

بهینه سازی متغیرهای سیستم ترمز ضدقفل (ABS) جهت استفاده در کشش عمیق

علی عابدی^{۱*}، بوذرجمهر قاسمی^۲، مهران مرادی^۳

تاریخ دریافت: ۲۹ بهمن ۹۱ تاریخ پذیرش: ۱۱ اردیبهشت ۹۲

چکیده

یکی از روش‌های جدید افزایش LDR^۱ استفاده از سیستم ترمز ضد قفل (ABS^۲) بر روی ورقگیر است. در این روش به جای این که ورقگیر به طور ثابت روی ورق نیرو اعمال کند و جریان فلزی را کنترل کند، در هر ثانیه چندین مرتبه (بین ۲۰-۵۰ مرتبه) ورق را محکم گرفته و رها می‌کند که این امر باعث افزایش LDR می‌شود. در این تحقیق اثر پارامترهای موثر در کشش عمیق با سیستم ضد قفل ABS بر بهبود شرایط کشش و افزایش LDR بررسی شده است. نتایج آزمایش‌های روی ورق ST14 نشان داد که برای هر سرعت سنبه فرکانس بهینه‌ای برای ABS وجود دارد. هم‌چنین از نتایج آزمایش‌ها استنباط شد بهترین حالت وارد کردن نیروی ورقگیر ایجاد یک فاصله گپ ثابت و یک گپ متغیر توسط سیستم ABS می‌باشد.

واژگان کلیدی: کشش عمیق، نسبت حد کشش، سیستم ترمز ضد قفل.

۱. مقدمه

بعضی قطعات کم عمق می‌توانند فقط با یک مرحله کشش تولید شوند؛ اما به علت حد نسبت کشش، عمق کشش زیاد یا شکل‌های پیچیده همه فنجانها نمی‌توانند با یک مرحله کشش بدست آیند، آنها به مراحل متعدد کشش نیاز دارند. یعنی فرآیند شکل دهی نیاز به چند مرحله کشش دارد تا فرم نهایی ایجاد شود. به عبارت دیگر حد نسبت کشش مانع از این می‌شود که ارتفاع کشش مورد نظر در یک مرحله به دست آید. چنین کشش‌های چند مرحله‌ای هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند، زیرا برای هر مرحله کشش باید یک قالب جداگانه ساخته شود. هم‌چنین برای تولید قطعات با کشش‌های چند مرحله‌ای زمان زیادی نیاز است تا شکل فنجان مورد نظر بدست آید. علاوه بر این، این فرآیندها روی خواص مکانیکی ماده خام تأثیر می‌گذارند. معمولاً LDR برای تعیین اندازه کشش پذیری ورقهای فلزی استفاده می‌شود. با افزایش اندازه ماده خام مقدار LDR افزایش می‌یابد. بنابراین LDR تقریباً بهترین فاکتوری است که باید در نظر گرفته شود تا کاسه‌های عمیق‌تر، از یک مرحله کشش تولید شوند [۳].

کشش عمیق یکی از مهم‌ترین عملیات شکل دهی ورقهای فلزی است. در این فرآیند سنبه که به ماشین پرس بسته شده است، بر روی ماده خام که بصورت ورقی است که با اندازه‌های از قبل تعیین شده بریده شده است، نیرو وارد می‌کند و آنرا به داخل حفره ماتریس هدایت می‌کند. با جریان پلاستیکی مواد، در نهایت ورق به شکل خارجی سنبه در می‌آید. در این عملیات اشکال گرد، چهار گوش، منحنی یا شکل‌های ترکیبی تولید می‌شوند [۱]. برخلاف سادگی ظاهر، کشش چنین قطعات فنجان‌ی شکل یک فرآیند پیچیده است. عوامل متعددی وجود دارند که روی فرآیند کشش تأثیر می‌گذارند و مانع بدست آمدن ارتفاع کشش مورد نظر می‌شوند. بعضی از این عوامل عبارتند از: شکل ماتریس، خواص مواد خام، شکل و اندازه ماده خام، شرایط اولیه، اصطکاک و شرایط روغنکاری بین قالب و قطعه خام [۲]. یکی از مهم‌ترین عوامل، اندازه ماده خام است به حد نسبت کشش (LDR) بستگی دارد. حد نسبت کشش نسبت بین قطر ماده خام اولیه به قطر قطعه کشیده شده با قطر سنبه می‌باشد.

^۱ کارشناس ارشد مهندسی ساخت و تولید و دبیر فنی هنرستان شهید رجایی خمینی شهر، اصفهان، ایران aliabedi@yahoo.com

^۲ دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

^۳ استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

کرنشها و تغییرات ضخامت ورق در طول فرآیند تاثیر چندانی ندارد [۶].

۲- معرفی سیستم ضد قفل ABS روی قالب کشش :

کشش عمیق با ABS اصولاً شامل لوازم کشش معمولی است که با لوازم سیستم ترمز ضد قفل ABS ترکیب شده است که به صورت مکانیکی حالت ترمز- ضربه پی در پی روی قطعه کار اعمال می‌شود. یک موتور ۱/۱kw AC سه فاز روی کفشک پایینی قالب مونتاژ شده است و مجموعه قالب و الکتروموتور روی میز پرس سوار می‌شود. حرکت گردشی موتور توسط یک جفت تسمه V شکل به محورلنگ که زیر ماتریس و روی کفشک پایینی مونتاژ شده است انتقال داده می‌شود (شکل ۱الف).

سپس حرکت توسط دو میله که نزدیک به دو انتهای محور لنگ در موقعیت عمودی مونتاژ شده است انتقال داده می‌شود. سپس حرکت به صورت خطی به صفحه بولستر که روی ورقگیر است انتقال داده می‌شود. پس از تنظیمات لازم الکتروموتور روشن می‌شود. حرکت گردشی موتور به حرکت خطی روی میله‌ها تبدیل می‌شود. این حرکت خطی قطعه کار را به ترتیب به وسیله صفحه بولستر و ورقگیر فشار می‌دهد (شکل ۱ب). در این زمان قطعه در معرض ترمز- ضربه ضد قفل قرار می‌گیرد. این سیستم شبیه به ABS است که به طور هیدرولیکی و مکانیکی روی اتومبیل‌ها به کار می‌رود. بنابراین سیستم کشش عمیق با ABS خوانده می‌شود. به علت حرکت یک جهت عمودی فشاری که با جهت محور سنبه هم جهت است، موقعیت ابزار و مخصوصاً موقعیت قرار گیری قطعه کار در طی فرآیند کشش تأثیر نا مطلوبی نمی‌گیرد. کشش عمیق با ABS احتیاج به اسباب و هزینه‌های اضافی ندارد، بنابراین به راحتی می‌تواند به روی هر ماشین پرسی سوار شود.

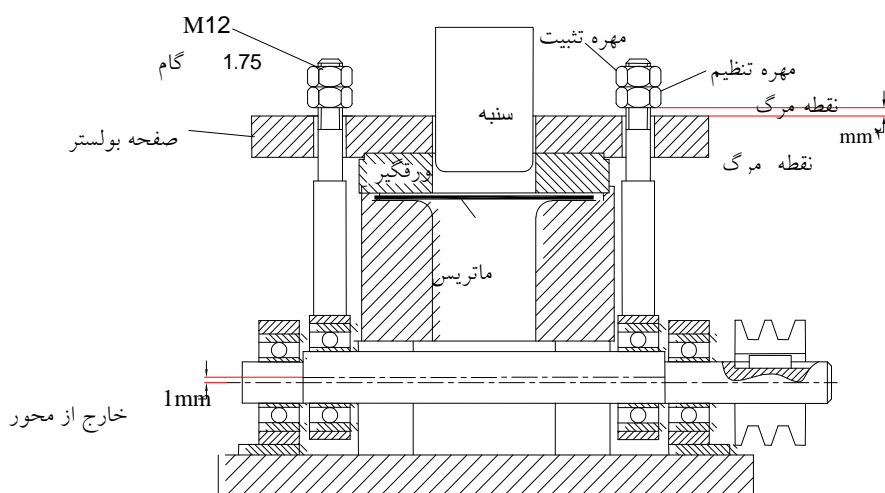
تا کنون تحقیقات زیادی در زمینه افزایش LDR انجام گرفته است. انجام گرفته است.

- گاواس، برای بهبود شکل‌پذیری و LDR یک روش جدید کشش عمیق با سیستم ترمز ضد قفل ABS برای ورقگیر پیشنهاد کرده است ورقگیر به صورت عمودی بالا و پایین حرکت می‌کند و ماده خام را به حالت ضد قفل با فاصله دادن در زمان کوتاه هدایت می‌کند. نتایج آزمایشها برای ورق AL-۹۹.۸ نشان داده که ارتفاع کشش و LDR بیشتر می‌تواند با به کار بردن ABS به دست آید. مشخص شد که سیستم جدید کیفیت سطح را افزایش و گوشواره‌ای شدن لبه‌ها را کاهش می‌دهد [۳].

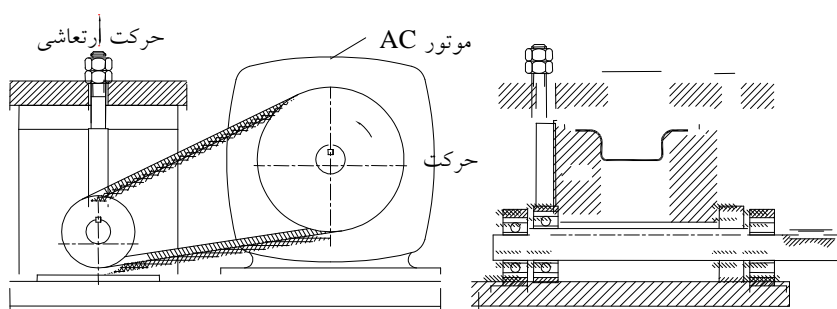
- جیما و همکارانش لرزش آلتراسونیک (فراصوتی) را به قالب و ورقگیر در جهت شعاعی برای SPCC (فولاد نورد سرد شده برای کشش عمیق) و SUS304 (فولاد ضد زنگ ۳۰۴) به کار بردند و LDR را افزایش دادند [۴].

- قریب، یک راهبرد بهینه‌سازی برای نیروی ورقگیر (BHF³) پیشنهاد کرده است که نیروی سنبه را حداقل می‌کند. این راهبرد به کار بردن نیروی ورقگیر متغیر خطی و مقایسه آن با نیروی ورقگیر ثابت است. او به این نتیجه رسید که طرح خطی BHF در مقایسه با BHF ثابت نتیجه بهتری در شکل‌دهی فنجانها می‌دهد. او یک معادله کلی برای نیروی ورقگیر بهینه برای هر نسبت کشش برای هر فنجان تحت مطالعه به دست آورده است [۵].

- رضی باروش تحلیل اجزاء محدود (finite element method) توسط نرم افزار ABAQUS، تنشها، کرنشها، بار سنبه در طول حرکت و تغییرات ضخامت ورق در طول فرآیند را در دو حالت با و بدون ABS بررسی و مقایسه نموده است و به این نتیجه رسیده است که سیستم ABS فقط بر روی نیروی کشش تأثیر می‌گذارد که نتیجه آن افزایش LDR و افزایش ارتفاع کشش فنجان است. ولی استفاده از این سیستم در مورد تنشها و



شکل (۱): (الف) قالب کشش عمیق همراه با تجهیزات ABS



شکل (۱): (ب) قالب کشش عمیق همراه با تجهیزات ABS در حین فرایند

۳- طریقه انجام آزمایش‌ها

۳-۱ مواد و تجهیزات

در طول آزمایش‌ها اثر تغییر فرکانس ضربات ABS، مقدار نیروی ورقگیر (BHF) در حین ABS و نحوه وارد کردن نیروی ورقگیر بر افزایش LDR و بهبود شرایط کشش بررسی شد.

آزمایش‌ها روی یک پرس هیدرولیک ۸۰ ton انجام شد. برای انجام آزمایش‌ها ورق ST14 با ضخامت ۰/۵ mm به عنوان ماده خام استفاده شد. ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی ورق ST14 مورد استفاده به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول (۱): ترکیب شیمیایی ST14

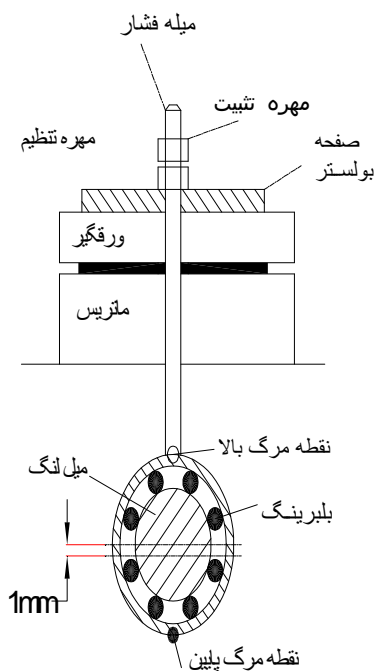
p	Mn	Si	C	N	Al	Cu	S	Ti	V	Nb	Fe
۰/۰۸	۱/۹۶	۰/۰۷	۵۰	۳۴	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۹۷
			ppm	ppm							

جدول (۲): خواص مکانیکی ST14

سختی برینل HB	درصد تغییر طول elongation	تنش نهایی Uts	تنش تسلیم (y) Yeald piont
۵۰	۳۸	۳۹۹ N/mm ²	۲۱۰ N/mm ²

آزمایش‌های با ABS حداکثر مقدار این فاصله $1/918 \text{ mm}$ شده و سپس سطوح به دقت پلیسه گیری و آماده شدند. در آزمایش‌ها به جای استفاده از نیروی ورقگیر (BHF) از فاصله ورقگیر (BHG⁴) استفاده شد که فاصله بین ورقگیر و سطح ماتریس تعریف می‌شود. BHG حداکثر ارتفاع چروک شدگی را تعیین می‌کند. برای آزمایش‌های بدون ABS این فاصله $0/6 \text{ mm}$ انتخاب می‌شود که 120% ضخامت قطعه است که بوسیله ایجاد یک پله به ارتفاع $0/6 \text{ mm}$ که در خارجی‌ترین قطر پیشانی ماتریس ایجاد می‌شود بدست می‌آید. تا زمانی که BHG ثابت است فاصله ورقگیر نمی‌تواند از $0/6 \text{ mm}$ بیشتر شود، بنابراین قطعه نمی‌تواند بصورت قابل توجهی چروک شود. برای

قطع کردن میله فشار (شکل ۲).
 ۲-۳ تنظیم فاصله فشار
 برای تنظیم فاصله فشار میل لنگ به نقطه مرگ پایین آورده می‌شود و مهره تنظیم سفت می‌شود تا به صفحه بولستر تماس پیدا کند (شکل ۲).



شکل (۲): موقعیت اولیه تنظیم فاصله

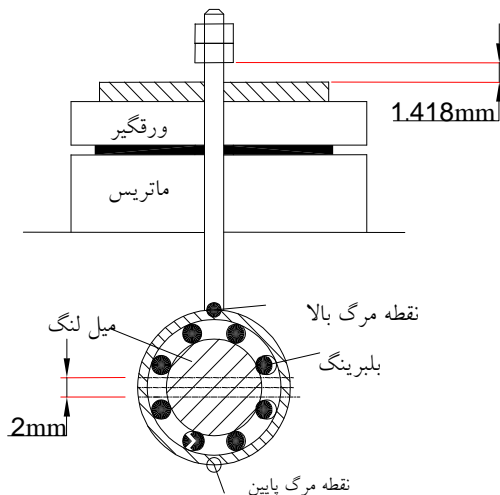
عمودی میله فشار در سیکل اولیه 1 mm است، بعد از چرخاندن مهره تنظیم به اندازه $1/3$ دور، این جابجایی $1/418 \text{ mm}$ (شکل ۴).
 $(1/418 = 0/582 - 2)$ می‌شود.

برای چرخش کامل میل لنگ فاصله خارج از مرکز 2 mm است اما این فاصله به $1/418 \text{ mm}$ محدود شده است. در این حالت فاصله $0/582 \text{ mm}$ برای ترمز ورق با ضد قفل بکار می‌رود یا می‌توان گفت این باعث ضربه زدن به ورق می‌شود.

بعد از آن با نیم دور چرخشی، میل لنگ به نقطه مرگ بالا آورده می‌شود. در این حالت فاصله بین صفحه بولستر و مهره تنظیم 2 mm است (شکل ۳). بعد از آن مهره تنظیم $1/3$ دور چرخانده می‌شود. در این زمان مهره تنظیم $0/582 \text{ mm}$ به طور عمودی به پایین حرکت می‌کند.

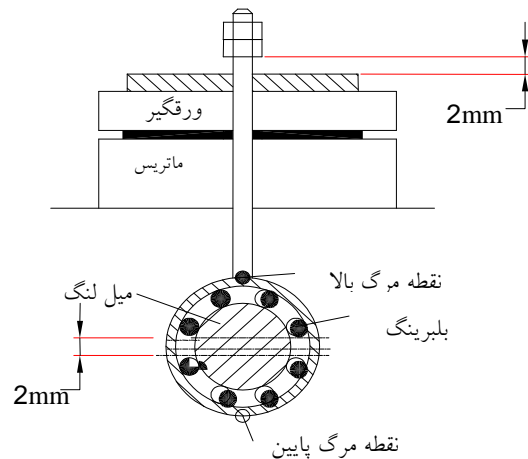
(گام پیچ $M12$ ، $1/75 \text{ mm}$ است و $0/582 \text{ mm} = \frac{1/75}{3}$)
 سپس مهره تثبیت محکم می‌شود. در این حالت وقتی جابجایی

از ورق به حفره ماتریس نیرو وارد می‌کند در همان زمان تکیه‌گاه ورق (قسمت کشیده نشده) به طور پیوسته در معرض ترمز - ضربه بین ماتریس و ورقگیر قرار دارد. فرآیند کشش فقط روی دیواره‌های فنجان کشیده شده اتفاق می‌افتد و سطحی از ورق که زیر سنبه قرار می‌گیرد از این فرآیند تأثیر نمی‌پذیرد.



شکل (۴): تنظیم فاصله مورد استفاده در آزمایش

حرکت یک سیکل محور در 0.43 S انجام می‌شود. این فشار ورق را نگه نمی‌دارد؛ به عبارت دیگر به طور پیوسته ورق را نگه داشته و رها می‌کند. این پدیده در هر دقیقه ۱۴۱۰ مرتبه اتفاق می‌افتد. در طول این زمان بخشی از فاصله فشار توسط مکانیزمهایی چون تغییر شکل الاستیک و لقی‌های موجود جذب می‌شود. در حین فرآیند کشش وقتی سنبه با یک سرعت ثابت

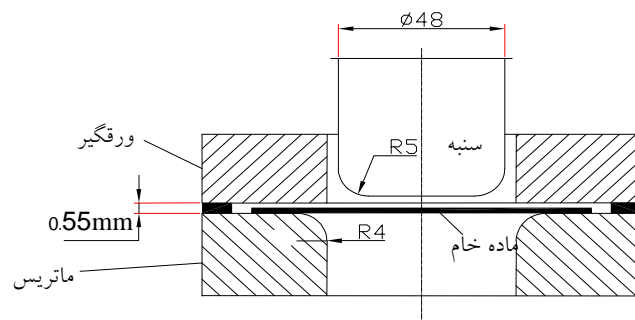


شکل (۳): تنظیم حداکثر فاصله حرکت

نظر گرفته شد. در قسمت بعد حالت‌های مختلف فاصله فشار بررسی و اثر نیروی ورقگیر بررسی شد. هر آزمایش دو یا سه بار تکرار شد و حداکثر اندازه ماده خام هنگامی مشخص شد که کشش بدون ایراد انجام شد.

۳-۳ شرح آزمایش‌ها

آزمایش‌های کشش روی کاسه‌های استوانه‌ای برای بررسی اثر پارامترهای ABS انجام شد. ابعاد این ابزارهای کشش عمیق در شکل ۵ نشان داده شده است. در این تحقیق سرعت‌های ثابت 526 mm/min و 1520 mm/min برای سرعت سنبه در



شکل (۵): ابعاد سنبه و ماتریس

در این سری آزمایش فاصله فشار $1/418$ میلی متر (یعنی مهره تنظیم $1/3$ دور سفت شده) و ارتفاع پله روی پیشانی

۱-۳-۳ آزمایش‌های تغییر سرعت سنبه و تغییر فرکانس

ABS

بیشترین قطر که در آن کشش موفقیت آمیز به دست آمد $d=100\text{ mm}$ بود. یعنی درقطعه‌های بزرگتر از 100 mm یعنی 101 mm شکست در قسمت انتهایی دیواره کاسه کشیده شده اتفاق افتاد. (شکل ۶). در قطر 102 mm پس از ایجاد خمش اولیه روی ماده خام و اندکی کشش پارگی ورق اتفاق افتاد (شکل ۷).



شکل (۷): پارگی در قطر 102 mm

ماتریس $0/55\text{ mm}$ در نظر گرفته شد. ابتدا سرعت سنبه به اندازه $526\text{ mm}/\text{min}$ تنظیم شد، در این حالت تعداد دوران میل لنگ ABS، $1410\text{ 1}/\text{min}$ انتخاب شد (یعنی فرکانس $23/5\text{ HZ} = \text{ABS}$) برای بدست آمدن حداکثر اندازه بحرانی ماده خام که در کشش عمیق می‌تواند به طور موفقیت آمیز به دست آید، به طور پیوسته آزمایشها انجام شد تا مشخص شد



شکل (۶): پارگی در قطر 101 mm

شکل (۸): فنجان‌های کشیده شده با قطرهای 104 mm و 101 mm و 96 mm

۳-۲-۳ آزمایش‌های تغییر گپ

در این سری آزمایش سرعت سنبه $526\text{ mm}/\text{min}$ ، تعداد دوران میل لنگ $1410\text{ 1}/\text{min}$ (فرکانس $23/5\text{ HZ}$)، فاصله فشار $1/418\text{ mm}$ (یعنی مهره تنظیم $1/3$ دور سفت شد) و قطر ماده خام 96 mm انتخاب شد.

درحالت اول ارتفاع پله مانند حالت بدون ABS $0/6\text{ mm}$ انتخاب شد و مشاهده شد در قسمت انتهایی کشش، فلانچ باقیمانده روی سطح ماتریس شدیداً چروک می‌شود. (شکل ۹).



شکل (۹): ایجاد چروک به علت زیاد بودن Gap

سپس تعداد دوران میل لنگ به $2820\text{ 1}/\text{min}$ (فرکانس $47\text{ HZ} = \text{ABS}$) افزایش داده شد. در این حالت قطر بحرانی به 104 mm رسید. در مرحله بعد تعداد دوران میل لنگ $3500\text{ 1}/\text{min}$ انتخاب شد (فرکانس $58\text{ HZ} = \text{ABS}$). اما قطر بحرانی از 104 mm تجاوز نکرد.

در مرحله بعد سرعت سنبه $1520\text{ mm}/\text{min}$ تنظیم شد. در این حالت با تعداد دوران میل لنگ $1410\text{ 1}/\text{min}$ (فرکانس $23/5\text{ HZ}$) قطر بحرانی 96 mm به دست آمد. با تعداد دوران میل لنگ $2820\text{ mm}/\text{min}$ (فرکانس 47 HZ) قطر بحرانی 101 mm کشیده شد و با تعداد دوران میل لنگ $3500\text{ 1}/\text{min}$ (فرکانس 58 HZ) قطر بحرانی 104 mm به دست آمد (شکل ۸).



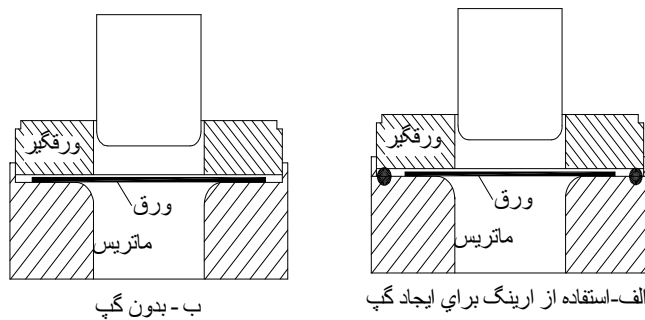
سایر نمونه‌ها خیلی زود پاره شدند. در اقدام بعدی در قسمت انتهایی پیشانی ماتریس یک شیار نیم دایره ایجاد شد و یک ارینگ به قطر خارجی ۱۲۰ mm داخل آن قرار داده شد به طوریکه ارتفاع ۰/۷ mm آن از سطح پیشانی ماتریس بالاتر قرار گرفت. در این حالت به علت خاصیت الاستیک و جمع شدن ارینگ هنگام ضربه ورقگیر کنترل صحیحی روی فاصله فشار موجود نبود و قطعات تولیدی دارای چروک زیاد بودند. (شکل ۱۰).



شکل (۱۰): مقایسه قطعه تولیدی با گپ ایجاد شده توسط ارینگ و قطعه تولیدی با گپ ۰/۵۵ mm

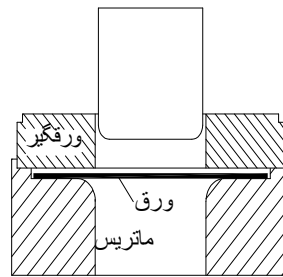
در حالت بعدی با ثابت بودن سایر متغیرها پله ۰/۵۵ میلی متر انتخاب شد. با آزمایشهای مختلف معلوم شد قطر بحرانی $d=100$ mm می‌باشد. (شکل ۱۱).

در مرحله بعد با ثابت بودن سایر متغیرها پله روی سطح ماتریس کاملاً برداشته شد بطوریکه ورقگیر مستقیماً روی ماده خام نیرو وارد کند. در این حالت شرایط کشش بسیار نامطلوب شد و فقط یک نمونه با قطر ماده خام $d=85$ mm کشیده شد و



ب- بدون گپ

الف- استفاده از ارینگ برای ایجاد گپ



ج- ایجاد پله برای ایجاد گپ

شکل (۱۱): حالت‌های مختلف گپ

فاصله فشار تعیین کننده میزان نیروی وارده به ورقگیر می‌باشد که توسط سفت کردن مهره تنظیم بدست می‌آید. ابتدا مهره تنظیم به اندازه $\frac{1}{6}$ دور سفت شد. یعنی فاصله فشار $1/75 = 1/709$ mm در این حالت قطعه کشیده شده دارای چروک‌هایی در لبه انتهایی دیواره کشیده شده بود. سپس

۳-۳-۳ آزمایش‌های تغییر نیروی ورقگیر:

این سری آزمایش در شرایط زیرانجام شد: سرعت سنبه 526 mm/min ، تعداد دوران میل لنگ $1/_{\text{min}} 1410$ (فرکانس $23/5 \text{ Hz}$)، ارتفاع پله ماتریس $0/55$ mm، و قطر ماده خام 96 mm.

۴-۱۲ اثر فاصله گپ ورقگیر

از آزمایشهای گپ چنین نتیجه گیری می شود که برای کنترل نیروی ورقگیر (BHF^۳) باید فاصله گپ ورقگیر (BHG^۴) را کنترل نمود. درحالی که ورقگیر مستقیماً روی ورق نیرو وارد می کند به علت ایجاد نیروی ضربه ای زیاد، جریان فلز درحین کشش عمیق به خوبی انجام نمی گیرد و پارگی در قطعات تحت کشش مشاهده می شود. درحالی که ارتفاع پله روی سطح ماتریس مانند حالت بدون ABS ۰/۶ mm است و باعث ایجاد چروک در قطعه می شود. بنابراین داشتن حالتی بین دو حالت مذکور که هم ضربه نیروی ورقگیر را کنترل کند و هم فاصله گپ مؤثر را کاهش دهد می تواند مطلوب باشد. به این منظور ارتفاع پله پیشانی ماتریس ۰/۵۵ mm (۱۱۰٪ ضخامت ورق) در نظر گرفته شد و مشاهده شد که شرایط کششی تا حد زیادی بهبود یافت.

۴-۱۳ اثر نیروی ورقگیر

افزایش نیروی ورقگیر باعث کنترل بیشتر جریان فلز می شود و از چروک شدن قطعه جلوگیری می کند. همچنین سفت کردن زیادتر مهره تنظیم می تواند باعث کاهش گوشواره ای شدن قطعات شود. از طرفی افزایش بیش از حد نیروی ورقگیر علاوه بر اینکه مانع جریان فلز می شود و باعث ایجاد پارگی در قطعه می شود، موجب می شود بار وارده به الکتروموتور افزایش یابد که ممکن است بیش از حد مجاز باشد. در این آزمایش مقدار چرخش $\frac{1}{3}$ دور مهره تنظیم که باعث می شود فاصله فشار ۱/۴۱۸ mm شود بهینه تشخیص داده شد.

تقدیر و تشکر

در پایان از آقایان مهندس کریمی مدیر شرکت چکاد صنعت، مهندس ابراهیمی مدیر شرکت قطعه سازان مارال، پریشانی مدیر شرکت نورنما و مهندس قدیری مدیر هنرستان شهید رجایی خمینی شهر صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

مهره تنظیم به اندازه $\frac{1}{3}$ دور ($\frac{2}{6}$) سفت شد. (فاصله فشار کشیده شده نسبت به حالت قبل بسیار کمتر شد. در مرحله بعد مهره تنظیم $\frac{1}{2}$ دور ($\frac{3}{6}$) سفت شد. (فاصله فشار ۱/۱۲۵mm = $2 - \frac{1/75}{3}$)، و ملاحظه شد که چروک های قطعه گشوده شده نسبت به حالت قبل بسیار کمتر شد. در مرحله بعد مهره تنظیم $\frac{1}{2}$ دور ($\frac{3}{6}$) سفت شد. (فاصله فشار ۱/۱۲۵mm = $2 - \frac{1/75}{2}$)، دراین حالت چروکیدگی بسیار کمتر و ارتفاع گوشواره ای نیز کاهش یافت ولی حرارت الکتروموتوری خیلی زیاد شد که نشان دهنده بار وارده بیش از حد مجاز به الکتروموتور بود.

۴- نتیجه گیری

۴-۱۱ اثر سرعت سنبه و فرکانس ABS

در این آزمایش ها فرآیند کشش عمیق معمولی با ترکیب تجهیزات ABS انجام شد و مشخص شد که برای هر سرعت سنبه یک فرکانس بهینه برای ABS وجود دارد. برای سرعت سنبه 526 mm/min فرکانس ۴۷ HZ مقدار بهینه و برای سرعت سنبه 1520 mm/min فرکانس ۵۸ HZ مقدار بهینه مشخص شد یعنی هرچه سرعت سنبه افزایش می یابد باید فرکانس ABS نیز افزایش یابد. این افزایش فرکانس تا حد معینی می تواند مفید باشد و افزایش بیش از حد معین نمی تواند تأثیر مثبتی داشته باشد، بطوریکه در سرعت سنبه 526 mm/min افزایش فرکانس ABS از ۴۷ HZ به ۵۸ HZ نتوانست بهبودی در افزایش LDR^۱ داشته باشد و قطر بحرانی کشش همان ۱۰۴ mm بود.

افزایش سرعت سنبه و متناسب با آن افزایش فرکانس ABS می تواند سرعت تولید را افزایش دهد اما این افزایش تا حد معینی می تواند انجام گیرد، زیرا سرعت های بالای ABS مستلزم داشتن لوازم و تجهیزات ABS^۲ قویتر است. همچنین سرعت بالای کشش باعث ایجاد حرارت در قطعه و سنبه و ماتریس می شود که این امر علاوه بر تغییر خواص مکانیکی قطعه کار می تواند باعث سایش زودرس ماتریس و بی اثر شدن ماده روانکار شود. بنابراین برای هر جنس باید سرعت و فرکانس بهینه ای در نظر گرفته شود.

³ Blank Holder Force

⁴ Blank Hokder Gap

¹ limiting Drawing Ratio

² Anti lock Braking System

۵- منابع

- [۱] اروحانی، سیداحسان، " تکنیک‌های طراحی قالب‌های پرس " انتشارات مهکامه، تهران، ۱۳۸۵.
- [2] Wilson, Frank W. ,1965, Die design hand book, New York , Mc Graw Hill
- [3] Gavas, M., Izciler, M., "Deep drawing whit anti-lock braking system" Mechanism and machine theory 41(2006) 1467-1476
- [4] Jimma, T., Kasuga, Y., Iwaki , N., Miyazawa, O. Mori, E, An application of ultrasonic vibration to the deep drawing process, Journal of Materials Processing Technology 80-81 (1998) 406-412
- [5] Hgharib, A.S.Wifi " optimization of the blank hokder force in cup drawing" journal of Achivments materials and manfcturing Enginerinig, Vol.18, (2006) 291-294
- [۶] رضی عباس، تحلیل کشش عمیق آلومینیوم همراه با سیستم ABS به روش المان محدود، تابستان ۸۷، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی

نجف آباد

