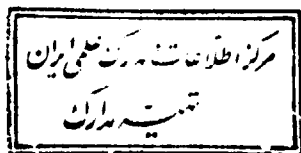


۳۳۰۷۷

۱۳۷۹ / ۱۸ / ۵۸۱۲



مرکز مطالعات و تحقیقات علمی ایران
تیم شه برارن



انگشاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان:

شبیه سازی انتقال حرارت و احتراق در موتورهای احتراق داخلی با
شارژ چینه ای پاشش مستقیم (TCCS) با استفاده از مدل $(k-\epsilon)$

استاد راهنما:

دکتر سید حسین منصوری

۱۵۲۲۲

نگارش:

یونس بخشان

خرداد ۱۳۷۵

ب

۳۳۰۷۷

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود

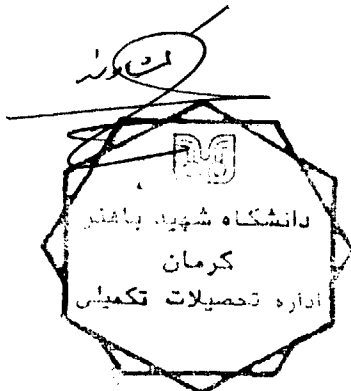
دانشجو: یونس بخشان

امضاء

استاد راهنما: آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۱: آقای دکتر وهاب پیروزپناه

داور ۲: آقای دکتر علی کشاورز



ج

تقدیم به :

مادر

و

همسر عزیزم

که همواره مشوق و مایه امید من بوده اند.

تشکر و قدردانی :

اکنون که این پایانامه پایان رسیده است لازم می دانم از آقای دکتر سیدحسین منصوری استادیار بخش مهندسی مکانیک که با راهنمایی های ایشان این پروژه به اتمام رسید تشکر و سپاسگزاری کنم . همچنین از آقایان دکتر وهاب پیروزی و دکتر علی کشاورز داوران محترم پروژه و دکتر علی سینایی ریاست محترم و سایر اساتید بخش مکانیک خصوصا جناب آقای مهندس شهبازخانی کمال تشکر و قدردانی را دارم

در پایان مایلیم از همکاریهای مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی که اینجانب را در انجام این پروژه یاری نموده اند تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده :

بر پایه مرجع [۵] مدلی برای پیش بینی عملکرد موتورهای احتراق داخلی با شارژ چینه ای (TCCS) توسعه داده شده است که محاسبات کامل سیکلی را که از هندسه موتور، زمان بندی سوپاپها، پاشش سوخت، مشخصات سوخت و شرایط کاری موتور شروع شده و شامل قسمتهای روی هم افتادگی سوپاپها، مکش، ترکم، احتراق، انبساط و تخلیه می باشد را انجام می دهد. فرایند اختلاط با استفاده از مدل اختلاط جت سوختی بررسی شده و معادلات در سیستم مختصات استوانه ای با میدان فشار غیر یکنواخت حل می شوند. تغییرات شکل جت سوختی در برخورد با دیواره صلب محاسبه شده و حرکت هوای داخل سیلندر با استفاده از جزئیات زیر مدلی برای مشخص کردن مسیر جت سوختی بررسی می شود. در طول احتراق جت سوختی به المانهای مختلفی تقسیم شده و فرایند احتراق هر المان به صورت یک فرایند اختلالات بین جت سوختی و گاز اطراف و هوای مکیده شده از اطراف جت به داخل المان تحلیل می شود. محفظه احتراق به پنج سطح حرارتی شامل سطح سوپاپ ورودی، سطح سوپاپ خروجی، سطوح مربوط به سر سیلندر، دیواره سیلندر و بالای پیستون تقسیم بندی شده و با استفاده از رابطه انتقال حرارت و شنی و مدل آشفتنگی (k-ε) برای انتقال حرارت و احتراق شبیه سازی شده و نتایج حاصل از هر دو مدل با نتایج تجربی توافقی خوبی دارد. برنامه تهیه شده با هر دو مدل برای انجام انواع مطالعات پارامتری طراحی قسمتهای مختلف موتور دارای توانایی بسیار بالایی می باشد و قابلیت محاسبه عملکرد موتور از قبیل راندمان حرارتی، فشار موثر متوسط، مصرف ویژه سوخت و انواع پارامترهای عملکردی از قبیل فشار، دما، انتقال حرارت، شارهای گرمی ورودی و خروجی سیلندر، جرم داخل سیلندر، میدان جریان داخل سیلندر، تلفات اصطکاک، کار تولیدی پیستون و سایر پارامترها را دارا می باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان	
ط	فهرست علائم	
۱	مفاهیم اساسی در طراحی موتورها	فصل ۱
۲	تاریخچه	۱-۱
۷	مقدمه	۲-۱
۱۰	پارامترهای عملکردی در طراحی موتور	۳-۱
۱۱	گشتاور و قدرت ترمزی	۱-۳-۱
۱۲	کار اندیکاتور در هر سیکل	۲-۳-۱
۱۲	راندمان مکانیکی	۳-۳-۱
۱۳	توان بار حاده	۴-۳-۱
۱۴	فشار موثر متوسط	۵-۳-۱
۱۵	مروری بر سیکل‌های استاندارد هوا	۴-۱
۱۶	سیکل اتو	۱-۴-۱
۱۷	سیکل دیزل	۲-۴-۱
۲۱	شبیه سازی ریاضی موتورهای احتراق داخلی	فصل ۲
۲۲	هدف از شبیه سازی	۱-۲
۲۳	شبیه سازی فرایندهای فیزیکی	۲-۲
۲۳	شبیه سازی چند بعدی	۱-۲-۲
۲۴	شبیه سازی پدیده ای	۲-۲-۲
۲۵	سیستم احتراق کنترل شده تگراکو (TCCS)	۳-۲
۲۶	مدل شبیه سازی موتور احتراقی با پاشش مستقیم	۱-۳-۲
۲۹	سیستمهای ترمودینامیکی و معادلات حاکم بر مدل (TCCS)	فصل ۳
۳۰	شبیه سازی فرایندهای مکش، تخلیه و جرم داخل سیلندر	۱-۳

	معادلات حاکم بر سیستم های المانهای سوختی و	۲-۳
۳۳	محاسبه پارامترهای عملکردی المانها	
۳۶	تحلیل حرکت حث سوختی در داخل سیندر	۳-۳
۴۰	تحلیل میدان جریان سیال در داخل سیندر	۵-۳
۵۰	انتقال حرارت در موتورهای احتراق داخلی	فصل ۴
۵۱	اهمیت انتقال حرارت در موتور	۱-۴
۵۲	مدهای انتقال حرارت در موتورها	۲-۴
۵۵	فرایند کنی انتقال حرارت و بالانس انرژی در موتورها	۳-۴
۶۰	شبیه سازی انتقال حرارت در موتورها	۴-۴
۶۹	مقایسه و بحث و نتایج	فصل ۵
۷۰	بررسی حساسیت C_B	۱-۵
۷۶	مقایسه پارامترهای عملکردی با استفاده از دو مدل	۲-۵
۹۸		ضمیمه A
۱۰۲	مراجع	

فهرست علام

	علام اختصاری
جرم هوا، مساحت	A
نسبت هوا به سوخت استوکیومتری	$(A/F)_s$
ضخاع جریان آزاد جت سوختی	b
ضخاع جت برخوردی	b_c
قطر سیلندر	B
ثابت جهانی	C_p
ضریب تخلیه	C_D
گرمای ویژه در فشار ثابت	C_p
فاکتور تولید توربولانس	C_p
آهنگ انتقال انرژی	\dot{E}
جرم سوخت	F
نسبت سوخت به هوا	(F/A)
نسبت سوخت به هوا استوکیومتری	$(F/A)_s$
فشار موثر متوسط اصطکاکی	FMEP
ضریب انتقال حرارت، اتالیی ویژه، فاصله بین	h
سرمیلندر و بالای بیستون	
گرمای نهان تبخیر سوخت	h_h
میانگین انرژی توربولانس سیال	k
میانگین انرژی جنبشی سیال	K
طول دسته فانون، مقیاس توربولانسی	l
طول مشخصه هندسی	L
جرم	m
کل جرم سوخته در جت سوختی	m_s
جرم جت سوختی غوطه ور شده توسط قطه	m_c
جرم نسوخته جت سوختی در قسمت غوطه ور شده	m_u
توسط قطه	
آهنگ جریان جرمی	\dot{m}
وزن مولکولی	M

عدد نوملت	Nu
سرعت موتور	N
فشار سیلندر، شدت تولید توربولانس	P
عدد پراتدل	Pr
آهنگ انتقال حرارت	\dot{Q}
موقعیت شعاعی جت سوختی اندازه گیری شده	r
نسبت به محور سیلندر	
ثابت گازها	R
ثابت جهانی گازها	\bar{R}
عدد رینولدز	Re
نسبت تراکم، شعاع کاسه بیستون	R_c
شعاع سیلندر	R_p
فاصله در طول مسیر جت سوختی	s
کورس بیستون	S
دانسیته گاز	ρ
نسبت اکی والانس سوخت	ϕ
ضریب هدایت حرارتی	λ
زمان مشخصه سوختی برای مدل احتراق	τ_c
ویسکوزیته مضموش	μ_c
سرعت زاویه ای	ω
ثابت شدت واکنش در جهت رفت	k^+
ثابت شدت واکنش در جهت برگشت	k^-
میزان بخش انرژی جنبشی توربولانسی در واحد جرم	ε
ویسکوزیته سینماتیکی	ν

فصل ۱

مفاهیم اساسی در طراحی موتورها

۱-۱ تاریخچه

موتورهای احتراق داخلی با شارژ چینه‌ای بخاطر عملکرد بهتر، آلایندگی کمتر و توانایی استفاده از سوخت‌های چندگانه، جایگزین مناسبی برای موتورهای فعلی می‌باشد.

اگنیر^۱ [۱] مشاهده کرد که کنترل دقیق فرآیند احتراق برای عملکرد موتورهای احتراق داخلی با شارژ چینه‌ای بحرانی است و بدست آوردن یک شارژ چینه‌ای بهینه تحت یک محدوده از سرعت، بار، دما و شرایط پاشش تا حدّ زیادی مشکل می‌باشد.

میشل و آلپرستین^۲ [۲] با مطالعات روی موتور تگزاکو نشان دادند موتورهای با پاشش سوخت بنزین دارای راندمان بالا، آلایندگی کمتر و توانایی استفاده از سوخت چندگانه می‌باشند.

میزوتانی و ماتسوشیتا^۳ [۳] سوخت سبک دیزل را به داخل سیلندرهای موتورهای احتراق با اشتعال جرقه‌ای پاشیدند و بهبود عملکرد موتور و کاهش آلاینده‌های CO و NO را مشاهده کردند.

آلمامار^۴ [۴] مشاهده کرد که احتراق در محفظه دوگانه سریعتر از موتورهای با اشتعال جرقه‌ای دارای محفظه باز بوده و آهنگ احتراق با سرعت جریان در اریفیس مطابق با اغتشاش تولیدی در آن افزایش می‌یابد. جیووانتی، اکچیان و هی‌وود^۵ [۵] فرایندهای مختلف سیکل کاری موتور احتراق داخلی با شارژ چینه‌ای پاشش مستقیم (TCCS) را جهت یافتن پارامترهای عملکردی و آلاینده NO_x شبیه‌سازی کردند و به نتایج رضایت‌بخشی رسیدند.

المسیری و نیوهال^۶ [۶] از یک مدل ترمودینامیکی دو منطقه‌ای برای تحلیل احتراق در موتورهای با

Agnew^۱

Michell and Alperstein^۲

Mizutani and Matsushita^۳

Almamar^۴

Giovanetti, Ekcian and Heywood^۵

El-Messiri and Newhall^۶

محفظه احتراق تقسیم شده استفاده کردند. در این مدل محفظه احتراق اولیه شامل سوخت و هوا و محفظه ثانویه فقط شامل هوا می‌باشد. همچنین نشان دادند که در موتور با محفظه دوگانه آنها، محصولات گرم احتراق خفه شده مانند NO ، تحت تاثیر حجم محفظه اولیه و مساحت اریفیس قرار گرفته و تشکیل NO با مطبق کردن سوخت کاهش می‌یابد.

ریشر^۷ [۷] در پیش محفظه یک موتور احتراقی با اشتعال جرقه‌ای از یک فعال‌ساز استفاده کرد و نشان داد که فعال‌ساز اشتعال را سهولت بخشیده و شعله را در طبقات اولیه‌اش گسترش می‌دهد. همچنین زمان تاخیر در اشتعال مربوط به تغییر در شیمی احتراق و تغییر سبکی (پراکندگی سبکی) را کاهش داده و حد فقیری را افزایش می‌دهد.

هریس و پیترز^۸ [۸] حد فقیری کاری موتورهای احتراقی با اشتعال جرقه‌ای با افزایش پرواکسید $(di-t-butyl)$ به محفظه احتراق گسترش می‌یابد. پرواکسید مذکور تجزیه شده و رادیکالهای بیوکسی ($tertiary$) با بنزین بدون سرب عمل کرده و آهنگ اکسیداسیون سوخت را افزایش می‌دهد.

کوادر^۹ [۹] نشان داد که افزایش اکسیژن به جریان هوای ورودی دمای شعله، سرعت شعله و آلاینده NO را افزایش داده و آلاینده هیدروکربنهای نسوخته (H_C) و راندمان حرارتی موتور را کاهش داده و اجازه کار با سوخت فقیرتر را مهیا می‌کند.

راکیس و مک‌لین^{۱۰} [۱۰] از یک مدل ترمودینامیکی دو منطقه‌ای و رابطه انتقال حرارت و شنی برای تحلیل اثرات افزایش هیدروژن روی نفوذ شعله در موتورهای احتراقی با اشتعال جرقه‌ای استفاده کردند و نتایج آنها نشان داد که با افزایش H_2 زمان تاخیر در اشتعال یا زمان القاء را بویژه در مخلوطهای فقیر کاهش داده و راندمان حرارتی موتور را بهبود می‌بخشد.

Richter^۷

Harris and Peters^۸

Quader^۹

Ruckis and Mclean^{۱۰}

کاسیدی^{۱۱} [۱۱] عملکرد موتورهای با اشتعال جرقه‌ای چند سیلندر را با سوخت‌های بنزینی و

بنزین-هیدروژن مطالعه کرد و نشان داد که:

(۱) افزایش مقدار کمی هیدروژن به بنزین باعث افزایش سرعت شعله گردیده و در نتیجه زمان تاخیر در اشتعال را کاهش می‌دهد.

(۲) موتورهای با سوخت هیدروژن-بنزین، آلایندة NO_x زیادتری از موتورهای با سوخت بنزین بخاطر دماهای بیشینه بالا، تولید می‌کنند.

(۳) آلایندة هیدروکربنهای نسوخته (HC) از موتورهای با سوخت هیدروژن-بنزین در مقایسه با موتورهای بنزینی در نسبت‌های اکسی‌والانس بیشتر از $0/8$ پایین می‌باشد و در نسبت‌های اکسی‌والانس که مصرف سوخت کمترین مقدار را دارا می‌باشد بالاتر می‌باشد.

(۴) موتورهای با سوخت بنزین آلایندة CO را بیشتر از موتورهای با سوخت هیدروژن-بنزین تولید می‌کند.

کرایگر و دیویس^{۱۲} [۱۲] اثرات افزایش مخلوط تغذیه شده به پیش اتاکنک در یک استوکیومتری کلی ثابت در موتور احتراق داخلی با شارژ چینه‌ای تک سیلندر را آزمایش کردند و نتایج زیر را به دست آوردند:

(۱) احتراق و تشکیل آلایندة‌ها توسط شعله جت رشد کرده از پیش اتاکنک و گازهای اطراف شعله جت اندازه‌گیری می‌شود.

(۲) با افزایش چینه‌ای کردن، افزایش زیادی در آلایندة CO حاصل از گازهای پیش اتاکنک ظاهر می‌شود.

(۳) شعله جت، هنگامیکه موتور با شرایط چینه‌ای قوی مخلوط سوخت و هوا کار می‌کند منبع اصلی آلایندة NO می‌باشد.

(۴) کاهش آلایندة HC در موتورهای با اشتعال جرقه‌ای با افزایش چینه‌ای کردن، به مقدار کمی مربوط به بالا بودن دماهای خروجی می‌باشد.

Cassidy^{۱۱}

Krieger and Davis^{۱۲}

جیوانتی^{۱۳} [۱۳] نشان داد که موتورهای با اشتعال جرقه‌ای و پاشش مستقیم با استفاده از یک محدوده‌ای از انواع سوختها می‌توانند بازدهی مساوی با بازده موتورهای دیزلی داشته باشند، بنابراین آنها دارای راندمان احتراق پایینی بوده و مقدار زیادی هیدروکربنهای نسوخته در بارهای سبک تولید می‌کنند. پیش‌بینی‌های دقیق پدیده احتراق در موتورهای احتراق داخلی با شارژ چینه‌ای و اهمیت حرکت سیال تنها با مدل‌های چند بعدی قابل دسترسی می‌باشد.

استارکمن^{۱۴} [۱۴] نشان داد که بر محصولات CO و NO علی‌الخصوص در سوختهای فقیر فرایندهای غیر تعادلی حاکم است.

نیوهال^{۱۵} [۱۵] نشان داد که غلظت تعادلی NO ، CO در طی انبساط کوچکتر از مقادیر تعادلی آنها که از معادلات سینتیکی به دست می‌آیند، می‌باشد.

بیلی^{۱۶} [۱۶] تأثیرات تغییر نسبت اکی والانس کلی بر روی NO خروجی را برای موتور با اشتعال جرقه‌ای بررسی نمود و دریافت که مقدار بیشینه آن در مخلوط سوخت به هوای کمی کوچکتر از استوکیومتری به دست می‌آید.

کومی‌یاما و هی‌وود^{۱۷} [۱۷]، تأثیرات تغییر EGR و نسبت اکی‌والانس کلی را بر روی میزان NO خروجی در موتورهای اشتعال جرقه‌ای بررسی کردند و نشان دادند که بازای تمامی نسبتهای اکی‌والانس با افزایش EGR میزان NO خروجی کاهش می‌یابد.

ماتور و گاجندرابابو^{۱۸} [۱۸] نشان دادند که CO خروجی در سوختهای فقیر با افزایش نسبت اکی‌والانس

Giovanetti^{۱۳}

Starkman^{۱۴}

Newhall^{۱۵}

Belli^{۱۶}

Komiyama and Heywood^{۱۷}

Mathur and Gagendra Babu^{۱۸}