مقاله

استفاده از جاذب‌های انرژی بیضوی در خودروها جهت حفاظت از عابران پیاده

عباس نیک‌نژاد*
استادیار بخش مهندسی مکانیک
دانشگاه یاسوج
aniknejad@mail.yu.ac.ir

علی‌رضا جهانگیریان
دانشیار بخش مهندسی هوافضا
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
ajahan@aut.ac.ir

علی‌رضا شامیری
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
a.shamiri @aut.ac.ir

حسام آسیائی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی شیراز
asiaei.hessam@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۹

چکیده

از جمله پرمخاطره‌ترین اتفاقات ممکن در جریان تصادف یک خودرو با عابر پیاده، برخورد سر عابر با درب موتور و قطعات سخت زیرین آن است. به‌منظور کاهش آسیب‌های وارده بر عابران پیاده در برخورد از روبرو، تاکنون راه‌حل‌های متنوعی بررسی و پیشنهاد شده است. بسیاری از این راه‌حل‌ها نیازمند نصب حسگر در جلوی خودرو جهت تشخیص اولیهٔ برخورد است. نحوهٔ عملکرد بیشتر این سیستم‌های ایمنی، افزایش فاصلهٔ میان درب موتور و قطعات سخت زیرین آن و ایجاد سطحی انعطاف‌پذیر و نرم در محل برخورد سر عابر با خودرو است که با بالابردن درب موتور به روش‌های گوناگون صورت می‌گیرد. راه‌حل دیگر، نصب درب موتور و سپر با قابلیت جذب مقدار زیادی انرژی است. در این مقاله، انواع سیستم‌های ایمنی تعبیه‌شده جهت حفاظت از عابران پیاده در برخورد از جلو و طرز کار آنها بررسی شده است. در پایان نیز نوعی جاذب انرژی فلزی با سطح مقطع بیضوی، با هدف افزایش ایمنی عابران پیاده در برخورد با بخش جلویی خودرو معرفی شده است.

واژگان کلیدی: برخورد روبرو، جاذب انرژی بیضوی، سیستم‌های ایمنی، عابر پیاده، خودرو

۱. مقدمه

نتایج تحقیقات ارائه‌شده در هفدهمین کنفرانس بین‌المللی افزایش ایمنی خودروها[1] در کشور هلند نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد از آسیب‌های جدی وارده بر عابران پیاده در تصادفات، ناشی از واردآمدن ضربه به سر است [۱]. ضربهٔ وارده به سر حتی در سرعت‌های پایین برخورد نیز می‌تواند سبب شکستن استخوان‌های صورت و جمجمه و مرگ‌ومیر شود [۲]. از طرفی، در تصادف خودرو با عابر پیاده، برخورد پا با سپر خودرو و در نتیجهٔ آن، برخورد سر به

درب موتور و شیشهٔ جلو، بیشترین تلفات را دارد. علت مخاطره‌آمیزبودن برخورد سر با درب موتور، فاصلهٔ اندک سطح زیرین درب موتور با قطعات صلبی نظیر موتور، باتری و موارد مشابه است. بنابراین لازم است تا به‌گونه‌ای فاصلهٔ بین درب موتور با قطعات صلب زیرین افزایش یابد و سطوحی که محل برخورد سر عابر با خودرو هستند، نرم و انعطاف‌پذیر شوند.

انجمن تولیدکنندگان خودرو اروپا[۲] تفاهم‌نامه‌ای مصوب کرده است که به‌موجب آن لازم است تا تمام خودروهای تولیدی بعد از سال ۲۰۱۰ م تست‌های پیشنهادشده توسط کمیتهٔ افزایش ایمنی خودروهای اروپا را با موفقیت گذرانده باشند. تحقیقات پژوهشگران شرکت خوروسازی فیات[۳] نشان می‌دهد که حدود ۱۵ درصد مرگ‌ومیرهای جاده‌ای مربوط به عابران پیاده است و در ۹۰ درصد از این موارد، برخورد در قسمت جلوی خودرو صورت گرفته است [۳]. این آمارها لزوم طراحی و ساخت سیستم‌ها و سازوکارهای جدیدی را در بخش جلویی خودرو جهت حفاظت از عابران پیاده نشان می‌دهد. بر این اساس، به‌منظور افزایش ایمنی عابران پیاده در برخوردهای از جلو، راه‌کارهای متنوعی ارائه شده است:

۱. استفاده از سیستم بالابرندهٔ درب موتور

۲. نصب کیسهٔ هوا در جلوی خودرو

۳. استفاده از درب موتورهای انعطاف‌پذیر

در ادامه، هر سه راه‌کار فوق، که به‌عنوان اختراع در کشورهای گوناگون ثبت شده‌اند، بررسی می‌شوند. در پایان، طرح پیشنهادی جاذب‌های انرژی فلزی با سطح مقطع بیضوی با هدف افزایش ایمنی عابران پیاده در برخورد با جلوی خودرو معرفی می‌شود.

۲. سیستم بالابرندهٔ درب موتور

از جمله رایج‌ترین و کارآمدترین روش‌های حفاظت از عابران پیاده به‌هنگام برخورد با خودرو و کاهش آسیب‌های وارده بر آنها، استفاده از سیستم بالابرندهٔ درب موتور است که با افزایش مسافت جذب انرژی، شتاب کندشونده و ضربهٔ وارده بر عابر را کاهش می‌دهد [۴]. هدف از به‌کارگیری این سیستم، جلوگیری از برخورد سر عابر با قسمت‌های سخت موتور، که همانند یک جسم صلب عمل می‌کند، می‌باشد. در شکل ۱ نمایی شماتیک از این سیستم نمایش داده شده است.

شکل ۱. سیستم بالابرندهٔ درب موتور جهت محافظت از عابر پیاده

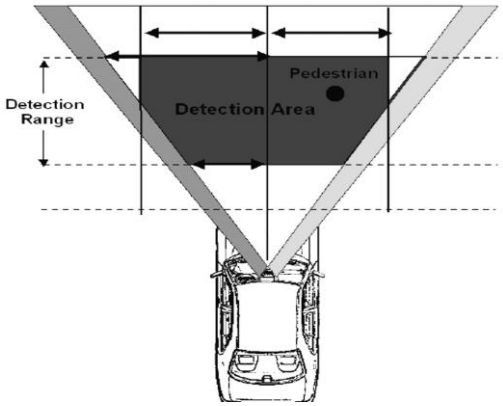
وقتی حسگرها یا اسکنرهای لیزری، که در جلوی خودرو نصب می‌شوند، نزدیک‌شدن و برخورد با عابر پیاده را تشخیص می‌دهند، این سیستم عمل می‌کند. بدین صورت که توسط یک سازوکار مکانیکی یا هیدرولیکی، قسمت عقب درب موتور حول لبهٔ جلویی آن دوران می‌کند و بالا می‌آید [۵]. این عمل چند مزیت دارد: نخست اینکه باعث می‌شود سطح درب موتور از محفظهٔ موتور به اندازهٔ کافی فاصله بگیرد و احتمال برخورد صلب سر عابر پیاده با موتور از بین برود [۶]. دیگر اینکه پس از برخورد بدن و سر عابر با درب موتور، مسیر برگشت درب موتور و پایین‌آمدن آن تا رسیدن به محل اولیه طی می‌شود و باعث افزایش مسیر

جذب انرژی برخورد و کاهش ضربهٔ وارده بر عابر پیاده در اثر کاهش شتاب کندشوندهٔ عابر می‌شود. بدین معنا که فرایند جذب انرژی جنبشی نسبی عابر نسبت به خودرو، طی مسیر طولانی‌تر و با شتاب یکنواخت کمتر اتفاق می‌افتد. بنابراین، سیستم بالابرندهٔ درب موتور، یک سیستم جاذب انرژی برگشت‌پذیر است که برخلاف سیستم کیسهٔ هوای بیرونی، بدون نیاز به سرویس خاصی، به دفعات قابل استفاده است. در شکل ۲ نمونه‌ای از اسکنر لیزری نصب‌شده در سپر جلوی خودروی تولیدی شرکت فیات نشان داده شده است.

شکل ۲. اسکنر لیزری نصب‌شده روی سپر جلوی خودروی فیات

این اسکنر با اندازه‌گیری فاصلهٔ عابر پیاده با خودرو و نیز سرعت نسبی خودرو نسبت به عابر، وضعیت بحرانی را تشخیص می‌دهد و در صورت نیاز، سیستم بالابرندهٔ درب موتور عمل می‌کند. در شکل ۳، زاویهٔ دید حسگر نصب‌شده روی خودروی تولیدی شرکت بنز، مدل دایملر کرایسلر[۴]، نمایش داده شده است؛ مطابق شکل مشخص است که این حسگر، فاصله‌های کمتر از ۲۵ متر را در زاویهٔ دید ۳۰ درجه، بحرانی تشخیص می‌دهد و در این محدوده، سیستم بالابرندهٔ درب موتور عمل می‌کند. سازوکار مکانیکی بالابرندهٔ درب موتور به صورت‌های مختلفی ساخته می‌شود:

۱. استوانهٔ آکاردئونی پنوماتیک که طی یک فرایند برگشت‌پذیر عمل می‌کند.
۲. سیلندر - پیستون پنوماتیک که طی یک فرایند برگشت‌پذیر عمل می‌کند.
۳. سیستم ترکیبی الکترومکانیکی با موتور الکتریکی که طی فرایندی برگشت‌پذیر عمل می‌کند.
۴. کیسهٔ هوای موجود در زیر درب موتور که پس از بازشدن، درب موتور را طی یک فرایند برگشت‌ناپذیر بالا می‌برد.

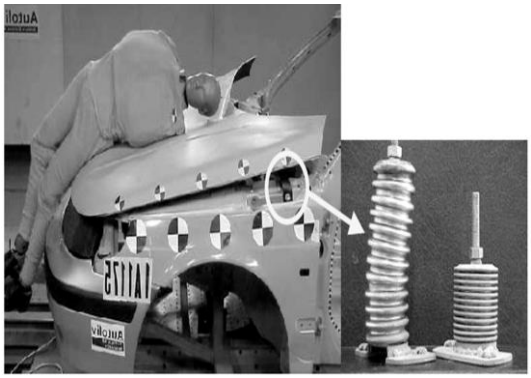


شکل ۳. زاویهٔ دید حسگر خودروی بنز مدل دایملر کرایسلر [۷]

۱-۲. استوانهٔ آکاردئونی پنوماتیک

این سازوکار، اختراع طراحان شرکت اوتولیو[۵] در سال ۲۰۰۱ م است. مطابق شکل ۴، در این سازوکار دو استوانهٔ فولادی آکاردئونی انعطاف‌پذیر در دو سمت درب موتور نصب می‌شود که در شرایط عادی فشرده شده‌اند. با ارسال سیگنال از طرف حسگرهای نصب‌شده در سپر جلوی خودرو به سیستم محرک، توسط یک ژنراتور، هوای فشرده به‌درون دو سیلندر استیل آکاردئونی در مدت زمان ۶۰ الی ۷۰ میلی‌ثانیه وارد می‌شود. در اثر فشار گاز، استوانهٔ آکاردئونی باز می‌شود و طول آن افزایش می‌یابد. این امر سبب بالارفتن درب موتور تا حدود ۱۰ سانتی‌متر می‌شود و از یک جسم مماس بر یک سطح تقریباً صلب (موتور و قطعات دیگر)، به یک سطح انعطاف‌پذیر سوارشده روی دو استوانه با خاصیت ارتجاعی مبدل می‌شود. آزمایش‌های

انجام‌شده توسط شرکت سازنده نشان می‌دهد که این سیستم به‌مقدار قابل توجهی خطرات آسیب جانی را از عابران پیاده دور می‌کند و احتمال آسیب شدید را به‌میزان قابل توجهی پایین می‌آورد.



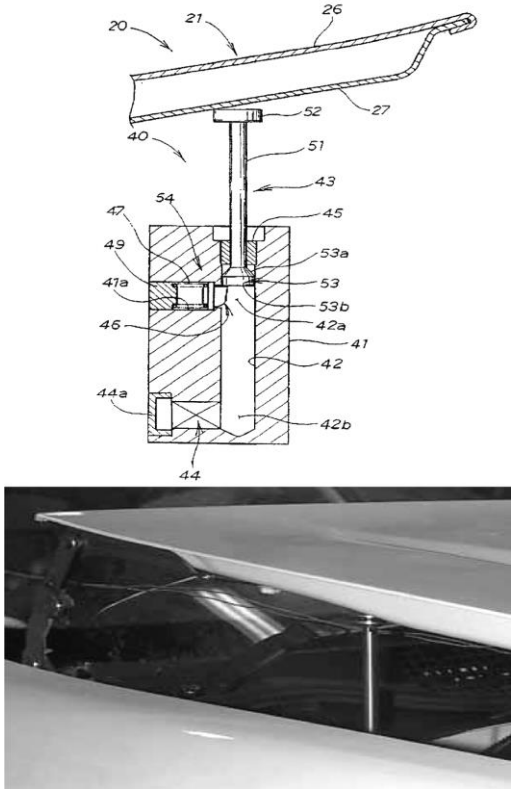
شکل ۴. سیستم بالابرندهٔ درب موتور
با استفاده از سازوکار استوانه‌ای آکاردئونی پنوماتیک

۲-۲. سیلندر - پیستون پنوماتیک

این سازوکار، اختراع مهندسان طراح شرکت خودروسازی هوندا[۶] است که در سال ۲۰۰۲ م ثبت شده است و نمای کلی آن در شکل ۵ نشان داده شده است. با تشخیص حسگر جلو و فرمان واحد کنترل، گاز فشرده‌شده توسط ژنراتور (عضو ۴۴)، وارد سیلندر و پیستون می‌شود و بازشدن جک پنوماتیک، سبب بالارفتن درب موتور(عضو ۲۷) می‌گردد. در این حالت، عضو قفل‌کننده (عضو ۴۶)، در اثر فشار فنر از قبل فشرده‌شده (۴۷)، مسیر پایین‌آمدن پیستون درون سیلندر را مسدود می‌کند و باعث باقی‌ماندن جک در وضعیت باز می‌شود. سپس به‌محض برخورد عابر پیاده با ردب موتور بالاآمده خودرو و جذب انرژی ضربه، عضو قفل‌کننده، مسیر پایین‌آمدن پیستون درون سیلندر را باز می‌کند تا مجدداً مسیر دید راننده باز شود.

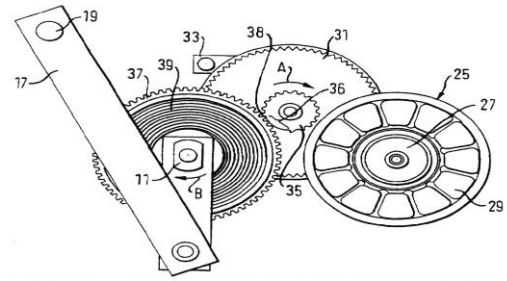
۲-۳. سیستم ترکیبی الکترومکانیکی

این سازوکار بالابرنده در سال ۲۰۰۱ م به‌عنوان اختراع در ایالات متحده ثبت و توسط شرکت تی. آر. دابلیو[۷] طراحی و ساخته شده است.



شکل ۵. سازوکار سیلندر - پیستون مورد استفاده
در سیستم بالابرندهٔ درب موتور در خودروی هوندا

مطابق شکل ۶، این سیستم محرک دارای یک موتور الکتریکی برای حرکت‌دادن محوری است که به درب موتور متصل است. یک فنر پیچشی (عضو ۳۹) نیز به‌عنوان یک منبع توان کمکی، به برگشت سیستم به حالت اولیه کمک می‌کند. این سیستم به‌گونه‌ای طراحی شده است که می‌تواند با دو منبع توان متفاوت کار کند. در یک حالت، محور موتور الکتریکی (عضو ۲۷) می‌چرخد و چرخش آن به‌ترتیب باعث دوران چرخدنده‌ها و سپس حرکت میلهٔ شماره ۱۷ و بالارفتن درب موتور می‌شود. در حالت دوم، محور شمارهٔ ۱۱ به‌طور مستقیم توان خود را از موتور خودرو می‌گیرد و این امر سبب حرکت میلهٔ ۱۷ و بالارفتن درب موتور می‌شود. در این سازوکار بخشی از محیط چرخدندهٔ ۳۵، بدون دنده است تا در زمان مورد نیاز، اجازهٔ حرکت آزاد و ایجاد حرکت سیستم از طریق منبع توان دوم (موتور خودرو) فراهم شود.

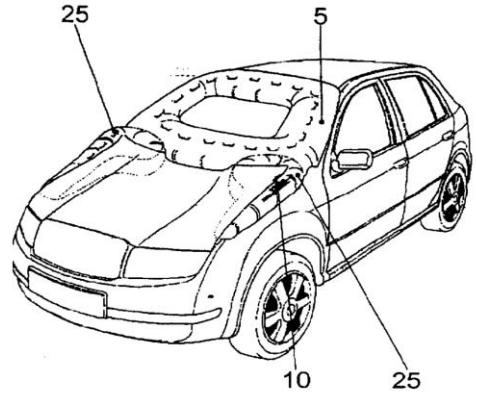


شکل ۶. سازوکار الکتریکی-مکانیکی محرک سیستم بالابرندهٔ درب موتور

۴-۲. کیسهٔ هوای شیشه و درب موتور

ایده اولیهٔ کیسهٔ هوا در سال ۱۹۵۲ م توسط جان هتریک[8] مطرح و سپس توسط دیوید برید در سال ۱۹۶۷ م تکمیل شد. سه سال بعد، این اختراع در زمینهٔ ایمنی خودروها انقلابی برپا کرد [۸]. این سیستم ابتدا توسط شرکت خودروسازی کرایسلر[9] و سپس توسط شرکت‌های فورد[10] و جنرال موتورز[11] بر روی خودروهای تولیدی نصب شد. آمارها نشان می‌دهند که ۹۳ درصد از وسائل نقلیهٔ موجود در کشور آلمان در سال ۲۰۰۴ م به سیستم کیسه هوای داخلی خودرو برای راننده و سرنشین جلو مجهز شده‌اند [۹]. این اطلاعات، توجه خودروسازان را به سیستم‌های ایمنی نشان می‌دهدف تا آنجا که علاوه بر توجه به ایمنی سرنشینان خودرو، به عابران پیاده نیز توجه شده است. یکی از این سیستم‌ها، کیسه هوای شیشه و درب موتور است. این سیستم، که جهت افزایش ایمنی عابر پیاده طراحی و تولید شده است، در سال ۲۰۰۲ م توسط شرکت فولکس‌واگن[12] ارائه شده است. در این سیستم، به‌محض تشخیص برخورد با عابر پیاده توسط حگرهای جلوی خودرو، یک یا چند کیسه هوای ارتجاعی برای اتلاف انرژی عمل می‌کند و ضمن بالابردن درب موتور، حجم بزرگی از قاب محیطی شیشه جلو و سطح درموتور را پوشش می‌دهد.

مطابق شکل ۷، این سیستم دارای سازوکاری است که به‌هنگام برخورد با عابر، درب موتور را از حالت اولیه تا میزان مشخصی، نزدیک شیشهٔ جلو بالا می‌برد. همزمان، یک کیسه هوای اصلی (۵) با یک یا چند کیسه هوای جانبی (۲۵) برای جذب انرژی ضربه و ایجاد یک سطح انعطاف‌پذیر در زیر محل فرود عابر، بخشی از سطوح شیشه جلو و ردب موتور را پوشش می‌دهد.



شکل ۷. سیستم کیسه‌های هوای اصلی و جانبی در خودروی فولکس‌واگن

۳. کیسهٔ هوای جلوی خودرو

نصب کیسه‌های هوا در جلوی خودرو (روی سپر جلو) موجب کاهش آسیب‌های وارد بر عابران پیاده در حین

برخورد می‌شود. در شکل ۸ نمونه‌ای از سیستم کیسهٔ هوای سپر جلوی تولیدشده توسط شرکت خودروسازی فورد نمایش داده شده است. در این سیستم، علاوه بر کیسهٔ هوای شیشهٔ جلو که شامل دو کیسه هوا هر یک به ابعاد ۱۳۰×۳۰۵×۶۸۵ میلی‌متر مکعب است، از کیسهٔ هوای سپر جلو به ابعاد ۱۳۰×۵۶۰×۱۳۷۰ میلی‌متر مکعب نیز استفاده شده است که بالای سپر خودرو گسترش می‌یابد و بخشی از درب موتور را نیز پوشش می‌دهد. این کیسهٔ هوا از طریق حسگری که در شبکه‌های جلوی خودرو نصب شده است و حضور عابر را تشخیص می‌دهد، فعال می‌شود. این نوع سیستم در برخوردهایی با سرعت بیش از ۲۰ کیلومتر بر ساعت عمل می‌کند؛ زیرا تحقیقات نشان داده است که در سرعت‌های کمتر، خطری متوجه عابران پیاده نیست.

شکل ۸ سیستم کیسه هوای سپر و شیشهٔ جلوی خودروی فورد

۴. درب موتور انعطاف‌پذیر با قابلیت جذب انرژی

یکی دیگر از روش‌های محافظت از عابران پیاده در هنگام برخورد، استفاده از درب موتورهای انعطاف‌پذیر، با قابلیت جذب انرژی بالاست. برای این منظور، دو سازوکاری که در برخی خودروهای امروزی، طراحی و تعبیه شده است، ارائه می‌شود. سپس، راه‌کار جدیدی به‌عنوان راه‌کار سوم، برای اولین‌بار ارائه می‌شود که ایدهٔ جدیدی برای تبدیل سطح شبه‌صلب درب موتور به یک سطح نرم و انعطاف‌پذیر است:

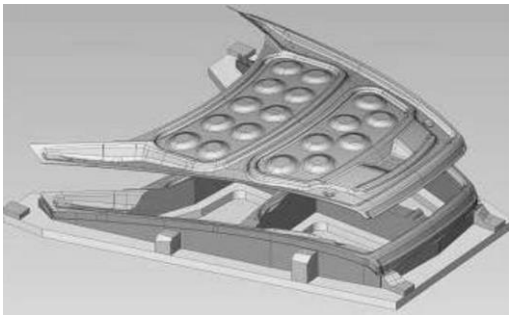
۱. نصب صفحات انعطاف‌پذیر داخلی درب موتور

۲. استفاده از درب دوجدارهٔ قابل تورم

۳. استفاده از درب تقویت‌شده با جاذب‌های انرژی بیضوی (ایدهٔ جدید)

۴-۱. صفحات انعطاف‌پذیر داخلی درب موتور

این امکان در بسیاری از خودروهای امروزی وجود دارد. در این سیستم، صفحه یا صفحات انعطاف‌پذیری به سطح زیرین یا میانی درب موتور(در درب‌های دوجداره) متصل می‌شود و در نتیجه، یک سطح نرم و انعطاف‌پذیر در زیر درب موتور ایجاد می‌شود که سبب جذب انرژی در زمان برخورد عابر پیاده با درب موتور می‌شود و از آسیب‌رساندن قسمت‌های صلب زیرین دربموتور مانند موتور خودرو به عابر پیاده ممانعت می‌کند. شکل ۹ نمونه‌ای از این سیستم ایمنی نصب‌شده روی خودروی سواری تولیدشده توسط شرکت نیسان را نمایش می‌دهد.

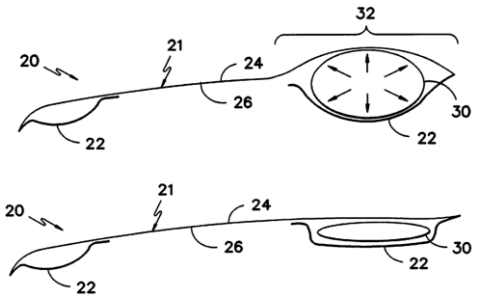


شکل ۹. صفحات نصب‌شده روی سطح زیرین درب موتور

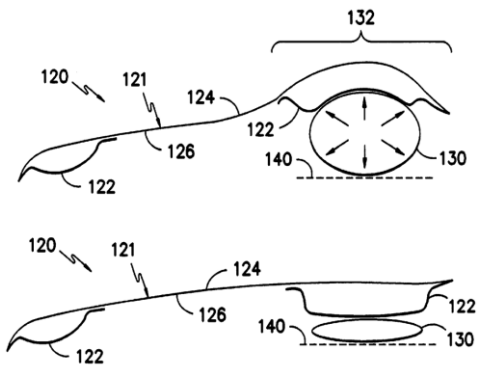
۴-۲. درب موتور دوجدارهٔ قابل تورم

در بموتورهای دوجداره، از یک لایهٔ داخلی و یک لایهٔ خارجی ساخته شده‌اند. به‌منظور امکان افزایش فاصله میان این دو لایه، از کیسهٔ هوا و یا تزریق هوای فشرده استفاده می‌شود. در این سیستم، پس از تشخیص حسگرها، مطابق شکل ۱۰، کیسهٔ هوای قرار داده شده در میان دو لایهٔ درب موتور، پس از متورم‌شدن، سبب بالاآمدن درب موتور و ایجاد یک سطح انعطاف‌پذیر و به‌دنبال آن، جذب بیشتر انرژی برخورد می‌شود. گاهی نیز در برخی خودروها، این

کیسهٔ هوا مطابق شکل ۱۱ در زیر درب موتور تعبیه می‌شود.



شکل ۱۰. کیسه هوای تعبیه‌شده بین دو جدارهٔ درموتور قابل تورم



شکل ۱۱. کیسه هوای تعبیه‌شده در سطح زیرین درب موتور قابل تورم

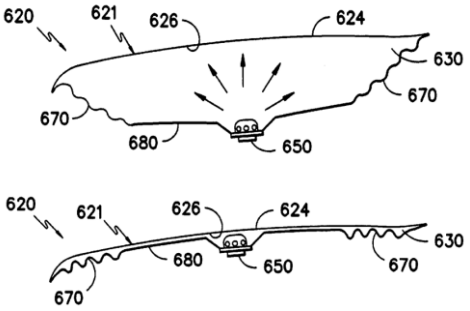
در گونهٔ دیگری از این نوع سیستم ایمنی، مطابق شکل ۱۲، کیسهٔ هوایی وجود ندارد و توسط یک انژکتور، هوای فشرده به‌سرعت در فضای بین دو لایهٔ آب‌بندی‌شدهٔ درب دوجداره تزریق می‌شود و سبب تورم درب موتور و افزایش فاصلهٔ بین سطح بالایی آن و قسمت‌های صلب زیرین می‌شود. در این حالت، درب دوجداره مسابه یک کیسهٔ هوا عمل می‌کند. در نوعی دیگر از این سیستم، سطح زیرین درب موتور دوجداره مشابه خودروهای معمولی، فلزی است که توسط یک لایهٔ انعطاف‌پذیر، دوجداره شده است. در این سیستم، با تزریق هوا درون فضای بین دو لایه، تورم لایهٔ بالایی مطابق شکل ۱۳ صورت می‌گیرد. یکی از مزایای این سیستم، برگشت‌پذیر بودن آن است و بنابراین به‌دفعات و بدون نیاز به سرویس خاصی می‌توان از این سیستم استفاده کرد.

۳-٤. درب موتور تقویت‌شده با جاذب انرژی بیضوی

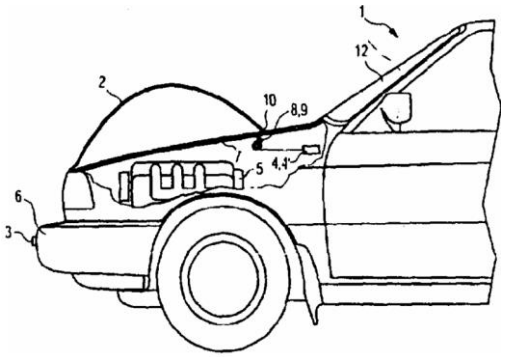
ایدهٔ استفاده از جاذب‌های بیضوی، برای نخستین‌بار توسط محققان کشور مالزی جهت استفاده در سپر خودرو پیشنهاد شده است [۱۰]. در این سیستم پیشنهادی، از جاذب‌های انرژی بیضوی ساخته‌شده از مواد کامپوزیت مطابق شکل ۱۴ استفاده شده است. این جاذب‌ها، از رزین اپوکسی و الیاف کربن با چیدمانی از لایه‌های کربن تولید شده‌اند. این محققان، از این نوع جاذب بیضوی کامپوزیتی در سپر خودرو استفاده نموده‌اند که به‌عنوان یکی از سه طرح برتر جاذب انرژی توسط مؤسسهٔ آهن و فولاد امریکا در سال ۲۰۰۴ م معرفی شد. آزمایش‌هایی که در حین طراحی و تولید این نوع جاذب انرژی برای سپر خودرو انجام گرفته، نشان می‌دهد که میزان جذب انرژی توسط هر جاذب بیضوی تقریباً برابر با ۷۷ ژول طی جابه‌جایی ۴۵ میلی‌متر است. این ظرفیت جذب انرژی در مقایسه با ابعاد و وزن این نوع جاذب قابل قبول است [۱۰].

در این مقاله، از ایدهٔ محققان مالزی با هدف دیگری استفاده می‌شود و تغییراتی اساسی در این طراحی انجام می‌شود. به‌عبارت دیگر، در این مقاله یک نوع جاذب انرژی بیضوی ساخته‌شده از آلیاژ برنج جهت استفاده به‌عنوان سطح زیرین درب موتور ارائه می‌شود. در این طرح، چیدمانی از جاذب‌های انرژی بیضوی ساخته‌شده از برنج مطابق شکل ۱۵ در بین دو لایهٔ درب موتور قرار می‌گیرد و یک سطح انعطاف‌پذیر با توانایی جذب میزان قابل توجهی انرژی ایجاد می‌کند. با توجه به تعبیهٔ یک شیار در هر انتهای جاذب انرژی، این قطعات جدارنازک فلزی به‌سادگی نصب می‌شوند و در بین رویهٔ درب موتور و لایهٔ زیرین تعبیه‌شده در زیر آن مونتاژ می‌شوند. شکل ۱۶، نمونه‌ای از جاذب انرژی بیضوی طراحی و ساخته‌شده در این مقاله را نمایش می‌دهد. در این نمونه، ارتفاع داخلی دهانه در امتداد قائم ۴۸ میلی‌متر، عرض داخلی دهانه در امتداد افق ۵۴ میلی‌متر، طول نمونه ۸۰ میلی‌متر، ضخامت جداره ۱

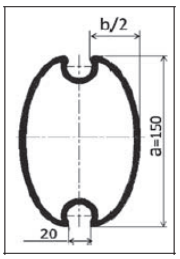
میلی‌متر و شعاع شیارهای دو انتهای قائم آن، که محل عبور پین استوانه‌ای و اتصال به دو رویهٔ درب موتور است، ۳/۵ میلی‌متر انتخاب شده است. ارتفاع نمونه در امتداد قائم ۶۰ میلیمتر است.



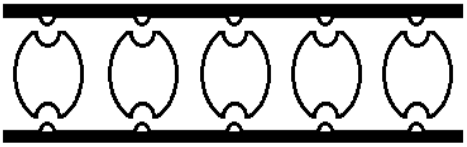
شکل۱۲. تزریق هوای فشرده از طریق یک انژکتور (عضو ۶۵۰) درون فضای بین دو جدارهٔ درب موتور



شکل ۱۳. درب موتور دوجدارهٔ قابل تورم و انعطاف‌پذیر



شکل ۱۴. جاذب انرژی بیضوی کامپوزیتی [۱۰]



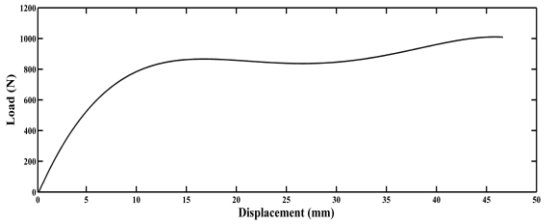
شکل ۱۵. شکل جاذب انرژی بیضوی

یک نمونه از این قطعات جدارنازک برنجی با سطح مقطع بیضوی تحت فشار جانبی در امتداد دو شیار قرار گرفتند و نمودار نیرو - تغییر مکان آن رسم گردید. این آزمایش توسط دستگاه دی. ام .جی.[۱۳] مدل ۷۱۶۶ در آزمایشگاه مقاومت مصالح دانشگاه یاسوج انجام شده است و شکل ۱۷، نمودار نیرو - تغییر مکان حاصل را نشان می‌دهد. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که میزان جذب انرژی جنبشی توسط یک عدد از جاذب انرژی بیضوی با مشخصات ذکرشده برابر با ۷۶ ژول است، در حالی‌که یک نمونه از این قطعات، فقط فضایی به ابعاد ۶۰×۵۴×۸۰ میلی‌متر را اشغال می‌کند و جرمی حدود ۱۲۴ گرم دارد و هزینهٔ مواد اولیه و تولید بسیار پایینی دارد.

شکل ۱۶. یک نمونه جاذب انرژی بیضوی برنجی ساخته‌شده

با توجه به فضای خالی که معمولاً بین رویهٔ درب موتور و قطعات زیرین وجود دارد، به سادگی می‌توان تعداد زیادی از این جاذب‌های انرژی بیضوی را به‌عنوان لایهٔ زیرین درب موتور نصب کرد و با افزودن تنها ۵ کیلوگرم به جرم درب، میزان جذب انرژی را به حدود ۳۰۰۰ ژول رساند. این میزان قابلیت جذب انرژی می‌تواند برخورد و فرود یک عابر پیاده به جرم ۶۰ کیلوگرم روی درب موتور با سرعت سقوط ۱۰ متر بر ثانیه را بدون بروز هیچ آسیبی فراهم کند. در این طراحی، چنانچه به جذب انرژی بالاتری نیاز باشد، کافی است تعداد مقاطع جدارنازک بیضوی افزایش یابد و یا طول هر نمونه، بزرگتر انتخاب شود. از مزایای این نوع جاذب

انرژی بیضوی پیشنهادی، فراهم‌نمودن یک سطح انعطاف‌پذیر مناسب، هزینهٔ بسیار پایین ساخت و عدم نیاز به سیستم‌های گران‌قیمت تشخیص فاصله با عابر است. در ضمن، نمونه از آلیاژ برنج شاخته شده است و فرایند تولید آن بسیار ساده‌تر و ارزان‌تر از نمونهٔ کامپوزیتی ساخته شده توسط محققان مالزیایی برای سپر خودرو است.



شکل ۱۷. نمودار نیرو - تغییرمکان جاذب انرژی طراحی‌شده

نکتهٔ قابل توجه دیگر اینکه بخش قابل توجهی از تغییر شکل‌های ایجادشده در جاذب انرژی بیضوی، به‌دلیل نوع هندسهٔ طراحی‌شده و آلیاژ فلزی استفاده‌شده در ساخت آن، در محدودهٔ الاستیک اتفاق می‌افتد. لذا استفاده از این نوع جاذب‌ها سبب می‌شود تا جاذب انرژی در ضربات معمولی، همچون یک فنر عمل کند و رفتار برگشت‌پذیری از خود نشان دهد و نیز به‌گونه‌ای طراحی شده است که در برخوردهای شدید مانند یک جاذب برگشت‌ناپذیر عمل نماید. این در حالی است که در آزمایش‌های جذب انرژی در ضربهٔ کم، گاهی از فوم‌های غیرفلزی نظیر فوم پلی‌اورتان به‌عنوان جاذب استفاده می‌شود که این مواد علاوه بر اینکه با پوست بدن انسان سازگار نیستند، تولید آنها به تجهیزات بیشتری نسبت به جاذب‌های بیضوی فلزی نیازمند است. بنابراین جاذب انرژی بیضوی ساخته‌شده در این پژوهش، می‌تواند گزینهٔ مناسبی برای محافظت از عابران پیاده در تصادفات باشد.

۵. نتیجه‌گیری

امروزه، به موضوع ایمنی در وسائل نقلیه اهمیت زیادی داده می‌شود؛ به‌طوری‌که تمام خودروسازان مبالغ بسیاری برای طراحی، ساخت و نصب سیستم‌های ایمنی جدید و بهینه روی خودرو هزینه می‌کنند. در برخی از شرکت‌های خودروساز، پس از حل مسئلهٔ طراحی خودروهای ایمن و تولید خودروهایی با سطح ایمنی بالا برای سرنشینان، توجه به طراحی، ساخت و نصب سیستم‌های ایمنی جهت حفاظت از عابران پیاده در زمان برخورد و تصادف با این خودروها، معطوف شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در یک سیستم بهینه جهت تأمین سلامت جسمی عابران پیاده در زمان برخورد خودرو با آنها، باید حسگرهایی در جلوی خودرو نصب شده باشد که قابلیت تشخیص عابران پیاده و تخمین فاصله عابر از خودرو و توانایی اندازه‌گیری سرعت نسبی بین عابر و خودرو را داشته باشد. اگر فاصلهٔ عابر از خودرو از حد معینی کمتر باشد، باید سازوکار برگشت‌پذیر بالابرنده درب موتور عمل کند تا در صورت بروز برخورد و پرت‌شدن عابر روی درب موتور، از برخورد سر عابر با قسمت‌های سخت موتور خودرو جلوگیری شود. این سیستم نیازمند هزینه اولیه طراحی و ساخت بالا و نیز هزینهٔ بالای سیستم تخمین فاصله است. نصب صفحات انعطاف‌پذیر از جنس پلیمر، کامپوزیت و یا فوم پلی‌اورتان روی سطح زیرین در بموتور نیز می‌تواند به انعطاف‌پذیری بیشتر درب موتور و ظرفیت جذب انرژی بیشتر آن کمک کند؛ زیرا نسبت استحکام به وزن و همچنین ظرفیت جذب انرژی این ماده در برابر بارهای استاتیکی و دینامیکی بالاست در این‌خصوص، استفاده از فوم پلی‌اورتان با یک لایه روکش پلیمری نازک می‌تواند پیشنهاد مناسبی باشد، اما مشکل این روش نیز مضربودن فوم‌ها برای سلامتی و پیچیدگی فناوری تولید آنهاست [۱۱-۱۲]. اگر هزینهٔ تمام‌شدهٔ خودرو محدودیت ایجاد نکند، نصب کیسهٔ هوا مخصوص شیشه، درب موتور و سپر جلو نیز می‌تواند ایمنی عابر پیاده را به‌میزان قابل توجهی افزایش و خطرات حین تصادف را کاهش دهد. اما این سیستم، زاویهٔ دید راننده را به‌شدت کاهش می‌دهد. مقایسهٔ این چند روش نشان می‌دهد که ایدهٔ استفاده از جاذب‌های بیضوی ارائه‌شده در این پژوهش

به‌عنوان لایهٔ زیرین درب موتور می‌توانند ایمنی برخورد عابر پیاده با خودرو را به‌میزان قابل توجهی افزایش دهد و احتمال بروز آسیب جاده به عابران را به کمترین سطح خود برساند. آزمایش‌های انجام‌شده در این مقاله نشان می‌دهد که این قطعات در ضربات معمولی، با بروز تغییر شکل‌های الاستیک برگشت‌پذیر، از آسیب‌رسیدن به عابر پیاده جلوگیری می‌کند و برای این‌گونه ضربات، به‌دلیل برگشت‌پذیر بودن فرایند، به دفعات قابل استفاده است.

در ضمن به‌دلیل سادگی فرایند تولید و عدم نیاز به حسگرهای تشخیص فاصله، هزینهٔ تولید بسیار پایینی دارند و با هزینهٔ کمی به‌سادگی قابل تعویض‌اند. براساس نتایج ارائه‌شده، جاذب‌های انرژی بیضوی برنجی، با توجه به عدم نیاز به فناوری پیچیدهٔ تولید و هزینهٔ کم، به‌عنوان راه‌کاری مناسب با هدف افزایش ایمنی خودروها در برخورد با عابران پیاده، جهت استفاده در خودروهای ساخت داخل پیشنهاد می‌شود.

۶. مآخذ

[1] Kalliske, I., F. Friesen. "Improvements to pedestrian protection as exemplified on a standard-sized car." Report No 283 In: *Proceedings of the 17th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Amsterdam, Holland, 2001, pp. 4-7.

[2] Crandall, J. R., K. S. Bhalla, N. J. Madeley. "Designing road vehicles for pedestrian protection." *BMJ*, Vol. 324, 2002, pp.1145-1148.

[3] Zanella, A., F. Butera, E. Gobetto, C. Ricerche. "Smart bumper for pedestrian protection." *Smart Materials Bulletin*, 2002, pp. 7–9.

[4] Strittmatter, J., P. Gumpel, H. Zhigang. "Long-time stability of shape memory actuators for pedestrian safety system." *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 34, No. 1, 2009, pp. 23–30.

[5] Lee, K. B., H. J. Jung, H. I. Bae. "The study on developing active hood lift system for decreasing pedestrian head injury." Paper No. 07-0198, 2007, pp. 1–6.

[6] Jung, H. G., B. M. Kwak, J. S. Shim, P. J. Yoon, J. Kim. "Pre-crash dipping nose needs pedestrian recognition." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 9, No. 4, 2008, pp. 678–687.

[7] Meinecke, M. M., M. A. Obojski, D. Gavrila, E. Marc, R. Morris, M. Tons, L. Letellier. "Deliverable D6 Annex: Strategies in Terms of Vulnerable Road User Protection, Project IST-2001-34040." *Identification of system concepts for the protection of VRUs*. 2002, pp. 151–227.

[8] Ahmad, Z. "The unassuming danger of car airbags: Injuries secondary to airbag deployment." *Injury Extra*, Vol. 42, 2011, pp. 69–70.

[9] Hoye, A. "Are airbags a dangerous safety measure? a meta-analysis of the effects of frontal airbags on driver fatalities." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, 2010, pp. 2030–2040.

[10] Davoodi, M. M., S. M. Sapuan, R. Yunus. "Conceptual design of a polymer composite automotive bumper energy absorber." *Materials and Design*, Vol. 29, 2008, pp. 1447–1452.

[11] Niknejad, A., M. M. Abedi, G. H. Liaghat, M. Zamani Nejad. "Prediction of the mean folding force during the axial compression in foam-filled grooved tubes by theoretical analysis." *Materials and Design*, Vol. 37, 2012, pp. 144–151.

[12] Niknejad, A., S. A. Elahi, G. H. Liaghat. "Experimental investigation on the lateral compression in the foam-filled circular tubes." *Materials and Design*, Vol. 36, 2012, pp. 24–34.

پی‌نوشت

1. 17th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles
2. uropean Automobile Manufacturers Association, http://www.acea.be (accessed June 26, 2015)
3. FIAT (Fabbrica Italiana Automobili Torino), http://www.fiat.com (accessed June 26, 2015)
4. daimler chrysler
5. Autoliv, http://www.autoliv.com (accessed June 26, 2015)
6. Honda Motor Co., Ltd., http://world.honda.com (accessed June 26, 2015)
7. TRW Inc., http://www.trw.com (accessed June 26, 2015)
8. John W. Hetrick
9. Chrysler officially FCA US LLC, http://www.fcausllc.com (accessed June 26, 2015)
10. Ford Motor Company, http://www.ford.com (accessed June 26, 2015)
11. General Motors Company, http://www.gm.com (accessed June 26, 2015)
12. Volkswagen, http://www.vw.com (accessed June 26, 2015)
13. DMG

قابل توجه استادان، پژوهشگران و صنعتگران علاقمند به همکاری با مجلهٔ مهندسی مکانیک

هیئت تحریریهٔ مجلهٔ مهندسی مکانیک، در کنار گزینش و چاپ مقاله‌های منتخب علمی، گزارش‌های فنی و تخصصی را نیز در فرایند داوری قرار می‌دهد و آنها را در صورت احراز شرایط چاپ می‌کند. برای این منظور لازم است تا دست‌نوشته‌های فنی و گزارش‌های تخصصی در حوزه‌های ذیل باشند:

۱. تأسیسات و سردخانه
۲. استانداردها
۳. هوا فضا
٤. نفت، گاز و پتروشیمی
٥. صنایع نیروگاهی و انرژی‌های تجدیدپذیر
٦. صنایع فلزی و معدنی
۷. سیمان و مصالح ساختمانی
۸. صنایع کوچک
۹. تولاید قطعات الکتریکی، الکترونیکی و اپتیک
۱۰. تجهیزات اندازه‌گیری و اتوماسیون
۱۱. نصب، راه‌اندازی و نگهداری و تعمیرات (نت)
۱۲. بازرگانی داخلی و خارجی
۱۳. آب و آبرسانی و صنایع دیگر

هیئت تحریریهٔ مجلهٔ مهندسی مکانیک