

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



اصول طراحی قالب های آهنگری

شکل دادن فلزات

دانشجو :

سمیه خیری

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

۴	۱- مقدمه
۵	۲-۱ تعریف اولیه در شکل دهی
۵	۳-۱ فرایند های شکل دهی در فورج
۶	۱-۳-۱ تعریف فورج داغ، گرم و سرد
۶	۴-۱ فرایند فورج قالب باز
۶	۱-۴-۱ اندازه و وزن قطعه فورج
۷	۲-۴-۱ شکل قطعات
۷	۳-۴-۱ چکش ها و پرس ها در فورج قالب
۸	۴-۴-۱ قالب ها
۸	۵-۴-۱ ابزار کمکی
۱۰	۶-۴-۱ تجهیزات انتقال قطعه کار
۱۰	۷-۴-۱ اصول تولید
۱۱	۵-۱ فرایند فورج قالب بسته
۱۱	۱-۵-۱ تقسیم بندی روش های فورج قالب بسته
۱۱	۶-۱ فرایند ساخت قالب های فورج
۱۲	۱-۶-۱ روش ساخت قالب
۱۴	۲- تحلیل فرایند فورج قالب
۱۴	۱-۲ فورج با قالب باز
۱۴	۱-۱-۲ قالب های موازی و حالت کرنش صفحه ای
۱۵	۳- طراحی قالب بسته فورج
۱۶	۱-۳ محل سطح (خط) جدایش بین دو نیمه قالب
۱۷	۲-۳ طراحی ابعاد حفره قالب نهایی
۱۸	۱-۲-۳ ترتیبات ترمودینامیکی عملیات فورج
۱۹	۲-۲-۳ شیب دیواره قالب
۱۹	۳-۲-۳ ملاحظات ابعادی برای سایش قالب
۱۹	۳-۳ طراحی ابعاد پلیسه در قالب
۲۰	۱-۳-۳ انواع حفره پلیسه در قالب های فورج

۲۱	۴-۳ طراحی ابعاد بلوک قالب فورج
۲۲	۵-۳ استاندارد فولاد قالب های فورج
۲۳	۴- طراحی قالب های پیش شکل دهی فورج
۲۴	۱-۴ انواع قالب های پیش شکل دهنده
۲۴	۱-۱-۴ قالب نازک کاری
۲۵	۲-۱-۴ قالب کلفت کاری
۲۵	۳-۱-۴ قالب خم کن
۲۵	۴-۱-۴ قالب بلوکر
۲۶	۲-۴ روش های طراحی قالب پیش شکل دهنده
۲۶	۵- انواع چکش ها و پرس ها
۲۷	۱-۵ چکش های فورج قالب بسته
۲۷	۲-۵ پرس های فورج
۲۸	۱-۲-۵ انواع پرس های هیدرولیکی و مکانیکی
۲۸	۳-۵ انواع قالب پرس
۲۹	۶- منابع

۱- مقدمه

امروزه روش فورج برای ساخت قطعاتی که باید از دوام بالا، ایمنی زیاد و استحکام مکانیکی خوب برخوردار باشد به کار می رود. این فرایند در ساخت و تولید قطعات هواپیما، سازه های فضایی، صنایع دریایی و قطعات خودرو به کار می رود. معمولاً با این فرایند قطعاتی ساخته می شوند که درجه اطمینان بالا برای عملکرد، فیزیکی آنان مورد نیاز باشد.

فورج روش ساخت قطعات فلزی با اعمال فشار و ضربه است و در طی فرآیند شکل دهی نباید تغییر حجم اتفاق بیفتد. گاهی قطعه فورج بین دو یا چند ابزار فشاری شکل می گیرد. ابزارهای شکل دهی در فرایند فورج خواص مکانیکی بالاتری نسبت به قطعات فلزی دارند. نام روش های مختلف فورج که به تدریج برای افزایش کیفیت بهتر و کمیت بالاتر توسعه یافته اند در زیر معرفی می شوند.

۱- آهنگری سنتی و دستی (چکش و سندان)

۲- فورج با پتک اتوماتیک بدون قالب

۳- فورج قالب باز

۴- فورج قالب بسته

۵- فورج غلتکی

۷- فورج حلقوی

۸- فورج با حرکت وضعی

۹- فورج کله زنی و کلفت کاری برای افزایش قطر

۱۰- فورج جزء به جزء

۱۱- فورج با انرژی بالا

۱۲- فورج با چکش محیطی

۱۳- فورج متالورژی پودر

معمول ترین روش شکل دهی فرایند فورج قالب بسته است. برای تولید اشکال پیچیده شکل دهی در چند مرحله ضروری است. در فرایند فورج قالب بسته چند مرحله ای قالب های متعددی برای تولید قطعات پیش شکل داده شده نیاز به روش های فورج مخصوص دارد. برخی از این روش های فورج بسیار پیشرفته هستند و فقط برای ساخت قطعات پیش شکل داده شده توسعه یافته اند. فرایند های فورج غلتکی و فورج گوه ای نمونه هایی از این روش ها هستند.

۱-۲ تعریف اولیه در شکل دهی

شکل دهی صنعتی به تبدیل هندسه یک جسم به شکل دلخواه گفته می شود که در تیراژ بالا و با استفاده از روش های اقتصادی انجام شود. فرایند شکل دهی در اکثر منابع مهندسی به تغییر هندسه اجسام بدون افزایش یا کاهش حجم آنان گفته می شود. تغییر طول نسبی و کرنش از مفاهیم اولیه در تحلیل فرایند شکل دهی هستند.

۱-۳ فرایند های شکل دهی در فورج

بی شک فورج با سرعت کم دارای قدمت زیادی است و یکی از قدیمی ترین روشهای تغییر شکل اجسام می باشد. در سالهای اخیر به دلیل نیاز به سرعت های تولیدی بالا فورج فلزات با سرعت زیاد به طور قابل ملاحظه ای رواج پیدا کرده است. با این وجود هنوز هم آن چه که عملیات و طراحی قالب های فورج را هدایت می کند همان تجارب بشر در فرایند فورج است. در این فرایند جریان ماده تا اندازه زیادی تابع شرایط مختلف قالب و متغیر های مربوط به تجهیزات شکل دهی مانند سرعت تغییر شکل، مان تاثیر نیرو و روغن کاری است. هم چنین تغییرات جریان فلز سه بعدی است که باید از طریق معادلات غیر خطی تغییر شکل پلاستیک حل شود. به علاوه طبیعت نامعین اصطکاک در سطح قالب این مساله را مشکل تر می سازد. تاکنون هیچ راه حل دقیقی حتی برای ساده ترین مساله فورج مانند اشکال متقارن محوری و دیسک دایروی گزارش نشده است. پارامتر های زیادی در طی عملیات فورج روی تغییر شکل قطعه اثر می گذارند که متقابلاً با یکدیگر حالت پیچیده ای را به وجود می آورند. عواملی که معمولاً اثر اصلی را دارند شامل اصطکاک سطوح قالب با قطعه، تنش داخلی مواد، هندسه قطعه کار و دمای فرایند

فورج می باشند. در فورج قالب باز قطعه کار بین دو قالب با شکل ساده قرار می گیرد و شکل پذیری قطعه در دو جهت دیگر آزاد است.

۱-۳-۱ تعریف فورج داغ، گرم و سرد

فورج داغ عبارتست از تغییر شکل گرم فلزات در دمای تبلور مجدد فلز که با استفاده از فشار یا ضربه صورت می گیرد و جریان فلز در یک یا چند جهت اتفاق می افتد. چنان چه عمل شکل دهی در درجه حرارت محیط صورت بگیرد به آن فورج سرد و اگر در محدوده دمای محیط و درجه حرارت تبلور مجدد انجام شود به آن فورج گرم می گویند.

۱-۴-۱ فرایند فورج قالب باز

فرایند فورج قالب باز به نام های گوناگون فورج دستی، چکشی و قالب تخت شناخته شده است. این نوع فورج در موارد زیر به کار می رود.

۱- خواص مکانیکی حاصل از فورج قالب باز را نمی توان از طریق تولید قطعه به روش ماشین کاری یا ریخته گری به دست آورد.

۲- تعداد قطعات مورد نیاز به اندازه ای کم است که فورج قالب بسته مقرون به صرفه نیست.

۳- شکل قطعه به اندازه ای ساده است که تولید آن با فورج قالب باز مقرون به صرفه تر از روش قالب بسته می باشد.

۴- قطعه به اندازه ای بزرگ است که با فورج قالب بسته نمی توان آن را شکل دهی کرد.

۵- مهلت تحویل به اندازه ای کم است که فرصت ساخت قالب برای فورج قالب بسته وجود ندارد.

همه انواع فلزات شکل پذیر را می توان به وسیله ی فورج قالب باز تولید کرد.

۱-۴-۱-۱ اندازه و وزن قطعه فورج

اندازه قطعه فورج قالب باز به وسیله ی نوع تجهیزات گرم کننده، انبر انتقال دهنده قطعه و تجهیزات فورج کننده آن محدود می شود. قطعاتی مانند پروانه ها و محور کشتی ها (طول آن ها به ۲۸ متر می رسد) از طریق فورج قالب باز

تولید می شوند. حدود ۸۰ درصد کل قطعات فورج قالب باز بین ۱۵ تا ۵۰۰ کیلوگرم وزن دارند. از طرف دیگر وزن قطعه فورج قالب باز ممکن است به کوچکی نیم کیلوگرم یا به بزرگی ۳۰۰ تن باشد.

۱-۴-۲ شکل قطعات

عموماً شکل قطعات تولیدی با فرایند فورج قالب باز ساده است. البته یک کارگر ماهر به کمک ابزارهای مختلف می تواند اشکال نسبتاً پیچیده را از طریق فورج قالب باز به دست آورد. ولی به دلیل هزینه و زمان زیاد صرف شده تولید این نوع قطعات اغلب در شرایط غیر معمول انجام می شود. بیش تر قطعات فورج شده با قالب باز دارای اشکال زیر می باشند.

- ۱- اشکال مدور، مربع شکل، مستطیل شکل، شش ضلعی و هشت ضلعی تولید شده با فورج شمشال که خواص مکانیکی آن ها بیش از میله های نورد شده می باشند. در مواقعی که ترکیب مواد قطعه طوری است که شکل دهی آن به کمک نورد به سادگی امکان پذیر نباشد از این نوع فورج استفاده می شود. این اشکال معمولاً در طول های ۳ تا ۵ متر فورج می شوند، سپس به طول های مورد نیاز بریده می شوند.
- ۲- فورج صفحه ای شامل فشردن یک قسمت از طول قطعه مانند شفت چرخ دنده ها، چرخ قطار و انتهای فرزها می شود.
- ۳- فورج توپی ها که باعث افزایش قطر در انتهای شفت می شود. این توپی ها از طریق ماشین کاری به چرخ دنده، چرخ تسمه و قطعات مشابه مورد نیاز در ماشین آلات تبدیل می شوند.
- ۴- تولید چرخ دنده های اسپیندل و پنیون و ایجاد دندانه با فرایند فورج.
- ۵- تولید ورق فلزی گرد برای فرایند منگنه کاری، سوراخ کاری و حدیده کاری.

۱-۴-۳ چکش ها و پرس ها در فورج قالب

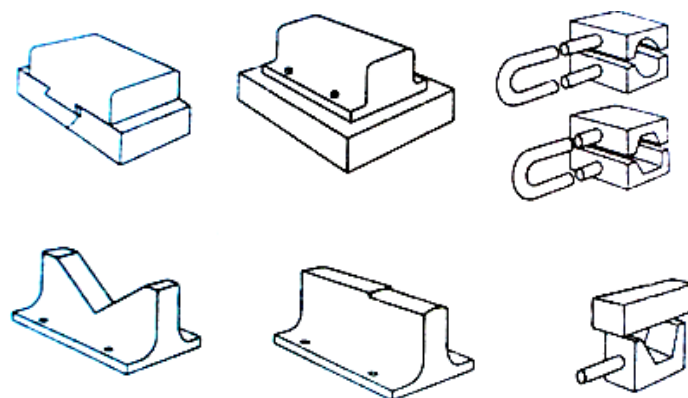
عملیات فورج قالب باز معمولاً در چندین مرحله و با ضربات متعدد و پی در پی انجام می شود. از آن جایی که میزان نیروی وارد شده و تغییر شکل در هر مرحله بایستی قابل کنترل باشد چکش های ثقلی و بیش تر پرس های مکانیکی برای فورج قالب باز مناسب نیستند. چکش های فورج رانشی با فشار هوا یا بخار معمول ترین وسیله برای فورج قالب باز قطعات با وزن تا ۵ تن می باشند. فورج قالب باز قطعات سنگین تر معمولاً به وسیله ی پرس های هیدرولیکی انام

می شود. تناژ پرس ها با ساختمان بدنه آن ارتباط مستقیم دارد. به طور معمول از نظر شکل کلی و ساختمان بدنه پرس دو نوع پرس بدنه فرد و بدنه زوج در فرایند قالب باز استفاده می شوند.

۱-۴-۴ قالب ها

بیش تر فرایندهای فورج قالب باز به وسیله ی یک جفت قالب تخت انجام می شوند. یکی از قالب ها به محور پرس و دیگری به فک ثابت (سندان) متصل می شوند.

قالب های منحنی شکل، V، شکل، ترکیب V و تخت در شکل ۱ نشان داده شده است. در برخی موارد فرایند فورج با قالب های تخت و منحنی به صورت ترکیبی انجام می شود.



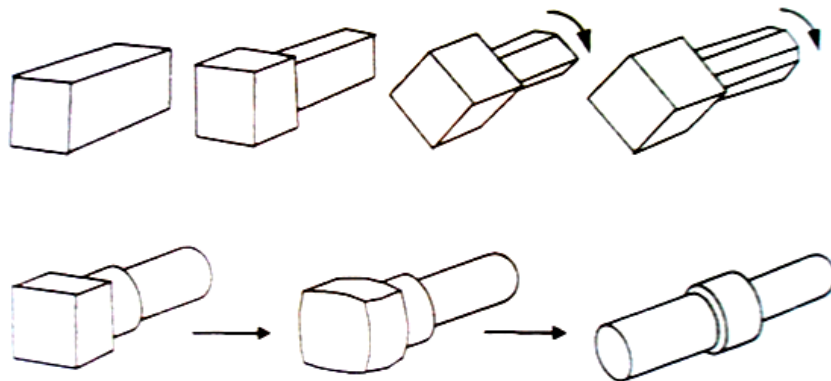
شکل ۱: انواع قالب های باز فورج (ASM, 1988)

۱-۴-۵ ابزار کمکی

در فرایند فورج قالب باز معمولاً از ابزارهای ککی مانند ماندل، پایه های زمین شکل، جداکننده ها، ابزار حلقه ای شکل زیرقالبی، فیلرها (پرکننده ها)، سنبه های سوراخ کن و ابزارهای متنوع مخصوص استفاده می شود. به دلیل این که بیش تر ابزارهای کمکی در معرض حرارت زیاد قرار دارند معمولاً آن ها را از جنس فولاد قالب ها می سازند.

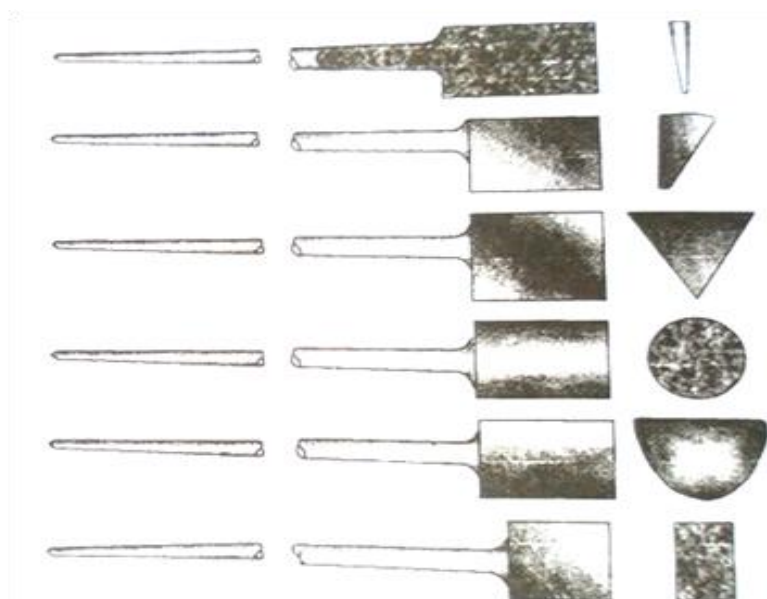
قالب های نازک کاری برای کاهش سطح مقطع و پله ای کردن قطعاتی مانند محورها به کار می روند. در شکل (۲) فرایند نازک کاری یک محور نشان داده شده است. قالب های نازک کاری اغلب به صورت جفت به کار می روند

و در حین شکل دهی قطعه بین آن ها چرخانده می شود. در نتیجه ضربات از زوایای مختلف بر روی قطعه وارد می شوند.



شکل ۲: قطعه فورج با اشکال محور و شفت پله دار

در شکل (۳) برخی از ابزارهای مخصوص برش و شیارزنی قطعه نشان داده شده اند. می توان اغلب شیارهای پیچیده را در عملیات فورج قالب باز به وسیله ی این ابزارها تولید کرد. بسته به نوع و شکل سطح مقطع شیارها می توان گاهی از دو ابزار با اشکال مختلف و یکی پس از دیگری استفاده کرد.



شکل ۳: وسایل و ابزارهای کمکی در فورج قالب باز

۱-۴-۶ تجهیزات انتقال قطعه کار

قطعات سنگین که در فورج آنان با قالب بسته ممکن نباشد با فرایند فورج قالب باز ساخته می شوند. انتقال قطعات سنگین در فورج قالب باز بسیار مشکل است. در فورج قالب باز معمولاً قطعات در طول یک سیکل تولید چندین بار جابجا یا چرخانده می شوند.

در اکثر موارد قطعات کوچک با وزن کم تر از ۵۰ کیلوگرم با دست و انبر یا یک بازوی برقی جابجا می شوند. بازوهای برقی معمولاً از سقف آویزان شده اند. قطعات بزرگ تر با وزن حدود ۱۰۰ کیلوگرم معمولاً با جرثقیل برقی و به ندرت با انبر یا لوازم باربری جابجا می شوند. قطعات با وزن بیش تر از ۱۰۰۰ کیلوگرم با جرثقیل بزرگ سقفی یا ستون های باربر متصل به جرثقیل های ریلی جابجا می شوند و جرثقیل های ریلی الکتریکی قطعات نیمه فورج شده یا شمشال را وسایل مخصوص بالابرنده به درون کوره های گرم کن و سپس زیر ماشین های فورج انتقال می دهند.

۱-۴-۷ اصول تولید

برای برش ماده اولیه در فورج قالب باز معمولاً برش قطعه کار به وسیله اهر سرد انجام می شود. در فرایند اهر کاری شمشال به میزان محاسبه شده (برای تامین وزن مورد نیاز) بریده می شود. در فورج قطعات بزرگ از شمشالای ریخته گری شده استفاده می شود. روش گرم کردن قطعه کار در فرایند فورج قالب باز مانند فورج قالب بسته است.

در فورج قالب باز دمای قالب اهمیت کمتری در مقایسه با فورج قالب بسته دارد. قالب های تخت پیش گرم نمی شوند. قالب های منحنی شکل و V شکل پیش گرم می شوند. پیش گرم کردن قالب معمولاً با نزدیک کردن تختال فولادی داغ به قالب انجام می شود. معمولاً در فرایند فورج با قالب باز قطعات بدون سوراخ به روان کاری نیازی ندارند.

برخلاف فورج قالب بسته که بر روی همه سطح فلز کار مکانیکی انجام می شود در فورج قالب باز تنها بر روی قسمتی از فلز کار مکانیکی انجام می شود. بنابراین در فورج قالب باز نیروی کم تری برای شکل دهی لازم است. در مقایسه با فورج قالب بسته یک چکش معین با قالب باز می تواند قطعه را با وزن و اندازه بزرگ تری تولید کند. در فرایند فورج با قالب باز تنوع زیادی در تجهیزات و ابزار وجود دارد. فورج یک قطعه معین با قالب باز به طور قابل

ملاحظه ای به مهارت اپراتور ارتباط دارد و تعداد مراحل آن از یک کارگاه به کارگاه دیگر تغییر می کند. این تفاوت معمولاً به نوع شکل دهی در هر مرحله ارتباط دارد.

۱-۵ فرایند فورج قالب بسته

به شکل دهی فلز داخل فضای حفره ای شل دو نیمه قالب فورج قالب بسته می گویند. با نزدیک شدن قالب ها به هم فلز شکل نهایی حفره بسته شده را می گیرد. فرایند فورج قالب بسته در مقایسه با قالب باز قادر به تولید قطعات پیچیده با تolerانس های دقیق است.

۱-۵-۱ تقسیم بندی روش های فورج قالب بسته

فرایند فورج قالب بسته از نظر دقت و کیفیت به انواع زیرگروه های ورج با قالب بسته تقسیم می شود.

الف- فورج با قالب کم دقت نیمه کامل

ب- شکل دهی با قالب نهایی کامل یا فینیش

پ- فورج با قالب های دقیق اندازه کننده نهایی با تolerانس کم

۱-۶ فرایند ساخت قالب های فورج

فرایند ساخت قالب های فورج به نقشه قالب بستگی دارد. مراحل تهیه قالب های فورج به شرح زیر است:

۱- دریافت نقشه قطعه از سفارش دهنده

۲- محاسبه و تهیه نقشه گرم قطعه و قالب

۳- تعیین مراحل شکل دهی

۴- طراحی قالب

۵- انتقال طرح قالب به کارگاه قالب سازی

۶- انتخاب بلوک مناسب از فولاد خام گرم کار

۷- عملیات خشن کاری بر روی بلوک فولاد خام گرم کار

۸- انتقال قالب به کارگاه عملیات حرارتی و حرارت دهی در کوره

۹- خروج قالب از کوره، آبکاری و سختی دهی حجمی

۱۰- انتقال دوباره قالب به کارگاه قالب سازی

۱۱- انجام عملیات پولیش کاری یا ماشین کاری EDM

۱۲- انتقال قالب به خط تولید

۱-۶-۱ روش ساخت قالب

ساخت قالب های فورج مسیر متفاوتی را در تاریخ صنعت قالب سازی طی کرده است. این سیر تاریخی از روش های سنتی فرزکاری شروع شد و سپس با کاربرد روش های نوین ماشین کاری الکتروفیزیکال توسعه یافت. ولی به دلیل کند بودن ماشین کاری الکتروفیزیکال امروزه از روش های مدرن ابتدا خشن کاری با فرز و سپس ظریف کاری یا پولیش کاری یا ماشین فرز سریع انجام می شود. این ماشین تیغه فرز را با سرعت ۱۰ الی ۵۰ هزار دور در دقیقه روی سطح قالب حرکت می دهد و قادر است با سرعت برشی زیاد مقادیر زیادی از ماده را در کم ترین زمان ماشین کاری کند. سطح ماشین کاری شده در این روش بسیار صاف و صیقلی است. در نتیجه فرایند طراحی و ساخت الکتروود ماشین کاری الکتروفیزیکال حذف می شود و هزینه ساخت قالب و ماشین کاری کاهش می یابد.

روش های ساخت قالب را می توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱- روش سنتی ساخت قالب فورج

الف) خشن کاری با ماشین فرز معمولی یا کپی تراش هیدرولیکی

ب) ظریف کاری با ماشین فرز یا کپی تراش هیدرولیکی

پ) پولیش کاری با سوهان و سنباده

ت) عملیات حرارتی و آبکاری

ث) پولیش کاری با سنباده

۲- ساخت قالب فورج با ماشین کاری الکتروفیزیکال

الف) خشن کاری با ماشین فرز معمولی، کپی تراش هیدرولیکی یا CNC

ب) ظریف کاری با ماشین فرز معمولی، کپی تراش هیدرولیکی یا CNC

پ) ظریف کاری ثانویه با سوهان و ماشین کاری الکتروفیزیکال

ت) عملیات حرارتی و آبکاری

ث) پولیش کاری با سنباده یا ماشین کاری الکتروفیزیکال

۳- ساخت قالب فورج با روش های مدرن

الف) خشن کاری با ماشین فرز CNC سریع

ب) ظریف کاری با ماشین فرز CNC سریع

پ) عملیات حرارتی و تابکاری

ت) پولیش کاری با سنباده یا ماشین کاری با فرز CNC سریع

پس از فرایند عملیات حرارتی و آبکاری سختی فولاد به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می یابد و ماشین کاری ثانویه با روش های سنتی مقرون به صرفه نیست. گاهی سختی فولاد قالب تا حدود ۴۰ الی ۶۲ راکول C افزایش می یابد. در این شرایط فقط سنگ زنی با فرز CNC سریع و ماشین کاری الکتروفیزیکال امکان پذیر است.

۲- تحلیل فرایند فورج قالب

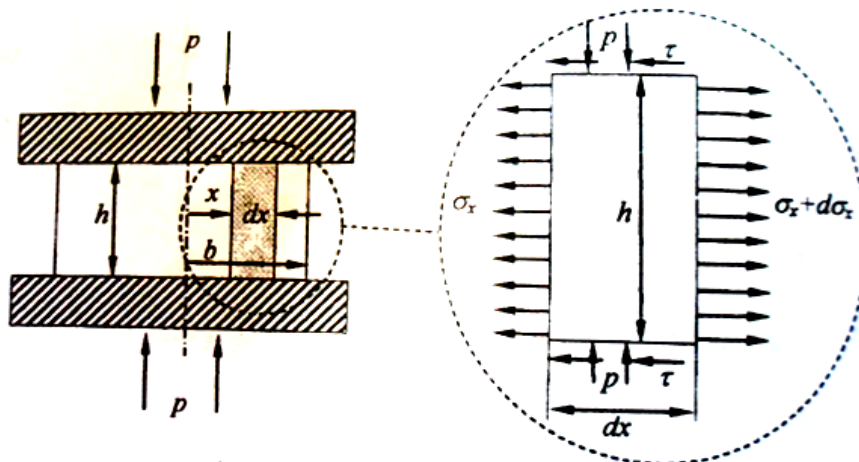
۲-۱ فورج با قالب باز

هنگامی که رفتار فلز در طی فرایند فورج وابستگی کمی به سرعت و زمان شکل دهی داشته باشد از روابط شکل دهی با سرعت کم استفاده می شود. هم چنین اگر از عوامل مربوط به نیروهای اینرسی ماده صرف نظر شود روابط تغییر مکان بدون در نظر گرفتن شتاب از روابط سرعت به دست می آیند. این حالت شکل دهی بسیار مشابه فورج کم سرعت است. برای ساده سازی معادلات بر تحلیل فرایند شکل دهی با سرعت کم معمولاً از عوامل مربوط به زمان صرف نظر می شود.

۲-۱-۱ قالب های موازی و حالت کرنش صفحه ای

برای تعیین حد شروع تغییر شکل پلاستیک در یک المان کوچک از معیارهای تسلیم فن میز و ترسکا استفاده می شود. مطابق شکل (۴) یک المان حجمی با ضخامت یکنواخت h و طول dx در نظر گرفته می شود. فرض بر این است که پهنای صفحه طوری ثابت نگه داشته می شود که شرط کرنش صفحه ای برقرار باشد.

علاوه بر آن فرض می شود که تنش σ_x در امتداد محور x و فشار $\sigma_y = -p$ بر روی سطح قالب به ترتیب دو تنش اصلی σ_1 و σ_3 باشند.



شکل ۴: المان حجمی کرنش صفحه ای

بدین ترتیب معیار تسلیم $\sigma_1 - \sigma_3 = 2K$ به صورت زیر در می آید.

$$k = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \quad \text{و} \quad \sigma_x + p = \frac{2\sigma_0}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

با دیفرانسیل گرفتن از معادله (۱) رابطه زیر به دست می آید.

$$d\sigma_x + dp = 0 \quad (2)$$

تعادل نیرو در جهت X برای این المان نوشته می شود.

$$hd\sigma_x = 2\tau dx \quad (3)$$

از معادله تعادل (۲) در رابطه (۳) استفاده می شود و رابطه زیر به دست می آید.

$$dp = -\frac{2\tau}{h} dx \quad (4)$$

۳- طراحی قالب بسته فورج

فرایند فورج با قالب بسته در تولید قطعات خودرو، هواپیما، ماشین آلات صنعتی و کشاورزی به کار می رود. به عنوان نمونه قطعات فورج حدود ۴۰ درصد وزن اتومبیل های مدرن و حدود ۸۵ درصد وزن هواپیماهای مسافری را تشکیل می دهند. در اغلب فرایندهای شکل دهی فورج از دو نیم قالب استفاده می شود. نیمه بالا به چکش متحرک و نیمه پایین به سندان متصل است.

موفقیت در طراحی مناسب قالب فورج به بهینه کردن عوامل زیر بستگی دارد:

۱- محل سطح جدایش بین دو نیمه قالب

۲- طراحی ابعاد حفره قالب نهایی

۳- طراحی ابعاد پلیسه در قالب

۴- محاسبه فشار، نیرو و انرژی در فورج قالب بسته

۵- محاسبه و طراحی ابعاد بیرونی قالب بسته

۶- طراحی قالب های برش پلیسه

۷- طراحی بهینه قالب پیش شکل دهی

۳-۱ محل سطح جدایش بین دو نیمه قالب

محل اتصال پلیسه در خط جدایش قالب روی سطح جانبی قطعه یک خط به وجود می آورد. این خط نشان دهنده محل و شکل سطح جدایش دو نیمه قالب فورج نسبت به وضع قرارگیری در داخل حفره قالب است. به عبارت دیگر عملیات برش پلیسه در محل سطح جدایش دو نیمه قالب باعث به وجود آمدن خطی بر روی سطح جانبی قطعه فورج می شود. زاویه خط جدایش قالب و پلیسه باعث ایجاد نیروی جانبی زیاد می شود. نیروی جانبی باعث جفت نشدن قالب بالا و پایین می شود. گاهی برای خنثی سازی نیروی جانبی از قالب پله دار مطابق شکل (۵) استفاده می شود.



شکل ۵: خط جدایش شکسته در طراحی یک طرفه

سایش در قالب زیاد است و گاهی برای خنثی سازی نیروی جانبی از قالب متقارن استفاده می شود. با این قالب در هر ضربه می توان دو قطعه تولید کرد. هزینه ساخت قالب متقارن زیاد است و ممکن است در تیراژ تولید پایین قالب پله دار مقرون به صرفه تر باشد. قالب متقارن در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶: خط جدایش شکسته در طراحی دو طرفه

مواد اضافی در سطح جدایش دو نیمه قالب باعث ایجاد پلیسه در اطراف قطعه می شود. این پلیسه باید پس از مرحله آخر فورج بریده شود. فرایند برش پلیسه در لبه قطعه سطح بسیار ناصاف ایجاد می کند. برای پرهیز از برش ناصاف باید خط جدایش ساده و مسطح باشد. هم چنین مناسب قالب باعث می شود که خط پلیسه در لبه های قطعه قرار نگیرد. هم چنین برای سهولت در جریان بهتر مواد خط جدایش قالب طراحی بهینه می شود. علاوه بر این طراحی مناسب خط جدایش برای سهولت در گیره بندی فرایند ماشین کاری سطوح قطعه به کار می رود.

خط جدایش قالب روی پارامترهای فورج زیر تأثیر می گذارد.

- ۱- کنترل جریان ماده در داخل حفره و بیرون رفتن آن به صورت پلیسه
- ۲- تأثیر روی مقدار و وزن ماده پلیسه مورد نیاز برای اطمینان از پر شدن قالب
- ۳- کنترل نیروهای جانبی قالب بالا و پایین با استفاده از سطح جدایش زاویه دار
- ۴- ایجاد سهولت در قرارگیری قطعه پیش شکل در محل مورد نظر
- ۵- تقسیم حجم مناسب قطعه در دو حفره قالب پایین و بالا
- ۶- سهولت در بیرون انداختن قطعه با کم ترین تلاش کارگر
- ۷- کنترل و ایجاد تعادل در سایش قالب بالا و پایین با ایجاد پروفیل جریان یکسان در دو حفره
- ۸- کنترل و بهبود ریزساختار در محل های موردنظر با کنترل جریان ماده

۳-۲ طراحی ابعاد حفره قالب نهایی

به منظور تولید انبوه یه قطعه با فرایند فورج طبق نقشه صنعتی ماشین کاری شده آن می بایستی انواع مختلف ملاحظات ابعادی روی آن اعمال گردد. طراحی حفره قالب نهایی براساس این ملاحظات ابعادی صورت می گیرد. کاربرد صحیح این ملاحظات ابعادی در کیفیت قطعات تولیدی نقش مهمی دارد.

به طور کلی ملاحظات ابعادی را می توان به پنج گروه زیر تقسیم کرد:

الف- ترتیبات ترمودینامیکی فورج و مقدار انقباض قطعه

ب- شیب دیواره قالب

پ- جابجایی جانبی قالب به دلیل لقی میل راهنما و گیپ پتک یا پرس

ت- ملاحظات ابعادی برای سایش قالب

۳-۲-۱ ترتیبات ترمودینامیکی عملیات فورج

فرایند فورج داغ فولادهای کم کربن معمولاً در دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس انجام می شود. حجم قطعه داغ در این دما برابر حجم حفره قالب است. دمای قالب در مراحل مختلف فرایند فورج معمولاً بین محدوده دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس تغییر می کند. در نتیجه حجم حفره قالب در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس برابر حجم قطعه در دمای ۱۱۰۰ درجه است. قالب در کارگاه قالب سازی و محدوده دمای ۲۰ درجه سلسیوس ساخته می شود. باید نقشه صنعتی حفره قالب در دمای ۲۰ درجه سلسیوس از روی ابعاد منقبض شده حفره قالب در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس (که مساوی با ابعاد قطعه در دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس است) به دست آید. هم چنین ابعاد قطعه فورج در دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس باید از روی ابعاد منبسط شده قطعه فورج در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به دست آید. به طور کلی یک میله فلزی تحت دمای متفاوت تغییر طول خواهد داشت. این تغییر طول در شرایط استاندارد اندازه گیری و با ضریب انبساط طولی آن فلز بیان می شود.

تغییر طول یک میله به طول اولیه L_0 به وسیله رابطه زیر پیش بینی می شود.

$$L = L_0 (1 + \Delta T \cdot \alpha_w) \quad (5)$$

که α و ΔT به ترتیب ضریب انبساط طولی و تغییرات دما است. تغییرات دما با رابطه زیر تعریف می شود.

$$\Delta T = T - T_0 \quad (6)$$

مقادیر T و T_0 به ترتیب درجه حرارت کنونی و پیشین یک فرایند حرارتی متغیر است.

۳-۲-۲ شیب دیواره قالب

شیب دیواره قالب باعث سهولت خروج قطعه از داخل حفره قالب فورج می شود. دیواره داخلی قطعه نیاز به شیب بیش تری نسبت به دیواره خارجی دارد. شیب متفاوت برای دیواره های داخلی و خارجی قطعه به دلیل انقباض قطعه خنک شده در تماس با سطح قالب است. قالب با پین بیرون انداز نیاز به شیب دیواره کمتری دارد. شیب دیواره قالب به حجم قطعه فورج اضافه می کند و هزینه مواد مصرفی را افزایش می دهد.

۳-۲-۳ ملاحظات ابعادی برای سایش قالب

سایش قالب به مقدار قابل ملاحظه ای به دما و استحکام قطعه بستگی دارد. محدوده مجاز سایش قالب تعیین کننده زمان تعمیر قالب است. معمولاً سایش مجاز قالب کم تر از پنج برابر بزرگ ترین تolerانس مجاز در نقشه قطعه ماشین کاری در نظر گرفته می شود.

$$t_{dw} \leq 5t_m \quad (7)$$

در رابطه بالا t_m تolerانس مجاز در نقشه صنعتی قطعه ماشین کاری شده و t_{dw} اضافه ضخامت قطعه فورج به دلیل ساییده شدن دیواره و بزرگ شدن حفره قالب است. اضافه ضخامت قطعه فورج باید به صورت اقتصادی از قطعه جدا و ماشین کاری شود.

به دلیل دمای بالا و سایش زیاد قالب ها معمولاً یک قالب یدکی در کنار پرس تعبیه می شود. پس از ساییده شدن قالب زیر پرس آن را با قالب یدکی جایگزین می کنند. قالب ساییده شده برای تعمیر به کارگاه قالب سازی فرستاده می شود. معمولاً ارتفاع بلوک قالب برای حداقل ده بار تعمیر، ضخیم تر طراحی می شود.

۳-۳ طراحی ابعاد پلیسه در قالب

برای کسب اطمینان از پر شدن قالب حجم شمشال کمی بزرگ تر از حفره قالب طراحی می شود. حجم اضافی شمشال در طی فرایند فورج از حفره قالب بیرون می ریزد و باعث ایجاد پلیسه در اطراف قطعه می شود. حجم اضافی فلز بیرون ریخته شده بین دو سطح جدایش قالب قرار می گیرد. فلز خمیری شکل بین دو سطح جدایش قالب به صورت یک ضربه گیر عمل می کند و از بالا رفتن بیش از حد بار ماشین پرس جلوگیری می کند. اصطکاک بین جریان فلز و سطح قالب سبب بیرون رفتن آهسته فلز خمیری شکل می شود. مقدار اصطکاک توسط ابعاد سطح

تماس پلیسه روی قالب تعیین می شود. ابعاد نامناسب پلیسه و اصطکاک بیش از حد عمر قالب را کاهش می دهد. هم چنین اصطکاک کم باعث پر نشدن قالب می شود. اصطکاک کنترل شده فشار مطلوب هیدرواستاتیک را برای پر کردن حفره های عمیق قالب تامین می کند. فشار هیدرواستاتیک فورج در اثر کاهش ضخامت و افزایش پهنای پلیسه افزایش می یابد که علت آن ترکیبی از عوامل زیر است.

الف) افزایش محدودیت هندسی در مقابل جریان فلز

ب) افزایش نیروهای اصطکاکی

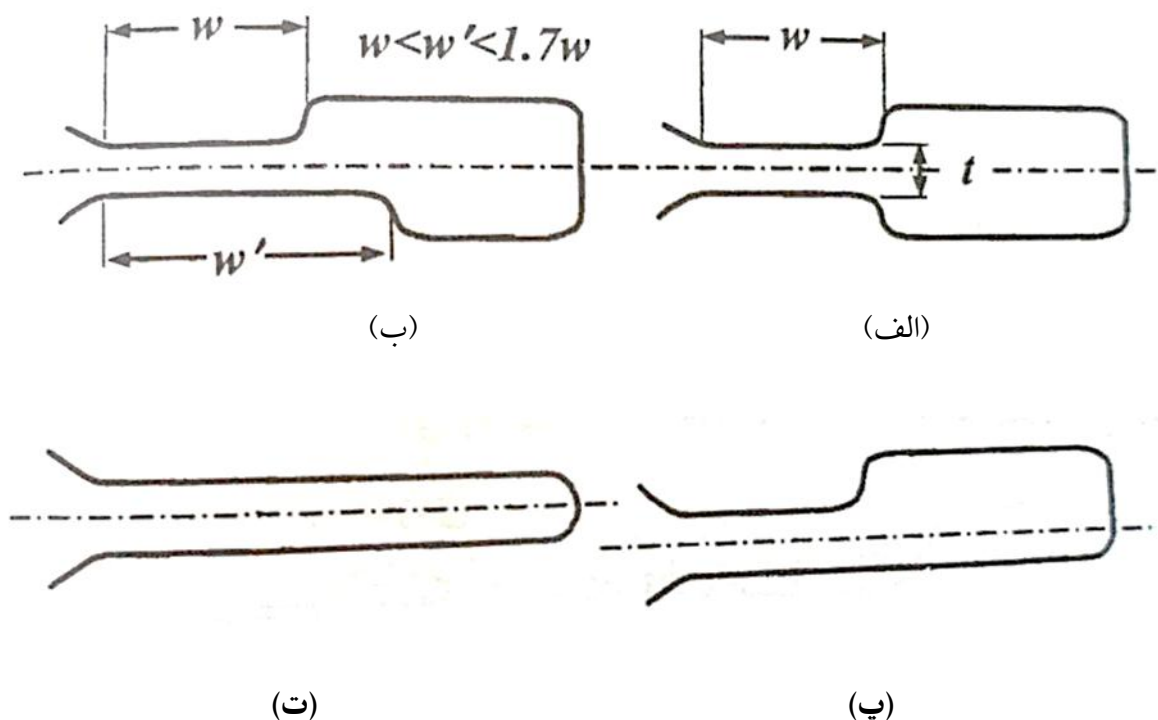
پ) کاهش دمای فلز در اثر تماس زیاد با قالب و افزایش تنش جریان فلز

۳-۳-۱ انواع حفره پلیسه در قالب های فورج

حفره پلیسه روی سطح قالب فورج به چهار شکل مختلف طراحی می شود. شکل (۷) طرح های مختلف حفره پلیسه را نشان می دهد. هر کدام از این طرح ها مزایا و کاربرد خاص خود را دارند. علاوه بر این طرح ها ممکن است شکل های دیگری مانند پلیسه های مخروطی، چین دار و موج دار برای پر شدن بهتر قالب به کار روند.

شکل (۷-الف) یک حفره پلیسه متقارن را نسبت به خط جدایش نشان می دهد. پس از ورود فلز به داخل این حفره پلیسه سطح تماس فلز با قالب تقریباً ثابت می ماند. سطح تماس ثابت مقاومت یکنواختی را در طول شکل دهی برای خروج فلز از داخل حفره قالب ایجاد می کند. همچنین این نوع از حفره های پلیسه کمترین فشار هیدرواستاتیک را در حفره قالب به وجود می آورد. شکل (۷-ب) طرح دیگری را برای حفره پلیسه به منظور کاهش سایش در سطح تماس پلیسه با قالب پایین نشان می دهد. در این شکل طول سطح تماس فلز قالب پایین تر از قالب بالا است. این نوع پلیسه باعث قرار گیری بهتر قطعه در قالب برش پلیسه می شود. در شکل (۷-پ) کل حفره پلیسه در قالب بالا تعبیه شده است. از این نوع حفره پلیسه در فرایند فورج سریع با ماشین های پتک و چکش اتوماتیک استفاده می شود. در فرایند فورج سریع نیاز به جدا کردن سریع قطعه از داخل قالب پایین داریم. تجمع فلز در عمق حفره پلیسه باعث کشیده شدن قطعه به وسیله قالب بالا در طی بالا رفتن چکش باعث سهولت در جدا شدن سریع قطعه از داخل قالب پایین می شود. شکل (۷-ت) ساده ترین نوع حفره پلیسه را با ضخامت پابت نشان می دهد. این نوع حفره پلیسه بیشترین مقاومت را در مقابل خروج فلز از داخل حفره قالب بوجود می آورد. مقدار مقاومت در مقابل خروج فلز از داخل حفره قالب یکنواخت نیست و با سرد شدن فلز بصورت تصاعدی افزایش می یابد. این نوع حفره پلیسه به هیچ وجه برای استفاده در قالبی که زیر پرس های لنگ، زانویی و مفصل زانویی بسته شده است مناسب نیست. کاربرد این نوع از حفره پلیسه احتمال ترکیدن و یا صدمه خوردن پرس را بالا می برد. در پرس های لنگ،

زانویی و مفصل زانویی کورس پرس ثابت است و باید در هر ضربه مسیر کامل کورس طی شود. اگر شکل حفره پلیسه اجازه خروج کامل ماده اضافی را از داخل حفره قالب ندهد ممکن است فشار بیش از حد هیدرواستاتیک به پرس یا قالب صدمه وارد کند.



شکل ۷: انواع حفره پلیسه

۳-۴ طراحی ابعاد بلوک قالب فورج

یکی از مهمترین پارامترهای هندسی تعیین ابعاد بلوک در طراحی قالب فورج است. این پارامتر توسط چویی و دین^۱ در سال ۱۹۸۷ مورد مطالعه قرار گرفت. ضخامت بلوک قالب باید طوری تعیین شود که نه تنها نیروهای وارده را تحمل کند بلکه اجازه چند بار تعمیر را در طول مدت خدمت قالب بدهد. به دلیل سایش زیاد قالب در فرایند فورج می بایستی قالب حداقل ۵ الی ۲۰ بار تعمیر شود. در طراحی اولیه بلوک قالب برای هر بار تعمیر و تراش مجدد حفره قالب باید به ارتفاع اولیه بلوک قالب ضخامت ۱/۵ الی ۳ میلیکتری افزود.

شکل ۳۰-۴ یک قالب فورج یک حفره ای را نشان می دهد. ضخامت دیواره قالب را می توان از مقدار بیشینه رابطه زیر محاسبه کرد.

¹ - Choi, S. H., and Dean, T. A., 198

(۸)

$$W_T = \begin{cases} W_1 = (1.5 h_c) & \text{if } W_1 > W_2 \\ W_2 = (1.5 h_{max} - L) & \text{if } W_1 < W_2 \end{cases}$$

ضخامت بیشینه باید شرط زیر را ارضاء کند.

(۹)

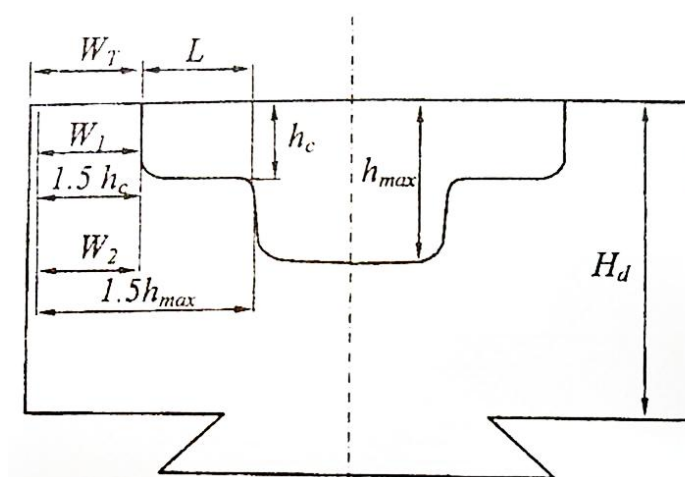
$$W_T = \max\{(1.5 h_c), (1.5 h_{max} - L)\}$$

ارتفاع بلوک قالب از چند جمله ایی درجه دوم زیر محاسبه می شود.

(۱۰)

$$H_d = 86.602 + 3.2535 h_{max} - 0.0097 h_{max}^2$$

رابطه بالا با تقریب خوبی ارتفاع بلوک قالب را در شکل (۸) پیش بینی می کند.



شکل ۸: رابطه عمق حفره با حاشیه بلوک قالب فورج

۳-۵ استاندارد فولاد قالب های فورج

در جدول ۱ انواع فولادهای معادل سازی شده در استانداردهای مختلف نشان داده شده است. در ستون استاندارد امریکایی، فولادهایی که با حرف H شروع شده برای قالب های گرم کار مناسب هستند. پرمصرف ترین فولاد گرم کار در جدول ۴-۱۶ فولاد H13 است. این فولاد در بازار ایران به نام DIN 1.2344 به فروش می رسد.

جدول ۱: فولادهای معادل سازی شده در استانداردهای مختلف

AISI (USA)	JIS (Japan)	DIN (Germany)	SS (Sweden)	BS (UK)
H11	SKD60	1.2343	2241	BH11
H13	SKD61	1.2344	2242	BH13
H10	-	1.2365	-	BH10
-	-	1.2367	-	-
H21	SKD5	1.2581	2730	BH21
H12	SKD62	1.2606	-	BH12
L6	SKT4	1.2713	-	-

فولادهای مخصوص برای قالب های فورج در جدول ۴-۱۶ سختی زیاد دارند. سختی یک فولاد بستگی به ترکیب شیمیایی و فازهای موجود در آن دارد. با عملیات حرارتی بهینه می توان فازهای فولاد را به نحوی کنترل کرد تا بیش ترین سختی حاصل شود.

۴- طراحی قالب های پیش شکل دهی فورج

یکی از مهمترین مراحل طراحی قالب در فرآیند فورج با قالب بسته طراحی قالب های پیش شکل دهی برای توطیع مناسب فلز در فرآیند فورج چند مرحله ای است. طراحی مناسب پیش شکل دهنده ها باعث سهولت در جریان فلز و پر شدن کامل حفره قالب می شود و میزان به هدر رفتن فلز در پلیسه به کمترین مقدار خود میرسد. ابعاد قطعه نهایی تنها اطلاعات هندسی هستند که می تواند برای تعیین هندسه پیش شکل دهنده ها مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به ابعاد قطعه نهایی می بایستی تعداد مراحل و هندسه پیش شکل دهنده ها تعیین شود. همچنین بدلیل برگشت ناپذیری فرایند تغییر شکل پلاستیک به دست آوردن ابعاد حفره قالب پیش شکل دهی از شکل قطعه نهایی کار بسیار دشواری است و نیاز به مهارت بسیار زیاد و سالها تجربه توسط طراحان قالب دارد.

در فرایند فورج با اعمال نیروی فشاری بوسیله دو نیمه قالب می توان شرایط مختلف زیر را در هندسه قطعه بوجود آورد.

الف- ازدیاد طول همراه با کاهش سطح مقطع یا کشش طولی

ب- کاهش طول همراه با اضافه کردن سطح مقطع یا کلفت کاری

پ- شکل دهی در قالب بسته به ایجاد جریان فلز در مسیر های پیچیده و دلخواه.

۴-۱ انواع قالب های پیش شکل دهنده

در این بخش به معرفی انواع قالب های پیش شکل دهی و نکاتی برای طراحی آنها با استفاده از روش های سنتی و امروزی می پردازیم. کیفیت^۲ تحقیقاتی را بر روی تکنیک طراحی انواع حفره قالب های پیش شکل دهی در سال ۱۹۸۵ انجام داد. انواع قالب های پیش شکل دهی عبارتند از:

الف- قالب نازک کاری

ب- قالب کلفت کاری

پ- قالب خم کاری

ت- قالب بلوکر

۴-۱-۱ قالب نازک کاری

در عملیات فورج قالب پیش شکل دهی نازک کاری یا فولر برای کاهش سطح مقطع شمشال و افزایش طول برخی نقاط مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع شکل دهی جزء فرایندهای فورج قالب باز محسوب می شود.

سه نوع از معروف ترین انواع قالب نازک کاری عبارتند از:

الف- قالب با سطوح صاف که پر مصرف ترین، ساده ترین و ارزان ترین نوع از نظر ساخت قالب است و برای پخش مواد و کاهش سطح مقطع استفاده می شود. این نوع قالب برای مواد اولیه با ابعاد بیش از ۲۵ میلیمتر مناسب است.

ب- دومین نوع از قالب های نازک کاری به عنوان قالب شیار انداز معروف است. این پیش شکل دهنده از ایجاد شیار عرضی بر روی قطعه برای بالا بردن سرعت افزایش طول قطعه بهره می گیرد.

² - Keife H., 1985

پ- سومین نوع قالب پیش شکل دهنده نازک کاری به قالب پشت ماهی معروف است که با کاهش سطح مقطع قوسی شکل مانند پشت ماهی باعث افزایش طول می شود. روش دوم و سوم بسیار شبیه هم است با این تفاوت که عرض شیار در روش دوم به مراتب کمتر از قوس روش سوم است.

۴-۱-۲ قالب کلفت کاری

این عملیات که بوسیله قالب های کلفت کاری انجام می شود با عملیات کلفت کاری در فرایند کاهش ارتفاع شمشال قائم استوانه ای شکل بین دو قالب مسطح بسیار تفاوت دارد.

اهداف اصلی استفاده از این قالب عبارتند از:

الف- برای افزایش سطح مقطع نهایی که نیاز به تجمع بیشتر ماده دارند.

ب- برای تقسیم جرمی مواد به مقدار متناسب با سطح مقطع و طول قطعه نهایی.

پ- برای مرمت هر نوع عیب ناخواسته حاصل از استفاده بیش از حد قالب نازک کاری در مرحله کاهش سطح مقطع.

۴-۱-۳ قالب خم کن

قالب خم کن برای ایجاد خم یا تا شدگی در قطعات پیش شکل داده شده مورد استفاده قرار می گیرد. حفره قالب پیش شکل دهی خم دارای انحنای زیاد است و موضع دهی قطعه در داخل این نوع از قالب ها تدابیر ویژه ای در طراحی لبه قالب و نشیمن گاه انبر حمل قطعه از طرف طراحان قالب لازم است.

۴-۱-۴ قالب بلوکر

قالب بلوکر برای توزیع دقیق ماده و همچنین افزایش عمر قالب نهایی به کار می رود. برای کاهش سایش و تماس بیش از حد با لبه های برآمده قالب نهایی از مرحله پیش شکل دهی بلوکر استفاده می شود. بیش از ۹۰ درصد شکل دهی موضعی در این قالب پیش شکل دهی انجام می شود تا از سایش و برآمدگی های نوک سنبه قالب نهایی جلوگیری شود و در قالب نهایی نیاز به شکل دهی کم تری باشد.

۴-۲ روش های طراحی قالب پیش شکل دهنده

طراحی قالب پیش شکل دهنده در سال های اخیر توجه محققان زیادی را به خود جلب کرده است و به دلیل پیچیدگی فرایند فورج هنوز هیچ روش سیستماتیکی برای طراحی قالب های پیش شکل دهنده ارائه نشده است.

انواع روش های طراحی قالب پیش شکل دهنده عبارتند از»

۱. روش سنتی-تجربی یا توزیع جرمی
۲. روش میان یابی لاگرانژ
۳. روش میدان سرعت معکوس منطقه ای
۴. روش تغییر شکل معکوس
۵. روش خطوط هم پتانسیل میدان الکتریکی

۵- انواع چکش ها و پرس ها

برای تولید انبوه قطعات با فرایند فورج از چکش (اتوماتیک) و پرس استفاده می شود. چکش ها و پرس ها تجهیزات مولد ضربه و اعمال فشار در فرایند فورج هستند. تجهیزات مولد ضربه و اعمال فشار را می توان با معیارهای گوناگون تقسیم بندی کرد. این طبقه بندی ها بر اساس نیرو و سرعت اعمال آن، انرژی جابجایی چکش هستند. این معیارها عبارتند از:

۱. معیار سرعت اعمال نیرو
- الف- چکش ها (پتک ها) برای اعمال نیروی ضربه ای و شتاب زیاد
- ب- پرس ها برای اعمال مقادیر زیاد نیرو با سرعت کم
۲. معیار محدودیت انرژی، نیرو و کورس در حین انجام یک ضربه
- الف- انرژی-محدود: مانند پرس های پیچی و مکانیزم فلاویل
- ب- نیرو-محدود: مانند پرس های هیدرولیک
- پ- کورس-محدود: مانند پرس های لنگ
۳. معیار نوع مکانیزم انتقال انرژی جنبشی

الف- سیال مانند هوای فشرده، بخار و روغن هیدرولیک

ب- مکانیزم های مکانیکی با اجزاء جامد مانند میل لنگ یا پیچ و مهره

همچنین چکش های مورد استفاده در عملیات فورج به دو گروه تقسیم می شوند:

۱. چکش هایی که برای فورج قالب بسته به کار می روند.

۲. چکش هایی که برای فورج قالب باز استفاده می شود.

۵-۱ چکش های فورج قالب بسته

این گونه چکش ها دارای یک پتک سنگین هستند که از بالا به طور قائم حرکت کرده و به قسمت سندان که در زیر آن قرار دارد نیروی دینامیکی زیاد اعمال می کند. روش کار به این صورت است که قطعاتی مانند شمشال، شمشه، میله، تختال و شمش را بر روی قسمت تحتانی قالب متصل به سندان قرار می دهند و در اثر نیرویی که از طرف چکش و قسمت فوقانی قالب به آنها وارد می شود تغییر شکل پلاستیک رخ می دهد.

اگر چه همه این چکش ها بر اساس ایجاد ضربه دینامیکی زیاد ساخته می شوند ولی از نظر روش و نوع تحریک و راه اندازی متفاوت هستند. عمده ترین آنها چکش های سقوطی (ثقلی) هستند که خود به سه دسته از نظر نحوه بالا بردن چکش تقسیم می شوند که

۱. چکش سقوطی-تخته ای

۲. چکش یا بالابر بادی

۳. چکش یا نیروی رانشی

در نوع سوم نیروی رانشی ممکن است از نوع بادی یا فشار بخار باشد و در نوع بادی رانشی از هوای فشرده به جای بخار استفاده می شود.

۵-۲ پرس های فورج

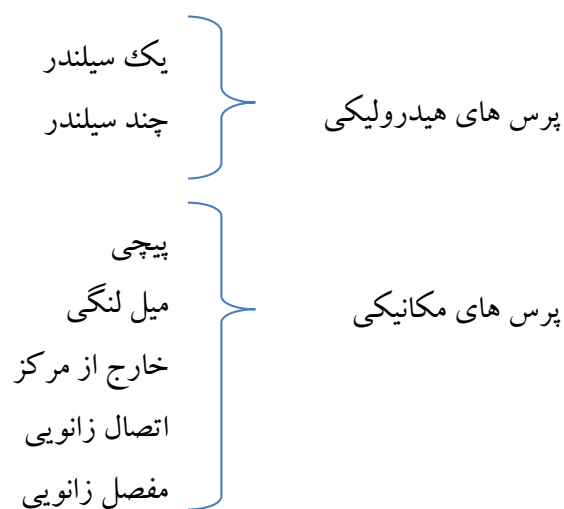
به طور کلی رس های فورج شامل یک پتک هستند که بطور عمودی یا افقی حرکت می کند و بر روی قطعه کار کوبیده می شود. این پرس ها بر حسب نوع و مکانیزم تأمین قدرت لازم برای اعمال نیرو به گروه های زیر تقسیم می شوند:

۱. مکانیکی

۲. هیدرولیکی

۵-۲-۱ انواع پرس های هیدرولیکی و مکانیکی

به طور کلی سرعت و مقدار تغییر مکان پتک پرس های مکانیکی بیش تر از پرس های هیدرولیکی است و در عوض نیروی پرس های هیدرولیکی بیش تر است. پرس ها را می توان به صورت زیر طبقه بندی کرد:



۵-۳ انواع قاب پرس

یکی از نکات مهم در انتخاب پرس نوع قاب (سازه بدنه) آن است. زیرا ممکن است در شکل و اندازه قطعه کار محدودیت هایی بر اساس شکل قاب پرس ایجاد شود. طبقه بندی پرس بر حسب نوع قاب آن به شرح زیر است:

الف- قاب قوسی

ب- قاب شکاف دار

پ- قاب دیوار مستقیم

سازه بدنه از نوع قاب قوسی بیش تر برای چکش های سقوطی اتوماتیک مناسب است. در این چکش ها از ضربه و اینرسی پتک متحرک برای ایجاد نیروی شکل دهی استفاده می شود.

۶ – منابع

ASM Metals Handbook, "Forging and Casting: Forging Equipment Dies and Presses," 8th Edition, Vol. 5, 1970.

ASM Metal Handbook, "Forming and Forging; Closed-Die Forging in Hammers and Presses," 19th Edition, Vol. 14, ISBN:0-87170-007-7 (V.1), 1968.