

مقدمه ای برای طراحی قالبهای فلزی

طراحی نوعی تصمیم گیری است که با توجه به مطالب خواسته شده توسط طراح صورت گرفته و تصمیم نهایی به طرق مختلف به سفارش دهنده انتقال می یابد. راههای مختلفی جهت توضیح طرح به سفارش دهنده وجود دارد که چند نمونه از آنها عبارتند از: نمونه سازی، ترسیم نقشه و توضیح از روی آن برای سفارش دهنده، توضیح بیانی، ماکت سازی و ...

امروزه کوتاهترین، با صرفه ترین و بی نقص ترین روش انتقال تصمیم گرفته شده در کارهای صنعتی، ترسیم نقشه می باشد که در مجامع صنعتی به عنوان یک زبان بین المللی کاربرد دارد. بر روی نقشه می توان به راحتی بحثها و محاسبات مربوطه قبل از ساخت را روی طرح مربوطه انجام داد. با این عمل میزان هزینه و زمان ساخت دستگاه به حداقل مقدار ممکن تقلیل می یابد.

بدین ترتیب روشن است که یک طراح صنعتی موفق کسی است که به جزئیات نقشه کشی صنعتی آگاه و بر آن تسلط کافی داشته باشد.

در اینجا به کلیه کسانی که در زمینه طراحی قالب فعالیت دارند و یا علاقمند به طراحی بوده و هنوز در شروع کار می باشند توصیه می شود که قبل از مطالعه هر مطلبی در این رابطه، به مطالعه مطالب نقشه کشی صنعتی پرداخته و کلیه مطالب آن را بخوبی فرا گیرند تا به هنگام طراحی بتوانند آنچه را که در ذهن خود می پروراند به راحتی بر روی کاغذ بیاورند.

مطلب دیگری را که بایستی طراح به آن تسلط کافی داشته باشد، تصمیم گیری و بکاربردن مکانیزمها و قطعات مناسب در موقعیت های مختلف یک طرح است، و این امکان پذیر نیست مگر با مطالعه و تحقیق در مورد مطلب خواسته شده که حاصل کار و تحقیق متخصصین مربوطه می باشد، در دست است.

در مورد طراحی قالب برش، بایستی طراح آن به کلیه اجزا، قطعات، مکانیزمها، روشهای ساخت قطعات، جنس و محاسبات مربوط به آنها آگاهی کامل داشته باشد.

امیر علیزاده

دانشجو نقشه کشی و طراح صنعتی

نقشه قالب مانند سایر نقشه های صنعتی بر اساس اصول استاندارد نقشه کشی بین المللی (DIN ISO) کشیده می شود و سیر تکاملی آن به شرح زیر است:

- 1- با توجه به شکل ظاهری قطعه، یک طرح اولیه روی کاغذ آورده می شود که پس از بررسی و اصلاح مکانیزمهای موجود در آن، نقشه ای کامل از شکل مونتاژی قالب به دست می آید. این نقشه مونتاژی بایستی کلیه اجزا و جوانب را در بر گیرد.
- 2- در این مرحله به کلیه قطعات قالب اعم از استاندارد یا غیر استاندارد شماره های مخصوصی داده می شود که به کمک آن می توان در مراحل بعدی طراحی و ساخت سریعتر به قطعه مورد نظر دست یافت.
علاوه بر شماره گذاری قطعات قالب، جنس آنها نیز در این مرحله تعیین گردیده و در جدول مونتاژی نقشه قالب قید می گردد. اگر بخواهیم قطعه ای را به صورت استاندارد از بازار تهیه کرده و در قالب جاسازی کنیم بایستی شماره استاندارد (شماره DIN یا نام شرکت) و ابعاد کلی قطعه را در جدول مونتاژی نقشه قالب قید کنیم.
- 3- جهت ساخت یا تهیه قطعات قالب بایستی از کلیه قطعات نقشه ای جداگانه که به نقشه ساخت معروف است تهیه کرد. این نقشه ها در کاغذهای استاندارد A4 و یا دیگر کاغذهای استاندارد ترسیم می شوند و بایستی گویای تمامی تمامی عملیاتی که باید روی مواد خام انجام شود تا به شکل قطعه نهایی قالب در آید، باشد.
تهیه نقشه های تفکیکی یکی از مهمترین مراحل طراحی قالب است، چون در این نقشه ها تعیین کننده حدود و ابعاد و دقت قطعات می باشند.

در نقشه های تفکیکی بایستی علاوه بر اندازه گیری کامل، مطالبی از قبیل: صافی سطح، جنس، سختی، شماره قطعه، اندازه کلی قطعه، تolerانسهای فرم و وضعیت، انطباقات و دیگر موارد مورد نیاز قید گردد. تolerانسهای فرم و

وضعیت یکی از مواردی است که در اکثر نقشه های ساخت قطعات به چشم می خورد. این تلرانسها در نهایت باعث دقیق شدن اندازه های قطعه در مقاطع مختلف می شود. شرح کلی این تلرانسها در مبحث بعدی آمده است.

■ مراحل طراحی قالبهای برش

سنبه

یکی از لبه های قیچی در قالب برش را سنبه می گویند و اغلب لبه هایی است که فشار لازم جهت برش نوار را به سطح ورق اعمال می کند و بر حسب نوع مقطع برش می تواند شکل هندسی خاصی داشته باشد. معمولاً در بیشتر اوقات سنبه ها جز قطعات بالایی قالب برش هستند که به کفشک بالا متصل می شوند. جهت سهولت ساخت و پر دوام بودن سنبه ها می بایستی نکات زیر را در طراحی آنها رعایت کرد :

شکل عمومی سنبه های برش: در شکل زیر یک نمونه از سنبه های برشی را مشاهده می کنید که ذیلاً به توضیح اجزا آن می پردازیم: (شکل-13)

بیشتر سنبه های ساخته شده مانند شکل زیر می باشند (شکل 13)

d : قطري است که اندازه سوراخ روي نوار را تعيين مي کند و دقتش به لقي و دقت اندازه هاي قطعه توليدي بستگی دارد .

طول سنبه ها : تا حد امکان سعی شود که طول سنبه ها کوتاه گرفته شود تا مقاومت سنبه در مقابل شکسته شدن بیشتر شود.

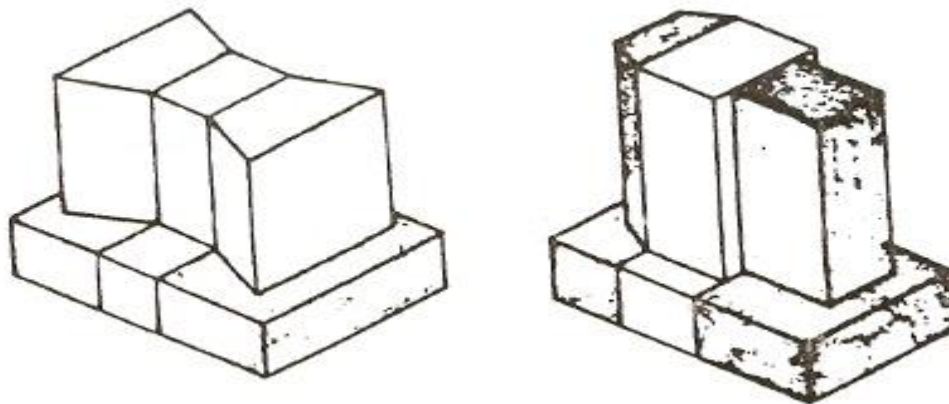
قطر سنبه ها : در حالتیکه قطر مقطع برش سنبه ها 4 میلیمتر یا کمتر باشد معمولاً سنبه را به صورت دو پله در نظر می گیرند. (قطر بزرگ یک و نیم برابر قطر کوچک می باشد)

سنبه های استاندارد: این سنبه ها توسط شرکت های ابزارسازی ساخته و به بازار عرضه می گردند. جنس این سنبه ها از نوع مرغوبی انتخاب می شود و طراح می تواند جهت کم کردن هر چه بیشتر هزینه و زمان ساخت قالب از این ابزارها استفاده کنند.

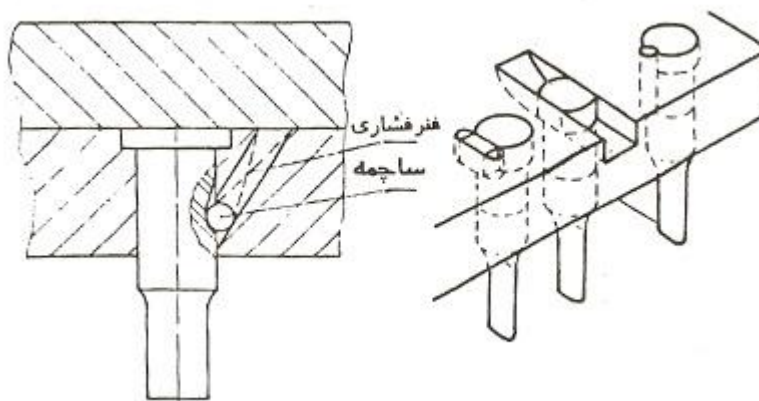
تکه چینی (خشکه چینی):

سنبه هایی که مقطع برش پیچیده ای دارند جهت ساخت به تکنیک و مهارت زیادی احتیاج دارند. ولی می توان آنها را از چند تکه ساخت تا وقتی کنار هم قرار گرفتند شکل نهایی سنبه را تشکیل دهند. در شکل زیر چند نمونه از این سنبه ها نشان داده شده اند. (شکل 14)

در هر دو شکل سنبه ها از سه تکه مجزا ساخته شده اند (شکل 14)



نمایشی از استفاده از ساچمه و فنر، خار پایین و یا روشهای دیگر جهت فرار سنبه (شکل 15)

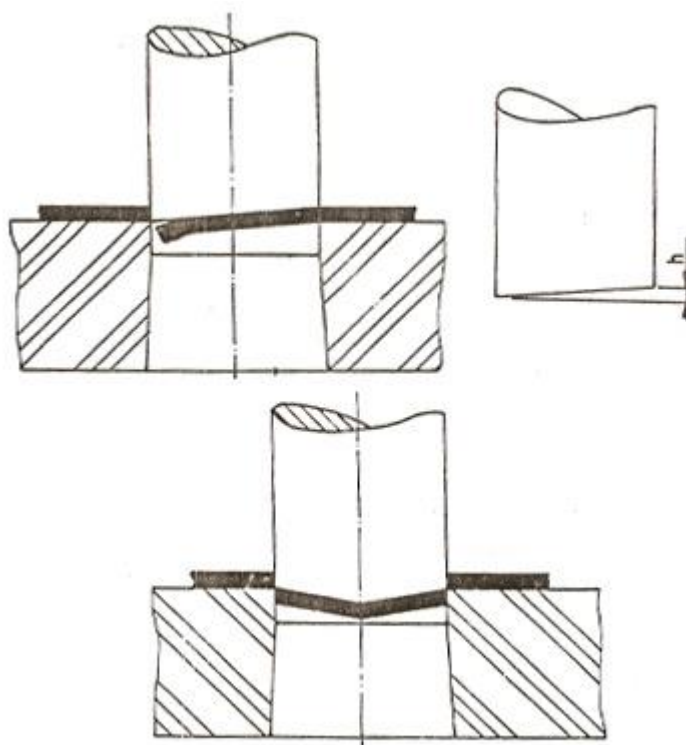


قرار و تعویض سنبه ها

جهت قرار خوب معمولاً از صفحه اي به نام سنبه گیر استفاده مي کنند که سنبه ها را بنا به موقعیت خود در این صفحه جا گذاري مي کنند. با این عمل مي توان به راحتی هر يك از سنبه ها را تعویض کرد. برای جلوگیری از چرخش سنبه ها اغلب آنها را توسط خار پایین در سنبه گیر ثابت مي کنند. برای این منظور از پیچ یا ساچمه فتر نیز مي توان استفاده کرد. (شکل-15)

زاویه دار کردن سر سنبه: اکثراً در قالبهاي برش، سنبه طوري طراحی مي شود که به هنگام عمل برش، محیط سنبه به طور یکنواخت با ورق تماس پیدا کرده، آن را به سطح ماتریس فشرده، و پولکي را از آن جدا مي کند.

شکل-16: دو نوع از سنبه هايي که مقطع برش آنها زاویه دار شده است



مقدار نیرویی که جهت برش در این حالت لازم با پرس تامین می شود و در صورت جواب ندادن پرس موجود می توان با زاویه دار کردن سر سنبه ،مقدار نیروی لازم را تقلیل داد،چرا که در این حالت تماس سنبه و ماتریس از حالت سطحی کامل به خطی تغییر می یابد.(شکل-16)

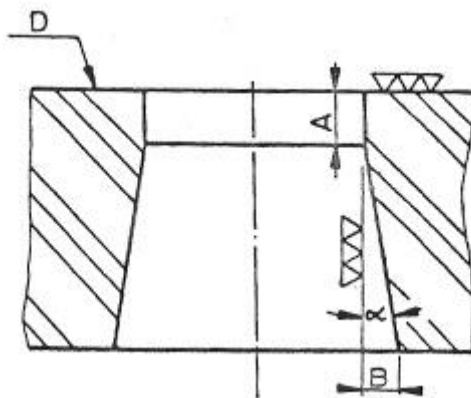
مقدار قیچی (h) در سنبه یا ماتریس را با توجه به مقدار نیروی برش لازم و تناژ پرس تعیین می کنند و معمولاً سعی می شود که این مقدار از ضخامت ورق بیشتر نباشد. مسلم است که با افزایش مقدار قیچی (h) نیروی برشی لازم جهت برش قطعه کاهش می یابد.

مراحل طراحی قالبهای برش

ماتریس

لبه دیگر قیچی قالب برش را ماتریس گویند. این لبه اغلب فک ثابت قیچی را تشکیل می دهد و می توانند در مقطع برشی خود اشکال هندسی خاصی داشته باشد که متناسب با سنبه طراحی می شود. نکات زیر در طراحی ماتریسها می بایستی در نظر داشت.

شکل عمومی ماتریس: در شکل زیر نمونه ای از مقطع برش خورده ماتریس نشان داده شده است که ذیلاً به توضیح آن می پردازیم.(شکل-17)



A: محدوده بین لبه های برش و لقی زاویه ای را قسمت مستقیم ماتریس گویند و محیط خارجی این قسمت تعیین کننده محیط خارجی پولک بیرون افتاده است. همچنین اندازه آنرا سه برابر ضخامت ورق در نظر می گیرند و سطح جانبی آن بایستی پولیش شده و سنگ خورده باشد.

D: صفحه رویه ماتریس را که تکیه گاه ورق نیز می باشد، زمینه ماتریس گویند و بایستی سطحی صیقلی و سنگ خورده داشته باشد.

α : این زاویه برای عبور راحت قطعه، از قسمت مستقیم به بعد در نظر گرفته شده است و مقدار آن از 0.5 تا 2 درجه متغیر می باشد. این قسمت ماتریس به کلیرنس زاویه ای معروف است.

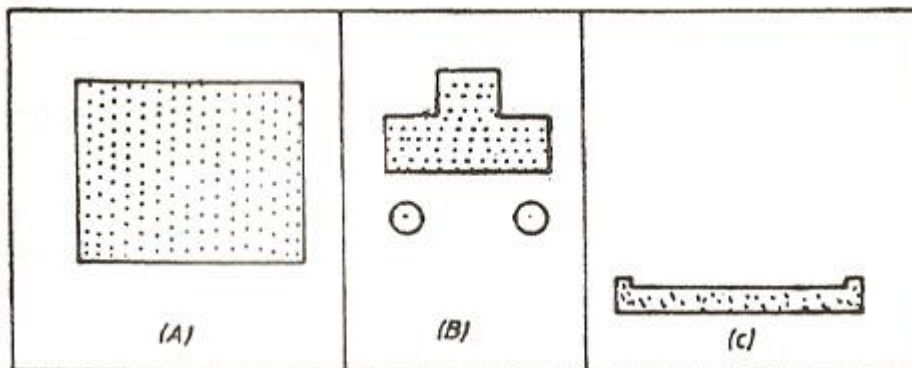
B : اختلاف بین دو اندازه کف و بالای ماتریس را مسیر ماتریس گویند.

جنس و سختی: جنس ماتریس را بایستی از فولاد آلیاژی مقاوم انتخاب کرد و اکثرا از فولاد SPK استفاده کرده و آنرا تا 60 راکول سخت می کنند.

تکه چینی یا خشکه چینی

ماتریسهای چند تکه در قطعاتی که برای تولید به ایستگاه های برش زیادی نیاز دارند استفاده می شود. هر چه تعداد ایستگاههای برشی بیشتر باشد به همان میزان لزوم استفاده از ماتریسهای چند تکه افزایش می یابد چرا که ممکن است در حین کار لبه های تیز ماتریس صدمه ببیند یا کنده شود که در این صورت اگر ماتریس یک تکه باشد بایستی کل آن را عوض کرد ولی در حالت چند تکه می توانیم براحتی هر قسمتی را که صدمه دیده است عوض کنیم. استفاده دیگر این ماتریسها مواقعی است که شکل مقاطع برشی پیچیده است. در این مواقع با کنار هم گذاشتن چند قطعه براحتی می توان شکلهای مشکل و پیچیده را درست کرد که به تکه چینی معروف است. (شکل-18)

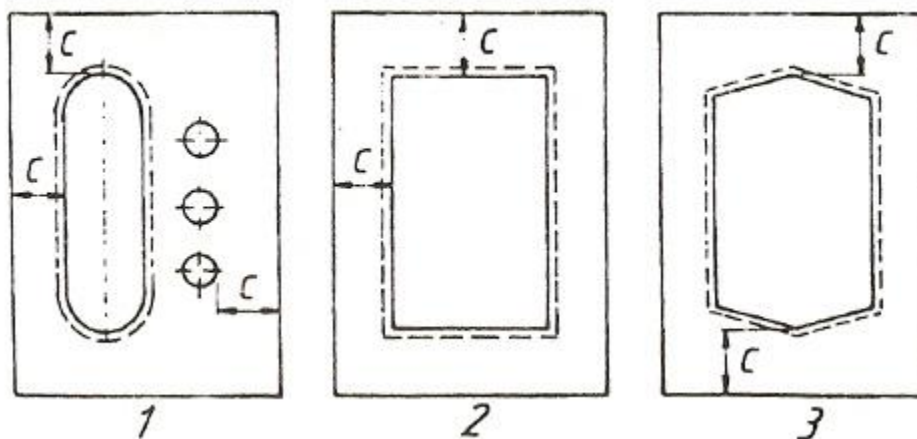
(شکل-18): ماتریس چند تکه B, C ,



جهت اتصال تکه های ماتریس در این حالت حتما باید از پیچ و پین استفاده کرد که مقرون به صرفه ترین اتصال می باشد و در چنین مواردی هرگز نباید از جوش استفاده کرد.

ابعاد برش: ضخامت ماتریس رابطه مستقیمی با ضخامت ورق دارد ولی فاصله سوراخهای برش تا لبه ماتریس بستگی به شکل مقاطع برشی دارد و در حالت کلی با مبنا قرار دادن سه حالت زیر می توان این فاصله را برای فاصله را برای شکلهای مختلف پیدا کرد. (شکل-19)

(شکل-19) حالات مختلف مقاطع برش رد ماتریس



(جدول-8): تعیین ضخامت و فاصله مقاطع برش تا لبه ماتریس

حداقل فاصله سوراخ تا لبه ماتریس C	ضخامت ماتریس	ضخامت ورق
-----------------------------------	--------------	-----------

A	B	شکل 1	شکل 2	شکل 3
0-1.6	24	27	36	48
1.6-3.2	29	32	43	57
3.2-5	35	40	53	70
5-4.6	42	47	62	83
بزرگتر از 6.4	50	54	72	96

البته مقادیری که به کمک این شکل ها و جداول مربوطه بدست می آید می تواند مرجع خوبی برای پیدا کردن ضخامت ماتریس و فاصله سوراخهای برش تا لبه آن باشد، ولی طراح می تواند با توجه به نیاز و شکل خارجی ماتریس این اندازه ها تغییر دهد، بنحویکه اندازه های جدید از حداقل مقدار ممکن کمتر نباشد

اتصال ماتریس و کفشک : جهت قرار ماتریس روی کفشک از پین و برای اتصال آن از پیچ استفاده می کنند. نکته قابل توجه در اینجا محل تعبیه پین و پیچ است که بایستی حتی المقدور به گوشه های تیز مقاطع برشی در ماتریس نزدیک نباشد.

بوش راهنما- کفشک ها- توپی

بوش راهنما

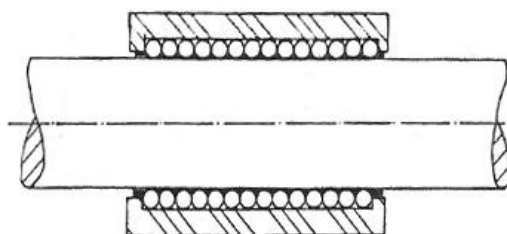
گفیم که میله راهنما راستای صحیح قالب را تامین می کند. در تکمیل این تعریف باید گفت که این کار به کمک بوش صورت می گیرد و در نتیجه درگیری بوش و میله راهنما است که فکین قالب دقیقاً در راستای هم حرکت می کنند چون میله راهنما و بوش به تعداد ضربات پرس تحت سایش می باشند بایستی یکی از این دو قطعه را

قابل تعویض گرفت و معمولاً در هنگام طراحی بوش را قابل تعویض می گیرند در طراحی بوشها بایستی به نکات زیر توجه داشت:

انواع بوش: بوشهایی که ددر قالبسازی زیاد از آنها استفاده می شود به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

الف) بوش ساچمه ای: امروزه در بیشتر قالبهای طراحی شده از این نوع بوش استفاده می شود. چون این نوع بوش دقت بالایی داشته و اصطکاک را به حداقل مقدار ممکن کاهش می دهد و در نتیجه عمر مفید بسیار بالایی داشته و هزینه ساخت و نگهداری قالب را کم می کند.

(شکل 39): شکل عمومی بوشهای ساچمه ای

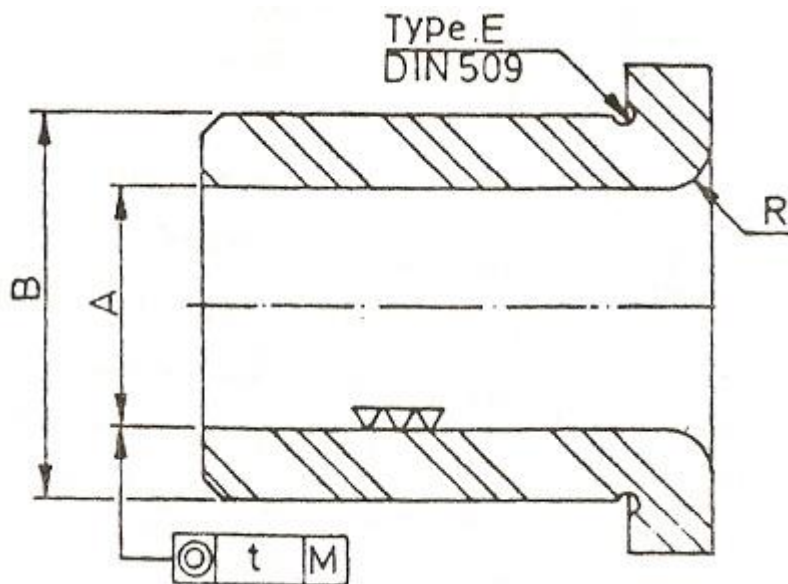


ب) بوش اصطکاکی: اگر چه در این نوع بوش درگیری در يك سطح اصطکاکی و معمولاً توام با سایش و صرف نیروی بیشتری می باشد ولی به دلیل کمتر در دسترس بودن بوشهای ساچمه ای از این نوع بوش استفاده زیادی در قالبی طراحی شده می شود. در طراحی و ساخت بوشهای اصطکاکی می بایستی به شکل عمومی بوش و جنس آن توجه داشت:

1- شکل عمومی بوشها: شکل زیر حالت کلی بوشهای اصطکاکی را نشان می دهد که به توضیح اجزای آن می

پردازیم:

(شکل 40): بوشهای اصطکاکی



A: قطر داخلی بوش بایستی با تoleransi خاص (H7) و با سطحی صاف باشد تا به راحتی روی سطح میله راهنما بلغزد، به عبارت دیگر با میله راهنما انطباق سرشی داشته باشد.

B: قطر خارجی بوش بایستی برای فیت شدن در داخل کفشک دارای تoleransi پرسی باشد (n6). در بیشتر اوقات باید برای راحت کردن مونتاژ قالب این قطر را نسبت به جای خود در کفشک دو میلیمتر کوچکتر در نظر می گیرند و بوش را پس از مونتاژ کلیه قطعات قالب مونتاژ می کنند. به این صورت که؛ کفشک های بالا و پایین را با کلیه متعلقات مربوطه در امتداد هم قرار داده و پس از بررسی لقی در محیط سنبه و ماتریس و اطمینان پیدا کردن از یکنواخت بودن آن در کل این محیط، بوش را پس از آغشته کردن به چسب مخصوص در محل خود قرار می دهیم، پس از چند ساعت بوش را در جای خود محکم می بندیم.

R : این قوس برای هدایت میله راهنما در شروع درگیری تعبیه شده است .

تولرانسهایی فرم: دو قطر خارجی و داخلی بوش بایستی نسبت به هم از تولرانس هم محوری خوبی برخوردار بوده و مقدار آن (t) هم بستگی به طول برش دارد.

2- جنس و سختی: جنس بوش رابطه مستقیمی با نوع قالب دارد و هر چه نیروی جانبی در قالب بیشتر باشد به همان میزان جنس بوش را از فلز مقاوم تری در نظر می گیرند. عموماً بوش را هم جنس با میله راهنما در نظر گرفته و آن را حدود 10 راکول کمتر از میله راهنما سخت می کنند تا در حین کار بوش که قابل تعویض است زودتر ساییده شود. در قالبهایی که مقدار نیروی جانبی قابل ملاحظه نیست بوش را از فلزات نرم مانند برنج انتخاب می کنند تا هزینه و زمان ساخت کمتری را صرف کند.

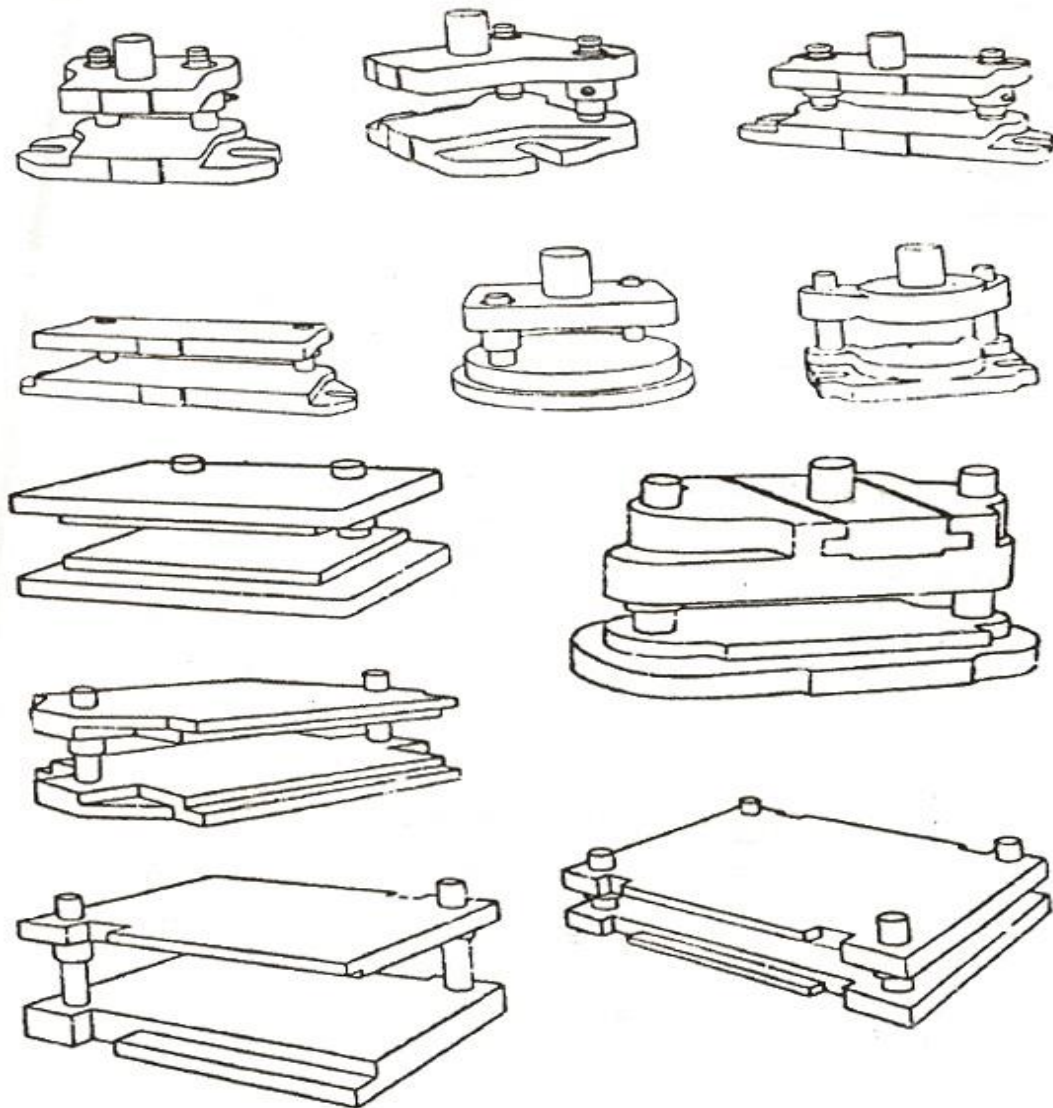
کفشک ها

کفشک ها صفحات بستر و نشیمنگاه قطعات بالایی و پایینی قالب برش می باشند. معمولاً به کفشک بالا قطعاتی از قبیل: سنبه گیر و بوش راهنما و تویی متصل شده و به کفشک پایین ،ماتریس و میله راهنما و غیره متصل می شوند. در طراحی کفشم بایستی نکات زیر را مد نظر داشت:

1- جنس: کفشک ها را از جنس چدن یا فولاد ریخته گری می گیرند تا در برابر خمش و ضربه و فشار مقاوم باشد.

2- کفشک های استاندارد: معمولاً کفشک ها به صورت استاندارد در ابعاد مختلف موجودند که توسط شرکتهای مختلف به صورت مرغوب و مقاوم با ابعادی استاندارد به بازار عرضه می شوند و در این صورت کافی است که طراح با توجه داشتن به نیروی برشی کفشک را انتخاب کرده و در طرح خود بگنجد، بدین ترتیب هزینه و زمان ساخت قالب را به حداقل مقدار مکن تقلیل می دهند.

(شکل 41): چند نوع از کفشک های استاندارد



3- طول و عرض كفشك ها: طول و عرض كفشك ها به متعلقاتي كه روي آنها بسته مي شوند بستگي دارد و در نتيجه مي بايستي اين ابعاد را پس از تعيين ابعاد متعلقات مربوطه تعيين كرد.

4- ضخامت كفشك ها: براي پيدا كردن ضخامت كفشك ها به ترتيب زير عمل مي كنيم:

- ضخامت كفشك پايين: با داشتن نيروي كل برشي به راحتي مي توان با استفاده از جدول بالا اين مقدار را تعيين كرد.

- ضخامت كفشك بالا: معمولا اين مقدار را 15 ميليمتر کمتر از كفشك پايين در نظر مي گيرند.

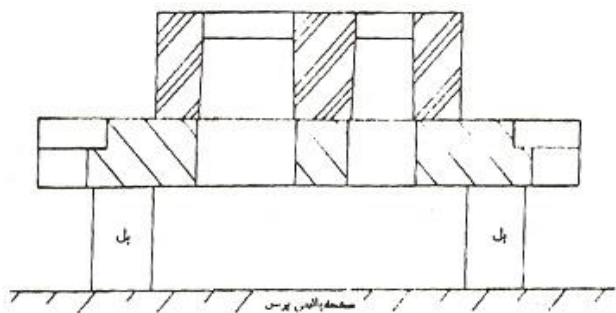
(جدول 9): تعيين ضخامت كفشك بر حسب نيروي برشي

حداقل ضخامت كفشك	نيروي برشي بر حسب ton
35	10-0
50	30-10
63	60-30
70	90-60
83	120-90
95	150-120

200-150	110
≤ 200	140

5- اتصال كفشك ها با صفحات پرس: براي اين كار معمولاً از روبنده استفاده مي كنند ولي مي توان روي كفشك خزينه جاي پيچ در نظر گرفت تا در صورت نياز بتوان كفشك را با پيچ و مهره به صفحات پرس متصل كرد.

6- چگونگي خروج قطعه توليدي از قالب: پولك پس از جدا شدن از نوار وارد قسمت مستقيم ماتريس شده و پس از عبور از آن وارد قسمت زاويه دار ماتريس مي گردد. براي خروج آن مي بايستي سوراخي در همين راستا روي كفشك ايجاد كرد تا قطعه به راحتی از آن عبور كرده و به زير كفشك راه يابد ، البته اگر كفشك مستقيماً روي صفحه پرس نشسته باشد بايد سوراخ مزبور در راستاي سوراخ صفحه پرس باشد تا قطعه از داخل اين سوراخ به زير پرس راه يابد ولي در قالبهاي برش مرحله اي اين عمل امكانپذير نيست و معمولاً توسط دو قطعه كه به پل معروفند ، فاصله بين كفشك پايين و صفحه پرس ايجاد مي كنند تا پولك به راحتی از قالب خارج شود.



(شكل 42)