

آیا می‌دانستید با عضویت در سایت جزوه بان می‌توانید به صورت رایگان جزوات و نمونه

سوالات دانشگاهی را دانلود کنید؟؟

فقط کافیست روی لینک زیر ضربه بزنید



ورود به سایت جزوه بان

Jozveban.ir

telegram.me/jozveban

sapp.ir/sopnuu

جزوات و نمونه سوالات پیام نور



@sopnuu
jozveban.ir

فهرست:

مقدمه

طراحی محصول

روشهای اتصال

ذخیره سازی و انتقال

تغذیه کننده ها

جهت دهنده ها

نمایش فرآیندمونتاژ

طراحی خطوط مونتاژ

طراحی برای مونتاژ

تحلیل اقتصادی

مقدمه

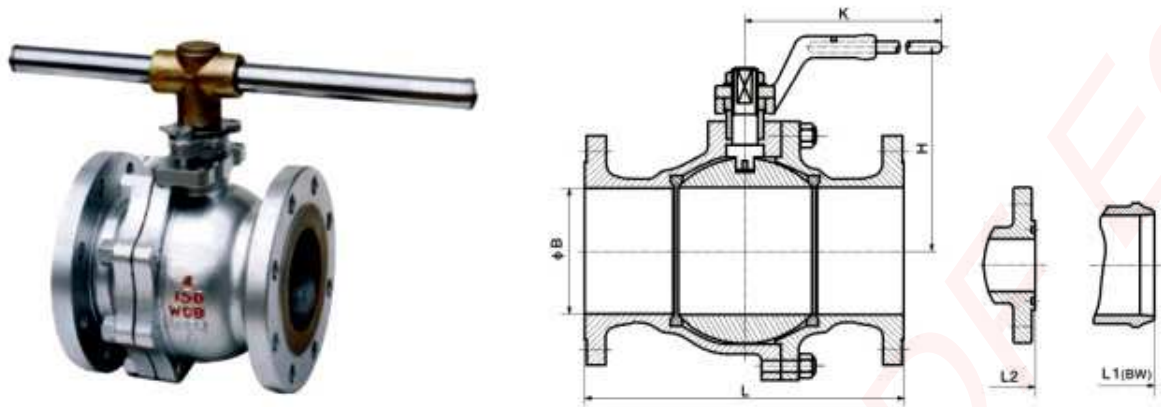
مونتاژ بخشی از یک سیستم تولیدی است. محصولات نهایی که به صورت صنعتی تولید می شوند از قطعات وزیر مونتاژهایی تشکیل می شوند که در زمانها و حتی مکانهای متفاوتی تولید شده اند. هدف از مونتاژ تولید محصول نهایی با پیچیدگی بیشتر، در تعداد و یا زمان مشخص، از بر روی هم سوار کردن قطعات، زیر مونتاژها و مواد جانبی مانند روانکارها و چسبها است.

مونتاژ: "مجموعه ی فرآیندهایی که به واسطه آنها قطعات وزیر مونتاژهای گوناگون به یکدیگر متصل می شوند تا یک مجموعه و یا محصول از قبل طراحی شده ی (مانند یک ماشین یا یک مدار الکتریکی) کامل ساخته شود. این محصولات به صورت بسته ای و با فرآیندهای پیوسته تولید میشوند."

مونتاژ محدود به شاخه خاصی از صنعت نمی شود و در تمام شاخه ها مطرح است. از لوازم خانگی و مبلمان گرفته تا لوازم الکترونیکی و الکتریکی، صنعتی، وسایل حمل و نقل و....

در شکل ۱ دو محصول مونتاژ شده متفاوت، یک برد الکترونیک و یک شیر کروی را می بینید.





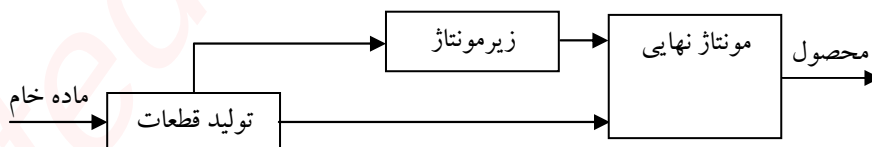
شکل ۱

در مونتاژ صنعتی سه موضوع مشترک وجود دارد:

- **اعضا (قطعات) مدولار.** این اعضا قطعات استاندارد و مجموعه های آماده و قابل تعویضی هستند که امکان بکارگیری آنها در محصولات متفاوت وجود دارد. مانند مدارهای الکترونیکی از قبل آماده شده و یا قطعات استاندارد مکانیکی که توسط سایر تولید کنندگان به صورت انبوه تولید می شود.
- **مونتاژ کار.** کارگری که با کنار هم قراردادن اجزای از قبل ساخته شده در کنار هم محصول مورد نظر را مونتاژ می کند.
- **خط مونتاژ.** ترتیبی از کارگران، ماشینها و دستگاه ها که محصول در حین گذرازی یک مرحله به مرحله بعدی آن، به صورت پیوسته، مونتاژ و تکمیل می شود.

در سالهای پایانی قرن بیستم شاهد ابداع ایستگاه مونتاژ، سلول مونتاژ و مونتاژ قابل انعطاف بوده ایم.

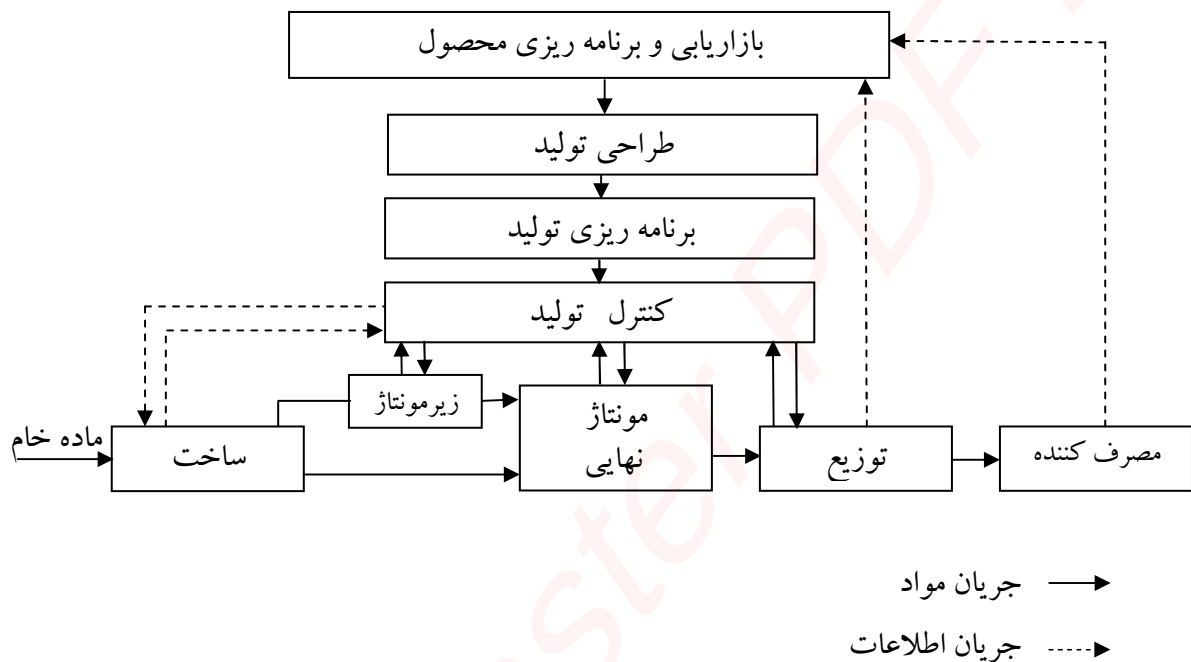
شکل ۲ شمای بسیار کلی از تبدیل ساده خام به محصول مورد نظر را نشان می دهد:



شکل ۲

مرحله مونتاژ نیز ممکن است به دو قسمت پیش مونتاژ و مونتاژ نهایی تقسیم شود. به این معنی که در ابتدا بعضی از قطعات روی هم مونتاژ شده و زیرمجموعه هایی (زیرمونتاژهایی) ساخته می شوند و در نهایت این زیرمجموعه ها با سایر قطعات بر روی هم سوار شده و محصول نهایی تولید می شود.

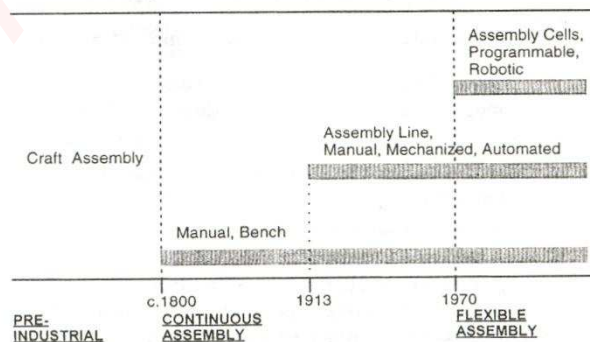
می توان مونتاژ را در فرآیند تولید به صورت شکل ۳ نمایش داد:



شکل ۳

تاریخچه:

تاریخ مونتاژ را می توان به سه مرحله زمانی اصلی یعنی "پیش صنعتی، مونتاژ پیوسته و مونتاژ قابل انعطاف" تقسیم کرد.



شکل ۴

مونتاژ پیش صنعتی

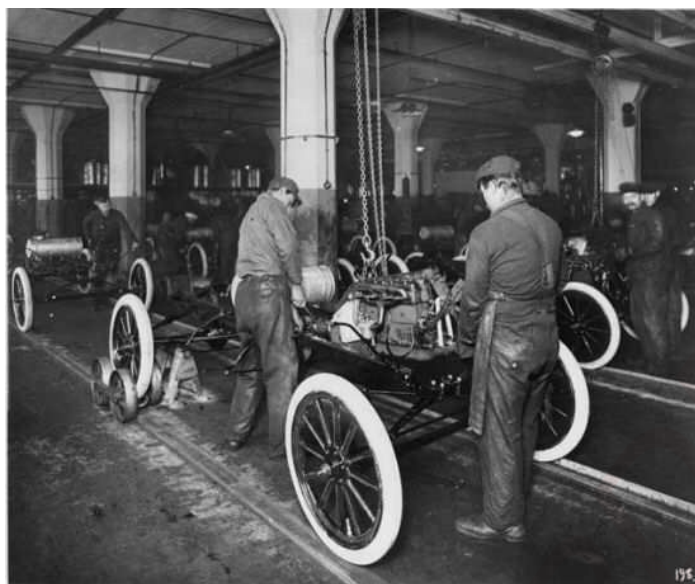
پیش از انقلاب صنعتی یعنی تا حدود سال ۱۸۰۰ میلادی، مونتاژ به صورت دستی انجام می شد. استاد کار خودش برای ساخت یک وسیله، تمام قطعات را جداگانه می ساخت و سپس خود او آنها را بر روی یک میز به هم مونتاژ می کرد. دو مسئله باعث کنار گذاشتن مونتاژ دستی شد: اول بیشتر شدن نیازها- در اثر سرعت بسیار پایین مونتاژ دستی، زمان تولید محصول بالا بود در حالی که نیازهای افراد در اثر رشد روز افزون جمعیت بیشتر می شد و محصولات کفاف نیازهای مردم را نمی داد.

دوم اختراع نوارهای نقاله که عامل مهمی در ابداع خطوط مونتاژ بود. این نقاله ها ابتداء در کارخانه های آرد به کار گرفته می شد. اواخر قرن نوزدهم در اغلب کارخانجات برای جابجایی مواد به کار گرفته شدند.

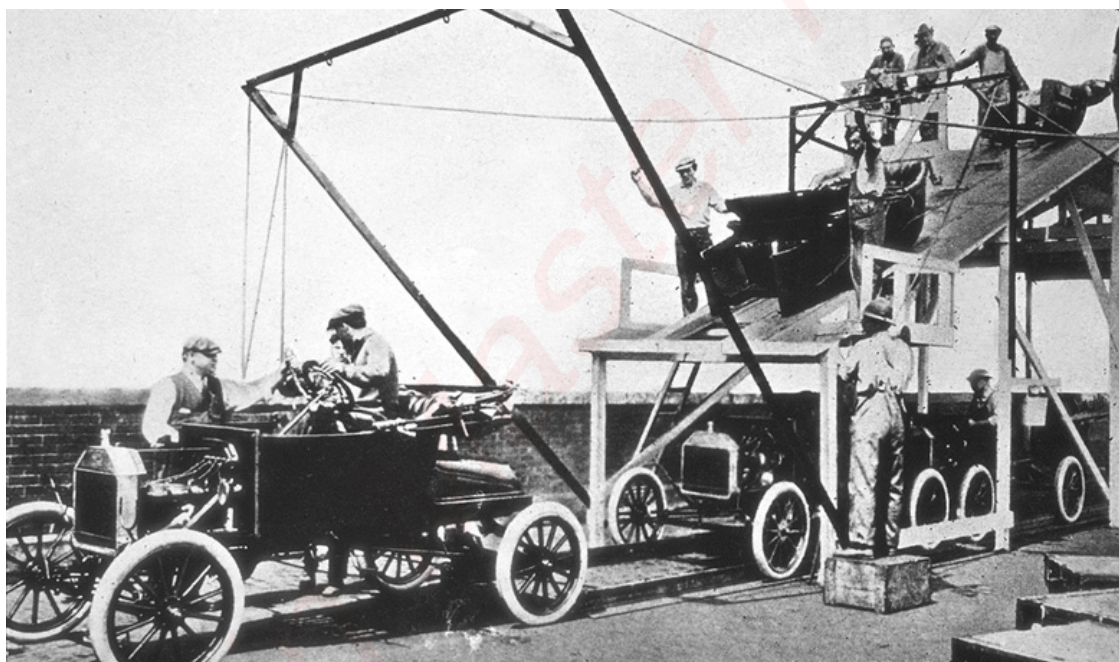
مشکلی که در تولید قطعات به صورت دستی نیز وجود داشت دشواری جایگزینی قطعات معیوب بوسیله قطعات یدکی دلیل دست ساز بودن قطعات و عدم تطابق کامل قطعات مشابه در یک نوع محصول با یکدیگر بود، در صورت خرابی هر قطعه امکان جایگزینی آن با قطعه یدکی از قبل ساخته شده وجود نداشت. این مشکل در مونتاژ محصول به صورت انبوه نیز وجود خواهد داشت. بکارگیری قطعات قابل جایگزینی پس از قرن ۱۸ میلادی ساخت محصولات چرخه ای، تفنگ، چرخ خیاطی و دوچرخه را امکان پذیر ساخت.

خط پیوسته

در این مرحله ابتدا خطوط مونتاژ دستی و سپس مکانیزه ابداع شد. در سال ۱۹۱۳م. آقای فورد که صاحب یک کارخانه اتومبیل سازی بود مونتاژ اتومبیل را بصورت خط در آورد. تمامی افراد در ایستگاه های کاری ساکن بودند و محصول بین ایستگاه های کاری حرکت می کرد و در هر ایستگاه افراد مشغول در آن ایستگاه قطعه یا قطعاتی را به محصول نیم ساخته مونتاژ می کردند. به دنبال آن ماشینهای مونتاژ خودکار نیز اختراع شده و به کار گرفته شدند. شکلهای 5 و 6 تصاویری از این خط را نشان می دهد.



شکل ۵



شکل ۶

از جمله مزایای به خط در آوردن عملیات مونتاژ افزایش سرعت کار و توانایی رسیدن به تولید انبوه است که در این صورت قیمت تمام شده ی محصول با سرشکن شدن هزینه های ثابت روی محصولات بیشتر؛ پائین می آید. در آن زمان نیز با به خط در آمدن عملیات مونتاژ اتومبیل، قیمت اتومبیل با تولید انبوه، به قدری پایین آمد که آن را از یک کالای لوکس به یک کالای عمومی برای مردم تبدیل کرد. فورد توانست با این ابتکار در سال ۱۹۲۵ در هر ۱۰ ثانیه یک خودرو تولید کند و قیمت مدل T را از ۵۷۵ دلار در سال ۱۹۱۰ به ۲۹۰ دلار در سال ۱۹۲۰ برساند.

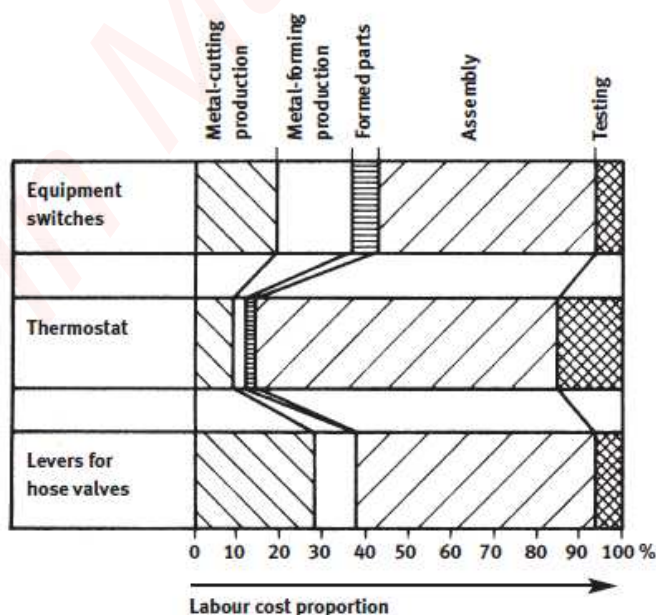
از جمله مشکلات خط مونتاژ می توان به عدم انعطاف پذیری برای تنوع محصول اشاره کرد؛ چرا که، در صورتی که بخواهیم در چنین خط مونتاژی نوع محصول را عوض کنیم باید هزینه های بسیار بالایی را برای اعمال تغییرات مورد نیاز صرف کنیم.

مونتاژ قابل انعطاف

فشار بازار برای ایجاد تنوع در طراحی و تولید محصول طی سالهای دهه ۱۹۷۰ باعث ابداع تکنیک جدیدی با عنوان خطوط مونتاژ قابل انعطاف شد. به وسیله ی ماشینهای قابل برنامه ریزی و رباتها می توان با تغییر برنامه های وارد شده به آنها و همچنین خطوط انتقال، محصولات بسیار متنوعی تولید کرد؛ تا آنجا که، نظر مشتری نیز در محصول مورد درخواستش لحاظ گردد. از مزایای دیگر این مونتاژ می توان به دقت بسیار بالا، کار ۲۴ ساعته و عدم نیاز به آموزش مجدد اپراتورها برای تغییر نوع محصول اشاره کرد.

اهمیت اقتصادی مونتاژ:

بر اساس بررسی های به عمل آمده حدود ۵۰ درصد از زمان تولید و ۲۰ درصد از کل هزینه تولید مربوط به مرحله ی مونتاژ است. به طور معمول یک سوم کارگران یک کارخانه در بخش مونتاژ اشتغال دارند. در صنعت خودرو ۵۰ درصد از هزینه ی مستقیم کارگری در بخش مونتاژ است.



شکل ۷

در شکل ۷ نسبت هزینه کارگر در مراحل مختلف تولید ۳ محصول نمایش داده شده است.

آمار فوق نشان دهنده اهمیت نسبی مونتاژ در زمان و هزینه تولید است. و همین امر لزوم مطالعه و سرمایه گذاری بیشتر در بخش مونتاژ را نشان می دهد.

اگر صنایع رابه دو گروه بدون مرحله مونتاژ یا اندک بودن مرحله مونتاژ (مانند صنایع معدنی، شیمیایی و غذایی) و صنایع با مرحله مونتاژ متوسط و زیاد (مانند صنایع الکترونیک، مکانیک و ابزار سازی) تقسیم کنیم، بررسی های آماری در فاصله سالهای ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۵ در ۱۰ کشور با اقتصاد پیشرفته نشان می دهد، کشورهای بامیزان تولید بالاتر دارای درصد بیشتری از صنایع با مونتاژ متوسط و زیاد هستند. به طور مثال در سه کشور آمریکا، آلمان و ژاپن تا ۴۰ درصد از صنایع با مونتاژ متوسط و زیاد بوده اند.

آمار فوق نشان می دهد که برای داشتن تولید بیشتر باید محصول و همچنین فرآیند تولید به گونه ای طراحی شود که بخش پایانی خط تولید شامل مراحل مونتاژ قطعات و زیر مجموعه هایی باشد که در بخشها و یا کارخانه های متفاوت ساخته شده اند.

طراحی محصول

کل فرآیند تولید یک محصول از تعدادی فرآیند جزئی تر تشکیل می شود که نوع این فرآیندها تا حد زیادی وابسته به طراحی قطعات مجزا و نیز ترکیب مونتاژ آنها است.

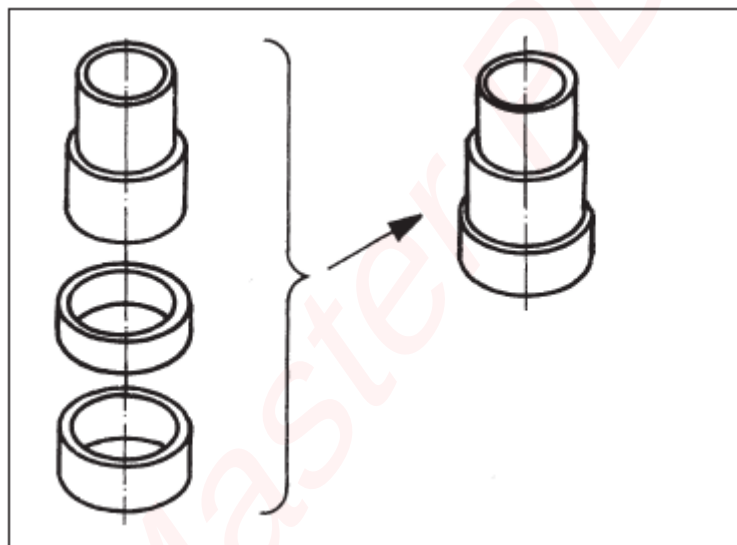
بررسی های آماری نشان می دهد با وجود آنکه هزینه طراحی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از کل هزینه تولید یک محصول است اما مسئولیت ۷۵ درصد از هزینه تولید را به عهده دارد. با انتخاب جنس قطعات، خورندها (تولر انسها)، ابعاد قطعات، مکانیزم ها و... طراح تعیین کننده فرآیند تولید قطعات و روش مونتاژ آنها بر روی یکدیگر خواهد بود.

طراحی مناسب محصول می تواند باعث کاهش زیادی در زمان و هزینه در مرحله مونتاژ گردد. طراحی مناسب محصول نه فقط در مونتاژ اتوماتیک بلکه در مونتاژ دستی و به عبارتی در هر نوع محصول مونتاژ محور تاثیر مثبتی خواهد داشت.

برای مونتاژ راحتتر و کم هزینه تر محصول باید در طراحی محصول، طراحی قطعات و نحوه کنار هم قرار گیری قطعات چند اصل در نظر گرفته شود.

نکات مهم در طراحی محصول

۱- میزان دشواری مونتاژ یک محصول با پیچیدگی آن ارتباط مستقیم دارد. پس به عنوان یک اصل باید تعداد قطعات یک محصول را به حداقل ممکن رساند تا در زمان و در نتیجه هزینه مونتاژ کاهش داشت. حذف هر قطعه به معنی حذف مراحل طراحی، ساخت و مونتاژ است. مواد و فرآیندهای جدید نیز می تواند در این رابطه مورد استفاده قرار گیرند. شکل ۸ نمونه ای از این راه حل ها را نشان می دهد که در آن قطعات از ۳ به ۱ کاهش یافته اند.



شکل ۸

شکل ۹ نمونه های دیگری از بکارگیری این اصل یعنی کاهش تعداد قطعات را نشان می دهد.

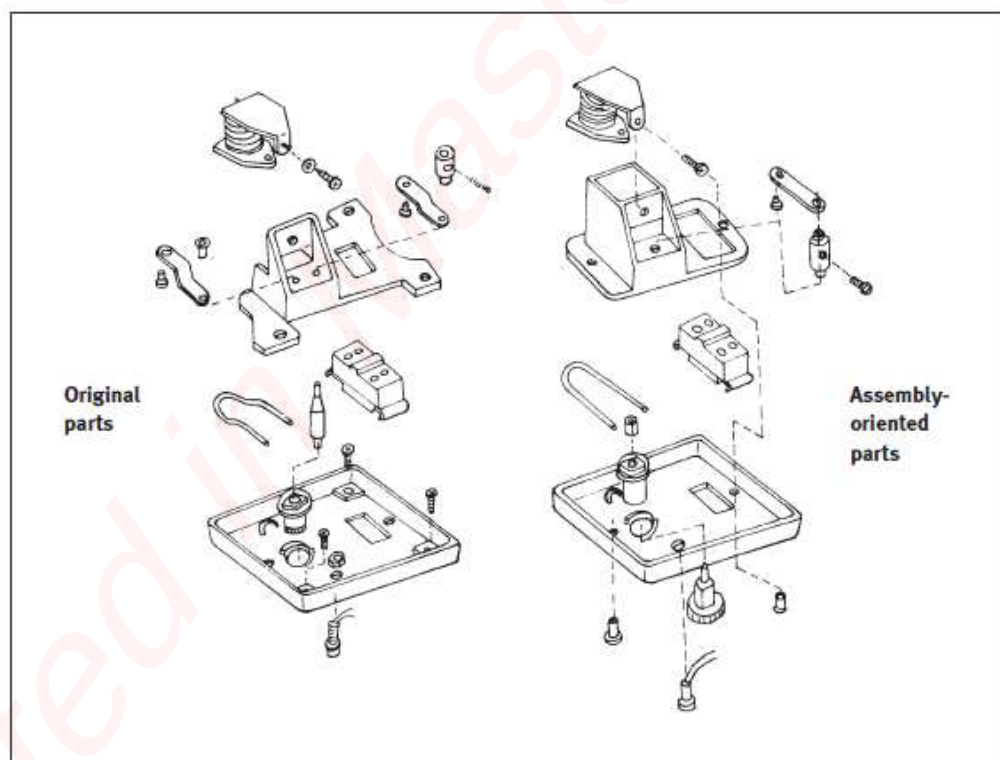
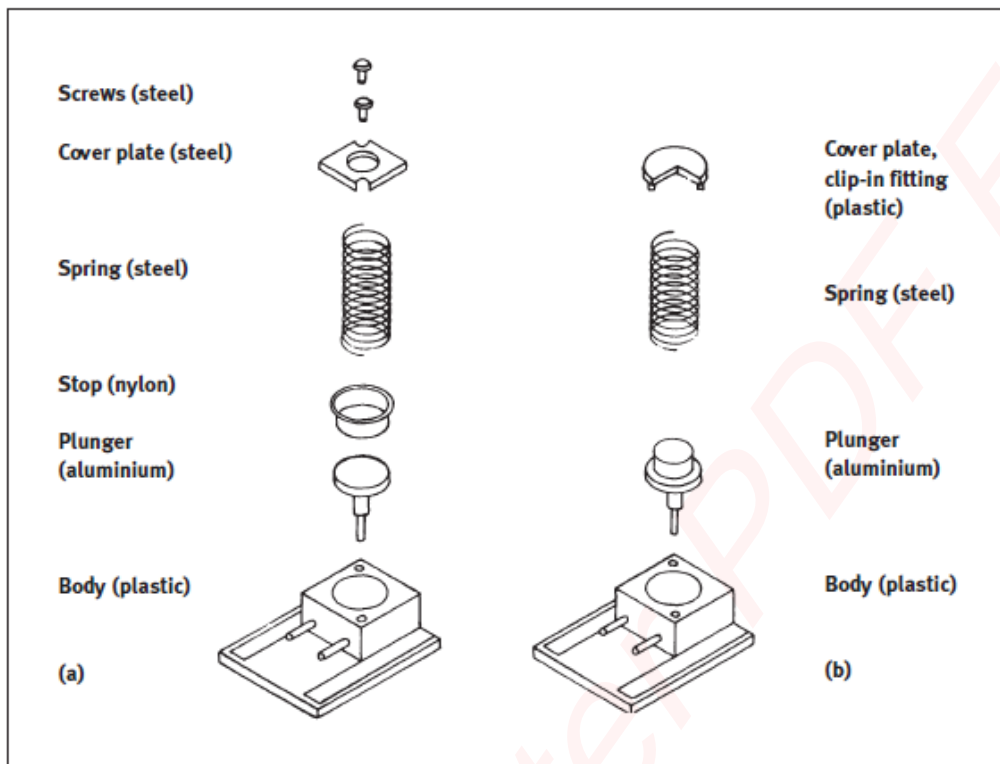
۲- تقسیم مونتاژ نهایی به تعدادی زیر مونتاژ نیز باید به عنوان یک اصل در نظر گرفته شود. این روش باعث افزایش سرعت مونتاژ خواهد شد.

در صورتی که برای تولید محصولات بخواهیم از مونتاژ نهایی و مستقیم کلیه ی قطعات بصورت یکجا استفاده کنیم آنگاه برای مونتاژ این محصولات به افراد باتخصصهای گوناگون، ابزارها و ماشینهای متنوع و قطعات فراوان و متنوع نیاز خواهیم داشت. با تقسیم محصول نهایی به زیر مونتاژها می توان:

- زیر مجموعه هایی با استاندارد بالاتر و شرایط کنترل شده تولید کرد و در نهایت کیفیت بالاتری داشت.

- با امکانات و تخصص کمتر محصولات متنوع تری تولید کرد.

- امکان تولید انبوه را ایجاد کرد.

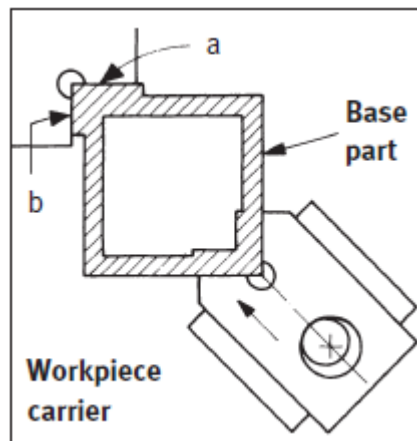


شکل ۹

مثلاً CASE کامپیوتر را به عنوان یک محصول در نظر بگیرید. این محصول را می توان به قسمت های کوچکتر اصلی مانند: CD-ROM، Mother board، قاب، Power unit، fan و ... تقسیم کرد. هر یک از این قسمت ها به عنوان یک زیر مونتاژ شکل می گیرند. مثلاً، Power unit از کنار هم قرار گرفتن سیم پیچ ها، مقاومت ها و یک مدار الکترونیکی شامل IC و ... تولید می شود. Mother board با کنار هم قرار گرفتن CPU، RAM، Graphic Card و ... به عنوان یک زیر مونتاژ تولید می شود. مابقی زیر مونتاژها مانند CD-ROM، fan، قاب و ... نیز به طریق مشابه تولید می شوند و سپس با مونتاژ نهائی این زیر مونتاژها محصول نهائی یعنی Case کامپیوتر تولید می شود. Case کامپیوتر در یک نگاه کلی تر خود یک زیر مونتاژ برای محصول اصلی نهائی کامپیوتر است. هر یک از قسمت ها و زیر مونتاژها می تواند توسط یک کمپانی در هر کجای جهان تولید و سپس در نقطه ی دیگری از جهان بوسیله حتی یک شرکت کوچک به مونتاژ نهائی برسد و این راز رایج شدن زیر مونتاژها (sub assembly) است.

- برای تقسیم یک مونتاژ به زیرمونتاژها باید قواعد زیر را در نظر گرفت:

- ۱- زیرمونتاژها به مجموعه های کاملاً مشخص و بدون تداخل با یکدیگر تفکیک گردند.
- ۲- زیرمونتاژها کامل باشند و به صورت یک واحد تکمیل شده بتوان آنها را جابجا کرد و به عنوان یک مجموعه واحد بکار گرفت.
- ۳- امکان کنترل هر زیرمونتاژ به صورت مستقل وجود داشته باشد.
- ۴- هر زیرمونتاژ باید کمترین تعداد اتصالات ممکن با سایر مجموعه ها را داشته باشد.
- ۵- در مونتاژ معمولاً یک قطعه اولیه اصلی وجود دارد که سایر قطعات و مجموعه ها بر روی آن نصب می شوند. قطعه اصلی قطعه ای باشد که سایر قطعات به سادگی و راحتی بر روی آن نصب شوند و نیازی به چرخاندن آن و یا سایر قطعات نباشد. معمولاً قطعه اصلی سنگین ترین و یا بزرگترین قطعه است. مثلاً در مدارهای الکترونیکی برد قطعه اصلی است و تمامی اجزا بر روی آن نصب می شوند. این قطعه به کمک یک بست در موقعیت درست قرار گرفته و محکم نگاه داشته می شود (شکل ۱۰). قرار گیری قطعه اصلی در هنگام نصب، به صورت افقی کمک زیادی به سادگی نصب خواهد کرد.



شکل ۱۰

۶- بهتراست طرح دستگاه به گونه ای باشد که، نصب به صورت لایه ای انجام شود. یعنی نصب درحالتی که قطعه اصلی به صورت افقی قراردارد در لایه اول و پس از آن در لایه دوم و سایر لایه ها انجام گیرد.

نکات مهم در طراحی قطعات

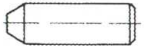
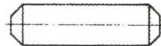
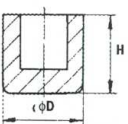
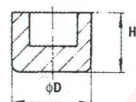
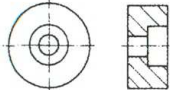
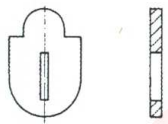
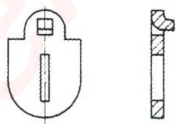
۱- تقارن قطعات می تواند به کاهش تعداد حرکت ها برای تنظیم و جهت دهی منجر شود. این امر باعث کاهش زمان لازم برای جهت دهی قطعات می شود. به تصویر a از شکل ۱۱ توجه کنید. ایجاد پین در هر دو سمت پین باعث می شود قرار دادن پین از هر دو طرف امکان پذیر باشد و این امر نصب را سریعتر خواهد کرد. شکل ۱۲ نمونه هایی از این نوع قطعات را نشان می دهد.

۲- در صورتی که امکان ایجاد تقارن در قطعه وجود نداشته باشد ایجاد عدم تقارن در ظاهر قطعه به طوری که به راحتی قابل تشخیص باشد می تواند در انتخاب جهت نصب کمک کند. تصاویر e, d از شکل ۱۱ و نیز شکل ۱۳ نمونه هایی از این نوع قطعات را نشان می دهد.

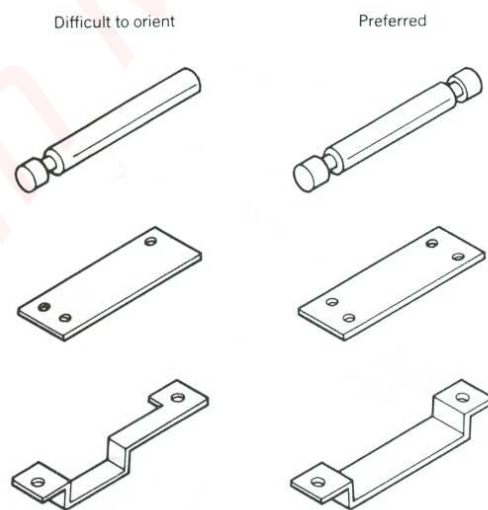
۳- قطعات به شکلی طراحی شوند که در هنگام حمل و نقل، تغذیه و انبار کردن در یکدیگر گیر نکنند. در غیر این صورت جدا کردن قطعات در هنگام مونتاژ زمان بر و پرهزینه خواهد بود. تصاویر f, c از شکل ۱۱ و همچنین شکل ۱۴ و ۱۵ نمونه هایی از این نوع قطعات را نشان می دهند.

۴- برای اتصال اجزا به یکدیگر از اتصالات ساده و ارزان قیمت استفاده شود. عدم نیاز به تنظیم در هنگام اتصال و کم بودن تعداد وسایل اتصال در این امر کمک خوبی است. شکل های ۱۶ و ۱۷ نمونه هایی از این نوع اتصالات را نشان می دهند. البته مشکل خارها در شکل ۱۷ در مرحله ی مونتاژ است که معمولاً با شکستن آنها همراه است و به دشواری انجام می شود.

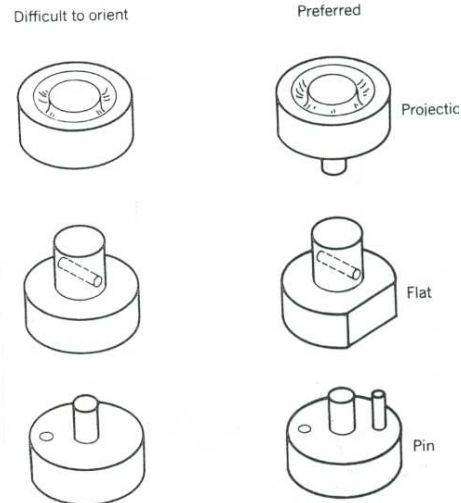
۵- قطعات به گونه ای طراحی شوند تا در هنگام تغذیه در مسیرهای موردنظر به یکدیگر گیر نکنند. به شکل ۱۹ توجه کنید.

Example	Unfavourable	Favourable
(a)		
(b)	$L:D = 1$ 	$L:D = 0.75$ 
(c)		
(d)		
(e)		
(f)		

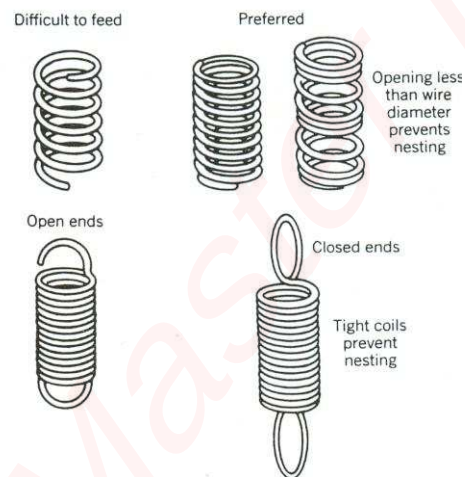
شکل ۱۱



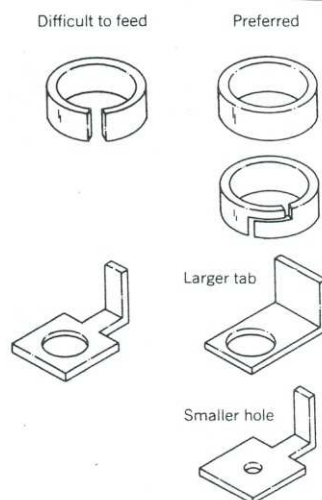
شکل ۱۲



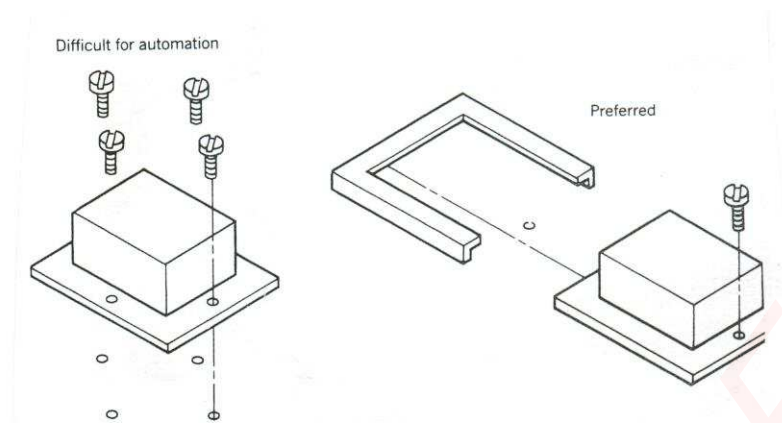
شکل ۱۳



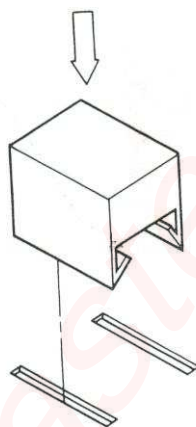
شکل ۱۴



شکل ۱۵

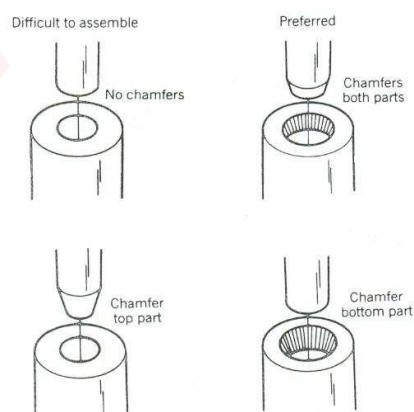


شکل ۱۶

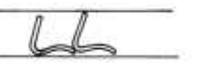
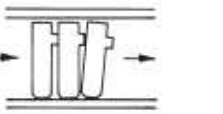
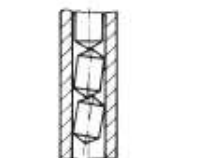
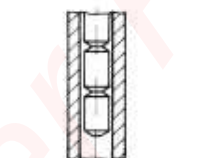


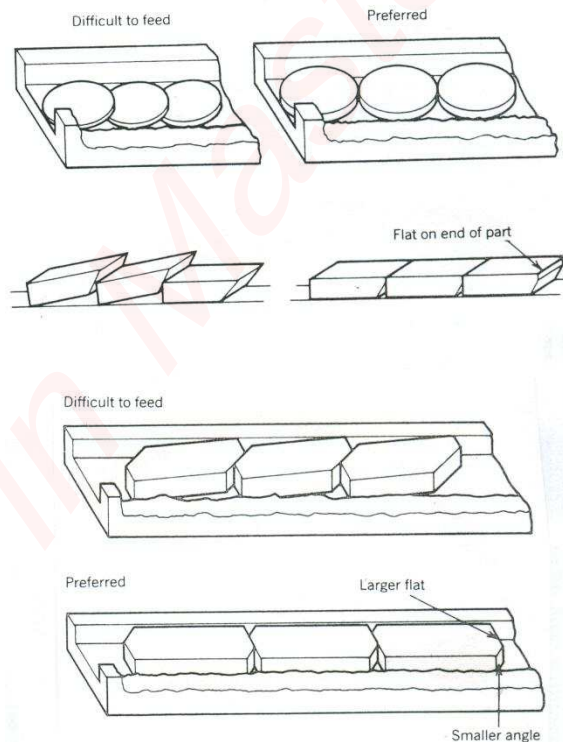
شکل ۱۷

۶- برای تنظیم راحت ترقطعاتی که درسوراخها جا می خورند لبه آنها پخ زده شود. (شکل ۱۸)



شکل ۱۸

Example	Unfavourable	Favourable
(a)		
(b)		
(c)		
(d)		

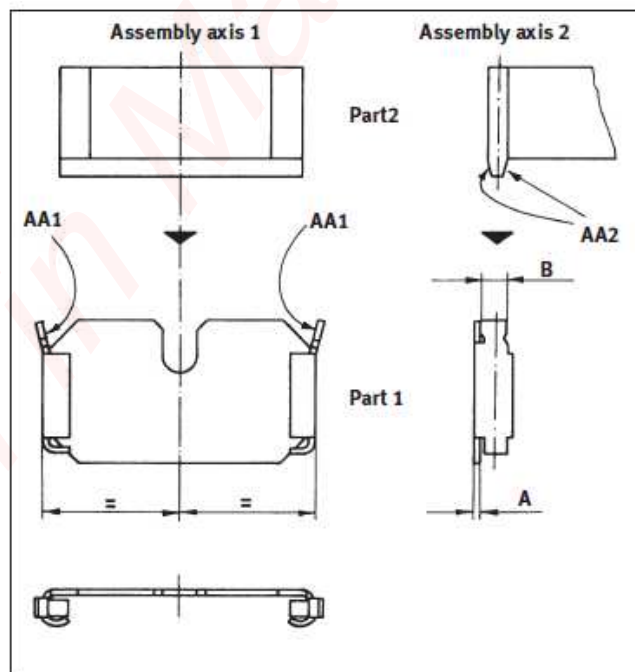


شکل ۱۹

۷- قیمت تمام شده قطعات نیز نکته مهمی در طراحی آنها است. مهمترین مواردی که در هزینه تولید یک قطعه موثر است، نوع ماده اولیه آن، فرآیند تولید و اندازه دسته (Batch size) آن است. مثلاً در مواردی مانند روکش دهی و عملیات حرارتی باید برآورد شود که اگر از ماده‌ی اولیه بهتری استفاده شود، به طوری که نیاز به این عملیات اضافی نباشد، آیا به صرفه نخواهد بود؟ چرا که در فرآیند روکش دهی مثلاً گالوانیزه کردن یا عملیات حرارتی زمان بیشتری صرف خواهد شد، به علاوه اینکه نیاز به جابجایی بیشتری خواهد بود. باید به این نکته هم توجه داشت که این نوع سیستمها پیوسته نیست و باید قطعات به صورت دسته‌ای باشند و معمولاً قطعات تولید شده دارای خواص یکسان نیست. استاندارد سازی قطعات و یا به کارگیری قطعات استاندارد باعث کم شدن هزینه ساخت قطعات و وجود قطعات مشابه در مرحله مونتاژ خواهد شد.

نکات مهم در نحوه نصب قطعات

- ۱- حذف یا به حداقل رساندن نیاز به تغییر موقعیت مجموعه در هنگام نصب اجزای آن. در این رابطه بهتر است تمامی مراحل نصب تنها توسط یک بست انجام شود
- ۲- به حداقل رساندن فواصل جابجایی جهت کم کردن زمان نصب.
- ۳- به حداقل رساندن تنظیمات لازم در مرحله‌ی نصب. (شکل ۲۰)



شکل ۲۰

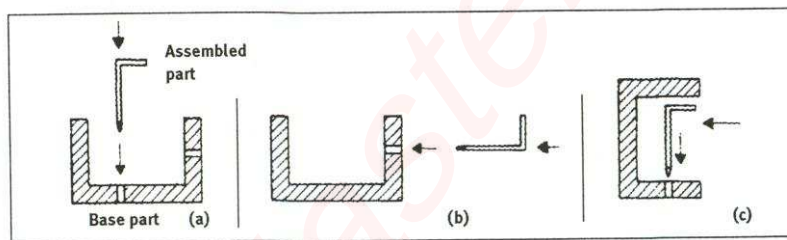
۴- جلوگیری از امکان بروز اشتباه در هنگام نصب. به این معنی که امکان نصب قطعات در جهتی غیر از آنچه مورد نظر است، امکان پذیر نباشد.

نکات مهم در مونتاژ دستی

۱- قطعات برای کارگر خطری ایجاد نکند. قطعات سنگین، دارای لبه های تیز، چرب، داغ و دارای ترکیبات شیمیایی مضر نباشند.

۲- نیاز به نیروی زیاد برای نصب قطعات نباشد. در این رابطه تعیین تلرانسهای مناسب به طوری که به راحتی بتوان قطعات را نصب کرد و از طرف دیگر دقت های لازم به دست آید بسیار مهم است.

۳- طرح به گونه ای باشد که ابتدا قطعات بزرگتر نصب شوند و برای نصب آنها حرکت از بالا به پایین باشد. بهتر است نیروی اعمالی برای نصب نیز به صورت عمودی باشد که هم انتقال قطعات به محل نصب در اثر نیروی وزن و بدون نیاز به نیروی اضافی انجام گیرد و هم نیرویی که در اثر نصب به قطعه اعمال می شود به میز منتقل شود. (شکل ۲۱)



شکل ۲۱

۴- نیازی به نگاه داشتن قطعات در هنگام نصب نباشد. و پس از قرارگیری قطعه در محل مونتاژ نیازی به نگاه داشتن آن نباشد و در محل صحیح خود قرار گرفته باشد.

۵- در جابجایی ها حداقل زمان و استفاده بهینه از امکانات در نظر گرفته شود. استفاده از هر دو دست، حداقل استفاده از بینایی برای تنظیم جهت دهی قطعات و حداقل فواصل جابجایی از مواردی است که باید رعایت شود. باتدوین روش مونتاژ می توان زمان، هزینه و دشواری مرحله نصب را تعیین کرد.

در شکل ۲۲ برآورد زمان نصب (جازدن) قطعات بر اساس سادگی برداشتن و یکارگیری و همچنین ضخامت آنها آمده است. مقادیر زوایای α و β برای چند جسم در شکل ۲۳ آمده است. مقادیر این زوایا معادل میزان چرخش آنها برای رسیدن دوباره به وضعیت موجود است.

Key:

ONE HAND

Parts are easy to grasp and manipulate					Parts present handling difficulties				
Thickness > 2 mm			Thickness ≤ 2 mm		Thickness > 2 mm			Thickness ≤ 2 mm	
Size > 15 mm	6 mm ≤ Size ≤ 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size > 15 mm	6 mm ≤ Size ≤ 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools

$(\alpha + \beta) < 360^\circ$

0

1.13

1.43

1.88

1.69

2.18

1.84

2.17

2.65

2.45

2.98

$360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$

1

1.5

1.8

2.25

2.06

2.55

2.25

2.57

3.06

3

3.38

$540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$

2

1.8

2.1

2.55

2.36

2.85

2.57

2.9

3.38

3.18

3.7

$(\alpha + \beta) = 720^\circ$

3

1.95

2.25

2.7

2.51

3

2.73

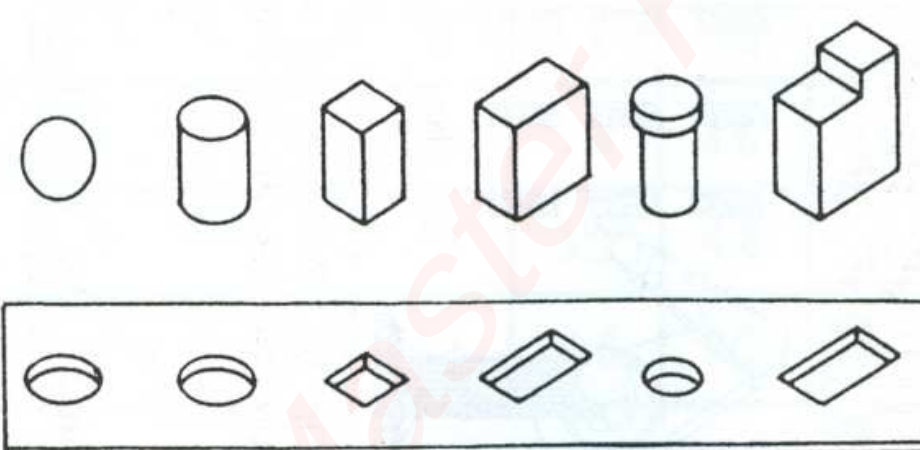
3.06

3.55

3.34

4

شکل ۲۲



α	0	180	180	90	360	360
β	0	0	90	180	0	360

شکل ۲۳

در شکل ۲۴ نیز برآورد زمان لازم برای انواع اتصال آمده است.

Addition of any part where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately			PART SECURED IMMEDIATELY		No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fits, circlips, spire nuts, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion						Screw tightening immediately after insertion	
							Plastic bending or torsion				Rivetting or similar operation			
							Easy to align and position with no resistance to insertion	Not easy to align or position during assembly and/or resistance to insertion	Easy to align and position during assembly	Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly		
No resistance to insertion	Resistance to insertion	No resistance to insertion	Resistance to insertion	No resistance to insertion	Resistance to insertion									
Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Part and associated tool (including hands) can easily reach desired location or tool cannot be operated easily			3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8	
Due to obstructed access or restricted vision			4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5	
Due to obstructed access and restricted vision			5	6	9	8	9	10	11	12	13	10	12	

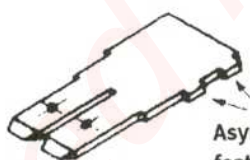
© 1982, 1985, 1989 Boothroyd Dewhurst Inc.

شکل ۲۴

نکات مهم در مونتاژ باتیک

۱- استفاده از پخ ها و لبه ها به صورتی که به کمک آنها بتوان قطعات را به درستی جهت داد، تنظیم و نصب کرد. شکل ۲۵ نمونه ای از این نوع لبه هارانشان می دهد که اضافه شدن آن به جسم می تواند به جهت دهی صحیح و انتقال آن کمک کند. در تصویر وسط با اضافه کردن یک زائده بر روی قطعه جهت دهی قطعه ی آسانتر می شود به گونه ای که هر گاه این زائده به طرف بالا باشد دو لبه ی کناری قطعه در جهت راست قرار می گیرند. ضمناً از این زائدها برای مرتب سازی قطعات داخل ریل نیز استفاده شده است.

Without additional arrangement feature



Asymmetrical feature on the outer contour

With additional arrangement feature



Bunker containing wall



Arrangement element in a vibratory spiral conveyor

شکل ۲۵

۲- مطمئن شوید در صورتی که قطعه بلافاصله پس از قرارگیری در محل متصل نمی شود، تا قبل از اتصال در جای خود باقی میماند.

۳- حرکت رباتها به صورت اقتصادی برنامه ریزی شود. در این رابطه باید نکات زیر مورد نظر قرار گیرد:

- تعداد نگهدارنده های قطعات حداقل باشد و از ساده ترین طرح ممکن برای هر نگهدارنده استفاده شود
- پیچیدگی رباتها را با کم کردن تعداد بازوها و اتصالات، ابعاد و وزن قطعات انتقالی کم کنیم تا انرژی کمتری استفاده شود، نگهداری راحت تری نیاز باشد و فضای کمتری اشغال شود.
- تعیین مسیر حرکت به صورت نقطه به نقطه به جای حرکت در یک مسیر باعث خواهد شد تا به ابزارهای کنترل سرعت و موقعیت ساده تری نیاز باشد.

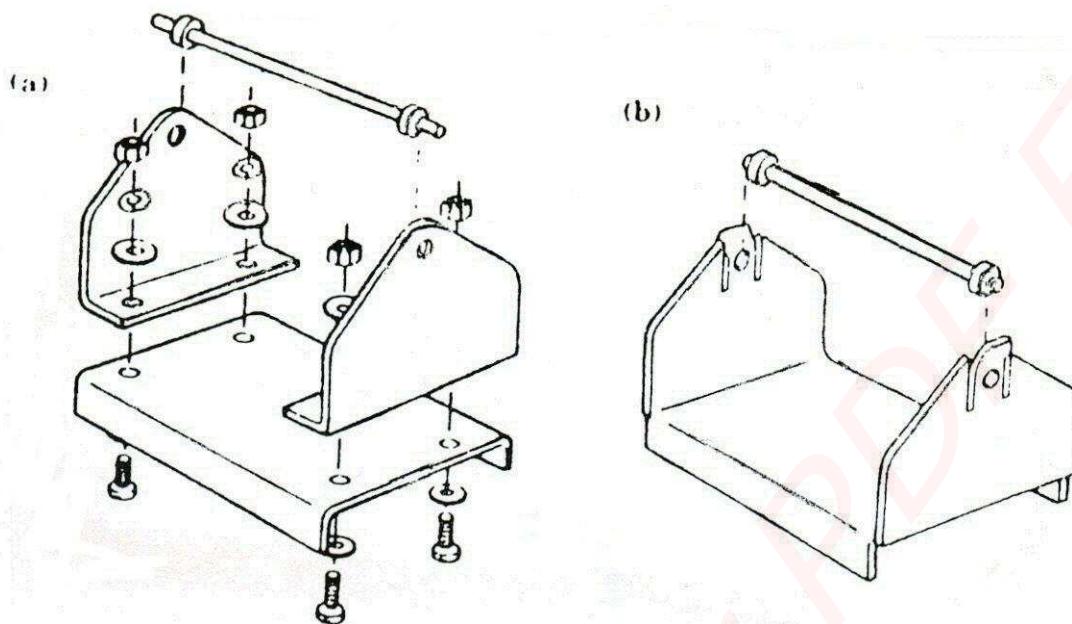
- تا حد امکان از سنسورها استفاده نشود و در صورت لزوم از سنسورهای ساده ی لمسی یا نیرویی به جای سنسورهای پیچیده مانند سنسورهای بینایی استفاده شود.

در شکل ۲۶ برآورد زمان لازم برای نصب قطعات در حالت اتوماتیک برای انواع اتصال آمده است.

Addition of any part where final securing is taking place			PART SECURED IMMEDIATELY		No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap or press fits, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion						Screwing immediately after insertion	
							Plastic bending			Rivetting or similar plastic deformation				
							Easy to align and position		Not easy to align or position (no features provided for the purpose)		Easy to align and position			
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion				
Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion		Easy to align and position		Not easy to align or position and/or resistance to insertion				
No resistance to insertion		Resistance to insertion		No resistance to insertion		Resistance to insertion								

شکل ۲۶

مثالهای زیر نمونه هایی از بکارگیری این نکات را در طراحی و نتیجه آن در ساده سازی مونتاژ نشان می دهد.



شکل ۲۷

مثال ۱: در شکل ۲۷ طراحی را در دو حالت اولیه (a) و اصلاح شده (b) مشاهده می کنید. به طور کلی در حالت (a) طراحی محصول پیچیده است که کار مونتاژ را مشکل، طولانی و در نتیجه پرهزینه کرده است در حالی که در حالت (b) طراحی محصول ساده و مونتاژ آن آسانتر و در زمان و در نتیجه با هزینه کمتر انجام می شود.

در حالت (a) استفاده از پیچ و مهره و اتصالات رزوه ای دارای مشکلاتی چون تنظیم موقعیت سوراخ های دو قطعه، نیاز به دسترسی به قسمت زیر محصول، زمان بر بودن ایجاد اتصال و طولانی تر کردن مراحل مونتاژ می باشد که این مشکل در حالت (b) رفع شده است. در حالت (a) تعداد قطعات زیاد است که باعث ایجاد مشکلاتی مانند افزایش زمان تنظیم می شود. نکته جالب در این تصویر در مورد مونتاژ میله است که در حالت (a) با دشواری و در حالت (b) به راحتی با گذاشتن میله در بین لبه های فتری و فشار اندکی انجام می شود.

مثال ۲: در شکل ۸ که یک سیلندر نیوماتیک را نشان می دهد. در حالت (a) تعداد قطعات زیاد و در حالت (b) تعداد قطعات کمتر است که کار تنظیم و مونتاژ را آسانتر می کند.

در حالت (a) قسمت Cover plate بوسیله ۲ پیچ بر روی بدنه (Body) متصل می شود که که اتصالات رزوه ای مشکلاتی چون تنظیم سوراخ های دو قطعه و زمان بر بودن اتصال از مهمترین آنها می باشند. در حالی که در حالت (b)

این مشکل بوسیله دو خاری که بر روی Cover Plate قرار داده شده بر طرف شده است. حذف پیچ بوسیله ی خار باعث تنظیم راحت تر و سریعتر شدن عمل مونتاژ می شود.

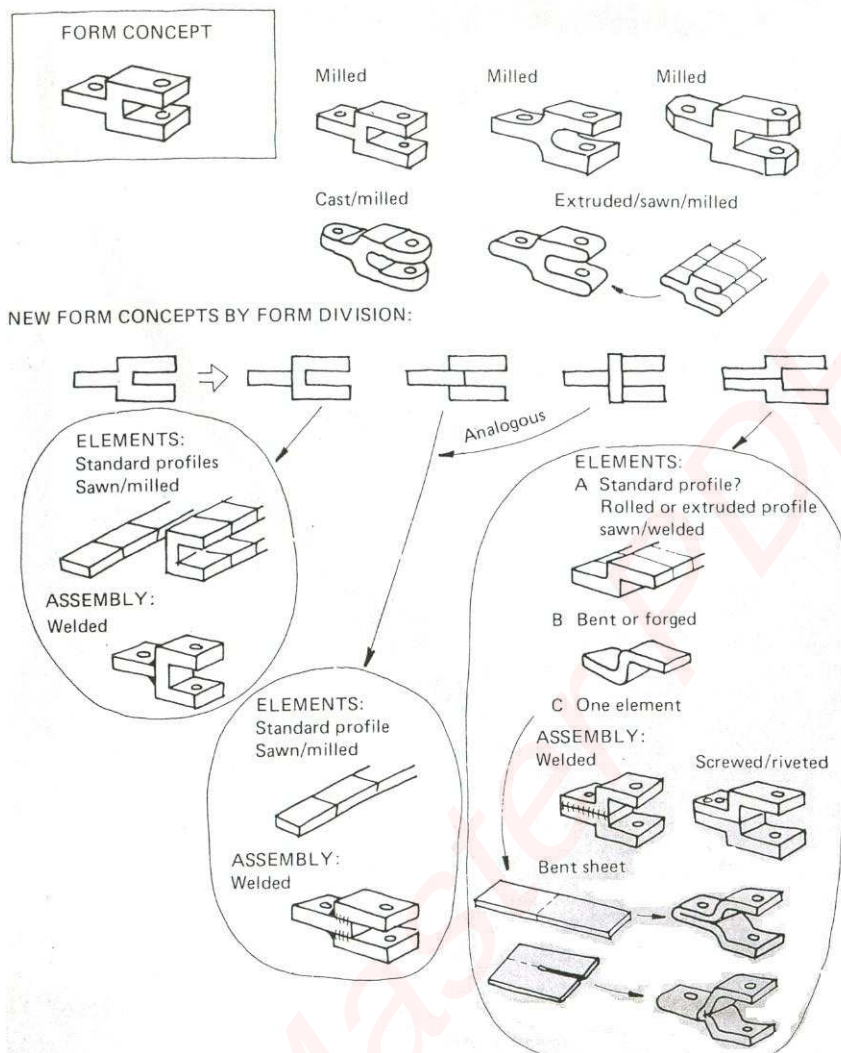
در صورتی که نیازی به باز و بستن مجموعه نباشد بهتر است از خار به جای پیچ و در صورتی که نیاز به باز و بستن مجموعه باشد بهتر است از پیچ استفاده شود که دموونتاژ آن آسانتر است.

مثال ۳: در تصویر سمت چپ از شکل ۹ تعداد قطعات بیشتر است و مونتاژ آن را مشکل تر و زمان برتر کرده است در تصویر سمت راست طراحی قطعات به گونه ای صورت گرفته است که جهت دهی آنها بوسیله اپراتور برای مونتاژ آسانتر شده که موجب تسريع مونتاژ می شود.

مثلاً در مورد قطعه ای که در شکل ۲۸ نشان داده شده، اپراتور هنگام نصب آن باید جهت آنرا کنترل کند و در صورتی که صحیح نیست آن را بچرخاند در حالی که این مشکل در تصویر سمت راست با اصلاحی که در طراحی قطعه ایجاد شده بر طرف شده است و اپراتور می تواند بدون توجه به عامل ابعاد این قطعه و جهت دهی آن، سریعتر و آسانتر کار مونتاژ را انجام دهد.



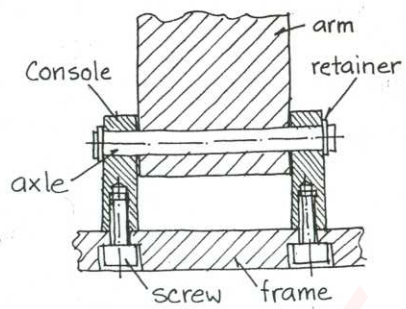
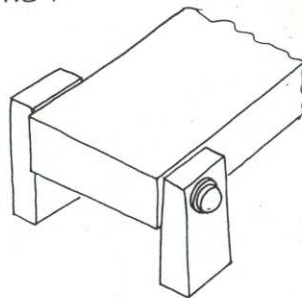
شکل ۲۸



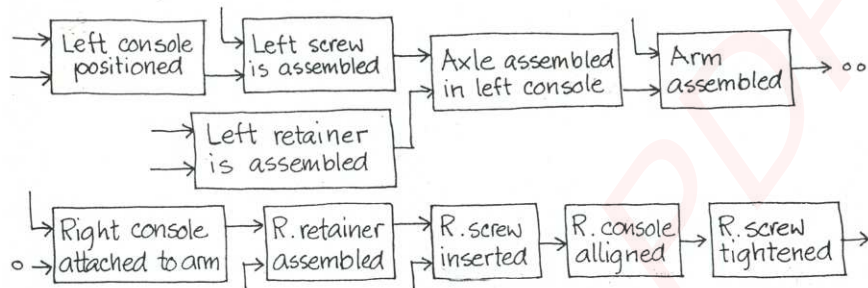
شکل ۲۹

مثال ۴: در شکل ۲۹ روشهای مختلفی برای تولید یک قطعه پیشنهاد شده است که در برخی از این روشها نیاز به ایجاد اتصال بین دو یا چند جزء برای تولید قطعه است و در برخی دیگر مقداری از ماده در برش به صورت دورریز درمی آید و در برخی دیگر هزینه ساخت بالا خواهد بود. در آخرین پیشنهاد این اشکالات رفع شده و علاوه بر اینکه تولید با هزینه حداقل انجام می شود هزینه در مرحله مونتاژ نیز به حداقل می رسد.

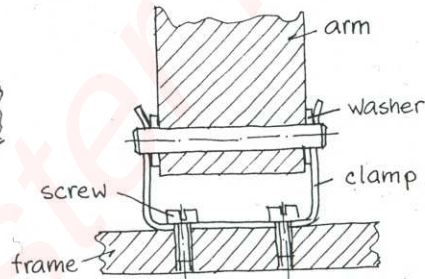
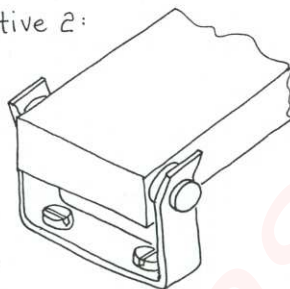
Alternative 1:



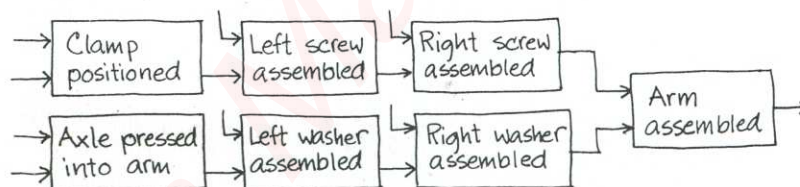
Assembly process:



Alternative 2:



Assembly process:



شکل ۳۰

مثال ۵: در شکل ۳۰ در حالت اول تعداد قطعات زیاد و تنظیم آنها دشوار و زمان بر است. در ضمن باید به هردو طرف صفحه اصلی دسترسی داشت. اما با اصلاح طرح به حالت دوم با کاهش تعداد قطعات و ساده تر شدن روش نصب زمان و در نتیجه هزینه ی مونتاژ کاهش می یابد.

روشهای اتصال

انتخاب روش مونتاژ اهمیت زیادی در تعیین پروسه تولید و هزینه ها خواهد داشت. این انتخاب بستگی به دقت مورد نظر،

کیفیت قطعات، روش تولید و طراحی قطعات دارد.

مطابق با استاندارد DIN 8580 فرآیندهای ساخت به ۶ گروه اصلی تقسیم می شوند.

- شکل دهی پایه ای (ریخته گری، ریخته گری پیوسته،)

- شکل دهی مجدد (خمکاری، چکش کاری،)

- برش و جداسازی (اره کاری، فلزکاری، نجاری، مته کاری، برش با شعله، ...)

- مونتاژ

- روکش دهی (لعب کاری، روکش کرم سخت،)

- تغییر خواص مواد (شکل دهی سرد، ازت دهی، عملیات حرارتی،)

و گروه چهارم یا همان مونتاژ مطابق استاندارد DIN 8593 به ۶ گروه مجزا به شرح زیر تقسیم می شوند:

- کنارهم قراردادن

- پر کردن

- فشردن (پرس کردن)

- مونتاژ توسط شکل دهی

- مونتاژ توسط تغییر شکل مجدد

- ترکیب مواد

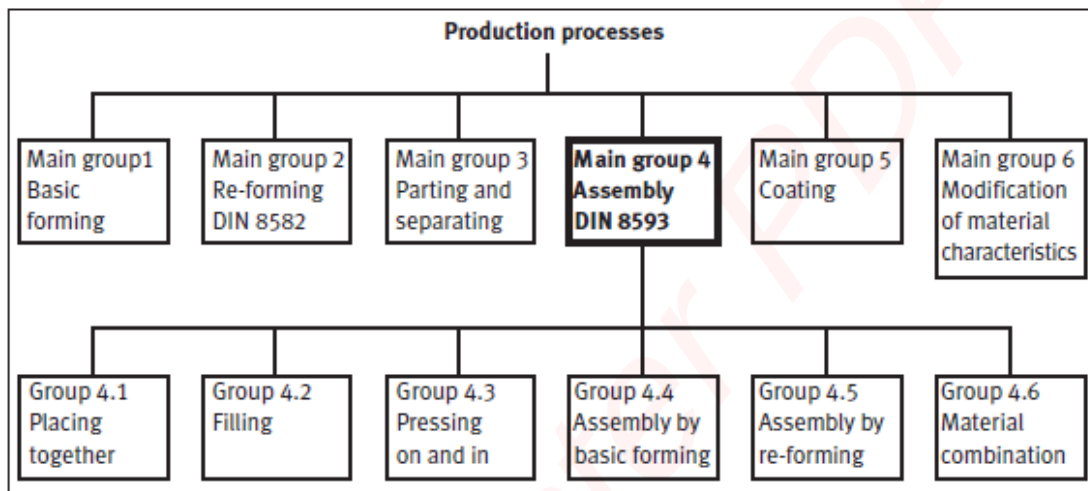
باید توجه داشت که ازدیدگاه دیگری می توان اتصالات رابه دو گروه موقت ودائمی تقسیم بندی کرد. اتصالات موقت

شامل اتصالات رزوه ای است و اتصالات دائمی مانند جوشکاری.

این ۶ گروه مونتاژرامی توان در سه گروه دسته بندی کرد، مونتاژبه واسطه تغییرفرم، مونتاژبه واسطه به کارگیری جسم

سوم ومونتاژتوسط نیرو.

به طور کلی اتصالاتی که دائمی بوده وازقطعات اضافی هم درآنها استفاده نمی شود اقتصادی تر از سایر انواع آنها است.



شکل ۳۱

در بسیاری از موارد امکان جایگزینی انواع اتصال وجود دارد و باید بین آنها ساده ترین و ارزان ترین اتصال را انتخاب

کرد. به شکل ۳۲ توجه کنید. در این تصویر پنج اتصال مختلف برای یک موضوع پیشنهاد شده است.

(a) پیچ و مهره که یک اتصال موقت و قابل باز و بست مجدد است اما تعداد قطعات بکاررفته در اتصال زیاد است.

(b) پیچ در صورتی که قطعه ی زیر ضخیم باشد تا بتوان با رزوه کردن سوراخ قطعه ضخیم، مهره را حذف

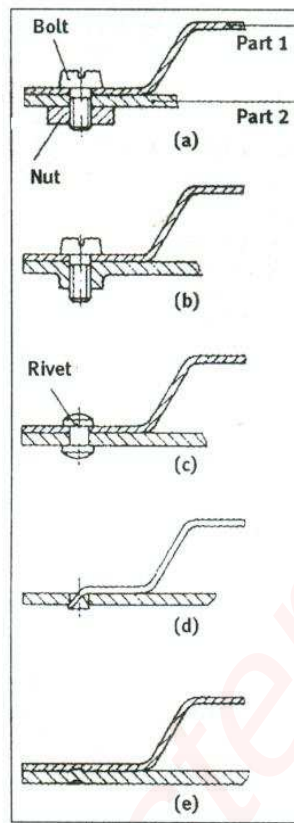
کرد و تعداد قطعات را کاهش داد.

(c) پرچ که از آن به عنوان یک اتصال نیمه دائمی یاد می شود و جداسازی آن به سادگی پیچ ومهره امکان پذیر نیست.

(d) خم کاری ساده که تحمل بار زیادی را ندارد اما قطعات اضافی به کار نرفته و باید شکل اولیه مناسب به قطعه داده

شود.

(e) جوش کاری به عنوان یک اتصال دائمی که غیر قابل باز و بست است.



شکل ۳۲

اتصالات رزوه ای:

اتصالانی است که بوسیله پیچ یا پیچ و مهره انجام می گیرد

دارای مزایایی چون:

۱- راحتی مونتاژ و قابلیت دیمونتاژ.

۲- تامین آنها به صورت قطعات استاندارد که در بازار به وفور یافت می شود.

۳- امکان کنترل میزان سفتی اتصال.

۴- امکان آب بندی اتصال.

۵- امکان تنظیم قطعات در هنگام نصب.

دارای معایبی چون:

۱- مشکل بودن تنظیم سوراخ های دو قطعه ای که می خواهند با پیچ و مهره بهم متصل شوند.

۲- زیاد بودن قطعات در هنگام مونتاژ و در نتیجه زیاد شدن زمان مونتاژ.

راه های اتصال قطعات به صورت رزوه ای استفاده از گشتاور خارجی، ضربه زاویه ای و اعمال نیروی محوری به عضو مناسب است. این عضو می تواند پیچ، مهره و یا یکی از اعضا باشد.

اتصال قطعات رزوه شده به صورت دستی، اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک با ابزارهای مختلف انجام میگیرد. به طور معمول یک اتصال رزوه ای در مراحل زیر انجام می شود:

- قراردادن قطعات بر روی یکدیگر و تنظیم آنها.

برخی اوقات لازم است برای تنظیم سوراخ ها دو قطعه که قرار است بر روی هم با پیچ و مهره متصل شوند می توان قطعات مخروطی که حالت گوه ای دارد؛ استفاده کرد به این ترتیب که قطعه گوه ای شکل داخل سوراخ دو قطعه قرار می گیرد و آنها را به خاطر مخروطی بودن و حالت گوه ای داشتن هم مرکز می کند.

- پیچ در محل خود قرار گرفته و توسط ابزار مناسب پیچانده می شود.

- پیچ به کمک ابزار بسته میشود.

- در صورت لزوم اتصال قفل می شود.

- بازرسی اتصال انجام می شود.

نکاتی در مورد پیچ و مهره و اتصال آنها:

۱- سفت شدن اتصالات به میزان صحیح: مقدار گشتاور در هنگام بستن پیچ مهم است و اگر پیچ بیش از حد، سفت شود، پیچ گسیخته می شود و اگر کم باشد ممکن است به تدریج باز شود.

۲- استحکام پیچ های دنده ریز به علت کوچک بودن گام و در نتیجه کوچکتر بودن عمق رزوه، کمتر است و پیچ های دنده درشت استحکام بیشتری دارد. از طرف دیگر پیچ های دنده درشت به علت داشتن گام بزرگتر، با تعداد دوران کمتری بسته می شوند.

۳- پیچ و مهره ها به طور معمول حالت آب بند ندارد و سیال می تواند از بین پیچ و مهره عبور کند. در صورت نیاز به آب بندی با استفاده از مهره های سرپوش دار، آب بندهای استفاده شده در محل اتصال قطعات و یا چسب های خاص آن را آب بند می کنیم.

۴- وقتی پیچ و مهره بسته شد، تمام دندان‌های پیچ با دندان‌های مهره، به صورت یکسان درگیر نمی‌شوند. و معمولاً دو سه دنده‌ی اول خوب با هم درگیر می‌شوند و وقتی نیروی زیادی به پیچ وارد کنیم، نیرو به همین چنددندانه وارد می‌شود. در مرحله‌ی اول، دو سه دنده‌ی اول، تغییر شکل می‌دهند. در اثر تغییر شکل دندان‌های اولی، بار بین بقیه‌ی دندان‌ها توزیع می‌شود.

۵- جنس مهره‌ها را نرم‌تر می‌گیرند تا در صورت خرابی، مهره خراب شود.

۶- در صورتی که جنس پیچ و مهره متفاوت است باید جنس آنها طوری انتخاب شود تا دچار خوردگی نشوند.

۷- پیچ‌های ساخته شده با روش نورد کیفیت بهتری دارند.

۸- افزایش طول تماس رزوه‌ها باعث بهبود استحکام قطعه و اتصال می‌شود.

۹- قطر ساقه‌ی پیچ از قسمت رزوه شده آن کمتر باشد.

۱۰- توزیع پیچ‌ها در اتصالات رزوه‌ای طوری باشد تا یک اتصال یکنواخت ایجاد شود.

یکی از پارامترهای مهم پیچ و مهره‌ها، استحکام آنهاست. جنس آنها اغلب از فولاد است ولی ممکن است از پلاستیک یا برنج هم باشد.

پیچ و مهره‌های فولادی از لحاظ استحکام متفاوت هستند. اگر لازم باشد مقاوم به خوردگی باشد از جنس گالوانیزه استفاده می‌شود.

از لحاظ استحکام در استاندارد DIN به صورت استاندارد، پیچ‌ها به رده‌های زیر تقسیم می‌شوند:

3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

استحکام پیچ‌ها در این استاندارد به صورت تقریبی به شکل زیر تعیین می‌شود.

اگر استاندارد به صورت X.Y باشد تنش نهایی و تسلیم به صورت زیر خواهد بود:

$$Su = X * 100 \text{ Mpa} = \text{تنش نهایی}$$

$$Sy = Su * 0.Y \text{ Mpa} = \text{تنش تسلیم}$$

پیچ های رده پایین، نرم تر بوده و معمولاً مورد استفاده قرار نمی گیرد و در صنعت بیشتر از پیچ های رده ی ۶ به بالا استفاده می شود.

استحکام مهره ها فقط با کد یک رقمی، مشخص می شود

درجه استحکام	12	10	9	8	6	5	4	05	04
استحکام (Mpa)	1200	1000	900	800	600	500	400	500	400
پیچ مربوطه	12.9	10.8	8.8-9.8	8.8	6.8	5.6-5.8	3.6-4.6		

درجه های 04 و 05 مربوط به مهره هایی است که دارای ارتفاعی بین 0.5 تا 0.8 قطر رزوه است. در سایر درجات ارتفاع مهره 0.8 قطر رزوه است.

درجه های پیچها و مهره ها و کاربرد آنها در استاندارد GOST نیز در شکل ۳۳ آمده است.

Strength class		Type of service
bolts	nuts	
4.8	6	Negligibly loaded joints subjected to small static loads and free of dynamic loads; certain degree of misalignment of fasteners is admissible
5.8	6	Negligibly loaded joints subjected to small dynamic and static loads; a degree of misalignment of fasteners is admissible
6.6		Medium loaded joints subjected to appreciable static and negligible dynamic loads
	8	Joints permitting negligible loads to act in the plane of junction and the service at high and low temperatures
8.8		Medium loaded joints designed for higher strength service; subjected to appreciable dynamic and static loads; permitting considerable loading in the plane of junction
		Vital joints subjected to considerable loads at high and low temperatures; permitting appreciable loading in the plane of junction; requiring accurate alignment of fasteners

شکل ۳۳

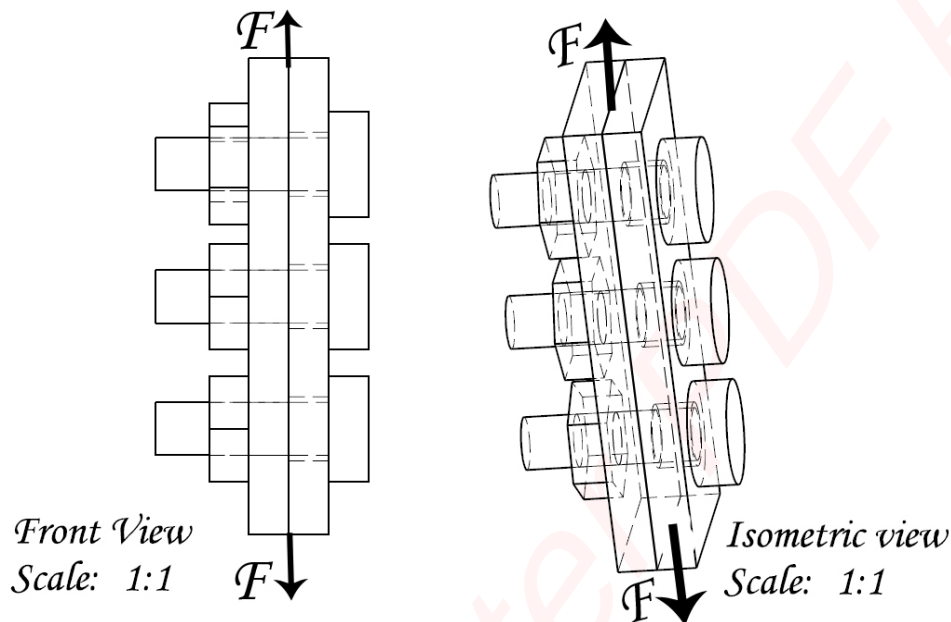
پیچ ها در اتصال ها به دو صورت نیروها را تحمل می کنند:

۲- تحت کشش

۱- تحت برش

تحت برش:

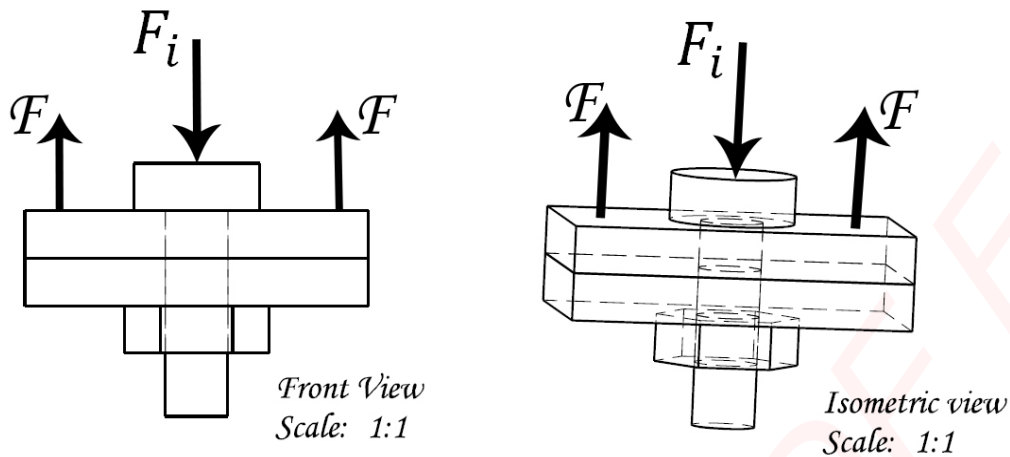
مطابق شکل ۳۴ اگر اتصال تحت تاثیر نیروی خارجی عمود بر پیچها قرار گیرد، تنش برشی برابر با نیروی F تقسیم بر سطح مقطع مجموع پیچ ها ایجاد می شود. در این حالت، پیچ نقش پین یا پرچ را ایفا می کند، فقط برای باز و بستن راحت تر جای پین یا پرچ را در اتصال گرفته است.



شکل ۳۴

تحت کشش:

همان طور که در شکل ۳۵ مشاهده می شود در این حالت نیروی خارجی F به صورت موازی با پیچ اثر میکند. در این شرایط قبل از اعمال بار خارجی پیچها با نیروی F_i سفت می شوند. در نتیجه قطعات تحت اثر نیروی فشاری و پیچ تحت نیروی کششی قرار می گیرند. در نتیجه قطعات کاهش ضخامت و پیچ افزایش طول خواهند داشت. پس از اعمال بار خارجی پیچ بیشتر کشیده می شود به همین خاطر پیچ باید دارای استحکام بالایی باشد تا قادر به مقاومت در مقابل بار کششی زیاد باشد.



شکل ۳۵

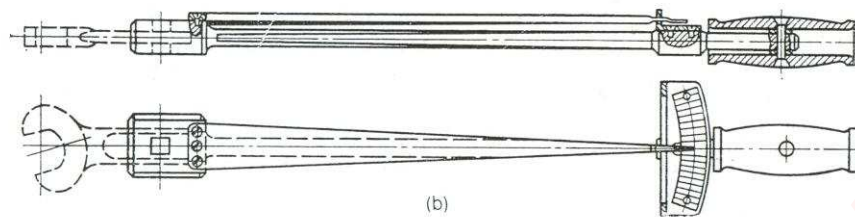
ضمناً نیروی خارجی F از فشردگی قطعات که تحت F_i فشرده شده بودند کم خواهد کرد. اگر مقدار نیروی اعمال شده به پیچ برای سفت کردن کم باشد؛ در اثر نیروی خارجی، اتصال قطعات شل شده و از هم باز می شوند که این اتصال مناسب نیست؛ و اگر نیروی اعمال شده به پیچ برای سفت کردن زیاد باشد در اثر نیروی خارجی F و جمع شدن کشش های این دونیرو با هم ممکن است پیچ گسیخته شود. پس لازم است نیروی اولیه در هنگام سفت کردن پیچ به مقدار لازم باشد.

در مواردی که بخواهیم اتصال آب بند داشته باشیم می توان از آب بند (Gasket) استفاده کرد. آب بند بین دو قطعه قرار می گیرد و هنگام سفت کردن اتصال بوسیله ی پیچ و مهره تحت فشار قرار می گیرد. Gasket ها باید تحت فشار باشند تا نشتی سیال صورت نگیرد. در این حالت نیروی لازم برای سفت کردن پیچ و مهره بیشتر از حالتی است که Gasket بین دو اتصال نباشد.

نیروی لازم برای سفت کردن پیچ بوسیله ی گشتاور اعمالی کنترل می شود. برای پیچ های فولادی می توان به صورت تقریبی این گشتاور را از رابطه زیر بدست آورد:

$$T = 0.2 \ d \ F_i$$

که در اینجا d قطر پیچ است.



شکل ۳۶

شکل ۳۶ وسیله ای به نام «ترک متر» یا «گشتاور سنج» را نشان می دهد که میزان گشتاور اعمالی برای سفت کردن پیچ و مهره را اندازه گیری می کند.

ترک متر از ۴ قسمت اصلی تشکیل شده است که عبارتند از: آچار، نشانه، دسته و صفحه ی مدرج. آچار از یک نقطه به صورت لولایی به دسته متصل است؛ که در این صورت نیرو از یک نقطه به آچار اعمال می شود و طول بازوی گشتاور ثابت می ماند.

مبنای عملکرد ترک متر، تغییر شکل است. وقتی در اثر اعمال نیرو پیچ را سفت می کنیم به نقطه ای می رسیم که پیچ راحت نمی پیچد با افزایش نیرو، آچار دچار تغییر شکل می شود از مسیر مستقیم خود منحرف می شود در حالیکه نشانه ی ثابتی که روی آچار قرار گرفته هرگز منحرف نمی شود. انحراف بین این دو قسمت میزان گشتاور اعمالی را بر روی صفحه مدرج نشان می دهد.

البته از مکانیزم های دیگری برای تنظیم گشتاور اعمالی به پیچ و مهره و نه برای اندازه گیری آن وجود دارد مانند مکانیزم فشار هوا و مکانیزم جفجغه ای.

مکانیزم فشار هوا

یک شیر حدی برای تنظیم فشار هوای موجود در یک موتورنیوماتیک وجود دارد. آچار توسط جریان هوایی که از طریق کمپرسور تأمین می شود؛ می چرخد. اگر فشار هوا کم شود گشتاور اعمالی نیز کم و در صورتی که فشار هوا زیاد شود گشتاور اعمالی نیز زیاد می شود. با تنظیم فشار هوا، گشتاور اعمالی تنظیم می شود به شکلی که در یک نقطه ی تعادلی دیگر پیچ نمی پیچد. در مونتاژ اتوماتیک و نیمه اتوماتیک می توان از این سیستم استفاده کرد به گونه ای که با تنظیم اولیه ی فشار هوا، مجموعه ای از پیچ های مشابه را پی در پی با یک گشتاور یکسان سفت کرد.

مکانیزم جفجغه ای

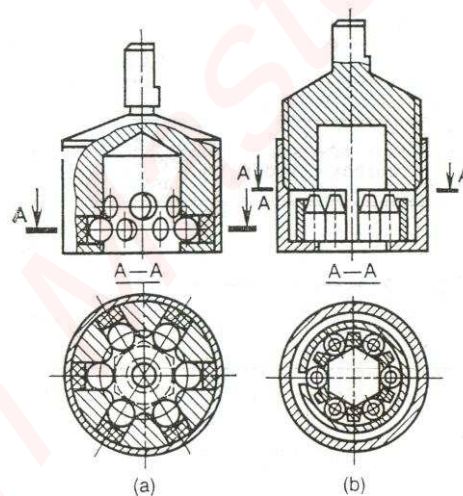
اصطکاک می تواند عامل انتقال نیرو و گشتاور باشد. با بیشتر شدن ضریب اصطکاک گشتاور اعمالی نیز بیشتر می شود تا آنجا که جغجغه شروع به رد کردن می کند و گشتاور بیشتری به پیچ منتقل نمی شود. شکل ۳۷ نمونه ای از این مکانیزم را نشان می دهد.

در طراحی فواصل پیچ و مهره ها از یکدیگر دو اصل کلی داریم:

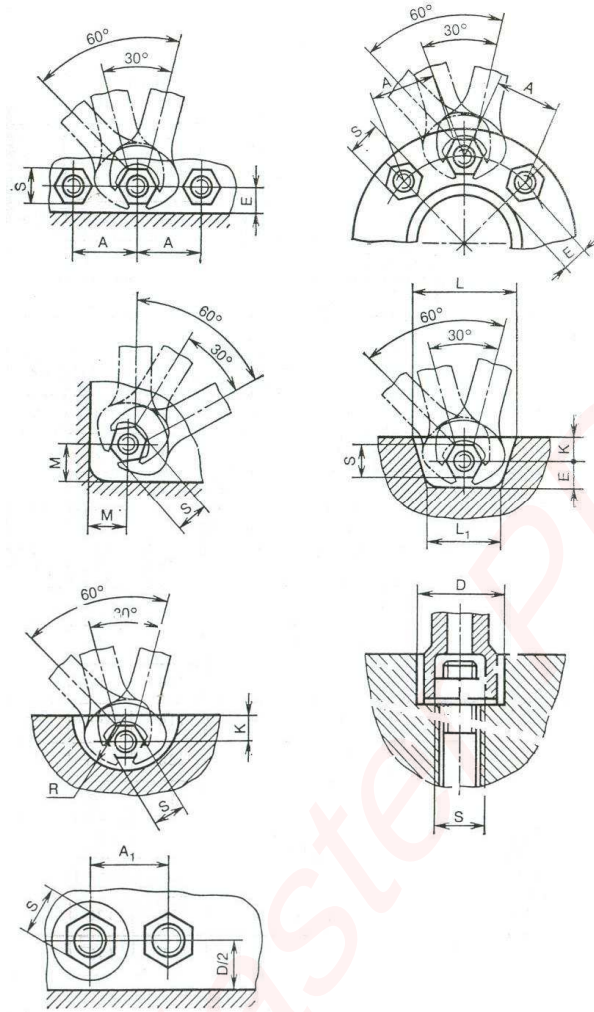
۱- فاصله ی پیچ و مهره نباید خیلی زیاد باشد چرا که ممکن است در این صورت، با قرار گیری با بین فاصله ی پیچ ها ممکن است؛ مشکلاتی چون تغییر شکل قطعات رخ دهد.

۲- فاصله ی پیچ و مهره خیلی هم نباید کم باشد؛ چون، برای باز و بستن با مشکل مواجه می شویم. چرا که ممکن است ابزارها فضای کافی برای چرخش نداشته باشند.

در جدول شکل ۳۸ و ۳۹، حداقل فاصله ی مراکز پیچ ها از همدیگر (A) فاصله ی مرکز پیچ تا لبه (E) و ... بر حسب طول آچار گیر (S) آمده است.



شکل ۳۷



شکل ۳۸

Minimum Room for Wrenches, mm

Wrench span S	A	A ₁	K = E	M	L	L ₁	R	D
3.2	8	—	4	5	14	10	9	11
4.0	9				16	12		12
5.0	11		5	7	18	14	10	14
5.5	12				20	16		
7.0	14		6	8	26	20	13	16
8.0	17	16	7	9	30	24	15	20
10.0	20	18	8	11	36	28	18	22
12.0	24	20	10	13	45	34	22	26
13.0	26	—		14			23	
14.0	28	22		15			24	
17.0	34	26	13	17	52	38	26	30
19.0	36	30	14	19	60	45	30	32
22.0	42	32	15	24	72	55	36	36
24.0	48	36	16	25	78	60	38	40
27.0	52	40	19	28	85	65	42	45
30.0	58	45	20	30	98	75	48	48
32.0	62	48	22	32	100	80	50	52
36.0	68	52	24	36	110	85	55	60
41.0	80	60	26	40	120	90	60	63
46.0	90	65	30	45	140	105	68	70
50.0	95	70	32	48	150	110	72	75
55.0	105	78	36	52	160	120	80	85
60.0	110	—	38	55	170	130	85	85
65.0	120		42	60	185	145	92	98
70.0	130		45	65	200	160	98	105
75.0	140		48	70	210	170	105	110
80.0	150			75	220	180	110	115

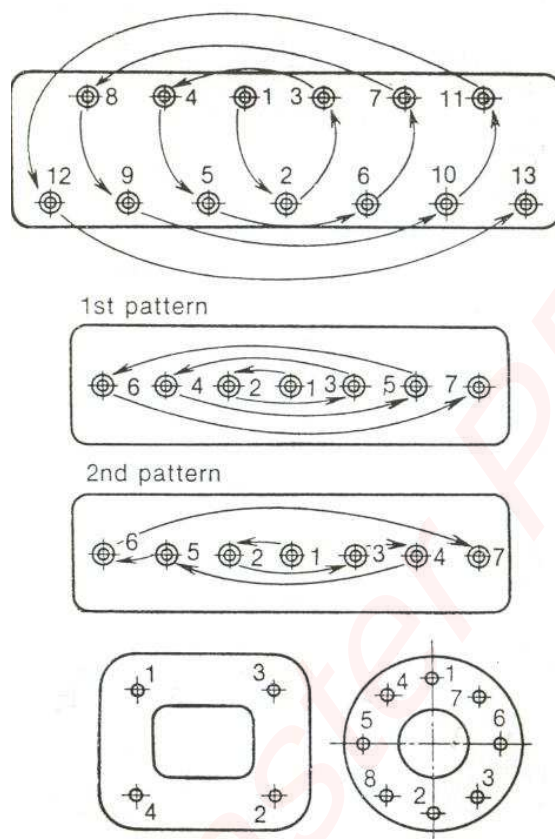
شکل ۳۹

شکل ۴۰ نحوه و ترتیب بستن گروهی پیچ ها را نشان می دهد. بستن پیچها از وسط شروع و درکناره هاتمام می شودو

اگر پیچها به صورت محیطی باشد به صورت شعاعی بسته می شوند.

سریچها از نظر شکل ظاهری و ابراز اتصال آنها متفاوت است که نمونه هایی از آنها را در شکل ۴۱۹ مشاهده می کنید.

پیچها با سرشش گوش معمولاً دارای استحکام بیشتری هستند و در مونتاژ تجهیزات مکانیکی از آنها استفاده می شود. این نوع از پیچها با کمک انواع آچارهای تخت، رینگ یا بکس بسته می شوند.



شکل ۴۰

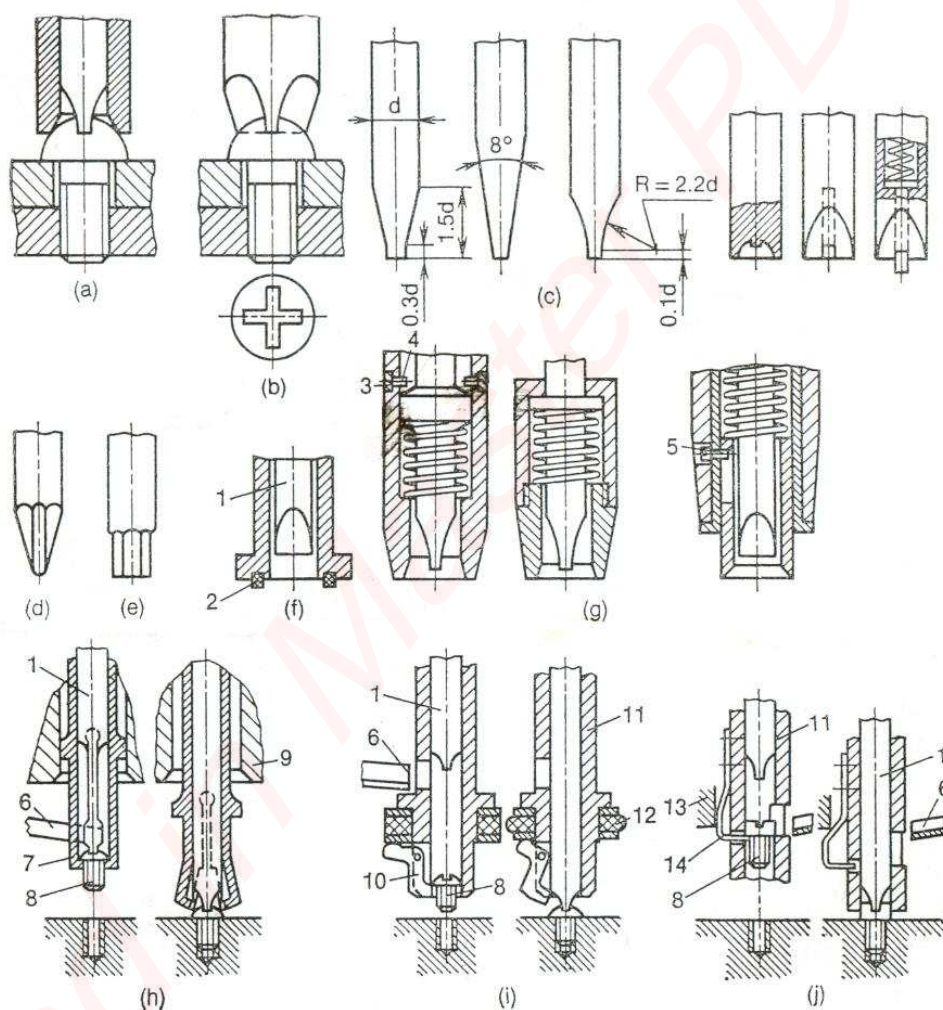
پیچ شکاف دار غالباً دارای استحکام کمتری نسبت به پیچ های سرشش گوش هستند و با پیچ گوشتی بسته می شوند.



شکل ۴۱

در هنگام بستن پیچ های سرشکاف دار نمی توان گشتاور زیادی را اعمال کرد چرا که امکان له شدن لاله های شکاف وجود دارد.

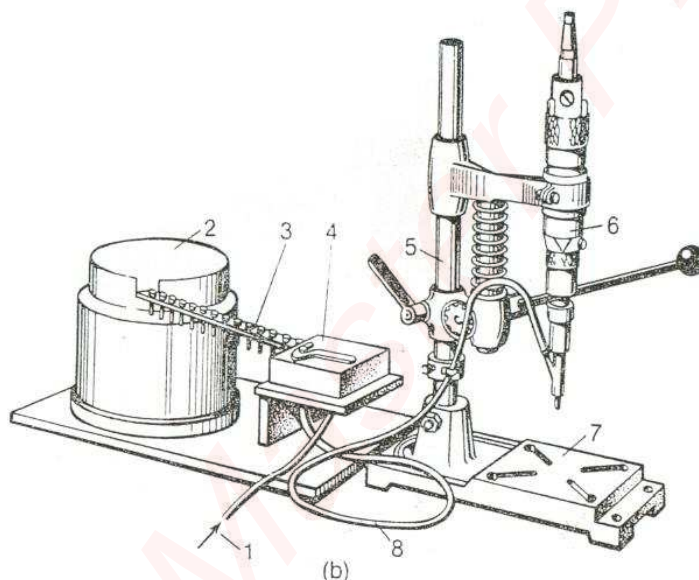
مشکل اصلی پیچ های سرشکاف دار، در مونتاژ اتوماتیک، علاوه بر تنظیم سوراخ های دو قطعه و سپس تنظیم پیچ با دو سوراخ، تنظیم لبه ی پیچ گوهی با شکاف روی پیچ می باشد که برای رفع این مشکل می توان از روشهای مختلفی استفاده کرد. برخی از این روشها در شکل ۴۲ نشان داده شده است.



شکل ۴۲

در حالت (a) از نوعی پیچ گوهی استفاده شده که دارای یک غلاف است که بر روی سری پیچ نشسته و به هدایت لبه ی آچار به روی شکاف کمک می کند. پیچهای دارای یک شکاف برای مونتاژ اتوماتیک مناسب نیستند و بهتر است به جای آنها از پیچهای سرشش گوش، آلن و یا دارای شکاف صلیبی استفاده کرد. برای قرارگیری بهتر ابزار بر روی این نوع پیچها

وجود پنج برروی آچار کمک زیادی خواهد کرد. (b). در شکل (c) نوع دیگری از آچار برای تنظیم راحت تر آن برروی پیچهای شکافدار نشان داده شده است. آچارهای نمایش داده شده در (c) برای سرعتهای کمتر از ۳۰۰ دور در دقیقه مناسب است و برای سرعتهای بالاتر باید از آچارهای غلافدار مانند حالت (f) و (g) استفاده کرد. در تصویر (f) از یک غلاف بارینگ لاستیکی یا نمدی استفاده شده تا به سطح پیچ صدمه ای وارد نشود. این نوع ابزار زمانی استفاده می شود که پیچ در معرض دید باشد. در تصاویر (d) و (e) آچارهای مخصوص پیچهای دارای شکاف صلیبی و آلن را می بینید. شکل های (h) و (i) و (j) روش های اتوماتیک بستن پیچ های سرشکاف دار را نشان می دهد که در هر سه ی آنها، پیچ از طریق کانال شماره ۶ به صورت خود کار تأمین می شود.

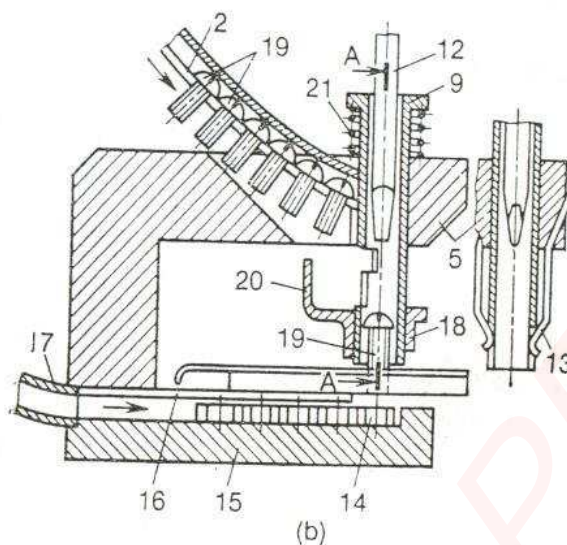


شکل ۴۳

شکل ۴۳ یک مکانیزم اتوماتیک بستن پیچ را نشان می دهد.

قسمت شماره ۲، یک کاسه ی ارتعاشی است که پیچ را جهت دهی و تغذیه می کند. در مورد کاسه های ارتعاشی به طور مفصل در قسمت تغذیه و جهت دهی آشنا می شویم. با قرار گیری پیچ در شکاف روی ریل شماره ۳ به جلو هدایت می شود تا در شکاف قسمت ۴ قرار گیرد و در این قسمت با فشار هوایی که از طریق لوله شماره ۱ اعمال می شود، پیچها از طریق لوله شماره ۸، تغذیه شوند. قسمت ۶ یعنی آچار اتوماتیک می تواند به صورت یکی از حالت های نشان داده شده در شکل ۴۲ باشد.

شکل ۴۴ یک مکانیزم اتوماتیک بستن پیچ و مهره را نشان می دهد.



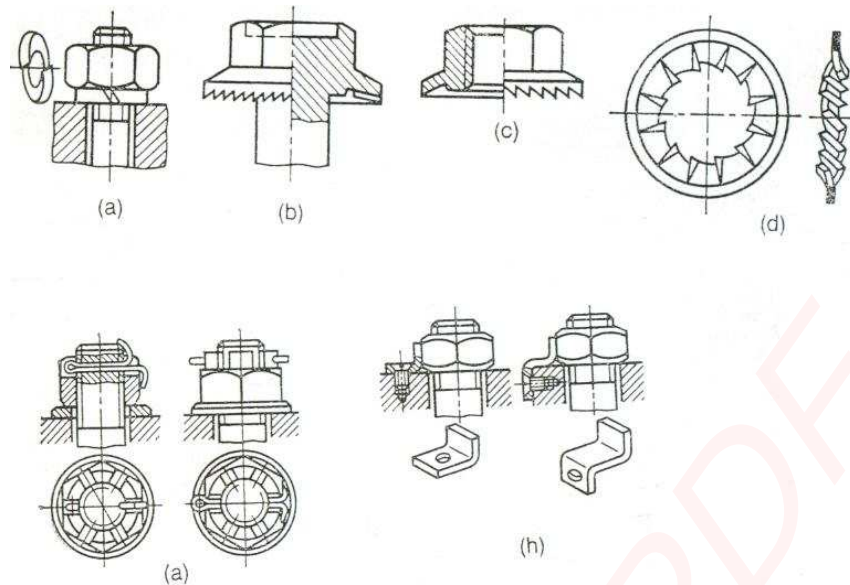
شکل ۴۴

در این دستگاه اتصال قطعات به وسیله ی پیچ و مهره انجام می شود و به همین دلیل دو مسیر ورودی برای این دو وجود دارد. کانال شماره ۱۷، کانال ورودی مهره ها و کانال شماره ۲، کانال ورودی پیچ ها است. شماره ۱۴ مهره و شماره ۱۹ پیچها را نشان می دهد..

قسمت شماره ۱۳، نگه دارنده ی پیچ تغذیه شده ایست که با بالا رفتن پیچ گوشتی به پایین افتاده است. با پایین آمدن پیچ گوشتی، پیچ به درون سوراخ دو قطعه می افتد و با مهره و پیچیدن پیچ گوشتی، اتصال محکم می شود. در مونتاژ اتوماتیک لازم است فضای مناسب برای ابزارها در نظر گرفته شود و به همین علت ممکن است فاصله بین پیچها بیشتر از حالت دستی انتخاب شود. این فاصله حداقل ۳۵ میلیمتر است.

شکل ۴۵ روشهایی برای جلوگیری از باز شدن اتصال رزوه ای در اثر ارتعاش را نشان می دهد. راهکارهایی چون واشر فنری (a بالا)، پیچ های دنده اری (b بالا)، پین های اشپیل یا Split pin (a پایین) و واشرها با لبه ی برگشته (h پایین).

نفس واشر در اتصالات رزوه ای علاوه بر جلوگیری از باز شدن اتصال، توزیع نیرو در زیر سر پیچ یا مهره نیز هست. البته در پیچهای سرخزینه ای و نیم گرد نیازی به استفاده از مهره نیست.



شکل ۴۵

برای بستن پیچ در قطعات نرم مانند چوب یا آلومینیوم نیازی به ایجاد رزوه در آنها نیست و میتوان از پانچ همزمان و یا پیچهای پیش رونده که خود، رزوه را بر روی قطعه ایجاد می کنند استفاده کرد.

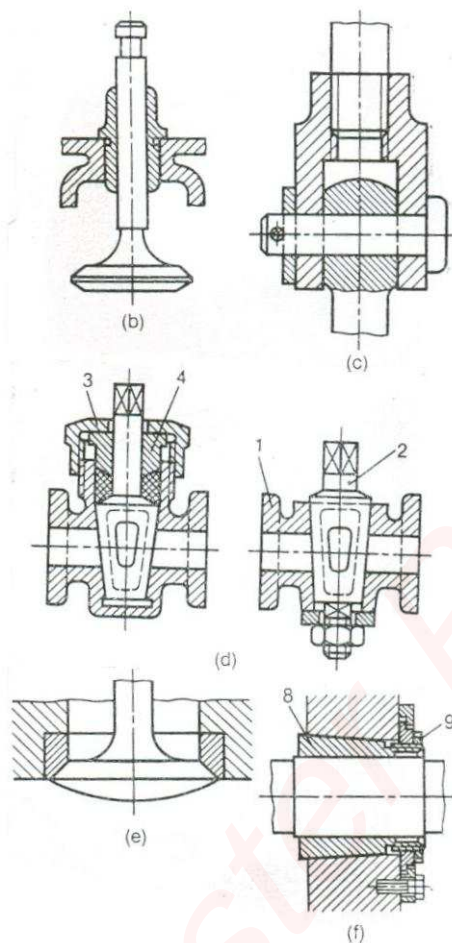
اتصالات استوانه ای و مخروطی:

اتصالات استوانه ای و مخروطی، که بسیاری از اوقات به صورت متحرک هستند، بیشتر در مکانیزمها و ماشینها به کار می روند. نمونه ی این اتصالات را در شکل ۴۶ می بینید.

تصویر (b) و (e) نشان دهنده یک سوپاپ است که در موتورهای درون سوز یا کمپرسورها مورد استفاده است.

اتصالات استوانه ای مانند شکل (c) برای لولا و چرخش استفاده می شود. شکل (d) یک اتصال مخروطی در یک شیر رانشان می دهد.

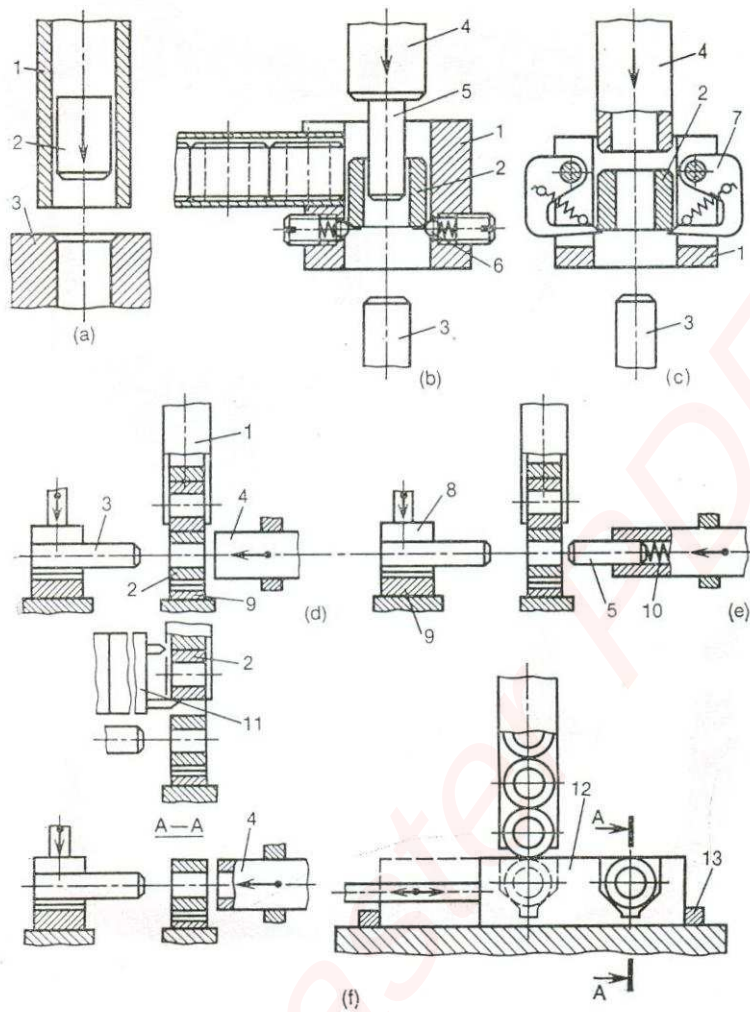
برخی اوقات از اتصالات مخروطی برای ایجاد یک اتصال محکم استفاده می شود این اتصال محکمی بین دو قطعه بر اثر زیاد بودن اصطکاک، به دلیل خاصیت گوه ای ایجاد می شود. مانند شکل (F). در این صورت قطعات براحتی از هم جدا نمی شوند. به عنوان مثال از این اتصال برای نصب مته در دستگاه دریل استفاده می شود.



شکل ۴۶

در بسیاری از اوقات می توان این نوع اتصال را به صورت اتوماتیک انجام داد. در صورتی که تلرانس زیاد بوده و در حد ۰.۵ میلیمتر و یا بیشتر باشد، می توان این مونتاژ را با کمک وزن خود قطعه انجام داد. یعنی قطعات به صورت عمودی بر روی هم مرتب شوند و از طرف بالا در محل نصب تغذیه شوند. در این روش باید قطعات دارای وزن کافی برای انتقال به محل نصب باشند. در شکل ۴۷ (a) نمونه ای از این نوع سیستمها را می بینید. در این سیستم برای قرار گیری پین استوانه ای داخل سوراخی با تلرانس بیش از ۰.۵ میلیمتر، از نیروی وزن خود پین استوانه ای استفاده شده. در این طرح پخ سر پین استوانه ای و خزینه ی سوراخ باعث هدایت بهتر و تنظیم راحت تر این دومی شود.

در شکل b, c, d و e روش های مختلف جا زدن بوش داخل میله، به صورت اتوماتیک نشان داده شده است. در شکل f قطعه ای استوانه ای است که در اثر نیروی وزن و بدون نیروی اضافی دیگری وارد شکاف قطعه می شود. همانطور که در تصاویر دیده می شود در سیستمهای پیشرفته تر از اجزای ارتجاعی مانند فنر استفاده شده است.



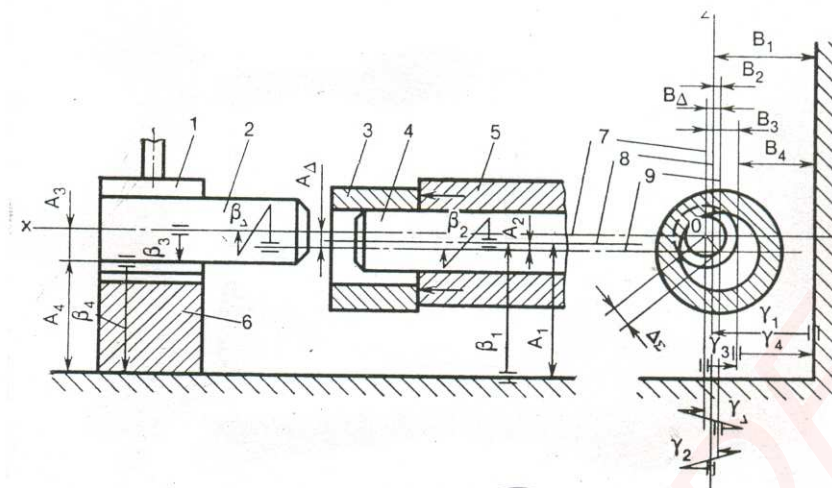
شکل ۴۷

در شروع مرحله مونتاژ اتوماتیک این نوع قطعات لازم است در ابتدا محور قطعه نسبت به محور سوراخی که قرار است در آن نصب شود تنظیم شده و یکی شود. بهترین روش این است که قطعات به صورت مرتب شده و با جهت درست، در محل مناسب تغذیه شوند.

بهترین نگهدارنده برای قطعات استوانه ای شکل بلوک های V شکل هستند که در حالت (f) نمونه ای از آن مشاهده می شود.

در اینجا موضوع تکرانها نیز مطرح است. باید حداقل خطای قطعات در هنگام ساخت در نظر گرفته شود تا در بدترین شرایط هم نصب انجام گیرد. در شکل ۴۸ نمونه ای از این وضعیت نشان داده شده است.

در اینجا تکرانها در جهت افقی، عمودی و زاویه ای در نظر گرفته شده اند.



شکل ۴۸

A_1 ارتفاع نصب پینی است که بوش روی آن قرار می گیرد، A_2 اندازه اختلاف موقعیت محور بوش و پین است، A_3 شعاع پین و A_4 ارتفاع نصب بلوک V شکل. که خطادر هر کدام می تواند باعث اشکال در نصب قطعات مورد نظر شود و باید کلیه خطاها را همراه با هم و به صورت جمع در نظر گرفت.

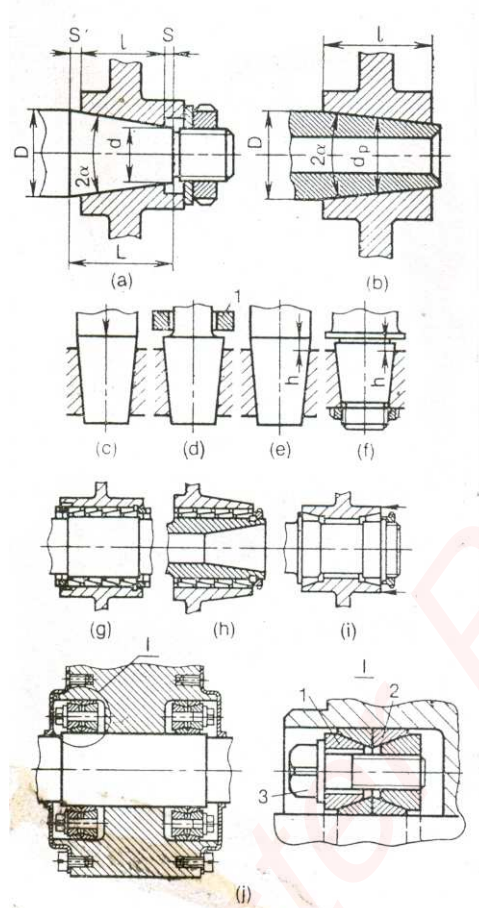
برای انطباق محکم روشهای متفاوتی وجود دارد، که اعمال نیروی زیاد و یا گرم کردن قطعات از آن جمله اند. اتصالهای مخروطی نیز معمولاً برای ایجاد یک اتصال محکم به کار می روند. مانند ابزار گیرهای ماشینهای ابزار، که در این حالت به علت اصطکاک بالای بین سطوح مخروطی امکان انتقال گشتاور زیادی فراهم می شود.

نمونه این اتصالات را در شکل ۴۹ می بینید.

همان طور که در شکل (a) دیده می شود طول های S و S' رابطه مقدار $S = 1/4 \sim 2$ mm و $S' = (1/5 \sim 2)h$ در نظر می گیریم. در اینجا h مقدار جابجایی محوری پیش پینی شده ی Hub در هنگام بار گذاری است.

فاصله ی S برای سادگی در هنگام جدا کردن قطعات و فاصله ی S' هم برای اطمینان از درگیری دائمی مخروط با سوراخ متناظر در نظر گرفته می شوند.

مهره ای که بر روی رزوه ی انتهای مخروط بسته شده است باعث کشیده شدن مخروط و افزایش نیروی عکس العمل بین سطوح می شود که در این صورت این اتصال در اثر بیشتر کشیده شدن مخروط به داخل سوراخ محکم تر می شود.



شکل ۴۹

اتصالات توسط خار (Key) و هزار خار (Spline):

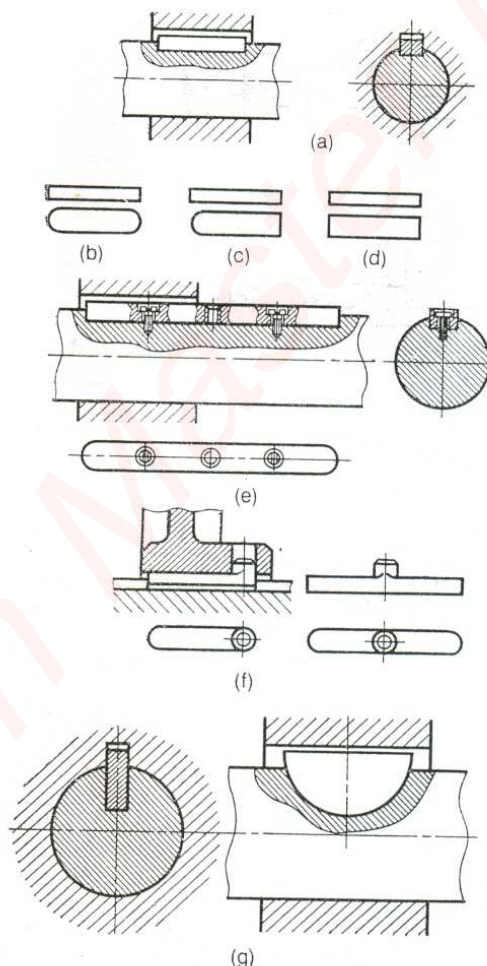
اتصال به وسیله ی خار معمولاً برای ایجاد امکان انتقال قدرت بین محور و چرخنده و یا پولی استفاده می شود. دو اشکال اصلی خار یکی کاهش استحکام قطعه ای است که جای خار بر روی آن ایجاد شده، به دلیل تمرکز تنش، و دیگری ناتوانی در انتقال گشتاورهای زیاد است.

اگر میله ی با سطح مقطع A تحت نیروی F کشیده شود تنش برابر با $\frac{F}{A}$ بر میله اعمال می شود. اما در صورتی که بر روی محور ناپیوستگی مانند محل جای خار وجود داشته باشد تنش به طور ناگهانی افزایش می یابد که به این پدیده تمرکز تنش می گویند. این پدیده در محل ناپیوستگی و شکاف ها رخ می دهد و باعث می شود که قطعه با باری کمتر از آنچه پیش بینی می شود بشکند.

از دیگر مشکلات به کار گیری خار در اتصال، زمان بر بودن مونتاژ خار بر روی جای خار و افزایش تعداد قطعات لازم برای اتصال است. همچنین تنظیم پولی یا چرخدنده بر روی محور دشوار است، چون امکان نصب آن بر روی محور تنها در یک حالت امکان پذیر خواهد بود.

به همین علت به جای خار از هزار خار استفاده می کنند بدین صورت که در محل مورد نظر برای نصب پولی یا چرخدنده بر روی محور، معمولاً بوسیله نورد فرورفتگی با عمق بسیار کم به شکل دندانه ایجاد می شود که در این صورت، تمرکز تنش کمتر و در نتیجه احتمال شکست کمتر خواهد شد. همچنین تنظیم پولی یا چرخدنده روی محور بسیار آسانتر می شود به شکلی با چرخش کوچک چند درجه ای پولی روی شافت جا می افتد و قطعات کمتری مورد نیاز است.

شکل ۵۰ و ۵۱ و ۵۲ چند نمونه از اتصالات بوسیله خار را نشان می دهد.



شکل ۵۰

آیا می‌دانستید با عضویت در سایت جزوه بان می‌توانید به صورت رایگان جزوات و نمونه

سوالات دانشگاهی را دانلود کنید؟؟

فقط کافیست روی لینک زیر ضربه بزنید



[ورود به سایت جزوه بان](#)

Jozveban.ir

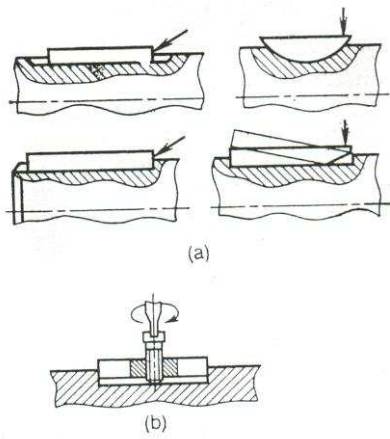
telegram.me/jozveban

sapp.ir/sopnuu

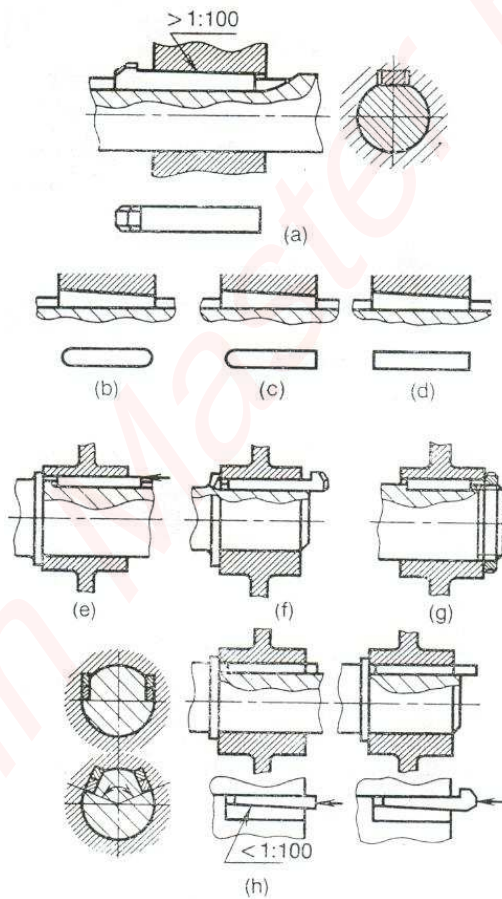
جزوات و نمونه سوالات پیام نور



@sopnuu
jozveban.ir



شکل ۵۱



شکل ۵۲

شکل ۵۳ نمونه ای از هزار خار را نشان می دهد.



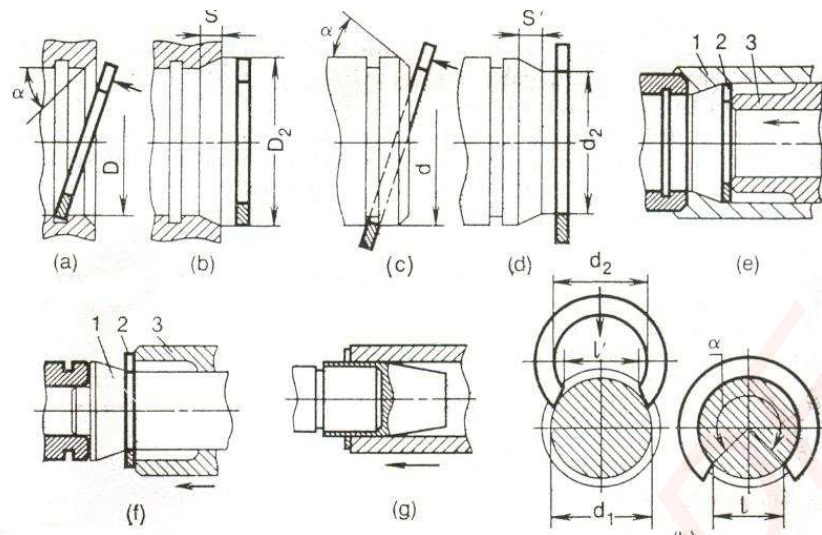
شکل ۵۳

اتصالات توسط اجزای ارتجاعی:

این اجرا بیشتر شامل فنرها، خارهای فنری، پین های فنری و بوشهای فنری است. برای نصب این اجزا لازم است که با اعمال نیرو آنها را تغییر شکل داده و پس از جا انداختن عضو نیرو را برداشته تا به شکل اولیه خود برگردد. شکل ۵۴ روش های گوناگون مونتاژ خار دو چشمی یا خار فنری را نشان می دهد. که یک راه برای جا انداختن آن استفاده از انبردست مخصوص برای جمع یا باز کردن آن است. اما برای جا انداختن راحت تر، به خصوص برای مونتاژ قطعات به تعداد زیاد، می توان از سطوح شیب دار در ابتدای قطعه همانند آنچه در شکل a، b، c و d آمده است؛ استفاده کرد.

در طرح این شیبها: $\alpha = 30^\circ$ ، $S = 0/1D$ و $S' = 0/1d$

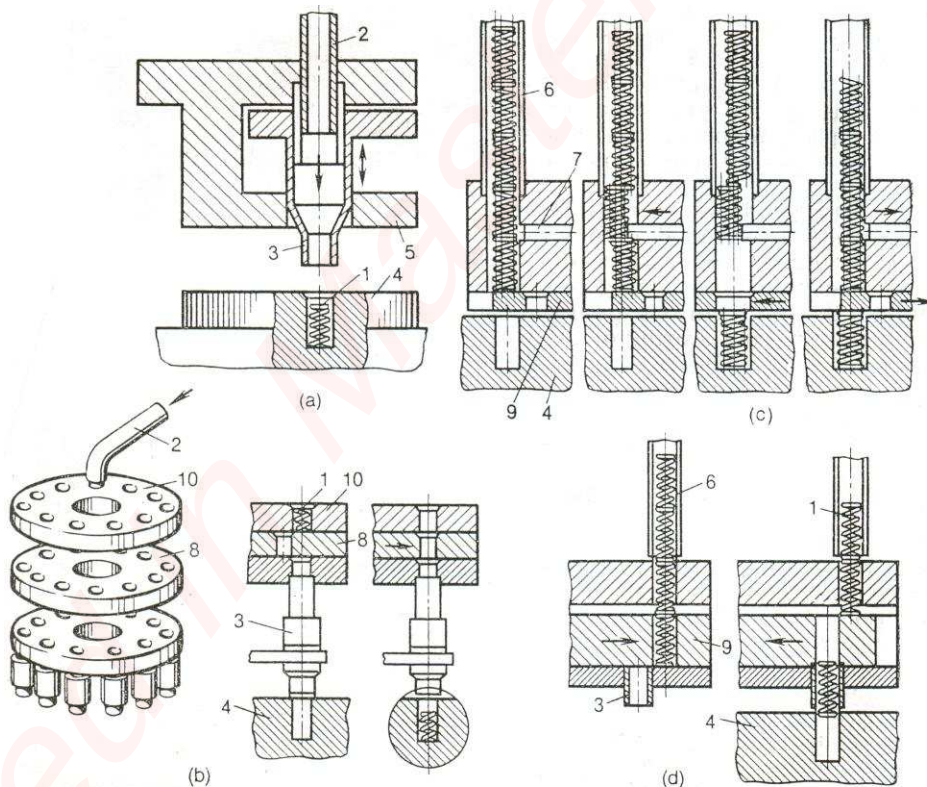
در تصاویر e و f و g به کارگیری ابزار های جانبی برای جا انداختن این نوع خارنمایش داده شده است.



شکل ۵۴

در تصویر h نیز نوع دیگری از خار فنی نشان داده شده است که در آن شیار بزرگتری ایجاد شده و می توان بدون نیاز به

ابزار خاص آنرا نصب کرد. زاویه α در اینجا حدود ۲۴۰ درجه و در نتیجه زاویه ی بریدگی ۱۲۰ درجه است.

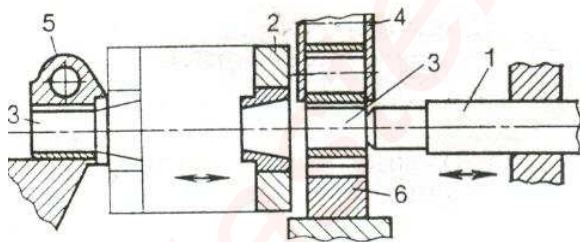


شکل ۵۵

شکل ۵۵ نحوه ی مرتب کردن و تغذیه فنرها رابه صورت عمودی نشان می دهد. دراین حالت از وزن خود فنرها برای تغذیه ی آنها استفاده شده است. نکته ی مهم در مورد فنرها بسته بودن سر آنها است چرا که در غیر این صورت فنرها در هم گیر می کنند و جدا کردن آنها مشکل است.

در تصاویر a ، b ، c و d مکانیزم های اتوماتیک برای جا افتادن فنر رادر محل مورد نظر نشان داده شده است. دربرخی موارد میتوان برای حرکت دادن فنرها از فشار هوا استفاده کرد.

در شکل b، قسمت های شماره ۱۰ و ۸ دارای حرکت چرخشی هستند و فنر را در طی دو مرحله به داخل سوراخ قسمت پائینی (قسمت پائینی ثابت است) که قطعات به آنها متصل شده اند و قرار است فنر در آن قرار بگیرد، هدایت می کند. در شکل ۵۶ نیز جازدن اتوماتیک بوش فنری نشان داده شده است. در اینجا از ابزارهای کمکی برای تغییر شکل و جا انداختن بوش استفاده شده است.



شکل ۵۶

اتصالات دائمی:

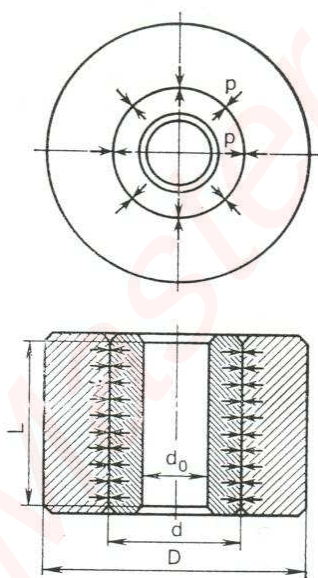
این نوع اتصال شامل جازدن فشاری- انقباضی، پرچ، انبساط خم شده، جوش ولجیم کاری، چسب و تغییر شکل کلی مانند ریخته گری می باشد.

جازدن های انقباضی فشاری:

این نوع اتصال براساس اصطکاک عمل می کند و دراین حالت به علت وجود نیروهای اصطکاکی زیاد جدا کردن قطعات از یکدیگر بسیار دشوار بوده و نیاز به صرف نیروی بالایی دارد.

از آنجا که دو عامل ضریب اصطکاک و نیروی عکس العمل بین سطوح برای ایجاد نیروی اصطکاک لازم است، می توان با اضافه کردن نیروی عکس العمل بین سطوح مقدار نیروی اصطکاک را اضافه کرد.

محدودیت این امر رسیدن جسم به نقطه تسلیم در اثر افزودن این نیرو است. در نتیجه مقدار این نیرو باید کنترل شود. در این روش قطعاتی که قرار است در داخل یکدیگر جاذبه شوند قدری اختلاف ابعادی دارند، مثلاً اگر قرار باشد یک بوش در یک سوراخ جابجود قطر خارجی بوش کمی بزرگتر از قطر داخلی سوراخ است. حال برای جاذبه قطعات یا از اعمال نیروی فشاری استفاده می شود و یا با گرم کردن قطعه ی بیرونی (یا سرد کردن قطعه ی داخلی) و تغییر در ابعاد بدون اعمال نیروی زیاد جاذبه می شوند. در این شرایط نیروی فشاری زیادی که لازمه ی تغییر شکل است به صورت محیطی بر روی بوش و سوراخ اعمال می گردد، که نتیجه ی آن نیروی اصطکاکی بالا و عدم امکان جداسازی راحت قطعات است. مثال این نوع از اتصالات جاذبه بلیبرینگ یا بوش روی محور (شافت) ها است. در این حالت و با توجه به شکل ۵۷ اگر فشار ایجاد شده بین دو سطح استوانه ای شکل P باشد، داریم:



شکل ۵۷

$$F_N = f \cdot \pi \cdot d \cdot L \cdot P$$

که در اینجا:

F_N : نیروی اصطکاکی لازم برای جاذبه (Force of pressing-in)

f : ضریب اصطکاک مطابق جدول شکل ۵۸

d : قطر داخلی بوش

L : طول سطح تماس

P : فشار موجود بین میله و بوش که در شکل ۵۷ بصورت فلش مشخص شده است.

Enveloping part	f
Steel 30, 50	0.054-0.22
Cast iron	0.07-0.13
Magnesium and aluminum alloys	0.02-0.06
Bronze, brass	0.05-0.1
Plastics	0.54

شکل ۵۸

مقدار فشار P نیز خود به عوامل دیگری از جمله میزان تداخل اعضا و جنس آنها بستگی دارد. مقدار آن از رابطه ی زیر قابل محاسبه است:

$$P = \frac{1}{d} \times \frac{\Delta \times 10^{-3}}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)}$$

که در اینجا:

Δ : تداخل (اختلاف قطر خارجی میله (d) با قطر سوراخ متناظر با بوش)

E_1 : مدول الاستیته میله

E_2 : مدول الاستیته بوش

C_1 و C_2 : ضرایبی وابسته به جنس میله و بوش و قطرهای آنان که از جدول شکل ۵۹ بدست می آید.

C_1 و C_2 از روابط زیر بدست می آید که جدول نیز بر همین اساس تدوین شده است:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_o^2}{d^2 - d_o^2} - \gamma_1$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \gamma_2$$

که در اینجا:

d_o : قطر سوراخ داخل میله (در صورت توپر بودن محور $d_o = 0$)

D : قطر خارجی میله

γ_1 : ضریب پواسون میله

γ_2 : ضریب پواسون بوش

Values of C_1 and C_2

$\frac{d_0}{d}$ for C_1 $\frac{d}{D}$ for C_2	C_1			C_2		
	Steel	Bronze	Cast iron	Steel	Bronze	Cast iron
0.0	0.70	0.67	0.75	1.30	1.33	1.25
0.10	0.72	0.69	0.77	1.32	1.35	1.27
0.20	0.78	0.75	0.83	1.38	1.41	1.33
0.30	0.89	0.86	0.94	1.49	1.59	1.44
0.40	1.08	1.05	1.13	1.68	1.71	1.63
0.50	1.37	1.34	1.41	1.95	2.00	1.92
0.55	1.57	1.54	1.62	2.17	2.20	2.12
0.60	1.83	1.80	1.88	2.43	2.46	2.38
0.65	2.17	2.14	2.22	2.77	2.80	2.72
0.70	2.62	2.59	2.67	3.22	3.25	3.17
0.75	3.28	3.25	3.33	3.84	3.87	3.79
0.80	4.25	4.22	4.30	4.85	4.88	4.80
0.85	5.98	5.95	6.03	6.58	6.61	6.53
0.90	9.23	9.20	9.28	9.83	9.86	9.78

شکل ۵۹

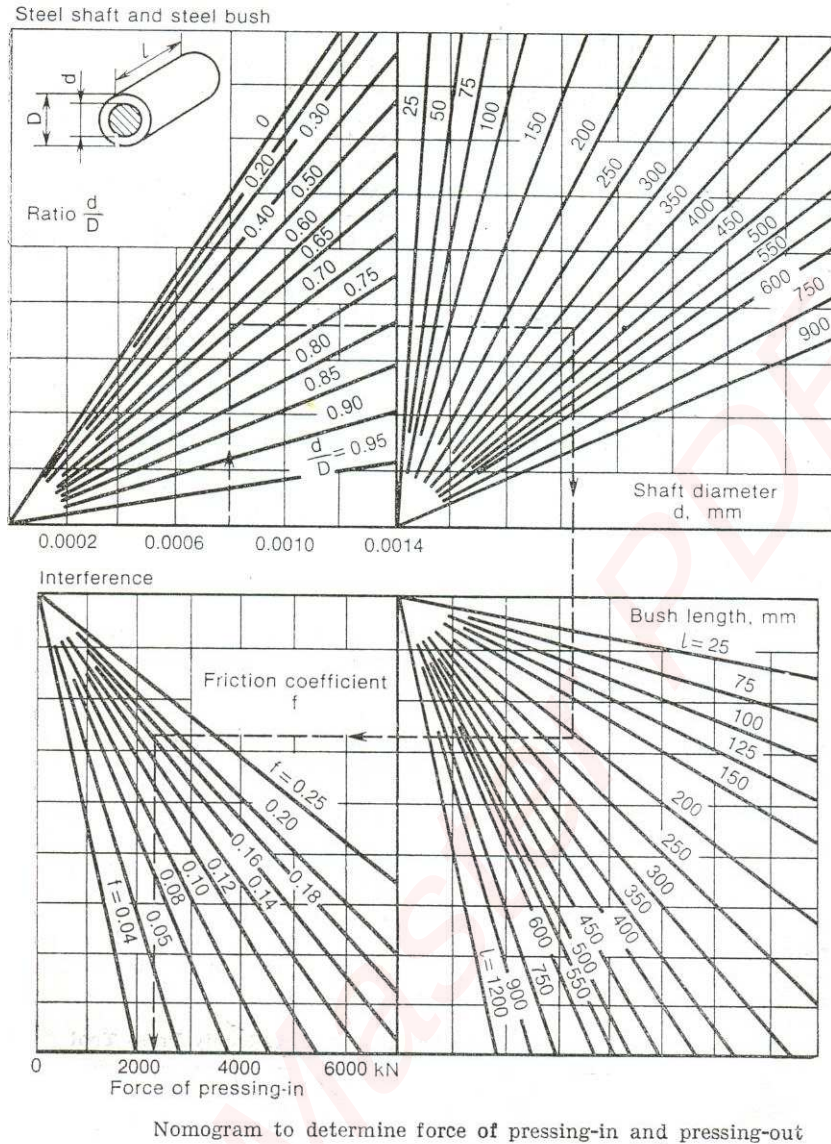
توجه کنید که این رابطه برای حالت استوانه ای است و نیز D و d با هم تفاوت دارند و همین تفاوت باعث ایجاد نیرو می گردد. در این حالت پس از جازدن قطعات، قطر خارجی میله کاهش و قطر سوراخ بوش اضافه می شود. میزان کم و زیاد شدن اقطار به طور مطلق در مجموع برابر اختلاف بین D و d است.

برای بدست آوردن نیروی لازم برای جا زدن میله فولادی در بوش فولادی می توان از دیاگرام شکل ۶۰ استفاده کرد. در این دیاگرام به ترتیب بر اساس تفاوت قطر خارجی میله و قطرداخلی بوش، نسبت قطرداخلی سوراخ بوش به قطر خارجی میله، قطر خارجی میله، طول تماس و ضریب اصطکاک می توان نیروی لازم برای جازدن این دو قطعه را به دست آورد.

برای جا زدن بلبرینگ روی شافت می توان از راه های مختلفی استفاده کرد:

الف) برای بلبرینگ های کوچک:

لوله ای را روی حلقه ی داخلی بلبرینگ قرار می دهیم و با چکش بر روی لوله ضربه می زنیم. این کار از خراب شدن بلبرینگ در اثر ضربه مستقیم چکش روی حلقه ی خارجی یا ساچمه ها جلوگیری می کند.



شکل ۶۰

ب) برای بلبرینگ های متوسط و بزرگ:

با پرس دستی می توان این کار را انجام داد.

ج) اما بهترین روش برای جازدن بلبرینگ روی شافت گرم کردن آن به روش القایی و یا غوطه ور در روغن است (که در آن جسم کاملاً یکنواخت گرم می شود تا باعث ترک برداشتن بلبرینگ نشود). و سپس به علت بزرگ شدن ابعاد می توان آن را به راحتی بر روی محور جازد. برای بررسی مزیت این روش ابتدا باید هدف از چنین اتصالاتی مشخص شود. هدف از اتصالات با جازدن های انقباضی فشاری، اتصالی است که در آن قطعات نسبت به هم محکم بوده و تکان نخورند وین آنها نیروی اصطکاک مناسبی اعمال گردد. در روش گرم کردن بر خلاف روش های قبلی عامل اصطکاک؛ یعنی،

پستی بلندی های روی سطوح در اثر ساییده شدن و حرکت از بین نمی رود بطوری که ضریب اصطکاک در هنگام جا

زدن با گرما ۱/۵ تا ۲ برابر جا زدن با فشار است و اتصالات محکمتری را به ما می دهد

اگر ΔT اختلاف دمایی یا تغییرات دمایی لازم برای جازدن بوش، Δ تداخل، α ضریب انبساط و d قطر شافت باشد:

$$\Delta T = \frac{\Delta + i}{\alpha d} \quad \text{آنگاه:}$$

$$i = 0.01\sqrt{d}$$

ΔT میزان افزایش دمای بوش است به طوری که بر روی میله به راحتی جا بخورد. البته این افزایش دما نباید در حدی باشد که باعث تغییر خواص مواد یا تاقان شود.

در جدول شکل ۶۱ ضریب انبساط خطی (α) برای مواد مختلف داده شده است.

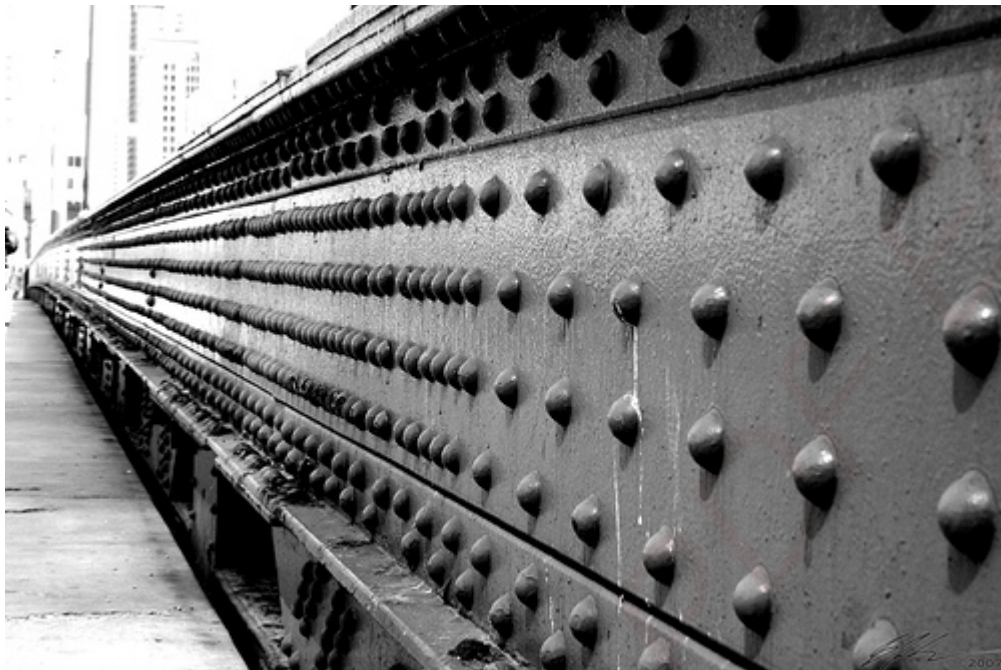
Coefficients of Linear Expansion	
Material	$\alpha, 1/^\circ\text{C} \times 10^6$
Carbon steel	8.5
Grey cast iron	8.6
Malleable cast iron	8.5
Copper	14.4
Bronze	14.2
Brass	16.7
Aluminum alloys	18.6
Magnesium alloys	21.0

شکل ۶۱

اتصالات پرچی:

اتصالات پرچی به عنوان آخرین انتخاب برای ایجاد اتصال مطرح است. این نوع اتصال در مواردی که ارتعاشات زیاد است و یا دما و فشار دارای نوسان زیادی است (مثل دیگ های بخار)، و یا لازم باشد دو قطعه با جنس متفاوت را به یکدیگر وصل کنیم، به کار گرفته می شود. در گذشته در سازه های فولادی نیز از پرچ استفاده می شد (شکل ۶۲). اما امروزه انواع جوشکاری، اتصالات رزوه ای و خمکاری جایگزین این نوع اتصال شده اند.

پرچ ها از نظر شکل ظاهری متفاوتند و می توان آنها را به دو گروه اصلی توپر و تو خالی دسته بندی کرد. پرچ ها از نظر شکل سر نیز متفاوتند. پرچ های تو خالی استحکام کمی دارند و در اتصالاتی که نیروی زیادی به آنها اعمال نمی شود به کار گرفته می شوند پرچ های توپر در واقع میله هایی هستند که یک سر آنها از قبل شکل داده شده است. شکل دهی



شکل ۶۲

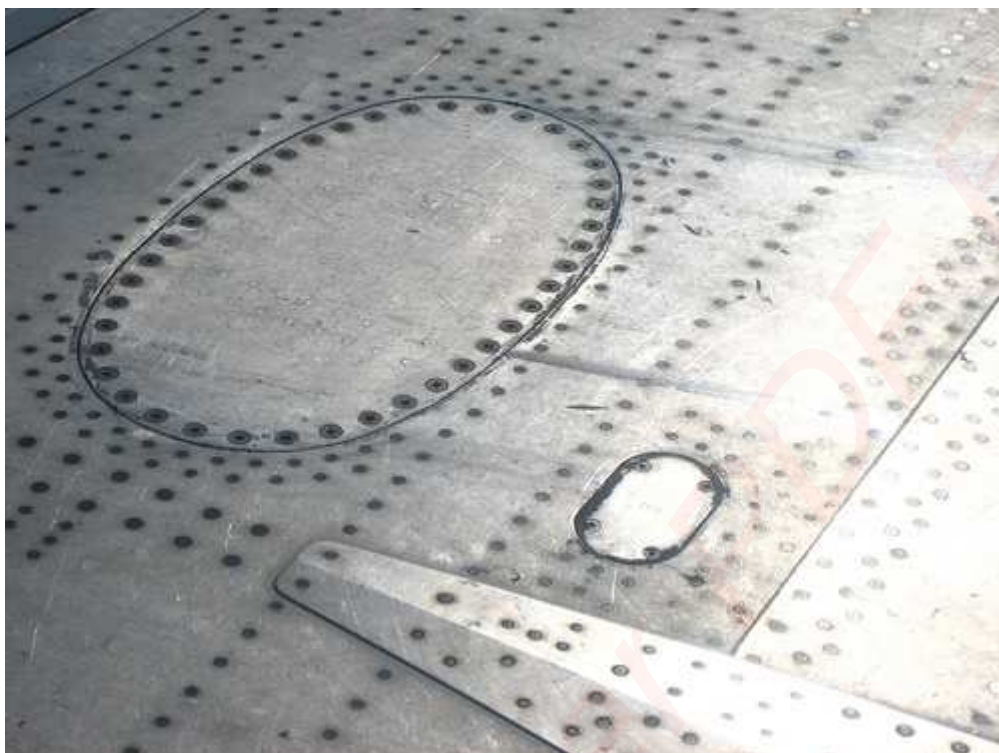
سردوم پرچها به صورت گرم و یا سرد انجام می شود. درپرچهای تو پری که قطر میله آنها بیشتر از ۱۴ میلیمتری باشد، شکل دهی باید به صورت گرم انجام شود. این نوع پرچها معمولاً از فولاد کربنی ساخته می شوند. درسازه های فولادی پرچها تا دمای ۱۱۰۰ درجه گرم می شوند. برای شکل دهی پرچهای تو پر آنها را از سمت شکل داده شده می گیرند و طرف شکل داده نشده را له می کنند تا اتصال محکم شود.

در این نوع پرچ ها ما باید به دو طرف قطعه دسترسی داشته باشیم و این کار باعث کاهش کاربرد این پرچ ها می شود. پرچ ها توخالی چون استحکام کمتری دارند برای اتصال ورق های نازک استفاده می شود ولی مزیت آن این است که لازم نیست به دو طرف قطعه دسترسی داشته باشیم.

بسته به محل کاربرد پرچها آنها را از فلزات مختلف مانند فولاد آلیاژی، مس، آلیاژهای آلومینیوم، برنج، برنز و آلومینیوم می سازند. برای اتصال قطعات آهنی به فلزات غیرآهنی، یا فلزات غیرآهنی به یکدیگر، باید از پرچهایی با جنس غیرآهنی استفاده کرد.

امروزه کاربرد پرچها بیشتر در ساخت دیگهای بخار و سازه های آلومینیومی مانند سازه های پرنده است. (شکل ۶۳)
اگر سطح مقطع پرچ A (سانتی مترمربع) باشد، نیروی فشاری درپرچهای گرم نباید کمتر از (100A) (کیلونیوتون) و درپرچهای سرد کمتر از (250A) (کیلونیوتون) باشد.

نیروی لازم برای شکل دهی سرپرچ از رابطه زیر قابل محاسبه است:



شکل ۶۳

$$F_N = k.d^{1/75}.\sigma_t^{0/75}$$

که در اینجا:

F_N : نیروی لازم برای کوبیدن سرپرچ (ضربه زدن) بر حسب نیوتون

k : ضریب شکل

d : قطر پرچ بر حسب میلیمتر

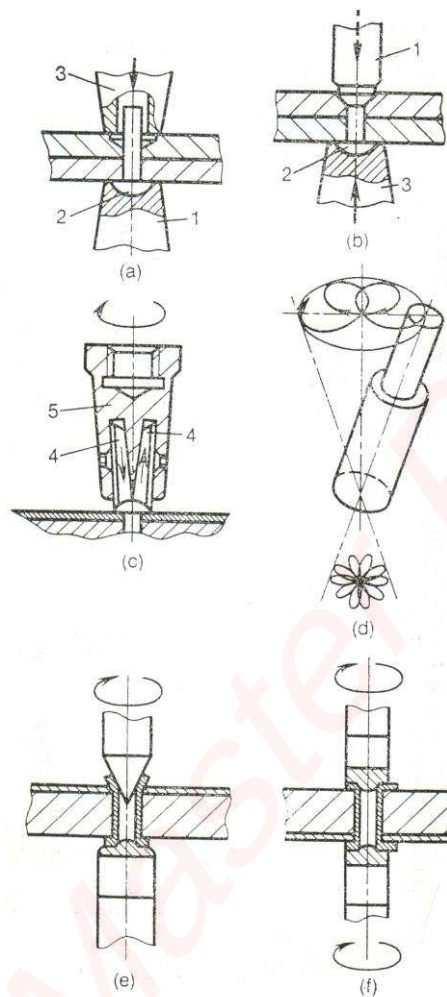
σ_t : تنش تسلیم بر حسب مگاپاسکال

k ضریبی است به شکل سر پرچ و نوع پرچ بستگی دارد:

نوع پرچ	شکل سر پرچ	k
توپر	نیم گرد	۲۸/۶
توپر	خزینه	۲۶/۲
توپر	استوانه	۱۵/۲
توخالی	—	۴/۳۳

نیروی لازم برای نگه داشتن ورقها در زمان پرچ کاری ۱۰ تا ۱۵ درصد نیروی لازم برای تغییر شکل است.

شکل ۶۴ روشهای مختلف برای اعمال ضربه و یا نیروی فشاری برای شکل دهی سرپرچ را نشان می دهد:



شکل ۶۴

در حالت (a) و (b) پرچ توپر با روش ضربه زدن یا چکشی شکل داده می شود. در اینجا یک سمت پرچ نگه داشته شده است.

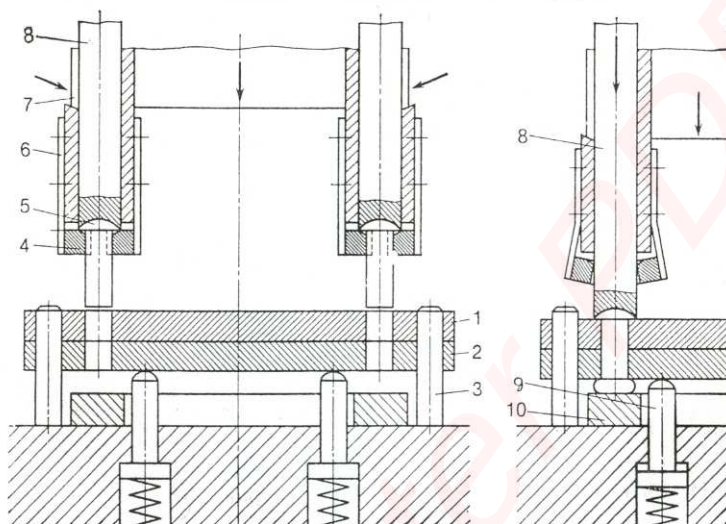
در حالت (c) پرچ توپر توسط ضربه های متوالی دو سنبه که از کنار بر روی آن ضربه می زنند و به طور همزمان در حال چرخش به دور پرچ هستند شکل می گیرد.

در حالت (d) پرچ تنها با اعمال نیرو و نه ضربه شکل میگیرد. این روش Orbital Riveting نامیده می شود.

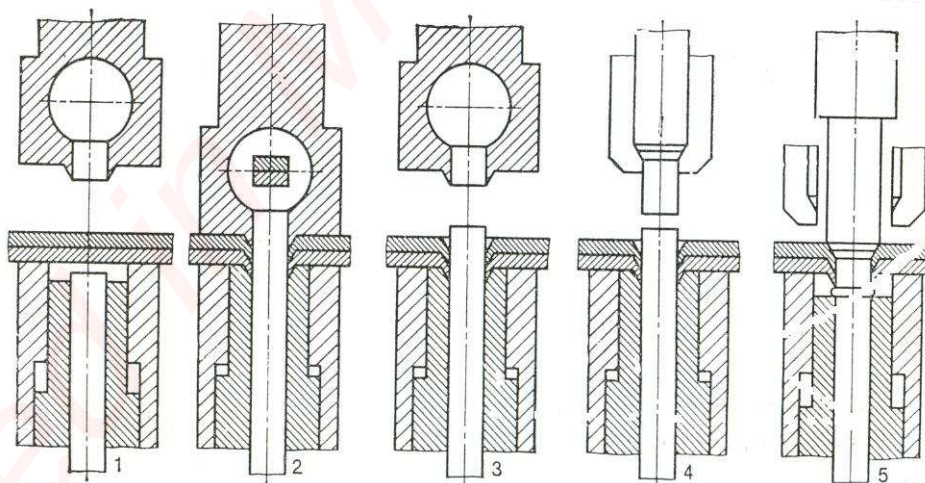
در حالت (e) و (f) پرچ کاری پرچ توخالی نشان داده شده .

پرچ کاری معمولاً به صورت دستی انجام می شود اما در برخی موارد، به خصوص در تولید انبوه، امکان بکار گیری دستگاه های اتوماتیک برای این منظور وجود دارد.

در روش های اتوماتیک برای پرچ کاری مسئله ی اصلی، تنظیم سوراخ های دو قطعه و سپس تنظیم پرچ نسبت به آنهاست که در بعضی مواقع برای داشتن دقت کافی، مطابق آنچه در تصاویر زیر آمده، از قید و بست استفاده می شود.



شکل ۶۵



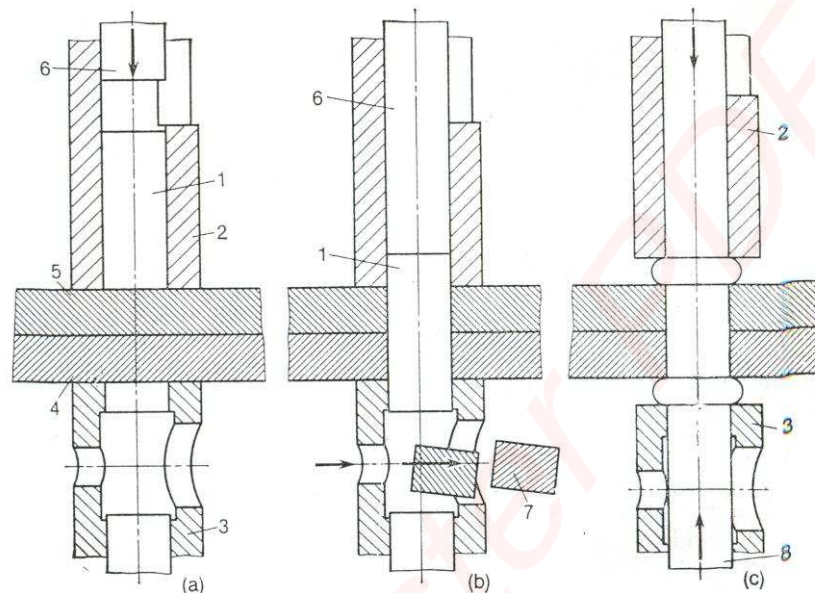
شکل ۶۶

در صورت نازک بودن ورق ها، می توان عملیات سوراخکاری و پرچ کاری را همراه با هم انجام داد که این روش مشکل تنظیم سوراخ های دو قطعه برای پرچ کاری اتوماتیک را برطرف می کند در بخش ۱ و ۲ از شکل ۶۶ عملیات

سوراخکاری انجام و در حالت ۳ برای برهم نخوردن تنظیم سوراخ ها سنبه در داخل سوراخ می ماند و در حالت ۴ و ۵

عملیات پرچ کاری و شکل دهی سرپرچ انجام می شود.

در شکل ۶۶ و ۶۷ انواع دیگری از این روش نشان داده شده است.



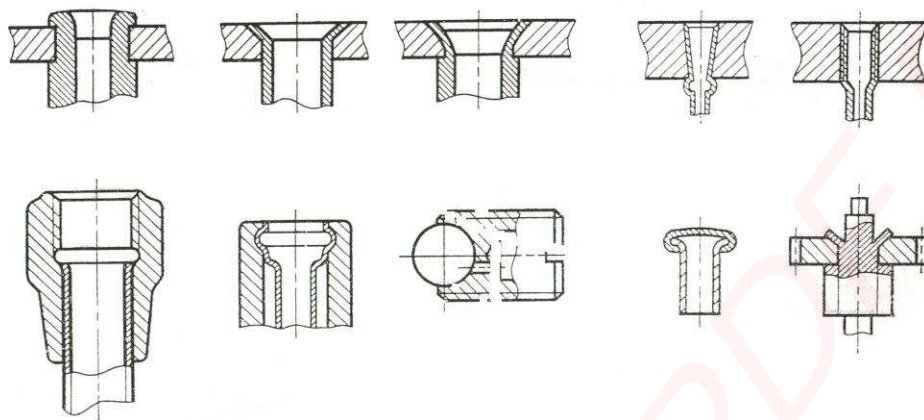
شکل ۶۷

اتصالات منبسط وخم شده:

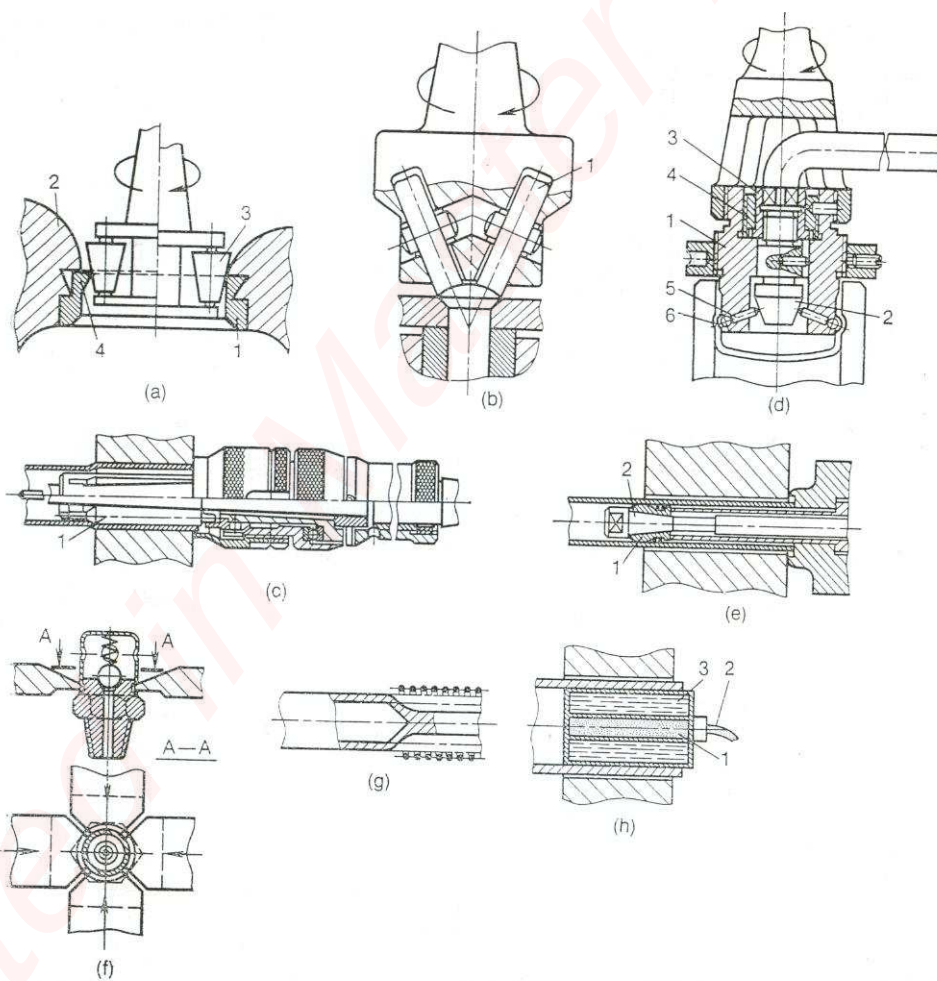
در این نوع اتصالات شکل و جنس قطعات باید به گونه ای باشد که امکان خم کردن یا Rolling آن وجود داشته باشد. قطعه ای که قرار است تغییر شکل داده شود از شکاف یا سوراخی که برای آن در نظر گرفته شده عبور کرده و به شکلی تغییر فرم داده می شود که به صورت بسته درآید و اتصال قطعات به یکدیگر محکم شود. شکل ۶۸ نمونه هایی از این اتصال را نشان می دهد.

در شکل ۶۹ نیز روشهای گوناگون برای شکل دهی قطعات و ایجاد اتصال نمایش داده شده است. صرف نظر از اینکه نیروی لازم برای ایجاد اتصال چگونه اعمال شده باشد، همواره یک نیروی فشاری عمودی اعضا را به یکدیگر فشرده می کند. این نوع اتصال بیشتر در مواردی کاربرد دارد که امکان گرم کردن اجزا یا اتصال آنها به وسیله جوشکاری و لحیم کاری نباشد. مثلاً در اثر حرارت اجزا دچار تغییر شکل شده و یا ذوب شوند. یا در مواردی که اتصال به وسیله ی چسب یا لحیم

استحکام کافی رانداشته باشد. همچنین در مواردی که قطعات از جنسهای مختلف هستند و امکان اتصال آنها با روشهای دیگر ممکن نیست.

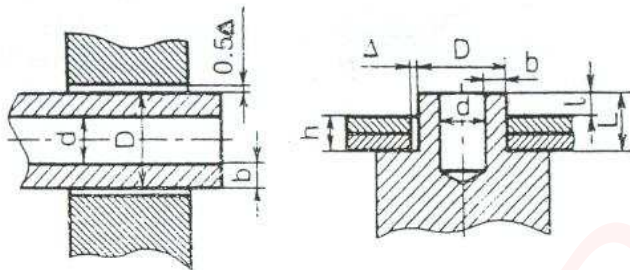


شکل ۶۸



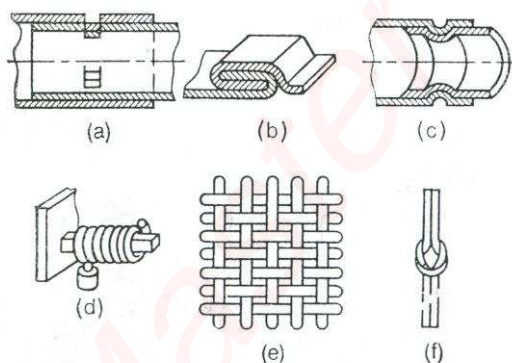
شکل ۶۹

از لحاظ ابعادی برای عبور قطعه از سوراخ ، باید لقی هایی در نظر گرفته شود. در شکل ۷۰ این فواصل نشان داده شده است.



شکل ۷۰

در شکل ۷۱ روشهای دیگری برای اتصال قطعات با خم کاری نشان داده شده است.



شکل ۷۱

(a) خم کاری و قراردادن قسمتی از یک صفحه در داخل شکافی در صفحه دیگر

(b) تا کردن ورقها بر روی یکدیگر و فشرده کردن آنها توسط یک نیرو، که در ورق کاری به کار می رود مثلاً ساخت کانال های کولر. ضخامت ورق در این روش از ۰/۸ میلی متر کمتر بوده و طول قسمت خم شده بین ۸ تا ۱۰ برابر ضخامت ورق انتخاب می شود و در هر صورت از ۲/۵ میلیمتر بیشتر است.

این روش به دلیل قیمت بالای تجهیزات مورد نیاز در تولید انبوه به صرفه نیست.

(c) bead forming نشان داده شده است. مثلاً مطابق شکل دو لوله در هم جا می خورند سپس در محل مورد نظر

برای اتصال دو لوله، یک غلتک در یک محیط دایره ای شکل با فشار به طرف پایین حرکت می کند و باعث گیر

کردن دو لوله در یکدیگر می شود.

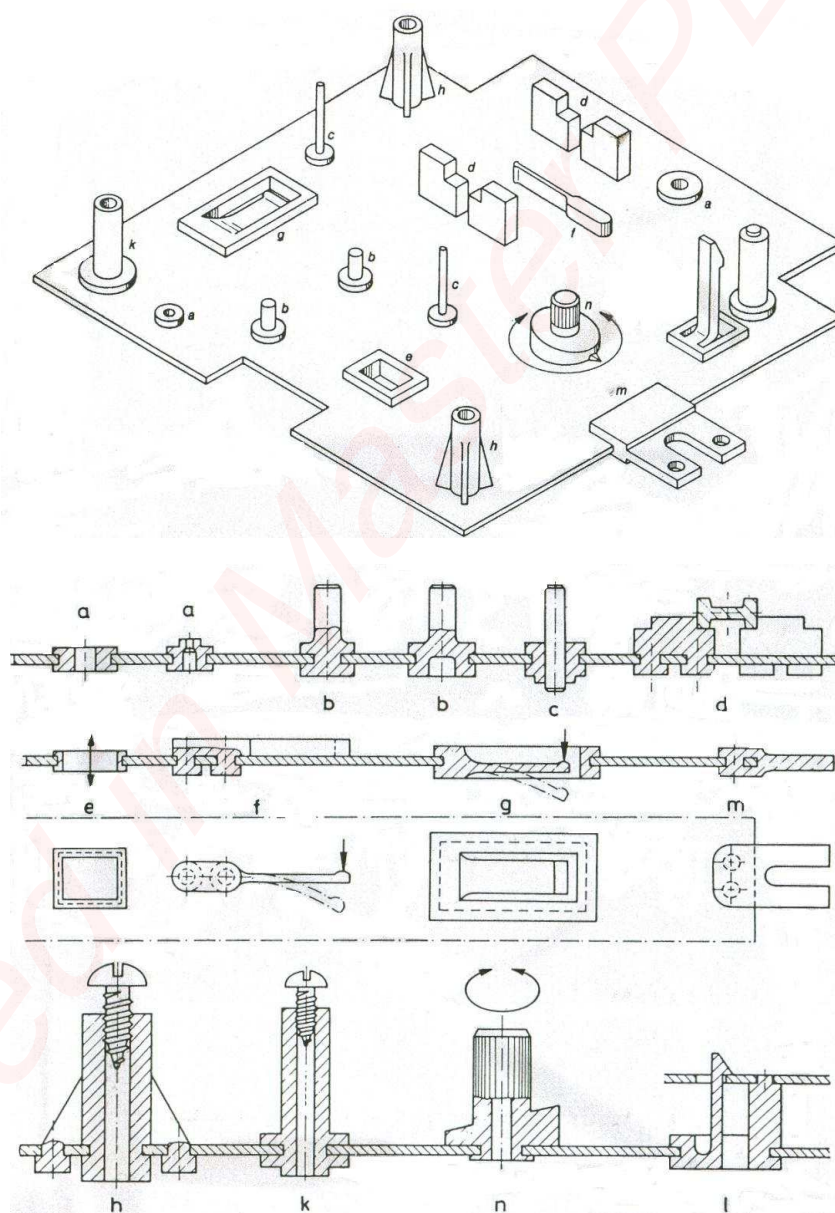
(d) پیچاندن، این روش برای میله ها و سیم ها قابل استفاده است.

(e) بافتن، مانند تورهای فلزی

(f) گره زدن

تغییر شکل کلی:

بعضی اوقات با ریختن پلاستیک خمیری شده بر روی قطعات فلزی اتصال بین این دو را ایجاد می‌کنیم. در شکل ۷۲ نمونه هایی از این نوع اتصال دیده می‌شود. این نوع اتصال رامی توان بین دو فلز که نقطه ذوب یکی بسیار پایین تر باشد، نیز ایجاد کرد.



شکل ۷۲

در شکل دیگر این نوع از اتصالات می توان با ریختن پلاستیک بر روی بخشی از فلز، اتصال بین پلاستیک و فلز را ایجاد می کنیم مانند روکش پلاستیکی روی دسته ی انبردست.

اتصالات توسط چسب:

با این روش می توان قطعات با جنسهای مختلف را به هم وصل کرد. در این روش حرارتی ایجاد نشده و قطعات نازک آسیب نمی بینند. همچنین تششی در آنها ایجاد می شود و وزن محصول زیاد نمی شود. آزمایشهای دیگر چسب ها، عایق بودن، جاذب ارتعاش بودن و آب بند بودن اتصال را می توان نام برد.

از عیوب چسب می توان به مقاومت کم در برابر حرارت (در یک دمای مشخص خاصیت چسبندگی خود را از دست می دهد) و استحکام اندک در برش اشاره کرد.

امروزه از چسب ها به وفور در صنایع مختلف استفاده می شود. به خصوص به کار گیری آن در تولید انبوه بسیار مناسب است.

انتخاب نوع چسب بستگی به موادی دارد که قرار است به یکدیگر متصل شوند.

اتصالات توسط جوش:

این نوع اتصال از اتصالات دائمی است و پس از ایجاد آن امکان جدا سازی قطعات وجود ندارد. در این نوع از اتصالات حرارت ایجاد شده باعث تغییر شکل در قطعات می شود و نمی توان پس از اتصال ابعاد دقیقی به دست آورد. بهتر است از این نوع اتصال به عنوان آخرین راه حل استفاده شود.

اتصالات جوشی در مواردی مانند ساخت اجزای سازه های فولادی یا بدنه خودرو می تواند گزینه ی مناسبی با هزینه ی کم و سرعت بالا باشد.

همچنین در حال حاضر اتوماسیون در این نوع اتصال پیچیده و پرهزینه است.