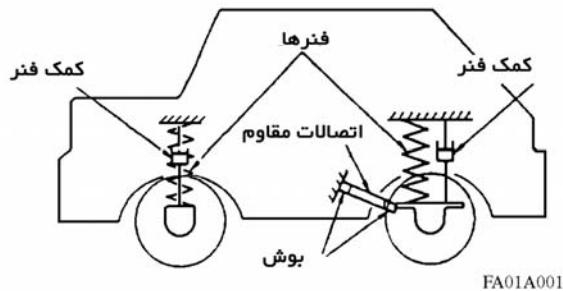


مقدمات اساسی سیستم تعلیق

۱. مبانی سیستم تعلیق

۱) طرزکار سیستم تعلیق

سیستم تعلیق وسیله نقلیه نقش تکیه گاه را برای توده آن ایفاء کرده، ضربات سطح جاده را جذب می کند و حرکت رو به بالا و پائین خودرو را روان می نماید. از اتاق و شاسی، بار و مسافری در مقابل القانات سطحی خودرو و جاده محافظت می کند و رانندگی روان، راحت، ایمن و پایدار را فراهم می سازد. به هنگام افزایش سرعت، سیستم تعلیق نقش مؤثری در رساندن قدرت موتور به چرخ ها و حفظ تعادل و توازن خودرو بازی می کند.

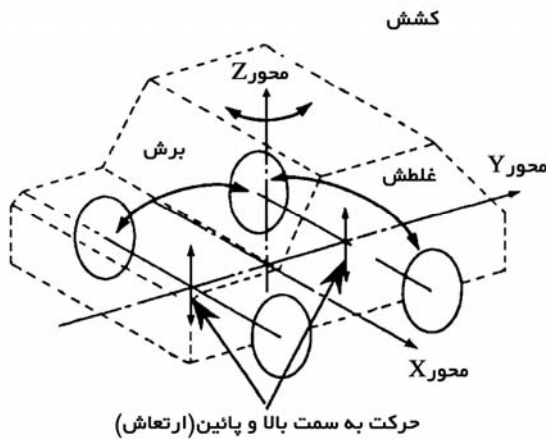


FA01A001

شکل ۱ - طرح عمومی سیستم تعلیق و اجزای اصلی آن

به هنگام ترمز، سیستم تعلیق تراز خودرو را حفظ می نماید. در مجموع، سیستم تعلیق نیروی مخالف موزونی را در مقابل حرکت رو به بالا و پائین و به پهلو خودرو ایجاد می نماید. یک طرح ابتدایی سیستم تعلیق، در شکل-۱، شامل بدنه عمومی خودرو و اتصالات فنر برای اجزاء عمده آن می باشد. اجزاء مهم سیستم تعلیق از فنرها، کمک فنرها، اتصالات با مقاومت بالا و بوش ها تشکیل شده است.

شکل-۲ نشانگر ارتعاش و تکانهای بدنه در هنگام حرکت خودرو، بر روی سیستم تعلیق است. تمامی خودروها دارای اکسل های (محورهای انتقال) جلو و عقب می باشند. اکسل ها به بدنه خودرو اجازه می دهند تا بر سطحی تراز سوار باشد.



FA01A002

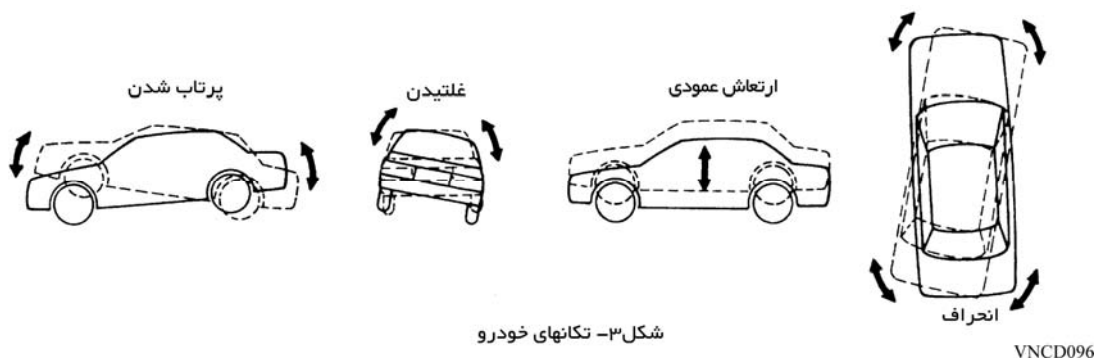
شکل ۲ - تکانهای بدنه

به محور عرضی (X)، محور طولی (Y) و محور عمودی (Z) توجه کنید. به هنگام حرکت خودرو، سه نیروی چرخشی (تکان ها بدنه) تولید می شود. تکان جلو-عقب بر محور Y، تکان به پهلو بر محور X و تکان بالا-پائین به محور Z وارد می آید.

اتومبیل در حال حرکت تمامی تکانهای یاد شده در بالا را تولید می نماید. تکان حول محور Y را غلطش، حول محور X را پرش و حول محور Z را کشش می نامند.

سیستم تعلیق برای کاهش تمامی این نیروها طراحی می شود. انواع گوناگونی از طراحی سیستم تعلیق در این مبحث مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

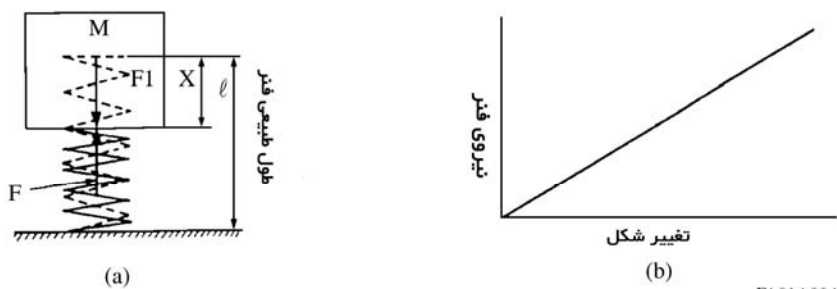
- پرش: حرکت عمودی بالا و پایین بدنه که در هر دو سمت جلو و عقب خودرو در حال حرکت رخ می دهد.
- غلطش: حرکت به پهلو بدنه خودرو در حال حرکت می باشد. غلطش مخصوصا در هنگام گردش خودرو در پیچ تند محسوس است. مرکز ثقل خودرو به سبب نیروی گریز از مرکز جابجا شده و خودرو به سمت خارج پیچ کشیده می شود. غلطش محسوس همچنین به هنگام عبور خودرو از سطح بسیار ناهموار یک جاده رخ می دهد.
- کشش: گرایش بدنه خودرو به جابجایی به یک پهلو یا دیگری می باشد. اگر خطی عمودی که از زمین آغاز و از وسط بدنه ی خودرو می گذرد (همانند محور Z در شکل ۲-۱) را تصور کنیم، نیروهای نوسانی باعث چرخش لولا گونه بدنه خودرو حول این خط عمودی می شوند.



۲) عملکرد تعلیق

(۱) استهلاک ناشی از نوسان بالا و پائین (جذب)

با وجود اینکه تایرها نقش عمده ای در ایجاد استهلاک ناشی از نوسان بالا و پائین بازی می کنند، در حال حاضر از آنها صرف نظر کرده به فنرها و کمک فنرها و نقشه که آنها در این مورد دارند خواهیم پرداخت. مثال نشان داده شده در شکل ۴-۱ از فنرهای کوئل (پیچشی) استفاده نموده است.

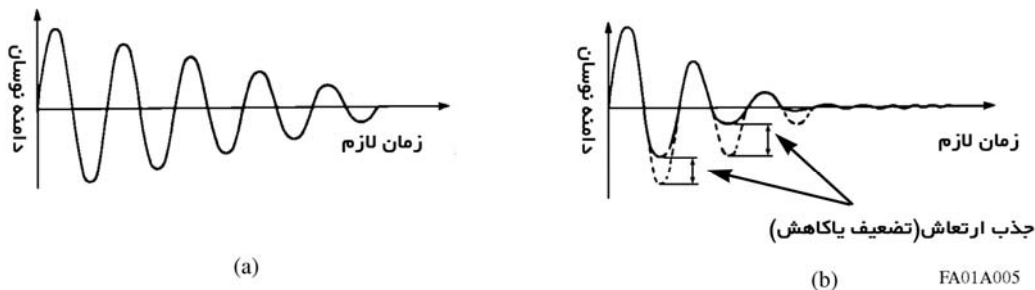


به بخش (a) از شکل-۴ در صفحه قبل توجه کنید. نیروی مهم (F) در هنگام جنبش ماشین به اکسل آن وارد می آید. شدت این نیرو به سطح جاده و سرعت خودرو وابسته است. این نیرو مقدماً توسط بخش فوقانی فنر کوئل جذب می شود. نیروی ارتجاعی فنر تابعی از میزان فشردگی و بعد انبساط آن می باشد. همچنین به آن ثابت یا ضریب فنر نیز می گویند. تابع فنر، وزنی (نیرو) است که برای متراکم کردن طول فنر به اندازه ای معین بکار می رود. به فرمول زیر توجه کنید.

$$F = K \times X \quad X = \text{تغییر شکل}$$

نیروی فنر و وزن فنر (نیروی که از سطح جاده اعمال می شود) باید متعادل باشند. این به نیروی فنر امکان می دهد تا وزن فنر را جذب نماید. کمک فنرها بسیار مهم می باشند. آیین مساله در شکل-۵ در پائین صفحه نشان داده شده است. بخش (a) از شکل-۵ نشانگر زمان مورد نیاز برای بازگشت یک فنر متراکم بدون کمک فنر به نقطه سکون پس از تراکم می باشد. موج سینوسی بیانگر دامنه کاهنده نوسان فنر در زمان انبساط و انقباض در بازگشت به نقطه سکون است. بخش (b) از شکل-۵ همان حالت را برای یک فنر مجهز به کمک فنر نشان می دهد. زمان لازم برای بازگشت به نقطه سکون بسیار کوتاه تر می باشد.

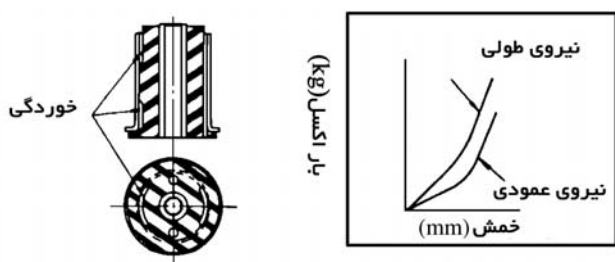
اگر فنرها مجاز باشند تا بطور طبیعی به نقطه سکون خود بازگردند (هیچ کمک فنری تعبیه نشده باشد)، امکان وارد شدن تکان و لرزه قابل توجه به مسافریین خودرو وجود خواهد داشت و راحتی در رانندگی تضعیف خواهد شد. کمک فنرها لرزه ها را کاهش داده و موجبات بازگشت سریع و روان فنرها به نقطه سکون و در نتیجه راحتی در رانندگی و تعادل خودرو را فراهم می آورند.



شکل ۵- عمل انجذاب ارتعاش توسط فنر و کمک فنر

(۲) جاذب جانبی (پهلوی به پهلو) و طولی (جلو به عقب) یا "نیروی جنبشی"

گشتاور موتور و مرکز ثقل متغیر به هنگام آغاز حرکت خودرو و افزایش سرعت باعث تغییر نسبت وزنی موثر (از جلو به عقب) در اکسل خودرو می شود. به هنگام پیچیدن و ترمزکردن خودرو نیز همین شرایط رخ می دهد. هنگامی که این نیروها عمده باشند، تعادل خودرو و ایمنی عملیاتی آن تقلیل می یابد. اتصالات "بوش" و نیز اتصالات فولادی تقویت شده این نیروها را جذب و این پدیده را کاهش می دهد. بوش مهم ترین نقش را از جذب نیرو ایفاء می کند. ساختار بوش در پائین نشان داده شده است. خوردگی بوش و ثابت فنر یک رابطه غیرخطی دارند که موجب ایجاد راحتی مناسب به هنگام رانندگی با خودرو می شود. بوش نشان داده شده در زیر یک بوش با بازوی پیوسته می باشد. نمودار زیر نشان دهنده شاخص های نیروی جذب عمودی و طولی بوش است.



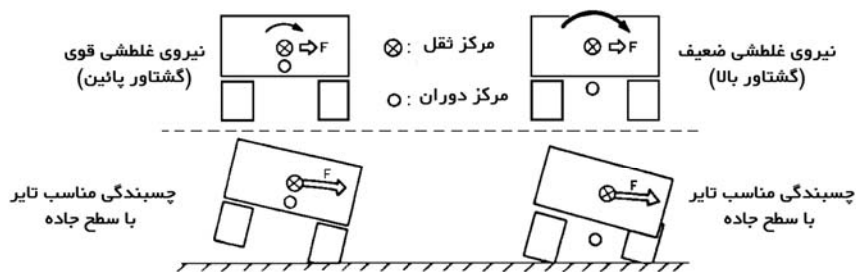
FA01A006

شکل ۶- خوردگی بوش و شاخصهای رابطه غیر خطی

(۳) گردش خودرو

• مرکز دوران

هنگامی که خودرو به سمتی می پیچد، نیروی گریز از مرکز ایجاد می شود. این نیرو خودرو را به خارج پیچ هل می دهد. بدلیل اینکه تایرها چسبندگی محکمی با سطح جاده دارند، این نیرو به شکل گردش (کج شدن) خودرو به سمت بیرون پیچ احساس می شود. محوری که این گردش بر روی آن رخ می دهد را مرکز دوران می نامند. مرکز دوران به تناوب همراه با خودرو و سیستم تعلیق تغییر می کند. به طور کلی، مرکز دوران اندکی بالاتر از مرکز ثقل خودرو می باشد تا قدرت گردش بیشتری را برای خودرو فراهم سازد. این مساله در شکل ۷- نشان داده شده است. در سالهای اخیر، قدرت گردش خودرو با بهره گیری از اتصالات تعلیق پیشرفته افزایش پیدا کرده است. این نکته باعث پایین تر آمدن مرکز دوران شده است. یک مرکز دوران پائین تر موجب بهتر شدن چسبندگی تایر با سطح تماس جاده و شاخص های پیشرفته گردش خودرو می شود.



FA01A007

شکل ۷- مرکز ثقل و مرکز دوران خودرو

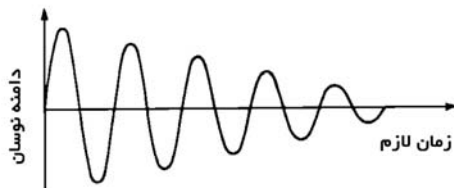
۳) کمک فنرها

(۱) طرز کار کمک فنرها

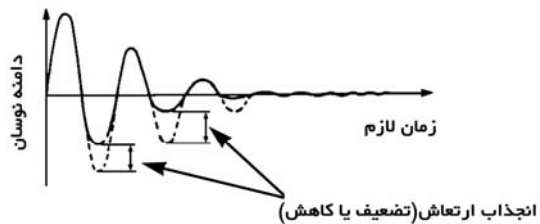
فنرها در سیستم تعلیق با کاهش طول به هنگام تراکم، تکان های جاده را جذب می نمایند. اگرچه، در زمان آزادسازی این انرژی و بازگشت به نقطه سکون آغازین شان حرکت ارتعاشی قابل ملاحظه ای را تولید می کنند. به بخش (b) در شکل- ۸ نگاه کنید. نیمه بالایی شکل نشان دهنده زمان لازم برای یک فنر (بدون کمک فنر) برای جمع شدن در نقطه سکون است. نیمه پایینی شکل همان شرایط را برای یک فنر مجهز به کمک فنر نشان می دهد.

کمک فنرها همچنین مستقیماً ضربه و تکان ناشی از سطح جاده را کاهش می دهند. در سالهای اخیر، خودروهایی با کمک فنرهایی با قدرت هایی گوناگون عرضه شده اند. این خودروها اجازه دادند تا مجموعه ای از کمک فنرهایی با قدرت و ثبات متناسب با وضعیت سطح جاده ها نیز با یکدیگر به رقابت پردازند. بیشتر کمک فنرها از مقاومت سیال هیدرولیکی به عنوان وسیله جاذب استفاده می کنند و معمولاً به شکل استوانه ای هستند. آنها ممکن است تک کاره یا دوکاره باشند. هم اکنون، عموماً کمک فنرهای دوکاره استفاده می شوند. کارایی اصلی کمک فنرها ایجاد راحتی به هنگام رانندگی می باشد و این مهم را با محدود کردن بیشتر انرژی حرکت انبساطی فنر نسبت به حرکت انقباضی آن انجام می دهند. در نتیجه ها در کمک فنر اجازه تغییرات سریع در مقاومت هیدرولیکی در جهت امکان پذیر کردن این عمل را صادر می کنند.

- کمک فنر تک کاره : جذب نیرو تنها به هنگام مرحله بازشدن کمک فنر روی میدهد.
- کمک فنر دوکاره : جذب نیرو در هر دو مرحله باز و بسته شدن کمک فنر روی میدهد.



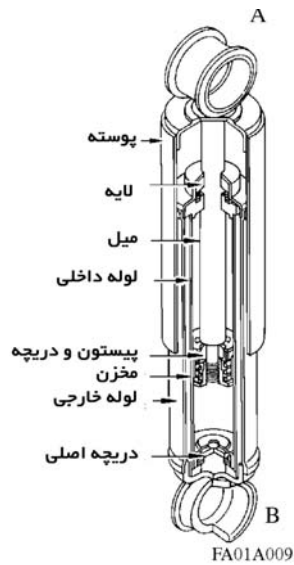
(a)



(b) کاهش نیروی باز و بسته شدن ارتجاعی کمک فنر
FA01A008

شکل ۸- عمل جاذب نوسان توسط فنر و کمک فنر

(۲) ساختار کمک فنر

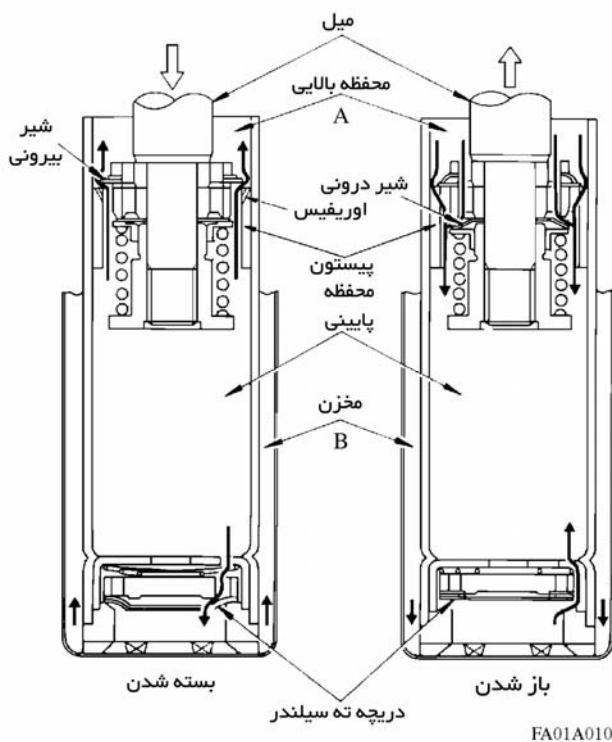


شکل ۹- ساختار کمک فنر

شکل ۹- یک کمک فنر دوکاره استوانه ای را نشان می دهد. استوانه خارجی "A" از کمک فنر به بدنه خودرو متصل می شود. استوانه داخلی "B" از کمک فنر به اکسل متصل می شود. مخازن هوا در پیچه ته- سیلندر به استوانه داخلی اجازه می دهد تا درون استوانه خارجی حرکت نماید.

(۳) عملکرد کمک فنر

(a) بسته شدن



ضربه جمع کننده جاده به اکسل وارد می شود. میل کمک فنر (پیستون) به پائین رانده می شود. این حرکت (نیرو) از میل به محفظه پائین کمک فنر که به اکسل متصل است انتقال می یابد ("B" در شکل-۱۰). سیلندر پائین به بالا رانده می شود. فشار روغن در سیلندر پائین باعث باز شدن دریچه ته- سیلندر می شود. روغن از محفظه پائین به محفظه بالا "A" جریان می یابد. باز شدن دریچه مقاومت قابل توجهی در برابر جریان روغن از محفظه پائین به محفظه بالا تولید قابلیت جاذب نیرو (ضربه) را طی بسته شدن کمک فنر در آن می نماید.

(b) باز شدن

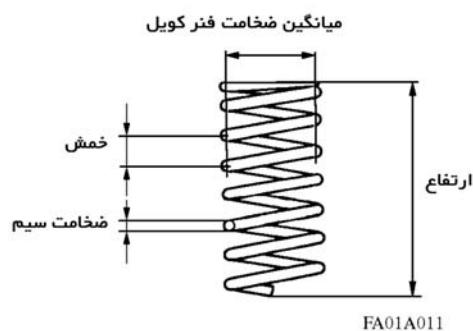
فنر تلاش می کند تا به نقطه سکون خود بازگردد. میل کمک فنر بوسیله نیروی فنر جمع شده به سمت بالا کشیده می شود. سیلندر پائین در حالت باز قرار گرفته، روغنی که قبلا از سیلندر پائین به سیلندر بالا جاری شده بود اکنون از طریق روزنه ها به سیلندر پائین باز گردانده می شود. باز شدن روزنه ها مقاومت قابل توجهی در برابر جریان روغن از محفظه بالا به محفظه پائین نشان می دهد. این مقاومت تولید قابلیت جاذب نیرو (ضربه) را طی باز شدن کمک فنر در آن می نماید.

(۴) فنرهای کوئل (پیچشی)

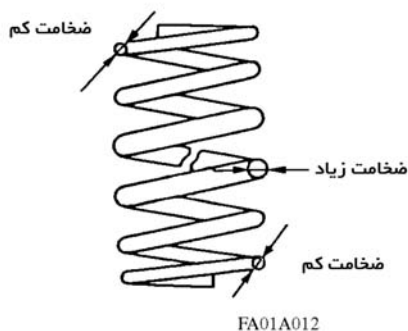
فنرهای کوئل از فرم دادن فنر فولادی در قالب مارپیچی ساخته می شوند و قدرت پیچشی آنها برای جذب تکان و ضربه استفاده می شود. فنرهای کوئل در بسیاری اوقات در سیستم تعلیق خودرو بکار برده می شود. این فنرها نسبت به فنرهای تیغه ای از مزایای زیر برخوردارند.

- قدرت جذب بالای انرژی حاصل از نیروهای عمودی وارده توسط سطح جاده
- راحتی ساخت و نصب
- کمی حجم و وزن سبک
- فراهم آوری رانندگی نرم و راحت

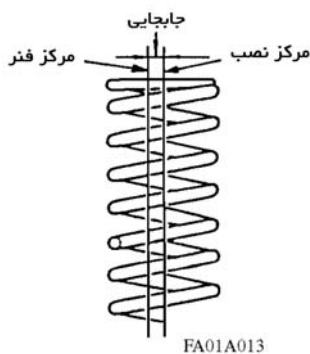
مشکل اصلی فنرهای کوئل در مقایسه با فنرهای تیغه ای ناتوانی آنها در جذب ضربه های وارده در جهتی بغیر از عمودی می باشد. این بدان معناست که مجموع ظرفیت جذب انرژی یک فنر کوئل کمتر از یک فنر تیغه ای می باشد. در سالهای اخیر، استفاده از فنر کوئل در سیستم تعلیق خودروهای سواری معمولی بسیار رایج شده است. این مساله به سبب ایجاد رانندگی روان تر، قیمت ارزان تر و امکان تخصیص فضای بیشتر به دیگر مقاصد در داخل خودرو می باشد. تمامی این ملاحظات در تولید خودروهای سواری در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته اند. یک فنر کوئل در اصل یک میله فنری فولادی گرد است که در یک قالب مارپیچ پیچیده شده باشد. قدرت پیچشی فنرها در برابر نیرو و حرکت باعث جذب تکان و ضربه می شود. فنرهای کوئل می توانند با ثابت فنر کم تولید شوند اگرچه، قدرت جذب تکان و ضربه آنها کمتر از فنرهای تیغه ای می باشد. به دلیل ناتوانی فنرهای کوئل در جذب انرژی طولی، بعضی از مکانیسم های کمک کننده مورد نیاز است.



شکل ۱۱- فنر کوئل



شکل ۱۲- فنر کوئل غیر خطی

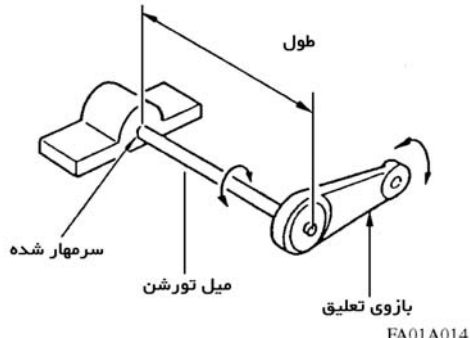


شکل ۱۳- فنر کوئل افست شده

بعضی از طراحی های فنرهای کوئل امکان رانندگی روان و راحت را به سبب وجود گوناگونی در پیچش فنر و ضخامت سیم فراهم می آورند. شکل-۱۲ یک فنر کوئل غیرخطی و شکل-۱۳ یک فنر کوئل آزاد معمول را نشان می دهد. این نوع فنر کوئل دارای یک پایه تعادلی می باشد که بصورت عمودی مابین حلقه ها وارد شده است. این پایه به آرامی از مرکز سکون فنر کوئل فاصله می گیرد و نقش مکانیسم ختشی ساز را بازی کرده، نیروهای افقی را که فنر کوئل به تنهایی قادر به جذب آنها نمی باشد را جذب می کند..

(۵) فنرهای ضد پیچشی و میل تعادل

فنرهای ضد پیچشی و میل تعادل نیز در بسیاری از خودروها استفاده می شوند. برای تولید یک ضد پیچشی، یک فنر فولادی با کشسانی بالا درون یک میله جاسازی می شود. در زمان اتصال میله به خودرو، یک سر آن به صورتی محکم به یک قسمت غیر متحرک خودرو محکم می شود تا قابلیت ارتجاعی آن محفوظ بماند. سر دیگر به بازوی سیستم تعلیق خودرو جایی که به راحتی بتواند لنگر بخورد متصل می گردد. تکان جاده بازو را به حرکت در می آورد و فنر ضد پیچشی نیز با بازو حرکت می کند (لنگر می خورد). این لنگر خوردن باعث می شود تا ضد پیچشی به آرایش ابتدایی خود بازگردد و نیروی مخالف در

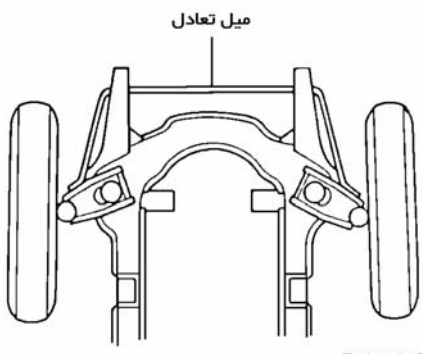


شکل ۱۴ - فنر میل تورشن

برابر تکان یا ضربه (نیروی محرک) تولید کند که به بازوی سیستم تعلیق انتقال یابد. شکل-۱۴ ساختار یک فنر ضد پیچشی معمول را نشان می دهد. ثابت فنر برای تورشن بار با طول میله، مقطع عرضی هر بخش میله و کیفیت موادی که در ساخت میله از آنها استفاده شده تعیین می شود. فنرهای ضد پیچشی از مزیت کم حجم بودن بهره مند می باشند و به دلیل این که قابلیت طراحی و ساخت به منظور دارا بودن قدرت بسیار زیاد را دارند معمولاً به عنوان میل های تعادل، یا در سیستم های تعلیق جلو کامیون های سنگین استفاده می شوند.

(۶) میل تعادل

به هنگام گردش خودرو، نیروی گریز از مرکز سبب می شود تا بدنه خودرو به سمت بیرون پیچ رانده شود. هر چقدر فنرهای سیستم تعلیق نرم تر باشند، گرایش خودرو به رانش بیشتر خواهد بود. به منظور جلوگیری از این رانش، از میل تعادل استفاده

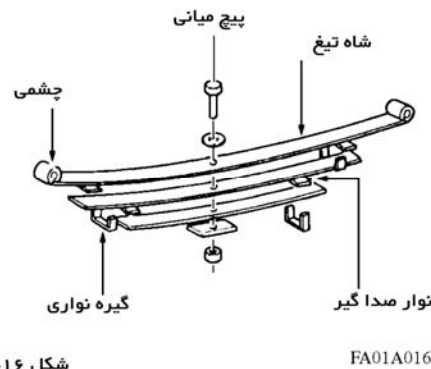
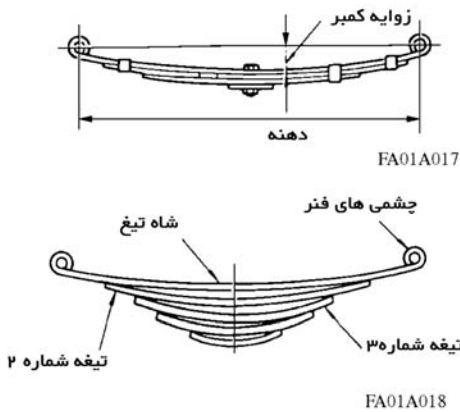


شکل ۱۵ - میل تعادل

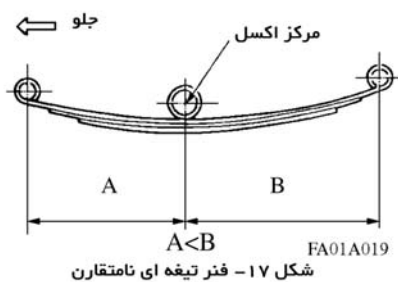
می شود. میل تعادل در اصل یک ضد پیچشی بسیار بلند است که دو سر آن به بازوهای زیرین سیستم تعلیق و بخش میانی آن گاهی به بدنه خودرو متصل می شود. به هنگام گردش خودرو، فنرهایی که درگیر بخش داخلی پیچ هستند سعی در بازشدن و بعکس، فنرهایی که درگیر بخش خارجی پیچ هستند سعی در جمع شدن دارند. میل تعادل با چرخش خود، به فنرهای بیرونی امکان می دهد تا به ارتفاع طبیعی خود بازگردند. این فرآیند خودرو را در سطح تراز خود به هنگام گردش نگاه می دارد. شکل-۱۵ ساختار یک میل تعادل معمول را نشان می دهد.

(۷) فنرهای تخت موازی

فنرهای تیغه ای با جاسازی فنر فولادی در داخل صفحات بلند و باریک تولید می شود. این صفحات را عموماً تیغه ها می نامند. واژه فنر تیغه ای از این اصطلاح آمده است. فنرهای تیغه ای بسیار انعطاف پذیر هستند. شاه تیغه یک فنر تیغه ای دارای چشمی هایی در هر دو سر می باشد و تیغه های دیگر سوار بر روی این تیغه هستند. این تیغه ها با افزایش تعدادشان کوتاه تر می شوند. تعداد تیغه با وزن و شرایط خاص رانندگی پیش بینی شده برای خودرو تغییر می کند. تیغه ها با یک پیچ میانی به شاه تیغه و به یکدیگر متصل می شوند و بست های نواری ترازی تیغه را حفظ می کنند. شکل-۱۶-۱۷ ساختار یک فنر تیغه ای معمول را نشان می دهد. فاصله بین چشمی های شاه تیغه را دهنه می نامند. زاویه کمبر (خمش) به فاصله عمودی بین مراکز چشمی ها و مرکز زیرین تر شاه فنر می گویند (اگر یک فنر محکم کشیده شده بین دو چشمی را تصور کنیم، زاویه کمبر از مرکز فنر تا کف شاه فنر اندازه گیری می شود). در یک فنر چند تیغه ای، تیغه های منفرد با زاویه ای افزایش یافته خم شده اند تا با یکدیگر اتصال محکمی برقرار کنند. این فرآیند از نفوذ شن و دیگر مواد خارجی بین تیغه های فنر جلوگیری می کند و به تیغه ها امکان می دهد تا بر اساس اصطکاک مابینشان همزمان با یکدیگر خم شوند. این جریان باعث جذب روان ضربه و تکان می شود که به آن گازگرفتن فنر می گویند.



شکل ۱۶- فنر تیغه ای



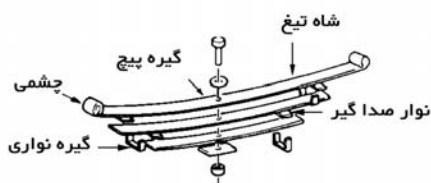
شکل ۱۷- فنر تیغه ای نامتقارن

فنرهای تیغه ای از مزیت کاهش سرفکنی (گرایش بدنه خودرو به خم شدن روی سیستم تعلیق جلو به هنگام ترمز شدید) و نیز ارتعاش جنبشی انتهای بدنه خودرو به هنگام ازدیاد سرعت ناگهانی از استارت ایستاده یا سرعت کم را دارا می باشد. به همین دلیل معمولاً از آنها در ساختارهای فنری نامتقارن در جایی که اکسل اندکی جلوتر از نقطه مرکزی فنر نصب شده است استفاده می شود. این نکته باعث افزایش ثابت فنر در نیمه جلویی فنر می گردد که تاثیر بسزایی در مقابله کردن با پدیده ارتعاش جنبشی بوجود

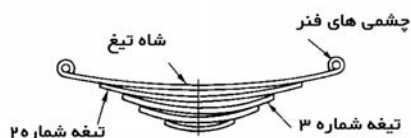
آمده در انتهای بدنه به هنگام افزایش سرعت دارد. فنرهای تیغه ای در خودروهای سواری معمولی و کامیون های نیمه سنگین استفاده می شود. گاهی از فنرهای تیغه ای ساخته شده از **GFRP** (پلاستیک تقویت شده با فایبرگلاس) برای سیستم تعلیق موتور خودرو استفاده می شود. این فنرها از مزیت کاهش چشمگیر اصطکاک بین تیغه های فنر به هنگام حرکت فنر برخوردارند و به دلیل ثابت فنر پایینشان، رانندگی نرم و راحتی را موجب می شوند. همچنین بخاطر اینکه از پلاستیک ساخته شده اند، بسیار سبک تر از فنرهای تیغه ای فولادی معمولی هستند.

(الف) جاذب انرژی (ضربه) عمودی در فنر تیغه ای

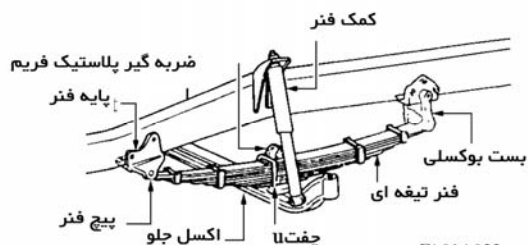
شکل-۱۸ یک فنر تیغه ای و ساختار کمک فنر/فنر تیغه ای را نشان می دهد. بخش های گرد در دو سر شاه تیغه، چشمی ها می باشند. خار(پین) فنر یا قلاب بوکسل از میان هر کدام از چشمی ها گذشته، اتصال فنر با بدنه خودرو را موجب می شود. تیغه های دیگر فنر با پیچ میانی به شاه تیغه محکم می شوند. این تیغه ها از انحناء بیشتری نسبت به شاه تیغه برخوردارند. به مجرد اتصال شاه فنرهای تیغه ای به خودرو، فنرهای تیغه ای وظیفه تحمل وزن خودرو را دارا خواهند بود. بدین لحاظ محکم کردن دقیق تیغه ها به یکدیگر قبل از نصب به منظور جلوگیری از لغزش جانبی بین تیغه ها بسیار مهم است.



FA01A020



FA01A021



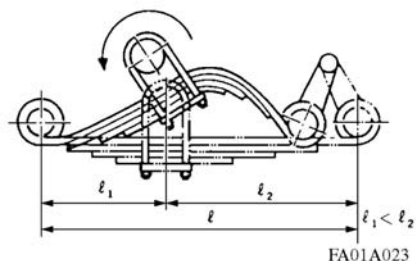
FA01A022

شکل-۱۸- ساختار فنر تیغه ای و انجذاب ضربه عمودی (در اکسل جلو)

چفت U اولین قسمتی می باشد که تکان و ضربه (نیرو) جاده را دریافت می کند. از چفت U، تکان و ضربه به تیغه های فنر منتقل می شود. تیغه ها در واکنش به نیروی وارده بر آنها جمع می شوند و نیرو توسط فنرها جذب می گردد. در همین زمان، دو سر تیغه های مختلف فنرهای دیگر (بجز شاه تیغه) به سمت چشمی های شاه تیغه می لغزند. این اصطکاک خود مجدداً تکان و ضربه جاده را جذب می نماید. فنرهای تیغه ای در مقایسه با انواع دیگر فنرها دارای ثابت فنر بزرگ تری هستند. این خصیصه آنها را برای ماشین های سنگین با تناژ بالا مناسب نموده است. از سوی دیگر، آنها برای خودروهای سواری معمولی به سبب ایجاد حداقل راحتی به هنگام رانندگی، مطلوب نیستند. هنگامی که فنرهای تیغه ای در خودروهای سواری معمولی استفاده می شوند، تعداد تیغه ها کاهش می یابد تا ثابت فنر کمتر شده و روانی آنها ترفیع یابد. بوش های لاستیکی خصوصاً یا کمک فنرها در نقاط اتصال بدنه و فنر نصب شده اند.

(ب) جاذب انرژی (ضربه) طولی در فنر تیغه ای (مقاومت سرفکنی و ارتعاش جنبشی انتهایی بدنه)

انرژی طولی توسط نیروی گشتاور موتور به هنگام افزایش سرعت و ترمز تولید می شود. این نیروها می توانند بسیار قوی باشند. شکل-۱۹ اعوجاج (سرفکنی) ایجاد شده در فنر به سبب ترمز شدید و ازدیاد سرعت ناگهانی را نشان می دهد.



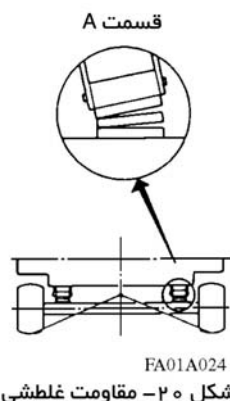
شکل ۱۹- انجذاب انرژی (ضربه) طولی در فنر تیغه ای

اعوجاج فنر به هنگام ازدیاد سرعت (ارتعاش جنبشی انتهایی بدنه) نیز به همین شکل اما در جهت مخالف روی می دهد. توجه کنید که فنر تیغه ای پادساعتگرد می چرخد تا نیروی مخالف را به اکسل خودرو در هنگام ترمز وارد نماید. این نیروی مخالف سعی می کند تا بر نیروی گشتاور ترمز غلبه کند. نتیجه این است که خودرو روی سیستم تعلیق جلو خم می شود.

این چرخش پادساعتگرد می تواند با جابجاسازی پیچ میانی فنر به جلو یا عقب تیغه ها کاهش یابد. این روش معمول ثابت موثر فنر را تغییر می دهد. بسیاری از خودروها مجهز به فنرهای تیغه ای هستند که از یک جابجا کننده فنر و محل پیچ میانی استفاده می کند.

(ج) جاذب انرژی (ضربه) جانبی در فنر تیغه ای (مقاومت غلطشی)

وزن تیغه های موازی غیرفتری زیاد می باشد. مرکز دوران نسبتاً نزدیک مرکز ثقل خودرو می باشد. در نتیجه، فنر تیغه ای مورد استفاده در خودروهای سنگین از مقاومت غلطشی بالایی برخوردار است.

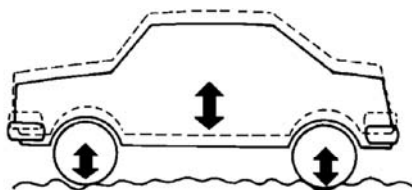


فنر تیغه ای مورد استفاده در خودروهای سبک متفاوتند. برای کاهش ثابت فنر و افزایش راحتی به هنگام رانندگی از فنرهای تیغه ای کمتری استفاده می شود. بوش های مخصوص بین فنرها و بدنه نیز به همین منظور تعبیه می شوند. به این خاطر، محور میانی اکسل و تیغه های بالایی فنر تیغه ای (قسمت A در شکل ۲۰) سعی در چرخش دارند. بدنه خودرو نیز از این چرخش پیروی می کند. مقاومت غلطشی به هنگام گردش خودرو به شکل چشمگیری کاهش می یابد. به همین دلیل خودروهای سبکی که مجهز به فنرهای تیغه ای هستند نسبتاً نامتعادل می باشند.

نیروهای جانبی وارده به بدنه خودرو توسط قدرت اتصالات مابین بدنه خودرو، اکسل و فنرهای تیغه ای مغلوب می شود.

ماخذ) واژگان تخصصی تکانهای خودرو در حال حرکت

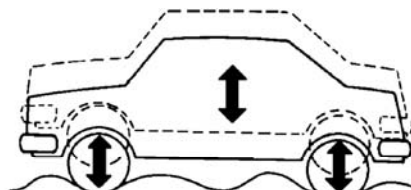
پرش الاستیکی



FA01A025

دست اندازهای کوچک در سطح جاده باعث می شوند تا خودرو در مقاطع کوچک به بالا و پایین حرکت کند.

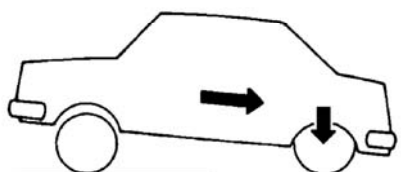
کوبیده شدن



FA01A026

دست اندازهای بزرگ در سطح جاده باعث می شوند تا خودرو در مقاطع بزرگ به بالا و پایین حرکت کند. در راس تکانه، فنرها کاملاً باز می شوند و در قاعده تکانه، فنرها کاملاً جمع می شوند.

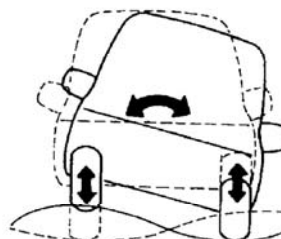
چمباتمه زدن



FA01A027

هنگامی که خودرو سریعاً از حالت سکون سرعت می گیرد، قسمت انتهایی خودرو به سمت زمین کشیده می شود.

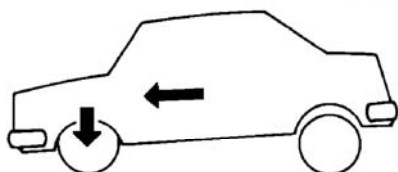
غلطش



FA01A029

حرکت به پهلو خودرو در حال حرکت می باشد. غلطش مخصوصاً در هنگام گردش خودرو در پیچ تند محسوس است.

شیرجه



FA01A028

انتهای جلو خودرو در هنگام ترمز شدید سریعاً به سمت زمین فرو می رود.