

قابلیت‌ها و محدودیت‌های کاربرد تکنولوژی نوین TWB در تولید قطعات بدنه خودرو

عنایت الله نام آور*

چکیده: ورق‌های تولید شده به روش TWB^۱ موقعیت‌های قابل قبولی در جهت کاهش هزینه تولید، کاهش وزن اتومبیل، بهبود مقاومت خوردگی و همچنین افزایش انعطاف پذیری فرآیند طراحی را فراهم می‌آورند. با این وجود هنگامی که از فرآیندهای مرسوم شکل دهی برای شکل دادن این ورق‌ها استفاده می‌شود. مشکلاتی نظیر پارگی، جابه‌جایی خط جوش و چروکیدگی در ورق مشاهده می‌شود. لذا می‌توان با انجام اصلاحات مختصر در فرآیندهای شکل دهی متداول، قابلیت شکل پذیری این ورق‌ها را افزایش داده و احتمال خطر بروز پارگی را محدود کرد.

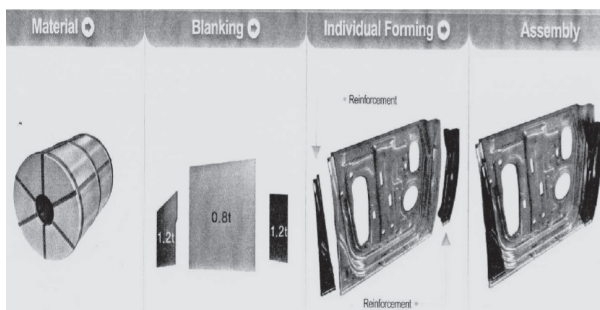
واژه‌های کلیدی: تکنولوژی TWB، جابجایی خط جوش، پارگی

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر صنعت خودروسازی وارد یک بازار رقابتی جهانی شده است که همواره با چالش‌هایی در زمینه توسعه محصولات و بکارگیری فرآیندهای نوین مواجه است. امروزه مشتریان خواستار محصولاتی با کارایی بالا و قیمت مناسب می‌باشند. در کنار این خواسته‌ها ملاحظات زیست محیطی نیز به لیست انتظارات از صنعت خودروسازی افزوده شده است. افزایش این تقاضاها شرکت‌های سازنده خودرو را بر آن داشت تا با به کارگیری راهکارها و فرآیندهای نوین در جهت کاهش هزینه تولید، بهبود کارایی و کاهش وزن وسایط نقلیه گام بردارند. تکنولوژی نوین TWB یکی از جدیدترین روش‌های تولید ورق می‌باشد. این تکنولوژی با کاهش هزینه تولید، کاهش وزن اتومبیل، افزایش دقت ابعادی و بهبود مقاومت خوردگی فرصت‌های منحصر به فردی را در جهت برآوردن این الزامات فراروی صنعت خودروسازی می‌گذارد. با این وجود محدودیت‌های شکل پذیری استفاده از این فرآیند را در تولید قطعات خودرویی محدود نموده است. تغییرات جزئی در فرآیند شکل دهی متداول منجر به افزایش قابلیت به کارگیری این تکنولوژی در صنعت خودروسازی می‌گردد. در ادامه بعد از بر شمردن مبسوط مزایا و معایب این تکنولوژی راهکارهای رفع معایب این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲. فرآیند متداول تولید قطعات بدنه خودرو

در این فرآیند ابتدا ماده اولیه بصورت کلاف یا ورق به واحد برشکاری رفته و پس از برشکاری، ورق‌ها بطور مجزا شکل داده شده و پرس می‌شوند. سپس توسط فرآیند جوشکاری به یکدیگر متصل می‌شوند تا به خواص مکانیکی و فیزیکی مورد نظر در نواحی مختلف قطعه برسیم. مراحل فرآیند در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. مراحل فرآیند متداول تولید قطعه بدنه خودرو

۳. تکنولوژی تولید TWB قطعات بدنه خودرو

۱-۳. ورق‌های TWB

یک ورق TWB از چند ورق فلزی مجزا تشکیل شده است که قبل از

* کارشناس ارشد متالورژی، مدیریت خرید فلزات گروه سایپا
 آدرس پست الکترونیک: namavar_enayat24@yahoo.com

^۱Tailor welding Blank

است. در ادامه به بررسی پاره‌ای از مزایای این تکنولوژی که می‌تواند سهم بسزایی در بهبود کارایی قطعات بدنه خودرو دارد، می‌پردازیم.

۱-۴. کاهش هزینه تولید: کاهش هزینه تولید به جهت کاهش تعداد قالب‌های شکل دهی، حذف مرحله جوشکاری مقاومتی و کاهش قراضه صورت می‌گیرد. آمار نشان می‌دهد که در حدود ۳۰ درصد ورق‌های فلزی که توسط واحدهای شکل دهی مصرف می‌شوند به صورت قراضه در می‌آیند. در صورتی که با استفاده از تکنولوژی TWB قسمت‌های دور ریز ورق حذف گردیده و به این طریق به طور مستقیم ضایعات کاهش می‌یابد.

۲-۴. کاهش وزن: با ترکیب اجزا مختلف یک قطعه در یک ورق همراه با ضخامت و استحکام بهینه مورد نیاز کاهش قابل ملاحظه‌ای در وزن خودرو حاصل می‌شود.

۳-۴. بهبود مقاومت خوردگی: با حذف هر گونه اتصال لبه‌ای در این فرآیند مقاومت خوردگی بهبود قابل ملاحظه‌ای می‌یابد چرا که خط اتصال محل مستعد خوردگی بوده و این ناحیه احتیاج به محافظت خوردگی مضاعفی دارد.

۴-۴. افزایش دقت ابعادی: در این روش با حذف فرآیند غیر دقیق جوشکاری مقاومتی و جایگزینی روش‌های نوین جوشکاری نظیر جوشکاری لیزری خط جوش تمیز و دقیقی به دست می‌آید. همچنین روش جوشکاری لیزری اثر مخربی بر روی فلزات پوشش دار ندارد.

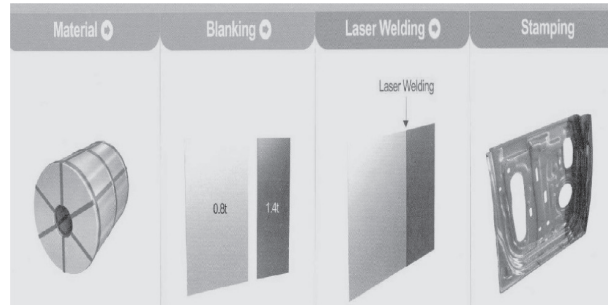
۵. محدودیت‌های تکنولوژی TWB

با وجود مزایای بی‌شمار تکنولوژی تولید ورق TWB این فرآیند با چالش‌هایی به جهت کاهش قابلیت شکل دهی این نوع ورق‌ها مواجه است. به جهت این که در این روش تولیدی فرآیند جوشکاری قبل از فرآیند شکل دهی انجام می‌گیرد با تغییر خواص ناحیه اطراف خط جوش (HAZ) ظرفیت تغییر شکل این نواحی کاهش می‌یابد. در ادامه دو مورد از معایب این تکنولوژی بررسی شده و در پایان راهکارهایی در جهت کاهش این معایب ارائه می‌گردد.

۱-۵. پارگی در حین شکل دادن: با انجام عملیات جوشکاری استحکام ورق در ناحیه اطراف خط جوش (HAZ) و خط جوش تغییر می‌کند. که موجب افزایش استحکام و سختی و همچنین کاهش حدود ۴۰ درصد میزان ازدیاد طول در این نواحی می‌گردد. این مقدار کاهش درصد ازدیاد طول وابسته به نوع ماده، فرآیند جوشکاری و پارامترهای جوشکاری می‌باشد که منتهی به ایجاد پارگی در نواحی اطراف خط جوش می‌گردد، بنابراین رسیدن به کشش‌های عمیق در ورق‌های TWB محدود می‌باشد.

۲-۵. جابجایی خط اتصال جوش: در ورق‌های TWB قسمت‌های مستحکم تر نسبت به قسمت‌های نازک تر مقاومت بیشتری نسبت به تغییر شکل از خود نشان می‌دهند که این عامل موجب حرکت خط جوش به سمت نواحی ضخیم تر گردیده و پارگی در نواحی ضخیم تر و چروکیدگی در نواحی نازک تر را موجب می‌گردد. همچنین این جابجایی موجب اعمال محدودیت در به کارگیری مواد با خواص ویژه در نواحی مورد نیاز می‌گردد.

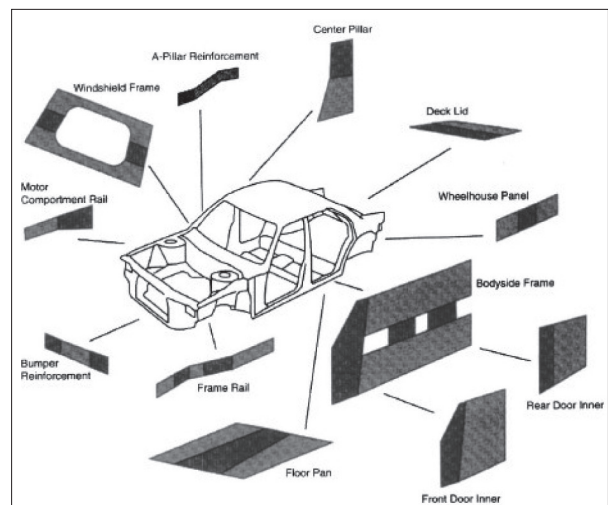
عملیات شکل دهی توسط فرآیند جوشکاری به یکدیگر متصل شده‌اند. این ورق‌های مجزا می‌توانند دارای ضخامت، خواص مکانیکی، پوشش سطحی و خواص فیزیکی یکسان و یا متغیر باشند. بعنوان مثال می‌توان ورق‌های روی اندود را به ورق‌های غیر پوشش دار متصل نمود. مراحل تولید این ورق‌ها به این صورت است که ماده اولیه پس از برشکاری و رسیدن به ابعاد مورد نظر توسط فرآیندهای جدید جوشکاری به یکدیگر متصل گردیده و در انتها یک ورق تحت عملیات شکل دهی قرار می‌گیرد. مراحل این فرآیند در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. مراحل فرآیند تولید TWB

۳-۲. کاربرد

از تکنولوژی فوق در ساخت قطعاتی نظیر: صفحه داخلی ستون مرکزی، محفظه چرخ و... استفاده می‌شود. طرح شماتیک قطعات مورد استفاده در بدنه خودرو در شکل ۳ نشان داده شده است.

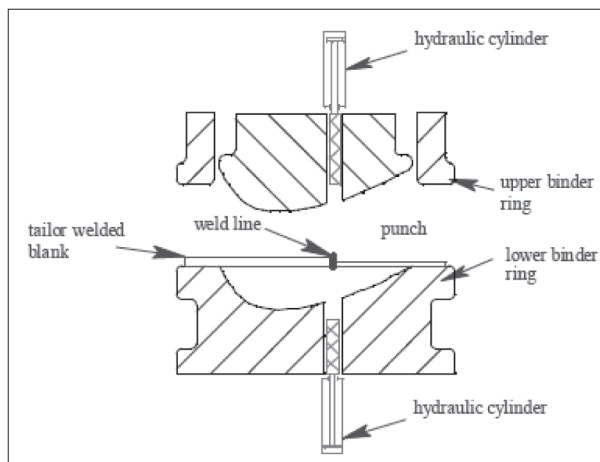


شکل ۳. طرحواره قطعات بدنه خودرو تولیدی به روش TWB

۴. مزایای تکنولوژی TWB:

بکارگیری این روش تولیدی مزایای بیشماری را برای خودروسازان فراهم کرده است. به عنوان مثال شرکت جنرال موتورز اعلام کرد استفاده از این تکنولوژی در ساخت صفحه داخلی درب‌ها منجر به حذف تعداد قالب‌ها، کاهش هزینه نگهداری قالب‌ها و حمل مواد اولیه گردیده و از این طریق در کاهش هزینه تولید مشارکت جسته

گامی رو به جلو در جهت تعالی صنعت خودروسازی ایران به منظور حضور در عرصه‌های رقابت با خودرو سازان جهانی تلقی گردد. این تکنولوژی با فراهم آوردن کاهش هزینه تولید، کاهش وزن خودرو، افزایش دقت ابعادی و مقاومت خوردگی فرصت‌های منحصر به فردی را پیش روی سازندگان قرار می‌دهد. با این وجود افت ظرفیت شکل پذیری این ورق‌ها اجتناب ناپذیر بوده که با انجام تغییرات فنی در فرآیندهای شکل‌دهی متداول می‌توان در جهت حذف این محدودیت حرکت نمود.



شکل ۴. طرح‌واره روش شکل‌دهی با نصب پرس هیدرولیک بر روی قالب

منابع

- [1] Auto/Steel partnership, "Tailor Welded Blank Design and Manufacturing Manual, " Technical report
- [2] Lee, A. and Van Denventer, "Tailor Welded blank Technology for Automotive Application", SAE, technical paper series, paper no. 960817, pp 91102

۶. راهکارهای افزایش قابلیت شکل پذیری ورق‌های

TWB

به منظور بهبود قابلیت شکل‌دهی ورق‌های TWB می‌توان با انجام اصلاحات و تغییراتی در فرآیند شکل‌دهی متداول به این مهم رسید که در ادامه دو مورد از این تغییرات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۶-۱. **تقسیم بندی قالب:** در این روش با توجه به اینکه ورق‌های TWB از دو یا چند ورق با خواص متفاوت تشکیل شده‌اند، قالب به چند قسمت تقسیم می‌شوند که سیلندرهای هیدرولیکی مختلف در قسمت تحتانی هر ورق قرار می‌گیرد تا متناسب با خواص هر قسمت نیروی مناسب به آن وارد گردد. در این روش قسمت ضخیم‌تر ورق باید تحت نیروی بیشتر قرار گیرد تا سیلان بیشتری از ماده را به سمت داخل محفظه قالب داشته باشیم و قسمت نازک‌تر تحت نیروی بیشتر قرار گیرد تا از زیاد شدن طول بیش از حد و همچنین حرکت خط اتصال جوش ممانعت به عمل آید. با اعمال این تغییرات در فرآیند شکل‌دهی، پارگی ورق در نواحی اطراف خط جوش در مقایسه با زمانی که نیروی یکسان به کل ورق اعمال کاهش چشمگیری می‌یابد. با این وجود این روش پیچیدگی‌ها و افزایش قیمت را برای فرآیند شکل‌پذیری به همراه دارد.

۶-۲. **به کارگیری سیلندر هیدرولیکی:** در این روش از همان قالب‌های فرآیند متداول شکل‌دهی استفاده می‌شود تنها با این تفاوت که یک سیلندر هیدرولیکی به قالب افزوده می‌شود. در این روش ورق TWB را به طریقی در داخل محفظه قالب قرار داده می‌شود که خط اتصال جوش دقیقاً در زیرسیلندر هیدرولیکی قرار گیرد. در حین شکل‌دادن این ورق‌ها به کارگیری این سیلندر هیدرولیکی موجب عدم جابه‌جایی خط اتصال جوش و همچنین پخش یکنواخت کرنش در قسمت‌های ضخیم و نازک ورق گردیده و افزایش قابلیت شکل‌پذیری را به همراه می‌آورد. شکل ۴ نمایی از این اصلاحیه فرآیند را نشان می‌دهد.

۷. نتیجه گیری

استفاده از روش نوین تولید ورق بدنه خودرو (TWB) می‌تواند