بهینه سازی پارامترهای سیستم تعلیق دبل ویشبون

محمد امین سعیدی1 ، شروین رسول زاده فرد2

1. استادیار، دانشکده ی مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران
2. دانشجو، مهندسی مکانیک، دانشکده ی فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

[amin\_saeedi@sru.ac.ir](mailto:amin_saeedi@sru.ac.ir)

چکیده

در اين مقاله مهم­ترين مشخصات مربوط به يك سيستم تعليق بهبود داده شد. ابتدا يك مدل كامل سيستم تعليق دبل ويشبون در نرم افزار ADAMS CAR توسعه يافت. سپس مهم­ترين پاسخهاي سيستم تعليق استخراج شدند. همچنين موقعيت نقاط اتصال اجزاي مدل تغيير يافتند. نتايج شبيه­سازي نشان مي­دهند كه بهينه سازي باعث مي­شود كه زاويه كمبر، زاويه تو و تغييرات ترك داراي عملكرد مناسبتري باشند.

**کلی**د‌واژگ**ان**

زاویه کمبر، زاویه تو، زاویه رول، سیستم تعلیق

Optimization of the Parameters of a Double Wishbone Suspension System

Mohammad Amin Saeedi1, Shervin Rasoulzadehfard2

1. Department of Mechanical Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
2. Department of Engineering, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran

[amin\_saeedi@sru.ac.ir](mailto:amin_saeedi@sru.ac.ir)

Abstract

In this paper, the most important specifications of a suspension system are improved. First, a thorough model of the double wishbone suspension system is developed in ADAMS CAR software. Next the most important responses of the suspension system are extracted. Then, the position of the hard points for the model is changed. The simulation results show that the optimization leads to the appropriate performance for the camber angle, the toe angle and track variations.

Keywords

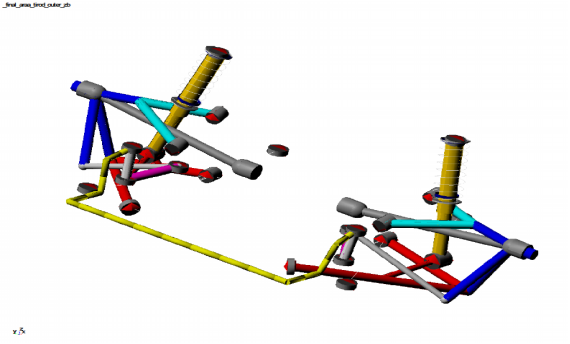
Camber angle, Toe angle, Roll angle, Suspension system.

1- مقدمه

سیستم تعلیق دبل ويشبون از جمله سیستمهای تعلیق مستقل است. در این نوع سیستمهای تعلیق، اتصال چرخ چپ به بدنه مستقل از اتصال چرخ راست به بدنه است. در اثر اعمال نیروهای زیاد تغییرشکل زیادی نباید به وجود بیاید و به طور کامل هم نباید صلب باشد بلکه باید انعطاف­پذیری وجود داشته باشد که این انعطاف­پذیری از طریق بوشهای لاستیکی که در کنترل آرمها وجود دارد به وجود مي­آيد. دراین سیستم تعلیق یک میله کششی وجود دارد که برای مهار نیروهای طولی بكار برده می­شود ]1-4[. در سر این میله کششی بوش لاستیکی وجود دارد. این سیستم تعلیق ازلحاظ سینماتیک و الاستوسینماتیک از جمله سیستمهای خوب است. طول لینک بالایی باید کوچکتر از لینک پایینی باشد که این خود مزیتی ایجاد می­کند و آنهم این است که با منفي شدن زاویه کمبر باعث پایداری بیشتر وسیله نقلیه می­شود ]5-7[.

**2- بهینه سازی**

در این مقاله ابتدا با ایجاد تغییراتی برروی سیستم تعلیق دبل ويشبون سیستم تعلیق مورد درخواست و موردنظر را در نرم افزار CAR ADAMS شبیه­سازی كرده و نمودارهای مربوط به فاکتورهای اصلی سیستم تعلیق را استخراج می­کنیم. در مرحله بعد با ایجاد تغییراتی در نقاط اتصال اجزای سیستم تعلیق به بهینه­سازی سیستم تعلیق می­پردازیم. عمل بهینه­سازی می­بایست به گونه­ای باشد که نمودارهای مربوط به فاکتورهای اصلی سیستم تعلیق ازجمله تغییرات زاویه تو، زاويه کمبر و ترک بیانگر عملکرد بهتری نسبت به نمودارهای اولیه باشد.

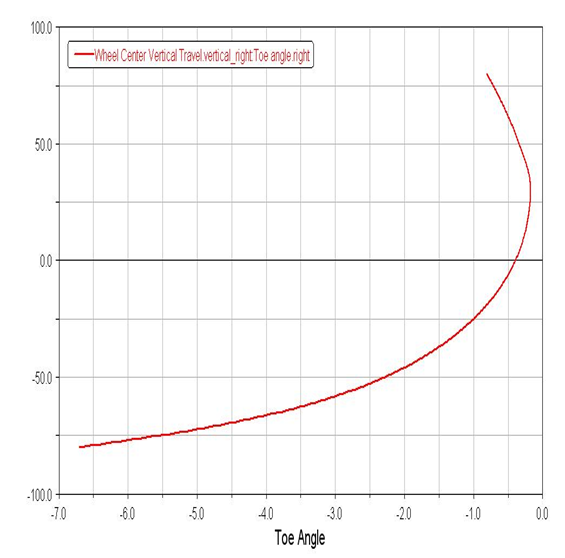
شكل 1 : سيستم تعليق دبل ويشبون

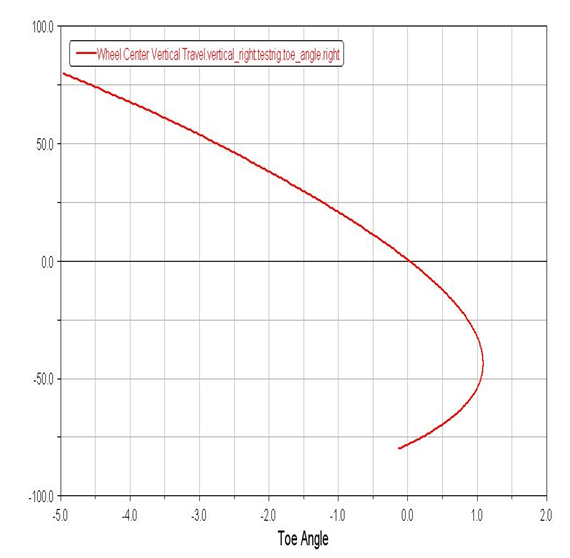
**3- شبیه سازی**

اکنون یک مجموعه سیستم تعلیق و سیستم فرمان جدید را شبیه­سازی می­کنیم. پس از وارد نمودن مشخصات تایر آناليز را برای زمانی که چرخها بصورت موازی به سمت بالا و پایین حركت مي­نمايند، انجام می­دهیم. نمودارهای فاکتورهای اصلی سیستم (زاویه­های کمبر و تغییرات فاصله عرضی چرخها و تو بر حسب حرکت چرخها) بصورت زیر می­باشند. نتايج مربوط به تغييرات ترك و زاويه كمبر و زاويه تو در شكلهاي (2) و (3) نشان داده شده است. همانطوري كه از شكل (2) الف مشخص است هر چقدر میزان تغییرات ترک در یک نقطه مربوطه زیادتر باشد شیب خط عمود بر منحنی افزایش یافته و ارتفاع مرکز غلت از زمین بیشتر می­شود. در شکل خط مماس بر منحنی در زمانی که چرخ فشرده می­گردد منفی بوده که این امر معادل کاهش ارتفاع مرکز غلت تا نزدیک یا حتی پایینتر از سطح زمین می­باشد. در نتیجه تغییرات ترک سیستم مطلوب نمی­باشد. مطابق شكل (2) ب مشاهده مي­شود که خط مماس بر بالای منحنی دوم در زمانی که چرخ فشرده می­گردد مثبت­تر بوده که این امر معادل افزایش ارتفاع مرکز غلت از سطح زمین می­باشد. در نتیجه تغییرات ترک سیستم در حالت دوم بهتر می­باشد.

|  |
| --- |
| ­ |
| **شكل (2) الف : تغييرات ترك** |
| **شكل (2) ب : تغييرات ترك** |

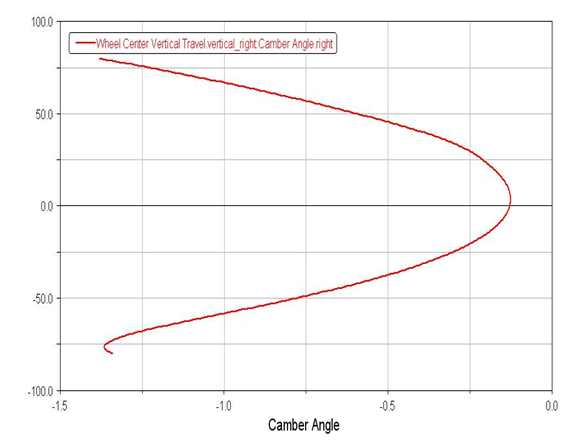
در شکل (3) الف مشاهده می­شود که در حالت فشار زاویه تو چرخهای جلو به سمت بیرون میل می­نماید اما در حالت Rebound به سمت داخل میل نمی­نماید که از این لحاظ در هنگام Rebound عملکرد مناسبی ندارد. برای اینکه خودرو كم فرمان بماند می­بایستی چرخهای بیرون پیچ (تحت فشار) outToe و چرخهای داخل پیچ in Toe شوند. در شكل (3) ب، نمودار فرم مناسبتری به خود گرفته است. در این حالت نمودار دارای خاصیت steer under roll می باشد. در اینجا در حالت فشار چرخهای بیرون پیچ به سمت out Toe شدن میل می­نمایند و در حالت Rebound زاویه تمایل چرخهای درون پیچ به سمت زاویه in Toe به طورچشم­گیری نسبت به منحنی اولیه بهبود یافته است. منحنی فوق دارای خاصیت steer under roll می­باشد یعنی هنگامی که وسیله نقلیه تحت شرایطی قرار بگیرد که بخواهد رول کند خودرو کم فرمان می­شود.

**شكل (3) الف : تغييرات زاویه تو**

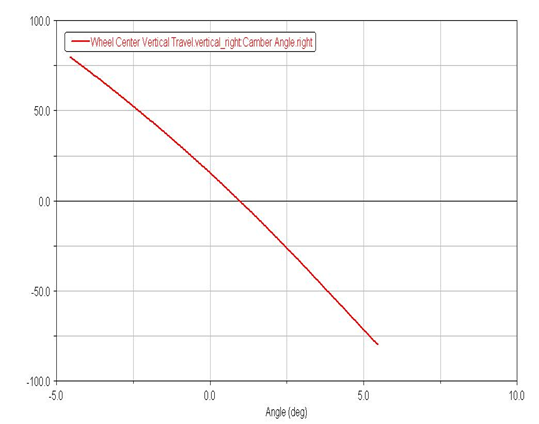


**شكل (3) ب : تغييرات زاویه تو**

همانطوري كه از شكل (4) مشخص است در حالت فشار زاویه کمبر منفی می­باشد که این امر صحیح است چرا که همانگونه که می­دانیم چرخ بیرون از پیچ یک خودرو به هنگام رول کردن تحت فشار بوده و زاویه کمبر مثبت دارد که برایند آن بصورت ایجاد زاویه کمبر منفی در حالت فشار كاملاً صحیح می­باشد.



**شكل (4) الف : تغييرات زاویه کمبر**



**شكل (4) ب : تغييرات زاویه کمبر**

**4- نتيجه گيري**

در این مقاله بهينه­سازي نقاط اتصال اجزاي سيستم تعليق دبل ويشبون در نرم افزار ADAMS CAR بررسي گرديد. ابتدا يك مدل كامل از سيستم تعليق موردنظر در نرم افزار توسعه داده شد و مهم­ترين نمودارهاي مربوط به زاويه تو، زاويه كمبر و تغييرات ترك تحليل شدند. در مرحله بعد با ایجاد تغییراتی در نقاط اتصال اجزای سیستم تعلیق به بهینه­سازی سيستم تعليق دبل ويشبون پرداخته شد. عمل بهینه­سازی به گونه­ای انجام شد که نمودارهای مربوط به فاکتورهای اصلی سیستم تعلیق از جمله تغییرات زاویه تو، زاويه کمبر و ترک بیانگر عملکرد بهتری نسبت به نمودارهای اولیه خود مي­باشند.

**5- مراجع**

[1] Bastow, D., *Car Suspension and Handling,* Pentech Press Limited, 2"\* Edition, 072730318X, 1987.

[2] Rajamani, R. and Hedrick, J.K., "Performance of Active Automotive Suspensions with Hydraulic Actuators : Theory and Experiment ", *Proceedings of the 1994 American*

[3] *Control Conference (ACC),* Baltimore, Maryland, June 29-July 1,94CH3390-2, Vol2, pp. 1214-1218, 1994,

[4] Redfield, R.C. and Karnopp, D.C., "Performance sensitivity of an actively damped vehicle suspension to feedback variation," *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions ASME,* Vol. 11 1, No. 1, p 51-60, March, 1989.

[5] Sharp, R.S. and Hassan, S.A., "Evaluation of Passive Automotive Suspension Systems with Variable Stiffness and Damping Parameters," *Vehicle System* Dynamics, Vol. 15, No. 6, pp. 335-350, 1986.

[6] Thompson and Dahleh, *Theory of Vibration with Applications,* Prentice-Hall, 5Ih Edition, 2001.

[7] Yue, C., Butsuen, T. and Hedrick, J.K., "Alternative Control Laws for Automotive Suspensions," *Proceedings of the American Control Conference,* pp. 2373-2378, 1988.