قالب‌های صنعتی (قالب برشی)

از آنجا که قالب سازی علمی است کاربردی و دارای ظرافتها و پیچیدگی‌های بسیار، باید برای پیشبرد اهداف صنعتی توجه خاص به آن داشت. اما متاسفانه در کشور ما این علم را در اکثر موارد فقط یک فن و هنر می‌دانند و بهمین خاطر بسیاری از متخصصات و مهندسان ما هیچ اهتمامی نسبت به فراگیری و پیشبرد آن، بالعکس دیگر علوم ندارند.

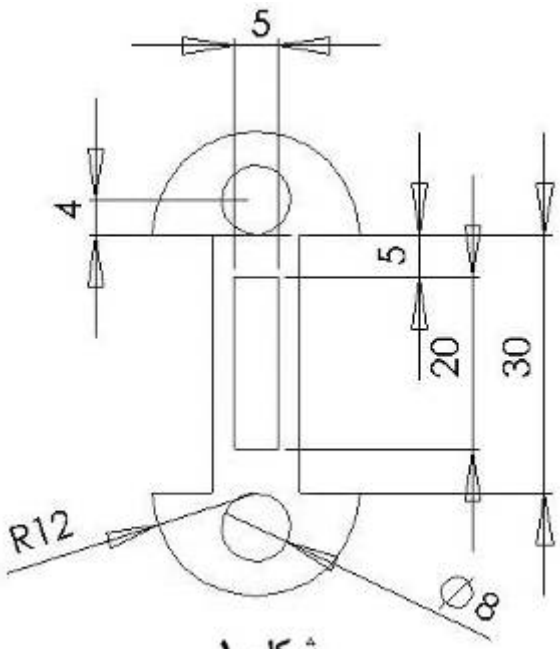
در این مقاله سعی شده تا بیشتر حول قالبهای دائم بحث شود زیرا یکی از پایه‌های تولیدات صنعتی محسوب می‌شوند. در این قسمت بطور مختصر نام چند نوع قالب دائم را خواهید دید. ۱- قالبهای برش فلزی ۲- قالبهای خم فلزی ۳- قالبهای کشش فلزی ۴- قالبهای پلاستیک۵-قالبهای نورد ۶- قالبهای باکالیت ۷- قالبهای دایکاست ۸- قالبهای فورج ۹- قالبهای اکستروژن .

هر کدام از این قالبها دارای زیرشاخه‌های فراوانی می‌باشند که سعی بر آن است تا در هر شماره شما عزیزان را با روش ساخت و طراحی یک نوع از آنها آشنا سازیم .

محاسبات،طراحی و ساخت قالبهای برش Design & manufacture

در این مقاله قطعه‌ای انتخاب شده تا برای آن قالبی با عنوان قالب برش طراحی شود.این قطعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

تیراژ تولید ۱۰۰۰۰ عدد می‌باشد. جنس قطعه ST 60 و ضخامت ورق T=2 mm می‌باشد.



شکل ۱

نوار ورق

منظور از نوار ورق همان باریکه‌ی ورق می‌باشد که باید از داخل قالب گذر کرده و تمام قطعات با ابعاد خاص و مشخص از میان آن برش بخورد. طراحی نوار ورق مهمترین قسمت طراحی یک قالب می‌باشد، زیرا پس از طراحی نوار ورق مشخص می‌شود که طرح ماتریس ، کانال ورق ، سنبه‌ها ، صفحه سنبه‌گیر، اندازه کفشها و ... چگونه باید باشد.

در طراحی نوار ورق فاکتورهای بسیاری را باید رعایت کرد که در اینجا پنج فاکتور مهم را توضیح خواهیم داد.

۱- درصد دورریز : ابتدا محاسبه می‌کنیم که هر قطعه چه سطحی را اشغال می‌کند سپس از هر نوار ورق چند قطعه تولید می‌شود و پس از مقداری محاسبات به نتیجه‌ای می‌رسیم که هر قطعه چند درصد دور ریز دارد. این عمل برای محاسبه قیمت تمام شده قطعه بسیار مهم می‌باشد.

۲- چگونگی شکل فیزیکی ورقها موجود در بازار (با توجه به جنس و ضخامت قطعه) : ممکن است ورق مورد نیاز بصورت رول یا یکپارچه و قرقره‌ای در بازار موجود باشد ولی شاید هم در ابعاد مختلف مثلاً ۱m × ۲m باشد ، در این صورت باید طراحی نوار ورق طوری صورت پذیرد که کمترین دورریز را با توجه به شکل فیزیکی ورق داشته باشیم .

۳- نوع پرس مورد استفاده : تناژ پرس مورد استفاده محدودیتهایی را برای ما به دنبال خواهد داشت که با توجه به آن باید تصمیم گیری شود که نوار ورق چگونه طراحی شود. مثلا اگر قرار باشد در هر ضرب قالب دو قطعه تولید شود باید از پرس با توان بالاتر استفاده کرد یا اینکه اگر توان پرس کم می‌باشد از سنبه‌های شیب‌دار استفاده کنیم .

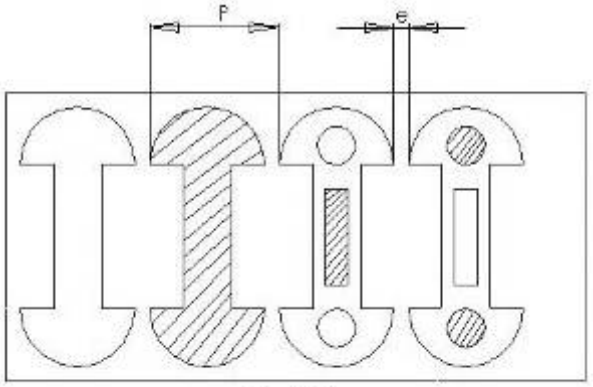
۴- مسیر الیاف ورق : از نظر شکل بریدن قطعه، به نحویکه در عملیات خمکاری دچار اشکال نگردد.

۵- مقدار تولید مورد نیاز : تعداد تولید تصمیم در انتخاب طرح را راحتر می‌کند. به عنوان نمونه اگر تعداد قطعه تولیدی بسیار زیاد باشد پس مقرون به صرفه است که ما از یک قالب مرکب که در هر ضرب دو قطعه تولید کند استفاده کنیم، اما اگر تعداد تولید کم باشد مسلماً این مسئله مقرون بصرفه نمی‌باشد و این موارد همه باید در طراحی نوار ورق مد نظر باشد.

اما چند مسئله درطراحی نوار ورق باید در نظر گرفته شود که ما هم آنها را دقیقاًدر این طراحی به کار بسته‌ایم:

http://mechanic.persiandata.com

۱) پارامتری با عنوان (e) می‌باشد یعنی میزان فاصله دادن بین قطعات بریده شده (شکل ۲) اگر این اندازه کمتر از حد مجاز باشد امکان سر خوردن ورق به داخل ماتریس بسیار افزایش می‌یابد، و از طرفی اگر بیشتر از حد مجاز باشد میزان دورریز زیاد می‌شود که این امر از لحاظ اقتصادی مقرون بصرفه نمی‌باشد، انتخاب (e) از فرمول مقابل امکان پذیر است $e = 1^1/_4 t$ که ضخامت ورق =t .



شکل ۲

۲) گام (p) : فاصله‌ای است از نقطه‌ای از قطعه بریده شده تا نقطه مشابه قطعه قبلی . گام (p) میزان اندازه‌ای است که ورق در قالب بعد از هر برش به همان اندازه باید جلو رود تا قطعه بعدی صحیح زیر سنبه‌ها و روی ماتریس قرار گیرد.

جانمائی در قالبهای چند مرحله‌ای

قالبی که ما در این مقاله به آن پرداخته‌ایم یک قالب چند مرحله‌ای (سه مرحله‌ای) نام دارد زیرا در مرحله اول برای تولید یک قطعه خاص دو سوراخ در ابتدای قالب پانچ می‌شود که از چهار قطعهٔ طراحی شده در نوار ورق(شکل ۲) کاملاً مشهود است. همان طور که مشاهده می‌کنید دو سوراخ هاشور خورده. پس از آن در مرحله دوم مستطیل وسط قطعه برش خورده ونهایتاً در مرحله سوم کل قطعه که متشکل از دو سوراخ و یک مستطیل می‌باشد بلانک (Blank) (دوربری کامل) می‌شود. پس یک قطعه باید سه مرحله قالب را بگذارند تا کامل شود. (شکل ۲)

ماتریس :

ماتریس یکی از مهمترین و حساس ترین بخشهای قالب می‌باشد زیرا باید تنشهای بزرگی که در اثر فشار سنبه بر ورق برای برش وارد می‌شود را تحمل کند. بهمین خاطر باید در طراحی آن فاکتورهای زیر را کاملاً رعایت کرد.

۱- ضخامت ماتریس : این قسمت باید از جدول (شکل ۳) استخراج شود .

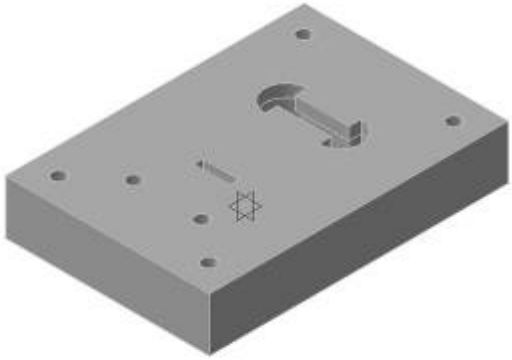
۲- عرض ماتریس: عرض ورق یا جانمایی بعلاوه ۳۰ mm از هر طرف که برای پیچ و پین کردن ماتریس بر روی کفشک نیاز می‌باشد.

۳- طول ماتریس که باید طول جانمائی سنبه‌ها همراه با گذاشتن فاصله کافی برای پیچ و پینها باشد.

۴- مسئله‌ای که بسیار حائز اهمیت است فاصله لبهٔ سوراخهای ماتریس تا کناره‌های ماتریس می‌باشد زیرا اگر این فاصله کمتر از حد مجاز باشد به علت تنشهای وارد به آن ،ماتریس دچار ترک خوردگی می‌شود.حالتهای مختلف بستگی به نوع حفره ماتریس دارد که در جدول زیر آمده است.

در این قالب پس از طراحی نوار ورق ، ضخامت ماتریس از جدول، نسبت به ضخامت ورق (t) مورد نیاز استخراج شد و همچنین عرض ماتریس با توجه به جانمائی قطعات بعلاوه مقداری فضا برای پیچ و پین و همچنین طول ماتریس، مشخص شد. سپس مقدار فاصله لبه سوراخها از کنارهٔ ماتریس هم از جدول پیدا شد. در اینجا ماتریس را که پس از محاسبات طراحی شده می بینید.

در این شکل مشاهده می‌کنید که حفره‌های سطح ماتریس دقیقاً به ابعاد قطعه



شکل ٤

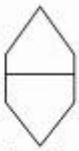
می‌باشند اما مقداری پائین تر از سطح، دیگر این اندازه‌ها منطبق بر قطعه نمی‌باشد بلکه بزرگتر شده‌اند. علت این می‌باشد که قطعات پس از برش بتوانند به راحتی از داخل ماتریس بیرون بیافتند. (شکل زیر راهکاری را برای این قسمت به شما ارائه می‌دهد).

در تولیدات بالا d=12mm در تولیدات بالا d=8mm

در تولید پایین d=8mm در تولید پایین d=6mm

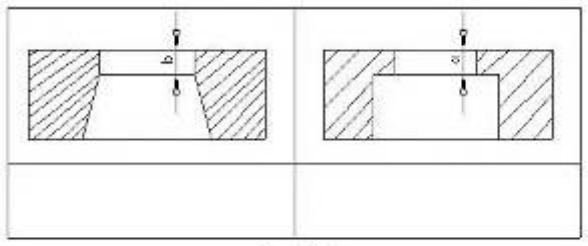
سنبه‌های پولک زنی :

همان طول که در نمای کلی قالب مشاهده می‌کنید در اینجا از دو سنبه پولک زنی استفاده شده است. سنبه‌های پولک زنی معمولاً به سنبه‌هایی گفته می‌شود که ظریف باشند ، بهمین خاطر در برخی موارد خطر شکستن آنها زیاد می‌باشد به این علت در بسیاری از موارد این سنبه‌ها را در قلافهایی قرار می‌دهند و فقط مقداری

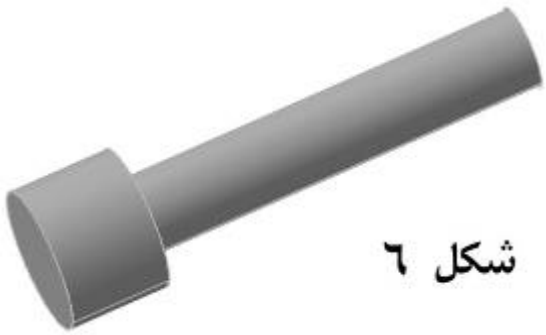
t ضخامت ورقه	A ضخامت ماتریس	حداقل فاصله سوراخ ماتریس تا لبه ها L (mm)		
		حالت۱	حالت ۲	حالت ۳
1.5	25			
1.5 – 3	30			
3 – 5	35			
5 – 6.5	42			
6.5 – 8	48			
بیش از 8	55	L= 1+1/8.A	L=1+1/2.A	L=2.A

http://mechanic.persiandata.com

که لازم است تا برش را انجام دهد از قلاف بیرون می‌باشد.
سنبه‌های پولک‌زنی گاهی اوقات بسیار ظریف ساخته شده و با فاصله‌های کم از هم مونتاژ می‌شوند تا جایی که حتی برای ساخت صافی‌های گوناگون از این نوع



شکل ۵

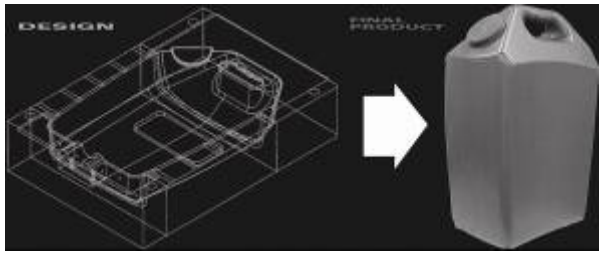


شکل ٦

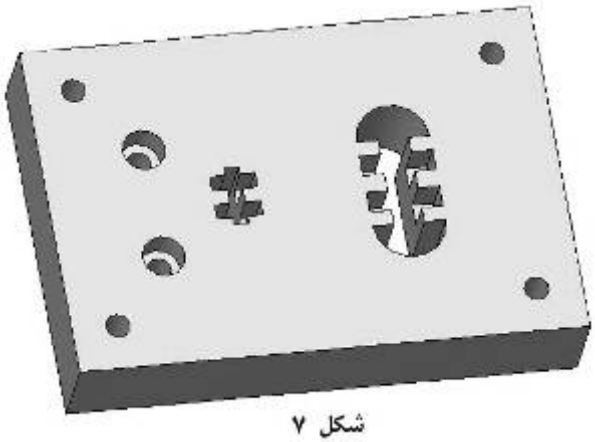
سنبه‌ها استفاده می‌شود. البته باید توجه داشت که ساخت قالبهایی با این ظرافت مستلزم محاسبات خاص و مهارت بسیار می‌باشد.
اما پس از محاسبات و تجزیه و تحلیل فشارها و تنشهای ناشی از برش در این قالب به نتیجه‌ای رسیدیم که قطر سنبه‌های پولک‌زنی به اندازه کافی می‌باشد و توانایی تحمل بارهای ناشی را خواهد داشت پس در آنها از قلاف استفاده نکردیم.
البته برای اتصال آنها بر روی صفحه سنبه‌گیر (در قسمت بعد توضیح داده میشود) نیاز می‌باشد که انتهای آنها بصورت پله‌ای ساخته‌شود.

صفحه سنبه‌گیر :

برای اتصال سنبه‌ها به کفشک بالا ابتدا باید سنبه‌ها در قسمتی به نام صفحه سنبه‌گیر با دقت فراوان قرار گرفته و سپس صفحه سنبه‌گیر با پیچ و پین به کفشک بالا اتصال داده شوند. از جائیکه موقعیت سنبه‌ها در سنبه‌گیر بسیار حائز اهمیت می‌باشد لذا مونتاژ سنبه‌ها بر روی صفحه سنبه‌گیر باید بسیار دقیق انجام گیرد.روشهای گوناگونی برای مکانیابی دقیق سنبه‌ها بر روی صفحه سنبه‌گیر از روی حفره‌های ماتریس وجود دارد.
سنبه‌گیرها از نظر طریقه مونتاژ سنبه‌ها بر روی آنها به طبقات زیر تقسیم می‌شوند.
۱- سنبه‌گیرهای ساده (کاربردی‌ترین سنبه‌گیرها می‌باشند)



۲- سنبه‌گیرهای بوشی (که بیشتر جهت سنبه‌های سوزنی و ظریف بکار می‌روند)
۳- سنبه‌گیرهای پیچی(بیشتر در سنبه‌هایی استفاده می‌شوند که حتی چرخیدن یک درجه‌ای آنها باعث نقض قطعه می‌شود) .
۴- سنبه‌گیرهای چسبی (در این سنبه‌گیرها برای اتصال سنبه به سنبه‌گیر از نوعی چسب مخصوص استفاده می‌شود) .
۵- سنبه‌گیرهایی جهت سنبه‌های تعویض شونده .
۶- سنبه‌گیرهای پینی .
البته در اینجا فقط سنبه‌گیری را که در قالب مثال ما استفاده شده توضیح می‌دهیم. (در شکل ۷ این سنبه گیر نشان داده شده)
در حقیقت این سنبه‌گیر تلفیقی از دو نوع سنبه‌گیر ساده و پینی می‌باشد . زیرا همان طور که می‌بینید دو سنبه پولک‌زنی (با سطح مقطع دایره) توسط پله در



شکل ۷

درون سنبه‌گیر نصب شده‌اند که این نوع نصب مخصوص سنبه‌گیرهای ساده می‌باشد.
دو سنبه مستطیل و بلانک (دوربری کامل) توسط دوپین برای هر کدام بر روی سنبه‌گیر نصب شده‌اند پس در گروه سنبه‌گیرهای پینی قرار گرفته‌اند. البته نکته حائز اهمیتی که در تمامی سنبه‌گیرها بایستی رعایت شود این است که طراحی سنبه‌گیر باید به نحوی انجام شود که عکس‌العمل نیروی برشی که توسط سنبه‌ها بر ورق اعمال می‌گردد و مستقیماً از طریق سنبه‌ها به ضربه‌گیر یا کفشک بالایی انتقال یابد زیر اگر تاثیر مستقیم بر اجزای دیگر قالب گذارد باعث ایجاد مشکلات فراوانی در مجموعه می‌شود.
پس باید انتهای سنبه‌ها به ضربه‌گیر (در قسمت بعد توضیح خواهیم داد) یا کفشک بالا متصل باشد تا تمام نیروی عکس‌العمل را به کفشک یا ضربه‌گیر انتقال دهند.

ضربه‌گیر :

پس از عمل کردن قالب و در هنگام نفوذ سنبه‌ها در ورق نیروی عکس‌العمل بسیار زیادی از طریق سنبه‌ها به انتهای آنها وارد می‌شود که آنها این فشار را مستقیماً به کفشک بالا وارد می‌کنند . چون مقرون بصرفه نمی‌باشد که کل کفشک را از جنس‌هایی با کیفیت عالی بسازند پس از مدتی سنبه‌ها در درون کفشک فرو رفته و همه تنظیمات قالب از هم می‌پاشد به همین خاطر پشت صفحه سنبه‌گیر و یا

http://mechanic.persiandata.com

فقط پشت سنبه‌ها صفحه ضربه‌گیر قرار می‌دهند که همیشه از جنسی عالی با سختی نسبتاً بالا ساخته می‌شود. در شکل (۸) ضربه‌گیری که در این قالب استفاده شده را می‌بینید.

انتخاب کفشکها :

اکنون که دیگر همه قسمتهای قالب طراحی شده و همه ابعاد و اندازه‌ها مشخص شده است باید به دنبال کفشک مناسبی گشت تا بتواند تمام این قسمتها را بر روی آن مونتاژ کرد. کفشکهای موجود در بازار که در اندازه‌های مختلف و استاندارد می‌باشند اکثراً از جنس چدن ساخته می‌شوند زیرا ریخته‌گری و ماشینکاری چدن بسیار آسانتر از فولاد است.

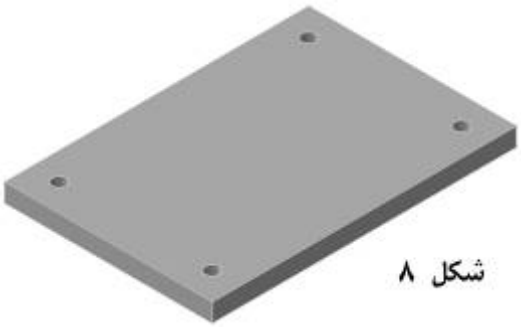
در کشور ما بخاطر مسئله رقابت در قیمت ساخت کفشک بسیار رایج است و تقریباً جزئی از صنعت قالب سازی به شمار می‌رود بهمین خاطر لازم دیدیم تا در اینجا قطعات مختلف یک کفشک را بطور اجمالی توضیح دهیم .

هر کفشک شامل قسمتهای زیر می‌باشد.

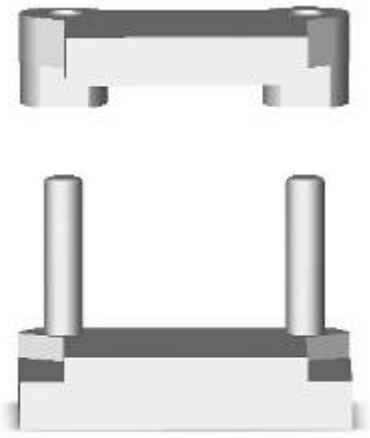
۱- نیمه بالا ۲- نیمه پائینی ۳- میل راهنما ۴- بوش راهنما

در این قالب از کشفک‌های شرکت ارس زنجان مدل A5 استفاده شده که در بازار موجود می‌باشد . اگر در یک قالب از لحاظ اقتصادی مقرون بصرفه باشد بهتر است از کفشکهای استاندارد موجود در بازار استفاده شود. (اجزای مختلف یک کفشک را در شکل ۹ خواهید دید) .

با توجه به حجم بالای مطالب بسیاری از قسمتهای مهم و اساسی مانند، پین‌های قرار، قرارهای قطعه‌کار، استپ‌های مختلف (انگشتی، اتومات، پینی، جغجغه‌ای و ...) ، محاسبه نیروهای برش برای تعیین تناژ پرس، محاسبات مربوط به ساخت و نصب توپی قالب برای مونتاژ بر روی پرس ، جنس قطعات مختلف قالب و ... را در شماره های بعد مطالعه خواهید فرمود.



شکل ۸



شکل ۹

ابعاد نیمه بالایی و پائینی بسته به ابعاد ماتریس و سنبه‌گیر ساخته می‌شوند و میل راهنما هم با توجه به وزن قالب ، نیروی برشی و متعلقات دیگر باید دارای قطر مناسبی باشد.

بوشهای راهنما چون در هر بار عمل کردن قالب فشار زیادی را تحمل می‌کنند باید قابلیت روغنکاری خوبی داشته باشند تا میل راهنما و بوشها خشک کار نکنند. پس باید در انتخاب جنس بوشهای راهنما دقت لازم را مبذول داشت.

تهیه کننده: احمد معلمی

منابع و مأخذ :

۱- گام به گام طراحی و ساخت قالبهای برش – ترجمه : عبدالله ولی‌نژاد– نشر طراح ۱۳۷۹

۲- اصول قالبسازی– ترجمه : حمید امامی خوانساری – نشر آیین ۱۳۸۰

۳- Die design fundamentals paquin,J,R. 1992

۴- اصول طراحی قالبهای برش – تالیف : مهدی عسکری ـ ذوالفقاری ۱۳۸۰

۵- نشریه جامع قالبسازان – انجمن قالبسازان ایران