کنترل مورد استفاده برای کمیت‌های اسکالر ۱۷

شکل (۳-۲) حجم کنترل مورد استفاده برای سرعت مماسی ۱۸

شکل (۴-۲) حجم کنترل مورد استفاده برای سرعت عمودی ۱۹

شکل (۱-۳) پروفیل ویسکوزیته گردابی برای مدل Cebci-Smith ۳۴

شکل (۱-۴) توزیع فرضی فشار در یک شبکه غیر اعوجاجی ۳۷

شکل (۲-۴) نمونه‌ای از شبکه اعوجاجی ۳۸

شکل (۳-۴) حجم کنترل برای بررسی معادله پیوستگی ۴۱

شکل (۴-۴) ۴۴

شکل (۱-۵) نمونه‌ای از شبکه انبساطی و انقباضی در دو زاویه میل‌لنگ ۴۷

شکل (۲-۵) نمایش اثرات شبکه در ۶۰ درجه از میل‌لنگ ۴۸

شکل (۳-۵) نمایش اثرات گام‌های زمانی در ۶۰ درجه از میل‌لنگ ۴۹

شکل(۴-۵) (الف) خطوط جریان در زاویه ۱۲۰ درجه میل لنگ ۵۱

(ب) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰میلیمتر از ورودی

(ج) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰ میلیمتر از پیستون

شکل (۵-۵) کانتورهای سرعت مماسی در ۱۲۰ درجه میل‌لنگ ۵۲

شکل(۶-۵) کانتورهای توزیع دما در ۱۲۰ درجه میل لنگ ۵۳

شکل(۷-۵) کانتورهای توزیع چگالی در ۱۲۰ درجه میل لنگ ۵۴

شکل(۸-۵) کانتورهای توزیع فشار در ۱۲۰ درجه میل لنگ ۵۵

شکل(۹-۵) (الف) خطوط جریان در زاویه ۱۸۰ درجه میل لنگ ۵۶

(ب) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰میلیمتر از ورودی

(ج) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰ میلیمتر از پیستون

شکل(۱۰-۵) کانتورهای توزیع دما در ۱۸۰ درجه میل لنگ ۵۷

شکل(۱۱-۵) کانتورهای توزیع چگالی در ۱۸۰ درجه میل لنگ ۵۸

شکل(۱۲-۵) کانتورهای توزیع فشار در ۱۸۰ درجه میل لنگ ۵۹

شکل(۱۳-۵) (الف) خطوط جریان در زاویه ۲۴۰ درجه میل لنگ ۶۰

(ب) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰میلیمتر از ورودی

(ج) تغیرات سرعت مماسی در راستای عمودی در ۱۰ میلیمتر از پیستون

علائم انگلیسی

A_0^+ : عدد ثابت در رابطه ون درایت

a : ضرایب سلول‌ها در معادله انفصال شده

C_D : ضریب تخلیه

D : ترم نفوذ

E : عدد ثابت در قانون لگاریتمی

f : ترم جابجایی

e : انرژی

k_{eff} : ضریب هدایت موثر

l_{mix} : طول اختلاط

p : تابع مقاومت در لایه ویسکوز

P_e : عدد پکلت

R_e : عدد رینولدز

S : ترم چشمه

T^+ : دمای بی‌لعد

u : مولفه سرعت مماسی

u_e : سرعت لبه لایه مرزی

u_c : سرعت اصطکاکی

u^+ : سرعت بی‌بعد

v : مولفه سرعت عمودی

x : نسبت فشار

x_{cr} : نسبت فشار بحرانی

y^+ : فاصله بی‌بعد

علائم یونانی

α : ثابت کلازر

σ_n : عدد ثابت در تابع مقاومت در لایه ویسکوز

$\sigma_{n,k}$: عدد ثابت در تابع مقاومت در لایه ویسکوز

ρ :ضریب نفوذ در معادله انتقال

δ^* : ضخامت جابجایی

μ : لزجت

τ_w : تنش برشی در جداره

τ_{xy} : تنش‌های رینولدز

فصل اول

معادلات حاکم و شرایط مرزی

۱-۱) مقدمه

جریان در داخل سیلندر در حال مکش یا تراکم بطور کلی سه بعدی، ناپایدار و توربولانسی می‌باشد. برای بررسی رفتار جریان و چگونگی توزیع فشار و دما در داخل سیلندر باید معادلات حاکم بر جریان یعنی معادلات بقای جرم، مومنتم و انرژی را حل کرد و با توجه به شرایط مرزی و کوپل بودن معادلات حاکم حل تحلیلی آن تقریباً غیر ممکن می‌باشد و تنها به کمک حل عددی به تحلیل آنها می‌پردازند.

در این پژوهش از روش حجمهای محدود[1] برای حل معادلات بقای حاکم استفاده شد است بدین صورت که ابتدا میدان حل به حجمهای مجزا تقسیم‌بندی شده، سپس معادلات حاکم به فرم انفصالی در آمده و در مرحله آخر با یک الگوریتم مناسب حل می‌شود.

همانطور که بیان شد جریان داخل سیلندر در حالت کلی توربولانس می‌باشد در این نوع جریان آنچه که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد رفتار متوسط جریان می‌باشد. بنابراین ابتدا با متوسط‌گیری از معادلات حاکم ابتدا آنها را به معادلات متوسط‌گیری شده تبدیل کرده و سپس به تحلیل آن می‌پردازند که حاصل این عمل ظاهر شدن لزجت توربولانس در معادلات می‌باشد که برای محاسبه آن نیاز به حل معادلاتی اضافه بر معادلات بقای حاکم می‌باشد.

برای محاسبه لزجت توربولانس مدل‌های مختلفی از جمله مدل صفر معادله‌ای، $K-\varepsilon$ ، RSM ، RSH وجود دارند.

1 - Finite Volume

در این پروژه از مدل صفر معادله‌ای برای بدست آوردن لزجت توربولانس استفاده شده است.لازم به ذکر است که برنامه مورد نظر برای حالت تقارن محوری و دو بعدی نوشته شده است.