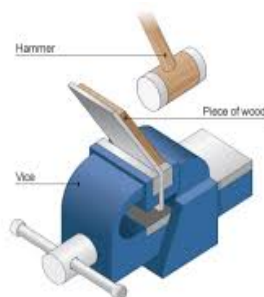
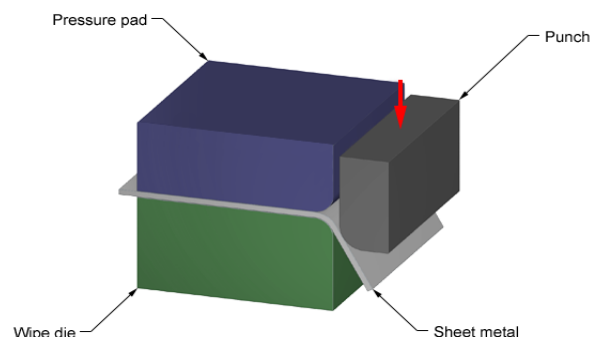
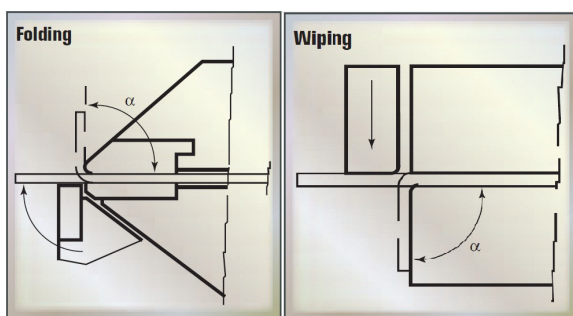
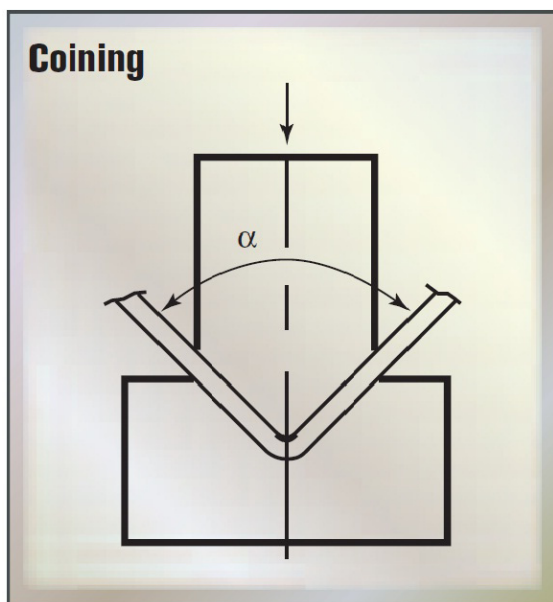




می دانیم که فرآیند خمکاری مطمئن و تکرارپذیر با پرس برک، بر پایه و متکی بر ترکیب هماهنگ دستگاه و ابزار میسر می گردد. در مقاله آموزشی دستگاه های پرس برک در مورد این ماشین آلات و اجزاء سازنده آن ها و وظیفه هریک از این اجزاء در پروسه عملکرد دستگاه و نقشی که در این خم کاری دارند مطالبی بیان شد که می توانید جهت مطالعه بیشتر به این مقاله مراجعه نمایید. در این مقاله بیان شد که دقت و حساسیت در حرکت محور فک پرس به حدی است که توان آن را دارد تا ضمن انجام خمکاری دارند مطالبی بیان کردیم. گفتیم که دقت و حساسیت در حرکت محور فک پرس به حدی است که توان آن را دارد تا ضمن انجام خمکاری بر همه مواد الاستیک با هر سختی، کورس حرکت را با دقت یک صدم میلیمتر کنترل و پایش کند. تلفیق دقت و قدرت با این کیفیت و هماهنگی این امکان را میسر می سازد تا با تعریف روش های متنوع و طراحی ابزار، تولید بسیاری از پروفیل ها در این فرآیند میسر شود. به طور عمده علاوه بر پرس برکها ماشین های دیگری نیز با عملکردهای این کار را (Wiping) و مالاندن (Folding) متنوع دیگری مانند تا کردن انجام می دهند، لیکن در اینجا به تشریح سه روش متداول و کاربردی



ماتریس فرو برده و به کف شیار فشار می دهد به گونه ای که ورق کاملاً در میان ابزار سنبه و ماتریس، منگنه می شود. تطابق و همخوانی سنبه و ماتریس در این روش به خمکاری مطلوب می انجامد. یعنی فرم و زاویه راس سنبه (tip) و کانال ماتریس (V channel) باید برابر باشند تا ورق را به خوبی در قالب و فرم زاویه مورد نظر قرار دهند. کم بودن زاویه راس سنبه باعث عدم شکل گیری مناسب برای ایجاد خم لازم و بیش بودن آن باعث آسیب دیدن ابزار می گردد. علاوه اینکه در این روش به ازاء هر زاویه مورد نیاز باید ابزار سنبه و ماتریس با همان زاویه تهیه گردد. در حین کار، هنگامی که ورق کاملاً بین دو قالب منگنه شده و سنبه امکان حرکت بیشتر به سمت پائین را ندارد، سیستم هیدرولیک همچنان در حال افزایش فشار به قطعه کار است و این فشار حتی پس از رسیدن ورق به زاویه لازم ادامه دارد. این تداوم و افزایش فشار هیدرولیک موجب می شود تا مقاومت الاستیک و تمایلات برگشت پذیری فنی قطعه کار خنثی شده و کاملاً شکل قالب سنبه - ماتریس را به خود گیرد.

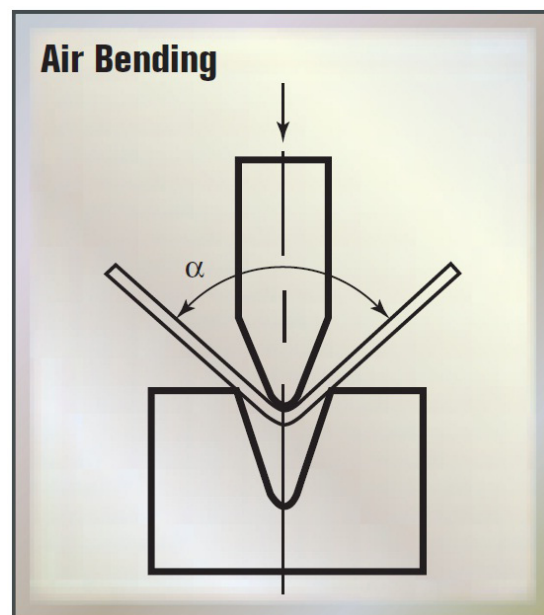


مشخص است که توان و ظرفیت نیروی هیدرولیک دستگاه، نقش اصلی و کلیدی را در انجام خم با این روش دارد، به گونه ای که فشار مورد نیاز برای خمکاری با این روش ۳ و گاه ۸ برابر بیشتر از فشار مورد نیاز در خمکاری با روش تکیه گاهی است. از این روش بیشتر برای ایجاد خم گونیا 90° با شعاع داخلی خم حداقل استفاده می شود. این ویژگی برای قطعات ریز و خیلی کوچک خصوصاً در تولید محصولات الکترونیک و مخابرات بیشتر مشاهده می شود. همچنین در مواردی که قطعه کار دارای سوراخ، شیار و برش در محل و نزدیک مکان خم باشد، بهتر است که از این روش برای

تر مرتبط با ماشین های پرس برک خواهیم پرداخت. توجه کنید که رکن اصلی هر سه این روش ها مشابه بوده و بر اساس یک قاعده مشترک عمل می کند؛ که در آن ابزار بالا (سنبه) قطعه کار را فشار داده و به داخل شیار ابزار پائین (ماتریس) فرو می برد.

خم تکیه گاهی (Air Bending): در این روش سنبه ورق قطعه کار را به داخل شیار ماتریس فشار داده که با توجه به تکیه نمودن ورق به دو سر شیار دهانه V ماتریس، ورق قطعه کار از محل نوک سنبه شکسته شده و باله ها (صفحات) بالا می آیند. این فشار و حرکت رو به پائین سنبه آنقدر ادامه می یابد تا باله ها که در ابتدا نسبت به خط الراس نوک سنبه (مرکز فشار) زاویه نیم صفحه 180° داشتند به تدریج و با تداوم حرکت سنبه نسبت به یکدیگر زاویه دلخواه را ایجاد می کنند و در انتها پس از فرم دهی و انجام خم بر روی ورق، سنبه از ادامه حرکت رو به پائین و فشار دادن قطعه کار باز ایستاده و رو به بالا بازمی گردد. زاویه خم ارتباط مستقیم با کورس حرکت سنبه دارد. کورس حرکت نیز بنا بر توانائی محاسباتی پنل کنترل یا تجربه اپراتور دستگاه، با توجه بر ابعاد قالب مورد استفاده و ضخامت و جنس ورق، میزان کورس و فشار لازم را برای حصول زاویه مورد نظر محاسبه و اعمال می کند.

این روش به جهت پایین بودن هزینه ها و کارایی فوق العاده اش در مقایسه با سایر روشها متداولترین متد برای ایجاد خم است، چرا که با یک دست ابزار مناسب می توان خمهای متنوع با زوایای مختلف ایجاد کرد. قابلیت انجام خم با حداقل فشار در این روش آنرا به اقتصادی ترین متد خمکاری تبدیل می کند.



خم منگنه ای (Coining): در این روش فارغ از پایش کورس حرکت سنبه به داخل ماتریس، سنبه، ورق قطعه کار را تا انتها در داخل شیار

مقدار دهانه V ارائه شده است:

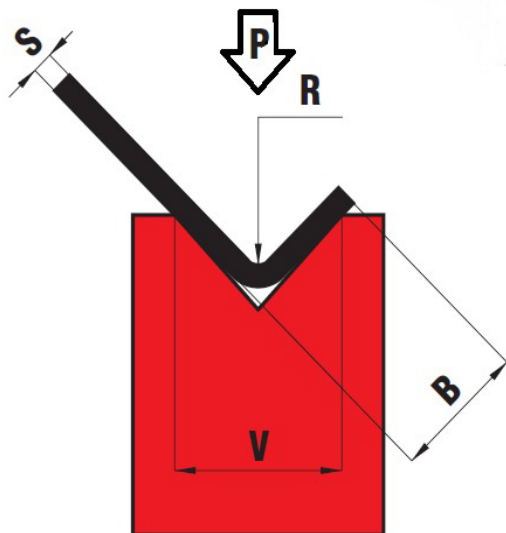
$V=6 \times S$	ضخامت کمتر از ۲,۵ م.م.
$V=8 \times S$	ضخامت بین ۳,۰ و ۶,۰ م.م.
$V=10 \times S$	ضخامت بیش از ۸,۰ م.م.

دهانه ماتریس: V ضخامت: S

انتخاب ماتریس با این روش محاسبه، صرفاً بر پایه تجربه و حاصل شدن مقادیر بهینه فشار و شعاع خم پیشنهاد شده است. گاه لازم است با توجه به مشخصه های ابعادی خم از ضرائب دیگری استفاده کرد.

از دیگر پارامترهای مهم قالب ماتریس، می توان به زاویه داخلی، شعاع انحناء لبه های تکیه گاهی، فاصله دهانه ماتریس تا لبه های اصلی قالب و جنس و میزان سختی لبه های تکیه گاهی اشاره کرد که در مقاله بعد به تفصیل درباره آن توضیح داده خواهد شد.

فشار و نیروی خم (Bending Pressure): برای تغییر شکل مواد



باید به مقاومت الاستیک آنها غلبه کرد و این کار با اعمال نیرو و فشار کافی انجام می گردد. میزان این نیرو بر اساس رابطه زیر و پارامترهای متغیر آن محاسبه و تعیین می شود:

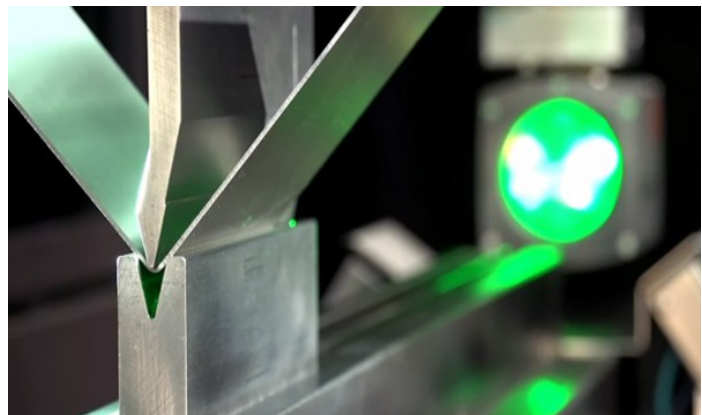
$$P = \frac{1.42 \times L \times \sigma \times s^2}{1000 \times V} \quad P = \frac{1.42 \times L \times \sigma \times s^2}{1000 \times V}$$

P : فشار هیدرولیک ton

حفظ کیفیت ظاهر و شکل سوراخ ها استفاده شود. خمکاری با این روش به جهت نوع تکنیک به کار رفته در آن، مناسب ترین راه برای خمکاری ابعاد و اشکال خاصی مانند کرکره، زیگزاگ و غیره است. در کاتالوگهای مربوط به سازندگان ابزار خم، از این گروه ابزارهای خاص را بسیار مشاهده می نمائید.

خم تا و له (Folding and Hemming): در این روش غالباً لبه ورق کار با حداقل زاویه ممکن خم و سپس تحت فشار قالب له می شود. این تغییر و فرم دهی موجب افزایش مقاومت قطعه کار و استحکام محصول نهائی می شود. این روش دارای دو مرحله عملیاتی مستقل است، در ابتدا اپراتور ورق قطعه کار را با حداقل زاویه ممکن (مثلاً 30°) با همان مکانیزم خمکاری تکیه گاهی خم زده و سپس قطعه کار را جابجا و در محل دیگری از قالب قرار می دهد تا ورق تحت فشار و نیروی هیدرولیک دستگاه بین دو سطح قالب پرس و له گردد. از اینجا مشهود است که قالب مربوط به این نوع خمکاری دارای دو مکان مجزا برای هر دو مرحله فرآیند بوده و دارای شکل و مشخصه های خاص خود با توجه به ظرفیت و کیفیت مورد نیاز است.

در خمکاری دقیق و با کیفیت پارامترهای مختلف و موثری دخیل



است، لیکن مهمترین این پارامترها بر پایه متغیرهای ابعادی خم، ضخامت و جنس ورق محاسبه می گردند که در انتخاب و سفارش خرید قالب مناسب هر خم نقش تعیین کننده دارند.

دهانه کانال ماتریس (V Channel): از مهمترین پارامترها در کیفیت خم به شمار می رود. کانال ماتریس یا به عبارتی دهانه V فضائی است که سنبه (قالب بالا) ورق قطعه کار را با فشار به داخل آن سوق می دهد و اندازه آن دقیقاً فاصله دو طرف دهانه V بوده و بدیهی است که هر چه مقدار گشودگی دهانه بیشتر باشد، میزان فشار مورد نیاز نیز کمتر می شود. برای انتخاب قالب، دهانه V باید متناسب با ضخامت ورق تعیین گردد. در جدول زیر رابطه مستقیم ضخامت و

L: طول خم بر حسب mm

σ : ضریب مقاومت کششی (Tensile Strength) بر حسب kg/mm^2

V: اندازه دهانه ماتریس بر حسب mm

S: ضخامت ورق بر حسب mm

مثلاً برای خم ورقی به ضخامت ۲ میلیمتر و طول ۱ متر از فولاد St.42 با ماتریس دهانه ۱۲ م.م، فشار لازم ۱۹,۹ تن است.

برگشت فنری ورق (Spring Back): فلزات ورقی همواره تمایل به برگشت به وضعیت اولیه پس از رها شدن از فشار و نیروی خمکاری دارند و در مقابل تغییر شکل مقاومت نشان می دهند که این موجب می شود زاویه نهائی خم، کمی بازتر از زاویه ای باشد که ورق در هنگام رها کردن سنبه داشته است. مقدار این بازگشت ارتباط مستقیم با میزان سختی و ضریب مقاومت کششی، سرعت انجام پروسه خم، روش خمکاری و نسبت شعاع خم با ضخامت ورق دارد. برای مقابله با این مقاومت و رفع خطای ناشی از آن در کار، راهکارهای متداول عبارتند از:

- با توجه به میزان برگشت ورق، قطعه را در حین اعمال خمکاری، بیشتر از مقدار زاویه مورد نظر خم کنیم تا پس از عکس العمل برگشت، نتیجه به زاویه مطلوب ما نزدیکتر باشد. یعنی به طور مثال قطعه را تا حد 88° خم کنیم تا پس از باز شدن فنری به مقدار 90° مورد نظر برسد.
- مقدار نیروی فشار را بیشتر کنیم. (متد منگنه ای)
- زمان خمکاری را طولانی تر می کنیم، به گونه ای که سنبه پس از رسیدن ورق به زاویه مورد نظر، چند ثانیه مکث کند.
- ورق های نازک فلزی بنا به جنس خود غالباً دارای برگشت فنری معادل مقادیر زیر هستند:

آلومینیوم	1°
آهن و فولاد معمولی	2°
فولاد استیل ضد زنگ	5°

