Archive of SID

فناوری‌های نوین برای کاهش وزن خودرو به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از ترافیک

جواد مرزبان راد[۱]، حمید امراللهی بیوکی[۲]

از صفحه۱۱۷ تا ۱۳۰

تاریخ دریافت:۹۰/۳/۲۹ تاریخ پذیرش:۹۰/۵/۵

چکیده

آلودگی های زیست محیطی در اغلب شهرهای بزرگ جهان به دلیل افزایش روز افزون شمار وسایل نقلیه و احتیاج به تردد برای رفع نیازهای روزانه، به معضل بزرگی برای دولت‌ها تبدیل شده است. در همین راستا دولت‌ها به طرح قوانین و استانداردهایی در جهت کاهش آلایندگی وسایل نقلیه پرداخته و سازندگان خودرو را ملزم به رعایت آن‌ها کرده‌اند. این الزامات خودروسازان را به جست وجو برای یافتن راه‌هایی در جهت کاهش آلودگی های زیست محیطی محصولاتشان واداشته و زمینه ظهور فناوری‌های نوین در این صنعت را فراهم کرده است. کشور ما نیز به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه با مشکلات زیست محیطی ناشی از افزایش وسایل نقلیه در کلان شهرهای خود، مواجه است. در این مقاله به بحث پیرامون راهکارهایی که خودروسازان در دنیا در جهت کاهش وزن سازه خودرو به منظور کاهش آلایندگی به کار می گیرند، پرداخته می شود. برای کاهش وزن سازه خودرو، در اولین گام خودروسازان اقدام به تغییر مواد خام به کار رفته، نظیر استفاده از آلومینیوم، فولادهای استحکام بالا و ... در بدنه خودرو کرده‌اند. در گام‌های بعدی اقدام به اصلاح روش‌های مرسوم تولید و به‌کارگیری روش‌های نوین، نظیر هیدروفورمینگ، ورق‌های دوخت شده با جوش و ... پرداخته‌اند.

کلیدواژه‌ها

آلودگی زیست محیطی/ صنعت خودرو/ کاهش وزن/ فناوری‌های نوین/ ترافیک.

۱. دانشیار دانشکده خودرو، دانشکده خودرو دانشگاه علم و صنعت marzban@iust.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خودرو، دانشکده خودرو دانشگاه علم و صنعت، Hamid.mech83@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آلودگی هوا در کلان شهرهای کشور ما، به ویژه در فصول سرد سال به عنوان معضل بسیار بزرگی مطرح شده است و هر ساله با عبور از وضعیت اضطرار و هشدار مسئولان را برای حفظ سلامت هرچه بیش‌تر شهروندان به تعطیل کردن چند روز کاری مجبور می‌سازد. این تعطیلات موجب از بین رفتن ساعات و نیروی کار شده و به اقتصاد کشور لطمه‌های جبران‌ناپذیری را وارد می‌کند. در بررسی‌های صورت گرفته بر روی مباحث آلودگی کلان شهری مانند تهران مشخص شده که یکی از عوامل اصلی آلودگی هوا تردد وسایل نقلیه است. همین مسئله اهمیت سرمایه‌گذاری و استفاده از فناوری‌های نوین، در صنعت خودروسازی کشورمان به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد شده توسط وسایل نقلیه را دو چندان می‌کند. این کار اگرچه احتیاج به سرمایه‌گذاری کلان دارد، اما سرمایه‌گذاری در این بخش در جهت به کارگیری از این فناوری‌ها، در بلند مدت ضررهای اقتصادی ناشی از آلودگی در کلان شهرها را کاهش می‌دهد.

وسایل نقلیه یکی از مهم‌ترین منابع تولید کننده دی‌اکسیدکربن در دنیا شناخته شده‌اند. بهترین راهکار برای کاستن از دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط وسایل نقلیه کاهش وزن آن‌ها است. این مسئله و اقتصاد سوخت، خودروسازان را در بازار رقابتی خودرو دنیا به تکاپو برای یافتن فناوری‌هایی در جهت کاستن از وزن محصولات خود واداشته است.

سازه خودروهای سواری در گذشته به صورت شاسی و بدنه مستقل بودند، که توسط پیچ به هم متصل می‌شدند. از اواخر دهه هفتاد میلادی با بروز بحران نفت و الزامات ایمنی تدوین شده توسط دولت‌ها، خودروسازان برای خودروهای سواری خود از سازه‌های یکپارچه[1] استفاده کردند، که این سازه ۲۵ تا ۳۰ درصد از وزن کل خودرو را در شامل می‌شود. سبک‌سازی سازه یکپارچه یکی از مؤثرترین راه‌ها برای بهبود وضعیت مصرف سوخت و کاهش آلایندگی خودروهای امروزی می‌باشد. کاهش وزن در سازه‌های یکپارچه جز با ایجاد و به‌کارگیری فناوری‌های نوین در صنایع خودروسازی مسیر نمی‌شود. این فناوری‌ها می‌توانند در زمینه تغییر یا اصلاح مواد به‌کارگرفته در خودرو نظیر استفاده از سازه‌های

1. Body in white (BIW)

www.SID.ir

Archive of SID

آلومینیومی یا ایجاد مواد جدید همچون فولادهای استحکام[1] بالا در سازه خودرو باشند، یا در زمینه به کارگیری روش‌های نوین تولیدی نظیر هیدروفورمینگ[2] که قابلیت تحمل بار اعضای سازه‌ای را با امکان ایجاد اشکال هندسی پیچیده‌تر فراهم می‌کند یا امکان توزیع بهینه مواد در سطح سازه خودرو با بهره‌گیری ورق‌های دوخت شده با جوش[3] باشند.

مواد نوین

انتخاب مواد برای سازه خودرو برطبق جرم، کارآیی و ایمنی صورت می‌گیرد. بنابراین در انتخاب مواد، طراح به دنبال استفاده از مواد سبک‌تر با حفظ عملکرد سازه‌ای، مقاومت به ضربه، قابلیت بازیافت، هزینه و ظرفیت‌های تولید است.

در میان مواد مختلف، فولاد ده‌ها سال است که به خاطر ویژگی‌های منحصر به فرد خود به عنوان یک ماده بی‌رقیب در صنعت خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. فولاد استحکام، سختی، استقامت، قابلیت شکل‌پذیری و بازیافت‌پذیری بالایی دارد، تنها مشکل آن بالا بودن چگالی می‌باشد. روند استفاده ازفولاد در صنعت خودرو ادامه داشت تا در دهه هفتاد میلادی بحران نفت و نیز استانداردهای فزاینده‌ی ایمنی، خودروسازن را مجبور به اصلاح ساختار بدنه خودرو در جهت کاهش وزن و افزایش سختی و یکپارچه‌گی سازه آن کرد. همین مسئله فولاد را که تا آن زمان یکه تاز بود، مورد تهدید قرار داد و مواد جدیدی نظیر آلومینیوم، پلاستیک‌ها و منیزیم وارد عرصه خودروسازی کرد.

۱- آلومینیوم

در ابتدا، آلومینیوم به عنوان بهترین جایگزین برای فولاد مطرح بود و استفاده از آن در سازه امکان کاهش وزن آن‌را تا ۵۰درصد، ممکن می‌ساخت. آلومینیوم نسبت استحکام به وزن بالایی دارد، تنها مشکل آن مدول الاستیسیته پایین در مقابل فولاد است. بنابراین، برای دستیابی به

1. High-Strength Steel
2. Hydroforming
3. Tailor welded blanks

www.SID.ir

Archive of SID

سختی مناسب، ضروری است تا از ورق‌های آلومینیوم با ضخامت بالاتر استفاده شود. هم‌چنین نقطه جوش کردن آن نیاز به کنترل دقیق زمان و جریان جوشکاری دارد و نسبت به آسیب‌های وارده به سطح آن در هنگام حمل و نقل حساس است. همین مسئله موجب شده که به کارگیری از آن جز در چند مورد خاص، تنها در بعضی از بخش‌های بیرونی بدنه خودرو باشد و طرح تولید سازه یکپارچه به‌صورت کامل از آلومینیوم را با استقبال مواجه نشود (داگ، ۲۰۱۰).

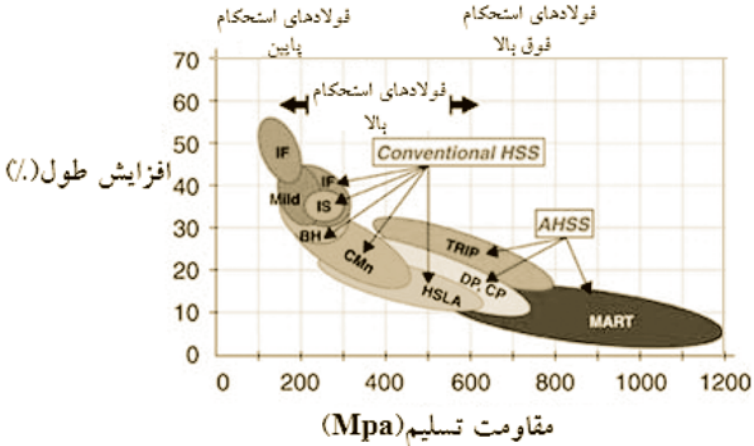
۲- فولادهای استحکام بالا

گرایش خودروسازان به سمت مواد سبک‌تر از فولاد موجب شد تا شرکت‌های تولید کننده فولاد موقعیت خود را در خطر دیده و اقدام به طراحی و تولید فولادهایی با نسبت استحکام به وزن بالا که قابلیت بازیافت داشته باشند، کردند. این فولادها به دونوع فولادهای استحکام بالا(HSS) که مقاومت تسلیم آن‌ها ۲۱۰Mpa تا ۵۵۰Mpa است و فولادهای استحکام فوق بالا (UHSS[1]) که مقاومت تسلیم آن‌ها بیش ۵۵۰Mpa می‌باشد، تقسیم می‌شوند. این فولادها علاوه بر استحکام بالا، قابلیت تحمل ضربه بالایی داشته، که این ویژگی موجب بالا رفتن قابلیت جذب انرژی در سازه می‌شود. رنج ضخامتی این مواد در بدنه خودرو از ۰/۶۵mm تا ۲/۰۰mm است. شکل شماره ۱ انواع انواع فولاد را بر اساس مقاومت تسلیم به درصد افزایش طول نشان می‌دهد(مارسل، ۲۰۰۲).

1. Ultra High Strength Steel

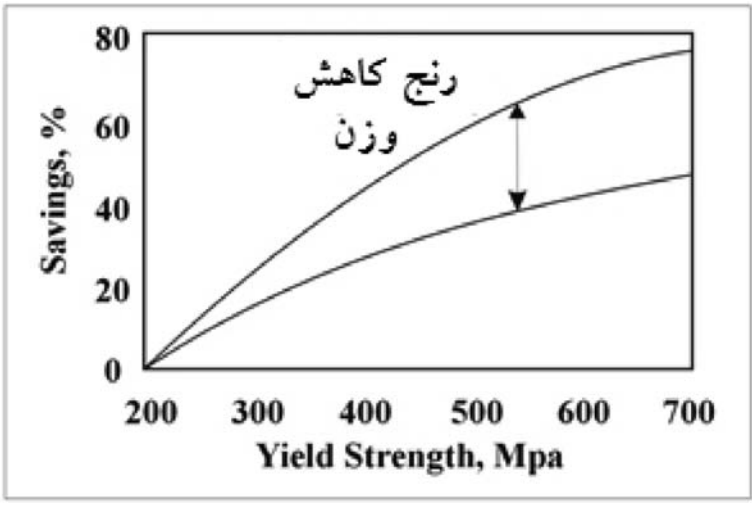
www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره۱: درصد افزایش طول به مقاومت تسلیم برای انواع فولادهای نوین(داگ، ۲۰۱۰)

تخمین‌ها نشـان می‌دهند که با جایگزین کردن این نوع فولادها در سـازه خودرو می‌توان وزن سـازه یکپارچه را ۱۷ تا ۲۵ درصد کاهش داد. امروزه با اسـتفاده از این فولادها در عمل توانسته‌اند، وزن کلی خودرو تا ۹ درصد کاهش دهند. تنها مشکل این فولادها، کاهش قابلیت شـکل‌دهی با افزایش مقاومت تسـلیم آن‌هاست. شکل شماره۲ درصد کاهش وزن با افزایش مقاومت تسلیم را نشان می‌دهد.

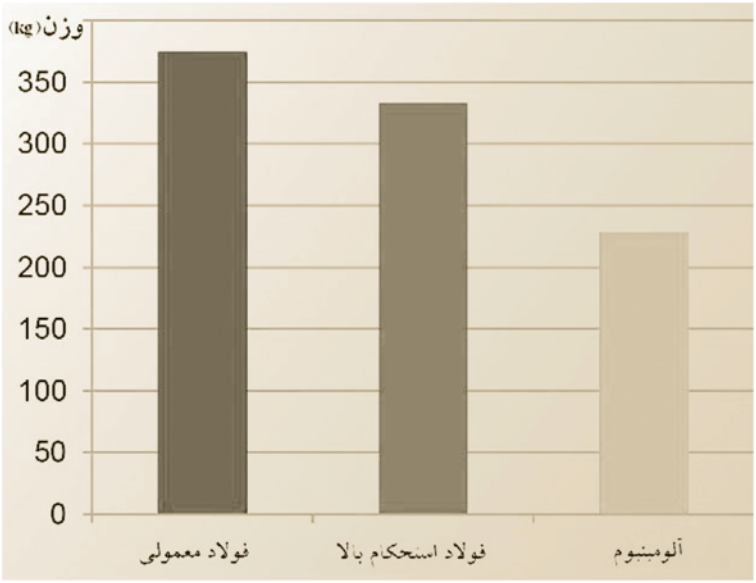


شکل شماره۲: درصد کاهش وزن با افزایش مقاومت تسلیم

www.SID.ir

Archive of SID

حال اگر به مقایسه وزن یک خودرو سدان با سازه یکپارچه ساخته شده از سه ماده رایج که در بالا به آن‌ها اشـاره شـد، بپردازیم (شکل شماره ۳)، مشاهده می‌کنیم وزن سازه آلومینیومی کم‌ترین مقدار را دارد. اما آلومینیوم به دلیل مشـکلاتی نظیر افزایش هزینه تولید، رنگ‌پذیری نامطلوب، جوشکاری دشوار و ... تنها در اعضای غیر سازه‌ای نظیر درب موتور کاربرد دارد و نمی‌تواند جایگزین کاملی برای فولاد باشـد، در عوض فولادهای استحکام بالا بهترین گزینه برای تولید بدنه خودرو می‌باشند.



شکل شماره ۳: مقایسه وزن سازه‌های یکپارچه تولید شده با مواد مختلف (داگ، ۲۰۱۰)

اسـتفاده از فولادهای اسـتحکام بالا در سازه خودرو تأثیر بسزایی در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای دارد. برای مثال، اگر ساختار بدنه همه خودروهای تولید شده در سال ۲۰۰۸ میلادی از فولاد اسـتحکام بالا بود، از انتشـار ۱۵۶میلیون تن گاز دی‌اکسـید کربن جلوگیری می‌شد. بنابراین، استفاده از این فولاد در سازه خودرو با حفظ استحکام و سختی لازم، تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد.

www.SID.ir

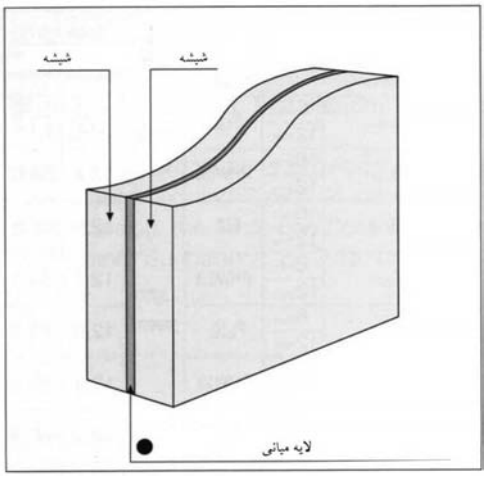
Archive of SID

۱۲۳
فصلنامه
علمی-ترویجی
سال هشتم- شماره ۱۵

۳- شیشه‌های چندلایه

شیشـــه‌ها در خودرو جز اعضای غیر ســـازه‌ای می‌باشـــند، که ۳ تا ۵ درصد وزن خودرو را تشکیل می‌دهند. بنابراین، در طراحی قابلیت تحمل بار برای آن در نظر گرفته نمی‌شود و تنها پارامتر مهم طراحی آن‌ها، به دلیل قرارگیری در مســـیر عبور نویز، میزان تلفات انتقال[1] اســـت. در گذشته طراحان برای افزایش تلفات انتقال مجبور به افزایش ضخامت شیشه‌های خودرو بودند. اما امروزه با ابداع شیشـــه‌های چندلایه[2]، با لایه میانی آکوســـتیکی[3] ضخامت شیشه‌های خودرو رو به کاهش اســـت. در شیشـــه‌های چندلایه از یک فیلم پلاســـتیکی به نام PVB[4] در میان لایه‌های شیشه استفاده می‌شود، این لایه انتقال نویز به داخل کابین را کاهش می‌دهد.

بنابرایـــن، در خودروهـــای امـــروزی دیگر برای کاهـــش نویز داخل کابین، لازم نیســـت از شیشـــه‌های ضخیم‌تر اســـتفاده شـــود، بلکه با استفاده از مواد آکوســـتکی در لایه میانی تلفات انتقال را افزایش می‌دهند. به این وسیله علاوه بر کاهش نویز ورودی به داخل کابین، می‌توان وزن شیشه را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.



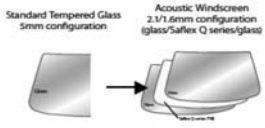
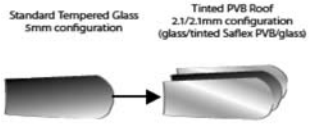
شکل شماره ۴: ساختار شیشه‌های چند لایه

1. Transmission loss
2. laminte
3. Acoustic
4. Poly vinyl butyl

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات نشان می‌دهند که اگر در یک خودروی سدان شیشه‌های جلو و شیشه‌های جانبی با شیشه‌های چند لایه با لایه میانی آکوستیکی جایگزین شوند، علاوه بر کاهش قابل توجه نویز، وزن تا ۱۰/۵ کیلوگرم کاهش می‌یابد. این کاهش وزن موجب کاهش ۱۱/۵ لیتری مصرف سوخت در یک سال و کاهش ۲۸ کیلوگرمی گاز دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط این خودرو می‌شود. استفاده از این شیشه‌ها علاوه بر کاهش نویز و وزن، ایمنی را نیز افزایش می‌دهد. زیرا در هنگام تصادف لایه میانی تکه‌های شیشه را نگه داشته و از پرتاب آن‌ها جلوگیری می‌کند. هم‌چنین این لایه با طراحی مناسب می‌تواند از اشعه UV تا ۹۵ درصد جلوگیری می‌کند(یانگ، ۱۹۹۹).

مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم
جاگزینی شیشه جلو با شیشه چند لایه با لایه میانی آکوستیکی	جاگزینی شیشه جانبی با شیشه چند لایه با لایه میانی آکوستیکی	جاگزینی شیشه سقف با شیشه چند لایه با لایه میانی آکوستیکی
		
نتیجه: ۲/۵ کیلوگرم کاهش وزن ۲/۷ لیتر کاهش مصرف سوخت در سال جلوگیری از تولید ۶/۶ کیلوگرم گاز دی‌اکسید کربن ۳ دسی‌بل کاهش نویز داخل کابین	نتیجه: ۸ کیلوگرم کاهش وزن ۸/۸ لیتر کاهش مصرف سوخت در سال جلوگیری از تولید ۲۱/۶ کیلوگرم گاز دی‌اکسید کربن ۵ دسی‌بل کاهش نویز داخل کابین	نتیجه: ۵کیلوگرم کاهش وزن ۵/۵ لیتر کاهش مصرف سوخت در سال جلوگیری از تولید ۱۳/۵ کیلوگرم گاز دی‌اکسید کربن

مرحله ۱و۲ =
کاهش ۱۰/۵ کیلوگرمی وزن، ۲۸/۶ کیلوگرمی گاز دی‌اکسیدکربن در سال برای هر خودرو

شکل شماره ۴: میزان کاهش وزن و گازهای گلخانه‌ای در اثر استفاده از شیشه‌های چند لایه آکوستیکی (یانگ، ۱۹۹۹).

www.SID.ir

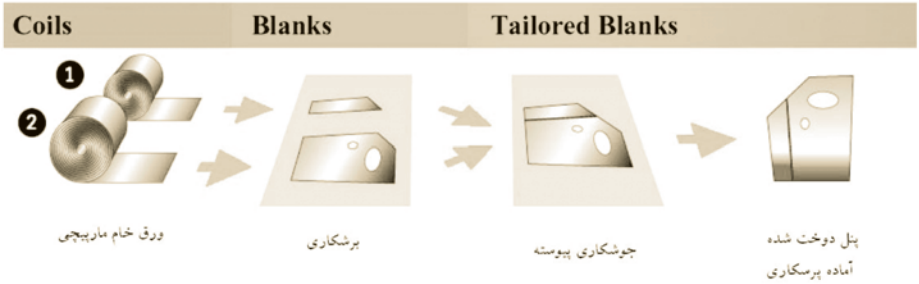
Archive of SID

فرآیندهای نوین تولید

در حالت معمول بدنه خودرو شـامل تعداد زیادی قطعه (بیش از ۲۰۰ قطعه) اسـت که با اسـتفاده از فرآیندهای پرس‌کاری از مواد مختلف با ضخامت، پوشش و هندسه‌های متفاوت تولید و با اسـتفاده از نقطه جوش به هم متصل می‌شـوند. برای کاهش وزن سازه یکپارچه دو راهکار وجود دارد: یکی کاهش تعداد این قطعات و دیگری پیچیده کردن هندسـه قطعات به منظـور افزایـش کارآیی آن‌ها. در ادامه به معرفی یـک طرح برای کاهش قطعات و یک طرح برای ایجاد اشکال هندسی پیچیده‌تر می‌پردازیم:

۱- ورق‌های دوخت شده با جوش

ورق‌های دوخت شـده با جوش، از ورق‌های فلزی مسـطح تشکیل شده‌اند که با جوش به یکدیگر متصل شده و یک قطعه مرکب را قبل از پرس‌کاری به وجود می‌آورند. قابلیت داشتن بلانک‌های اولیه با ضخامت و خصوصیات مکانیکی مختلف قبل از فرآیند پرس‌کاری، طراح را قادر می‌سازد تا توزیع بهینه‌ای از مواد در آنچه که طراحی می‌کند، داشته باشد.



شکل شماره۶: مراحل تولید یک پنل با فناوری TWB (ودل، ۲۰۰۲)

اسـتفاده از این فناوری سـبب کاهش تعداد قطعات، افزایش دقت سـازه خودرو می‌شود. هم‌چنین موجب می‌شـود، نیاز به مقاومت و اسـتحکام اضافی در قطعات از بین رود که در نتیجه آن، وزن سازه خودرو کاهش می‌یابد.

در این فناوری به دلیل این‌که جوش‌کاری ورق‌ها قبل از فرآیند پرس‌کاری صورت می‌گیرد،

www.SID.ir

Archive of SID

راهور
۱۲۶
فصلنامه
علمی- ترویجی
سال هشتم- شماره ۱۵

در اطراف ناحیه جوش، ساختار مارتنزیتی و شکننده می‌شود. این مسئله امکان تغییر شکل در ناحیه خط جوش را کاهش می‌دهد. هم‌چنین در این فرآیند معمولاً در حین پرسکاری، قسمتی که استحکام یا ضخامت کم‌تری دارد تمایل به تغییر شکل بیش‌تر داشته و خط جوش به سمت آن حرکت خواهد کرد. بر همین اساس معمولاً سعی می‌شود تا خط جوش در راستای تغییر شکل قرار گیرد (ودل، ۲۰۰۲).

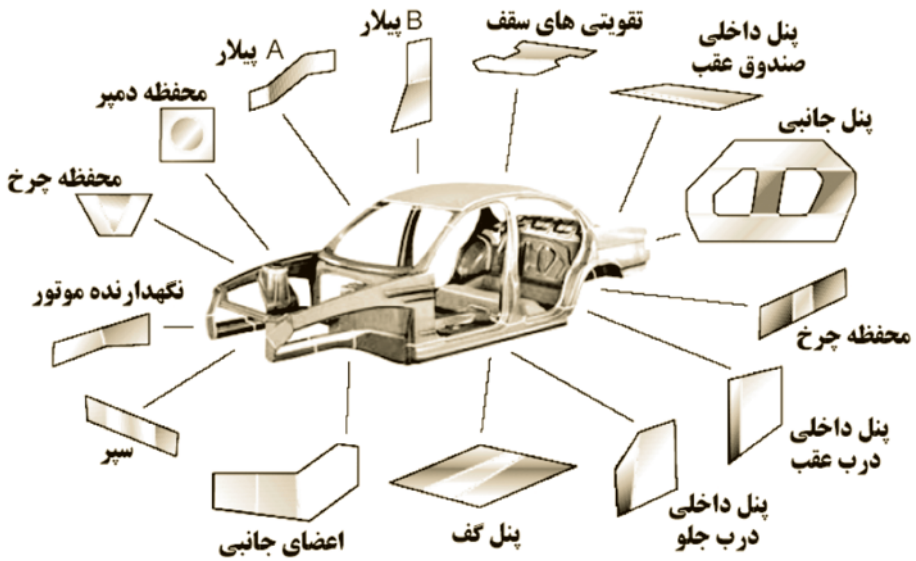
برای اتصال بلانک‌ها در این فناوری روش‌های مختلف جوش‌کاری نظیر جوش‌کاری با اشعه لیزر، جوش مقاومتی، جوش تنگستن و ... وجود دارد که در میان این روش‌ها جوش لیزر به دلیل ناحیه تأثیرپذیر از جوش (HAZ[1]) باریک‌تر، کیفیت مناسب‌تر، سرعت بالای جوشکاری و قابلیت کنترل خوب کاربرد بیش‌تری دارد. امروزه کاربرد جوش لیزر به گونه‌ای در خودروسازی در حال گسترش است که در سال ۲۰۰۹ در دنیا به طور میانگین در هر خودرو، از ۱۱ قطعه جوش داده شده با لیزر استفاده می‌شود (مؤسسه آمریکایی آهن و استیل، ۲۰۰۰).

قطعات تولید شده به روش TWB این قابلیت را دارند در قسمت‌های مختلف بدنه استفاده شوند. شکل شماره۷ بخش‌های مختلفی از خودرو را نشان می‌دهد که در آن‌ها امکان استفاده از ورق‌های TWB می‌باشد. اما سه بخش از بدنه که معمولاً بیش‌ترین استفاده از TWB را دارند عبارت‌اند از بدنه جانبی، قطعه کفی خودرو و درب‌های جانبی. هم‌چنین استفاده از این ورق‌ها در اعضای غیر سازه‌ای نیاز به استفاده از قطعات تقویتی را کاهش می‌دهد، که این مسئله کاهش قابل توجهی را در وزن خودرو به همراه خواهد داشت.

1. Heat Affect ed Zone

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره۷: اعضای خودروکه می‌توان از پنل‌های دوخت شده با جوش باشند (مؤسسه آمریکایی آهن و استیل، ۲۰۰۰).

۲- هیدروفورمینگ

اعضای سازه‌ای خودرو هرکدام نقشی را در تحمل بارهای وارده به آن، عهده‌دار می‌باشند. طراحی هرکدام از این اعضا بر طبق میزان بار و ضرایب معین شده استاتیکی و دینامیکی صورت می‌گیرد. یک راهکار برای کاهش وزن آن‌ها پیچیده کردن شکل هندسی‌شان به منظور بالا رفتن قابلیت تحمل بارشان است. با روش‌های مرسوم امکان ایجاد اشکال هندسی پیچیده در پرس‌کاری وجود نداشته و در صورت پیچیده شدن اشکال در قطعه مورد نظر، احتمال چین‌خوردگی و پارگی وجود دارد.

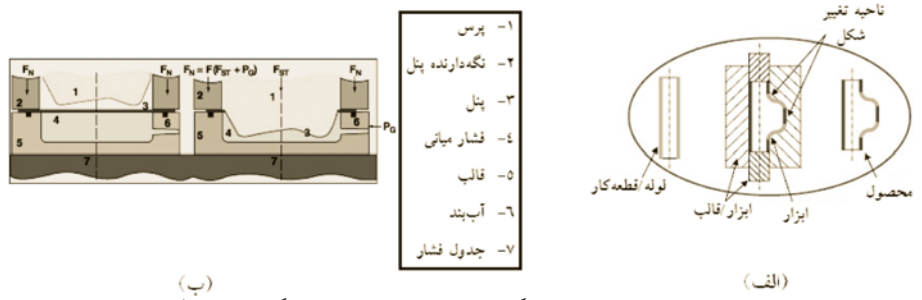
هیدروفورمینگ با بهره‌گیری از فشار مایع در نقاط مختلف قالب، امکان توزیع یکنواخت ماده در هنگام شکل‌دهی را فراهم می‌کند. این ویژگی سبب می‌شود، بر خلاف روش‌های مرسوم با وجود امکان ایجاد اشکال هندسی پیچیده، چروکیدگی، پاره‌شدگی و ترکیدگی در قطعه‌کار اتفاق نیافتد و سطوح قطعه‌کارکاملاً صیقلی باشند. بنابراین، مهم‌ترین ویژگی

www.SID.ir

Archive of SID

هیدروفورمینگ امکان ایجاد اشکال هندسی پیچیده برای افزایش قابلیت تحمل بار در اعضای سازه‌ای خودرو است که موجب کاهش وزن این اعضا می‌شود (کوکاندا و همکاران، ۲۰۰۸).

هیدروفورمینگ بر اساس شکل اولیه قطعه‌کار به دو نوع هیدروفورمینگ لوله[1] و هیدروفورمینگ ورق[2] تقسیم می‌شود. در هیدروفورمینگ لوله، قطعه‌کار یک پروفیل با مقطع بسته است، که مطابق شکل(۸-الف) در میان قالب قرار می‌گیرد و فشار داخل لوله با مایع درونی جهت انبساط قطعه تنظیم می‌شود. در هیدروفیرمینگ ورق پرس قطعه را در داخل قالب فشرده می‌کند، داخل قالب حاوی مایع هیدرولیکی است، که در اثر پرس ورق فشاری در آن ایجاد می‌شود. در همان زمان مایع موجود در محفظه قالب بین سطح بالایی قالب و ورق فلزی نیز تزریق می‌شود، که در اثر آن نیروی اصطکاکی بین سطوح کاهش پیدا می‌کند(شکل۷-ب). با این فرایند می‌توان محدوده مقدار نرخ کشش قطعه را افزایش داد. (ساندرز و همکاران، ۱۹۹۵)



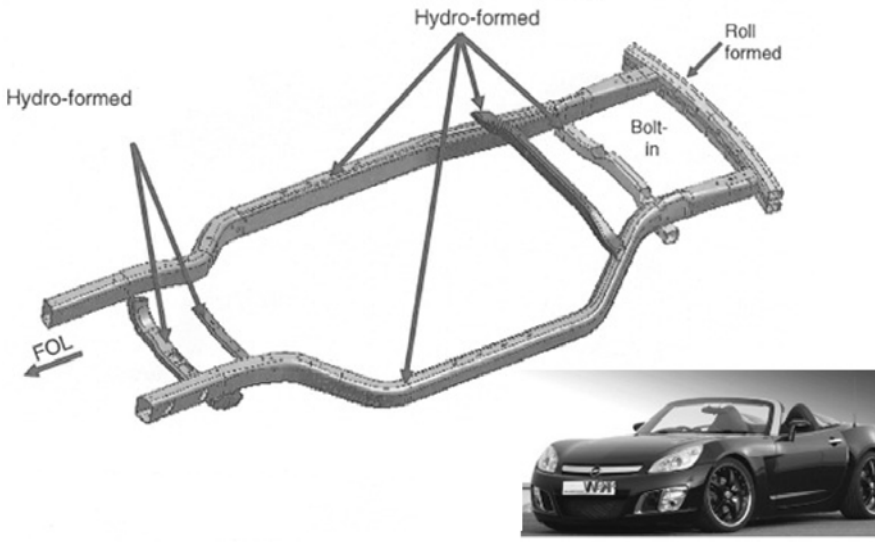
شکل شماره ۸: (الف) هیدروفورمینگ لوله، (ب) هیدروفورمینگ ورق (داگ، ۲۰۱۰)

امروزه هیدروفورمیگ لوله به طور گسترده در سازه خودروها، به ویژه در ستون‌ها و ریل‌های قابل به کار گرفته می‌شود و استفاده از آن باعث بالا رفتن قابلیت تحمل بار و جذب انرژی در اعضای سازه‌ای در مقابل کاهش وزن آن‌ها است. شکل۹ نمونه‌ای از کاربردهای این نوع هیدروفورمینگ در سازه خودرو اپل مدل GT نشان را می‌دهد.

1. Tube hydroforming
2. Sheet hydroforming

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره ۹: هیدروفورمینگ لوله و پروفیل در مدل جدید اپل GT (GM Kappa platform)

نتیجه‌گیری

اگر در ساخت یک وسیله نقلیه ۵نفری، از مواد جدید (فولادهای استحکام بالا، آلومینیوم و...) و تکنیک‌های طراحی بهینه استفاده شود، در حدود ۲/۲ تن گاز گلخانه‌ای کم‌تر در سراسر چرخه حیات آن وسیله تولید می‌شود. هم‌چنین این تکنیک‌ها می‌توانند با کاهش مواد استفاده شده در خودرو، هزینه تمام شده آن‌را کاهش داده و هزینه اولیه سرمایه‌گذاری را جبران سازند. یعنی به کارگیری این تکنیک‌ها بر قیمت تمام شده خودرو تأثیر چندانی نداشته، اما بر کاهش آلودگی تأثیر قابل ملاحظه‌ای می‌گذارد. از این رو، شرکت‌های بزرگ خودروسازی با متحمل شدن سرمایه‌گذاری ابتدایی این تکنیک‌ها را به کار گرفته‌اند.

با نگاه اجمالی به صنعت خودروی کشور، به دلیل نبود فضای رقابتی تنها عاملی که می‌تواند خودروسازان داخلی را به تکاپو در این زمینه وادارد، ایجاد الزامات قانونی از سوی دولت به عنوان عامل محرک برای این صنعت است. از همین رو، تنها راه برای به کارگیری این تکنیک‌ها توسط خودروساز داخلی دشوار کردن الزامات زیست محیطی خودرو در کشور است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

- Doug RichmanKaiser, (2010). "Automotive Aluminum: Continued Gains in Fuel Economy Doug", the aluminium association.

- KOCAŃDA A. ,SADŁOWSKA H., (2008). "Automotive component development by means of hydroforming", ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING,

- Sunders F.I& Wagoner R.H, (1995)."The Use Of Tailor Welded Blank In Automotive Application", simulation of material processing.

- Waddell. W, (2002)."The new technology in the automotive industry by using tailor welded blanks", Int. J. Welding Engineer, Vol.3, pp.117-123,

- Yang Y.S., Lee S.H., (1999). "A study on the joining strength of laser spot welding for automotive applications" , Journal of Materials Processing Technology, No.94 , pp.151-156.

- American Iron and Steel Institute, (2000). "ULSAB Materials and Processes",: www.autosteel.org

www.SID.ir