لاستیک دینامیک در قطعات اتومبیل

ترجمه: دکتر غلامرضا پخشنده، مهندس محمد خراسانی

Dynamic rubber in automotive parts

By: D. S. Novotny Rubber World 88

واژه‌های کلیدی:
قطعات اتومبیل، مجزا کننده‌ها و میراکننده‌ها، کامپوزیتها، آمیزه‌کاری، قابلیت انتقال

چکیده:
در این مقاله نتیجه مطالعات و فعالیتهای هسته پژوهش و توسعه (R&D) لاستیک دینامیک، در مورد کاربرد قطعات دینامیک، عوامل موثر بر خواص و چگونگی انجام آزمایشهای فیزیکی محصولاتی که معمولاً در صنعت اتومبیل‌سازی به عنوان قطعات دینامیک محسوب می‌شوند، ارائه می‌گردد.

در این مقاله، ابتدا کوششی جهت جستجوی مطالب علمی، تخلیص فعالیتهای انجام شده در هسته پژوهش و توسعه لاستیک دینامیک *(R&D)* همراه با مروری بر کاربرد اعمال محصولاتی که معمولاً برای صنعت اتومبیل تدارک دیده می‌شوند، انجام گرفته است تا دسترسی به اطلاعات بیشتر در مورد اجزاء لاستیک دینامیک، امکان پذیر گردد.

درنظر است که طی این مقاله بعضی از اصطلاحاتی که در صنایع لاستیک و اتومبیل کاربرد بیشتری دارند، مرور و تعریف گردند و سپس به سؤالاتی نظیر: «اصطلاحات کدام‌اند؟ مفهوم فنی آنها چیست؟ چگونه در محاوره روزمره صنایع لاستیک و اتومبیل مورد استفاده قرار می‌گیرند؟» پاسخ داده شود.

Key Words:

Automotive parts, Isolators & Dampeners, Composties, Compounding, Transmissibility.

در بخش دوم بعضی از آزمایشهای انجام شده و تجهیزات مورد استفاده در اندازه‌گیری خواص متنوع، همراه با اندازه‌گیری انجام شده روی اجزاء یا سیستمها مرور می‌گردند. همچنین روشهای مورد استفاده، انتظارات یا نیازهای برآورده شده به طور خلاصه بررسی می‌گردند و نشانه‌هایی از گستره‌ای که می‌توان از قطعات نمونه انتظار داشت ارائه می‌گردد.

در سومین قسمت اصلی، مجزا کننده‌ها و میراکننده‌ها که در طول تجاربمان شناخته‌ایم مرور خواهند شد. گفتنی است که در این مقاله سؤالاتی نظیر «قطعات کدام‌اند؟، چگونه مورد استفاده قرار می‌گیرند؟، چرا آنها را به کار می‌برند و در چه نوع کاربردی از آنها استفاده می‌شود؟» مطرح می‌گردد. همچنین مواد کامپوزیتی مانند لاستیک، لاستیک ــ فلز، لاستیک ــ الیاف یا سایر کامپوزیتها مورد بررسی قرار می‌گیرند. سرانجام درباره علت اینکه یک ترکیب ویژه برای کاربرد خاص مناسب‌ترین است، بحث خواهد شد.

تعریف اصطلاحات:

سرعت جهش یک ماده عبارت است از مقدار نیرو بر واحد انحراف آن که از میانگین موقعیتهای بارگیری شده و فاقد بار در یک بار معین به دست می‌آید:

سرعت جهش ــ K

سرعت جهش استاتیک ــ K_S

سرعت جهش دینامیک ــ K_d

(نیوتن بر میلیمتر یا پوند بر اینچ) $K=F/d$

سرعت جهش یک ماده K را می‌توان با وسایل استاتیک یا وسایل دینامیک اندازه‌گیری کرد. سرعت جهش استاتیک K_S یک قطعه الاستومری، سرعتی است که بین موقعیتهای ایستای متوالی اندازه‌گیری می‌شود و در این موقعیتها این قطعه اساساً، در حالت تعادلی قرار داده می‌شود. در صورتی که سرعت جهش دینامیک K_d، سرعت اندازه‌گیری شده در شرایطی است که یک تغییر مکان سریع در یک فرکانس معین وجود دارد و قطعه الاستومری مجاز به رسیدن به تعادل استاتیک نیست.

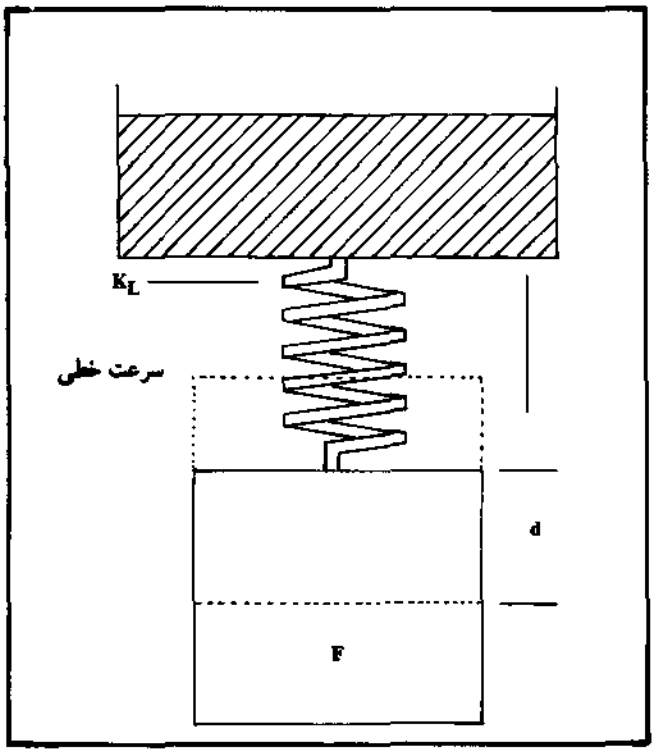
بهترین نمایش در شکل (۱) ارائه شده است که به سادگی سرعت جهش خطی را نشان می‌دهد و روشنگر نیروی اعمال شده و تغییر مکان صورت گرفته است.

سیستمهایی که توانایی اتلاف انرژی توسط نیروهای مخالف حرکت ارتعاشی را دارند، به عنوان سیستمهای میرا شناخته می‌شوند. هر نوع اصطکاک در یک سیستم ارتعاش آزاد باعث کاهش تدریجی حرکت می‌شود تا آنجا که حرکت به طور کامل محو گردد.

میرایی ــ C

ثانیه بر میلیمتر ــ N

ثانیه بر اینچ ــ Lb



شکل ۱

در مورد کاربرد در اتومبیل نظیر یک موتور، وقتی یک سیستم ارتعاش اجباری وجود دارد، مواد الاستومری دامنه نوسان ارتعاش را کاهش می‌دهند و بدین وسیله انتقال ارتعاش به بدنه و شاسی اتومبیل را محدود می‌کنند. هرگونه کاهش ممتد در دامنه ارتعاش در یک سیستم اجباری به عنوان میرایی شناخته می‌شود. میرایی یا اصطکاک داخلی عنصر لاستیکی، بسیار مشابه میرایی ویسکوز خالص یا اصطکاک سیال است که باعث یک مقاومت، متناسب با سرعت می‌شود و از این رو دلیلی است برای استفاده از لاستیک در سیستمهای میرایی که گرایشهای ارتعاش نامطلوب دارند. جذب انرژی توسط لاستیک در خلال بازیابی از تغییر شکل یا فشردگی به میرایی منتج می‌گردد.

لاستیک خواص دینامیکی منحصر به‌فردی دارد به‌طوری که امکان از بین رفتن یا بازیابی بیش از حد را حذف می‌کند. میرایی به‌توانایی لاستیک در کاهش ارتعاشها در سیستم آزاد و یا کاهش دامنه ارتعاش در سیستم اجباری اشاره می‌کند. میرایی نتیجه اختلاف انرژی ورودی و خروجی است، که معادل انرژی جذب شده می‌باشد ــ اصطکاک داخلی که در اثر کار کردن لاستیک به‌وجود می‌آید، آن انرژی را جذب می‌کند که شکل گرما را به‌خود می‌گیرد و لاستیک را گرم می‌کند. اصطکاک داخلی به‌تنهایی نیز میرایی نامیده می‌شود و این خاصیت توسط آمیزه‌کاری قابل تغییر است. ضریب جهندگی یا جهندگی، که به‌توانایی مواد الاستومری به‌رجعت تقریباً کامل به‌اندازه و شکل اولیه آنها بعد از حذف نیروی اعمال

شده، اتلاق می‌گردد. از مشخصات برجسته و ذاتی لاستیک است. رجعت سریع لاستیک آن را به‌صورت ماده بسیار مفیدی برای استفاده در فنرهای فشاری، ضربه‌گیرها و انواع بالشتکها در می‌آورد. جهندگی آمیزه‌ها را می‌توان با تنظیم آنچه سختی سنج *(durometer)* یا سختی مواد نامیده می‌شود، به‌مقدار زیاد تغییر داد. به‌طورکلی، آمیزه‌های نرمتر با داشتن پائینترین سختی، دارای بیشترین جهندگی هستند. به‌هر حال وقتی آمیزه‌های نرم در نظر باشند، در مورد دوام آنها کمی سازش و تعدیل ضرورت دارد.

زاویه اُفت و به‌ویژه اندازه‌گیری زاویه اُفت دسته‌های موتور هیدرولیک، یک اصطکاک مورد استفاده معمولی شده است.

$$\text{زاویه افت} = \frac{\text{ارک تان } (CW)}{\text{درجه } K}$$

(آرک تانژانت)

اندازه‌گیری زاویه افت، ارتباط بین سرعت جهشی و ضریب میرایی را نشان می‌دهد. به‌طورکلی زاویه‌های افت بالا، میرایی ارتعاشی بهتری را ارائه می‌دهند، در حالی که تغییر سرعت جهشی را محدود می‌کنند.

بحث در مورد دسته‌های هیدرولیک و بعضی منحنیهای عملکرد نمونه، بعداً در این مقاله ارائه خواهد شد که نشان می‌دهد اندازه‌گیری زاویه افت در دسته‌های هیدرولیکی نمونه می‌تواند به ۴۵ درجه و بالاتر برسد. در موارد زیادی راجع به‌میرایی و مجزا کردن ارتعاشات حاصل از جاده یا موتور بحث می‌شود. زاویه‌های افت، معمولاً به‌وسیله تقطیع یک گستره فرکانس اندازه‌گیری می‌شوند.

اندازه‌گیری مطلوب دیگری که روی قطعات لاستیک و لاستیک ــ فلز انجام می‌گیرد، درصد قابلیت انتقال است. قابلیت انتقال در هر سیستم ارتعاش اجباری عبارت است از نسبت نیروی منتقل شده به‌نیروی اعمال شده:

$$\text{قابلیت انتقال} = \frac{\text{نیروی منتقل شده}}{\text{نیروی اعمال شده}} \quad \text{درصد } \%$$

اندازه‌گیری‌ها عموماً از طرف ورودی و خروجی عنصر لاستیکی به‌منظور تعیین درصد ارتعاش منتقل شده از یک بدنه به‌بدنه دیگر، انجام می‌گیرد. البته هدف از مجزا کردن ارتعاش، جلوگیری از انتقال نیروی ارتعاش است یا حداقل کاهش قابلیت انتقال به‌درجه‌ای که ارتعاش قابل تحمل باشد.

موضوعی که درباره آن بحث مفصلتری خواهد شد، امکان کاهش صداست، یعنی انتقال صدا از یک ماده به‌ماده دیگر که در تماس نزدیک می‌باشند. وقتی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در مقادیر مقاومت صوتی مواد وجود داشته باشد، ارتعاش یا صدا به‌مقدار زیادی کاسته می‌شود. تفاوت بین مقادیر مقاومت صوتی بین فولاد و لاستیک خیلی زیاد است، بنابراین تعداد لایه‌ها یا سطوح مشترک بین سطوح مشترک لاستیک و فلز بر درجه قابلیت انتقالی که کامپوزیتهای لاستیک و فلز دارند، اثر می‌گذارد. سرعت سیر صدا در لاستیک $\frac{1}{20}$ تا $\frac{1}{30}$ فولاد است. بنابراین هرگاه از ترکیبهای فلز و لاستیک استفاده شود، مانع بزرگی در برابر انتقال صدا به‌وجود می‌آید. با انتخاب دقیق کامپوزیتهای لاستیک و فلز، می‌توان به‌میزان قابل توجهی قابلیت انتقال ارتعاش و صدا را از یک بدنه به‌بدنه دیگر کاهش داد. قابلیت انتقال صدا و ارتعاش با استفاده از این نوع دسته‌ها کاسته می‌شود و بدین ترتیب از ایجاد ناراحتی و خستگی ناشی از ارتعاشات غیرضروری برای مسافران و رانندگان جلوگیری می‌گردد. باید در مورد جلوگیری از فرکانس طبیعی قطعه مورد عمل مطمئن شد وگرنه امکان دارد اغتشاش بزرگی سریعاً روی دهد.

واحد سنجش فرکانس ارتعاش، هرتز نامیده می‌شود.

فرکانس
سیکل بر ثانیه
هرتز HZ

یک هرتز مساوی یک دور در ثانیه است. گستره فرکانسهای متعارف و موردنظر در اتومبیلها از چهار یا پنج هرتز تا ۴۰ ــ ۳۰ هرتز بوده است که فرکانسهای ارتعاشی عمده‌ای است و باید مجزا یا میرا شوند. در بررسیهای اخیر، فرکانسها در سطح بالاتر تا هزار هرتز بوده است.

یکی از اصطلاحاتی که در سراسر بحث از آن استفاده شده، ارتعاش است. مفهوم عمومی ارتعاش، عبارت از تغییر جابه‌جایی یک جسم نسبت به‌بُعد مرجع معین با زمان است. اگر نیروی مغشوش کننده ممتد باشد، حرکت منتجه، ارتعاش اجباری نامیده می‌شود.

تشدید وقتی به‌وجود می‌آید که ارتعاش موجود، دقیقاً برابر فرکانس طبیعی فنر و سیستم جرم باشد. با توجه به‌آنچه بیان شد، اگر هیچ گونه توقف یا اصطکاکی موجود نباشد، ممکن است دامنه ارتعاش به‌سرعت زیاد و نیرو مخرب می‌شود.

دامنه ارتعاش می‌تواند به‌سادگی به‌مقدار جابه‌جایی در یک نقطه موجود در سیستم ارتعاشی تعریف شود. مهندسین و شیمیدانان با داشتن فرکانس ارتعاشهای مزاحمی که در یک سیستم رُخ می‌دهد، می‌توانند طرح یا فرمول‌بندی لاستیک را تعدیل کنند، تا آنچه را که تنظیم اجزاء نامیده می‌شود، انجام دهند. این عمل بزرگترین اثر را در کاهش ارتعاش یا صدایی که توسط سیستم تولید می‌شود، خواهد داشت. دسته‌های موتور لاستیکی یا هر نوع دسته‌های لاستیکی برای اهداف متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی یک دلیل اصلی، کم کردن تنشهایی است که به‌وسیله

بست‌های ثابت به‌وجود می‌آیند. جابه‌جاییهای کوچکی که ممکن است سبب تنش بیش از حد در قطعات فلزی شوند، با تعبیه دسته‌های لاستیکی بی‌ضرر می‌گردند. با ظهور موتورهای چهار سیلندر، دورهای آرام معمولی، به‌طور نمونه در گستره هشت تا بیست هرتز، ضربه‌های انفجاری ۱۶ تا ۴۰ هرتز تولید می‌کنند. این ضربه‌ها، یکی از موضوعاتی است که در سالهای اخیر مورد بررسی فراوان قرار گرفته‌اند. فرمهای خمشی شاسی وسیله نقلیه به‌طور نمونه از بین ۲۰ و ۲۵ هرتز شروع می‌شوند، بنابراین تشدیدهای شاسی در دورهای آرام به‌وجود می‌آیند. به‌همین دلیل است که برای به‌حداقل رسانیدن نیروهای ارتعاشی منتقل شونده توسط موتورهای کوچکتر به‌بدنه و در نهایت به‌راننده، امروزه اغلب قطعات مورد استفاده در وسایل نقلیه در گستره ۸ تا ۴۰ هرتز تنظیم می‌شوند. به‌عنوان یک نظر کلی، برای مجزا کردن شاسی در دور آرام، مطلوب خواهد بود که دسته‌های موتور سرعت جهشی کم و سرعت میرایی بالایی داشته باشند. ولی وقتی مانورهای با سرعت بالا در مسیرهای ناهموار بررسی می‌شوند، خلاف آن مناسب است، یعنی سرعتهای جهشی بالا و سرعتهای میرایی پایین موردنیاز است. بنابراین خواص بهینه دسته موتور، به‌طورکلی یک تعدیل بین دو حالت است. سیستمهای دسته‌ای، نسبت به‌تغییر محیط عمل می‌توانند تعدیل شوند و سازگارترین آنها با محیط عمل انتخاب گردند.

تجهیزات و روشها:

این بخش از مقاله بر روی تجهیزات آزمایش، روشهای آزمایش و بعضی از پارامترهای عمومی را که می‌توان بدست آورد، متمرکز خواهد شد.

دستگاه ام ـ تی ـ اس (MTS) صد هرتز، برای اندازه‌گیری سرعت جهش دینامیک، ضریب میرایی و زاویه افت، برای اجزای سازنده اتومبیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد اصلی این دستگاه، کنترل خواص اجزای سازنده تولیدی موجود است که تثبیت شده‌اند. بالاترین فرکانس آزمایش معمول برای قطعات تولیدی موجود، صفر تا ۴۰ هرتز است.

درحال حاضر کاربرد اصلی دستگاه ام ـ تی ـ اس ۱۰۰۰ هرتز در کارهای پژوهشی است. نوع جدیدتر دستگاه ام ـ تی ـ اس، کاملاً کامپیوتری شده است و برای اندازه‌گیری مستقیم سرعت جهش دینامیک همراه با زاویه افت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب میرایی، از سرعت جهش دینامیک و زاویه افت محاسبه می‌گردد. علاوه بر این سه خاصیت فیزیکی، قابلیت انتقال، در گستره فرکانس صفر تا ۱۰۰۰ هرتز را می‌توان بدست آورد. حدود تغییر مکان، در یک فرکانس معین، برای هر قطعه مشخص که آزمایش می‌شود، باید تعیین شود.

برای بدست آوردن یک ارزیابی ذهنی معقول از وسیله نقلیه، یک کافنده فرکانس مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنترل معمول روی میل فرمان، ریل صندلی، صفحه فلزی و روی هر دو طرف قطعاتی که مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، انجام می‌شود.

اطلاعات به دست آمده از اف ـ اف ـ تی (FFT)، راجع به موقعیت و دامنه ارتعاشات در فرکانسهای صفر تا ۴۰۰ هرتز است، علاوه بر ارزشیابیهای آزمایشگاهی، ارزیابیهایی را می‌توان توسط مهندسین سوار یا وایلی رایدمتر (Wiley Ride Meter) انجام داد.

برای اطمینان از بهترین کیفیت پیوند فلز به لاستیک بر مبنای کنترل، به طور عمده از دستگاه تینیوس اُلسن (Tinius-Olsen) استفاده می‌شود. از این دستگاه، همچنین برای کسب اطلاعات راجع به مقدار کشش و فشردگی قطعات استفاده می‌شود. منحنیهای سرعت ایستا نیز به وسیله این دستگاه بدست می‌آیند.

واحد پگاسوس (Pegasus) دستگاه تمام کامپیوتری است که برای آزمایش طول عمر یا ارزیابی دوام محصولات کنترل ارتعاش استفاده می‌شود. این واحد توانایی ارزیابی در یک، دو و سه محور را دارد. اثر دمای اتاق (محیط) در مقابل ارزیابیهای دمای بالا می‌تواند توسط دستگاه آزمایش شنک پگاسوس (Schenck-Pegasus) انجام گیرد.

کاربردها:

جدول ۱ و ۲، کاربردهای متنوع، چگونگی و محل کاربرد، علت استفاده و نوع کاربرد و فرکانس مفید معمول را نشان می‌دهد و اینکه جزء سازنده به عنوان مجزا کننده، میرا کننده یا هر دو مورد استفاده قرار می‌گیرد یا نمی‌گیرد را مشخص می‌کند.

نتیجه نهایی:

متاسفانه به علت محدودیت مقاله امکان بحث درباره بسیاری از جزئیات دیگر که طی مرحله تکامل کاربردهای خودرو، اساسی هستند، نیست. بهبود فرآیندها و مواد به روشنی نیاز به بررسی مفصل و کارهای توسعه‌ای دارند. در مورد فرسودگی یا دوام قطعات، تاثیری که تغییرات گوناگون در طراحی یا بهبود مواد ممکن است روی آنها داشته باشند، بحث زیادی نشد. خواص منحصر به فرد و تنوعی که لازم می‌شود، به‌طورکلی برای عملکرد و توقعات موردنظر از یک وسیله نقلیه مخصوص یا قطعات ویژه توسعه می‌یابد

دسته موتور	سیستمهای دسته‌ای در سه الی نقطه اتکاء قدرت موتور؛ مجزا کردن قطعات چرخشی به وسیله میرایی و جهش دسته موتور	کنترل ارتعاشات موتور	دسته فنداری ـ پرسی، محدود کننده‌چرخش،انواع اتصالات استاندارد،پوشها	۸ تا ۱۰ در حال حرکت ۲۲ تا ۲۵ در دور آرام	مجزا و میرا
دسته‌های بدنه/شاسی	بدنه به قاب/ شاسی	مجزا کردن محل مسافر از ارتعاشات متوالی حاصل از جاده، فرونشاندن امتداد نیرو در همه جهات(قسمت جلو، عقب، عمودی)	تحمل فشار و پرش برای مجزا کردن حرکت، فرو نشاندن فنر، فرو نشاندن نیروهای ترمز، فرو نشاندن نیروهای کناری و افقی	به طور ویژه تنظیم‌نمی شود ارتعاش حاصل از موتور و جاده خاص وسیله نقلیه است.	مجزا بیشتر میرا کمتر
دسته‌های سپر عقب و جلو	سیستم تعلیق اتومبیل، تکان، بازوی کنترل، کاپوت، محور	محدود کردن انحراف، کم کردن حداکثر نیرو، انتقال، ورود نرم، انعکاس کم، کنترل صدا	تعلیق به بدنه، بازوی کنترل، کاپوت بدنه	به طور ویژه تنظیم نمی شود ارتعاش حاصل از موتور و جاده ویژه وسیله نقلیه است.	میرا
میراکننده‌های فرمان	درفرمان، صفحه اصلی، دسته‌های لاستیکی و وزنه آزاد، وزنه از دسته لاستیکی انرژی جذب کرده و ارتعاش می‌کند و فرمان را در حالت سکون نگه می‌دارد.	خنثی کردن فرکانسهای مزاحم (فرمان)	حذف کردن لرزش مزاحم فرمان	۱۳ تا ۴۰ هرتز	میرا
دسته‌های اگزوز	بین سیستم اگزوز و بدنه	کنترل‌صدا وارتعاش داخل موتور	نگه داشتن و مجزا کردن اگزوز	۷۵ تا۱۵۰ هرتز	مجزا و میرا
میراکننده‌میل‌گاردان یا حلقه‌های جاذب و درپوشها	کاوله لاستیکی تحت فشار در بین لوله‌های هم مرکز	ارتعاش‌مزاحم‌میله‌آلومینیمی/ فولادی مرتعش شده	لوله فولادی که در داخل لاستیک نصب می‌شود میل‌گاردان، دیفرانسیل	۳۵۰ تا ۵۲۰ هرتز	مجزا و میرا
دسته‌های استرود (STRUT)	دسته‌های ضربه‌گیر بالا و پائین، عقب و جلو	قسمتی‌از مجزا کردن، انتقال صدا، میراکننده اضافی، محدود کردن انتقال از استرود (STRUT)، برای ضربه	اتومبیل، کامیون	سرعتهای استاتیک جلو، سرعتهای دینامیک عقب	مجزا

جدول ۲ ــ کاربردها

تسمه ران پیچشی	میل لنگ برای مجزا کردن	اتومبیل سواری، کامیون	مجزا کردن ضربه‌های انفجاری موتور از تسمه مارپیچی شرعی، گرفتن گشتاور برای بعلف صدا و ارتعاش تسمه و حداقل کاهش تسمه را مجزا می‌سازد (لوایان دوام)	به طور معمول برای فرکانسهای دورآرام تنظیم می‌شود ۲۲ تا ۲۵ هرتز	مجزا
مجزا کننده رام شاسی	[illegible]	اتومبیل سواری، اتوبوس	مجزا کردن یا کاهش ارتعاش حاصل از جاده	سرعتهای استاتیک و دینامیک	مجزا
بوشها	[illegible]	اتومبیل سواری ، کامیون	مجزا کردن ارتعاش و صدای ناشی از جاده، موتور به سیستم	سرعتهای استاتیک و دینامیک	مجزا
میرا کننده‌های فنر طبیعی	فنر طبیعی	اتومبیل سواری، کامیون	رفع و میرا کردن ارتعاشات بالشتک فنر طبیعی عقب به عنوان میراکننده جرم زیاد	مخصوص وسیله نقلیه	میرا
مجموعه قطعات کلاچ A/C	مورد استفاده در روشن و خاموش کردن کلاچ مغناطیسی	اتومبیل سواری	کاهش لرزش، وقتی میله فشار دهنده/ کلاچ درگیر می‌شود	سرعت چهشی پیچشی	مجزا
پایه‌های تنظیم رادیاتور	دسته بالا و پایین، متصل به بدنه و شاسی مادین	مورد استفاده در رادیاتور میراکننده جرم	کنترل و مجزا کردن ارتعاشات سیستم خنک کننده	قابل تنظیم در هر وسیله نقلیه	میرا
بوشهای هیدرولیکی	سیستمهای تعلیق و دسته موتور	اتومبیلها و کامیونها	مجزا کردن صدا و ارتعاش حاصل از موتور و جاده	متغیر	مجزا و میرا
دسته‌های هیدرولیکی	دسته‌های موتور ، میرایی جهش مجزا کردن شاسی	اتومبیل سواری، کامیون	کاهش و جذب ارتعاش موتور، کاهش ارتعاش منتقل شده از جاده به شاسی	۸ تا ۱۰ در حرکت، ۲۲ تا ۲۳ در دور آرام	مجزا و میرا