

آموزشگاه شهید بهشتی کرج - گروه ماشین ابزار

برابر با سر فصل درسی دوره کاردانی ماشین ابزار

تکنولوژی و کارگاه قالب سازی

توجه : در تهیه این متن تا حد امکان از استانداردهای DIN استفاده شده است.

شناسنامه جزوه

نام جزوه : تکنولوژی و کارگاه قالب سازی

نام گردآورنده : گروه ماشین ابزار آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

بر اساس : سر فصل درسی دوره کاردانی ماشین ابزار (۱۳۷۴)

سرفصل درس تکنولوژی و کارگاه قالب سازی

مطابق با سرفصل دروس دوره کاردانی گروه مکانیک رشته ساخت و تولید گرایش ماشین ابزار دانشجوی این دوره باید درسی بنام تکنولوژی و کارگاه قالب سازی به تعداد سه واحد تئوری- عملی (شش ساعت در هفته) را اخذ نماید. هدف کلی این درس در سرفصل دروس، به این صورت مطرح شده است :

فراگیر پس از گذراندن این واحد درسی، انواع قالبهای پرس را معرفی می کند و قالب برش را طراحی نموده می سازد.

برابر با سرفصل پس از پایان این درس، بطور کلی از فراگیر انتظار می رود که :

۱-انواع پرسها را نام ببرد و قطعات و تجهیزات پرس ضربه ای را شرح دهد..

۲-اصول تولید بوسیله قالبهای سنبه و ماتریس را بیان کند.

۳-تئوری برش را شرح دهد.

۴-قطعات مختلف یک قالب برش ساده را معرفی نماید.

۵-لقی بین سنبه و ماتریس را تعریف نماید.

۶-میزان لقی بین سنبه و ماتریس را برای مواد مختلف تعیین کند.

۷-نیروی برش را تعیین کند.

۸- روش مناسب برای کاهش نیروی برش را شرح دهد.

۹-انواع ورقهای فولادی را معرفی کند.

۱۰-عرض نوار ورق را تعیین کند.

۱۱-با صرفه ترین روش استفاده از ورق را تعیین کند.

۱۲-ابعاد قطعات مختلف قالب را معین کند.

۱۳-فرم قطعات مختلف یک قالب را تعیین کند.

۱۴-ابعاد و تعداد پینهای مورد استفاده در قالب را تعیین کند.

۱۵-اندازه، نوع و تعداد پیچهای مورد استفاده در قالب را تعیین کند.

۱۶-نیروی بیرون انداز را محاسبه کند.

۱۷-محل نصب تویی را محاسبه کند.

۱۸-انواع قالبهای برش را شرح دهد.

۱۹-قالبهای خم و کشش را معرفی نماید.

۲۰-جنس قطعات قالب برش را انتخاب کند.

۲۱-روش ساخت مناسب برای قطعات تشکیل دهنده قالب برش را انتخاب نماید.

۲۲-قطعات تشکیل دهنده قالب برش را بسازد.

۲۳-قطعات ساخته شده را مطابق نقشه بروی هم سوار کند.

۲۴-قالب ساخته شده را عیب یابی کند.

۲۵-نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت کند.

ساعات تدریس، تعداد جلسات و بارم تکنولوژی و کارگاه قالب سازی مطابق سرفصل

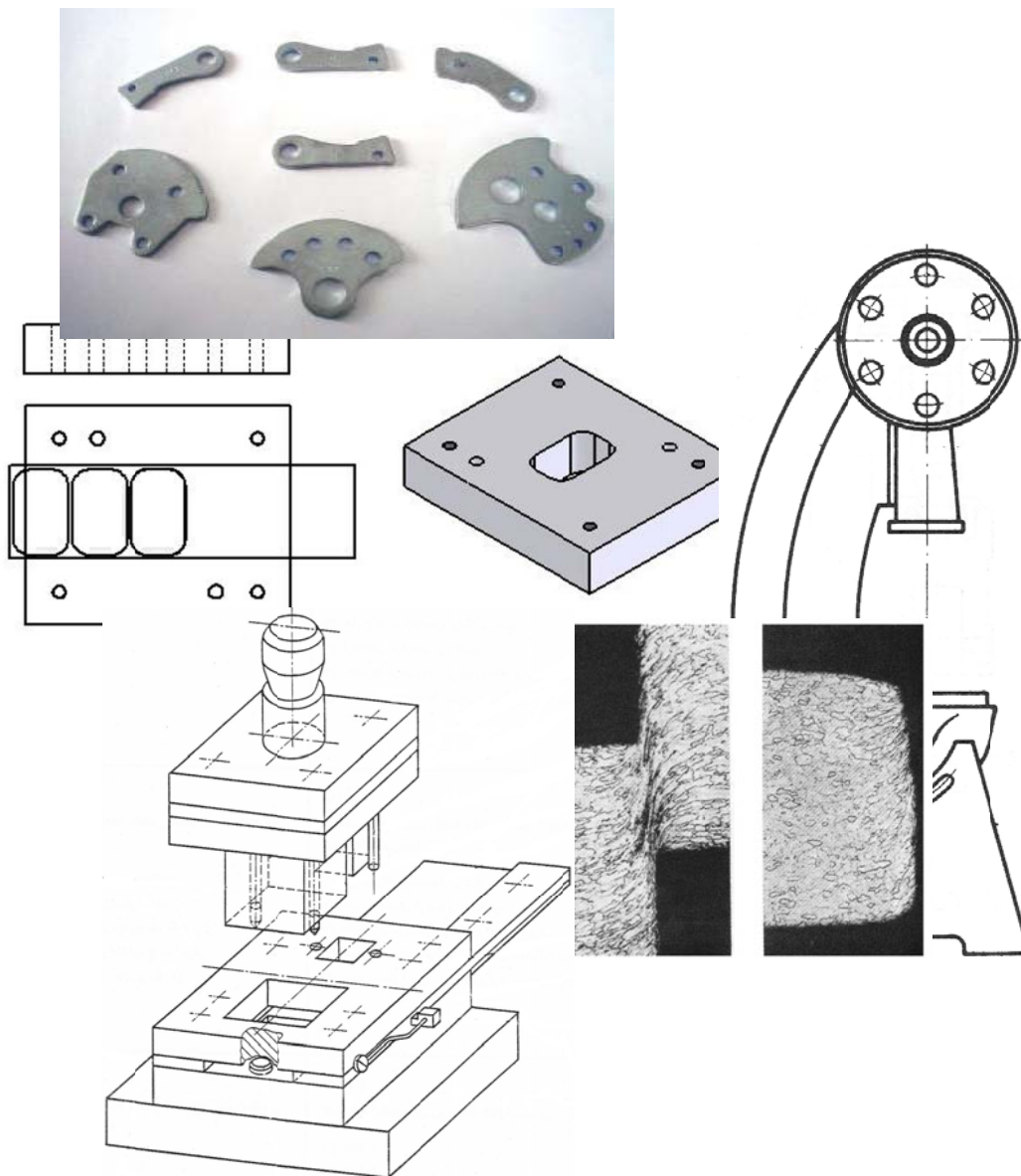
نظری	عملی	ریز مطالب	سرفصل	بارم	تکلیف
۲ ساعت	-----	شرح انواع پرس	انواع پرس	۱/۵	۱
		تشریح قسمتهای مختلف پرس ضربه ای	پرس ضربه ای		
۲ ساعت	-----	بررسی تولید به کمک قالب	اصول تولید با قالب پرس	۱/۵	۲
		شرح تئوری برش و نحوه برش قطعه توسط سنبه و ماتریس	تئوری برش		
۴ ساعت	-----	شرح مراحل برش و معرفی قطعات مختلف یک قالب برش ساده	قطعات قالب برش ساده	۱	۳ و ۴
		تعریف لقی در سنبه و ماتریس	لقی		
		تشریح نحوه انتخاب لقی برای فلزات مختلف	مقدار لقی		
۲ ساعت	-----	تشریح روش تعیین نیروی برش	نیروی برش	۱/۵	۵
		معرفی روشهای کاهش نیروی برش	کاهش نیروی برش		
۲ ساعت	-----	بررسی انواع و نحوه شناسایی ورقهای فولادی	انواع ورقها	۱/۵	۶
		بررسی فاصله قطعه از کنار ورق	عرض نوار ورق		
		بررسی فاصله بین دو قطعه-جانمایی در قالبها-توقف دهنده ها در قالب-شناسایی اصول انتخاب روش مناسب استفاده از ورق	روش اقتصادی استفاده از ورق		
۶ ساعت	-----	بررسی تعیین ابعاد قطعات مختلف قالب از جدول	ابعاد قطعات مختلف قالب	۱/۵	۷ و ۸ و ۹
		بررسی روش تعیین فرم قطعات مختلف قالب	فرم قطعات مختلف قالب		
		بررسی روش تعیین تعداد پین در قالب	پینها در قالب		
		بررسی انواع پیچهای مورد استفاده در قالب برش- بررسی نحوه تعیین اندازه پیچ-بررسی روش محاسبه قطر پیچ مورد نیاز قالب برش	پیچها در قالب		
۲ ساعت	-----	شناسایی فنرها-انرژی پتانسیل فنر-طول و گام فنر	نیروی بیرون انداز	۱/۵	۱۰
۲ ساعت	-----	تعیین مرکز ثقل اجسام-محاسبه محل نصب توپی	محل نصب توپی	۱/۵	۱۱
۲ ساعت	-----	بررسی قالبهای قطعه انداز-قطع کن-مرکب-سوراخ کن-آرایشی- دوره زنی-نقش انداز	انواع قالب برش	۱/۵	۱۲
۴ ساعت	-----	شناسایی قالبهای خم و کشش	قالبهای خم و کشش	۱	۱۳ و ۱۴
۲ ساعت	-----	شناسایی اصول انتخاب جنس قطعات قالب برش	جنس قطعات قالب	۱/۵	۱۵
۲ ساعت	-----	شناسایی اصول انتخاب روش ساخت قطعات تشکیل دهنده قالب	روش ساخت قالب	۱/۵	۱۶
۴۹ ساعت	-----	شناسایی اصول انتخاب مراحل ساخت قطعات قالب	ساخت قالب برش	۹	۱ تا ۱۲
۱۰ ساعت	-----	شناسایی اصول مونتاژ قطعات قالب و کنترل قالب ساخته شده	مونتاژ قالب برش	۲	۱۳ تا
۴ ساعت	-----	بررسی روش عیب یابی قالب ساخته شده	عیب یابی قالب	۱	۱۶
۱ ساعت	-----	بررسی نکات ایمنی در ساخت قالبهای برش	ایمنی و حفاظت		
۶۴ ساعت	۳۲ ساعت	۹۶ ساعت جمع کل ارائه درس	جمع	۲	۱۶

فهرست مطالب

۱-بخش یکم :	
اصول تولید با قالب پرس	۶
۲-بخش دوم :	
اصول طراحی قالبهای برش	۱۸
۳-بخش سوم :	
انواع قالب پرس	۵۶
۴-بخش چهارم :	
پیوست	۶۳
مراجع	۹۸

بخش یکم :

اصول تولید با قالب پرس



۱- اصول تولید با قالب پرس

فرایندهای ساخت و تولید قطعات صنعتی به دو گروه با براده برداری و بدون براده برداری تقسیم می گردند. تولید قطعات به کمک قالب از جمله قدیمی ترین روشهای تولید بدون براده برداری است. در این روش بطور کلی حفره ای به شکل قطعه ای که قرار است تولید شود ایجاد می گردد و سپس ماده خام به صورتهای مختلف مانند تزریق ماده در حفره یا فشردن آن در حفره درون قالب شکل می گیرد. قالب جزء ابزار دقیق به حساب می آید و استفاده از آن در تولید دارای مزایای زیر است:



۱- صرفه جویی در مصرف مواد خام

۲- امکان تولید انبوه قطعات

۳- پایین بودن بهای تمام شده قطعات تولید شده

۴- یک نواخت بودن قطعات تولید شده و بالا بودن قابلیت تعویض آنها

یکی از مهمترین گروه فرایندهای بدون براده برداری، شکل دهی فلزات است که قالبهای پرس و قالبهای فورجینگ یا آهنگری در این دسته از روشهای تولید بدون براده برداری قرار می گیرند. قالبها را از جنبه های مختلف می توان دسته بندی کرد اما بر اساس جنس قطعه کار تولید شده، قالبها به انواع فلزی، پلاستیک، لاستیک، شیشه و فایبرگلاس تقسیم می گردند. از جمله قالبهای فلزی می توان به این موارد اشاره نمود:

قالبهای پرس (Stamping Die)، قالبهای دای کست (ریخته گری تحت فشار = Die Cast)، قالبهای فورجینگ (آهنگری = Forging) و قالبهای اکستروژن (حدیده کاری = Extrusion).

یکی از صنایعی که در حال حاضر به وفور از قطعات تولید شده توسط قالبهای فلزی استفاده می کند صنعت خودروسازی است. صنایع دیگر نظیر تأسیسات، نفت، حمل و نقل و ... را نیز می توان از مصرف کنندگان این قالبها دانست.

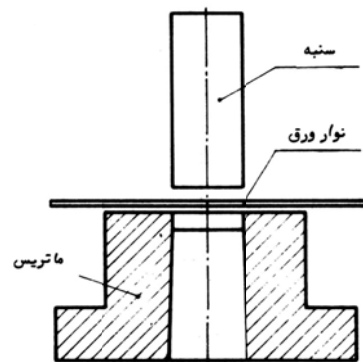
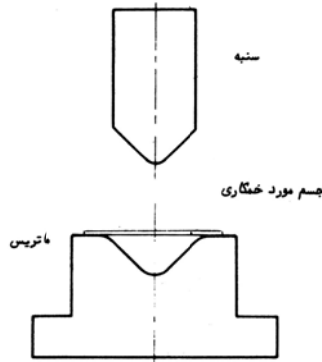
قالبهای پرس یا سنبه و ماتریس از جمله قالبهای فلزی هستند که توسط آنها ورقهای فلزی شکل داده می شوند. این قالبها به سه گروه زیر تقسیم می شوند:

۱- قالبهای پرس برش (Cutting Die)

۲- قالبهای پرس فرم (Forming Die)

۳- قالبهای پرس کشش عمیق (Deep Drawing Die)

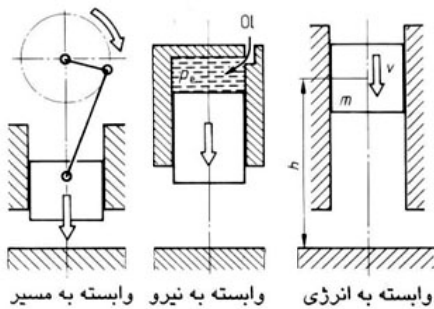
اساس تولید در این قالبها، شکل دهی ورقهای فلزی در اثر اعمال فشار به آن بین یک میله و حفره فرم دار است. به میله، پانچ یا سنبه و به حفره، ماتریس یا قالب می گویند. عموماً سنبه به بخش متحرک یک ماشین پرس بسته می شود و ماتریس دقیقاً زیر آن و روی میز پرس محکم می گردد. ورق بروی ماتریس قرار داده می شود و با حرکت پرس، سنبه به سمت ماتریس می آید و برای وارد شدن به ماتریس ورق را در سر راه خود برش یا شکل می دهد. هنگامی که سنبه به ورق می رسد آن قدر به آن نیرو وارد می کند تا نیروی اعمالی از استحکام تسلیم ورق نیز فراتر رود و در نتیجه ورق در مقابل سنبه تسلیم شده به صورت پلاستیک تغییر شکل می دهد. طبیعی است که باید بین سنبه و ماتریس لقی وجود داشته باشد تا ورق به درون ماتریس جاری گردد.



۲- آشنایی با انواع پرسها

پرس، ماشینی است که انرژی و نیروی بزرگی را برای جداسازی، شکل دادن و اتصال قطعات فراهم می کند. نیروی پرس و دقت راهنماهای آن عوامل تعیین کننده در انتخاب پرسها هستند. نیروی لازم برای انجام کار، به روش مکانیکی، هیدرولیکی یا با تبدیل انرژی جنبشی به انرژی شکل دهی تأمین می شود. به این ترتیب پرسها در سه گروه زیر تقسیم بندی می گردد:

پرسهای وابسته به مسیر (مکانیکی)، پرسهای لنگ، میل لنگی، گوه ای و زانویی از این گروه هستند. تأمین نیروی این پرسها به ساختمان طراحی آنها بستگی دارد.



پرسهای وابسته به نیرو (هیدرولیکی)، نیروی خود را از روغن یا هوای فشرده در حال حرکت به دست می آورند و توانایی آنها به توان پمپ و سطح پیستون بستگی دارد.

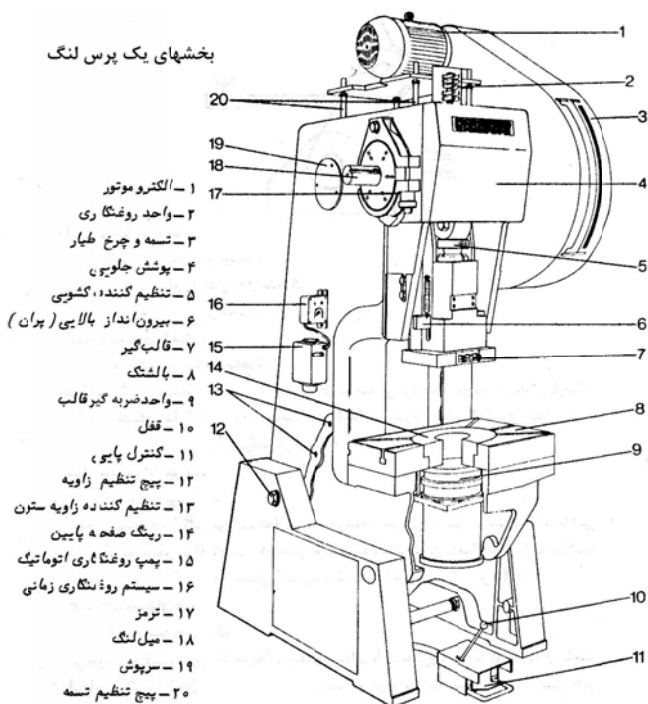
پرسهای وابسته به انرژی، از قدیمی ترین انواع پرسها به شمار می روند که در آنها انرژی حاصل از سقوط یک چکش یا دوران

یک جسم (پرس اصطکاکی) مورد استفاده قرار می گیرد. بیشتر پرسها نیروی خود را از روش مکانیکی یا هیدرولیکی بدست می آورند (پرسهای نیوماتیکی به علت نیروی پرس کم، کاربرد زیادی ندارند).

الف) پرسهای وابسته به مسیر

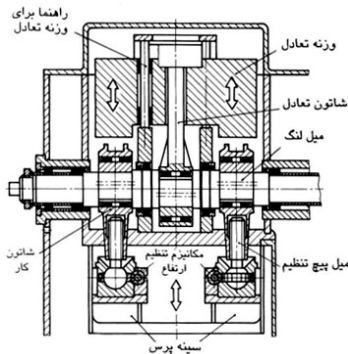
۱- پرس لنگ : در پرسهای لنگ، محور محرک توسط موتور و از طریق یک چرخ لنگر توسط کلاچ به حرکت در می آید که دارای تجهیزات ترمز است. مقدار کورس پرس لنگ از یک مقدار حداقل تا یک مقدار حداکثر به صورت غیر پله ای قابل تنظیم است.

۲- پرس میل لنگی : حرکت سینه پرس توسط یک محرک میل لنگی تأمین می شود. این حرکت از میل لنگ دوار از طریق یک دسته شاتون قوی به سینه پرس منتقل می گردد. مقدار کورس قابل تنظیم نیست اما می توان

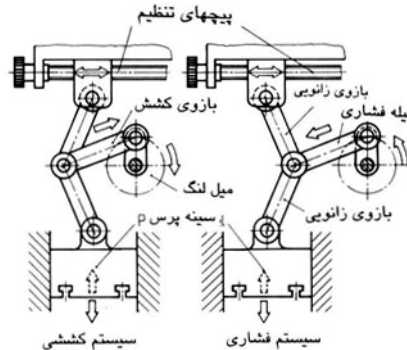


سینه پرس را توسط یک میل پیچ ساچمه ای تنظیم کرد (شکل زیر).

۳- پرس زانویی : سیستم کار پرس زانویی در شکل زیر دیده می شود. این پرس برای کارهای ضرب و ظریف مناسب می باشد چرا که نیروی پرس در آنها به طور آهسته تا بیشترین مقدار افزایش می یابد.

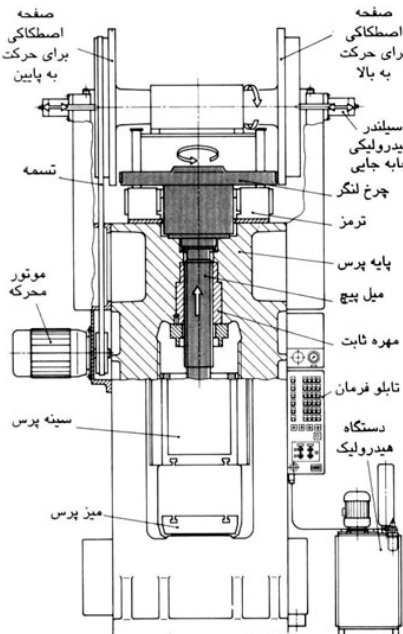


پرس میل لنگی



پرس زانویی

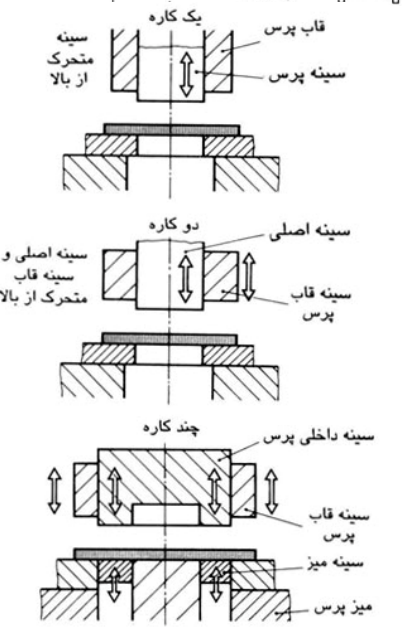
۴- پرس پیچی : در تولید قطعات سرد و گرم کار و کارهای ضرب به کار می رود. پس از آزاد کردن پرس،



پیچ چند راهه ای توسط یک صفحه اصطکاکی به چرخش در می آید. به این ترتیب پیچ، درون مهره ثابت پایه پرس دوران می کند و سینه پرس را به همراه بخش بالایی ابزار، سریع به سمت پایین می راند. حرکت برگشت سینه پرس به وسیله صفحه اصطکاکی دوم حاصل می شود و به آن سیستم محرک اصطکاکی گفته می شود.

(ب) پرسهای هیدرولیکی

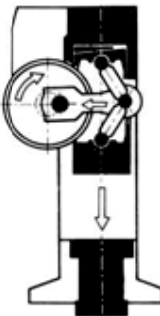


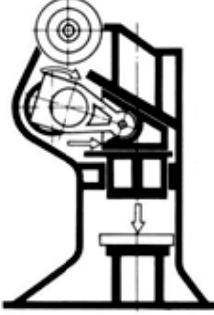
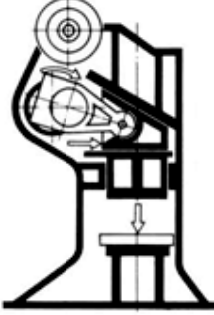
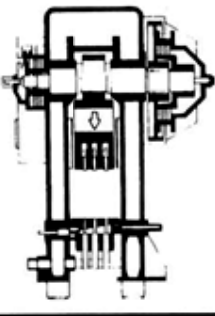
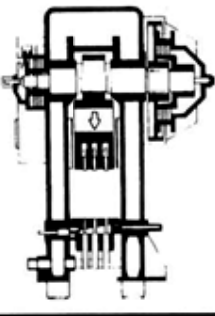
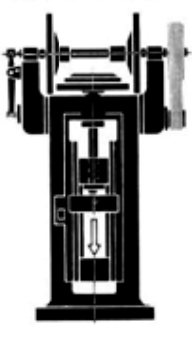
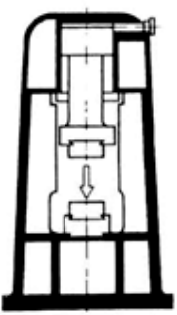
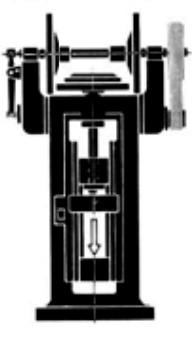
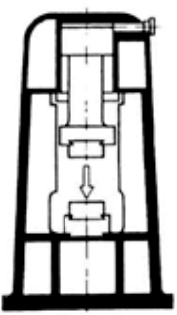
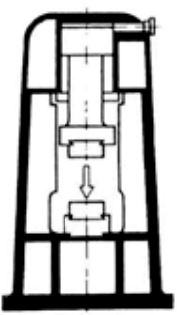
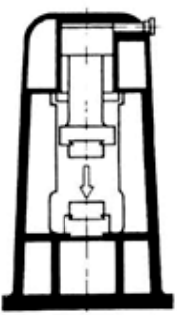
در پرسهای هیدرولیکی پیستون پرس از طریق یک میله پیستون قوی مستقیماً با سینه پرس مرتبط است. موقع روشن شدن پرس یک پمپ فشار قوی، روغن هیدرولیک را از طریق یک شیر فرمان به درون محفظه سیلندر هدایت نموده پیستون را حرکت می دهد و نیروی بزرگی تولید می شود. حرکت کاری می تواند عمودی یا افقی باشد و نیروی پیستون یا سرعت آن متناسب با کار، قابل تنظیم است. کورس سینه پرس به وسیله شیرهای فرمان در هر نقطه دلخواه از کورس کلی محدود می شود. این پرسها به علت نیروی بسیار زیادی که تولید می کنند به عنوان پرسهای آهنگری و همچنین به علت یکسان بودن نیروی پرس در طول کورس، برای کشش عمیق نیز استفاده می شوند.



۱-۲) طرز کار پرسها

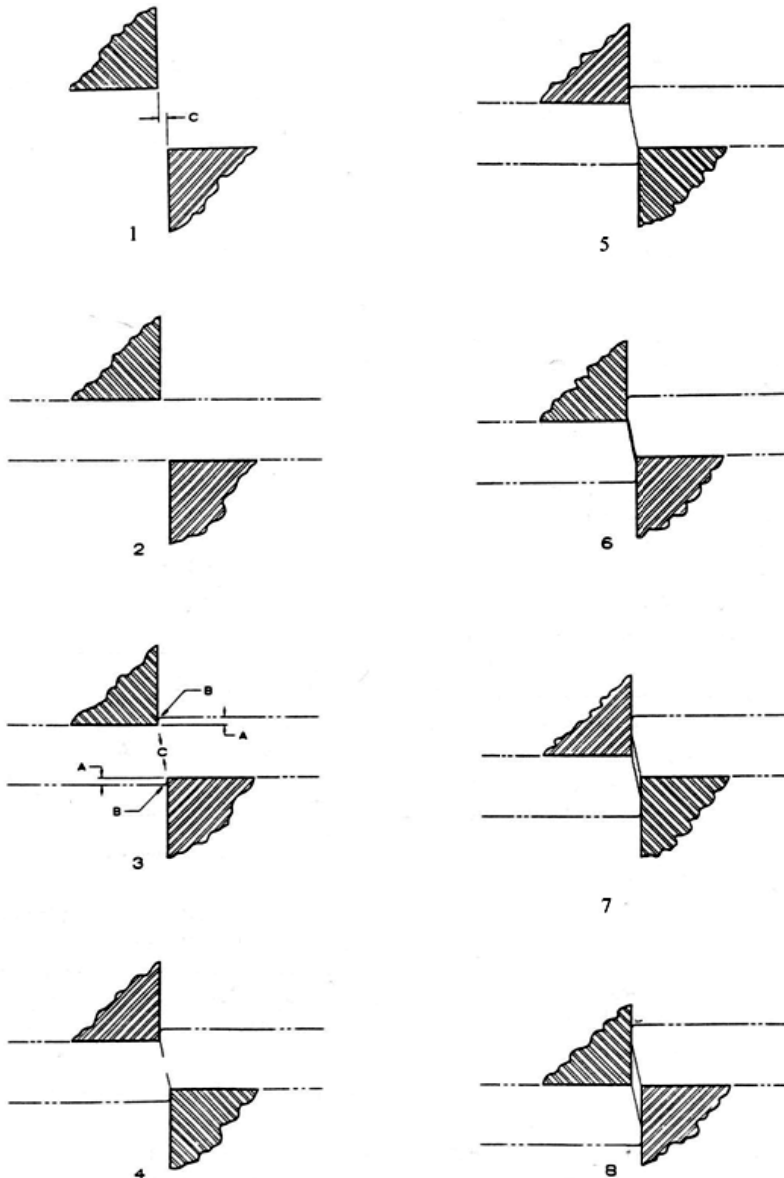
در مراحل برش و شکل دهی غالباً باید حرکات متوالی و متناسب با هم به مرحله اجرا درآیند بنابراین پرسها به صورت یک کاره یا دو کاره ساخته می شوند. پرسهای یک کاره یک سینه پرس دارند که در آن

سنبه با بخش بالایی قالب محکم می شود. هر دو یک حرکت بالا رونده و پایین رونده را انجام می دهند. پرسهای دو کاره دو حرکت مستقل سینه پرس را انجام می دهند. اگر این پرسها برای کارهای کششی استفاده شوند ورق گیر به سینه خارجی بسته می شود و سینه اصلی داخلی حامل سنبه کشش می باشد. سینه پرس نصب شده در میز پرس نیز می تواند دومین حرکت را انجام دهد. این حرکت برای سوراخ کردن قطعات کششی که قبلاً شکل داده شده است یا برای یک حرکت کششی متقابل لازم به کار می رود. با این روش در زمان و نیروی کار صرفه جویی می شود. پرسهای چند کاره می توانند حرکات مختلف سینه پرس را هم زمان یا یکی پس از دیگری اجرا کنند این پرسها برای این منظور سیستمهای محرک مختلف یا هم نوعی را به کار می برند.

انواع پرسها			
پرسهای وابسته به مسیر		پرسهای وابسته به انرژی	
کاربرد	شکل	کاربرد	شکل
برای کارهای ضرب سرد و گرم با دقت زیاد نیروی پرس 250...36000 kN		برای پرسکاریهای سبک و نیمه سنگین، برش، سوراخ کردن، شکل دادن خمشی، پلیسه گیری، کارهای کششی سبک، ضرب	
نیروی پرس 25...5000 kN		برای پرسکاریهای وسیع در قالبهای بسته آهنگری	
برای پرسکاریهای سبک و سنگین با یک یا دو بازوی لنگ، ضرب، برش، کشش با عمق زیاد، پرس اکستروژن قطعه کار، پرس تزریقی		پرس میل لنگی	
نیروی پرس 1250...40000 kN		پرسهای وابسته به نیرو	پرسهای وابسته به انرژی
کاربرد	شکل	کاربرد	شکل
با مکانیزم محرکه اصطکاکی (a) با مکانیزم محرکه مستقیم (b) پرسکاری سرد و گرم، ضرب، شکل دادن خمشی، پلیسه گیری		برای کارهای کششی و برشی قطعات سطح بزرگ (قطعات اتاق خودرو)، فورج	
نیروی پرس 1300...7200 kN		نیروی پرس تا 20000 kN	
پرس ضربه ای پیچی		پرس هیدرولیکی	

۳- تئوری برش

برش (اگر آن را به عنوان یک فرایند تولید بدون براده برداری در نظر بگیریم) قطع ورقهای فلزی با اعمال نیروی مکانیکی توسط دو تیغه برنده تعریف می گردد. به فرایند برش توسط سنبه و ماتریس برش با قالب (Die Cutting) اطلاق می گردد و به قالب سنبه و ماتریسی که عمل برش ورق را به شکلها و طرحهای مختلف انجام می دهد قالب برش گفته می شود. در یک قالب برش پس از این که سنبه در ورق تغییر شکل پلاستیک ایجاد نمود، به علت اینکه ماتریس یک حفره است و در حقیقت زیر سنبه خالی است و همچنین به علت وجود لقی بین سنبه و ماتریس، سنبه به داخل ورق نفوذ می کند و این نفوذ آن قدر ادامه می یابد که ورق از هم گسسته می شود. فرایند برش در قالبهای برش بررسی شده است و مراحل آن تحت عنوان مبحث تئوری برش تشریح می گردد. به شکل زیر توجه نمایید :



نمای بزرگ شده از فاصله مجاز بین لبه های برش قالب (1) و نواری از ماده در حال برش (2 تا 8)

۱- در این قسمت از شکل، لبه های برش قالب و فاصله ی مجاز C (لقی) دیده می شود. مقدار این فاصله بسیار مهم است و در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد.

۲- نوار تغذیه بین لبه های برش با خط چین نشان داده شده است. هنگامی که نوار تغذیه بین دو لبه ی

برنده فشرده می گردد و مقدار فشار از استحکام نهایی ماده بیشتر شود در نوار شکست ایجاد می گردد و به دنبال آن برش انجام می شود.

۳- سنبه، حرکت رو به پایین را ادامه می دهد و لبه های آن به مقدار A درون ماده نفوذ می کند. مقدار عمق نفوذ لازم برای آغاز برش به جنس و ضخامت ورق بستگی دارد که در ورقه های ترد کمتر از ورقه های نرم است. ماده در بخش B کشیده می شود و کشش تا فراتر از حد الاستیک ماده افزایش می یابد در نتیجه تغییر شکل پلاستیک اتفاق می افتد. مقدار نفوذ و کشش در هر دو طرف نوار تغذیه یکسان است.

۴- حرکت پیوسته و رو به پایین لبه های برش سنبه باعث ایجاد ترک در ماده می شود. صفحات شکست دقیقاً از لبه های برنده آغاز می گردد.

۵- در ادامه حرکت پیوسته ی سنبه، ترکها رشد کرده از دو طرف به هم می رسند. در این جا اهمیت مقدار فاصله ی C مشخص می شود چرا که اگر این فاصله مناسب نباشد ترکها به هم نمی رسد و یک دیوار برش نامطلوب در قطعه کار ایجاد خواهد شد.

۶- با پیشروی بیشتر سنبه، قطعه کار از نوار جدا می شود. جدایش زمانی اتفاق می افتد که سنبه به میزان یک سوم ضخامت نوار پیشروی کرده باشد.

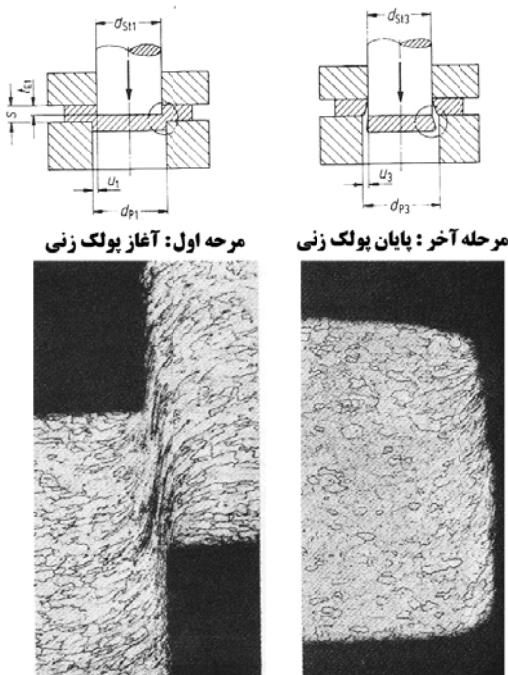
۷- ادامه ی حرکت سنبه باعث می شود قطعه کار در حفره ی ماتریس پایین برود. به دلیل تنشهای

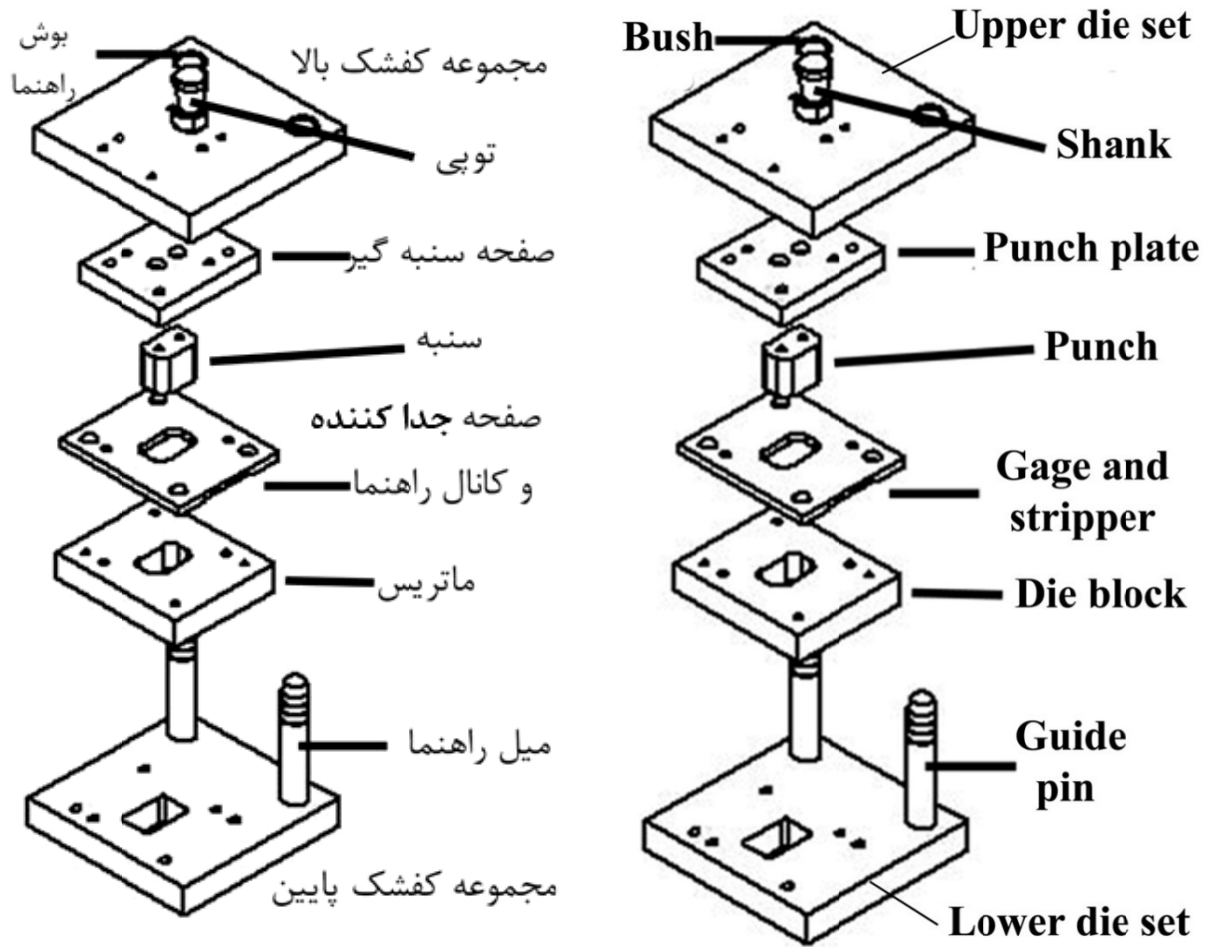
فشاری ایجاد شده، قبل از جدایش، قطعه به دیوارهای حفره می چسبد. به عبارت دیگر چون ماده در ناحیه C در مرحله ۳ فشرده شده بود اکنون مانند یک فنر فشرده عمل می کند. قطعه کار که در حفره ماتریس محبوس شده است، تمایل به انبساط دارد اما دیواره های حفره قالب مانع از این عمل می گردد. در سنبه، وضعیت برعکس است و نوار به دور سنبه جمع می شود و به سختی به آن می چسبد.

۸- اکنون سنبه کاملاً از میان نوار گذشته است. همچنین قطعه کار نیز کاملاً در حفره ماتریس قرار گرفته است. توجه شود که دیواره برش خورده در قطعه کار و نوار، دارای سطوح مشابه اما معکوس یک دیگر هستند. نوار تغذیه با فشاری برابر با فشار چسبیدگی قطعه کار به دیواره حفره ماتریس، دور سنبه می چسبد و برای جدا کردن آن به صفحه جدا کننده یا ورق گیر احتیاج می باشد.

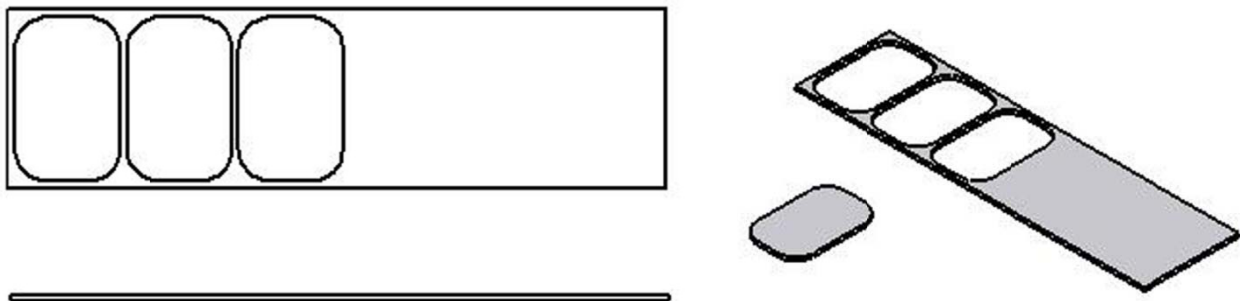
۴- معرفی قطعات مختلف یک قالب برش ساده

در شکل صفحه بعد اجزای یک قالب برش ساده نشان داده شده است. در طراحی قالب برش برای ساختن هر یک از این اجزای مراحل وجود دارد. در ادامه بطور خلاصه مراحل ساخت یک قالب برش ساده و اجزای آن به ترتیب ذکر می گردد. شما نیز از همین ترتیب برای ساخت قالب برش خود در کارگاه استفاده نمایید.





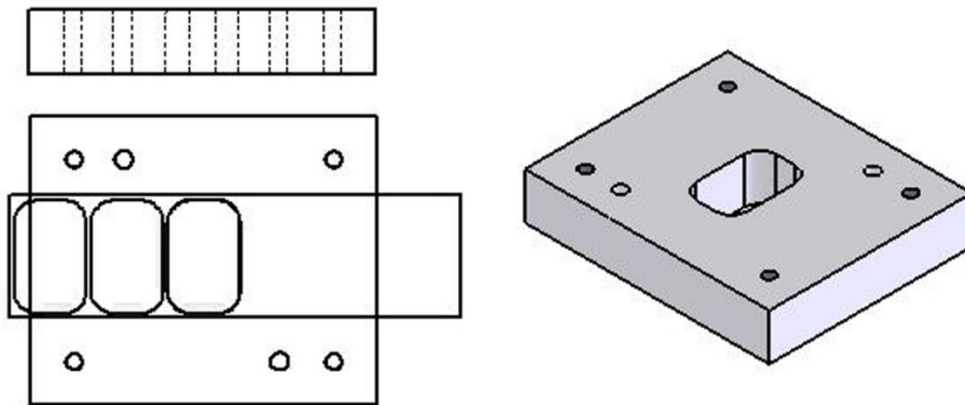
۱-نوار ورق : اولین مرحله در طراحی هر قالب برش، طراحی نوار ورق به شکلی که در انتهای ضربه پرس ظاهر خواهد شد می باشد. در نقشه همواره نوار ورق را پر رنگ بکشید تا به راحتی تشخیص داده شود. در نمای بالایی طرح کامل نوار ورق و سوراخ های آن مشخص می گردد. در نمای روبرو یا جانبی نیز ضخامت آن نشان داده می شود. قطعه ی تولید شده را نیز می توان به خوبی مشاهده کرد.



طرح نوار ورق

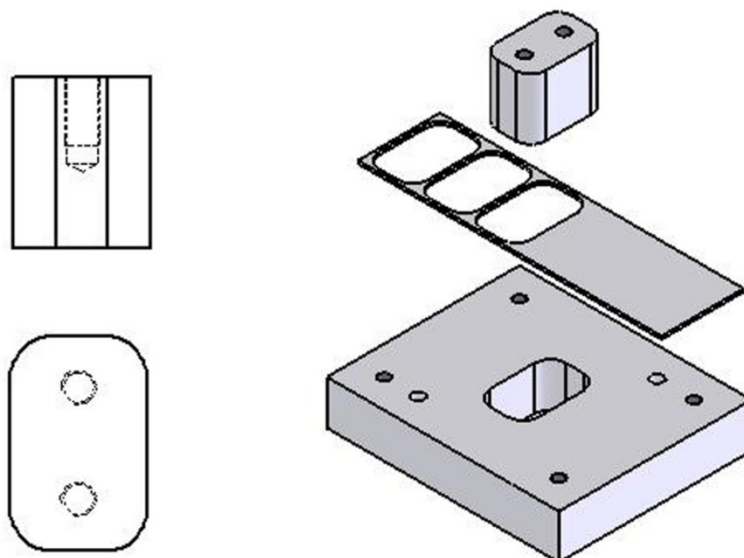
۲-ماتریس : در شکل صفحه بعد سه نما از ماتریس رسم شده است. در نمای بالا، بدنه معمولاً به صورت مستطیل در نظر گرفته می شود. دیواره سوراخ حفره برای آسان بیرون افتادن قطعه کار شیب دار می

گردد. همچنین باید برای پیچ ها و پین هایی که قالب را به کفشک می بندد جای کافی در نظر گرفت. نقشه بدنه ی ماتریس زیر نوار مشاهده می گردد.



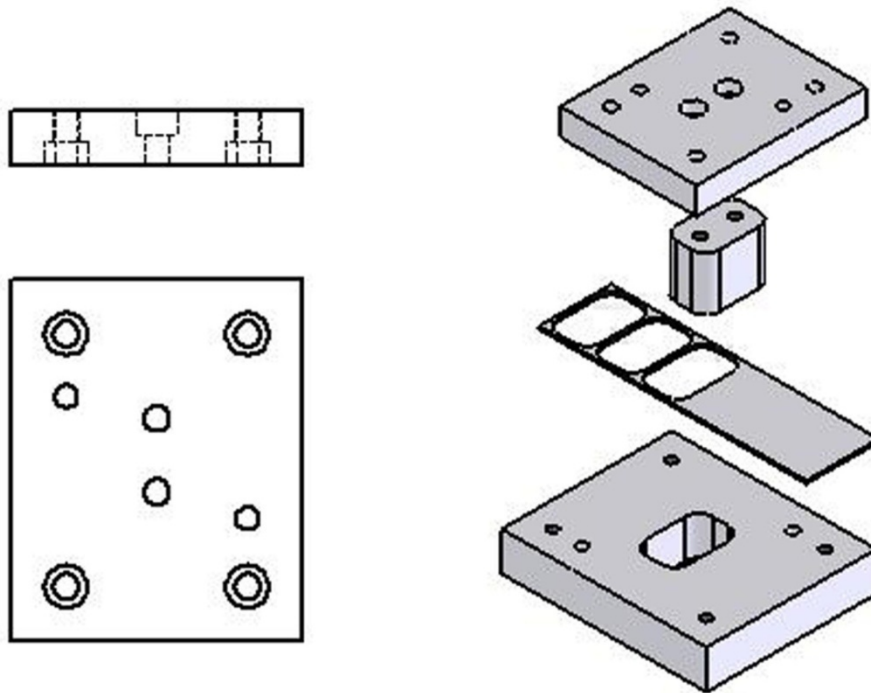
ماتریس

۳- سنبه پولک زنی : سنبه به بخشی از قالب گفته می شود که به طرف بالای پرس بسته می شود و با پایین آمدن آن، عملیات مختلفی بروی نوار ورق انجام می گردد. از سنبه ها برای برش، سوراخ کاری، ایجاد خم یا فرم در قطعه استفاده می شود. در شکل زیر سنبه ی برش مربوط به قالب در بالای بدنه ی ماتریس دیده می شود. زمانی که سنبه را طراحی می کنیم باید محل پیچ ها و پین هایی که آن را به مجموعه ی قالب می بندد نیز در نظر بگیریم.



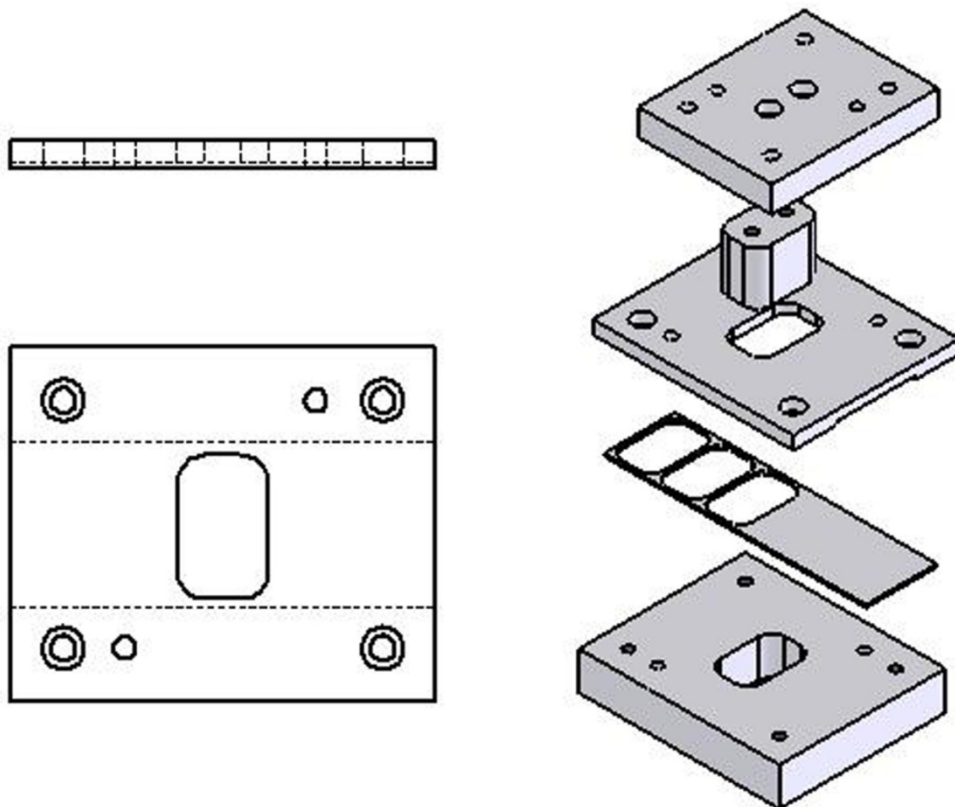
سنبه

۴- صفحه ی سنبه گیر : در شکل صفحه بعد صفحه ای که سنبه را نگاه می دارد دیده می شود. خاطر نشان می گردد که هنگام طراحی سنبه گیر باید فضای کافی برای اتصالات پیچ و پین در نظر گرفته شود. گاهی بجای این که صفحه سنبه گیر را مستقیماً به کفشک ببندند بین آن و کفشک ورقه ای از جنس فولاد نرم قرار می دهند تا مانع انتقال ضربه های سنبه به کفشک گردد و در نتیجه از خرابی کفشک جلوگیری نماید. به این قطعه، صفحه ضربه گیر می گویند.



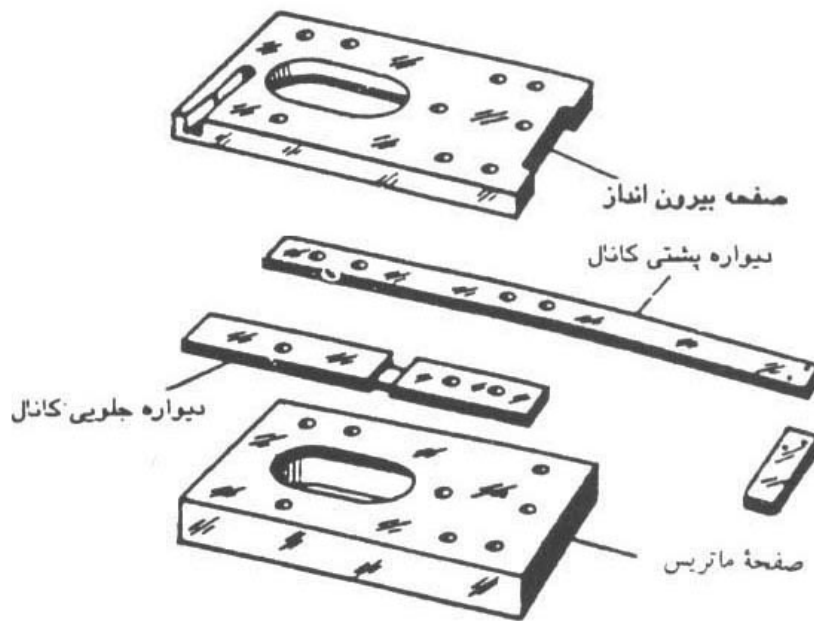
صفحه سنبه گیر

۵-کانال راهنما : حال به وسیله ای احتیاج داریم که ورق را در جای درست خود بروی ماتریس قرار دهد. برای این کار از قطعه ای به نام گیج یا کانال راهنما استفاده می کنیم. این کانال از افتادن ورق جلوگیری می کند و آن را در موقعیت درست به زیر قالب هدایت می نماید.



صفحه جدا کننده و کانال راهنما

در شکل زیر کانال راهنما توسط دو تسمه فلزی که ورق را از دو طرف محصور کرده است و آن را هدایت می کند ایجاد شده است. از این روش نیز در قالب سازی استفاده می گردد.



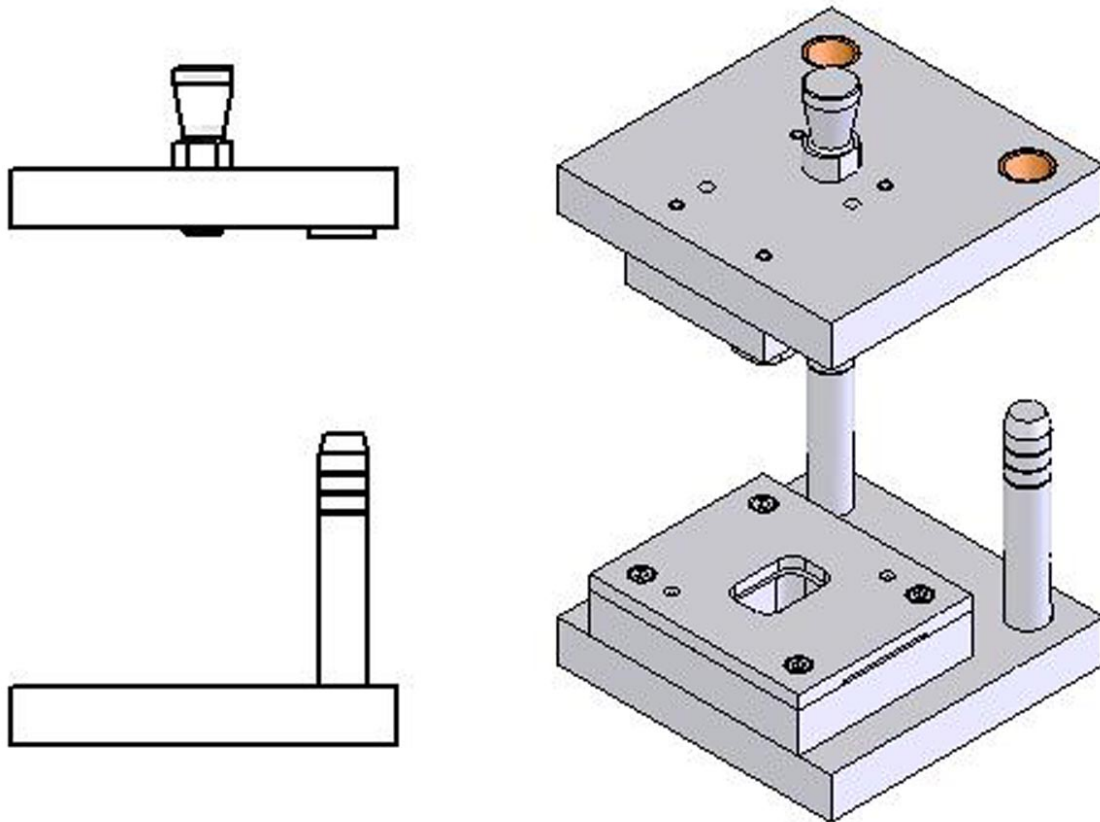
صفحه جدا کننده و کانال راهنما به صورت مجزا

۶- صفحه جدا کننده یا صفحه ی رو بند : کار آن همان طور که از نامش پیداست جدا کردن ورق از سنبه است. گفتیم که ورق به علت انقباض به اطراف سنبه می چسبد و تمایل دارد که با سنبه به سمت بالا حرکت کند. صفحه جدا کننده، ورق را از اطراف سنبه جدا می کند. ناگفته نماند که این نوع صفحه جدا کننده برای قالب های کوچک کاربرد دارد و برای قالب های بزرگتر از صفحات ورق گیر مجهز به فنر استفاده می شود. در قالبهای برش ساده می توان کانال راهنما را با صفحه جدا کننده در یک قطعه بطور مشترک ایجاد کرد. به این ترتیب به ساخت مجزای کانالها و صفحه جدا کننده نیازی نیست (دو شکل قبل).

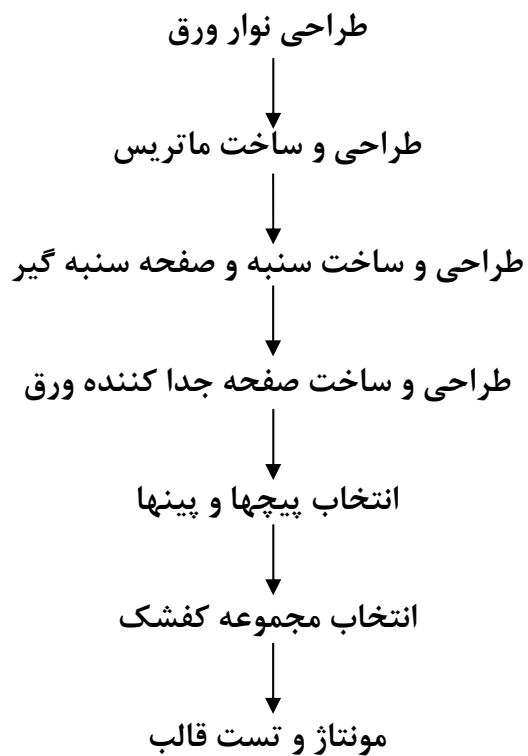
۷- اتصالات و بست ها : در قالبهای پرس تمامی پین ها و پیچ های یک عضو مشخص، هم قطر انتخاب می شود. در قالب سازی معمولاً از پیچهای آلن استفاده می گردد چرا که شکل گرد، ارتفاع کم سر پیچ و مقاومت خوب این نوع پیچ برای اتصال بسیار مناسب است.

۸- کفشک ها : اجزای قالب از طریق کفشک به پرس متصل می گردد. کفشک ها در اندازه های مختلف و اشکال متفاوتی وجود دارد و برای انتخاب یک نوع مناسب نکته های خاصی باید در نظر گرفته شود. کفشک ها به همراه میلها و بوشهای راهنما بطور آماده در ابعاد مختلف قالب موجود می باشد و کمتر پیش می آید که این بخشها نیز ساخته شود. ابعاد کفشک های استاندارد در بخش پیوست آورده شده اند. شکل صفحه بعد مجموعه قالب و کفشکهای آن را نشان می دهد.

توجه : برای اتصال مجموعه کفشک بالا، صفحه سنبه گیر و سنبه (بطور کلی کفشک بالای قالب) به سینه پرس از قطعه ای به نام تویی استفاده می شود که متناسب با اندازه پرس و کفشک انتخاب می گردد. ابعاد تویی برای کفشک های مختلف در بخش پیوست داده شده است.



یک قالب برش و مجموعه کفشک آن

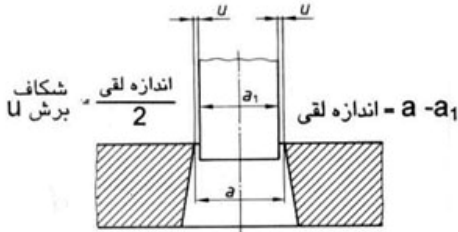


مراحل طراحی و ساخت یک قالب برش ساده

۱- اصول طراحی قالبهای برش

۱-۱- لقی (یا کلی ارنس = Clearance) و مقدار آن

بین لبه برش سنبه و لبه برش ماتریس باید مقداری لقی که به طور عمود بر سطح برش اندازه گیری می شود وجود داشته باشد. اندازه لقی به ضخامت و استحکام ماده قطعه کار، ساختمان قالب برش و میزان

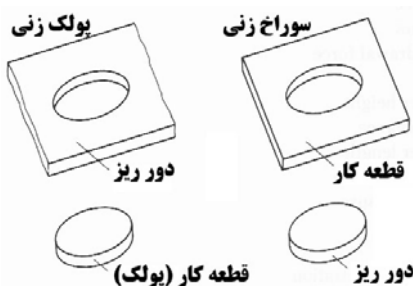


پرداخت سطح برش قطعه کار بستگی دارد. اندازه و وضعیت لقی بیش از هر عامل دیگر بروی عمر قالب تأثیر دارد. تیراژ تولید سالم که از مشخصات مهم قالب است، در حقیقت تعداد قطعات برشی است که در یک بار سنگ زدن قالب و تعمیر آن بتوان تولید کرد. هرگاه لقی در یک نقطه تنگتر از نقطه مقابل

آن باشد سنبه هنگام برش به اجبار جابه جا می گردد. به این ترتیب راهنماهای قالب تحت سایش شدید قرار می گیرد و قالب زودتر از موعد کند می شود. به علاوه نیروی برش افزایش می یابد و بطور غیر یک نواخت بروی قطعه کار پلیسه تولید می گردد. اندازه سنبه و ماتریس غالباً با لقی بین آنها محاسبه می شود. لقی دو برابر شکاف برش است و حدود ۴ تا ۱۰ درصد ضخامت ورق است. در جداول استاندارد موجود علاوه بر ضخامت ورق و مقادیر استحکامی به نوع حفره ماتریس نیز توجه می شود. مقدار لقی بر طبق جنس ورق و ضخامت ورق از جدول زیر قابل تعیین است.

مقایسه با VDI 3368 (5.82)		ابعاد سنبه و ماتریس برش		
ضخامت ورق s mm	سوراخ ماتریس با زاویه آزاد α	سوراخکاری	پولک بری	روش
		اندازه (ماتریس) a	اندازه (سنبه) a ₁	اندازه باید
		a ₁ = a - 2 · u	a = a ₁ + 2 · u	اندازه محاسباتی
		سنبه	ماتریس	
لقی سنبه در ارتباط با جنس و ضخامت ورق				
		سوراخ ماتریس بدون زاویه آزاد α		
		لقی برش u برای استحکام برشی τ _s به N/mm ²		
		250 تا	251...400	401...600
		600 از	بیش از	بیش از
0,4...0,6	0,01	0,015	0,02	0,025
0,7...0,8	0,015	0,02	0,03	0,04
0,9...1	0,02	0,03	0,04	0,05
1,5...2	0,03	0,04...0,05	0,05...0,07	0,07...0,09
2,5...3	0,04	0,06...0,07	0,09...0,10	0,11...0,13
3,5...4	0,05...0,06	0,08...0,09	0,11...0,13	0,15...0,17
		250 تا	251...400	401...600
		600 از	بیش از	بیش از
		0,015	0,02	0,025
		0,025	0,03	0,04
		0,03	0,04	0,05
		0,05	0,06...0,08	0,08...0,10
		0,08	0,1...0,12	0,13...0,15
		0,10...0,12	0,14...0,16	0,18...0,20
		0,03	0,04	0,05
		0,05	0,06...0,08	0,08...0,10
		0,07...0,09	0,11...0,13	0,15...0,18
		0,09...0,12	0,13...0,16	0,18...0,24

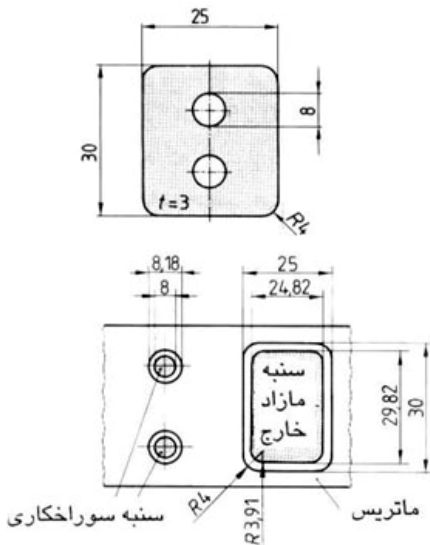
نکته : در برش مازاد خارج (پولک زنی blanking) اندازه حفره ماتریس همان اندازه اسمی قطعه کار



است در حالی که اندازه سنبه برش به اندازه لقی قالب کوچک تر از اندازه اسمی قطعه کار در نظر گرفته می شود. در برش مازاد داخل (سوراخ زنی piercing) اندازه سنبه همان اندازه اسمی قطعه کار است در حالی که اندازه حفره ماتریس به اندازه لقی قالب بزرگتر از اندازه اسمی قطعه کار در نظر گرفته می شود.

مثال :

قطعه کار روبرو باید از ورقی به ضخامت ۳ میلی متر با سختی متوسط ساخته شود. اگر لقی قالب ۶ درصد ضخامت ورق باشد اندازه های حفره ماتریس و سنبه سوراخ زنی را محاسبه کنید.



الف) در پولک زنی اندازه حفره قالب همان اندازه قطعه کار است بنابراین : طول حفره ۳۰ میلی متر، عرض آن ۲۵ میلی متر و شعاع گوشه ۴ میلی متر می باشد. سنبه پولک زنی به اندازه لقی از اندازه اسمی قطعه کار کوچکتر است. مقدار لقی عبارت است از : $3 \times 6\% = 3 \times \frac{6}{100} = 0.18 \text{ mm}$ و به این ترتیب ابعاد سنبه به این صورت محاسبه می گردد :

$$\text{طول سنبه پولک زنی} = \text{میلی متر } 29.82 = 30 - 0.18$$

$$\text{عرض سنبه پولک زنی} = \text{میلی متر } 24.82 = 25 - 0.18$$

$$\text{شعاع گوشه سنبه پولک زنی} = \text{میلی متر } 3.91 = 4 - (0.09) = 4 - (0.18 : 2)$$

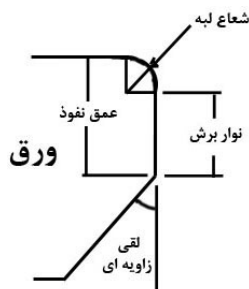
ب) در سوراخ زنی اندازه سنبه همان اندازه اسمی قطعه کار است اما حفره ماتریس به مقدار لقی از اندازه اسمی قطعه کار بزرگتر است.

$$\text{قطر سنبه سوراخ زنی} = 8 \text{ میلی متر}$$

$$\text{قطر سوراخ ماتریس} = \text{میلی متر } 8.18 = 8 + 0.18$$

نکته مهم ۱ : در سوراخ زنی به واسطه برگشت فنی ورق، قطعه کار به اصطلاح باد می کند و باعث می شود سوراخ ایجاد شده از سنبه کوچکتر گردد. این پدیده به خصوص در ورقهای ضخیم قابل ملاحظه است. به همین دلیل سنبه سوراخ زنی حدود نصف لقی بزرگتر از اندازه اسمی سوراخ قطعه کار در نظر گرفته می شود. بنابر این در مثال قبل که مقدار لقی ۰/۱۸ میلی متر بود اندازه باد کردگی، نصف لقی یعنی ۰/۰۹ میلی متر می باشد که باید به سنبه سوراخ زنی اضافه گردد (قطر سنبه سوراخ زنی = ۸/۰۹ میلی متر). اندازه باد کردگی را به این صورت هم می توان در نظر گرفت که به هنگام ساخت قالب سنبه به اندازه تلرانس بالا ساخته شود.

نکته مهم ۲ : اگر در طراحی سنبه و ماتریس سایش قالب نیز در نظر گرفته شود باید اندازه ها در ارتباط با تلرانس قطعه کار تعیین گردد. برای حصول این منظور باید در پولک زنی، حفره ماتریس حداقل اندازه قطعه کار (حد پایین تلرانس) و در سوراخ زنی سنبه سوراخ زنی حداکثر اندازه قطعه کار (حد بالای تلرانس) را داشته باشد.



نکته مهم ۳ : تأثیر تغییرات لقی بر مشخصات لبه برش به این شرح است (شکل روبرو) : افزایش لقی = افزایش شعاع لبه، کاهش طول نوار برش، افزایش زاویه گسیختگی (لقی زاویه ای)، افزایش پلیسه

کاهش لقی = کاهش شعاع لبه، افزایش طول نوار برش، کاهش زاویه گسیختگی (لقی زاویه ای)، کاهش پلیسه

بخشهای لبه ورق پس از برش

۲-۱) نیروی برش

هنگام پولک زنی یک قطعه کار باید نیروی برش بر استحکام برشی ورق غلبه کند. اندازه استحکام برش به سطح برش و حداکثر استحکام برشی جنس ورق بستگی دارد. محاسبه نیروی برش برای تعیین پرس با تناژ لازم (نه کم و نه زیاد) به کار می رود. نیروی برش به موازات لبه های برش و طبق معادله زیر محاسبه می گردد:

$$F = S \times \tau_{\max}$$

F نیروی برش بر حسب نیوتن، S مساحت سطح برش بر حسب میلی متر مربع، τ_{\max} حداکثر استحکام برشی بر حسب نیوتن بر میلی متر مربع

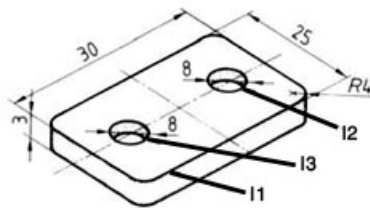
مقدار τ_{\max} تقریباً $0/8$ حداکثر استحکام کششی است. استحکام کششی انواع فلز در جداول صفحه ۷۰ تا ۷۵ آورده شده است.

مساحت سطح برش نیز از رابطه روبرو محاسبه می گردد:

$$S = l_s \times s$$

S مساحت سطح برش بر حسب میلی متر مربع، l_s طول خط برش بر حسب میلی متر، s ضخامت ورق بر حسب میلی متر

مثال: برای ساخت قطعه کار نشان داده شده از جنس ST37-2 نیروی پرس را محاسبه کنید.



$$s = l_s \times s = (l_1 + l_2 + l_3) \times s = (103 \cdot 1 + 25 \cdot 1 + 25 \cdot 1) \times 3 = 153 \cdot 3 \times 3 = 459.9 \text{ mm}^2$$

$$l_1 = 2 \cdot (30 - 8) + 4 \cdot \frac{8 \times \pi}{4} + 2 \cdot (25 - 8) = 103.1 \text{ mm}$$

$$l_2 = l_3 = 8 \cdot \pi = 25.1 \text{ mm}$$

$$R_{\max} = 510 \text{ N/mm}^2, \quad \tau_{\max} \approx 0.8 \cdot R_{\max} \Rightarrow \tau_{\max} = 0.8 \times 510 = 408 \text{ N/mm}^2$$

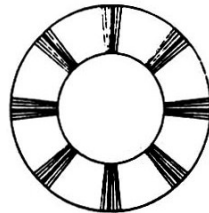
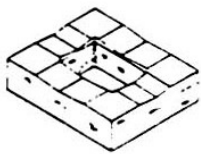
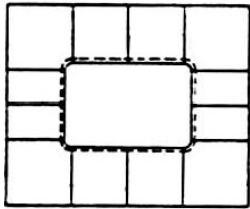
$$F = S \times \tau_{\max} = 459.9 \times 408 = 187639 \text{ N} \approx 188 \text{ KN}$$

بنابراین پرس به کار رفته باید حداقل نیرویی برابر ۱۸۸ کیلو نیوتن به وجود آورد. برای در نظر گرفتن اصطکاک بین سنبه، ورق گیر و ورق یا کندی لبه های برش و نیز تفرانس ضخامت ورق، نیروی برش را حدود ۲۰ درصد بیشتر از مقدار محاسبه شده در نظر می گیرند. به این ترتیب در مثال بالا نیروی پرس باید حداقل حدود ۲۲۶ کیلو نیوتن باشد (کیلو نیوتن $226 = 188 + 0/20 \times 188$).

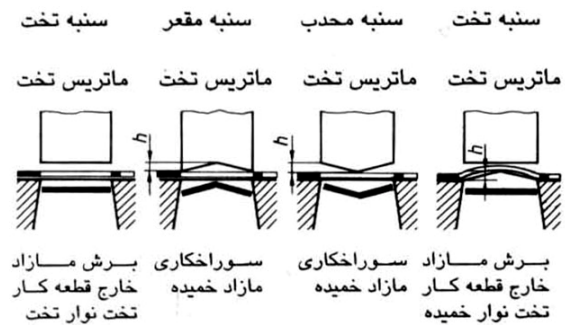
۲-۱-۱- کاهش نیروی برش

در قالبهای برش پر قدرت مانند برش ورقهای ضخیم، با سنگ زنی، سر سنبه یا روی ماتریس را شیب دار یا موج دار سنگ می زنند تا ضربه های پرس نرم و ملایم شود. با شیب دار یا موج دار شدن سطح

کار قالب برش، نیروی برش کاهش می یابد. قالب باید طوری شیب دار شود که قطعه کار پس از خروج از آن همچنان تخت بماند. در پولک زنی معمولاً ماتریس شیب دار است اما در سوراخ زنی سنبه باید شیب دار باشد. با این روش فقط دور ریز ورق قوس دار می شود و قطعه کار تخت باقی می ماند. اندازه عمومی شیب h روی سنبه یا روی ماتریس حدود $0/6$ تا $0/9$ ضخامت ورق است. مقادیر کوچک برای مواد ترد و مقادیر بزرگ برای مواد چقرمه بکار می رود. زاویه شیب در سنبه ها نباید بزرگتر از 5 درجه شود. در غیر این صورت لبه های برش به علت نیروهای جانبی آسیب می بیند.



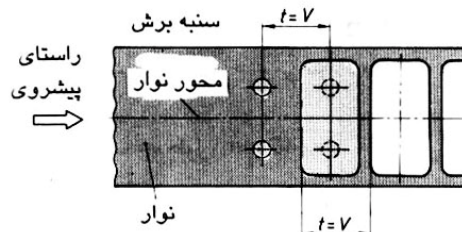
موج دار کردن قالب



شیب دار کردن قالب

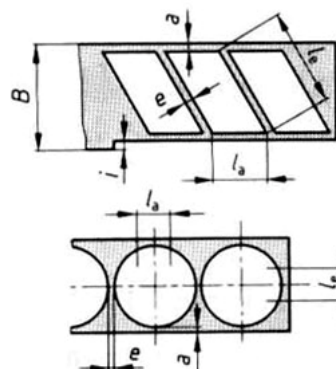
۳-۱) محاسبه دور ریز نوار ورق

سنبه و حفره ماتریس باید طوری در قالب برش جای داده شود که دور ریز برش تا حد امکان کوچک باشد. نوار برش ضمن هر ضربه پرس به اندازه V در راستای تغذیه جلو می رود که به آن مقدار پیشروی نوار گفته می شود. همچنین فاصله یک خط برش تا خط برش متناظر بعدی گام t نامیده می شود.



به منظور کاهش دور ریز ورق مقادیر دور ریز عرضی و طولی در هر گام برش پیشنهاد می گردد که تجربی هستند. این مقادیر در جدول صفحه بعد آورده شده است.

- اصطلاحات نوار و شبکه مازاد:
- L طول نوار
 - l_e طول مازاد عرضی
 - B عرض نوار
 - l_a طول مازاد طولی
 - V پیشروی
 - e عرض مازاد عرضی
 - a عرض مازاد طولی
 - t گام
 - R تعداد ردیفها
 - a_R فاصله ردیفها
 - l طول قطعه کار
 - b عرض قطعه کار
 - i مازاد سنبه کناره بر



برای تعیین مناسبترین وضعیت قرار گیری قطعه کار بروی ورق جهت کاهش دور ریز آن، نسبت سطوح همه قطعات برش خورده به سطح نوار ورق محاسبه می گردد. به این نسبت، درجه بازده گفته می شود. قطعه کار به شکلهای مختلف مانند مستقیم، مایل، یک ردیفه، چند ردیفه و ... بروی ورق قرار می گیرد و برای هر مورد بازده محاسبه می گردد. در نهایت طرحی که بیشترین بازده را داراست انتخاب می شود.

طبق VDI 3367		مازاد عرضی و طولی								
عرض نوار B	طول مازاد عرضی e _a طول مازاد طولی l _a	عرض مازاد عرضی e عرض مازاد طولی a	ضخامت نوار s به mm							
			0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
تا 100 mm	تا 10	e a	0,8 1	0,8 0,9	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	
	11...50	e a	1,6 1,9	0,9 1,0	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	
	51...100	e a	1,8 2,2	1,0 1,2	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	
	بیش از ...	e a	2,0 2,4	1,2 1,5	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	
مازاد سنبه کتاره برآ			1,5		2,2	3,0	3,5	4,5		
از 100mm تا 200 mm	تا 10	e a	0,9 1,2	1,0 1,1	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	
	1...50	e a	1,8 2,2	1,0 1,2	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	
	50...100	e a	2,0 2,4	1,2 1,5	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	
	بیش از ...	e a	2,2 2,7	1,4 1,7	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	
مازاد سنبه کتاره برآ			1,5		2,5	3,5	4,0	5,0		

$$\eta = \frac{Z \times A}{L \times B}$$

η درجه بازدهی، Z تعداد قطعات، L طول نوار، B عرض نوار، A سطوح قطعات بدون سوراخ نکته: در پولک زنی، شکل یا طرح داخلی قطعه در محاسبه درجه بازده دخالت داده نمی شود زیرا وجود یا عدم وجود طرحهای داخلی، فرایند برش را تحت تاثیر قرار نمی دهد. در ضمن قطعات بزرگ معمولاً عمود بر پیشروی نوار قرار می گیرند به طوری که از صفحات پهنتر با تعداد کمتر استفاده شود.

۴-۱) انواع ورق

انواع مختلف ورقهای فولادی با جنس و ابعاد استاندارد موجود است. شرکت‌های سازنده معمولاً مشخصات ورقها تولیدی خود را تهیه و به مشتریان ارائه می دهند. انواع فولادهای آلیاژی و غیر آلیاژی در ساخت ورقها به کمک فرایند نورد سرد یا گرم بکار می رود. برخی ورقها نیز با فلزات مختلف مانند قلع پوشش داده می شود. فولادهای کربنی، فولاد آلیاژی کروم و نیکل دار، فولاد آلیاژی کروم و مولیبدن دار با استحکام کششی مختلف، از جمله فولادهای رایج در ساخت انواع ورقهای فولادی است. برای تعیین دقیق ورق باید ابتدا جنس و سپس ضخامت آن تعیین گردد. به مثال جدول زیر توجه نمایید. ضخامت ورقهای استاندارد و وزن سطحی آنها در جدول زیر مطابق استاندارد، DIN 1541 1543 داده شده است.

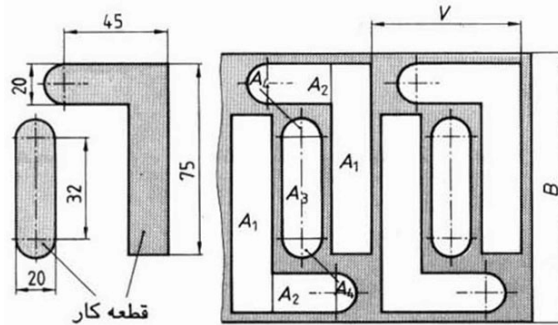
ورق فولادی											
مقایسه با (11,81) DIN 1543 (8,75), DIN 1541											
وزن سطحی ورق	ضخامت ورق	وزن سطحی ورق	ضخامت ورق	وزن سطحی ورق	ضخامت ورق	وزن سطحی ورق	ضخامت ورق	وزن سطحی ورق	ضخامت ورق	وزن سطحی ورق	ضخامت ورق
kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm
78,5	10,0	37,3	4,75	23,55	3,0	9,42	1,2	11,80	1,5	15,70	2,0
94,2	12,0	38,25	5,0	27,4	3,5	11,80	1,5	15,70	2,0	19,60	2,5
109,9	14,0	47,1	6,0	31,4	4,0	15,70	2,0	19,60	2,5	19,60	2,5
117,75	15,0	62,8	8,0	35,4	4,5	19,60	2,5	19,60	2,5	19,60	2,5

نوع تحویل: به صورت ورق یا تسمه طبق DIN 1541 ضخامت 0,35 تا 3 mm، طبق DIN 1545 ضخامت از 3 تا 150 mm
جنس: فولاد آلیاژی و غیر آلیاژی. مشخصه ورق نورد گرم از فولاد 2 - RSt 37 با ضخامت 4,5 mm: 4,5 - RSt 37 - 2 - DIN 1543 ورق

$$Z = \frac{L}{V} = \frac{1000}{21.6} \cong 46$$

$$\eta = \frac{Z \times A}{L \times B} = \frac{46 \times 314}{1000 \times 23.2} \cong 0.622 \rightarrow \eta = 62.2\%$$

مثال ۳: برای برش گونیا و لچکی طبق شکل زیر از ورق فولادی به ضخامت ۲/۵ و طول ۱۰۰۰ mm استفاده می شود. عرض نوار و درجه بازده را حساب کنید. مازاد عرضی و طولی طبق جدول ۲ است.



$$B = 2 + 75 + 2 + 20 + 2 = 75 + 20 + 3 \times 2 = 101 \text{ mm}$$

$$V = 2 + 20 + 2 + 20 + 2 + 20 = 3 \times 20 + 3 \times 2 = 66 \text{ mm}$$

$$A_1 = 75 \times 20 = 1500 \text{ mm}^2, \quad A_2 = 25 \times 20 = 500 \text{ mm}^2, \quad A_3 = 32 \times 20 = 640 \text{ mm}^2$$

$$A_4 = \left(\frac{\pi \times 20^2}{4} \right) : 2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$A = 2 \times A_1 + 2 \times A_2 + A_3 + 4 \times A_4 = 2 \times 1500 + 2 \times 500 + 640 + 4 \times 157 = 5268 \text{ mm}^2$$

$$Z = \frac{L}{V} = \frac{1000}{66} \cong 15$$

$$\eta = \frac{Z \times A}{L \times B} = \frac{15 \times 5268}{1000 \times 101} \cong 0.782 \rightarrow \eta = 78.2\%$$

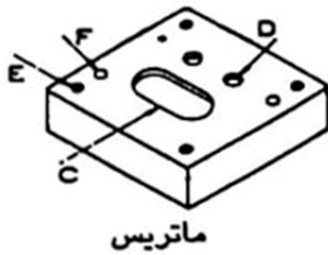
۲- بررسی فرم و ابعاد قسمت‌های مختلف قالب پرس برش

پس از محاسبه قسمت‌های مختلف قالب پرس برش و بخصوص محاسبه نوار تغذیه مطابق آنچه که در قسمت‌های قبل ذکر گردید به ترتیب بخش‌های دیگر قالب را بررسی و طراحی می نماییم.

۲-۱- طراحی ماتریس

قالب های کوچک که برای تولید قطعات صنعتی کوچک به کار می روند معمولاً ماتریس یک تکه دارند. فقط برای قطعات پیچیده ممکن است که ماتریس را مرکب بسازند تا ماشین کاری آن آسانتر باشد.

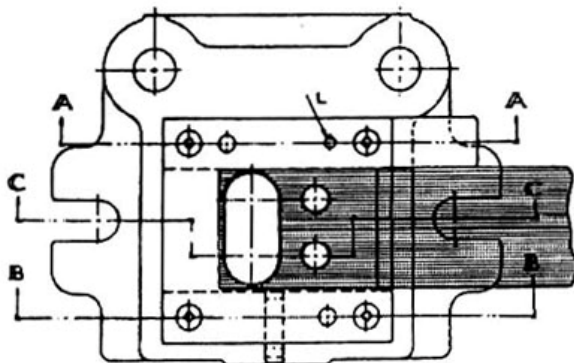
ماتریس قالب های بزرگ را نیز برای تسهیل در امر ماشین کاری، سخت کاری و سنگ زدن، مرکب می سازند. در این بخش بهترین روش برای انتخاب یک ماتریس کوچک و متوسط ارائه می شود.



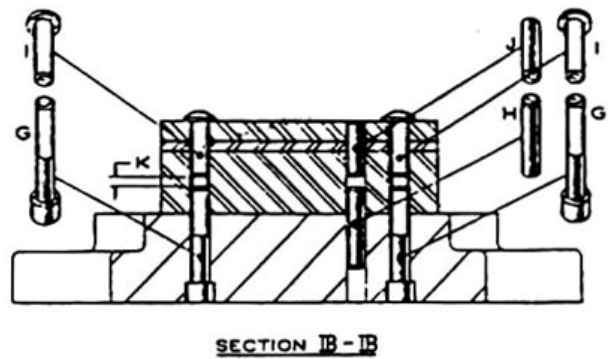
ماتریس

به طور کلی سوراخ هایی که در روی ماتریس مشاهده می شوند عبارتند از: سوراخ **D** محل فرود سنبه ی سوراخ کاری، سوراخ **C** برای قطعه کار، سوراخهای **E** و **F** که تا انتهای بدنه ماتریس عمق دارند به ترتیب برای پیچ و پین قالب هستند. در شکل زیر مقاطع **A-A** و **B-B** نشانگر اتصال اجزای قالب به یک دیگر است. چهار پیچ از نوع آلن (**G**) کفشک پایین را

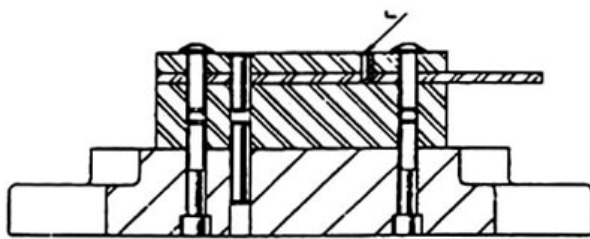
به ماتریس وصل می کند. دو پین **H** که بین کفشک و ماتریس جازده شده است، از هر گونه پیچش و حرکت احتمالی جلوگیری می کند. چهار پیچ **I** مجموعه صفحه ی روپند یا ورق گیر را به ماتریس محکم می کند. در حالی که دو پین **J** نیز در محل خود به کار می روند. فاصله ی **K** برای پیش بینی در امر سنگ زدن صفحات و یا ماشین کاری آنها که موجب تقلیل ضخامت خواهد بود می باشد. قطر پیچ ها و پین ها در هیچ قالبی از ۸ میلی متر کمتر نخواهد بود. پین های **J** در روپند، پرسی جازده می شود ولی در ماتریس لزومی به انطباق پرسی نیست. مقطع **C-C** ماتریس را نشان می دهد. فاصله مستقیم **M** را حدود ۳ میلی متر در نظر می گیرند و زاویه ی شیب **N** را از جدول زیر تعیین می کنند. قطر **O** به اندازه ۳ میلی متر بزرگتر از قطر **P** خواهد بود تا قطعه کار راحت از زیر قالب بیرون بیفتد.



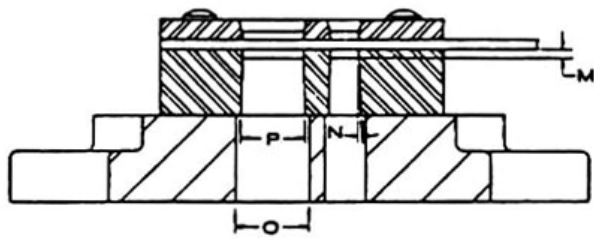
قسمت ماتریس قالب A



SECTION B-B



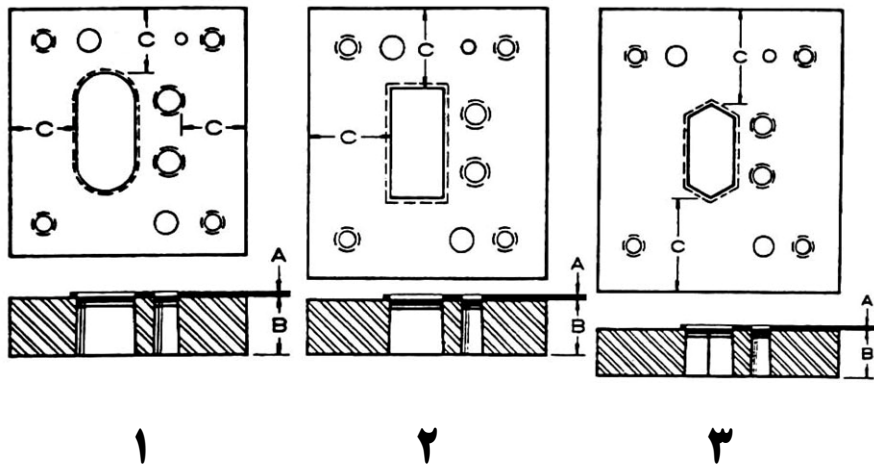
SECTION A-A



SECTION C-C

مقدار زاویه N (برحسب درجه)	ضخامت ورق (برحسب میلی متر)
۰/۲۵	۱/۶ - ۰
۰/۵	۱/۶ - ۴/۷۵
۰/۷۵	۴/۷۵ - ۷/۹
۱	بالای ۷/۹

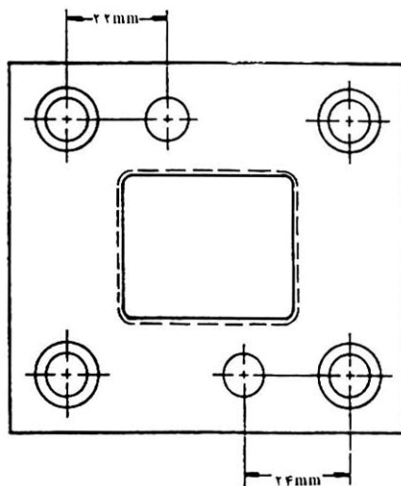
در هنگام طراحی ماتریس فواصل سوراخ های ماتریس که برای تشکیل قطعه لازم است نباید نسبت به لبه ی ماتریس و یکدیگر از محدوده ی خاصی تجاوز کند. در شکل زیر نمای بالای ماتریس با سه نوع سوراخ نشان داده شده است. حداقل فاصله ی مجاز نیز با توجه به ضخامت بدنه ی ماتریس و ضخامت ورق در جدول دیده می شود.



A	B	C حداقل فاصله مجاز حفره با دیواره های بدنه		
ضخامت ورق	ضخامت بدنه ماتریس	۱ حفره با لبه های منحنی	۲ حفره با گوشه های داخلی	۳ حفره با گوشه های تیز داخلی
۰ - ۱/۶	۲۴	۲۷	۳۶	۴۸
۱/۶ - ۳/۲	۲۹	۳۳	۴۳	۵۸
۳/۲ - ۴/۷۵	۳۵	۴۰	۵۳	۷۰
۴/۷۵ - ۶/۳۵	۴۲	۴۷	۶۲	۸۳
بزرگتر از ۶/۳۵	۴۸	۵۴	۷۲	۹۶

* اندازه ها به میلی متر

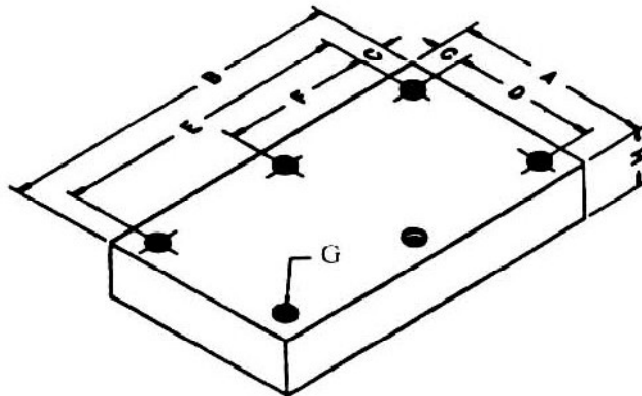
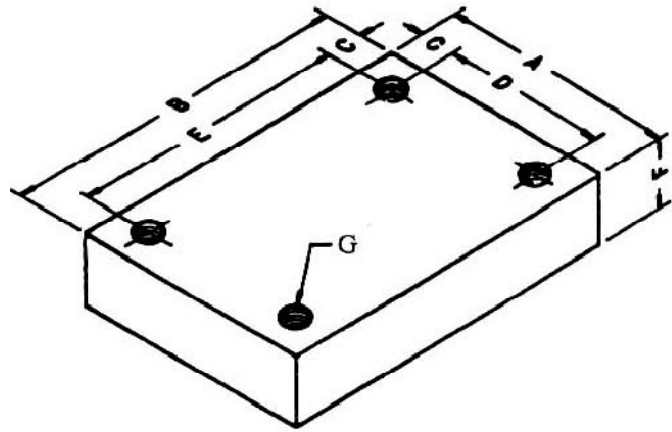
در برخی از قالب ها که حفره ی ماتریس آنها متقارن است ممکن است پس از تعمیر، ماتریس به طور غلط و برعکس حالت اولیه بسته شود. در این صورت به دلیل این که رعایت تقارن به طور کامل ممکن نیست، قالب در هنگام کار دچار مشکل خواهد شد. برای جلوگیری از این امر و نشان گذاری قالب، یکی از پین ها را در فاصله ای نزدیک تر نسبت به پیچ مجاورش قرار می دهند. این مسئله در شکل زیر نمایان است.



در جایی که انواع زیادی قطعه کار مورد نیاز باشد برای صرفه جویی در وقت و هزینه از اندازه های استاندارد ماتریس استفاده می کنیم. برای سرعت کار می توان از فیکسچرهای سوراخ کاری استفاده کرد در این صورت کار به راحتی بروی ماشین مته انجام خواهد شد. اندازه استاندارد ماتریسهای کوچک و متوسط در جدول زیر آمده است.

A	B	C	D	E	F	G
۷۶	۸۹	۱۶	۲۴	۵۷	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۷۶	۱۲۷	۱۶	۲۴	۹۵	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۱۰۲	۱۰۲	۱۶	۷۰	۷۰	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۱۰۲	۱۲۷	۱۶	۷۰	۹۵	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۱۰۲	۱۵۳	۱۶	۷۰	۱۲۱	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۱۲۷	۱۲۷	۱۹	۸۹	۸۹	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ
۱۲۷	۱۵۳	۱۹	۸۹	۱۱۴	۲۴	رزوه M 8×1 مته ۷ φ

* ابعاد به میلی متر



A	B	C	D	E	F	G	H
۱۰۲	۱۷۸	۱۹	۶۴	۱۴۰	۷۰	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۰۲	۲۰۳	۱۹	۶۴	۱۶۵	۸۲/۵	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۲۷	۲۰۳	۱۹	۸۹	۱۶۵	۸۲/۵	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۲۷	۲۵۴	۱۹	۸۹	۲۱۶	۱۰۸	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۵۳	۲۰۳	۱۹	۱۱۵	۱۶۵	۸۲/۵	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۵۳	۲۵۴	۱۹	۱۱۵	۲۱۶	۱۰۸	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶
۱۷۸	۲۷۹	۱۹	۱۴۰	۲۴۱	۱۲۰/۵	رزوه M 10×1 مته ۸.۵ φ	۲۸/۶

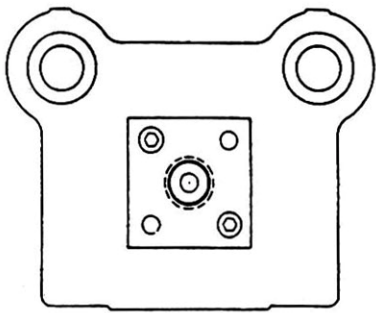
* ابعاد به میلی متر

نکته: در فولادهای سردکار قالب سازی می توان کمترین ضخامت ماتریس را از رابطه زیر محاسبه نمود:

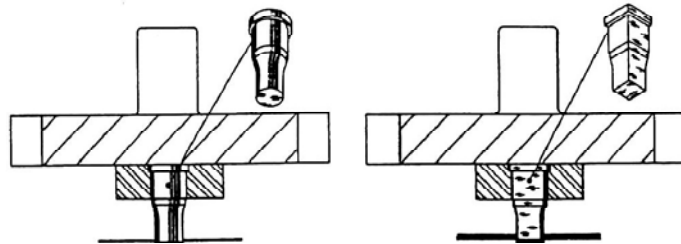
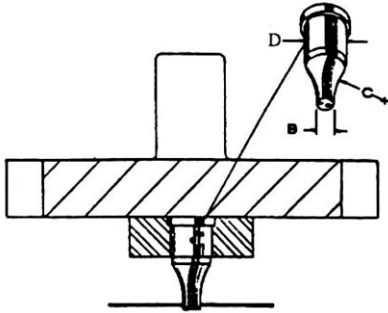
$$t_{min} = \sqrt[3]{F}$$

(F نیروی برش و t_{min} ضخامت به میلی متر) می توان به t_{min} یک ضریب اطمینان مناسب اعمال کرد.

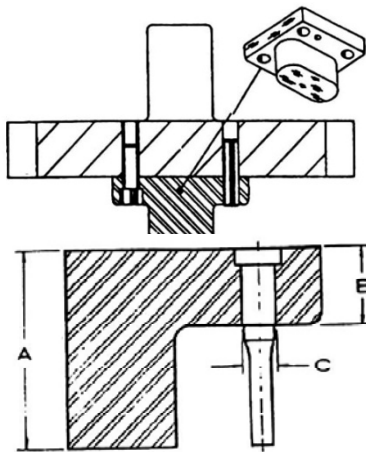
۲-۲- طراحی سنبه



در شکل روبرو روش کلی نشان دادن سنبه برای یک سوراخ دیده می شود. قطر **D** به مراتب از قطر سوراخ **B** بزرگتر است و قوس مخروطی **C** به منظور جلوگیری از خمش یا شکستن سنبه بر اثر ضربه ی پرس در نظر گرفته شده است. در این شکل، سنبه همراه سنبه گیر و کفشک بالا مشاهده می گردد. در برخی از سنبه های با مقطع غیر مدور، برای جلوگیری از چرخش سنبه می توان از خار استفاده کرد و یا می توان بدنه ی سنبه را غیر استوانه ای و چهار گوش یا راست گوشه ساخت (شکل زیر).



به منظور متصل ساختن سنبه به کفشک بالا می توان آن را به شکل روبرو ساخت که با پیچ و پین به کفشک بالا وصل می شود. لازم به تذکر است که فقط قسمت برنده ی سنبه را عملیات حرارتی و سخت کاری می کنند و صفحه ی بالایی آن باید حالت نرمی خویش را برای تنظیم دقیق سنبه با پیچ و پین کفشک دارا باشد. ابعادی که معمولاً در سنبه های سوراخ زنی متوسط به کار می رود عبارتند از: ارتفاع سنبه **(A)** ۴۰ میلی متر و ارتفاع فلانچ **(B)** ۱۶ میلی متر است. اندازه **B** نباید کمتر از ۱/۵ برابر قطر سنبه **(C)** باشد در غیر این صورت سنبه در محل خود استقرار خوبی نخواهد داشت.



طول سنبه باید طوری انتخاب شود که هنگام کار در قالب دچار خمش و کمانش نگردد. مبحث خمش و کمانش در درس مقاومت مصالح تشریح و در آن جا اثبات می گردد که رابطه بیشترین مقدار خمش برای تیر یک سر گیردار عبارت است از:

$$\delta = \frac{F \times L^3}{3 \times E \times I}$$

E مدول الاستیسیته جنس سنبه (جدول صفحه بعد) بر حسب گیگا پاسکال (گیگا نیوتن بر متر مربع)، **I** ممان سطحی (جدول صفحه ۸۲)، δ خمش مجاز که برای سنبه حدود ۳ درصد لقی قالب بر حسب میلی متر است و **F** نیرویی برش بر حسب نیوتن فرض می شود. **L** در حقیقت بیشترین مقدار مجاز طول سنبه بر حسب میلی متر است که در اثر اعمال نیرو دچار خمش نخواهد گردید. توجه: نیروهای جانبی قالب مدنظر قرار نگرفته است.

مقدار تقریبی مدول الاستیسیته مواد جامد گوناگون بر حسب Gpa

نوع ماده	مدول الاستیسیته (E) GPa
Rubber (small strain) لاستیک با کرنش کم	۰/۰۱-۰/۱
Low density polyethylene پلی اتیلن با چگالی کم	۰/۲
Magnesium metal (Mg) منیزیم	۴۵
Aluminum alloy آلیاژ آلومینیم	۶۹
Glass (all types) همه نوع شیشه	۷۲
Brass and bronze برنج و برنز	۱۰۳-۱۲۴
Wrought iron and steel آهن و فولاد نرم	۱۹۰-۲۱۰
Tungsten (W) تنگستن	۴۰۰-۴۱۰
Silicon carbide (SiC) کاربید سیلیسیم	۴۵۰
Tungsten carbide (WC) کاربید تنگستن	۴۵۰-۶۵۰
Diamond (C) الماس	۱۰۵۰-۱۲۰۰

همچنین در قالب های برش برای اطمینان از عدم کمانش سنبه، بیشترین طول مجاز سنبه (h_{max}) از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$h_{max} = 57.5 \times \sqrt{\frac{d^3}{s \times \tau_{max}}}$$

d قطر سنبه و s ضخامت ورق به میلی متر و τ_{max} حداکثر استحکام برشی ورق بر حسب پاسکال است. توجه: روابط گفته شده تنها برای بررسی امکان خمش و کمانش در سنبه است. یعنی ابتدا کمترین طول سنبه با توجه به عملکرد قالب توسط طراح تعیین می گردد سپس به کمک روابط گفته شده این طول کنترل می شود.

در جدول زیر ابعاد استاندارد سنبه سوراخ زنی طبق استاندارد **DIN 9861** آورده شده است.

مقایسه با (DIN 9861 T 1 (11.87))		سنبه برش پولک فرم D					
d_{1hg} تا... از	برش	$1^{+0.5}_0$				سختی سنبه برش از جنس	
		71	80	100	HWS ¹⁾	HSS ²⁾	
0,5...0,95	0,05	71	80	-	بدنه	(62 ± 2) HRC	(64 ± 2) HRC
1...2,9	0,1	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC
3,0...6,4	0,1	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC
6,5...20	0,5	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC

مشخصه سنبه برش پولک فرم D با $d_1 = 5,6$ mm و $l = 71$ mm از فولاد ابزار گروه آلیاژی HWS¹⁾:
 DIN 9861 D-5,6*71 HWS
¹⁾ HWS فولادهای آلیاژی سرد کار؛ ²⁾ HSS فولادهای تندبر

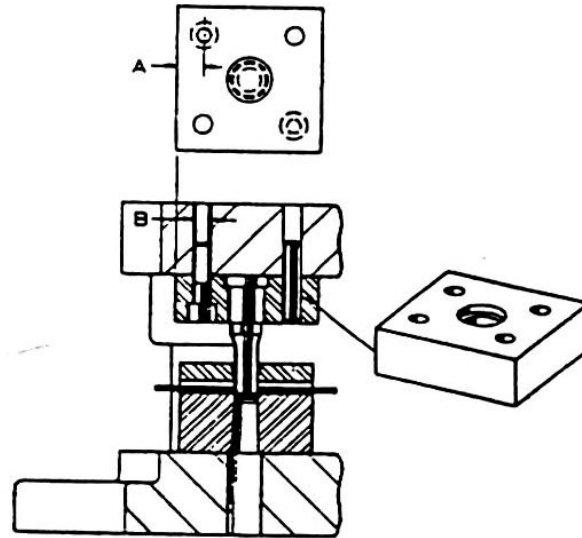
۳-۲- طراحی سنبه گیر

سنبه گیر صفحه ای است که پاشنه یا فلنج سنبه در آن جای می گیرد و توسط پیچ و پین سنبه را ثابت و محکم نگاه می دارد. نکات زیر در طراحی سنبه گیر اهمیت دارد:

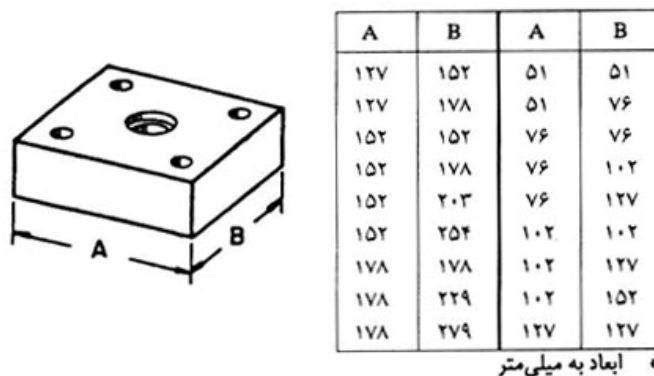
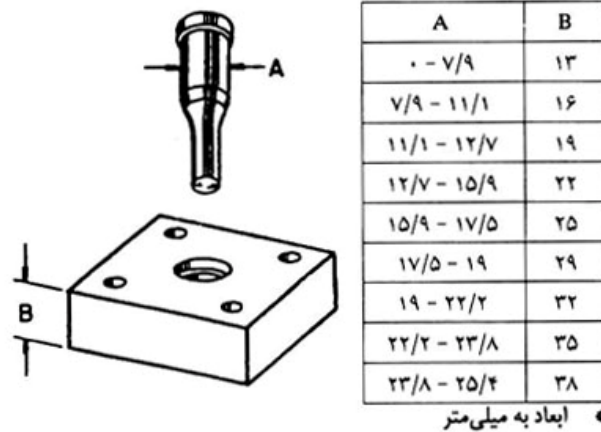
الف- برای حفظ و نگاه داری مناسب سنبه، ضخامت کافی داشته باشد.

ب- برای مقابله با نیروی ایجاد شده هنگام عملکرد قالب تعداد پیچ کافی داشته باشد.

سنبه گیر هایی که فقط یک سنبه را در خود جای می دهند به شکل مربع و با ضخامت کافی ساخته می شوند. دو پیچ و دو پین آنها را به کفشک بالا اتصال می دهد. حداقل فاصله ی لبه صفحه ی سنبه گیر از مرکز پیچ ها (A) $1/5$ برابر قطر مقطع پیچ (B) است.

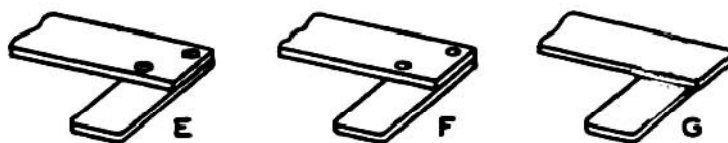
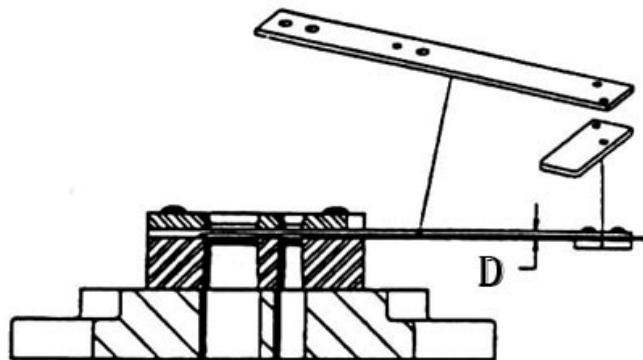
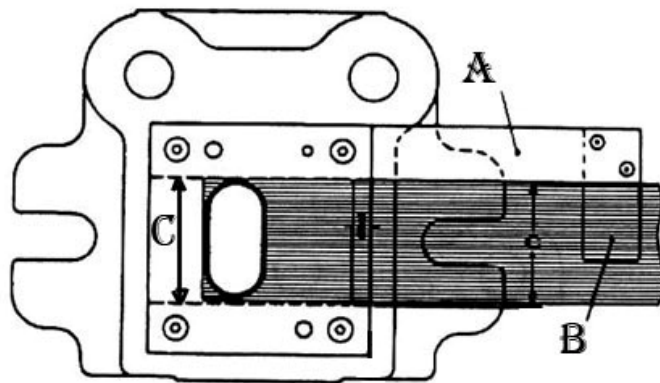


ابعاد پیشنهادی برای سنبه گیر در شکل زیر دیده می شود.

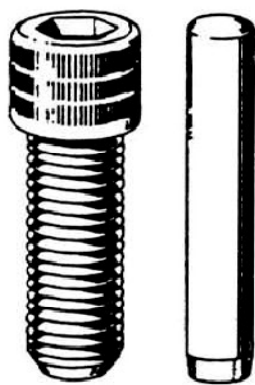


۴-۲- طراحی کانال راهنما

گیج یا کانال راهنما عمل هدایت ورق بروی ماتریس را بر عهده دارد. شکل زیر، نمای بالا، چگونگی قرار گرفتن کانال **A** را نشان می دهد. صفحه کمکی **B** سطح نوار ورق و سطح ماتریس را هم سطح می کند. اگر ورق به صورت خودکار تغذیه شود پهنای **C** به اندازه پهنای ورق به علاوه $0/8$ میلی متر است. زمانی که نوار ورق توسط دست کارگر جلو برده می شود به پهنای ورق $1/5$ تا $4/5$ میلی متر اضافه می گردد. ضخامت **D** برای ورق های با ضخامت کمتر از $1/5$ میلی متر معمولاً ۳ میلی متر بیشتر از ضخامت ورق و برای ورق ضخیم تر مقدار آن $1/5$ تا ۳ میلی متر بیشتر از ضخامت ورق خواهد بود. در شکل های **E** و **F** و **G** سه طریقه وصل کردن صفحه کمکی به کانال نشان داده شده است. در شکل **E** دو صفحه به هم پیچ شده اند اما در شکل **F** با پین و در **G** با جوش اتصال داده شده اند. در مواردی که نوار ورق پهن و نازک باشد و احتمال دارد روی کانال خم شود از صفحه ی کمکی پهن تری استفاده می شود. کافی است که کانال و صفحه ی کمکی را با پیچ به هم وصل کنیم و به پین نیازی نخواهد بود.



۵-۲- پیچها و پینهای قرار

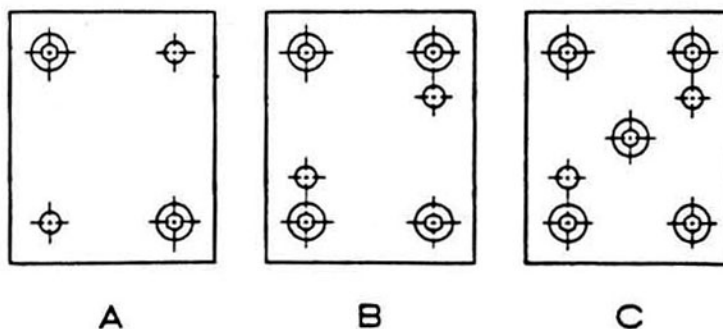


پیچ آل

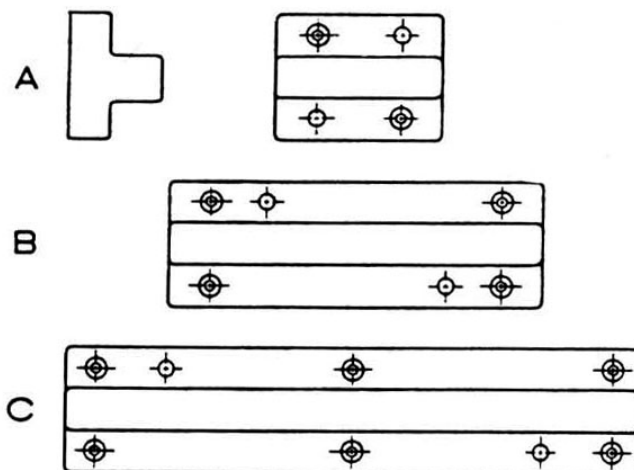
پین

یکی از قسمت های مهم که در هر قالب وجود دارد بست هایی است که برای اتصال اجزای قالب به کار می رود. در جایی که اجزای یک وسیله مکانیکی باید به طور دقیق متصل شوند و ضمناً برای تعمیر لازم باشد تا براحتی از یکدیگر جدا شوند، پیچها به همراه پین ها بهترین وسیله بست هستند. پیچ ها برای اتصال بکار می روند و نمی توانند انطباق دقیق را ضمانت کنند. لقی ای که برای سوراخ پیچ در نظر گرفته می شود حدود 0.4 میلی متر بزرگ تر از قطر پیچ است و جای خزینه سر پیچ نیز حدود 0.8 میلی متر بزرگ تر از قطر آن می باشد. روشن است که این لقی ها اجازه می دهند تا پیچ حرکت جانبی ناچیزی داشته باشد. برای حذف این حرکت جانبی و برقراری انطباق مناسب از میله های باریک و کوچکی به نام پین استفاده می شود که معمولاً انطباق پرسی دارند و دو قطعه کار را از حرکت جانبی حفظ می کنند. چنانچه قطعات به دلیلی باز شوند، با قرار دادن پینها باز در جای درست قرار می گیرند. برای بستن قالب سه طرح زیر وجود دارد :

در طرح **A** دو پین قرار و دو پیچ در قطرهای بلوک قالب قرار گرفته اند که این طرح مخصوص قالب های کوچک و کم نیرو است. اگر قالب، نیروی بیشتری تحمل کند از روش **B** استفاده می شود و اگر بازهم قالب بزرگتر باشد روش **C** به کار می رود.



در مورد بستن سنبه هایی که دارای فلنج یا لبه هستند (یا صفحه سنبه گیر) با توجه به اندازه سنبه (یا صفحه سنبه گیر) همین طرح ها اجرا می گردد.



در جداول زیر ابعاد پیچهای آلن داده شده است. این ابعاد مطابق استانداردهای زیر می باشد:

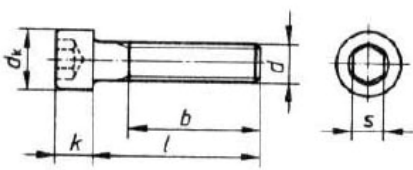
DIN 912-

DIN 6912-

DIN 7991-

پیچ سر استوانه‌ای آلنی

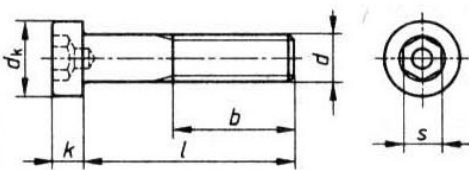
مقایسه با (12.83) DIN 912



d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
				×1	×1,25	×1,25	×1,5	×1,5	×2
b	رزوه تقریباً تا سرپیچ								
از 1 تا	6	8	10	12	16	20	25	30	40
b	25	25	30	35	40	50	60	70	80
از 1 تا	20	22	24	28	32	36	44	52	60
b	30	30	35	40	45	55	65	80	80
dk	40	50	60	80	100	120	160	200	200
dk	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36
k	4	5	6	8	10	12	16	20	24
s	3	4	5	6	8	10	14	17	19
طول نامی	5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30...65, 70, 80, 90...200mm								

پیچ سر استوانه‌ای آلنی، سر کوتاه

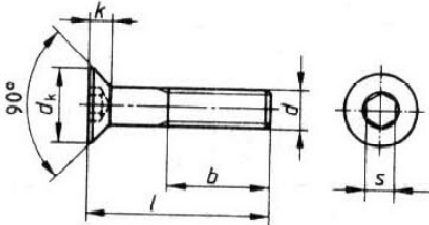
مقایسه با (5.85) DIN 6912



d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
b	14	16	18	22	26	30	38	46	54
dk	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36
k	2,8	3,5	4	5	6,5	7,5	10	12	14
s	3	4	5	6	8	10	14	17	19
از 1 تا	10	10	10	12	16	16	20	30	60
b	50	60	70	80	90	100	140	180	200
طول نامی	10, 12, 16, 20, 25., 30, 35, 40, 50...100, 120, 200mm								

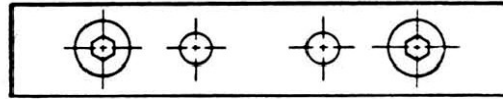
پیچی خزینه آلنی

مقایسه با (1.86) DIN 7991

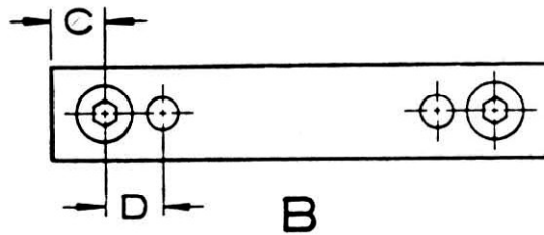


d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
b	14	16	18	22	26	30	38	46	54
dk	8	10	12	16	20	24	30	36	39
k	2,3	2,8	3,3	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	14
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14
از 1 تا	8	8	8	10	12	20	30	35	50
b	40	50	50	60	70	70	90	100	180
طول نامی	8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 50...180mm								

فواصل بین پیچ و پین ها و لبه جسم نکته دیگری است که باید به آن توجه کرد. در شکل A فواصل پیچها از هم و از لبه مناسب است. اما پین ها برای جفت شدن دقیق قطعات خیلی به هم نزدیک هستند. لذا باید این فاصله افزایش یابد. اما اگر فاصله پیچ ها و پین ها کم شود این خطر وجود دارد که در عملیات حرارتی قطعه کار دچار شکستگی یا ترک شود. طرح B تقریباً مناسب است.



A



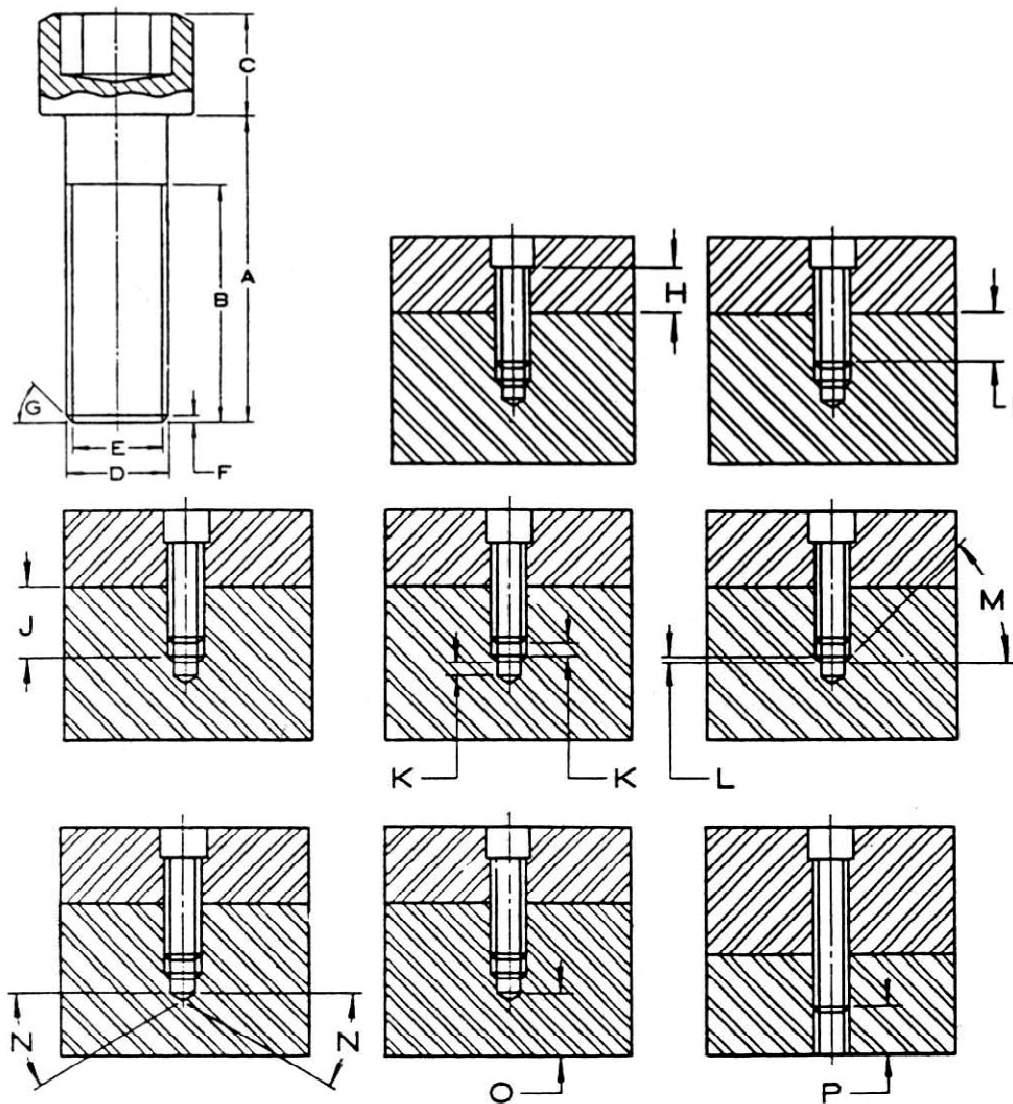
B

برای محاسبه میزان مجاز فاصله سوراخ تا لبه یا از سوراخ دیگر از جدول زیر استفاده کنید.

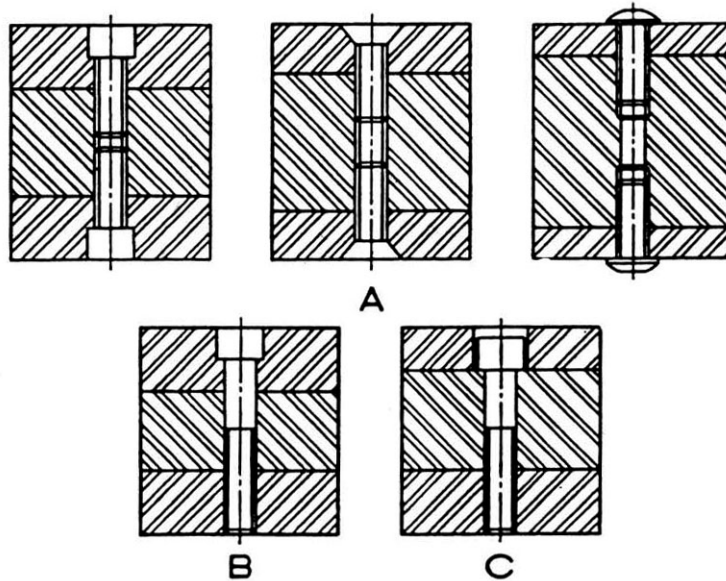
شکل مورد نظر	توضیح	فولاد نرم	فولاد سخت
	فاصله سوراخ از دو لبه برابر است.	$L=1/125 \times D$	$L=1/25 \times D$
	فاصله سوراخ از دو لبه برابر نیست.	$L=1/5 \times D$ $H=1 \times D$	$L=1/5 \times D$ $H=1/125 \times D$
	فاصله بین سوراخ پین و پیچ هم قطر	$L=1 \times D$	$L=1/125 \times D$
	فاصله بین سوراخ پین و پیچ غیر هم قطر		

با توجه به جدول روشن است که در فولادهای نرم می توان سوراخ ها را نزدیک تر به لبه یا به یک دیگر انتخاب کرد.

ابعاد مختلف یک پیچ آلن را در شکل مشاهده می کنید. وقتی که قالب از فولاد سخت تولید شده باشد ارتفاع H نباید هیچ گاه از $1/5$ برابر قطر D کمتر باشد. مقدار K معمولاً ۳ میلی متر است. توجه به این نکته مهم است که انتهای قلاویزها معمولاً دارای $1/5$ دنده کامل نشده است. بنابر این با توجه به گام پیچ این مطلب باید در انتخاب فاصله K در نظر گرفته شود. عمق روزه I معمولاً $1/5$ برابر قطر D است که در شرایط خاص برابر D منظور می گردد. عمق روزه برای چدن و مواد دیگر غیر فولادی دو برابر قطر D خواهد بود. زوایای M و N به ترتیب ۴۵ و ۳۰ درجه است. در صورتی که اندازه O از قطر D پیچ بیشتر نباشد سوراخ ها را تا انتها ادامه خواهیم داد چرا که در غیر این صورت به دلیل عملیات حرارتی، قطعه دچار شکستگی خواهد شد.



سه روش بستن صفحه های قالب توسط پیچ های آلن در صفحه بعد نشان داده شده است. توجه کنید که صفحه های بالایی به ترتیب باریک تر شده اند. در صورتی که بیش از دو صفحه داشته باشیم روش A مورد استفاده قرار می گیرد. زمانی که صفحه وسط زیاد ضخیم نیست می توان از یک پیچ بلند مانند شکل B استفاده کرد. شکل C حالتی را نشان می دهد که دو صفحه پایینی به هم بسته می شود ولی همان طور که می بینید ارتباطی با صفحه بالا ندارند.



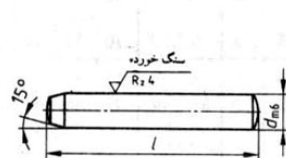
همانطور که گفته شد پین باعث انطباق دقیق قطعات شده از حرکت جانبی آنها جلوگیری می کند. علاوه بر این، تسریع در امر باز و بسته کردن قالب نیز از مشخصات دیگر پین است. جنس آن از فولاد آلیاژی سخت کاری شده است. در جدول زیر نیروی مجاز برای قطرهای مختلف پین ارائه شده است.

مقدار نیروی مجاز وارد شده به پین (نیوتن)	قطر پین (میلی متر)
۶۴۸	۳
۱۸۰۰	۵
۲۵۹۲	۶
۳۵۲۸	۷
۴۶۰۸	۸
۷۲۰۰	۱۰
۱۰۳۶۸	۱۲
۱۴۱۱۲	۱۴
۱۸۴۳۲	۱۶
۲۳۳۲۸	۱۸
۲۸۸۰۰	۲۰

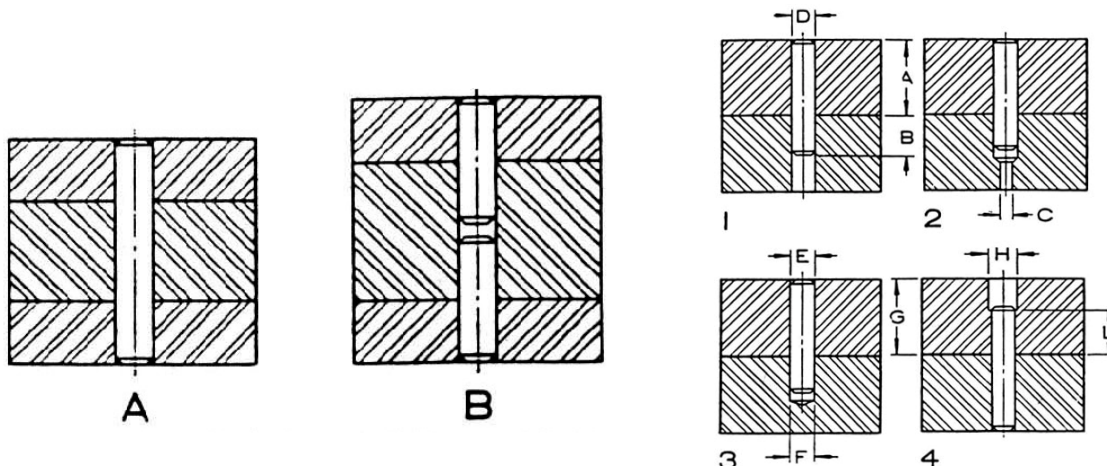
معمولاً قطر پین به اندازه 0.05 میلی متر بیشتر از قطر سوراخ آن است. اگر قالب تعمیر شده باشد و یا سوراخ، دقیق تراشیده نشده است می توان رقم 0.25 میلی متر را در نظر گرفت. برای این که پین در ابتدا راحت تر جا برود طبق استاندارد DIN 6325 به سر آن شیب 15° درجه داده می شود و سر دیگر پین گرد می شود (جدول دوم صفحه بعد).

برای جیگ و فیکسچرها بهتر است که قطر پین یک نمره کوچک تر از قطر پیچ انتخاب شود. ولی در قالب ها باید پین هم قطر پیچ باشد و این کار به دلیل سرعت زیاد و نیروی قابل توجهی است که به بستها اعمال می گردد. جدول اول صفحه بعد، اندازه ی پین مناسب برای ابزارها (جیگ و فیکسچرها) و قالب ها را مشخص می کند.

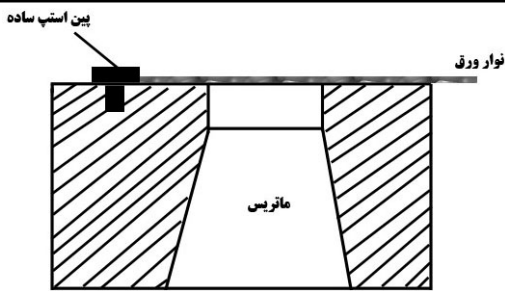
قطر پین (میلی متر)	در قالب	در جیگ و فیکسچر
۳	۳	۳
۵	۶	۵
۶	۸	۶
۸	۱۰	۸
۱۱	۱۲	۱۱
۱۲	۱۶	۱۲
۱۶	۲۰	۱۶

مقایسه با DIN 6325 (10.71)		پین استوانه ای، سخت شده												
	d	1	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
	از تا l	4 10	6 20	6 24	8 32	10 40	12 50	14 60	18 80	24 100	28 100	36 120	40 120	50 120
طول نامی l	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100mm													
مشخصه یک پین استوانه ای سخت شده با $d = 4 \text{ mm}$ ، میدان ترانس $m6$ و $l = 20 \text{ mm}$														
جنس فولاد : DIN 6325-4 m6 x 20 پین استوانه ای														

در شکل زیر چهار روش برای استفاده از پین ارائه شده است. شکل ۱ پین با سوراخ سراسری است که از هر دو طرف می توان پین را داخل یا خارج کرد. در این حالت طول A برابر ۵ سانتی متر یا کمتر است و مقدار B حدود ۱/۵ تا ۲ برابر قطر پین D می باشد. شکل ۲ پینی را نشان می دهد که فقط از یک طرف می تواند داخل یا خارج شود. سطح پایین سوراخ پین به اندازه ۳ میلی متر بیشتر از ارتفاع پین، سوراخ می شود و دومین سوراخ تا انتهای صفحه امتداد می یابد. در این حالت $C = D + 1/5$ میلی متر می باشد. این سوراخ، راهی برای ضربه زدن و خارج کردن پین است. در شکل ۳ صفحه ی زیرین مسدود است. از این روش تا حد امکان نباید استفاده کرد زیرا به علت هوای فشرده پین به راحتی جازده نمی شود و خارج کردن پین با مشکلات زیادی همراه خواهد بود. قطر E با پرس جازده می شود و قطر F انطباق لغزشی خواهد داشت. در شکل ۴ پین نمایش داده شده بین دو صفحه انطباق برقرار کرده است و صفحه ی بالایی بیشتر از ۵ سانتی متر ضخامت دارد بنابراین پین تا طول L که ۱/۵ تا ۲ برابر قطر است در نظر گرفته می شود. قطر H حدود ۰/۸ میلی متر بزرگ تر از قطر پین می باشد. هنگامی که بیشتر از دو صفحه به کار رود اگر صفحات نازک باشد از شکل A و اگر ضخیم باشد از شکل B استفاده می کنیم.

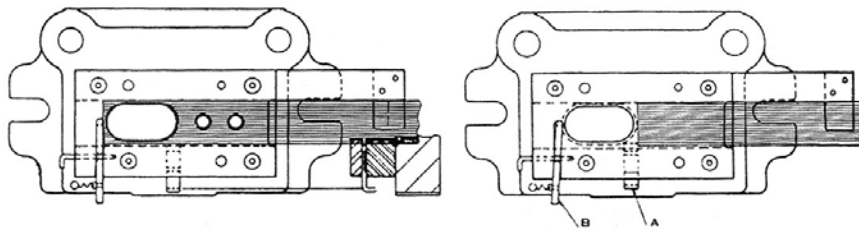


۱-۵-۲- دیگر انواع پین

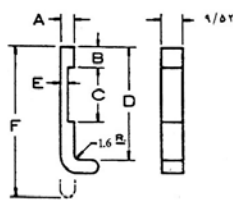


پینها در قالب پرس به انواع پینهای فشاری که در بخش قبل توضیح داده شدند و پینهای موقعیت دهنده یا توقف نوار ورق که در ادامه بررسی می گردد تقسیم می شود. پینهای موقعیت دهنده یا توقف ورق بصورت دستی یا خودکار برای

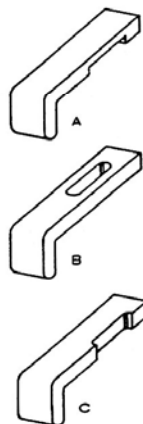
موقعیت دهی به لبه نوار ورق در قالب تعبیه می گردد. پین توقف ساده که در قالبهای ساده پرس مورد استفاده قرار می گیرد از نظر طولی به ورق موقعیت می دهد و آن را در موقعیت خاصی نسبت به ماتریس نگاه می دارد. به این ترتیب مقدار دور ریز طولی ورق در حد معینی باقی می ماند. نوع دیگر از این پینها که معمولاً در قالبهای دو یا چند مرحله ای به کار می رود پین انگشتی است. این پین نیز نوار ورق را در موقعیت معینی نگاه می دارد تا پس از انجام عملیات، نوار ورق به مرحله بعدی برود. در قالب نشان داده شده شکل زیر پین انگشتی A توسط اپراتور به داخل فشار داده می شود به این ترتیب ورق برای انجام اولین مرحله پرس کاری یعنی سوراخ زنی موقعیت دهی می گردد. سپس اپراتور، انگشتی را بیرون می کشد و نوار ورق را به جلو هدایت می کند. در این مرحله نوار ورق به پین توقف خودکار B می رسد و مجدداً متوقف می شود تا مرحله دوم پرس کاری یعنی پولک زنی انجام گردد ضمن آن که سنبه مرحله اول عمل سوراخ زنی را نیز انجام می دهد. بنابراین پین انگشتی تنها یک بار آن هم در ابتدای ورود نوار ورق، جهت تنظیم اولین موقعیت، استفاده می شود.



انواع پین توقف انگشتی و ابعاد ساخت آن در جدول زیر آورده شده است.



نوع	A	B	C	D	E	F
۱	۳/۲	۶/۴	۱۶/۷	۳۷	۱/۶	۲۶
۲	۲/۸	۸	۲۰/۷	۴۴/۵	۲/۴	۳۷/۵
۳	۶/۴	۹/۶	۲۲/۶	۵۱/۵	۳/۲	۶۷
۴	۸	۱۱/۲	۲۸/۵	۵۹	۴	۷۶/۵
۵	۹/۶	۱۲/۷	۳۲/۵	۶۷	۴/۸	۸۶

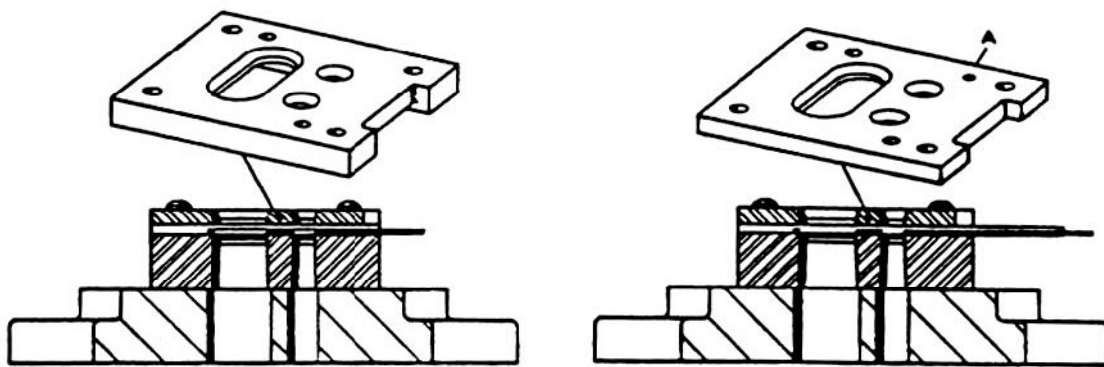


نوع	A	B	C	D	E	F
۶	۳/۲	۹/۵	۳۶/۵	۶۳/۵	۱/۶	۷۴
۷	۲/۸	۱۱/۱	۴۰/۵	۷۰/۶	۲/۴	۸۳/۵
۸	۶/۴	۱۲/۷	۲۲/۵	۷۷/۸	۳/۲	۹۳
۹	۸	۱۴/۳	۲۸/۴	۸۵	۴	۱۰۲/۵
۱۰	۹/۶	۱۵/۹	۵۲/۴	۹۲	۴/۸	۱۱۲/۵

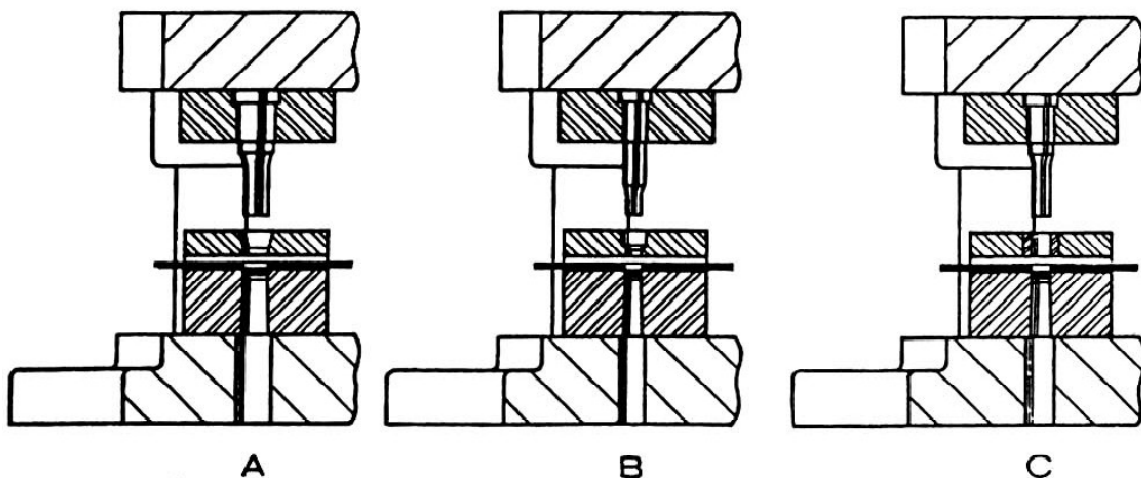
نوع	A	B	C	D	E	F
۱۱	۳/۲	۶/۴	۲۳/۸	۵۱	۱/۶	۶۱
۱۲	۲/۸	۸	۲۷/۸	۵۷/۹	۲/۴	۷۱
۱۳	۶/۴	۹/۶	۳۱/۸	۶۵	۳/۲	۸۱
۱۴	۸	۱۱/۲	۳۵/۷	۷۲	۴	۹۰
۱۵	۹/۶	۱۲/۷	۴۰	۷۹	۴/۸	۹۹/۵

۶-۲- صفحه جدا کننده و بیرون انداز

صفحه جدا کننده یا روبند، نوار ورق را از اطراف سنبه جدا می کند. صفحه جدا کننده به دو گروه ثابت و متحرک تقسیم می گردد. نوع ثابت آن که به روبند معروف است با پین و پیچ به همراه کانال راهنما بروی ماتریس محکم می شود. نوع متحرک یا نوع فنری آن به کفشک بالا یا پایین متصل شده است هم زمان با بالا و پایین رفتن سنبه حرکت می کند. شکل زیر سمت راست یک صفحه جدا کننده ثابت را نشان می دهد. این صفحه با چهار پیچ آلن و دو پین به کانال راهنما و ماتریس بسته شده است. یک پین کوچک اضافی نیز دیوار کانال را به صفحه جدا کننده محکم می کند. برای قالبهای خیلی کوچک می توان صفحه جدا کننده را ضخیم تر در نظر گرفت و طوری آن را ماشین کاری کرد که یک کانال در زیر آن به وجود آید و ورق در این کانال هدایت گردد (شکل زیر سمت چپ).

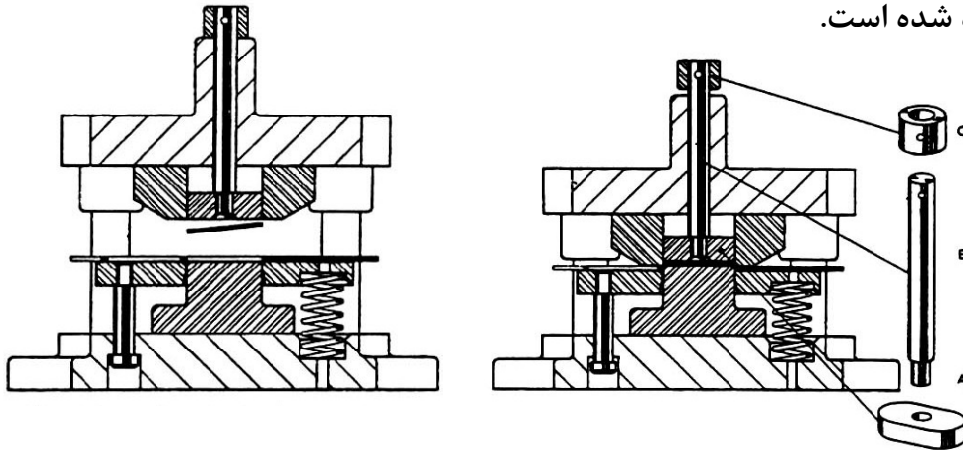


برای ماشین کاری سوراخ سنبه در صفحه ی جدا کننده سه روش در شکل زیر نمایش داده شده است. در نوع A صفحه جدا کننده پس از ۳ میلی متر دیواره ی صاف، به صورت مخروطی و شیب دار ماشین کاری می گردد. در نوع B که نوک سنبه برای سختی بیشتر، کوتاه شده است پس از ۳ میلی متر باز هم به صورت استوانه ای اما با قطر بیشتر ماشین کاری شده است تا بالای سنبه را نیز تحت پوشش قرار دهد. در نوع C که سنبه کوچک و نسبتاً باریکی دارد بوشی هم قطر با سنبه را (با لقی مناسب) در صفحه جدا کننده جا می زنند.

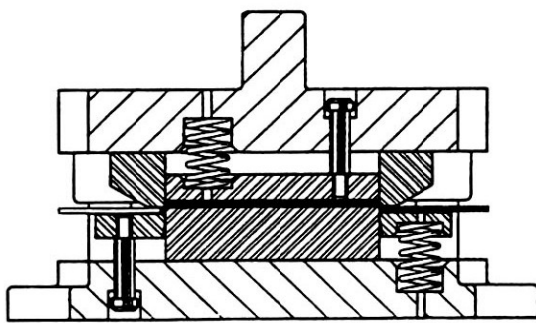


علاوه بر این که ورق به دور سنبه، گیر می کند گاهی اوقات به کف آن نیز می چسبد که برای جدا کردن قطعه ورق از کف سنبه، از پران یا بیرون انداز استفاده می کنند. در شکل صفحه بعد یک قالب معکوس

مجهز به بیرون انداز دیده می شود. در قالب معکوس سنبه به کفشک پایین متصل می گردد. همانطور که می بینید در شکل سمت چپ بیرون انداز باعث جدا شدن قطعه از کف سنبه شده است. در برخی قطعات غیر متقارن بیرون انداز باید در گرانیگاه قطعه اثر کند در غیر این صورت احتمالاً باعث خمیدگی در قطعه چسبیده به کف سنبه و یا حتی محور بیرون انداز خواهد شد. مثالی از محاسبه گرانیگاه در صفحه های ۴۸ و ۴۹ آورده شده است.



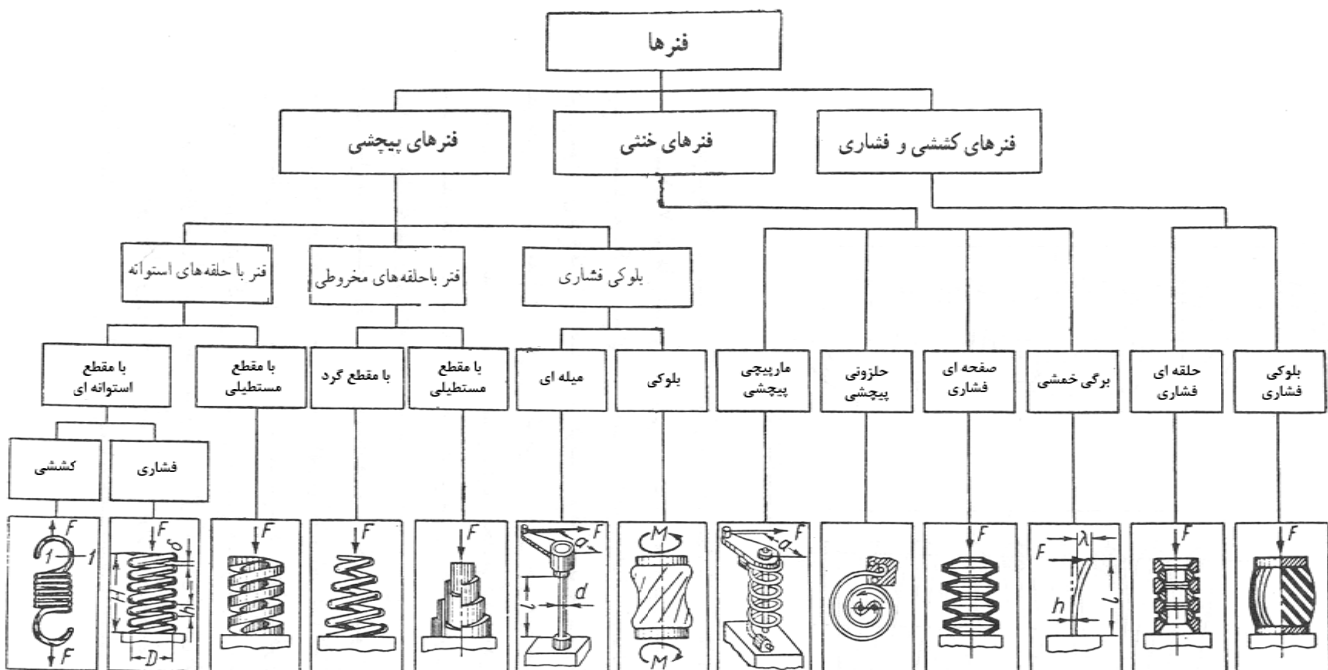
برای قطعات خیلی بزرگ می توان از صفحات بیرون انداز مجهز به فنر استفاده کرد. از مشکلات این نوع



بیرون انداز آن است که ورق بریده شده را دوباره داخل سوراخ ورق جای می دهد و برای در آوردن آن باید تدابیر ویژه ای اندیشید. در قالبهای مرحله ای می توان از این خصوصیت به عنوان یک مزیت برای انجام مراحل بعدی استفاده کرد (شکل روبرو).

۱-۶-۲- فنر

در تصویر زیر انواع فنر و تقسیم بندی آنها دیده می شود.



فنرهای پیچشی مقطع استوانه ای فشاری، از جمله فنرهایی هستند که در صفحات بیرون انداز فنری کاربرد دارند. این نوع فنرها از فولاد فنر ساخته می شود و از آن جا که در اثر اعمال نیروی محوری طول آن کاهش می یابد به فنر فشاری معروف است. مقدار کاهش طول فنر که به آن خیز فنر گفته می شود تابعی از نیروی محوری وارد شده به فنر است ($F=R \times s$ و R سختی یا ضریب ثابت فنر بر حسب نیوتن بر متر، F نیروی محوری بر حسب نیوتن و s جابه جایی بر حسب متر). در اثر اعمال نیروی حداکثر به فنر، حلقه های آن به یکدیگر می رسند و گام فنر به کمترین مقدار ممکن کاهش می یابد. گام فنر، فاصله محوری دو حلقه مجاور است. در جدول زیر اندازه این فنرها مطابق DIN 2098 داده شده است.

فنر استوانه ای از مغنول گرد

مقایسه با DIN 2098 T1 (10.68), T2 (8.70)

d	D _m	D _d max.	D _d min.	F N/mm	i _r = 5,5			i _r = 8,5		
					L ₀	f	R	L ₀	f	R
0,2	2,5	2,0	3,1	1,02	8,2	6,0	0,17	12,4	9,3	0,11
	2	1,5	2,6	1,26	5,9	3,8	0,33	8,7	5,9	0,21
	1,6	1,1	2,1	1,53	4,4	2,4	0,65	6,4	3,6	0,42
	1,2	0,8	1,7	1,93	3,2	1,3	1,54	4,6	1,9	0,99
	1	0,7	1,4	2,18	2,7	0,8	2,65	3,9	1,3	1,72
0,5	6,3	5,3	7,5	6,7	20 ⁽¹⁾	14,0	0,47	30 ⁽¹⁾	21,3	0,31
	5	4,0	6,2	8,2	14	8,6	0,95	20,5 ⁽¹⁾	12,9	0,62
	4	3,1	5,0	9,5	10	4,9	1,85	15	7,9	1,19
	3,2	2,4	4,1	10,2	7,9	2,8	3,60	11,5	4,4	2,33
	2,5	1,7	3,4	10,6	6,1	1,4	7,57	8,7	2,2	4,89
1	12,5	10,8	14,4	22,4	36,5	23,1	0,97	55,5 ⁽¹⁾	36,1	0,62
	10	8,4	11,8	27,9	26	14,8	1,89	39	23,0	1,22
	8	6,5	9,6	33,8	19	8,9	3,68	28,5	14,2	2,38
	6,3	4,9	7,8	34,8	14,5	4,4	7,54	21,5	7,2	4,88
	5	3,6	6,5	44,6	12	3,0	15,1	17	4,4	9,76
1,6	20	17,5	22,6	86,5	73,5 ⁽¹⁾	55,9	1,55	110 ⁽¹⁾	84,5	1,01
	16	13,7	18,5	108	51,5 ⁽¹⁾	36,0	3,02	77,5 ⁽¹⁾	55,3	1,96
	12,5	10,3	14,7	138	36	21,9	6,35	53,5 ⁽¹⁾	33,4	4,12
	10	7,9	12,1	173	27	13,8	12,4	40,5	21,6	8,03
	8	5,9	10,1	216	21,5	8,9	24,2	31,5	13,6	15,7
2	25	22,0	28,0	130	88,5 ⁽¹⁾	67,1	1,94	135 ⁽¹⁾	104	1,25
	20	17,1	22,9	162	62 ⁽¹⁾	42,8	3,78	94 ⁽¹⁾	66,4	2,44
	16	13,4	18,6	202	45	27,3	7,38	68 ⁽¹⁾	42,5	4,78
	12,5	9,9	15,1	259	33	16,6	15,5	49,5	26,0	10,0
	10	7,5	12,5	324	26,5	10,9	30,3	38,5	16,5	19,6
2,5	32	28,3	36,0	186	110 ⁽¹⁾	82,1	2,26	170 ⁽¹⁾	129	1,46
	25	21,6	28,4	238	74,5 ⁽¹⁾	50,5	4,73	115 ⁽¹⁾	80,2	3,06
	20	16,8	23,2	298	54	32,1	9,23	81,5 ⁽¹⁾	50,0	5,97
	16	12,9	19,1	372	41	20,5	18,0	61	31,7	11,7
	12,5	9,4	15,6	477	32	12,5	37,9	47,5	19,7	24,5
3,2	40	35,6	44,6	294	125 ⁽¹⁾	95,3	3,09	190 ⁽¹⁾	148	2,00
	32	27,6	36,5	368	88,5 ⁽¹⁾	61,1	6,04	135 ⁽¹⁾	96,2	3,90
	25	21,1	28,9	470	63,5	37,2	12,6	94,5 ⁽¹⁾	57,4	8,18
	20	16,1	23,9	588	49,5	23,6	24,7	74	36,9	16,0
4	50	44,0	56,0	435	150 ⁽¹⁾	111	3,86	230 ⁽¹⁾	175	2,5
	40	34,8	45,2	543	105 ⁽¹⁾	69,9	7,55	160 ⁽¹⁾	110	4,88
	32	27,0	37,0	679	79,5	46,2	14,7	120	72,8	9,53
	25	20,3	29,7	869	60,5	28,3	30,9	89,5	43,5	20,0

D_m قطر متوسط فنر
 d قطر مغنول فنر
 D_d قطر میله
 D_h قطر جلد
 L_0 طول آزاد فنر
 F حداکثر نیروی مجاز اعمالی به فنر
 f حداکثر جابه جایی مجاز فنر
 i_r تعداد حلقه های موثر
 R ضریب ثابت فنر به N/mm

⁽¹⁾ به خاطر خطر کماتش ، میله راهنما و جلد لازم است .
 مشخصه فنر فشاری با $d = 2mm$
 $L_0 = 94mm$ و $D_m = 20mm$
 فنر فشاری DIN 2098 - 2 × 20 × 94

۲-۶-۲- محاسبه نیروی بیرون انداز

محاسبه دقیق نیروی بیرون انداز ($F_{stripper} = F_{st}$) به کمک یک رابطه ریاضی ممکن نیست چرا که به عوامل گوناگونی بستگی دارد. اما به صورت تجربی F_{st} بین ۵ تا ۲۰ درصد نیروی برش (F) منظور می گردد. هر چه نسبت قطر برش سنبه (d) به ضخامت ورق (s) کمتر شود F_{st} افزایش می یابد :

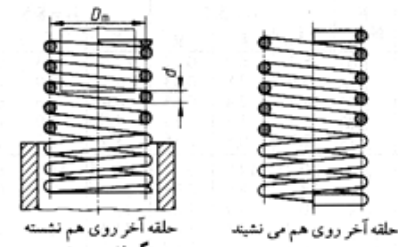
$$\frac{d}{s} \geq 10 \rightarrow F_{st} = 0.05 \times F$$

$$4 < \frac{d}{s} < 10 \rightarrow F_{st} = 0.1 \times F$$

$$2 < \frac{d}{s} < 4 \rightarrow F_{st} = 0.15 \times F \text{ تا } 0.2 \times F$$

پس از محاسبه نیروی بیرون انداز و تقسیم آن بر تعداد فنرهای بکار رفته در بیرون انداز، مقدار نیروی وارد بر هر فنر حاصل می گردد. سپس به کمک استانداردهای سازندگان مختلف می توان فنر مناسب را انتخاب نمود. در جدول زیر روابط محاسبه فنرهای فشاری مطابق DIN 2095 دیده می شود :

مقایسه با (DIN 2095 (05.73)



حلقه آخر روی هم نشسته و سنگ زنی می شود.

حلقه آخر روی هم می نشیند

محاسبه فنر فشاری - استوانه ای

d قطر مفتول فنر
 d_{max} اندازه حداکثر قطر مفتول
 D_m قطر متوسط فنر
 $F_2 > F_1$ نیروهای اعمالی به فنر F_1, F_2
 F_n حداکثر نیروی فنر
G مدول برشی (مدول پانگ)
h بازی فنر
 i_f تعداد حلقه های موثر
 i_g تعداد کل حلقه ها
 k_1 ضریب تعداد حلقه
 L_{B1} طول فنر فشرده
 F_n حداقل طول مجاز تحت F_n
 L_n طول آزاد فنر
 $L_1 \dots L_n$ طول فنر تحت نیروهای F_1 تا F_n
p ضریب فشار فنر
R ضریب ثابت فنر
 S_n طول ایمنی
 $S_1 \dots S_n$ جابه جایی فنر تحت نیروهای $F_1 \dots F_n$
w نسبت پیچش
x ضریب فاصله

تعداد کل حلقه ها $i_g = i_f + 2$

نسبت پیچش $w = \frac{D_m}{d}$

ضریب فشار فنر $p = \frac{R}{D_m}$

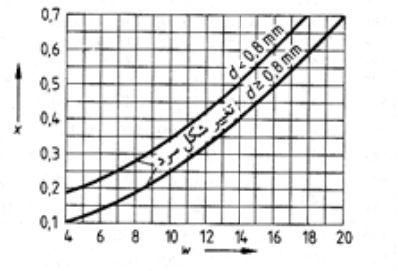
طول ایمنی (مجموع کمترین فاصله های بین حلقه های موثر تحت بیشترین بار)
 $L_{B1} \leq k_1 \cdot d_{max}$

طول فنر فشرده $L_n = L_{B1} + S_n$

ضریب ثابت فنر $R = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D_m^3 \cdot i_f}$

بازی فنر $h = \frac{F_2 - F_1}{R}$

α هرگاه ضریب فشار فنر $p > 0,03 \text{ N/mm}^2$ باشد می توان انتهای فنر را سنگ زنی کرد.



ضریب فاصله x در ارتباط با نسبت پیچش w

ضریب تعداد حلقه k_1	نوع فنر	
	فنر پیچی سرد	فنر پیچی گرم
سطح نشیمن		
سنگ خورده	i_g	$i_g - 0,3$
سنگ نخورده	$i_g + 1$	$i_g + 1,1$

مثال : در فنر فشاری با فرآیند تولید تغییر شکل سرد با مشخصه DIN 2098 - 2 $\times 20 \times 94$ ($L_n = 94 \text{ mm}$; $D_m = 20 \text{ mm}$; $d = 2 \text{ mm}$)
 $d_{max} = 2,05 \text{ mm}$; مقادیر مجهول $R = ?$; $i_g = ?$; $i_f = ?$; $w = ?$; $p = ?$; $S_n = ?$; $L_{B1} = ?$; $L_n = ?$ را مشخص کنید.

حل : $i_f = 8,5$; $R = 2,44 \text{ N/mm}^2$; $i_g = i_f + 2 = 8,5 + 2 = 10,5$

$p = \frac{R}{D_m} = \frac{2,44 \text{ N}}{20 \text{ mm}^2} = 0,122 \text{ N/mm}^2 > 0,03 \text{ N/mm}^2$ (یعنی می توان انتهای فنر را سنگ زنی کرد)

$x = 0,25$; $S_n = x \cdot d \cdot i_f = 0,25 \cdot 2 \text{ mm} \cdot 8,5 = 4,25 \text{ mm}$ برای $w = \frac{D_m}{d} = \frac{20 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 10$ از دیاگرام نتیجه می شود :

$k_1 = i_g = 10,5$; $L_{B1} \leq k_1 \cdot d_{max} = 10,5 \cdot 2,05 \text{ mm} = 21,525 \text{ mm}$
 $L_n = L_{B1} + S_n = 21,525 \text{ mm} + 4,25 \text{ mm} = 25,775 \text{ mm}$

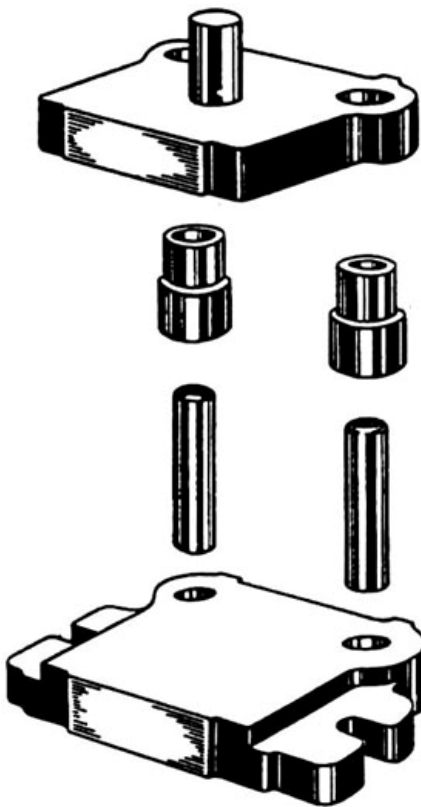
نکته ۱: تغییر نیروی بیرون انداز با تغییر عوامل مختلف در جدول زیر آورده شده است :

نیروی بیرون انداز	عامل مورد بررسی	نیروی بیرون انداز	عامل مورد بررسی
کاهش	روغن کاری مناسب	افزایش	ورق نرمتر
افزایش	کاهش تیزی سنبه و ماتریس	افزایش	لقی کمتر
افزایش	افزایش فاصله لبه برش از لبه ورق	افزایش	کاهش نسبت قطر برش سنبه به ضخامت ورق
-	-	افزایش	افزایش سرعت پرس

نکته ۲: از نشانه های گند شدن قالب، تشکیل پلیسه زیاد و افزایش نیروی بیرون انداز است.

۷-۲- چگونگی انتخاب کفشکها

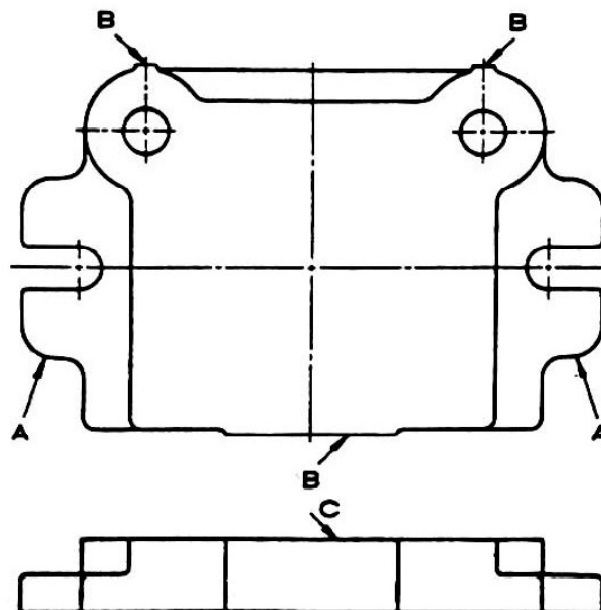
پس از طراحی همه قسمتها نوبت به انتخاب کفشک مناسب می رسد که ماتریس و صفحات سنبه گیر به آن بسته می شود. برای این که سنبه هنگام بالا و پایین رفتن مداوم، تغییر مکان نداشته باشد و در نتیجه به قالب خسارتی وارد نگردد، از بوش و میل راهنما استفاده می شود که لقی بین آنها 0.005 تا 0.01 میلی متر می باشد. این تلرانس دقیق باعث می شود سنبه دقیقاً در جای خود قرار گیرد. اگر عملیات دیگری غیر از برش مانند فرم و خم مورد نظر است این لقی بین 0.01 تا 0.02 میلی متر باشد.



جنس کفشک ها اصطلاحاً می تواند تمام فولاد، نیم فولاد یا مرکب باشد. در نوع مرکب کفشک بالا نیم فولاد یا چدنی و کفشک پایین تمام فولاد است. کفشک های نیم فولاد شامل 7% فولاد در ساختار خود هستند. در بعضی موارد نیز می توان از نوع چدنی استفاده نمود. در انتخاب یک کفشک باید به نکات زیر توجه نمود:

نوع کفشک، اندازه و جنس، ضخامت، نوع و طول میل و بوش راهنما، قطر دنباله (شَنک، گلوبی یا تویی)

کفشک پایین (شکل زیر) نیز تقریباً شبیه کفشک بالا است با این فرق که برای تحمل ضربه، کمی ضخیم تر است و دارای فلنج های اتصال (A) نیز می باشد. سطوح B برای تماس بهتر با اجزای احتمالی دیگر صاف می گردد. سطح زیری C به میز پرس و سطح بالایی آن به ماتریس بسته می شود. به کمک فلنجهای A قالب توسط پیچ به میز پرس متصل می گردد. در جدول صفحه بعد ابعاد کفشک طبق استانداردهای DIN 9812,9816,9819 دیده می شود.



اجزاء استاندارد قالبهای برش

مقایسه با DIN 9812 (12.81)										مقایسه با DIN 9812 (12.81)									
کفشک میل راهنمادار با سطح کاری چهار گوش ، فرم C و CG										کفشک میل راهنمادار با سطح کاری گرد ، فرم D و DG									
<p>مشخصه کفشک میل راهنمادار فرم C با سطح کاری : $a_1 \times b_1 = 100\text{mm} \times 80\text{mm}$ DIN 9812 - C 100 × 80</p>										<p>مشخصه کفشک میل راهنمادار فرم D با سطح کاری $d = 16\text{mm}$ DIN 9812 - D 160</p>									
$a_1 \times b_1$	c_1	c_2	c_3	d_2	d_3	e	l	d_1	c_1	c_2	c_3	d_2	d_3	e	l				
80 × 60	50	30	80	19	M 20 × 1,5	125	160	50	40	25	65	16	M 16 × 1,5	80	125				
100 × 63						145		63						95	140				
100 × 80	50	30	80	25	M 20 × 1,5	155	160	80	50	30	80	19	M 20 × 1,5	125	160				
160 × 80						215		100				25		155					
125 × 100	50	40	90	25	M 24 × 1,5	180	170	125					M 20 × 1,5	180					
250 × 100	56	40	90	32	M 24 × 1,5	315	180							225					
160 × 125	56	40	90	32	M 24 × 1,5	225	180	160	56	40	90	32	M 24 × 1,5	145	180				
315 × 125						380		180						265					
200 × 160	56	50	100	32	M 30 × 2	265	200	200					M 24 × 1,5	190					
315 × 160	63	50	100	40	M 30 × 2	395	220							225					
250 × 200	63	50	100	40	M 30 × 2	330	220	250	56	50	100	40	M 30 × 2	330	200				
315 × 250						395		315	63	50	100	40	M 30 × 2	395	220				
مقایسه با DIN 9816 (12.81)										مقایسه با DIN 9819 (12.81)									
کفشک میل راهنمادار باصفحه راهنمای میانی ضخیم ، فرم DF										کفشک میل راهنمادار نصب شده در گوشه ، فرم CG و C									
<p>مشخصه میانی چدنی (GG) : کفشک میل راهنمادار فرم DF با $d_1 = 100\text{mm}$ و صفحه راهنمای میانی چدنی (GG) : DIN 9819 - DF 100 GG</p>																			
d_1	c_1	c_2 max.	d_2	e min.	f_1	f_2	f_3	l	$a_1 \times b_1$	a_2	b_2	c_1	c_2	c_3	d_2	e_1	e_2	l	
80	50	80	90	125	16	10	36	170	80 × 63	135	180				19	75	103	160	
									125 × 80	190	215	50	30	80	25	120	128		
100	50	85	25	155	18	11	40	180	125 × 100		235			25	245	158		170	
125		90		180				190	250 × 100	325	255	40	90		155	183			
160	56	100	32	225	23	11	45	220	160 × 125	235	280	56		32	310				
200		110		265				240	315 × 125	390									

۱-۷-۲- رسم یک کفشک

مطابق شکل زیر مراحل رسم کفشک به این شرح است :

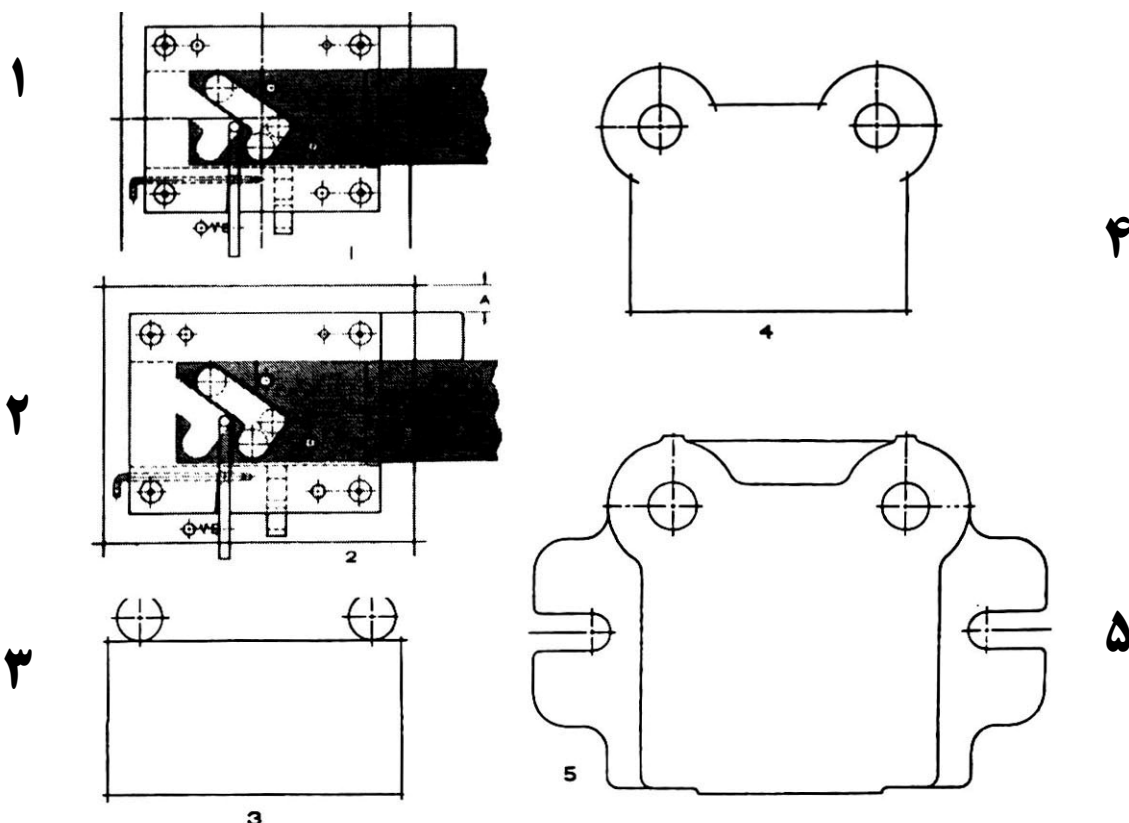
تصویر ۱: خطوطی که نشانگر خطوط جانبی کفشک هستند را رسم کنید.

تصویر ۲: خطوط زیر میله راهنماها را که لبه های دیگر کفشک است رسم کنید. برای سهولت عملیات ماشین کاری بعدی فاصله ی A را حداقل ۱۶ میلی متر در نظر بگیرید.

تصویر ۳: مرکز میل راهنماها را تعیین و دوایری به قطر میل راهنما رسم نمایید.

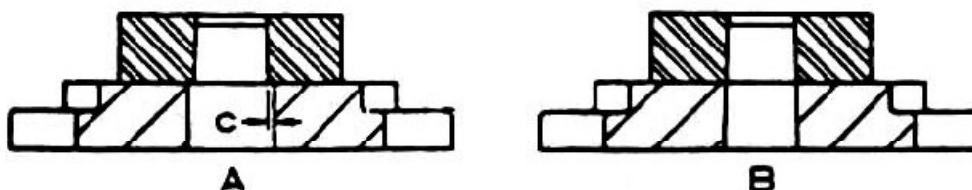
تصویر ۴: دوایری به قطر بوش راهنما رسم و خطوط اضافی را پاک کنید.

تصویر ۵: فلانچ های اتصال به میز پرس را نیز رسم کنید.



۲-۷-۲- ماشین کاری کفشک

جهت بیرون افتادن قطعه کار، لازم است که در کفشک پایین حفره ای ایجاد کنیم. برای این کار دو روش وجود دارد. در تصویر A دیوار حفره مستقیم، و در تصویر B شیب دار ساخته شده است. مقدار C حداقل ۱/۵ میلی متر است که البته برای ورق های ضخیم تر مقدار بیشتری انتخاب خواهد شد. برای ورق های نرم روش B ترجیح داده می شود. شیب ماشین کاری دیوار حفره، ادامه ی شیب موجود در حفره ی ماتریس است.



۳-۷-۲-شَنک یا دنباله قالب

شَنک (Shank)، دنباله، گلویی یا توپی، محوری است که کفشک را به پرس وصل می کند تا به وسیله آن حرکت عمودی سنبه تأمین گردد. برای قالبهای چدنی، دنباله قالب را با صفحه کفشک یک جا ریخته گری و سپس ماشین کاری می کنند ولی در قالب های فولادی آن را جداگانه توسط جوش برق یا پیچ کردن به کفشک متصل می نمایند. قطر دنباله قالب به پرس مورد استفاده بستگی دارد که پس از انتخاب پرس از روی کتابچه آن می توان قطر را تعیین کرد. طول دنباله قالب نیز بسته به قالب مشخص می گردد. در شکل زیر ابعاد دنباله نوع پیچی طبق استاندارد DIN 9859 مشاهده می گردد.

دنباله پیچی فرم CE		مقایسه با (12.88) DIN 9859 T 3				
d_1, d_9	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	SW
20	15	M20 × 1,5	40	12	58	17
25	20	M16 × 1,5 M20 × 1,5	45	16	68	21
32	25	M20 × 1,5 M24 × 1,5	56	16	79	27
40	32	M24 × 1,5 M27 × 2 M30 × 2	70	26	93	36
50	42	M30 × 2	80	26	108	41

مشخصه دنباله فرم CE با $d_1 = 40$ mm و $d_3 = M30 \times 2$

DIN 9859-CE 40-M30×2 دنباله

برای قالبهای بزرگ دنباله قالب استفاده نمی گردد و در صورت استفاده، تنها برای هم محور کردن قالب به کار گرفته می شود. در این نوع قالبها کفشک را به صفحه بالای پرس متصل می کنند تا تحمل وزن زیاد قالب و اینرسی حاصل از آن را داشته باشد. برای این کار می توان کفشک را با پیچهای آلن به پرس پیچ کرد.

۴-۷-۲-تعیین محل برآیند نیروهای پرس (موقعیت دنباله قالب)

در تولید قطعات با قالبهای برش و شکل دادن آنها غالباً نیروهای بزرگی از پرس به قالب منتقل می شود. در پرس های کوچک و متوسط انتقال نیروی پرس به سینه پرس و قالب در یک نقطه صورت می گیرد. از این رو دنباله قالب باید تا حد ممکن در این نقطه یعنی نقطه برآیند نیروها قرار گیرد. به این ترتیب بروی قالب و سینه پرس گشتاور خمشی به وجود نمی آید. گشتاور خمشی باعث ساییدگی شدید راهنمای قالب و راهنمای سینه پرس می شود. این سایش خود تغییر لقی قالبهای برش را موجب می گردد. تعیین مرکز برآیند نیروها از دو روش عملی و محاسباتی قابل انجام است.

الف) روش عملی تعیین مرکز برآیند نیروها

فرض کنید دور ریز ورق مانند تصویر ۱ باشد. از یک مقوای ضخیم قسمت هایی را که سوراخ شده اند می بریم و برای حفظ ارتباط بین آنها نوارهای باریکی از مقوا باقی می گذاریم (تصویر ۲). سپس صفحه ای از مقوا را بروی یک تکیه گاه قرار می دهیم تا متعادل گردد (تصویر ۳). بعد مقوای بریده شده را روی

آن قرار می دهیم و آن قدر جابجا می کنیم تا دوباره توازن برقرار شود. در این حالت محل تکیه گاه محور برآیند نیروها مشخص می گردد (تصویر ۴).

ب) محاسبه مرکز برآیند نیروها

برای محاسبه مرکز برآیند نیروها که همان موقعیت دنباله است چهار روش وجود دارد:

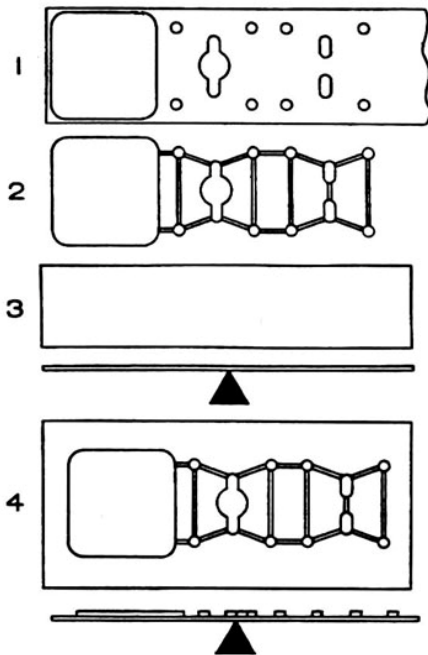
۱- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نیروهای برشی سنبه

۲- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نقطه مرکز ثقل سنبه

۳- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نقطه مرکز خطوط

۴- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نقطه مرکز ثقل سطوح

در ادامه تنها دو روش ۱ و ۴ بررسی می گردد.



۱- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نیروهای برشی سنبه

مثال: موقعیت دنباله قالب برش مرکب زیر را برای ساخت لچکی با دو سوراخ بدست آورید.

نیروی برشی سنبه پولک زنی ($F_1=126.2 \text{ kN}$)

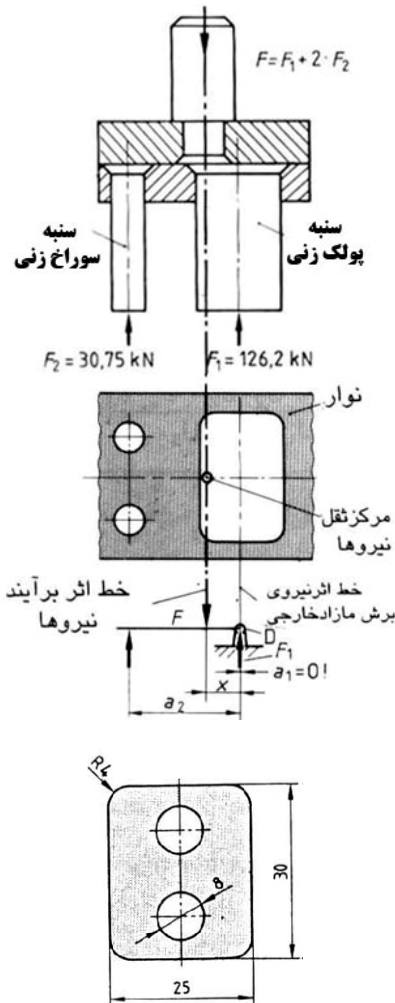
نیروی برشی یک سنبه سوراخ زنی ($F_2=30.75 \text{ kN}$)

فاصله مرکز سنبه پولک زنی تا مرکز سنبه پولک زنی ($a_1=0$)

فاصله مرکز سنبه سوراخ زنی تا مرکز سنبه پولک زنی (a_2)

از قانون اهرم ها استفاده می نماییم. برای حل مسئله فرض می شود

دوران اهرم تنها روی خط اثر نیروی برشی پولک قرار دارد.



$$\sum m \text{ راست} = \sum m \text{ چپ}$$

$$F \times X = F_1 \times a_1 + 2 \times F_2 \times a_2$$

$$X = \frac{F_1 \times a_1 + 2 \times F_2 \times a_2}{F} = \frac{F_1 \times a_1 + 2 \times F_2 \times a_2}{F_1 + 2 \times F_2}$$

$$= \frac{126.2 \times 0 + 2 \times 30.75 \times 28}{126.2 + 2 \times 30.75} = 9.17 \text{ mm}$$

نکته: برای چند سنبه رابطه کلی زیر به کار می رود:

$$X = \frac{F_1 \times a_1 + F_2 \times a_2 + F_3 \times a_3 + \dots}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots}$$

در این رابطه X فاصله دنباله قالب از نقطه دوران انتخابی، F_1, F_2, \dots نیروهای برش هر کدام از سنبه ها و a_1, a_2, \dots فاصله نقطه مرکز ثقل سنبه ها از نقطه دوران انتخابی در راستای محور X است. اگر اجزای

متقارن نباشند لازم است مختصات Y مرکز برآیند نیروها نیز از رابطه زیر محاسبه گردد (در مثال قبل $b_1=b_2=b_3=...=0$).

$$Y = \frac{F_1 \times b_1 + F_2 \times b_2 + F_3 \times b_3 + \dots}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots}$$

که b_1, b_2, \dots فاصله نقطه مرکز ثقل سنبه ها از نقطه دوران انتخابی در راستای محور Y است.

۲- محاسبه مرکز برآیند نیروها به کمک نقطه مرکز ثقل سطوح

در کارهای ضرب، نیروی سنبه غالباً عمود بر سطوح قطعه کار عمل می کند. برای محاسبه نقطه مرکز برآیند نیروها، مساحت تک تک اجزاء (A_1, A_2, A_3, \dots) به عنوان نیرو و فاصله عمودی مرکز ثقل این سطوح از محور دوران فرضی در راستای محور X (a_1, a_2, a_3, \dots) به عنوان بازوی اهرم در نظر گرفته می شود. در این صورت X یعنی فاصله دنباله قالب از نقطه دوران انتخابی عبارت است از:

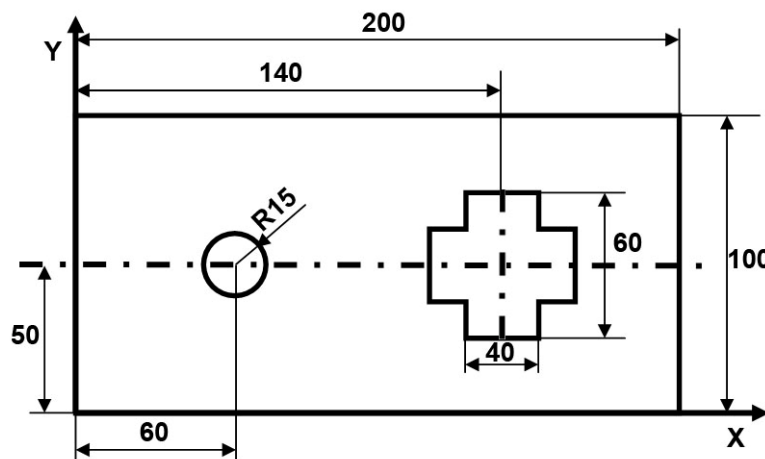
$$X = \frac{A_1 \times a_1 + A_2 \times a_2 + A_3 \times a_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

اگر اجزاء متقارن نباشند لازم است مختصات Y مرکز برآیند نیروها نیز از رابطه زیر محاسبه گردد.

$$Y = \frac{A_1 \times b_1 + A_2 \times b_2 + A_3 \times b_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

که b_1, b_2, \dots فاصله مرکز ثقل سطوح از نقطه دوران انتخابی در راستای محور Y است.

مثال: با توجه به شکل زیر (سنبه ها و صفحه سنبه گیر)، موقعیت درست دنباله قالب را محاسبه نمایید.



$$A_1 = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 30^2}{4} = 706.5 \text{ mm}^2, \quad A_2 = (40 \times 40) + 4 \times (40 \times 10) = 3200 \text{ mm}^2$$

$$X = \frac{A_1 \times a_1 + A_2 \times a_2}{A_1 + A_2} = \frac{706.5 \times 60 + 3200 \times 140}{706.5 + 3200} = \frac{490390}{3906.5} = 125.53 \text{ mm}$$

با وجود آن که مجموعه در راستای Y متقارن است برای تمرین مختصات Y دنباله نیز محاسبه می شود:

$$Y = \frac{A_1 \times b_1 + A_2 \times b_2}{A_1 + A_2} = \frac{706.5 \times 50 + 3200 \times 50}{706.5 + 3200} = \frac{195325}{3906.5} = 50 \text{ mm}$$

۸-۲- لیست قطعات قالب

آخرین قسمت در طراحی و رسم یک قالب تهیه ی لیست قطعات آن است که معمولاً در قسمت بالا یا پایین و سمت راست نقشه مونتاژی جای می گیرد. این لیست معمولاً پنج ستون دارد که عبارتند از :

ستون اول : شماره قطعه

ستون دوم : تعداد مورد نیاز قطعه

ستون سوم : نام قطعه (در قالب سازی نام قطعه اهمیت دارد پس به اسامی درست قطعات توجه کنید).

ستون چهارم : جنس قطعه

ستون پنجم : مشخصات قطعه اعم از اندازه، شماره ی استاندارد و غیره

در جدول و شکل زیر نمونه ای از لیست قطعات دیده می شود.

شماره قطعه	تعداد قطعه	نام قطعه	جنس قطعه (استاندارد DIN)	ابعاد
۱	۱	کفشک	GG-25	DIN9812-100×63 mm
۲	۱	ماتریس	1.1545	۱۲۷×۱۵۲ میلی متر
۳	۱	ورق گیر و کانال راهنما	1.0050	۱۲۷×۱۵۲ میلی متر
۴	۱	صفحه سنبه گیر	1.0050	۱۰۲×۱۲۷ میلی متر
۵	۲	سنبه سوراخ زنی	1.2436	DIN9861- Ø 14mm
۶	۱۲	پیچ آلن	1.0050	DIN6912-M8-l=12mm
۷	۶	پین	1.3505	DIN 6325-4×16mm

شماره قطعه	جنس	نام قطعه	مشخصات
1	PUR	کفشک از (DANLY Die)	مشخصات: ۱۰۰ × ۶۳ × ۱۰
2	T.S	ماتریس	مشخصات: ۱۲۷ × ۱۵۲ × ۱۰
3	C.R.S	صفحه سنبه گیر	مشخصات: ۱۲۷ × ۱۵۲ × ۱۰
4	T.S	سنبه سوراخ زنی	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
5	T.S	پیچ آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
6	C.R.S	پیچ آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
7	T.S	سنبه سوراخ زنی	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
8	T.S	سنبه سوراخ زنی	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
9	M.S	صفحه سنبه گیر	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
10	STD	پیچ آلن سرگروی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
11	STD	پیچ سر چهارگوش تثبیت	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
12	STD	پیچ سرگروی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
13	C.R.S	پین آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
14	S.W.	پین	مشخصات: ۴ × ۱۶ × ۱۶
15	T.S	سنبه سوراخ زنی	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
16	C.R.S	صفحه قاضیه لغز عاقل	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
17	STD	پیچ آلن سرگروی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
18	STD	پیچ آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
19	STD	پین لغزایی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
20	STD	پین لغزایی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
21	STD	پین لغزایی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
22	STD	پیچ آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
23	C.R.S	تکیه گاه بزرگ	مشخصات: ۱۰۲ × ۱۲۷ × ۱۰
24	T.S	پیچ سرگروی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
25	T.S	پیچ سرگروی	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲
26	D.R	پین آلن	مشخصات: ۱۲ × ۱۲ × ۱۲

تغییرات:	نام قالب:	نقشه کش:	مقیاس:	بزرگ ... از ...	نام شرکت و آدرس
A	D	حسین امیری	۱/۱	D E R A B C	
B	E	تاریخ			
C	F	بخش: طراحی ابزار			

۳-جنس قطعات قالب پرس

اجزای قالب باید از مواد مناسب ساخته شود. جنس و ماده مورد استفاده در قالب دارای اهمیت زیادی است چرا که عامل تعیین کننده تنشهای اعمال شده، ابعاد و شکل اجزای به کار رفته می باشد. طبیعی است که در انتخاب مواد بسته به مواد موجود، محدودیتهایی برای طراح وجود دارد. از این رو طراح قالب باید با اثری که هر یک از روشهای ساخت بروی اجزای قالب ایجاد می کند و نیز آثار عملیات حرارتی بر خواص اجزای مختلف آشنا باشد. بنابراین با توجه به اهمیت جنس ماده مورد استفاده در قالب، مشورت با متالورژیستهای حرفه ای در این زمینه می تواند شما را در انتخاب بهترین مواد ممکن و نیز نوع عملیات حرارتی مناسب مطمئن سازد. از آنجا که کاربرد انواع فولاد در ساخت قالبهای پرس رایج است ابتدا بطور خلاصه به بررسی انواع فولاد و خواص آنها می پردازیم.

۱-۳-انواع فولاد

فولاد، آلیاژی از آهن و کربن یا آهن، کربن و دیگر عناصر آلیاژی است که میزان کربن موجود در آن باید ۰/۰۵ درصد وزنی آلیاژ را تشکیل دهد تا به عنوان فولاد شناخته شود و از آهن تجاری (Commercial) متمایز گردد. فولادهای آلیاژی و کربنی در میان فلزات دارای بیشترین استفاده هستند و حوضه متنوع کاربردی وسیعی را به خود اختصاص می دهند. عناصر متنوعی به منظور پایداری خواصی مانند، سختی پذیری، استحکام، مقاومت سایشی، جوش پذیری و قابلیت ماشین کاری به فولادها اضافه می شود. انواع فولاد عبارتند از :

۱- فولادهای ساختمانی (فولاد های پایه)

این فولادها طبق DIN 17 100 فولادهایی هستند که عملیات حرارتی برای آنها پیش بینی نشده است. حداقل استحکام کششی 310N/mm^2 برای فولاد St 33 تا 690N/mm^2 برای فولاد St 70-2 می باشد. فولادهای ساختمانی برای قطعاتی استفاده می شود که تحت سایش نیستند و نیاز به سخت کاری ندارند، مثلاً دنباله قالب، پشت بندها، دسته ها و مثال : St 37

۲- فولادهای خوش تراش (اتومات)

فولاد خوش تراش، فولاد غیر آلیاژی یا کم آلیاژ است که مقدار گوگرد و فسفر یا منگنز یا افزوده سرب بالایی دارد. این فولادها بیشتر برای سری سازی (تولید انبوه) روی دستگاههای تراش خودکار به کار می رود. افزوده آلیاژی گوگرد یا سرب باعث خرد شدن براده ها می شود که در نتیجه موجب افزایش سرعت براده برداری می گردد. مثال : 9S20 و 9SMnPb28

۳- فولادهای کربوره

فولادهای کربوره برای اجزایی به کار می رود که بیشتر تحت سایش و خمش قرار می گیرد و باید سطحی سخت و مقاوم به سایش و مغزی نرم و چقرمه با استحکام بالا داشته باشد. فولادهای کربوره به دو گروه تقسیم می شوند : الف) فولاد کربوره غیر آلیاژی با مقدار کربن کمتر از ۰/۲ درصد مانند C10 , C15 , CK 10, CK 15 ب) فولاد کربوره آلیاژی که با منگنز، گرم، مولیبدن یا نیکل، آلیاژ سازی می شود مانند 22CrMoS35 20 CrMo 4 , 16MnCr 5 فولاد کربوره آلیاژی استحکام کششی بالایی

دارد. به عنوان مثال فولاد 16 MnCr 5 دارای استحکام کششی $780-1080 \text{ N/mm}^2$ است در صورتی که این مقدار در فولاد کربوره غیر آلیاژی C 10 برابر $490-630 \text{ N/mm}^2$ می باشد.

۴- فولادهای به سازی

فولادهای به سازی برای اجزایی به کار می رود که تحت بار گذاریهای شدید کششی، خمشی و پیچشی از نوع بارهای ناگهانی است. با عملیات حرارتی ویژه، در این فولادها استحکام کششی بسیار بالا و چقرمگی (قابلیت جذب انرژی) زیادی بدست می آید. فولاد به سازی غیر آلیاژی مانند C35, CK 45, C60 برای اجزایی با استحکام پایین و سطح مقطع کوچک و فولادهای به سازی آلیاژی با عناصر آلیاژی کرم، مولیبدن، نیکل یا وانادیم مانند 38Cr2, 42CrMo4, 34CrNiMo6 برای اجزای تحت بار گذاری بالا با سطح مقطع بزرگ به کار می رود. استحکام کششی تا حدود 1300 N/mm^2 افزایش می یابد.

۵- فولادهای نیترووره

فولادهای نیترووره برای اجزایی که بخصوص تحت بارهای سایشی بالا و متغیر قرار دارد و نیز در عملیات حرارتی نباید تابیدگی یا تغییر ابعادی در آن ایجاد گردد، به کار می رود. با نفوذ نیتروژن به سطح قطعه کار لایه ضد سایش نیتريد آهن به وجود می آید. فولادهای نیترووره از فولادهای کم آلیاژ می باشد که نیتريد ساز آنها عناصر آلومینیم، کرم و وانادیم است. مثال: 12 G 31 CrMo یا 34CrAlMo5V

۶- فولادهای ویژه

این فولادها شامل فولادهای فنر مانند 66Si7 و C75، مقاوم به دمای بالا مانند X4NiCrTi 25 15، فولادهای نسوز مانند X 15 CrNiSi 25 20، فولادهای زنگ نزن مانند X 5 CrNi 18 8 و فولادهای نگیر یا غیر مغناطیسی مانند X 40 MnCr 18 می باشد.

۲-۳- فولادهای مورد استفاده در قالب سازی

ابزارها و قالبهایی که هنگام کار سطح آنها تا دمای 200°C گرم می شود مانند قالبهای پرس از فولادهای سردکار ساخته می شوند. عناصر آلیاژی Ni, Mo, Mu, W, Cr باعث می گردد که این فولادها حتی در مقاطع بزرگ، سخت کاری مغزی شده و تابیدگی شدید در آنها ایجاد نگردد. فولادهای ابزار و قالب، گونه خاصی از فولادهای آلیاژی هستند که از خصوصیات آنها: استحکام، ضربه پذیری، سفتی و مقاومت سایشی بالایی برخوردار می باشند. این فولادها به طور متداول در زمینه شکل دهی و ماشین کاری فلزات در شرایط دمایی معمولی و بالا به کار می روند. فولاد سرد کار قبل از هر چیز باید مقاومت سایشی بالا و نیز استحکام فشاری و چقرمگی بالا داشته باشد. در حالت باز پخت شده قابلیت ماشین کاری خوبی دارد و هنگام عملیات حرارتی کمتر دچار تغییر ابعادی و تابیدگی می شود. فولادهای سرد کار اغلب برای فرآیندهای کار سرد و فرآیندهای شکل دهی به کار برده می شود. از ویژگیهای آنها می توان به طور کلی به مقاومت بالا در برابر سایش و ترک اشاره کرد. فولادهای سردکار از لحاظ فرآیند سخت کاری به دو نوع سخت شده در هوا (Air-hardening) و سخت شده در روغن (Oil-hardening) موجود می باشد. نمونه هایی از فولاد سردکار و گرم کار در جداول صفحه بعد مطابق استاندارد DIN آورده شده است. (به جدول صفحه ۶۹ نیز توجه نمایید.)

مثال فولادهای گرم کار		
شماره مواد	مشخصه کوتاه طبق DIN 17 006	مثالهای کاربردی و خواص ویژه
1.1730	C45W	فولادهای آهنگری ساده با حفره تخت
1.2323	48 CrMoV 6 7	قالبهای تزریقی و پرس
1.2343	X 38 CrMoV 5 1	قالبهای تزریقی تحت فشار فلزات سبک قالبهای اکسترژن
1.2365	X 32 CrMoV 3 3	قالبهای تزریقی تحت فشار، سنه پرسی و سوراخکاری در قالبهای اکسترژن، پایداری بالای برگشت، برای مقاطع باریک که سختکاری مغزی نمی شود
1.2713	55 NiCrMoV 6	قالبهای آهنگری و قالبهای دوره بر که سختکاری مغزی نمی شود

مثال فولادهای سردکار		
شماره مواد	مشخصه کوتاه طبق DIN 17 006	مثالهای کاربردی و خواص ویژه
1.2004	85 Cr 1	ابزارهای اندازه گیری و فرامین
1.2083	X 42 Cr 13	قالبهای مواد مصنوعی، ویژه فایرکلاس، مقاوم به خوردگی، پایداری بالای ابعادی
1.2436	X 210 CrW 12	قالبهای برش تیراژ بالا، سنه کشش
1.2710	45 NiCr 6 V	قالبهای ترموپلاستها، چقرمگی خوب، قابل پولیش، قابل نیترو
1.2721	50 NiCr 13	قالبهای دورپلاستها، مقاوم به فشار و سایش، پایداری بالای ابعادی، قابل پولیش
1.2842	90 MnCrV 8	قالبهای برش تیراژ پایین، وسایل اندازه گیری، فرامین
1.3247	S 2-10-1-8 ¹⁾	قالبهای اکسترژن سرد، سنه برش

فولاد به کار رفته در قالب باید ویژگیهای قالب ساخته شده را از نظر استحکام سایش، چقرمگی و پایداری ابعادی برآورده کند. شرط لازم جهت رسیدن به این خواص عملیات حرارتی مناسب و دقیق است. با عملیات حرارتی، فولاد، ساختار مخصوص، سختی و چقرمگی لازم را بدست می آورد. اشتباه در عملیات حرارتی به ساختار دانه درشت، کربن سوزی، پوسته شدن شدید سطح قطعه کار، ترکهای ناشی از سخت کاری یا تابیدگی شدید منجر می گردد. به این ترتیب مواد گران قیمت، غیر قابل مصرف شده وقت بسیاری به هدر می رود. از این رو هر قالب ساز باید در موقعیتی از دانش فنی باشد که عملیات حرارتی درست را تعیین و آن را بدون خطا هدایت نماید. چون نوع و خواص لازم فولاد در عملیات حرارتی توسط طراح تعیین می شود نباید جنس قطعات را تحت هیچ شرایطی به هنگام سفارش مواد جهت ماشین کاری و یا تأمین قطعات یدکی قالب تغییر داد زیرا ممکن است باعث خرابی قالب گردد. در پایان برای آشنایی با انواع فولادهای مورد استفاده در قالبهای برش نمونه ای از مواد پر کاربرد در ساخت این قالبها آورده می شود. برای شناخت کامل این مواد (درصد عناصر و خواص مکانیکی) یا پیدا کردن فولادهای مشابه در کشورها و استانداردهای دیگر می توانید به کتاب کلید فولاد مراجعه نمایید.

ردیف	نام قطعه	جنس		توضیحات
		شماره فولاد DIN17007	نام کوتاه فولاد DIN 17006	
۱	ماتریس	1.1545	C105W1	برای قطعات برش کوچک، سخت کاری با آب، سختی سطحی بالا، مغز چقرمه، حساس به تابیدگی
		1.2436	X210CrW12	برای قطعات برش پیچیده، سخت کاری با روغن، تابیدگی کمتر، سخت کاری مغزی، سخت کاری ۵۸ تا ۶۲ راکول سی (HRC)، برای تنشهای متوسط
		1.3343	S6-5-2	قابلیت برش خوب، چقرمگی بالا، سخت کاری ۵۸ تا ۶۲ راکول سی (HRC)، برای تنشهای خیلی بالا
۲	ورق گیر	1.0050	St50-2	برای تیراژ محصول و سرعت لغزش بالا سخت کاری ۵۸ تا ۶۲ راکول سی (HRC)
		1.1730	C45W	
		1.2842	90MnCrV8	
۳	سنه	1.2436	X210CrW12	مطابق استاندارد سنه های گرد DIN 9861
		1.3343	S6-5-2	
۴	سنه گیر	1.0050	St50-2	برای محصول با تیراژ بالا سخت کاری می گردد. سخت کاری بین ۴۵ تا ۵۵ راکول سی (HRC)
		1.1730	C45W	
۵	دنباله قالب	1.0050	St50-2	طبق استاندارد DIN 9859
۶	کفشک	1.6025	GG-25	طبق استاندارد 9814, 9812, 9811 DIN
		1.1730	C45W	
		1.0570	St52-3	
۷	میل راهنما	1.1221	Ck60	سخت کاری ۶۱ تا ۶۲ راکول سی (HRC) سخت کاری القایی طبق استاندارد DIN 9825 سخت کاری ۶۱ تا ۶۵ راکول سی (HRC)
		1.7131	16MnCr5	
		1.1249	CF70	
۸	بوش راهنما	0.7060	GGG-60	خواص لغزشی و شروع به کار عالی عمر طولانی تحت بارگذاری سنگین و سخت کاری ۶۱ تا ۶۵ راکول سی (HRC)
		1.3505	100Cr6	
۹	پین	1.3505	100Cr6	سخت کاری ۵۸ تا ۶۲ راکول سی طبق استاندارد DIN 6325

۴- روشهای ساخت قالب

ساخت قالب به عنوان یک ابزار دقیق، نیازمند اطلاعات فراوانی از جمله روشهای مختلف ساخت قطعات صنعتی است. اساساً قطعات قالب توسط روشهای مختلف سنتی و نوین ماشین کاری، تولید می‌گردد. عمده اهمیت قالب پرس، طرح سنبه و ماتریس و دقت ساخت قالب است چرا که قالب خود مولد هزاران قطعه کار خواهد بود در نتیجه خطا در ساخت یک قالب منتج به خطا در هزاران قطعه کار خواهد شد. بنابراین دقت ساخت قالب و شکل قطعه کار، اساس انتخاب روش طراحی و ساخت قالب محسوب می‌گردد. تعدادی از قطعات و قالب های امروزی تنها با روشهای سنتی ماشین کاری قابل تولید نیست و تولید آنها به کمک ماشینهای کنترل عددی یا ماشینهای خاص مانند اسپارک و وایر کات امکان پذیر می‌باشد. از طرفی خدمات این قبیل ماشینها گران قیمت است.

به این ترتیب سازنده باید طرح و دقت قالب را بطور کامل بررسی و متناسب با آن اقتصادی ترین و سریعترین روش تولید اجزای قالب را انتخاب نماید. برای این کار باید نقشه‌ها به دقت بررسی شود و برگ طراحی فرایند قطعات تهیه گردد. سپس متناسب با شکل، دقت و جنس هر قطعه بهترین مسیر ماشین کاری را تعیین نمود.

تعدادی از قطعات قالب (مانند کفشها، بوشها، میل راهنماها، سنبه های سوراخ زنی و ...) بصورت استاندارد توسط شرکتهای خاص تولید می‌شود. به همین دلیل بسیاری از قالب سازان جهت کاهش زمان ساخت ترجیح می‌دهند این اجزاء را آماده تهیه نمایند یا با ابعاد مورد نظر به شرکتهای سازنده این قطعات سفارش دهند.

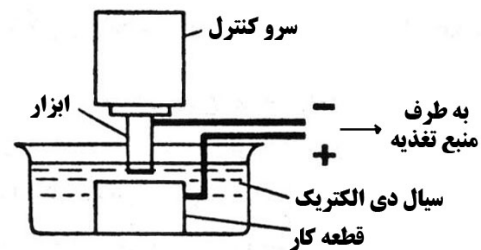
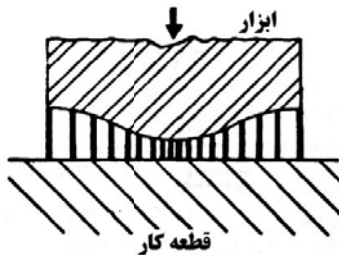
قطعاتی مانند سنبه و ماتریس پس از ساخت به کمک روشهای عملیات حرارتی سخت کاری می‌شوند. بنابراین اطلاع از جنس این قطعات و میزان سخت کاری مورد نیاز برای آنها الزامی است. سنگ زنی تنها روش ماشین کاری است که به کمک آن حتی قطعات سخت کاری شده را می‌توان براده برداری کرد. در میان ماشینهای نوین اسپارک و وایر کات نیز می‌تواند از قطعات سخت کاری شده براده برداری نماید. بنابراین در صورت لزوم می‌توان پس از سخت کاری نیز قطعات را ماشین کاری نمود. عمده روشهای ماشین کاری که برای ساخت قالبهای پرس مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از :

۴-۱- روشهای سنتی

تراش کاری و فرزکاری همچنان بعنوان اصلی ترین فرایندهای ساخت قالب در صنایع بکار می‌روند. بسیاری از قطعات یا بطور کامل توسط این روشها تولید می‌گردد یا در بخشی از مسیر ساخت خود تراش کاری و فرزکاری می‌شود. دقتهایی که ماشینهای امروزی تراش و فرز سنتی ارائه می‌کنند چند صدم میلی متر است. تخت سایبی و گردسایبی نیز از جمله دیگر فرایندهای سنتی هستند که عمدتاً پس از تراش کاری یا فرزکاری، جهت براده برداری ظریف و به تلرانس رساندن قطعه کارهای مختلف بکار می‌رود. سنگ زنی بعنوان فرایندی با ابزار و ساختار براده برداری متفاوت، خود به تنهایی یک تخصص کامل در صنعت محسوب می‌گردد. استفاده از فرآیند سنگ زنی سنتی جهت ایجاد تلرانسها و انطباقات و تیز کردن سنبه و ماتریس رایج است.

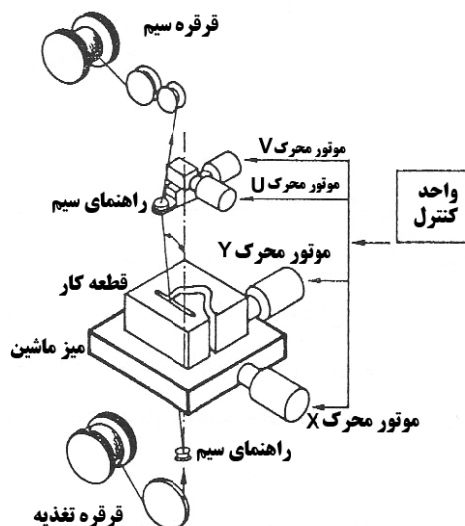
انواع ماشینهای کنترل عددی بخصوص ماشینهای تراش و فرز کنترل عددی، ماشینهای اسپارک و وایر کات از جمله فرایندهای ماشین کاری نوینی می باشد که در حال حاضر جهت ساخت قالبهای پرس بکار می رود. گاهی پیچیدگی قطعات قالب و دقتهای بالایی که دارند راهی جز استفاده از روشهای نوین ماشین کاری برای قالب ساز باقی نمی گذارد. البته این نکته دارای اهمیت است که روشهای ماشین کاری نوین مزایای متنوعی مانند دقت و سرعت تولید بالا و قابلیت تکرار پذیری مطلوبی دارند و این دلایل باعث شده است که کاربرد آنها در قالب سازی افزایش یابد. با توجه به این که در درس ماشینهای کنترل عددی رایانه ای یا CNC این ماشینها بررسی می شود در این قسمت از توضیح آنها چشم پوشی می گردد و تنها مطالب خلاصه ای پیرامون ماشینهای اسپارک و وایر کات آورده می شود.

ماشینهای (Electro Discharge Machining) E.D.M بر اساس تخلیه الکتریکی سریع بین دو سطح در یک مایع غیر هادی (دی الکتریک) با فرکانس بالا عمل می کنند. این دو سطح یکی الکتروود و دیگری قطعه کار است که در اثر این عملیات از روی سطح کار، براده برداری می شود.



مایع دی الکتریک در عملیات به عنوان مایع خنک کننده، عایق بین ابزار و قطعه کار، کمک نمودن به شروع جرقه زنی و محدود کردن این جرقه ها در یک مسیر خاص عمل می کند. از آنجا که این روش دقت عمل زیادی دارد، از آن برای بازسازی ابزار، سوراخ کاری سوراخهای کم عمق و ماشین کاری حفره

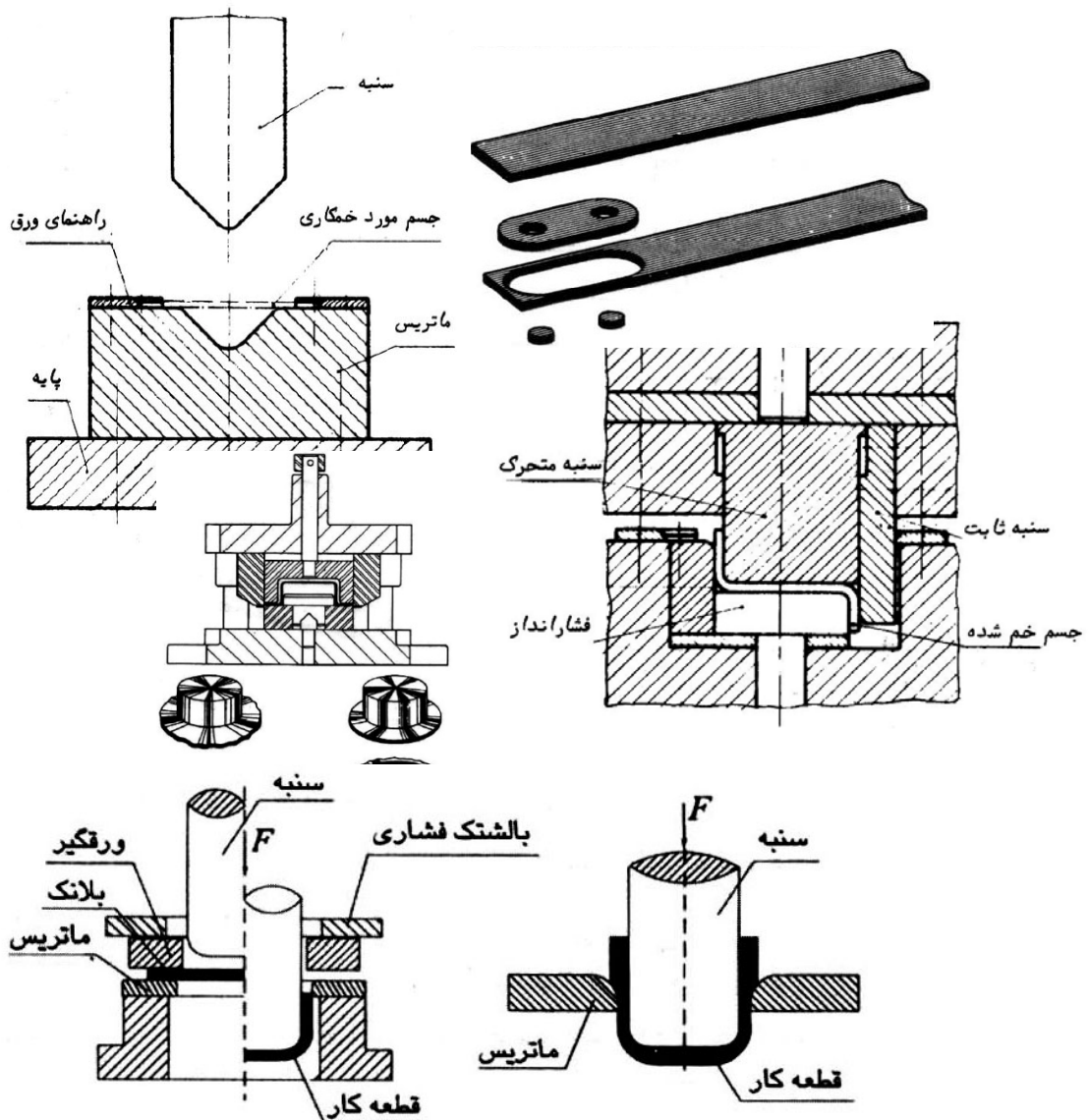
قالبها استفاده می شود. ماشین تخلیه الکتریکی نشان داده شده در شکل بالا به ماشین حفره زنی قالب یا اسپارک (Spark = جرقه) معروف می باشد که انواع CNC آن نیز بسیار رایج است. ماشین وایر کات (Wire Cut = برش با سیم) نیز یک ماشین براده برداری E.D.M یا تخلیه الکتریکی است که ابزار آن سیمی با جنس و قطر معین می باشد. ابتدا در قطعه کار سوراخ ریزی ایجاد می گردد سپس سیم از درون آن عبور داده می شود. با زاویه دادن به سیم عملیات براده برداری از قطعه انجام می گردد. ماشینهای وایر کات دارای سیستم کنترل CNC می باشند و دقت هایی در



حد میکرومتر ارائه می دهند. لازم به ذکر است که علاوه بر ماشینهای اسپارک و وایرکات ماشینهای سنگ زنی E.D.M نیز از جمله ماشینهای براده برداری پیشرفته محسوب می گردند که شرایط کار فرایندهای تخلیه الکتریکی در آنها برقرار است.

بخش سوم :

انواع قالب پرس



۱- انواع قالب برش

حدود بیست نوع قالب برش مستقل وجود دارد که در ادامه به بررسی تعدادی از آنها می پردازیم.

۱-۱- قالب پولک زنی

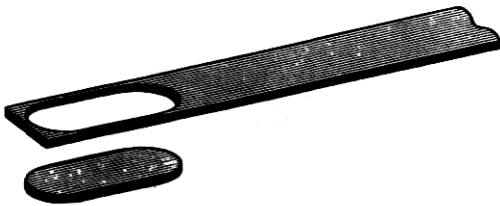
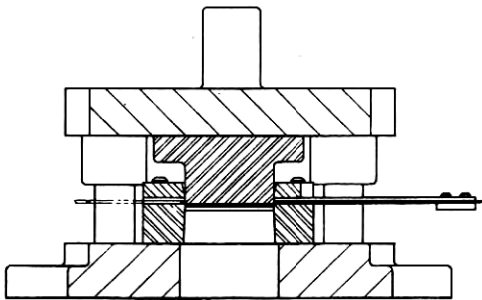
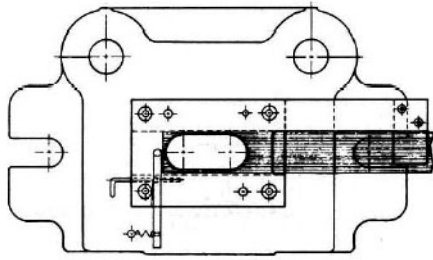
این قالب با برش هم زمان تمام خطوط محیطی، قطعه ای از نوار تغذیه را جدا و یک قطعه پولک ایجاد می کند. این قالب سه مزیت دارد:

دقت: وجوه قطعه‌ی پولک نسبت به یکدیگر دقیق است.

ظاهر: باند براق دور تا دور تمام قطعات یکسان است.

صافی: پولک به دلیل تحت فشار قرار گرفتن بین سنبه و ماتریس صاف است.

در تصویر روبرو ماتریس و همچنین مجموعه قالب در حالت بسته نشان داده شده است. قالب پولک زنی ممکن است قطعات ساده ای تولید کند اما در بیشتر موارد ابتدا و در مرحله اول سوراخ زنی انجام می گردد سپس در مرحله‌ی دوم قطعه از نوار تغذیه جدا می شود. این گونه قالبها، قالبهای سوراخ زنی-پولک زنی نامیده می شود.

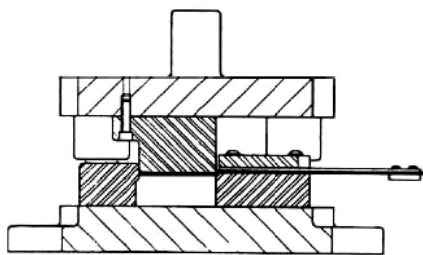
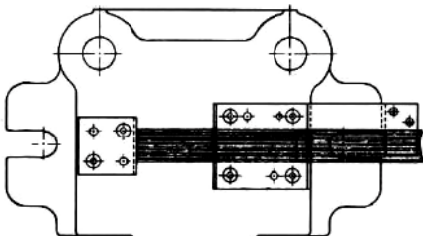


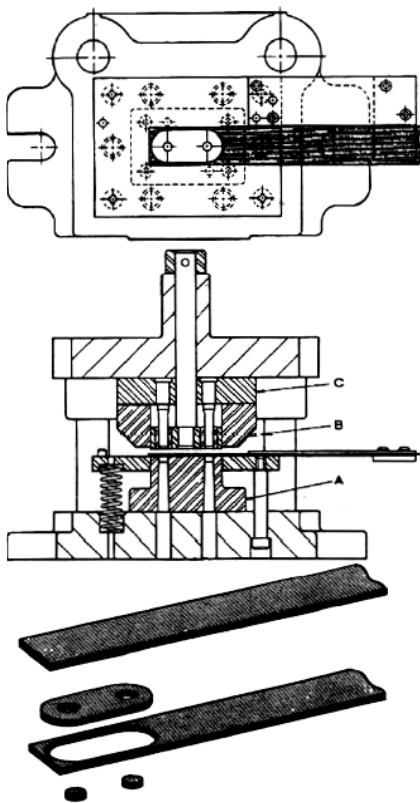
۱-۲- قالبهای قطع

عملکرد اصلی این گونه قالبها، برش نوار تغذیه در طولهای کوچکتر و ایجاد پولک ساده است. خط برش می تواند مستقیم یا منحنی باشد و در مراحل قبلی می توان سوراخ زنی یا شکاف زنی و یا هر دو را انجام داد. این قالبها عموماً جهت تولید قطعاتی که وجوه موازی دارند به کار می رود زیرا هزینه تهیه‌ی این قالبها از قالبهای پولک زنی بسیار کمتر است (شکل روبرو).

۱-۳- قالبهای مرکب

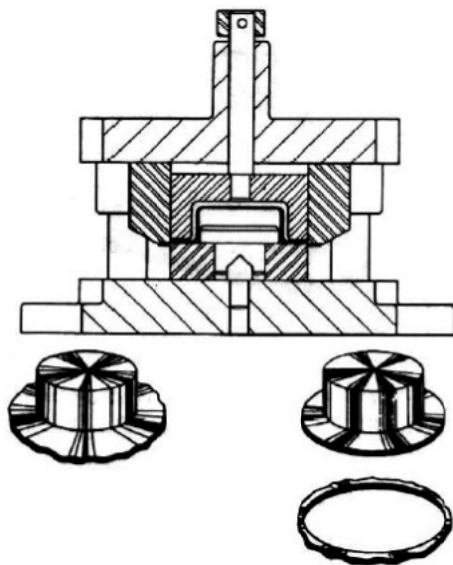
در قالب های مرکب عملیات سوراخ زنی و پولک زنی یا برش، هم زمان و در یک ایستگاه انجام می شود. این روش، دقت تولید پولک را افزایش می دهد. البته برای بدست آوردن دقت مشخصی در قطعه کار، باید دقت قالب دو برابر باشد. یعنی قالبی با دقت 0.1 mm قطعه کاری با دقت 0.2 mm تولید خواهد کرد.





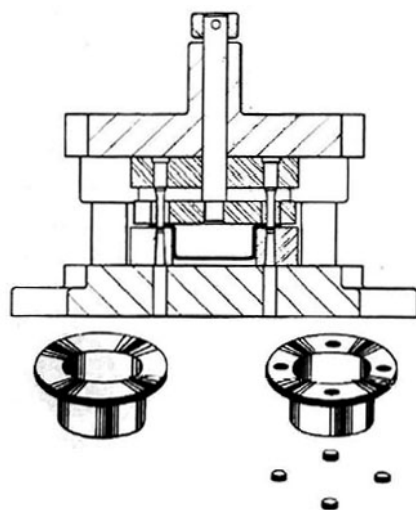
قالبهای مرکب از گروه قالبهای معکوس هستند و در آنها برعکس قالبهای معمول، سنبه پولک زنی در کفشک پایین بسته شده است و دارای سوراخهایی جهت خروج مازاد حاصل از سوراخ زنی می باشد. ماتریس B به کفشک بالا بسته شده است و دارای یک صفحه ی فاصله انداز C می باشد که سنبه های سوراخ زنی را در خود نگاه داشته است. اگرچه قالبهای مرکب بیشتر برای ساخت قطعات صاف و دقیق مورد استفاده قرار می گیرد، با این حال گاهی برای تولید قطعات بزرگ که در چند ایستگاه امکان تولید آنها وجود ندارد نیز بکار می رود. از آنجا که تمام عملیات در یک ایستگاه انجام می شود، این قالبها بسیار کوچک و فشرده هستند و می توان از کفشکهای کوچکی برای آنها استفاده کرد (شکل روبرو).

۴-۱- قالبهای دوره بری



این قالب، قسمت های اضافی و موج دار قطعات شکل یافته و کشیده شده را جدا می کند. به کمک دوره بری می توان لبه های صاف با خطوط محیطی دقیق ایجاد کرد. قطعه، بروی یک تویی تنظیم قرار می گیرد و با پایین آمدن بخش بالایی قالب حلقه اضافی از دور قطعه جدا می شود. سپس پوسته دوره بری شده به قسمت فوقانی قالب چسبیده و بالا می رود. در انتهای کورس پرس و در حرکت رو به بالا، یک بیرون انداز، قطعه را از قالب بیرون می اندازد (شکل روبرو).

۵-۱- قالبهای سوراخ زنی



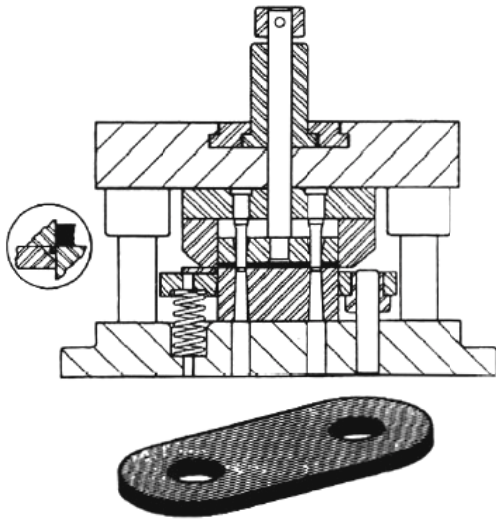
این قالبها برای ایجاد سوراخ در قطعات پرس کاری مورد استفاده قرار می گیرد. به دو دلیل معمولاً عملیات سوراخ زنی، در ایستگاهی جداگانه انجام شود:

الف) هنگامی که عملیاتی ثانوی مانند کشش، خم کاری و شکل دهی، باعث پیچیدگی و اعوجاج سوراخهای ایجاد شده ی پیشین می شود، سوراخ زنی بعد از این عملیات انجام می گردد.

ب) هنگامی که لبه های سوراخ ایجاد شده به لبه های قطعه بسیار نزدیک باشد به منظور استحکام مقاطع و قسمت های مختلف قالب، سوراخ زنی باید در ایستگاهی جداگانه انجام شود.

۶-۱- قالب دوره بری تکمیلی

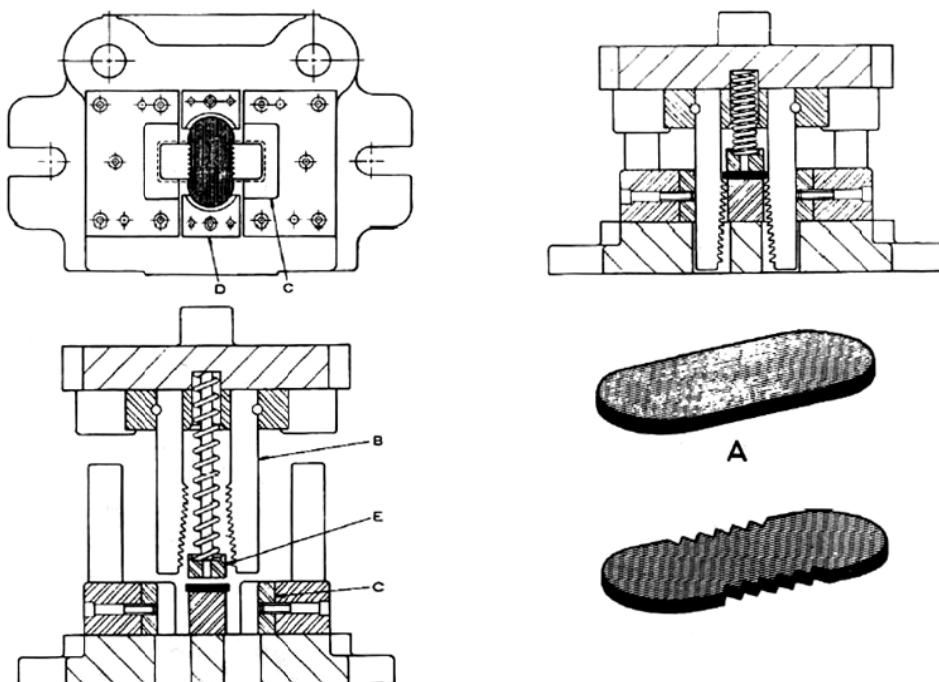
این قالب جهت برش مازاد اندکی از اطراف قطعه کار و سوراخها به کار می رود تا سطح برش خورده، براق و عمودی شود. یک قطعه ی پولک که دوره بری تکمیلی شده باشد دارای لبه هایی صاف و مستقیم است و از نظر ابعادی دقت بسیار بالایی دارد. بسیاری از قطعات در ابزارهای دقیق و ماشینهای اداری، دوره بری تکمیلی می شود تا عملکرد بهتری داشته و عمر مفید آنها بیشتر شود. قالب نشان داده شده در شکل روبرو یک قالب دوره بری تکمیلی است که از دور قطعه و سوراخ های آن مقدار اندکی جدا می کند.



۷-۱- قالبهای خان کشی

عمل خان کشی را می توان به صورت یک دوره ی پیاپی از عمل دوره بری تکمیلی در نظر گرفت که به صورت متوالی توسط یک قالب انجام می شود. در دو مورد باید از خان کشی استفاده کرد: الف) زمانی که ضخامت قطعه برای دوره بری تکمیلی زیاد باشد. ب) هنگامی که مقدار فلزی که باید جدا شود زیاد باشد.

در شکل زیر در دو طرف قطعه ی A باید یک سری دندانه ایجاد شود. قالب دارای دو تیغه ی خان کشی B می باشد که توسط دو نگاه دارنده ی C سخت کاری شده، هدایت می گردد. قطعه در قرار D قرار می گیرد. فشار دهنده ی E که فنری قوی در پشت آن قرار دارد قطعه را قبل از شروع برش محکم در جای خود نگاه می دارد. چند دندانه ی اول تیغه، هیچ برشی انجام نمی دهند مگر زمانی که قطعه کار بزرگتر از معمول باشد. سه یا چهار دندانه ی آخر اندازه صحیح و دقیق شکاف را ایجاد می کند.



۲- قالبهای خم

از جمله قالبهای خم کاری ساده عبارت است از :

الف) قالب خم کاری V شکل

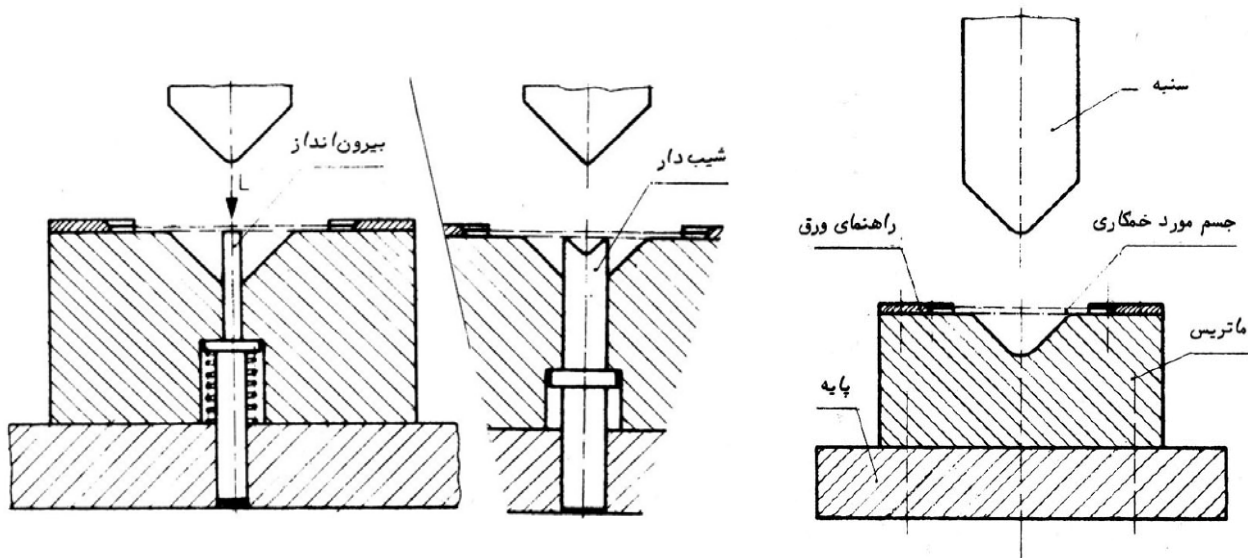
ب) قالب خم کاری گونیایی (نبشی)

ج) قالب خم کاری U شکل (ناودانی)

۱-۲- قالب خم کاری V شکل

این قالب از یک سنبه و یک ماتریس که سر سنبه و فرو رفتگی ماتریس به شکل V می باشد تشکیل شده است. ماتریس، بروی یک پایه سوار می شود و باید دارای ارتفاع کافی باشد تا بتواند در مقابل نیروی خم کاری مقاومت کند. اتصال این دو قطعه (ماتریس و پایه) توسط پین و پیچ انجام می پذیرد. در صورت لزوم می توان سنبه و ماتریس را بروی کفشک سوار کرد. قالب خم کاری V شکل قالب بسیار ساده ای است و با این قالب می توان خم کاریهای با زاویه کمتر از ۹۰ درجه را نیز انجام داد.

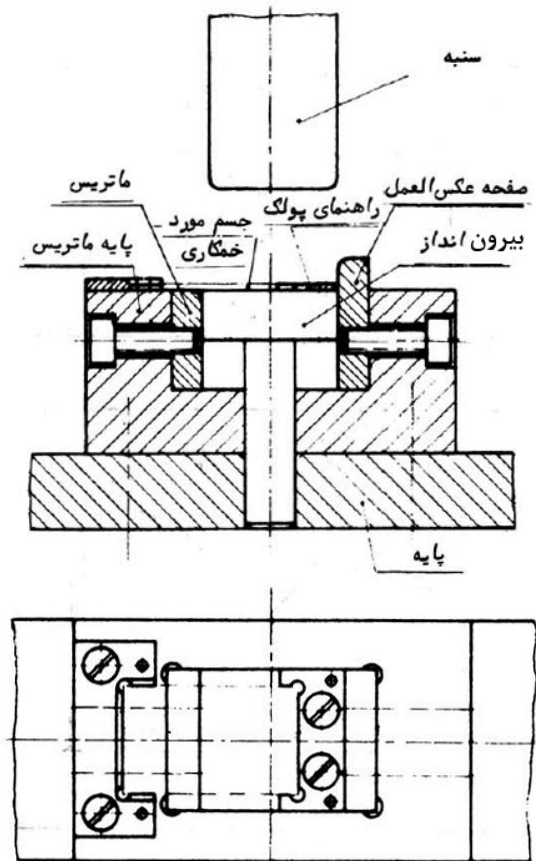
از معایب این قالبها آن است که هنگام پایین آمدن سنبه، امکان لیز خوردن قطعه و در نتیجه بهم خوردن دقت کار وجود دارد. این عیب را می توان با قرار دادن یک بیرون انداز از بین برد. این بیرون انداز علاوه بر عمل بیرون انداختن جسم از قالب باعث می شود که قطعه، هنگام پایین آمدن سنبه به بیرون انداز تکیه کند و دیگر تغییر مکان ندهد. سر بیرون انداز قالبهای خم کاری V شکل به دو صورت ساده و شیاردار ساخته می شود که تحت نیروی فنر پرس و یا فنر خود قالب عمل می کنند.



۲-۲- قالب خم کاری گونیایی

از این قالب برای خم کاری ۹۰ درجه استفاده می شود. مانند قالب خم کاری V شکل، ماتریس می تواند یک تکه باشد و بروی یک پایه سوار شود. با وجود این برای اجتناب از شکستن ماتریس که از فولاد سخت شده ساخته می شود بهتر است که ماتریس را چند تکه ساخت. از طرف دیگر در چنین مواردی هنگام فرسوده شدن ماتریس می توان بخش فرسوده آن را تعویض نمود و هم چنین در مصرف فولاد صرفه جویی کرد. قطعه کار در راهنما قرار می گیرد. باید توجه داشت که بازوی طویل تر بروی بیرون

انداز باشد. سنبه پایین می آید و قطعه را به بیرون انداز می چسباند و به درون ماتریس فرو می برد. ماتریس بازوی کوچکتر جسم را عمود بر بازوی بزرگ آن بر می گرداند. در این حالت خم کاری جسم به اتمام رسیده است. هنگام بالا رفتن سنبه، بیرون انداز که تحت نیروی فنر پرس و یا فنر داخل قالب عمل می نماید جسم را به بیرون پرتاب می کند. برای جبران عکس العمل خم کاری که در ابتدا سنبه را به یک طرف می کشد، در نقطه مقابل محل خم کاری یک صفحه که به آن صفحه عکس العمل گفته می شود قرار می گیرد. این صفحه کمی بلندتر از ماتریس ساخته می شود.



۳-۲- قالب خم کاری U شکل (ناودانی)

قالب خم کاری U شکل مانند قالب خم کاری گونیایی ساخته می شود با این اختلاف که برای این قالب وجود پاشنه اتکا بروی ماتریس دیگر لزومی ندارد. در این نوع قالبها در حقیقت دو عمل خم کاری گونیایی بروی ورق انجام می شود و از هر دو طرف خم، نیرویی برابر و در جهت مخالف سنبه وارد می شود که یک دیگر را خنثی می کنند. طرز کار این قالب کاملاً شبیه طرز کار قالب خم کاری گونیایی است. به علت خاصیت ارتجاعی فلز، پس از عمل خم کاری دهانه جسم کمی باز خواهد شد. این عیب با در نظر گرفتن بعضی جزئیات ساخت تا اندازه ای بر طرف خواهد شد.

۳- قالب های کشش عمیق

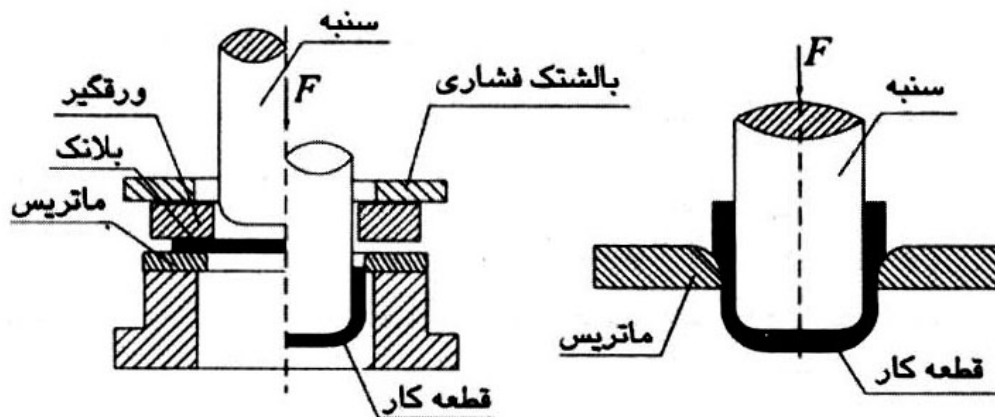
فرآیند کشش فلزات یا کشش عمیق، فرآیندی است که در آن از سنبه برای جاری کردن ورق فلز بین سطوح جانبی سنبه و ماتریس استفاده می شود. در این فرآیند، ورق مسطح، همواره به صورت استوانه

ای، مخروطی و جعبه ای شکل تبدیل می شود. در این فرآیند تولید قطعه نهایی با کمترین تعداد فرآیند مورد نیاز و دور ریز ایجاد شده امکان پذیر می باشد. همچنین قطعه نهایی را می توان بدون نیاز به عملیات اضافی مونتاژ کرد. گسترش روشهای کشش عمیق، موجب توسعه کاربرد آن در صنایع هواپیماسازی و خودروسازی شده است. محدوده کاربرد فرایند کشش، از قطعات بسیار کوچک و مورد نیاز صنایع برق و الکترونیک تا قطعات چند متری در شاخه های دیگر صنعت می باشد. از تولیدات متداول کشش عمیق می توان به قابلمه ها، ماهی تابه ها، ظروف با اشکال مختلف، ظرفشوییها، قوطیهای آشامیدنی و قابهای مورد استفاده در صنایع هواپیماسازی و خودروسازی اشاره کرد. علت کاربرد فراوان این فرآیند را می توان در کورس سریع پرس، قابلیت تولید قطعات هندسی با محور متقارن یا قطعات هندسی مشخص نامتقارن با تعداد عملیات محدود و استفاده از نیروی کار غیر ماهر دانست. ویژگی بارز فرآیند کشش عمیق تولید قطعاتی با استحکام بالا و وزن کم است. بطور کلی دو نوع فرآیند کشش عمیق وجود دارد :

۱- فرآیند کشش عمیق بدون کاهش ضخامت قطعه کار (کشش خالص)

۲- فرایند کشش عمیق با کاهش ضخامت قطعه کار (نازک سازی یا اتوکاری)

در شکل زیر نمایی از فرآیند کشش عمیق و بخشها و اجزای گوناگون یک قالب کشش عمیق به صورت ساده دیده می شود.



در این فرایند ورق تخت به وسیله پرسهای مکانیکی یا هیدرولیکی در معرض کشش سرد قرار گرفته به پوسته ای بی درز تبدیل می شود. هنگامی که ماده توسط سنبه به سمت حفره ماتریس هدایت می شود، جریان فلزی به شکل سه بعدی در ورق پدید می آید. با اعمال نیروی مشخص، ورق توسط یک ورقگیر نگاه داشته می شود. در این شرایط تنشهای فشاری بالایی بر ورق فلزی اعمال می گردد. عوامل مهم در فرآیند کشش عمیق عبارتند از :

۱- جنس ورق و اصطکاک بین ورق و سنبه و ماتریس

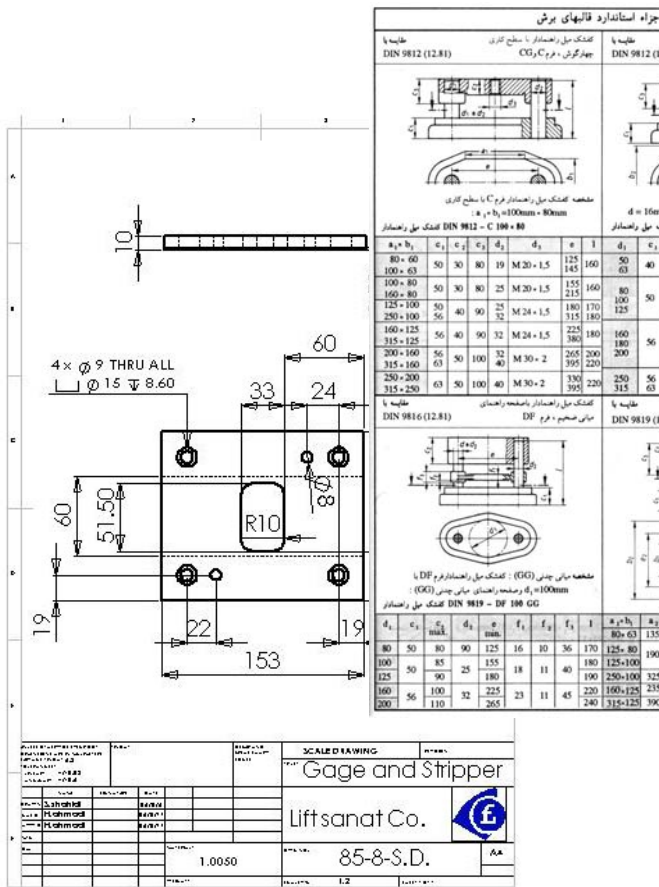
۲- تجهیزات و ابزار آلات مورد استفاده

متفاوت با فرآیند خمش که در آن ناحیه نسبتاً کوچکی در معرض تغییر شکل پلاستیک قرار می گیرد، در فرآیند کشش عمیق نواحی بزرگی از ورق دچار تغییر شکل پلاستیک می شود. به علاوه تنش پدیده آمده در نواحی مختلف قطعه متفاوت می باشد.

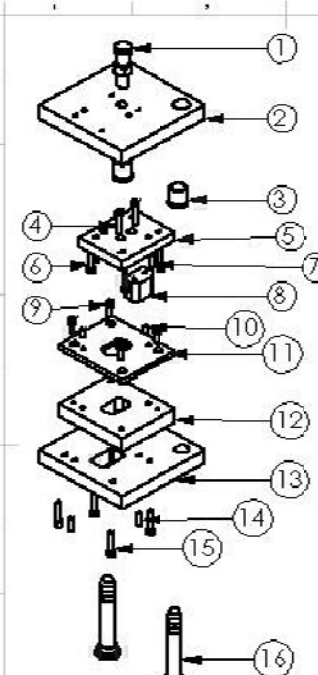
بخش چهارم :

پیوست

درجه		دقیقه						درجه	
		0	10	20	30	40	50	60	
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145	0.0175	89	
1	0.0175	0.0204	0.0233	0.0262	0.0291	0.0320	0.0349	88	
2	0.0349	0.0378	0.0407	0.0436	0.0465	0.0494	0.0523	87	
3	0.0523	0.0552	0.0581	0.0610	0.0640	0.0669	0.0698	86	
4	0.0698	0.0727	0.0756	0.0785	0.0814	0.0843	0.0872	85	
5	0.0872	0.0901	0.0929	0.0958	0.0987	0.1016	0.1045	84	
6	0.1045	0.1074	0.1103	0.1132	0.1161	0.1190	0.1219	83	
7	0.1219	0.1248	0.1276	0.1305	0.1334	0.1363	0.1392	82	
8	0.1392	0.1421	0.1449	0.1478	0.1507	0.1536	0.1564	81	
9	0.1564	0.1593	0.1622	0.1650	0.1679	0.1708	0.1736	80	
10	0.1736	0.1765	0.1794	0.1822	0.1851	0.1880	0.1908	79	
11	0.1908	0.1937	0.1965	0.1994	0.2022	0.2051	0.2079	78	
12	0.2079	0.2108	0.2136	0.2164	0.2193	0.2221	0.2250	77	
13	0.2250	0.2278	0.2306	0.2334	0.2363	0.2391	0.2419	76	
14	0.2419	0.2447	0.2476	0.2504	0.2532	0.2560	0.2588	75	
15	0.2588	0.2616	0.2644	0.2672	0.2700	0.2728	0.2756	74	
16	0.2756	0.2784	0.2812	0.2840	0.2868	0.2896	0.2924	73	
17	0.2924	0.2952	0.2979	0.3007	0.3035	0.3062	0.3090	72	
18	0.3090	0.3118	0.3145	0.3173	0.3201	0.3228	0.3256	71	
19	0.3256	0.3283	0.3311	0.3338	0.3365	0.3393	0.3420	70	
20	0.3420	0.3448	0.3475	0.3502	0.3529	0.3557	0.3584	69	
21	0.3584	0.3611	0.3638	0.3665	0.3692	0.3719	0.3746	68	
22	0.3746	0.3773	0.3800	0.3827	0.3854	0.3881	0.3907	67	
23	0.3907	0.3934	0.3961	0.3987	0.4014	0.4041	0.4067	66	
24	0.4067	0.4094	0.4120	0.4147	0.4173	0.4200	0.4226	65	
25	0.4226	0.4253	0.4279	0.4305	0.4331	0.4358	0.4384	64	
26	0.4384	0.4410	0.4436	0.4462	0.4488	0.4514	0.4540	63	
27	0.4540	0.4566	0.4592	0.4617	0.4643	0.4669	0.4695	62	
28	0.4695	0.4720	0.4746	0.4772	0.4798	0.4823	0.4848	61	
29	0.4848	0.4874	0.4899	0.4924	0.4950	0.4975	0.5000	60	
30	0.5000	0.5025	0.5050	0.5075	0.5100	0.5125	0.5150	59	
31	0.5150	0.5175	0.5200	0.5225	0.5250	0.5275	0.5299	58	
32	0.5299	0.5324	0.5348	0.5373	0.5398	0.5422	0.5446	57	
33	0.5446	0.5471	0.5495	0.5519	0.5544	0.5568	0.5592	56	
34	0.5592	0.5616	0.5640	0.5664	0.5688	0.5712	0.5736	55	
35	0.5736	0.5760	0.5783	0.5807	0.5831	0.5854	0.5878	54	
36	0.5878	0.5901	0.5925	0.5948	0.5972	0.5995	0.6018	53	
37	0.6018	0.6041	0.6065	0.6088	0.6111	0.6134	0.6157	52	
38	0.6157	0.6180	0.6202	0.6225	0.6248	0.6271	0.6293	51	
39	0.6293	0.6316	0.6338	0.6361	0.6383	0.6406	0.6428	50	
40	0.6428	0.6450	0.6472	0.6494	0.6517	0.6539	0.6561	49	
41	0.6561	0.6583	0.6604	0.6626	0.6648	0.6670	0.6691	48	
42	0.6691	0.6713	0.6734	0.6756	0.6777	0.6799	0.6820	47	
43	0.6820	0.6841	0.6862	0.6884	0.6905	0.6926	0.6947	46	
44	0.6947	0.6967	0.6988	0.7009	0.7030	0.7050	0.7071	45	

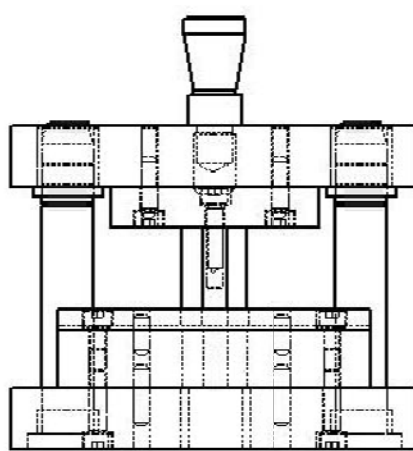


الف) نمونه یک قالب برش ساده

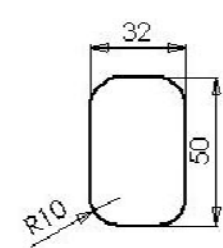


Part Number	Part Name	Material (hardness)	Qty
1			1
2			1
3			2
4			2
5			1
6			4
7			2
8			1
9			4
10			2
11			1
12			1
13			1
14			2
15			4
16			2

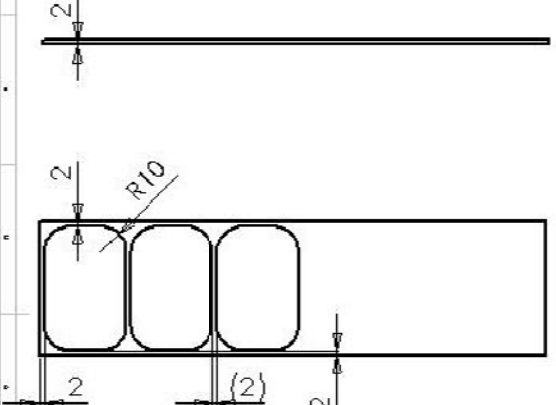
SCALE DRAWING Specimen Die Liftsanat Co.		DIN-Steel 85-1-S.D.
--	--	------------------------



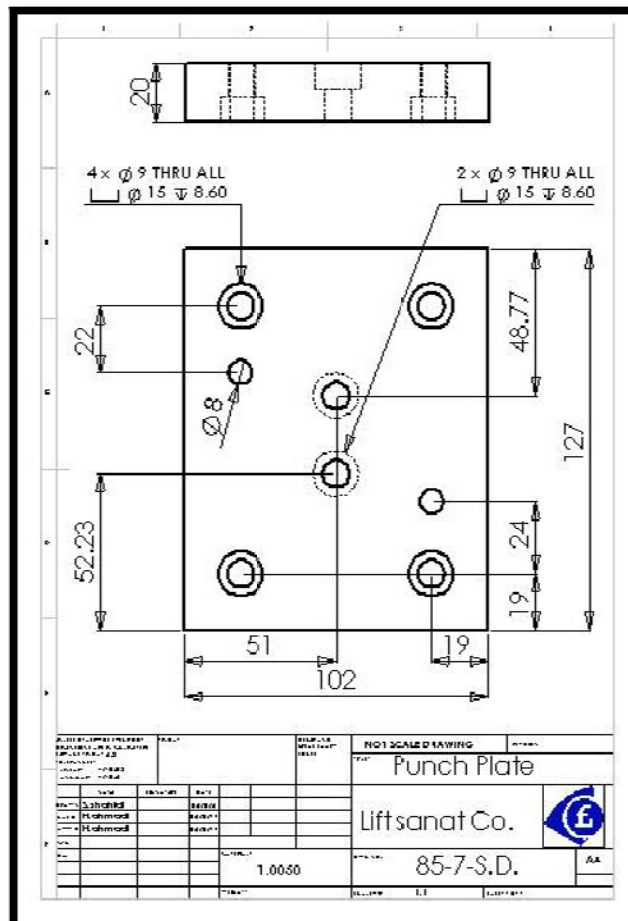
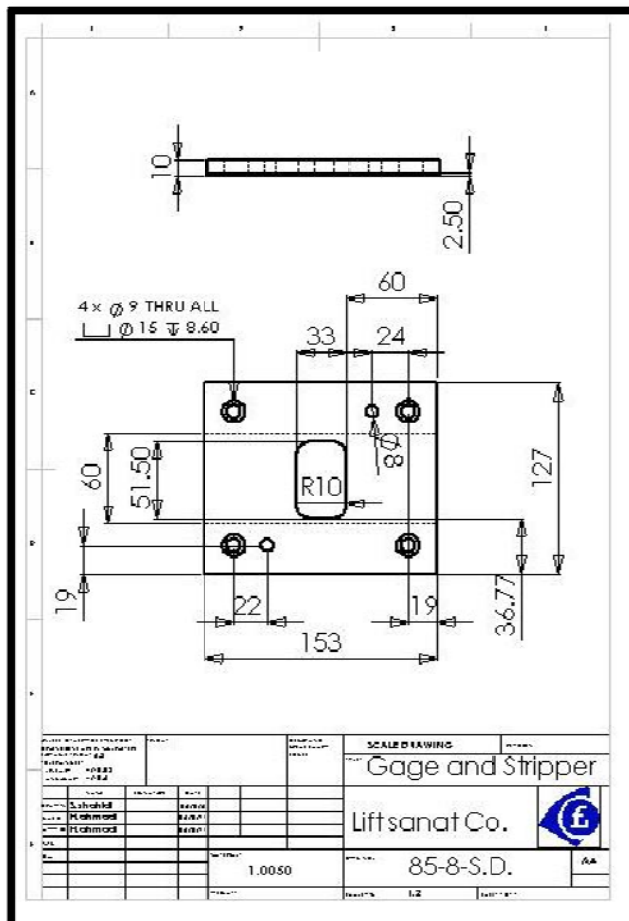
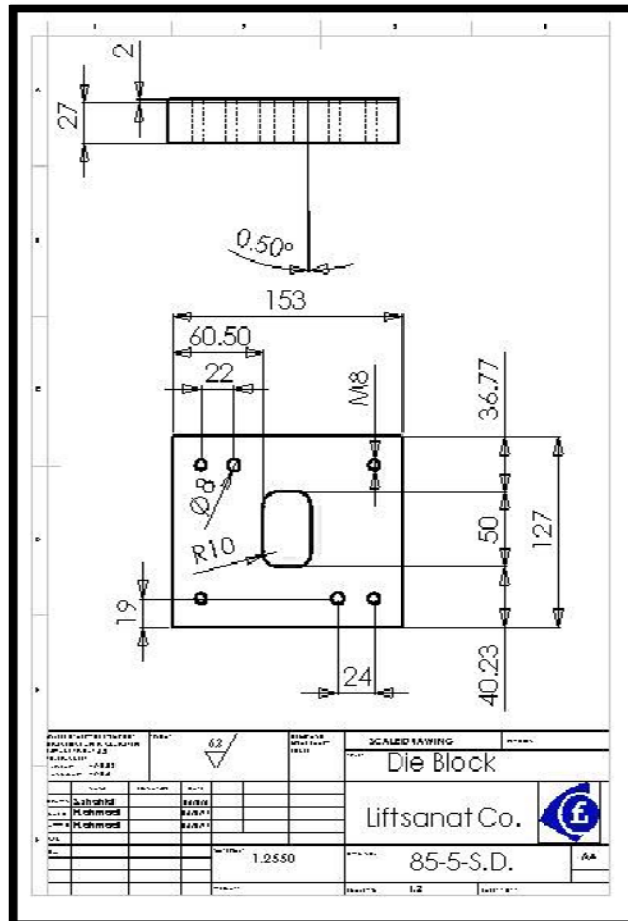
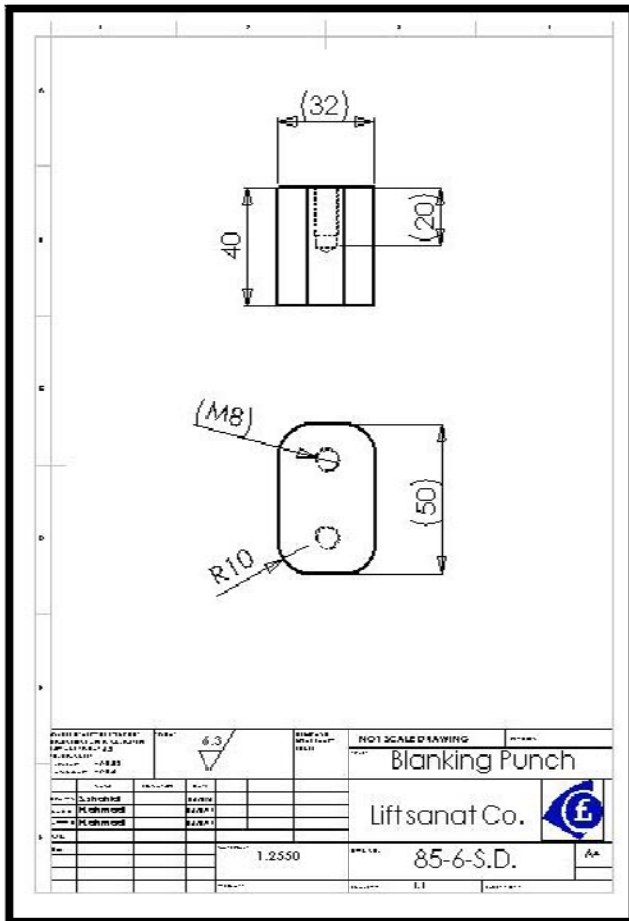
SCALE DRAWING Specimen Die Liftsanat Co.		DIN-Steel 85-2-S.D.
--	--	------------------------

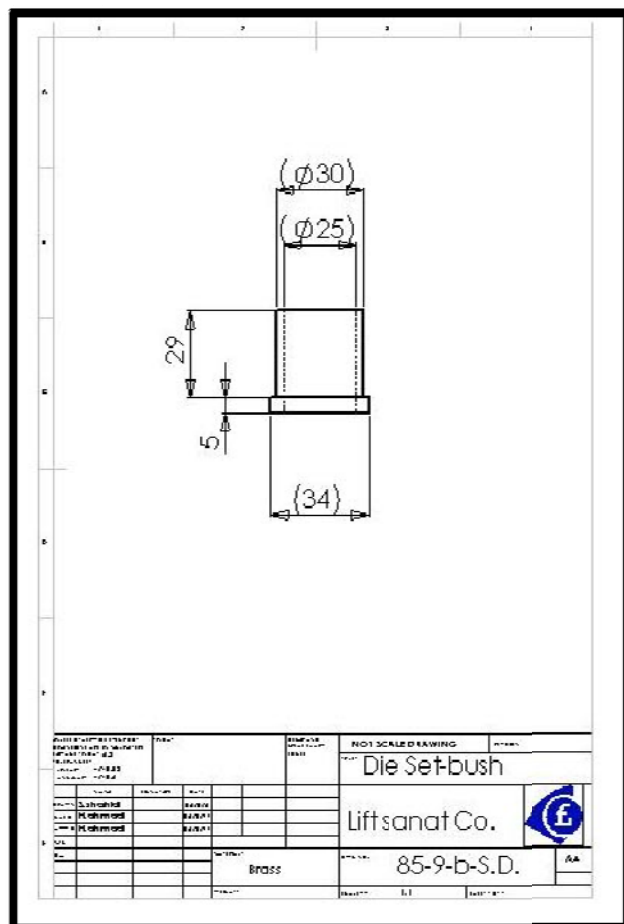
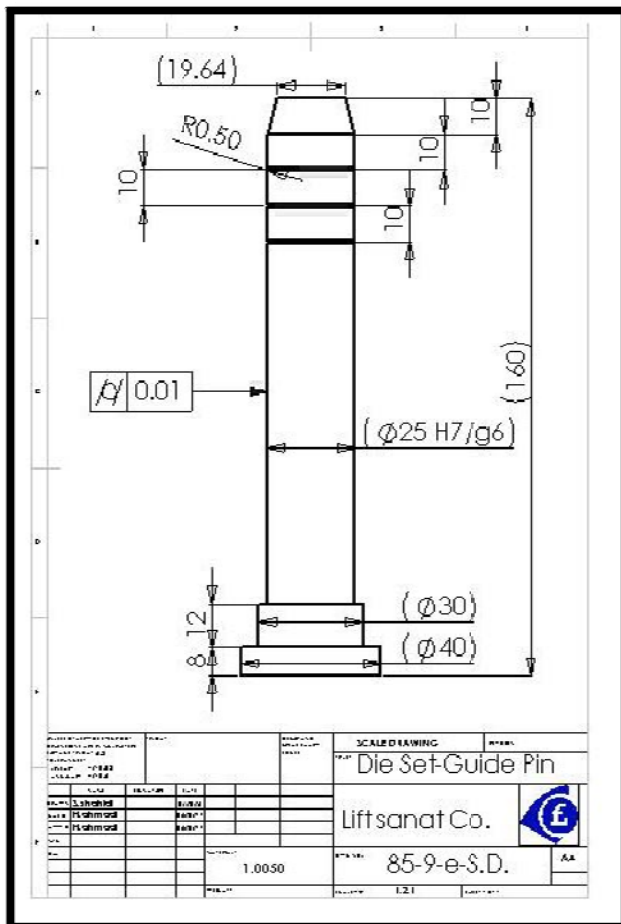
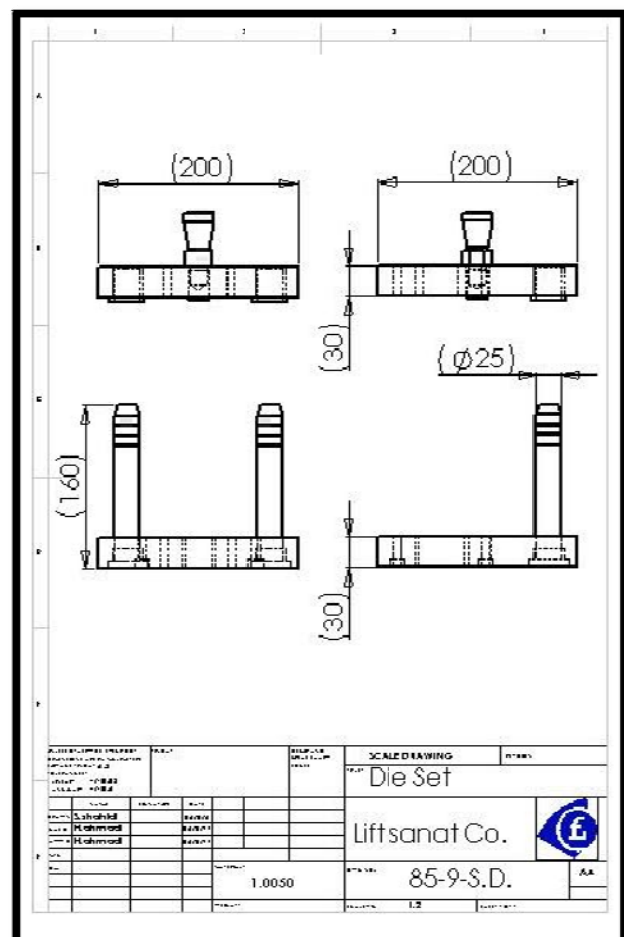
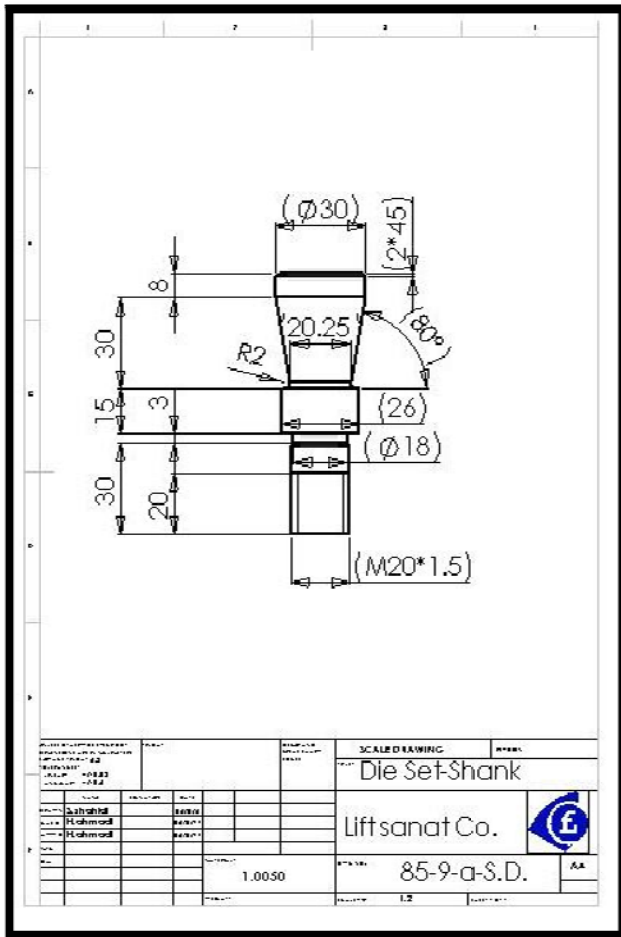


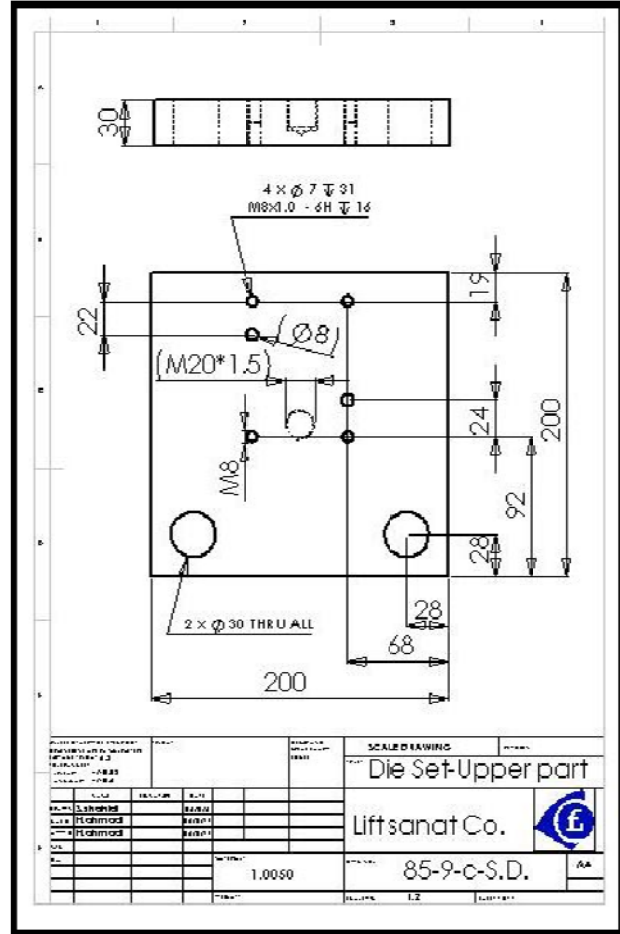
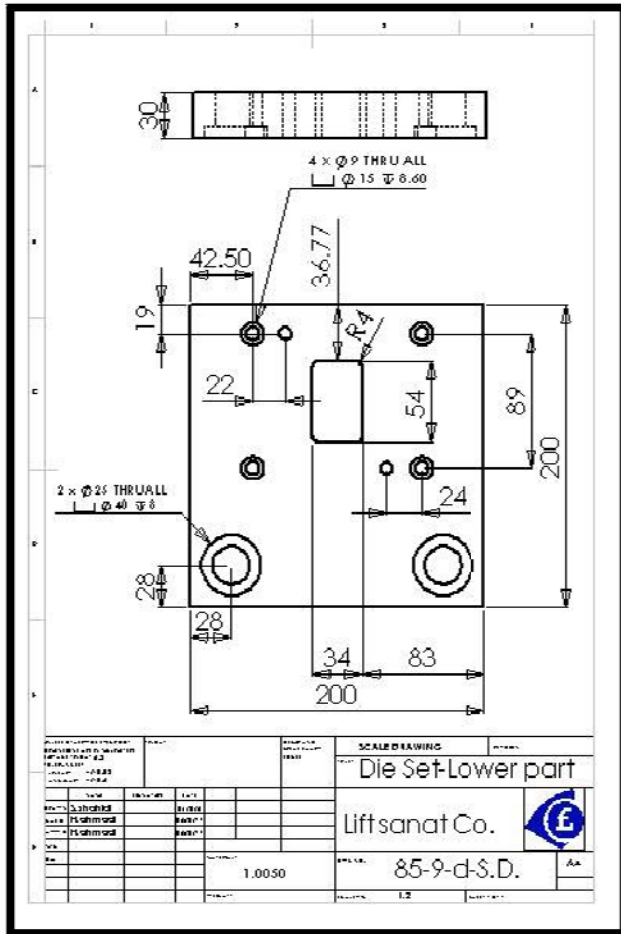
NOT SCALE DRAWING Workpiece Liftsanat Co.		DIN-1.0037 85-3-S.D.
---	--	-------------------------



SCALE DRAWING Material Strip Liftsanat Co.		1.0037 85-4-S.D.
--	--	---------------------







(ب) دیگر جداول مورد نیاز طراحی قالب مطابق استاندارد DIN آلمان

ورق فولادی													
مقایسه با (8,75), DIN 1541 (11,81)						مقایسه با (6,73), DIN 1783 (4,81)							
ضخامت ورق	وزن سطحی m ²	ضخامت ورق	وزن سطحی m ²	ضخامت ورق	وزن سطحی m ²	ضخامت ورق	وزن سطحی m ²	ضخامت ورق	وزن سطحی m ²	ضخامت ورق	وزن سطحی m ²		
mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²		
0,35	2,75	0,70	5,50	1,2	9,42	3,0	23,55	4,75	37,3	10,0	78,5		
0,40	3,14	0,80	6,28	1,5	11,80	3,5	27,4	5,0	38,25	12,0	94,2		
0,50	3,92	0,90	7,07	2,0	15,70	4,0	31,4	6,0	47,1	14,0	109,9		
0,60	4,71	1,0	7,85	2,5	19,60	4,5	35,4	8,0	62,8	15,0	117,75		
نوع تحول: به صورت ورق یا تسمه طبق DIN 1541 ضخامت 0,35 تا 3 mm ، طبق DIN 1545 ضخامت از 3 تا 150 mm جنس: فولاد آلیاژی و غیر آلیاژی. مشخصه ورق نورد گرم از فولاد 2 - RSt 37 با ضخامت 4,5 mm : 4,5 - RSt 37 - 2 - 4,5 DIN 1543 ورق													
ورق از فلزات غیر آهنی													
ضخامت ورق	D-Cu	CuZn37	CuAl18	Al99,8	MgAl6	Zn97,5	ضخامت ورق	D-Cu	CuZn37	CuAl18	Al 99,8	MgAl6	Zn97,5
mm	وزن سطحی m ² به kg/m ²						mm	وزن سطحی m ² به kg/m ²					
0,2	1,78	1,68	1,54	0,540	-	1,41	1,6	14,2	13,4	12,6	-	-	-
0,25	2,22	2,10	1,92	0,675	-	1,80	1,8	16,0	15,1	13,9	4,86	3,28	12,9
0,3	2,67	2,52	2,31	0,810	0,546	2,15	2	17,8	16,9	15,4	5,40	3,64	14,4
0,4	3,56	3,36	3,08	1,08	0,728	2,87	2,2	19,6	18,5	16,9	-	-	15,8
0,5	4,45	4,20	3,85	1,35	0,910	3,59	2,5	22,2	20,9	19,2	6,75	4,55	18,0
0,6	5,34	5,04	4,62	1,62	1,09	4,31	2,8	25,0	23,6	21,5	-	-	20,1
0,7	6,23	5,88	5,38	-	-	5,03	3	26,8	25,3	23,1	8,10	5,46	21,5
0,8	7,12	6,72	6,16	2,16	1,46	5,74	3,2	29,0	27,4	24,6	-	-	-
1	8,90	8,40	7,70	2,70	1,82	7,18	3,5	31,2	29,5	26,9	9,45	6,37	25,1
1,2	10,7	10,1	9,24	3,24	2,18	8,62	4	35,6	33,6	30,4	10,8	7,28	28,7
1,4	12,5	11,8	10,8	-	-	10,1	4,5	40,1	37,8	34,6	-	-	-
1,5	13,4	12,7	11,6	4,05	2,73	10,8	5	44,5	42,0	38,5	13,5	9,10	35,9
نوع تحول: به صورت ورق یا تسمه طبق DIN 1751 در ضخامت 0,1 m تا 5 mm طبق DIN 1783 ضخامت از 0,4 تا 15 mm جنس: آلیاژهای - Cu, Al -, Zn -, مشخصه ورق (BL) طبق DIN 1783 از Al 99,8 با ضخامت 1,5 mm : 1,5 - Al 998 - BL - 1,5 DIN 1783 ورق													

برای درک مفهوم شماره گذاری فولادها، استاندارد شماره گذاری DIN در این صفحه آورده شده است.

شماره مواد		DIN 17007, T 1...4 (4.59, 9.61, 1.71, 7. 3)																																																					
<p>شماره مواد سیستم ترتیب مواد را نشان می دهد که مشخصات مواد در آن گنجانیده شده است.</p> <p>مثال: 1. 0116. 07</p>		<p>عدد های مشخصه گروه اصلی</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>آهن خام ، آلیاژهای فررو ، چدن</td></tr> <tr><td>1</td><td>فولاد ، فولاد ریختگی</td></tr> <tr><td>2</td><td>فلزات سنگین غیر آهنی</td></tr> <tr><td>3</td><td>فلزات سبک</td></tr> <tr><td>4 تا 8</td><td>مواد غیر آهنی</td></tr> <tr><td>9</td><td>آزاد برای کاربرد داخلی</td></tr> </table>		0	آهن خام ، آلیاژهای فررو ، چدن	1	فولاد ، فولاد ریختگی	2	فلزات سنگین غیر آهنی	3	فلزات سبک	4 تا 8	مواد غیر آهنی	9	آزاد برای کاربرد داخلی																																								
0	آهن خام ، آلیاژهای فررو ، چدن																																																						
1	فولاد ، فولاد ریختگی																																																						
2	فلزات سنگین غیر آهنی																																																						
3	فلزات سبک																																																						
4 تا 8	مواد غیر آهنی																																																						
9	آزاد برای کاربرد داخلی																																																						
<p>گروه اصلی مواد: فولاد، فولاد ریختگی</p> <p>شماره نوع: 01 فولادهای ساختمانی معمولی 16 شماره عددی</p> <p>اعداد: 0 نامعین 7 سخت کاری سرد</p>		<p>سیستم گروه اصلی 1 فولاد</p> <p>معنی عددهای مشخصه در گروه اصلی 1 فولاد:</p> <p>مکان 2 و 3: درجه نوع مکان 4 و 5: شماره عددی مکان 6: فرآیند تهیه فولاد مکان 7: وضعیت عملیات حرارتی شماره عددی هیچ مطلبی درباره ترکیب شیمیایی بیان نمی کند.</p>																																																					
<p>معنی شماره های نوع مکان 2 و 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>شماره نوع</th> <th>درجه نوع</th> <th>شماره نوع</th> <th>درجه نوع</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>فولادهای نجیب آلیاژی</td> <td>فولادهای کم کربن و آلیاژی (کهنی)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20...28 فولادهای ابزار</td> <td>00 فولادهای پایه</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32...33 فولادهای تندبر</td> <td>01...02 فولادهای عمومی ساختمانی ، غیر آلیاژی</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>34 فولادهای مقاوم به سایش</td> <td>03...07 فولادهای کهنی ، غیر آلیاژی</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>35 فولاد پاناقانهای غلظتی (بلییرنگها)</td> <td>08...09 فولادهای کهنی ، آلیاژی</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>36...39 مواد آهنی با خواص فیزیکی خاص</td> <td>90 انواع مخصوص ، فولادهای پایه</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40...45 فولادهای زنگ نزن</td> <td>91...99 انواع مخصوص دیگر</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>47...48 فولادهای مقاوم به حرارت</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>49 مواد دما بالا</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50...84 فولادهای ساختمانی</td> <td>10 فولاد با خواص فیزیکی مخصوص</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>85 فولادهای نیترو</td> <td>11...12 فولادهای ساختمانی</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>88 آلیاژهای سخت</td> <td>15...18 فولادهای ابزار</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				شماره نوع	درجه نوع	شماره نوع	درجه نوع	فولادهای نجیب آلیاژی	فولادهای کم کربن و آلیاژی (کهنی)			20...28 فولادهای ابزار	00 فولادهای پایه			32...33 فولادهای تندبر	01...02 فولادهای عمومی ساختمانی ، غیر آلیاژی			34 فولادهای مقاوم به سایش	03...07 فولادهای کهنی ، غیر آلیاژی			35 فولاد پاناقانهای غلظتی (بلییرنگها)	08...09 فولادهای کهنی ، آلیاژی			36...39 مواد آهنی با خواص فیزیکی خاص	90 انواع مخصوص ، فولادهای پایه			40...45 فولادهای زنگ نزن	91...99 انواع مخصوص دیگر			47...48 فولادهای مقاوم به حرارت				49 مواد دما بالا				50...84 فولادهای ساختمانی	10 فولاد با خواص فیزیکی مخصوص			85 فولادهای نیترو	11...12 فولادهای ساختمانی			88 آلیاژهای سخت	15...18 فولادهای ابزار		
شماره نوع	درجه نوع	شماره نوع	درجه نوع																																																				
فولادهای نجیب آلیاژی	فولادهای کم کربن و آلیاژی (کهنی)																																																						
20...28 فولادهای ابزار	00 فولادهای پایه																																																						
32...33 فولادهای تندبر	01...02 فولادهای عمومی ساختمانی ، غیر آلیاژی																																																						
34 فولادهای مقاوم به سایش	03...07 فولادهای کهنی ، غیر آلیاژی																																																						
35 فولاد پاناقانهای غلظتی (بلییرنگها)	08...09 فولادهای کهنی ، آلیاژی																																																						
36...39 مواد آهنی با خواص فیزیکی خاص	90 انواع مخصوص ، فولادهای پایه																																																						
40...45 فولادهای زنگ نزن	91...99 انواع مخصوص دیگر																																																						
47...48 فولادهای مقاوم به حرارت																																																							
49 مواد دما بالا																																																							
50...84 فولادهای ساختمانی	10 فولاد با خواص فیزیکی مخصوص																																																						
85 فولادهای نیترو	11...12 فولادهای ساختمانی																																																						
88 آلیاژهای سخت	15...18 فولادهای ابزار																																																						
<p>معنی اعداد پیوست مکان 6 و 7</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>مکان 7</th> <th>وضعیت عملیات حرارتی</th> <th>مکان 6</th> <th>فرآیند تهیه فولاد</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>هیچ نوع عملیات حرارتی یا دلخواه</td><td>0</td><td>تعیین نشده یا غیر مهم</td></tr> <tr><td>1</td><td>آبیل نرمال</td><td>1</td><td>فولاد نا آرام توماس</td></tr> <tr><td>2</td><td>آبیل نرم</td><td>2</td><td>فولاد آرام توماس</td></tr> <tr><td>3</td><td>عملیات حرارتی جهت قابلیت براده برداری</td><td>3</td><td>نوع دیگر خوب ، نا آرام</td></tr> <tr><td>4</td><td>بهسازی چقرمه</td><td>4</td><td>نوع دیگر خوب ، آرام</td></tr> <tr><td>5</td><td>بهسازی</td><td>5</td><td>فولاد نا آرام زیمنس - مارتین</td></tr> <tr><td>6</td><td>بهسازی سخت</td><td>6</td><td>فولاد آرام زیمنس - مارتین</td></tr> <tr><td>7</td><td>سخت کاری سرد</td><td>7</td><td>فولاد نا آرام اکسیژن دمش</td></tr> <tr><td>8</td><td>سخت کاری سرد با سختی فزونی</td><td>8</td><td>فولاد آرام اکسیژن دمش</td></tr> <tr><td>9</td><td>عملیات حرارتی طبق داده های خاص</td><td>9</td><td>فولاد الکترو</td></tr> </tbody> </table>				مکان 7	وضعیت عملیات حرارتی	مکان 6	فرآیند تهیه فولاد	0	هیچ نوع عملیات حرارتی یا دلخواه	0	تعیین نشده یا غیر مهم	1	آبیل نرمال	1	فولاد نا آرام توماس	2	آبیل نرم	2	فولاد آرام توماس	3	عملیات حرارتی جهت قابلیت براده برداری	3	نوع دیگر خوب ، نا آرام	4	بهسازی چقرمه	4	نوع دیگر خوب ، آرام	5	بهسازی	5	فولاد نا آرام زیمنس - مارتین	6	بهسازی سخت	6	فولاد آرام زیمنس - مارتین	7	سخت کاری سرد	7	فولاد نا آرام اکسیژن دمش	8	سخت کاری سرد با سختی فزونی	8	فولاد آرام اکسیژن دمش	9	عملیات حرارتی طبق داده های خاص	9	فولاد الکترو								
مکان 7	وضعیت عملیات حرارتی	مکان 6	فرآیند تهیه فولاد																																																				
0	هیچ نوع عملیات حرارتی یا دلخواه	0	تعیین نشده یا غیر مهم																																																				
1	آبیل نرمال	1	فولاد نا آرام توماس																																																				
2	آبیل نرم	2	فولاد آرام توماس																																																				
3	عملیات حرارتی جهت قابلیت براده برداری	3	نوع دیگر خوب ، نا آرام																																																				
4	بهسازی چقرمه	4	نوع دیگر خوب ، آرام																																																				
5	بهسازی	5	فولاد نا آرام زیمنس - مارتین																																																				
6	بهسازی سخت	6	فولاد آرام زیمنس - مارتین																																																				
7	سخت کاری سرد	7	فولاد نا آرام اکسیژن دمش																																																				
8	سخت کاری سرد با سختی فزونی	8	فولاد آرام اکسیژن دمش																																																				
9	عملیات حرارتی طبق داده های خاص	9	فولاد الکترو																																																				
<p>مثال شماره کامل جنس برای St 37 -2 ، فولاد آرام - SM ، آبیل نرمال : 1.0037.61</p>																																																							
<p>سیستم گروههای اصلی 2 فلزات سنگین - غیر آهنی و 3 فلزات سبک</p> <p>شماره نوع چهار مکانی ، ترکیبات ، که بر حسب فلزات اصلی تقسیم بندی می شود ، نوع و مقدار افزوده آلیاژها را بیان می کند . اولین عدد پیوست (مکان 6) گروه وضعیت را مشخص می کند . دومین عدد پیوست (مکان 7) مراحل کاری را مشخص می کند که به وسیله عملیات حرارتی به دست آمده و اهمیت آن بستگی به مواد مختلف دارد .</p>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>مکان 6</th> <th>گروه عملیات حرارتی</th> <th>شماره نوع</th> <th>فلز اصلی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>بدون عملیات حرارتی</td><td>2.0000 ... 2.1799</td><td>مس</td></tr> <tr><td>1</td><td>نرم</td><td>2.2000 ... 2.2499</td><td>روی ، کادمیم</td></tr> <tr><td>2</td><td>سخت کاری سرد نرم (سخت کاری میانی)</td><td>2.3000 ... 2.3499</td><td>سرب</td></tr> <tr><td>3</td><td>سخت کاری سرد (سخت هو بالای آن)</td><td>2.3500 ... 2.3999</td><td>قلع</td></tr> <tr><td>4</td><td>آبیل محلول سازی ، بدون عملیات مکانیکی بعدی</td><td>2.4000 ... 2.4999</td><td>نیکل ، کبالت</td></tr> <tr><td>5</td><td>آبیل محلول سازی ، ماشینکاری سرد بعدی</td><td>2.5000 ... 2.5999</td><td>فلزات خالص</td></tr> <tr><td>6</td><td>سخت کاری رسوبی گرم ، بدون عملیات مکانیکی بعدی</td><td>2.6000 ... 2.6999</td><td>فلزات با دمای خوب بالا</td></tr> <tr><td>7</td><td>سخت کاری رسوبی گرم ، ماشینکاری سرد بعدی</td><td>3.0000 ... 3.4999</td><td>آلومینیم</td></tr> <tr><td>8</td><td>تنش زدایی ، بدون سخت کاری سرد قبلی</td><td>3.5000 ... 3.5999</td><td>منیزیم</td></tr> <tr><td>9</td><td>عملیات حرارتی خاص (مثلا آبیل پایداری)</td><td>3.7000 ... 3.7999</td><td>تیتانیوم</td></tr> </tbody> </table>				مکان 6	گروه عملیات حرارتی	شماره نوع	فلز اصلی	0	بدون عملیات حرارتی	2.0000 ... 2.1799	مس	1	نرم	2.2000 ... 2.2499	روی ، کادمیم	2	سخت کاری سرد نرم (سخت کاری میانی)	2.3000 ... 2.3499	سرب	3	سخت کاری سرد (سخت هو بالای آن)	2.3500 ... 2.3999	قلع	4	آبیل محلول سازی ، بدون عملیات مکانیکی بعدی	2.4000 ... 2.4999	نیکل ، کبالت	5	آبیل محلول سازی ، ماشینکاری سرد بعدی	2.5000 ... 2.5999	فلزات خالص	6	سخت کاری رسوبی گرم ، بدون عملیات مکانیکی بعدی	2.6000 ... 2.6999	فلزات با دمای خوب بالا	7	سخت کاری رسوبی گرم ، ماشینکاری سرد بعدی	3.0000 ... 3.4999	آلومینیم	8	تنش زدایی ، بدون سخت کاری سرد قبلی	3.5000 ... 3.5999	منیزیم	9	عملیات حرارتی خاص (مثلا آبیل پایداری)	3.7000 ... 3.7999	تیتانیوم								
مکان 6	گروه عملیات حرارتی	شماره نوع	فلز اصلی																																																				
0	بدون عملیات حرارتی	2.0000 ... 2.1799	مس																																																				
1	نرم	2.2000 ... 2.2499	روی ، کادمیم																																																				
2	سخت کاری سرد نرم (سخت کاری میانی)	2.3000 ... 2.3499	سرب																																																				
3	سخت کاری سرد (سخت هو بالای آن)	2.3500 ... 2.3999	قلع																																																				
4	آبیل محلول سازی ، بدون عملیات مکانیکی بعدی	2.4000 ... 2.4999	نیکل ، کبالت																																																				
5	آبیل محلول سازی ، ماشینکاری سرد بعدی	2.5000 ... 2.5999	فلزات خالص																																																				
6	سخت کاری رسوبی گرم ، بدون عملیات مکانیکی بعدی	2.6000 ... 2.6999	فلزات با دمای خوب بالا																																																				
7	سخت کاری رسوبی گرم ، ماشینکاری سرد بعدی	3.0000 ... 3.4999	آلومینیم																																																				
8	تنش زدایی ، بدون سخت کاری سرد قبلی	3.5000 ... 3.5999	منیزیم																																																				
9	عملیات حرارتی خاص (مثلا آبیل پایداری)	3.7000 ... 3.7999	تیتانیوم																																																				
<p>مثال شماره کامل مواد برای NiCr 60 15 ، سخت کاری سرد بانورد و تنش زدایی شده : 2.4867.21</p>																																																							

فولاد					
مقایسه با (DIN 17350 10.80)					فولادهای ابزار
نام کوتاه	شماره مواد	سختی HB ¹	دمای سخت کاری °C	σ _A	مثالهای کاربردی
فولادهای سرد کار غیرآلیاژی					
C 60 W	1.1740	231	800... 830	Ö	اجزاء قالب ، شافت قالبهای تند بر و فلزات سخت
C 70 W2	1.1620	183	790... 820	W	ابزار هوای فشرده در صنایع معدن و جاده سازی
C 80 W1	1.1525	192	780... 810	W	قالب با حفره تخت ، قلم دستی ، ماتریس ضربه سرد کار ، چاقو
C 85 W	1.1830	222	800... 830	Ö	تیغه اره نواری و دیسکی برای ماشینکاری چوب ، تیغه ماشینهای درو
C 105 W1	1.1545	213	770... 800	W	ابزار پیچ بری ، قالب اکستروژن ، قالب حکاکی ، فرامین
فولادهای سردکار آلیاژی					
21 MnCr 5	1.2162	212	810... 840	Ö	ابزار براده برداری مواد مصنوعی ، که ماشینکاری شده و سخت کاری سطحی (سمانتاسیون) می شود
60 WCrV 7	1.2550	229	870... 900	Ö	برش ورق فولادی 15mm... 6، ماتریس آرایشی، بیرون انداز ، سنبه سوراخکاری سرد کار
90 MnCrV 8	1.2842	229	790... 820	Ö	شکل دادن مواد مصنوعی ، تکه های براده برداری و سنبه ها ، قالبهای کشش عمیق ، ابزار اندازه گیری
100 Cr 6	1.2067	223	790... 820	Ö	فرامین ، سنبه های کشش ، ابزار براده برداری چوب ، قرقره لبه دار کردن سر لوله ، سنبه
115 CrV 3	1.2210	223	760... 810	W	قلاویز ، بیرون انداز ، سنبه ، خزینه زن ، قلم (فولاد نقره)
105 WCr 6	1.2419	229	800... 830	Ö	حدیده ، تیغه فرز ، برقو ، فرامین ابزار اندازه گیری ، ابزار پیچ زنی ، سنبه
X 19 NiCrMo 4	1.2767	255	780... 810	L	فولاد سخت کاری سطحی هوا سخت ، شکل دادن مواد مصنوعی
X 36 CrMo 17	1.2316	285	1000... 1040	Ö	ابزار کار روی مواد ترمو پلاستی که خواص خوردندگی شیمیایی دارند
X 210 CrW 12	1.2436	255	950... 980	L	ابزار برش ، تیغه های خان کشی ، ابزار پیچ زنی غلتکی ، قالبهای پرس ، نازل سند بلاست
فولادهای گرم کار					
56 NiCrMoV 7	1.2714	248	860... 900	L	سنبه اکستروژن ، قالب چکشی
X 38 CrMoV 5 1	1.2343	229	1000...1040	L	قالب ، قالب ریخته گری تحت فشار فلزات سبک
X 32 CrMoV 3 3	1.2365	229	1010...1050	Ö	تویی قالب آهنگری بسته ، قالب آهنگری ، قالب ریخته گری تحت فشار فلزات - سبک و - سنگین
فولادهای تندبر					
S 6-5-2	1.3343	240 تا 300	1190...1230	Ö,L	تیغه های خان کشی ، مته مارپیچ ، تیغه فرز ، برقو ، قلاویز ، خزینه زن ، قالب برش ظریف
S 6-5-2-5	1.3243		1200...1240	Ö,L	تیغه فرز ، مته مارپیچ ، قلاویز
S 10-4-3-10	1.3207		1210...1250	Ö,L	رنده تراشکاری و فولادهای قالب
S 18-1-2-5	1.3255		1260...1300	Ö,L	رنده تراشکاری ، رنده صفحه تراش ، تیغه فرز
¹ وضعیت تحویل (2) وسیله سخت کردن (ترساندن) : آب W ، روغن Ö ، هوا L عملیات حرارتی فولادهای ابزاری در صفحه ۱۴۹					

فولاد															
نوع فولاد		آبیل نرم HB	B ⁽¹⁾	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	درصد تغییر طول نسبی شکست A %	خواص ، کاربرد								
نام کوتاه	شماره مواد														
فولادهای بهسازی															
مقایسه با (3.87) DIN 17 200															
C 25	1.0406	156	V	500...650	320	21	قطعات با تنش اعمالی پایین و قطر بهسازی کوچک ؛ پیچها ، پینها ، محور ثابت و گردان ، چرخنده ها								
C 35	1.0501	183	N V	490...640 600...750	275 370	21 19									
C 45	1.0503	207	N V	590...740 650...800	335 430	17 16									
C 55	1.0535	229	N V	660...830 750...900	360 500	15 14									
C 60	1.0601	241	N V	660...880 800...950	380 520	14 13									
28 Mn 6	1.1170	223	N	690...870	490	15		قطعات با تنش اعمالی بالا و قطر بهسازی بزرگ ؛ محور جمعیه دنده ، حلزون ، چرخنده ها							
38 Cr 2	1.7003	207	V	700...850	450	15									
46 Cr 2	1.7006	223	V	800...950	550	14									
34 Cr 4	1.7033	223	V	800...950	590	14									
37 Cr 4	1.7034	235	V	850...1000	630	13									
41 Cr 4	1.7035	241	V	900...1100	660	12									
25 CrMo 4	1.7218	212	V	800...950	600	14	قطعات با تنش اعمالی بالا و قطر بهسازی بزرگ ؛ قطعات آهنگری بزرگ ، چرخنده ها ، محورهای گردان								
34 CrMo 4	1.7220	223	V	900...1100	650	12									
42 CrMo 4	1.7225	241	V	1000...1200	750	11									
50 CrMo 4	1.7228	248	V	1000...1200	780	10									
50 CrV 4	1.8159	248	V	1000...1200	800	10	قطعات با تنش اعمالی خیلی بالا و قطر بهسازی بزرگ ؛ میل لنگ								
36 CrNiMo 4	1.6511	248	V	1000...1200	800	11									
34 CrNiMo 4	1.6582	248	V	1100...1300	900	10									
30 CrNiMo 8	1.6580	248	V	1250...1450	1050	9									
<p>⁽¹⁾ B وضعیت عملیات حرارتی : N آبیل نرمال ، V بهسازی شده</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2">برای سایر ضخامتها مقادیر حدودی زیر صادق است :</td> </tr> <tr> <td>ضخامت محصول</td> <td>استحکام کششی R_m ، تنش تسلیم R_{p0.2}</td> </tr> <tr> <td>تا 16 mm</td> <td>1,1 × مقدار جدول</td> </tr> <tr> <td>100 mm تا 40 از</td> <td>0,9 × مقدار جدول</td> </tr> </table>								برای سایر ضخامتها مقادیر حدودی زیر صادق است :		ضخامت محصول	استحکام کششی R _m ، تنش تسلیم R _{p0.2}	تا 16 mm	1,1 × مقدار جدول	100 mm تا 40 از	0,9 × مقدار جدول
برای سایر ضخامتها مقادیر حدودی زیر صادق است :															
ضخامت محصول	استحکام کششی R _m ، تنش تسلیم R _{p0.2}														
تا 16 mm	1,1 × مقدار جدول														
100 mm تا 40 از	0,9 × مقدار جدول														
فولادهای نیترووره															
مقایسه با (04.87) DIN 17211															
31 CrMo 12	1.8515	248	V	1000...1200	800	11	قطعات تحت سایش تا ضخامت 250 mm								
15 CrMoV 5 9	1.8521	248	V	900...1100	750	10									
31 CrMoV 9	1.8519	248	V	1000...1200	800	11	قطعات تحت سایش مقاوم به حرارت تا ضخامت 100 mm								
34 CrAlMo 5	1.8507	248	V	800...1000	600	14	قطعات تحت سایش مقاوم به حرارت تا 500 °C و ضخامت 80 mm								
34 CrAlNi 7	1.8550	248	V	850...1050	650	12	برای قطعات مخصوص بزرگ ، شاتون ، محورها								

نوع فولاد		وضعیت تحویل ، مقادیر سختی (1)		بعد از سخت کاری کربوره در هسته (مغزی) (2)			خواص ، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد	G HB	BF HB	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _e N/mm ²	درصد تغییر طول نسبی شکست A ₅ %	
C 10	1.0301	131	-	490... 640	295	16	قطعات با تنش اعمالی پایین ؛ اهرها ، پینها
C 15	1.0401	143	-	590... 780	355	14	
17 Cr 3	1.7016	174	-	690... 880	440	11	قطعات با تنش اعمالی بالا ؛ چرخنده ها ، محورها ، وسایل اندازه - گیری ، گزینین
20 Cr 4	1.7027	197	149...197	730... 920	440	10	
16 MnCr 5	1.7131	207	156...207	780...1080	440	10	
20 MnCr 5	1.7147	217	170...217	980...1270	540	8	
20 MoCr 4	1.7321	207	156...207	780...1080	590	10	قطعات با تنش اعمالی خیلی بالا ؛ چرخنده های بشقابی
15 CrNi 6	1.5919	217	170...217	880...1180	540	9	
17 CrNiMo 6	1.6587	229	179...229	1080...1320	785	8	

(1) وضعیت عملیات حرارتی : G آیل نرم ، BF عملیات حرارتی روی استحکام ؛ $R_m \approx 3,5 \cdot HB30 (N/mm^2)$ ؛
 (2) مقادیر استحکام برای قطعات آزمایشی با قطر 30 mm صادق است .

نوع فولاد		B ⁽¹⁾	سختی HB	ضخامت محصول قطر 16...40 mm			خواص ، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد			استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _e N/mm ²	درصد تغییر طول نسبی شکست A ₅ %	
9 SMn 28	1.0715	U	159	380...570	-	-	جهت سخت کار نفوذی مشروط است ؛ قطعات کوچک با تنش اعمالی پایین ؛ محور با کشش سرد ، پینها ، پیچها
9 SMnPb 28	1.0718	K	-	460...710	375	8	
9 SMn 36	1.0736	U	163	380...550	-	-	
9 SMnPb 36	1.0737	K	-	490...740	390	8	
15 S 10	1.0710	U	166	400...560	-	-	مخصوص سخت کاری کربوره ؛ قطعات کوچک مقاوم به سایش ؛ محورها ، پینها
10 S 20	1.0721	U	149	360...530	-	-	
10 SPb 20	1.0722	K	-	460...710	355	9	مخصوص بهسازی ؛ قطعات بزرگ با تنش اعمالی بالا ؛ محورها ، پیچها
35 S 20	1.0726	U	192	490...660	-	-	
35 SPb 20	1.0756	K+V	-	580...730	365	16	
45 S 20	1.0727	U	223	590...770	-	-	
45 SPb 20	1.0757	K+V	-	660...800	410	13	
60 S 20	1.0728	U	261	660...870	-	-	
60 SPb 20	1.0758	K+V	-	740...930	430	7	
					490	11	

(1) فرآیند و عملیات حرارتی : U تغییر شکل گرم شده ، K کشش سرد ، K+V کشش سرد و بهسازی شده

فولاد ساختمانی معمولی							مقایسه با (1.80) DIN 17 100	
نوع فولاد	شماره مواد	استحکام کششی ^a R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _e به N/mm ² برای ضخامت محصول به mm			درصد تغییر طول نسبی شکست A ₅ %	خواص ، کاربرد	
			≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 < 80			
St 33	1.0035	290	185	175	-	18	اجزائی مانند نرده ها ، پله ها	
St 37-2 USt 37-2 RSt 37-2 St 37-3	1.0037 1.0036 1.0038 1.0116	340...370	235	225	210	25	فولاد معمولی برای ماشین سازی و ساختمانهای فولادی ، قابلیت براده برداری خوب ، فولادهای فرم و تسمه	
St 44-2 St 44-3	1.0044 1.0144	410...540	275	265	250	21	قطعات با تنش اعمالی متعادل ، اکسلها ، محورها ، بازوها	
St 50-2	1.0050	470...610	295	285	270	19	قطعات با تنش اعمالی میانگین ، اکسلها ، محورها	
St 52-3	1.0570	490...630	355	345	330	21	قطعات با تنش اعمالی بالادر ساختمانی - فولادی ، - جرقه زنی ، - پلها	
St 60-2 St 70-2	1.0060 1.0070	570...710 670...830	325 365	325 355	310 340	15 10	قطعات با تنش اعمالی بالا ، ماشینکاری سخت ، مقاوم به خوردگی	

(1) این مقادیر برای ضخامت 3 تا 100 mm صادق است .
برای ضخامت بالای 100 mm مقادیر استحکام با تولید کننده قابل توافق است .

آلیاژهای خمیری مس							
علامت کوتاه	شماره مواد	ضریب استحکام ^a	قطر مفتول mm	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	درصد تغییر طول نسبی شکست A ₅ %	خواص ، کاربرد
CuZn37	2.0321	F29	min. 10	min. 290	max. 250	45	تغییر شکل سرد خیلی خوب ، جوشکاری و لجم کاری خوب ؛ قطعات کشش عمیق
		F37	تا 40	min. 370	min. 250	27	
CuZn40	2.0360	F34	min. 10	min. 340	max. 250	35	تغییر شکل سرد و گرم خوب ، براده برداری خوب ؛ قطعات پرسکاری گرم
		F41	تا 40	min. 410	min. 250	20	
CuZn38Pb 1,5	2.0371	F34	min. 10	min. 340	max. 250	35	براده برداری خیلی خوب ، تغییر شکل گرم خوب ، قابل تغییر شکل سرد ؛ قطعات مکانیکی ظریف ، قطعات اتصال تاسیسات
		F41	max. 40	min. 410	min. 250	18	
		F47	max. 12	min. 470	min. 350	12	
CuZn39Pb3	2.0401	F36	min. 10	min. 360	max. 250	32	تغییر شکل گرم خوب ، براده برداری خیلی خوب ؛ قطعات پرسکاری گرم ، قطعات تراشکاری
CuZn40Pb2	2.0402	F43	max. 40	min. 430	min. 250	15	
		F50	max. 14	min. 500	min. 390	11	
CuZn40Al12	2.0550	F54	تا 80	min. 540	min. 240	18	استحکام بالا ، مقاوم به سایش ، مقاوم به خوردگی ؛ یاتاقان لغزشی ، چرخ حلزون
		F59	تا 40	min. 590	min. 270	14	
		F64	تا 15	min. 640	min. 310	10	

آلیاژهای مس - قلع							
CuSn6	2.1020	F34	تا 10	340...400	max. 250	55	پایداری شیمیایی بالا ، استحکام خوب ؛ فنرها ، شلنگ فلزی ، لوله
		F47	تا 12	470...550	min. 340	22	
		F64	تا 4	min. 640	min. 590	5	
CuSn8	2.1030	F39	min. 10	390...540	min. 290	60	پایداری شیمیایی بالا ، استحکام بالا ، خواص لغزشی خوب ، یاتاقان لغزشی ، چرخ حلزون
		F52	تا 12	520...590	min. 420	23	
		F69	تا 4	min. 690	min. 640	-	

(1) طبق DIN 1700

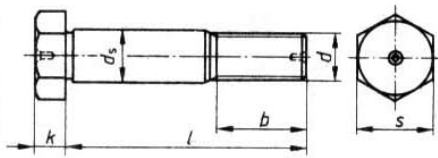
علامت کوتاه	شماره مواد	ضریب استحکام	قطر مفتول تا mm	استحکام کششی R_m N/mm ²	تنش تسلیم R_e N/mm ²	درصد تغییر طول نسبی شکست A_5 %	خواص کاربرد
آلیاژهای خمیری مس-آلومینیم							
مقایسه با (12.83) DIN 17672 T1							
CuAl8	2.0920	F37	120	370	120	35	مقاوم نسبت به اسید سولفوریک و اسید استیک؛ شیرآلات، تاسیسات چربی زدایی
		F49	50	490	270	15	
CuAl8Fe3	2.0932	F47	80	470	200	25	مقاوم به خوردگی، مقاوم در مقابل سایش، استحکام گرمایی بالا، استحکام خستگی بالا، مقاوم نسبت به خوردگی؛
		F59	50	590	270	10	
CuAl10Fe3Mn2	2.0936	F59	80	590	250	12	پینها، پیسجهها، محورها، چرخ حلزون، چرخدنده، یاتاقان، لقمه کشویی، محل نشیمن شیر
		F69	50	690	340	7	
CuAl9Mn2	2.0960	F49	80	490	200	25	استحکام بالا، مقاوم در مقابل سایش؛ شیرآلات، قطعات سایشی
		F59	50	590	250	15	
CuAl10Ni6Fe5	2.0966	F64	80	640	270	15	استحکام بالا، مقاوم در مقابل سایش؛ شیرآلات، قطعات سایشی
		F74	50	740	390	10	
آلیاژهای خمیری مس - نیکل - روی							
مقایسه با (12.83) DIN 17663							
CuNi12Zn24	2.0730	F34	10	340...440	290	40	تغییر شکل سرد خوب؛ قطعات کشش عمیق، فنرها، بافت مواد مصنوعی، معماری
		F44	40	440...540	290	18	
		F64	4	≥640	540	-	
CuNi18Zn20	2.0740	F39	10	390...470	290	40	تغییر شکل سرد خوب، خواص دوران اضطراری؛ قطعات کشش عمیق، فنرها
		F47	40	470...540	340	22	
		F64	4	≥640	570	-	
آلیاژهای ریختگی مس							
مقایسه با (11.81) همه DIN 1705, DIN 1709, DIN 1714							
G-CuZn15	2.0241.01		170	70	25	45	لحیم کاری نرم و سخت خیلی خوب، مقاوم به آب دریا؛ فلانچ
G-CuZn33Pb	2.0290.01		180	70	12	45	برده برداری خوب، مقاوم به آب مصرفی تا 90°C؛ اتصالات
G-CuZn25Al5	2.0598.01		750	450	8	180	استحکام و سختی خیلی بالا، براده برداری خوب؛ یاتاقان لغزشی
G-CuSn12	2.1052.01		260	140	12	80	استحکام سایشی بالا؛ مهره محور، چرخ حلزون
G-CuSn12Pb	2.1061.01		260	140	10	80	مقاوم به سایش، خواص دوران اضطراری؛ یاتاقان لغزشی
G-CuSn10Zn	2.1086.01		260	130	15	75	پوسته یاتاقان لغزشی، چرخ حلزون تحت تنش پایین
G-CuAl10Fe	2.0940.01		500	180	15	115	قطعات تحت تنش مکانیکی؛ اهرم، پوسته، چرخدنده مخروطی
G-CuAl9Ni	2.0970.01		500	200	20	110	قطعات تحت شرایط خوردگی؛ اتصالات، پروانه
G-CuAl10Ni	2.0975.01		600	270	12	140	قطعات تحت تنش مکانیکی و خوردگی؛ پمپها

فلزات غیر آهنی (آلیاژهای خمیری)									
علامت کوتاه	شماره مواد	خواص ویژه ^(۱)		قطر مفتول mm max.	استحکام کششی R_m N/mm ² min.	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ² min.	درصد تغییر طول نسبی شکست A_5 %	سختی HB	خواص ، کاربرد
مقایسه با (02.83) DIN 1747 T1									
آلومینیم ، آلیاژهای آلومینیم ، غیر قابل پیرسختی									
Al99	3.0205	F8	p	همه	75	30	18	22	با افزایش خلوص استحکام کششی و تنش تسلیم کاهش و درصد تغییر طول نسبی شکست و پایداری خوردگی افزایش می- یابد؛ قابل - پرداخت ، - جوشکاری ، - لحیم کاری
		F11	z	18	110	80	5	32	
		F14	z	10	140	120	3	40	
Al99,8	3.0285	F6	p	همه	60	20	25	18	مقاوم به آب و هوا ، تغییر شکل خیلی خوب ؛ پوشش ، اجزاء تجهیزات
		F9	z	18	90	60	8	25	
		F11	z	10	110	90	5	30	
AlMn1	3.0515	F10	p	همه	95	40	17	25	مقاوم به آب و هوا ، تغییر شکل خیلی خوب ؛ پوشش ، اجزاء تجهیزات
		F13	z	30	130	90	6	40	
		F16	z	10	160	130	4	45	
AlMg1	3.3315	F10	p	همه	100	40	15	30	مقاوم به آب و هوا ، تغییر شکل خیلی خوب ، قابل پرداخت ؛ قطعات بدنه خودرو
		F14	z	35	140	90	6	40	
		F19	z	20	185	155	4	55	
AlMg3	3.3535	-	w	همه	180	80	14	45	قابلیت تغییر شکل کمتر ؛ قطعات تحت تنش بالا
		F18	p	همه	180	80	14	45	
		F25	z	20	250	180	4	75	
AlMg2Mn0,8	3.3527	-	w	همه	180	80	16	45	مقاوم به حرارت ، مقاوم به سرمای پایین ؛ ساختمان خودرو
		F20	p	همه	200	100	13	50	
		F25	z	20	250	180	4	75	
مقایسه با (02.83) DIN 1747 T1									
آلیاژهای آلومینیم ، قابل پیرسختی									
AlMgSi1	3.2315	F21	ka	80	205	110	14	65	مقاوم به خوردگی ، قابل پرداخت ، قابل جوشکاری ؛ قطعات تحت تنش متوسط
		F28	wa	60	275	200	12	80	
		F31	wa	60	310	260	10	95	
AlCuMgPb	3.1655	F34	ka	80	340	220	7	90	براده برداری خیلی خوب ؛ آلیاژهای اتومات
		F37	ka	50	370	250	7	100	
AlCuMg1	3.1325	F38	ka	50	380	260	10	110	استحکام خوب ؛ تغییر شکل خوب ؛ قطعات تحت تنش بالا
		F40	ka	80	400	270	10	110	
AlCuMg2	3.1355	F44	ka	50	440	310	10	115	استحکام بالا ، پایداری شیمیایی متوسط
		F47	ka	100	470	330	8	120	
AlZn4,5Mg1	3.4335	-	wa	50	350	280	10	100	استحکام متوسط ، قابل جوشکاری ؛ ساختمانهای جوشکاری
		F35	wa	100	350	290	10	105	
		-	wa	250	350	270	7	100	
AlZnMgCu1,5	3.4365	-	wa	50	510	440	7	140	استحکام خیلی بالا ، پایداری خوردگی مشروط ؛ قطعات خیلی محکم ماشین
		F51	wa	80	520	460	7	140	
(۱) طبق DIN 1700 ، صفحه ۱۲۲									

پیچها

مقایسه با (DIN 609 (07.84)

پیچ انطباقی سر شش گوش با طول رزوه بلند

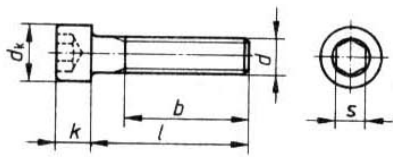


طبق DIN ISO 272 (1)

d	M8	M10	M12	M16	M20 M20×1,5 M20×2	M24 M24×1,5 M24×2	M30 M30×2
b	14,5	17,5	20,5	25	28,5	-	-
l از تا	16,5	19,5	22,5	27	30,5	36,5	43
از تا	25	30	32	38	45	55	65
از تا	80	100	120	150	150	150	150
d _k	9	11	13	17	21	25	32
k	5,3	7	8	10	13	15	19
s	13	16 ¹⁾	17 ¹⁾	18 ¹⁾	19	24	30
طول نامی	25 , 28 , 30 , 32 , 35 , 38 , 40 , 42 , 45 , 48 , 50 , 55 , 60...145 , 150mm						

مقایسه با (DIN 912 (12.83)

پیچ سر استوانه ای آلنی

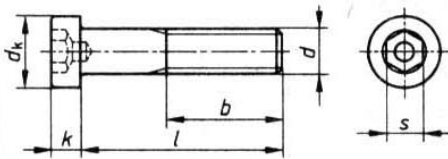


طول نامی

d	M4	M5	M6	M8 ×1	M10 ×1,25	M12 ×1,25	M16 ×1,5	M20 ×1,5	M24 ×2
b	رزوه تقریباً تا سر پیچ								
از تا	6	8	10	12	16	20	25	30	40
از تا	25	25	30	35	40	50	60	70	80
b	20	22	24	28	32	36	44	52	60
از تا	30	30	35	40	45	55	65	80	80
از تا	40	50	60	80	100	120	160	200	200
d _k	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36
k	4	5	6	8	10	12	16	20	24
s	3	4	5	6	8	10	14	17	19
طول نامی	5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 16 , 20 , 25 , 30...65 , 70 , 80 , 90...200mm								

مقایسه با (DIN 6912 (5.85)

پیچ سر استوانه ای آلنی ، سر کوتاه

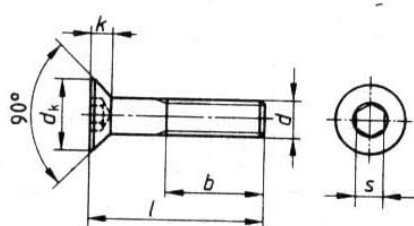


طول نامی

d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
b	14	16	18	22	26	30	38	46	54
d _k	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36
k	2,8	3,5	4	5	6,5	7,5	10	12	14
s	3	4	5	6	8	10	14	17	19
از تا	10	10	10	12	16	16	20	30	60
از تا	50	60	70	80	90	100	140	180	200
طول نامی	10 , 12 , 16 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 , 50...100 , 120 , 200mm								

مقایسه با (DIN 7991 (1.86)

پیچی خزینه آلنی



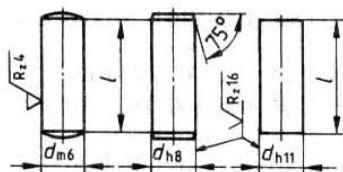
طول نامی

d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
b	14	16	18	22	26	30	38	46	54
d _k	8	10	12	16	20	24	30	36	39
k	2,3	2,8	3,3	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	14
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14
از تا	8	8	8	10	12	20	30	35	50
از تا	40	50	50	60	70	70	90	100	180
طول نامی	8 , 10 , 12 , 16 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 , 50...180mm								

پینها

مقیاسه با (9.81) DIN 7

پین استوانه‌ای

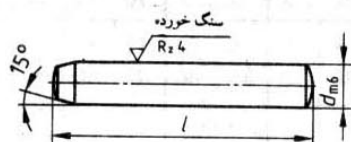


d	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25	30
از تا	4 20	4 32	5 40	5 50	6 60	8 80	10 100	10 120	14 160	16 180	20 200	24 200	32 200
طول نامی l	4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,24,28,32,36,40,45,50,55,60,65,70,80,90,100,120,140,180,200mm												

مشخصه یک پین استوانه‌ای با $d = 4 \text{ mm}$ ، میدان تیرانس $h8$ ، $l = 20 \text{ mm}$ و جنس فولاد: $\text{DIN 7 - 4 h8} \times 20 - \text{St}$ پین استوانه‌ای

مقیاسه با (10.71) DIN 6325

پین استوانه‌ای، سخت شده

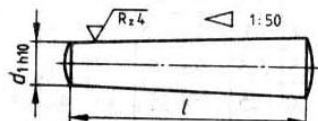


d	1	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
از تا	4 10	6 20	6 24	8 32	10 40	12 50	14 60	18 80	24 100	28 100	36 120	40 120	50 120
طول نامی l	6,8,10,12,14,16,18,20,24,28,32,36,40,45,50,55,60,70,80,90,100mm												

مشخصه یک پین استوانه‌ای سخت شده با $d = 4 \text{ mm}$ ، میدان تیرانس $m6$ ، $l = 20 \text{ mm}$ و جنس فولاد: $\text{DIN 6325 - 4 m6} \times 20$ پین استوانه‌ای

مقیاسه با (9.81) DIN 1

پین مخروطی

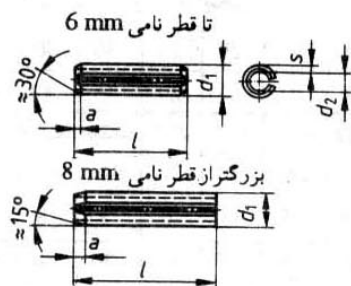


d ₁	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25	30
از تا	12 36	14 50	16 60	20 70	24 90	28 120	32 140	36 165	36 165	40 200	50 230	55 260	60 260
طول نامی l	12,14,16,18,20,24,28,32,36,40,45,50,55,60,70...150,165,180,200,230,260mm												

مشخصه یک پین مخروطی با $d_1 = 3 \text{ mm}$ و $l = 25 \text{ mm}$ و جنس فولاد: $\text{DIN 1 - 3} \times 25 - \text{St}$ پین مخروطی

مقیاسه با (11.78) DIN 1481

پین فنری چاکدار



قطر نامی	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	21	
قبل از جاذب	d ₁	2,4	3,5	4,6	6,7	8,8	10,8	12,8	14,8	16,8	18,8	21,9
زبدن	d ₂	1,5	2,1	2,8	3,9	5,5	6,5	7,5	8,5	10,5	11,5	13,5
از تا	l	4 30	4 40	4 50	10 100	10 120	10 160	10 180	10 200	10 200	10 200	14 200
برای پیچها		-	-	-	M3	M4	M5	M6	-	M8	M10	M12
طول نامی l		4,5,6,8,10,12,14...32,36,40,50...100,120,140,160,180,200 mm										

قطر نامی پین فنری چاکدار برابر قطر نامی سوراخ مربوطه است (H12).

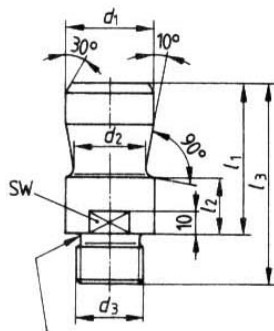
مشخصه یک پین چاکدار با قطر نامی 10 mm و $l = 40 \text{ mm}$

$\text{DIN 1481 - 10} \times 40$ پین چاکدار

اجزاء استاندارد قالبهای برش

مقایسه با (12.88) DIN 9859 T 3

دنباله پیچی فرم CE



گاه آزادرزوه طبق DIN 76 T 1

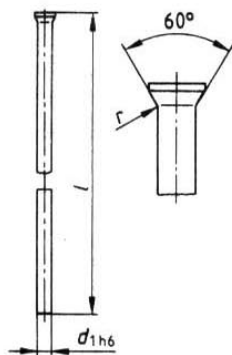
d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	SW
20	15	M20 × 1,5	40	12	58	17
25	20	M16 × 1,5 M20 × 1,5	45	16	68	21
32	25	M20 × 1,5 M24 × 1,5	56	16	79	27
40	32	M24 × 1,5 M27 × 2 M30 × 2	70	26	93	36
50	42	M30 × 2	80	26	108	41

مشخصه دنباله فرم CE با $d_1 = 40$ mm و $d_3 = M30 \times 2$

DIN 9859-CE 40-M30×2 دنباله

مقایسه با (11.87) DIN 9861 T 1

سنبه برش پولک فرم D



d_{1h6} تا... از	برش	l			سختی سنبه برش از جنس		
		l	l	l	HWS ¹	HSS ²	
0,5...0,95	0,05	71	80	--	بدنه	(62 ± 2) HRC	(64 ± 2) HRC
1...2,9	0,1	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC
3,0...6,4	0,1	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC
6,5...20	0,5	71	80	100	سر	(45 ± 5) HRC	(52 ± 2) HRC

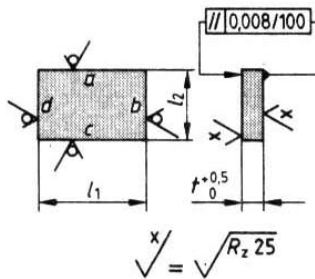
مشخصه سنبه برش پولک فرم D با $d_1 = 5,6$ mm و $l = 71$ mm از فولاد ابزار گروه آلیاژی HWS¹

DIN 9861 D-5,6×71 HWS سنبه برش

HWS¹ فولادهای آلیاژی سرد کار؛ HSS² فولادهای تندبر

مقایسه با (10.87) DIN 9873 T 1

صفحه پایه میل راهنما



l_1	ضخامت صفحه t طرح A با طول صفحه l_2									
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
160	(20,25,32)			$+0,5$ 0						
200	(25,32,40)			$-0,5$ 0						
250	(32,40,50)			$+0,5$ 0						
315	(32,40,50)			$+0,5$ 0						
400	(32,40,50)			$+0,5$ 0						
500	(40,50,63)			$+0,5$ 0						
630	(40,50,63)			$+0,5$ 0						

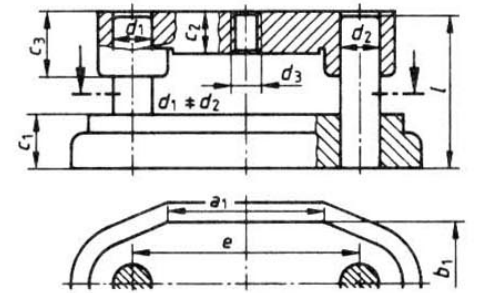
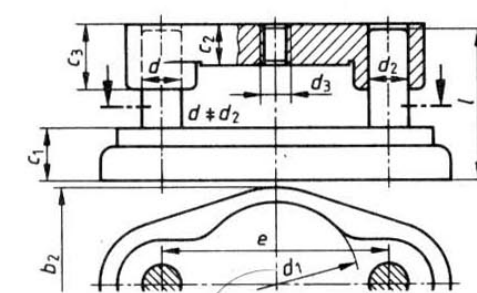
مشخصه صفحه قالب، فرم A، $l_1 = 315$ mm، $l_2 = 200$ mm و $t = 32$ mm

DIN 9873 - A 315×200×32

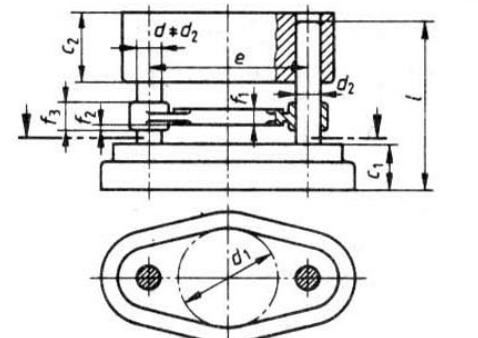
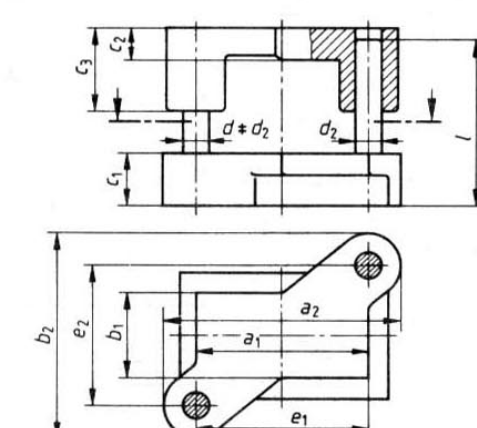
فرم B: اضلاع b و a؛ √ DIN 7168 - sg ابعاد l_1 و l_2 حدود 2 mm کوچکتر از اندازه متناظر فرم A

فرم C: اضلاع d و c و b و a؛ √ DIN 7163 - sg ابعاد l_1 و l_2 حدود 2 mm کوچکتر از اندازه متناظر فرم A

اجزاء استاندارد قالبهای برش

<p>مقایسه با DIN 9812 (12.81)</p>  <p>مشخصه کفشک میل راهنمادار فرم C با سطح کاری : $a_1 \times b_1 = 100\text{mm} \times 80\text{mm}$ DIN 9812 - C 100 x 80</p>	<p>مقایسه با DIN 9812 (12.81)</p>  <p>مشخصه کفشک میل راهنمادار فرم D با سطح کاری $d = 16\text{mm}$ DIN 9812 - D 160</p>
---	--

$a_1 \times b_1$	c_1	c_2	c_3	d_2	d_3	e	l	d_1	c_1	c_2	c_3	d_2	d_3	e	l
80 x 60	50	30	80	19	M 20 x 1,5	125	160	50	40	25	65	16	M 16 x 1,5	80	125
100 x 63						145		63						95	140
100 x 80	50	30	80	25	M 20 x 1,5	155	160	80	50	30	80	19	M 20 x 1,5	125	160
160 x 80						215		100				25		155	
125 x 100	50	40	90	25	M 24 x 1,5	180	170	125						180	
250 x 100	56	40	90	32	M 24 x 1,5	315	180								
160 x 125	56	40	90	32	M 24 x 1,5	225	180	160	56	40	90	32	M 24 x 1,5	225	180
315 x 125						380		180						145	190
200 x 160	56	50	100	32	M 30 x 2	265	200	200						265	
315 x 160	63	50	100	40	M 30 x 2	395	220								
250 x 200	63	50	100	40	M 30 x 2	330	220	250	56	50	100	40	M 30 x 2	330	200
315 x 250						395	220	315	63	50	100	40		395	220

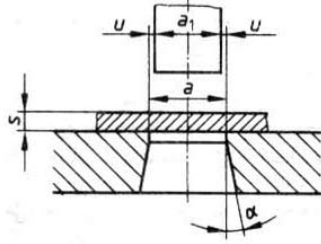
<p>مقایسه با DIN 9816 (12.81)</p>  <p>مشخصه میانی چدنی (GG) : کفشک میل راهنمادار فرم DF با $d_1 = 100\text{mm}$ و صفحه راهنمای میانی چدنی (GG) : DIN 9819 - DF 100 GG</p>	<p>مقایسه با DIN 9819 (12.81)</p>  <p>در گوشه ، فرم C و CG</p>
---	--

d_1	c_1	$c_{max.}$	d_2	$e_{min.}$	f_1	f_2	f_3	l	$a_1 \times b_1$	a_2	b_2	c_1	c_2	c_3	d_2	e_1	e_2	l
80	50	80	90	125	16	10	36	170	80 x 63	135	180	50	30	80	19	75	103	160
									125 x 80	190	215							
100	50	85	25	155	18	11	40	180	125 x 100	235	255	40	90	32	25	245	158	170
125		90		180												190	250 x 100	
160	56	100	32	225	23	11	45	220	160 x 125	235	280	56			32	155	183	180
200		110		265														

طراحی قالبهای برش

مقایسه با (VDI 3368 (5.82)

ابعاد سنبله و ماتریس برش



a_1 اندازه سنبله
 a اندازه ماتریس
 u لقی برش
 s ضخامت ورق
 α زاویه آزاد

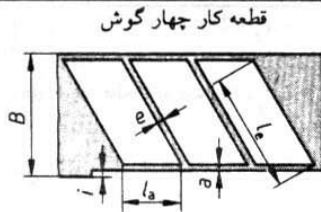
روش	پولک بری	سوراخکاری
اندازه باید	a_1 (سنبله)	a (ماتریس)
اندازه محاسباتی	ماتریس $a = a_1 + 2 \cdot u$	سنبله $a_1 = a - 2 \cdot u$

لقى سنبله در ارتباط با جنس و ضخامت ورق

ضخامت ورق s mm	سوراخ ماتریس با زاویه آزاد α				سوراخ ماتریس بدون زاویه آزاد α			
	لقى برش u برای استحکام برشی $\tau_{\alpha B}$ به N/mm^2				لقى برش u برای استحکام برشی $\tau_{\alpha B}$ به N/mm^2			
	تا 250	251...400	401...600	بیش از 600	تا 250	251...400	401...600	بیش از 600
0,4...0,6	0,01	0,015	0,02	0,025	0,015	0,02	0,025	0,03
0,7...0,8	0,015	0,02	0,03	0,04	0,025	0,03	0,04	0,05
0,9...1	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05
1,5...2	0,03	0,04...0,05	0,05...0,07	0,07...0,09	0,05	0,06...0,08	0,08...0,10	0,09...0,12
2,5...3	0,04	0,06...0,07	0,09...0,10	0,11...0,13	0,08	0,1...0,12	0,13...0,15	0,15...0,18
3,5...4	0,05...0,06	0,08...0,09	0,11...0,13	0,15...0,17	0,10...0,12	0,14...0,16	0,18...0,20	0,21...0,24

مقایسه با (VDI 3367 (7.70)

دورریز طولی، دورریز عرضی، دورریز راهنما



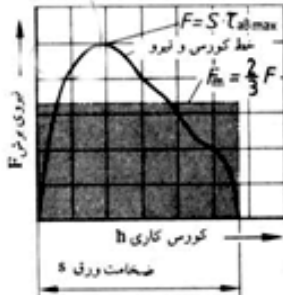
a دورریز عرضی
 e دورریز طولی
 l_1 طول کوچک قطعه کار
 l_2 طول بزرگ قطعه کار
 B پهنای نوار
 i دورریز راهنما

قطعات چهارگوش:
 برای به دست آوردن دورریز طولی و عرضی اندازه های بزرگ مربوط به طول کوچک و بزرگ قطعه کار استفاده می شود.
 قطعات گرد:
 مقادیر مربوط به $l_1 = l_2 = 10 \text{ mm}$ برای دورریز طولی و عرضی صادق است.

پهنای نوار B	طول کوچک l_1 طول بزرگ l_2 mm	دورریز عرضی دورریز طولی a	ضخامت قطعه کار s به mm										
			0,1	0,3	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
100 mm	تا 10 یا قطعات گرد	e a	0,8 1,0	0,8 0,9	0,8 0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1
	11...50	e a	1,6 1,9	1,2 1,5	0,9 1,0	1,0	1,1	1,4	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3
	51...100	e a	1,8 2,2	1,4 1,7	1,0 1,2	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5
	بیش از 100	e a	2,0 2,4	1,6 1,9	1,2 1,5	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4	2,7
	دورریز راهنما i				1,5			1,8	2,2	2,5	3,0	3,5	4,5
از 100mm تا 200mm	تا 10 یا قطعات گرد	e a	0,9 1,2	1,0 1,1	1,0 1,1	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3
	11...50	e a	1,8 2,2	1,4 1,7	1,0 1,2	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5
	51...100	e a	2,0 2,4	1,6 1,9	1,2 1,5	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4	2,7
	بیش از 100	e a	2,2 2,7	1,8 2,2	1,4 1,7	1,6	1,7	2,0	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9
	دورریز راهنما				1,5			1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	0,4 5,0

شکل دادن بدون براده برداری

نیروی برش، کار برش



F نیروی برش
S سطح برش
 $R_{m \max}$ حداکثر استحکام کششی
 $\tau_{sb \max}$ حداکثر استحکام برشی
W مقدار کار برش
s ضخامت ورق

مثال: $R_{m \max} = 510 \text{ N/mm}^2$, $S = 236 \text{ mm}^2$;

$s = 2,5 \text{ mm}$

مطلوب است: $\tau_{sb \max}$; F; W

حل: $\tau_{sb \max} = 0,8 \cdot R_{m \max}$

$$= 0,8 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 = 408 \text{ N/mm}^2$$

$$F = S \cdot \tau_{sb \max} = 236 \text{ mm}^2 \cdot 408 \text{ N/mm}^2$$

$$= 96288 \text{ N} = 96,288 \text{ kN}$$

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s = \frac{2}{3} \cdot 96,288 \text{ kN} \cdot 2,5 \text{ mm}$$

$$= 160 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 160 \text{ N} \cdot \text{m}$$

نیروی برش

$$F = s \cdot \tau_{sb \max}$$

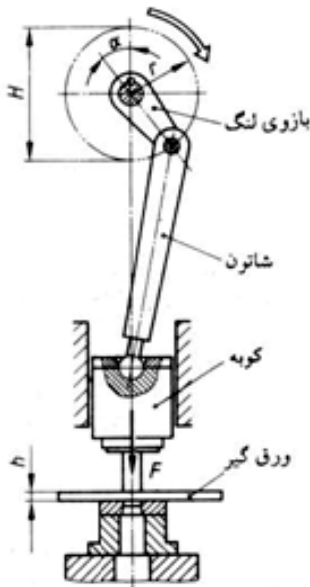
حداکثر استحکام برش

$$\tau_{sb \max} = 0,8 \cdot R_{m \max}$$

مقدار کار برش

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s$$

پرسهای مکانیکی لنگ



سیستم محرکه پرسها معمولاً طوری طراحی می شود که نیروی نامی پرس در محدوده زاویه میل لنگ برابر $\alpha = 30^\circ$ به دست آید. در کار دائم، پرس بدون اینست کار می کند. در کار تک کورسی پرس بعد از هر کورس می ایستد. در پرسهای با کورس قابل تنظیم نیروی مجاز کمتر از نیروی نامی پرس است.

مقدار کار در کار دائم

$$W_D = \frac{F_s \cdot H}{15}$$

مقدار کار در کار تک کورسی

$$W_E = 2 \cdot W_D$$

F نیروی برش، نیروی تغییر شکل
 F_s نیروی نامی پرس
 F_{zul} نیروی مجاز پرس با کورس قابل تنظیم
H کورس، حداکثر کورس در کورس قابل تنظیم
 H_e کورس تنظیم شده
h فاصله کار
 α زاویه میل لنگ
W مقدار کار برش با تغییر شکل
 W_D توان کلری در کار دائم
 W_E توان کلری در کار تک کورسی

شرایط کاربرد

کورس ثابت

$$F \leq F_s$$

$$W \leq W_D \text{ یا } W \leq W_E$$

کورس قابل تنظیم

$$F \leq F_{zul}$$

$$F_{zul} = \frac{F_s \cdot H}{4 \cdot \sqrt{H_e \cdot h - h^2}}$$

$$W \leq W_D \text{ یا } W \leq W_E$$

مثال: پرس مکانیکی لنگ با کورس ثابت $s = 4 \text{ mm}$; $F = 207 \text{ kN}$; $H = 30 \text{ mm}$; $F_s = 250 \text{ kN}$;

مطلوب است: W; W_D (هرگاه پرس با کار دائم کار کند)

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s = \frac{2}{3} \cdot 207 \text{ kN} \cdot 4 \text{ mm} = 552 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 552 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$W_D = \frac{F_s \cdot H}{15} = \frac{250 \text{ kN} \cdot 30 \text{ mm}}{15} = 500 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 500 \text{ N} \cdot \text{m}$$

اگر $F < F_s$ و $W > W_D$ باشد پرس را نمی توان برای این قطعه کار با کار دائم به کار برد.

طراحی قالبهای برش

محل دنباله قالب در قالبهای با نقطه مرکز ثقل معلوم

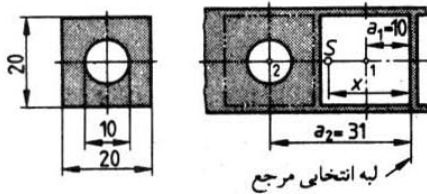
U_1, U_2, U_3, \dots پیرامون سنبه ها
 a_1, a_2, a_3, \dots فواصل نقاط مرکز ثقل از لبه مرجع
 x فاصله نقطه مرکز ثقل نیروها از لبه مرجع

$$x = \frac{U_1 \cdot a_1 + U_2 \cdot a_2 + U_3 \cdot a_3 + \dots}{U_1 + U_2 + U_3 + \dots}$$

مثال: مطلوب است محل دنباله قالب (فاصله x)

حل: خارجی ترین سطح سنبه برش به عنوان لبه مرجع انتخاب می شود.

ترتیب سنبه ها



$U_1 = 4 \cdot 20 \text{ mm} = 80 \text{ mm} ; a_1 = 10 \text{ mm}$

$U_2 = \pi \cdot 10 \text{ mm} = 31,4 \text{ mm} ; a_2 = 31 \text{ mm}$

$$x = \frac{U_1 \cdot a_1 + U_2 \cdot a_2}{U_1 + U_2} = \frac{80 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} + 31,4 \text{ mm} \cdot 31 \text{ mm}}{80 \text{ mm} + 31,4 \text{ mm}} \approx 16 \text{ mm}$$

محل دنباله قالب در قالبهای با نقطه مرکز ثقل نامشخص

l_1, l_2, l_3, \dots طول لبه های سنبه
 a_1, a_2, a_3, \dots فواصل نقطه مرکز ثقل خطوط از لبه مرجع
 x فاصله نقطه مرکز ثقل نیروها از لبه مرجع

نقطه مرکز نیروها با نقطه ثقل خطوط ⁽¹⁾ تمام لبه های سنبه مطابقت دارد.

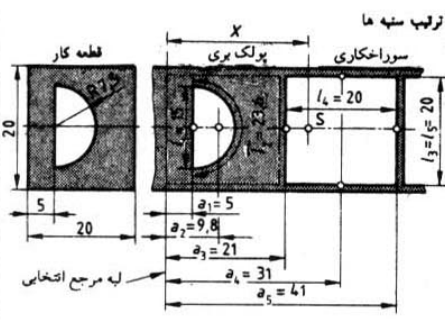
$$x = \frac{l_1 \cdot a_1 + l_2 \cdot a_2 + l_3 \cdot a_3 + \dots}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots}$$

مثال: برای قطعه کار نشان داده شده موقعیت دنباله قالب مربوطه را محاسبه کنید.

$l_2 = \frac{\pi \cdot 15 \text{ mm}}{2} = 23,6 \text{ mm};$

حل:

$a_2 = \frac{2 \cdot r}{\pi} + 5 \text{ mm} = \frac{2 \cdot 7,5 \text{ mm}}{\pi} + 5 \text{ mm} = 9,8 \text{ mm}$

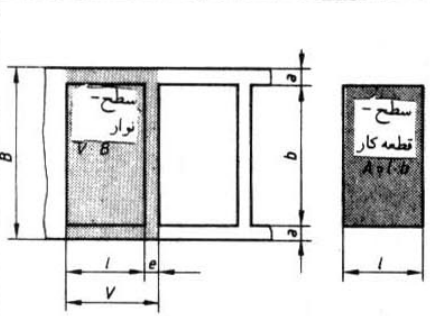


$$x = \frac{l_1 \cdot a_1 + l_2 \cdot a_2 + l_3 \cdot a_3 + 2 \cdot l_4 \cdot a_4 + l_5 \cdot a_5}{l_1 + l_2 + l_3 + 2 \cdot l_4 + l_5}$$

$$= \frac{(15 \cdot 5 + 23,6 \cdot 9,8 + 20 \cdot 21 + 2 \cdot 20 \cdot 31 + 20 \cdot 41) \text{ mm}^2}{(15 + 23,6 + 20 + 40 + 20) \text{ mm}} = 23,5 \text{ mm}$$

(1) نقطه ثقل خطوط در صفحه ۳۶

بازدهی برش

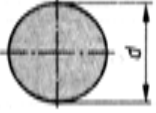
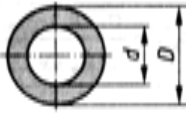
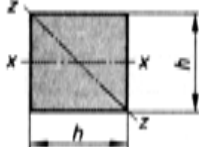
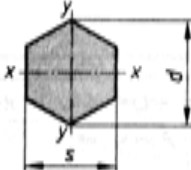
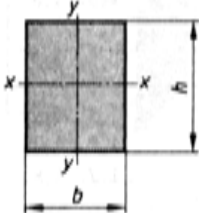
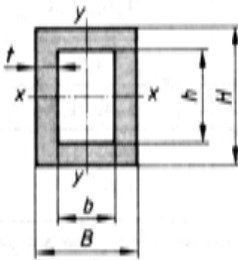
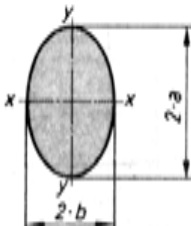


- l طول قطعه کار
- b پهناي قطعه کار
- B پهناي نوار
- a دورريز عرضي
- e دورريز طولی
- V پيش روی نوار
- A سطح یک قطعه کار
- R (با پیوست سوراخها) تعداد ردیف تغذیه
- η بازدهی

پهنای نوار $B = b + 2 \cdot a$

پیش روی نوار $V = l + e$

بازدهی $\eta = \frac{R \cdot A}{V \cdot B}$

مقاومت مصالح			
شکل سطح مقطع	خمش، گمانش		ممان سطحی و مدول سطحی
	ممان سطحی درجه ۲، I	مدول سطحی محوری W	پیش مدول سطحی قطبی W _p
	$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$
	$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D}$	$W_p = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D}$
	$I_x = I_z = \frac{h^4}{12}$	$W_x = \frac{h^3}{6}$ $W_z = \frac{\sqrt{2} \cdot h^3}{12}$	$W_p = 0,208 \cdot h^3$
	$I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot s^4}{144}$ $I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^4}{256}$	$W_x = \frac{5 \cdot s^3}{48} = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^3}{128}$ $W_y = \frac{5 \cdot s^3}{24 \cdot \sqrt{3}} = \frac{5 \cdot d^3}{64}$	$W_p = 0,188 \cdot s^3$ $W_p = 0,1226 \cdot d^3$
	$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$	—
	$I_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}$ $W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6 \cdot B}$	$W_p = \frac{t \cdot (H + h) \cdot (B + b)}{2}$
	$I_x = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot b}{4}$ $I_y = \frac{\pi \cdot b^3 \cdot a}{4}$	$W_x = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{4}$ $W_y = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot a}{4}$	$W_p = \frac{\pi \cdot a \cdot b^2}{2}$ a > b

مقیاسه با (8.66) DIN 7154 T1		انطباقات - ISO														
محدوده نامی		سیستم ثبوت سوراخ														
محدوده		محدوده تolerانس به μm ($1\mu m = 0,001 mm$)														
اندازه نامی	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق					سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق								
		محدوده تolerانس						محدوده تolerانس								
		لقی	عبوری			پرسی		لقی	عبوری			پرسی				
تا... بالایی mm	H6	h 5	j 6	k 6	n 5	p 5	H7	f 7	g 6	h 6	j 6	k 6	m 6	n 6	r 6	s 6
1...3	+ 6 0	0 - 4	+ 4 - 2	+ 6 0	+ 8 + 4	+ 10 + 6	+ 10 0	- 6 - 16	- 2 - 8	0 - 6	+ 4 - 2	+ 6 0	+ 8 + 2	+ 10 + 4	+ 16 + 10	+ 20 + 14
3...6	+ 8 0	0 - 5	+ 6 - 2	+ 9 + 1	+ 13 + 8	+ 17 + 12	+ 12 0	- 10 - 22	- 4 - 12	0 - 8	+ 6 - 2	+ 9 + 1	+ 12 + 4	+ 16 + 8	+ 23 + 15	+ 27 + 19
6...10	+ 9 0	0 - 6	+ 7 - 2	+ 10 + 1	+ 16 + 10	+ 21 + 15	+ 15 0	- 13 - 28	- 5 - 14	0 - 9	+ 7 - 2	+ 10 + 1	+ 15 + 6	+ 19 + 10	+ 28 + 19	+ 32 + 23
10...14	+ 11 0	0 - 8	+ 8 - 3	+ 12 + 1	+ 20 + 12	+ 26 + 18	+ 18 0	- 16 - 34	- 6 - 17	0 - 11	+ 8 - 3	+ 12 + 1	+ 18 + 7	+ 23 + 12	+ 34 + 23	+ 39 + 28
14...18																
18...24	+ 13 0	0 - 9	+ 9 - 4	+ 15 + 2	+ 24 + 15	+ 31 + 22	+ 21 0	- 20 - 41	- 7 - 20	0 - 13	+ 9 - 4	+ 15 + 2	+ 21 + 8	+ 28 + 15	+ 41 + 28	+ 48 + 35
24...30																
30...40	+ 16 0	0 - 11	+ 11 - 5	+ 18 + 2	+ 28 + 17	+ 37 + 26	+ 25 0	- 25 - 50	- 9 - 25	0 - 16	+ 11 - 5	+ 18 + 2	+ 25 + 9	+ 33 + 17	+ 50 + 34	+ 59 + 43
40...50																
50...65	+ 19 0	0 - 13	+ 12 - 7	+ 21 + 2	+ 33 + 20	+ 45 + 32	+ 30 0	- 30 - 60	- 10 - 29	0 - 19	+ 12 - 7	+ 4 - 2	+ 30 + 11	+ 39 + 20	+ 60 + 41	+ 72 + 53
65...80																
80...100	+ 22 0	0 - 15	+ 13 - 9	+ 25 + 3	+ 38 + 23	+ 52 + 37	+ 35 0	- 36 - 71	- 12 - 34	0 - 22	+ 13 - 9	+ 25 + 3	+ 35 + 13	+ 45 + 23	+ 73 + 51	+ 93 + 71
100...120																
120...140	+ 25 0	0 - 18	+ 14 - 11	+ 28 + 3	+ 45 + 27	+ 61 + 43	+ 40 0	- 43 - 83	- 14 - 39	0 - 25	+ 14 - 11	+ 28 + 3	+ 40 + 15	+ 52 + 27	+ 88 + 63	+ 117 + 92
140...160																
160...180																
180...200	+ 29 0	0 - 20	+ 16 - 13	+ 33 + 4	+ 51 + 31	+ 70 + 50	+ 46 0	- 50 - 96	- 15 - 44	0 - 29	+ 16 - 13	+ 33 + 4	+ 46 + 17	+ 60 + 31	+ 106 + 77	+ 151 + 122
200...225																
225...250																
250...280	+ 32 0	0 - 23	+ 16 - 16	+ 36 + 4	+ 57 + 34	+ 79 + 56	+ 52 0	- 56 - 108	- 17 - 49	0 - 32	+ 16 - 16	+ 36 + 4	+ 52 + 20	+ 66 + 34	+ 126 + 94	+ 190 + 158
280...315																
315...355	+ 36 0	0 - 25	+ 18 - 18	+ 40 + 4	+ 62 + 37	+ 87 + 62	+ 57 0	- 62 - 119	- 18 - 54	0 - 36	+ 18 - 18	+ 40 + 4	+ 57 + 21	+ 73 + 37	+ 144 + 108	+ 226 + 190
355...400																
355...400	+ 40 0	0 - 27	+ 20 - 20	+ 45 + 5	+ 67 + 40	+ 95 + 67	+ 63 0	- 68 - 131	- 20 - 60	0 - 40	+ 20 - 20	+ 45 + 5	+ 63 + 23	+ 80 + 40	+ 166 + 126	+ 272 + 232
355...500																

مقایسه با (8.66) DIN 7154 T1													انطباقات - ISO				
سیستم ثابت سوراخ													محدوده تolerانس به (1 μm = 0,001 mm)				
محدوده اندازه نامی تا... بالایی mm	سطح داخلی انطباق H8	سطح خارجی انطباق					سطح داخلی انطباق H11	سطح خارجی انطباق									
		محدوده تolerانس						محدوده تolerانس									
		لقی		پرسی				لقی		لقی							
		d9	e8	h9	u8	x8		a11	c11	d9	h11	h9					
1...3	+14 0	-20 -45	-14 -28	0 -25	- -	+34 +20	+60 0	-270 -330	-60 -120	-20 -45	0 -60	0 -25					
3...6	+18 0	-30 -60	-20 -38	0 -30	- -	+46 +28	+75 0	-270 -345	-70 -145	-30 -60	0 -75	0 -30					
6...10	+22 0	-40 -76	-25 -47	0 -36	- -	+56 +34	+90 0	-280 -370	-80 -170	-40 -76	0 -90	0 -36					
10...14	+27 0	-50 -93	-32 -59	0 -43	- -	+67 +40	+110 0	-290 -400	-95 -205	-50 -93	0 -110	0 -43					
14...18					- -	+72 +45											
18...24	+33 0	-65 -117	-40 -73	0 -52	- -	+87 +54	+130 0	-300 -430	-110 -240	-65 -117	0 -130	0 -52					
24...30					+81 +48	+97 +64											
30...40	+39 0	-80 -142	-50 -89	0 -62	+99 +60	+119 +80	+160 0	-310 -470	-120 -280	-80 -142	0 -160	0 -62					
40...50					+109 +70	+136 +97											
50...65	+46 0	-100 -174	-60 -106	0 -74	+133 +87	+168 +122	+190 0	-340 -530	-140 -330	-100 -174	0 -190	0 -74					
65...80					+148 +102	+192 +146											
80...100	+54 0	120 -207	-72 -126	0 -87	+178 +124	+232 +178	+220 0	-380 -600	-170 -390	-120 -207	0 -220	0 -87					
100...120					+198 +144	+264 +210											
120...140	+63 0	-145 -245	-85 -148	0 -100	+233 +170	+311 +248	+250 0	-460 -710	-200 -450	-145 -245	0 -250	0 -100					
140...160					+253 +190	+343 +280											
160...180					+273 +210	+373 +310											
180...200	+72 0	-170 -285	-100 -172	0 -115	+308 +236	+422 +350	+290 0	-660 -950	-240 -530	-170 -285	0 -290	0 -115					
200...225					+330 +258	+457 +385											
225...250					+356 +284	+497 +425											
250...280	+81 0	-190 -320	-110 -191	0 -130	+396 +315	+556 +475	+320 0	-920 -1240	-300 -620	-190 -320	0 -320	0 -130					
280...315					+431 +350	+606 +525											
315...355	+89 0	-210 -350	-125 -214	0 -140	+479 +390	+679 +590	+360 0	-1200 -1560	-360 -720	-210 -350	0 -360	0 -140					
355...400					+524 +435	- -											
400...450	+97 0	-230 -385	-135 -232	0 -155	+587 +490	- -	+400 0	-1500 -1900	-440 -840	-230 -385	0 -400	0 -155					
450...500					+637 +540	- -											

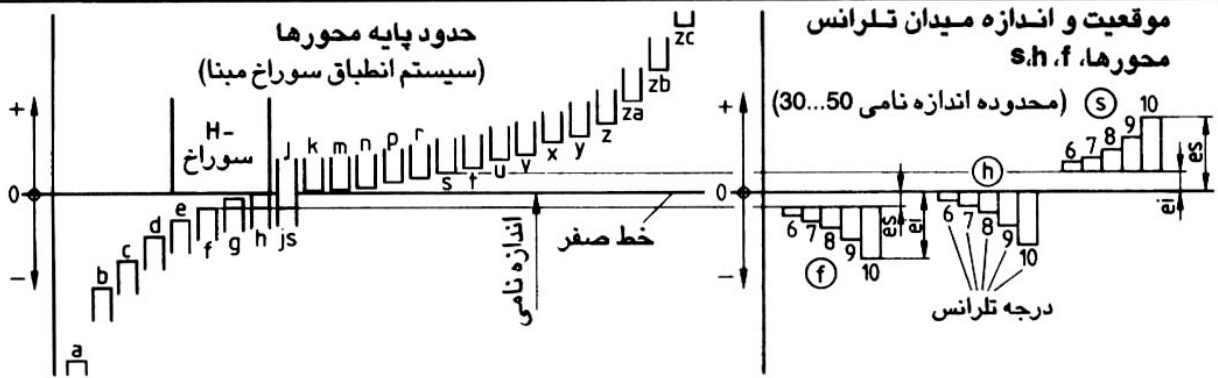
مقیاسه با (8.66) DIN 7155 T1		انطباقات - ISO															
محدوده نامی		سیستم ثبوت میله														محدوده تolerانس به μm ($1\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$)	
محدوده نامی	اندازه بالایی تا... mm	سطح داخلی انطباق					سطح خارجی انطباق	سطح داخلی انطباق									
		سطح خارجی انطباق	محدوده تolerانس					محدوده تolerانس									
			لقی	عبوری				پرسی	لقی	عبوری			پرسی				
h5	H 6	J 6	M 6	N 6	P 5	h6	F 7	G 7	H 7	J 7	K 7	M 7	N 7	R 7	S 7		
1...3	0 - 4	+ 6 0	+ 2 - 4	- 2 - 8	- 4 - 10	- 6 - 12	0 - 6	+ 16 + 6	+ 12 + 2	+ 10 0	+ 4 - 6	0 - 10	- 2 - 12	- 4 - 14	- 10 - 20	- 14 - 24	
3...6	0 - 5	+ 8 0	+ 5 - 3	- 1 - 9	- 5 - 13	- 9 - 17	0 - 8	+ 22 + 10	+ 16 + 4	+ 12 0	+ 6 - 6	+ 3 - 9	0 - 12	- 4 - 16	- 11 - 23	- 15 - 27	
6...10	0 - 6	+ 9 0	+ 5 - 4	- 3 - 12	- 7 - 16	- 12 - 21	0 - 9	+ 28 + 13	+ 20 + 5	+ 15 0	+ 8 - 7	+ 5 - 10	0 - 15	- 4 - 19	- 13 - 28	- 17 - 32	
10...18	0 - 8	+ 11 0	+ 6 - 5	- 4 - 15	- 9 - 20	- 15 - 26	0 - 11	+ 34 + 16	+ 24 + 6	+ 18 0	+ 10 - 8	+ 6 - 12	0 - 18	- 5 - 23	- 16 - 34	- 21 - 39	
18...30	0 - 9	+ 13 0	+ 8 - 5	- 4 - 17	- 11 - 24	- 18 - 31	0 - 13	+ 41 + 20	+ 28 + 7	+ 21 0	+ 12 - 9	+ 6 - 15	0 - 21	- 7 - 28	- 20 - 41	- 27 - 48	
30...40	0	+ 16	+ 10	- 4	- 12	- 21	0	+ 50	+ 34	+ 25	+ 14	+ 7	0	- 8	- 25	- 34	
40...50	- 11	0	- 6	- 20	- 28	- 37	- 16	+ 25	+ 9	0	- 11	- 18	- 25	- 33	- 50	- 59	
50...65	0	+ 19	+ 13	- 5	- 14	- 26	0	+ 60	+ 40	+ 30	+ 18	+ 9	0	- 9	- 30	- 42	
65...80	- 13	0	- 6	- 24	- 33	- 45	- 19	+ 30	+ 10	0	- 12	- 21	- 30	- 39	- 60	- 72	
80...100	0	+ 22	+ 16	- 6	- 16	- 30	0	+ 71	+ 47	+ 35	+ 22	+ 10	0	- 10	- 38	- 58	
100...120	- 15	0	- 6	- 28	- 38	- 52	- 22	+ 36	+ 12	0	- 13	- 25	- 35	- 45	- 73	- 93	
120...140	0	+ 25	+ 18	- 8	- 20	- 36	0	+ 83	+ 54	+ 40	+ 26	+ 12	0	- 12	- 48	- 77	
140...160	- 18	0	- 7	- 33	- 45	- 61	- 25	+ 43	+ 14	0	- 14	- 28	- 40	- 52	- 88	- 117	
160...180															- 50	- 85	
180...200															- 90	- 125	
200...225	0	+ 29	+ 22	- 8	- 22	- 41	0	+ 96	+ 61	+ 46	+ 30	+ 13	0	- 14	- 53	- 93	
225...250	- 20	0	- 7	- 37	- 51	- 70	- 29	+ 50	+ 15	0	- 16	- 33	- 46	- 60	- 93	- 133	
250...280	0	+ 32	+ 25	- 9	- 25	- 47	0	+ 108	+ 69	+ 52	+ 36	+ 16	0	- 14	- 60	- 105	
280...315	- 23	0	- 7	- 41	- 57	- 79	- 32	+ 56	+ 17	0	- 16	- 36	- 52	- 66	- 106	- 151	
315...355	0	+ 36	+ 29	- 10	- 26	- 51	0	+ 119	+ 75	+ 57	+ 39	+ 17	0	- 16	- 63	- 113	
355...400	- 25	0	- 7	- 46	- 62	- 87	- 36	+ 62	+ 18	0	- 18	- 40	- 57	- 73	- 109	- 159	
400...450	0	+ 40	+ 33	- 10	- 27	- 55	0	+ 131	+ 83	+ 63	+ 43	+ 18	0	- 17	- 67	- 123	
450...500	- 27	0	- 7	- 50	- 67	- 97	- 40	+ 68	+ 20	0	- 20	- 45	- 63	- 80	- 113	- 169	
															- 74	- 138	
															- 126	- 190	
															- 78	- 150	
															- 130	- 202	
															- 87	- 169	
															- 144	- 226	
															- 93	- 187	
															- 150	- 244	
															- 103	- 209	
															- 166	- 272	
															- 109	- 229	
															- 172	- 292	

DIN 7166 T1 (8.66)		انطباقات - ISO											
		سطح داخلی انطباق							سطح خارجی انطباق				
محدوده اندازه نامی		محدوده تolerانس							محدوده تolerانس				
تا... بالای mm		لقی							لقی				
h9		C11	D10	E9	F8	H11	H8	P9	h11	A11	C11	D11	H11
1...3	0 - 25	+ 120 + 60	+ 60 + 20	+ 39 + 14	+ 20 + 6	+ 60 0	+ 14 0	- 6 - 31	0 - 60	+ 330 + 270	+ 120 + 60	+ 80 + 20	+ 60 0
3...6	0 - 30	+ 145 + 70	+ 78 + 30	+ 50 + 20	+ 28 + 10	+ 75 0	+ 18 0	- 12 - 42	0 - 75	+ 345 + 270	+ 145 + 70	+ 105 + 30	+ 75 0
6...10	0 - 36	+ 170 + 80	+ 98 + 40	+ 61 + 25	+ 35 + 13	+ 90 + 0	+ 22 0	- 15 - 51	0 - 90	+ 370 + 280	+ 170 + 80	+ 130 + 40	+ 90 0
10...18	0 - 43	+ 205 + 95	+ 120 + 50	+ 75 + 32	+ 43 + 16	+ 110 0	+ 27 0	- 18 - 61	0 - 110	+ 400 + 290	+ 205 + 95	+ 160 + 50	+ 110 0
18...30	0 - 52	+ 240 + 110	+ 149 + 65	+ 92 + 40	+ 53 + 20	+ 130 0	+ 33 0	- 22 - 74	0 - 130	+ 430 + 300	+ 240 + 110	+ 195 + 65	+ 130 0
30...40	0 - 62	+ 280 + 120	+ 180	+ 112	+ 65	+ 160	+ 39	- 26	0	+ 470 + 310	+ 280 + 120	+ 240	+ 160
40...50		+ 290 + 130	+ 80	+ 50	+ 25	0	0	- 88	- 160	+ 480 + 320	+ 290 + 130	+ 80	0
50...65	0 - 74	+ 330 + 140	+ 220	+ 134	+ 76	+ 190	+ 46	- 32	0	+ 530 + 340	+ 330 + 140	+ 290	+ 190
65...80		+ 340 + 150	+ 100	+ 60	+ 30	0	0	- 106	- 190	+ 550 + 360	+ 340 + 150	+ 100	0
80...100	0 - 87	+ 390 + 170	+ 260	+ 159	+ 90	+ 220	+ 54	- 37	0	+ 600 + 380	+ 390 + 170	+ 340	+ 220
100...120		+ 400 + 180	+ 120	+ 72	+ 36	0	0	- 124	- 220	+ 630 + 410	+ 400 + 180	+ 120	0
120...140	0	+ 450 + 200	+ 305	+ 185	+ 106	+ 250	+ 63	- 43	0	+ 710 + 460	+ 450 + 200	+ 395	+ 220
140...160		+ 460 + 210	+ 145	+ 85	+ 43	0	0	- 143	- 250	+ 770 + 520	+ 460 + 210	+ 145	0
160...180	- 100	+ 480 + 230								+ 820 + 580	+ 480 + 230		
180...200	0	+ 530 + 240	+ 355	+ 215	+ 122	+ 290	+ 72	- 50	0	+ 950 + 660	+ 530 + 240	+ 460	+ 290
200...225		+ 550 + 560	+ 170	+ 100	+ 50	0	0	- 165	- 290	+ 1030 + 740	+ 550 + 260	+ 170	0
225...250	- 115	+ 570 + 280								+ 1110 + 820	+ 570 + 280		
250...280	0	+ 620 + 300	+ 400	+ 240	+ 137	+ 320	+ 81	- 56	0	+ 1240 + 920	+ 620 + 300	+ 510	+ 320
280...315	- 130	+ 650 + 330	+ 190	+ 110	+ 56	0	0	- 186	- 320	+ 1370 + 1050	+ 650 + 330	+ 190	0
315...355	0	+ 720 + 360	+ 400	+ 265	+ 151	+ 360	+ 89	- 62	0	+ 1560 + 1200	+ 720 + 360	+ 570	+ 360
355...400	- 140	+ 760 + 400	+ 210	+ 125	+ 62	0	0	- 202	- 360	+ 1710 + 1350	+ 760 + 400	+ 210	0
400...450	0	+ 840 + 440	+ 480	+ 290	+ 165	+ 400	+ 97	- 68	0	+ 1900 + 1500	+ 840 + 440	+ 630	+ 400
450...500	- 155	+ 880 + 480	+ 230	+ 135	+ 68	0	0	- 223	- 400	+ 2050 + 1650	+ 880 + 480	+ 230	0

سیستم ISO برای اندازه‌های حدی و انطباقات

موقعیت حدود پایه

مقایسه با DIN ISO 286 T1 (11.90)



موقعیت و اندازه میدان تolerانس محورها، s, h, f (محدوده اندازه نامی 30...50)

حدود پایه محورها (سیستم انطباق سوراخ مینا)

موقعیت و اندازه میدان تolerانس محورها، S, H, F (محدوده اندازه نامی 30...50)



حدود پایه سوراخها (سیستم انطباق سوراخ مینا)

توجه: برای J...ZC حدود پایه برای درجه‌های مختلف تolerانس یکسان نیست.

تولرانس پایه

مقایسه با DIN ISO 286 T1 (11.90)

محدوده اندازه نامی تا... بالای mm	درجه تولرانس پایه																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	تولرانس پایه μm										mm							
... 3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3... 6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6... 10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10... 18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18... 30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30... 50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50... 80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80... 120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120... 180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180... 250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250... 315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315... 400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400... 500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500... 630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630... 800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800...1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000...1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250...1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600...2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000...2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500...3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

حدود درجه تولرانس مربوط به حدود پایه h, js, H و JS از تولرانسهای پایه به دست می آید:

$h: es = 0; ei = -IT$ $js: es = +IT/2; ei = -IT/2$ $H: ES = +IT; EI = 0$ $JS: ES = +IT/2; EI = -IT/2$

تولرانسهای هندسی و وضعی

مقایسه با DIN ISO 1101(3.85)		نحوه بیان در نقشه کشی		
اصطلاحات عمومی	مرجع	اجزاء مورد نظر	حروف کمکی (در صورت لزوم)	
<p>هنگامی از تولرانسهای هندسی و وضعی در نقشه ها استفاده می شود که بنا به دلایل ساخت ، عملکرد یا قابلیت تعویض شدن قطعه کار ، به آن نیاز باشد.</p> <p>ابعاد چار چوب تولرانس</p> <p>ارتفاع حروف h</p>	<p>حرف مرجع خط مرجع مثلث مرجع جزء مرجع</p>	<p>مقدار تولرانس علامت تولرانس خط با پیکان مرجع جزء تولرانس</p>	<p>تولرانس بر اساس سطح و خط مرجع</p>	
	<p>مرجع یک سطح و یا یک خط است.</p>	<p>تولرانس بر اساس سطح وسط شیار و محور قطر است.</p>	<p>تولرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترك</p>	
	<p>مرجع ، سطح وسط شیار و محور قطر است.</p>	<p>تولرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترك</p>	<p>تولرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترك</p>	
	<p>مرجع ، محوری یا خط مرکزی مشترك است.</p>	<p>تولرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترك</p>	<p>تولرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترك</p>	
انواع تولرانس	علائم و معانی	علائم در نقشه فنی	توضیحات	منطقه تولرانس
تولرانس هندسی	راستی		محور تولرانس استوانه (استوانه بیرون) باید در داخل استوانه ای به قطر $t = 0,04 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	تختی		سطح تولرانی باید بین دو سطح موازی که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,03 \text{ mm}$ است قرار گیرد.	
	گردی		خط پیرامون در هر سطح برش عمود بر محور باید بین دو دایره هم مرکز که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,08 \text{ mm}$ می باشد ، قرار گیرد.	
	استوانه ای		سطح پیرامون تولرانی استوانه باید بین دو استوانه هم-محور که به فاصله $t = 0,2 \text{ mm}$ از یکدیگر می-باشند ، قرار گیرد.	
	فرم خطی		پروفیل تولرانی باید بین دو خط پوش که فاصله آنها توسط دایره ای به قطر $t = 0,06 \text{ mm}$ محدود شده است ، قرار گیرد . مرکز این دایره ها بر روی خط ایده-آل قرار می گیرد.	
	فرم سطحی		سطح تولرانی بایستی بین دو سطح پوش که فاصله آنها توسط کره هائی به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ از یکدیگر محدود شده است ، قرار گیرد . مرکز کره ها بر روی سطح ایده آل هندسی قرار دارد.	

تولرانسهای هندسی و وضعی

انواع تولرانس	علامت ومعانی	علامت در نقشه فنی	توضیحات	منطقه تولرانس
تولرانس راستا	موازی بودن		سطح تولرانس باید بین دو سطح که با محور مرجع A موازی بوده و فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,3 \text{ mm}$ می باشد قرار گیرد.	
	عمود بودن		سطح عرضی تولرانس باید بین دو سطح موازی که بر محور مرجع B عمود بوده و فاصله آنها از یکدیگر برابر $t = 0,04 \text{ mm}$ باشد، قرار گیرد.	
	شیب دار بودن		سطح تولرانس شیب دار باید بین دو سطح موازی که نسبت به محور مرجع B شیب دار بوده و فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,2 \text{ mm}$ می باشد، قرار گیرد. زاویه ایده آل هندسی 60° است.	
تولرانس همگامی	تولرانس موقعیت		هر خط تولرانس مشخص شده باید بین دو خط موازی با فاصله $t = 0,08 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	هم مرکزی و هم محوری		محور قسمت تولرانس میله باید در داخل استوانه ای هم مرکز نسبت به محور مرجع A-B و به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	تولرانس		سطح تولرانس میانی شیار باید بین دو سطح موازی با فاصله $t = 0,05 \text{ mm}$ قرار گیرد، که نسبت به دو سطح E خارجی متقارن می باشد.	
تولرانس دورانی	لنگی طولی		به هنگام دوران میله حول محور مرجع A-B انحراف لنگی طولی هر سطح اندازه گیری عمود بر محور نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز نماید.	
	لنگی عرضی		به هنگام دوران میله حول محور مرجع F، انحراف لنگی عرضی در هر استوانه اندازه گیری نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز نماید.	
تولرانس دورانی کل	لنگی طولی		به هنگام دوران حول محور مرجع C-D و جابه جایی محوری، تمام نقاط سطوح باید در داخل استوانه خالی به ضخامت $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	لنگی عرضی		به هنگام دوران حول محور مرجع F و با جابه جایی در همه شعاعها تمام نقاط سطوح باید در فاصله $t = 0,2 \text{ mm}$ قرار گیرند.	

علائم صافی سطح

علائم	توضیح
	علامت اصلی (بدون اطلاعات اضافی قابل توجیه نیست) علامت با اطلاعات اضافی. این علامت برای سطوحی بکار می رود که با هر روش تولیدی بتوان مشخصه ذکر شده را بر آورد.
	علامت صافی سطح سطوحی که باید با یک روش براده برداری حاصل شود به کار می رود.
	علامت صافی سطح سطوحی که باید بدون عملیات براده برداری حاصل شود. این علامت همچنین هنگامی بکار می رود که سطح مورد نظر قطعه کار باید بدون انجام هرگونه عملیات بعدی بر روی آن به همان صورت اولیه ساخت باقی بماند.
	علامت برای درج مشخصات ویژه سطحی
	شرح هر یک از حروف بر روی علامت : a مقدار زبری R_a بر حسب μm یا درجه زبری N b روش ساخت ، انجام هر گونه عملیات سطحی یا پوشش c فاصله مرجع d جهت شیار e اضافه تراش به mm f سایر کمیتهای اندازه گیری زبری مثلاً R_z

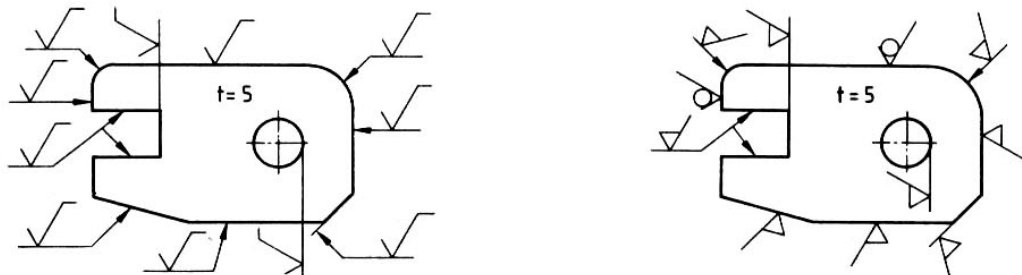
علائم شناسایی جهت شیار

نمایش جهت شیار						
علامت	=	L	X	M	C	R
جهت شیار	به موازات سطح تصویر شده	عمود بر سطح تصویر شده	ضربدری در دو جهت مایل	جهت مختلف	هم مرکز با نقطه مرکزی	بطور شعاعی با نقطه مرکزی

اندازه ها

	ارتفاع حروف به h mm					
	2,5	3,5	5	7	10	
d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	
H ₁	3,5	5	7	10	14	
H ₂	7	10	14	20	28	

ترتیب علائم در نقشه ها

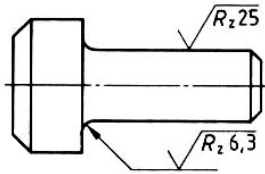


اگر مقدار زبری ، داده شده باشد علائم را می توان بطور دلخواه رسم کرد . مشخصات باید از پایین یا از سمت راست قابل خواندن باشد .
مشخصات باید طوری نوشته شود که از پائین یا از سمت راست قابل خواندن باشد .

مشخصات صافی سطح و سختکاری

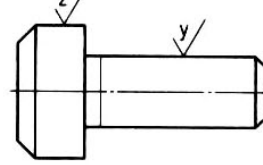
نمونه های چگونگی درج مشخصات در نقشه ها

$$3 \sqrt{R_z 100} \left(\sqrt{R_z 25} \sqrt{R_z 6,3} \right)$$



مقدار زبری چند سطح مختلف را در کنار عدد موقعیت می نویسند .
درجه زبری روی نقشه را در پرانتز درج می کنند .

$$5 \sqrt{3,2} (\checkmark)$$



سنگ خورده
 $y = 0,4$
پوشش کرم
 $z = 0,4$

برای سادگی بیان ، مشخصات صافی سطح را با حروف نوشته و سپس آنها را جداگانه توضیح می دهند .

زبری میانگین R_a به μm و درجه زبری N

R_a	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
N	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1

مقایسه با (منسوخ) DIN 3141

مشخصات صافی سطح

معنی طبق DIN 140	علامت صافی سطح	$R_z (R_t) \mu m$				$R_a \mu m$			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
سطح خام با روش ساخت دقیق بدون براده برداری		دلخواه				نحوه انتخاب: خام			
زبر شیارها محسوس بوده و با چشم غیر مسلح دیده می شوند		160	100	63	25	25	12,5	6,3	3,2
پر داخت شیارها با چشم غیر مسلح هم دیده می شوند.		40	25	16	10	6,3	3,2	1,6	1,6
پر داخت ظریف شیارها دیگر با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند.		16	6,3	4	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2
		-	1	1	0,4	-	0,1	0,1	0,025

مقایسه با (5.77) T2, T4 و (11.76) T3 DIN 6773

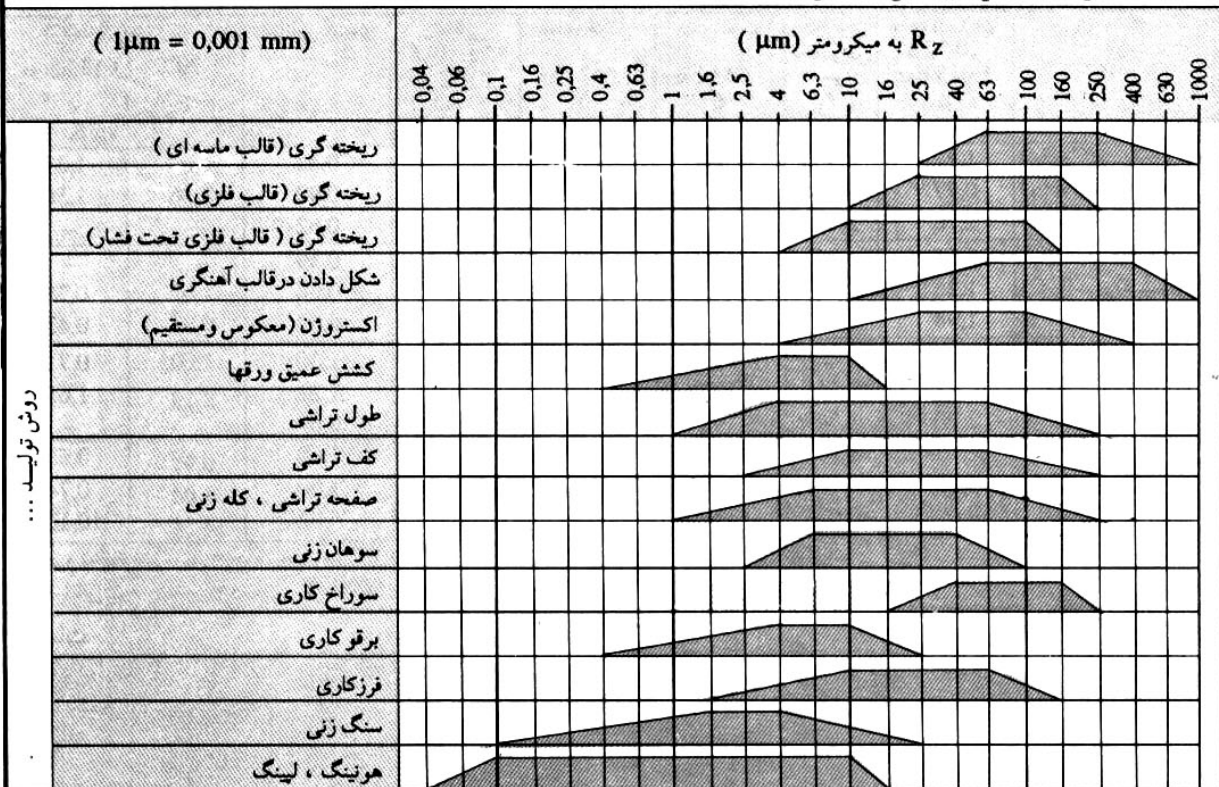
علامت سختکاری

عملیات حرارتی تمام قطعه	سختکاری موضعی	سختکاری سطحی	سختکاری نفوذی
<p>سخت شده 59 + 4 HRC</p>	<p>سخت و آبیله شده تا 58 + 3 HRC</p>	<p>محل اندازه گیری 1 محل اندازه گیری 2</p> <p>سختکاری سطحی ، تمام قطعه برگشت به 30 HV 120 + 600 محل اندازه گیری 1: Rht 450 = 1,8 + 1,3 محل اندازه گیری 2: Rht 450 = 1,2 + 1,2</p> <p>عمق نفوذ محل اندازه گیری 1 با سختی 30 HV 450 (سختی ویکرز) باید حداقل 1,8 mm و حداکثر 3,1 mm باشد.</p>	<p>سخت کاری کربوره با برگشت به 58 + 5 HRC Eht = 0,8 + 0,2</p> <p>نفوذ کربن در تمام قطعه مجاز است</p> <p>سختی سطحی باید 63 HRC ... 58 باشد . عمق سختی نفوذی 1,8 mm ... 1,0 mm</p>
<p>بهسازی شده 300 + 50 HB 2,5/187,5</p>	<p>محل اندازه گیری</p>	<p>علامت مشخصه محل اندازه گیری</p>	

صافی سطح قابل دستیابی

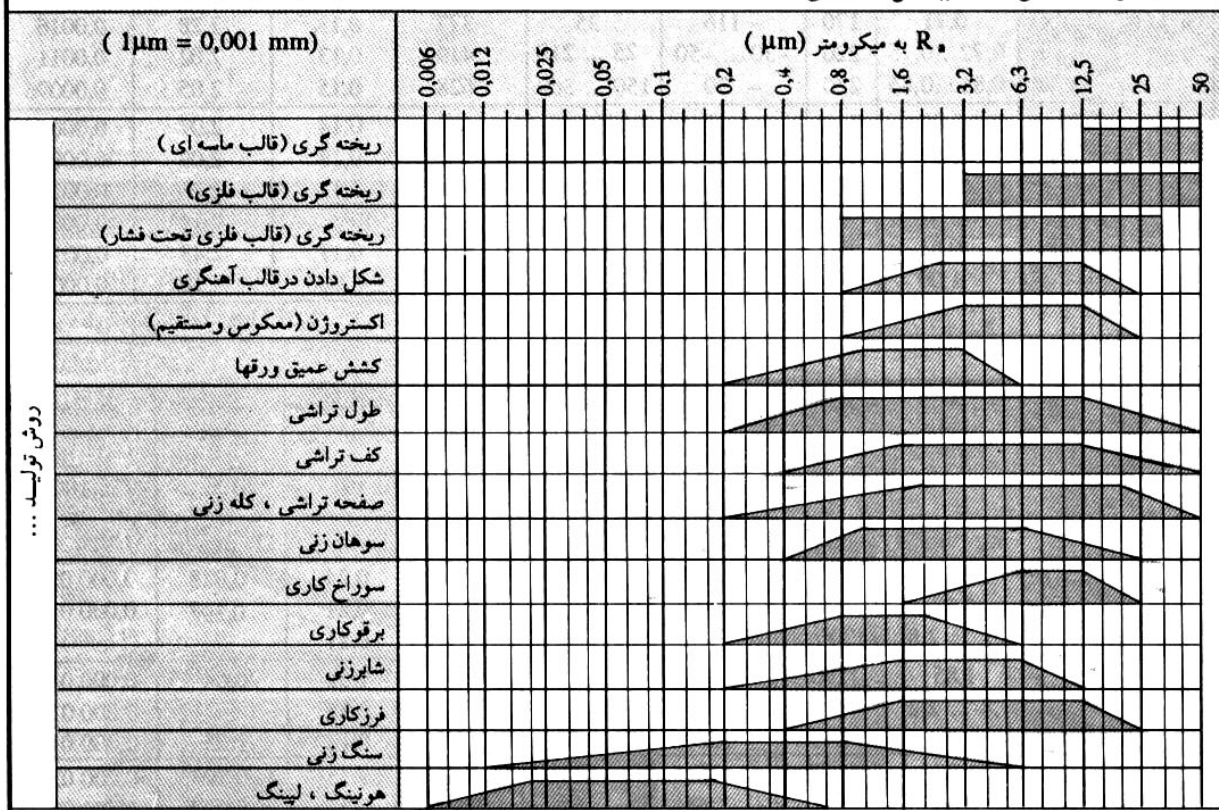
مقیاسه با DIN 4766 T1 (3.81)

مقدار میانگین زبری "R_z" قابل دستیابی



مقیاسه با DIN 4766 T2 (3.81)

مقدار زبری میانگین "R_a" قابل دستیابی



درجه زبری N

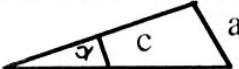
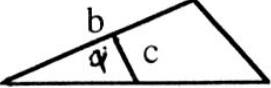
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

صافی سطح قابل دست یابی
بادقت خاص

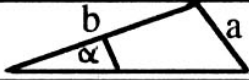



توضیح علامت: صافی سطح در
تولیدی دقت

0...45° سینوس		$\sin \varphi = \frac{a}{c}$ $a=c \cdot \sin \varphi$: $c = \frac{a}{\sin \varphi}$						
دقیقه								
درجه	0	10	20	30	40	50	60	
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87
3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0610	0,0640	0,0669	0,0698	86
4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85
5	0,0872	0,0901	0,0929	0,0958	0,0987	0,1016	0,1045	84
6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83
7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82
8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81
9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1650	0,1679	0,1708	0,1736	80
10	0,1736	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	79
11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78
12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77
13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2334	0,2363	0,2391	0,2419	76
14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2504	0,2532	0,2560	0,2588	75
15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74
16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73
17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3062	0,3090	72
18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71
19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3365	0,3393	0,3420	70
20	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	69
21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68
22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67
23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3987	0,4014	0,4041	0,4067	66
24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65
25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64
26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63
27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4617	0,4643	0,4669	0,4695	62
28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4796	0,4823	0,4848	61
29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60
30	0,5000	0,5025	0,5050	0,5075	0,5100	0,5125	0,5150	59
31	0,5150	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58
32	0,5299	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57
33	0,5446	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56
34	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55
35	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54
36	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53
37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52
38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51
39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50
40	0,6428	0,6450	0,6472	0,6494	0,6517	0,6539	0,6561	49
41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48
42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47
43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46
44	0,6947	0,6967	0,6988	0,7009	0,7030	0,7050	0,7071	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	درجه
دقیقه								
45...90° کسینوس		$\cos \varphi = \frac{b}{c}$ $b=c \cdot \cos \varphi$! $c = \frac{b}{\cos \varphi}$						

45...90° سینوس								
دقیقه								
درجه	0	10	20	30	40	50	60	
45	0,7071	0,7092	0,7112	0,7133	0,7153	0,7173	0,7193	44
46	0,7193	0,7214	0,7234	0,7254	0,7274	0,7294	0,7314	43
47	0,7314	0,7333	0,7353	0,7373	0,7392	0,7412	0,7431	42
48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41
49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40
50	0,7660	0,7679	0,7698	0,7716	0,7735	0,7753	0,7771	39
51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7886	38
52	0,7880	0,7898	0,7916	0,7934	0,7951	0,7969	0,7986	37
53	0,7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,8056	0,8073	0,8090	36
54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8192	35
55	0,8192	0,8208	0,8225	0,8241	0,8258	0,8274	0,8290	34
56	0,8290	0,8307	0,8323	0,8339	0,8355	0,8371	0,8387	33
57	0,8387	0,8403	0,8418	0,8434	0,8450	0,8465	0,8480	32
58	0,8480	0,8496	0,8511	0,8526	0,8542	0,8557	0,8572	31
59	0,8572	0,8587	0,8601	0,8616	0,8631	0,8646	0,8660	30
60	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	29
61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0,8829	28
62	0,8829	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27
63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0,8975	0,8988	26
64	0,8988	0,9001	0,9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25
65	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9112	0,9124	0,9135	24
66	0,9135	0,9147	0,91259	0,9171	0,9182	0,9194	0,9205	23
67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0,9272	22
68	0,9272	0,9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0,9336	21
69	0,9336	0,9346	0,9356	0,9367	0,9377	0,9387	0,9397	20
70	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	19
71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0,9502	0,9511	18
72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0,9555	0,9563	17
73	0,9563	0,9572	0,9580	0,9588	0,9596	0,9605	0,9613	16
74	0,9613	0,9621	0,9628	0,9636	0,9644	0,9652	0,9659	15
75	0,9659	0,9667	0,9674	0,9681	0,9689	0,9696	0,9703	14
76	0,9703	0,9710	0,9717	0,9724	0,9730	0,9737	0,9744	13
77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0,9769	0,9775	0,9781	12
78	0,9781	0,9787	0,9793	0,9799	0,9805	0,9811	0,9816	11
79	0,9816	0,9822	0,9827	0,9833	0,9838	0,9843	0,9848	10
80	0,9848	0,9853	0,9858	0,9863	0,9868	0,9872	0,9877	9
81	0,9877	0,9881	0,9886	0,9890	0,9894	0,9899	0,9903	8
82	0,9903	0,9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7
83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0,9942	0,9945	6
84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	0,9959	0,9962	5
85	0,9962	0,9964	0,9967	0,9969	0,9971	0,9974	0,9976	4
86	0,9976	0,9978	0,9980	0,9981	0,9983	0,9985	0,9986	3
87	0,9986	0,9988	0,9989	0,9990	0,9992	0,9993	0,9994	2
88	0,9994	0,9995	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,99985	1
89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	0,99999	1,0000	0
	60	50	40	30	20	10	0	درجه
دقیقه								
0...45° کسینوس								

0...45°		$\tan \alpha = \frac{a}{c}$ $a = b \cdot \tan \alpha$ $b = \frac{a}{\tan \alpha}$						
دقیقه								
درجه	0	10	20	30	40	50	60	
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0437	0,0466	0,0495	0,0524	87
3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0612	0,0641	0,0670	0,0699	86
4	0,0699	0,0729	0,0758	0,0787	0,0816	0,0846	0,0875	85
5	0,0875	0,0904	0,0934	0,0963	0,0992	0,1022	0,1051	84
6	0,1051	0,1080	0,1110	0,1139	0,1169	0,1198	0,1228	83
7	0,1228	0,1257	0,1287	0,1317	0,1346	0,1376	0,1405	82
8	0,1405	0,1435	0,1465	0,1495	0,1524	0,1554	0,1584	81
9	0,1584	0,1614	0,1644	0,1673	0,1703	0,1733	0,1763	80
10	0,1763	0,1793	0,1823	0,1853	0,1883	0,1914	0,1944	79
11	0,1944	0,1974	0,2004	0,2035	0,2065	0,2095	0,2126	78
12	0,2126	0,2156	0,2186	0,2217	0,2247	0,2278	0,2309	77
13	0,2309	0,2339	0,2370	0,2401	0,2432	0,2462	0,2493	76
14	0,2493	0,2524	0,2555	0,2586	0,2617	0,2648	0,2679	75
15	0,2679	0,2711	0,2742	0,2773	0,2805	0,2836	0,2867	74
16	0,2867	0,2899	0,2931	0,2962	0,2994	0,3026	0,3057	73
17	0,3057	0,3089	0,3121	0,3153	0,3185	0,3217	0,3249	72
18	0,3249	0,3281	0,3314	0,3346	0,3378	0,3411	0,3443	71
19	0,3443	0,3476	0,3508	0,3541	0,3574	0,3607	0,3640	70
20	0,3640	0,3673	0,3706	0,3739	0,3772	0,3805	0,3839	69
21	0,3839	0,3872	0,3906	0,3939	0,3973	0,4006	0,4040	68
22	0,4040	0,4074	0,4108	0,4142	0,4176	0,4210	0,4245	67
23	0,4245	0,4279	0,4314	0,4348	0,4383	0,4417	0,4452	66
24	0,4452	0,4487	0,4522	0,4557	0,4592	0,4628	0,4663	65
25	0,4663	0,4699	0,4734	0,4770	0,4806	0,4841	0,4877	64
26	0,4877	0,4913	0,4950	0,4986	0,5022	0,5059	0,5095	63
27	0,5095	0,5132	0,5169	0,5206	0,5243	0,5280	0,5317	62
28	0,5317	0,5354	0,5392	0,5430	0,5467	0,5505	0,5543	61
29	0,5543	0,5581	0,5619	0,5658	0,5696	0,5735	0,5774	60
30	0,5774	0,5812	0,5851	0,5890	0,5930	0,5969	0,6009	59
31	0,6009	0,6048	0,6088	0,6128	0,6168	0,6208	0,6249	58
32	0,6249	0,6289	0,6330	0,6371	0,6412	0,6453	0,6494	57
33	0,6494	0,6536	0,6577	0,6619	0,6661	0,6703	0,6745	56
34	0,6745	0,6787	0,6830	0,6873	0,6916	0,6959	0,7002	55
35	0,7002	0,7046	0,7089	0,7133	0,7177	0,7221	0,7265	54
36	0,7265	0,7310	0,7355	0,7400	0,7445	0,7490	0,7536	53
37	0,7536	0,7581	0,7627	0,7673	0,7720	0,7766	0,7813	52
38	0,7813	0,7860	0,7907	0,7954	0,8002	0,8050	0,8098	51
39	0,8098	0,8146	0,8195	0,8243	0,8292	0,8342	0,8391	50
40	0,8391	0,8441	0,8491	0,8541	0,8591	0,8642	0,8693	49
41	0,8693	0,8744	0,8796	0,8847	0,8899	0,8952	0,9004	48
42	0,9004	0,9057	0,9110	0,9163	0,9217	0,9271	0,9325	47
43	0,9325	0,9380	0,9435	0,9490	0,9545	0,9601	0,9657	46
44	0,9657	0,9713	0,9770	0,9827	0,9884	0,9942	1,0000	45
	60	50	40	30	20	10	0	درجه
دقیقه								
		$\cos \alpha = \frac{b}{c}$ $b = c \cdot \cos \alpha$ $c = \frac{b}{\cos \alpha}$						
		45...90° کتانژانت						

45...90° تنازات								
		دقیقه						
درجه	0	10	20	30	40	50	60	
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0235	1,0295	1,0355	44
46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661	1,0724	43
47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041	1,1106	42
48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436	1,1504	41
49	1,1504	1,1571	1,1640	1,1708	1,1778	1,1847	1,1918	40
50	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276	1,2349	39
51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723	1,2799	38
52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37
53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680	1,3764	36
54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1,4193	1,4281	35
55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1,4826	34
56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1,5399	33
57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32
58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6318	1,6426	1,6534	1,6643	31
59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6977	1,7090	1,7205	1,7321	30
60	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1,8041	29
61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676	1,8807	28
62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9210	1,9347	1,9486	1,9626	27
63	1,9626	1,9768	1,9912	2,0057	2,0204	2,0353	2,0503	26
64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283	2,1445	25
65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24
66	2,2460	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3558	23
67	2,3559	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2,4751	22
68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826	2,6051	21
69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228	2,7475	20
70	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770	2,9042	19
71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475	3,0777	18
72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371	3,2709	17
73	3,2709	3,3052	3,3402	3,3759	3,4124	3,4495	3,4874	16
74	3,4874	3,5261	3,5656	3,6059	3,6470	3,6891	3,7321	15
75	3,7321	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617	4,0108	14
76	4,0108	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747	4,3315	13
77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383	4,7046	12
78	4,7046	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658	5,1446	11
79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764	5,6713	10
80	5,6713	5,7694	5,8708	5,9758	6,0844	6,1970	6,3138	9
81	6,3138	6,4348	6,5605	6,6912	6,8269	6,9682	7,1154	8
82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530	8,1444	7
83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553	9,5144	6
84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7019	11,0594	11,4301	5
85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267	14,3007	4
86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750	19,0811	3
87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316	28,6363	2
88	28,6363	31,2416	34,3678	38,1885	42,9641	49,1039	57,2900	1
89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,885	343,774		0
	60	50	40	30	20	10	0	درجه
	دقیقه							
								0...45° کتانزات

مراجع :

- ۱- آشنایی با فرایندهای ساخت و تولید- تألیف حجت ا... عالی- انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)- چاپ دوم ۱۳۷۹
- ۲- پرسکاری ورقها، فرایندها و قالبهای برشکاری، خمکاری و کشش- مؤلف Vukota Boljanovic - ترجمه احسان روحانی- ناشر : نشر طراح- چاپ اول- زمستان ۱۳۸۴
- ۳- طراحی و ساخت قالب و قیود(قالبهای برش، پلاستیک، دایکاست و ...) - مؤلف Keller, Eberhard - ترجمه : عبدا... ولی نژاد با همکاری محمد نصیری نیا- ناشر : نشر طراح- چاپ ششم- تابستان ۱۳۸۳
- ۴- جداول و استانداردهای ماشین سازی- مؤلف : Reutlingen, Ulrich Fisher- ترجمه عبدا... ولی نژاد- ناشر : نشر طراح- چاپ هفدهم- زمستان ۱۳۸۲
- ۵- اصول نقشه کشی و طراحی قالب (از غارها تا کامپیوتر)- ترجمه و تألیف یوسف ستاره شناس- چاپ دوم- تابستان ۱۳۷۵
- ۶- گام به گام طراحی و ساخت قالبهای برش- مؤلف : J.R.Paquin- ترجمه : عبدا... ولی نژاد و کیان جوادی فخار- ناشر : نشر طراح- چاپ سوم- تابستان ۱۳۸۲
- ۷- جداول و استانداردهای فولاد- ترجمه : عبدا... ولی نژاد- ناشر : نشر طراح- چاپ سوم- پاییز ۱۳۸۱
- ۸- کتاب درسی قالبسازی (برش)- تهیه و تنظیم مسعود مظهری- ناشر : سازمان فنی و حرفه ای کشور- چاپ اول- خرداد ۱۳۷۹
- ۹- اصول قالبسازی طراحی گام به گام قالبهای خم و برش- مؤلف : جی. آر. پاکوین- ترجمه فرزاد نظریان و حمید امامی خوانساری- نشر پیوند نو و نشر آبیژ- چاپ اول- ویرایش دوم- زمستان ۱۳۸۰
- ۱۰- راهنمای ورق کاری، نوشته رن فورنیه، ترجمه عماد حجتی، انتشارات فنی ایران، چاپ اول ۱۳۷۹