بخش اول

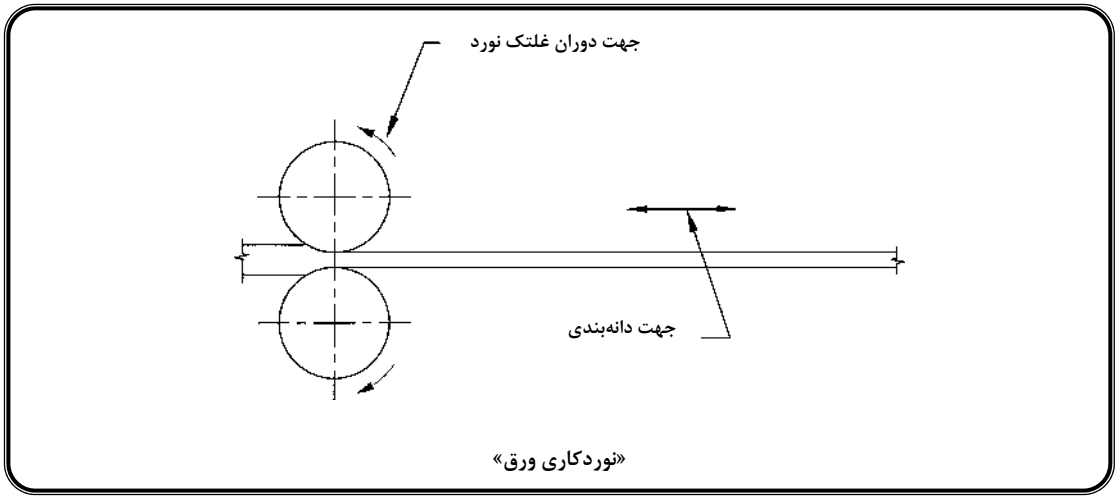
طراحی قالب پرس

www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

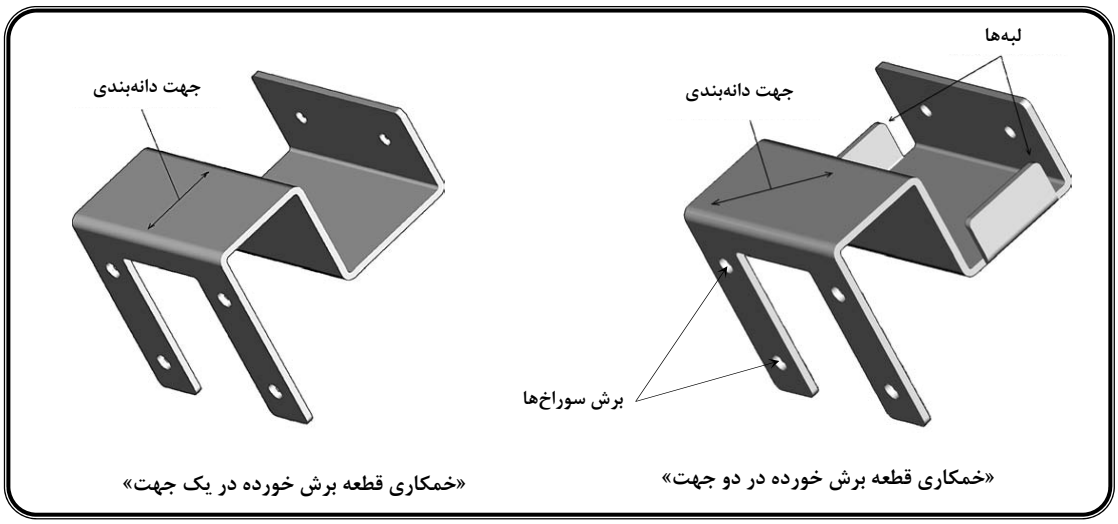
فصل اول
عملیات برش

ماده خام مورد استفاده برای تولید قطعات توسط قالب‌های پرس، ورق‌های فلزی می‌باشد. این ورق‌ها توسط روش نوردکاری (Rolling) تولید می‌شوند. در شکل زیر جهت دانه‌بندی ورق‌های تولید شده با استفاده از روش نوردکاری نشان داده شده است. اگر ضخامت ورق مورد استفاده کمتر از ۶/۳ میلی‌متر باشد، به آن Sheet و اگر بیشتر از ۶/۳ میلی متر باشد، به آن plate می‌گوییم (معمولاً در قالب‌های پرس از Sheet استفاده می‌شود. اگر طول نوار ورق زیاد باشد (در تولید پیوسته) به آن Strip می‌گوییم.



«نوردکاری ورق»

در تولید قطعاتی که ابتدا برش خورده و سپس خم می‌شوند، در عملیات خمکاری باید به جهت دانه‌بندی ورق (جهت نورد) دقت نمود. با توجه به شکل‌های زیر، جهت نورد و دانه‌بندی در قطعاتی که دارای یک یا دو جهت خم می‌باشند نشان داده شده است.



«خمکاری قطعه برش خورده در دو جهت» «خمکاری قطعه برش خورده در یک جهت»

www.modaresanesharif.ac.ir

مزایای قالب پرس

۱ـ سرعت تولید

سرعت تولید قالب‌های پرس بالا می‌باشد و از قالب‌ها برای تولید انبوه (Mass Production) استفاده می‌شود. به عنوان مثال توسط قالب‌های پرس می‌توان در عرض یک ثانیه، یک قطعه تولید کرد.

۲ـ یکسان بودن قطعات تولیدی

ماهیت قطعات تولیدی توسط قالب‌های پرس بصورتی است که اگر از خوردگی قالب صرفنظر کنیم، حتی از نظر تلرانس‌های دقیق، قطعات تولیدی دقیقاً یکسان می‌باشند.

۳ـ عدم نیاز به اپراتور متخصص

فقط در قسمت طراحی قالب به طراح متخصص نیاز است ولی اپراتوری که با قالب‌ها کار می‌کند، نیازی به تخصص ندارد.

۴ـ هزینه‌های پایین

قیمت تمام شده قطعات تولیدی به علت استفاده از اپراتور ساده و سرعت تولید بالا، پایین می‌باشد.

۵ـ امکان تولید

برخی قطعات خیلی کوچک و با سوراخ‌های ریز و دقیق و بعضی قطعات خیلی بزرگ در حد قطعات بدنه خودرو می‌باشند. تمامی این قطعات را براحتی می‌توان توسط قالب‌های پرس تولید کرد.

معایب و محدودیت‌های قالب‌های پرس

۱ـ هزینه اولیه طراحی و ساخت قالب بالاست.

۲ ـ هزینه‌های تعمیرات و نگهداری قالب‌ها، قابل توجه است.

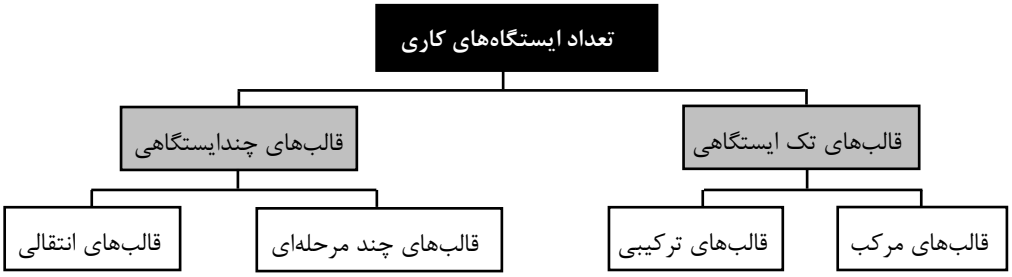
۳ـ فقط برای تولید انبوه قطعات به کار می‌رود.

۴ـ فقط برای تولید قطعات از ورق‌های فلزی به کار می‌رود.

طبقه‌بندی قالب‌ها

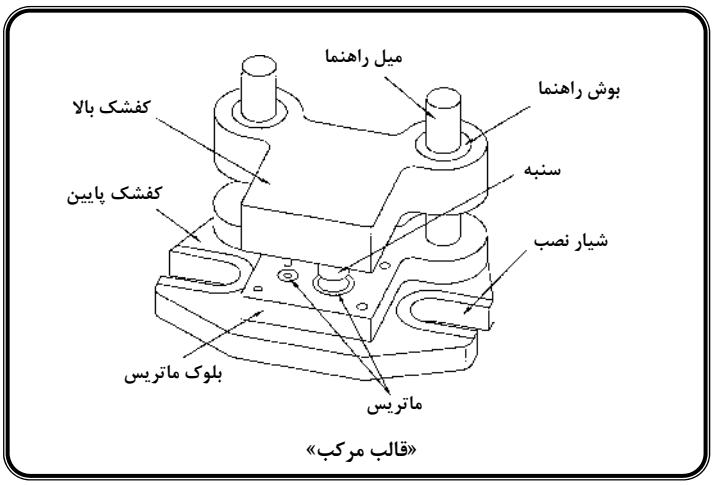
قالب‌های صنعتی را می‌توان براساس تعداد ایستگاه‌های کاری، ساختمان طراحی و کیفیت تولید محصول طبقه‌بندی نمود.

۱ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس تعداد ایستگاه‌های کاری:



«طبقه‌بندی قالب‌ها براساس تعداد ایستگاه‌های کاری»

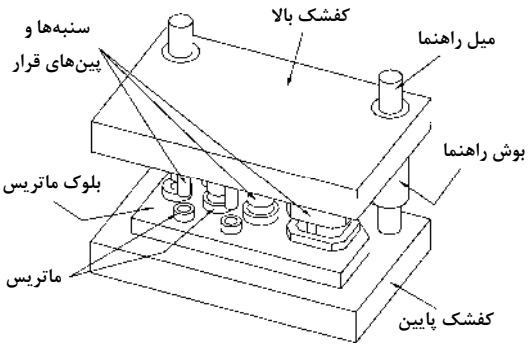
قالب مرکب (Compound die) قالبی است که در یک بار ضرب پرس، دو یا چند عملیات برش همزمان انجام می‌شود، مثلاً سوراخکاری و پولک‌زنی. نرخ تولید در این قالب‌ها، تقریباً پایین است.



«قالب مرکب»

www.modaresanesharif.ac.ir

قالب چند مرحله‌ای یا پروگرسیو (Progressive die) از نوار ورق، قطعه‌ای تمام شده تولید می‌نماید. بدین معنی که نوار ورق بین ایستگاه‌های مختلف قالب جابجا شده و در هر ایستگاه فرآیندی خاص مثل برش و شکل‌دهی روی آن انجام خواهد گرفت.



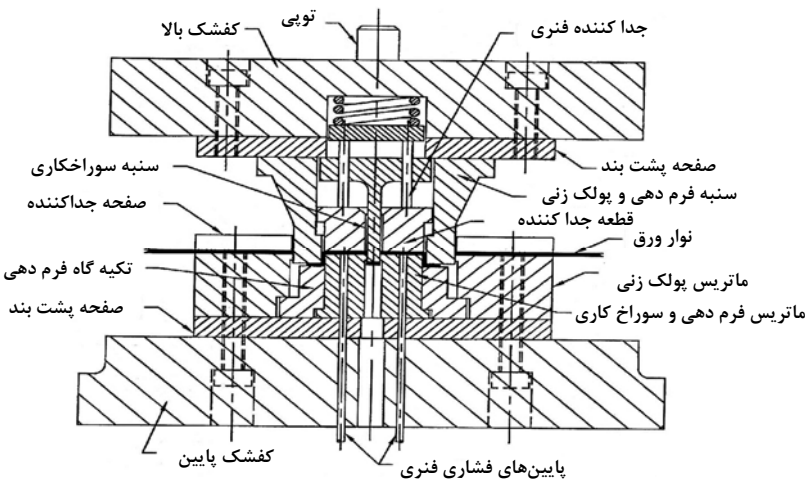
«قالب پروگرسیو»

مثال۱: قالبی که در یک ضرب پرس از عملیات‌های برشی و غیربرشی استفاده می‌کند چه نامیده می‌شود؟

۱) قالب چند مرحله‌ای		۲) قالب یک مرحله‌ای		۳) قالب ترکیبی		۴) قالب مرکب

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» قالب‌های ترکیبی در یک ضرب پرس از عملیات‌های برشی و غیربرشی استفاده می‌کنند.

شکل زیر نشان دهنده یک قالب ترکیبی برای ساخت یک قطعه فلنج‌دار سوراخ‌دار می‌باشد.



«قالب مرکب ساخت یک فنجان سوراخ‌دار»

قالب‌های چند ایستگاهی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که یک سری فرآیندهای متوالی لازم است تا قطعه به شکل کامل تولید شود. یعنی در هرکورس پرس، قسمتی از قطعه تشکیل می‌شود.

در قالب‌های انتقالی، با وجود یک کفشک، بلانک موجود بصورت مکانیکی از ایستگاهی به ایستگاه دیگر توسط بازوهایی منتقل می‌شود.

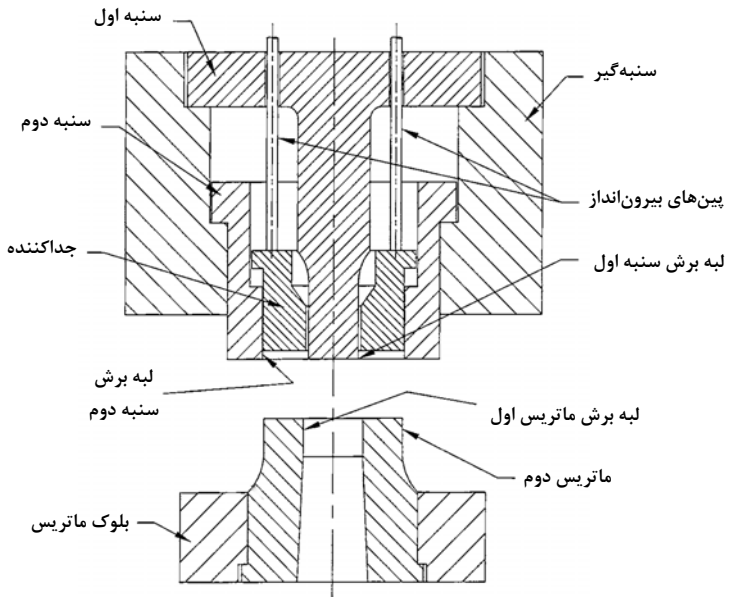
مثال۲: برای ساخت تیراژ بالای قطعاتی که موقعیت فرم داخل نسبت به خارج دقیق است، از کدام قالب استفاده می‌گردد؟

۱) قالب برش مرکب یک مرحله‌ای		۲) قالب برش مرکب چندمرحله‌ای

۳) قالب برش مرکب سری		۴) قالب برش ساده

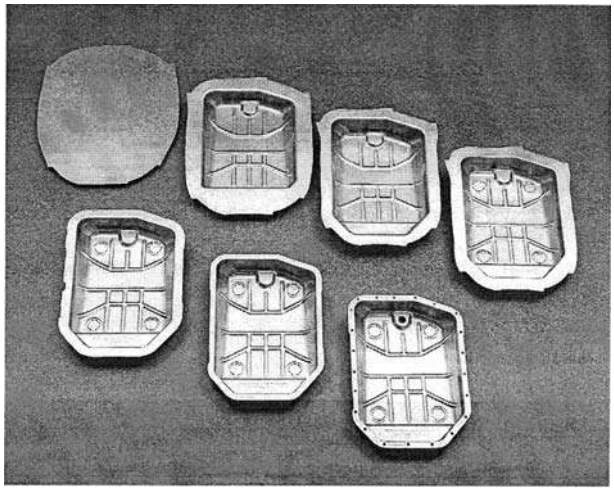
☑ **پاسخ:** گزینه «۱» همانند شکل بعد که محصول تولیدی آن واشر می‌باشد و در یک ضرب پرس، سوراخ داخل و پولک خارج زده می‌شوند.

www.modaresanesharif.ac.ir



«قالب برش دوبل»

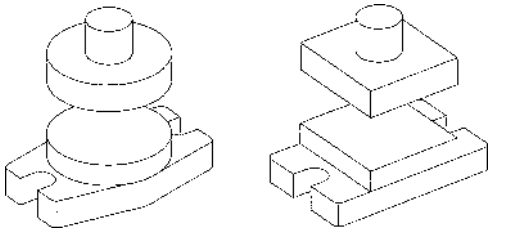
به شکل زیر دقت کنید. در شکل مراحل ساخت یک مخزن روغن از بلانک اولیه تا قطعه نهایی نشان داده شده است.



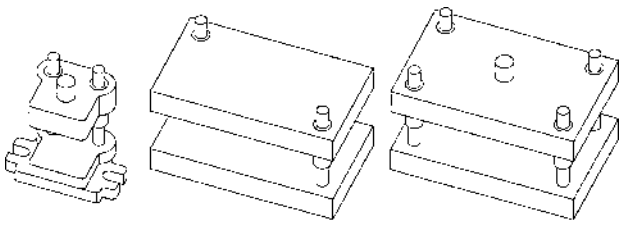
توجه : قالب‌های برش ساده برای تولید قطعات ساده در تیراژ بالا و قالب‌های برش مرکب سری برای تولید قطعات کوچک و پیچیده در تیراژ بالا بکار می‌روند.

۲ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس ساختمان طراحی:

براساس ساختمان طراحی قالب‌ها به دو گروه قالب‌های بدون راهنما (آزاد) و قالب‌های با راهنما تقسیم می‌شوند.



«قالب‌های بدون راهنما»



«قالب‌های با راهنما»

www.modaresanesharif.ac.ir

در قالب‌های بدون راهنما سنبه فقط توسط سینه پرس هدایت می‌گردد. این قالب‌ها برای تولید قطعات ساده با تیراژ پایین مناسب می‌باشد. در قالب‌های با راهنما، سنبه در داخل قالب و با راهنمایی اجزای قالب هدایت گردیده و بدین جهت نسبت به قالب‌های بدون راهنما دارای عمر و دقت بالاتری می‌باشد. راهنما در قالب می‌تواند بصورت میل راهنما، صفحه راهنما و ماتریس راهنما طراحی گردد.

توجه : بستگی به ابعاد قالب و تناژ مورد استفاده می‌توان از دو یا چهار میل راهنمای سنگ خورده و لپینگ شده استفاده نمود.

لپینگ (Lapping) به پرداخت‌کاری بسیار ظریف سطوح اطلاق می‌شود که با استفاده از پودر اکسیدآلومنیوم غوطه‌ور در روغن انجام می‌شود. این مواد بین قطعه کار و ابزار لپن می‌لغزند و عملی مانند سنباده زنی بصورت خیلی دقیق انجام می‌شود. اگر قطعه خیلی سخت باشد، از گرد الماس استفاده می‌شود.

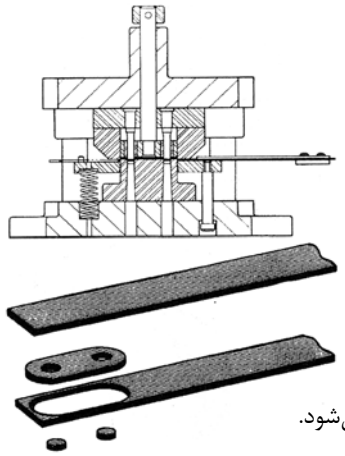
۳ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس کیفیت تولید محصول:

براساس این طبقه‌بندی قالب‌ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند.

Class A ← قالب با نرخ تولید بالا (انبوه) و کیفیت بالا.

Class B ← قالب برای تولید تعداد محصولات متوسط و کیفیت متوسط.

Class C ← قالب برای تولید با حجم کم و کیفیت پایین.



مثال ۳: شکل مقابل مربوط به کدام نوع قالب می‌باشد؟

۱) قالب سوراخکاری
۲) قالب دوره‌بری
۳) قالب مرکب
۴) قالب خانکشی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در قالب‌های مرکب عملیات سوراخکاری و پولک‌زنی، همزمان و در یک ایستگاه انجام می‌شود.

مثال ۴: در طبقه‌بندی قالب‌ها براساس ساختمان طراحی، قالب‌ها به چه گروه‌هایی تقسیم می‌شوند؟

۱) به سه کلاس A , B , C تقسیم می‌شوند.　　۲) به دو گروه بدون راهنما و با راهنما تقسیم می‌شوند.
۳) به دو گروه تک ایستگاهی و چند ایستگاهی تقسیم می‌شوند.　　۴) به دو گروه ساختمان ساده و پیچیده تقسیم می‌شوند.

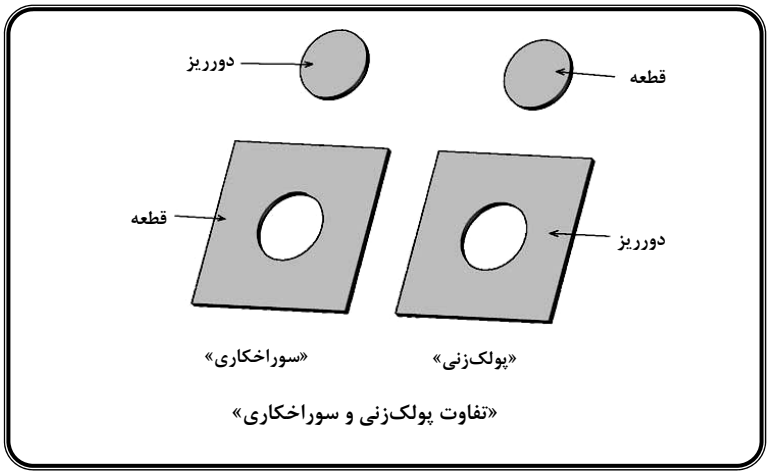
☑ **پاسخ:** گزینه «۲» همان طور که بیان شد براساس ساختمان طراحی، قالب‌ها به دو گروه قالب‌های بدون راهنما (آزاد) و قالب‌های با راهنما تقسیم می‌شوند.

بررسی انواع فرآیندهای پرسکاری

انواع فرآیندهای پرسکاری که توسط قالب‌های صنعتی انجام می‌شود، به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ پولک‌زنی (Blanking): این قالب‌ها با برش خطوط محیطی، قطعه مورد نظر را از ورق جدا کرده و قطعه‌ای بصورت پولک ایجاد می‌گردد.

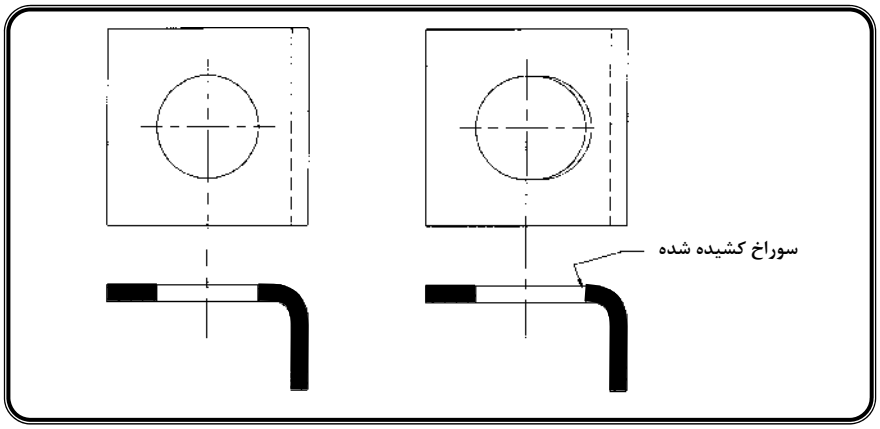
۲ـ سوراخکاری(Punching) : قالب‌های سوراخکاری جهت ایجاد سوراخ در قطعه پولک و یا در قطعات کششی طراحی می‌گردند. تفاوت دو روش فوق در شکل زیر نمایش داده شده است.



«تفاوت پولک‌زنی و سوراخکاری»

www.modaresanesharif.ac.ir

✶ سوراخ‌ها باید پس از مرحله شکل‌دهی ایجاد شوند و یا فاصله مناسب بین سوراخ و موضع خمکاری وجود داشته باشد، زیرا همانند شکل زیر سوراخ‌ها به هنگام شکل دادن دچار کشیدگی یا تاب می‌شوند.

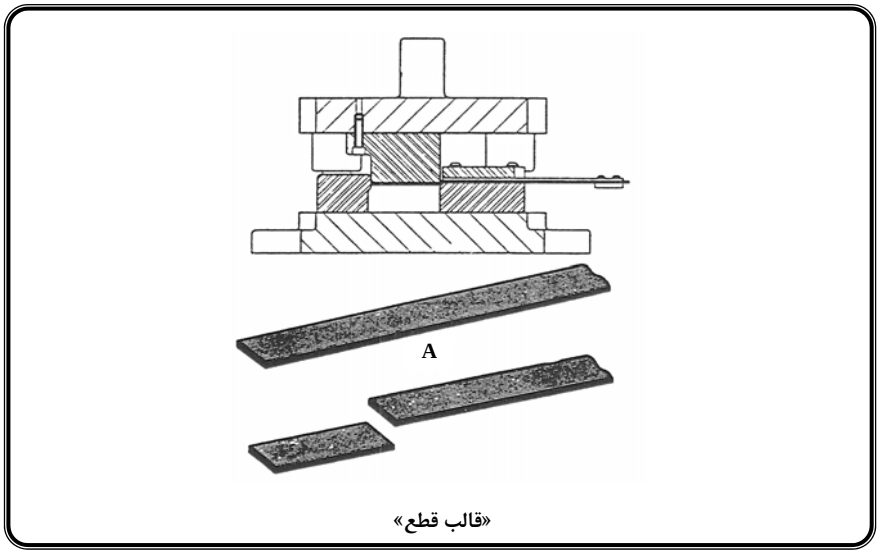


✶ **برای جلوگیری از تغییر شکل سوراخ‌ها، دو راه وجود دارد:**

۱ ـ سوراخ پس از شکل‌دهی زده شوند.

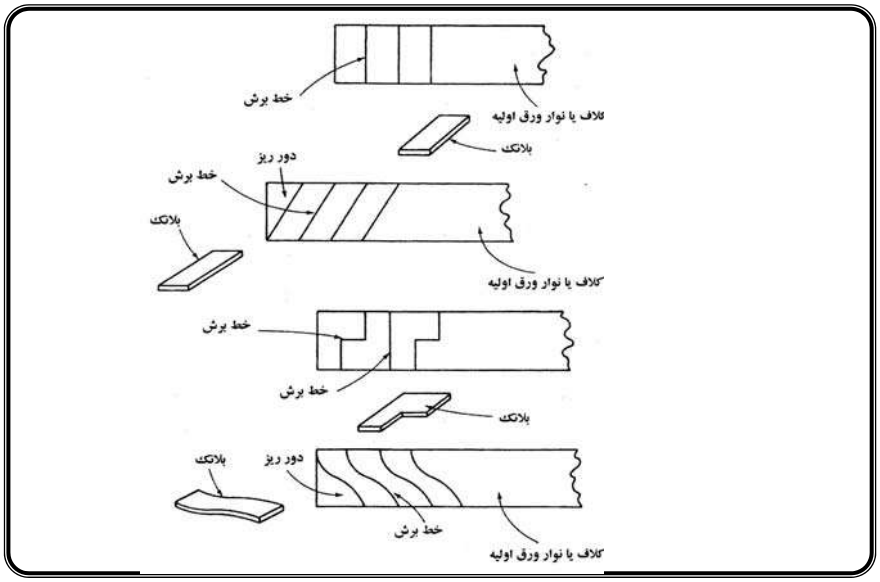
۲ ـ فاصله سوراخ‌ها تا موضع خمکاری رعایت شود.

۳ـ قطع (Cut off): وظیفه این قالب‌ها برش نوار در طول‌های کوچکتر و ایجاد قطعه پولک ساده می‌باشد.



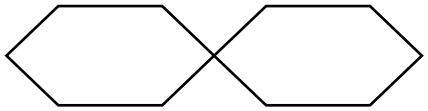
«قالب قطع»

نمونه‌هایی از قطعاتی که می‌توان توسط قالب قطع تولید کرد، در شکل زیر نشان داده شده است.



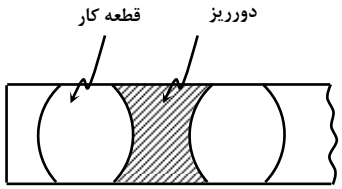
www.modaresanesharif.ac.ir

★ شرایط استفاده از قالب‌های قطع:



۱ـ کناره‌های قطعه (لبه‌ها) باید دو خط مستقیم و موازی می‌باشند (ضلع‌های بالایی و پایینی)
۲ـ شکل جانبی قطعات باید به گونه‌ای باشدکه پس از کنار هم قرار دادن قطعات بریده شده، فاصله خالی بین آنها نباشد. به عنوان مثال قطعه مقابل را نمی‌توان توسط قالب قطع و تولید کرد.
در قالب‌های قطع، سنبه فقط یک تیغه است و مانند گیوتین عمل می‌کند. در این حالت، نیروی برش حداقل بوده و دور ریز حداقل مقدار می‌باشد.

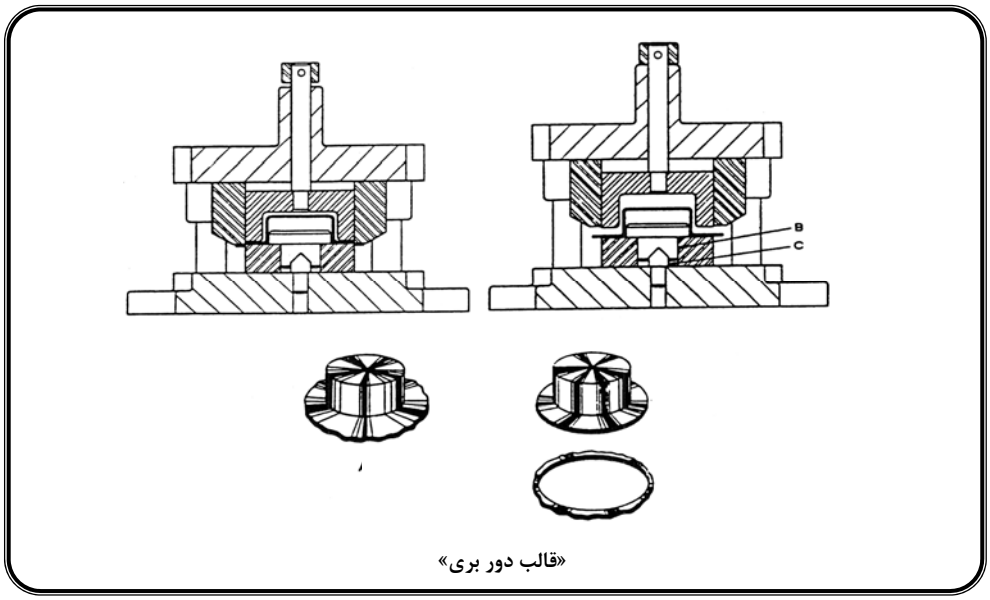
۴ـ قالب‌های قطعه زنی (Parting) :



این نوع قالب‌ها برای قطعاتی هستند که کناره‌ها دو خط موازی، اما شکل قطعات به گونه‌ای است که قابل چسباندن به یکدیگر نیستند و مجبور به گذاشتن فاصله هستیم شکل سنبه به صورت دور ریز می‌باشد.

۵ـ دور بری (Trimming):

این قالب‌ها قسمت‌های اضافی و موجدار قطعات شکل‌دهی، فورج شده و کشیده شده را جدا می‌کنند.

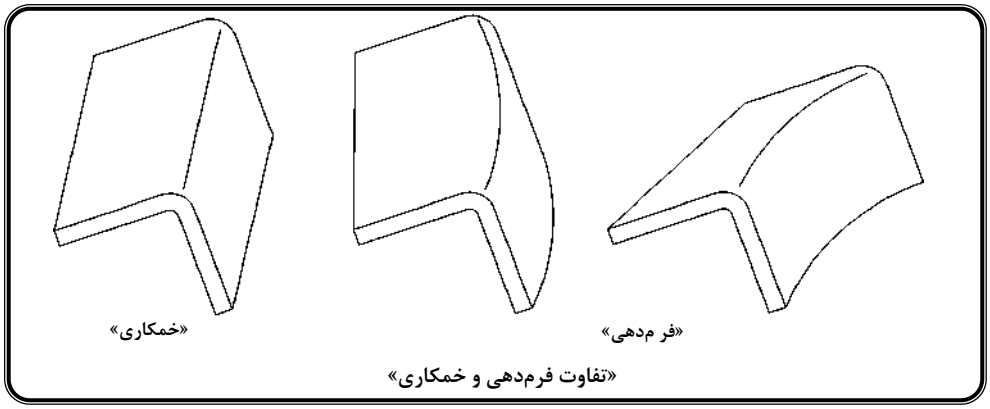


«قالب دور بری»

۶ـ دور بری دقیق و تکمیلی (Shaving): این قالب جهت برش پلیسه‌ها و مازاد از اطراف قطعه و سوراخ‌ها بکار می‌رود تا سطح برش خورده براق و عمودی شود. مقدار لقی در اینگونه قالب‌ها، کمتر از قالب برش معمولی است.

۷ـ خمکاری (Bending): با این قالب‌ها می‌توان قطعات را تحت زاویه خم کرد. خط خم در اینگونه قطعات در امتداد طول کلی آن مستقیم است.

۸ـ شکل‌دهی یا فرم‌دهی (Forming): قالب‌های شکل‌دهی مشابه قالب‌های خمکاری هستند با این تفاوت که خط خم می‌تواند منحنی باشد و تغییر شکل پلاستیک در قطعه شدیدتر می‌باشد.



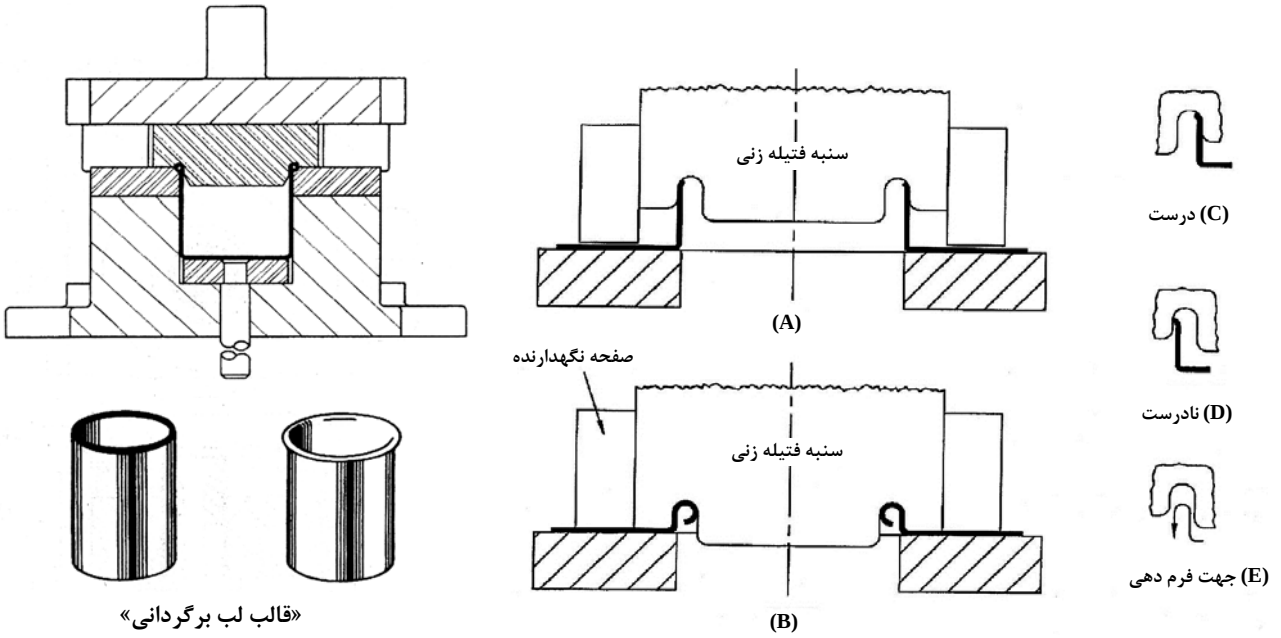
«خمکاری»　　«فر مدهی»

«تفاوت فرم‌دهی و خمکاری»

www.modaresanesharif.ac.ir

۹ـ کشش (Drawing): قالب‌های کشش برای تهیه قطعات استوانه‌ای و پوسته‌ای شکل حجیم بکار می‌رود.

۱۰ـ لب برگردانی یا فتیله‌زنی (Curling): از این قالب برای برگرداندن لبه قطعات کشیده شده به منظور بالاتر بردن استحکام استفاده می‌شود.

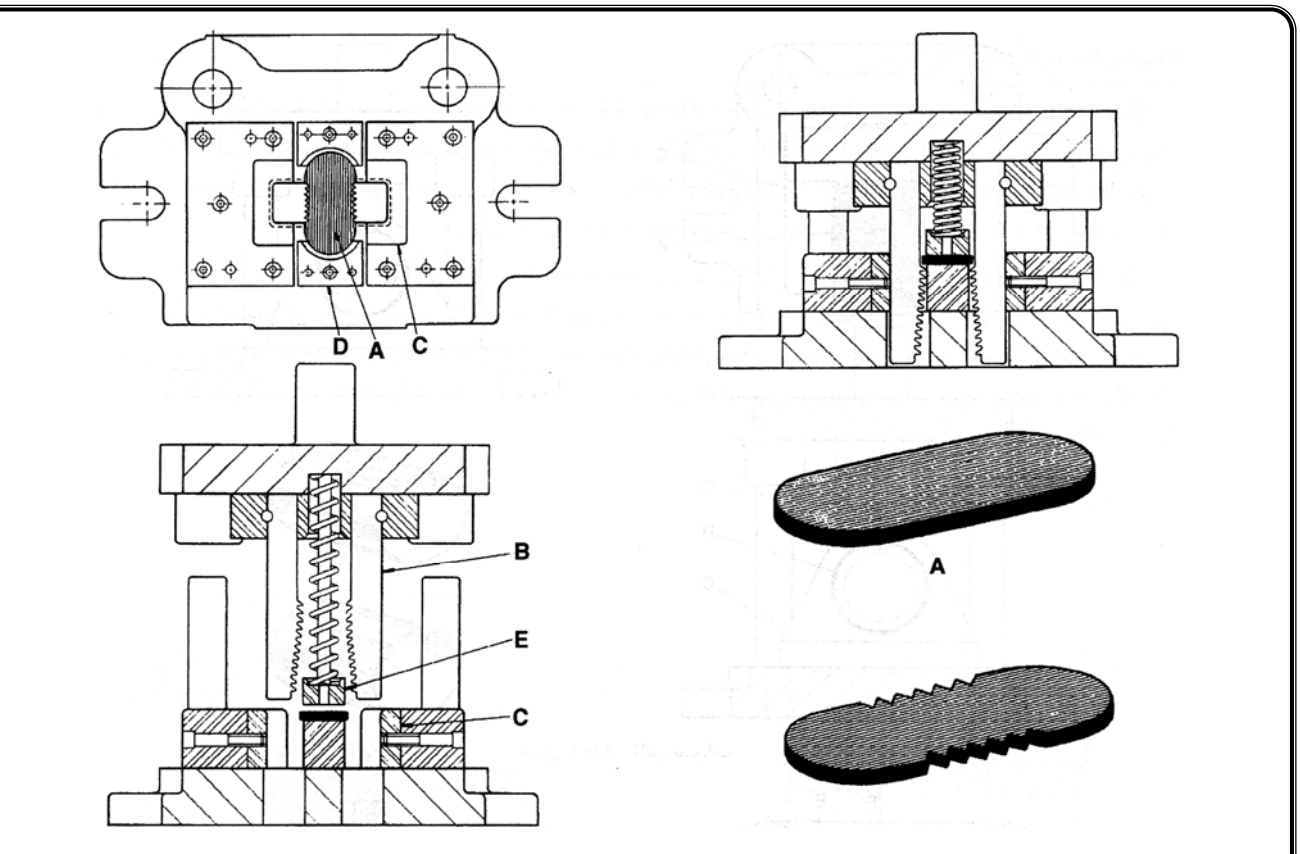


«قالب لب برگردانی»

۱۱ـ سکّه‌زنی یا شکل دادن سرد (Cold coining): در این فرآیند پرسکاری، فلز وادار به سیلان شده تا شکل حفره قالب را به خود بگیرد.

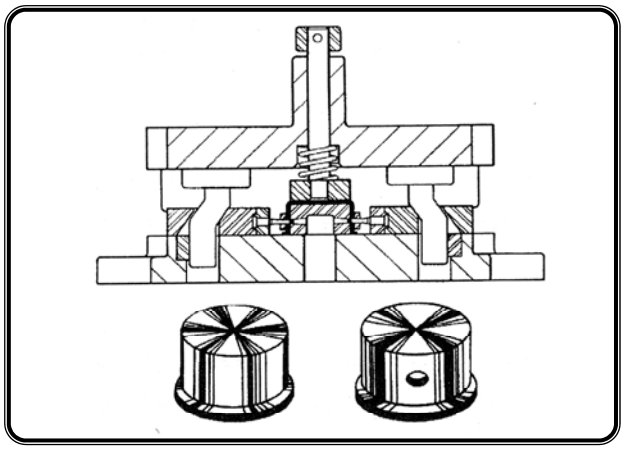
۱۲ـ پرسکاری دقیق: این قالب‌ها جهت ایجاد قطعات ظریف مثل عقربه ساعت بکار می‌روند.

۱۳ـ خان‌کشی (Broaching): توسط این قالب دندانه‌های ظریفی در لبه قطعات پرسکاری ایجاد می‌گردد.



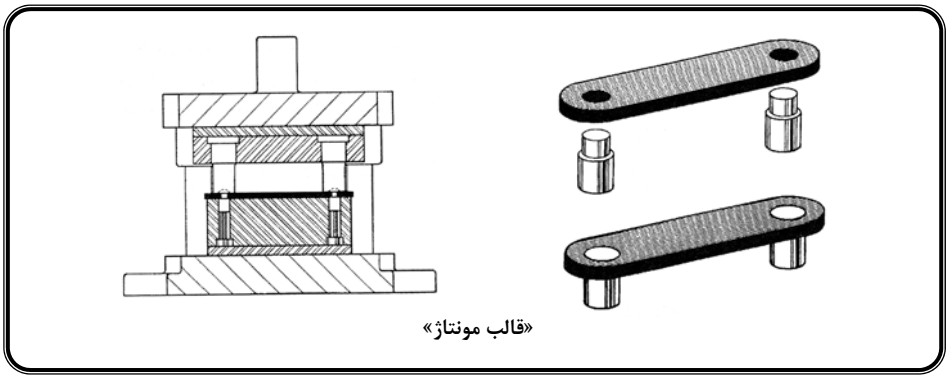
«قالب خان‌کشی»

www.modaresanesharif.ac.ir



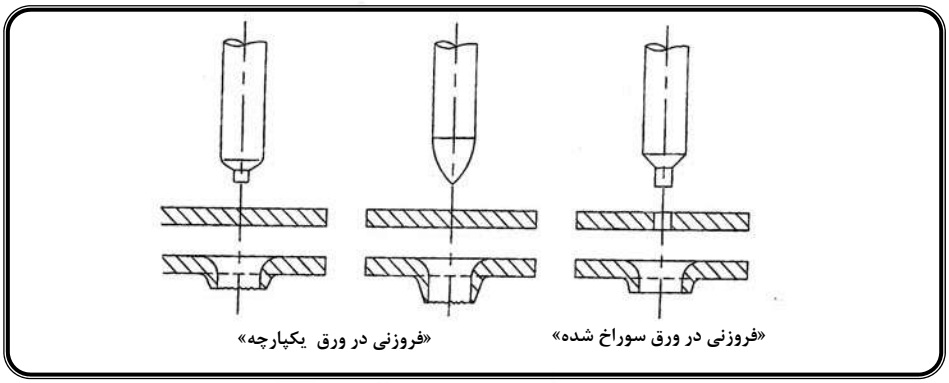
۱۴ـ بادامک جانبی: توسط این قالب‌ها چندین سوراخ بطور همزمان در سطح جانبی قطعات استوانه‌ای ایجاد می‌گردد.

۱۵ـ مونتاژ (Assembly): این قالب‌ها با سرعت زیادی عمل مونتاژ قطعات را انجام می‌دهند.

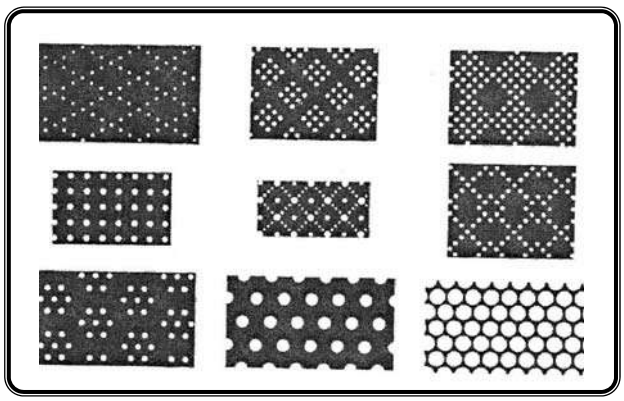


«قالب مونتاژ»

۱۶ـ فروزنی (Plunging): همانگونه که در شکل زیر دیده می‌شود، در این فرآیند به جای برش، پارگی صورت گرفته و این پدیده به خوبی توسط گوشه‌های دندانه‌دار در لبه سوراخ قابل شناسایی است. در این نوع فرآیند، سنبه فرو رونده به جای لبه برشی دارای نوک گلوله‌ای شکل است که باعث ایجاد پارگی به جای برش می‌شود. فرآیند فروزنی دور ریزی به همراه ندارد.



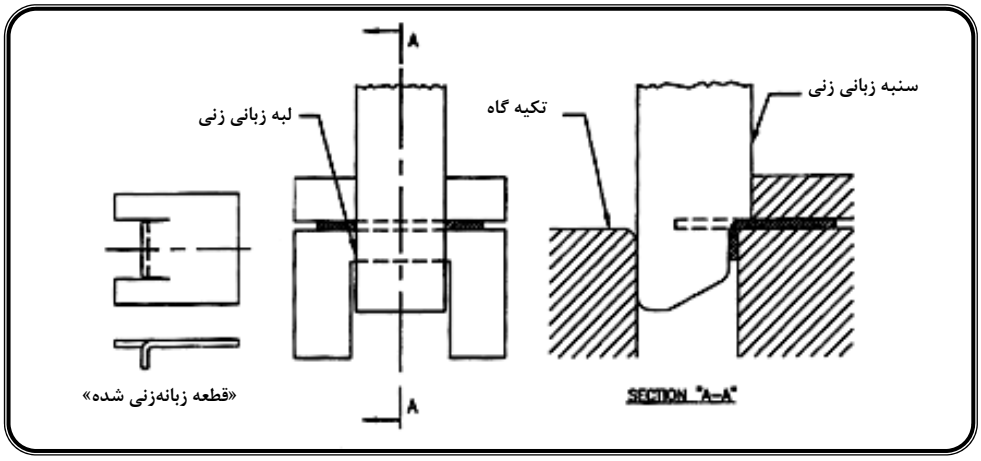
«فروزنی در ورق یکپارچه» «فروزنی در ورق سوراخ شده»



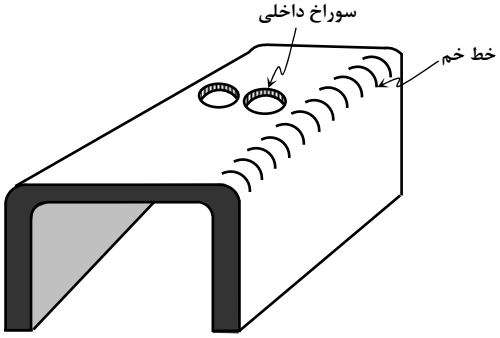
۱۷ـ منگنه زنی (Perforating): در مواقعی که لازم است سوراخ‌های متعددی با الگویی مشخص بر روی قطعه ایجاد شوند، از این فرآیند استفاده می‌شود. از این سوراخ‌ها ممکن است به منظور تزئین و یا برای عبور نور، صدا، سیال و گاز و همچنین فیلتر استفاده شود.

www.modaresanesharif.ac.ir

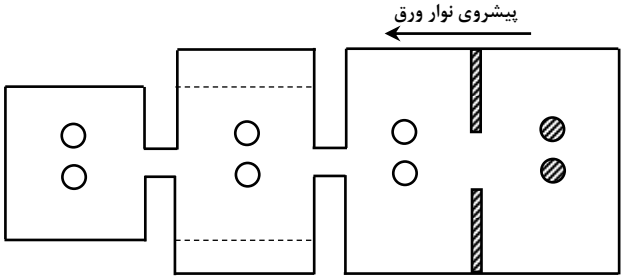
۱۸ـ زبانه‌زنی (Lancing): اگر برش در قسمتی از ناحیه میانی ورق به صورتی انجام می‌گیرد که دورریز از نوار ورق جدا نشود، آنگاه این برش را زبانه‌زنی گوییم.



به شکل مقابل دقت کنید:



تا زمانی که تمامی فرآیندهای مورد نیاز قطعه انجام شده باشد، نباید آن را برش داده و از نوار ورق جدا کنیم. در ایستگاه اول همیشه شکل‌های اولیه نظیر سوراخ و کناره بری را انجام می‌دهیم. در ایستگاه‌های بعد، عملیات‌های خمکاری و فرم‌دهی را انجام داده و نهایتاً قطعه را برش می‌زنیم.



مثال ۵: جهت برش پلیسه‌ها و مازاد اطراف قطعه از کدام قالب استفاده می‌شود؟

۱) دوربری تکمیلی ـ که سطح برش خورده را براق و عمودی می‌کند.

۲) دوربری تکمیلی ـ که سطح برش خورده را مات و منظم می‌کند.

۳) لب برگردانی ـ که سطح برش خورده را براق و عمودی می‌کند.

۴) قطع ـ که پلیسه‌های اضافی را قطع و سطح برش را براق می‌کند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» از قالب‌های دوربری تکمیلی (Shaving) برای برش پلیسه‌ها و مازاد اطراف قطعه استفاده می‌شود که پس از انجام این عملیات سطح برش خورده، براق و عمودی می‌شود.

www.modaresanesharif.ac.ir

عملیات برش

برش فرآیندی بدون براده برداری است که برای جدایش فلزات بکار می‌رود و بدین صورت اتفاق می‌افتد که قطعه‌کار مابین دو لبه برش (قیچی) که از کنار هم می‌گذرند قرار گرفته و بریده می‌شود. برش با قالب‌های برش مانند عمل قیچی کردن می‌باشد که قطعه‌کار (نوار ورق) بین سنبه و ماتریس قرار گرفته و بریده می‌شود.

عمل برش طی مراحل زیر صورت می‌گیرد:

۱ـ مواد در نتیجه حرکت و نفوذ سنبه ابتدا بصورت الاستیک تغییر شکل می‌دهد.

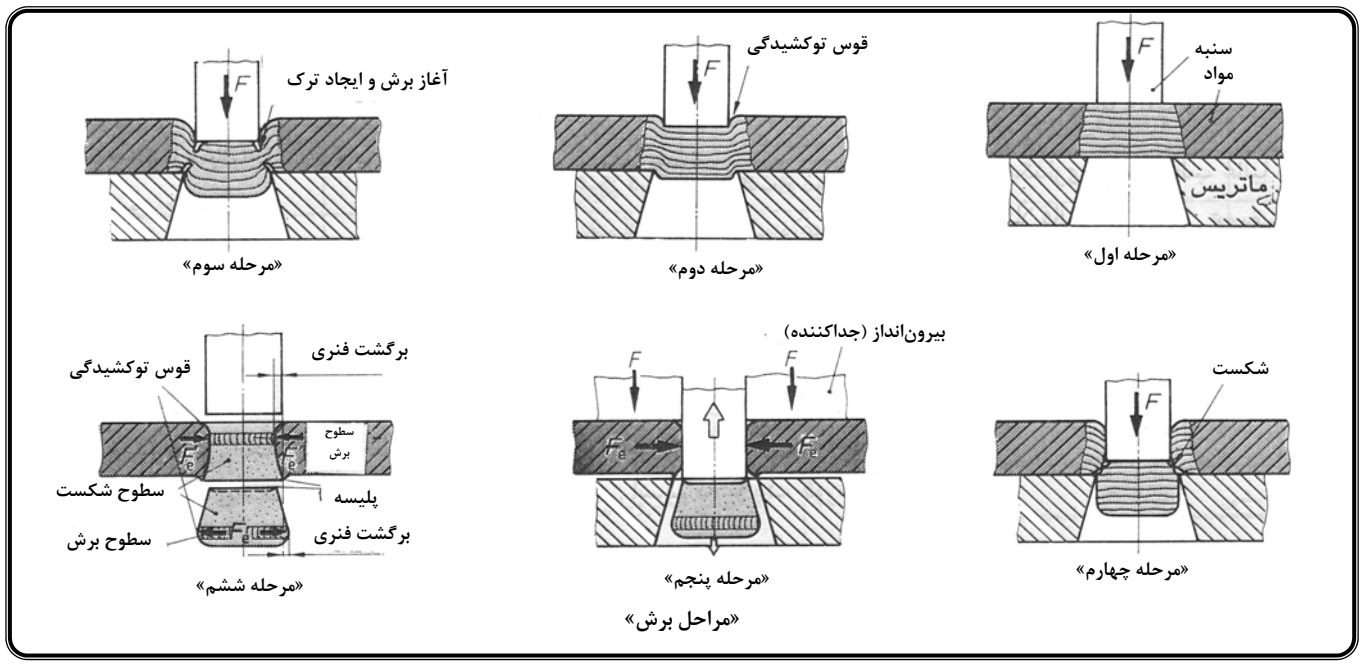
۲ـ با ادامه حرکت و نفوذ سنبه در قطعه‌کار الیاف مواد بازهم کشیده می‌شوند، بطوری که از حد الاستیک تجاوز و تغییر شکل ماندگار (پلاستیک) ایجاد می‌گردد. مواد از خارج به داخل لبه برش کشیده شده و در این منطقه قوس توکشیدگی ایجاد می‌گردد.

۳ـ با حرکت و نفوذ عمیق سنبه، الیاف مواد بازهم کشیده شده، بطوری که در نهایت بر استحکام برشی ورق غلبه می‌کند، ترک‌های ایجاد شده از گوشه لبه‌های سنبه و ماتریس بطرف هم حرکت می‌کنند. زاویه ترک معمولاً 45° است، زیرا نیروی برشی ماکزیمم در این صفحه بوده و لغزش صفحات اتمی نیز در این زاویه اتفاق می‌افتد.

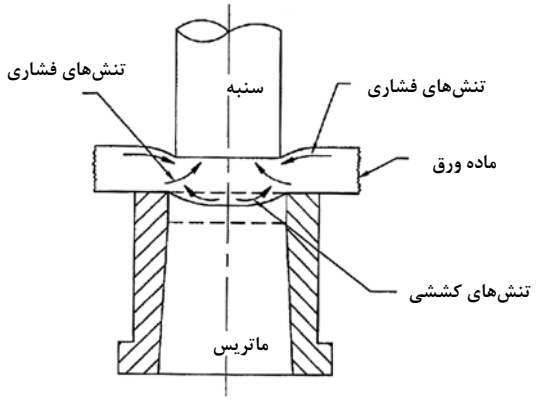
۴ـ سطح باقیمانده اکنون آنقدر کوچک است که با ادامه نفوذ سنبه ترک ادامه پیدا کرده و شکست مواد روی می‌دهد. سطوح شکست عمودی نبوده و نسبت به سطح نوار مایل است.

۵ـ هنگام نفوذ سنبه در مواد، نیروی الاستیک ظاهر شده که بصورت تغییر شکل برگشت فنری در مواد عمل می‌کند. بدین جهت سنبه تحت فشار زیاد قرار می‌گیرد.

۶ـ بعد از برگشت کامل سنبه مواد به علت خاصیت برگشت فنری دچار تغییر شکل می‌شود.



تنش‌های بوجود آمده در برش قطعات، بصورت شکل مقابل می‌باشد:



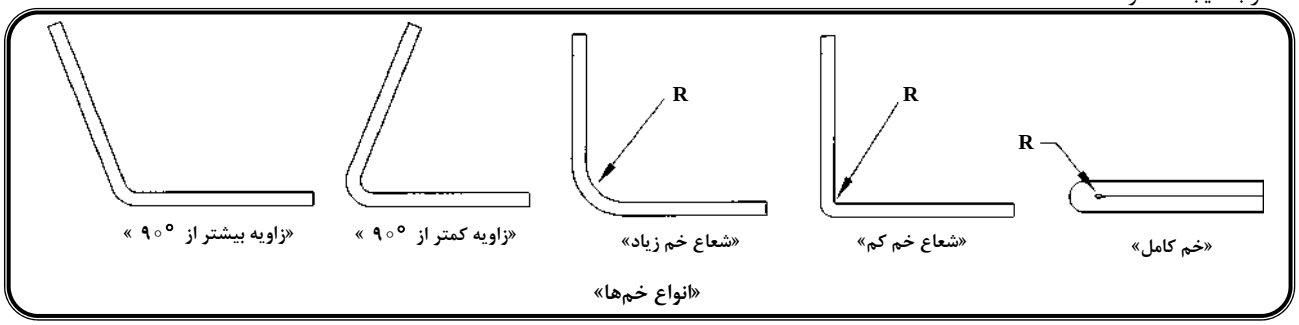
www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل دوم

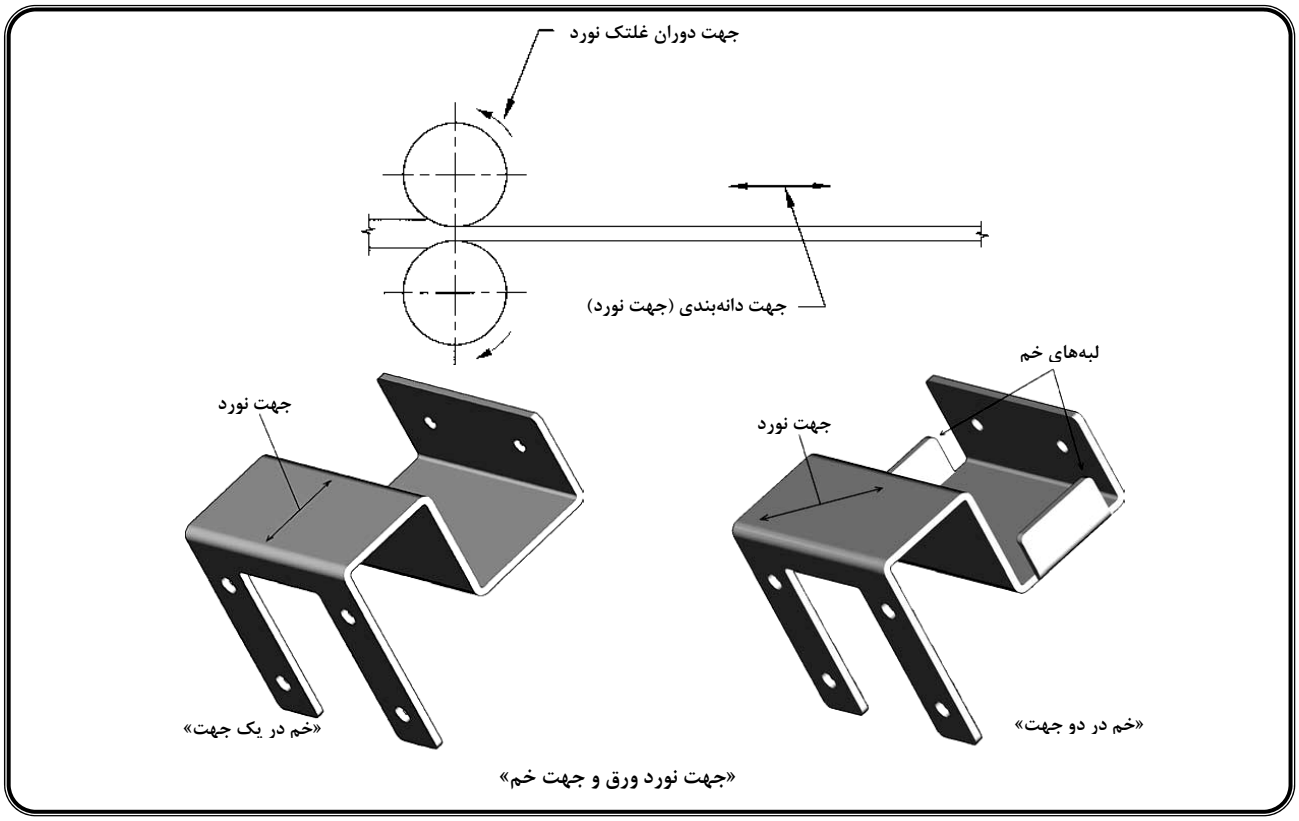
قالب‌های خمکاری

قالب‌های خمکاری (Bending Dies) سهم بزرگی در صنعت قالبسازی دارند که برای ایجاد خم در قطعات و ورق‌های فلزی به‌کار می‌روند. یکی از فواید خمکاری، ایجاد استحکام در قطعه به علت کار سرد انجام شده بر روی آن می‌باشد. با استفاده از این قالب‌ها می‌توان در قطعات خم‌هایی با زوایای ۱ تا ۱۸۰ درجه ایجاد نمود.



«انواع خم‌ها»

در خمکاری باید توجه داشت که مواد باید به‌صورت عمود بر جهت الیاف و دانه‌بندی ورق (Grain of Material) و یا به عبارت دیگر عمود بر جهت نورد خمکاری شوند و چنانچه قطعات دارای دو لبه خم عمود بر هم باشند باید بصورت مورب نسبت به جهت نورد خمکاری شوند.



«جهت نورد ورق و جهت خم»

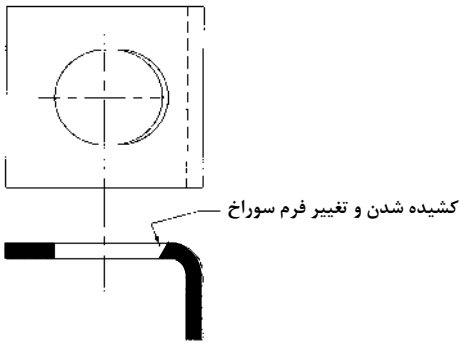
www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۱: قابلیت خمکاری ورق در کدام حالت بیشتر است و اگر قطعه دارای دو لبه خم عمود بر هم باشد، باید در کدام جهت خمکاری شود؟

۱) در امتداد جهت نورد ـ با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد
۲) عمود بر جهت نورد ـ با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد
۳) عمود بر جهت نورد ـ در امتداد جهت نورد
۴) در امتداد جهت نورد ـ جهت خمکاری تفاوتی ندارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» قابلیت خمکاری در حالت عمود بر جهت نورد ماکزیمم است و چنانچه قطعه دولبه خم عمود بر هم داشته باشد، باید به‌صورت مورب با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد خمکاری گردد.

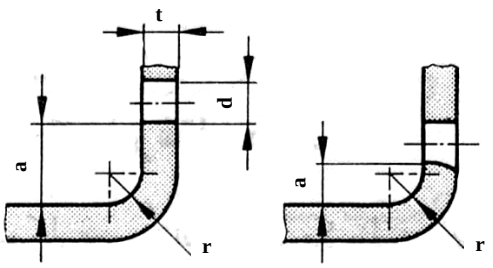
توجه : در خمکاری باید توجه داشت که سوراخ‌های دقیق نباید به لبه‌های خمکاری خیلی نزدیک باشند، زیرا در این صورت در فرم سوراخ تغییر شکل ایجاد می‌گردد.



«تغییر شکل سوراخ پس از خمکاری»

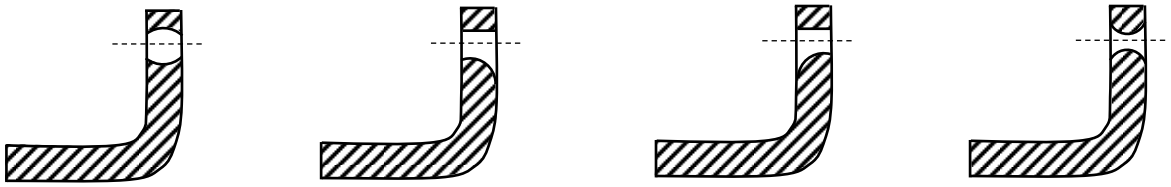
برای جلوگیری از ایجاد تغییر فرم در سوراخ‌های نزدیک به لبه خمکاری با استفاده از فرمول تجربی زیر می‌توان حداقل فاصله a را تعیین نمود:

$$a \geq r + 2t$$



«سوراخ در کنار لبه خمکاری»

مثال۲: درصورتی که سوراخ بر روی بلانک اولیه به موضع خمکاری خیلی نزدیک باشد، کدامیک از تغییر شکل زیر اتفاق می‌افتد؟


(۱) (۲) (۳) (۴)

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در سطح داخلی موضع خمکاری، تنش‌ها فشاری و در سطح خارجی تنش‌های کششی ایجاد می‌شوند. تنش‌های کششی در سطح خارجی باعث ایجاد تغییر شکل سوراخ مطابق گزینه سوم می‌شود.

مثال۳: قرار است روی ورقی که چندین سوراخ دقیق بر روی آن وجود دارد، عملیات خمکاری انجام شود. برای این که فرم و اندازه سوراخ دقیق باقی بماند، حداقل فاصله لبه سوراخ تا سطح ورق چقدر باید باشد؟ (ضخامت ورق ۲mm ، شعاع خم ۵mm و جنس ورق از فولاد می‌باشد)

۱) ۱۱ میلی‌متر
۲) ۷ میلی‌متر
۳) ۹ میلی‌متر
۴) مقدار این فاصله به‌نظر طراح بستگی دارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» همان گونه که ذکر شد برای محاسبه این مقدار از رابطه زیر استفاده می‌نماییم:

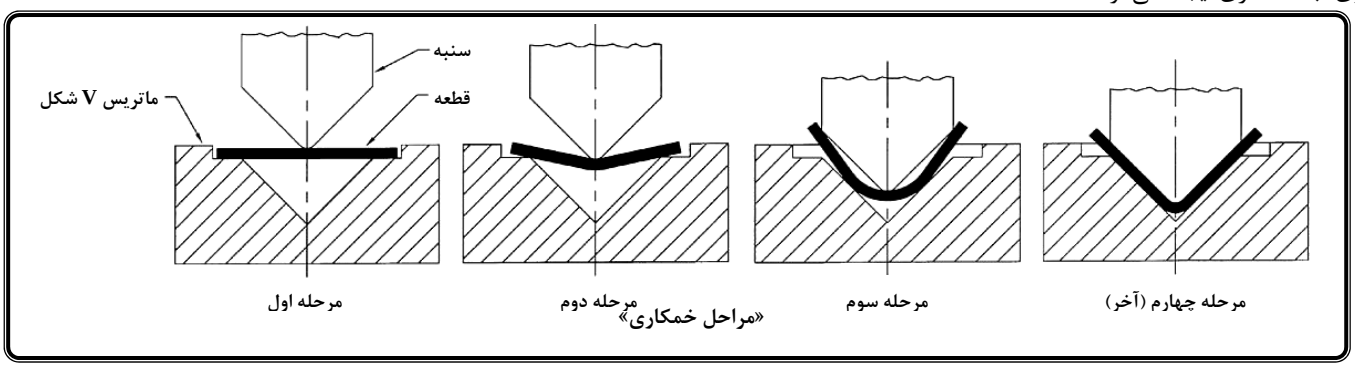
$$a \geq r + 2t \rightarrow a \geq 5 + (2 \times 2) \rightarrow a \geq 9mm$$

پس حداقل فاصله لبه سوراخ تا سطح ورق باید ۹ میلی‌متر باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مراحل خمکاری

با فشار سنبه خمکاری، مواد ابتدا بصورت الاستیک تغییر شکل می‌دهند. با خم کردن بیشتر و ایجاد تنشی بزرگتر از تنش تسلیم ورق، تغییر شکل ثابتی روی لبه خمکاری ایجاد می‌گردد.



«مراحل خمکاری»

کوچکترین شعاع خم مجاز عموماً به ضخامت ورق و ازدیاد طول نسبی مواد بستگی دارد و این مقدار برای جنس های مختلف فولاد ۰/۵t تا ۶t (t: ضخامت ورق) می‌باشد. اگر شعاع خم خیلی کوچک انتخاب شود، مواد بیش از تنش مجاز ازدیاد طول نسبی پیدا کرده و ضخامت آن کاهش پیدا می‌کند که به آن گلویی شدن (Necking) می‌گویند. محدوده گلویی دارای ترک و شکننده می‌باشد.

شعاع خم‌های استاندارد بصورت زیر می‌باشند که بهتر است از اندازه‌های نوشته شده Bold استفاده گردد:

۱	۱/۲	۱/۶	۲	۲/۵	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۰
۲۵	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۵	۵۰	۶۳	۸۰	۱۰۰	و....			

مثال۴: یک ورق فولادی به ضخامت ۴ میلی‌متر قرار است خمکاری شود. اندازه مجاز شعاع خم چقدر می‌باشد؟

۱) ۶ تا ۲۶ میلی‌متر ۲) ۱ تا ۸ میلی‌متر ۳) ۱ تا ۱۲ میلی‌متر ۴) ۲ تا ۲۴ میلی‌متر

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» شعاع خم مجاز برای جنس‌های مختلف فولاد ۰/۵t تا ۶t می‌باشد.

$R_1 = 0/5t = 0/5 \times 4 = 2mm$ $R_2 = 6t = 6 \times 4 = 24mm$

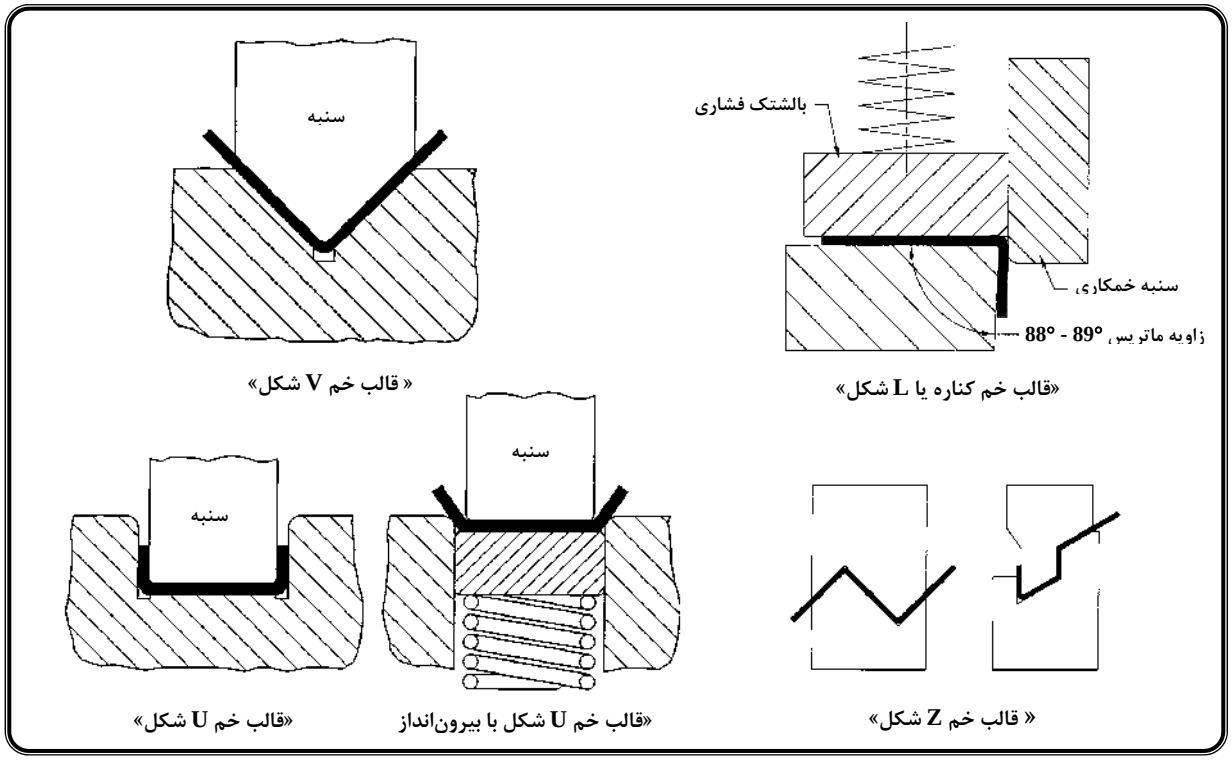
انواع قالب‌های خمکاری

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان قالب‌های خمکاری را به دو گروه زیر تقسیم کرد:

۱ـ قالب‌های خم با حرکت مستقیم

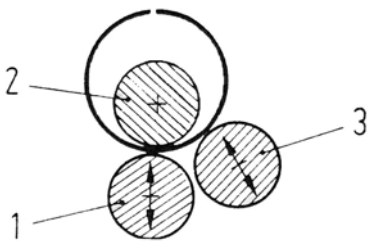
۲ـ قالب‌های خم با حرکت دورانی (Bending with rotary inserts)

قالب‌های خم با حرکت مستقیم شامل انواع روش‌های خم کناره یا L شکل، خم V شکل، خم U شکل و خم Z شکل می‌باشد.

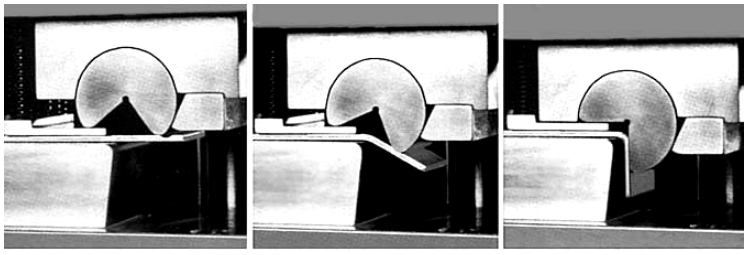


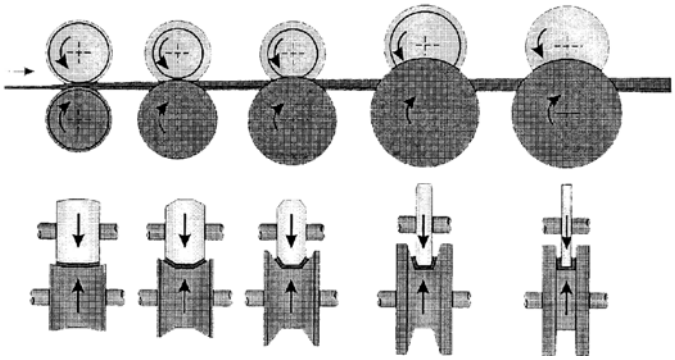
www.modaresanesharif.ac.ir

همچنین برای قالب‌های خم با حرکت دورانی می‌توان به روش‌های زیر اشاره نمود.



«خمکاری سه غلتکی»


«خمکاری دورانی»


«خمکاری پیوسته توسط غلتک»

مثال۵: کدام عملیات خمکاری با استفاده از قالب‌های خمکاری با حرکت مستقیم انجام نمی‌شود؟

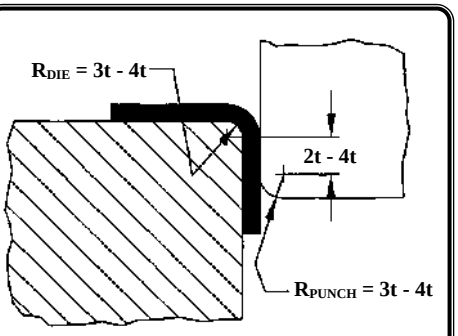
۱) خم لوله ۲) خم نبشی ۳) خم U شکل ۴) خم Z شکل

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» قطعاتی همانند لوله توسط قالب‌های خم با حرکت دورانی تولید می‌شوند.

۱ـ ۱ـ قالب‌های خم کناره یا L شکل (Wipe Dies)

از محصولات تولیدی این قالب‌ها برای مثال می‌توان به نبشی‌ها اشاره کرد. به اندازه‌گذاری روی شکل توجه کنید. دراین قالب شعاع لبه سنبه و ماتریس ۳t – ۴t (سه تا چهار برابر ضخامت ورق) درنظر گرفته شده است. همچنین برای ایجاد کامل فرم خم، سنبه خمکاری باید به اندازه دو تا چهار برابر ضخامت ورق از مرکز شعاع لبه ماتریس پایین‌تر برود.

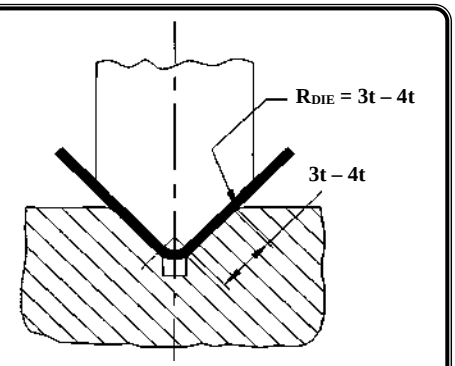
نکته۱: در عملیات خمکاری، **لقی بین سنبه و ماتریس (Clearance) در حالت کلی بیشتر از ضخامت ورق** در نظر گرفته می‌شود. تنها حالت استثناء، حالت جلوگیری از برگشت فنری است که در این حالت لقی برابر ضخامت ورق و یا مقداری کمتر $(C = ۰/۹۵t)$ در نظر گرفته می‌شود.



«قالب خم کناره یا L شکل و اندازه‌ها»

۲ـ ۱ـ قالب‌های خم V شکل:

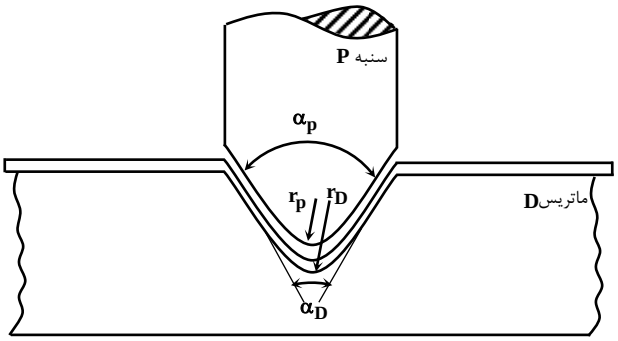
این قالب‌ها ورق را به فرم V خم می‌کنند. در این قالب شعاع لبه دهانه ماتریس ۳t – ۴t می‌باشد. همچنین طول ضلع خم، برای ایجاد کامل شکل خم ۳t – ۴t می‌باشد.



« قالب خم V شکل و اندازه‌ها»

www.modaresanesharif.ac.ir

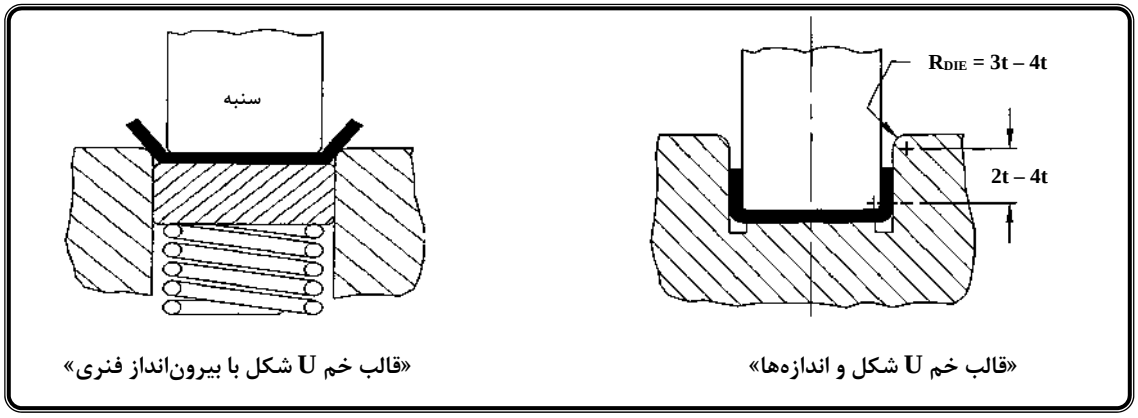
به شکل مقابل دقت کنید. بعضی از مقادیر تئوری که در استانداردها می‌باشند در شکل نشان داده شده است. r شعاع خم قطعه و α زاویه خم قطعه مورد خمکاری می‌باشد.



$$r_p = r$$
$$r_D = r + t$$
$$\alpha_D = \alpha_p + ۰/۲^\circ$$

۳ـ ۱ـ قالب‌های خم U شکل:

قطعات U شکل را می‌توان در یک قالب خمکاری و با یک سنبه چنان پرسکاری کرد که همه لبه‌های خمکاری به‌طور همزمان خمکاری شوند.
قطعه کار بر اثر برگشت فنری خود در قالب گیر می‌کند، بنابراین قطعه توسط یک بیرون‌انداز فنری به بیرون پران می‌شود.

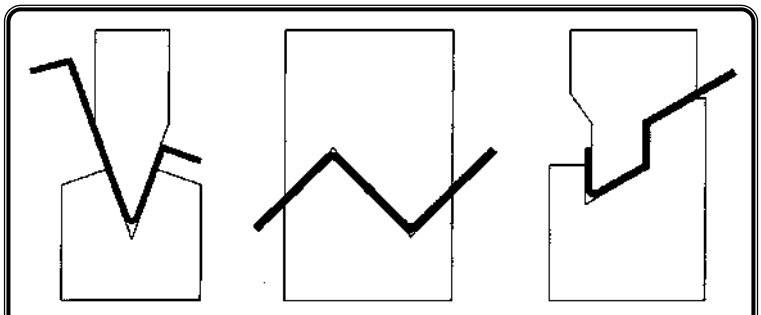


«قالب خم U شکل با بیرون‌انداز فنری»　　«قالب خم U شکل و اندازه‌ها»

در این قالب نیز شعاع لبه ماتریس $3t - 4t$ می‌باشد و برای ایجاد کامل شکل خم، سنبه باید به اندازه $2t - 4t$ درون ماتریس پایین برود.

۴ـ ۱ـ قالب‌های خم Z شکل:

قطعات Z شکل را می توان در قالب‌های ساده و در دو مرحله کاری تولید کرد. اگر تیراژ تولید بالا باشد این قطعات را می‌توان توسط قالب‌های خم Z شکل، در یک مرحله پرس و خمکاری نمود.



«قالب خم Z شکل»

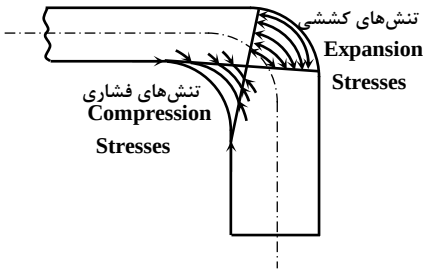
توجه : تارخنثی (Neutral Axis) محوری است که حین عمل خمکاری تنش در آن صفر است و در محاسبه طول خم مهم می‌باشد. محور خنثی در سطوح منظم و متقارن،قبل از خم در مرکز سطح قرار دارد و بعد از خم بسته به نسبت $\frac{r}{t}$ (شعاع خم به ضخامت ورق) به سمت داخل خم کشیده می‌شود.

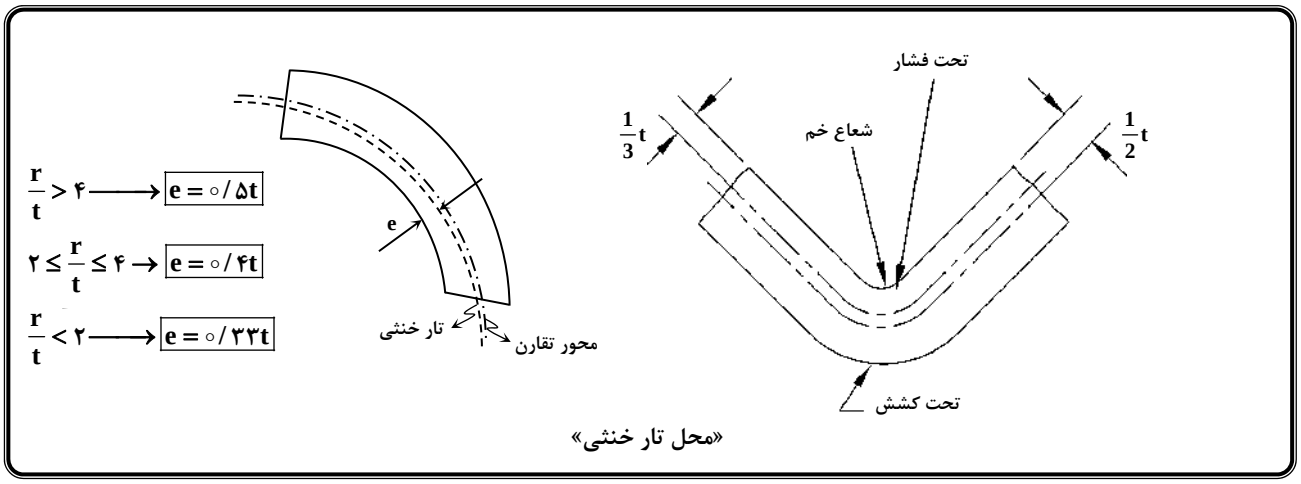
www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۶: در حین عمل خمکاری، در کدام قسمت قطعه تنش صفر می‌باشد؟

۱) سطح داخلی خم
۲) سطح خارجی خم
۳) روی محور خنثی (NA)
۴) در خمکاری، تنش در هیچ قسمتی از قطعه صفر نیست.

پاسخ: گزینه «۳» در عمل خمکاری تنش روی محور خنثی صفر می‌باشد.





«محل تار خنثی»

باید توجه داشت که در هنگام خمکاری سطح داخلی خم فشرده و سطح خارجی خم کشیده می‌شود.

مثال۷: ورقی به ضخامت ۴mm با سنبه‌ای به شعاع ۷mm خمکاری می‌گردد. مطلوبست فاصله تار خنثی از سطحی که به آن تنش کششی وارد می‌شود؟

۱) ۱/۳۳ میلی‌متر
۲) ۲/۶۷ میلی‌متر
۳) ۲ میلی‌متر
۴) تار خنثی در وسط است.

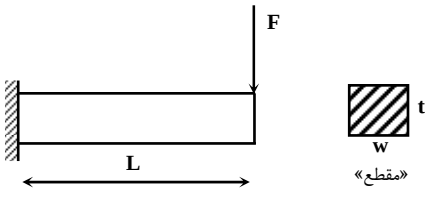
پاسخ: گزینه «۲»

$\frac{r}{t} = \frac{۷}{۴} = ۱/۷۵ \qquad ۱/۷۵ < ۲ \rightarrow e = ۰/۳۳t \rightarrow e = ۰/۳۳ \times ۴ = ۱/۳۳mm$

$۴ - ۱/۳۳ = ۲/۶۷mm$ = فاصله تار خنثی از سطح با تنش کششی

محاسبه نیروهای خمکاری

به نیروی مورد نیاز پرس برای اینکه عمل خمکاری کامل و صحیح انجام شود، نیروی خمکاری گویند.
نیروی موردنیاز برای خمکاری در انواع قالب‌ها متفاوت بوده و از روابط خاص خود محاسبه می‌شود.
برای محاسبه نیروی خمکاری می‌توان از تشابه استفاده کرد و خمکاری L شکل را بصورت آنالوگی، مشابه تیریک سرگیردار در نظر گرفت و پس از تحلیل تیر ذکر شده با در نظر گرفتن یک ضریب اطمینان برای موارد پیش‌بینی نشده، رابطه مورد نیاز را تعیین کرد.



«مقطع»

ممان خمشی ماکزیمم:

$$M_{max} = F.L$$

تنش خمشی ماکزیمم:

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{F.L.\frac{t}{۲}}{\frac{۱}{۱۲}wt^۳} = \frac{۶FL}{wt^۲}$$

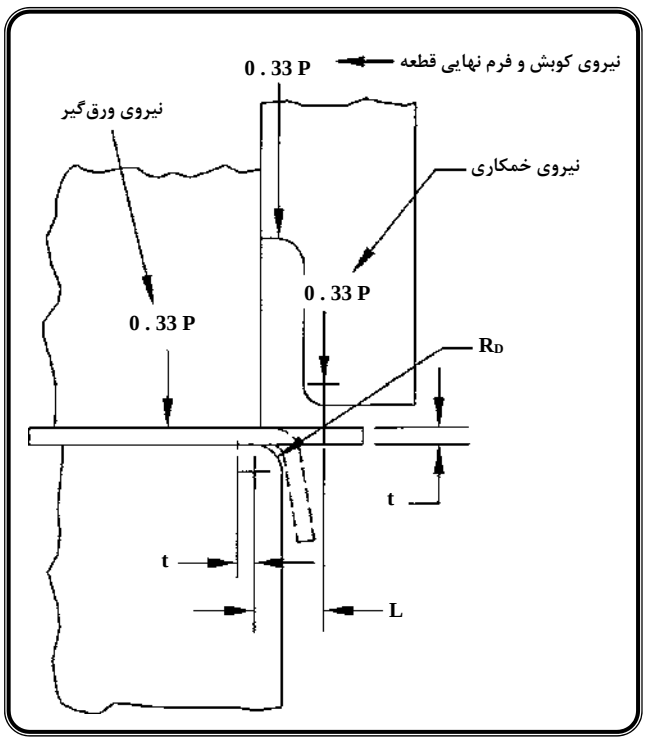
$$\Rightarrow F = \frac{۱}{۶}\frac{\sigma wt^۲}{L} = ۰/۱۶۷\frac{\sigma wt^۲}{L}$$

برای محاسبه کلیه روابط نیروهای خمکاری، ضریب اطمینان $SF = ۲$ در نظر گرفته می‌شود و تنش برابر استحکام می‌گردد.

$$F = ۰/۳۳۳\frac{SWt^۲}{L}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

۱ـ نیروی خمکاری قالب‌های L شکل:



$$F_L = ۰/۳۳۳\frac{SWt^۲}{L}$$

$$L = R_P + R_D + C$$

F_L = نیروی خمکاری L شکل

S = استحکام ورق بر حسب $\frac{kg}{mm^۲}$

W = عرض ورق در موضع خمکاری

t = ضخامت ورق

R_P = شعاع سنبه

R_D = شعاع ماتریس

C = لقی بین سنبه و ماتریس

نکته۲: همانگونه که در شکل نیز مشاهده می‌گردد، در قالب‌های خمکاری L شکل، نیروی ورق‌گیر، برابر نیروی خمکاری می‌باشد.

مثال۸: ورقی به ضخامت ۳ میلی‌متر و استحکام ۳۷ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع توسط قالب L شکل، خم ۹۰ درجه می‌شود. عرض ورق در موضع خمکاری برابر ۸۰ میلی‌متر و شعاع لبه سنبه، شعاع لبه ماتریس و لقی بین آن‌ها به‌ترتیب ۲۲ میلی‌متر، ۱۸ میلی‌متر و ۳ میلی‌متر می‌باشد. نیروی خمکاری موردنیاز کدام است؟

۱) ۲۰۶kg ۲) ۶۰۲kg ۳) ۵۳۴ton ۴) ۲۰۶ton

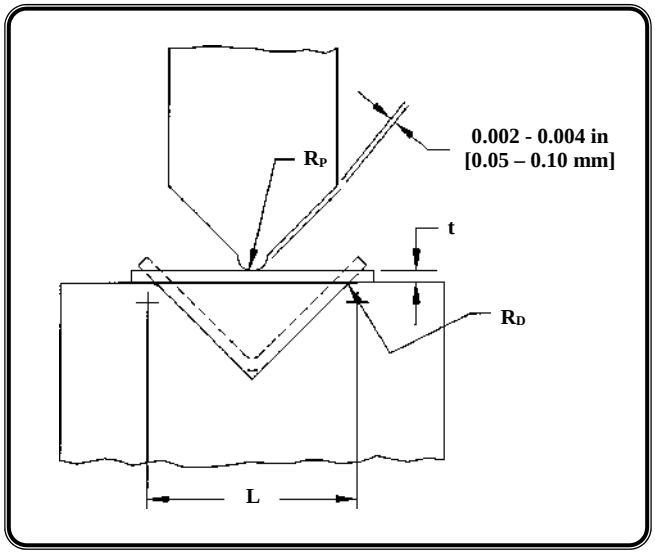
پاسخ: گزینه «۱» نیروی خمکاری در قالب‌های L شکل از روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$F_L = ۰/۳۳۳\frac{SWt^۲}{L}$$
$$L = R_P + R_D + C$$

حال مقادیر داده شده در صورت مثال را در روابط فوق جایگذاری می‌نماییم:

$$F_L = ۰/۳۳۳ \times \frac{۳۷(\frac{kg}{mm^۲}) \times ۸۰(mm) \times (۳mm)^۲}{(۲۲+۱۸+۳)mm} = ۲۰۶/۳kg$$

۲ـ نیروی خمکاری قالب‌های V شکل:



$$F_V = K_V\frac{SWt^۲}{L}$$

F_V = نیروی خمکاری V شکل

K_V = ضریب دهانه قالب (Die opening Factor)

t = ضخامت ورق

L = عرض دهانه

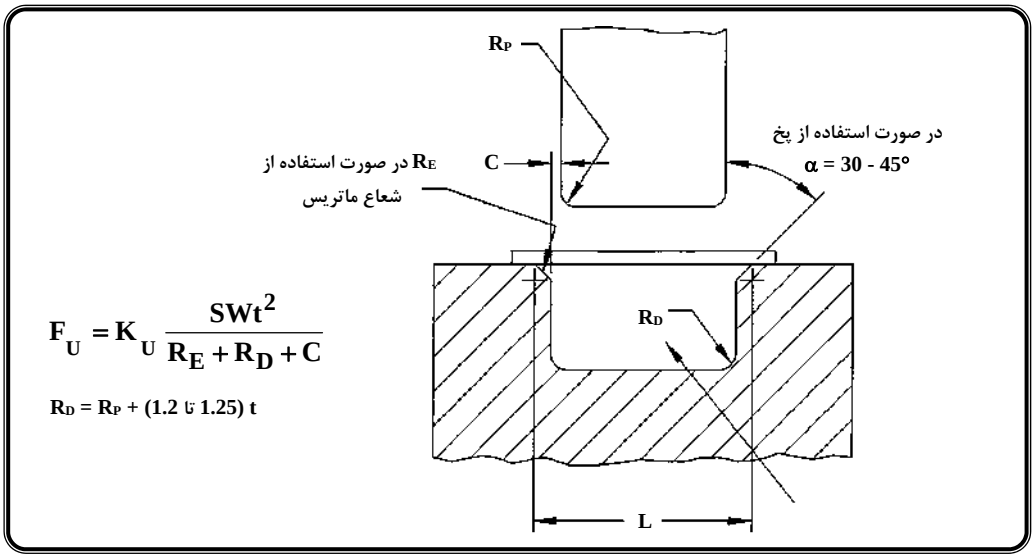
www.modaresanesharif.ac.ir

مقدار K_V بین ۰/۷۵ تا ۲/۵ می‌باشد که در کاربردهای متداول و عمومی این مقدار را ۱/۳۳۳ در نظر می‌گیریم. پس:

$$F_V = ۱/۳۳۳ \frac{SWt^۲}{L}$$

هر چه نسبت $\frac{r}{t}$ کوچکتر شود، ضریب دهانه قالب بزرگتر می‌شود.(هر چه شعاع لبه خمکاری کوچکتر شود، به نیروی خمکاری بیشتری نیاز است.)

۳ـ نیروی خمکاری قالب‌های U شکل:



F_U = نیروی خمکاری U شکل
K_U = ضریب دهانه قالب
R_E = شعاع لبه بالایی ماتریس
R_D = شعاع لبه پایینی ماتریس
R_P = شعاع لبه سنبه
t = ضخامت ورق

ضریب دهانه قالب در قالب خم U شکل(K_U) می‌تواند از مقدار ۰/۴ تا ۱ تغییرنماید که در کاربردهای متداول و عمومی این مقدار را ۰/۶۶۶ در نظر می‌گیریم. پس:

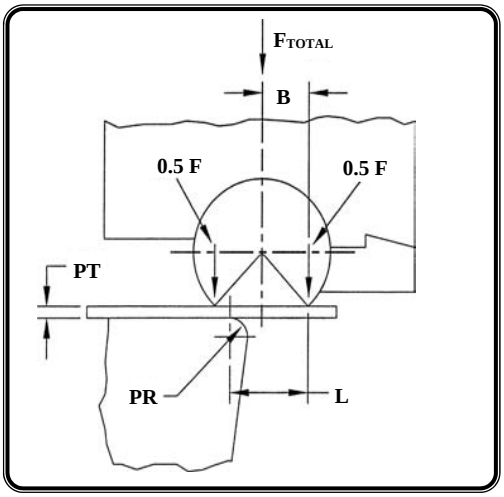
$$F_U = ۰/۶۶۶ \frac{SWt^۲}{R_E + R_D + C}$$

شعاع لبه پایینی ماتریس (R_D) نیز از رابطه روبرو محاسبه می‌شود: $R_D = R_P + (۱/۲ \text{ تا } ۱/۲۵)t$

توجه : در قالب‌های خم U شکل اگر از بالشتک فشاری نیز استفاده شود، نیروی بالشتک فشاری (F_{pad}) نیز به مقدار F_U اضافه می‌شود.

$$F_U = ۰/۶۶۶ \frac{SWt^۲}{R_E + R_D + C} + F_{pad}$$

۴ـ نیروی خمکاری قالب‌های دورانی:



$$F = ۲/۲۵S \frac{(PR)(PT)^۲}{L}$$

که طول L از رابطه مقابل محاسبه می‌گردد: $L = PR + PT + B$

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۹: به‌ترتیب از بزرگ به کوچک کدام قالب نیاز به بیشترین نیروی خمکاری و کدام قالب نیاز به کمترین نیروی خمکاری دارد؟

۱) قالب خم L شکل ـ U شکل ـ V شکل
۲) قالب خم V شکل ـ U شکل ـ L شکل
۳) قالب خم U شکل ـ L شکل ـ V شکل
۴) نیروهای خمکاری در انواع قالب‌ها تفاوتی ندارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» قسمت $\frac{SWt^2}{L}$ در کلیه روابط محاسبه نیروی خمکاری قالب‌ها ثابت می‌باشد و فقط ضرایب آن‌ها متفاوت می‌باشد. با توجه به ضرایب، مشاهده می‌شود که بیشترین نیرو مربوط به قالب خم V شکل و سپس U شکل و کم‌ترین نیرو مربوط به قالب خم L شکل می‌باشد.

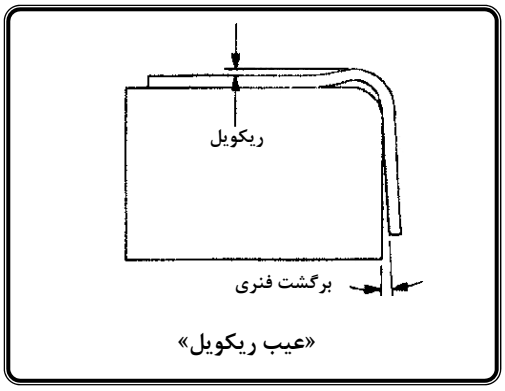
عیوب خمکاری

بعضی از عیوبی که ممکن است در هنگام خمکاری روی دهد و علت ایجاد آن‌ها عبارتند از:

۱ـ ریکویل (recoil): یکی از عیوب بوجود آمده در خمکاری L شکل پدیده recoil می‌باشد که عبارتست از بلند شدن ورق از روی بستر که با استفاده از ورق‌گیر مناسب می‌توان این عیب را کاهش داد.

عوامل زیر می‌توانند سبب تشدید عیب recoil گردند:

۱ـ فشار کم و ناکافی ورق‌گیر
۲ـ سطح ناصاف و خراشیده ورق‌گیر در محل تماس با ورق
۳ـ مقدار ناکافی پوشش قطعه توسط ورق‌گیر



«عیب ریکویل»

نیروی لازم جهت کاهش recoil از رابطه مقابل بدست می‌آید:

$$F = ۰/۳۳۳SWt$$

۲ـ گوش‌دار شدن (earing): این عیب در اثر ناهمسانگردی (anisotropy) ورق ایجاد می‌گردد. وقتی ورق در جهات مختلف، رفتار متفاوت از خود بروز دهد، دراصطلاح می‌گوییم ورق ناهمسانگرد یا آنیزوتروپ است.

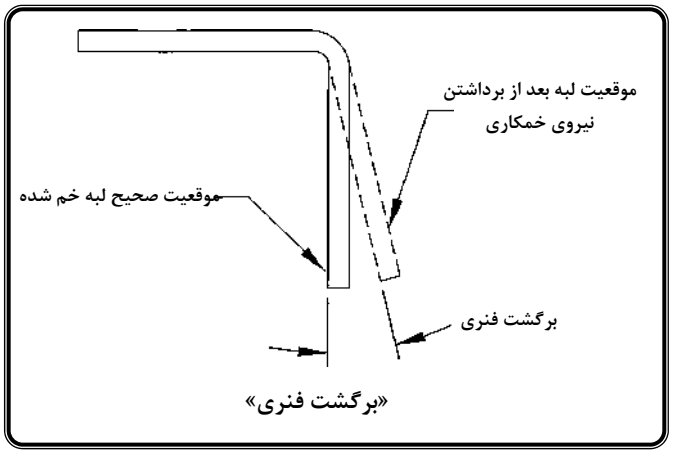
۳ـ گلویی شدن (Necking): در صورت انتخاب غیرمجاز و کوچک شعاع خم،مواد بیش از تنش مجاز ازدیاد طول نسبی پیدا کرده و ضخامت آن کاهش پیدا می‌کند. اثر پواسان عامل این کاهش ضخامت می‌باشد.

۴ـ پوست پرتغالی شدن: این عیب در اثر دانه‌بندی درشت و کیفیت سطح ورق ایجاد می‌شود.

۵ـ ترک درلبه خمکاری: در خمکاری باید توجه داشت که ورق بصورت عمود بر جهت الیاف و دانه‌بندی آن خمکاری شود. اگر به این نکته توجه نگردد ممکن است این عیب بوجود آید.

برگشت فنری (Spring back)

از آنجا که مواد مدول الاستیسیته محدودی دارند، با برداشتن نیروی خمکاری، قطعات مقداری برمی‌گردند که این برگشت را **برگشت فنری** می‌نامند.



«برگشت فنری»

برگشت فنری با افزایش نسبت $\frac{R}{t}$ و استحکام تسلیم y و کاهش مقدار مدول الاستیسیته E افزایش می‌یابد. در حالت کلی برگشت فنری به عوامل زیر وابسته می‌باشد:

۱ـ شعاع خم، که هرچه کوچکتر باشد برگشت فنری کمتر خواهد بود

www.modaresanesharif.ac.ir

بخش دوم

قید و بند

www.modaresanesharif.ac.ir

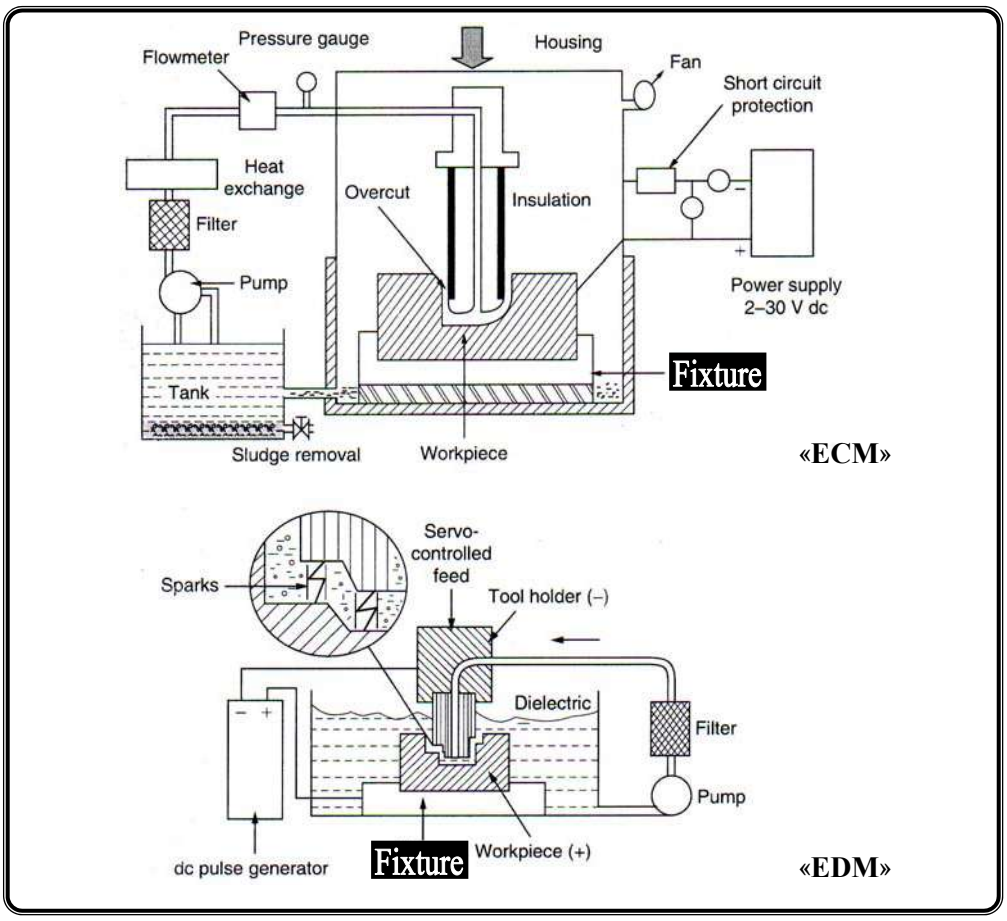
مدرسان شریف

فصل اول
قید و بندها
مفاهیم اولیه و موقعیت‌دهی

تاریخچه

کلمه Jig برای اولین بار توسط الی ویتنی (۱۷۹۴) در واشنگتن به‌کار برده شده است. او هنگامی که قطعات ده قبضه تفنگ ساخته شده خود را بصورت شانسی مونتاژ نمود، تعجب صنعتگران حاضر در محل را برانگیخت، بطوری که آنها مدتها به دنبال دستیابی به این شیوه تولید، یعنی تولید قطعات بصورت یدک‌پذیر بودند. این فرد ابزارهایی نظیر شابلن برای هر کدام از قطعات تفنگ طراحی کرده بود و قطعات مختلف تفنگ‌ها را با استفاده از شابلن در اندازه و شکل ثابتی می‌ساخت و به این علت موجب یدک‌پذیری می‌شد. همچنین در آن زمان کارخانه‌های ساعت‌سازی سوئیس نیز از ابزارهایی از این نوع در تولید قطعات ساعت‌ها استفاده می‌کرده‌اند.

حتی پیدایش جدیدترین روش‌های تولید نظیر استفاده از روش‌های تولید مخصوص (نوین) و ماشینهای CNC مانع رشد طراحی و ساخت قید و بندها نشده است. در شکل‌های زیر استفاده از فیکسچر در روش‌های نوین تولید نظیر ماشینکاری الکتروشیمیایی Electro Chemical Machining و ماشینکاری با تخلیه الکتریکی Electro Discharge Machining نشان داده شده است.



www.modaresanesharif.ac.ir

مفاهیم و تعاریف

قید و بندها (جیگ‌ها و فیکسچرها) وسایلی هستند که برای موقعیت‌دهی و نگهداری یک قطعه خاص به منظور انجام بهتر عملیات تولیدی پدید آمده‌اند، پس می‌توانند با تبدیل ماشین‌های ابزار استاندارد به ماشین‌های ابزار خاص، به گستره‌ی کاربرد یک ماشین بیفزایند.
جیگ وسیله‌ای است که موجب هدایت سریع، مطمئن و دقیق ابزار برنده به داخل قطعه‌کار می‌گردد. فیکسچر مکانیزمی است که قطعه‌کار را به سرعت درون خود گرفته و آن را آماده ماشینکاری می‌نماید.
جیگ‌ها و فیکسچرها وسایل نگهدارنده‌ای هستند که با بکارگیری آنها می‌توان قطعات مشابه با دقت موردنیاز تولید نمود. با استفاده از این وسایل، موقعیت قرارگیری ابزار برشی نسبت به قطعه‌کار مشخص می‌شود.

توجه : تفاوت جیگ و فیکسچر در نحوه هدایت ابزار برشی به طرف قطعه‌کار است. جیگ نه تنها قطعه‌کار را در خود مهار می‌کند، بلکه ابزار را نیز هدایت می‌کند. این کار بوسیله بوش‌های هدایت کننده برای عملیات سوراخکاری و عملیات‌های مشابه مثل برقوکاری، رزوه زنی و ... بکار می‌رود. اما فیکسچر یک وسیله نگهدارنده است که فقط قطعه‌کار روی آن محکم می‌شود تا آماده عملیات ماشینکاری گردد. از فیکسچرها برای عملیات مختلف نظیر فرزکاری، تراشکاری، سنگ زنی، جوشکاری، مونتاژ، کنترل و ... استفاده می‌شود.

مثال۱: جیگ و فیکسچرها چگونه گستره کاربرد یک ماشین ابزار را افزایش می‌دهند؟

۱) با تبدیل ماشین‌های ابزار خاص به ماشین‌های ابزار استاندارد
۲) با تبدیل ماشین‌های ابزار استاندارد به ماشین‌های ابزار خاص
۳) با بالاتر بردن سرعت عملیات
۴) با پایین آوردن مهارت اپراتور

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» جیگ و فیکسچرها برای موقعیت دهی و نگهداری یک قطعه خاص به منظور انجام بهتر عملیات طراحی می‌گردند. پس با تبدیل ماشین‌های ابزار استاندارد به ماشین‌های ابزار خاص، کاربرد ماشین‌های ابزار را بالا می‌برند.

مثال۲: تفاوت «جیگ» و «فیکسچر» در چیست؟

۱) نحوه هدایت ابزار برشی
۲) نوع طراحی و ساخت
۳) تعداد تولید
۴) هیچ تفاوتی ندارند و هر دو یک نوع وسیله می‌باشند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» جیگ نه تنها قطعه‌کار را در خود مهار می‌کند، بلکه ابزار را نیز هدایت می‌کند، اما فیکسچر یک وسیله نگهدارنده است که فقط قطعه‌کار روی آن بسته می‌شود تا آماده عملیات ماشینکاری گردد.

مثال۳: از فیکسچر در کدام عملیات استفاده نمی‌شود؟

۱) سنگ‌زنی
۲) فرزکاری
۳) جوشکاری
۴) سوراخکاری

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» در سوراخکاری از جیگ‌های سوراخکاری استفاده می‌گردد.

مزایای استفاده از قید و بند

۱) بهره‌وری: قید و بندها علامت‌گذاری، استقرار و کنترل مکرر توسط کاربر را حذف می‌نماید. این خاصیت زمان کاری را کاهش و بهره‌وری را افزایش می‌دهد.
۲) قابلیت تعویض و جایگزینی: قید و بندها کیفیت یکسانی در محصولات پدید می‌آورند. هر یک از قطعات بطور صحیح در مجموعه متعلق به خود قرار می‌گیرند و تمامی قطعات مشابه قابل تعویض و جایگزینی می‌باشند (یدک‌پذیری).
۳) کاهش نیاز به مهارت کاربر: قید و بندها استقرار و بستن قطعه‌کار را ساده‌تر می‌نمایند. اجزای هدایت‌کننده، ابزارها را از استقرار درست آنها نسبت به قطعه‌کار مطمئن می‌سازد و نیازی به تنظیم ماهرانه قطعه‌کار و ابزار باقی نمی‌ماند. هر فرد متوسطی را می‌توان برای کارکردن با جیگ و فیکسچر آموزش داد و جایگزین نمودن کارگر ماهر با کارگر غیرماهر، صرفه‌جویی در هزینه کارگری را بدنبال خواهد داشت.
۴) کاهش هزینه: تولید بیشتر، کاهش ضایعات، گیره‌بندی راحت‌تر و صرفه‌جویی در هزینه‌های کارگری، کاهش قابل توجهی در قیمت تمام شده قطعات را خواهد داشت.

۵) دست یافتن به دقت اندازه‌ای بالاتر در تولید
۶) کاهش خطر حوادث
۷) تولید خودکار
۸) آزادی کارگر از انجام کارهای سنگین
۹) مهار کردن سریع و مطمئن قطعه‌کار
۱۰) حذف کار خط‌کشی و علامت‌گذاری‌های غیر دقیق
۱۱) کاهش قطعات ضایعاتی (Scrap)
۱۲) دست‌یافتن به دقت اندازه‌ای بالاتر در تولید

مثال۴: کدام گزینه از مزایای استفاده از قید و بندها نمی‌باشد؟

۱) کاهش هزینه
۲) قابلیت تعویض و یدک پذیری
۳) نیاز به مهارت کاربر
۴) بهره‌وری بالا

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» قید و بندها استقرار و بستن قطعه‌کار را ساده‌تر می‌نمایند، پس نیاز به مهارت کاربر کاهش می‌یابد.

www.modaresanesharif.ac.ir

محاسبه جنبه اقتصادی استفاده از جیگ و فیکسچر

مهمترین پارامتر در تعیین آنکه کاربرد و ساخت قید و بند ضرورت دارد یا نه، تعداد قطعاتی است که باید عملیات بر روی آنها انجام شود. اگر چه گاهی پارامترهایی نظیر بالا بردن ایمنی و حفاظت در برابر خطرات، بالا بردن دقت قطعه‌کار و پایین آوردن زمان تولید باعث می‌شود که حتی برای تعداد پایین تولید قطعات و نمونه‌سازی نیز از قید و بند استفاده گردد.

اگر قرار باشد هزینه به کار گرفتن دستگاهی اضافه (مثل قید و بندها) را در تولید، با بالا بردن نرخ تولید جبران کنیم، حداقل تعداد قطعات تولیدی (کمیت سر به سر یا Break Even Quantity) که بتواند هزینه‌های ساخت جیگ و فیکسچر را جبران نماید از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q = \frac{X}{A - B}$$

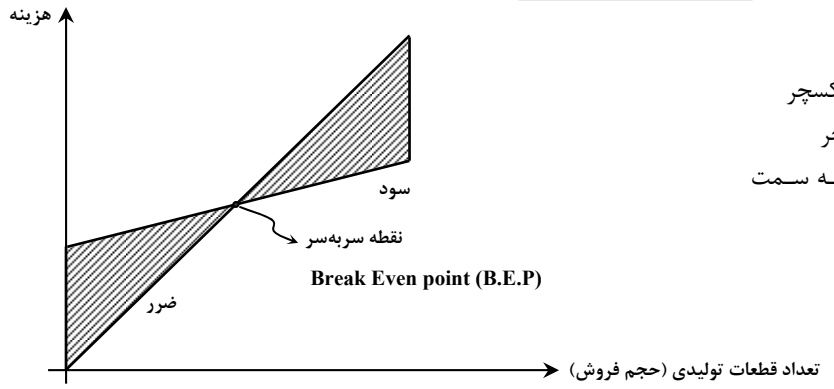
Q: کمیت سر به سر

X: هزینه ساخت جیگ و فیکسچر

A: هزینه یک قطعه تولید شده بدون استفاده از جیگ و فیکسچر

B: هزینه یک قطعه تولید شده با استفاده از جیگ و فیکسچر

در بحث مدیریت تولید از نمودار زیر استفاده می‌نماییم که سمت راست نقطه B.E.P سوددهی خواهیم داشت:



مثال۵: کدام گزینه از اجزاء اصلی جیگ و فیکسچرها نمی‌باشد؟

۱) اجزاء گیره‌بندی ۲) اجزاء اتصال ۳) اجزاء موقعیت‌دهنده ۴) اجزاء هدایت و تنظیم ابزار

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» گزینه‌های ۱ و ۳ و ۴ اجزای اصلی و مهم در طراحی جیگ و فیکسچرها می‌باشند.

مثال۶: یک قطعه‌کار دارای سه سوراخ است. زمان تولید این قطعه بدون قید ۶ دقیقه و با قید ۲ دقیقه است. اگر هزینه ساخت قید برابر ۳۶۰۰۰۰۰ تومان و هزینه تولید در هر دقیقه ۴۵۰ تومان باشد، حداقل چند قطعه باید تولید شود تا هزینه ساخت قید توجیه‌پذیر باشد؟

۱) ۵۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۰

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» با توجه به فرمول روبرو می‌توان نوشت:

$$Q = \frac{X}{A - B} = \frac{۳۶۰۰۰۰۰}{(۴۵۰ \times ۶) - (۴۵۰ \times ۲)} = ۲۰۰۰$$

پس حداقل باید ۲۰۰۰ عدد از قطعه تولید شود، تا هزینه ساخت قید توجیه پذیر باشد.

مثال ۷: قرار است بر روی قطعه‌ای ۴ سوراخ زده شود.

زمان عملیات ⟨ زمان باز و بسته کردن و کل عملیات ⟩ با استفاده از قید $\rightarrow ۲/۵ \text{ min}$

زمان عملیات ⟨ (۱) علامت گذاری $\rightarrow ۲ \text{ min}$ ⟩ بدون استفاده از قید

(۲) سوراخکاری $\rightarrow ۲/۵ \text{ min}$

اگر هزینه هر دقیقه علامت‌گذاری ۳۰۰ ریال و هر دقیقه سوراخکاری ۵۰۰ ریال باشد و برای طراحی و ساخت قید ۶۰۰۰۰۰ ریال هزینه کرده باشیم، حداقل چند قطعه باید تولید شود؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» با توجه به رابطه بیان شده داریم:

$$Q = \frac{X}{A - B}$$

$$A = (۲ \times ۳۰۰) + (۲/۵ \times ۵۰۰) = ۱۸۵۰$$

$$B = (۲/۵ \times ۵۰۰) = ۱۲۵۰$$

$$X = ۶۰۰۰۰۰$$

$$\Rightarrow Q = \frac{۶۰۰۰۰۰}{۱۸۵۰ - ۱۲۵۰} = ۱۰۰۰$$

www.modaresanesharif.ac.ir

حدود و انطباقات در جیگ و فیکسچر

بالاترین و پایین‌ترین اندازه ابعاد قطعه به ترتیب حد بالا و حد پایین نامیده می‌شود. اختلاف بین این حدود مجاز را تلرانس می‌گویند. مقدار و انواع تلرانس‌ها و انطباقات، به نحوه عملکرد قطعه در مجموعه بستگی دارد. سه گروه زیر نحوه انطباق‌های بیشتر مجموعه را در بر می‌گیرند.

۱) انطباق آزاد یا روان: این انطباق زمانی پیش می‌آید که دو قطعه منطبق شونده نسبت به هم دارای لقی باشند. از انطباق روان برای انطباق موقعیت‌دهنده‌ها (قرارها) با قطعه‌کار استفاده می‌شود.

۲) انطباق عبوری: هنگامی‌که دو قطعه ضمن لقی در یکدیگر قابل حرکت یا لغزیدن با نیروی کم هستند. از این نوع انطباق برای سوارکردن دقیق موضع‌دهنده‌های تعویض شونده در جیگها و فیکسچرها استفاده می‌شود.

۳) انطباق پرسی: این انطباق داخلی یا درهم رفتنی است و اختلاف اندازه‌های فعلی میله و سوراخ بصورتی است که باید از نیروهای زیادتر حتی پرس استفاده کرد. از این انطباق برای سوارکردن بوش‌های مته در جیگ و موقعیت‌دهنده‌هایی که بندرت تعویض می‌شوند، استفاده می‌شود.

مثال۸: انطباق موضع‌دهنده‌های تعویض شونده در قید و بندها از کدام نوع است؟

۱) عبوری ۲) آزاد ۳) روان ۴) پرسی

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

دسته‌بندی قید و بندها

قید و بندها از سه نظر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱) از نظر مختصات و کاربرد ویژه

۲) نوع ماشین ابزاری که قید و بندها روی آن نصب می‌شوند.

۳) از نظر مکانیزم و ساختمان

۱ـ مختصات و کاربرد ویژه: قید و بندها را از نظر کاربرد اختصاصی آنها در کارهای مختلف، می‌توان به گروه‌های زیر تقسیم کرد:

☆ **قید و بندهای عمومی:** این نوع قید و بند را می توان با تنظیم قطعات آن به اندازه دلخواه برای ساخت یا تراش قطعات مختلف به تعداد کم به‌کار برد. مانند: گیره ماشین، سه نظام‌های ماشین تراش، میزهای گردان و ...

☆ **قید و بندهای عمومی قابل تنظیم مجدد:** این نوع قید و بند که دارای قطعات و اجزاء قابل تعویض و تنظیم استاندارد شده است، برای ساختن قطعات مختلف به تعداد زیاد بکار می‌رود. مانند کلت یا گیره فشنگی، گیره با فک متغیر و ...

این نوع قید و بند را می‌توان به قطعات تنظیم‌کننده قابل تعویض یا ثابت مجهز کرد.

☆ **قید و بندهای مخصوص:** این نوع قید و بند برای ساخت قطعات یکسان به تعداد زیاد بکار می‌رود و برای شرایط معین ماشینکاری، طراحی شده است.

۲ـ از نظر نوع ماشینها: قید و بندها نسبت به نوع ماشینهایی که در آن بکار می‌روند، تقسیم‌بندی می‌شوند. مانند: قید و بند ماشین تراش، ماشین فرز، ماشین مته و ...

۳ـ تقسیم‌بندی از نظر چگونگی مکانیزم: قید و بندها از نظر مکانیزم کار آنها به قید و بندهای دستی و قوی (برقی و بادی) تقسیم می‌شوند که نوع دوم خود مجهز به کنترل دستی، نیمه اتوماتیک و اتوماتیک هستند.

مثال۹: سه نظام ماشین تراش جزء کدام دسته از قید و بندها می‌باشد؟

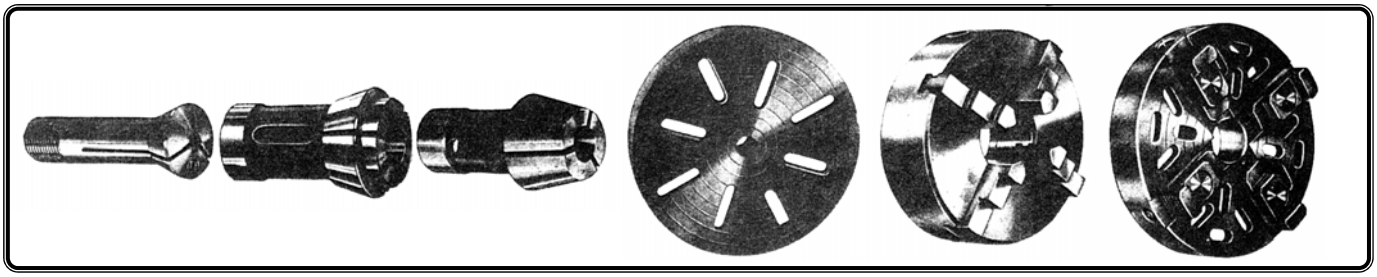
۱) مخصوص ۲) تجارتی ۳) عمومی ۴) گروهی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

تقسیم‌بندی فیکسچرها

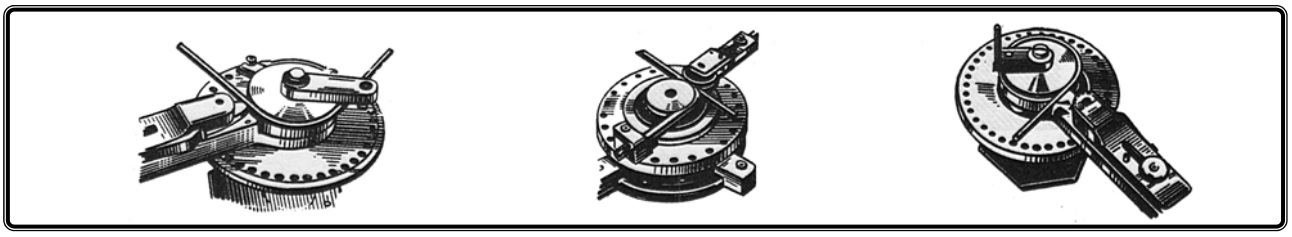
فیکسچرها عموماً به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

۱) فیکسچرهای استاندارد: فیکسچرهای استاندارد وسایلی هستند که معمولاً همراه هر ماشین ابزار یافت می‌شوند (وسایل یدکی ماشین‌ها). در شکل زیر فیکسچرهای استاندارد ماشین تراش نشان داده شده‌اند.

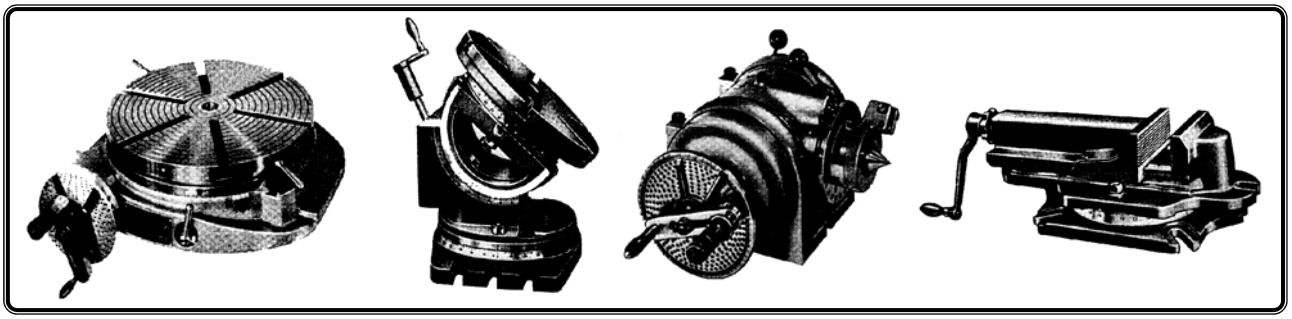


www.modaresanesharif.ac.ir

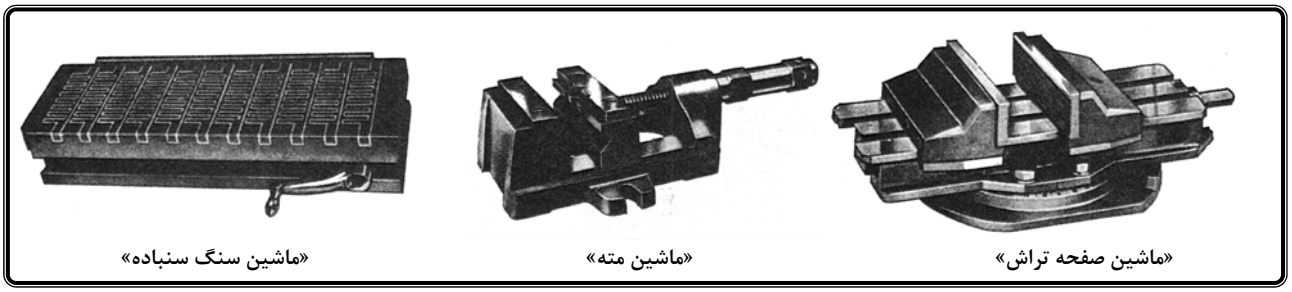
همچنین فیکسچرهای استاندارد زیر مربوط به ماشین خمکاری می‌باشند.



شکل‌های زیر فیکسچرهای استاندارد ماشین فرز می‌باشند.

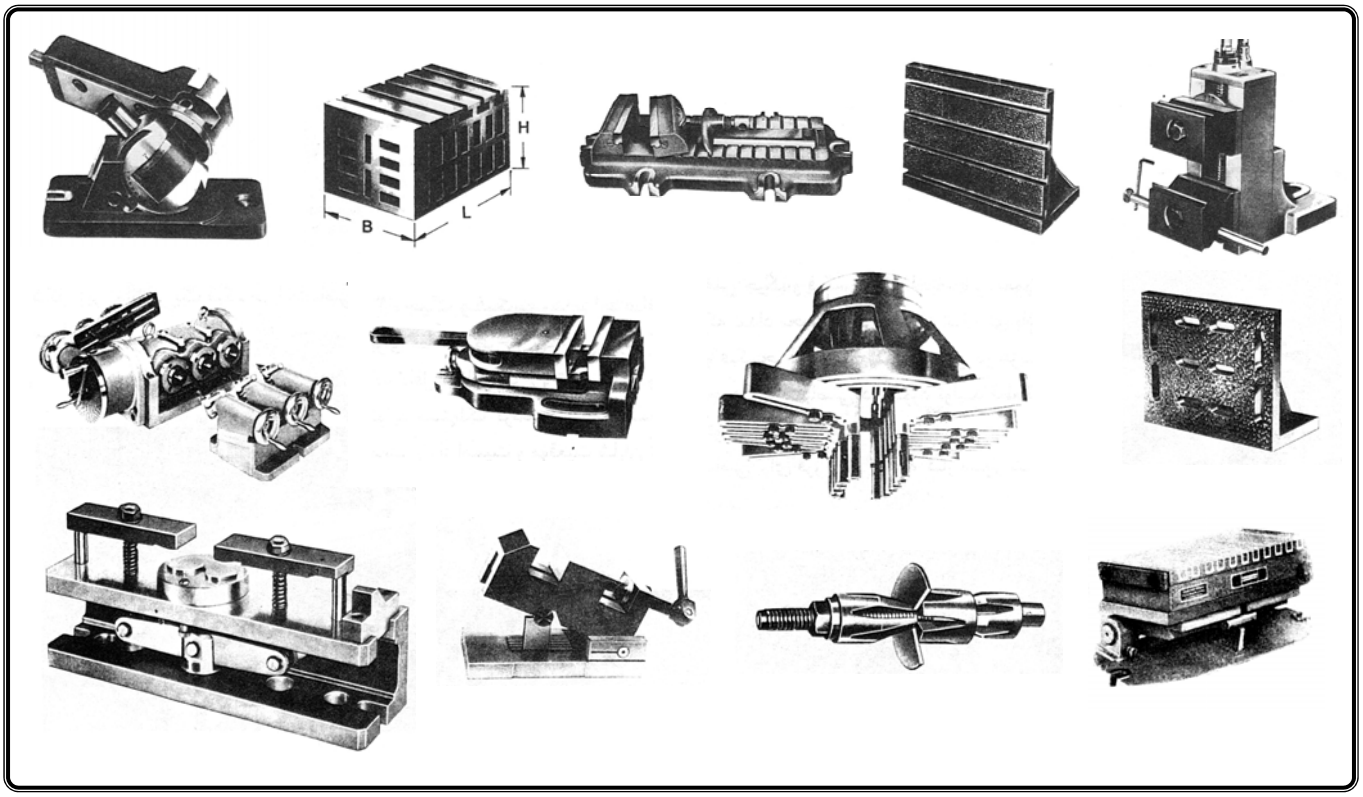


فیکسچرهای استاندارد ماشین مته، ماشین سنگ سنباده و ماشین صفحه تراش در شکل‌های زیر نشان داده شده‌اند.



«ماشین صفحه تراش» «ماشین مته» «ماشین سنگ سنباده»

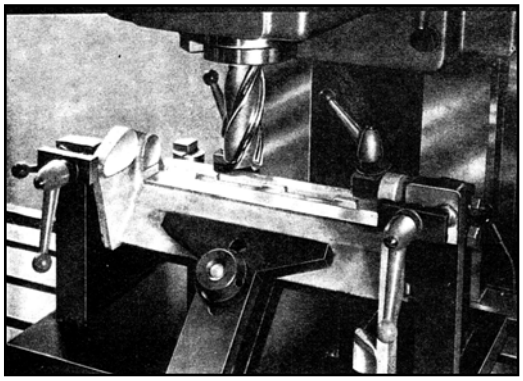
۲) فیکسچرهای تجارتی: فیکسچرهای تجارتی وسایلی هستند که بصورت پیش ساخته در بازار وجود دارند. این فیکسچرها معمولاً در انبار هر کارگاه بـه فـرم و اندازه‌های مختلف موجود است که بر حسب احتیاج در موارد گوناگون ازآنها استفاده می‌شود. شکل‌های زیر نشان دهنده فیکسچرهای تجارتی می‌باشند.



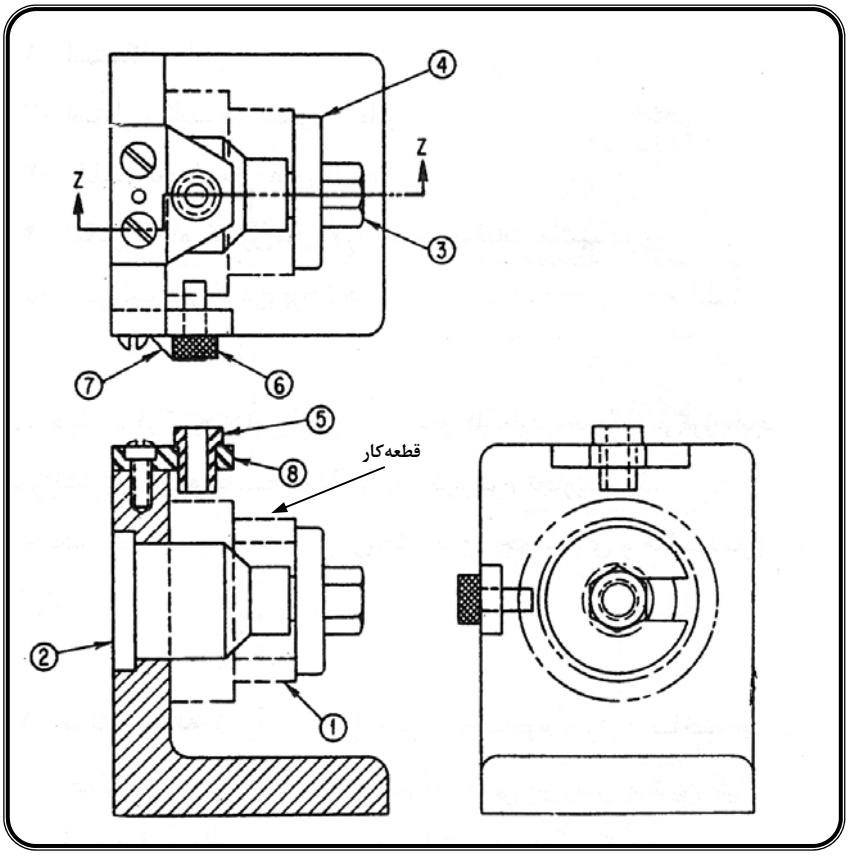
www.modaresanesharif.ac.ir

۳) فیکسچرهای اختصاصی: فیکسچرهای اختصاصی معمولاً برای قطعاتی طراحی و ساخته می‌شوند که تعداد محصول موردنیاز به اندازه‌ای باشد که حداقل مخارج طراحی و ساخت فیکسچر از طریق صرفه‌جویی در هزینه تولید مستهلک گردد. فیکسچرهای اختصاصی در مورد تولید قطعات ماشین، از اهمیت و موقعیت شایان توجهی برخوردارند.

شکل مقابل نمایانگر یک فیکسچر اختصاصی برای فرزکاری قطعه سوار شده می‌باشد.



نحوه نمایش قطعه‌کار در نقشه



نقشه‌های مربوط به جیگ و فیکسچر، قطعه‌کار را در موقعیت درست خود در درون جیگ و فیکسچر نمایش می‌دهند. در هر صورت قطعه‌کار باید درون جیگ و فیکسچر قابل رؤیت باشد. برای این کار قطعه‌کار را ترجیحاً با خط نقطه و بصورت رنگی نمایش می‌دهند تا از نقشه جیگ و فیکسچر براحتی قابل تشخیص باشد. قطعه‌کار درون جیگ و فیکسچر بصورت شفاف و شیشه‌ای در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه موقعیت دهنده‌ها و یا دیگر قطعات جیگ و فیکسچر که از میان قطعه‌کار عبور می‌نمایند را با خطوط پر رنگ نمایش می‌دهند. بنابراین قطعه‌کار مانع از نمایش هیچ‌یک از قطعات جیگ و فیکسچر نخواهد شد.

ترسیم قطعه‌کار اصولاً برای سهولت کار طراحی جیگ و فیکسچر است. در واقع طراح ابتدا قطعه‌کار را با خط و نقطه رنگی ترسیم کرده و سپس جیگ و فیکسچر را در اطراف آن طراحی و ترسیم می‌نماید. در نتیجه طراح می‌تواند به سرعت موقعیت دهنده‌ها، گیره‌ها و بوش‌ها را با توجه به شکل قطعه‌کار در محل مناسب قرار دهد. بنابراین ترسیم قطعه‌کار، طراحی جیگ و فیکسچر را ساده‌تر و تشخیص آنرا راحت‌تر می‌نماید.

مثال۱۰: در ترسیم نقشه‌های مربوط به قید و بندها، قطعه‌کار در کدام مرحله ترسیم می‌گردد؟

۱) در اولین مرحله
۲) پس از ترسیم موقعیت دهنده‌ها
۳) پس از ترسیم اجزای گیره‌بندی
۴) در آخرین مرحله

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» ابتدا قطعه‌کار بصورت خط نقطه و با خطوط رنگی ترسیم شده و سپس طراح، قید و بند را در اطراف قطعه‌کار طراحی و ترسیم می‌نماید.

www.modaresanesharif.ac.ir

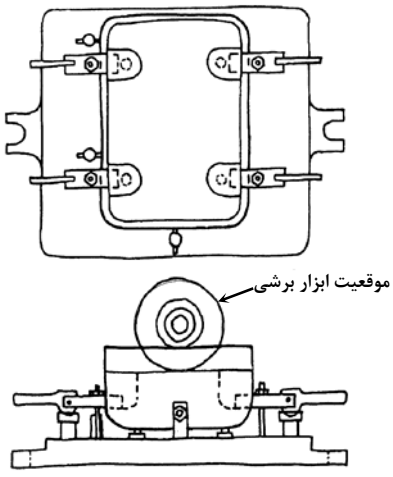
نکات مورد توجه قبل از طراحی و ساخت جیگ و فیکسچرها

۱) سعی شود تا حدامکان گذاشتن و برداشتن قطعه‌کار داخل جیگ و فیکسچر راحت و سریع انجام شود.
۲) محل قرار گرفتن بوش‌ها، بست‌ها و گیره‌ها تعیین شود.
۳) قرارها و تکیه‌گاه‌ها به نحوی پیش‌بینی گردند که عملیات ماشینکاری انجام شده نسبت به یک مبدأ دارای یک اندازه باشند.
۴) جیگ و فیکسچر چنان طراحی شود که قطعه‌کار همیشه به یک وضعیت صحیح بتواند داخل آن قرار گیرد و امکان دیگری وجود نداشته باشد.
۵) محل استقرار گیره‌ها به نحوی باشد که در اثر نیروی برشی مانع از هرگونه لغزش جیگ و فیکسچر شود.
۶) سعی شود که بست و گیره‌ها جزئی از بدنه قید باشند.
۷) از بکار بردن بیش از اندازه گیره و بست خودداری شود.
۸) قطعه‌کار در داخل فیکسچر چنان مستقر شود که امکان هرگونه لغزش قطعه‌کار هنگام عمل ماشینکاری از بین برود.
۹) با در نظر گرفتن استقامت، قسمت های اضافه بدنه قید خالی شود.
۱۰) لبه و گوشه‌های تیز، پخ یا قوس زده شوند.
۱۱) دسته و دستگیره‌ها برای حمل و نقل جیگ و فیکسچر در محل مناسبی نصب شوند.
۱۲) تمام نقاط تکیه‌گاه باید بوسیله کارگر قابل رؤیت باشد.
۱۳) راهی برای خروج براده‌ها در نظر گرفته شود.
۱۴) برای قطعات ریخته‌گری شده و یا آهنگری شده در جیگ و فیکسچر، فضایی اضافه در نظر گرفته شود که در صورت تغییر اندازه‌ها بتوان با پیچ‌های تنظیم‌کننده آنها را کاملاً ثابت نمود.

مثال۱۱: کدامیک از جملات زیر صحیح نمی‌باشد؟

۱) جیگ و فیکسچر چنان طراحی شود که قطعه‌کار به هر صورتی بتواند داخل آن قرار گیرد.
۲) با در نظر گرفتن استقامت بدنه قیود، قسمت‌های اضافه بدنه خالی گردد.
۳) سعی شود که گیره‌ها جزئی از بدنه قید باشند.
۴) از به کار بردن بیش از اندازه گیره خودداری شود.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» جیگ و فیکسچر باید به گونه‌ای طراحی شود که قطعه‌کار همیشه فقط به یک وضعیت و بصورت صحیح بتواند داخل آن قرار گیرد و امکان دیگری برای قرار گرفتن قطعه‌کار درون قید وجود نداشته باشد.



توجه : در طراحی قید و بندها مرحله اول رسم اسکچ و یا نقشه ابتدایی دستی از طراحی مورد نظر است. با رسم اسکچ، روند طراحی مشخص می‌شود. همچنین با رسم اسکچ ارتباط بین قطعات مشخص شده و از اشتباهات احتمالی جلوگیری می‌شود.

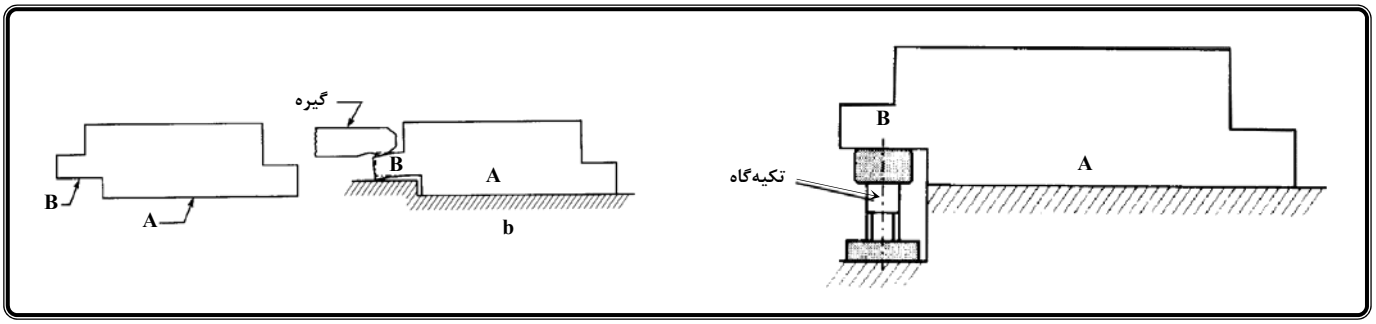
معرفی اجزای قید و بندها

۱ـ موقعیت دهنده‌ها (Locators): این اجزاء مستقیماً با قطعه‌کار در ارتباط هستند و برای تعیین موقعیت مکانی و زاویه‌ای قطعه‌کار نسبت به قید و بندها بکار می‌روند.

۲ـ گیره‌ها (Clamps): قطعه‌کار در حین اعمال نیروهای ماشینکاری و یا هر نیروی خارجی دیگر باید در موقعیت قرارداده شده بوسیله موقعیت‌دهنده‌ها ثابت بماند. برای رسیدن به این هدف از انواع مختلف گیره‌ها استفاده می‌کنیم.

www.modaresanesharif.ac.ir

۳ـ تکیه‌گاه (Support): معمولاً وقتی بکار می‌روند که نیاز داریم خیز یا تغییر شکل ناشی از نیروهای عملیات، نیروی گیره‌بندی و یا وزن خود قطعه‌کار در اجرای عملیات مشکلی بوجود نیاورد. تکیه‌گاه‌ها باید در نقطه‌ای بکار روند که بطور مؤثر وظیفه خود را انجام دهند. و از آنجا که وظیفه آنها گرفتن درجه آزادی نیست فقط باید جایی قرار داده شوند که در برابر نیروهای مذکور مقاومت کنند.



۴ـ اجزای اتصالی: از این اجزاء به منظور نگهداری و اتصال عضوهای اصلی بکار می‌روند. مانند پیچ‌ها، اهرم‌ها، میله‌های اتصال و...

۵ـ راهنمای ابزار و قطعات تنظیمی (Guiding and Aligning): این اجزاء عموماً برای دادن موقعیت به ابزار برنده به‌کار می‌روند. مانند بوش‌های سوراخکاری درجیگ و قطعات تنظیم ابزار در فیکسچر.

۶ـ بدنه قیدوبند (Frame): که در حقیقت تمام اجزای دیگر فیکسچر بر روی آن مونتاژ می‌شوند. اجزای مختلف قیدوبندها باید بگونه‌ای روی بدنه متصل شوند که در هنگام انجام عملیات هیچگونه تغییر شکلی در آنها ایجاد نشود.

بدنه جیگ و فیکسچرها

بدنه یک جیگ یا فیکسچر یک پایه صلب است که روی آن پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها، پین‌ها و روبندها و سایر قطعات جیگ و فیکسچر نصب می‌گردند. بدنه جیگ و فیکسچر با توجه به دیگر قطعات، مانند گیره‌ها، تکیه‌گاه‌ها و غیره که روی آن نصب خواهند شد طراحی می‌شود.

طرح بدنه باید متضمن موارد زیر باشد:

۱) استحکام کافی
۲) استواری و ثبات در مقابل ارتعاش
۳) قابلیت تحمل نیروهای وارده
۴) امکان انجام کنترل‌های لازم حین عملیات ماشین‌کاری
۵) سهولت خارج شدن براده‌ها

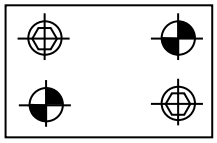
توجه : جیگ و فیکسچرهایی که حین انجام عملیات تولیدی باید توسط کارگر جابجا شوند، وزنشان با قطعه‌کار مجموعاً از ۱۵ کیلوگرم نباید تجاوز نماید.

بدنه‌های جیگ و فیکسچر از سه روش **ریخته‌گری**، **جوشکاری** و **ماشینکاری** ساخته می‌شوند.

۱) بدنه ریخته‌گری شده: از جمله مزایای این بدنه می‌توان به صرفه‌جویی در زمان ماشینکاری، به دست آوردن فرم‌های پیچیده و جذب ارتعاشات اشاره کرد. این نوع بدنه‌ها از چدن، آلومینیوم و رزین ساخته می‌شوند. این روش تولید انبوه قیود روش مناسبی است، اما بطور کلی بدلیل نیاز به مدل ریخته‌گری و ... روش زمانبری است. در این روش می‌توان از پره‌های تقویت‌کننده استفاده کرد و بطور کلی ضخامت دیواره‌های نباید از 5mm کمتر باشد.

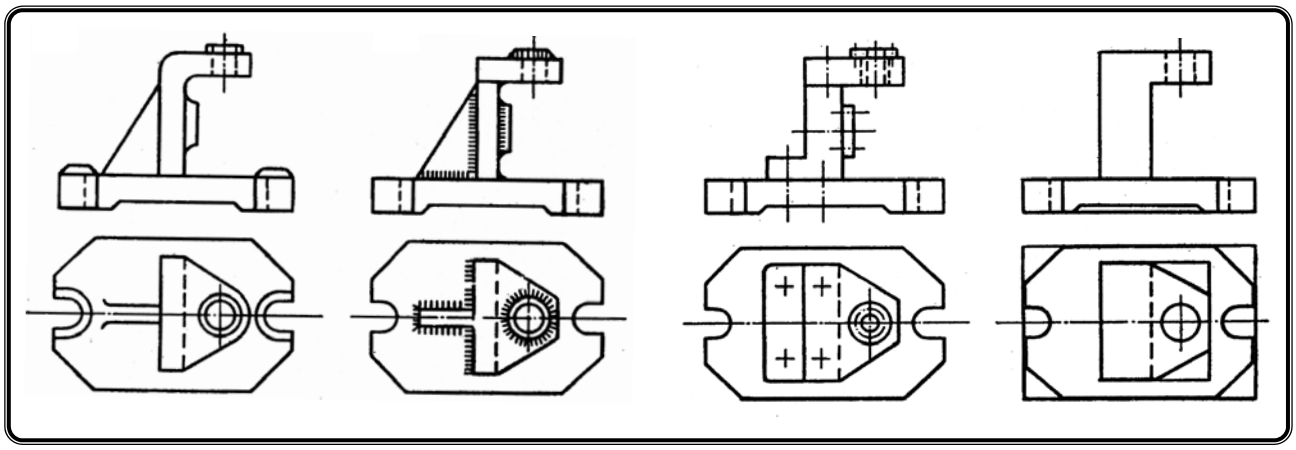
۲) بدنه جوشکاری شده: این بدنه‌ها از استحکام و صلبیت خوبی برخوردارند. همچنین به سادگی قابل اصلاح هستند، ولی هزینه ماشینکاری قابل توجهی دارند. قبل از اتمام ساختن جیگ و فیکسچر نیز باید تحت شرایطی تمام و یا قسمت‌های با تنش خطرناک بازپخت و تنش زدایی شوند. بدنه‌های جوشکاری شده نسبتاً سبک و پرکاربرد می‌باشند. بدنه قیود بزرگ تقریباً فقط با روش جوشکاری تهیه می‌شوند، زیرا با سایر روش‌ها گران و زمانبر تمام می‌شوند. بدنه‌های جوشکاری شده باید از نظر تکنیک‌های جوشکاری بصورت صحیح طراحی شده باشند.

۳) بدنه ماشینکاری شده: این نوع بدنه‌ها در ساخت جیگ و فیکسچرها از انواع بقیه معمول‌تر هستند. از مزایای بدنه ماشینکاری شده می‌توان به سادگی طراحی، آسانی اصلاحات و مدت زمان آماده‌سازی کوتاه اشاره کرد. قطعات مختلف بوسیله روش ماشینکاری تولید می‌شوند و توسط پیچ به یکدیگر متصل می‌شوند. اتصالات پیچی باید بگونه‌ای باشد که نیروهای گیره‌بندی و نیروهای بوجود آمده حین عملیات را براحتی تحمل نمایند. می‌توان از پین‌ها برای موقعیت‌دهی اجزاء روی بدنه و از پیچ‌ها برای بستنشان استفاده کرد. معمولاً از دو پین و پیچ بصورت ضربدری (قطری) استفاده می‌کنیم.



www.modaresanesharif.ac.ir

این روش برای قیدهایی مناسب است که باید خیلی دقیق بوده و از تعداد زیادی اجزای مستقل تشکیل شده باشند.



اصول طراحی جیگ و فیکسچر

الف) موقعیت‌دهی:

۱ـ موقعیت‌دهنده‌ها طوری طراحی می‌شوند که براده‌ها مانع تنظیم نشوند.

۲ـ اطمینان حاصل شود که قطعه کار به خوبی مهار شده است.

۳ـ طراحی طوری باشد که کلیه نقاط موضع‌دهنده در معرض دید کارگر قرار گیرند.

۴ـ برای قطعات ریخته‌گری شده یا چکش‌کاری شده از موقعیت‌دهنده‌های قابل تنظیم استفاده شود.

ب) گیره‌بندی:

۱ـ گیره‌ها باید طوری طراحی شوند که در قطعات تغییر شکل بوجود نیاورند.

۲ـ در صورت امکان گیره‌ها با بدنه قید یکپارچه ساخته شوند.

۳ـ گیره‌ها باید طوری قرار گیرند در برابر نیروهای ماشینکاری مقاومت کافی را داشته باشند.

ج) فضای آزاد:

۱ـ برای تغییرات احتمالی اندازه قطعه‌کار به اندازه کافی فضا درنظر گرفته شود.

۲ـ برای حرکات دست کارگر و سهولت انجام کار فضای کافی پیش‌بینی شود.

۳ـ در طراحی حتماً سهولت خروج براده‌ها درنظر گرفته شود.

۴ـ در صورت ایجاد پلیسه در قطعه‌کار، حتماً فضای لازم جهت خروج قطعه درنظر گرفته شود.

د) ثبات و استحکام:

۱ـ قیدوبند تا حد ممکن مستحکم ساخته شود.

۲ـ در صورت لزوم قسمتهایی برای نصب قید روی میز کار طراحی شود.

۳ـ برای قید ۴ عدد پایه پیش‌بینی کنید تا عدم توازن براحتی قابل تشخیص باشد.

ه) جابجا کردن:

۱ـ وسیله تا حد امکان سبک باشد و گوشه‌های تیز در آن وجود نداشته باشد.

۲ـ قیدوبند تا حد امکان ساده طراحی شود و مسأله تعمیر و نگهداری در آن مدنظر قرارگیرد.

۳ـ در صورت سنگین بودن قید، دسته‌هایی جهت حمل آن پیش‌بینی نمایید.

نکات اقتصادی در طراحی و ساخت

۱) طرح‌ها تا حد امکان ساده و بدون پیچیدگی باشند.

۲) عملیات اضافی حذف گردند و یا به حداقل رسانده شوند.

۳) در هر جا که ممکن باشد از قطعات پیش‌ساخته استفاده گردد.

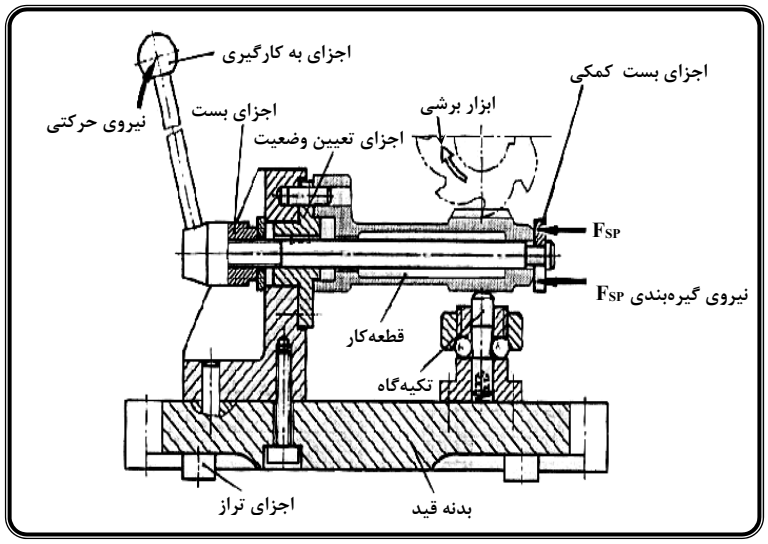
۴) نقشه‌های جیگ و فیکسچر ساده باشند.

۵) همیشه از قطعات استاندارد استفاده شود.

www.modaresanesharif.ac.ir

ساختمان قید و بندها

تقریباً همه قیود با یک ساختمان طراحی معین شناسایی می‌شوند. این ساختمان طراحی بسته به نوع کاری است که قید و بند به عهده دارد.



هر یک از اجزای ساختمان قیود عملکرد معینی را بر عهده دارند. اجزای تعیین وضعیت وظیفه دارند که قطعه‌کار را نگه داشته و آن را در موضع خود تثبیت کنند بطوری‌که به تنظیم بعدی قطعه‌کار نیاز نباشد.

نیروی حرکتی از طریق اجزای فرمان صادر می‌شود. اجزای بستن نیز این نیرو را تقویت می‌کنند. نیروی بستن قطعه‌کار را طوری محکم نگه می‌دارد که حتی تحت اثرات ناشی از نیروهای ماشینکاری هم قطعه‌کار در موقعیت خود ثابت باقی بماند. بدنه قید و بند اجزای ساختمانی قیود را در بر گرفته و آن را با میز ماشین ارتباط می‌دهد.

در کنار این اجزای ساختمانی در بعضی از قیود، اجزای ویژه دیگر نظیر اجزای تنظیم، اجزای تکیه‌گاهی و یا اجزای هدایت ابزار نیز وجود دارد.

مراحل بکارگیری قید و بند

موقع کار با قیود مراحل مختلف زیر باید انجام گیرند:

۱) قرار دادن قطعه‌کار
۲) بستن قید
۳) ماشینکاری قطعه‌کار
۴) آزاد و باز کردن قید
۵) خارج کردن قطعه‌کار
۶) تمیزکاری قید

خواسته‌های مورد انتظار از یک قید

قرار دادن قطعه‌کار باید سریع، مطمئن و ساده صورت گیرد.

مرحله بستن باید سریع، مطمئن و بدون تغییر شکل قطعه‌کار انجام شود.

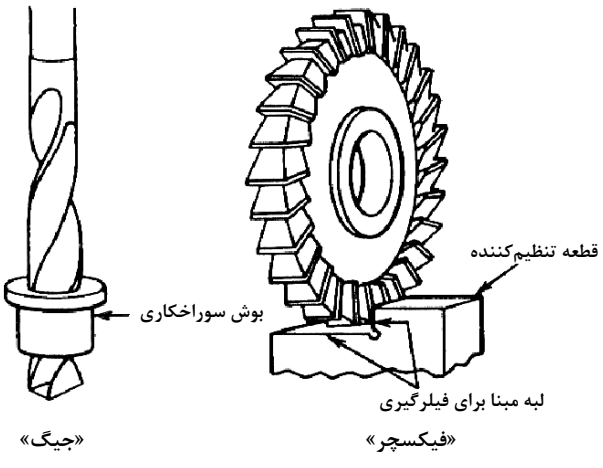
نیروی بستن باید برای یک گیره‌بندی مطمئن کافی باشد.

نباید نیازی به تنظیم قطعه‌کار باشد.

خارج کردن براده و تمیز کردن قید باید سریع و بدون خطر امکان پذیر باشد.

اجزای قید و بند باید طوری قرار گیرند که هیچگونه خطر آسیب‌پذیری وجود نداشته باشد.

توجه : تفاوت جیگ و فیکسچر در نحوه هدایت ابزار برشی به طرف قطعه‌کار است. در جیگ، ابزار برشی سوراخکاری، برقوزنی، رزوه زنی و غیره توسط بوش‌های راهنما به طرف قطعه‌کار هدایت می‌گردد. اما در فیکسچر، موقعیت ابزار برشی مثل تیغه فرز نسبت به قطعه‌کار و یا فیکسچر، بوسیله قطعه تنظیم‌کننده تعیین می‌گردد، ولی هنگام ماشینکاری هدایت نمی‌شود.

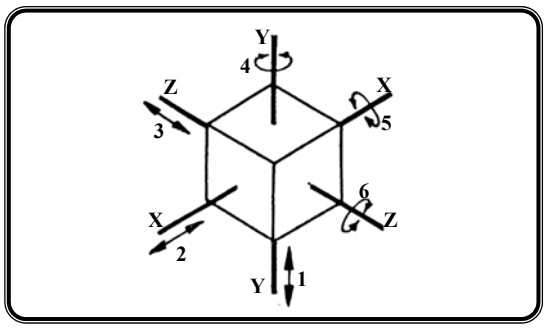


www.modaresanesharif.ac.ir

موقعیت‌دهی و وسایل موقعیت‌دهنده

درجه آزادی

در شکل روبرو یک جسم آزاد در فضا، نشان داده شده است. در این شرایط جسم دارای شش درجه آزادی است. سه درجه آزادی مربوط به انتقال در جهت محورهای مختصات و سه درجه آزادی دیگر مربوط به دوران حول محورهای مختصات می‌باشد.



این جسم می‌تواند در امتداد محورهای Y,X و Z حرکت کند. به این سه حرکت، سه درجه آزادی انتقالی گفته می‌شود. همچنین سه حرکت دورانی نیز وجود دارد که عبارتند از: گردش حول محورهای Y,X و Z که به آنها، سه درجه آزادی دورانی گفته می‌شود.

توجه : برای هر جسم آزاد در فضا مجموعاً شش درجه آزادی و دوازده جهت حرکتی وجود دارد.

وظیفه سیستم موقعیت‌دهنده

سیستم موقعیت‌دهنده باید به همراه سیستم گیره‌بندی قطعه‌کار را کاملاً محکم و تحت فشار نگه دارد. به عبارت دیگر برای تکمیل شدن عملیات تولیدی قطعه‌کار با دقت مورد نیاز، باید تا حد امکان درجات آزادی توسط این دو سیستم حذف شوند.

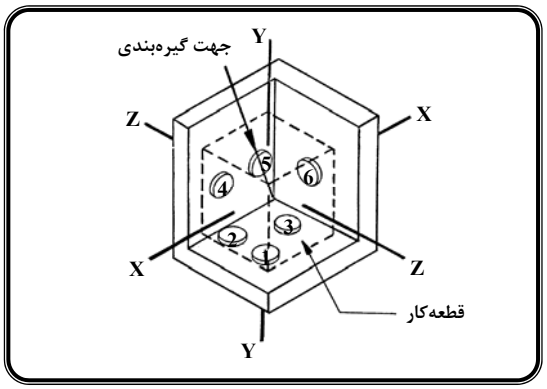
مثال۱۲: یک جسم آزاد در فضا بترتیب چند جهت حرکتی و چند درجه آزادی دارد؟

۱) ۶ - ۱۲ ۲) ۱۲ ـ ۶ ۳) ۶ - ۳ ۴) ۶ - ۶

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

اصل موضع‌دهی شش نقطه‌ای

این اصل در شکل روبرو نشان داده شده است. طبق شکل برای نگهداری کامل قطعه‌کار به یک شکل متشکل از شش بالشتک به همراه سیستم گیره‌بندی و یا یک سیستم موضع‌دهی و گیره‌بندی دیگری که اثر مشابهی را تولید نماید، نیاز است.



این شکل به همراه سیستم گیره‌بندی در قیود استفاده می‌شود. بالشتک‌های ۱ و ۲ و ۳ قطعه‌کار را در امتداد محور Y و حول محور X و Z نگه می‌دارند. بالشتک‌های ۴ و ۵ نیز قطعه‌کار را در امتداد محور Z و حول محور Y نگه می‌دارند.
همچنین بالشتک ۶ قطعه‌کار را در امتداد محور X نگه داشته و قطعه‌کار کاملاً ثابت می‌گردد.

مثال۱۳: کدام گزینه بیانگر اصل موضع‌دهی شش نقطه‌ای می‌باشد؟

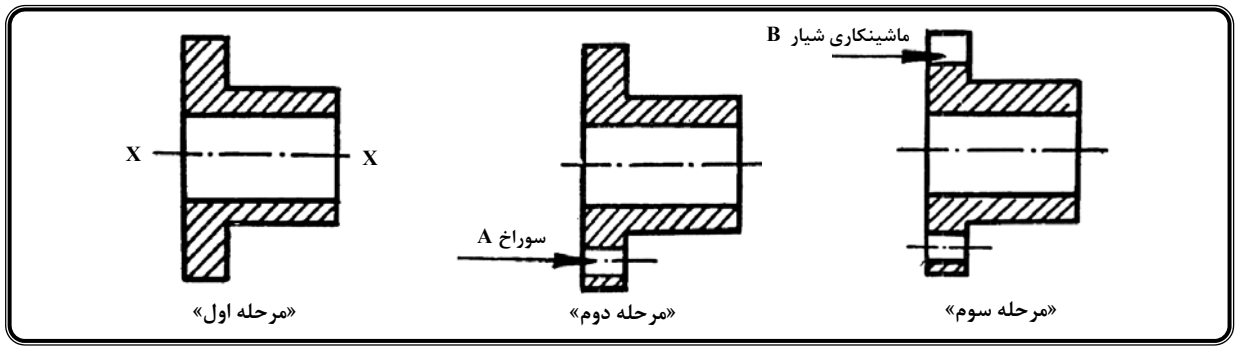
۱) استفاده از ۳ پین در زیر قطعه، دو پین در یکی دیگر از وجه‌ها و یک نقطه در بالا جهت گیره‌بندی.
۲) استفاده از ۳ پین برای موقعیت‌دهی، ۲ نقطه برای گیره‌بندی و یک نقطه برای بوش سوراخکاری.
۳) استفاده از ۳ پین در زیر قطعه، ۲ پین در یکی از وجه‌ها و یک پین در وجه سوم برای موضع‌دهی کامل قطعه‌کار.
۴) اصل شش نقطه‌ای برای جلوگیری از فرار مته استفاده می‌شود.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» برای موضع دهی کامل باید از اصل شش نقطه‌ای استفاده کنیم.

www.modaresanesharif.ac.ir

انتخاب سیستم موضع‌دهی

نیازهای سیستم موضع‌دهی به وضعیت قطعه‌کار قبل از انجام عملیات و نوع عملیاتی که باید روی آن انجام شود، بستگی دارد. شکل زیر مراحل سه‌گانه ماشین کاری یک قطعه را نشان می‌دهد. وقتی این قطعه را برای ماشینکاری در مرحله دوم وضعیت قرار می‌دهیم، احتیاج نیست در جهت محور X تحت کنترل قرار گیرد، زیرا نسبت به این محور متقارن است. ولی وقتی ماشینکاری مرحله سوم شروع می‌شود، قطعه باید کاملاً در محل خود ثابت نگه داشته شود، زیرا وقتی سوراخ A در مرحله دوم زده شد، دیگر قطعه‌کار نسبت به محور X متقارن نمی‌باشد.



وقتی برای تعیین نقاط موضع‌دهنده حق انتخاب وجود داشته باشد، باید مؤثرترین سیستم موضع‌دهی را انتخاب کرد. استوانه بهترین شکل وضعیت دادن به یک قطعه می‌باشد، زیرا یک موضع‌دهنده استوانه‌ای ساده‌ترین شکلی است که می‌توان تولید کرد. همچنین باید سهولت باز و بسته کردن قطعه‌کار نیز در نظر گرفته شود.

توجه : موضع‌دهنده‌های استوانه‌ای از شش درجه آزادی، پنج درجه را بطور کامل حذف می‌نمایند.

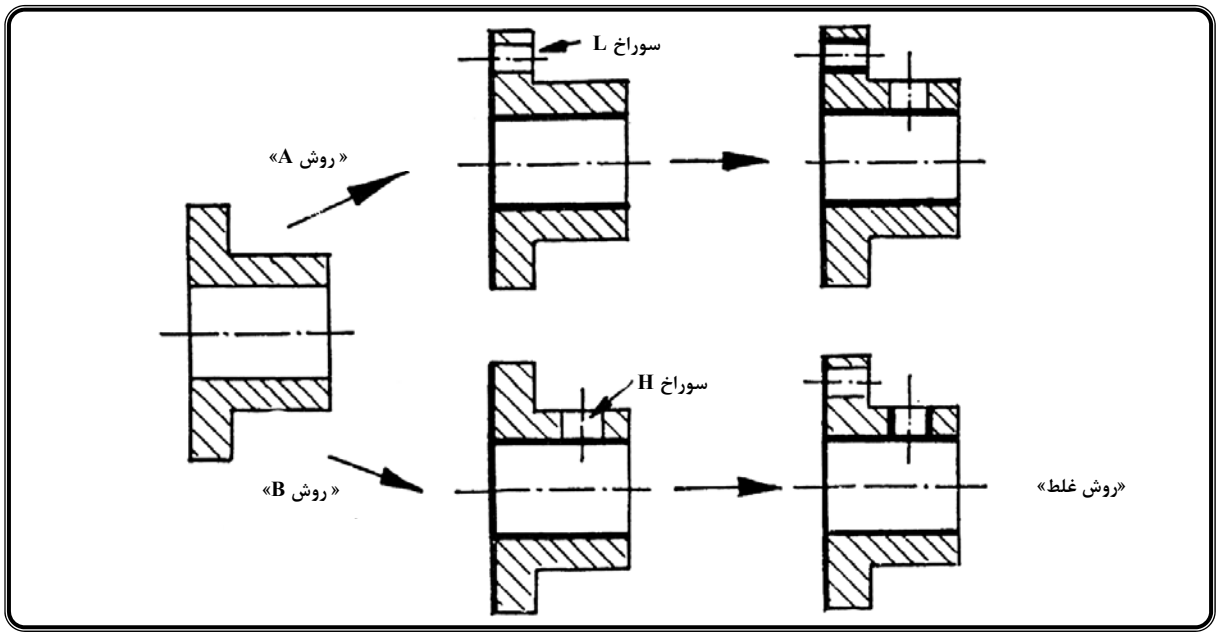
مثال۱۴: یک قطعه سوراخ‌دار، از یک طرف توسط موضع‌دهنده استوانه‌ای موقعیت دهی شده و از جهت مقابل با یک بست مهار می‌شود. در این حالت قطعه‌کار چند درجه آزادی خواهد داشت؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۶

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» بوسیله موضع‌دهنده استوانه‌ای پنج درجه آزادی از قطعه‌کار سلب شده و یک درجه آزادی باقی می‌ماند.

در شکل زیر دو روش ماشینکاری یک قطعه نشان داده شده است. در عملیات دوم در مورد ماشینکاری سوراخ L و سوراخ H حق انتخاب وجود دارد. از آنجا که قطعه‌کار برای عملیات مرحله سوم باید در جای خود محکم نگه داشته شود، دو موضع‌دهنده مورد نیاز است.

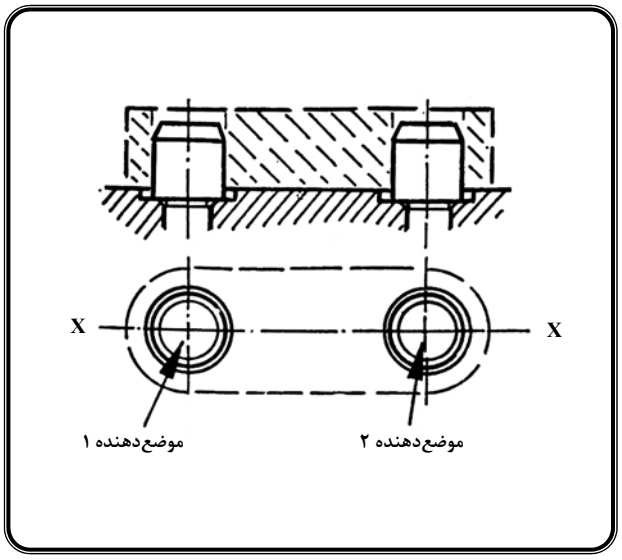
اگر از روش A استفاده شود، موضع‌دهنده برای عملیات مرحله سوم موازی بوده و موقع بستن قطعه‌کار به سادگی در معرض دید می باشد، ولی اگر از روش B استفاده شود موضع دهنده‌ای که با سوراخ H درگیر می‌شود به سادگی دیده نخواهد شد. بدیهی است روش A روش بهتری است. در شکل زیر موضع دهی با خطوط ضخیم نشان داده شده است.



www.modaresanesharif.ac.ir

موضع دهی غیرضروری

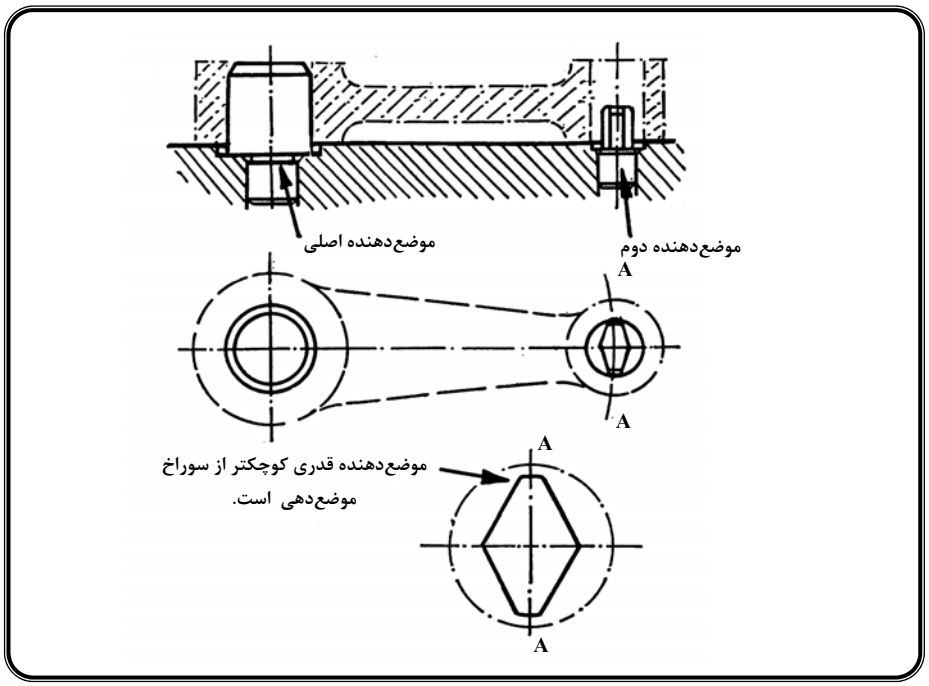
موضع‌دهی غیرضروری هنگامی بوجود می‌آید که دو موضع‌دهنده بخواهند یک درجه آزادی قطعه‌کار را از دو نقطه مختلف سلب کنند. موضع‌دهی قطعه‌کار باید به گونه‌ای باشد، که از بوجود آمدن این حالت، جلوگیری شود. شکل روبرو یک سیستم موضع‌دهی را نشان می‌دهد که قطعه‌کار بر روی دو میله قرار گرفته است. وظیفه میله شماره ۲ جلوگیری از دوران قطعه‌کار حول میله شماره ۱ است، ولی سیستم طوری است که هر دو میله سعی دارند مانع از حرکت کار در امتداد محور XX شوند و از این‌رو موضع‌دهی غیرضروری بوجود آمده است. یک چنین سیستمی کاملاً غیر عملی است، زیرا فقط وقتی امکان‌پذیر است که هیچ‌گونه خطایی در سیستم موضع‌دهی و قطعات کار وجود نداشته باشد.



توجه: موضع‌دهی غیرضروری وقتی بوجود می‌آید که قطعه‌کار بین دو استوانه هم محور و یا بین دو موضع‌دهنده V شکل ثابت قرار گرفته باشد.

راه جلوگیری از موضع‌دهی غیرضروری

وقتی دو وسیله موضع‌دهی در اندازه‌های مختلف وجود دارند، موضع‌دهنده بزرگتر را به عنوان موضع‌دهنده اصلی در نظر می‌گیریم که پنج درجه آزادی را از قطعه‌کار می‌گیرد و از موضع‌دهنده دوم تنها برای سلب آزادی باقیمانده استفاده می‌کنیم. موضع‌دهنده اصلی معمولاً بلندتر است تا به این ترتیب بتوان قطعه‌کار را روی آن قرار داد و آنقدر دوران داد تا با موضع‌دهنده دوم درگیر شود. هنگامیکه موضع‌دهنده دوم با یک قسمت استوانه‌ای قطعه‌کار درگیر می‌شود، برای جلوگیری از بوجود آمدن موضع دهی غیرضروری باید پین دوم را بصورت منشوری انتخاب کرد تا فقط در امتداد محور AA روی قطعه‌کار اثر بگذارد.



www.modaresanesharif.ac.ir

موضع‌دهنده‌ها

معمولاً موضع‌دهنده‌ها از بدنه جیگ و فیکسچر بصورت جداگانه ساخته می‌شوند و جنس آنها از فولاد سخت و یا از فولادی که سختی سطحی دارد، انتخاب می‌شود. این اجزاء به دقت و اندازه موردنظر سنگ زده شده و سپس با دقت در بدنه جیگ یا فیکسچر مونتاژ می‌شوند.

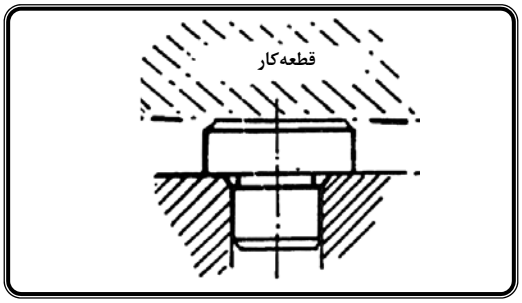
موضع‌دهنده‌ها را می‌توان در گروه‌های زیر دسته‌بندی کرد:

۱) موضع دهنده‌های مسطح
۲) موضع دهنده‌های استوانه‌ای
۳) موضع‌دهنده‌های مخروطی
۴) موضع دهنده‌های V شکل (جناقی)

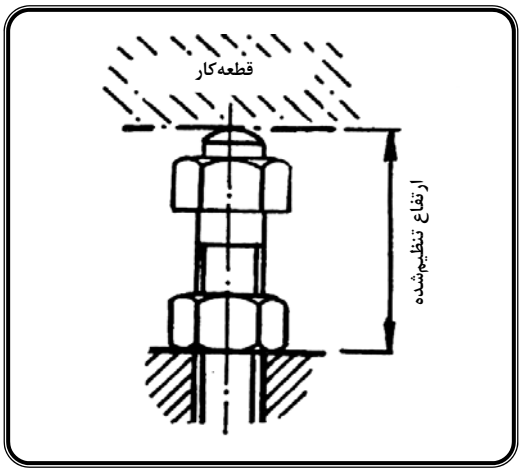
هر یک از این گروه‌ها را می‌توان برحسب احتیاج، ثابت و یا قابل تنظیم ساخت.

چند نمونه از موضع‌دهنده‌ها

شکل‌های زیر، نشان دهنده موضع دهنده‌هایی هستند که قطعه‌کار را از سطوح صاف و یا جانبی آنها به کمک بالشتک‌ها و پین‌ها موضع دهی می‌نمایند.

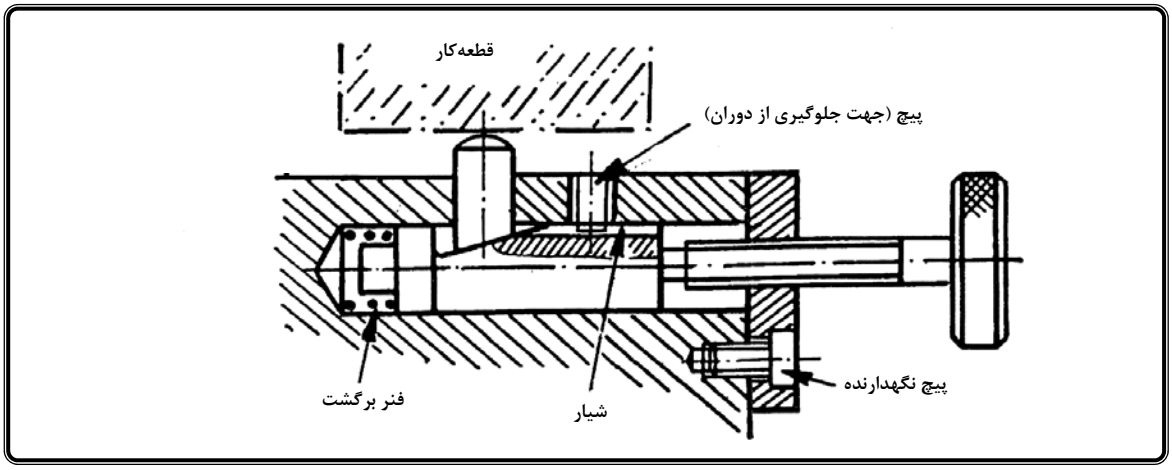


در شکل یک بالشتک نگهدارنده ساده که برای موضع دهی یا نگهداری قطعه از یک سطح مسطح استفاده شده است، ملاحظه می‌گردد. این موضع‌دهنده در سوراخی واقع در پایه جاگرفته و برای تماس خوب با قطعه‌کار، در سوراخ پایه، خزینه زده شده و میله موضع‌دهنده نیز در محل اتصال به سر، باریک‌تر تراشیده شده است.

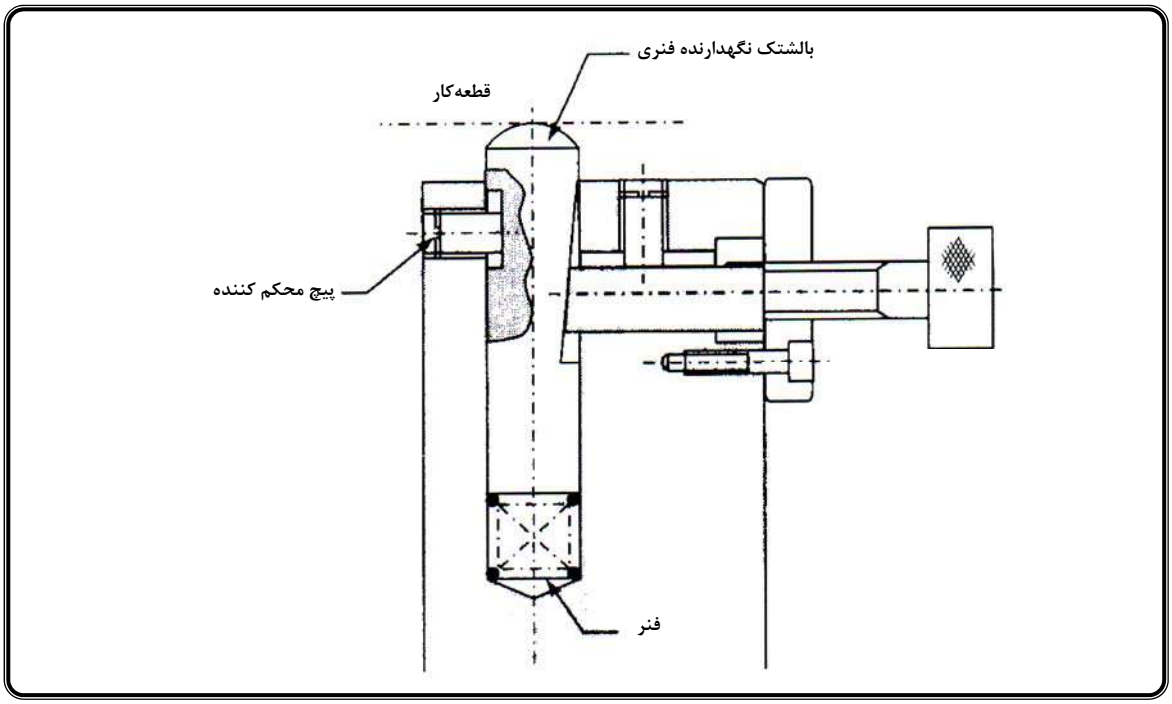


چنانچه برای نگهداری قطعه‌کار نسبت به یک سطح به بیش از یک محل نیاز داشته باشیم، باید بالشتک‌ها و پین‌های اضافی قابل تنظیم باشند. در شکل روبرو یک پین قابل تنظیم ساده دیده می‌شود.

باید توجه داشت که برای تنظیم نقاط غیرقابل دسترس، به سیستم‌های پیچیده‌تری نظیر شکل‌های زیر نیاز است.



www.modaresanesharif.ac.ir

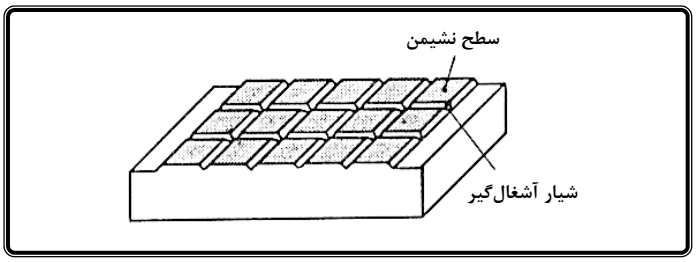


مثال۱۵: چنانچه برای نگهداری قطعه‌کار نسبت به یک سطح به بیش از یک محل نیاز داشته باشیم،باید بالشتک‌ها و پین‌های اضافی ..... باشند.

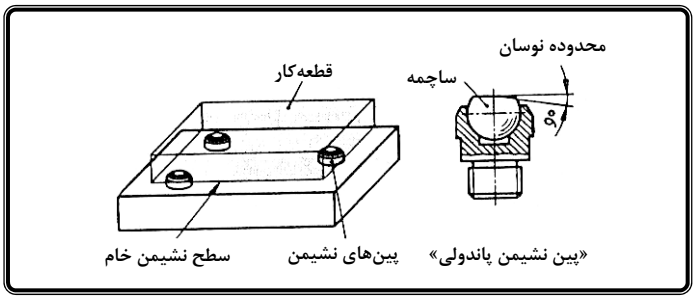
۱) فلزی ۲) فنری ۳) ثابت ۴) قابل تنظیم

☑ **پاسخ:** گزینه «۴»

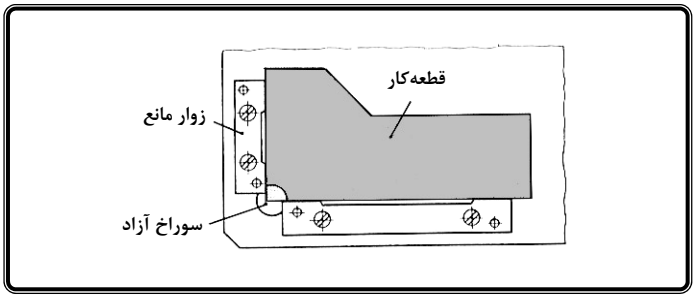
همچنین در شکل‌های زیر انواع دیگر موضع دهنده‌ها نشان داده شده است. قطعاتی که ماشینکاری شده‌اند از طریق سطوح نشیمن موضع‌دهی می‌شوند.



قطعات ماشینکاری نشده با سطوح خام از طریق بالشتک‌های نقطه‌ای موضع‌دهی می‌شوند. این بالشتک‌ها باید طوری قرار گیرند که قطعه‌کار بصورت مطمئن در جای خود قرار گیرد و موقع بسته شدن خم نشده و همچنین به یک سمت مایل نگردد.

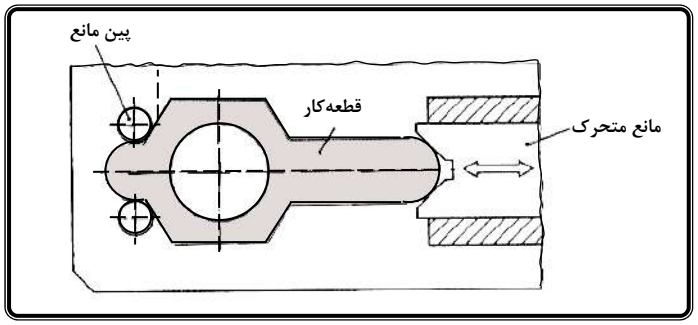


موضع‌دهنده‌های بزرگ بصورت زوار ساخته می‌شوند که شیارها و سوراخهای آزاد بر روی آنها، برای پلیسه و خروج براده‌ها در نظر گرفته شده‌اند.

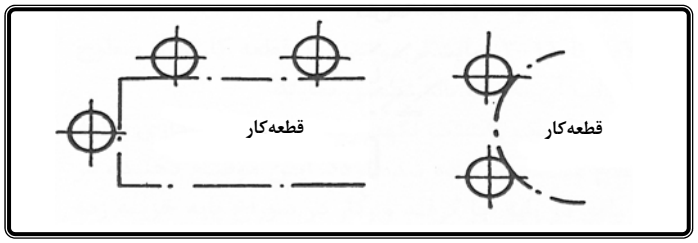


www.modaresanesharif.ac.ir

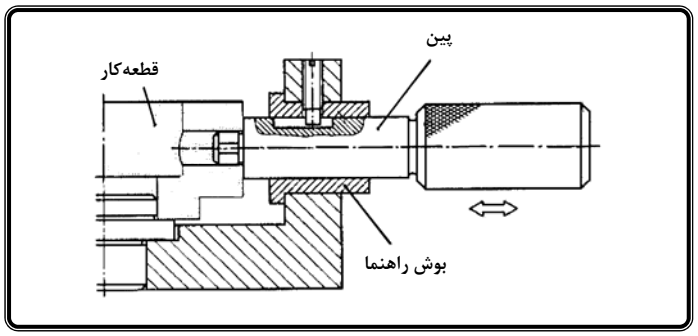
در شکل مقابل موضع‌دهی با پین‌های مانع و مانع متحرک نشان داده شده است.



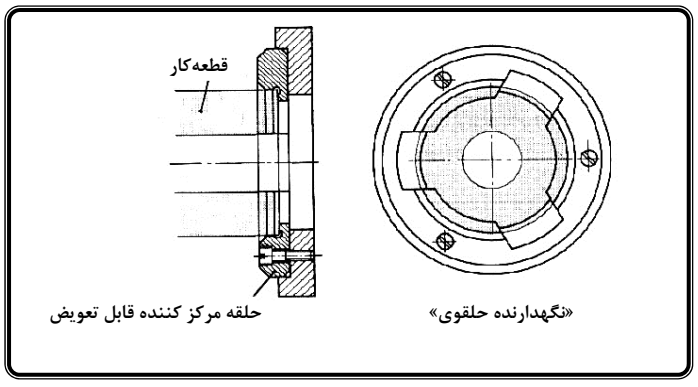
از پین‌ها برای موضع‌دهی از سطوح جانبی قطعات کار می‌توان استفاده نمود. شکل مقابل روش موضع‌دهی قطعات مکعب مستطیل و استوانه‌ای شکل را بوسیله پین نشان می‌دهد.



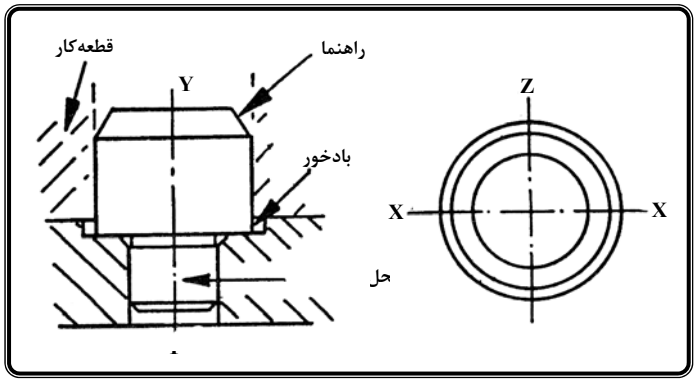
از پین‌های جاگذاری برای موضع‌دهی قطعه‌کارهایی استفاده می‌شود که به خاطر شکل و موقعیتشان، نمی‌توانند با پین‌های نگهدارنده ثابت تعیین وضعیت شوند. از این پین‌ها در قطعاتی استفاده می‌شود که سوراخ‌های آنها در یک سطح نیستند.



برای موضع‌دهی قطعات بزرگ از سمت قطر ماشینکاری شده آنها، می‌توان از نگهدارنده‌های حلقوی استفاده کرد.

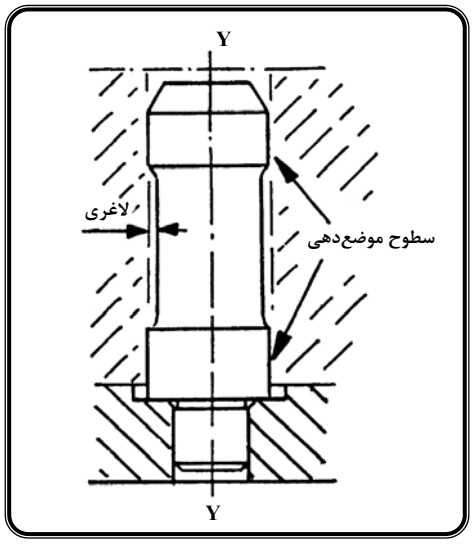


شکل مقابل یک موضع‌دهنده استوانه‌ای کوتاه را نشان می‌دهد که به همراه نیروی گیره‌بندی، کلیه درجات آزادی به استثنای درجه آزادی مربوط به دوران حول محور YY را سلب می‌کند. به منظور حذف این درجه آزادی و کامل شدن موضع‌دهی باید از موضع‌دهنده دوم نیز استفاده کرد.

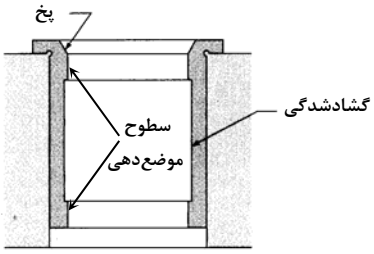


www.modaresanesharif.ac.ir

موضع‌دهنده باید دقیقاً نسبت به پایه جاسازی شده و برای جلوگیری از چسبیدن آنها به قطعه‌کار در هنگام باز و بسته کردن، باید تا حدامکان کوتاه ساخته شوند. اگر نیاز باشد، برای ایجاد نگهداری بهتر قطعه‌کاری که از جنس نرم ساخته شده است، از موضع‌دهنده بلند استفاده می‌شود. در این صورت موضع‌دهی باید فقط در قسمت‌های انتهایی موضع‌دهنده در نظر گرفته شود و در این شرایط باید میله مطابق شکل روبرو در قسمت وسط لاغرتر تراشیده شده باشد. معمولاً موضع‌دهنده‌های بلند را با ایجاد یک سوراخ در امتداد محور YY سبک می‌نمایند.



همچنین اگر از بوش برای موقعیت‌دهی استفاده گردد، باید وسط بوش با قطر بزرگتری تراش بخورد.



مثال۱۶: موضع‌دهنده‌های استوانه‌ای چند درجه آزادی قطعه‌کار را سلب می‌کنند؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

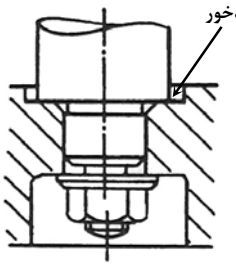
مثال۱۷: برای موضع‌دهی قطعات با جنس نرم از کدام موضع‌دهنده استفاده می‌شود؟

۱) استوانه‌ای بلند که در وسط لاغر شده است.
۲) استوانه‌ای کوتاه که در وسط لاغر شده است.
۳) استوانه‌ای که انتهای آن دارای باد خور است.
۴) در موضع‌دهی جنس قطعات مطرح نمی‌باشد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» برای موضع‌دهی قطعات با جنس نرم از موضع‌دهنده بلند استفاده می‌شود. در این صورت باید موضع‌دهی فقط در قسمتهای انتهایی صورت گرفته و میله در وسط لاغرتر باشد.

برای تسهیل در امر جایگذاری قطعه‌کار، باید سر موضع‌دهنده‌ها را با پخ‌زدن به میزان قابل توجهی باریک ساخت و همچنین باید پایه قرارگاه آن دارای فاصله خالی یا بادخور باشد تا گرد و غبار مانع از سوار شدن صحیح موضع‌دهنده نگردد.

وقتی یک میله موضع‌دهی در ارتباط با گیره‌بندی به کار می‌رود، باید به پایه محکم شود، در غیر اینصورت ممکن است به علت نیروی گیره‌بندی از محل نصب خود خارج شود. شکل روبرو نحوه بستن موضع‌دهنده را به کمک مهره شش گوش نشان می‌دهد.



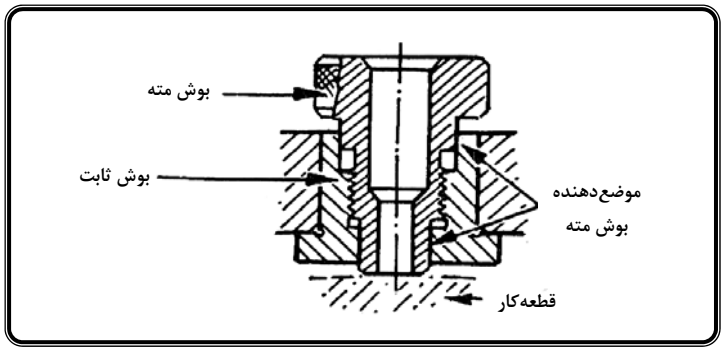
مثال۱۸: فضای خالی زیر پایه قرارگاه میله‌های موضع‌دهی چه نام داشته و به چه منظوری استفاده می‌شود؟

۱) راهنما ـ هدایت قطعه‌کار
۲) بادگیر ـ هدایت قطعه‌کار
۳) بادخور ـ به این علت که گرد و غبار مانع سوار شدن صحیح موضع‌دهنده نگردد.
۴) راهنما ـ به این علت که گرد و غبار مانع سوار شدن صحیح موضع‌دهنده نگردد.

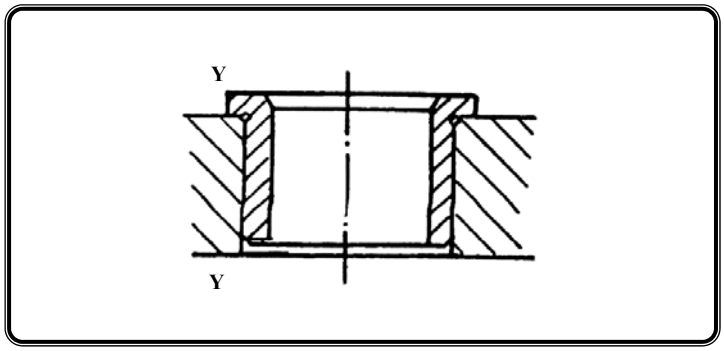
☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

www.modaresanesharif.ac.ir

در صورت نیاز به موضع‌دهنده پیچی، باید طبق شکل روبرو، با استوانه‌ای ساختن قسمتی از آن که در سوراخ پایه داخل می‌شود (موضع‌دهی قطری) مانع بی‌ثباتی آن شد. در این موضع دهنده که به بوش مته موسوم است علاوه بر قسمت روزه شده، قسمت صاف استوانه‌ای نیز به منظور موضع‌دهی دقیق وجود دارد.

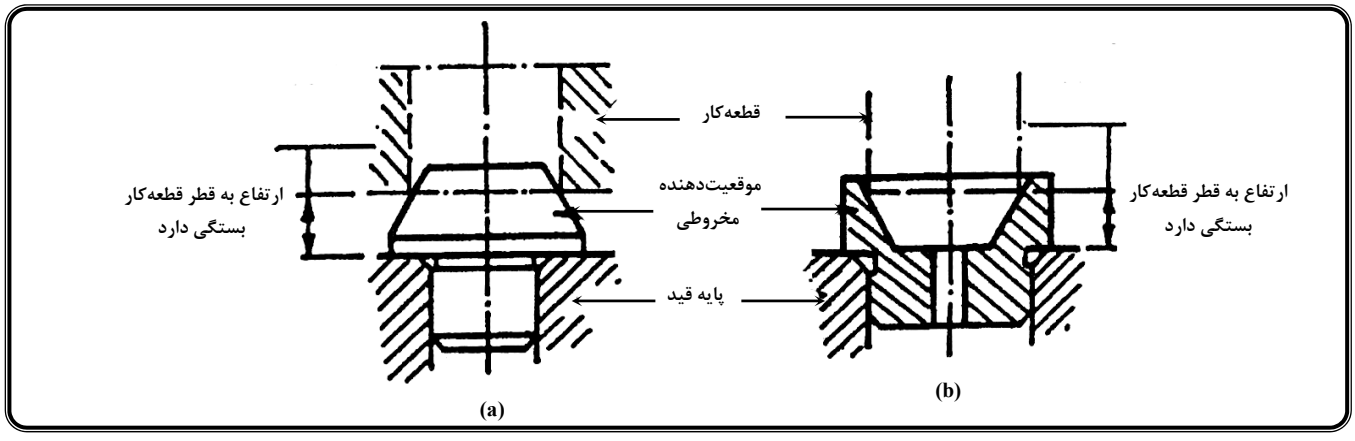


از بوش مته مطابق شکل بالا می‌توان برای گیره‌بندی سبک قطعه‌کار در محل برش نیز استفاده کرد. ملاحظه می‌شود که موقعیت‌دهی محور بوش بصورت دقیقی صورت گرفته است. موضع دهنده شکل روبرو که از نوع بوش لبه‌دار است، برای موضع‌دهی قطعه‌کار با توجه به برجستگی آن به کار می‌رود. این موضع دهنده، کلیه وظایف موضع دهنده میله‌ای را انجام می‌دهد.

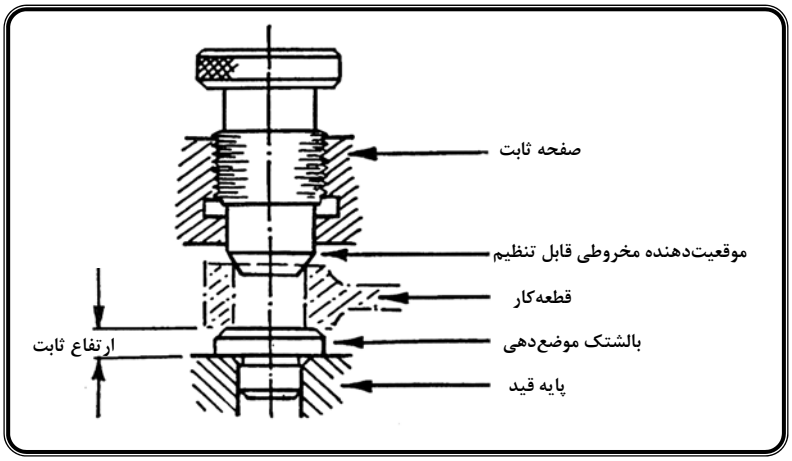


موضع‌دهی مخروطی

موضع دهنده‌های مخروطی‌شکل برای موضع‌دهی قطعه‌کار، از یک سوراخ یا محور مخروطی بکار می‌روند و در این حالت عملکرد آنها مشابه موقعیت‌دهنده‌های میله‌ای و بوش‌ها می‌باشد. شکل زیر چند نمونه از موضع‌دهی‌های مخروطی از سوراخ‌ها یا محورهای استوانه‌ای را نشان می‌دهد. هنگامی که این اجزاء مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی قطعه‌کار از نظر محور موقعیت‌دهی گردد و اندازه قطر آن چندان اهمیتی ندارد. شکل‌های زیر تا زمانی که ارتفاع قطعه نیازی به کنترل نداشته باشد موضع‌دهنده‌های مناسبی هستند.



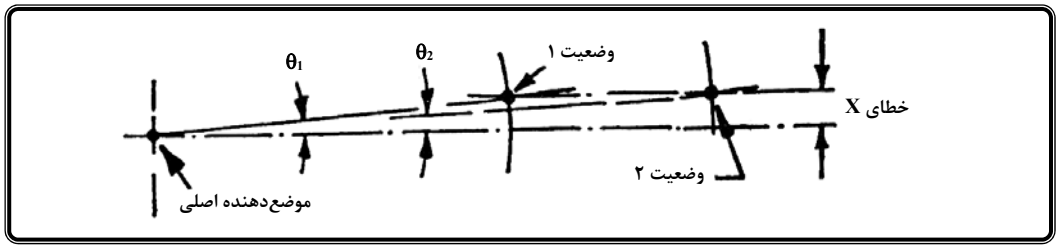
وقتی برای سوراخکاری و یا سنگ‌زنی جانبی در ارتفاع ثابتی از پایه، به موضع‌دهنده مخروطی نیاز باشد، باید طبق شکل زیر از یک موضع دهنده مخروطی قابل تنظیم استفاده گردد. ملاحظه می‌شود که یک موضع دهنده پیچی باید به کمک یک موضع‌دهی قطری دیگر از نظر وضعیت قرار گرفتن تحت کنترل باشد، **زیرا رزوه قادر به موضع‌دهی محور نیست.**



www.modaresanesharif.ac.ir

عمل جمعی موضع‌دهنده‌های استوانه‌ای

یک موضع‌دهنده استوانه‌ای می‌تواند پنج درجه آزادی قطعه‌کار را سلب نماید. وقتی سلب آزادی کامل قطعه‌کار و یا به عبارت دیگر ثابت نگه‌داشتن تمام و کمال آن مدنظر باشد، به موضع‌دهنده‌ی اضافی دیگری نیاز است. وقتی بتوان به عنوان موضع‌دهنده دوم از سوراخ‌های گوناگونی استفاده کرد، سوراخی انتخاب می‌شود که تا حد امکان از موضع‌دهنده اصلی فاصله داشته باشد. بدین ترتیب خطای زاویه‌ای ناشی از خطای قطعه‌کار یا موضع‌دهنده به حداقل می‌رسد.

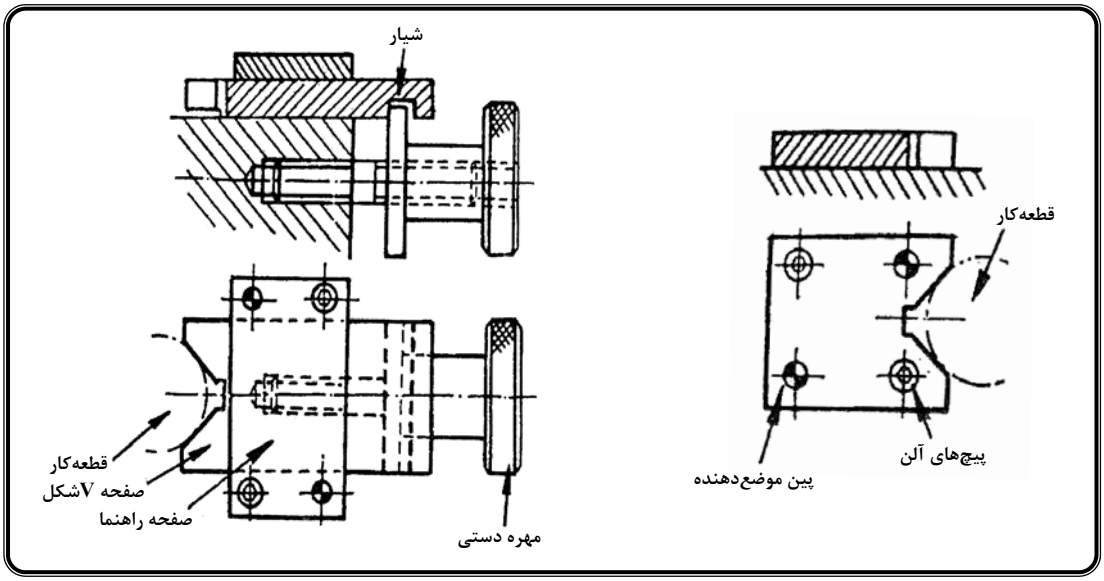


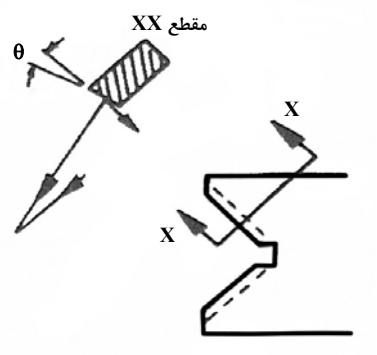
خطای زاویه‌ای ناشی از خطای X در وضعیت موضع دهنده دوم، متناسب با عکس فاصله بین دو موضع‌دهنده است.

موضع‌دهی V شکل (جناقی)

موضع‌دهنده‌های V شکل به منظور موضع‌دهی قطعات استوانه‌ای و یا نیمه‌استوانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضع‌دهنده‌ها را می‌توان ثابت و یا لغزنده ساخت، ولی در هر دو حالت، وضعیت آنها باید تحت کنترل باشد. برای موضع‌دهی نسبتاً دقیق از سمت یک سطح دقیق یا سطح ناهموار در قطعه‌کار می‌توان از دو موضع‌دهنده V شکل ثابت استفاده کرد.

از سیستمی که دارای یک موضع‌دهنده ثابت و یک موضع‌دهنده لغزنده می‌باشد، برای موضع‌دهی دقیق‌تر استفاده می‌شود. در مواردی که به دو موضع‌دهنده نیاز است که یکی از آنها استوانه‌ای می‌باشد، می‌توان از موضع‌دهنده استوانه‌ای به عنوان موضع دهنده اصلی و از یک موضع دهندهVشکل لغزنده به عنوان موضع‌دهنده دوم استفاده کرد.



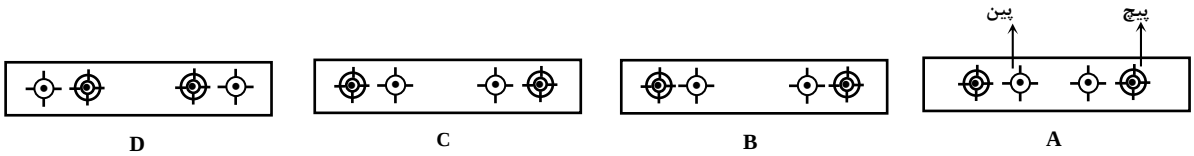


وقتی موضع‌دهنده V شکل قابل تنظیم باشد، کناره‌های V را می‌توان **به منظور ایجاد یک نیروی گیره‌بندی رو به پایین F**، به مقدار زاویه θ شیب‌دار ساخت.

www.modaresanesharif.ac.ir

سؤالات آزمون کارشناسی ارشد طراحی قالب ـ سراسری ۸۹

۱ـ با توجه به اشکال زیر که چهار حالت پین‌گذاری و پیچ‌گذاری را نشان می‌دهند، مورد صحیح‌تر را انتخاب نمایید.



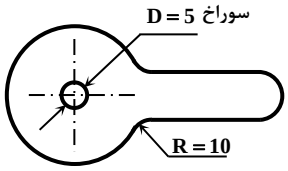
۱) گزینه A صحیح‌تر است زیرا فواصل پین‌ها و پیچ‌ها برابر می‌باشند.

۲) گزینه D صحیح‌تر است زیرا پین‌ها در نزدیکترین فاصله مجاز به لبه‌های آزاد قرار دارند.

۳) هر دو گزینه A و C صحیح‌اند زیرا فواصل پین‌ها و پیچ‌ها برابر می‌باشند.

۴) گزینه B صحیح‌تر است زیرا پیچ‌ها در نزدیکترین فاصله مجاز به لبه‌های آزاد قرار دارند.

۲ـ شکل زیر ابعاد اسمی یک کلید را (به میلی‌متر) نشان می‌دهد که توسط یک قالب برش ساخته شده است. اگر ضخامت ورق ۱ میلی‌متر باشد، کدام یک از موارد صحیح‌تر می‌باشد؟



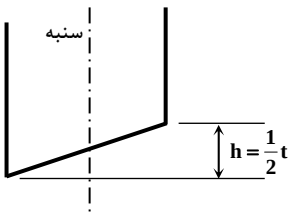
۱) شعاع R در لبه سنبه دور زنی ۱۰/۰۳ میلی‌متر است.

۲) شعاع R در لبه حفره ماتریس دورزنی ۱۰میلیمتر است.

۳) قطر سنبه سوراخ زنی D ۵ میلی‌متر و قطر ماتریس سوراخ زنی D ۵/۰۶ میلی‌متر است.

۴) هر سه مورد فوق صحیح می‌باشند.

۳ـ در استفاده از سنبه‌های زاویه‌دار برای کاهش نیرو در قالب‌های برش، اگر درصد عمق نفوذ ورق ۵۰% باشد، با زاویه دادن به سنبه به اندازه‌ی نصف ضخامت ورق (h) نیروی لازم برش چگونه تغییر می‌کند؟ (ضخامت ورق $t =$ و $h = \frac{1}{2}t$)



۱) $\frac{1}{3}$ می‌گردد.

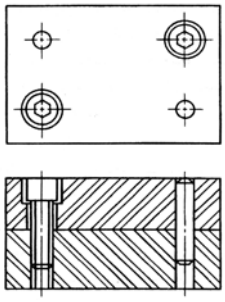
۲) نصف می‌گردد.

۳) تغییری نمی‌کند.

۴) $\frac{1}{4}$ می‌گردد.

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه آزمون کارشناسی ارشد طراحی قالب ـ سراسری ۸۹



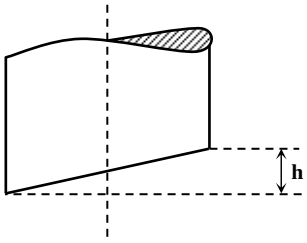
۱ـ گزینه «۴» هنگامی که اجزاء قالب باید در جایی خود محکم شوند و یا به هنگام تعمیرات بتوان آنها را سریعاً باز کرد،استفاده از پیچ و پین‌ها گزینه خیلی خوبی است. در قالب‌سازی بیشتر از پیچ‌های آلن به همراه پین‌ها استفاده می‌شوند. از پیچ‌ها برای بستن و نگهداشتن و از پین‌ها برای تنظیم موقعیت استفاده می‌شود.
برای تنظیم موقعیت از دو پین استفاده می‌شود، ولی تعداد پیچ‌ها به بزرگی نیروی وارده به قطعات اتصال بستگی دارد. در استفاده از پیچ و پین‌ها باید دقت نمود که پین‌ها را تا حد ممکن دور از هم نصب نمود، همچنین باید مطمئن شد که قطعه بصورت تخت و یکنواخت با پیچ‌ها روی سطح مورد نظر بسته شده است. در گزینه‌های داده شده، شکل B صحیح‌ترین حالت می‌باشد زیرا پیچ‌ها در نزدیک‌ترین فاصله مجاز به لبه‌های آزاد قرار داشته و پین‌ها از هم فاصله بیشتری دارند.

◆ ◆ ◆ ◆

۲ـ گزینه «۴» همواره قطعه‌ای که بریده می‌شود و از ماتریس بیرون می‌افتد، هم‌اندازه ماتریس می‌باشد و سوراخی که در ورق ایجاد می‌شود هم‌اندازه سنبه است. به عملیاتی که قطعه زده شده مورد نظر باشد Blanking (دور بری) گویند که ماتریس به اندازه قطعه و سنبه را به اندازه دو برابر لقی (2C) کوچکتر از اندازه اسمی می‌گیریم. همچنین به عملیاتی که سوراخ زده شده مورد نظر است Punching (سوراخ‌زنی) می‌گوییم که در این حالت سنبه به اندازه سوراخ و ماتریس را 2C بزرگتر از اندازه اسمی می‌گیریم.
* شعاع R که بصورت مقعر می‌باشد، در عملیات دوزنی، اگر لقی به اندازه ۰/۰۳mm در نظر گرفته شود دارای ابعاد زیر می‌باشد:
ماتریس دورزنی $R = ۱۰mm$; سنبه دورزنی $R = ۱۰/۰۳$
* همچنین در عملیات سوراخ زنی، ابعاد بصورت زیر می‌باشد:
ماتریس سوراخ زنی $D = ۵ + ۲C = ۵ + (۲ \times ۰/۰۳) = ۵/۰۶mm$; سنبه سوراخ زنی $D = ۵mm$

◆ ◆ ◆ ◆

۳ـ گزینه «۳» در برش قطعات بزرگ و ورق‌های ضخیم، جهت کاهش نیروی برش می‌توان از حالت قیچی استفاده نمود. بدین معنی که لبه برش سنبه و ماتریس را بصورت شیبدار ساخت. در این حالت از ایجاد ضربه ناگهانی به پرس جلوگیری شده و همچنین باعث کاهش نیروی لازم برای پرس خواهد شد. در این حالت برای درصد عمق نفوذ $X = \%۵۰$ و ضخامت ورق t، داریم:



$$if: \ h = t \Rightarrow F_{Shear} = \frac{۱}{۲}F$$

$$if: \ h = \frac{۱}{۲}t \Rightarrow F_{Shear} = F \Rightarrow$$

$$if: \ h = ۲t \Rightarrow F_{Shear} = \frac{۱}{۳}F$$

در این حالت نیروی برش تغییری نمی‌کند.

در حالت برش قیچی می‌توان از رابطه روبرو استفاده نمود:

$$F_{Shear} = [\frac{t.X}{h}].F$$

(F_{Shear} : نیروی برشی قیچی و t : ضخامت ورق و X :درصد عمق نفوذ و h : ارتفاع شیب لبه سنبه و F : نیروی برش سنبه معمولی)

دقت کنید که اگر $h = \frac{۱}{۲}t$ در نظر گرفته شود، نیروی لازم برای برش تغییری نخواهد کرد. لازم به توضیح است که در سنبه‌ها زاویه شیب نباید از ۵ درجه بزرگ‌تر شود، زیرا در این صورت لبه‌های برش به دلیل نیروهای جانبی آسیب می‌بینند. بهترین مقدار $h = t$ می‌باشد که در این حالت نیروی برش به نصف مقدار اولیه کاهش پیدا می‌کند.

◆ ◆ ◆ ◆

www.modaresanesharif.ac.ir

سؤالات آزمون کارشناسی ارشد طراحی قالب ــ آزاد ۸۹

۱ــ اگر کل نیروی جانبی حاصل در یک قالب برش ۲ تن باشد و در این قالب از ۲ میله راهنما با طول آزاد ۸۰mm استفاده گردد، با فرض تغییر فرم مجاز ۰/۰۵۵mm در هر میله راهنما، حداقل قطر میله راهنما باید چند میلیمتر باشد؟ ($E = ۲/۲\times۱۰^{۶}\ \frac{kg}{cm^{۲}}$)

۱) ۱۸ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶

۲ــ در قالب‌های خمکاری U شکل (ناودانی) نیروی لازم خمکاری به چه عواملی بستگی دارد؟

۱) جنس فلز، زاویه خم، سرعت برش، مقدار برگشت فنری، طول دهنه قالب.

۲) استحکام کششی ورق، ضخامت ورق، نوع پرس، زاویه خم، طول ورق

۳) استحکام کششی ورق، مقدار برگشت فنری، کلیرانس قالب، عرض و طول ورق

۴) استحکام برش ورق، مقدار برگشت فنری، کلیرانس قالب، عرض و طول ورق.

۳ــ نیروی خالص برش برای یک قالب مرکب واشرزنی که واشری به ضخامت ۲mm، قطر خارجی ۲۰mm و قطر داخلی ۱۴mm را از ورق فولادی با استحکام برشی $۲۰\frac{kg}{mm^{۳}}$ تولید می‌کند، چقدر است قطر سنبه سوراخ این قالب حدوداً چقدر است؟

۱) ۲۴mm , ۳۹۶۴kg ۲) ۱۴mm , ۴۲۷۳kg

۳) ۱۴mm , ۳۹۵۴kg ۴) ۱۳۰۷mm , ۴۸۵kg

۴ــ کدامیک از جملات زیر در رابطه با عملیات کشش عمیق، صحیح است؟

۱) هرچه شعاع ماتریس بیشتر باشد، احتمال چین‌خوردگی کاهش می‌یابد.

۲) هرچه ورق ضخیم‌تر باشد، احتمال پارگی بیشتر می‌شود.

۳) با افزایش کلیرانس قالب (فاصله بین سنبه و ماتریس)، احتمال چین‌خوردگی ورق بیشتر می‌شود.

۴) اگر نیروی ورق‌گیر کم باشد، باعث ایجاد چین‌خوردگی و اگر بیش از حد لازم باشد باعث پارگی می‌شود.

www.modaresanesharif.ac.ir