



دانشکده‌ی فنی و مهندسی
گروه آموزشی مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

**مطالعه تأثیر زمان بندی جرقه در وقوع کوبش در موتور پژوهشی CT300 با
ارتقاء سیستم زمان بندی**

استاد راهنما:

دکتر ابراهیم عبدی اقدم

استاد مشاور:

مهندس محمدرضا رنجبر امید

پژوهشگر:

سیاوش نوشیروانی

تابستان 1393

نام خانوادگی دانشجو: نوشیروانی	نام: سیاوش
عنوان پایان نامه: مطالعه تاثیر زمان بندی جرقه در وقوع کوبش در موتور پژوهشی CT300 با ارتقاء سیستم زمان بندی	
استاد راهنما: دکتر ابراهیم عبدی اقدم استاد مشاور: مهندس محمدرضا رنجبر امید	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک
گرایش: تبدیل انرژی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: 1393/6/25
	تعداد صفحات: 131
<p>چکیده: یکی از سیستم های مهم و موثر در کارکرد موتور، سیستم جرقه ای آن است. سیستم باید به صورت دقیقی با سایر قطعات موتور هماهنگ شود. زمان جرقه تاثیر زیادی روی پارامترهای عملکردی موتور نظیر توان ترمزی، مصرف سوخت، فشار ماکزیمم سیلندر و میزان آلاینده های خروجی دارد. در کار حاضر از موتور پژوهشی تک سیلندر پژوهشی همراه با تعلیقات مربوطه برای استخراج نتایج تجربی به منظور بررسی تاثیر زمان بندی جرقه بر روی کوبش برای موتور تک سوز (بنزین) در شرایط بار کامل، نسبت تراکم 8/14 و 9، نسبت هم‌ارزی معین 0/85 و 0/95 و سرعت موتور 1800rpm استفاده شد. در این مطالعه از آوانس جرقه به عنوان عامل موثر در وقوع کوبش برای تمام حالت ها استفاده شده است. داده های تجربی برای دو نسبت هم‌ارزی (0/85 و 0/95) دو نسبت تراکم (8/14 و 9) ثبت شده است. تغییر نسبت تراکم از 8 به 9، آوانس جرقه شروع کوبش را 5 تا 10 درجه کاهش می دهد. با افزایش آوانس زمان بندی جرقه، قله ی فشار سیلندر افزایش یافت. نسبت هم‌ارزی بیشتر از نسبت تراکم بر افزایش مقدار کوبش تاثیر گذار است. با افزایش آوانس جرقه، مقدار هیدروکربن نسوخته کاهش می یابد. این تغییر در نسبت هم‌ارزی 0/95 محسوس تر است. با افزایش نسبت هم‌ارزی، مقدار منواکسید کربن افزایش یافت.</p>	
کلید واژه ها: کوبش، زمان بندی جرقه، موتور اشتعال جرقه ای، نسبت هم‌ارزی	

فهرست مطالب

صفحه

شماره و عنوان مطالب

فصل اول: کلیات پژوهش

1-1-1-1	مقدمه	2
1-2-1-2	اهداف پژوهش	3
1-3-1-3	ضرورت و اهمیت پژوهش	4
1-4-1-4	پیشینه تحقیق	5
1-5-1-10	نگاهی اجمالی به فصل‌های بعد	10

فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

1-2-12	مقدمه	12
2-2-12	بنزین	12
3-2-13	عدد اکتان سوخت	13
1-3-2-16	تاثیر دما، ارتفاع از سطح دریا، میزان رطوبت و تنظیم دلكو در میزان عدد اکتان	16
4-2-18	جرقه، انواع و زمان‌بندی و عملکرد آن در کوبش	18
1-4-2-19	زمان جرقه مناسب و اثر آن در کارکرد موتور	19
2-4-2-20	سیستم‌های جرقه‌زنی	20
1-2-4-2-20	سیستم جرقه‌زنی معمولی پلاتین‌دار	20
2-2-4-2-21	سیستم جرقه‌زنی معمولی الکترونیکی	21
3-2-4-2-21	سیستم جرقه‌زنی بدون دلكو	21
4-2-4-2-21	سیستم جرقه‌زنی مستقیم	21
3-4-2-21	مزایای سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی نسبت به سیستم جرقه‌زنی معمولی	21
4-4-2-22	سیستم جرقه الکترونیکی برای موتورهای احتراق جرقه‌ای	22
5-4-2-23	مقایسه سیستم جرقه‌ی مکانیکی و الکترونیکی	23
5-2-25	مراحل احتراق در موتورهای بنزینی	25
1-5-2-25	انواع احتراق در موتورهای اشتعال جرقه ای	25
1-1-5-2-26	احتراق کنترل شده	26
1-1-1-5-2-26	مرحله تاخیر در اشتعال	26
2-1-1-5-2-27	مرحله انتشار شعله	27
2-1-5-2-28	احتراق غیر عادی	28
1-2-1-5-2-29	ماهیت کوبش	29
2-2-1-5-2-30	تاثیر متغیرهای موتور بر روی کوبش	30

32	..... 2-5-1-3 احتراق کنترل نشده
33	..... 2-6-6 آلاینده های موتورهای اشتعال جرقه ای
33	..... 2-6-1-1 منواکسید کربن
33	..... 2-6-2-2 اکسیدهای نیتروژن
35	..... 2-6-3-3 هیدروکربن ها
37	..... 2-6-4-4 دی اکسید کربن
37	..... 2-7-7-7 راهکارهای کنترل آلاینده ها
38	..... 2-7-1-1 کاهش دمای محفظه احتراق
38	..... 2-7-2-2 افزایش بازده حجمی
39	..... 2-7-3-3 نسبت هم‌ارزی (ϕ)
40	..... 2-7-4-4 نسبت تراکم (CR)
40	..... 2-7-5-5 آوانس جرقه (SA)
41	..... 2-7-6-6 روش های کاتالیزور و تصفیه گازهای خروجی
41	..... 2-8-8-8 روش های هموارسازی
41	..... 2-8-1-1 میانگین متحرک
42	..... 2-8-2-2 میانگین وزنی متحرک
44	..... 2-9-9-9 شاخص های آماری
46	..... 2-10-10-10 محاسبه پارامترهای اصلی
47	..... 2-10-1-1 کار بر سیکل اندیکه
47	..... 2-10-2-2 فشار موثر متوسط
47	..... 2-10-3-3 توان اندیکه و توان ترمزی
48	..... 2-10-4-4 کسر آلاینده های ویژه
48	..... 2-10-5-5 مصرف سوخت ویژه
49	..... 2-11-11-11 مطالعه کوبش
50	..... 2-11-1-1 محاسبه بسامد کوبش
55	..... 2-11-2-2 مدهای ارتعاشات صوتی در زمان وقوع کوبش
57	..... 2-11-3-3 صافی بسامد کوبش
59	..... 2-11-4-4 روش های تشخیص کوبش و محاسبه شدت کوبش
61	..... 2-11-4-1-1 بیشینه مقدار منحنی صافی شده فشار سیلندر
61	..... 2-11-4-2-2 حذف میانگین منحنی فشار

فصل سوم: مواد و روش پژوهش

64	..... 3-1-1 مقدمه
64	..... 3-2-2 سکوی آزمایش
66	..... 3-3-3 موتور پژوهشی
67	..... 3-3-1-1 مکانیزم تنظیم نسبت تراکم

69	..... 2-3-3 تابلوی کنترل و نمایش
69	..... 4-3 سیستم‌های اندازه‌گیری
70	..... 1-4-3 سنجش سرعت موتور
70	..... 2-4-3 سنجش گشتاور
70	..... 3-4-3 سنجش مصرف سوخت
73	..... 4-4-3 اندازه‌گیری دبی و دمای هوای ورودی
74	..... 5-4-3 اندازه‌گیری دبی و دمای آب خنک‌کاری موتور
74	..... 6-4-3 اندازه‌گیری دما و فشار روغن
74	..... 7-4-3 اندازه‌گیری فشار داخل محفظه احتراق
76	..... 5-3 تعیین کیفیت مخلوط سوخت - هوا
76	..... 6-3 کویل
77	..... 7-3 شمع
77	..... 8-3 سیستم زمان‌بندی جرقه
78	..... 1-8-3 دریافت و تقویت سیگنال
78	..... 2-8-3 پردازش، نمایش و دریافت ورودی از کاربر
79	..... 3-8-3 تقویت، کنترل و تولید جرقه
80	..... 4-8-3 کیت الکترونیکی پاشش سوخت و تنظیم جرقه
82	..... 9-3 انژکتورها و پمپ بنزین
84	..... 10-3 مشخصات سوخت مصرفی
85	..... 11-3 روش انجام آزمایشات

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

88	..... 1-4 مقدمه
88	..... 2-4 خطای تنظیم متغیرها
90	..... 3-4 شدت کوبش بر اساس روش‌های تشخیص
119	..... 4-4 اثر آوانس جرقه در عملکرد موتور
119	..... 1-4-4 اثر آوانس جرقه روی منواکسید کربن خروجی
119	..... 2-4-4 اثر آوانس جرقه روی هیدروکربن نسوخته خروجی
120	..... 3-4-4 اثر آوانس جرقه روی کوبش بر اساس معیار PKP
121	..... 4-4-4 اثر آوانس جرقه روی درصد سیکل‌های همراه با کوبش بر اساس معیار PKP
122	..... 5-4-4 اثر آوانس جرقه روی کوبش بر اساس معیار MAPO
123	..... 6-4-4 اثر آوانس جرقه روی درصد سیکل‌های کوبش‌دار بر اساس معیار MAPO

فصل پنجم: نتیجه گیری و بحث

126	..... نتیجه گیری 1-5
128	..... پیشنهادات 2-5
129	..... منابع

فهرست جداول

شماره و عنوان	صفحه
جدول 2-1: ترکیبات شیمیایی بنزین	13
جدول 2-2: تفاوت دو روش RON با MON در شرایط و پارامترهای مختلف آزمایش بر روی بنزین	15
جدول 2-3: اعداد MON , RON و PON مربوط به انواع بنزین یک شرکت نفتی	16
جدول 2-4: مشخصات صافی طراحی شده	58
جدول 3-1: مشخصات موتور پژوهشی	66
جدول 3-2: مشخصات تقریبی بنزین به کار رفته	84
جدول 3-3: داده‌های ثبت شده برای هر آزمایش	85
جدول 4-1: حداکثر انحراف معیار متغیرهای قابل تنظیم	89
جدول 4-2: مشخصات آزمایشات مورد استفاده برای تعیین مقدار مرزی کوبش در هر روش تشخیص کوبش	90
جدول 4-3: مقدار خروجی هر یک از روش‌های تشخیص کوبش به ازای $r_c = 8/14$, $\phi = 0/85$	92
جدول 4-4: مقدار خروجی هر یک از روش‌های تشخیص کوبش به ازای $r_c = 9$, $\phi = 0/85$	96
جدول 4-5: مقدار خروجی هر یک از روش‌های تشخیص کوبش به ازای $r_c = 8/14$, $\phi = 0/95$	100
جدول 4-6: مقدار خروجی هر یک از روش‌های تشخیص کوبش به ازای $r_c = 9$, $\phi = 0/95$	104

فهرست اشکال

شماره و عنوان	صفحه
شکل ۲-۱: منحنی فشار احتراق برای زاویه‌های مختلف آوانس	20
شکل ۲-۲: چگونگی ارتباط یک مجموعه الکترونیکی تولید جرقه	23
شکل ۲-۳: منحنی مشخصه احتراق در سیستم مکانیکی تولید جرقه	24
شکل ۲-۴: منحنی مشخصه احتراق در سیستم الکترونیکی تولید جرقه	25
شکل ۲-۵: پروفیل نسبت جرمی سوخته شده بر حسب زاویه میل لنگ در یک سیکل واحد	28
شکل ۲-۶: تغییرات شدت کوبش به ازای صد سیکل پی در پی در یک موتور V-8 در سرعت 2400 دور بر دقیقه در حالت پدال گاز بطور کامل باز	29
شکل ۲-۷: اثر زاویه آوانس بر تشکیل NOx	35
شکل ۲-۸: اثر نسبت هوا به سوخت بر تشکیل NOx	35
شکل ۲-۹: اثر نسبت هوا به سوخت بر آلودگی HC	36
شکل ۲-۱۰: اثر زمان جرقه بر آلودگی HC	37
شکل ۲-۱۱: داده‌های تجربی، پنجره محاسباتی و وزن هر داده	44
شکل ۲-۱۲: استفاده از دو روش میانگین وزنی متحرک و میانگین متحرک در هموارسازی یک موج همراه با نویز	44
شکل ۲-۱۳: نمایش تاثیر بسامد داده برداری در تشخیص درست توان طیفی و دامنه بسامد	52
شکل ۲-۱۴: منحنی فشار در نزدیکی قله فشار در زمان وقوع یک کوبش سنگین	53
شکل ۲-۱۵: منحنی فشار شکل ۲-۱۴ که با کمک روش میانگین متحرک هموار شده است	53
شکل ۲-۱۶: تفاضل منحنی فشار هموار شده و منحنی فشار اصلی	54
شکل ۲-۱۷: نمودار توان طیفی موج نمایش داده شده در شکل ۲-۱۶	54
شکل ۲-۱۸: منحنی فشار احتراق برای زاویه‌های مختلف آوانس	54
شکل ۲-۱۹: مدهای ارتعاشاتی و بسامد آن‌ها	56
شکل ۲-۲۰: مد ارتعاشاتی ۱، ۰ و ۱۰۰ به صورت سه بعدی	56
شکل ۲-۲۱: پاسخ دامنه صافی طراحی شده	58
شکل ۲-۲۲: منحنی فشار تصفیه شده در طول پنجره محاسباتی	59
شکل ۲-۲۳: منحنی فشار کاهیده در طول پنجره محاسباتی	59
شکل ۲-۲۴: طرحی از روش محاسبه‌ی MAPO و PKP	60
شکل ۲-۲۵: مشتق سوم منحنی فشار شکل ۲-۱۴ در طول پنجره محاسباتی	61
شکل ۳-۱: نمایی از بستر آزمایش	65
شکل ۳-۲: نمایی از اجزای موتور پژوهشی	67
شکل ۳-۳: نمایی از اجزای سیلندر و سر سیلندر موتور پژوهشی	68
شکل ۳-۴: نمایی از تابلوی کنترل و نمایش	69
شکل ۳-۵: منحنی کاری انژکتور بنزین	72
شکل ۳-۶: نمایی از محفظه اندازه‌گیری دبی و دمای هوای ورودی به موتور	73

- شکل 3-7: 1- آمپلی فایر فشار مطلق مانیفولد ورودی 2- آمپلی فایر فشار دینامیک 76
- شکل 3-8: نمایی از آنالیزور گاز استفاده شده 76
- شکل 3-9: نمایی از شفت انکودر، سنسورها و پایه سنسورهای استفاده شده 80
- شکل 3-10: نمایی از برد الکترونیکی تنظیم جرقه و پاشش 81
- شکل 3-11: نمای داخلی برد الکترونیکی تنظیم جرقه و پاشش 82
- شکل 3-12: نمایی از انژکتورها و پمپ بنزین استفاده شده 82
- شکل 3-13: نمایی از مانیفولد ورودی برای پاشش بنزین و گاز 83
- شکل 3-14: اجزای مدار بنزین مورد استفاده برای انژکتوری کردن موتور پژوهشی 84
- شکل 4-1: منحنی فشار در شرایط کمینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$... 93
- شکل 4-2: منحنی فشار در شرایط بیشینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$... 94
- شکل 4-3: منحنی فشار در شرایط میانگین مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$. 95
- شکل 4-4: منحنی فشار در شرایط کمینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$ 97
- شکل 4-5: منحنی فشار در شرایط بیشینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$... 98
- شکل 4-6: منحنی فشار در شرایط میانگین مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/85$. 99
- شکل 4-7: منحنی فشار در شرایط کمینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$. 101
- شکل 4-8: منحنی فشار در شرایط بیشینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$. 102
- شکل 4-9: منحنی فشار در شرایط میانگین مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$ 103
- شکل 4-10: منحنی فشار در شرایط کمینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$ 105
- شکل 4-11: منحنی فشار در شرایط بیشینه مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$ 106
- شکل 4-12: منحنی فشار در شرایط میانگین مقدار هر روش تشخیص کوبش در محدوده پنجره محاسباتی $\phi = 0/95$ 107
- شکل 4-13: تغییرات مقدار کمینه هر روش تشخیص با آوانس جرقه 112
- شکل 4-14: تغییرات مقدار بیشینه هر روش تشخیص با آوانس جرقه 114
- شکل 4-15: تغییرات مقدار میانگین هر روش تشخیص با آوانس جرقه 116
- شکل 4-16: درصد سیکل‌های همراه با کوبش بر اساس تشخیص هر روش 118
- شکل 4-17: منواکسید کربن بر حسب آوانس جرقه 119
- شکل 4-18: هیدروکربن نسوخته بر حسب آوانس جرقه 120
- شکل 4-19: تغییرات مقدار میانگین شاخص PKP بر حسب آوانس جرقه 121
- شکل 4-20: تغییرات درصد سیکل‌های همراه با کوبش به تشخیص روش PKP بر حسب آوانس جرقه 122
- شکل 4-21: تغییرات مقدار میانگین MAPO بر حسب آوانس جرقه 123
- شکل 4-22: تغییرات درصد سیکل‌های همراه با کوبش به تشخیص روش MAPO بر حسب آوانس جرقه 124

فهرست علائم اختصاری

باز خورانی گازهای خروجی	EGR
پاشش مستقیم	DI
زمان بندی متغیر سوپاپها	VVT
نسبت تراکم	CR- r _c
آوانس جرعه	SA
سوپر شارژ	SC
نسبت هم‌ارزی	ϕ
دور در دقیقه	rpm
قبل از نقطه مرگ بالا	bTDC
بعد از نقطه مرگ بالا	aTDC
نقطه مرگ بالا تنفسی	BTDC
قله فشار کوبش (روش تشخیص کوبش)	PKP
حداکثر فشار نوسانات صافی شده (روش تشخیص کوبش)	MAPO

فصل اول:

کلیات پژوهش

1-1- مقدمه

هر موتور از مجموعه‌ای سیستم‌های مختلف تشکیل یافته است و یکی از مهم‌ترین و شاید اساسی‌ترین این سیستم‌ها که موثر در کارکرد هر موتور می‌تواند باشد، سیستم جرقه‌زنی است که در صورت تنظیم به صورت مناسب، منظم و هماهنگ با سایر سیستم‌های موثر در کارکرد موتور، این سیستم می‌تواند در رانندگی و عملکرد موتور بسیار مفید و موثر باشد. در این پایان‌نامه سعی بر این خواهد بود، در زمینه امکان کنترل مناسب و دقیق زمان‌بندی جرقه در موتور آزمایشگاهی CT300 مطالعات تئوری و کارهای عملی انجام گردد، و با توجه به اهمیت ویژه‌ی زمان زدن جرقه، سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی، جایگزین سیستم موجود گردد، تا امکان کنترل دقیق آن فراهم شود. هر چند در وضعیت موجود تنظیم زمان‌بندی جرقه نسبت به حالت اولیه موتور ارتقا یافته است، اما تغییر مکانیکی آن حین کار موتور دشوار است. با کنترل الکترونیکی پیش‌بینی می‌شود که امکان تنظیم راحت و دقیق‌تر زمان‌بندی جرقه فراهم شود.

کوبش یکی از عوامل اساسی است که بر روی توان خروجی، بازده حرارتی و عمر موتور بنزینی تاثیرگذار است، زیرا کوبش عاملی اساسی است که نسبت تراکم و بازده تنفسی را محدود می‌کند و با ایجاد موج‌های فشاری شدید و شکست لایه مرزی حرارتی، باعث تخریب موتور می‌شود. اگر بتوان به طور دقیق و خودکار در اتاق آزمایش این پدیده را تشخیص داد، می‌توان آن را با روش‌های مختلف مانند تغییر زمان‌بندی جرقه‌زنی و ... پایش کرد تا موتور در شرایط نزدیک به وقوع کوبش باشد و در عین حال وارد محدوده‌ی آن نشود. در این شرایط است که بیشترین بازده از موتور انتظار می‌رود و در عین حال، آسیبی به آن نمی‌رسد.

حال سعی بر این است با طراحی مدار الکتریکی برای کنترل زمان‌بندی جرقه موتور، متناسب با قدرت و توان مورد نیاز، ساخت و نصب بر روی موتور، برای مطالعه تاثیر زمان‌بندی جرقه در روی کوبش انجام پذیرد.

1-2- اهداف پژوهش:

همان‌طور که ذکر شد سیستم جرقه یکی از سیستم‌های مهم و مؤثر در کارکرد هر موتور می‌باشد. فلذا اهداف مدنظر و ضرورت دستیابی به موارد زیر، شامل:

1- افزایش راندمان و قدرت موتور

2- استفاده‌ی بهینه از انرژی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت

3- افزایش کارایی و طول عمر موتور

4- کاهش آلاینده‌های خروجی موتور

5- کاهش هزینه‌های جاری

ایجاب می‌نماید در این خصوص تحقیقات لازم انجام گیرد. برقراری این سیستم و استفاده از یک سیستم الکتریکی علاوه بر موارد ذکر شده، به عنوان یک سیستم مدرن‌تر می‌تواند در بهبود سایر سیستم‌ها نیز مثرتر بوده و آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار دهد. اگر جرقه در زمان نامناسب رخ دهد مخلوط سوخت و هوا مناسب نبوده، و عمل احتراق به طور کامل انجام نمی‌گیرد، و این امر علاوه بر پایین آمدن قدرت موتور سبب آلودگی محیط زیست نیز می‌شود. پس برای دستیابی به قدرت بالا و استفاده مطلوب از تمام پتانسیل سوخت و جلوگیری از پدیده کوبش و بیشتر شدن طول عمر موتور، جرقه باید در زمانی بسیار دقیق و حساب شده انجام پذیرد، چون یک تاخیر کوچک در زمان شروع جرقه موجب تاخیر در عمل احتراق شده و افزایش فشار درون سیلندر را در پی خواهد داشت. چنانچه جرقه دقیقاً در زمان

رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالا و در انتهای کورس تراکم واقع شود، پیستون مقداری از مسیر خود را در کورس قدرت به سمت پایین طی کرده است قبل از آنکه فشار ناشی از انفجار به آن نیرویی وارد کند، که این باعث پایین آمدن راندمان موتور می‌شود.

1-3- ضرورت و اهمیت پژوهش:

با آوانس کردن زمان جرقه، فشار به حداکثر افزایش می‌یابد و در نتیجه دمای کلی داخل سیلندر زیاد می‌شود. از سوی دیگر فشار و دمای ناحیه نسوخته در لحظه آغاز و همچنین طول کلی دوره احتراق، کمتر می‌شود. در واقع، در اثر زمان‌بندی جرقه، اثری دوسویه مشاهده می‌شود که با افزایش آوانس جرقه در محدوده‌ی مشخصی تمایل موتور به کوبش بیشتر می‌شود. در حقیقت کنترل آوانس جرقه یکی از مهم‌ترین عوامل کنترلی برای عملکرد موتور دور از حالت کوبش می‌باشد. با تغییر شرایط محیطی و به تبع آن افزایش تغییرات دمای مخلوط ورودی به موتور، تمایل به بروز کوبش به شکل قابل توجهی افزایش می‌یابد، که می‌توان با تغییر زمان جرقه‌زنی بروز کوبش را در موتور به راحتی کنترل کرد. کوبش به عنوان عامل اصلی محدود کننده برای افزایش نسبت تراکم در موتورهای اشتعال جرقه‌ای محسوب می‌شود و یکی از چالش‌های عمده پیش روی فعالان این عرصه، عدم امکان افزایش نسبت تراکم با هدف افزایش بازده حرارتی به دلیل وقوع کوبش در این موتورها می‌باشد. تعیین دقیق محدوده‌های وقوع کوبش نیازمند در نظر گرفتن مدل‌سازی‌های پیچیده بوده و ضروری است طراحی موتور به گونه‌ای انجام پذیرد که این نواحی به طور دقیق مشخص گردد، در غیر این صورت طراحان و سازندگان به ناچار توان خروجی را فدای خطر ایجاد پدیده کوبش نموده و شرایط کارکرد موتور را خیلی دور از حد مرزی کوبش قرار می‌دهند.

در حال حاضر رایج‌ترین تئوری پذیرفته شده در مورد کوبش، خود اشتعالی در گازهای نسوخته است. گازهای نسوخته شامل مخلوطی از سوخت، هوا و گازهای باقی مانده از سیکل قبل در مقابل پیشانی شعله می‌باشد.

متغیرهایی که وقوع خود اشتعالی در ناحیه گازهای نسوخته را کنترل می‌کنند، به طور کلی شامل دما و فشار ورودی، نسبت تراکم، زمان بندی جرقه و نسبت هم‌ارزی می‌باشد که در این پایان‌نامه تاثیر زمان بندی جرقه بر زمان و شدت وقوع کوبش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1-4- پیشینه‌ی تحقیق

مواردی که در زیر به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود مرور مختصری بر تحقیقات صورت گرفته در زمینه زمان بندی پاشش، تغییرات سیکلی، کوبش در موتورهای اشتعال جرقه‌ای و ترکیب سوخت است، که در هر یک از آن‌ها ضمن معرفی تحقیق انجام شده به بیان نتایج ارائه شده و مهم‌ترین دستاوردهای آن تحقیق اشاره می‌شود. بررسی زمان بهینه پاشش هر چند از جمله اهداف این پایان‌نامه نیست اما بررسی آن به جهت تعیین زمان پاشش بهینه در این موتور ضروری به نظر می‌رسد و طی دیگر آزمایشات از این نتیجه به عنوان یک موقعیت ثابت و بهینه استفاده شده است. همچنین بررسی تغییرات سیکلی و کوبش به جهت تعیین آوانس جرقه‌ای که در آن کوبش رخ می‌دهد ضروری است.

ژن¹ و همکاران (2011) در یک بررسی و تجزیه و تحلیل کلی کوبش روی موتور به این نتیجه رسیده‌اند که پدیده کوبش در موتورهای اشتعال جرقه‌ای، نرمال است که می‌تواند عملکرد موتور و کارایی گرمایی را محدود کند. همچنین می‌تواند منجر به آسیب شدید و دایمی موتور تحت شرایط معینی گردد. در این بررسی سه مدل ریاضیاتی که می‌تواند کوبش موتور را پیش‌بینی کند ارائه شده است.

1- Zhen

قاضی کریم^۱ و همکاران (2003) بر روی کوبش در موتورهای اشتعال جرقه‌ای هیدروژنی بررسی - هایی انجام داده‌اند. در کاربردهای موتور، آغاز کوبش یکی از محدودیت‌های ابتدایی است که نیاز به تحت کنترل قرار گرفتن دارد، طوری که از میزان بروز آن جلوگیری کرده و برترین عملکرد بدست آید. در بررسی موتور با سوخت هیدروژنی، تاثیر تغییرات در متغیرهای کلیدی حاصل مانند نسبت تراکم، دمای شعله و زمان‌بندی جرقه در نسبت‌های معادل محدود کننده کوبش هم به لحاظ آنالیزی و هم آزمایشی به وجود می‌آیند. برخی فاکتورهای مطرح شده‌ی دیگر، شامل موارد زیر می‌باشد:

1- بهینه سازی زمان‌بندی جرقه برای بازده نیروی خروجی ماکزیمم و برای اجتناب از کوبش،

2- زمانی که مقادیر و کارایی بالای گرما را حفظ می‌کند.

قاضی کریم و همکاران (2003) بر روی کوبش در موتورهای اشتعال جرقه‌ای با سوخت گاز بررسی‌هایی انجام داده‌اند. نتایج حاکی از آن است که انگیزه‌ی زیادی برای به کارگیری سوخت‌های گازی در موتورهای اشتعال جرقه‌ای چه برای کاربردهای ایستا و ثابت و چه کاربردهای خودرویی و موتوری به دلیل بسیاری از ویژگی‌های مثبت اقتصادی، محیطی و فنی مرتبط با کاربرد و استفاده آنها وجود دارد. از این رو، پدیده کوبش یک مانع برجسته برای دستیابی به حداکثر عملکرد موتور می‌شود. نتایج آزمایش‌ها نشان دهنده‌ی این می‌باشد که تعدادی از سوخت‌های گازی که شامل متان، هیدروژن، پروپان و مونواکسید کربن و مخلوط‌های آنها هستند با سوخت‌های مایع ترکیب شوند.

ناکامورا^۲ و همکاران (1987) بر روی کشف و ردیابی فرکانس بالاتر برای بهبود قابلیت کنترل

کوبش، تحقیقاتی انجام داده‌اند که نتایج حاصل، این می‌باشد که یک سیستم کنترل کوبش KCS با حسگر لرزشی در قطعات موتور برای اصلاح و بهبود نسبت سیگنال کوبش نصب شده است. از تجزیه و تحلیل‌های فشار سیلندر و صدای لرزش قطعات موتور ملاحظه می‌شود که صدای کمتری در فرکانس دوم کوبش ایجاد می‌شود.

1- Karim

2- Nakamura

اسپیچر^۱ و همکاران (2006) بر روی طرز عمل موتورهای SI، تحلیل ترمودینامیکی محل‌های شروع کوبش و شدت کوبش، مطالعاتی انجام داده‌اند که یک تعریف کلی و شاخص برداری برای ارزیابی رفتارهای مختلف موتور ارائه شده است. محل‌های شروع کوبش، توسط فعال کننده‌ی فشار پیزورسیستيو تعیین شده و فیبر نوری، در موتور اجرایی امتحان می‌شود. شرایط ترمودینامیکی در محل‌های شروع کوبش توسط محاسبات CFD تعیین می‌شود، بنابراین تمرکز سوخت محلی، درجه حرارت ترکیبی و تمرکز گاز باقی مانده مورد بررسی قرار گرفته است. این شرایط ترمودینامیکی محاسبه شده در محاسبه حجم یک مرکز حرارت زا برای ایجاد حداکثر دامنه‌های فشار اندازه‌گیری شده استفاده می‌شوند.

لی^۲ و همکاران (۲۰۱۰) به مطالعه اثر زمان پاشش سوخت و زمان زدن جرعه بر روی عملکرد و کسر گازهای خروجی یک موتور چهار سیلندر با امکان پاشش مستقیم سوخت به درون سیلندر برای سوخت متانول پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که برای چنین موتوری یک نقطه بهینه برای زمان پاشش و آوانس جرعه وجود دارد. در نقاط بهینه پاشش سوخت و آوانس جرعه، تاخیر در اشتعال مخلوط کمتر شده، تغییرات سیکلی کاهش پیدا کرده، توان خروجی و انرژی آزاد شده مخلوط افزایش یافته و کسر آلاینده‌های خروجی در شرایط بهتری قرار می‌گیرد.

موری^۳ و سرس^۴ (۲۰۱۰) در یک مطالعه جامع بر روی یک موتور چهار سیلندر در نسبت‌های فقیر سوخت و هوا، تاثیر زمان‌بندی جرعه، زمان‌بندی پاشش سوخت و نسبت هم‌ارزی را روی تغییرات سیکلی سه متغیر فشار موثر متوسط، حداکثر دمای گازهای خروجی و دمای متوسط گازهای خروجی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها در این بررسی نشان دادند که با افزایش هوای اضافی موتور (کاهش نسبت هم‌ارزی) تغییرات سیکلی افزایش می‌یابد، همچنین با دور شدن زمان‌بندی جرعه از نقطه مرگ بالا

1- Spicher
2- Li
3- Morey
4- Seers

تغییرات سیکلی حداکثر دمای گازهای خروجی و دمای متوسط گازهای خروجی روند کاهشی دارد اما تغییرات سیکلی فشار موثر متوسط در چنین شرایطی دارای یک نقطه کمینه است.

فان^۱ و لی (۲۰۱۳) به مطالعه احتراق و کسر گازهای خروجی در اولین سیکل‌های راه‌اندازی موتور در شرایط سرد یک موتور بنزین سوز با امکان پاشش سوخت مستقیم دو مرحله‌ای پرداختند. آن‌ها نشان دادند که زمان بهینه‌ی جرقه سبب کاهش آلاینده‌های خروجی و بهبود احتراق در داخل سیلندر می‌شود. همچنین افزایش فشار تزریق سوخت هر چند سبب بهبود راه‌اندازی موتور می‌شود اما کسر هیدروکربن نسوخته را افزایش داده و در مقابل کسر اکسیدهای نیتروژن خروجی را کاهش می‌دهد.

ونگوپال^۲ و رامش^۳ (۲۰۱۴) به مطالعه اثر زمان پاشش در مانیفولد ورودی در یک موتور اشتعال جرقه‌ای که با دو سوخت بنزین و بوتانول کار می‌کرد، پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در وضعیت دریچه گاز ۶۰ و ۲۵ درصد برای کاهش کسر هیدروکربن‌های نسوخته بهتر است که پاشش سوخت قبل از باز شدن سوپاپ ورودی تمام شود. همچنین بهتر است پاشش بوتانول قبل از بنزین صورت گیرد تا تاثیر مطلوب‌تری بر روی هیدروکربن نسوخته و منواکسید کربن داشته باشد.

کاکایی و موحد (۱۳۸۸) به توسعه و ارزیابی روش‌های تشخیص کوبش با استفاده از تغییرات منحنی فشار درون سیلندر در یک موتور چهار سیلندر پرخورانی شده با نسبت تراکم ۹/۹ پرداختند. آن‌ها طی یک بررسی جامع به مطالعه روش‌های گوناگون تشخیص شدت کوبش، ارزیابی وقوع کوبش و تعیین بسامد کوبش پرداختند. آن‌ها ۱۲ روش مختلف تشخیص کوبش را بر روی داده‌های فشار درون سیلندر و تغییرات آوانس جرقه در شرایط ثابت به کار بردند و به کمک این نتایج به تحلیل کیفیت هر روش پرداختند. آن‌ها دریافتند که سه روش مشتق سوم منحنی فشار، بیشترین فشار منحنی صافی شده فشار سیلندر و حذف میانگین منحنی فشار از بهترین روش‌های تشخیص کوبش‌اند. ملاک انتخاب آن‌ها

1- Fan

2-Venugopal

3-Ramesh

Family name: Nooshirvani	Name: Siyavash
Title of Thesis : Study of Spark Timing Effect on the Knock Occurrence in a CT300 Engine by Improving the System of Spark Timing	
Supervisor: Ebrahim Abdi Aghdam Advisor: Mohammad Reza Ranjbar	
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Mechanical Engineering	Specialty: Energy Conversion
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Engineering
Graduation date: 2014/9/16	Number of pages: 131
<p>Abstract: One of the important systems in engine operation is the spark of the system. Ignition must be carefully coordinated with other engine components. Ignition timing influence on engine performance parameters such as brake power, fuel consumption, maximum cylinder pressure and the amount of discharged pollutants. In the present work we used single-cylinder research engine and related parts for the practical results ,in order to investigate the effect of ignition timing on a knock for the single-powered engine (petrol), in perfect bar conditions, the compression ratio were used 8/14 and 9, the equivalence ratio 0/85 and 0/95 and engine speed 1800 rpm. In this study, the spark advance as a factor in the onset of knock is used for all modes. Experimental data have been recorded for the two equivalence ratio (0/85 and 0/95) two compression ratio (8/14 and 9). Change in the compression ratio from 8 to 9 reduce degrees of ignition knock from 5 to 10. With the increase of peak cylinder pressure increased ignition timing advance. Equivalence ratio greater than compression ratio increases the impact of the knock. By increasing the spark advance reduced the amount of unburned hydrocarbons. The shift in the equivalence ratio of 0/95 is more intuitive. With increasing the equivalence ratio increased the amounts of monoxide carbon.</p>	
Keywords: Knock, Fuel Compound, Spark ignition Engine, Spark Timing	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Engineering

Department of Mechanical Engineering

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Mechanical Engineering- Energy Conversion**

Title:

**Study of Spark Timing Effect on the Knock Occurrence in a CT300
Engine by Improving the System of Spark Timing**

Supervisor:

Ebrahim Abdi Aghdam (Ph. D)

Advisor:

Mohammad Reza Ranjbar (M.Sc.)

By:

Siyavash Nooshirvani

September – 2014