بسمه تعالی

اصول ساخت قید و بست ها

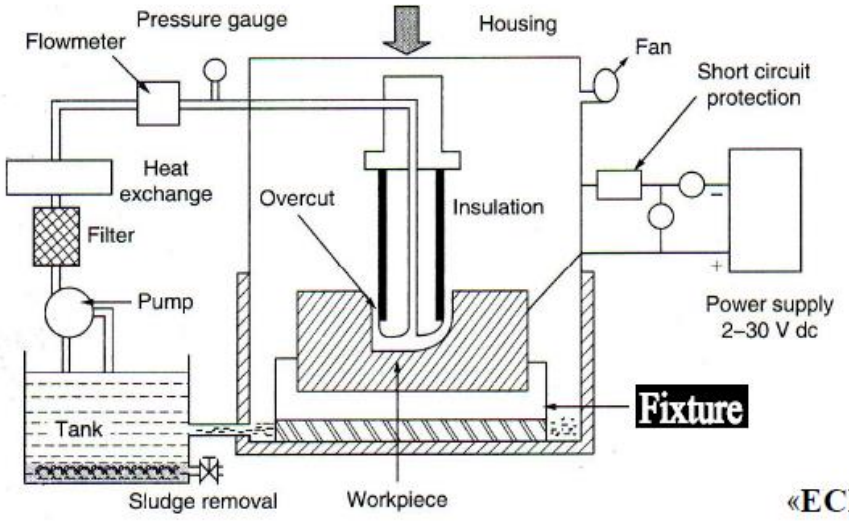
مقطع کارشناسی جوشکاری

علی رجایی

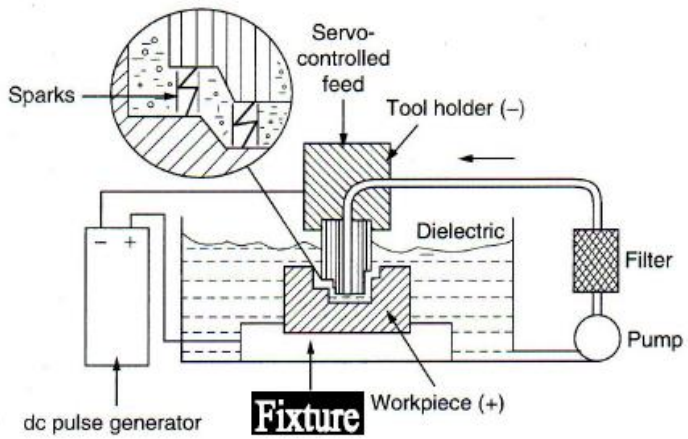
تاریخچه

کلمه جیگ برای اولین بار توسط الی ویتنی (۱۷۹۴) در واشنگتن به کار برده شده است. او هنگامی که قطعات ده قبضه تفنگ ساخته شده خود را به صورت شانسی مونتاژ نمود، تعجب صنعتگران حاضر در محل را برانگیخت، به طوری که آن ها مدت ها به دنبال دستیابی به این شیوه تولید، یعنی تولید قطعات بصورت یدک پذیر بودند. این فرد ابزارهایی نظیر شابلن برای هر کدام از قطعات تفنگ طراحی کرده بود و قطعات مختلف تفنگ ها را با استفاده از شابلن در اندازه و شکل ثابتی می ساخت و به این علت موجب یدک پذیری می شد. همچنین در آن زمان کارخانه های ساعت سازی سوئیس نیز از ابزارهایی از این نوع در تولید قطعات ساعت ها استفاده می کرده اند.

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



«ECM»



«EDM»

هدف از طراحی قید و بند

طراحی ابزار (جیگ وفیکسچر) عبارت است از فرآیند طرح، محاسبه و ایجاد روش ها و فنونی که برای افزایش بازدهی و بهره وری تولید ضروری هستند. به کمک این فرآیند است که صنایع قادر شده اند ماشین آلات و ابزارهای خاص مورد نیازشان رابرای رسیدن به تولید با ظرفیت بالا به خدمت بگیرند. فرآیند طراحی در حدی از کیفیت عرضه می شود که هزینه های تولید یک محصول متعادل بوده و قابل رقابت با تولیدات مشابه باشد.

هدف از طراحی قید و بند در صنعت این است که با ماشین ابزارهای عمومی بتوانیم کارهای با حجم زیاد را با قابلیت تعویض پذیری خوب انجام دهیم. یعنی ماشین ابزار عمومی را تبدیل به ماشین مخصوص نماییم و بتوانیم قطعات یکنواخت تولید کنیم.

قید و بند چیست

قید و بند وسایل نگهدارنده ای هستند که با به کار گیری آن ها می توان قرارگیری ابزار برشی نسبت به قطعه کارمشخص می شود و همچنین قطعات کار را با نظم خاصی از راهنما ها و قرارها نگه می دارند.

قید (Jigs)

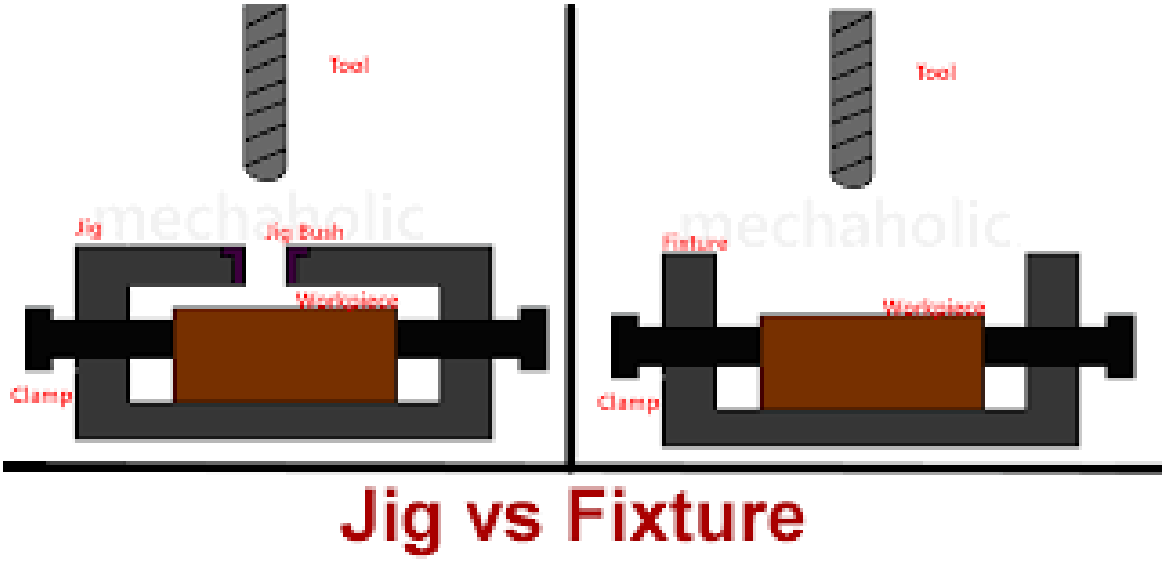
قید یک ابزار تولیدی است که قطعه کار را موقعیت دهی میکند و آن را در همان وضعیت نگه می دارد و ابزار برشی را نیز در موقعیت صحیح هدایت می نماید. قیدها بیشتر در عملیات سوراخکاری، برقوکاری و قلاویززنی استفاده می شوند که این ابزارها از درون بوش هایی گذشته و به سوی قطعه هدایت می شوند. معمولا قیدهای کوچک به میز ماشین بسته نمی شوند.

بست (Fixture)

بند یک ابزار تولیدی است که برای تعیین محل و محکم نگه داشتن یک یا چند قطعه کار، به کار می رود به طوری که عملیات لازم بتوانند انجام شوند. بند به طور محکم به میز ماشین بسته می شود تا در طی عملیات تولید جا به جا نشوند. بندها بیشتر در فرزکاری کاربرد دارند ولی در مونتاژ، خم کاری، آهنگری، جوشکاری، صفحه تراشی، تراشکاری و ... نیز استفاده می شوند.

تفاوت قید و بست

تفاوت جیگ و فیکسچر در نحوه هدایت ابزار برشی به طرف قطعه کار است. جیگ نه تنها قطعه کار را در خود مهار می کند، بلکه ابزار را نیز هدایت می کند. این کار به وسیله بوش های هدایت کننده برای عملیات سوراخکاری و عملیات های مشابه مثل برقوکاری، رزوه زنی و ... به کار می رود. اما فیکسچر یک وسیله نگهدارنده است که فقط قطعه کار روی آن محکم می شود تا آماده عملیات ماشینکاری گردد. از فیکسچر ها برای عملیات مختلف نظیر فرزکاری، تراشکاری، سنگ زنی، جوشکاری، مونتاژ، کنترل و ... استفاده می شود.



مزایای استفاده از قید و بست

- **بهره وری**: قید و بند علامت گذاری، استقرار و کنترل مکرر توسط کاربر را حذف می نماید. این خاصیت زمان کاری را کاهش و بهره وری را افزایش می دهد.
- **قابلیت تعویض و جایگزینی**: قید و بند کیفیت یکسانی در محصول پدید می آورند. هر یک از قطعات به طور صحیح در مجموعه متعلق به خود قرار میگیرند و تمامی قطعات مشابه قابل تعویض و جایگزینی می باشد.
- **کاهش نیاز به مهارت کاربر**: قید و بند استقرار و بستن قطعه کار را ساده تر می نماید. عناصر هدایت کننده ابزار ما را از استقرار درست آنها نسبت به قطعه کار مطمئن می سازد و نیازی به تنظیم ماهرانه قطعه کار و ابزار باقی نمی ماند. هر فرد متوسطی را می توان برای کار کردن با قید و بند آموزش داد و جایگزین نمودن کارگر ماهر یا غیر ماهر، صرفه جویی در هزینه کارگری را بدنبال خواهد داشت.
- **کاهش هزینه**: تولید بیشتر، کاهش ضایعات، هم بندی راحت تر و صرفه جویی در هزینه های کارگری، کاهش قابل توجهی در قیمت تمام شده کالا خواهد داشت.

مهار کردن سریع و مطمئن قطعات، دقت اندازه بالاتر و یکنواختی دقت کار، حذف کار خط کشی، امکان پذیری اداره کردن چند ماشین ، کاهش خطر حوادث، استفاده بهینه از ماشین، امکان تولید خودکار، کاهش قطعات اسقاط و ... نیز از مزایای دیگر قید و بند می باشد.

محاسبه جنبه اقتصادی استفاده از قید و بند

برای محاسبه اینکه آیا ساخت قید و بند برای تولید تعداد خاصی از قطعات به صرفه است یا خیر از فرمول زیر استفاده می شود که به کمیت سر به سر موسوم است و آن را به Q نشان می دهند.

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

Q= کمیت سر به سر

X= قیمت دستگاه مورد نظر(قید و بند)

A= قیمت یک قطعه تولید شده بدون استفاده از دستگاه مورد نظر

B= قیمت یک قطعه تولید شده با استفاده از دستگاه مورد نظر

مثال: یک قطعه دارای سه سوراخ است، زمان تولید قطعه بدون قید ۵ دقیقه و با استفاده از قید ۳دقیقه می باشد. اگر هزینه ساخت قید ۱۰۰۰۰۰تومان و هزینه تولید در هر دقیقه ۵۰ تومان باشد، حداقل چند قطعه باید تولید شود تا هزینه ساخت جیگ توجیه پذیر باشد؟

$$Q = \frac{\mathrm{X}}{\mathrm{A} - \mathrm{B}} = \frac{100000}{50 * 5 - 50 * 3} = 1000$$

۱۰۰۰ قطعه باید تولید شود.

بررسی اقتصادی قید و بند

بررسی اقتصادی قید و بند شامل موارد زیر است:

- ❖ طرحها باید تا حد امکان ساده و غیر پیچیده باشند.
- ❖ در هر جا که ممکن است از قطعات پیش ساخته استفاده شود.
- ❖ همیشه از قطعات استاندارد استفاده شود.
- ❖ عملیات اضافی حذف شود یا به حداقل رسانده شود.

- ❖ حتی المقدور از تلرانس های بسته پرهیز شود.
- ❖ نقشه ها ساده باشند.

دسته بندی قید و بست ها

دسته بندی قید و بست ها بر اساس نوع ماشین ابزاری که روی آن نصب می شوند:

قید و بست ها معمولا بر اساس دستگاهی که روی آن نصب می شوند دسته بندی می شوند و طبقه بندی های فرعی نیز دارند. مثلا اگر فیکسچر روی یک دستگاه فرز نصب شود، فیکسچر فرز کاری نامیده می شود. اگر عملیاتی که روی این دستگاه فرز انجام می شود بغل تراشی طرفین باشد، این فیکسچر با نام فرزکاری بغل تراش دوطرفه نامیده خواهد شد.

همین قاعده برای فیکسچرهای تراشکاری نیز صادق است. مثلا اگر فیکسچری برای کره تراشی طراحی شده باشد، فیکسچر تراشکاری کره نامیده می شود.

در زیر لیست عملیات تولیدی که معمولا در آنها از فیکسچر استفاده می شود آمده است:

مونتاژکاری، برشکاری، سوراخکاری، قلاویزکاری، شکل دادن، اندازه گیری، سنگ زدن، عملیات حرارتی، فرزکاری، پرسکاری، صفحه تراشی، جوشکاری و ...

فیکسچرهای جوشکاری

اولین روشی که در مونتاژ قطعات در صنعت به آن توجه می‌شود، جوشکاری است. اما به هنگام جوشکاری حرارت زیادی ایجاد می‌شود و این حرارت باعث تاب برداشتن در قطعات می‌شود. نقش اصلی فیکسچرهای جوشکاری مهار کردن قطعه‌کار و جلوگیری از این عیب می‌باشد.

فیکسچرهای فرزکاری

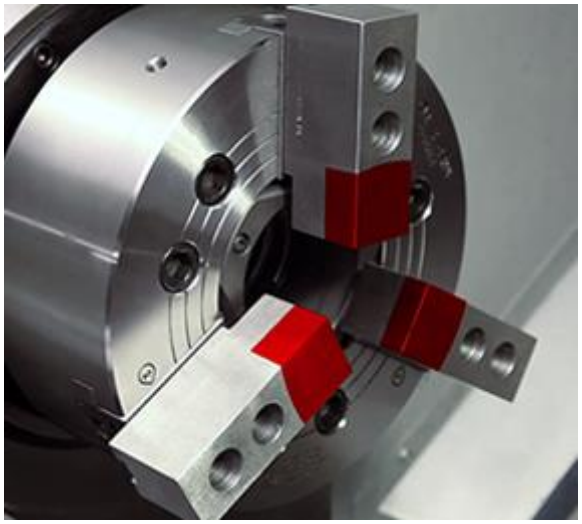
جهت و مقدار نیرو در فرزکاری به طور قابل توجهی به نوع ماشین فرز، نوع ابزار برش و جهت حرکت بستگی دارد. فیکسچرهای فرزکاری باید بزرگ و سنگین باشند تا در برابر نیروهای اعمال شده از ابزار برش مقاومت نموده و ارتعاشات حاصله را تحمل نماید. نیروی حاصل از فرزکاری باید به بدنه‌ای سخت و مقاوم منتقل شود. این نیروها نباید به سمت گیره‌ها و قطعات متحرک راه یابد. اگر از گیره استفاده می‌شود بهتر است نیروی حاصل از فرزکاری به سمت فک ثابت آن هدایت شود. فیکسچرها باید کاملاً به میز ماشین فرز گیره شوند تا از لغزش در مقابل نیروی فرزکاری در امان باشد. بر خلاف سوراخکاری، براده‌های فرزکاری ناپیوسته هستند. وقتی براده‌ها در حفره‌ای بزرگ جمع شوند، نیاز به دریچه‌های بزرگ برای تخلیه آنها و تمیز کردن بند لازم خواهد بود.

قسمت‌های مختص فیکسچرهای فرزکاری عبارتند از: قطعه تنظیم کننده و زبانه‌های موضع دهی.

فیکسچرهای تراشکاری

فیکسچر تراشکاری اساساً شامل اجزای موقعیت دهی و بستن قطعه‌کار است. در طراحی فیکسچرهای تراشکاری علاوه بر نگهداری قطعه، دوران آن نیز باید در نظر گرفته شود. این گونه فیکسچرها جهت پیشانی تراشی، سوراخ تراشی و به طور کلی تراشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای همه این فرآیندها، قطعه‌کار باید به طور صحیحی نسبت به محور دوار ماشین، موضع دهی شود. برای سوراخ تراشی یا روتراشی، محور سوراخ یا قطر خارجی قطعه‌کار، که باید ماشینکاری شود، می بایست نسبت به محور ماشین تنظیم گردد. در بیشتر ماشین‌های تراش یک صفحه پشتی تعبیه شده‌است که به طور دائم روی محور ماشین نصب گردیده است. صفحه پشتی جهت موقعیت دهی و بستن فیکسچرهای تراشکاری، صفحه نظام‌ها ودیگر نگه‌دارنده‌های قطعات بر روی ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صفحه پشتی تعداد سه سوراخ یا بیشتر، به طور هم فاصله جهت بستن فیکسچرهای تراشکاری، تعبیه شده است. بیشتر فیکسچرهای تراشکاری قطعات بخصوصی هستند که جهت بارگزاری، موقعیت دهی و بستن سریع قطعات در تولید انبوه، به کار گرفته می‌شوند.

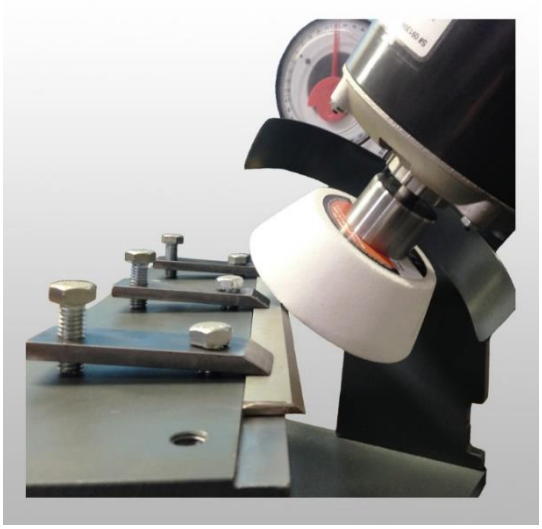
فیکسچر تراشکاری باید طوری طراحی شود که نیروهای پیچشی حاصل از عملیات تراشکاری را خنثی نماید. اگر لازم است قطعه کار خارج از مرکز بسته شود، به بالانس کردن سه نظام یا چهار نظام یا بست های دیگر توجه شود.



فیکسچرهای سنگ‌زنی

فیکسچرهای سنگ زنی که از آنها برای سنگ زنی سطوح کار استفاده می‌شود، عملکردی مشابه با فیکسچرهای فرزکاری داشته ولی از دقت بیشتری برخوردارند. به همین ترتیب فیکسچرهای سنگ زنی به سطوح استوانه‌ای نبز مشابه فیکسچرهای تراشکاری می‌باشند. فرق این فیکسچرها با فیکسچرهای تراشکاری در این است که، در این فیکسچرها عمل موضع دهی بر روی محور ماشین به کمک یک ساعت اندازه‌گیری، به دقت صورت

می‌گیرد. از این رو در این سیستم یک تنظیم کننده قطر نیز پیش بینی شد است. غالباً قطعات استوانه ای کوچک با درنی که از آن ها عبور داده شده است و به ماشین تراش بسته گردیده، وضعیت داده می‌شوند.



فیکسچرهای خانکشی

خانکشی روشی سریع ودقیق برای براده برداری از قطعات فلزی است. دقت سوهان خانکشی توسط فیکسچر، که قطعه‌کار راموقعیت دهی نموده و سوهان را در محل دقیق هدایت می‌نماید، بر روی قطعه‌کار منتقل می شود. در نتیجه بیشتر فیکسچرهای خانکشی اعمال زیر را انجام می دهند:

قطعه کار را در محل صحیح نسبت به ماشین موقعیت دهی می کنند.

سوهان را هدایت می نمایند تا ابعاد مورد نیاز بر روی قطعه کار ایجاد گردد.

میز ماشین های خانکشی عمودی و افقی هر دو دارای سوراخی برای استقرار بند هستند. در بندها سوراخی تعبیه میگردد تا با قرار گرفتن در سوراخ روی میز، فیکسچر را در موقعیت دقیقی نسبت به ماشین قرار دهند و فیکسچر هم، قطعه کار و سوهان را در وضعیت دقیقی نسبت به یکدیگر، مستقر می نماید.

جیگ و فیکسچرهای نشانه گذار

از جیگ و فیکسچرهای نشانه گذار هنگامی استفاده می‌کنیم که باید کار را نسبت به میز ماشین یا محور دستگاه در فاصله بین ماشینکاری یا قسمت های مختلف آن، حرکت دهیم.

جیگ خط کشی، برای خط کشی یا نشانه گذاری قطعات مشابه به کار می‌رود. از این جیگ ها برای نشانه گذاری سوراخ ها، خط کشی فرم ها یا جزئیات پیرامون استفاده می گردد. وقتی قرار باشد قطعات متقابل که باید روی هم مونتاژ شوند، علامت گذاری شود می‌توان از این جیگ استفاده گردد. ضخامت صفحه جیگ باید آنقدر باشد که بتواند اجزای جیگ را با صلبیت کافی روی خود نگاه دارد.

از نشانه گذاری خطی هنگامی استفاده می‌شود که لازم است سوراخ هایی متعدد در طول یک نوار طولی زده شود. اگر سوراخ ها در یک خط ردیف گردیده، و متساوی الفاصله باشند، فقط به یک بوش سوراخکاری نیاز بوده و قبل از مته زدن به هر سوراخ باید قطعه کار زیر آن قرار گیرد. چنانچه تمام سوراخ ها در یک امتداد نبوده و یا متساوی الفاصله نباشند، به بیش از یک بوش نیاز است.

از نشانه گذاری دورانی هنگامی استفاده می‌شود که لازم است سوراخ‌های متعددی روی یک دایره بزرگ زده شود یا وقتی که تراشیدن سوراخ‌های شعاعی یا شکاف های متعددی مورد نظر باشد. برای ماشینکاری هر قسمت، کار را می‌باید در یک قطعه متحرک موضع دهی و گیره‌بندی کرد و این قطعه متحرک باید بتواند به وضعیت لازم نسبت به قطعه یا بوش، نشانه‌گذاری شده و در آن محکم شود. برای تجهیز یک دستگاه فاقد نشانه گذاری با این وسیله، بایستی لغزنده یا یاتاقان یک وسیله نشانه گذاری و یک وسیله قفل کننده قطعه متحرک را به آن اضافه کرد. لغزنده یا یاتاقان و وسیله قفل کننده باید طوری طراحی شوند که متناسب با عمل مورد نظر باشد.

تعریف برخی از روش ها و اصطلاحات

فِرِزکاری Milling

یکی از رایج‌ترین عملیات پرداخت نهایی و ماشین‌کاری نهایی روی قطعات تولیدی به شمار می‌رود.

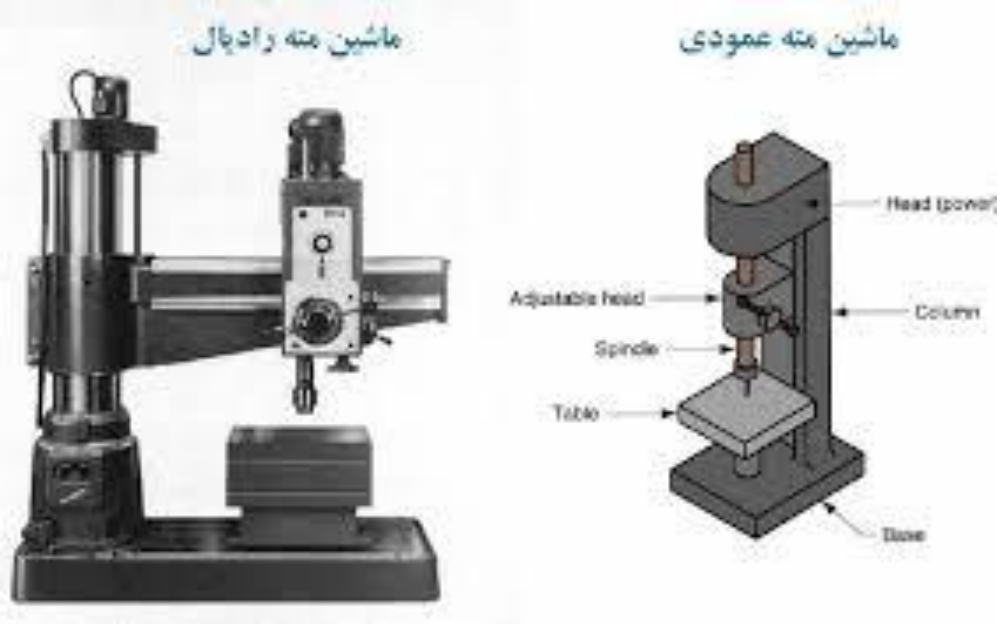
برای براده‌برداری از قطعه کار در فرزکاری از تیغه چند لبه‌ای استفاده می‌شود که آن را تیغه فرز می‌نامند. لبه‌های برنده تیغه فرز فرم گوه‌ای دارند (مانند رنده تراشکاری) که در روی محیط دایره‌ای قرار گرفته‌اند.

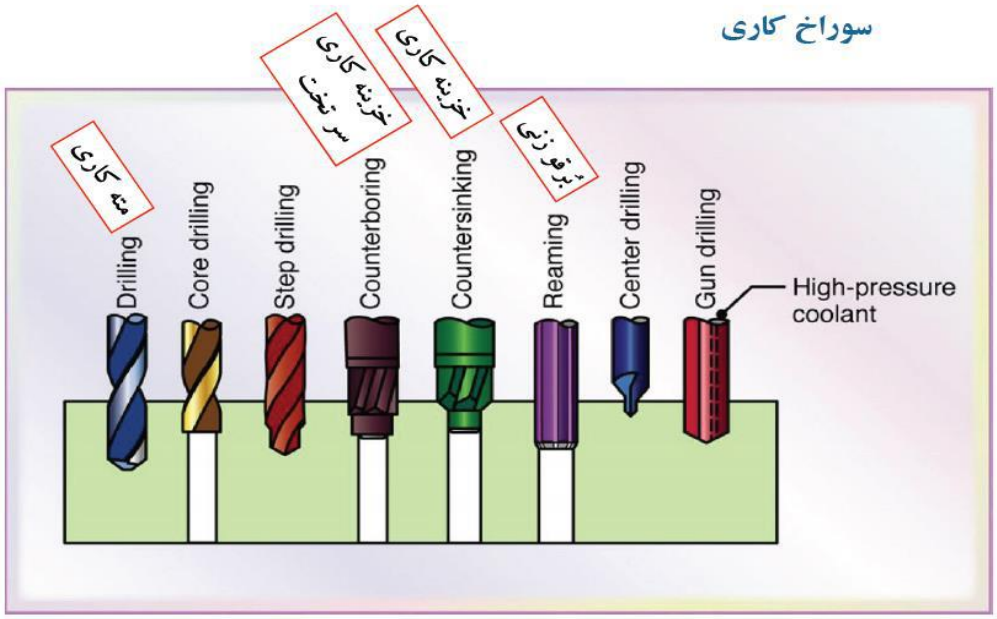
پرسکاری Pressing

در سری کاری قطعاتی که تعداد آنها زیاد بوده و بخواهند قطعاتی را با فرم و ابعاد یکنواخت تهیه کرده و صرفه جوئی در وقت و نیروی انسانی نیز مورد نظر باشد، از روشهای مختلفی برای بریدن و فرم دادن قطعات استفاده می‌نمایند که مجموعه آنها را می‌توان بدلیل استفاده از پرس، بعنوان دستگاه اصلی انجام دهنده کار، پرسکاری نامید.

سوراخکاری Drilling

نوعی فرآیند برش است که با استفاده از مته یک سوراخی با مقطع دایره ای روی قطعات ایجاد می شود.





تراشکاری Turning

عبارت است از شکل‌دهی فلزات به روش براده برداری با استفاده از ماشین تراشکاری. در این روش از شکل‌دهی فلزات، فلز که عمدتاً به شکل استوانه است (البته اشکال دیگر فلز نیز قابل استفاده‌است)، با قدرت و سرعت معین به چرخش در آمده و با حرکت تیغچه‌های تراشکاری بر روی آن، عمل براده برداری با عمق و سرعت معین انجام می‌شود.

مونتاژکاری Assembling

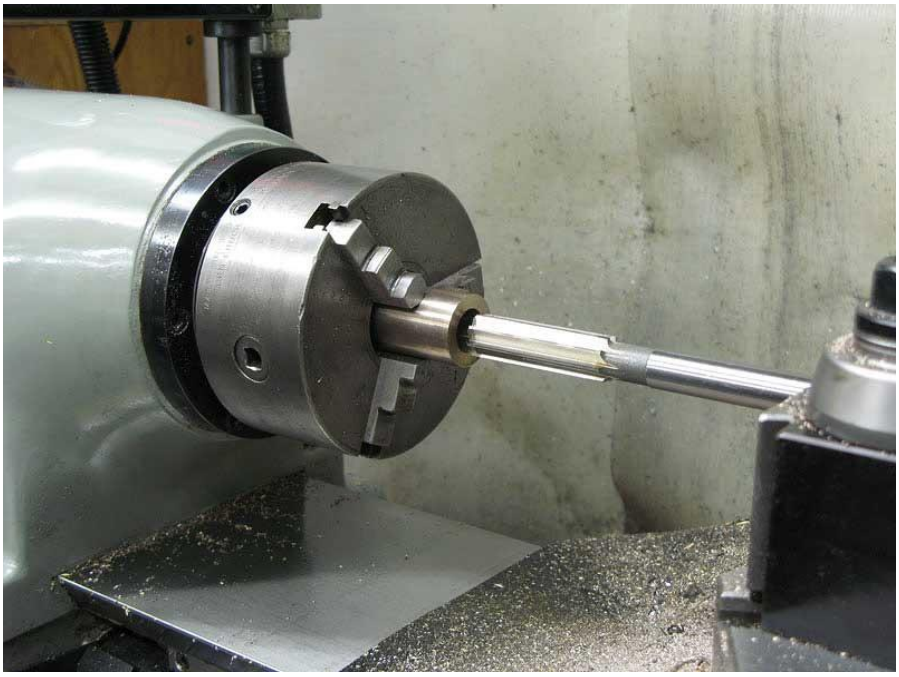
به معنی سرهم کردن یا وصل کردن قطعات صنعتی پیش‌ساخته مانند قطعات خودرو میباشد.

جوشکاری Welding

یکی از روش‌های تولید می‌باشد. هدف آن اتصال دائمی مواد مهندسی (فلز، سرامیک، پلیمر، کامپوزیت) به‌یکدیگر است؛ به‌گونه‌ای که خواص اتصال برابر با خواص ماده پایه باشد.

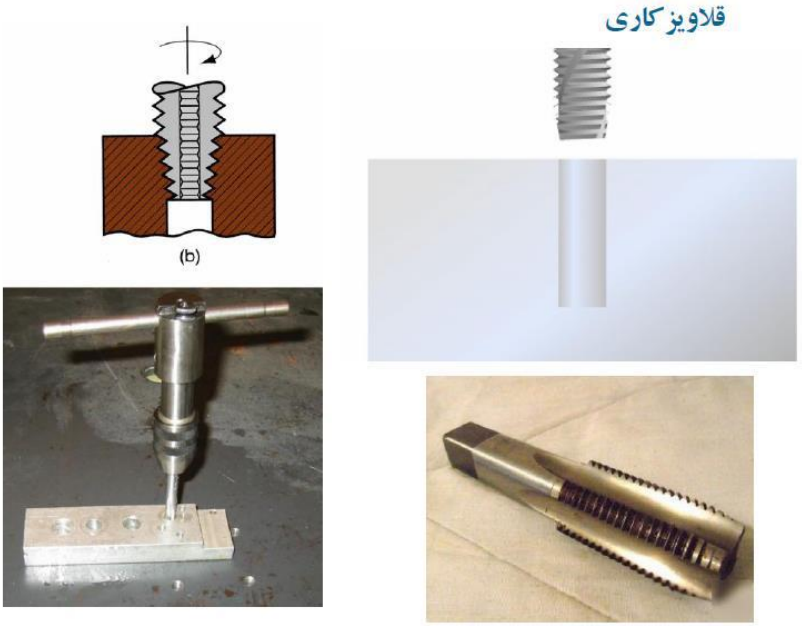
برقوکاری Reaming

برقو کاری به عملیات ایجاد سوراخ های منظم و دقیق می گویند. برقو کاری ممکن است به وسیله ابزار دستی، ماشینی یا دریل انجام گیرد. سوراخ های ایجاد شده توسط مته دارای تلرانس مشخص نبوده، صاف و صیقلی هم نمی باشد به همین منظور لازم است عملیات مجددی که بتواند مشخصات لازم را به دست آورد انجام شود. برقو را می توان یک ابزار برش گردان نامید. زیرا این ابزار دارای یک یا چند لبه برنده بوده که به وسیله آن می توان سوراخ های انجام شده را به اندازه واقعی در آورد. جنس برقوها معمولا از فولاد ابزار و یا فولاد تندبر بوده، لبه های برقو را با انواع مختلف آبکاری نموده سپس لبه برنده را با ماشین سنگ تیز می کنند.



قلاویز

این عملیات به قلاویزکاری نیز شناخته می شود که درون یک سوراخ ایجاد شده توسط مته کاری، پیچ رزوه تراشیده می شود. طول پیچ به طول سوراخ بستگی دارد. در قلاویزکاری لازم است سوراخ کمی بزرگتر از قطر نهایی پیچ ایجاد شود و با قلاویز کاری در سه مرحله به قطر مورد نظر برسد.

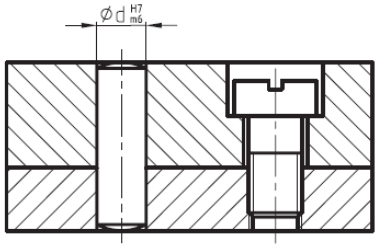


حدیده

برای ایجاد رزوه خارجی از حدیده استفاده می کنند.

پین ها

پین ها یکی از وسایل اتصال موقت هستند که برای اتصال محکم قطعات ماشینها به کار می روند و قابل باز شدن نیز هستند. از وظایف دیگر پینهای انطباقی تعیین موقعیت دو قطعه نسبت به هم در اتصالات پیچ و مهره ای است که مانع از بریده شدن پیچ و مهره در مقابل نیروهای اضافی می شوند. شکل زیر نمونه ای از پین انطباقی را در یک اتصال پیچ و مهر ه ای نشان می دهد.



خارها و گوه ها

برای اتصال بعضی از قطعات انتقال قدرت مانند چرخدنده و چرخ زنجیر و .... (توپی) به محور (شافت) از قطعه ای به نام خار یا گوه (خار شیبدار) استفاده می شود.

در حقیقت خار از لغزش چرخشی توپی روی محور جلوگیری می کند. خار یا گوه وسیله ای است که بین محور و توپی قرار می گیرد، به این صورت که معمولا روی محور جا زده می شود و سپس قطعه دیگر (مثلا

چرخدنده) روی آن نصب می شود. معمولا اگر احتمال عدم هم محوری بین شافت و توپی وجود داشته باشد از خار شیبدار یا گوه استفاده می شود.

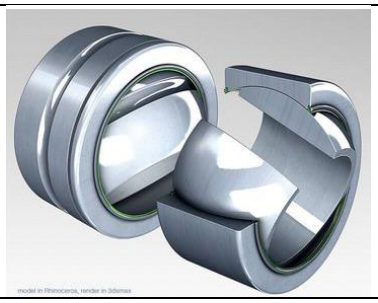
یاتاقان

از یاتاقان به منظور سهولت در چرخش محور روی تکیه گاه استفاده می شود. یاتاقان تکیه گاه محورهای در حال دوران است. یعنی یاتاقان باید بدون اینکه مقاومتی در برابر چرخش محور داشته باشد، آن را در جهت های دیگر (بسته به نوع یاتاقان) مهار کند.

یاتاقانها به دو نوع اصلی تقسیم می شوند. ۱- لغزشی ۲- غلتشی

یاتاقان لغزشی

یاتاقان لغزشی یک بوش است که محور می تواند در آن به راحتی چرخش کند. در اغلب موارد به یک ماده روانکار در این نوع یاتاقان نیاز است. معمولا یاتاقان لغزشی دو تکه ساخته می شود و دارای سوراخ یا شیار روغن می باشد.

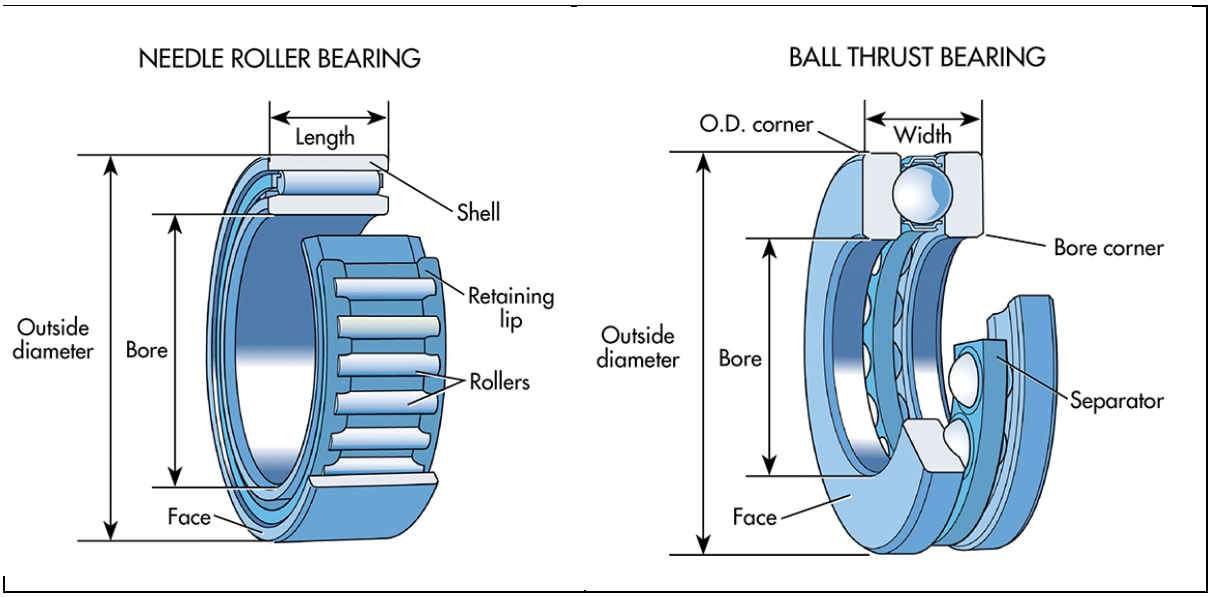


یاتاقان غلتشی

یاتاقان غلتشی دارای ۴ جزء اصلی می باشد ۱- کُنس داخلی ۲- کنس خارجی ۳- ساچمه ۴- قفسه ساچمه

این نوع یاتاقان با غلتش ساچمه ها حرکت نرمتری را برای محور در تکیه گاه ایجاد می کند.

اگر ساچمه ها کروی باشند به آن بولبیرینگ (Ball Bearing) و اگر ساچمه ها هر شکل دیگری غیر از کروی داشته باشند مانند غلتکی، بشکه ای و .... به آن رولر بیرینگ (Roller bearing) می گویند.



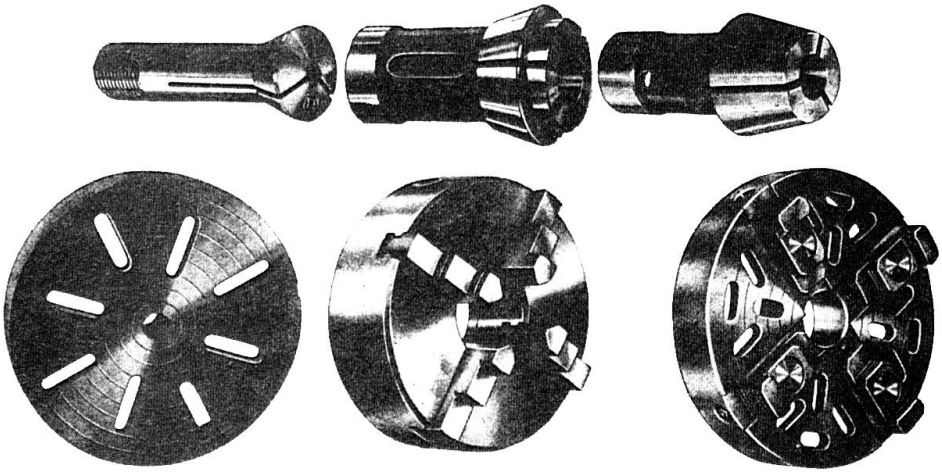
کاسه نمد

کاسه نمد وسیله ای است که برای آب بندی و جلوگیری از نشت روغن در محفظه هایی که محور محرک دارند استفاده می شود. این قطعه روی محور و در محلی که محور وارد محیط باز می شود نصب می گردد. کاسه نمد نیز استاندارد بوده و در جداول استاندارد معرفی می شود. بعضی از یاتاقانها که در محل جدا شدن مخزن از محیط روی محور نصب می شوند، دارای کاسه نمد می باشند.

دسته بندی کلی فیکسچرها

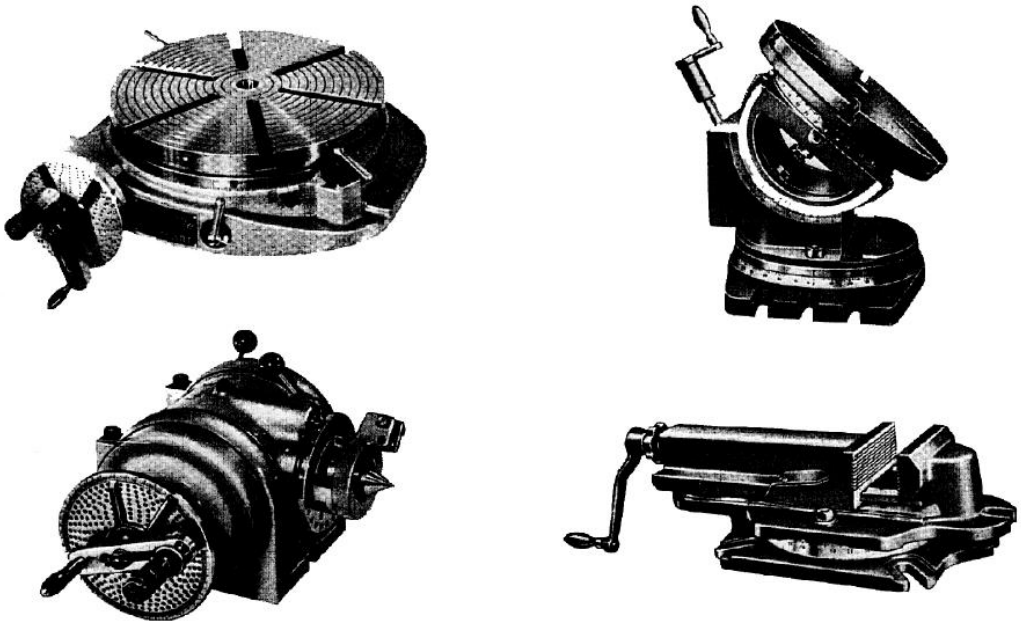
فیکسچرهای استاندارد

فیکسچرهای استاندارد وسایلی هستند که معمولا به همراه ماشین ابزار یافت می شوند (وسایل یدکی ماشین ها)، در شکل زیر فیکسچر های استاندارد ماشین تراش نشان داده شده اند.

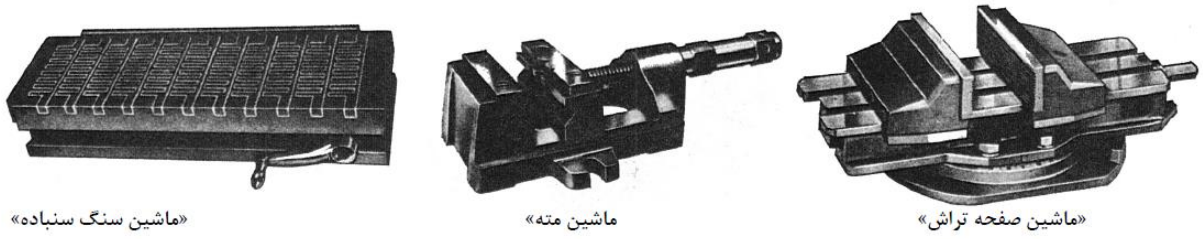


همچنین فیکسچرهای استاندارد زیر مربوط به ماشین خم کاری می باشند

شکل های زیر فیکسچرهای استاندارد ماشین فرز می باشند.



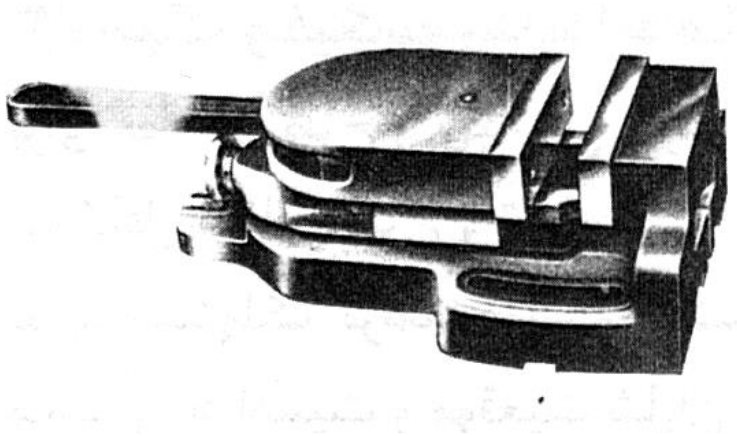
فیکسچرهای استاندارد ماشین مته، ماشین سنگ سنباده و ماشین صفحه تراش در شکل های زیر نشان داده شده اند.



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

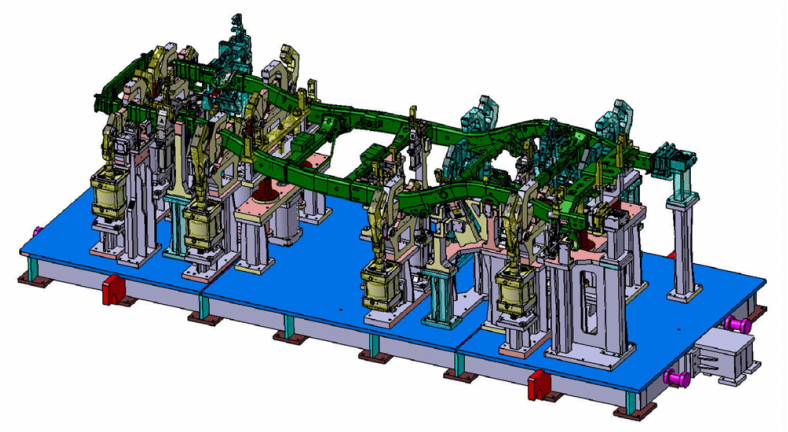
فیکسچرهای تجارتی

قید و بندهای تجارتی وسایلی هستند که به صورت پیش ساخته در بازار وجود دارند. این قید و بستها معمولا در انبار هر کارگاه به فرم و اندازه های مختلف موجود است، که بر حسب احتیاج در موارد گوناگون از آنها استفاده می شود.



فیکسچرهای اختصاصی

قید و بستهای اختصاصی معمولا برای قطعاتی طرح و تهیه می شوند که تعداد محصول مورد نیاز به اندازه ای باشد که لااقل مخارج طرح و تهیه قید و بست از طریق صرفه جویی در هزینه تولید مستهلک گردد. قید و بست های اختصاصی در مورد تولید قطعات ماشین، از اهمیت و موقعیت شایان توجهی برخوردارند.



Frame Welding Fixture (Arc-Welding) for a Tata SUV

اجزا و عناصر جیگ و فیکسچر

عموما قید و بندها شامل اجزا زیر می باشند:

۱- اجزا موقعیت دهنده: این اجزا باعث استقرار درست و دقیق قطعه کار نسبت به ابزار برش و یا قرار گرفتن صحیح قطعه در قید و بند می گردد.
۲- اجزا گیره بندی: این اجزا قطعه کار را در موقعیت دقیق نگه می دارند.
۳- اجزا هدایت و تنظیم ابزار: این اجزا به هدایت و تنظیم ابزار نسبت به قطعه کار کمک می نمایند. بوشهای راهنما مته را بطور دقیق به سمت قطعه کار هدایت می کنند و فیکسچرهای فرز از قطعات تنظیم کننده برای استقرار درست تیغه نسبت به قطعه کار استفاده می نمایند.

به طور کلی جیگ و فیکسچرها از اجزاء زیر تشکیل یافته اند :

۱- اجزاء موقعیت دهنده Locators
۲- اجزاء گیره بندی Clamping
۳- تکیه گاه Support
۴- راهنمای ابزار (بوش ها) و تنظیم ابزار Guiding and Aligning
۵- بدنه جیگ و فیکسچر Frame
۶- اجزاء دیگر

موقعیت دهنده ها

این اجزاء مستقیماً با قطعه کار در ارتباط هستند و برای تعیین موقعیت مکانی و زاویه ای قطعه کار نسبت به قید و بندها بکار می روند.

اصول موقعیت‌دهی

برای مهار کردن یا بستن درست قطعه کار، ابتدا باید قطعه‌کار را داخل قید یا بست مستقر کرد که این نحوه استقرار را موقعیت‌دهی یا موضع‌دهی قطعه‌کار می‌نامند. برای جلوگیری از حرکت قطعه‌کار به هنگام ماشینکاری و قرار گرفتن مطلوب آن به مهارت زیادی در طراحی نیاز است. موقعیت‌دهی از دقیق‌ترین سطح قطعه‌کار انجام می‌شود. موقعیت‌دهی باید از حرکات خطی و دورانی قطعه‌کار در طول و حول سه محور اصلی (شش درجه آزادی) جلوگیری نماید. سیستم موقعیت‌دهی باید سرعت و سهولت لازم را برای گذاشتن و برداشتن قطعه‌کار تأمین کند. از موقعیت دهنده‌های زائد باید پرهیز نمود. سیستم موقعیت دهی باید از

جاگذاری غلط قطعه‌کار در یک بند، جلوگیری نماید. پین‌های قرار را نباید قطعات فرعی تصور کرد و طراح لازم است در طرح خود نهایت توجه را به آن ها نماید.

معمولاً موضع دهنده‌ها از بدنه جیگ و فیکسچر جداگانه ساخته می‌شوند و جنس آنها از فولاد سخت یا از فولادی که سختی سطحی دارد، می‌باشند که به دقت و اندازه مورد نظر سنگ زده شده است و سپس با دقت در بدنه جیگ یا فیکسچر جا زده می‌شود.

اجزای موقعیت دهنده ممکن است از قطعاتی به شکل مسطح، استوانه‌ای، مخروطی، جناقی، پین‌ها و ابزارهای مرکزکننده و نظایر این‌ها تشکیل گردد.

هنگام موقعیت دهی قطعات باید در نظر داشت که هر چه سطح تماس قطعه‌کار با بدنه قید و بست‌ها و پین‌ها کمتر باشد استحکام و تعادل قطعه‌کار کمتر خواهد بود. نحوه تماس قطعه‌کار و اجزای موقعیت دهی را می‌توان به شکل نقطه‌ای، خطی یا سطحی طراحی کرد.

طراح باید در طراحی ابزار به نکات زیر توجه نماید:

محل قرار گرفتن پین‌های قرار

تلرانس ماشینکاری قطعه‌کار

عملکرد بدون خطای ابزار

عدم افت دقت پس از استفاده زیاد

آرایش دادن پین‌های قرار

ساده‌ترین موقعیت دهنده‌های قید و بندها، پین‌ها یا قرارهای ماشینکاری شده هستند که به منظور تکیه‌گاه قطعات استفاده می‌شوند. برای پایین آوردن هزینه و زمان ماشینکاری پین هارا به صورت جدا از بدنه قید و بند می‌سازند و برای جلوگیری از استهلاک آنها بعد از ماشینکاری پین‌ها را سخت می‌نمایند و به صورت فشاری و پیچی به بدنه متصل می‌کنند. در مواردی پین ها روی بدنه قید و بند از طریق ماشینکاری به صورت برجستگی‌های استوانه‌ای شکل ساخته می‌شوند که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. در صورتی که امکان داشته باشد، پین‌های قرار باید به قسمتی از قطعه‌کار که قبلاً ماشینکاری شده است تکیه کند. با این کار دقت عملکرد دستگاه تضمین شده و قطعات بسته شده روی جیگ یا فیکسچر به طور یکسان ماشینکاری خواهند شد. قابلیت ماشینکاری یکسان، خصوصیتی است که به واسطه آن بتوان قطعات مختلف را به صورت یکسان و در محدوده تلرانسی ماشینکاری نمود.

پین‌های قرار تا آنجا که ممکن است باید دور از هم قرار گیرند. با این کار از پین‌های کمتری استفاده شده و این اطمینان حاصل می‌شود که تماس کامل بین سطوح قرار وپین‌ها برقرار شده است. پین‌های قرار به گونه‌ای روی جیگ و فیکسچر نصب می‌شوند که براده‌ها و اجسام کوچک در اثر ماشینکاری پدید می آیند، مشکل آفرین نباشد. در صورت نیاز می‌توان از گاه گیری به روش مناسب استفاده نمود.

پین‌ها ممکن است به صورت افقی یا عمودی در بدنه قید و بند نصب شوند که معمولاً پین‌های عمودی بلندتر از پین‌های افقی است. سطح تماس پین‌ها با قطعه‌کار بسته به کیفیت سطح قطعه‌کار متفاوت بوده. هر چه سطح قطعه‌کار خشن‌تر باشد سطح تماس پین‌ها کوچکتر است و بر عکس هرچه سطح تماس قطعه‌کار مسطح و صاف باشد از پین‌ها با سطح مقطع بیشتر می‌توان استفاده کرد.

برای موضع دهی از پین‌های قابل تنظیم نیز ممکن است استفاده شود. معمولاً از پین‌های قابل تنظیم برای قطعات سنگین و در مواردی که نیرو زیاد است، استفاده می‌شود. سطوح آهنگری یا ریخته‌گری شده را با کمک پین‌های قابل تنظیم می‌توان موقعیت‌دهی کرد.

در مواردی که روی قطعه‌کار سوراخ‌هایی تعبیه شده باشد با استفاده از پین‌ها، موقعیت‌دهی از طریق سوراخ‌های قطعه‌کار انجام می‌گیرد. در این موارد لقی بین پین‌ها وسوراخ‌ها باید در حد مناسبی باشد زیرا اگر قطعات روی پین‌ها فشاری جا زده شوند در اثر نیروهای براده برداری ممکن است قطعه‌کار محکم شده وامکان کوچکترین ارتعاش را از قطعه‌کار بگیرد که این موجب شکستن احتمالی ومشکلاتی در تعویض قطعه‌کار خواهد شد. همچنین در قطعاتی که دارای یک یا چند سوراخ است ممکن است موقعیت دهی از طریق یک یا دو سوراخ قطعه‌کار انجام گیرد، در چنین حالتی هنگام تعویض ممکن است قطعه با کمی انحراف در لبه پین گیر کرده و موقعیت نگیرد.

هنگامی که در قطعات سوراخ دار موقعیت دهی قطعه‌کار از طریق دو سوراخ قطعه‌کار به وسیله پین‌ها صورت می‌گیرد، برای سهولت جابه‌جایی موقعیت دهی هنگام تعویض قطعات، به جای اینکه از دو پین استوانه‌ای شکل استفاده گردد از یک پین استوانه‌ای و یک پین چند ضلعی (پین الماسه) بهره می‌گیرند.

روش‌های موقعیت دهی (Positioning)

قطعات در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند. طراح باید قادر باشد هر قطعه‌ای را با هر شکل واندازه، دقیقاً در جیگ یا فیکسچر مهار نماید. برای انجام این کار طراح لازم است انواع پین‌های قرار و پایه‌ها را بشناسد تا بتواند با حداقل تعداد آن‌ها قطعه‌کار را به خوبی نگاه دارد.

یک قطعه‌کار به روش‌های زیر موقعیت دهی می‌شود:

۱ - قرار دادن قطعه‌کار از سطوح صاف (موقعیت دهی سطوح صاف)

سه روش ابتدایی برای قرار دادن قطعه کار از سطوح صاف روی جیگ یا فیکسچر وجود دارد:

استفاده از پایه‌های ثابت

استفاده از پایه‌های قابل تنظیم

استفاده از پایه‌های تعادلی

با استفاده از این پایه‌ها، موقعیت ارتفاعی قطعه‌کار تعیین شده و قطعه‌کار به هنگام عملیات ماشینکاری روی آن‌ها تکیه می‌کند.

پایه‌های ثابت، ساده‌ترین نوع هستند. این پایه‌ها یا با ماشینکاری صفحات زیری به وجود می‌آیند و یا ابتدا ساخته شده و روی صفحه زیری نصب می‌شود. از این پایه‌ها، برای قرار دادن قطعه‌کار های با سطوح ماشینکاری شده استفاده می‌گردد.

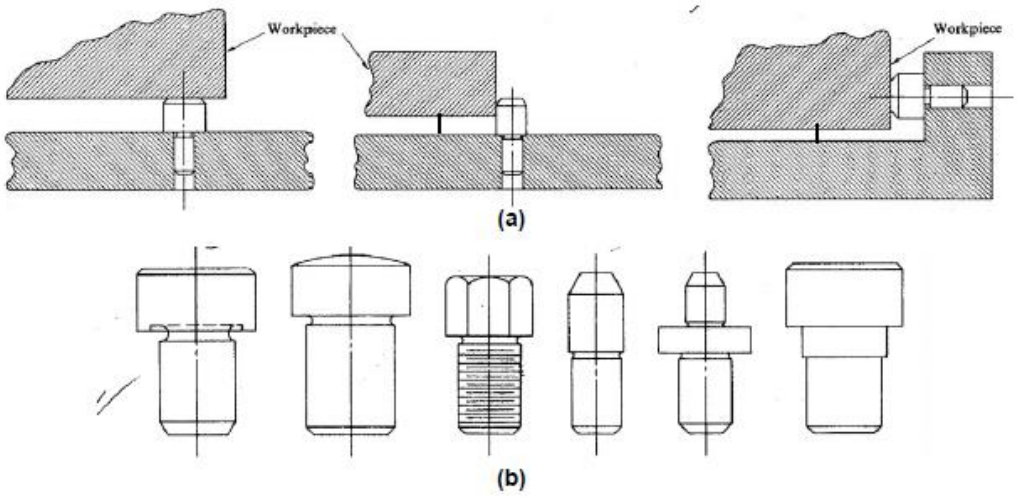
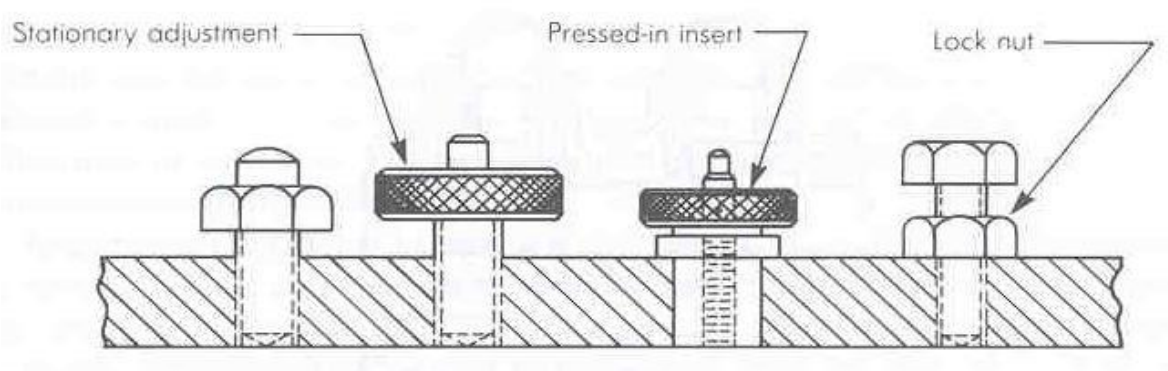
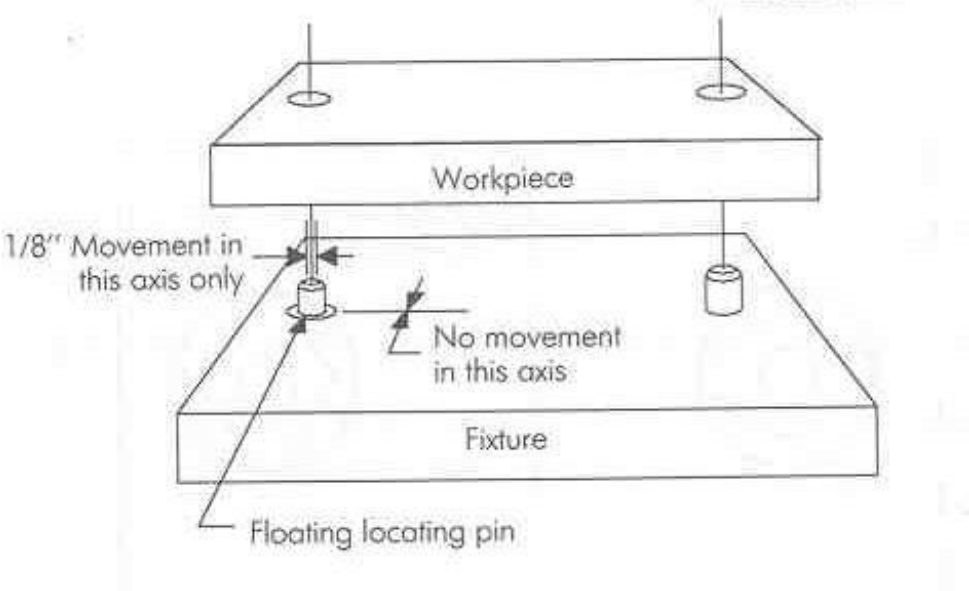


Fig. 8.1.8 *Locating by (a) flat surfaces and (b) types of pins used for that.*

پایه‌های قابل تنظیم، هنگامی استفاده می‌شوند که سطح قطعه‌کار، مانند قطعات ریخته‌گری شده، خشن و ناهموار باشد. معمولاً پایه‌های قابل تنظیم همراه پایه‌های ثابت در ساختمان یک جیگ یا فیکسچر استفاده می‌شوند. بنابراین می‌توان تنظیم مورد نیاز را برای قرار گرفتن درست قطعه‌کار انجام داد.



پایه‌های تعادلی، می‌توانند قطعه‌کار را در دو نقطه به صورت تعادلی مهار کنند. به محض اینکه قطعه‌کار به یک نقطه از این پایه‌ها برخورد کند، به صورت الاکلنگی عمل کرده، ونقطه دیگر پایه به قطعه‌کار برخورد خواهد کرد. استفاده از این پایه‌ها مخصوصاً برای قطعات ناهموار مناسب است.



۲ - روشهای موقعیت دهی سطوح استوانه ای و مدور

به طور کلی سطوح استوانه ای بهترین سطوح برای موقعیت دهی هستند. اگر جسمی دارای اشکال ترکیبی باشد بهتر است از قسمت های استوانه ای برای موقعیت دهی آن استفاده کرد.

موقعیت دهی سطوح استوانه ای و مدور خارجی

استفاده از بوش ها : برای موقعیت دهی سطوح صاف و دقیق استوانه ای خارجی می توان از بوشهای ساده استفاده کرد که به آن اصطلاحا موقعیت دهی محفظه ای گویند و برای موقعیت دهی سطوح نا صاف و کم دقت می توان از بوشهای مخروطی استفاده کرد که به آن اصطلاحا موقعیت دهی مخروطی گویند.

روش تجارتی: استفاده از سه نظام و استفاده از V بلوک

استفاده از سه نظام

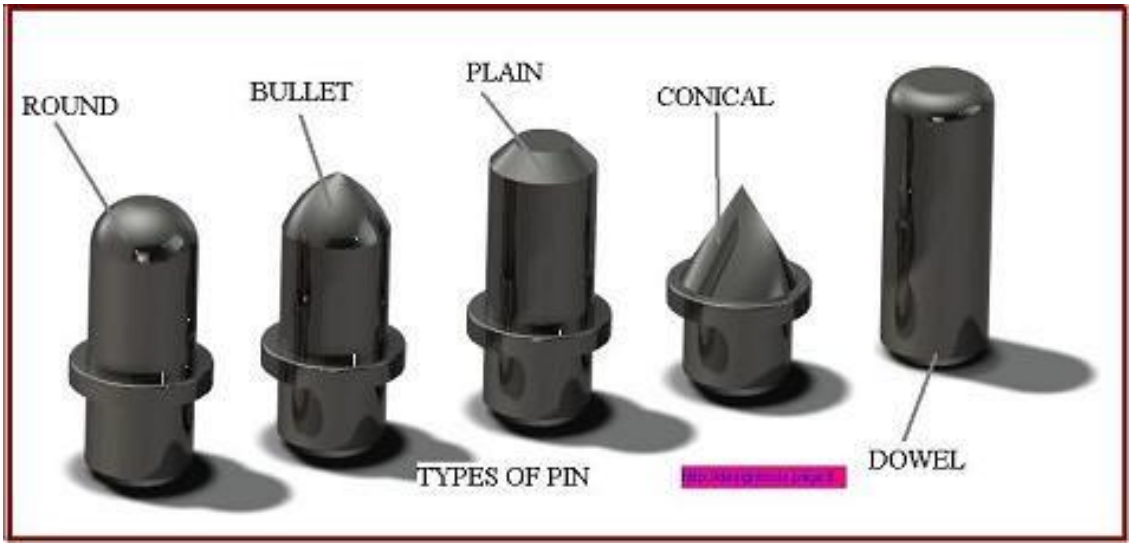
این روش تحت عنوان روش متحد المرکز معروف است. در این روش سه نظام هم به عنوان وسیله گیره بندی استفاده می شود و هم موقعیت دهی بوده و می تواند پنج درجه آزادی را از قطعه کار سلب کند که در این حالت سه نظام و قطعه با هم حول یک محور دوران می کنند.

استفاده از V بلوک

به خاطر اینکه ساختمان و ترکیب آنها به قطعه کار اجازه می دهد تا به طور اتوماتیک در موقعیت مناسب قرار گیرد.

موقعیت دهی سطوح استوانه ای داخلی (سوراخ ها)

قرار دادن قطعه‌کاری که یک سوراخ با حتی حفره داخلی با شکل غیر دایره‌ای دارد، روش مؤثری برای قرار دادن دقیق ومطمئن روی جیگ فیکسچر می‌باشد. انواع مختلفی از پین‌ها یا پایه‌های قرار سطوح داخلی وجود دارد. اگر قطر سوراخ قطعه کار کوچک باشد، می‌توان از پین‌های قرار پله دار استفاده نمود. اگر قطر سوراخ قطعه کار بزرگ باشد، می‌توان از پایه‌های قرار دنباله دار استفاده نمود.



۳ - قرار دادن قطعه‌کار از سطوح جانبی

معمولاً در ماشینکاری اولیه قطعه‌کار، تنها راه نگهداشتن آن ، مهار کردن سطوح جانبی است. با به کارگیری پایه‌های قرار فرم‌دار می‌توان قطعه‌کار را نسبت به لبه‌های خارجی آن مهار کرد.

قرار حلقه‌ای، ساده‌ترین قرار فرم‌دار است . چون تمام سطح خارجی قطعه‌کار توسط این قرار مهار شده است، از دقت خوبی برخوردار است.

موقعیت دهنده‌های مخروطی برای مرکزکردن قطعات استفاده می‌شود، که این مخروط‌ها می‌تواند به صورت میله مخروطی برای موقعیت دادن به سوراخ‌ها واز سوراخ‌های مخروطی برای موضع دهی میله‌های استوانه‌ای استفاده کرد. معمولاً از این موقعیت دهنده‌ها در قطعات پرداخت شده استفاده می‌گردد وموقعیت دهی قطعات ریخته‌گزی شده وبا سطوح خشن را نباید با این روش موقعیت دهی کرد.

نگه دارنده یا گیره ها

قطعه کار در حین اعمال نیروهای ماشینکاری و یا هر نیروی خارجی دیگر باید در موقعیت قرارداده شده به وسیله موقعیت دهنده ها ثابت بماند. برای رسیدن به این هدف از انواع مختلف گیره ها استفاده می کنیم.

کلمه نگه دارنده یا روبند در طراحی قید و بست معانی مشابه و در عین حال متفاوتی دارد. به بیان کلی، عبارت های قید و بست خود به معنای نگهدارنده می باشند، یعنی وسایلی که در عملیات تولیدی قطعه کار را در خود نگه می دارند. اما منظور از نگه دارنده یا روبند در این جزوه قطعاتی از قید یا بست است که قطعه کار را

روی قید یا بست محکم نگه می دارد. هر نوع از روبند با نام خاصی که نشان دهنده چگونگی عملکرد آن است نامیده می شود.

اصول گیره بندی

هر چند که گیره بندی و موقعیت دهی در معنا و مفهوم مستقل هستند ولی در عمل مکانیم مربوط به وسایل گیره بندی و موقعیت دهی یکی است چون روش گیره بندی ممکن است به نوع موقعیت دهی بستگی داشته باشد و یا برعکس نوع موقعیت دهی به روش گیره بندی بستگی پیدا کند.

پس از آنکه قطعه‌کار در جای مناسب موقعیت دهی گردید لازم است که از طریق وسایلی آن را در محل محکم نمود تا قطعه‌کار در مقابل نیروهای براده برداری در جای خود ثابت بماند، این عمل را گیره بندی قطعه‌کار می‌نامند. اجزای گیره بندی شامل گیره‌ها جناقی‌ها وغیره هستند.

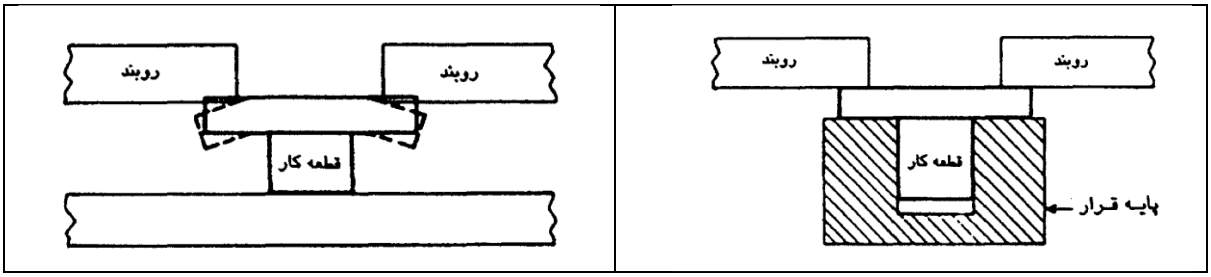
نگهدارنده یا روبنده، قطعاتی از جیگ یا فیکسچر است که قطعه‌کار را روی جیگ یا فیکسچر محکم نگاه می‌دارد. نگه دارنده یا روبنده قطعه‌کار را باید طوری محکم کند که در طول عملیات تولیدی دائماً به پایه‌ها وپین‌های قرار تکیه داشته باشد بنابراین لازم است یک روبنده شرایط زیر را برآورده نماید:

- ❖ روبنده باید از استحکام کافی برخوردار باشد تا بتواند از جا به جا شدن قطعه‌کار جلوگیری نماید. روبنده نباید به قطعه‌کار آسیب برساند و تغییر شکل در آن به وجود آورد.
- ❖ روبنده باید سریع عمل کند تا بتواند قطعه‌کار را با سرعت و سهولت روی جیگ یا فیکسچر قرار داده یا برداشت.
- ❖ روبنده‌ها باید در مقابل نیروهای برشی حداکثر مقاومت را داشته باشند.
- ❖ روبنده‌ها باید صرفه اقتصادی داشته باشند.

جهت تعیین مناسب ترین روبند برای یک عملیات خاص، لازم است طراح اطلاعات کافی درباره اصول نگهداشتن قطعات و همچنین انواع رایج روبندها و وسایل نگهدارنده داشته باشد.

محل قرارگیری روبندها

به عنوان یک اصل، روبند باید در نقطه ای به قطعه کار نیرو وارد کند که بیشترین استحکام و صلبیت را داشته باشد. بدین ترتیب با محکم کردن روبند، تغییر شکل در قطعه کار ایجاد نشده و امکان آسیب رسیدن به آن به هنگام محکم کردن روبند به حداقل می رسد.



اصول کلی در طراحی اجزای گیره‌بندی

۱- بایستی مقاومت گیره ها بیش از حداکثر نیروی برشی وارده به قطعه کار باشد.

۲- گیره ها تا حد امکان نزدیک به نقاط اتکای قطعه کار باشند تا از ارتعاش قطعه کار اجتناب گردد.

۳- گیره ها باید ساده و راحت و دقیق ساخته شوند تا به سرعت و سهولت باز و بسته شوند و تغییر مکان آنها هم ساده باشد.

۴- جنس قطعه کار باید در طراحی لحاظ شود.

۵- بایستی اجزای گیره بندی دارای اطمینان و ایمنی برای اپراتور باشد و همچنین در حین استفاده از آنها به قطعه کار آسیب نرساند.

۶- بایستی قطعه در داخل گیره در همه حال در جای خود ثابت بماند.

۷- گیره ها باید طوری طراحی شوند که نیروهای وارده مستقیما به سمت نقاط موقعیت دهی قطعه کار وارد گردند.

۸- بایستی زمان بازو بسته کردن گیره و تعویض قطعه کار از روی آن در حداقل زمان ممکن صورت پذیرد.

۹- گیره ها باید طوری طراحی شوند که با حداقل نیروی وارده قابلیت گیره بندی داشته باشند.

۱۰- بایستی تا حد امکان ساده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفا باشد.

۱۱- گیره ها باید طوری طراحی شوند که در حد لزوم قطعه کار را به حد کافی جمع و جور کند.

موارد مورد توجه برای طراحی سیستم گیره بندی

۱- جهت گیره بندی

۲- محل گیره بندی

۳- نیروی گیره بندی

۴- نوع گیره بندی

انتخاب جهت گیره بندی

در صورت امکان جهت گیره بندی بایستی به سمت صفحه موقعیت دهی اولیه باشد که این امر باعث افزایش دقت و استحکام موقعیت دهی و کاهش تغییر شکل قطعه کار می شود چون صفحه موقعیت دهی اولیه بزرگتر است و سطح تماس بیشتری دارد بنابر این فشار گیره بندی در سطح واحد دیگر قابل توجه نخواهد بود.

انتخاب جهت گیره بندی مناسب می تواند منجر به کاهش نیروی لازم برای گیره بندی قطعه کار شود.

انتخاب محل گیره بندی

به عنوان یک اصل، روبند باید در نقطه ای به قطعه کار نیرو وارد کند که بیشترین استحکام و صلبیت را داشته باشد. بدین ترتیب با محکم کردن روبند، تغییر شکل در قطعه کار ایجاد نشده و امکان آسیب رسیدن به آن به هنگام محکم کردن روبند به حداقل می رسد.

- ❖ محل گیره بندی بایستی در نقطه مقابل موقعیت دهنده یا داخل محدوده موقعیت دهی باشد.
- ❖ گیره ها باید همیشه با قطعه کار در نقاط صلب آن در تماس باشند تا موجب تغییر شکل قطعه کار نشوند.
- ❖ محل گیره بندی بایستی در حد امکان نزدیک به موقعیت برش باشد تا باعث افزایش ایمنی گیره بندی و کاهش ارتعاش قطعه کار شود.

انواع روبندها

روش های نگه داشتن قطعه کار روی قید و بست متفاوت است. نوع روبندی که برای قید و بست انتخاب می شود به شکل و اندازه قطعه کار، نوع قید و بست و نوع عملیات تولیدی بستگی دارد. طراحی روبند می بایستی به ساده ترین شکل بوده و کارکردن با آن برای کاربر راحت باشد.

انواع مختلف روبندها عبارتند از:

روبند های پیچی

روبنده های اهرمی

روبنده های تسمه ای

روبندهای انگشتی

روبندهای مفصلی یا زانویی

روبندهای چفتی یا قفلی

روبندهای چرخشی

روبندهای بادامکی

روبند مکشی

روبند گوه ای

روبنده های مغناطیسی

سیستمهای نگهدارنده مکانیزه

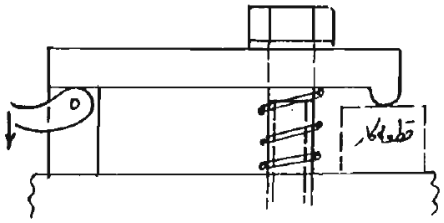
روبنده های پیچی

یکی از انواع ساده واصولی گیره های بند، گیره های پیچی می باشد. ساده ترین نوع گیره های پیچی میله رزوه شده مجهز به وسایل گیره بندی می باشد.

این نوع گیره ها برای گیره بندی تعداد قطعه کم به کار می روند. از مزایای آن می توان به ساده و کم هزینه بودن آن اشاره نمود ولی سرعت عملکرد پایین آن نیز از نقاط ضعف آن است.

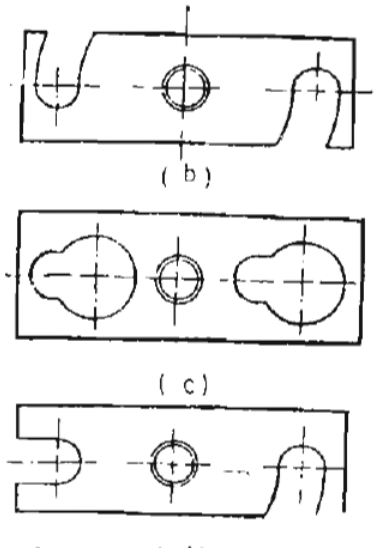
روبنده های اهرمی

گیره اهرمی بر طبق اصل فیزیکی مزیت مکانیکی استفاده می شوند و در گیره های اهرمی یک نیروی ورودی (اعمالی به اهرم) و یک نیروی خروجی از اهرم و نیروی تکیه گاهی داریم.



روبنده های تسمه ای

در گیره های تسمه ای پس از شل شدن تسمه می توان آن را با یک حرکت از روی قطعه کار کنار کشید که با این عمل برداشتن و برداشتن قطعه کار به راحتی صورت می گیرد.



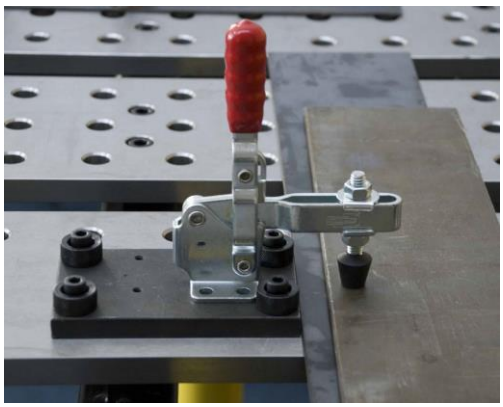
روبندهای انگشتی

روبندهای انگشتی که مانند اهرمهای ساده مکانیکی عمل می کنند که در نوع اول پایه تکیه گاهی بین نیروی محرکه و نیروی مقاوم یا قطعه کار قرار دارد در نوع دوم که قطعه کا ربین پایه تکیه گاهی و نیروی محرک قرار دارد در نوع سوم نیروی محرک بین قطعه کار و پایه تکیه گاهی قرار دارد.

روبندها یا کلمپ های انگشتی را می توان با استفاده از عملگرهای هیدرو لیکی و نیو ماتیکی باز و بسته نمود.

روبندهای مفصلی یا زانویی

در چهار نوع اصلی ساخته می شود فشار به طرف پائین , کششی , فشار افقی , فشار گاز انبری عملکرد این روبندها سریع است و طراحی آنها به گونه ای است که هنگام آزاد شدن از قطعه کار به اندازه کافی از قطعه کار فاصله گرفته بنابراین گذاشتن و برداشتن قطعات به سادگی انجام می شود و نیروی نگه داشتن این روبندها زیاد است . این روبندها از چند باز و سه محور لولایی تشکیل شده اند . وقتی این روبندها قفل می شوند محورهای لولایی در راستای یک خط قرار می گیرند.



روبندهای چفتی یا قفلی

این نوع گیره ها دارای سرعت عمل بالایی هستند. این نوع وسایل گیره بندی برای محکم کردن سریع صفحات لولا دار قید و بندهای جعبه ای که قطعات به نوبت در داخل آنها قرار میگیرند به کار می روند.

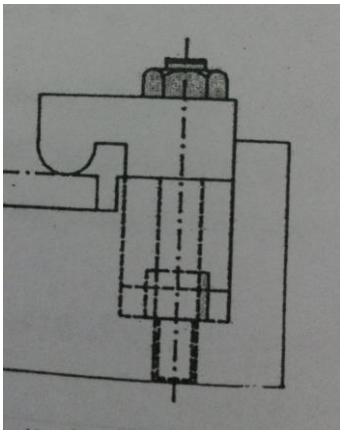
چفت ممکن است از نوع قلابی شکل باشد که برای محکم کردن صفحه اهرم روی بادامک می لغزد.

یا ممکن است چفت از نوع قلاب خود قفل باشد که گیره وقتی سرپوش بسته می شود محکم بسته می شود.

روبندهای چرخشی

این نوع گیره ها حول یک محور عمود بر روبند گیره چرخش کرده و قطعه کار را محکم نگه داری می کند.

از یک عضو پیچی ویک بازوی قابل چرخش تشکیل شده که می تواند حول عضو پیچی نوسان کند.



روبندهای بادامکی

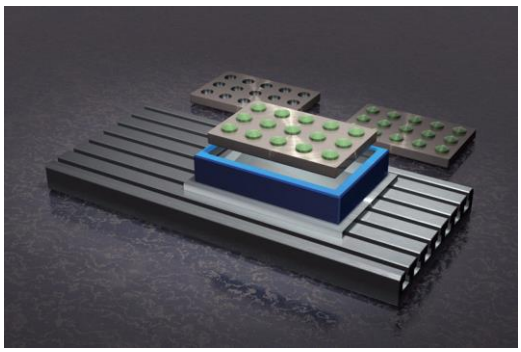
در این نوع گیره ها از یک بادامک برای تامین نیروی گیره بندی استفاده می شود.

گیره های بادامکی به طور مستقیم نیروی گیره بندی را به قطعه کار وارد می کنند.

در عملیات ماشینکاری که نیرو و ارتعاش زیاد است ممکن است شل شوند بنابر این لازم است در طراحی اصول موقعیت دهی خاص و وسایل جانبی برای محکم کردن بادامک هم در نظر گرفته شود.

روبند مکشی

از موارد استفاده این روبند ها در دستگاه پرس تمام اتوماتیک ورق است که ورق ها توسط مکش هوا (vacuum) در چندین قسمت نگه داشته می شوند و این نیروی نگهدارنده در تمام سطح به طور یکنواخت توزیع می شود و قطعه را می توان به مکان مورد نظر توسط ربات منتقل کرد.

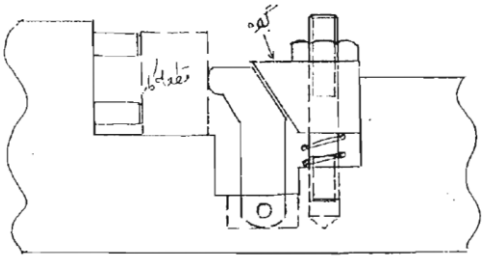


روبند گوه ای

این روبندها نیز مانند روبندهای بادامکی از اصل سطوح شیب دار در نگهداشتن قطعه کار استفاده می کنند این روبندها در دو نوع روبند گوه ای تخت و روبند گوه ای مخلوطی یا ماندرلها تقسیم می شود.

گوه یک سطح شیب دار متحرک است که می تواند با حرکت خود نیروی نگهدارنده برای نگهداری قطعه کار ایجاد نماید.

گوه ممکن است به طور مستقیم با قطعه کار درگیر شود و یا اینکه باعث تحریک مکانیزم های دیگر گیره ای از جمله گیره های اهرمی شود.



روبنده های مغناطیسی

در گیره های مغناطیسی عمل نگهداری قطعه کار توسط نیروی آهنربای دائمی یا نیروی الکترو مغناطیسی تامین می شود که قدرت نگهداری بستگه به نیروی آهنربای به کار رفته دارد.

عیب : صافی سطحی مورد تیاز است و مغناطیس پسماند در قطعه کار به جا می گذارد.

مزیت: نقطه اثر به جا نمی گذارد.

سیستمهای نگهدارنده مکانیزه

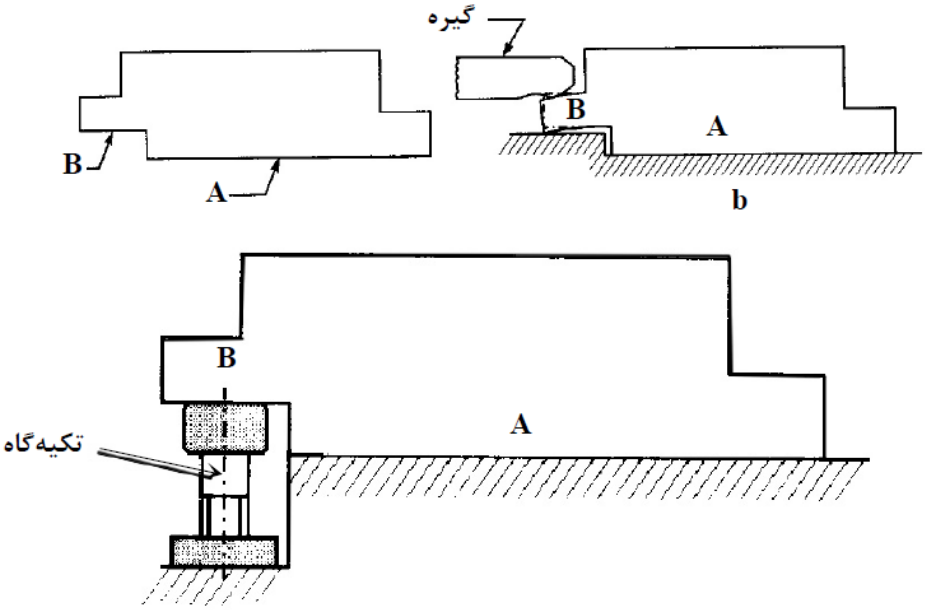
در مواردی که تعداد تولید زیاد مد نظر باشد، استفاده از روش مکانیزه نگه داشتن قطعه کار به صورت پنوماتیکی و هیدرولیکی، مرسوم است. این سیستم شامل مدارهای هیدرولیکی و یا پنوماتیکی بوده که با اثر بر روی عمل کننده‌ها می‌تواند روبندهای یک قید و بست را باز یا بسته کند.

مزایای سیستم نگهدارنده مکانیزه

افزایش سرعت و بازدهی تولید در روش های تولید کارخانه های امروزی، تنها دلیل استفاده از سیستم های مکانیزه نیست. از دیگر مزایای این سیستم، پایداری و دقت عملکرد در تولید تکراری با دفعات زیاد، اعمال نیروی قابل کنترل برای نگهداشتن قطعات سبک یا سنگین، ایجاد پایه های تکیه گاهی با ارتفاع تنظیم‌شونده و کنترل عملیات از راه‌دور و امکان عمل اتوماسیون عملیات تولیدی است.

تکیه گاه

معمولاً وقتی به کار می روند که نیاز داریم خیز یا تغییر شکل ناشی از نیروهای عملیات، نیروی گیره بندی و یا وزن خود قطعه کار در اجرای عملیات مشکلی بوجود نیاورد. تکیه گاه ها باید در نقطه ای بکار روند که به طور مؤثر وظیفه خود را انجام دهند و از آنجا که وظیفه آن ها گرفتن درجه آزادی نیست فقط باید جایی قرار داده شوند که در برابر نیروهای مذکور مقاومت کنند.



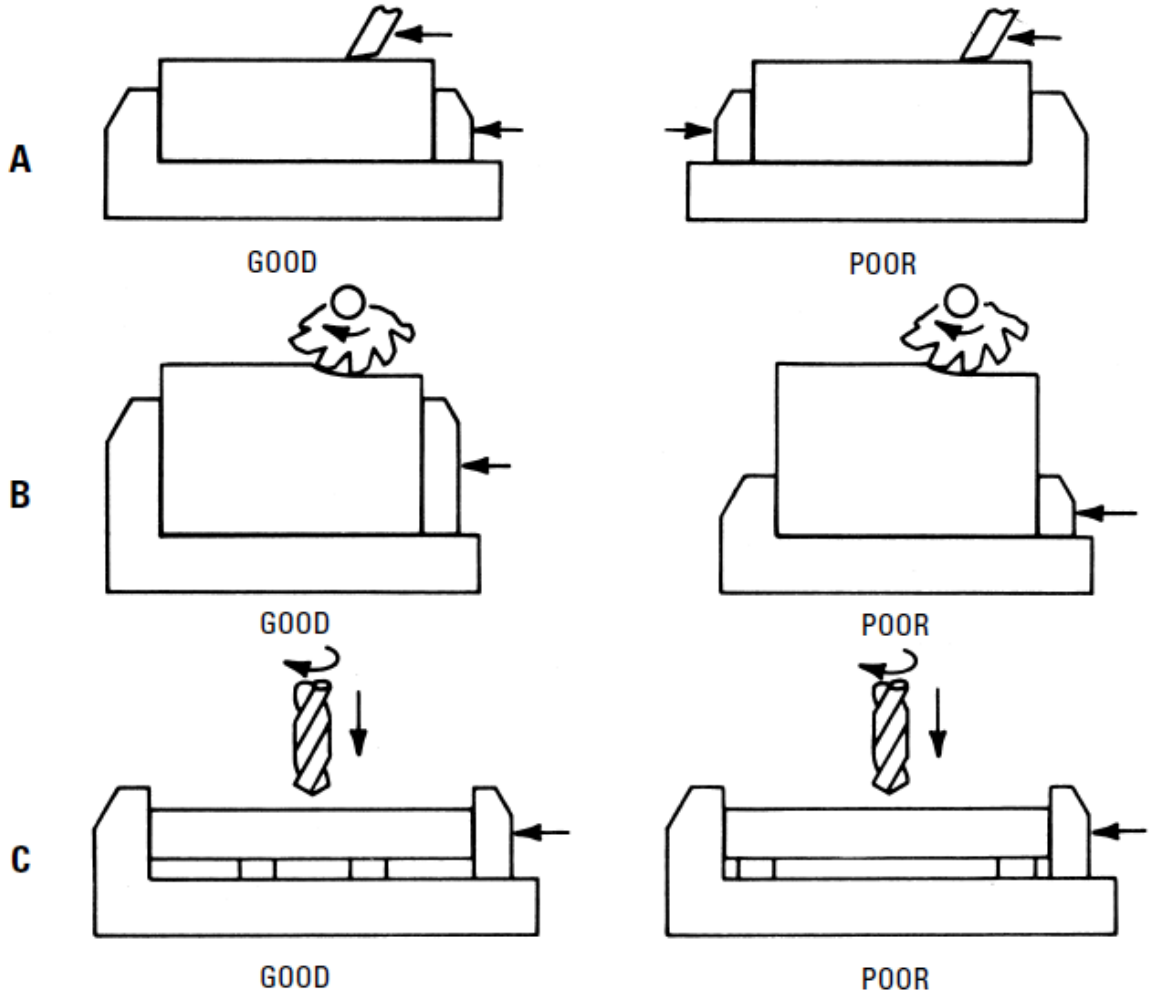


Figure 1-14 Support for work during machining.

بدنه قید و بست ها

بدنه یک قید و بست یک پایه صلب است که روی آن پایه ها ، تکیه گاه ها، پین ها و روبندها نصب می گردد. بدنه قید و بست ها با توجه به دیگر قطعات آنها مانند گیره ها، تکیه گاه ها و غیره که روی آن نصب خواهد شد طرح می شود.

در طراحی بدنه باید موارد زیر رعایت شود:

- ❖ استحکام کافی
- ❖ استوار و ثابت در مقابل ارتعاش
- ❖ قابلیت تحمل نیروهای وارده
- ❖ امکان انجام کنترل های لازم حین عملیات ماشینکاری
- ❖ سهولت دور کردن براده ها
- ❖ بدنه قید و بستها از سه روش ریخته گری، جوشکاری و ماشینکاری ساخته می شوند.

بدنه ریخته گری شده

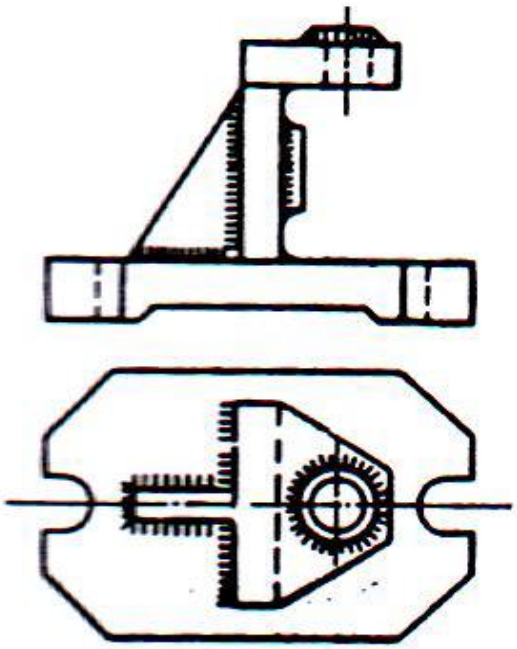
از جمله مزایای این بدنه می توان به صرفه جویی در زمان ماشینکاری، به دست آوردن فرم های پیچیده و جذب ارتعاشات اشاره کرد . این نوع بدنه ها از چدن، آلومینیوم و رزین ساخته می شوند. این روش تولید انبوه قیود روش مناسبی است، اما بطور کلی بدلیل نیاز به مدل ریخته گری و ... روش زمانبری است.

بطور کلی ضخامت دیواره های نباید از ۵ میلیمتر کمتر باشد.

بدنه جوشکاری شده

این بدنه ها از استحکام و صلبیت خوبی برخوردارند. همچنین به سادگی قابل اصلاح هستند. ولی هزینه ماشینکاری قابل توجهی دارند. قبل از اتمام ساخت قید و بست نیز باید تحت شرایطی تمام آنها یا فقط نقاط با تنشهای خطرناک را بازپخت و تنش زدایی نمود.

بدنه های جوشکاری شده نسبتاً سبک و پرکاربرد می باشند. بدنه قیود بزر گ تقریباً فقط با روش جوشکاری تهیه می شوند، زیرا با سایر روش ها گران و زمانبر تمام می شوند. بدنه های جوشکاری شده باید از نظر تکنیک های جوشکاری بصورت صحیح طراحی شده باشند.



بدنه ماشینکاری شده

این نوع بدنه ها در ساخت قید و بست ها از بقیه انواع معمول تر هستند. از مزایای بدنه های ماشینکاری شده می توان به سادگی طراحی، آسانی اصلاحات و مدت زمان آماده سازی کوتاه اشاره کرد.. قطعات مختلف بوسیله روش ماشینکاری تولید می شوند و توسط پیچ به یکدیگر متصل می شوند. اتصالات پیچی باید به گونه ای باشد که نیروهای گیره بندی و نیروهای بوجود آمده حین عملیات را به راحتی تحمل نمایند.

مواد مورد استفاده در ساخت قید و بست

مواد موردنیاز برای ساخت یک نوع ابزار مشخص، با تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی موردنیاز برای ابزار موردنظر مشخص می شود. این خواص، شامل وزن، رنگ، قابلیت هدایت حرارتی و الکتریکی، ضریب انبساط حرارتی، نقطه ذوب، استحکام، سختی، مقاومت فرسایشی، تردی، چقرمگی، چکش خواری و مدول الاسیسیته است. در بسیاری از موارد، استفاده از موادی گوناگون امکان‌پذیر است، اما در نهایت، قابل دسترس بودن و به صرفه بودن مواد انتخاب آنها را محدود می‌کند.

قید و بستها از مواد گوناگونی ساخته می شوند که سختی بعضی از آنها را برای مقاومت در برابر خوردگی بیشتر می کند. گاهی لازم است از مواد فلزی غیر آهنی مثل فسفر برنز استفاده گردد تا خوردگی قطعات کاهش یابد و یا از نایلونها و الیاف بهره گرفت تا قطعه کار آسیب نبیند.

موادی که اغلب در ساخت قید و بندها استفاده می شوند عبارتند از:

فولاد تند بر

این ماده عمدتا برای ساخت ابزار برش مثل مته، برقو ها و تیغه فرزها به کار می رود. سختی این ابزار را می توان به روش سختکاری به روغن و یا هوا از ۶۴ تا ۶۶ درجه راکول (Rc) افزایش داد.

فولاد HS با ۱۸ درصد تنگستن و یا ۲۲درصد تنگستن همچنین دارای ۴,۳ درصد کرم، ۱,۶ درصد وانادیوم و مقادیر کمی کربن، مولیبدن و غیره می باشند.

فولاد قالب

این ماده بیشتر برای قالب های سرد کار و گرم کار ایتفاده می شوند. فولاد قالب سرد کار برای ساخت ابزارهای پرس به کار می رود و می تواند تا ۶۵ درجه راکول (Rc) سخت گردد. این مواد شامل ۱ درصد کربن تا ۱,۵ درصد تنگستن و مقدار کمی سیلیکون و منگنز است و می تواند به روش سخت کاری با روغن سخت گردد. فولاد گرم کار برای آهنگری و ریخته گری با قالب که در معرض درجه حرارتهای بالا قرار دارد به کار می

رود.این مواد معمولا به روش روغن یا هما از ۴۰ تا ۵۰ راکول سخت شده و دارای ۴-۲ درصد کروم، ۰,۴تا ۰,۵ وانادیوم و مقادیر کمی منگنز و سیلیسیم می باشد.

فولادهای کربن دار

از این نوع فولاد برای ساختن ابزارهای برش استاندارد استفاده می شود و شامل ۰,۸۵ درصد کربن، ۰,۵ تا ۰,۸ درصد منگنز و مقدار کمی سیلیکون می باشد. این فولاد از ۶۲ تا ۶۳ راکول (Rc) به روش سخت کاری با آب سخت می گردد. فولاد کربن دار برای ساختن بوش مته، موقعیت دهنده ها و دیگر قطعاتی که در معرض خوردگی قرار دارند و باید سخت شوند به کار می رود.

فولاد فنر

این فولاد دارای ۱درصد کربن ۰,۵ درصد منگنز و مقدار کمی سیلیسیم است و تا ۴۷ راکول (Rc) و به روش سخت کاری با روغن آب سخت می شود.

فولاد ابزار بدون پیچیدگی

این فولاد با نام های فولاد با کربن زیاد (۲-۱ درصد) یا فولاد با کروم زیاد (۱۲-۴درصد) شناخته می شود. پیچیدگی این فولاد در حین عملیات حرارتی در حد بسیار پایینی قرار دارد. این فولاد برای قطعاتی که در آنها امکان پرداخت و از بین بردن پیچیدگی حاصل از عملیات حرارتی وجود ندارد، بسیار خوب است. این فولاد از ۶۲ تا ۶۳ راکول (Rc) به روش سخت کاری با روغن سخت شده و به طور وسیع برای ساخت قطعات ریز و پیچیده پرسها مورد استفاده قرار می گیرد.

فولاد نیکل کرم

از این فولاد در ساخت دنده استفاده می شود و دارای ۳تا ۴ درصد نیکل، ۱,۱-۰,۶ کروم و مقادیر کمی کربن، سیلیسیم و منگنز می باشد و از ۶۱ تا۶۳ راکول (Rc) سخت می گردد.

فولاد با تنش کششی بالا

این فولاد دارای ۰,۴ تا ۰,۶ درصد کربن و ۰,۶ تا ۱ درصد منگنز است و به صورت گسترده ای در ساخت پیچهای با تنش کششی بالا مورد استفاده قرار می گیرد. به روش سخت کاری با روغن از ۴۵ تا ۵۰ راکول (Rc) سخت می شود.

فولاد نرم

بیشتر قطعات قید و بست از این فولاد تهیه می شود و شامل کمتر از ۰,۳ درصد کربن و ۰,۱ تا ۰,۸ درصد منگنز است. عموما قطعاتی که نیاز به سختی کاری ندارند از فولاد نرم ساخته می شوند، زیرا ارزانترین نوع فولاد موجود می باشد.

چدن خاکستری

برای صرفه جویی در ماشینکاری و نیروی کار از این فولاد در ساخت قطعات خاص که شکل پیچیده ای دارنداستفاده می شود و نیاز به مدل قطعه برای ریخته گری دارد. هزینه ساخت مدل را باید با هزینه ماشینکاری مقایسه کرد. فولاد ریخته گری از ۲ تا ۲,۵ درصد کربن داشته و در مقابل ارتعاش مقاوم است و برای ساخت پایه و بدنه بندهای فرزکاری بسیار مناسب می باشد. خاصیت خود روانکاری این فولاد آن را برای ساخت قطعات کشویی و لغزنده مناسب کرده است.

نایلون و الیاف مصنوعی

از این مواد برای ساختن گیره ها استفاده می شود تا قطعات کار در اثر فشار گیره آسیب نبیند. معمولا قطعات نایلونی و یا قطعات ساخته شده از الیاف، با پیچ به گیره فولادی متصل می گردند.

فسفر برنز

وقتی گیره های پیچی، خورده می شوند باید پیچ و مهره آنها را تعویض کرد. معمولا پیچ ها بلندتر و گران تر از مهره ها هستند. بنابر این جنس مهره ها را از فسفر برنز انتخاب می کنند زیرا تنش کششی بالایی را تحمل می کند و از طرفی نرم تر از فولاد هستند و در نتیجه قبل از پیچ خورده می شوند و آسیب چندانی بدان وارد نمی کنند. مهره بوشهای فسفر برنزی را می توان به راحتی جایگزین کرد و بدین ترتیب عمر پیچ ها را افزایش داد. مهره هایی که عمدتا نقش راهنما را برای پیچ در ماشین های ابزار ایفا می کنند از جنس فسفر برنز انتخاب می شوند.

اصول طراحی جیگ و فیکسچر

الف) موقعیت دهی:

- موقعیت دهنده ها طوری طراحی شوند که براده ها مانع تنظیم نشوند.
- اطمینان حاصل شود که قطعه کار به خوبی مهار شده است.
- طراحی طوری باشد که کلیه نقاط موضع دهنده در معرض دید کارگر قرار گیرند.
- برای قطعات ریخته گری شده یا چکش کاری شده از موقعیت دهنده های قابل تنظیم استفاده شود.

ب) گیره بندی:

- گیره ها باید طوری طراحی شوند که در قطعات تغییر شکل بوجود نیاورند.
- در صورت امکان گیره ها با بدنه قید یکپارچه ساخته شوند.
- گیره ها باید طوری قرار گیرند در برابر نیروهای ماشینکاری مقاومت کافی را داشته باشند.

ج) فضای آزاد:

- برای تغییرات احتمالی اندازه قطعه کار به اندازه کافی فضا درنظر گرفته شود.
- برای حرکات دست کارگر و سهولت انجام کار فضای کافی پیش بینی شود.
- در طراحی حتماً سهولت خروج براده ها درنظر گرفته شود.
- در صورت ایجاد پلیسه در قطعه کار، حتماً فضای لازم جهت خروج قطعه درنظر گرفته شود.

د) ثبات و استحکام:

- قیدوبند تا حد ممکن مستحکم ساخته شود.
- در صورت لزوم قسمت هایی برای نصب قید روی میز کار طراحی شود.
- برای قید ۴ عدد پایه پیش بینی کنید تا عدم توازن براحتی قابل تشخیص باشد.

ه) جابجا کردن:

- وسیله تا حد امکان سبک باشد و گوشه های تیز در آن وجود نداشته باشد.
- قیدوبند تا حد امکان ساده طراحی شود و مسأله تعمیر و نگهداری در آن مدنظر قرارگیرد.
- در صورت سنگین بودن قید، دسته هایی جهت حمل آن پیش بینی نمایید.

مراحل بکارگیری قید و بند

موقع کار با قید و بست مراحل مختلف زیر باید انجام گیرند:

۱) قرار دادن قطعه کار

۲) بستن قید

۳) ماشینکاری قطعه کار

۴) آزاد و باز کردن قید

۵) خارج کردن قطعه کار

۶) تمیزکاری قید

خواسته های مورد انتظار از یک قید

قرار دادن قطعه کار باید سریع، مطمئن و ساده صورت گیرد.

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

نیروی بستن باید برای یک گیره بندی مطمئن کافی باشد.

نباید نیازی به تنظیم قطعه کار 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 آسیب پذیری وجود نداشته باشد.

مراحل طراحی قید و بند

۱- بررسی دقیق نقشه قطعه: با مطالعه نقشه قطعه روش ساخت قطعه، ابعاد و وزن آن بدست می اید و مراحلی از تولید قطعه که نیاز به قید و بند هست مشخص می شود.
۲- تعیین نقاط تکیه گاهی: با توجه به نقشه قطعه کار و با توجه به مرحله ای که برای انجام آن قید و بند طراحی می شود باید نقاط تکیه گاهی مناسب انتخاب شوند تا به هنگام ماشینکاری تلرانسهای مورد نظر به دست آید و به قطعه کار آسیب نرسد.

۳- موقعیت دهی قطعه: هدف از موقعیت دهی، سلب بعضی از درجات آزادی از قطعه کار می باشد تا نسبت به ابزار برشی در وضعیت ثابتی قرار بگیرد.
۴- گیره بندی: برای ثابت مانده قطعه در مقابل اعمال نیروی برشی می باشد.
۵- هدایت ابزار: در اینجا هدف هدایت یا تنظیم ابزار در موقعیت صحیح روی قطعه کار می باشد.

قید و بست های جوشکاری و مونتاژ کاری

جوشکاری و مونتاژ قطعات ورقی، یکی از عملیات همیشگی و روزمره در صنعت تلقی می شود. این عملیات را می توان با به کارگیری قید و بست های مناسب، بهتر و سریعتر انجام داد.

جوشکاری یکی از روش های مفید و با صرفه در اتصال قطعات فلزی به یکدیگر است. بنابراین، اولین روشی که در صنعت برای اتصالات ورق ها مورد توجه قرار می-گیرد، جوشکاری است، اما به هنگام جوشکاری، حرارت نسبتاً زیادی تولید می شود که این امر در بسیاری از موارد باعث اعوجاج و تاب برداشتن قطعات می شود. یکی از نقش‌های اصلی قید و بست های جوشکاری، علاوه بر جانمایی قطعات منفصل، مهار قطعه کار و جلوگیری از بروز عیب یاد شده است.

عبارت جیگ یا فیکسچر برای جوشکاری، معنی مشابه جیگ و فیکسچرهای ماشینکاری را ندارند. قید و بست جوشکاری، معمولاً ابزاری ثابت است، اما مطابق با شکل قطعه، می‌توان آنها را به طوری طراحی کرد که بتوان حول محورهای افقی و عمودی چرخاند.

جیگ های جوشکاری معمولا از مقاطع ساختمانی جوشکاری شده ساخته می شوند. استفاده از مقاطع ساختمانی نظیر ورق، نبسی، ناودانی، لوله و دیگر شکلهای این مقاطع می تواند در هزینه و مدت زمان ساخت جیگ و فیکسچر صرفه جویی قابل ملاحظه ای به وجود آورد. همچنین با توجه به تنوع شکل های این مقاطع می توان جیگهای مختلف با شکلهای گوناگون طراحی کرد. جوشکاری قطعات مختلف جیگ به یکدیگر به سرعت انجام شده و بنابر این مدت زمان لازم در ساخت یک جیگ جوشکاری بسیار کوتاه است. در جیگ های جوشکاری به ندرت از قطعات ماشینکاری شده استفاده می شود و حتی المقدور باید از به کار گیری قطعات ماشینکاری شده اجتناب کرد.

قید و بستهای جوشکاری را می توان در روشهای جوشکاری دستی، ماشینی یا اتوماتیک مورد استفاده قرار داد. بهترین نوع، جوشکاری قوسی در موقعیت تخت می باشد که یکی از امتیازات آن نرخ رسوب بالا است. بنابراین در مواردی که ممکن باشد، لازم است که قید و بست ها در حالت تخت جهت تثبیت قطعات مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که اتصالات مختلفی در صفحات مختلف داشته باشیم، موقعیت قید و بستها

بایستی به گونه ای باشد که بیشترین آن در موقعیت تخت قرار گیرند و اتصالات را به راحتی بتوان از یک یا دو طرف جوشکاری نمود.

در جوشکاری ماشینی یا اتوماتیک ممکن است قطعه کار حرکت کرده و مشعل یا تفنگ جوشکاری ثابت بماند و بالعکس در اتصالات دایره ای، معمولا قطعه کار به صورت افقی چرخیده و قوس جوشکاری ثابت می باشد.

اتصالات خطی طولانی، معمولا با ثابت بودن قطعه و حرکت مشعل، جوشکاری می شود.

دستورالعمل های جوشکاری جهت مونتاژ بایستی قبل از شروع طراحی قید و بست ها انجام شود. همچنین طراحی مشعل یا تفنگ جوشکاری بایستی از نظر تماس یا برخورد با قید و بست انجام شود.

در بعضی از کاربردها، در طراحی قید و بست، کنترل مقدار نفوذ ریشه بایستی در نظر گرفته شود. معمولا برای این مورد، پشت بندهای غیر مصرفی استفاده می شود. پشت بند می تواند از جنس سرامیک، بستری از فلاکس یا تسمه مسی شیار دار ساخته شود. تسمه هاس مسی آب خنک جهت تولیدات با حجم زیاد مناسب است ولی نبایستی برای فولادهای سخت شونده یا کوئنچ استفاده شوند.

ممکن است گاز خنثی از شیار تسمه مسی به ریشه اتصال جهت جلوگیری از اکسیداسیون دمیده شود. در هر صورت در هنگام جوشکاری نبایستی قوس با پشت بند مصرف نشدنی برخورد داشته یا آن را خراب کند.

اگر دستورالعمل جوشکاری فقط انجام خال جوش را مشخص کرده باشد، گیره ها فقط بایستی قطعات را در حین این عمل در حالت تنظیم نگهدارند. در بعضی از طراحی ها، قطعات نگه داشته شده خال جوش می شوند و سپس گیره ها حذف شده و جوشکاری بدون آن به دلیل قرار گیری اعوجاج در محدوده مجاز ادامه پیدا می کند.

پیچیدگی Distortion

پیچیدگی و تغییر ابعاد یکی از مشکلاتی است که در اثر اشتباه طراحی یا تکنیک عملیات جوشکاری یا موارد دیگر، ممکن است ایجاد شود. با فرض اجتناب از ورود به مباحث تئوریک تنها به این مورد اشاره می کنیم که حین عملیات جوشکاری به دلیل عدم فرصت کافی برای توزیع یکنواخت بار حرارتی داده شده به موضع جوش، و سرد شدن سریع محل جوش انقباضی که می بایست در تمام قطعه پخش می شد به ناچار در همان محدوده جوشکاری خلاصه می شود و این انقباض اگر در محلی باشد که از نظر هندسی قطعه زاویه دار باشد منجر به

اعوجاج زاویه ای (Angular distortion) می شود. در نظر بگیرید تغییر زاویه ای هرچند کوچک در قطعات بزرگ و طویل چه ایراد اساسی در قطعه نهایی ایجاد می کند.

حرارت شدید ناشی از جوشکاری و یا برشکاری ، باعث انبساط و انقباض در قطعه کار شده و در نتیجه، قطعات از حالت طبیعی خود خارج می شوند. پیچیدگی، نتیجه تاثیر تنش پسماند ناشی از گرمادهی غیر یکنواخت است، که سبب تغییر شکل های دائمی در یک قطعه فلزی که مورد جوشکاری و یا برشکاری قرار گرفته است می شود. تنش پسماند در قطعه جوشکاری شده بوجود می آید و باعث می شود که قطعه از نظر مقاومت، ضعیف شده و حتی در صورتی که قطعه تحت هیچ بار خارجی ای هم نباشد، باز تنش پسماند همانند یک بار اولیه عمل کند و حداکثر باری را که قطعه می تواند تحمل کند را کاهش دهد و باعث شود که قطعه تحت بارهایی کمتر از حد مجاز دچار ترک و یا شکست شود.

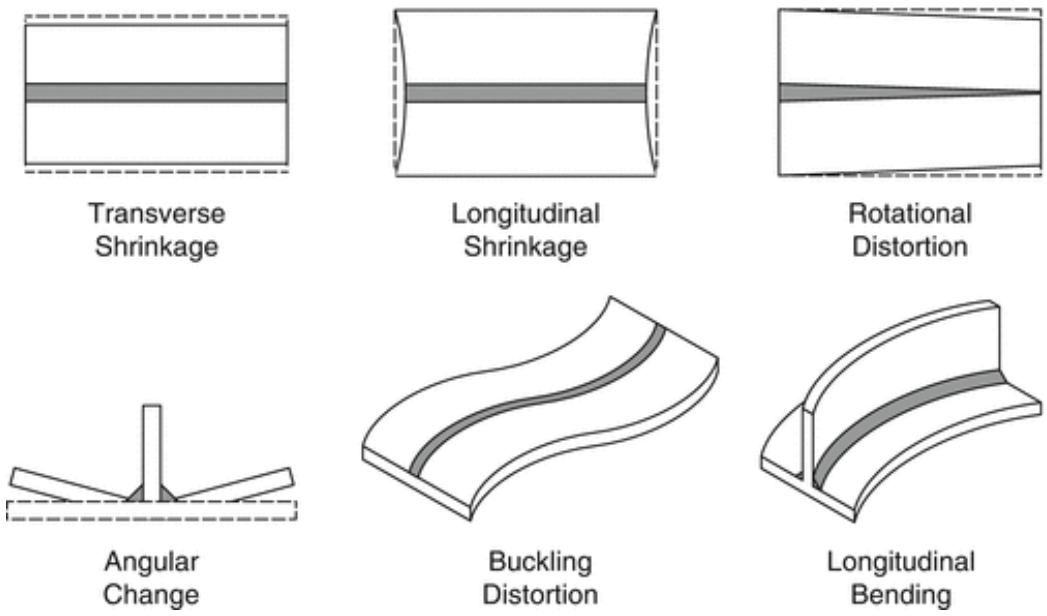
در حین عملیات جوشکاری به دلیل عدم فرصت کافی برای توزیع یکنواخت بار حرارتی داده شده به موضع جوش و سرد شدن سریع محل جوش ، انقباضی که می بایست در تمام سطح قطعه پخش شود به ناچار در همان محدوده خط جوش خلاصه می شود که منجر به تمرکز تنش شده و باعث ایجاد اعوجاج می گردد. هنگامی که ناحیه خط جوش بر اثر ازدیاد حرارت ناشی از ذوب گرم می شود ، انبساط شدیدی در قطعه روی خواهد داد. اما این گرما بطور یکنواخت در تمام قطعه پخش نمی شود که تمام قطعه را بطور یکنواخت منبسط کند. و این عمل به دلایل زیر بستگی دارد:

۱) فلز رسانای ایده آل نیست و مقداری از گرما را تلف می کند. ۲) هوای آزاد دمای بالای قطعه را به سرعت کاهش می دهد. ۳) عامل زمان که بستگی به رسانایی قطعه داشته و نقش بسزایی را در سرد شدن قطعه ایفا می کند.

این گرما در ناحیه خط جوش باعث انبساط شدیدی در قطعه می شود و اگر قطعه می توانست آزادانه حرکت کند طولش مقدار قابل توجهی افزایش می یافت. اما مناطق مجاور آن مانع این انبساط می شوند، زیرا درجه حرارت پایین تری که این مناطق نسبت به منطقه خط جوش دارند اجازه این چنین انبساطی را به آنها نمی دهد، و ناحیه خط جوش می تواند مقداری کمتر از مقدار واقعی انبساط خود، منبسط شود. بنابراین مناطق مجاور خط جوش تحت تنش کششی و خط جوش تحت تنش فشاری قرار می گیرد. سپس هنگام سرد شدن ، ناحیه خط جوش می خواهد منقبض شود که توسط مناطق مجاور آن ممانعت به عمل می آید. این انقباض نیرویی برابر با نیروی انبساط فلز داشته و می خواهد به همان اندازه قطعه را منقبض کند، که مناطق مجاور باز هم جلوی جابه جایی منطقه خط جوش را گرفته و باعث می شود که قطعه تا حدی مشخص منقبض شود. بنابراین خط جوش تحت نیروی کششی و مناطق مجاور آن تحت نیروی فشاری قرار می گیرند.

اعوجاج در قطعات جوشکاری شده به شش دسته تقسیم می شود که عبارتند از: ۱) انقباض عرضی ۲) انقباض طولی ۳) انقباض زاویه ای۴) تغییر زاویه ۵)کمانش ۶) خمش طولی

حال اگر خط جوش در راستای طولی و یا عرضی قطعه باشد اعوجاج طولی و عرضی(Longitudinal or Transverse) نمایان می شود. اعوجاج طولی و عرضی همان کاهش طول قطعه نهایی قطعه می باشد. این موارد هم بسیار حساس و مهم هستند.



بهترین راه برای رفع این ایراد جلوگیری از بروز Distortion است. و طراح یا سرپرست جوشکاری خوب کسی که بتواند پیچیدگی قطعه را قبل از جوش حدس بزند و راه جلوگیری از آن راهم پیشنهاد بدهد.

عوامل ایجاد اعوجاج

فلزات در هنگام گرم شدن منبسط می شوند و در صورت سرد شدن منقبض. اگر نیروهای انبساطی و انقباضی به طور صحیح کنترل نشوند ، ممکن است اعوجاج ایجاد شود. بنابراین ابتدا سایر عواملی را که باعث ایجاد اعوجاج در قطعات جوشکاری شده می شوند را در ذیل توضیح می دهیم تا درک بهتری از اعوجاج داشته باشیم:

حرارت داده شده: اگر قطعه ای بطور هموژن و یکنواخت حرارت دیده وسپس آرام سرد شود و هیچگونه مخالفتی بر سر راه انبساط و انقباض نباشد، پس از پایان سیکل حرارتی فوق هیچگونه پیچیدگی در آن مشاهده نخواهد شد. واضح است که گرم وسرد شدن در اجزاء مورد جوش به این صورت نبوده و حرارت موضعی موجب انبساط وسپس انقباض شده و تنش هایی در جوش و مناطق مجاور آن بوجود آمده که با تغییر فرم این مناطق تمام یا قسمتی از تنش ها رها می شود. میزان پیچیدگی و نوع آن به مقدارحرارت داده شده، طبیعت و شدت منبع حرارتی و طریقی که این حرارت بکار رفته بستگی مستقیم دارد. انواع دیگر سیکل حرارتی غیر از جوشکاری نظیر برشکاری وپیش گرم کردن نیز می تواند موجب وقوع این پدیده شود.

درجه ی مهار یا ممانعت: میزان مهار بکار رفته شده برای جلوگیری از تغییرات انبساطی و انقباضی مواضع مختلف قطعه در حین سیکل گرم و سرد شدن ناشی از جوشکاری ، فاکتور دیگری برای به وقوع پیوستن یا عدم ایجاد پیچیدگی و تاب برداشتن می باشد. اگر از طرق مختلف مکانیکی یا غیره ، از رها شدن تنشها توسط تغییر فرم مناطق جوش و اطراف آن جلوگیری شود ، این تنش ها در این مواضع باقی می مانند و در بعضی شرایط موجب ترک برداشتن جوش یا مناطق مجاور آن می شوند. این مشکل در قطعات ضخیم جدی تر است.

تنش های پسماند: این تنش ها که ضمن ریخته گری ، آهنگری و یا برشکاری در قطعه باقی مانده اند می توانند توسط تنش های ایجاد شده ناشی از جوشکاری جمع ، تشدید و یا در مواردی خنثی شوند. به هر حال تنش نهایی در قطعه ترکیبی از این تنش ها است. پیش بینی و محاسبه این تنش ها بسیار مشکل و غالباً مدل های ریاضی زیادی در این موارد پیش بینی شده است، اما تجربه عملی کمک سریع تری برای خنثی کردن این نوع تنش ها می کند.

خواص فلز قطعه کار: واضح است که میزان حرارت فروکشی، انتقال حرارت، ضریب انبساط حرارتی، قابلیت شکل پذیری، مقاومت و بعضی خواص دیگر فلز یا آلیاژ قطعه در شرایط مساوی از نظر طرح اتصال و روش جوشکاری تاثیر مهمی در میزان تاب دارد. به عنوان مثال در جوشکاری قطعات مسی وآلیاژهای آن مشکل پیچیدگی و تاب برداشتن به مراتب بیشتر از فولادهای معمولی است.

تاثیرات نا مطلوب جوش بیش از حد: اضافه جوش، نیروی انقباضی و تمایل به انقباض را افزایش می دهد. هر چیزی که مقدار جوش را کاهش دهد، نظیر کاهش اندازه ساق، کاهش طول، یا استفاده از جوش منقطع تمایل به انقباض را کاهش می دهد. اضافه جوش می تواند با دست به هم دادن یک سلسله اتفاقات، بطور غیر عمدی رخ دهد. به طور مثال طراح ممکن است با منظور کردن قدری اطمینان اندازه جوش را یک سایز بزرگتر انتخاب کند. در کارخانه ساخت، سرپرست جوشکاری نیز ممکن است جهت اطمینان، اندازه جوش را یک سایز بزرگتر دستور دهد. جوشکار نیز از ترس اینکه جوشش کمتر از این اندازه باشد، جوش را کمی ضخیم تر اجرا می نماید. در نتیجه یک جوش ۶ میلیمتری تبدیل به یک جوش ۱۲ میلیمتری می شود.

کنترل انقباض جوش: یکی از روش های مقابله با آثار انقباضی جوش، پیش خمش اعضا و تنظیم درزها برای خنثی سازی آثار انقباضی است. در این حالت، انقباض جوش باعث می شود که اعضا به وضعیت اولیه خود در آیند. در صورت امکان، جوش باید در حول محور خنثای عضو متعادل گردد. در این حالت بازوی نیروی برون محور مساوی صفر می گردد. به طوری که اگر نیروی انقباضی وجود داشته باشد، لنگر انقباضی مساوی صفر می شود. اغلب محور خنثای عضو پایین تر از مرکز ثقل جوش ها قرار دارد. در صورت استفاده از جوش زیر پودری که تولید جوش عمیق از مشخصه های آن است، مرکز ثقل نوار جوش ها پایین افتاده و در نتیجه لنگر انقباضی کاهش می یابد.

تأثیر فلز پایه در مجاورت خط جوش: انقباض فلز جوش به تنهایی، اغلب نمی تواند مقادیر انقباض های واقعی را توجیه نماید. به این حقیقت باید توجه داشت که فلز پایه مجاور خط جوش نیز سهمی در انقباض دارد. حرارت ناشی از جوشکاری باعث می شود که فلز پایه مجاور خط جوش منبسط شود. در حالی که این ناحیه، توسط قسمتهای خنک تر احاطه و مقید شده است. در نتیجه تمام انبساط حجمی باید در ضخامت ورق رخ دهد. در هنگام سرد شدن فلز جوش، این ناحیه (فلز پایه) گرم شده و تحت انقباض حجمی قرار گرفته و تنش های انقباضی در امتداد طولی وعرضی بوجود می آید. در نتیجه این ناحیه از فلز پایه منقبض می شود و باعث ایجاد اعوجاج در قطعه می گردد.

تاثیر نیروهای انبساطی و انقباضی بر اعوجاج : در مورد اعوجاج ناشی از اختلافات آهنگ انقباض فلز جوش با فلز پایه، نیرو های انقباضی سبب اعوجاج کسشان ماده می شوند. اگر تنش زدایی (از طریق عملیات گرمایی) انجام شود، ماده آزاد می شود تا ابعاد اولیه خود را باز یابد. اگر نیروهای انقباضی بیشتر باشند، ممکن است سبب تغییر شکل مومسان شوند. این عیب با تنش زدایی بر طرف نمی شود و ماده همیشه اعوجاج یافته می ماند.

روش های کنترل و کاهش اعوجاج

در جوشکاری می توان تدابیری مثل طراحی مناسب و روش جوشکاری مناسب اندیشید که باعث کاهش یا از بین رفتن اعوجاج شد. ما در جوشکاری می توانیم در سه مرحله از بوجود آمدن اعوجاج جلوگیری کنیم که عبارتند از :

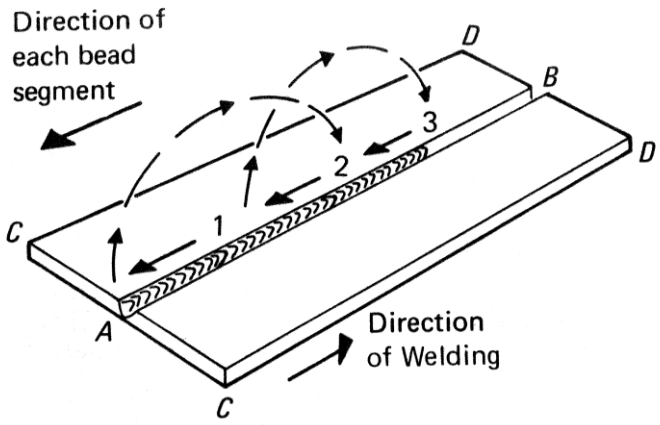
- ❖ جلوگیری از بوجود آمدن اعوجاج قبل از جوشکاری
- ❖ جلوگیری از بوجود آمدن اعوجاج در حین جوشکاری
- ❖ جلوگیری از بوجود آمدن اعوجاج بعد از جوشکاری

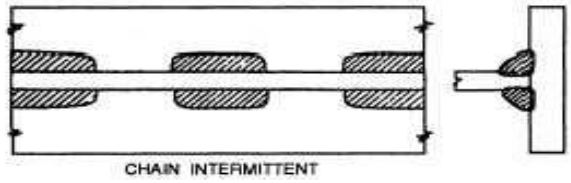
راه های کنترل اعوجاج قبل از جوشکاری عبارتند از :

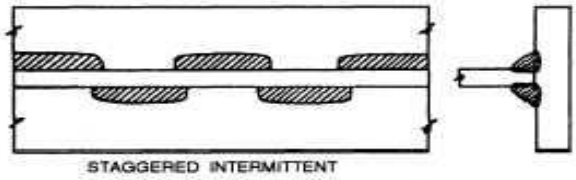
- ❖ طراحی مناسب پخ و اتصال
- ❖ دقت در ساخت
- ❖ استفاده از گیره ، بست و نگهدارنده ها
- ❖ پیش گرم کردن بصورت سرتاسری و کامل قطعه
- ❖ خال جوش زدن

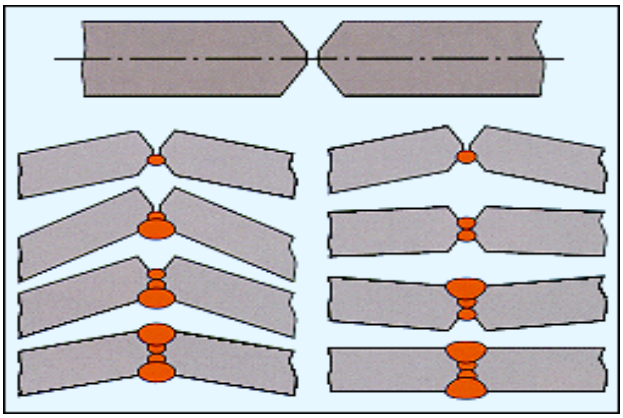
راه های کنترل اعوجاج در حین جوشکاری عبارتند از :

- ❖ روش جوشکاری گام به عقب (Back Step Welding)
- ❖ جوشکاری زنجیره ای منقطع (Intermittent Chain Welding)
- ❖ جوشکاری متباعد منقطع یا جوش های روبروی هم در جوش گوشه ای (Intermittent Staggered Welding)
- ❖ جوشکاری متقارن (Balanced Sequence Welding)
- ❖ رعایت دمای بین پاسی
- ❖ استفاده از حداقل حجم جوش
- ❖ استفاده از تعداد پاس کمتر در جوشکاری لب به لب









راه های کنترل اعوجاج بعد از جوشکاری عبارتند از :

- ❖ آرام سرد کردن
- ❖ صافکاری شعله ای (حرارت دهی معکوس)
- ❖ آنیل کردن
- ❖ تنش زدایی

- ❖ نرمال کردن
- ❖ صافکاری مکانیکی

در سازه های فلزی ساختمان معمولاً روش های ۱ و ۲ بیشتر اعمال می گردد و سایر روش ها در کارهای صنعتی بیشتر کاربرد دارد.

آرام سرد کردن

یکی از روش های جلوگیری از اعوجاج آرام سرد کردن قطعه مثلاً سرد کردن قطعه در کوره است. قطعهٔ جوش داده شده هر چقدر آرام سرد شود اعوجاج کمتری بوجود می آید. با سریع سرد کردن قطعه مثلاً قطعه را در دمای محیط یا در آب سرد کنیم باعث بوجود آمدن اعوجاج و ساختارهای سخت مارتنزیتی می شود.

آنیل کردن

آنیل کردن یک پروسهٔ عملیات حرارتی است که برای نرم کردن فلزات جهت کار سرد یا ماشینکاری به کار می رود. در فرآیند آنیل کردن قطعه، معمولاً قطعه را در کوره تا دمای بحرانی (برای فولاد با ۰,۵۲ درصد کربن حدود ۸۲۰ - ۷۲۳ درجهٔ سانتیگراد می باشد.) حرارت داده و سپس به آرامی سرد می کنند.

تنش زدایی

تنش زدایی ، حرارت دهی یکنواخت قطعات جوش شده تا دمای زیر دمای بحرانی است که با سرد کردن آرام دنبال می شود ، این فرآیند نقطه تسلیم فلز را کاهش می دهد لذا تنش های باقیمانده در فلز کاهش می یابند.

نرمال کردن

نرمال کردن ، پروسه ای برای ریز کردن ساختار دانه ای فلز است که باعث بهبود مقاومت آن در برابر شوک و خستگی می شود.

در نرمال کردن قطعات جوش شده تا بالای دمای بحرانی (برای فولاد با ۰,۲۵ درصد کربن ۸۲۰ درجهٔ سانتیگراد می باشد) تقریباً یک ساعت برای هر ۲۵ میلیمتر ضخامت، حرارت می دهند و سپس در هوا سرد می شود. (مستقیم کاری)

صافکاری مکانیکی

استفاده کردن از کارهای مکانیکی یکی از روشهای جلوگیری از اعوجاج در مرحلهٔ پس از جوشکاری است. از جملهٔ این کارها می توانیم به پرس کاری، چکش زنیو نوردکاری اشاره کنیم.

قید و بست های جوشکاری عمدتاً برای سه نوع عملیات طراحی می‌شوند

۱) خال جوش زدن
۲) جوشکاری کامل
۳) نگهداشتن قطعات جوش خورده

فیکسچرهای خال جوش زدن

فیکسچرهای خال جوش زدن، قطعات مختلف را در کنار هم و در وضعیت درست نگه می دارد تا بتوان آنها را با خال جوش به هم متصل کرد. از این فیکسچرها زمانی استفاده می شود که لازم باشد چند قطعه را در وضعیت درست نسبت یه هم جوشکاری کرد، بدون آنکه جابه جایی یا پیچیدگی در قطعه ایجاد شود. قطعات خال جوش خورده را می توان از روی جیگ برداشته و بدون استفاده از نگهدارنده یا بر روی یک جیگ یا فیکسچر نگهدارنده به طور کامل جوشکاری کرد.

فیکسچرهای جوشکاری

جیگ ها و فیکسچرهای جوشکاری برای نگهداشتن چند قطعه در وضعیت درست نسبت به هم و جوشکاری کامل آنها به کار می روند. تفاوت جوشکاری کامل و خال جوش زدن یک قطعه کار در میزان عملیات جوشکاری می باشد. در خال جوش زدن، قطعه تنها با خال جوش هایی به هم متصل می شوند. مجموعه خال جوش خورده را در یک جیگ یا فیکسچر نگهدارنده قرار می دهند و سپس به طور کامل جوشکاری می کنند. جیگ و فیکسچرهای خال جوش زدن با این هدف ساخته می شوند تا بتوانند بر تنش های حرارتی حاصل از جوشکاری غلبه کرده و از پیچیدگی قطعه کار جلوگیری کنند.

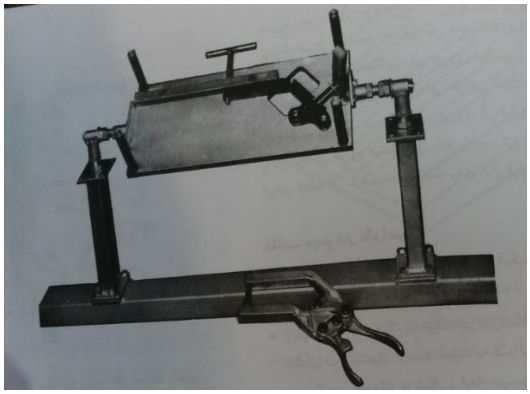
فیکسچرهای نگهدارنده

فیکسچرهای نگهدارنده، برای جوشکاری کامل قطعات خال جوش خورده به کار می روند. همانند فیکسچرهای جوشکاری، فیکسچرهای نگهدارنده نیز ساختاری صلب و محکم دارند تا از پیچیدگی قطعه کار حین جوشکاری کامل جلوگیری به عمل آید.

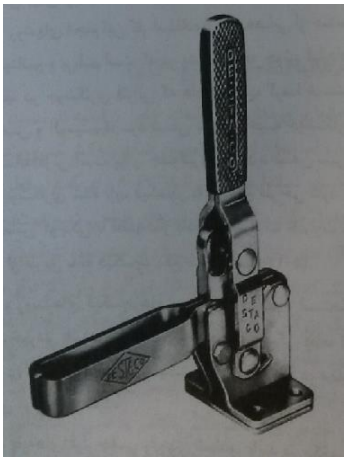
قرار دادن و محکم کردن قطعه کار در فیکسچرهای جوشکاری

در این مورد، ضوابط و روشهای قرارگیری و محکم کردن قطعه کار در فیکسچر ماشینکاری که در بخشهای قبل به آن اشاره شد در این فیکسچرها نیز حاکم می باشند. هر چند که دقت قطعات جوشکاری شده کمتر از قطعات ماشینکاری شده است، با این همه لازم است قطعات نسبت به هم در موقعیت و وضعیت درستی قرار گرفته و سپس عملیات جوشکاری آغاز گردد.

فیکسچرهای جوشکاری قابل چرخش



رایج ترین روبند ها در فیکسچرهای جوشکاری روبندهای قفل شونده زانویی هستند.



نکات اساسی در طراحی فیکسچرهای جوشکاری

علاوه بر قرارگیری و محکم کردن قطعه کار در قید و بست جوشکاری، باید عوامل دیگری نیز قبل از طراحی به شرح ذیل بررسی شوند.

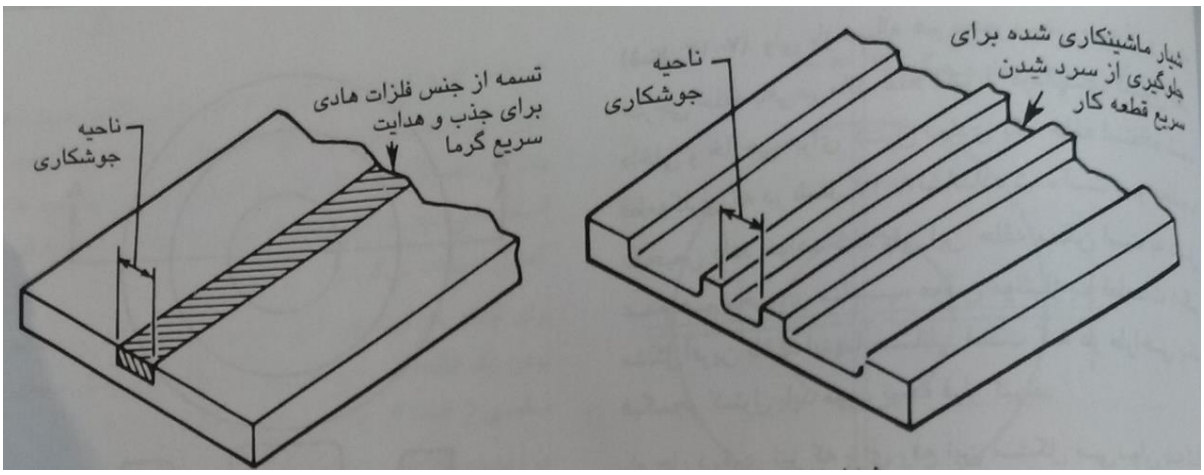
کنترل دفع حرارت یکی از مهم ترین نکاتی است که در هر قید و بست باید به آن توجه کرد. یعنی همواره باید از سردشدن سریع یا دیر هنگام منطقه جوشکاری شده، اجتناب کرد. روش های متنوعی وجود دارد که با به کار گیری آنها می توان اطمینان یافت که در منطقه جوشکاری حرارت به صورت مناسب ایجاد شده یا دفع گردد. عامل تعیین کننده در کنترل حرارت ناحیه جوشکاری، جنس فلزی است که باید جوشکاری شود.

هنگامی که قطعات فولادی یا از جنس فلزات دیگری که هدایت گرمایی نسبتا ضعیفی دارند، جوشکاری می شوند لازم است حرارت ایجاد شده حین جوشکاری را به گونه ای دفع کرد تا از داغ شدن بیش از حد منطقه جوشکاری شده جلوگیری شود. یکی از روشهای انجام این کار استفاده از تسمه هایی از جنس مس، تیتانیوم و برلیوم است که در پشت منطقه جوش قرار داده می شوند. در جوشکاری فلزاتی که هادی خوب حرارت می باشند نظیر مس و آلومینیوم، سرد شدن سریع ناحیه جوشکاری شده مساله آفرین است. برای جلوگیری از سرد شدن سریع قطعه جوشکاری شده باید فیکسچر به گونه ای طراحی شود که نقاط تماس کوچکی با قطعه کار داشته باشند تا حرارت به سرعت از طریق بدنه دفع نشود.

در جوشکاری، کنترل دفع حرارت ناشی از جوشکاری یک مسأله مهم است. دو روش رایج در کنترل و دفع حرارت مورد استفاده در فیکسچرهای جوشکاری عبارتند از:

۱) ایجاد شیارها و محل‌های خالی برای جلوگیری از انتقال حرارت سریع از قطعه‌کار به فیکسچر در جوشکاری فلزاتی با هدایت حرارتی خوب مانند آلومینیوم.

۲) استفاده از قطعات جاذب و هادی خوب گرما برای تسریع در انتقال حرارت به هنگام جوشکاری فلزات با هدایت حرارتی نسبتاً ضعیف مثل فولاد



روشهای کنترل دفع حرارت ناشی از جوشکاری

- ❖ پایه و روبندهای قید و بست، باید از استحکام کافی برخوردار باشند تا از تاب‌خوردگی و پیچیدگی قطعه کار پیشگیری شود. قاعدتا بهتر است روبند ها دقیقا در مقابل پایه های قرار نصب شوند.
- ❖ پین ها و پایه های قرارهای جانبی را تا حد ممکن باید در مکان هایی قرار داد که خلاف جهت تاب برداشتن قطعه کار قرار گیرد. بدین ترتیب پس از سرد شدن قطعه کار می توان آن را به راحتی از روی فیکسچر برداشت. در غیر این صورت لازم است اهرم های بیرون انداز دستی یا مکانیزه نیز بر روی فیکسچر نصب شود. همچنین فیکسچر باید به گونه ای طراحی شود که قطعات را همیشه در وضعیت درست بتوان بر روی آن قرار داد. این مساله را در طراحی هر نوع فیکسچری باید رعایت کرد تا در اثر اشتباه اپراتور قطعه کار به صورت نادرست روی ابزار قرار نگیرد.
- ❖ به طور کلی قید و بست های مورد استفاده در جوشکاری شامل همان اجزای موقعیت دهی و بستن مورد استفاده در دیگر بندها هستند. به هر حال، اثر حرارت و ریختن ذرات مذاب به هنگام کار، باید در طراحی این گونه قید و بست ها مد نظر باشد.

پشت بندها (Weld Backings)

پشت بند ماده ای است که به عنوان پشتیبان به منظور جلوگیری از ریزش جوش و بهتر انجام شدن عمل نفوذ، در ریشه جوش قرار داده می شود.

پشت بند جهت جلوگیری از ریزش مذاب از ناحیه پشت شیار جوش، تغییر در سرعت انجماد جوش، ممانعت از اکسیداسیون مذاب جوش و نفوذ کافی جوش می‌باشد. معمولاً از یک تسمه فلزی (فولاد کربنی یا مسی)، فلاکس یا جریان گاز آرگون، نیتروژن یا Co_2 استفاده می‌شود.

انواع پشت بندها

- ❖ پشت بندهای سرامیکی
- ❖ پشت بندهای مسی
- ❖ پشت بندهای دائمی
- ❖ پشت بندهای موقت
- ❖ پشت بندهای مصرفی
- ❖ گاز بی اثر
- ❖ فیبرهای شیشه ای تقویت شده

Protection Gas	Material
Argon	All the materials.
Air compounds/H_2	Austenitic stainless steel based on chrome-nickel and nickel.
Compounds of N2/H2	Steels, except the building steel of thin degree, highly resistant to austenitic steel (non stabilized by titanium).
N_2 and Air compounds/N_2	Austenitic steel based on Chrome-nickel, duplex steel and super duplex.

گازهای محافظ برای آلیاژهای مختلف

موارد مهم در قید و بست های جوشکاری

- ❖ انبساط و پیچش قطعه حرارت داده شده نباید روی موقعیت دهی، بستن، بارگذاری و باربرداری صحیح، اثر بگذارد.

- ❖ باید لقی لازم بین قطعه کار و موقعیت دهنده ها را در نظر گرفت .
- ❖ نباید اجازه انبساط، انقباض و پیچش به قطعه کار، بدون گیر کردن به فیکسچر داده شود.
- ❖ دستگیره هایی که در معرض حرارت هستند، باید از مواد عایق نظیر چوب و .. ساخته شوند.
- ❖ باید مانع ریزش ذرات مذاب جوشکاری، بر روی اجزای پیچی وسایل بستن شد.
- ❖ اجزای نزدیک به محدوده جوشکاری نباید دارای دندانه پیچی باشند. در نتیجه گیره های بدون پیچ، به طور وسیعی در فیکسچرهای جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع گیره ها، سریع عمل می کنند و لقی کافی را، در موضعی که بسته نشده است تامین می نماید. همچنین گیره های قفل شونده زانویی به طور وسیعی در فیکسچرهای جوشکاری استفاده می گردند.
- ❖ جهت جلوگیری از جوش خوردن قطعه کار به صفحه اصلی فیکسچر، باید شیارهایی زیر خط جوشکاری تعبیه گردد.
- ❖ باید احتمال جوش خوردن قطعه کار و قفل شدن آن به فیکسچر را، کنترل نمود. به علاوه باید امکان جدا کردن قطعه جوشکاری شده از فیکسچر، پس از عملیات جوشکاری وجود داشته باشد.
- ❖ برای قطعاتی که نیاز به جوشکاری از سطوح جانبی مختلف دارند، باید پیش بینی سهولت کج شدن یا دوران فیکسچر انجام گیرد تا راحتی جوشکاری به طور کامل تامین شده باشد.
- ❖ محلهایی که جوشکاری می شوند باید در دسترس مستقیم جوشکار باشد و حتی الامکان جوشکاری در حالت تخت صورت پذیرد.

موقعیت دهنده های جوشکاری

موقعیت دهنده یک وسیله مکانیکی است که قطعات آماده جوشکاری را نگه داشته و به سمت محل مناسب جهت جوشکاری و دیگر عملیات هدایت می کند. در بعضی از موارد، موقعیت دهنده قطعه را در جهت اتصال برای انجام جوشکاری حرکت می دهد.

گیره جوشکاری را می توان بر روی موقعیت دهنده وصل کرد و به این وسیله قطعه کار و گیره در موقعیت مناسب، اتصال پیدا کرده و عملیات انجام می شود.

بعضی از قطعات را می توان به وسیله گیره به هم متصل کرد و سپس با عملیات جوشکاری آنها را در کنار یکدیگر نگه داشت. سپس گیره از قطعه برداشته می شود و قطعه بر روی موقعیت دهنده قرار داده شده تا کل اتصال در بهترین موقیت از نظر اقتصادی جوشکاری شود.

ملاحظات اقتصادی

در استفاده از موقعیت دهنده هم ملاحظات منفی و هم مثبت از نظر اقتصادی وجود دارد. اولین مورد مربوط به هزینه های جوشکاری و حمل و نقل می باشد.

نرخ رسوب

بیشترین نرخ رسوب در جوشکاری های قوسی در حالت تخت به دست می آید به دلیل اینکه نیروی جاذبه باعث ریخته شدن و نگه داشته شدن فلز مذاب در اتصال می باشد. موقعیت مناسب بعدی، حالت افقی است. نتیجه نهایی موقعیت یابی قطعه، هزینه کمتر اقتصادی می باشد.

حرارت جوشکاری

در جوشکاری قوسی در حالت تخت مهارت جوشکاری زیادی مورد نظر نسبت به این دلیل که جوشکاری می تواند به راحتی حوضچه مذاب را کنترل کند. بنابراین، هزینه سربار جوشکاری در موقعیت تخت کمتر می باشد.

هزینه های تنظیم و فاکتور اپراتور

فاکتور اپراتور، نسبت زمان قوس به زمان نهایی که جوشکار صرف می کند می باشد. در مواردی که جوشکار به صورت دستی قطعه را جابه جا می کند و یا بایستی منتظر بماند تا جرثقیل قطعه را جابه جا کند زمان مصرف شده و باعث کاهش فاکتور اپراتور و افزایش هزینه نهایی در مقایسه با حالت استفاده از موقعت دهنده می شود. هرچه جابه جایی قطعه راحت تر باشد، فاکتور اپراتور افزایش پیدا می کند. به هر حال، در هنگام بارگذاری یا بار برداری قطعات سنگین به وسیله موقعیت دهنده یا جرثقیل یا هر وسیله دیگری بایستی هزینه سربار در نظر گرفته شود.

برای جوشکاری های کم و کوتاه، ثابت نگه داشتن قطعه در مقایسه با تغیر محل آن مناسب تر است که ممکن است هزینه جوشکاری بیشتر شود ولی هزینه سربار نهایی به دلیل صرفه جویی در هزینه جابه جایی کمتر خواهد شد.

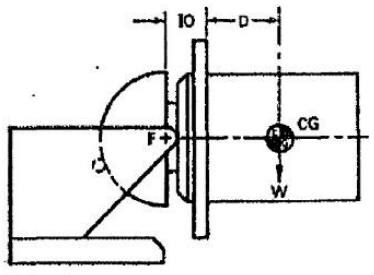
کیفیت جوش

به طور کلی، یک جوشکار ارزیابی شده در جوشکاری حالت تخت عیب کمتری نسبت به دیگر حالت ها ایجاد می کند. که در نتیجه آن تعمیرات کمتر می شود. همچنین به دلیل نرخ رسوب بالا، اتصال با تعداد پاس کمتری پر می شود و جوش با تعداد پاس کمتر، دارای تنش های کمتر و در نتیجه اعوجاج کمتر می باشد. به هر حال محدودیت های گرمای ورودی در بعضی از فولادهای آلیاژی بایستی در نظر گرفته شود.

ملاحظات تکنیکی

مرکز ثقل

استفاده صحیح از موقعیت دهنده به دانش ما از وزن قطعه جوشکاری (در صورت استفاده وزن قید و بست) و مرکز ثقل (CG) بار نهایی بستگی دارد. هر چه مرکز ثقل از محور چرخش (ECC) دورتر باشد، گشتاور مورد نیاز جهت چرخاندن بیشتر می شود.



در شکل بالا گشتاور چرخش به صورت زیر محاسبه می شود:

T=W(IO)D

که درآن

T = گشتاور چرخش (پوند نیرو در اینچ)

W = وزن بار (پوند)

IO = برامدگی ذاتی (اینچ)

D = فاصله میز تا مرکز ثقل بار (اینچ)

سازندگان موقعیت دهنده ها معمولا میز نرخ سنجی بر روی تجهیزات جهت اندازه گیری نرخ گشتاور ذاتی و ظرفیت بار در مسافت های مختلف بین مرکز ثقل بار و جدول اضافه می کنند.

محاسبه مرکز ثقل موارد جوشکاری شده نامتقارن

محاسبه اجسام نامتقارن را می توان با توجه به محورهای مختصات x و y و z و تقسیم آن به اشکال منظم انجام داد.

مرکز ثقل شکلها به وسیله فرمول های آن در استاندارد مهندسی مکانیک یا کتابهای مرجع ماشینکاری آورده شده است. مرکز ثقل نهایی قطعه جوش با توجه به انتخاب محور x و y و z به وسیله فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\frac{Aa1+Bb1+Cc1}{A+B+C}$$

که درآن

Y= فاصله محور X از مرکز ثقل

A= وزن شکل A

B= وزن شکل B

C= وزن شکل C

a_1= فاصله محور X از مرکز ثقل شکل A

b_1= فاصله محور X از مرکز ثقل شکل B

c_1= فاصله محور X از مرکز ثقل شکل C

می باشد.

همین روابط را می توان برای محاسبه فاصله مرکز ثقل تا محورهای Y و Z هم به کار برد. در کارگاه بایستی بتوان قطعه را در موقعیت مناسب نسبت به مرکز ثقل قرار داد.

محاسبه مرکز ثقل به وسیله آزمایش

دو روش عملی جهت محاسبه مرکز ثقل بدون استفاده از فرمول وجود دارد.روش اول را می توان برای قطعات جوشکاری جعبه ای شکل و کوچک به کار برد. قطعه بر روی یک میلگرد بر روی یک صفحه تخت در حالت تعادل قرار داده می شود. خط عمودی بر روی قطعه در محل قرارگیری میلگرد رسم میکنیم. قطعه بر روی سطح مجاور چرخانده می شود و مجدد خط ترسیم می شود. محل تقاطع دو خط همان مرکز ثقل است. جهت یافتن مرکز ثقل در جهت سوم پایینی مجددا قطعه بر روی یک سطح دیگر قرار گرفته و عملیات فوق تکرار می شود.

در روش دوم از یک زنجیر یا طناب استفاده می شود. به این صورت که قطعه از زنجیر یا طناب آویزان می شود، پس از ثابت شدن قطعه، در امتداد زنجیر خط رسم می کنیم و همین عمل را در جهت دیگر نیز تکرار می کنیم. محل برخورد دو خط همان مرکز ثقل است.

تجهیزات متصل به قطعه جوشکاری

در هر نوع از موقعیت دهنده های چرخشی یا زاویه ای، قطعه جوشکاری بایستی به میز بسته شود.

در میزهای چرخشی افقی، قطعه جهت جلوگیری از جدا شدن ناگهانی به صورت محکم بسته می شود. در موقعیت دهنده های دیگر به غیر از حالت افقی قطعه جوش فقط بر روی جدول نگهداری می شود.

در موقعیت دهنده افقی فقط نیروی گریز از مرکز حاصل از چرخش به قطعه کار اعمال می شود. اتصالات اضافی در سرعت چرخش کم در حداقل مقدار خود می باشد. اگر میز زاویه دار شود، قطعه به دلیل وزن خود بر روی جدول لغزش می کند به همین دلیل اتصالات بایستی استحکام برشی کافی جهت جلوگیری از لغزش را داشته باشند. نیروی برشی با افزایش زاویه بیشتر می شود و در زاویه ۹۰ درجه برابر وزن قطعه کار می شود.

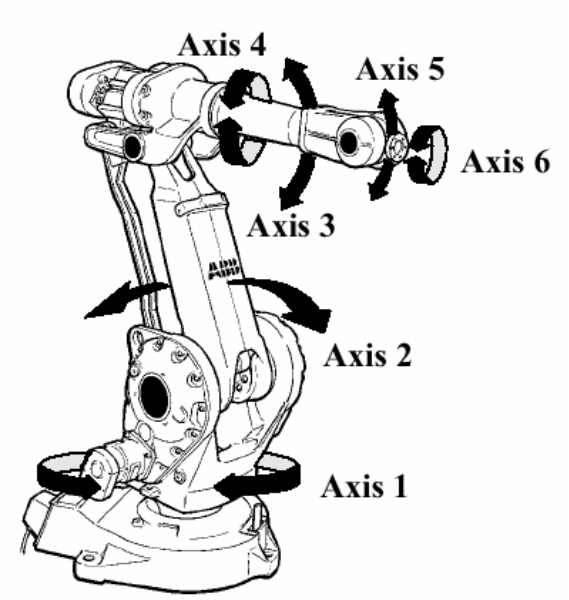
در حین زاویه دادن اگر بستهای بالایی قطعه کار را مهار نکرده باشند، قطعه حول بست پایینی می چرخد. مهار باعث ایجاد نیروی کششی در بست بالایی می شود. مقدار نیروی کشش به وزن و هندسه قطعه جوش بستگی دارد.

آشنایی با ربات ها

رباتها تجهیزاتی هستند که قابلیت شبیه سازی حرکات انسان به آنها میسر می باشد.این قابلیت توسط محور های موجود در manipulator فراهم شده و برنامه کامپیوتری ویژه ای به رباط داده شده و ربات طبق برنامه و بدون کم و کاست آنرا انجام می دهد.

اجزا

Manipulator : حرکات فیزیکی رباط توسط این بخش صورت می گیرد، در بخش جوشکاری خودروسازی ها معمولا از ربات های ۶ محوره استفاده می شوندکه انعطاف پذیری بالایی جهت انجام حرکات دارند.



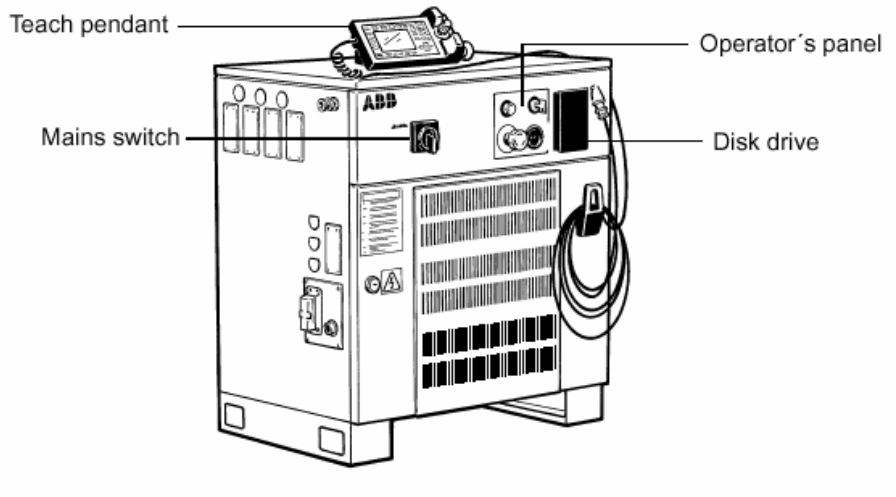
محورهای ربات

Type of motion		Range of movement
Axis 1	Rotation motion	+180º to -180º
Axis 2	Arm motion	+110º to -100º
Axis 3	Arm motion	+65º to -60º
Axis 4	Wrist motion	+185º to -185º
Axis 5	Bend motion	+115º to -115º
Axis 6	Turn motion	+400º to -400º (Unlimited as optional)

میزان چرخشهای محور های ربات ABB 2400L

لازمه به کار گیری همه محورها به صورت همزمان و محاسبات پیچیده ریاضی توسط کامپیوتر می باشد.

Controller : وسیله ای که تمام دستورات اجرایی به Manipulator را صادر کرده و وظیفه محاسبات مسیرهای حرکتی، اجرای Application، کنترل پروسه را بر عهده داشته و قابلیت ایجاد شبکه LAN ورود اطلاعات در خود را دارد.



سیستم جوشکاری و منبع تغذیه

ژنراتورها و تجهیزاتی که در جوشکاری با رباط به کار می روند همان تجهیزاتی هستند که در جوشکاری دستی استفاده می شوند با این تفاوت که تورچ جوشکاری ربات قابلیت نسب بر روی ربات را داشته و همچنین قابلیت برنامه دهی را داراست که این قابلیت به ربات امکان می دهد که برای تک تک نقاط مسیر جوشکاری پارامترهای مجزایی داشته باشد.

بررسی طرح از جنبه اقتصادی

هدف از این بخش اصول طراحی جیگ و فیکسچر براساس حداقل هزینه می باشد.

اصول اقتصادی بودن یک طرح

امروزه بدست آوردن حدااکثر کارایی با صرف حداقل هزینه چالشی است که همه طراحان با آن مواجه هستند. به عبارت دیگر لازم است طراح علاوه بر اینکه طرح دقیق و مطلوب برای یک جیگ یا فیکسچر تهیه می کند، حداقل هزینه را برای این کار صرف کند و به این علت باید ملاحضات اقتصادی مربوطه را بیاموزد.

ملاحضات اقتصادی ابتدا باید در ایده طرح نقش ببندد و سپس در ساختار محصول ساخته شده تجلی پیدا کند. اول باید طرح های مختلف را بررسی کرده و از بین آنها کم هزینه ترین را انتخاب نماید، در حالی که به کیفیت و مطلوبیت طرح نیز آسیبی نرسد.

سادگی طرح

ساده بودن یک اصل اساسی در طراحی است. طرح یک جیگ و فیکسچر باید در حد امکان ساده و غیر پیچیده باشد. هر یک از جزئیات طرح باید از نظر صرفه جویی در مدت زمان، مواد و دیگر هزینه ها بررسی گردد. یک طرح ساده کلیه هزینه ها را کاهش داده و در بسیاری از موارد می توان کلیه نیازهای عملکردی را نیز براورده کند. بنابراین به عنوان یک اصل باید گفت که طراح باید ساده ترین طرح ممکن را ارائه دهد.

قطعات پیش ساخته

استفاده از قطعات پیش ساخته می تواند هزینه های ساخت یک جیگ یا فیکسچر را در حد قابل ملاحضه ای کاهش دهد زیرا بسیاری از عملیات ماشینکاری حذف میشود. بنابر این هر جا که ممکن باشد، باید از قطعات پیش ساخته و آماده نظیر میلگرد ها، پروفیلها، قابها، پایه ها و ... که از بازار قابل خریداری هستند استفاده نمود.

قطعات استاندارد

استفاده از قطعات استاندارد، در افزایش کیفیت عملکردی یک جیگ یا فیکسچرتاثیر بسزایی داشته و همچنین صرفه جویی قابل ملاحضه ای در مواد اولیه، مدت زمان و نیروی انسانی به دنبال دارد. بنابر این هر جا که

ممکن باشد، باید از قطعات استاندارد، نظیر روبند ها، پینها، پایه های قرار استاندارد، پیچ و مهره هاو فنرها در ساختمان جیگها و فیکسچرها استفاده کرد.

ماشینکاری و عملیات تکمیلی

ماشینکاری و عملیات تکمیلی نظیر سنگ زنی، عملیات حرارتی و از این قبیل را باید تنها در موضع مورد نظر و نیاز، از قطعات خاص انجام داد. مثلا قسمتی از یک قطعه متحرک که در تماس با قطعه دیگری است را باید سنگ زد. از ماشینکاری یا انجام تکمیلی در قسمتهایی که اثری در دقت با عملکرد جیگ یا فیکسچر ندارند، بهتر است خودداری کرد.

لقی ها و تلرانسها

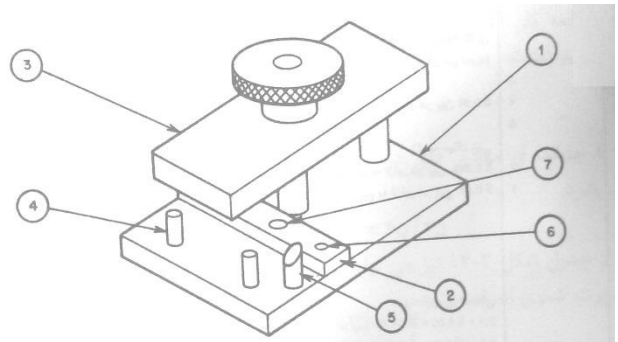
به طور کلی تلرانس یک جیگ یا فیکسچر باید ۲۵-۵۰ ٪ تلرانس قطعه کار باشد. رعایت تلرانسهای دقیق تر از این مقدار، بدون اینکه عملکردی آن بیافزاید، هزینه ها را تا حد قابل ملاحظه ای افزایش خواهد داد. به عبارت دیگر اعمال تلرانسهای دقیق تر از مورد نیاز، اتلاف پول و زمان خواهد بود.

نقشه های ساده

تهیه نقشه های ساخت جیگ و فیکسچرها، بخش قابل ملاحظه ای از هزینه کلی را در بر میگیرد. بنابر این هر گونه صرفه جویی در تهیه نقشه ها، در کاهش هزینه ها نیز موثر خواهد بود.

برآورد هزینه ها و کارآیی یک جیگ یا فیکسچر

آسان ترین و منطقی ترین روش تعیین هزینه ساخت یک جیگ یا فیکسچر، جمع کردن هزینه های مربوط به مواد و نیروی انسانی به کار رفته در آن است. این کار باید با دقت انجام گیرد تا هیچ قطعه، عملیات یا نکته دیگری فراموش نشود. یک روش این است که ابتدا مطابق شکل زیر لیست قطعات تهیه شود. سپس با استفاده از لیست برآورد هزینه، هزینه مواد و نیروی انسانی هر قطعه و عملیات مربوط به آن برآورد شود.



قطعات تکنیکی

شماره قطعه	تعداد	نام قطعه	اندازه (in)	جنس	ملاحظات
1	1	صفحه زیری	½×3×5½	فولاد ابزار A2	قطعه سنگ خورده است
2	1	پایه قرار	½×¼×3	فولاد ابزار A2	قطعه سنگ خورده است
3	1	مجموعه رویند	1½×4	آماده	رویند نوع 22-C3
4	2	پین قرار	¼×½	استاندارد	پین نوع 8721-1
5	1	پین تنظیم	⅜×¾	استاندارد	پین نوع 8721-5
6	2	پین نصب پایه	¼×⅝	استاندارد	پین نوع 8721-3
7	2	پیچ آلن	10-24×⅝	استاندارد	پیچ نوع 14972

همچنین در شکل زیر مدت زمان مورد نیاز هر مرحله ماشینکاری شامل زمان بستن، تنظیم، ماشینکاری و توقفهای مجاز آن است. هزینه های طراحی نیز به هزینه های ساخت اضافه می شود.

برآورد هزینه های تولید

شماره قطعه	عملیات مورد نیاز	مدت زمان	مواد اولیه
1			$ 3.75
	خط کشی	0.5 hr	
	سوراخکاری و برقو زدن	0.3 hr	
	سوراخکاری و قلاویز کاری	0.4 hr	
2			$ 0.70
	سوراخکاری و خزینه کاری	0.2 hr	
	(این قطعه با صفحه زیری سوراخکاری و برقو می شود)		
3			$ 6.50
4	دو عدد پین به ازای هر پین 0.08 $		$ 0.16
5			$ 0.10
	زاویه سنگ زنی	40	
6	دو عدد پین به ازای هر پین 0.045 $		$ 0.09
7	دو عدد پیچ به ازای هر پیچ 0.05 $		$ 0.10
	زمان مونتاژ و کنترل	0.5 hr	
	زمان طراحی	1.0 hr	
		3.30 hr	$ 11.40

هزینه نیروی انسانی

2.3 × $ 8.00 = $ 18.40 (تولید)

1.0 × $ 9.00 $ 9.00 (طراحی)

$ 27.40

هزینه کل نیروی انسانی	$ 27.40
هزینه مواد و قطعات	$ 11.40
هزینه کل	$ 38.8

سپس باید تعداد قطعاتی که توسط جیگ یا فیکسچر در هر ساعت تولید می شود را برآورد نمود. یعنی یک ساعت را برابر مدت زمان تولید یک قطعه تقسیم نمود، با استفاده از فرمول زیر:

$$Ph = \frac{1}{S}$$

که در آن:

Ph = تعداد تولید در هر ساعت

S = زمان مورد نیاز تولید هر قطعه کار

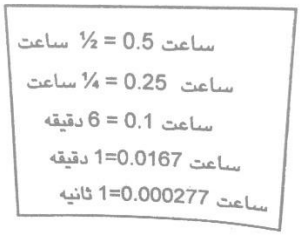
مثال: اگر زمان جوشکاری هر قطعه کار ۰,۰۱۶۷ ساعت، مدت زمان گذاشتن هر قطعه کار ۰,۰۰۲۷ ساعت و مدت زمان برداشتن نیز ۰,۰۰۲۷ ساعت باشد خواهیم داشت:

$$Ph = \frac{1}{S}$$

با جایگذاری موارد فوق در فرمول تعداد قطعه تولیدی در هر ساعت پیدا می شود.

P= 1/(0.0167+0.0027+0.0027)= 45.25

از جدول زیر نیز می توان در تبدیل اجزاء ساعت از صورت اعشاری به صورت کسری استفاده کرد.



برآورد هزینه نیروی انسانی

نیروی انسانی یکی از گرانترین عوامل تولید به شمار می رود. بنابر این کاهش هزینه نیروی انسانی، سبب می شود هزینه کلی، کاهش چشمگیری داشته باشد.

برای محاسبه هزینه نیروی انسانی از فرمول زیر استفاده می شود:

L=(LS/PH)*W

که در آن

L = هزینه نیروی انسانی

LS = تعداد تولید کل

PH = تعداد تولید در ساعت

W = دستمزد اپراتور در هر ساعت

مثال: پانصد قطعه کار قرار است به کمک یک فیکسچر جوشکاری شود. اگر نرخ تولید ۶ قطعه کار در ساعت و دستمزد اپراتور ۳۰۰۰ تومان در هر ساعت باشد، هزینه نیروی انسانی این سری تولید قطعه کار، چقدر خواهد بود؟

L=(LS/PH)*W

L= (500/6)*3000 = 250000

محاسبه هزینه تولید هر قطعه

فرمول محاسبه هزینه تولید هر قطعه به صورت زیر است:

CP= (TC+L)/LS

که در آن

CP = هزینه تولید هر قطعه کار

TC = هزینه ساخت جیگ یا فیکسچر

L = هزینه نیروی انسانی

LS = هزینه کل تولید

مثال: هزینه جوشکاری هر قطعه کار از یک سری ۷۰۰ عددی که قرار است به کمک یک فیکسچر تولید شود چقدر است؟ هزینه تولید فیکسچر ۱۱۰۰۰۰ تومان و هزینه نیروی انسانی ۷۸۰۰۰۰ تومان است.

CP= (TC+L)/LS

CP= (110000+780000)/700 = 1270 = برای هر قطعه کار

محاسبه نقطه سربه سر تولید

نقطه سر به سر، حداقل تعداد قطعاتی است که یک جیگ یا فیکسچر باید تولید کند تا هزینه تهیه آن جبران شود. اگر تعداد تولید شده کمتر از این نقطه باشد، زیان و اگر تولید بیشتر از این نقطه باشد سود حاصل خواهد شد. طراح باید سعی کند که نقطه سر به سر تا حد ممکن، پایین بیاید تا امکان سود بیشتر فراهم گردد.

روش محاسبه نقطه سر به سر در فصلهای ابتدایی توضیح داده شده است.

محاسبه تعداد تولید در سال

برای محاسبه تعداد تولید در سال از فرمول زیر استفاده می نماییم:

$$N = \frac{Cf(I + M + D) + (S * n)}{a(1 + t)}$$

که در آن:

N = تعداد تولید در سال

Cf = هزینه ساخت فیکسچر

I = درصد بهره استفاده از فیکسچر

M = درصد هزینه نگهداری فیکسچر

D = استهلاک که برابر $D = \frac{1}{y}$ و y تعداد سال استفاده از فیکسچر است.

S = هزینه تنظیم فیکسچر

n = تعداد دفعات استفاده

a = میزان صرفه جویی در تولید هر قطعه

t = درصد صرفه جویی در هزینه های جانبی

مثال: اگر هزینه ساخت یک فیکسچر جوشکاری ۲۰۰۰۰۰۰ تومان و مقادیر m و I به ترتیب ۱۲٪ و ۱۰٪ هزینه ساخت فیکسچر باشد و از فیکسچر مورد نظر فقط برای یک بار استفاده شود و هزینه تنظیم فیکسچر برابر ۱۰۰۰۰ تومان باشد و در صورت استفاده از فیکسچر ۳۰۰ تومان صرفه جویی در تولید هر قطعه ایجاد شود و ۵۰٪ کاهش هزینه های جانبی داشته باشیم، ۱) حساب کنید چه تعداد از قطعه باید تولید شود تا هزینه ساخت فیکسچر توجیه پذیر باشد؟

$$N = \frac{Cf(I + M + D) + (S * n)}{a(1 + t)}$$

$$N = \frac{2000000\left(\frac{10}{100} + \frac{12}{100} + 1\right) + (10000 * 1)}{300\left(1 + \frac{50}{100}\right)} = 5445$$

قطعه N = 5445

۲) اگر از این قطعه ۸۰۰۰ عدد تولید شود، مقدار سود حاصل را حساب کنید؟

$300\left(1 + \frac{50}{100}\right) * (8000 - 5445) = 1149750$ ریال

۳) فرض کنیم از این فیکسچر میخواهیم برای ۲ سال استفاده نماییم. حال باید در هر سال چند قطعه تولید شود تا ساخت فیکسچر توجیه پذیر باشد؟

$$N = \frac{2000000\left(\frac{10}{100} + \frac{12}{100} + \frac{1}{2}\right) + (10000 * 1)}{300\left(1 + \frac{50}{100}\right)} = 3222$$ قطعه

۴) فرض کنیم از این فیکسچر در هر سال ۳ بار و در مجموع برای ۲سال مورد استفاده قرار گیرد، چند قطعه در هر سال باید تولید شود تا ساخت فیکسچر توجیه پذیر باشد؟

$$N = \frac{2000000\left(\frac{10}{100} + \frac{12}{100} + \frac{1}{2}\right) + (10000 * 3)}{300\left(1 + \frac{50}{100}\right)} = 3266$$ قطعه

۵) اگر بخواهیم از این فیکسچر برای تولید ماهانه ۱۰۰۰۰ قطعه در ۲ سال و در هر سال ۲ مرتبه استفاده شود، اگر سایر داده ها مثل قبل باشد، حساب کنید حداکثر هزینه ساخت فیکسچر را که ساخت آن توجیه پذیر باشد؟

$$\frac{1000}{2} = \frac{Cf\left(\frac{10}{100} + \frac{12}{100} + \frac{1}{2}\right) + (10000 * 2)}{300\left(1 + \frac{50}{100}\right)}$$

$$Cf = \frac{(5000 * 450) - (10000 * 2)}{\left(\frac{10}{100} + \frac{12}{100} + \frac{1}{2}\right)} = 30977220$$

ملاحضات عمومی برای طراحی یک کارگاه

پیش از آغاز طراحی و ساخت یک کارگاه جدید باید مراد زیر را مد نظر قرار داد:

- ❖ نوع تولید (منفرد یا تولید انبوه)
- ❖ اندازه و نوع قطعات
- ❖ مطلع شدن از الزامات قانونی فعالیت (استانداردها، قوانین کار، بیمه و ...)
- ❖ مکان یابی مناسب بر اساس نوع تولید
- ❖ مشخص نمودن ظرفیت تولید
- ❖ اندازه کارگاه
- ❖ مشخص نمودن پیش نیازهای اولیه (آب، برق، گاز و ...)
- ❖ نکات ایمنی و فنی مناسب نوع فعالیت
- ❖ مشخص نمودن انواع فعالیتهای مورد نیاز
- ❖ جداسازی فضاهای مختلف بر اساس نوع فعالیت
- ❖ نحوه چیدمان بر اساس نوع ورودی و خروجی
- ❖ نوع وسایل بالابرنده و حمل کننده
- ❖ نوع انبار مورد نیاز و نحوه انبار کردن مواد و تجهیزات
- ❖ فرایندهای جوشکاری مورد نیاز
- ❖ تجهیزات جوشکاری (دستی، نیمه مکانیزه، مکانیزه یا اتوماتیک)
- ❖ تجهیزات آماده سازی قبل از اتصالات (برشکاری گرم، سرد، ماشینکاری و ...)
- ❖ تجهیزات مونتاژ کاری
- ❖ عملیات حرارتی و سطحی
- ❖ پوشش دهی
- ❖ مشخص نمودن محل دپوی قطعات تکمیل شده، نیمه ساخته، اسقاطی، ضایعات و فضای نگهداری مواردی مانند کپسولهای گاز و ...