

درخواست تصویب موضوع پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته: مهندسی مکانیک – گرایش طراحی کاربردی

تحصیلات تکمیلی دانشگاه بناب

عنوان پایان نامه:

عنوان فارسی: تعیین مشخصه‌های فنر مکانیزم بادامک پیرو در موتور احتراق داخلی به کد تجاری XU7JPL3 و طراحی مجدد برای میل بادامک اصلاحی در شرایط واقعی کار.

عنوان انگلیسی:

Determining the characteristics of the spring and the cam-follower mechanism in an internal combustion engine with the commercial code XU7JPL3 and redesigning for a modified camshaft under real working condition .

استاد راهنما: دکتر جمال دباغ

استاد مشاور: دکتر بابک عبازاده

پژوهشگر: میلاد علیپور

تاریخ ارائه: ۱۴۰۳/۶/۳۱

فهرست مطالب

الف) چکیده.....	۳
ب) بیان مسئله.....	۴
ج) سوالات تحقیق.....	۵
د) فرضیات تحقیق.....	۵
ه) بررسی منابع	۶
و) مواد و روشها	۶
ز) نتایج مورد انتظار	۷
ح) معیار ارزیابی موفقیت	۸
ط) برنامه زمانبندی انجام پایان نامه	۱۰
ی) منابع و مأخذ	۱۱
ک) واژه نامه	۱۲

الف) چکیده : این تحقیق به بررسی و بهینه‌سازی طراحی فنر سوپاپ موتور اصلاحی XU7JPL3 با هدف افزایش پایداری عملکرد فنر در دورهای بالا و کاهش خستگی آن در طول کارکرد طولانی مدت می‌پردازد. فنرهای سوپاپ در موتورهای احتراق داخلی تحت بارگذاری‌های دینامیکی شدید و تغییرات سریع فشار قرار می‌گیرند که می‌تواند منجر به کاهش عمر مفید، خستگی و شکست زود هنگام آن‌ها شود.

در این پژوهش، اصلاحاتی در طراحی فنر برای موتور اصلاحی XU7JPL3 اعمال می‌شود تا پایداری سوپاپ در دورهای بالا افزایش یابد و اثرات ناشی از تنش‌های زیاد، خستگی و پرش بادامک از پیرو کاهش یابد.

اصلاحات طراحی شامل بهینه‌سازی هندسه فنر، انتخاب مواد با ویژگی‌های مکانیکی مناسب و افزایش توانایی دمپینگ به‌منظور کاهش ارتعاشات ناخواسته می‌باشد که تحلیل‌های عددی با استفاده از نرم‌افزارهای سالی‌دورک و انسیس به ارزیابی تأثیر این اصلاحات بر پارامترهایی مانند تنش، کرنش و عمر مفید فنر خواهد پرداخت و به کمک نتایج می‌توان بهبود پایداری و عملکرد فنر در دورهای بالا را به تایید رساند و عمر کارکرد مفید آن را افزایش داد.

کلمات کلیدی: طراحی فنر ، پایداری در دورهای بالا، تحلیل عددی، بارگذاری دینامیکی، موتور اصلاحی XU7JPL3.

ب) بیان مسئله:

یکی از چالش‌های اساسی در طراحی و عملکرد فنرهای سوپاپ در موتورهای احتراق داخلی، مشکلات دینامیکی در شرایط کاری خاص می‌باشد. این مشکلات می‌تواند تأثیرات زیادی بر عملکرد و عمر قطعات موتور داشته باشند و از جمله این مشکلات می‌توان به پدیده‌های ناپایداری مانند "پرش سوپاپ" و کاهش عملکرد موتور در دورهای بالا اشاره کرد.

در دورهای بالا، فنر سوپاپ ممکن است در معرض اثراتی همچون کاهش پایداری سوپاپ، افزایش تنش‌ها و خستگی قرار گیرد که در نهایت موجب خرابی فنر و کاهش عمر مفید موتور می‌شود [۱]. این پدیده‌ها می‌توانند در کنار فشارهای مکانیکی اضافی موجب آسیب به قطعات دیگر مکانیزم، از جمله بادامک، پیرو و سایر اجزای مکانیزم گردد.

یکی از اهداف مهم در طراحی سیستم سوپاپ، به ویژه در موتورهای با عملکرد بالا، افزایش عمر قطعاتی مانند فنرهای سوپاپ، بادامک‌ها و پیروها می‌باشد که این قطعات تحت بارهای مکانیکی شدید و سرعت‌های بالا قرار دارند و به‌طور مداوم تحت تأثیر تنش‌های دینامیکی قرار می‌گیرند. از این رو، بهینه‌سازی طراحی این قطعات و اصلاح ویژگی‌های مکانیکی آن‌ها برای جلوگیری از آسیب و متقابلاً افزایش عمر مفید آن‌ها بسیار ضروری می‌باشد. به‌ویژه، بادامک‌های پیرو که به‌طور مستقیم در تعامل با فنرها هستند، ممکن است تحت تأثیر نوسانات دینامیکی قرار گیرند که می‌تواند باعث کاهش دقت در عملکرد سوپاپ‌ها و نهایتاً کاهش کارایی موتور شود [۲].

طراحی‌های پیشرفته‌ای مانند اصلاح هندسه فنر، بادامک و پیرو می‌تواند به کاهش تنش‌های غیرضروری و بهبود عملکرد این قطعات کمک کند؛ که استفاده از مواد با ویژگی‌های بهبود یافته مانند مواد مقاوم به خستگی، افزایش استحکام و کاهش اصطکاک می‌تواند به افزایش عمر قطعات و عملکرد بهتر موتور کمک کند [۳].

در این راستا، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مانند SolidWorks و ANSYS می‌تواند به تحلیل دقیق رفتار دینامیکی فنر، بادامک و پیرو در شرایط مختلف کاری و شبیه‌سازی تأثیر تغییرات طراحی

بر عملکرد آن‌ها کمک کند. این ابزارها قادر به پیش‌بینی تغییرات در خواص مکانیکی و دینامیکی قطعات تحت بارهای متغیر و شبیه‌سازی رفتار آن‌ها در شرایط دور بالا هستند [۴].

ج) سوالات تحقیق:

۱. ویژگی‌های هندسی فنر سوپاپ چگونه می‌تواند بر پایداری و عملکرد سوپاپ‌ها در دورهای بالا تأثیر بگذارد؟

۲. آیا اصلاحات در هندسه فنر سوپاپ و بادامک پیرو چگونه می‌تواند به افزایش عمر مفید این قطعات در موتورهای دورهای بالا کمک کند؟

۳. آیا اصلاحات طراحی در فنرهای سوپاپ، بادامک‌ها و پیروها بر تحلیل دینامیکی و عملکرد سیستم سوپاپ در دورهای بالا تأثیر دارد؟

د) فرضیات تحقیق:

در این تحقیق، فرضیات ذیل برای اطمینان از حصول نتایج تحلیل و طراحی در نظر گرفته می‌شود.
- اطمینان از خواص مکانیکی و خواص خستگی مندرج در جدول برای جنس فنر.

- اطمینان از مونتاژ صحیح بادامک - پیرو.

- اطمینان از تحلیل‌های نرم‌افزاری.

- فرض می‌شود که جنس فنر همگن بوده و خواص مکانیکی آن در تمامی جهات با جداول استاندارد انطباق دارد.

ه) بررسی منابع:

در بررسی منابع مرتبط با بهبود عملکرد فنرهای سوپاپ در موتورهای احتراق داخلی، چندین تحقیق و بررسی به تحلیل و بهینه‌سازی این اجزاء پرداخته‌اند. این مقالات در زمینه‌هایی چون تحلیل خستگی، بهبود طراحی فنرها، کاهش اثرات دینامیکی در دورهای بالا و استفاده از روش‌های شبیه‌سازی برای بهینه‌سازی هندسه فنرها مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

ابراهیمی در تحقیق خود به بررسی عملکرد فنرهای سوپاپ در موتورهای با دور بالا پرداخته است و به اهمیت طراحی بهینه این فنرها در کاهش خستگی و افزایش عمر آنها اشاره می‌کند. تحقیق ایشان به استفاده از روش‌های بهینه‌سازی هندسی برای کاهش مشکلات دینامیکی و بهبود عملکرد فنرها پرداخته است [۵].

حسینی و همکاران به بررسی خستگی در فنرهای سوپاپ با استفاده از مواد جدید و طراحی بهینه پرداخته‌اند. آنها در این تحقیق به اهمیت انتخاب مواد با خواص مناسب و طراحی دقیق برای افزایش عمر فنرها در طول زمان اشاره کرده‌اند [۶].

محمودی و همکاران به تحلیل تأثیر هندسه فنر سوپاپ بر عملکرد دینامیکی موتورهای احتراق داخلی پرداخته‌اند. این تحقیق به اهمیت تنظیم هندسه فنر، از جمله تعداد حلقه‌ها و قطر مفتول، در بهبود عملکرد دینامیکی موتور در دورهای بالا و کاهش اثرات منفی سرجینگ و خستگی اشاره دارد [۷].

نیکولار و همکاران با استفاده از شبیه‌سازی‌های نرم‌افزاری ANSYS به تحلیل رفتار دینامیکی و بهینه‌سازی طراحی فنرهای سوپاپ پرداخته‌اند. آنها در این مقاله نشان داده‌اند که با به کارگیری روش‌های شبیه‌سازی می‌توان به طراحی بهینه‌ای رسید که باعث کاهش خستگی و افزایش عمر مفید فنرها در موتورهای با دور بالا می‌شود [۸].

(و) مواد و روش‌ها:

این قسمت شامل مراحل مختلفی از جمله جنس ماده فنر، مدلسازی و شبیه‌سازی می‌باشد که در ادامه به اختصار توضیح داده می‌شوند:

مواد فنر سوپاپ:

- نوع مواد برای فنر سوپاپ ثابت باقی می‌ماند و از آلیاژهای فولاد مقاوم به خستگی 50CrV6 استفاده خواهد شد.

- برای شبیه‌سازی در نرم‌افزارها، از خواص مواد موجود در پایگاه داده‌های نرم‌افزاری مانند ANSYS و SolidWorks استفاده خواهد شد.

مدل‌سازی هندسی فنر:

- طراحی مدل سه‌بعدی کل مکانیزم بادامک- پیرو و فنر سوپاپ به همراه متعلقات مرتبط در موتور XU7JPL3 در نرم‌افزار SolidWorks انجام خواهد شد.
- استخراج مشخصه‌های اولیه هندسی متعلقات سوپاپ و فنر مانند قطر مفتول، تعداد حلقه‌های فعال، تعداد حلقه‌های غیر فعال و تعداد حلقه‌های کل مورد بررسی قرار می‌گیرند و مقادیر جدید مشخصه‌های فنر مستخرج از طراحی با همان ضریب اطمینان پیشنهاد خواهد شد.

شبیه‌سازی‌های استاتیکی و دینامیکی:

- تحلیل استاتیکی برای بررسی تنش و کرنش در نرم‌افزار ANSYS استفاده خواهد شد.
- تحلیل دینامیکی برای بررسی رفتار فنر در دوره‌های بالا و تحلیل خستگی در نرم‌افزار ANSYS استفاده خواهد شد.
- بررسی تأثیر تغییرات هندسی مانند قطر مفتول و تعداد حلقه‌ها بر ویژگی‌های عملکردی فنر در دو فنر اصلاحی و موجود.

مقایسه نتایج شبیه‌سازی فنر موجود و اصلاحی (ز) نتایج مورد انتظار:

۱. بهبود عملکرد فنر سوپاپ:

- پیش‌بینی می‌شود که با تغییرات در هندسه فنر (مانند قطر مفتول و تعداد حلقه‌ها)، عملکرد فنر سوپاپ در دوره‌های بالا بهبود یابد.
- افزایش توانایی فنر در تحمل بارهای دینامیکی به ویژه در سرعت‌های بالا و کاهش اثرات منفی خستگی و جلو گیری از پرش سوپاپ.

۲. کاهش خستگی و افزایش عمر فنر:

- با تحلیل المان محدود فنر، افزایش عمر فنر و کاهش نرخ خستگی آن در طول کارکرد پیش‌بینی می‌شود.
- کاهش تنش‌های موضعی و بهبود توزیع تنش‌ها در طول فنر می‌تواند موجب کاهش خرابی‌های زود هنگام شود.

۳. پایداری در شرایط بارگذاری دینامیکی:

- در نتیجه تغییرات هندسی، پیش‌بینی می‌شود که فنر سوپاپ، عملکرد پایداری را در دوره‌های بالای موتور ارائه دهد. به‌ویژه در شرایط بارگذاری دینامیکی و سرعت‌های بالا.

۴. تأثیر تغییرات هندسی:

- تغییرات در هندسه فنر (قطر مفتول، تعداد حلقه‌ها) تأثیرات معناداری بر رفتار فنر در شرایط مختلف خواهد داشت که نتایج آن می‌تواند برای بهینه‌سازی طراحی‌ها و افزایش کارایی موتورهای احتراق داخلی مفید باشد.

ج) معیارهای ارزیابی موفقیت:

۱. بهبود پایداری عملکرد فنر در دوره‌های بالا:

- ارزیابی موفقیت با بررسی میزان پایداری سوپاپ به کمک تحلیل‌های دینامیکی اجزا در دوره‌های بالا انجام خواهد شد.

۲. کاهش خستگی و افزایش عمر فنر:

- ارزیابی موفقیت با بررسی میزان کاهش خستگی و بهبود عمر مفید فنر صورت می‌گیرد. این معیار با استفاده از شبیه‌سازی‌ها و تحلیل‌های دینامیکی در نرم‌افزار ANSYS و مقایسه نتایج قبل و بعد از اصلاح هندسی فنر اندازه‌گیری می‌شود.

۳. کاهش اثرات دینامیکی منفی:

- بررسی تأثیر تغییرات هندسی در کاهش اثرات دینامیکی مانند پرش و شناوری سوپاپ، به ویژه در سرعت‌های بالا و بارگذاری‌های دینامیکی، از معیارهای مهم ارزیابی موفقیت است.

ک) واژه نامه:

ردیف	معادل فارسی	لاتین
۱	سیستم سوپاپ	Valve Train
۲	فنر سوپاپ	Valve Spring
۳	بادامک	Cam
۴	پیرو	Follower
۵	تحلیل دینامیکی	Dynamic Analysis
۶	المان محدود	Finite Element Analysis – FEA
۷	پدیده پرش پیرو	Follower Jump
۸	تجزیه و تحلیل نیروها	Force Analysis

ط) برنامه زمان بندی انجام پایان نامه:

ردیف	مراحل انجام پژوهش	مدت زمان لازم بر حسب روز	تاریخ شروع این مرحله	تاریخ اتمام این مرحله
۱	استخراج مشخصه های فنر مربوط به فنر موجود	۳۰	۱۴۰۳/۷/۱	۱۴۰۳/۷/۳۰
۲	مدلسازی هندسی فنر موجود و استخراج نقشه اجرایی	۳۰	۱۴۰۳/۸/۱	۱۴۰۳/۸/۳۰
۳	تحلیل استاتیکی و دینامیکی مکانیزم بادامک-پیرو اصلاحی	۳۰	۱۴۰۳/۹/۱	۱۴۰۳/۹/۳۰
۴	تعیین سرعت بحرانی در مکانیزم اصلاحی	۳۰	۱۴۰۳/۱۰/۱	۱۴۰۳/۱۰/۳۰
۵	تحلیل المان محدود فنر در شرایط واقعی کار	۳۰	۱۴۰۳/۱۱/۳۰	۱۴۰۳/۱۲/۲۹
۶	جمع بندی نتایج تحقیق و مقایسه با داده های فنر موجود	۴۵	۱۴۰۴/۱/۱	۱۴۰۴/۲/۱۵
۷	آماده سازی و نگارش پایان نامه	۳۰	۱۴۰۴/۲/۱۶	۱۴۰۴/۳/۱۵
۸	مرور نهایی و اصلاحات	۱۰	۱۴۰۴/۳/۱۶	۱۴۰۴/۳/۲۵
۹	ارائه و دفاع	۲۰	۱۴۰۴/۳/۲۶	۱۴۰۴/۴/۱۵

تاریخ احتمالی دفاع: ۱۴۰۴/۴/۱۰

1. Swan, L., & Saug, J. (2000). *Valve spring surging in high-performance engines*. Journal of Automotive Engineering, 45(2), 127-134.
2. Smith, R. (2010). *Fatigue and durability in valve spring design*. International Journal of Engine Research, 23(5), 456-467.
3. Kato, M., et al. (2014). *Fatigue analysis of valve springs under high-cycle loading conditions*. Engineering Failure Analysis, 35, 345-354.
4. Zhao, S., et al. (2017). *Dynamic analysis and optimization of valve springs using finite element methods*. Journal of Mechanical Design, 139(10), 103101.
5. Ebrahimi, M. (2020). "Analysis and Optimization of Valve Spring Performance in High-RPM Internal Combustion Engines". *Journal of Mechanical Engineering of Iran*.
6. Hosseini, R., et al. (2019). "Fatigue Reduction in Valve Springs Using New Materials and Optimized Design". *Journal of Materials Engineering Research and Development*.
7. Mahmoudi, H., et al. (2021). "Effect of Valve Spring Geometry on Dynamic Performance in Internal Combustion Engines". *Journal of Mechanical Systems and Dynamics*.
8. Nikookar, S., et al. (2022). "Finite Element Analysis of Valve Springs Using ANSYS Software". *Journal of Mechanical Simulation and Analysis*.

امضاء استاد راهنما:	تاریخ:
امضاء استاد راهنما:	تاریخ:
امضاء استاد مشاور:	تاریخ:
امضاء دانشجو:	تاریخ:

ارجاع به ریاست دانشکده

احتراما موضوع پایان نامه خانم/ آقا میلاد علی پور پس از بررسی و ارائه دانشجو طبق بند
 صورتجلسه شماره.....مورخه..... به تصویب گروه رسید.

امضاء مدیر گروه

نظر شورای تحصیلی دانشکده

موضوع این پایان نامه در جلسه مورخه.....شورای تحصیلات تکمیلی و پس از بررسی طبق
 بند.....صورت جلسه شماره.....شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده به تصویب نهایی
 رسید.

امضاء رئیس دانشکده