بررسی اثر دما بر روی رفتار ارتعاشی کاور کلاچ خودروی سواری

کاظم رضاکاشی‌زاده[1*]، سارا علی‌پناه کیوی[2]

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک، باشگاه پژوهشگران جوان، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی، **دانشکده فنی حرفه‌ای دختران ولیعصر (عج) تهران**، تهران، ایران.
* Kazem.kashyzadeh@gmail.com

چکیده

در مقاله حاضر، هدف اصلی تعیین فرکانس‌های طبیعی و نیز شکل مودهای کاور کلاچ خودروی سواری پژو ۴۰۵ بوده و در نهایت بررسی میزان اثر دما بر روی رفتار ارتعاشی خودرو در مقایسه با حالت عملکردی آن می‌باشد. بدین منظور از نرم‌افزار ورک‌بنچ انسیس برای شبیه‌سازی المان محدود کاور کلاچ خودرو استفاده شده است. دوازده فرکانس طبیعی اول به همراه شکل مود متناظر با آن در دمای محیط بدست آمده است. سپس به منظور بررسی اثر دما بر روی رفتار ارتعاشی کاور کلاچ، دوازده فرکانس طبیعی سیستم در دماهای کاری مختلف (تا ۳۰۰ درجه) بدست آمده و با یکدیگر مقایسه شده است.

کلیدواژگان

کاور کلاچ، فرکانس طبیعی، رفتار ارتعاشی، اثر دما، خودروی سواری، پژو ۴۰۵

Study of the effect of temperature on the vibration behavior of automotive cover clutch

Kazem Reza Kashyzadeh [1*], Sara Alipanah Kivi[2]

1- PhD Candidate, Young Researchers and Elite Club, Semnan Branch, **Islamic Azad University**, Semnan, Iran.
2- B.Sc. Student, **Valiasr University**, Tehran, Iran.
* kazem.kashyzadeh@gmail.com

Abstract

In the present paper, the main purpose is determining of the natural frequencies and mode shapes of cover clutch of Peugeot 405. Finally, investigated effect of temperature on the vibration behavior of cover clutch by using ANSYS Workbench software. Thus, obtained first twelve natural frequencies and its mode shapes at room temperature. After that calculated first twelve natural frequencies of cover clutch at different temperatures (maximum 300C) and computed with each other.

Keywords

Clutch cover, natural frequency, vibration behavior, effect of temperature, passenger car, Peugeot 405.

۱- مقدمه

در چند سال اخیر تحولات زیادی در صنعت خودروسازی کشور صورت گرفته است که منجر به ایجاد و توسعه صنعت قطعه سازی شده است. بطوریکه امروزه قسمت اعظم خودروهای تولید داخل توسط قطعه سازان داخلی ساخته می شود. صنعت کلاچ سازی نیز متعلق به این مجموعه بوده و از آنجایی که کلاچ نقش مهمی را در زمینه نویز و ارتعاشات از طرف موتور و گیربکس و همچنین انتقال و یا جذب این ارتعاشات ایفا می‌کند، که به پارامترهای زیادی از جمله توزیع فشار (چگونگی عملکرد پدال کلاچ)، جنس ماده بکار رفته در قطعات کلاچ، ضریب اصطکاک و سرعت و .... وابسته است. از اینرو بدست آوردن فرکانس‌های طبیعی قطعات مختلف کلاچ و در نهایت یک کامل کلاچ و نیز استخراج شکل مودهای متناظر با فرکانس‌های طبیعی آن‌ها در صنایع خودروسازی و طراحی قطعات بسیار حائز اهمیت است. در این زمینه پژوهشگران فعالیت‌های کاربردی زیادی را انجام داده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد.

گیلارد و همکارانش به تحلیل دینامیکی کلاچ دمپر خودروی سواری با در نظر گرفتن پارامترهای دینامیکی تأثیرگذار بر روی فرکانس پرداختند. و در نهایت یک مدل چهار درجه آزادی را برای کلاچ، گیربکس و فلاویل پیشنهاد نمودند [۱]. تسوجیوچی و همکارانش به بررسی اثر ضریب دمپر کلاچ در حالت ایده‌آل پرداختند [۲].

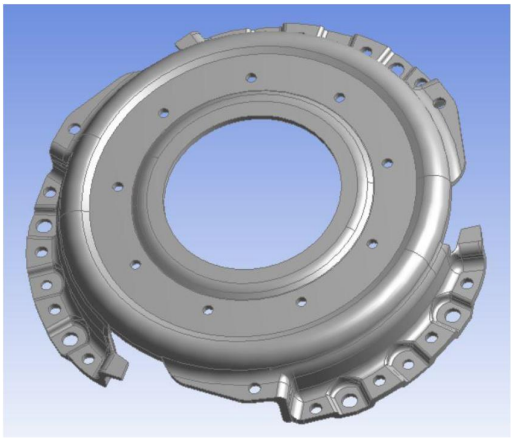
لی و همکارش به مطالعه تشدید وابسته به سرعت در طی زمان آغاز به کار پرداختند. یک مدل جدید غیرخطی از دمپر کلاچ را توسعه دادند که نتایج آن تطابق خوبی با تست‌های گذرا داشته است [۳]. عبدالله و همکارش به مطالعه تحلیل ارتعاشی دیسک کلاچ اصطکاکی با استفاده از روش المان محدود پرداختند. در پژوهش جاری، آنالیز مودال به منظور محاسبه فرکانس-های طبیعی و استخراج شکل مودهای دیسک کلاچ انجام شده است [۴].

اصفهانی و همکارانش به بررسی ارتعاشات طولی کلاچ خودرو پرداختند [۵]. شندکار و همکارش به استخراج فرکانس‌های طبیعی و شکل مودهای فنر دیافراگم کلاچ خودرو به روش المان محدود پرداختند و در نهایت نتایج را با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه نمودند [۶]. انستات و همکارش به بررسی ارتعاشات پدال کلاچ پرداخته و روش‌های مختلفی را به منظور جلوگیری از آن ارائه نمودند [۷].

۲- شبیه‌سازی المان محدود کاور کلاچ

۲-۱- مدل‌سازی هندسی

در ابتدا کاور کلاچ خودروی سواری پژو ۴۰۵ تهیه شده و سپس با استفاده از دستگاه اسکنر ۳ بعدی CMM 3D ابر نقاط سطح بیرونی کاور کلاچ بدست آمده است. در نهایت با استفاده از ابر نقاط بدست آمده، مدل واقعی کاور کلاچ خودرو در نرم‌افزار کاتیا مطابق با شکل۱ مدلسازی شده است.



شکل ۱ مدل هندسی کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵

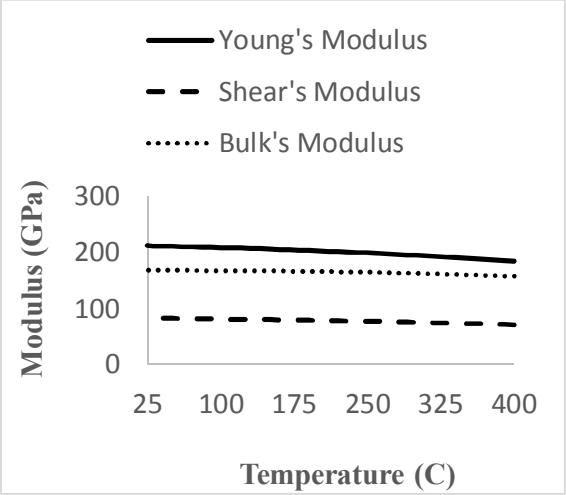
۲-۲- خصوصیات ماده

با استفاده از اطلاعات دریافتی از کارخانه سازنده [۸]، جنس کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵ از فولاد St-14 می‌باشد که مشخصات مکانیکی آن را می-توان در جدول۱ مشاهده نمود:

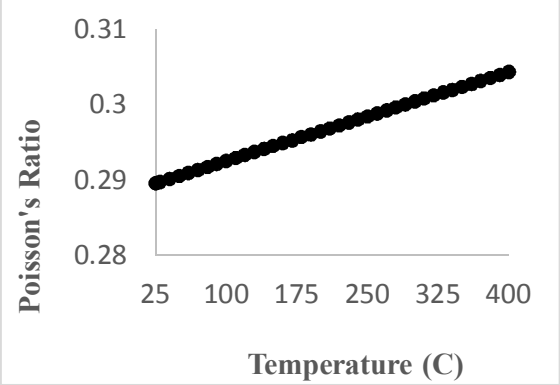
جدول ۱ مشخصات مکانیکی فولاد St-14 در دمای اتاق

تنش تسلیم	*220 MPa*
تنش نهایی کشش	270-350 MPa
سختی	50 HRB
دمای ذوب	1500 C
مدول الاستیک	200 GPa
ضریب پواسون	0.31
چگالی	7850 Kg/m3

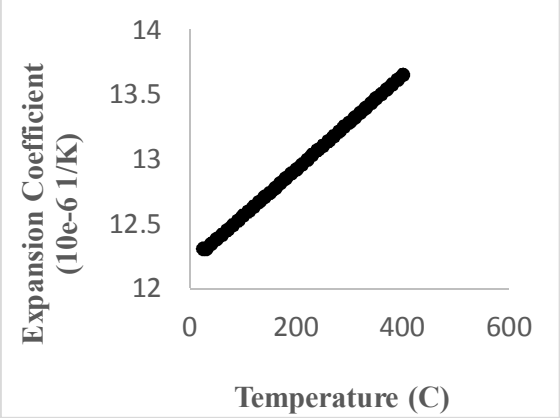
به منظور تحلیل کاور کلاچ خودرو در دماهای مختلف، لازم است تا خصوصیات ماده St-14 بر حسب دما استخراج گردد و در شبیه‌سازی از آن‌ها استفاده نمود. بنابراین در شکل۲ مدول‌های الاستیک، برشی و بالک بر حسب دما آورده شده است و ضریب پواسون نیز در شکل۳ نشان داده شده است. خواص حرارتی ماده نیز در شکل۴ قابل مشاهده است.



شکل ۲ مدول‌های مختلف ماده St-14 بر حسب دما



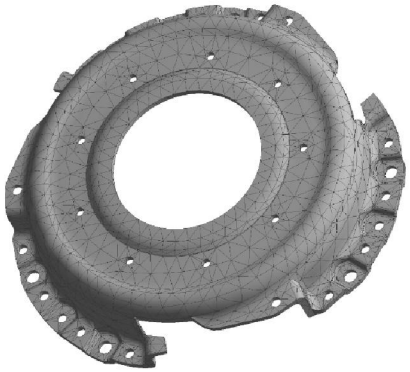
شکل ۳ ضریب پواسون ماده St-14 بر حسب دما



شکل ۴ ضریب انبساط حرارتی ماده St-14 بر حسب دما

۲-۳- شبکه‌بندی کاور کلاچ

با توجه به پیچیدگی شکل هندسی کاور کلاچ، از المان نوع Tet10 استفاده شده است. مدل شبکه‌بندی شده را با تعداد ۱۲۶۰۹ المان در شکل۵ آورده شده است.



شکل ۵ مدل المان محدود کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵ (هندسه شبکه‌بندی شده)

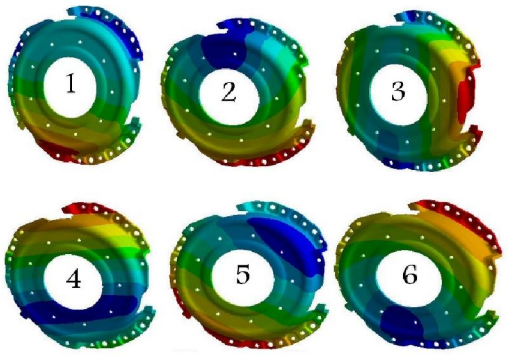
۳- نتایج و بحث

فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ و در پی آن شکل مودها بصورت کاملا آزاد (بدون قید حرکتی) با استفاده از تحلیل مودال در محیط ورک‌بنچ نرم-افزار انسیس بدست آمده است.

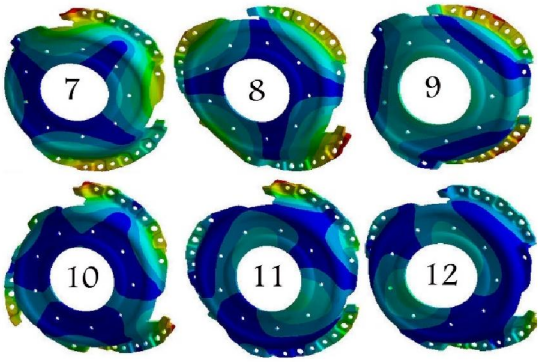
بنابراین شش فرکانس طبیعی اول قطعه برابر صفر خواهد بود. به عبارت دیگر در شش جهت که قطعه می‌تواند به راحتی و آزادانه حرکت داشته باشد، مود صلب آشکار خواهد شد. لذا به منظور بررسی رفتار ارتعاشی قطعه، ۱۲ فرکانس طبیعی اول (جدول۲) به همراه شکل مود آن‌ها (مطابق شکل۶ و شکل۷) در دمای اتاق بدست آمده است.

جدول ۲ فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵ در دمای اتاق

Number of Natural Frequencies	*Peguet-405*
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0.0027
6	0.004
7	414.765
8	415.313
9	793.867
10	971.286
11	1266.79
12	1282.68



شکل ۶ شکل مودهای متناظر با ۶ فرکانس طبیعی اول از کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵ در دمای اتاق [۹]



شکل ۷ شکل مودهای متناظر با ۶ فرکانس طبیعی دوم از کاور کلاچ خودروی پژو ۴۰۵ در دمای اتاق [۹]

به همین ترتیب فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ خودرو در دماهای کاری مختلف بدست آمده است و در جدول۳ گزارش شده است.

در ادامه به منظور بررسی میزان اثر دما بر مقدار فرکانس‌های طبیعی در کاور کلاچ، آن‌ها را بصورت مقایسه‌ای در شکل۸ آورده شده است تا بتوان درک بهتری از نتایج گزارش شده در جدول۳ داشت.

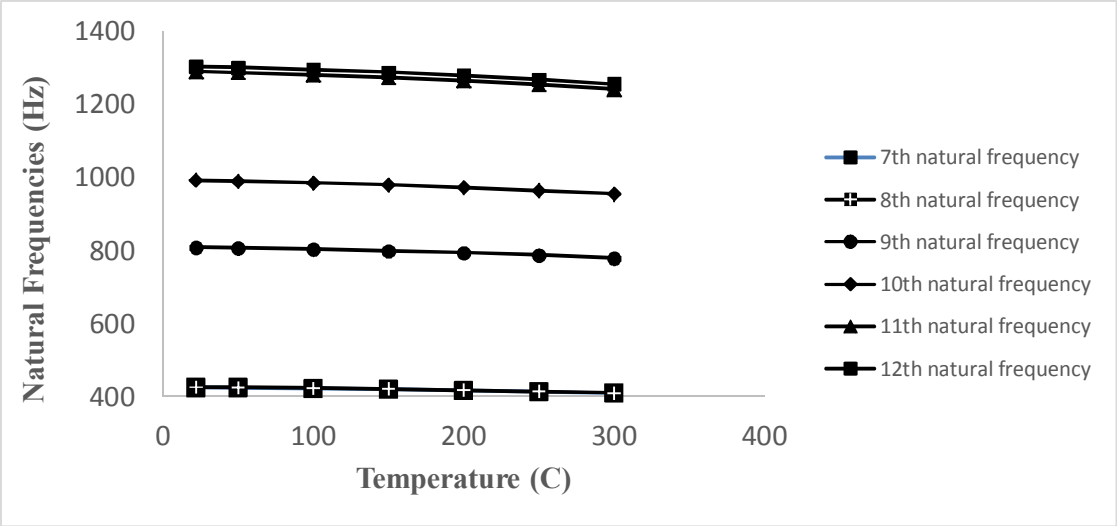
۴- نتیجه‌گیری

کاور کلاچ خودرو پژو ۴۰۵ در محیط ورک‌بنچ نرم‌افزار انسیس شبیه-سازی شده و به منظور استخراج فرکانس‌های طبیعی و شکل مودهای متناظر با آن‌ها، تحلیل مودال انجام شده است. در ادامه فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ در دماهای کاری مختلف بدست آمده است و با یکدیگر مقایسه شده است.

نتایج نشان می‌دهند که با افزایش دما، مقادیر فرکانس طبیعی نیز کاهش می‌یابند که این موضوع برای ۶ فرکانس طبیعی دوم کاور کلاچ به خوبی نشان داده شده است. از طرفی نیز فرکانس طبیعی هفتم و هشتم تقریباً برابر با یکدیگر می‌باشند و مقادیر فرکانس‌های طبیعی یازدهم و دوازدهم نیز نزدیک به هم می‌باشند. با توجه به شکل مودهای متناظر با فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ خودرو، ناحیه بحرانی در قطعه، ناحیه نشیمنگاه پیچ‌ها می‌باشد.

جدول ۳ فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ خودرو پژو ۴۰۵ در دماهای کاری مختلف

Temperature ©	*22*	*50*	*100*	*150*	*200*	*250*	*300*
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0.00163	0.00079	0	0	0	0	0
4	0.00211	0.00322	0.00126	0.00151	0	0.00144	0.00133
5	0.00363	0.00378	0.00314	0.00356	0.00376	0.00278	0.00246
6	0.00483	0.00481	0.00348	0.00391	0.00419	0.00396	0.00375
7	424.4	423.49	421.5	419.1	416.18	412.69	408.6
8	425.52	424.62	422.62	420.21	417.29	413.79	409.69
9	808.56	806.9	803.22	798.78	793.34	786.81	779.14
10	992.09	989.93	985.21	979.53	972.65	964.43	954.82
11	1289.7	1287	1281	1273.9	1265.1	1254.6	1242.3
12	1304.1	1301.1	1295.3	1288.1	1279.2	1268.6	1256.1



شکل ۸ مقایسه فرکانس‌های طبیعی کاور کلاچ خودرو پژو ۴۰۵ بر حسب دما

۵- مراجع

[1] C. L. Gaillard, R. Singh, "Dynamic analysis of automotive clutch dampers", Applied Acoustics, Vol. 60, 2000
[2] N. Tsujiuchi, T. Koizumi, N. Hara, Y. Yamakaji, K. Yamashita, "The effects of clutch damper in idling driveline rattle", EXEDY Corporation, Department of Mechanical Engineering, Doshisha University, 2012
[3] L. Li, R. Singh, "Analysis of speed dependent vibration amplification in a nonlinear driveline system using Hilbert transform", SAE, 2013
[4] O. I. Abdullah, J. Schlattmann, "Vibration analysis of the friction clutch disk using finite element method", Advances in Mechanical Engineering and its Applications, Vol. 1, No. 4, 2012
[5] R. Esfahani, A. Farshidianfar, A. Shahrjerdi, F. Mustafa, "Longitudinal Vibrations Analysis of Vehicular Clutch", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 3, No. 4, 2009
[6] K. Shendkar, V. P. Mali, "natural frequency and mode shape analysis of diaphragm spring of clutch in automobiles", International Journal of Advanced Engineering Technology, Vol. 5, No. 3, 2014
[7] A. Anstatt, C. Mohr, D. Klunder, "clutch pedal vibration-investigation and counter measures", Forum Acusticum 2005 Budapest
[8] Clutch information notebook, Shayan Sanat Company, Clutch and Automotive Industry, Tehran, Iran, 2009
[9] K. Reza Kashyzadeh, S. Alipanah Kivi, H. R. Khodami, "investigating vibration behavior of cover clutch of passenger automobiles", International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 1, Issue. 4, 2015