بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه مازندران
دانشکده مهندسی مکانیک

عنوان:
تحلیل پارامترهای طراحی در یک اتصال چندراهه پودمانی (منیفولد دود)

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی

استاد راهنما:
دکتر مفید گرجی
دکتر داود دومیری گنجی

استاد مشاور:
مهندس قاسم جوادی راد

نگارش:
حسام الدین نعیمی

تابستان ۱۳۸۹

تقدیم به پدر و مادرم

که با صبر و پشتیبانی همیشگی خود
در تمامی دورانهای زندگی ام

امید موفقیت را در من زنده نگاه داشتند.

تقدیر و تشکر

از جناب آقای دکتر گرجی و دکتر دومیری گنجی به خاطر راهنمایی ها و حمایت های ارزنده‌شان که در طول این مدت همواره مشوق بنده بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از جناب آقای مهندس جوادی راد و مهندس کشاورز نیز بدلیل کمکها و راهنمایی هایشان سپاسگزارم.

همچنین از سایر اساتید ارزنده دانشکده مهندسی مکانیک از جمله دکتر رنجبر، دکتر صدیقی، دکتر فرهادی، دکتر طاهریان و دکتر حسینی زاده که در طی این دوره از وجودشان بهره مند شدم تقدیر و تشکر می نمایم.

چکیده

یکی از قسمت هایی که در طراحی موتور دیزل سنگین پرخوران شده باید بدان دقت و توجه خاصی نمود، سیستم خروج دود از درگاه خروجی استوانه تا توربین است. طراحی خوب و بهینهٔ این قسمت باعث افزایش کارایی توربین می شود و در نهایت افزایش بازده موتور را به دنبال خواهد داشت.

شرایط آرمانی آن است که تمام انرژی ضربه‌ای گاز خروجی با کمترین افت به توربین منتقل شود. اما مقداری از این انرژی در مسیر به علت انتقال حرارت با محیط تلف می‌شود. از طرف دیگر آرایش و نوع اتصال چندراهه بین درگاه خروجی استوانه و توربین، باعث ایجاد افت فشار و در نتیجه کاهش مقدار انرژی قابل بازیافت در توربین می شود. از آنجاییکه جریان در اتصال چندراهه و سامانه‌های نظیر آن سه بعدی و آشفته است در تحقیق حاضر ابتدا به منظور اعتبارسنجی حل، یک اتصال چندراهه پودمانی سه بعدی با ابعاد مشخص توسط نرم افزار Fluent شبیه سازی شده است. پس از بررسی اثر رینولدز جریان و مقایسه نتایج با نتایج تجربی، شبیه‌سازی برای چندین اتصال چندراهه پودمانی انجام گرفته است. برای حذف افت فشار ایجاد شده در اثر اصطکاک دیواره، در هر مرحله با برون یابی خواص ترمودینامیکی، ضریب افت اصطکاکی به کمک یک مدل ریاضی یک بعدی برای جریان تراکم‌پذیر و پایا بدست آمده و از افت فشار کل کسر گردیده است. مدل سازی برای چندین نسبت جریان جرمی ورودی انجام شده است. همچنین تأثیر نسبت مساحت مقطع و زاویه‌ی بین شاخه‌های اتصال چندراهه مورد تحلیل قرار گرفته است. در نهایت برای انتخاب پارامترهای هندسی بهینه، با استفاده از روش طراحی آزمایش ها بیست اتصال چندراهه با ابعاد متفاوت مورد تحلیل قرار گرفته است.

فهرست

فهرست جداول

فهرست اشکال

فهرست علائم

فصل ۱ مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ پیشینه تحقیق ۳

۱-۳ اهداف تحقیق ۵

فصل۲ انواع سیستم های پرخوران ۶

۲-۱ تئوری سیستم های پرخوران ۶

۲-۲ انرژی موجود در گاز خروجی ۷

۲-۳ سیستم پرخوران فشار ثابت ۱۰

۲-۴ سیستم پرخوران امواج فشار ۱۳

۲-۵ سیستم پرخوران تبدیل امواج فشار ۲۵

۲-۶ سیستم پرخوران پودمانی ۳۱

فصل ۳ تعریف مسئله ۳۳

۳-۱ مقدمه ۳۳

۳-۲ تعریف ضریب افت فشار ۳۵

۳-۳ هندسه مسئله ۴۰

۳-۴ طراحی آزمایشها ۴۶

۳-۴-۱ برخی از کاربردهای متداول طراحی آزمایشها ۴۷

۳-۴-۲ انتخاب طرح آزمایش ۴۸

۳-۴-۳ روش سطح پاسخ ۵۱

فصل ۴ معادلات حاکم و روش‌های حل ۵۳

۴-۱ معادلات اندازه حرکت و پیوستگی ۵۴
۴-۱-۱ معادله بقای جرم ۵۴
۴-۱-۲ معادله بقای اندازه حرکت ۵۴
۴-۲ معادله بقای انرژی ۵۶
۴-۳ معادله جریان خط فانو ۵۷
۴-۴ مدل های اغتشاش ۵۸
۴-۴-۱ مدل $k-\varepsilon$ ۵۹
۴-۴-۱-۱ ویژگی های مدل استاندارد $k-\varepsilon$ ۶۰
۴-۴-۲ مدل $k-\varepsilon$ **RNG** ۶۲
۴-۵ تنظیم خواص فیزیکی ۶۴
۴-۵-۱ چگالی ۶۴
۴-۵-۲ لزجت ۶۵
۴-۶ مروری بر روش های عددی ۶۷
۴-۶-۱ حل کننده تفکیکی ۶۸
۴-۶-۲ حل کننده پیوسته ۷۰
۴-۶-۳ خطی سازی: روش ضمنی و صریح ۷۱
۴-۶-۴ انتخاب شیوه محاسباتی و فرمول بندی حل ۷۳
۴-۷ خطی سازی ۷۴
۴-۷-۱ روش بالادست مرتبه اول ۷۵
۴-۷-۲ روش بالادست مرتبه دوم ۷۶
۴-۷-۳ روش مرتبه سوم ۷۶
۴-۷-۴ شکل خطی معادله گسسته شده ۷۷
۴-۷-۵ مادون رهایی ۷۸
۴-۸ همگرایی حل ۷۸
۴-۹ قضاوت درباره همگرایی ۸۰
۴-۱۰ انتخاب روش های حل ۸۲

فصل ۵ شبکه بندی مدل و شرایط مرزی ۸۳
۵-۱ شبکه بندی ۸۳
۵-۲ شرایط مرزی ۹۱
۵-۲-۱ جریان ورودی و خروجی ۹۱

۵-۲-۲ شرط مرزی دیوار ۹۳
۵-۲-۳ شرط مرزی تقارن ۹۳
۵-۲-۴ شرط سیال ۹۳
۵-۳ شرایط مرزی بکار گرفته شده ۹۴

فصل ۶ تحلیل و بررسی نتایج ۹۵
۶-۱ پارامترهای موثر در تخمین ضریب افت فشار ۹۵
۶-۱-۱ رینولدز جریان ۹۶
۶-۱-۲ محل اندازه گیری فشار ۹۷
۶-۲ اعتبار سنجی مسئله ۹۸
۶-۳ اثر پارامترهای طراحی ۱۰۰
۶-۴ انتخاب پارامترهای بهینه ۱۰۷
۶-۵ نمایش میدان جریان شبیه سازی شده در اتصال چندراهه پودمانی ۱۱۵
۶-۶ نتیجه‌گیری ۱۱۸
۶-۷ پیشنهادات ۱۱۹
مراجع ۱۲۰

فهرست جداول

جدول ۲-۱ مزایا و معایب انواع سیستم های پرخورانی ۲۶
جدول ۳-۱ ضرایب افت فشار جریان پایا ۳۷
جدول ۳-۲ مشخصات فنی و عملکردی موتور ۱۲ استوانه ۴۰
جدول ۳-۳ مشخصات ابعادی موتور د۸۷ ۱۲ استوانه ۴۱
جدول ۳-۴ ابعاد مدل آزمایش شده (mm) ۴۳
جدول ۳-۵ محدودهٔ انتخاب پارامترهای طراحی ۴۴
جدول ۳-۶ ابعاد مدل های بررسی شده. ۴۵
جدول ۴-۱ ثابت های مدل $k-\varepsilon$ ۶۰
جدول ۶-۱ ضریب افت فشار جریان جدا شونده در اتصال چندراهه ۹۸
جدول ۶-۲ ضریب افت فشار جریان یکی شونده در اتصال چندراهه ۹۹
جدول ۶-۳ مقایسه ضریب افت فشار K_{11} با مقادیر بدست آمده از معادله برازش. ۱۰۹
جدول ۶-۴ مقایسه ضریب افت فشار K_{12} با مقادیر بدست آمده از معادله برازش. ۱۱۰
جدول ۶-۵ اندازه نسبت بهینهٔ پارامترهای طراحی ۱۱۳
جدول ۶-۶ مقدار بهینهٔ پارامترهای طراحی (mm) ۱۱۳

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ سیکل ایده آل موتور خود تنفس ۸
شکل ۲-۲ سیکل ایده آل موتور چهارزمانه پرخوران ۹
شکل ۲-۳ سیستم پرخوران فشار ثابت ۱۱
شکل ۲-۴ اثر اندازه سطح مقطع اتصال چندراهه بر انرژی موجود در توربین ۱۴
شکل ۲-۵ اثر اندازه طول اتصال چندراهه بر موج فشار بازتابیده شده در زمان هم پوشانی ۱۶
شکل ۲-۶ اثر کاهش سطح جریان در توربین بر فشار ورودی آن ($A_3 > A_3^1 > A_3^{11}$) ۱۸
شکل ۲-۷ سیستم پرخوران امواج فشار موتور سه استوانه ۱۹
شکل ۲-۸ منحنی فشار دود خروجی موتور سه استوانه با پرخوران امواج فشار ۱۹
شکل ۲-۹ زمانبدی سوپاپ دود در یک موتور شش استوانه چهار زمانه ۲۱
شکل ۲-۱۰ آرایش اتصال چندراهه دود در موتور چهار استوانه ۲۲
شکل ۲-۱۱ آرایش اتصال اتصال چندراهه دود در موتورهای چهار زمانه ۲۴
شکل ۲-۱۲ سیستم پرخوران تبدیل امواج فشار و اتصال چندراهه ۲۷
شکل ۲-۱۳ منحنی تغییرات فشار خروجی در یک موتور دو زمانه چهار استوانه ۲۸
شکل ۲-۱۴ منحنی تغییرات فشار خروجی موتور وی ۸ با دو نوع سیستم پرخوران ۲۹
شکل ۲-۱۵ منحنی تغییرات فشار دود در یک موتور چهار زمانه سرعت متوسط ۳۱
شکل ۲-۱۶ اتصال چندراهه پودمانی ۳۲
شکل ۳-۱ (الف)- اتصال چندراهه نوع Birmann ۳۴
شکل ۳-۱ (ب)- اتصال چندراهه نوع Sulzer ۳۴
شکل ۳-۲ حالت های مختلف جریان در اتصال سه راهه ۳۶
شکل ۳-۳ ضریب افت استاتیکی برای اتصال ۹۰ درجه ۳۹
شکل ۳-۴ ضریب افت فشار کل برای اتصال ۹۰ درجه ۳۹
شکل ۳-۵ هندسهٔ اتصال چندراهه پودمانی ۴۲
شکل ۳-۶ مدل عمومی یک فرآیند یا سیستم ۴۶
شکل ۳-۷ نتایج حاصل برای بازی گلف بوسیله استراتژی تغییر یک عامل در هر زمان ۴۹
شکل ۳-۸ اثر متقابل بین نوع انتهای چوب و نوع نوشیدنی ۵۰
شکل ۳-۹ یک طرح عاملی کسری با چهار عامل ۵۱
شکل ۴-۱ مدل های مختلف اغتشاشی ۵۹
شکل ۴-۲ نمای کلی مراحل حل‌کننده تفکیکی ۶۹
شکل ۴-۳ نمای کلی حل کننده پیوسته ۷۰
شکل ۴-۴ حجم کنترل استفاده شده برای نمایش گسسته‌سازی ۷۵
شکل ۴-۵ حجم کنترل یک بعدی ۷۷

شکل ۵-۱ شبکه بندی صفحه تقارن عمود بر محور Z با استفاده از مدل Amesh ۸۶
شکل ۵-۲ شبکه بندی ناحیه محاسباتی با استفاده از مدل Bmesh ۸۷
شکل ۵-۳ شبکه بندی صفحه تقارن عمود بر محور Z با استفاده از مدل Bmesh ۸۸
شکل ۵-۴ شبکه بندی صفحه تقارن عمود بر محور Z با استفاده از مدل Cmesh. ۸۹
شکل ۵-۵ مقایسه شبکه بندیهای مختلف برای ضریب افت K_{11} ۹۰
شکل ۵-۶ مقایسه شبکه بندیهای مختلف برای ضریب افت K_{12} ۹۰
شکل ۶-۱ تغییرات K_{11} برحسب نسبت جریان جرمی در رینولدزهای مختلف ۹۶
شکل ۶-۲ تغییرات K_{12} برحسب نسبت جریان جرمی در رینولدزهای مختلف ۹۷
شکل ۶-۳ تغییرات فشار کل در صفحه تقارن عمود بر محور Z ۹۸
شکل ۶-۴ اثر اندازه نسبت $\frac{A_E}{A_P}$ بر ضریب افت فشار K_{11} ۱۰۱
شکل ۶-۵ اثر اندازه نسبت $\frac{A_E}{A_P}$ بر ضریب افت فشار K_{12} ۱۰۱
شکل ۶-۶ اثر اندازه نسبت $\frac{A_N}{A_E}$ بر ضریب افت فشار K_{11} ۱۰۳
شکل ۶-۷ اثر اندازه نسبت $\frac{A_N}{A_E}$ بر ضریب افت فشار K_{12} ۱۰۳
شکل ۶-۸ اثر اندازه نسبت $\frac{A_T}{A_P}$ بر ضریب افت فشار K_{11} ۱۰۴
شکل ۶-۹ اثر اندازه نسبت $\frac{A_T}{A_P}$ بر ضریب افت فشار K_{12} ۱۰۵
شکل ۶-۱۰اثر زاویه θ بر ضریب افت فشار K_{11} ۱۰۶
شکل ۶-۱۱ اثر اندازه زاویه θ بر ضریب افت فشار K_{12} ۱۰۷
شکل ۶-۱۲ منحنی ضریب افت K_{11} برحسب پارامترهای طراحی ۱۱۱
شکل ۶-۱۳ منحنی ضریب افت K_{12} برحسب پارامترهای طراحی ۱۱۲
شکل ۶-۱۴ نمایش کانتور ماخ جریان یکی شونده ($q_{BC} = 0.1$) ۱۱۵
شکل ۶-۱۵ نمایش کانتور ماخ جریان یکی شونده ($q_{BC} = 0.5$) ۱۱۵
شکل ۶-۱۶ نمایش کانتور ماخ جریان یکی شونده ($q_{BC} = 0.9$) ۱۱۶
شکل ۶-۱۷ نمایش کانتور ماخ جریان جدا شونده ($q_{BC} = 0.1$) ۱۱۶
شکل ۶-۱۸ نمایش کانتور ماخ جریان جدا شونده ($q_{BC} = 0.5$) ۱۱۷
شکل ۶-۱۹ نمایش کانتور ماخ جریان جدا شونده ($q_{BC} = 0.9$) ۱۱۷

فهرست علائم

A	مساحت مقطع اتصال چندراهه
a	سرعت صوت
B	قطر استوانه
C_p	ظرفیت حرارتی ویژه در فشار ثابت $(J/kg.K)$
D	قطر اتصال چندراهه
$\vec{F}$	بردار نیروی جسمی خارجی
F_i	نیروی جسمی خارجی در جهت
f	ضریب اصطکاک لوله
g	شتاب گرانش
h	آنتالپی محسوس
h_j	آنتالپی جزء j
K	ضریب افت فشار کل
k	ضریب هدایت
k	انرژی جنبشی آشفته
L	ضریب افت فشار استاتیکی
l	طول لوله اتصال چندراهه
ℓ	مقیاس طول آشفتگی
M	عدد ماخ
$\dot{m}$	نرخ جریان جرمی
N	سرعت موتور (دور بر دقیقه)
T	دمای استاتیک
T_0	دمای سکون
P	فشار استاتیک
P_0	فشار سکون
q	نسبت جریان جرمی
R	شعاع اتصال چندراهه دود
R_e	عدد رینولدز
S	طول جابجایی سمبه
S	عبارت چشمه
u^+	سرعت بدون بعد
u_τ	سرعت برشی

$\vec{V}$	بردار سرعت
u	مولفه بردار سرعت در جهت x
v	مولفه بردار سرعت در جهت y
w	مولفه بردار سرعت در جهت z
$\dot{w}_t$	کار خروجی توربین

علائم یونانی

δ_{ij}	دلتای کرونیکر
ε	نرخ استهلاک انرژی جنبشی آشفته
τ_w	تنش برشی دیواره
η	بازده توربین
μ	لزجت مولکولی
θ	زاویه بین شاخه فرعی و اصلی اتصال چندراهه
ρ	جرم مخصوص
Δ	اندازه زبری سطح
ϕ	تابع اتلاف انرژی

زیرنویس

is	شرایط ایزنتروپیک
up	شرایط بالادست جریان
ds	شرایط پایین دست جریان
com	معرف شاخه اتصال چندراهه با جرم کل
i	اندیس مربوط به گره در راستای x
j	اندیس مربوط به گره در راستای y
th	معرف گلوگاه اتصال چندراهه

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

تحلیل و بررسی فرآیندهای انتقال حرارت و جریان سیال، برای رسیدن به یک طراحی بهینه، به عنوان فرآیندهای اصلی در تمام روش های تولید توان امری مهم محسوب می شود. پیشگویی فرآیندهای انتقال حرارت و جریان سیال به دو روش تحقیق آزمایشگاهی و محاسبات تئوری انجام می‌شود. مهمترین امتیاز یک پیشگویی محاسباتی هزینه پایین آن است. این عامل وقتی که وضعیت فیزیکی مورد مطالعه بزرگ و پیچیده تر است اهمیت بیشتری پیدا می کند. از طرف دیگر طراح می‌تواند مفاهیم صدها ترکیب از حالتهای مختلف را در یک زمان کمتر مطالعه کرده و طرح بهینه را انتخاب کند. دینامیک سیالات محاسباتی یا CFD عبارت از تحلیل سیستمهای شامل جریان سیال، انتقال حرارت و پدیده های همراه، نظیر واکنش های شیمیایی، براساس شبیه سازی کامپیوتری می باشد. امروزه از شبیه سازی جریان داخلی تراکم ناپذیر[1] یا تراکم پذیر[2]، پایا[3] یا گذرا[4] در تحلیل و طراحی قطعات صنعتی بسیار استفاده می شود. در بسیاری از صنایع که از سیستم انتقال لوله ای و

1-Incompressible
2-Compressible
3-Steady
4-Transient

اتصال های چندراهه[1] استفاده می کنند، نظیر سیستم های مولد قدرت پنوماتیکی، سیستم های انتقال آب، توربین های گازی و بخاری و سیستم ورود هوا و خروج دود موتورهای احتراق داخلی، می توان با بهره گیری از نتایج حاصل از شبیه سازی جریان به مطالعه اثر پارامترهای مختلف طراحی پرداخت.

یکی از قسمت هایی که باید در طراحی موتور دیزل سنگین پرخوران شده[2] بدان دقت و توجه خاصی نمود سیستم خروج دود از درگاه خروج دود سیلندر تا توربین است. طراحی خوب و بهینهٔ این سیستم باعث افزایش راندمان توربین می شود و در نتیجه افزایش کارایی موتور را به دنبال خواهد داشت[۱-۴]. گاز خارج شده از سیلندر به دلیل داشتن فشار و دمای زیاد دارای انرژی بالقوه ای است که می‌توان از آن در توربین برای افزایش فشار هوای ورودی به سیلندر استفاده کرد. شرایط آرمانی آن است که تمام انرژی ضربانی[3] گاز خروجی با کمترین افت به توربین منتقل شود. اما مقداری از این انرژی در مسیر به علت انتقال حرارات با محیط تلف می شود. از طرف دیگر نوع منیفولد خروجی بین درگاه خروج دود تا توربین باعث ایجاد افت فشار و در نتیجه کاهش مقدار انرژی قابل بازیافت در توربین می شود.

بیشتر طراحان موتور از برنامه های کامپیوتری تک بعدی اثر موج[4] برای شبیه سازی دینامیک گازها در موتورهای احتراق داخلی استفاده می کنند. فرآیندهای خروج و ورود گاز به موتور را می توان با اضاضه کردن یک مدل بسته به این برنامه مورد مطالعه قرار داد و از طریق آن سیکل کامل موتور را شبیه سازی کرد. از این کدها برای پیش بینی کارآیی موتور [۶-۵] و مطالعه ماشین های پرخوران [۸-۷] استفاده می شود. جریان گاز در موتور، بخصوص در وسایلی نظیر پرخوران، سوپاپ ورود و خروج دود، دریچه کنترل بنزین و اتصال چندراهه منیفولدها را نمی توان با برنامه های یک بعدی Boost(AVL) [۹] و GT Power [۱۰] شبیه سازی کرد. چون جریان در اینچنین قطعاتی به

1-Junction
2-Turbocharger
3-Pulse
4-Wave-Action

شدت مغشوش و چند بعدی است. از اینرو این برنامه ها به یک سری داده های آزمایشگاهی، نظیر ضریب افت فشار جریان گذرنده از اتصال چندراهه T شکل و یا ضریب افت فشار اتصال چندراهه منیفولد دود، وابسته هستند که به عنوان شرایط مرزی در این کدها لحاظ می شوند. مطالعات انجام شده نشان داده است که نتایج حاصل از این روش با نتایج تجربی و مدل سازی های چند بعدی همخوانی قابل قبولی دارد.

۱-۲ پیشینه تحقیق

ضریب افت فشار یک اتصال چندراهه T شکل را می توان توسط روابط تحلیلی، تجربی و یا روش‌های عددی بدست آورد. باست[1] و همکاران [۱۱] با استفاده از برنامه اثر موج، ضریب افت فشار را به صورت یک بعدی بدست آوردند. چیاتی و چیاولا[2] [۱۲] از مدل چند بعدی برای شبیه سازی سیستم خروجی موتور پرخوران شده استفاده کردند. داده های تجربی خوبی در زمینه ی جریان تراکم ناپذیر در اتصال چندراهه وجود دارد که کامل ترین آن مربوط به مایر[3] [۱۳] است.

یک منبع خوب در این زمینه مطالعات اُکا[4] و همکاران [۱۴] است. کریستین[5] و همکاران [۱۵] در سال ۲۰۰۴ افت جریان در اتصال T شکل را بدست آوردند. برخی از مطالعات اخیر در کارهای سیرا-اسپینسا[6] و همکاران [۱۷-۱۶]، ادچی و ایسا[7] [۱۸]، اُکا و ایتو[8] [۱۹]، کاستا[9] و همکاران [۲۰] بیان شده است که نشان دهندهٔ توجه محققان به این موضوع است. آنها در کارهایشان از روش ها و مدل‌های مختلفی برای کاستن افت اصطکاکی از افت فشار کل استفاده کردند. در سال ۲۰۰۸

1-M.D. Basset
2-G. Chiatti
3-D.S. Miller
4-K. Oka
5-A. Christian
6-Sierra-Espinosa
7-Adechy and Issa
8-Ito
9-Costa

میلادی-تایلی و سوئوسا[1] [۲۱] رفتار جریان دوبعدی ناپایدار در اتصال T شکل با نسبت نرخ جریان جرمی پایین را بررسی کرده اند. در همه این کارها جریان تراکم ناپذیر فرض شده و ضریب افت به صورت تابعی از نرخ جریان جرمی بیان شده است. اما داده های کافی و قابل قبولی در مورد ضریب افت جریان تراکم پذیر در یک اتصال چندراهه وجود ندارد و یا برحسب تعداد محدودی از عدد ماخ جریان بیان شده اند. بنسون و ولت[2] [۲۲] اگرچه اولین کسانی بودند که از هوا به عنوان سیال گذرنده استفاده کردند ولی با فرض جریان تراکم ناپذیر ضریب افت فشار اتصال ۹۰ درجه را بدست آوردند. دادون[3] [۲۳] ضریب افت فشار اتصال ۹۰ درجه با لبه های تیز با حداکثر ماخ ۰/۳۷ را بدست آورد. موریمون و همکاران[4] [۲۴] ضریب افت لوله های تجاری با زبری داخلی مختلف را بررسی کرد. ضریب افت فشار با تغییر زاویه میان شاخه های اتصال چندراهه، نسبت مساحت و عدد ماخ جریان تغییر می‌کند [۲۵].

مدل های تحلیلی متفاوتی برای تخمین ضریب افت فشار جریان تراکم ناپذیر در یک اتصال چندراهه با جریان یکی شونده[5] یا جدا شونده[6] ارائه شده است. این روابط توسط هاگر[7] [۲۶] بهبود یافته اند ولی در اکثر موارد به دلیل ساده سازی و فرض های انجام شده در بدست آوردن روابط، نظیر غیر لزج بودن جریان و بی بعد سازی روابط، نتایج حاصله با داده های تجربی بخوبی مطابقت ندارد. باست و همکاران [۲۷] یکسری روابط تحلیلی برای تخمین ضریب افت اتصال چندراهه تبدیل امواج فشار[8] که در سیستم خروجی موتورهای پرخوران مورد استفاده قرار می گیرد را بدست آوردند. این روابط توسط وینتربون[9] [۲۸] بهبود یافته است.

1-Tilly and sousa
2-R.S. Benson and D.Woollatt
3-A. Dadone
4-T. Morimune
5-Joining flow
6-Separating flow
7-W.H. Hager
8-Pulse Converter junction
9-D.E. Winterbon

برای تحلیل ضریب افت فشار از روش های عددی سه بعدی هم استفاده شده است که در کارهای [۲۹-۳۳] دیده می شود. در کارهای [۳۴-۳۶] از برنامه های شبیه سازی تجاری، نظیر Star-CD Fluent و Fire-AVL، برای تحلیل جریان منیفولد موتور احتراق داخلی با فرض جریان تراکم ناپذیر و پایا استفاده شده است. در بیشتر کاربردهای مهندسی اگرچه جریان واقعی گذرا است اما می‌توان جران را پایا یا شبه پایا فرض کرد. در مطالعات پیشین، به کمک مدل های شبیه سازی دو بعدی و تک بعدی پدیده انتشار موج در اتصال چندراهه مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین با روش های تجربی، انتشار موج و چگونگی تشکیل موج شوک در اتصال چندراهه مورد مطالعه قرار گرفته است.

۱-۳ اهداف تحقیق

در این پروژه ابتدا یک اتصال چندراهه سه بعدی توسط نرم افزار Fluent شبیه سازی شده است. برای حذف افت فشار ایجاد شده در اثر اصطکاک دیواره، در هر مرحله با برون یابی خواص ترمودینامیکی، ضریب افت اصطکاکی با یک مدل ریاضی یک بعدی برای جریان تراکم پذیر و پایدار بدست می آید و از افت فشار کل کسر می گردد. پس از بررسی اثر رینولدز جریان و مقایسه نتایج با نتایج تجربی و اندازه گیری شده، به کمک روش طراحی آزمایش ها[1] چندین مدل با اندازه های مختلف انتخاب شده و پس از مدل سازی و بدست آوردن ضریب افت فشار، مقادیر اندازه های پارامترهای هندسی مدل بهینه برای منیفولد پودمانی بدست می آید. مدل سازی برای چندین نسبت جریان جرمی ورودی انجام می گیرد. همچنین تأثیر نسبت مساحت مقطع و زاویه ی بین شاخه های اتصال چندراهه بر ضریب افت فشار جریان مورد تحلیل قرار می‌گیرد. مقایسه این نتایج نشان می دهد که مدل RNG $k-\varepsilon$ ضریب افت فشار را به خوبی پیش‌بینی می کند.

1-Design of experimental

فصل دوم

انواع سیستم های پرخوران

مقدمه

برای استفاده بهینه و موثر از انرژی نهفته در دود موتور از سیستم پرخوران[1] استفاده می شود. از انرژی نهفته در دود (فشار، دما، سرعت و...)، تا حد ممکن در توربین استفاده خواهد شد. سیستم انتقال دود از درگاه سیلندر تا ورودی توربین نقش بسیار مهمی در این راستا ایفا می کند. در این فصل با انواع سیستم های پرخوران و روش های خروج دود از سیلندر و انتقال آن به توربین آشنا خواهیم شد.

۲-۱ تئوری سیستم های پرخوران

یکی از قسمت هایی که باید در طراحی یک موتور دیزل سنگین پرخوران شده بدان دقت و توجه خاصی نمود سیستم خروج دود از درگاه خروج دود سیلندر تا توربین است. طراحی خوب و بهینهٔ این سیستم باعث افزایش راندمان توربین می شود و در نتیجه افزایش کارایی موتور را به دنبال خواهد

1-Turbocharger system

داشت. گاز خارج شده از سیلندر به دلیل داشتن فشار و دمای زیاد دارای انرژی بالقوه ای است که می‌توان از آن در توربین برای افزایش فشار هوای ورودی به سیلندر استفاده کرد. شرایط آرمانی آن است که تمام انرژی ضربانی[1] گاز خروجی با کمترین افت به توربین منتقل شود. اما مقداری از این انرژی در مسیر به علت انتقال حرارات با محیط تلف می شود. از طرف دیگر نوع منیفولد خروجی بین درگاه خروج دود تا توربین باعث ایجاد افت فشار و در نتیجه کاهش مقدار انرژی قابل بازیافت در توربین می شود. کار خروجی توربین به صورت زیر تعریف می شود.

$$\dot{w}_t = \dot{m} C_P T_{0in} \left[1 - \left(\frac{P_{out}}{P_{0in}} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] \eta_{isTS} \qquad (۱-۲)$$

از آنجاییکه فشار یک پارامتر مهم در سیستم خروجی است، با توجه به معادلهٔ ۲-۱ قدرت توربین با افزایش نسبت فشار $\frac{P_{0in}}{P_{out}}$ افزایش می یابد (P_{0in} و P_{out} به ترتیب فشار در ورودی و خروجی توربین است). از اینرو فشار گاز خروجی از منیفولد دود باید زیاد باشد. این امر مستلزم آن است که پیستون محصولات احتراق را برخلاف پس فشار[2] زیاد به بیرون بفرستد که در نتیجه قدرت خروجی موتور کاهش می یابد. در ادامه چند سیستم پرخوران با آرایش منیفولد متفاوت که برای حل این ناسازگاری مورد استفاده قرار گرفته اند را بررسی خواهیم کرد.

۲-۲ انرژی موجود در گاز خروجی

شکل ۲-۱ انرژی نهفته موجود در سیستم خروجی یک سیکل ایده‌آل را نشان می دهد. درگاه خروجی در نقطه مرگ پایین (نقطه ۵) جاییکه فشار سیلندر از فشار محیط در انتهای لوله خروجی خیلی بیشتر است، باز می شود. اگر حجم سیلندر به صورت آدیاباتیک و برگشت پذیر تا فشار محیط (نقطه ۶) افزایش یابد، کار خروجی به اندازه مساحت ۱-۶-۵-۱ افزایش می یابد. اگر اجازه دهیم که پیستون

1-Pulse
2-Back-Pressure