



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc."
مهندسی مواد-شناسایی و انتخاب مواد فلزی

عنوان :

بررسی تاثیر پوشش های مختلف بر رفتار سایشی
رینگ پیستون

استاد راهنما :

نگارش:

فهرست مطالب

چکیده ۱

مقدمه ۲

فصل اول: کلیات

۱-۱- اهمیت اقتصادی کاهش میزان سایش در رینگ پیستون ۶

فصل دوم: رینگ پیستون

۱-۲- نقش رینگ پیستون ۹

۲-۲- اهمیت تریبولوژی در رینگ پیستون ۱۱

۲-۳- مواد مورد استفاده در ساخت رینگ های پیستون ۱۲

۲-۴- مواد مورد استفاده در پوشهای سیلندر ۱۵

فصل سوم: روشهای پوشش دهی

۳-۱- نیتراسیون پلاسمایی ۱۸

۳-۲- آبکاری کروم سخت ۲۱

۳-۳- پوششهای الکترولس ۲۲

۳-۴- فسفات کردن ۲۳

۳-۵- روشهای پوشش دهی در خلاء ۲۴

۳-۵-۱- رسوب دهی در خلاء ۲۴

۳-۵-۲- اتم پاشی ۲۵

۳-۵-۳- آبکاری یونی ۲۶

۳-۵-۴- رسوب دادن بخار بطور شیمیایی ۲۷

۳-۶- پاشش حرارتی ۲۸

۳-۶-۱- پاشش شعله ای ۲۹

۳-۶-۲- پاشش قوس الکتریکی ۳۱

۳-۶-۳- پاشش پلاسمایی ۳۱

فصل چهارم: روانکاری

۴-۱- مقدمه ۳۵

- ۳۶..... ۲-۴- رژییم های روانکاری
- ۳۹..... ۳-۴- منحنی استریک
- ۴۱..... ۴-۴- رژییم های روانکاری در رینگهای پیستون

فصل پنجم : سایش

- ۴۸..... ۱-۵- مکانیزمهای سایش
- ۵۰..... ۲-۵- سایش چسبنده
- ۵۳..... ۳-۵- سایش ساینده
- ۵۶..... ۴-۵- سایش در اثر خستگی مکانیکی سطح ساییده شده
- ۵۷..... ۵-۵- انتخاب مواد در کاربردهای سایش لغزشی

فصل ششم: بررسی سایش در پوشش های مختلف رینگ پیستون

- ۶۰..... ۱-۶- مقدمه
- ۶۳..... ۲-۶- پوشش Ti-TiN با تکنیک اتم پاشی مگنترون
- ۶۶..... ۳-۶- پوشش PVD چند لایه Ti-TiN
- ۷۴..... ۴-۶- پوشش پلاسمانیتزیده شده
- ۷۶..... ۵-۶- پوشش های الکترولس Ni-P و Ni-P/SiC
- ۷۹..... ۱-۵-۶- تاثیر استحکام بخشی پوشش رسوبدهی شده به روش الکترولس
- ۸۰..... ۲-۵-۶- خواص اصطکاکی پوشش ها
- ۸۲..... ۳-۵-۶- مقاومت سایشی پوشش های انجام شده روی چدن

فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۸۶..... نتیجه گیری
- ۸۷..... پیشنهادات

منابع و مآخذ

- ۸۸..... فهرست منابع فارسی
- ۸۸..... فهرست منابع لاتین
- ۹۱..... چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

- جدول ۱-۲: چدنه‌های مورد استفاده در ساخت رینگ پیستون..... ۱۳
- جدول ۱-۴: مقادیر نمونه از خواص فیلم..... ۴۰
- جدول ۲-۴: رژیم‌های روانکاری غالب در هر مد..... ۴۳
- جدول ۱-۶: زمان رسوب دهی تک لایه برحسب تعداد لایه‌های مختلف..... ۶۴
- جدول ۲-۶: خواص پوشش‌های چند لایه..... ۶۵
- جدول ۳-۶: کاهش وزن بعد از تست سایش شبیه سازی شده..... ۶۵
- جدول ۴-۶: شرایط ایجاد پوشش چند لایه به وسیله رسوبدهی بخار به طور فیزیکی..... ۶۹
- جدول ۵-۶: زبری سطح Ra و ضریب اصطکاک چدن و پوشش‌های سطحی آن..... ۸۱

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱: خلاصه‌ای از متدهای موجود در مهندسی سطح ۵
- شکل ۱-۲: موقعیت رینگها بر روی پیستون ۱۰
- شکل ۱-۳: ضخامتهای نمونه مورد استفاده در عملیات سطحی و پوشش دهی ۱۸
- شکل ۲-۳: ساختار پوشش نیتریدی بر روی فولاد ۲۰
- شکل ۳-۳: تجهیزات فرایند رسوب دهی در خلاء به کمک پرتو الکترونی ۲۵
- شکل ۴-۳: شماتیک اتم پاشی ۲۶
- شکل ۵-۳: اساس آبرکاری یونی ۲۸
- شکل ۶-۳: اجزای کلیدی در یک سیستم CVD ۲۹
- شکل ۷-۳: مقطع تفنگ پاشش شعله ای ۳۰
- شکل ۸-۳: مقایسه سایش پوششهای کروم سخت و مولیبدنی ۳۰
- شکل ۹-۳: دستگاه پاشش قوس الکتریکی ۳۱
- شکل ۱۰-۳: تفنگ مورد استفاده در پاشش plasma-arc ۳۲
- شکل ۱-۴: مدهای مختلف روانکاری ۳۷
- شکل ۲-۴: منحنی استریک ۴۰
- شکل ۳-۴: دیاگرام استریک اصلاح شده ۴۱
- شکل ۴-۴: مدهای اصطکاکی رینگهای پیستون و سرعت لحظه ای پیستون ۴۴
- شکل ۵-۴: رابطه $\mu\omega/p$ و ضریب اصطکاک f_c در میانه کورس ۴۴
- شکل ۶-۴: رابطه $\mu\omega/p$ و ضریب اصطکاک f_d در نزدیکی نقاط مرگ ۴۵
- شکل ۷-۴: مدهای اصطکاکی برآورد شده (SAE 5w/30) ۴۶
- شکل ۱-۵: ارتباط بین مکانیزمهای مختلف سایش و علل فیزیکی آنها ۴۹

- شکل ۵-۲: اثر سختی و ساختمان کریستالی فلزات بر تمایل به سایش چسبنده ۵۲
- شکل ۵-۳: مکانیزمهای مختلف سایش ساییده ۵۴
- شکل ۵-۴: رابطه بین سرعت های سایش و سختی ماده ساییده شده ۵۵
- شکل ۶-۱: مقایسه سایش رینگ پیستون و بوش سیلندر ۶۱
- شکل ۶-۲: مقاومت Scuffing پوشش ها و عملیات سطحی ۶۲
- شکل ۶-۳: مقایسه تلفات وزنی ناشی از سایش ۶۶
- شکل ۶-۴: حذف سایش با استفاده از پوشش PVD ۶۷
- شکل ۶-۵: آرایش خوشه های رینگ پیستون در محفظه خلا در حین رسوب دهی پوشش با استفاده از تبخیر قوسی تقویت شده با بمباران یونی ۶۸
- شکل ۶-۶: نتایج تستهای سایش رینگهای پیستون موتور اسکوتر ۷۰
- شکل ۶-۷: میکروگرافهای روبشی الکترون سطوح ساییده شده ۷۳
- شکل ۶-۸: مقاومت سایشی در تست Scuffing ۷۶
- شکل ۶-۹: ابعاد نمونه ها و فرم تماس در تست های سایش ۷۹
- شکل ۶-۱۰: ریز سختی در مقابل درجه حرارت گرم کردن ۸۰
- شکل ۶-۱۱: منحنی های زبری سطح پوشش های اعمالی بر روی چدن ۸۱
- شکل ۶-۱۲: حجم سایش و زمان اصطکاک برای پوشش های اعمالی ۸۳
- شکل ۶-۱۳: تغییرات مقاومت سایشی پوشش ها در مقابل جنس سطح مقابل ۸۴
- شکل ۶-۱۴: اثر درجه حرارت عملیات بر روی مقاومت سایشی پوشش ها ۸۴

چکیده

رینگ پیستون وسیله آب بندی مکانیکی مورد استفاده در موتورهای احتراق داخلی می باشد . اگرچه رفتار سایشی پوشش های متنوع اعمالی بر روی رینگ های پیستون به صورت موردی توسط محققان زیادی مورد بررسی قرار گرفته است، لیکن تحقیقات اندکی به منظور مقایسه و بررسی کلی پوشش ها انجام شده است. در این تحقیق، تاثیر پوشش های مختلف بر رفتار سایشی رینگ پیستون مورد مطالعه قرار گرفته است.

در گذشته پوشش کرم سخت متداولترین پوشش اعمالی بر روی رینگ های پیستون بود. در سالهای اخیر این پوشش با رینگ های فولادی نیتريده شده جایگزین شده است. همچنین آبکاری کامپوزیت $NiP-Si_3N_4$ و TiN یا Cr_2N رسوب بخاردهی شده به روش فیزیکی PVD نیز در سطوح رینگ های پیستون اعمال می شود. نتایج تست های سایش بهبود چشمگیری که با بکاربردن این پوشش ها حاصل می شود را نشان می دهد. از دیگر پوشش های اعمالی می توان به $Ti-TiN$ اشاره نمود. در این نوع پوشش، با افزایش تعداد لایه ها تلفات سایشی رینگ و نیز سیلندر مقابل آن کاهش می یابد. بطوریکه حتی یک پوشش سه لایه $Ti-TiN$ نیز از نظر تلفات سایشی شرایط بهتری از رینگ های آبکاری کروم و رینگ های فسفات را دارا می باشد. پوشش های الکترولس آلیاژ $Ni-P$ و کامپوزیت $Ni-P/SiC$ نیز استفاده شده اند . نتایج تستهای سایش بیانگر آن است که مقاومت سایشی پوشش $Ni-P$ بهتر از چدن و پوشش فسفات بوده ولی ضعیفتر از پوشش $Ni-P/SiC$ و نیز آبکاری با کروم می باشد.

مقدمه

در یک موتور احتراق داخلی، مجموعه پیستون بیشترین نقش را در مکانیزم تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به کار مکانیکی ایفا می نماید. در طی چند دهه گذشته، رفتار تریبولوژیکی سطوح تماسی حاصل از بدنه پیستون، رینگ های پیستون و جداره سیلندر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. در این بین، رینگ های پیستون بعنوان پیچیده ترین قطعات تریبولوژیکی موتور با تاثیر گذاری بر بازه موتور، مصرف سوخت و روغن و نیز انتشار آلاینده های مضر در چگونگی عملکرد موتورهای احتراق داخلی نقش بسزایی دارند. حجم بالای مقالات چاپ شده در این رابطه نشان دهنده اهمیت این موضوع می باشد.

بطور خلاصه موارد زیر از رینگ های پیستون انتظار می رود:

۱- اصطکاک پایین به منظور بدست آوردن نرخ بازده بالا

۲- سایش کم رینگ ها به منظور اطمینان از عمر کاری طولانی مدت

۳- سایش پایین جداره سیلندر به منظور حفظ بافت سطحی

۴- ایجاد حداقل آلودگی با محدود کردن جریان روغن به محفظه احتراق

۵- حداکثر قابلیت آب بندی به منظور حصول نرخ بازه عالی

۶- مقاومت مطلوب در برابر خستگی های حرارتی و مکانیکی

مدهاست که سطوح رینگ های پیستون به منظور کاهش سایش و نیز اصطکاک پوشش دهی می شوند. پوشش های سطحی و تکنیک های عملیات حرارتی بطور پیوسته در حال گسترش یافتن بوده و هر از چند گاه خانواده های جدیدی از پوشش ها به بازار معرفی می شوند.

بهبود خواص سایشی مجموعه رینگ پیستون-سیلندر می تواند سبب افزایش عمر کاری و نیز کاهش هزینه های تعویض و سرویس و نگهداری موتور گردد.