

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

علی عابدی^۱، بوذرجمهر قاسمی^۲، مهرا ن مرادی^۳

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 اینکه 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 می کند که این امر باعث افزایش LDR می شود. 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 بهینه ای 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 می باشد.

کلمات کلیدی: کشش عمیق - نسبت حد کشش - سیستم ترمز ضد قفل

۱- مقدمه

مورد نظر می شوند. 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 می باشد. بعضی قطعات کم عمق می توانند فقط با یک مرحله کشش تولید شوند؛ اما به علت حد نسبت کشش، عمق کشش زیاد یا شکلهای پیچیده همه فنجانها نمی توانند 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.

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 اندازه های از قبل تعیین شده بریده شده است، نیرو وارد می کند و آنرا به داخل حفره ماتریس هدایت می کند. با جریان پلاستیکی مواد، نهایتاً ورق به شکل خارجی سنبه درمی آید. در این عملیات اشکال گرد، چهار گوش، منحنی یا شکلهای ترکیبی تولید می شوند [۱]. برخلاف سادگی ظاهر، کشش چنین قطعات فنجانی شکل یک فرآیند پیچیده و است. عوامل متعددی وجود دارند که روی فرآیند کشش تأثیر می گذارند و مانع بدست آمدن ارتفاع کشش

۱- کارشناس ارشد مهندسی ساخت و تولید و دبیر فنی هنرستان شهید رجایی خمینی شهر

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۳- استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

در طول حرکت و تغییرات ضخامت ورق در طول فرآیند را در دو حالت با وبدون ABS بررسی و مقایسه نموده است و به این نتیجه رسیده است که سیستم ABS فقط بر روی نیروی کشش تاثیر می‌گذارد که نتیجه آن افزایش LDR و افزایش ارتفاع کشش فنجان است. ولی استفاده از این سیستم در مورد تنشها و 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 الف).

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 اب). 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 جهته 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.

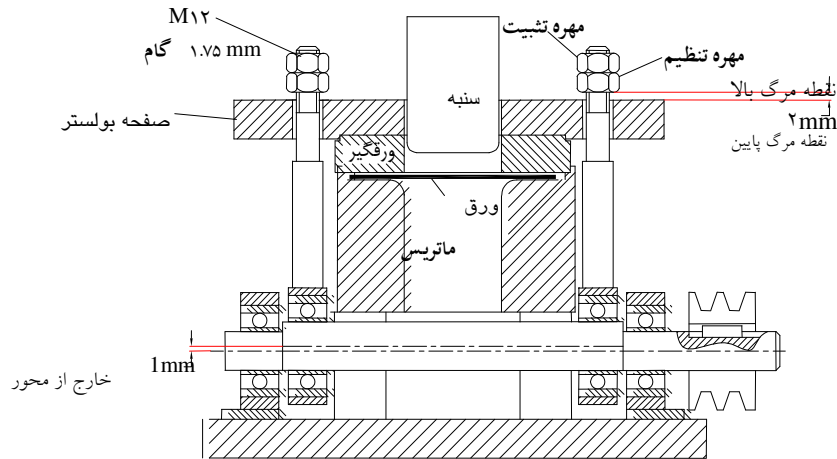
به عبارت دیگر حد نسبت کشش مانع از این می‌شود که ارتفاع کشش مورد نظر در یک مرحله به دست آید. چنین کششهای چند مرحله‌ای هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند، زیرا برای هر مرحله کشش باید یک قالب جداگانه ساخته شود. همچنین برای تولید قطعات با کششهای چند مرحله‌ای زمان زیادی نیاز است تا شکل فنجان مورد نظر بدست آید. علاوه براین، 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]. تا کنون تحقیقات زیادی در زمینه افزایش LDR انجام گرفته است.

- گاواس، برای بهبود شکل پذیری 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].

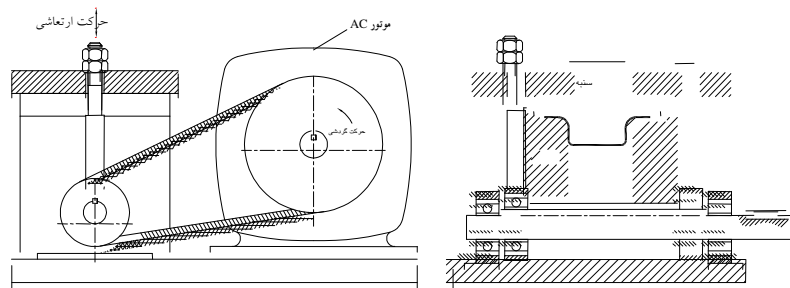
- جیما و همکارانش لرزش آلتراسونیک (فراصوتی) را به قالب و ورقگیر در جهت شعاعی برای SPCC (فولاد نورد سرد شده برای کشش عمیق) و SUS304 (فولاد ضد زنگ ۳۰۴) به کار بردند و LDR را افزایش دادند [۴].

- 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



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

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.

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.

جدول (۱): ترکیب شیمیایی ST14

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

جدول (۲): خواص مکانیکی ST14

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

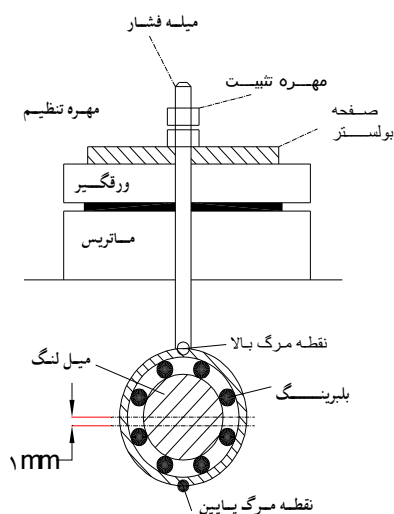
(BHG^۴) استفاده شد که فاصله بین ورقگیر و سطح ماتریس تعریف می‌شود. BHG حداکثر ارتفاع چروک شدگی را تعیین می‌کند. برای آزمایشهای بدون ABS این فاصله ۰/۶ mm

قطعات مورد آزمایش از ورق ST14 به صورت گرد بریده شده و سپس سطوح به دقت پلیسه گیری و آماده شدند. در آزمایشها به جای استفاده از نیروی ورقگیر (BHF) از فاصله ورقگیر

است به $0/55 \text{ mm}$ کاهش داده می‌شود که این پله نیروی یکنواخت ورقگیر روی ورق را در هر زمان حین کشش فراهم می‌کند.

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

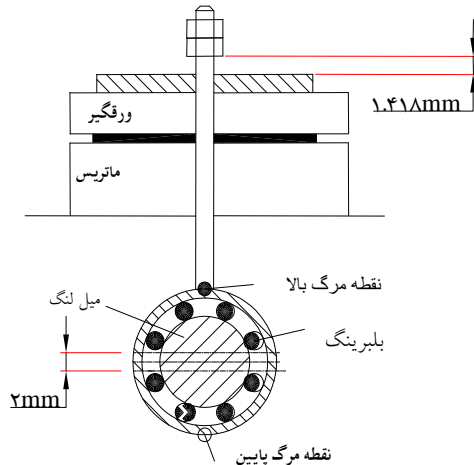
می‌توان گفت این باعث ضربه زدن به ورق می‌شود. حرکت یک سیکل محور در $0/043 \text{ S}$ انجام می‌شود. این فشار ورق را نگه نمی‌دارد؛ به عبارت دیگر به طور پیوسته ورق را نگه داشته و رها می‌کند. این پدیده در هر دقیقه 1410 مرتبه اتفاق می‌افتد. در طول این زمان بخشی از فاصله فشار توسط مکانیزمهایی چون تغییر شکل الاستیک و لقی‌های موجود جذب می‌شود. در حین فرآیند کشش وقتی سنبه با یک سرعت ثابت از ورق به حفره ماتریس نیرو وارد می‌کند در همان زمان تکیه گاه 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.

انتخاب می‌شود که 12% 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 زمانیکه BHG ثابت است فاصله ورقگیر نمی‌تواند از $0/6 \text{ mm}$ بیشتر شود، بنابراین قطعه نمی‌تواند بصورت قابل توجهی چروک شود. برای آزمایشهای با ABS حداکثر مقدار این فاصله $1/918 \text{ mm}$ ($0/5 \text{ mm}$ قطعه + $1/418 \text{ mm}$ فاصله فشار) می‌تواند باشد. در این حالت ضخامت پله‌ای که در سطح پیشانی ماتریس ایجاد شده

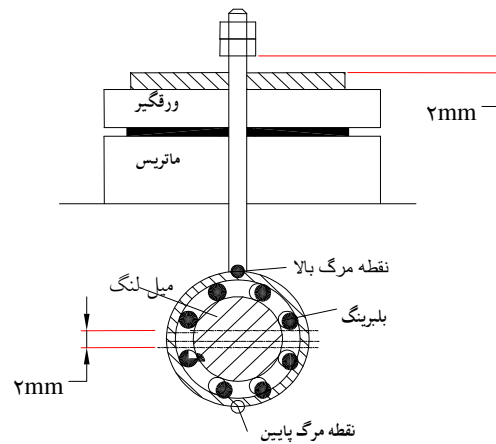
بعد از آن با نیم دور چرخشی، میل لنگ به نقطه مرگ بالا آورده می‌شود. در این حالت فاصله بین صفحه بولستر و مهره تنظیم 2 mm است (شکل ۳). بعد از آن مهره تنظیم $\frac{1}{3}$ دور چرخانده می‌شود. در این زمان مهره تنظیم $0/582 \text{ mm}$ به طور عمودی به پایین حرکت می‌کند.

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

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



شکل (۴): تنظیم فاصله مورد استفاده در آزمایش

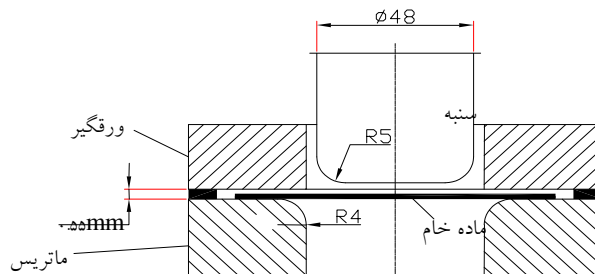


شکل (۳): تنظیم حداکثر فاصله حرکت

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 1520 mm/min و 526 mm/min برای سرعت سنبه در نظر



شکل (۵): ابعاد سنبه و ماتریس

دست آید، به طور پیوسته آزمایشها انجام شد تا مشخص شد 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 انتهای 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).

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

در این سری آزمایش فاصله فشار $1/418$ میلی متر (یعنی مهره تنظیم $\frac{1}{3}$ دور سفت شده) و ارتفاع پله روی پیشانی ماتریس 0.55 mm در نظر گرفته شد. ابتدا سرعت سنبه به اندازه 526 mm/min تنظیم شد، در این حالت تعداد دوران میل لنگ ABS، 1410 1/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



شکل (۷): پارگی در قطر ۱۰۲ mm

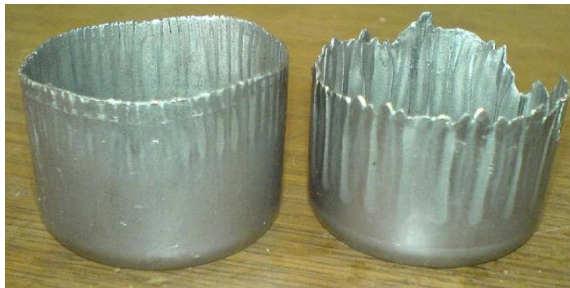


شکل (۶): پارگی در قطر ۱۰۱ mm

درحالت اول ارتفاع پله مانند حالت بدون ABS ۰/۶mm انتخاب شد و مشاهده شد در قسمت انتهایی کشش، فلانج باقیمانده روی سطح ماتریس شدیداً چروک می‌شود. (شکل ۹).



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



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

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 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

سپس تعداد دوران میل لنگ به 2820 min^{-1} (فرکانس $47 \text{ HZ} = \text{ABS}$) افزایش داده شد. در این حالت قطر بحرانی به ۱۰۴ mm رسید. در مرحله بعد تعداد دوران میل لنگ 3500 min^{-1} انتخاب شد (فرکانس $58 \text{ HZ} = \text{ABS}$). اما قطر بحرانی از ۱۰۴mm تجاوز نکرد.

در مرحله بعد سرعت سنبه $1520 \text{ mm}^{-1} \text{ min}$ تنظیم شد. در این حالت با تعداد دوران میل لنگ 1410 min^{-1} (فرکانس $23/5 \text{ HZ}$) قطر بحرانی ۹۶ mm به دست آمد. با تعداد دوران میل لنگ 2820 min^{-1} (فرکانس 47 HZ) قطر بحرانی ۱۰۱ mm کشیده شد و با تعداد دوران میل لنگ 3500 min^{-1} (فرکانس 58 HZ) قطر بحرانی ۱۰۴ mm به دست آمد (شکل ۸).



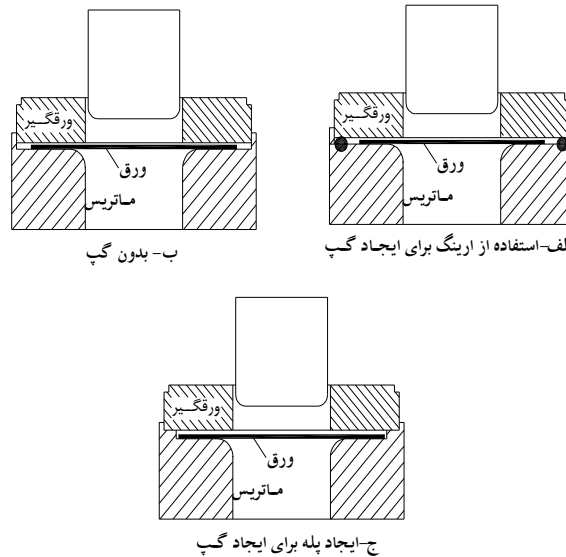
شکل (۸): فنجانهای کشیده شده با قطرهای ۱۰۴ mm و ۱۰۱ mm و ۹۶ mm

۳-۳-۲ آزمایشهای تغییر گپ:

در این سری آزمایش سرعت سنبه $526 \text{ mm}^{-1} \text{ min}$ ، تعداد دوران میل لنگ 1410 min^{-1} (فرکانس $23/5 \text{ HZ}$)، فاصله فشار mm $1/418$ (یعنی مهره تنظیم $\frac{1}{3}$ دور سفت شد) و قطر ماده خام ۹۶mm انتخاب شد.

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

طوریکه ارتفاع 0.7 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 (۱۱): حالت‌های مختلف گپ

در این حالت چروکیدگی بسیار کمتر و ارتفاع گوشواره‌ای نیز کاهش یافت ولی حرارت الکتروموتوری خیلی زیاد شد که نشان دهنده بار وارده بیش از حد مجاز به الکتروموتور بود.

۴- نتیجه گیری

۴-۱ اثر سرعت سنبه و فرکانس ABS

در این آزمایشها 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 47 Hz مقدار بهینه و برای سرعت سنبه 1520 mm/min فرکانس 58 Hz مقدار بهینه مشخص شد یعنی هرچه سرعت سنبه افزایش می‌یابد باید فرکانس ABS نیز افزایش یابد. این افزایش فرکانس تا حد معینی می‌تواند مفید باشد و افزایش بیش از حد معین نمی‌تواند تأثیر مثبتی داشته

۳-۳-۳ آزمایشهای تغییر نیروی ورقگیر:

این سری آزمایش در شرایط زیرانجام شد: سرعت سنبه 526 mm/min ، تعداد دوران میل لنگ 1410 1/min (فرکانس $23/5 \text{ Hz}$)، ارتفاع پله ماتریس 0.55 mm ، و قطر ماده خام 96 mm .

فاصله فشار تعیین کننده میزان نیروی وارده به ورقگیر می‌باشد که توسط سفت کردن مهره تنظیم بدست می‌آید.

ابتدا مهره تنظیم به اندازه $\frac{1}{4}$ دور سفت شد. یعنی فاصله فشار $1.709 \text{ mm} = 2 - \frac{1.75}{6}$ در این حالت قطعه کشیده شده دارای چروکهایی در لبه انتهایی دیواره کشیده شده بود. سپس مهره تنظیم به اندازه $\frac{1}{3}$ دور ($\frac{2}{6}$) سفت شد. (فاصله فشار $1.418 \text{ mm} = 2 - \frac{1.75}{3}$)، و ملاحظه شد که چروکهایی قطعه 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

در نظر گرفته شد و مشاهده شد که شرایط کششی تا حد زیادی بهبود یافت.

۴-۳ 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 $1/418$ 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.

پی نوشت:

- 1- limiting Drawing Ratio
- 2- Anti lock Braking System
- 3- Blank Holder Force.
- 4- Blank Hokder Gap

باشد، بطوریکه در سرعت سنبه $526 \text{ mm}/\text{min}$ افزایش فرکانس ABS از 4 VHZ به 58 HZ نتوانست بهبودی در افزایش LDR داشته باشد و قطر بحرانی کشش همان 104 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 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.

۴-۲ اثر فاصله گپ ورقگیر

از آزمایش های گپ چنین نتیجه گیری می شود که برای کنترل نیروی ورقگیر (BHF) باید فاصله گپ ورقگیر (BHG) را کنترل نمود. درحالتی که ورقگیر مستقیماً روی ورق نیرو وارد می کند به علت ایجاد نیروی ضربه ای زیاد، جریان فلز در حین کشش عمیق به خوبی انجام نمی گیرد و پارگی در قطعات تحت کشش مشاهده می شود. درحالتی که ارتفاع پله روی سطح ماتریس مانند حالت بدون ABS $0/6 \text{ mm}$ 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 $0/55 \text{ mm}$ (110% ضخامت ورق)

منابع

- ۱- مهندس سیداحسان روحانی "تکنیکهای طراحی قالبهای پرس" انتشارات مهکامه، تهران، ۱۳۸۵.
- 2- Frank W. Wilson, 1965, Die design hand book, New York, Mc Graw Hill
- 3- M.Gavas, M.Izçiler, "Deep drawing whit anti-lock braking systim" Mechanism and machine theory 41(2006) 1467-1476
- 4- T.Jimma, Y. Kasuga, N. Iwaki, O.Miyazawa E.Mori, K.Ito, H. Honato, 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.