

فرآیند تولید مخازن گاز طبیعی فشرده (CNG) 'نوع اول و آستری های فلزی آن با استفاده از ورق

مهرشاد مهرپویا^۲، سامان حیدری^۳

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد-دانشکده فنی و مهندسی-گروه مهندسی مکانیک
mehrshad_mehr1@yahoo.com

چکیده

تولید مخازن گاز طبیعی فشرده (CNG) نوع اول، از ورق شامل مراحل می شود که به شکل دهی ورق می انجامد. ماده اولیه از ورقی از جنس فولاد می باشد که نوع و خصوصیات آن در مقاله ذکر شده است. ابتدا ورق ها توسط دستگاه برش لیزری یا گیوتین به شکل دایره ای بریده می شوند. سپس توسط پرس هیدرولیکی مخصوص، کشش اولیه انجام می شود، پس از درگیری سمبه با ماتریس، ورق به شکل پوک فلزی مورد نظر در می آید، که این پوک برای داشتن استحکام لازم باید عملیات حرارتی بروی آن انجام گیرد. در ادامه پوک در ایستگاههای کشش عمیق به قطر مورد نظر می رسد. برای انطباق دقیق طول و قطر نهایی از حدیده کاری غلتکی یا اتوکاری می توان استفاده کرد.

واژه های کلیدی: کشش سرد-باز کشش-اتوکاری-حدیده کاری غلتکی

۱- مقدمه:

به طور کل تنوع مخازن گاز فشرده طبیعی که در صنعت خودرو مورد استفاده قرار می گیرد، چهار نوع می باشد. این چهار نوع مخزن که هر کدام دارای خصوصیات منحصر به فردی هستند. مخازن نوع اول بدون درز و از جنس فولاد یا آلومینیوم می باشند. نمونه ای از مخازن نوع اول در شکل ۱ نشان داده شده است. [۴]



شکل ۱- مخزن نوع اول

۱ - Compressed Natural Gas

۲- کارشناس مکانیک-گرایش ساخت و تولید

۳- کارشناس مکانیک-گرایش ساخت و تولید

گر چه نوع آلیاژ مورد استفاده و همچنین تنشهای طراحی اینگونه مخازن در استاندارد مشخص نگردیده است ولیکن اینگونه مخازن فولادی یا آلومینیومی باید آزمونهای کارایی را بگذرانند. آزمونها به دلیل اطمینان از چقرمگی و مقاومت در برابر تنش، خوردگی و ترک در جنس به کار رفته، صورت می گیرند. [۵]

۲- فرآیند تولید مخازن نوع اول از ورق

در این روش ورق های فولادی از جنس 4130X یا 34CrMo4 با ضخامت های مورد نیاز خریداری شده و جنس و ضخامت آنها در انبار روی هر بسته حک می شود. ورق هایی که به صورت چهار گوش هستند، ابتدا توسط دستگاه آزمون اولتراسونیک بازرسی می شوند. تا عیوب و ترک های احتمالی قبل از تولید نمایان گردند. نظر به این که مخازن به صورت استوانه ای با قطر معین می باشند، لذا در این قسمت ورق ها توسط دستگاه برش لیزری ۵ یا گیوتین به شکل دایره ای بریده می شوند. در فرایندهای کشش عمیق اصطکاک عاملی تعیین کننده درمیزان کشش و یکنواختی ضخامت است. بنابراین دیسک ها سپس به قسمت دیسک های آغشته به روغن سرد ۶ مرسوم است. [۲]

با استفاده از پرس های هیدرولیکی مخصوص، قالب های کشش اولیه انجام می شود. تمام مراحل حمل ورق ها از انبار تا این قسمت توسط حمل کننده های مغناطیسی و یا با استفاده از مکنده های ایجاد خلاء انجام می شود. در این پرس ها با پایین آمدن میز بالایی ورق گیرها، ورق را ثابت نگه داشته و پرس با سطح ورق درگیر می شود. نیروی ورق گیرها متناسب با میزان کشش محاسبه شده در اثر تجربه کالبیره می شوند. پس از درگیری، ورق گیر سمبه را به داخل ماتریس کشانده و ورق به شکل سمبه در خواهد آمد. پس از این که ورق ها به پوکه های فلزی تبدیل شدند، جهت تنش زدایی و یکنواخت سازی ساختار ملکولی پوکه وارد کوره عملیات حرارتی شده و تا دمای حدود 900°C گرم و به آرامی سرد می شوند.

پوکه ها پس از این مرحله مجدداً توسط دستگاه مخصوص و یا حوضچه های روغن، روغنکاری توسط سمبه هایی با طول بیشتر ولی با قطر کمتر از مرحله قبلی کشیده می شوند. پوکه ها در این قسمت طویل تر و باریک تر می گردند. تعداد ایستگاه های کشش عمیق با توجه به حد کشش ورق ها به دقت محاسبه می شوند و فرایند های کشش و تنش زدایی براساس آن تکرار می شوند.

پوکه ها پس از رسیدن به قطرو طول نهایی خود بایستی از نظر ضخامت جداره و یکنواختی با محاسبات طراحی مخازن مطابق باشند، لذا پوکه ها وارد دستگاه حدیده کاری غلتکی می شوند. در این دستگاه ضخامت جداره علاوه بر آن که به حد مطلوب می رسد. یکنواخت نیز می گردد. در فرایند تولید مخزن با ورق می توان به جای استفاده از روش گران قیمت حدیده کاری غلتکی، از روش اتوکاری استفاده نمود. در فرایند اتوکاری، جداره مخازن با استفاده از فرایند کشش، یکنواخت شده و به حد مطلوب می رسد در ذیل به توضیح بیشتر فرایندهای کشش عمیق سرد و اتوکاری که دو فرایند مهم در تولید مخازن از ورق می باشند، پرداخته می شود.

۳- فرآیند کشش عمیق سرد

کشش عمیق پوکه های استوانه ای فرایند نسبتاً ساده ای است که در زیرمجموعه عملیات ورقکاری قرار دارد امروزه از این روش برای تولید صنعتی قطعاتی همچون مخازن فولادی تحت فشار یا تحت خلاء، باتری های خشک از جنس روی، بدنه چراغ قوه، فشنگ برنجی و قوطی های کنسرو آلومینیومی و فولادی استفاده می شود.

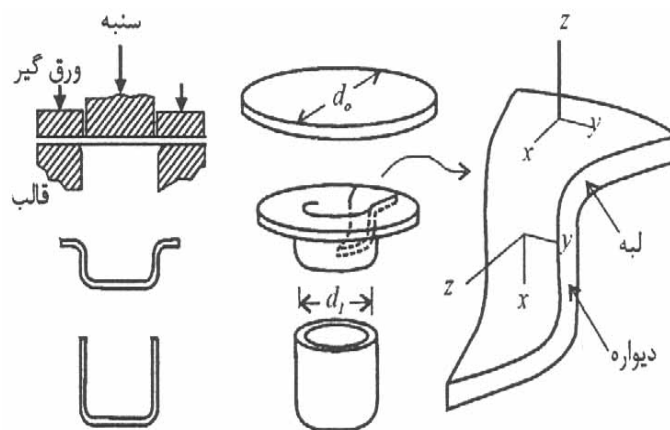
کشش سرد با اغلب فرایندهای شکل دادن حجمی تفاوت دارد مکانیزم حاکم در این فرایند کشش است درحالی که فرایندهای شکل دادن حجمی به طور عمده فشاری هستند. بعلاوه غالباً یک سطح یا هر دو سطح نواحی تغییر شکل آزاد

۴- Toughness

۵- Circular Cutting

۶- Cold Deep Drawing

هستند (یعنی ابزار آنها را نمی گیرد). در شکل ۱ فرایند کشش عمیق نشان داده شده و دستگاه مختصات X ، Y و Z در آن تعریف شده است. دو ناحیه مهم به روشنی دیده میشوند، لبه ای که بخش تغییر شکل در آن رخ می دهد و دیواره که باید نیروی لازم برای تغییر شکل لبه را تحمل کند. اگر قطر قطعه خام خیلی زیاد باشد، نیرویی که باید از طریق دیواره انتقال یابد، بیش از اندازه افزایش یافته و سبب تسلیم و شکست دیواره می شود. [۱]

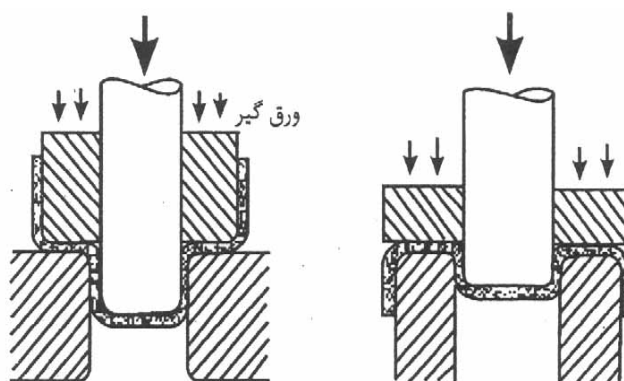


شکل ۱- فرایند کشش عمیق

۴- فرآیند بازکشش

معمولاً نمی توان با یک عمل کشش، پوکه ای با عمق کافی برای اغلب کاربردها تولید کرد، اما از طریق بازکشش می توان قطر پوکه را کاهش و ارتفاع آن را افزایش داد. در بازکشش مستقیم، برای نگه داشتن لبه از یک بوش استفاده می کنند، حال آن که در بازکشش معکوس پوکه به سبب وارون شدن به قالب فشرده می شود و غالباً برای جلوگیری از چروکیدگی به نگه داشتن لبه قطعه نیازی نیست. اما بازکشش معکوس برای تولید با آهنگ بالا چندان مناسب نیست. در شکل ۲ فرآیند های بازکشش مستقیم و معکوس نشان داده شده اند.

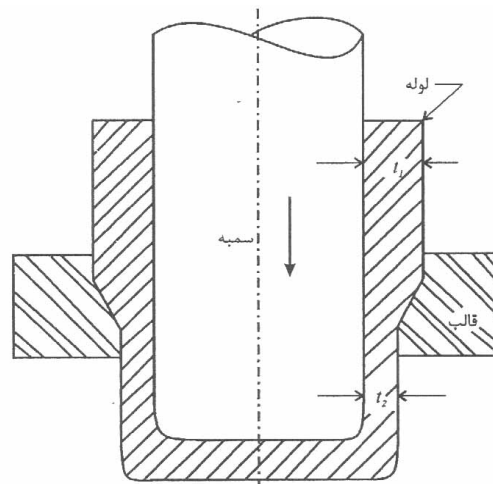
بازکشش نیز مانند کشش اولیه با یک مقدار کاهش حدی مشخص می شود. اگر نسبت کاهش ضخامت بازکشش خیلی بزرگ باشد، دیواره پوکه درکشش آسیب می بیند. بین این دو فرایند کشش و بازکشش چند اختلاف عمده وجود دارد. به عنوان مثال درکشش نیروی ماکزیمم سببه در اوایل مسیر ایجاد می شود و سپس با کاهش مقدار ماده ای که تغییر شکل می یابد از مقدار آن کاسته می شود، اما بازکشش عملیاتی تقریباً با حالت یکنواخت است.



شکل ۲- فرایند های بازکشش به ترتیب از راست معکوس و مستقیم

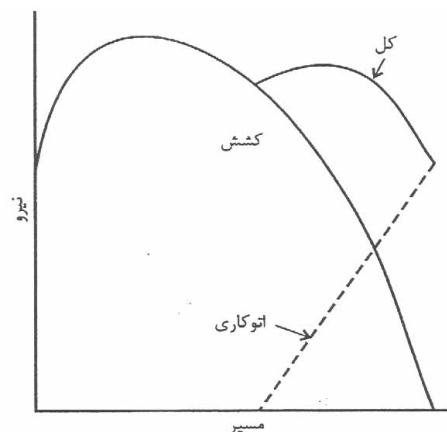
۵- فرآیند اتوکاری

اتوکاری نام فرایندی است که طی آن ضخامت دیواره استوانه ای با عبور از میان سمبه و قالبی که فاصله آزاد آن از ضخامت اصلی دیواره استوانه کمتر است، کاهش می یابد و لازمه انجام این فرایند آن است که استوانه ته بسته (پوک) باشد. در اثر فشار سمبه دیواره استوانه ای کش آمده و در نتیجه از ضخامت آن کاسته می شود، در حالی که ضخامت کف استوانه بدون تغییر باقی می ماند. (شکل ۳)



شکل ۳- فرایند اتوکاری

اگر در حین کشش، بازکشش اتوکاری (نازک کردن دیواره) نیز به کار گرفته شود، ضخامت دیواره یکنواخت تر می شود و ارتفاع پوک افزایش می یابد. اتوکاری باعث افزایش نیروی کل سمبه می شود اما اگر اتوکاری در اواخر کشش، پس از آن که سمبه نیروی ماکزیمم خود را وارد کرد انجام شود، دیگر بر کشش پذیری تأثیر نمی گذارد. در نمودار ۱ این نکته به طور شماتیک نشان داده شده است. [۱]



نمودار ۱- تأثیر اتوکاری و نیرو کشش

از آنجا که اتوکاری موجب تسلیم تمام مقطع می شود، اندازه تنش های باقی مانده را به شدت کاهش می دهد. گاهی اتوکاری در مراحل جداگانه پس از کشش یا بازکشش انجام می شود ارتفاع دیواره را به شدت افزایش دهد. در این صورت گاه ضخامت دیواره به یک سوم ضخامت ورق اولیه می رسد.

۴- نتیجه گیری:

استفاده از ورق برای تولید مخازن بدون درز CNG با روش های فوق مزایا و معایب مختلفی را در بر دارد که در این قسمت به آنها اشاره می کنیم. با توجه به روش تولید و مواد اولیه مورد نیاز، مزایای تولید مخازن با استفاده از ورق عبارتند از :

- امکان استفاده از خط تولید با فناوری قابل دسترس
- جهت تولید بدنه استوانه ای شکل، خط تولید در این روش عموماً از پرسهای هیدرولیک و قالب های کشش تشکیل می شود و در حال حاضر صنایع مختلف فعال در کشور از این تجهیزات استفاده نموده و حتی قابلیت تولید آن را نیز دارند. [۳]
- امکان تهیه مواد اولیه در داخل کشور
- هم اکنون صنایع فولاد سازی انواع ورق های مختلف را تولید می کنند، لذا امکان تولید ورق های مورد نیاز در کشور میسر است.

- قابلیت انبارش بیشتر مواد اولیه
- نظر به این که امکان قرار دادن ورق های فولادی به صورت بسته ای روی یکدیگر بیشتر از سایر مواد اولیه می باشد لذا در این روش به مساحت انبار کمتری نیاز می باشد.
- امکان جابجایی و حمل و نقل راحت تر مواد اولیه
- با توجه به این که امکان جا به جایی و راندمان حمل و نقل ورق های فولادی بالاتر از لوله های بدون درز می باشد هزینه حمل و نقل خارج از کارخانه کمتر بوده و جابه جایی آنها در داخل کارخانه نیز با سهولت بیشتری انجام خواهد شد.
- ارزانتر بودن مواد اولیه
- با توجه به این که تولید لوله های فولادی بدون درز مورد استفاده در ساخت مخازن در انحصار چند شرکت محدود خارجی می باشد، امکان تهیه ارزان تر ورق های فولادی در داخل و یا حتی واردات آنها با بهای کمتر وجود دارد .

- امکان دست یابی به دقت های بالاتر در محصولات
- نظر به این که خط تولید در این روش صرفاً جهت تولید مخازن CNG طراحی می شود و در مقابل تولید کنندگان لوله های بدون درز محصولات خود را جهت استفاده های عامتری تولید می کنند، ترانس های مد نظر در استاندارد های تولید این مخازن در روش تولید با ورق کاملاً قابل رعایت است.
- سبک تر بودن مخازن تولید شده
- در این روش امکان دسترسی به حداقل ضخامت استاندارد جداره مخازن به علت بسته تر بودن ترانس های اعمال شده بر پروفیل مخازن بیشتر است لذا مخازن تولید شده دارای وزن کمتری نسبت به نوع مشابه تولید شده از لوله می باشند. از آنجا که سبک تر بودن مخازن استفاده شده در خورو دارای مزایا فراوانی است لذا تولید با این روش مناسب تر می باشد به عنوان مثال یک مخزن ۱۰۰ lit نوع اول به قطر ۴۰۵mm با استفاده از لوله فولادی حدود ۱۱۷kg و با استفاده از ورق فولادی نزدیک به ۸۲ kg وزن خواهد داشت.

این روش دارای معایبی نیز می باشد که در ادامه می آیند. [۳]

- خط تولید طولانی :
- بدنه استوانه ای شکل تولید شده در این روش منحصراً جهت تولید مخازن به کار می رود لذا بایستی خط تولید پوکه فلزی اولیه در داخل کارخانه راه اندازی شود و از این بابت خط تولید طولی تری مورد نیاز است.
- سرمایه گذاری اولیه زیادتر

ایجاد خط تولید بدنه استوانه ای شکل به سرمایه گذاری اولیه زیادتری نسبت به روش تولید از لوله نیاز دارد. شایان ذکر است که ایجاد خط تولید لوله بدون درز صرفاً جهت یک کارخانه تولید مخازن مقرون به صرفه نیست.

• هزینه تولید بالاتر

با توجه به بزرگتر بودن خط تولید و وجود تجهیزات بیشتر هزینه های جاری تولید نظیر هزینه های پرسنلی تعمیرات و نگهداری ساختمان و زمین بالاتر می باشند.

• دورریز مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز در این روش یک دایره بریده شده از ورق چهار گوش فولادی با ضخامت معین می باشد لذا در صد قابل ملاحظه ای از مواد اولیه دورریز می شود.

مراجع

- ۱- مهرپویا، مهرشاد، خصوصیات مخازن CNG و فناوری تولید آنها، پروژه کارشناسی، ۱۳۸۶
- ۲- سپهر اصفهانی، م، همتی فراهانی، س، ایمنی خودروهای CNG سوز، اولین همایش ملی تخصصی گاز ایران، ۱۳۸۳
- ۳- مومنی، علی و رستم نژاد، مازیار، "بررسی انواع روش های ذخیره سازی گاز طبیعی در خودرو" "مجموعه مقالات اولین کنفرانس تبدیل سوخت خودروها به گاز طبیعی فشرده CNG 29 و 30 د پماه 1381.
- ۴- شرکت بهینه سازی مصرف سوخت (www.ifco.ir)
- ۵- مخازن CNG مخصوص نصب بر روی خودرو، بروشور سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، 1381.