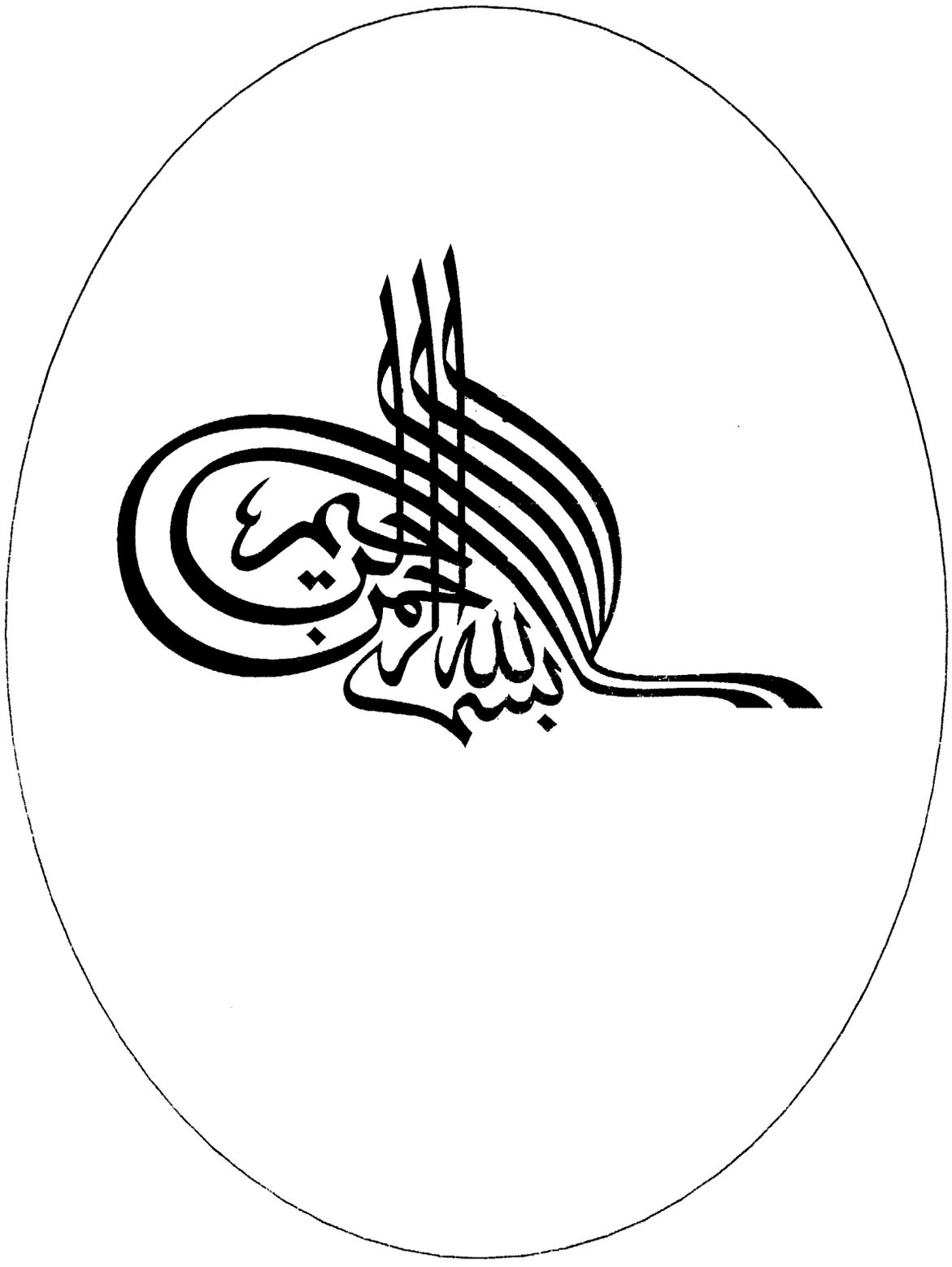

٤٢٢٦١

دانشگاه مازندران
دانشکده فنی و مهندسی

موضوع :

تحلیل فرآیند تبخیرقطره سوخت در موتوردیزل

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی مکانیک -گرایش تبدیل انرژی

۱۳۸۱ /۸/ ۱۴

استاد راهنما :

دکتر کورش صدیقی

استادمشاور:

دکترمجیدتقی زاده مازندرانی

۴۲۶۲

نگارش :

هومن نظری

تیرماه ۱۳۸۱

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشکده فنی و مهندسی

نام و نام خانوادگی دانشجو: **هومن نظری** شماره دانشجوئی: **۷۸۵۱۳۶۶۰۰۸**

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

سال تحصیلی: **نیمسال دوم ۸۱-۱۳۸۰**

عنوان پایان نامه :

" تحلیل معادلات انرژی و بقای جرم در تبخیر سوخت در موتورهای دیزل"

تاریخ دفاع : ۱۳۸۱/٤/۳۱

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۸

نمره پایان نامه (به حروف): نوزده

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر کورش صدیقی امضا

استاد مشاور: دکتر مجید تقی زاده امضا

استاد مدعو : دکتر فرزاد بازدیدی تهرانی امضا

استاد مدعو : دکتر علی اکبر رنجبر کنی امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر علی اصغر باستانی امضا

گروه آموزشی مکانیک

تقدیر و تشکر

دراینجا لازم است از اساتید گرامی جناب آقای دکتر کورش صدیقی و جنـــاب آقـــای دکتر مجید تقی زاده مازندرانی که در این پایان نامه راهنمای من بوده اندتشکر کنم .

تقدیم به تمامی کسانی که حضورشان مایه قوت قلب من

در تهیه این پایان نامه بود

چکیده

ازآنجاییکه تبخیریکی ازمهمترین مراحل احتراق سوخت به خصوص در موتورهای دیـزل مـی باشدبابررسی آن می توان راههایی برای بهبودکارایی موتورها ارائه داد.درموتورهای دیزلی سوخت بـا فشار به داخل سیلندرتزریق می شودوبه صورت قطرات ریزی در می آید.این قطرات شروع به تبخـیر می کنندودرمرحله بعد محترق می شوند. لذامطالعه اسپری هاوقطرات واحتراق آنها نـیز اهمیـت مـی یابد.

در این تحقیق ، معادلات حاکم برتبخیر سوخت همچون معادلات انرژی، بقای جـرم ومومنتـم وبقای گونه های شیمیایی موردتحلیل قرار گرفته اند.در این تحلیل یـک قطـره واحـد مـورد بررسـی قرارگرفته و بعد نتایج برای مجموع قطرات تعمیم داده شده است .سپس بـا در نظـر گرفتـن شـرایط موتور دیزل و فرضیات خاص مساله ، این معادلات به طور همزمان حل وتغییرات نرخ تبخیر،سرعت قطره وقطر قطره با زمان ،مکان ونسبت به قطر اولیه و سرعت اولیـه هـای مختلـف درطـول تبخـیر سوخت مشخص شده اند.

نتایج نشان داده است که پارامترهایی مانند قطراولیه قطره ، نسبت تراکم ، زمان تاخیرسوخت ، دماوفشار اولیه تاثیر بسزایی در نرخ تبخیرسوخت در موتوردارد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ اهداف پروژه ۴

فصل دوم :مروری بر ادبیات فن ۶

۲-۱ کلیات ۶

۲-۲ اتمیزاسیون سوختهای مایع ۶

۲-۳ انژکتور ۸

۲-۳-۱ پمپ انژکتور ۸

۲-۳-۲ نازل انژکتور ۱۰

۲-۴ توزیع اندازه قطرات اسپری ۱۰

۲-۵ قطر میانگین ۱۱

۲-۶ احتراق اسپری ۱۳

۲-۷ احتراق در موتورهای دیزل ۱۴

۲-۸ فازهای احتراقی موتوردیزل ۱۵

۲-۱۰ کیفیت اشتعال سوخت ۲۰

۲-۱۱ مطالعه قطره ۲۰

۲-۱۲ حرکت وتغییرشکل قطره ۲۱

۲-۱۲-۱ حل مساله با فرض تغییرشکل کم ۲۲

۲-۱۲-۲ تئوری تغییرشکل زیاد ۲۴

۲-۱۳ احتراق قطره بدون توجه به تغییرآن ۲۶

۲-۱۳-۱ قطره وسیستم احتراقی اطراف آن دارای تقارن کروی ۲۶

۲-۱۳-۲ تحلیل درتقارن کروی ونرخ سوزش محدود ۲۸

۲-۱۳-۳ تحلیل احتراق قطره در جریان غیر دائم ۲۸

۲-۱۴ جریان گازبا سرعت کم در اطراف قطره ۲۹
۲-۱۵ تحقیقات انجام شده برروی تبخیردر دیزل..... ۳۱
۲-۱۵-۱ بررسی تبخیر سوختها روی سطوح فلزی داغ ۳۱
۲-۱۵-۲ تبخیرسوخت درگازداغ ۳۶
فصل سوم : معادلات حاکم برتبخیر ۴۰
۳-۱ معادلات حاکم برجریان سیال ۴۰
۳-۲ انتقال جرم..... ۴۰
۳-۲-۱ قانون انتشارفیک ۴۰
۳-۲-۲ قانون بقای جرم ۴۱
۳-۳ بقای ذرات ۴۲
۳-۴ تبخیرقطره..... ۴۳
۳-۵ معادله بقاء جرم..... ۴۳
۳-۶ معادله بقای جرم برای ذرات تشکیل دهنده مخلوط ۴۵
۳-۷ بقای مومنتم..... ۴۶
۳-۸ بقای انرژی..... ۴۶
۳-۹ فرم شواب-رلدویچ برای معادله انرژی ۴۸
۳-۱۰ شکل دیگرمعادله بقاء انرژی ۵۰
فصل چهارم : حل معادلات ۵۱
۴-۱ مقدمه ۵۲
۴-۲ مدل تبخیرقطره ۵۲
۴-۳ فرضیات ۵۳
۴-۴ آنالیزفازگازی ۵۴
۴-۵ بقای جرم ۵۴
۴-۶ بقای انرژی..... ۵۴
۴-۷ بالانس انرژی درمرزفازگازی قطره..... ۵۶
۴-۸ طول عمر قطره ۵۸

۴-۹ معادله بقای مومنتم قطره ۶۰
۴-۱۰ حل معادلات ۶۱
۴-۱۱ محاسبا ت قطره ۶۲
۴-۱۲ تغییرات دما ۶۳
۴-۱۳ تغییرات قطر قطره ۶۴
۴-۱۴ تغییرات جرم ۶۵
۴-۱۵ انتقال حرارت ۶۶
۴-۱۶ سرعت قطره ۶۶
۴-۱۷ اثر متغیرهای موتوربرروی کمیتهای تبخیر ۶۷
۴-۱۷-۱ معادله گاز ۶۷
۴-۱۷-۲ نسبت تراکم ۶۸
فصل پنجم : بحث پیرامون نتایج ۶۹
۵-۱ مقدمه ۷۰
۵-۲ بررسی نتایج ۷۰
۵-۳ پیشنهادات برای تحقیقات آتی ۷۴
نمودارها
منابع و مراجع ۸۵

فهرست حروف و علائم

ϕ نسبت تعادل

G شدت جریان برشی

R ثابت عمومی گازها

P فشار ترمودینامیکی

Q_c حرارت انتقال یافته(باهدایت)

T دمای مطلق

V حجم

v_d سرعت قطره

v_g سرعت گاز

γ نسبت گرماهای ویژه

C_v گرمای ویژه درحجم ثابت

C_p گرمای ویژه درفشار ثابت

μ ویسکوزیته

ρ دانسیته

X غلظت مولی مخلوط

K پارامترتبخیر

h_{fg} گرمای نهان

Y_A کسر جرمی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

D_{AB} ضریب نفوذ ذرات Aدر B

N_A شار مولی

α نفوذ حرارتی

D نفوذ جرمی

C کسرمولی

x فاصله(مسافت)

Le عدد لویس

Re عددرینولدز

k ضریب هدایت

T_∞ دمای محیط

T_b دمای جوش قطره

r نسبت تراکم

D_0 قطر اولیه قطره

τ زمان تاخیر اشتعال

Gr عددگراشف

B_q عدد انتقال

h انتالپی

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

احتراق پدیده ای شیمیایی می باشد که باعث آزاد شدن انرژی می گردد از این رو در بسیاری از مسائل مهندسی مکانیک باید مورد توجه قرار گیرد. در مسائلی که سوخت مایع مورد استفاده قرار می گیرد بررسی تبخیر نیز اهمیت می یابد.

دانستن نرخ تبخیر و عمر قطرات ، در طراحی و عملکرد وسایل کاربردی اهمیت دارد . سوختن قطرات در بسیاری از وسایل احتراقی مانند موتورهای دیزل ، موتورهای موشک ، توربین گاز ، بویلرهای نفتی و ... بستگی مستقیم به چگونگی تبخیر قطرات دارد .در این وسایل هم مطالعه اسپری و پاشش قطرات ضروری است و هم بررسی خود قطرات به تنهایی . با بررسی معادلات انرژی و بقای جرم در موردقطرات مایع می توان وضعیت و چگونگی حالت هر قطره را در هر لحظه مشخص کرد و آنگاه با توسل به روشهای انتقال جرم و سپس معادلات شیمیایی چگونگی احتراق قطره را مورد بررسی قرار داد.

کاربرد اسپری ها به حدود سال ۱۸۷۰ باز می گردد ولی پدیده های فیزیکی و ترمودینامیکی موجود در این نوع احتراق پیچیده و ناشناخته باقی مانده است . اسپری ها معمولا در جریان گاز با درجه حرارت و فشار زیاد پاشیده می شوند این جریان سه بعدی بوده و دارای توربولانس شدید می باشد . حرارت از اطراف به داخل قطره از طریق روشهای عادی هدایت ، تشعشع ، جابجایی آزاد و اجباری انتقال یافته و آنها را گرم می کند. در چنین شرایطی قطرات تبخیر شده و احتراق صورت می گیرد. همه مراحل به صورت غیر دائم می باشد. مشخصه های گاز و مایع با تغییر درجه حرارت تغییر می کند.درجه حرارت هم در نقاط موردبررسی نامعلوم است و مشخصه های سیال به طور دقیق قابل تعیین نمی باشد.

شکل قطرات به دلیل وجود جریان و فشار تغییر می کند. کشش سطحی در تغییر شکل آنها نقش مهمی دارد. فصل مشترک سطح قطرات با گازهای اطراف موجب پیچیدگی بیشتر مسئله می شود و تغییر فاز مایع به گاز در اینجا از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

محدود بودن منابع سوختهای فسیلی مایع ، آلوده شدن محیط بوسیله مواد زائد خروجی و قیمت بالای آنها بشر را به سمت بهینه کردن دستگاههای احتراقی واداشته است . شناخت پدیده های حاکم بر احتراق و تنظیم آنها به صورت معادلات دیفرانسیل و سپس حل آنها می تواند کمک مؤثری به این بهینه سازی بنماید. مدل کاملی از احتراق اسپری که شامل کلیه موارد فوق باشد احتمالا غیر ممکن است و از طرف دیگر چنین مدل کاملی به خاطر پیچیدگی های فراوان کاربردی ندارد ، زیرا زمان مورد نیاز و هزینه های مربوطه برای حل دقیق کلیه معادلات و تشخیص پدیده ها بسیار زیاد خواهد بود.

در شبیه سازی احتراق اسپری ها دو روش وجود دارد[۱] :

۱ـ در روش اول فرض می شود فاز مایع و گاز در حالت تعادل دینامیکی و ترمودینامیکی قرار دارند. این گونه مدلها برای قطرات و اسپری های ریز ارائه شده اند و فقط در این محدوده دقیق هستند. در این حالت گاز به صورت مخلوطی همگن در آمده و به همین دلیل به مدلهای همگن موضعی نامیده شده اند.

۲ـ روش دوم میدان جریان گاز را با دیدگاه اویلری حل نموده و نرخ انتقال ممنتوم ، انرژی و جرم بین دو فاز را وارد معادلات گاز می کند. در این نوع شبیه سازی میدان جریان دقیق در اطراف فاز مایع و یا جامد به دست نمی آید بلکه بجای آن با استفاده از دیدگاه لاگرانژی رابطه ای برای حرکت ذرات بدست خواهد آمد و بر این اساس محل قطرات و یا ذرات جامد مشخص خواهد شد.

بنابراین رابطه ای تجربی برای به دست آوردن نیروهای وارده به ذرات یا قطرات ،میزان انتقال جرم و انتقال حرارت لازم خواهد بود.

اولین مرحله احتراق اسپری ها احتراق یک قطره است . پدیده های موجود در احتراق اسپری ها را می توان با اضافه نمودن تعداد قطرات ، شکستن و تداخل آنها و به دست آوردن رابطه حاکم بر آنها شناسایی نمود. برای شبیه سازی احتراق یک قطره لازم است جریان دو فازی بررسی و معادلات آن حل گردد. چگونگی انتقال سرعتها در دو فاز، فشار دو طرف فصل مشترک با حضور کشش سطحی ، میزان انتقال حرارت و جرم با وجود تبخیر سطحی و یا جوشش ، مسائلی است که باید در کارهای عددی مورد بررسی قرارگیرد .

در حل معادلات برای قطره از هر دو دیدگاه موجود استفاده می شود . ابتدامیدان گاز با استفاده از دیدگاه اویلری حل می شود که در این دیدگاه در یک نقطه ثابت از فضا سرعتهای رشته پیوسته ای از ذرات سیال که از آن نقطه می گذرند را بیان می کنند. بعد از حل میدان گاز با استفاده از روابط تجربی سرعت قطره به دست می آید یعنی برای بدست آوردن سرعت قطره از روش لاگرانژی استفاده می شود که با تعقیب قطره و منطبق نمودن دستگاه مختصات در هر لحظه بر موقعیت قطره حاصل می شود.

شکل قطره در تمامی مطالعات احتراقی ثابت و به صورت کره در نظر گرفته شده است و سرعتهای اجباری اعمال شده به سطح قطره موجب بوجود آمدن دو گردابه در داخل قطره شده است . از طرف دیگر بیشتر مطالعات در زمینه تغییر شکل قطره به صورت تجربی بوده است کارهای تحلیلی و عددی نیز در این زمینه انجام شده و پژوهشگران تغییر شکل قطره را در یک میدان جریان معلوم بررسی کرده اند. [2]