

۴ اتصالات

اتصالات اجزاء ماشین به سه روش تقسیم می‌شوند

۱- اتصال بر حسب یک ماده

۲- اتصال از طریق فشار

۳- اتصال توسط نیرو

۴-۱ اتصال بر حسب یک ماده

به سه نوع دسته بندی می‌شوند: لحیم کاری، چسب کاری و جوشکاری

۴-۱-۱ اتصالات لحیم

لحیم کاری عبارت است از اتصال قطعات فلزی توسط ماده اضافی (لحیم) که درجه حرارت کار از پائین تر از نقطه ذوب آن است و به وسیله این به متصّل شوند. این به روش ترکیب آلیاژ و از طریق دفعی بین مابین ماده قطعه و لحیم برقرار می‌گردد. لحیم کاری سه نوع است:

لحیم کاری سرد، لحیم کاری گت و لحیم کاری در درجه حرارت بالا

۴-۱-۱-۱ لحیم کاری سرد

این نوع لحیم کاری که بیشتر در لوازم، مس و آلومینوم آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، در درجه حرارت کار پائین تر از 450°C انجام می‌گیرد. برای این منظور اکسید از سرب، روی، آنتیمون، کادمیم و قلع به عنوان ماده لحیم استفاده می‌گردد. کاربرد این نوع لحیم کاری بیشتر در سیستم کاری وای و همچنین در صنعت برق، الکترونیک و نیمه هادیها می‌باشد.

۴-۱-۱-۲ لحیم کاری گت

در این نوع لحیم کاری درجه حرارت کار بیشتر از 450°C می‌باشد. آلومینوم، مس، نقره و آلومینوم، به همراه آلیاژهای روی، قلع، نیکل، مس و کادمیم در سیستم به عنوان ماده لحیم می‌باشد.

۴-۱-۱-۳ لحیم کاری در درجه حرارت بالا

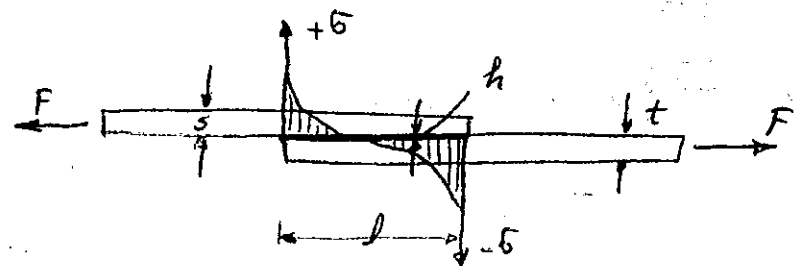
در این روش درجه حرارت کار بیشتر از 900°C بوده و بیشتر در مورد نیراهایی که در درجه حرارت بالا دارای استحکام زیادی هستند و همچنین در آلیاژهای مخصوص (Superalloy) کاربرد می‌گیرد.

۴-۱-۲ طرز استحکام اتصالات لحیم کاری

اتصالات لحیم کاری، به وسیله حتی الاستیکان طوری طراحی می‌شوند که

(-) متراکم نشوند، تأثیرات ناهم در محل در لحیم قرار نمی‌گیرد

(-) از تنش‌های کششی در لحیم، نمود بر سطح اتصال اجزاء می‌گیرد.



در اتصال کیم شکل متجانس ، در انتهای اتصال
تنش های برشی در آن زیاد می شود که ناشی از
بازدارن خمشی هستند

$$\sigma = \frac{M_b}{W_a}$$

$$W_a = \frac{b l^2}{6}$$

$$M_b = \frac{h+s}{2} \cdot F$$

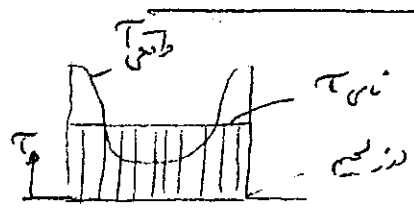
$$\sigma = \frac{6 \cdot M_b}{b \cdot l^2}$$

در نتیجه

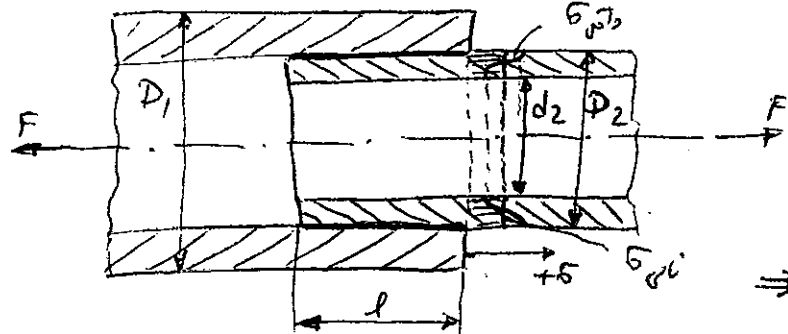
برای طول اتصال (لب به لب) اپتیمال (بهینه) میزان برش است:

$$F_{zul} = \tau_{zul} \cdot l \cdot b = \sigma_{zul} \cdot b \cdot s$$

$$\Rightarrow \left(\frac{l}{s}\right)_{opt.} = \tau_{zul} / \sigma_{zul}$$



اگر شیار در کیم بزرگتر از راض هم نشود و کیم می شود
در نظر بگیریم که تحت بازدارن کششی قرار می گیرد ، در
نتیجه برای غلظت جازبی بهینه استفاده از شیار می توان
نتیجه پذیر

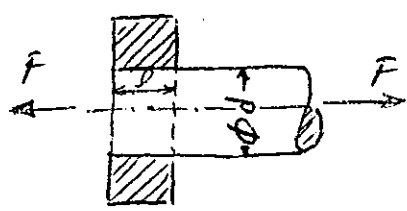


$$F_{zul} = \sigma_{zul} \cdot A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d_2^2) \sigma_{zul}$$

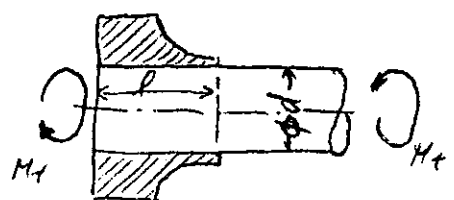
$$\Rightarrow F_{zul} = \pi D_2 \cdot l \cdot \tau_{zul}$$

$$\Rightarrow l_{opt.} = \frac{\sigma_{zul}}{\tau_{zul}} \cdot \frac{D_2^2 - d_2^2}{4 D_2}$$

آر اتصالات زیر را بین پین و دوار در نظر بگیریم ، در نتیجه برای غلظت جازبی نتیجه می شود



$$\frac{l}{d} = \frac{\sigma_{zul}}{4 \tau_{zul}}$$



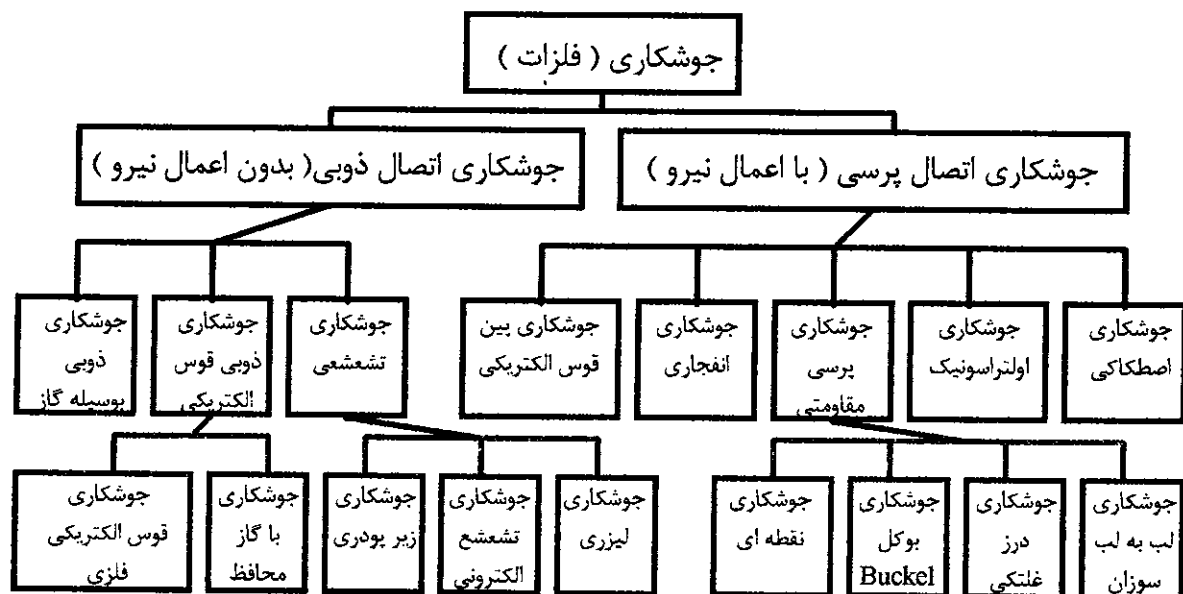
$$\frac{l}{d} = \frac{\tau_{zul}}{8 \tau_{zul}}$$

جوشکاری عبارت است از اتصال و پوشش مواد در حالت مایع و یا خمیری (پلاستیکی) با استفاده از حرارت با ویا بدون مواد افزودنی و یا اعمال نیرو. اتصالات جوش بخاطر سفت و محکم شدن مواد پایه بعد از جوشکاری از جمله اتصالات دائم بشمار می آیند.

جوشکاری یک فرآیند تولیدی است که کاربردهای زیادی بویژه در صنعت سبک سازی، تولید منفرد یا محدود و همچنین در تعمیرات دارد. بویژه در تولید محدود به غیر از صرفه جویی در هزینه های ابزار و مدلسازی میتوان از حجم کمتر مواد نسبت به فرآیندهای دیگر تولید مانند ریخته گری و آهنگری سود جست. یک قطعه جوشکاری را میتوان با یک طراحی مناسب بدون اینکه از استحکام و سفتی آن کاسته شود تا ۵۰٪ سبکتر ساخت. اتصالات جوشکاری اغلب بخاطر شکل ساده آنها بر اتصالات پرچ نیز برتری دارند. از طرفی بایستی در نظر داشت که اتصالات جوش دارای این کاستی هستند که نمی توان از آنها برای متصل نمودن همه فلزات استفاده نمود. فقط موادی را میتوان از طریق جوشکاری بهم متصل نمود که از نظر جنس مشابه هم باشند. همچنین در اثر گرم شدن موضعی، تغییر شکل ها و یا تغییراتی در ریز ساختار قطعه جوشکاری ایجاد می گردد که میتواند باعث اعوجاج و تاب برداشتن قطعه گردد.

موارد کاربرد جوشکاری در گیربکس ها، جعبه های محافظ، پایه و شاسی ماشین ها، قاب ها، اهرم ها، محفظه یاتاقانها، موتورها و ژنراتورها، چرخنده ها، قرقره های کابل، سازه های آهنی در صنعت نقاله ها و در تعمیرات ترک ها و شکستگی ها میباشد. همچنین در جوشکاری پوششی جهت پوشش صفحات سائیده شده و ایجاد لایه مقاوم در برابر سایش و یا مقاوم در برابر خوردگی استفاده میگردد.

۱-۳-۴ فرآیندهای جوشکاری



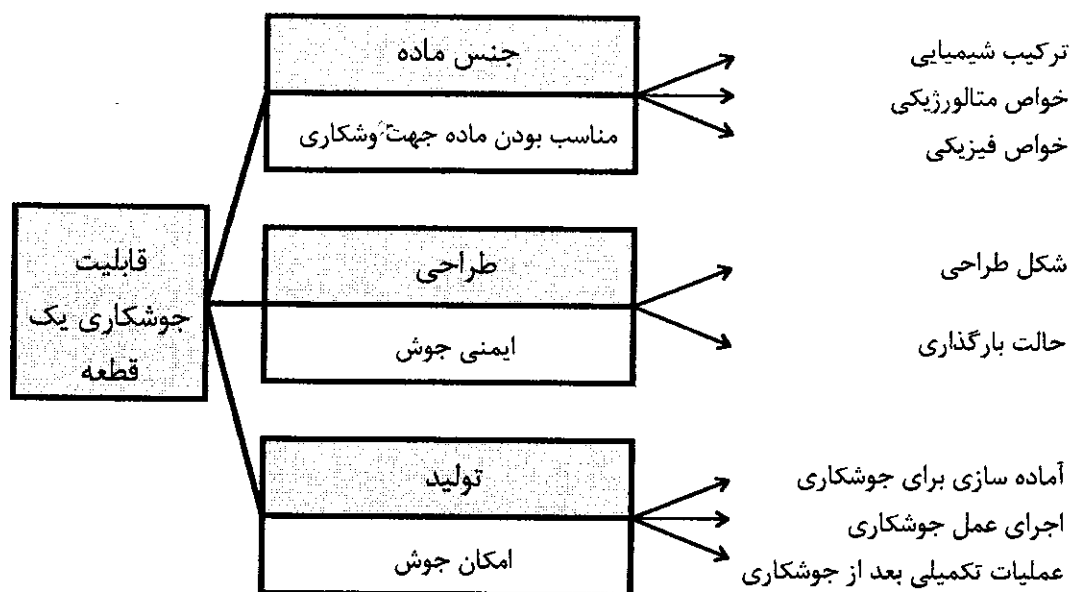
شکل ۱-۳-۴

فرآورده‌های جوشکاری برحسب جنس ماده پایه (فلز و یا مواد مصنوعی) ، هدف جوشکاری (اتصالی یا پوششی) ، نوع تولید (دستی یا ماشینی) و بالاخره برحسب پروسه جوشکاری (پرسى یا ذوبى) دسته بندی میشوند . شکل ۴-۳-۱ دسته بندی انواع فرآورده‌های جوشکاری ذوبی و پرسى را برحسب منبع گرمایی بکار رفته نشان می دهد .

جوشکاری تشعشع الکترونی ، جوشکاری پلاسما و جوشکاری لیزری از جهت اینکه دارای تمرکز انرژی بالایی هستند و در نتیجه تفرانس های دقیقتری را ممکن می سازند و همچنین نواحی تأثیر حرارتی کوچکی ایجاد می کنند بسیار مناسبند ، اما مستلزم هزینه و لوازم جنبی زیادی هستند .

۴-۳-۲ قابلیت جوشکاری

طبق ^{DIN} یک قطعه فلزی وقتی قابل جوشکاری است که اتصال جوش در آن توانایی تحمل بارهای لازم را با ضریب اطمینان کافی دارا بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد . در این حال بایستی سه عامل مؤثر در قابلیت جوشکاری را در نظر داشت که هر یک به تنهایی میتواند تعیین کننده باشد . این سه عامل عبارتند از : جنس ماده (مناسب بودن ماده برای جوشکاری) ، طراحی (ایمنی جوش) و تولید (امکان جوش) . شکل ۴-۳-۲ چگونگی تأثیر جنس ماده ، طراحی و تولید را در قابلیت جوشکاری یک قطعه بیان می دارد .



شکل ۴-۳-۲

مناسب بودن ماده جهت جوشکاری :

عوامل مؤثر در مناسب بودن ماده جهت جوشکاری عبارتند از : ترکیب شیمیایی ماده ، خواص متالورژیکی و فیزیکی آن . در مورد فولادها ، ترکیب شیمیایی و همچنین نوع ذوب و انجماد فولاد

تأثیر بسزایی در قابلیت جوشکاری دارد. فولادهایی که در نواحی نزدیک جوش سخت و شکننده شده و امکان تشکیل ترکها در آنجا بالا است، برای جوشکاری نامناسب میباشند. این خاصیت سخت شدن بویژه در مناطقی نمودار میگردد که از نظر درصد عناصر گوگرد، فسفر، ازت و کربن غنی تر بوده و در آنجا پدیده زگرگاسیون رخ می دهد. بنابراین فولادهای آرام شده که در آنها با 0,1 تا 0,3% سیلیسیم از عمل جدایش در حین انجماد جلوگیری میشود، برای جوشکاری مناسبترند.

فولادهای غیرآلیاژی با درصد کربن $C > 0,22\%$ دارای خاصیت سخت شوندگی بوده و بطور مشروط برای جوشکاری مناسبند (فولادهای St 50، St 60 و St 70). سرعت سرد شدن در جوشکاری این فولادها آنقدر بالا است که اگر عمل پیشگرم انجام نگیرد و یا سرعت سرد شدن جوش کنترل نشود منجر به سخت شدن فولاد میگردد. این امر در مورد بسیاری از فولادهای آلیاژی که قابلیت سخت شوندگی بالا دارند نیز صادق است. در صورت جوشکاری چنین فولادهایی میتوان با پیشگرم نمودن و کنترل سرعت سرد شدن بعد از جوشکاری از عمل سخت شدن جلوگیری نمود. تأثیر سایر عناصر آلیاژی در قابلیت سخت شوندگی فولادها متفاوت میباشد. منگنز باعث افزایش استحکام و همچنین چقرمگی فولاد شده بطوریکه تأثیر مطلوبی بر قابلیت جوشکاری دارد و بعنوان عنصر اصلی آلیاژی (تا حدود 1,5%) در فولادهای دانه ریز بکار میرود. منگنز (تا حدود 6%) میل به ایجاد ترک را در فولادهای آستنیتی Cr-Ni کاهش میدهد.

طراحی های جوش که تحت بارهای سنگین قرار میگیرند بایستی دارای این خصوصیت باشند که در برابر شکست بدون تغییرشکل (شکست ترد) حتی الامکان از خود از طریق تغییرشکل های پلاستیکی عکس العمل نشان دهند. تمایل به شکست ترد با کاهش درجه حرارت، افزایش سرعت بارگذاری، چند محوری بودن بارگذاری (در اثر فاق، طراحی نامناسب و ترک ها) و افزایش ضخامت ورق افزایش می یابد. همچنین تمایل به شکست ترد بوسیله آن عناصر آلیاژی در فولاد افزایش می یابد که قابلیت سخت شوندگی و یا کهنگی را تقویت می کنند. تمایل به شکست ترد فولاد دانه ریز (آرام شده بوسیله آلومینیم) کمتر از فولاد ریختگی آرام شده و ناآرام میباشد. از این جهت DIN 17100 این امکان را میدهد که برای طراحی های جوش موادی را انتخاب نمود که در برابر شکست ترد حساس نباشند. برای این منظور پنج گروه از نظر مرغوبیت قابل انتخاب میباشند که عبارتند از:

1U , 1R , 2U , 2R , 3RR

تغییرشکل سرد مثل خم کردن ورقها منجر به شکننده شدن ماده قطعه در ناحیه ای که تغییرشکل رخ داده میشود، زیرا که در اثر انبساط پلاستیکی میزان نابجایی ها افزایش یافته و در این نابجایی ها اتمهای کربن و ازت رسوب می کنند. وجود این رسوبات از سیلان ماده جلوگیری نموده و در نتیجه شکنندگی و کهنگی فولاد را بدنبال خواهد داشت. بنابراین انبساط ها در اتصالات جوش مناطقی که بطور سرد تغییرشکل یافته اند نبایستی از یک حد معینی تجاوز نمایند. برای این منظور مثلاً در DIN 4100 از طرف اتحادیه آلمانی صنعت جوشکاری (DVS) مقادیر حدی زیر (شکل ۳-۴، ۳) برای r/s (ضخامت ورق / شعاع خمش) بصورت تابعی از s و گروه مرغوبیت فولاد تعیین شده است.

گروه مرغوبیت فولاد	ضخامت مجاز مواد s به mm	حداکثر ε به %	$\frac{r}{s}$
همه	همه	< 2	≥ 25
	≤ 16	< 5	≥ 10
2*) یا 3*)	< 16		
	≤ 12	≤ 14	$\geq 3,0$
2 یا 3	≤ 8	≤ 25	$\geq 1,5$
*) نرمالیزه کردن بعد از شکل دادن سرد ، اما قبل از جوشکاری			

شکل ۴-۳: شعاع های خمش مجاز r برای تغییر شکل سرد قبل از جوشکاری (s = ضخامت ورق)









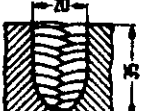

ایمنی جوش و امکان جوش :

انتخاب مناسب ماده ، شکل طراحی (مثلاً فلوی نیرو در قطعه ، ترتیب درز جوشها ، ضخامت قطعه ، تأثیر فاق ، اختلاف در سفتی و غیره) ، حالت بارگذاری (نوع و اندازه تنش ها ، چند محوری بودن و سرعت بارگذاری) ، و بالاخره شرایط تولید در قابلیت جوشکاری مؤثرند . یک طراحی جوش موقعی مطمئن است که در شرایط کاری که برای آن در نظر گرفته شده درست عمل کند . همچنین امکان جوش در صورتی موجود است که جوش مورد نظر قابل اجرا باشد .

تنش های پسماند بعد از جوشکاری :


در اثر گرم و سرد شدن حاصل از عمل جوشکاری تنش های حرارتی ایجاد میشوند که به آن تنش های پسماند گفته میشود . این تنش ها ناشی از محدودیت های ایجاد شده توسط قطعات جوش دادنی در برابر انقباض و انبساط حرارتی میباشد . تنش های پسماند میتوانند تا اندازه استحکام شکست افزایش یافته و یا حتی از آن نیز فراتر رفته و به این ترتیب باعث ایجاد ترکهایی در قطعه و یا درز جوش شوند . تنش های پسماند در یک طراحی جوش را میتوان بوسیله آنیله کردن تا حد زیادی کاهش داد . در نتیجه انقباض جوش ها در طراحی هایی که از مواد نرم جوشکاری میشوند ، تغییر شکل های ناخواسته و یا تنش های پسماند در قطعه پدید می آید . شکل ۴-۳، انقباض های عرضی و زاویه ای یک اتصال لب به لب را نشان میدهد . انقباض عرضی به فرآیند جوشکاری ، ضخامت قطعه

و تعداد لایه های جوش بستگی دارد و به ویژه در درزجوش هایی با شکل اتصال نامتقارن بوجود می آید. از این جهت بایستی تغییرات در ابعاد و زاویه از قبل در طراحی در نظر گرفته شود.

انقباض عرضی			انقباض زاویه ای		
					
انقباض عرضی به mm	فرآیند جوشکاری و نحوه ایجاد جوش	سطح مقطع درزجوش	انقباض زاویه ای α	فرآیند جوشکاری و نحوه ایجاد جوش	سطح مقطع درزجوش
1,0	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار، ۲ لایه		$31/2^\circ$	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار، ۲ لایه	
1,8	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار، ۵ لایه ریشه متصل شده، ۲ لایه در ریشه		0°	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار، ۵ لایه ریشه متصل شده، ۳ لایه در ریشه	
2,3	جوشکاری با گاز به راست		7°	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار ۸ لایه عریض	
3,2	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار، ۲۰ لایه بدون جوشکاری پشت		13°	جوشکاری قوس الکتریکی الکتروود پوشش دار ۲۲ بند باریک	

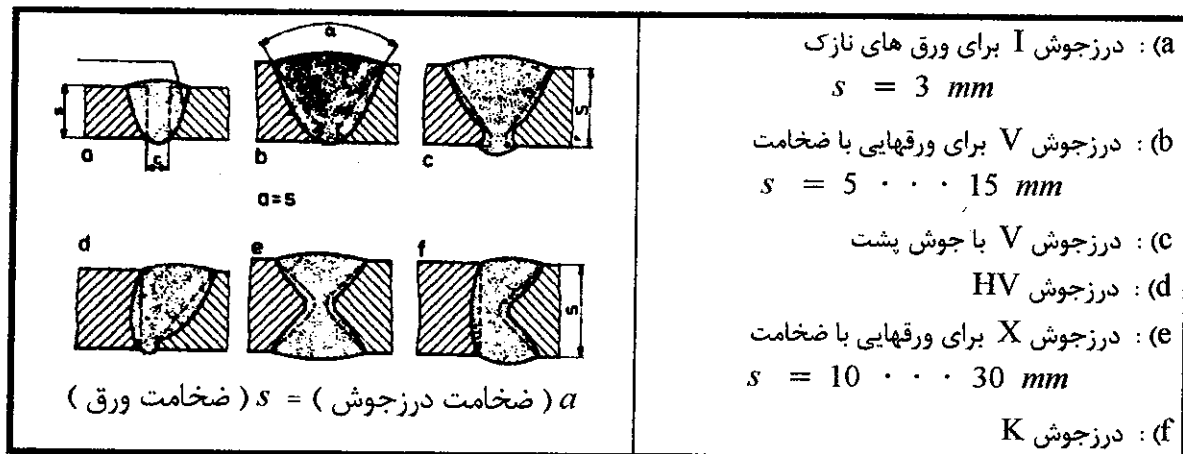
شکل ۴-۳: انقباض ها در یک اتصال لب به لب

۳-۳-۴ انواع اتصال و درزجوش ها

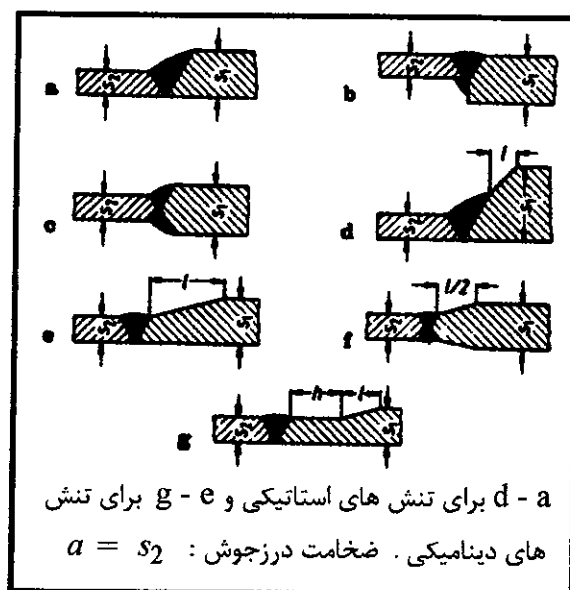
توضیح	ترتیب اجزاء	نوع اتصال
یک قطعه به قطعه دیگر بطور مایل متصل میشود.		اتصال مایل
دو قطعه تحت زاویه دلخواه بهم متصل میشوند (گوشه).		اتصال گوشه
دو یا چند قطعه تحت زاویه دلخواه بهم متصل میشوند.		اتصال چندگانه
دو قطعه بطور صلیبی روی هم قرار می گیرند.		اتصال صلیبی
توضیح	ترتیب اجزاء	نوع اتصال
اجزاء در یک سطح و لب به لب بهم متصل میشوند.		اتصال لب به لب
اجزاء روی هم بطور موازی قرار دارند.		اتصال موازی
اجزاء روی هم بطور موازی بر هم منطبق میشوند.		اتصال روی هم
اجزاء بطور قائم روی هم قرار می گیرند.		اتصال T-شکل
دو قطعه که در یک سطح واقعند بطور قائم روی هم سوم قرار می گیرند.		اتصال T-شکل دوبل

شکل ۴-۵: انواع اتصال (برخورد) در جوشکاری طبق DIN 1912 T1

نوع اتصال جوش بوسیله ترتیب جوشکاری و نوع درزجوش و همچنین آماده سازی درزجوش تعیین میگردد. در DIN 1912 انواع اتصال جوش (شکل ۴-۵،۳) مورد بررسی قرار گرفته است. در DIN 8551 و DIN 8552 اشکال اتصال و آماده سازی درزجوش بیان گردیده اند. اکثر درزجوش ها یا بصورت جوش لب به لب و یا بصورت جوش گلوبی میباشند. جوش های لب به لب (بویژه موقعیکه ریشه جوش بوسیله یک لایه متقابلاً جوشکاری شده باشد) از نظر استحکام به جوش های گلوبی برتری دارند (شکل ۴-۶،۳).



شکل ۴-۶،۳: درزجوش های لب به لب



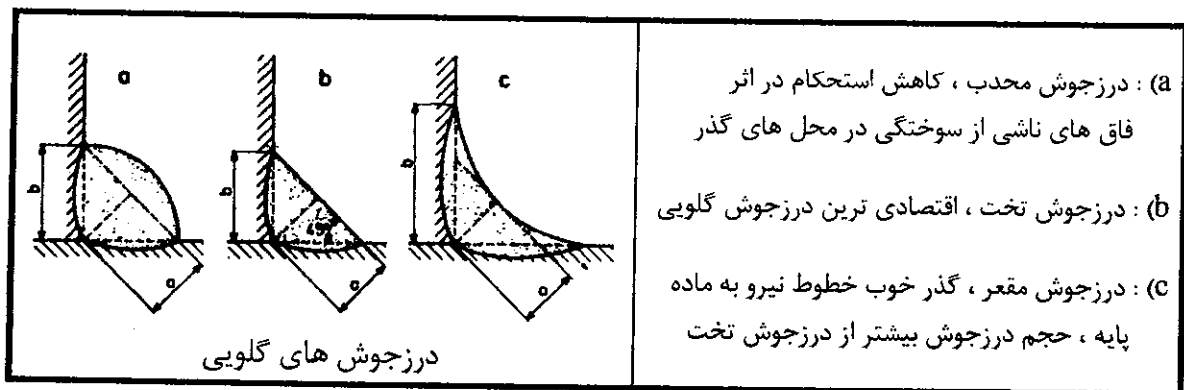
شکل ۴-۷،۳

برای ورقهای بسیار ضخیم درزجوش های لاله ای و U - شکل بکار میروند. با صاف کردن بلندی های درزجوش میتوان تأثیر فاق را کاهش داده و به این ترتیب استحکام دائم را بهبود بخشید. در جوشکاری ورقهایی با ضخامت های متفاوت، همانطوریکه در شکل ۴-۷،۳ مشاهده میشود، برش های مایل ورق ضخیم تر استحکام دائم را افزایش میدهند. درزجوش های گلوبی که در اتصالات روی هم و T - شکل بکار میروند، به سه شکل محدب، تخت و مقعر وجود دارند (شکل ۴-۸،۳).

ضخامت درزجوش a در درزجوش های گلوبی برابر است با ارتفاع مثلث متساوی الساقینی که در سطح مقطع درزجوش محیط شده است. برای ضخامت درزجوش گلوبی بایستی بطور کلی رابطه:

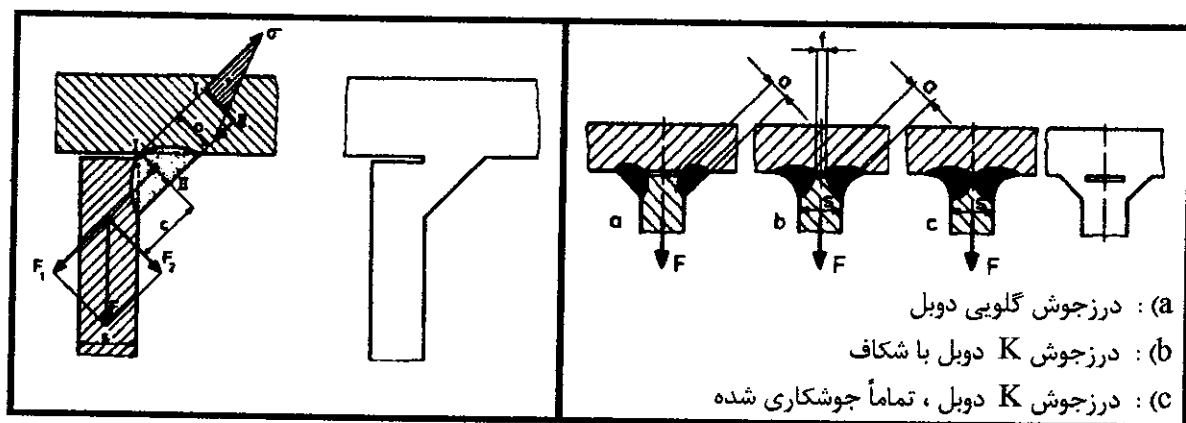
$$3 \text{ mm} \leq a \leq 0,7s$$

برقرار باشد، که در آن s کمترین مقدار ضخامت قطعات جوش دادنی در محل جوش میباشد.



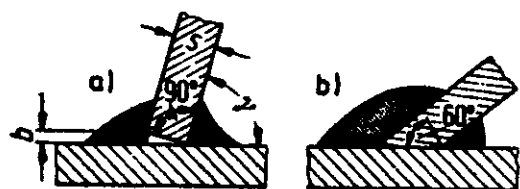
شکل ۸،۳-۴

درزجوش گلولی یکطرفه ، همانطوریکه سطح مقطع اتصال آن نشان میدهد ، از نظر اعمال تنش ها بسیار نامناسب (ترکیب تنش های کششی و خمشی) میباشد ، بطوریکه این نوع درزجوش ها دارای استحکام دائم پایین میباشد (شکل ۹،۳-۴) . برعکس درزجوش گلولی دو طرفه (دوبل) ، همانطوریکه در شکل ۱۰،۳-۴ مشاهده میشود ، دارای استحکام بالاتری است (نوع c در شکل دارای بهترین استحکام میباشد) .



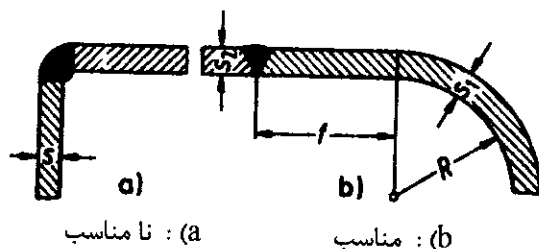
شکل ۹،۳-۴

شکل ۱۰،۳-۴



شکل ۱۱،۳-۴

درزجوشهای گلولی را ، همانطورکه در شکل ۱۱،۳-۴ مشاهده میشود ، فقط در موقعی میتوان صحیح جوشکاری نمود که (در صورت قائم بودن سطح پیشانی ورقی که قرار است متصل گردد) $b \leq 2 \text{ mm}$ و در درزجوش دوطرفه $\gamma \geq 60^\circ$ باشد .



شکل ۴-۳، ۱۲

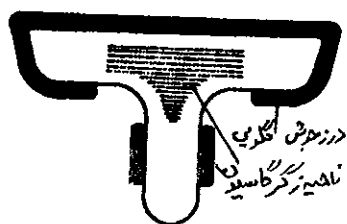
اتصال گوشه را میتوان بصورت درزجوش گلوویی محدب جوشکاری نمود. اما بطور کلی نقاطی که تحت اعمال بارهای سنگین خمشی قرار میگیرند را نبایستی جوشکاری نمود. از این جهت بایستی مثلاً برای مخازن تحت فشار درزجوش خارج از قوس گوشه قرار گرفته و برای حداقل فاصله درزجوش تا قوس گوشه رابطه $f \geq 5s$ برقرار باشد (شکل ۴-۳، ۱۲).

۴-۳-۴ اصول و قواعد عمومی مربوط به طراحی جوش

موفقیت یک طراحی جوش به مقدار زیادی بستگی به آن دارد که آیا اصول و قواعدی که بایستی در طراحی جوش در نظر گرفته شوند به درستی رعایت شده اند یا نه. بطور کلی قابلیت جوشکاری در یک طراحی جوش و یا قطعه وقتی تضمین شده است که آن طراحی با صرف کمترین هزینه توان تحمل بارهایی که به آن اعمال خواهند شد را داشته باشد. در زیر قواعد و دستورالعمل هایی را که بایستی حتماً در طراحی جوش در نظر گرفت آورده شده اند. این قواعد بر اساس عواملی که در قابلیت جوشکاری مؤثرند، یعنی جنس مواد، طراحی و تولید تنظیم شده اند.

الف) ملاحظات مربوط به مواد:

- بایستی در نظر داشت که جنس ماده پایه و مواد جوشکاری مناسب باشند. برای قطعات پیچیده با تجمع درزجوش فقط از انواع فولادهای ساختمانی که قابلیت سیلان بالایی را دارا میباشند مانند فولادهای دانه ریز St 37-3 و St 52-3 استفاده شود. فولادهای خیلی سفت (صلب) و گرانقیمت در صورت وجود مراکز تمرکز تنش بالا در ناحیه استحکام متناوب مزیتی را در بر نخواهند داشت.

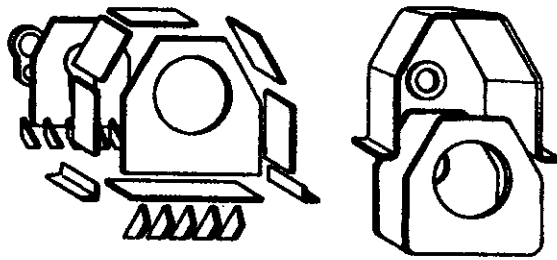


شکل ۴-۳، ۱۳

- از ایجاد درزجوش ها در گوشه های مقعر فولادهای نورد شده و در ناحیه ای از قطعات که در آنجا تغییر شکل های سرد انجام پذیرفته اجتناب شود (کهنگی و شکست ترد).

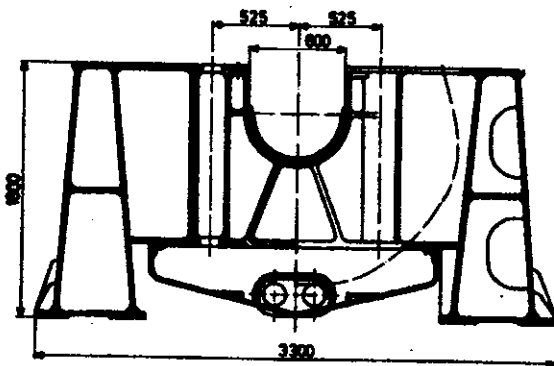
ب) ملاحظات مربوط به طراحی :

- در طراحی بایستی در نظر داشت که جوشکاری دارای خصوصیت های ویژه ای است و اصولاً نبایستی به سادگی از طراحی های پرچ ، ریخته گری و یا پیچ بدون در نظر گرفتن این خصوصیت های ویژه تقلید نمود .



شکل ۴-۱۴ :

امکان کاهش مقدار درزجوش از طریق کم کردن قطعات مجزا

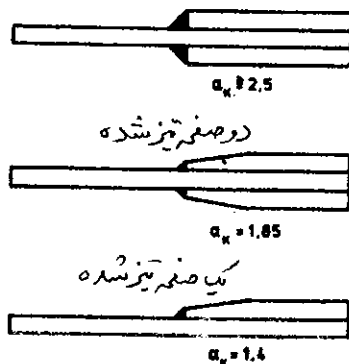


شکل ۴-۱۵ نمونه ای از ساخت ترکیبی :

قاب زیرین موتور دیزل که پایه یاتاقان آن از فولاد ریختگی جوش داده شده است

- تا جائیکه امکان دارد بایستی از مقدار درزجوش ها در یک طراحی کاست . برای این منظور بایستی از اجزاء ساده مانند پروفیل ها ، فولادهای تخت ، ورقهای بریده و یا خم شده ، لوله ها و امثالهم استفاده گردد . در مقدار دور ریز قطعات صرفه جویی کرده و یا از آنها در جایی دیگر استفاده شود . در صورت پیچیده شدن طراحی میتوان از ترکیب جوشکاری با قطعات ریختگی ، آهنگری و یا کشیده شده در یک طراحی جوش استفاده نمود (اشکال ۴-۱۴ و ۴-۱۵) . درزجوش های طویل و نازک به درزجوش های کوتاه و کلفت برتری دارند .

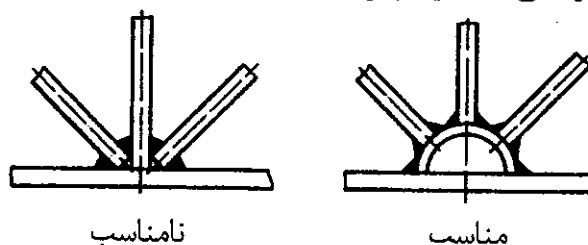
- درزجوش ها را نبایستی در نقاطی که دارای تنش های بالا و یا نامناسبی هستند قرار داد . در اتصال پروفیل های نورد شده به مناسبترین موقعیت درزجوش توجه شود . به عبارت دیگر در جوشکاری پروفیل های U- شکل و یا در جوشکاری تقویت کننده ها حتی الامکان درزجوش ها را در لبه های پروفیل قرار داده و از نواحی نا آرام در وسط پروفیل اجتناب گردد . همچنین از ایجاد درزجوش در نواحی تنش های پسماند بایستی حتی الامکان اجتناب شود .
- در جوشکاری مناطقی که برش خورده و یا بصورت سرد تغییرشکل یافته اند بایستی قواعد و توصیه ها در مورد شعاع های خمش مجاز و همچنین انتخاب فولاد بر اساس گروه مرغوبیت را در نظر گرفت .
- مطمئن ترین اتصال جوش بویژه در تنش های دینامیکی بوسیله اتصال لب به لب ایجاد میگردد .



شکل ۱۶،۳-۴

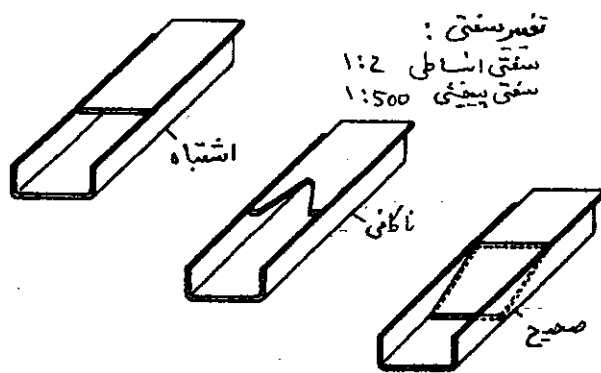
- فلوی نیرو برای استحکام درز جوش حائز اهمیت میباشد. برای این منظور بایستی از اغتشاش در فلوی نیرو، فاق ها و تغییرات شدید در سفتی اجتناب شود. ناپیوستگی و تغییرات شدید در سفتی باعث ایجاد نوک های تنش میشوند (شکل ۱۶،۳-۴).

- حتی الامکان از تجمع درز جوش ها اجتناب شود. در محل تقاطع بایستی درز جوش های عرضی را قطع نمود. حالت های تنش چند محوری مانع تغییر شکل شده و خطر ایجاد ترک را افزایش می دهند. همچنین در صورتیکه از انبساط کششی در ناحیه درز جوش جلوگیری شود و بواسطه حالت تنش چند محوری حد تسلیم به مقدار زیادی افزایش یابد نوک های تنش که از روی هم قرار گرفتن تنش ها بوجود می آیند از طریق تغییر شکل پلاستیکی تعدیل نمی شوند.



شکل ۱۷،۳-۴

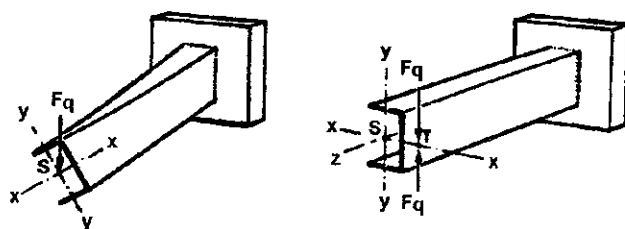
- درز جوش ها در سطوح انطباق قرار نگیرند.
- درز جوش های گلوبی حتی الامکان دو طرفه باشند و برای بارهای دینامیکی بشکل درز جوش گلوبی مقعر در نظر گرفته شوند.



شکل ۱۸،۳-۴

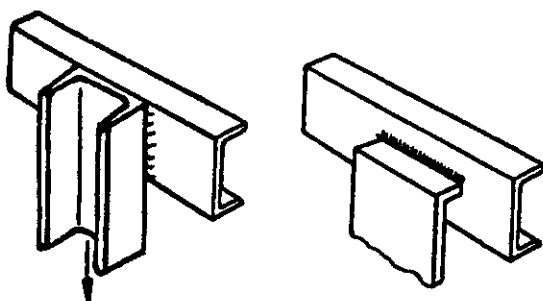
تغییرات مناسب و نامناسب سطح مقطع در پیچش پروفیل ها

- قطعات تیکه تحت پیچش قرار می گیرند و بایستی در برابر خمش و پیچش صلب باشند حتی الامکان بصورت پروفیل های تو خالی بسته مانند پروفیل های لوله ای و قوطی شکل طراحی شوند. ضمناً بایستی توجه داشت که تغییرات سطح مقطع در محل گذار از پروفیل باز به پروفیل بسته به اندازه کافی آهسته صورت پذیرد (شکل ۱۸،۳-۴).



شکل ۱۹،۳-۴

خیز فاقد پیچش در صورت اعمال بار در مرکز برش
برای سطح مقطع C - شکل

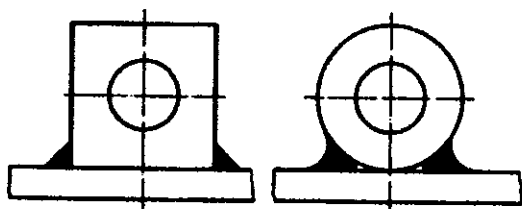


شکل ۲۰،۳-۴

نحوه اتصال پروفیل ها به یک تیر در مرکز برش آن

- در پروفیل هایی که نسبت به صفحه خمش (خیز) نامتقارن میباشند بایستی بارها را طوری اعمال نمود که فقط از مرکز برش آن پروفیل بگذرند (شکل ۴-۳، ۱۹) و یا اینکه پروفیل ها بصورت متقارن به تیر حمل کننده متصل گردند (شکل ۴-۳، ۲۰). پروفیل های نرم و باز ، در صورتیکه بارها از مرکز برش نگذرند ، تحت بارهای پیچشی نیز قرار می گیرند . اگر سطح مقطع یک پروفیل دارای دو محور تقارن باشد ، مرکز برش و مرکز ثقل بر هم منطبق میباشند و در صورتیکه سطح مقطع دارای فقط یک محور تقارن باشد ، در آنصورت مرکز برش روی آن محور واقع است (برای محاسبات مربوط به مرکز برش رجوع شود به کتابهای مقاومت مصالح) .

ج (ملاحظات مربوط به تولید :



شکل ۲۱،۳-۴

تأثیر شکل اجزاء در چگونگی درزجوش

- درزجوش ها بایستی هنگام جوشکاری به آسانی قابل دسترس باشند . شکل درزجوش تابعی است از شکل قطعاتیکه بهم جوش داده میشوند (شکل ۴-۳، ۲۱) .



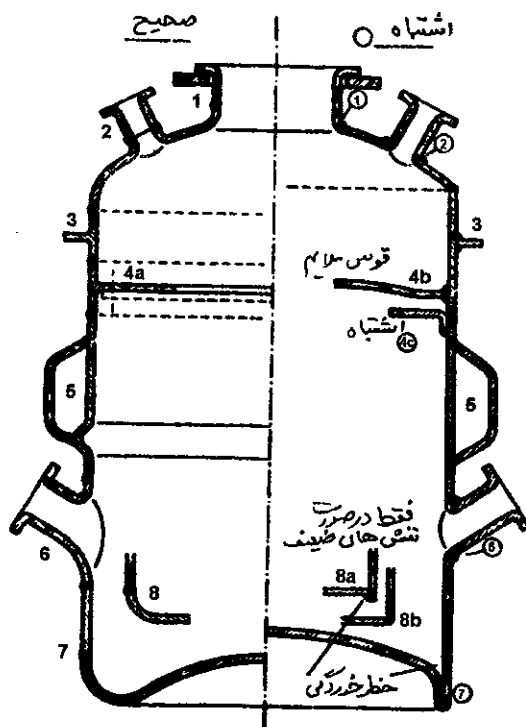
مناسب نامناسب خمش حول X - X

شکل ۲۲،۳-۴

محل درزجوش با توجه به چگونگی اعمال تنش ها

- محل درزجوش ها حتی الامکان در نواحی کم تنش قرار گیرند . ریشه درزجوش را نباید در ناحیه ای که دارای تنش کششی است قرار داد (شکل ۴-۳، ۲۲) .

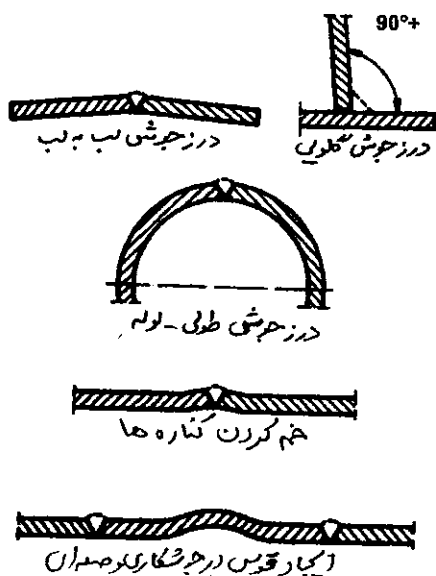
- کارهای اولیه و همچنین ماشینکاری مانند سطوح تراشکاری شده جهت سهولت تطبیق قطعات و آماده سازی درزجوش افزایش هزینه را در پی خواهد داشت که بایستی از آن تا حد امکان اجتناب نمود. در صورتیکه تعداد تولید بالا باشد بهتر است از فیکسچرها برای جوشکاری استفاده شود.



شکل ۲۳، ۳-۴

نمونه ای از یک طراحی جوش آلومینیم

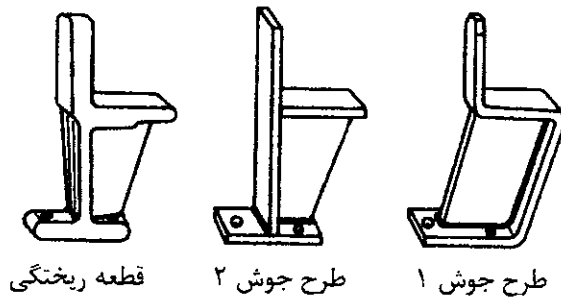
- در طراحی های جوش که تحت بارهای سنگین دینامیکی قرار میگیرند بهتر است بجای درزجوش گلوبی از درزجوش های لب به لب استفاده شود و درزجوش را بایستی خارج از ناحیه گذر و گوشه ها در نظر گرفت. در شکل ۲۳، ۳-۴ میتوان ملاحظات لازم جهت طراحی مخازن را مشاهده نمود. (درزجوش های گوشه و گلوبی دارای استحکام بمراتب پائین تری هستند تا جوش های لب به لب خارج از گوشه ها).



شکل ۲۴، ۳-۴

تدابیری جهت کاهش تغییرشکلهای ناشی از جوشکاری

- بوسیله تدابیری مانند تغییر شکل اولیه میتوان از مقدار انقباض ها کاست. از نیروهای ایجاد شده در حین انقباض بایستی جهت قرار گرفتن قطعات در جای مناسب استفاده نمود (شکل ۲۴، ۳-۴).



شکل ۴-۳، ۲۵

- در تغییر از طراحی ریختگی به طراحی جوش بایستی اغلب اشکال طراحی جدید و قواعد سبک سازی در نظر گرفته شوند.

تغییر یک قطعه ریختگی به یک طراحی جوش

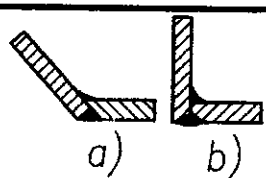
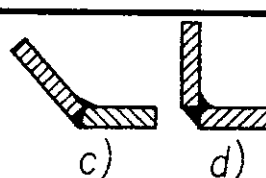
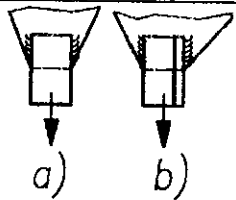
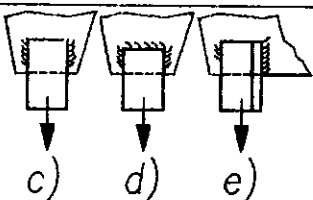
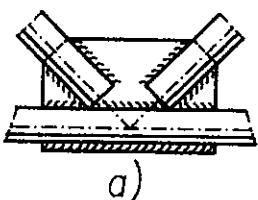
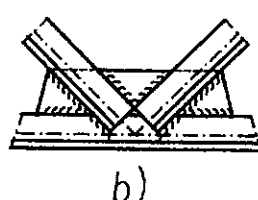
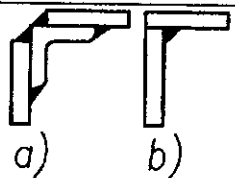
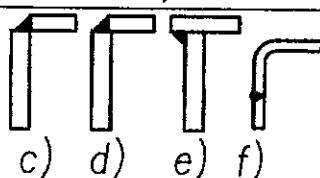
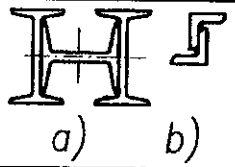
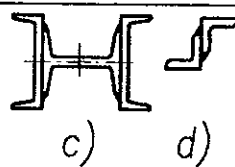
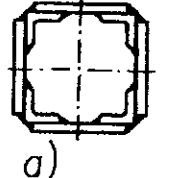
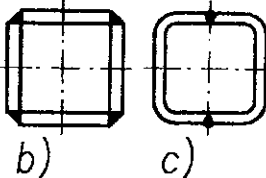
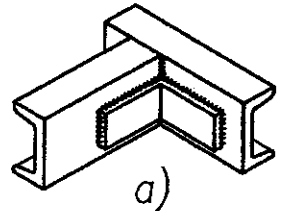
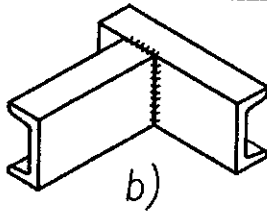
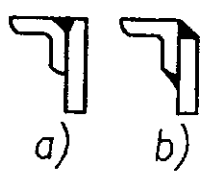
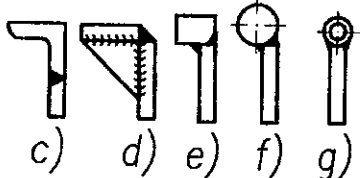
- از یک فرآیند جوشکاری که مقرون به صرفه است استفاده گردد مانند جوشکاری نقطه ای در سطوح مقاطع نازک. جوشکاری مکانیکی و اتوماتیک اغلب از جوشکاری بوسیله دست با صرفه تر است.

- سعی شود که درز جوش هایی با گروه مرغوبیت بالا تجویز نشود.

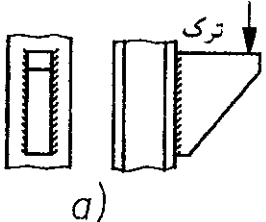
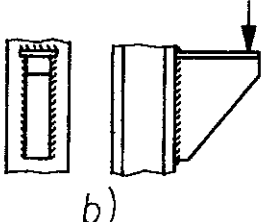
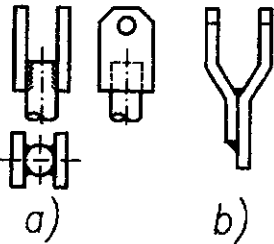
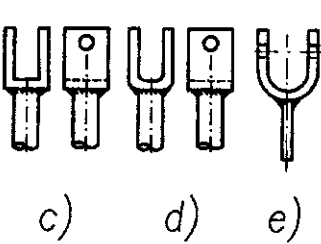
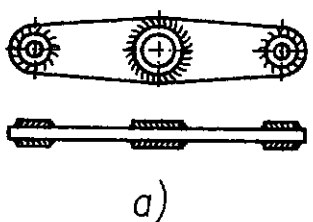
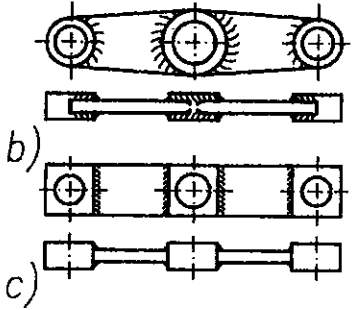
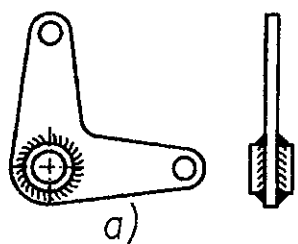
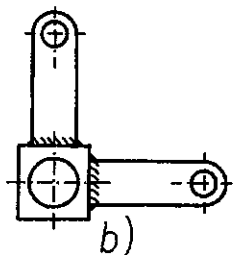
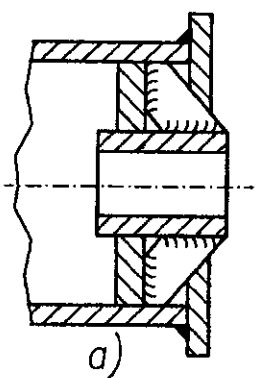
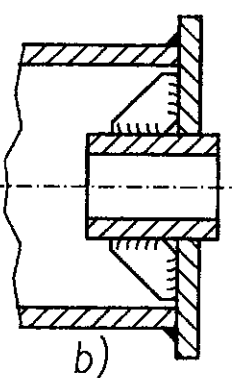
جدول ۴-۳، ۲۶ چند مثال اساسی را در طراحی های جوش با توجه به اصول و قواعدی که در بالا ذکر شد نشان می دهد. بایستی توجه داشت که یک طراحی را نمی توان تنها از طریق کاربرد ساده دستورالعمل ها و قواعد مربوط به طراحی انجام داد. هر طراحی بهینه بایستی با توجه به همه عوامل مؤثر (شرایط کار، فلوی نیرو، بررسی گردد).

نامناسب	مناسب	توضیحات
		<p>بهتر است از درز جوش های لب به لب استفاده گردد. توجه شود که اغتشاشی در فلوی نیرو ایجاد نگردد. در a) و b) از اتصال پرچ تقلید شده است.</p>
		<p>درز جوش های گلویی حتی الامکان دو طرفه باشند. درز جوش های گلویی مقعر بویژه برای بارهای دینامیکی مناسبترند (تمرکز تنش کمتر).</p>
		<p>ریشه درز جوش در ناحیه ای که دارای تنش کششی است قرار نگیرد.</p>

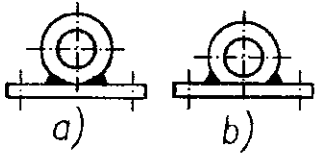
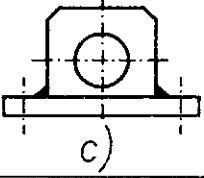
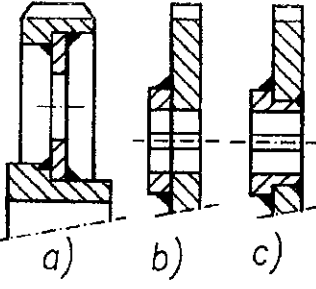
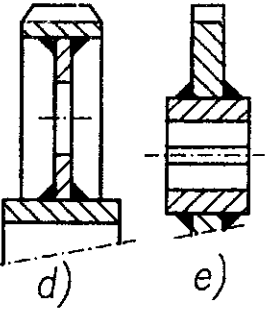
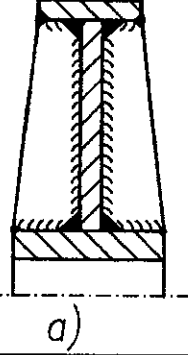
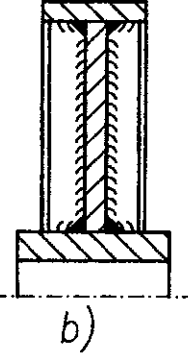
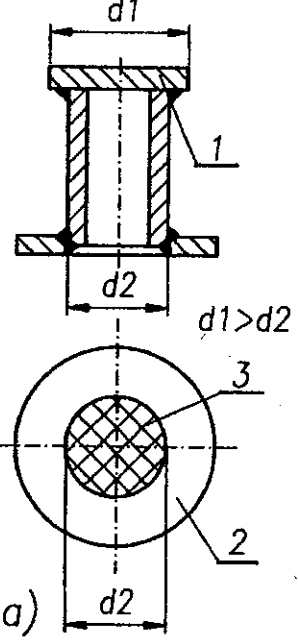
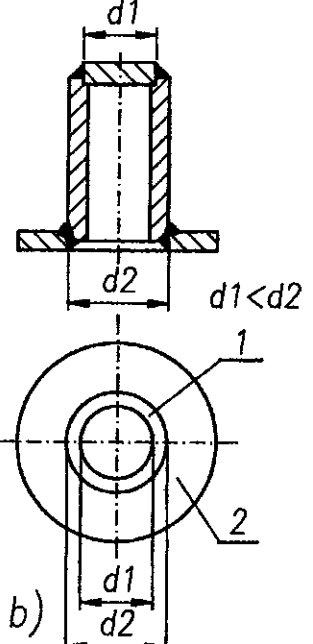
جدول ۴-۳، ۲۶: مثال هایی از طراحی جوش

نامناسب	مناسب	توضیحات
 <p>a) b)</p>	 <p>c) d)</p>	تا حد امکان در کارهای اولیه مانند آماده سازی لبه ها صرفه جویی شود.
 <p>a) b)</p>	 <p>c) d) e)</p>	درزجوش ها طوری طراحی شوند که تا جایی که امکان دارد تحت تنش های یکسانی قرار بگیرند.
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	اتصال پرچ بعنوان سرمشق قرار نگیرد. صفحاتی که محل تقاطع میباشند با پروفیل های فولادی L- و یا T- شکل حتی الامکان بصورت لب به لب جوشکاری شوند.
 <p>a) b)</p>	 <p>c) d) e) f)</p>	اتصالات گوشه: در a) از اتصال پرچ تقلید شده است. لبه ورقهای نازک را بایستی بریده و بصورت لب به لب جوشکاری نمود (f).
 <p>a) b)</p>	 <p>c) d)</p>	به سهولت دسترسی به درزجوش ها توجه شود. در a) درزجوش ها قابل دسترس نیستند.
 <p>a)</p>	 <p>b) c)</p>	پروفیل قوطی: نوع a) از طراحی پرچ تقلید شده گران و دارای درزجوش های زیادی است. برای ورقهای ضخیم مانند b) و برای ورقهای نازک طبق c).
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	اتصال تیرها: اتصال از طریق درزجوش دور تا دور انجام گیرد (b) و نه از طریق یک نبشی مانند پرچ ها a).
 <p>a) b)</p>	 <p>c) d) e) f) g)</p>	سفتی کناره ها: در اینجا نیز طراحی پرچ همانند a) و b) سرمشق نباشد.

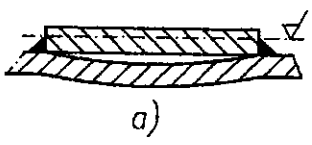
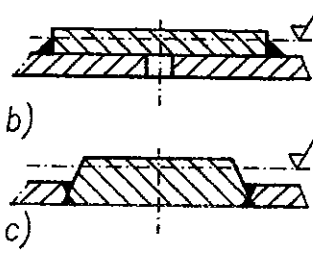
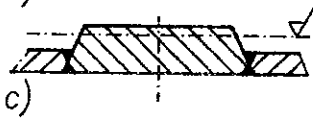
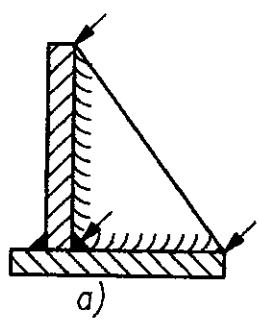
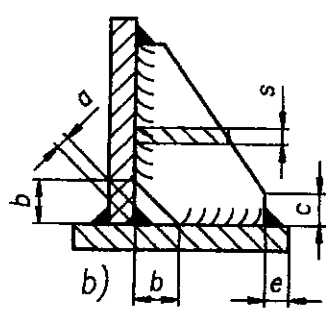
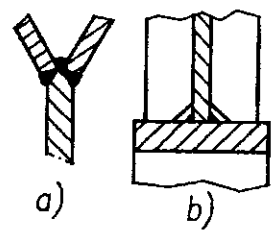
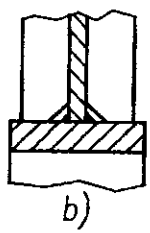

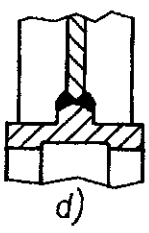
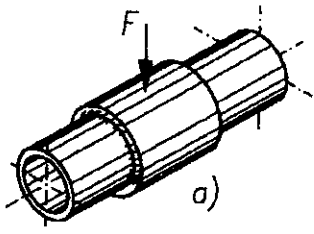
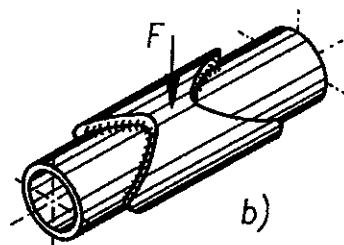
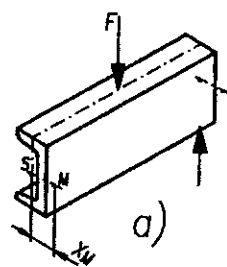
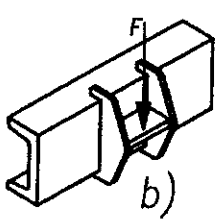
جدول ۴-۲۶: مثال هایی از طراحی جوش (ادامه)

نامناسب	مناسب	توضیحات
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>کنسول : خطر ترک را میتوان از طریق ترتیب مناسب درزجوش ها کاهش داد . در ناحیه کشش درزجوش های طولی مناسب ترند (b) .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>کنگی های چنگالی : نوع a) طبق اصول طراحی جوش نبوده و ریشه درزجوش قابل دسترس نیست .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>اهرم ها : نوع a) از نظر استحکام خوب ولی گران است . اهرم c) از همه ساده تر و ارزان تر است .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>اهرم ها : نوع a) از نظر استحکام خوب ولی گران است . نوع b) طبق اصول طراحی جوش بوده و ساده و ارزان است .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>قرقره های کابل : نوع b) دارای اجزاء کمتری بوده و بواسطه سطوح خارجی صاف ، پسندیده تر است .</p>

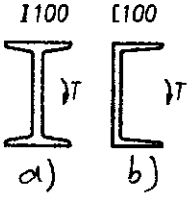
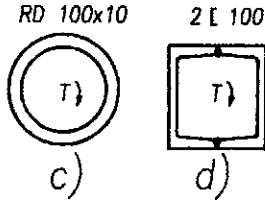
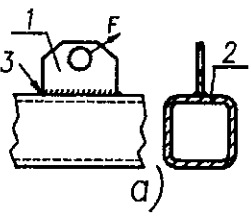
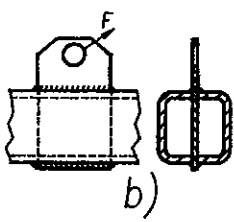
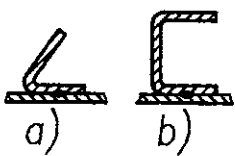
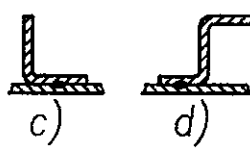
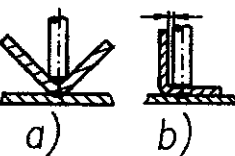
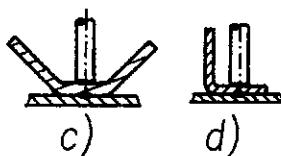
جدول ۴-۳۶ : مثال هایی از طراحی جوش (ادامه)

نامناسب	مناسب	توضیحات
 <p>a) b)</p>	 <p>c)</p>	<p>یاتاقان ها : انواع a) و b) طبق اصول طراحی جوش نیستند . نوع c) ساده و ارزان است .</p>
 <p>a) b) c)</p>	 <p>d) e)</p>	<p>بدنه چرخ ها : در کارهای اولیه ، تراشکاری تویی در a) و b) حتی الامکان صرفه جویی گردد . هم مرکز کردن تویی در b) مشکل است . بعلاوه سوراخ بواسطه درز منقطع میشود .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>پولی تسمه : دنده های تقویت بصورت مایل نباشند (کار بیشتر) و بجای آن از تسمه های فولادی ساده استفاده گردد . بهتر است که تاج پولی دنده های تقویت را بپوشاند .</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>استفاده بهینه از مواد : در موقع بریدن فلانج (2) دور ریز (3) را میتوان بعنوان درپوش (1) بکار برد ، در صورتی که $d_1 \leq d_2$ باشد .</p>

جدول ۴-۲۶: مثال هایی از طراحی جوش (ادامه)

نامناسب	مناسب	توضیحات
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>  <p>c)</p>	<p>زهوارها : برای ورقهای نازک مانند نوع a) در اثر انقباض درزجوش و یا بواسطه انبساط هوای محبوس در تنش زدایی برآمدگی ایجاد می گردد. به این جهت سوراخ هوا تعبیه گردد (b) و یا قطعه کار c) بکار رود (گران).</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>دنده ها و ورقهای تقویت کننده : گوشه ها بریده شوند و به کوتاهتر بودن ورقها توجه شود (b). نوع a) دارای تجمع درزجوش است (خطر ترک) و برای منطبق کردن به کار اضافی نیاز بوده و گوشه ها ذوب میشوند. مقادیر تقریبی: $b \approx a + 1,5s$ $e \approx 2a$ و $c \approx s$</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>  <p>c)</p>  <p>d)</p>	<p>جوشکاری قطعات ریختگی و آهنگری شده فولادی (c و d) در بارهای سنگین جهت اجتناب از تجمع درزجوش و هدایت بهتر نیروها. درزجوش ها قابل تست هستند.</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>تغییرات ناگهانی در سطوح مقاطع و سفتی ها در a) در ناحیه گذر منجر به نوک های تنش میشوند. سعی شود تغییرات در سفتی به آرامی صورت گیرد.</p>
 <p>a)</p>	 <p>b)</p>	<p>اگر بارها در مرکز برش پروفیل اثر نکنند و مثلاً در مرکز ثقل آن اعمال شوند، در آن صورت تنش های اضافی خمشی و پیچشی رخ می دهند.</p>

جدول ۴-۲۶: مثال هایی از طراحی جوش (ادامه)

نامناسب	مناسب	توضیحات
 <p>قطعه به % ۷</p> <p>0,3 (2,2) 0,5 (3,2)</p>	 <p>سفتی (استحکام) پیچشی</p> <p>100 (100) 83 (89)</p>	<p>فقط سطوح مقاطع بسته (c و d) برای سارگذاری پیچشی مناسبند. سطوح مقاطع باز (a و b) در برابر پیچش نرم هستند.</p>
		<p>دقت شود که هدایت نیروها راحت انجام گیرد. در a) قطعه (1) به دیواره تیر قوطی شکل (2) جوشکاری شده و باعث ترک ها در (3) میشود. قطعه (1) را بایستی از میان پروفیل عبور داده و بصورت کنسولی در آورد (b).</p>
		<p>جوشکاری نقطه ای: محل جوش بایستی برای الکتروود راست قابل دسترس باشد.</p>
		<p>جوشکاری نقطه ای: برای الکتروودها جای کافی در نظر گرفته شود. در b) خطر اتصال جانبی وجود دارد.</p>

جدول ۴-۲۶: مثال هایی از طراحی جوش (ادامه)

۴-۳-۵ محاسبات استحکام اتصالات جوش

محاسبات استحکام اتصالات جوش براس همان روش مقایسه تنش‌های نامی و یا تنش مقایسه در درز جوش با یک تنش مجازی که ایمنی لازم و ملاحظات تکنیکی و شرایط جوشکاری در آن در نظر گرفته شده است می‌باشد. معیار ۴-۳-۲۷ برای از مراحل مختلف محاسبات استحکام اتصالات جوش را نشان می‌دهد. براین اساس محاسبات مربوط به استحکام اتصالات جوش به ترتیب زیر انجام می‌گردد:

- (۱) تعیین اندازه بارهای اعمال شده
- (۲) محاسبه تنش‌های نامی در درز جوش‌ها و همچنین در سطح سطحی که هم متصل می‌شوند (ماره پایه)، سپس محاسبه تنش مقایسه از آنها
- (۳) تعیین تنش‌ها را مجاز و تنش‌های حدی
- (۴) مقایسه تنش‌های نامی و یا تنش مقایسه با تنش‌های مجاز و تعیین ضریب ایمنی

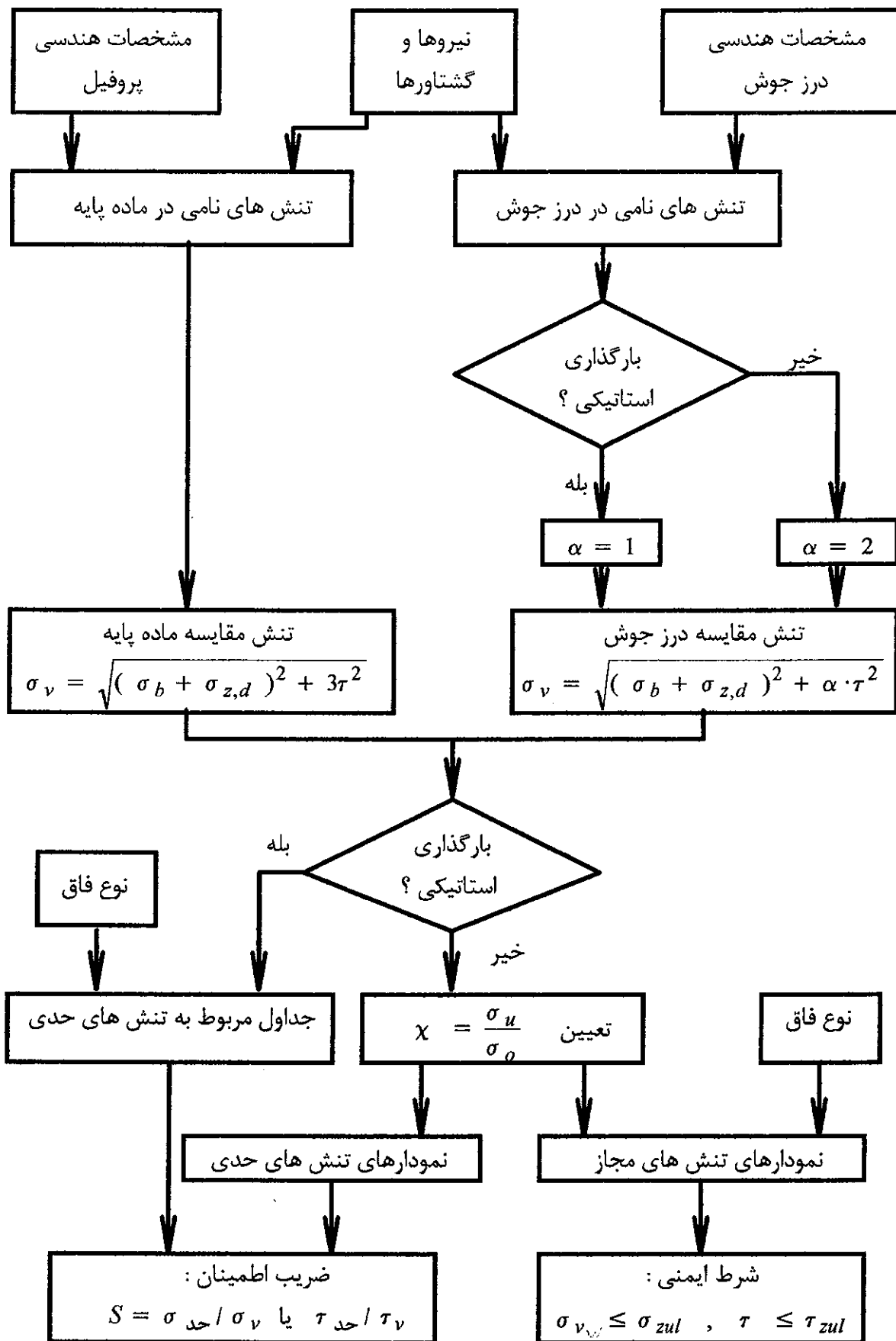
۴-۳-۵-۱ تعیین اندازه بارهای اعمال شده:

محاسبه تنش‌های نامی در درز جوش و همچنین خرد قطعه مستقر در داشتن اطلاعات دقیق از نیروها و گشتاورهایی است که به قطعه اعمال می‌شوند. نیروها و یا گشتاورهای اعمال شده را می‌توان یا از روش‌های محاسباتی تعیین نمود و یا از طریق اندازه‌گیری به دست آورد و یا همچنین نباید تجربه اندازه‌گیری را تخمین زد.

برای تعیین بارها، بارهای اضافی، فرایب ضربه و همچنین مقادیر اضافی دیگر که به ضریب ایمنی افزوده می‌گردند بایستی به مقرراتی که از طرف قانونگذار وضع گردیده و یا به دستورالعمل‌های سفارش‌دهنده (مثلاً راه آهن آلمان) توجه نمود. در این قوانین و دستورالعمل‌ها اغلب فورمول‌ها و معادلات لازم جهت تعیین تنش‌های نامی و مقایسه و همچنین تنش‌های مجاز ذکر گردیده‌اند. براین ترتیب تمامی مراحل محاسبات از قبیل مشخص شده‌اند. این قوانین و دستورالعمل‌ها فقط در زمینه مورد بحث معتبر می‌باشند. کاربرد یک قانون یا دستورالعمل محاسبه و یا بخشی از آن در موارد دیگر به غیر از زمینه مورد بحث فقط با نظر محدود مجاز می‌باشد.

در جدول ۴-۳-۲۸ چند نمونه از دستورالعمل‌ها، استانداردهای اتصالات جوش فوق‌آذکر گردیده‌اند.

شمایی از محاسبات استحکام در اتصالات جوش



زمینه کاربرد	اساس عمومی محاسبات	محاسبات درز جوش
وسایل تعلیه	بارها و ضریب اطمینان در وسایل تعلیه دینی	DV 952 دستور العمل برای جوشکاری در کارگاههای شخصی (وسایل تعلیه جوشکاری شده، ماشینها و دستگاهها)
گشتی سازی	دستور العمل برای درجه بندی و ساخت گشتی های دریا نوردی از فولاد (Germanischer Lloyd)	چاپ 1980، جلد III، مراد جوشکاری، فصل ۷، بخش ۱: دستور العمل های جوشکاری در گشتی سازی
ساخت مخازن تحت فشار	DIN 3396 - مخازن گاز با فشار بالا اوراق راهنمای - AD از انجمن سازندگان مخازن تحت فشار	DIN 4100 - سازه های بلند جوشکاری شده و DIN 4115 - سازه های فولادی کبک و ساخت لوله های فولادی در سازه های بلند
ساخت دین و لوله های دین	مقررات و قواعد فنی برای دین های بزرگ	Tüv
ساخت مخازن بزرگ	DIN 1050 - فولاد در ساختمان سازی DIN 4115 - سازه های فولادی کبک و لوله های فولادی	DIN 4100 - سازه های بلند فولادی جوشکاری شده DIN 4115 سازه های کبک و لوله های فولادی
پل سازی	DIN 1073 - اصول محاسبات پل های فولادی خنثی بینی DS 804 - دستور العمل های مربوط به پل های فولادی راه آهن - اصول محاسبات	DIN 4101 - پل های خنثی بینی جوشکاری شده (همچنین DIN 4100 و DS 804) DS 804 - دستور العمل برای پل های راه آهن
صنعت نماله ها	DIN 120 - اصول محاسبات قطعات فولادی جوشکاری و ریل جوشکاری DIN 15018 - جوشکاری، اصول سازه های فولادی	DIN 4100 - سازه های بلند جوشکاری شده DIN 15018 - جوشکاری، اصول سازه های فولادی

جدول ۴-۳-۲۸

چند نمونه از دستور العمل ها و استانداردهای اتصالات جوش

برای موارد عمومی در مهندسی مکانیک و ماشین سازی دستورالعمل محاسباتی استاندارد شده ای وجود ندارد. در این گونه موارد توصیه می شود به دستورالعمل DV 952 (وبسایتی) و یا استاندارد DIN 15018 (جریقیل سازی) استناد گردد.

در صورتیکه در تعیین اندازه بارها امکان خطا و انحراف موجود باشد، میتوان برای سبب آوردن نیروها و تنشها از روابط زیر استفاده نمود:

$$F = a_1 \cdot a_2 \cdot \varphi \cdot F_N \quad ; \quad M = a_1 \cdot a_2 \cdot \varphi \cdot M_N$$

که در آن F_N و M_N نیرو و یا گشتاور نامی است و

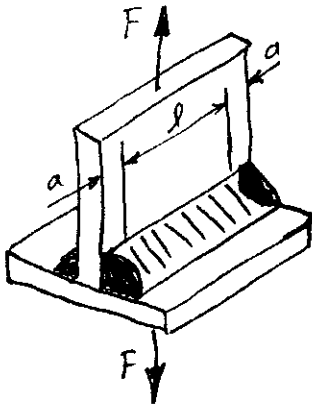
- a_1 ضریب خطا در اندازه بارها (بارهای نامی) است. اگر نیروهای وارده بر یک قطعه یا یک ماشین به اندازه کافی دقیق معلوم نباشند، میتوان ضریب a_1 را بکاربرد ($a_1 = 1,2 \dots 1,3$).
- a_2 عبارت است از ضریب حیاتی بودن قطعه. اگر در اثر شکستن یک قطعه جان انسان در خطر باشد و یا نابودی ماشین را باعث شود، میتوان از ضریب a_2 استفاده نمود ($a_2 = 1,2 \dots 1,5$).
- φ عبارت است از ضریب کار و ضربه. ضربه های وارده به قطعه در حین کار به نوع ماشین بستگی دارد. در جدول ۴-۳-۲۹ ضرایب ضربه در انواع ماشین ها آورده شده است.

ضربه های کار	نوع ماشین	φ
سب	توربین های بخاری و آبی، ماشین های شفت زنی	1,0 1,1
نیم شلتن	ماشین های پمپ، ماشین های کتله زنی	1,2 1,5
شلتن	پرس های آهنری، پرس های خم کاری	1,6 2,0
خشی شلتن	کپش های مکانیکی، ماشین های نورد، شفت شکن ها	2,0 3,0

جدول ۴-۳-۲۹ : ضرایب ضربه در انواع ماشین ها

تنش های نامی را می توان طبق قواعد و روابط بدست آمده در مقاومت مصالح از بارها (نیروها و گشتاورها) بدست آورد. لازم به ذکر است که گوشه ها دهانه انتهایی درز جوش در محاسبات تنش ها دخیل در آن نمی شوند.

کشش - فشار:



آرایش طول هندسی درز جوش، معادله مربوط به دهانه انتهایی را کسر کنیم
(2a) اندازه طول مؤثر درز جوش برای محاسبه استحکام
بدست می آید. مثلاً برای شکل مقابل می توان نوشت:

$$\sigma_{zid} = \frac{F}{A}$$

$A =$ سطح مقطع مؤثر درز جوش

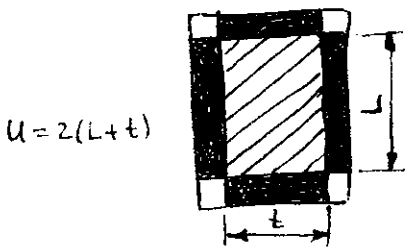
$$A = 2 \cdot a \cdot l$$

$l =$ طول درز جوش بدون دهانه انتهایی (طول مؤثر درز جوش)

برای درز جوش های دور تا دور، دهانه های انتهایی موجود نیستند و

مجموع طول درز جوش ها برابر است با محیط سطح مقطع. مثلاً مجموع طول

درز جوش ها برای پر دین مستطیل شکل برابر است با



$$u = 2(L+t)$$

$$u = 2(L+t) \quad (\text{شکل ۴-۳-۲۰})$$

خمش:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_a} = \frac{M_b}{I_a} \cdot e$$

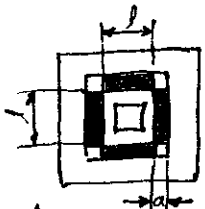
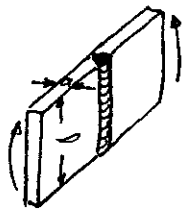
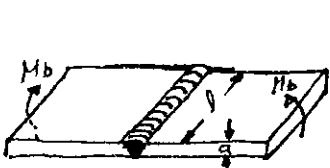
که در آن

$I_a =$ گشتاور ممانده سطحی است که از خواص این سطح درز جوش به

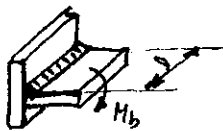
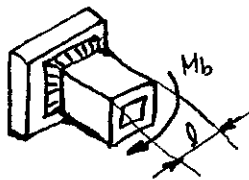
ضخامت a بیرون صفحه انتقال بدست می آید (احتمالاً

با کسر کردن دهانه انتهایی).

$$W_a = \text{مدول مقطع محور}$$



$$A = 4La$$



(شکل ۴-۳-۲۱)

برش:

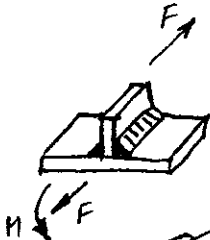
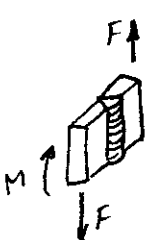
$$\tau = \frac{F}{A} \quad ; \quad A = l \cdot a$$

در اینجا A آن درز جوش های را شامل می شود که بخاطر موقعیتی که

دارند، توانایی حمل انتقال نیروهای برشی را در درجه اول دارا می باشند،

یعنی درز جوش های که در جهت نیرو قرار دارند (احتمالاً با کسر

مغزین دهانه انتهایی).



(شکل ۴-۳-۲۲)

برش ناشی از بار عرضی

تنش برش ناشی از بار عرضی از رابطه

$$\tau = \frac{F_Q \cdot S_{stat.}}{I \cdot \sum a}$$

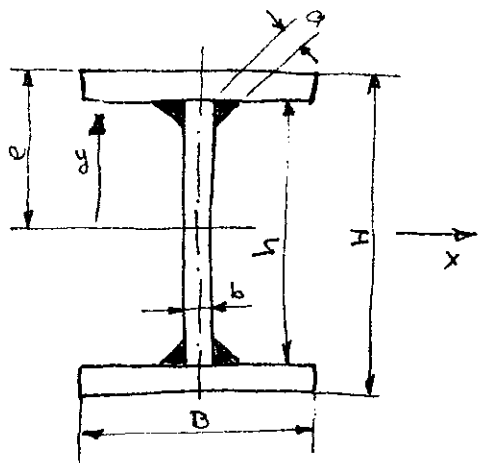
بدست می آید که در آن

F_Q = نیروی عرضی

$S_{stat.}$ = همان استاتیکی (همان اول سطح) مربوط به سطح مقطع مشخصه

I = گشتاور یابنده سطح (همان اینرسی سطح) مربوط به سطح مقطع کل

$\sum a$ = مجموع ضخامت درز جوش ها



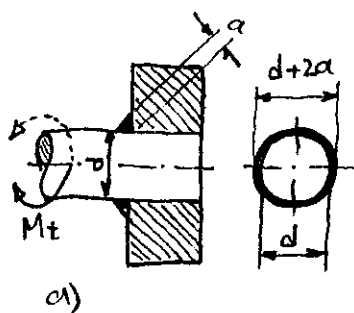
شکل ۳-۳-۴

معنای مثال تنش برش ناشی از بار عرضی در شکل ۳-۳-۴ بصورت زیر تعیین می شود:

$$\tau(y) = \frac{F_Q \cdot S(y)}{I_x \cdot \sum a} ; S(y) = \int_y^e y dA = \int_{\frac{h}{2}}^{\frac{H}{2}} y \cdot B \cdot dy = B \cdot \frac{y^2}{2} \Big|_{\frac{h}{2}}^{\frac{H}{2}} = \frac{B}{8} (H^2 - h^2)$$

$$I_x = \frac{BH^3}{12} - \frac{(B-b) \cdot h^3}{12} ; \sum a = 2a$$

نمونه:

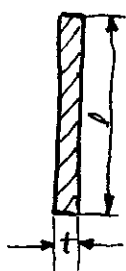


الف)

الف) بیش سطح مقطع دایره ای و یا حلقه دایره ای شکل (شکل ۳-۳-۴) است:

$$\tau = \frac{M_t}{W_p}$$

W_p = مدول مقطع قطبی سطح درز جوش خواص یافته شده در سطح مقطع مشخصه



ب)

ب) سطح مقطع مستطیل شکل باریک ($l_i/t_i \gg 1$)

$$\tau = \frac{M_t}{W_t} ; W_t = \frac{I_t}{t} ; I_t = \frac{1}{3} \sum_i t_i^3 \cdot l_i$$

η = ضریب فرم (ارجح نزدیک به یک مربع) که شده آن برابر با $\eta = 1.15 \dots 1.3$

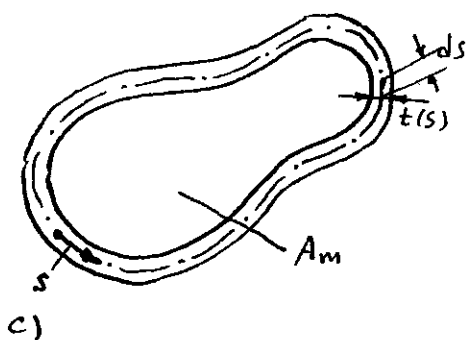
ج) سطح مقطع بسته توخالی و باریک (شکل ۳-۳-۴) :

$$\tau = \frac{M_t}{W_t} ; I_t = \frac{4 A_m^2}{\oint ds/t(s)} ; W_t = 2 A_m \cdot t_{min}$$

A_m = مساحت سطح محدود به خط میانی سطح مقطع

τ_{max} در محلی رخ میدهد که در آنجا $t = t_{min}$ میباشد. برای این منظور رابط زیر بکار می رود:

$$\tau(s) \cdot t(s) = \frac{M_t}{2 A_m} = \text{const.}$$



ج)

شکل ۳-۳-۴

تنش مقایسه :

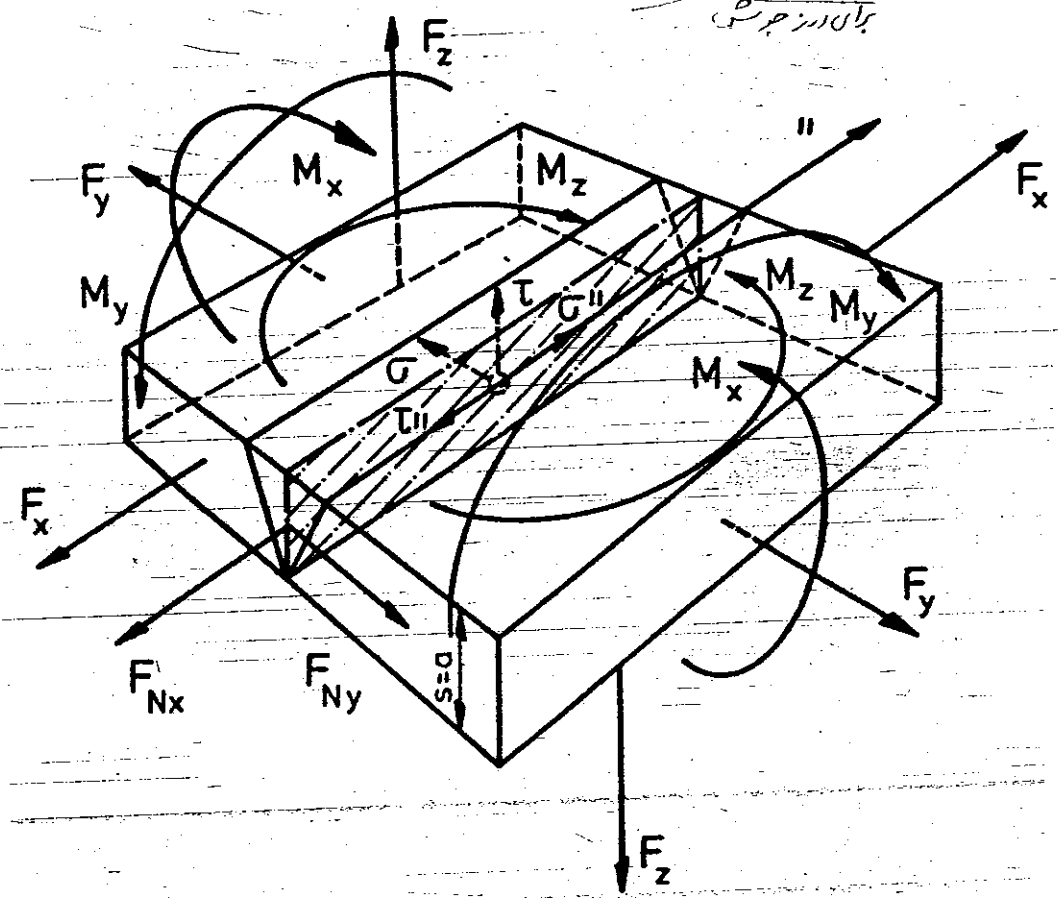
معمولاً در یک قطعه لوله هر زمان تنش های مختلف اعمال می شوند که بابتی آنها را در یک تنش خلاصه نمود.
 کشش ، فشار و خمش باعث ایجاد تنش زوال می شوند که در صورت هم جهت بودن بابتی قدر مطلق آنها را
 با هم جمع نمود. در صورتیکه جهت این تنش ها برهم عکس باشند ، بابتی از آنها یک تنش مقایسه σ_v را تشکیل داد.
 این تنش مقایسه σ_v در صورت استاتیکی بودن بارها بابت اندازه حدی (مثلاً حد تسلیم R_e) و برای
 بارهای دینامیکی با استحکام رانم و یا استحکام کار مقایسه می شود. برای تنش مقایسه رابطه کلی زیر برقرار است:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + \sigma_{II}^2 - \sigma \cdot \sigma_{II} + \alpha (\tau^2 + \tau_{II}^2)} \leq \sigma_{zul}$$

$\alpha = 1$ برای بارهای استاتیکی طبق DIN 4100

$\alpha = 2$ برای بارهای دینامیکی طبق DIN 15018

تنش های موجود در رابط بالا در شکل ۴-۳-۳۵ مشخص شده اند
 برای درز جوش



بارها (شماره ۱)	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z	F_{Nx}	F_{Ny}
تنش ها	τ_{II}	σ	τ	σ	τ	σ	σ_{II}	τ

شکل ۴-۳-۳۵

در محاسبات بایستی برای σ_{max} مقدار τ مربوطه و برای τ_{max} مقدار σ مربوطه را انتخاب نمود. علاوه
بایستی همیشه بررسی نمود که اندازه تنش برشی τ نیز به تنهایی از تنش برشی مجاز بیشتر نباشد.

بارهایی که در شکل ۴-۳-۳۵ با اندیس N مشخص شده اند (F_{Nx} و F_{Ny}) از طریق قطعات دایره در جوش
هدایت می‌شوند. اما با توجه به اینکه نیروی برشی عمدتاً در درجه اول در امتداد درز جوش انتقال می‌یابد، این
نیروها در محل منبسط ظاهر می‌شوند، کارکرد رابطه تنش مناسب در اکثر موارد بصورت ساده زیر درج می‌آید:

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_{\perp} + \sigma_{\parallel})^2 + \alpha (\tau_{\parallel})^2} \leq \sigma_{zul}$$

۴-۳-۳۵-۳ تعیین تنش های مجاز

همانطور که قبلاً نیز متذکر شدیم تنش های مجاز در زمینه های معین صنعتی به استثنای موارد عمومی در
مهندسی مکانیک بصورت دستورالعمل هایی تعیین شده است ولی در هر حال بایستی تنش های مجاز را
با در نظر گرفتن تمام پارامترهای مؤثر در استحکام درز جوش بدست آورد. خواص مواد، نوع بارگذاری،
مشخصات هندی، تنش های اضافی محو کلاسی و مرغوبیت درز جوش عواملی هستند که در استحکام درز جوش
رخس هستند.

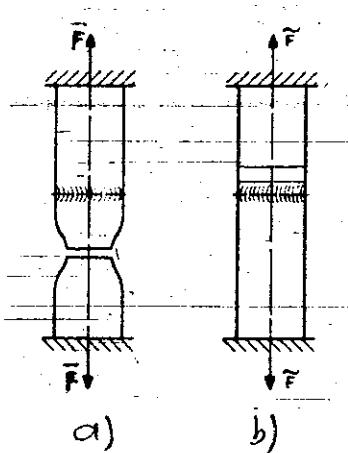
۱) خواص مواد:

هنگامی که مواد پایه، ناحیه گذر که تحت تأثیراتی حرارتی قرار گرفته اند و همچنین آلودگی از جمله عواملی
هستند که در میزان استحکام و تنش های مجاز تأثیر می گذارند

۱۲) نوع بارگذاری:

تراش، برشی، استاتیکی و پادینامیکی بودن بارگذاری بر مشخصات اتصال جوش در هنگام شکستن مؤثر
است. فاق هایی که در اثر جوشکاری بوجود می آید تأثیری را در بارگذاری استاتیکی پدید نمی آورند.

لحظه تراش در نمونه هایی که دارای جوش های لب به لب می‌باشد عمدتاً
حالت بار میباشند، تغییر شکل (کاهش سطح مقطع) و شکست در
کنار درز جوش رخ می‌دهد (شکل ۴-۳-۳۶). حالت تنش
خفید محوری ایجاد شده در درز جوش مانع سیلان ماره و در
نیمه افزایش استحکام می‌شود.



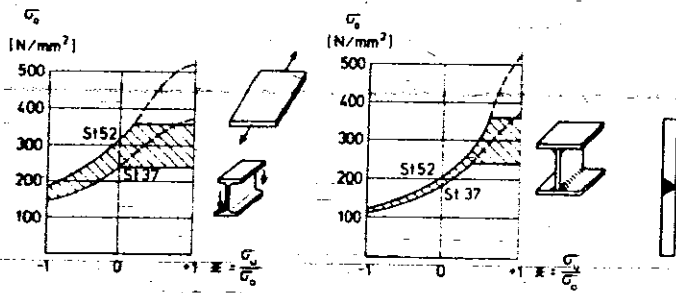
برعکس در بارگذاری دینامیکی، فاق ها تأثیر خرد را کاملاً
ثان می‌دهند، لکه برید در آنگونه موارد، شکست در محلی که
بیشترین تأثیر فاق را دارا می‌باشد، یعنی اغلب در محل گذر درز جوش

رخ می‌دهد (شکل ۴-۳-۳۶). بارهای قابل تحمل در برش عموداً
کمتر از بارهای قابل تحمل بر سببه تنش های تراش هستند.

شکل ۴-۳-۳۶

شکست در بارگذاری استاتیکی و دینامیکی

انتی ب ب یک ماده بسیار سخت فقط برای بارگذاری استاتیکی و یا اعمال نیروهای پیش تنش ممکن بود منداست. قابلیت تحمل بار فولاد S+52 در بارگذاری استاتیکی نسبت به فولاد S+37 یک افزایش 50 درصدی را نشان میدهد. این افزایش استحکام در بارگذاری دینامیکی در ناحیه متناوب یک حتمه $(\sigma = \frac{\sigma_u}{6} = 0)$ و ناحیه متناوب خالص $(\sigma = -1)$ محدود آزرست میورد (شکل ۴-۳-۴).



مقایسه استحکام تیرهای خمشی جوشکاری
نمونه از S+37 و S+52 در بارگذاری دینامیکی
مقایسه فولاد پایه فولاد S+37 و S+52 در بارگذاری دینامیکی

شکل ۴-۳-۴

۴) مشخصات هندسی درز جوش :

شکل درز جوش تأثیر زیادی در استحکام آن میگذارد. اصولاً درز جوش های ب ب به از نظر استحکام به درز جوش های گلوبی برتری دارند. تأثیر فاق و بنا بر این افزایش استحکام را میتوان از طریق کار مکانیکی در دو طرف درز جوش بهبود بخشید، اما در حالت کلی دستیابی و رسیدن به استحکام ماده پایه امکانپذیر نیست.

۵) تنش های اضافی جوشکاری :

تنش های پسماند و یا تنش های انقباضی که در جوشکاری ایجاد میگردند، کاهش قابلیت تحمل بار را به دنبال خواهد داشت. برای محاسبه این تنش ها روش خاصی موجود نیست، اما میتوان با عمل نرمالیزه کردن از مقدار این تنش ها تا حد زیادی کاست.

۶) مرغوبیت درز جوش :

رتبه استحکام دائم یک اتصال جوش به مرغوبیت درز جوش نیز بستگی دارد. در جدول ۴-۳-۴ درز جوش های با خواص مرغوبیت ویژه تعریف شده اند. در DIN 8563 برکته 3، گروه های مرغوبیت

AS, BS, CS, DS, AK, BK, CK برای درز جوش های طولی تعیین شده اند. با توجه به این گروه های مرغوبیت است که انتظار رفتی از لحاظ اجزای جوشکاری همچنین خواص درز جوش تعریف میشود.

RANTART	RANTGÜTE	RANTAUSFÜHRUNG	SYMBOLE BEISPIELE	PRÜFUNG AUF FENSTERFREI AUSFÜHRUNG PRÜFVERFAHREN	KURZ- ZEICHEN
STÜPF- RANT	SONDER- GÜTE	MUNZEL AUSGEKREUZT, KAPPLAGE GEGENGESCHWEISST, BLECHEN IN SPÄNNUNGSPRÜFUNG BEARBEITET, KEINE ENDKANTEN		ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG DER RANT AUF 100% DER RANTLÄNGE, Z.B. DURCH- STRAHLUNG	P 100
	NORMAL- GÜTE	MUNZEL AUSGEKREUZT, KAPPLAGE GEGENGESCHWEISST, KEINE END- KANTEN		WIE BEI SONDERGÜTE, JE- DOCH NUR "3" BEI ZUG MIT $\sigma_{ZUG} = 0.8 \sigma_{ZUG}$ IM ZUGSCHWELDBEREICH MIT $\sigma_{ZUG} = 0.8 \sigma_{ZUG}$ IM WECHSELBEREICH MIT $\sigma_{ZUG} = 0.8 \sigma_{ZUG}$ ODER $\sigma_{ZUG} = 0.8 \sigma_{ZUG}$	P 100
				ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG DER WICHTIGSTEN ÜBRIGEN RANTE IM STECHPROBEN AUF HINDESTENS 10% DER RANTLÄNGE, Z.B. DURCH- STRAHLUNG	P
K-RANT** (REIT DOPPEL- RENTL- RANT)	SONDER- GÜTE	MUNZEL AUSGEKREUZT, DURCHGE- SCHWEISST, RANTÜBERGANG HERB- FREI, GEGENWERTIGS BEARBEI- TET			
	NORMAL- GÜTE	BREITE DER RESTFUGE AN DER MUNZEL BIS 5 MM ODER BIS 0.2 MAL DICKE DES ANGESCHWEISSTEN TEILS, DER KLEINERE WERT IST NÄHERGEBEND		ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG DES QUER ZU SEINER EBENE AUF ZUG BEANSPRUCHTEN BLECHS AUF DOPPELUNG IM RANTBEREICH, Z.B. DURCH- STRAHLUNG	D
RENTL- RANT	SONDER- GÜTE	RANTÜBERGANG HERB-FREI, GE- GEGENWERTIGS BEARBEITET			
	NORMAL- GÜTE				

*1 σ_y , σ_u ZUG- BZM. DRUCKSPANNUNG, INDEX MAX. ZUL. B FÜR MAXIMALWERTE, ZULÄSSIGE WERTE, DAUERFESTIGKEITSWERTE ** NACH DIN 1912, TEIL 5, DRV-RANT

۱	نوع درز جوش	موقعیت درز جوش	نوع تنش	ST37 وضعیت بار		ST52 وضعیت بار	
				H N/mm ²	HZ N/mm ²	H N/mm ²	HZ N/mm ²
2	جوش ساده پایه مجاز طبق DIN 1050	—	کشش	160	180	240	270
3	درز جوش لب به لب	همه مرغوبیت های درز جوش	قاروفنا رشی	160	180	240	270
4	درز جوش DHV - با درز جوش کلیدی دوج (ریشه کامل جوش دارد شده) درز جوش DHY - با درز جوش کلیدی دوج ۱.3.3.028 (۲)	فاقد ترک ، همگوشه در اتصال و ریشه تشخیص داده شده است .	کشش و کشش قوسی عمود بر جهت درز جوش	160	180	240	270
5	درز جوش HV - با درز جوش کلیدی (لايه Kupp در جهت ثابت جوش دارد شده) ۱.3.3.028 (۲)	مرغوبیت درز جوش تأیید شده است		135	150	170	190
6	درز جوش جان - HV با درز جوش کلیدی	همه مرغوبیت های درز جوش	قاروفنا رشی کشش و کشش قوسی معمود بر جهت	135	150	170	190
7	همه درز جوش ها		جوش	135	150	170	190

۱) در مورد شکست تشخیص طبق DIN 4114 لازم باشد .
۲) نماد شکاف ریشه ، رزین ۴ مورد نظرنیست .

شکل ۳-۴-۳۹ : تنش های مجاز در بارگذاری استاتیکی
(طبق DIN 4100)

تنش های مجاز برای بارگذاری استاتیکی ($\sigma = \frac{\sigma_u}{60} = 1$) را میتوان از جدول زیر تعیین نمود .

در جدول ذیل (شکل ۴-۳۹) تنش های مجاز جوش ساده پایه و درز جوش ها برای سازه های فلزی فولادی طبق DIN 4100 آورده شده اند . این مقادیر را میتوان همچنین برای سازه های فولادی کب و فولادهای فولادی بکار برد .

در این وضعیت بار H عبارت است از بارهای اصلی که شامل بارهای مفرد (طبیعی) و بارهای گذری می باشد . به غیر از در نظر گرفتن نیروهای جوش ، بایستی نیروهای جوش ناشی از چرخه ها و همچنین نیروهای گریز از مرکز و در مواردی نیز به خورد زرات را در محاسبه بار اصلی وارد نمود .

وضعیت بار HZ عبارت است از مجموع بارهای اصلی و اضافی . بار ، نیروهای جانبی ناشی از سبب ، تأثیرات حرارتی ، برف ، بارهای وارده بر تیرها ، پایه ها ، سکو ها و سازه ها از جمله بارهای اضافی هستند .

در جدول زیر (انکال ۴-۳-۴۰ ر ۴-۳-۴۱) تنش‌های مجاز در بارگذاری آرام برابر قطعه و در زخمش طبق DIN 15018، یعنی برای برادر کاربیدی در حالت انکال سازه و نیز تنش سازه داده شده است

تنش مجاز برش	تنش مجاز رن	تنش مجاز کششی	وضعیت بار	نوع فولاد قطعه
σ_{br} N/mm ²	σ_{rd} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²		طبق اختصاری
92	140	160	H	DIN 17100
104	160	180	H2	
138	210	240	H	DIN 17100
156	240	270	H2	

(*) آگردها بر مبنای دانه زوب درختی

شکل ۴-۳-۴۰: تنش‌های مجاز در قطعات در تشخیص عمومی تنش و بار

تنش مجاز برش	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی	تنش مجاز کششی
σ_{br} N/mm ²	σ_{rd} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²	σ_{tr} N/mm ²
113	130	160	113	140	160	180	210	240
127	145	180	127	160	180	210	240	270
170	195	240	170	210	240	270	300	330
191	220	270	191	240	270	300	330	360

(*) آگردها بر مبنای دانه زوب درختی

شکل ۴-۳-۴۱: تنش‌های مجاز در زخمش‌ها در تشخیص عمومی تنش‌ها

	St 37 N/mm ²	St 52 N/mm ²
تنش اصلی	160	240
تنش کششی	160	240
تنش فشار	150	216
تنش برش	150	216
	105	155
	112	168
	98	152

صفت کلی این تنش، شکل ۴-۳-۴۲
تنش‌های مجاز در بارگذاری استاتیکی معتبر
برای دانه زوب و دانه زوب سازه طبق
رستورالین DV 952 تعیین شده است

شکل ۴-۳-۴۲: تنش‌های مجاز در بارگذاری
رستاتیکی (+1 = 70) طبق DV 952

ب) بارگذار دنیاگی (استگما ۲ رانم)

برای تشخیص استگما ۲ رانم از نمودارهای استگما ۲ رانم که برای انواع فاق و درجه‌های مختلف برای آن
آزمایشات یک برده‌ای به دست آمده‌اند استفاده می‌گردد. در نمودارهای استگما ۲ رانم برای RST 37
و RST 52 تنش‌های مجاز طبق DV 952 از قبیل در نظر گرفته شده‌اند (انفال ۴-۳-۴۳ و ۴۴).
برای تشخیص نوع فاق (ن) داده شده (جدول ۴-۳-۴۵) و تنش‌های مجاز مربوطه از
حرف بزرگ H تا A استفاده شده است. در توصیف نوع فاق در عین حال مرتبیت
درزه‌ها نیز بیان می‌گردد (شماره ۱۵۵ درصد دیده).
تنش‌های مجاز بصورت تابعی از $\sigma = \frac{\sigma_u}{6}$ رسم شده‌اند. $\alpha = -1$ برای بارگذار خالص
نسبی، $\alpha = 0$ برای بارگذار متناوب هم‌جهت خالص و $\alpha = 1$ برای بارگذار استاتیکی
معتبر است.

برای این نمودارهای استگما ۲ رانم سطح نورپرد شده به عنوان کیفیت سطح در نظر گرفته شده است. اگر نمودارهای
استگما ۲ رانم بکار رفته که در آن هاتش‌های مرزی داده شده‌اند، در این صورت برای ارزیابی
میان نوشت:

$$\left(\sigma_N \text{ و } \tau_N \text{ به عنوان تنش‌های نامی} \right) \quad \sigma = \frac{\sigma_N}{\sigma_u} \quad ; \quad \tau = \frac{\tau_N}{\tau_u}$$

برای ویژگی‌های حالت تنش چند محوری حاکم است، تنش برآورد σ_{II} در درزه‌ها و طولی درجه
و HV در انفال بال (نسبت) ام جان در بارگذار استاتیکی ($\alpha = 1$) مانده اثر
محور شد، به‌ویژه برای تنش متناهی به عنوان نوشت:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2 + \tau_{II}^2}$$

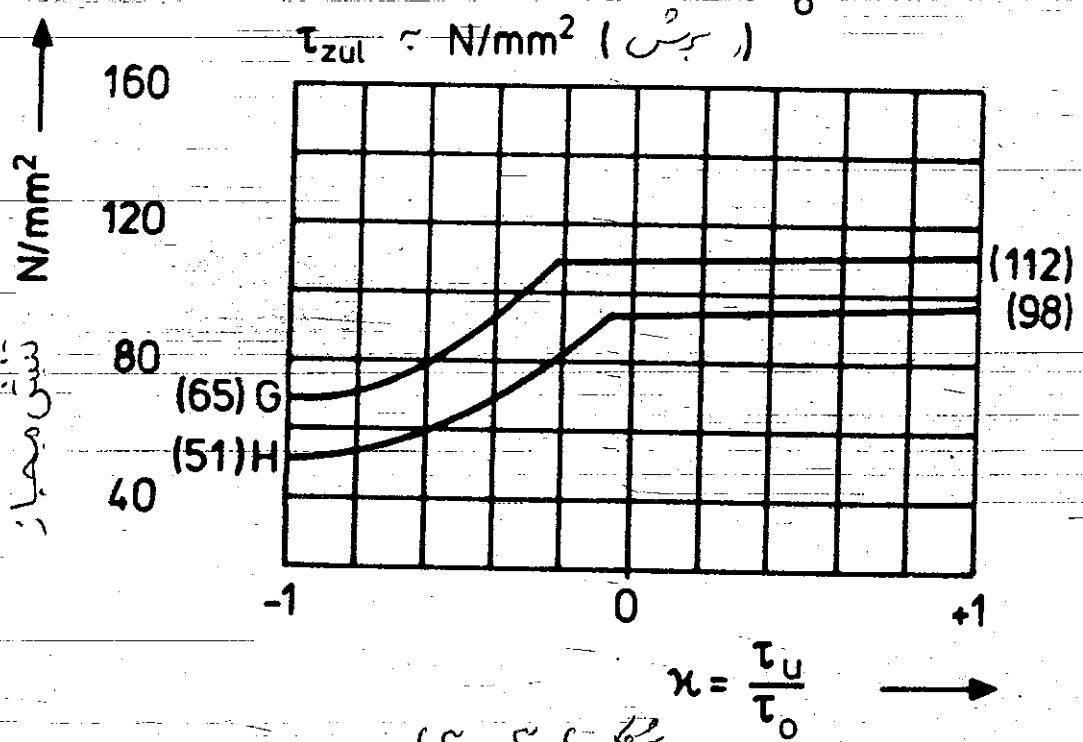
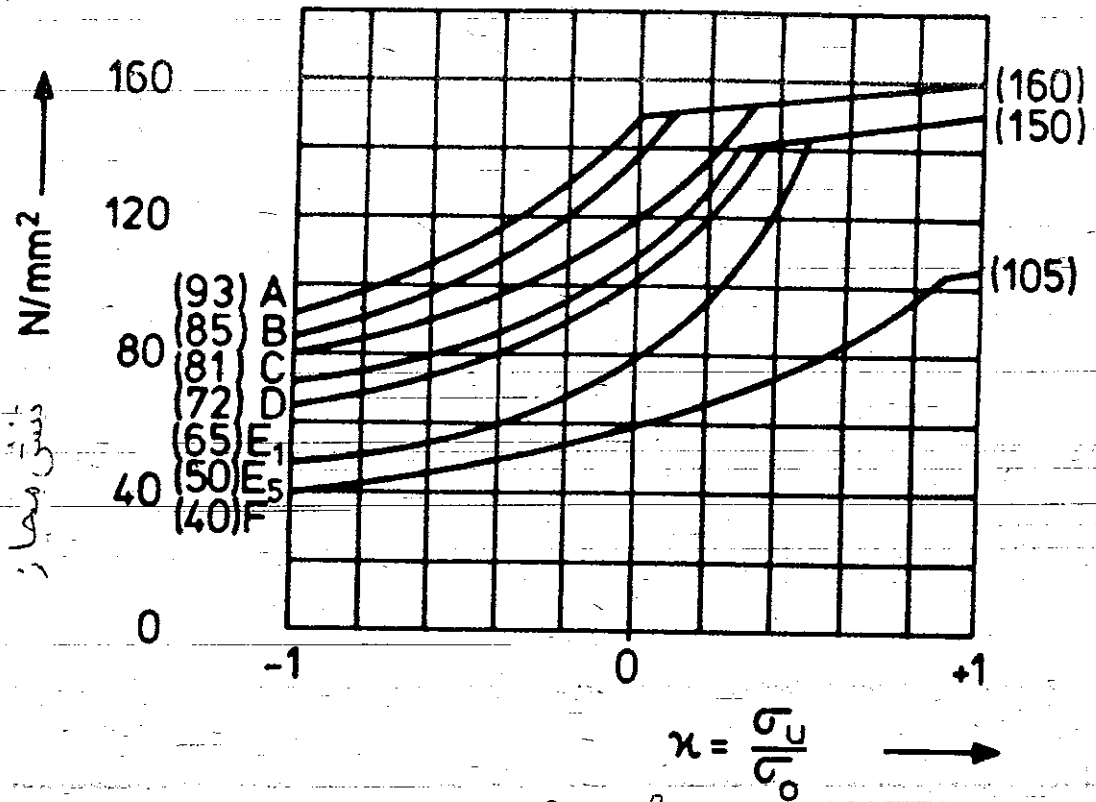
به علاوه، با توجه به حد آستانه این ماده بررسی گردد که تنها تنش‌های برشی از مقدار مجاز تنش برشی
بیشتر نباشند.

برای جنبه ماده با توجه به تئوری استگما ۲ از تئوری تغییر شکل Von Mises را بکاربرد

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2 + 3\tau^2}$$

مقادیر مجاز استگما ۲ رانم را نیز با توجه به شرایط از نمودارهای استگما ۲ رانم فوق‌الذکر استخراج نمود.
در اثر هم‌زمان فاق ایجاد شده در ماده با توجه به جنبه درزه‌ها و همان‌طور که در درزه‌ها در درزه‌ها
ریخته می‌شود. از این جهت نوع فاق به نوع فاق در درزه‌ها می‌باشد.

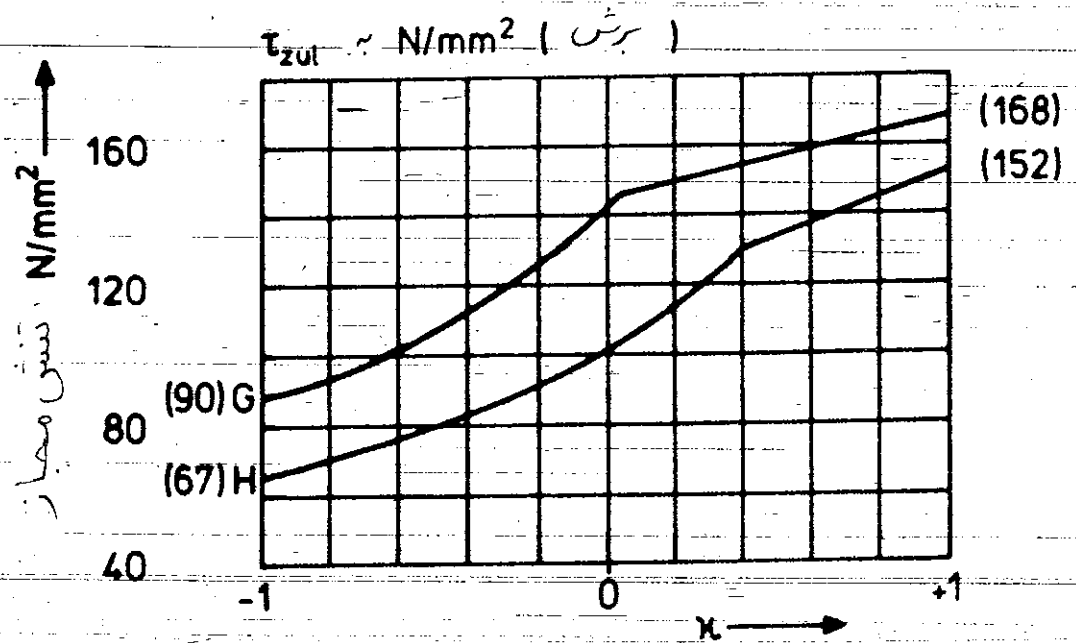
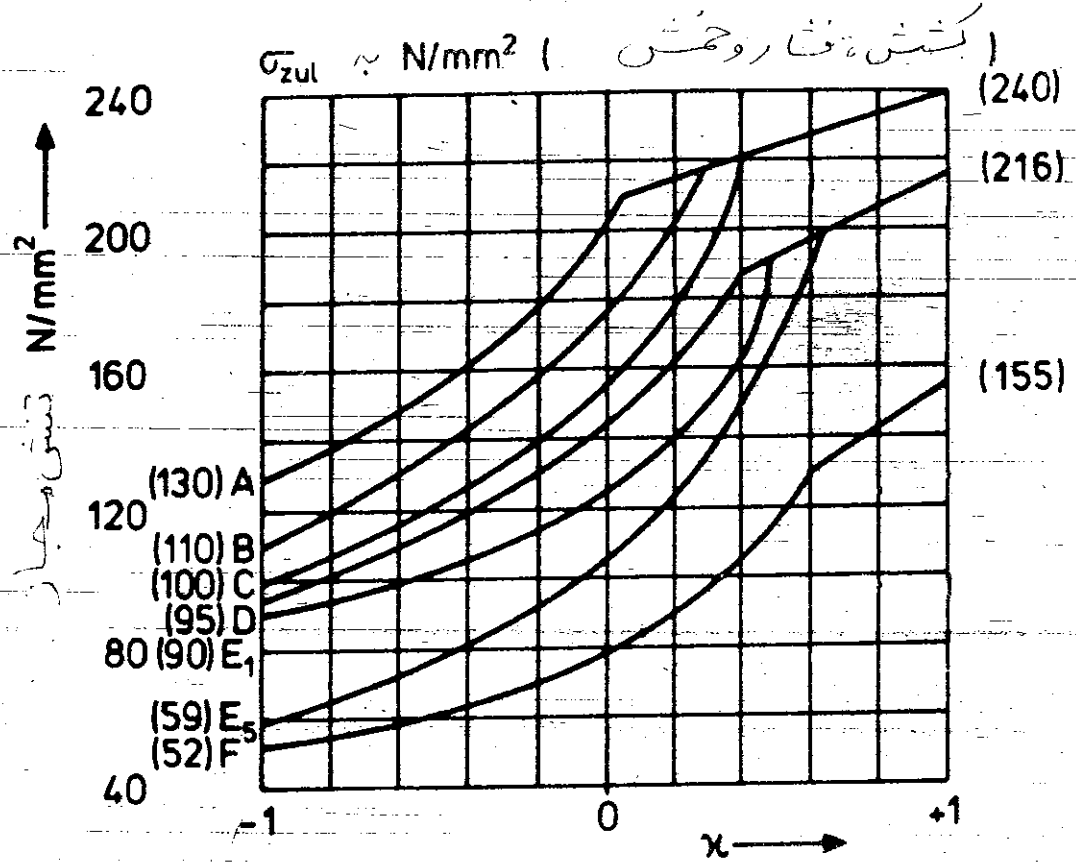
کشی، فشار و محس ($\sigma_{zul} \sim N/mm^2$)



شکل ۴-۲-۴۳

جدول
تشیهای مجاز در زحوش دروسیل تقییه جوشکاری شده از
DIN 17100 طبق RS+37-3 و RS+37-2

۲۴



فصل ۴-۳-۴-۴

جدول

تنش های مجاز در جوش دروسیل تقویت کاری شده از

R S+ 52-3 طبق DIN 17100

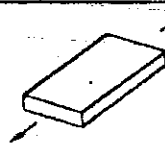
جدول ۱-۲-۳ انواع فاق برای اتصالات جوش طبق DV 952

خط

تد طبع و بنا یش انواع فاق

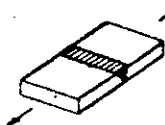
قطعه شید (سید تیر) جوشکاری شده و تحت بارگذاری
خصی را طری قرار می گیرند

A



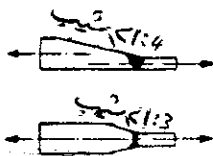
شایدی از خط B

B1



قطعه را از در جوش لب به لب عمود بر جهت اعمال نیرو. در لب از طرفین
جوشکاری شده. در در جوش آکچنان کار شده که فاقه فاق است و
۱۵۰٪ انجم دیده.

B2



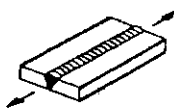
قطعه با قیست های مختلف در از در جوش لب به لب عمود بر جهت
اعمال نیرو. در لب از طرفین جوشکاری شده. در در جوش آکچنان
کار شده که فاقه فاق است و ۱۵۰٪ انجم دیده.

B3



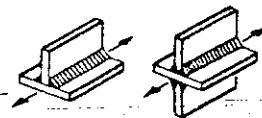
خصی ناشی از بار عرضی همراه با نیروی طولی. در لب از طرفین جوشکاری
شده. در در جوش آکچنان کار شده که فاقه فاق است و ۱۵۰٪
انجم دیده.

B4



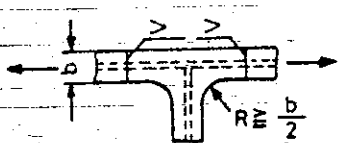
قطعه شید را از در جوش لب به لب در جهت اعمال نیرو هسته. در لب
از طرفین جوشکاری شده. در در جوش آکچنان کار شده که فاقه
فاق است و ۱۵۰٪ انجم دیده.

B5



قطعه شید را از در جوش های طولی و K در جهت اعمال نیرو هسته
در لب از طرفین جوشکاری شده. در در جوش آکچنان کار شده که فاقه
فاق است و ۱۵۰٪ انجم دیده.

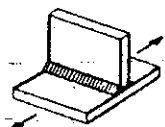
B6



طراحی های انورق با اتصال شده. در لب از طرفین جوشکاری شده.
در در جوش ها در جهت نیرو کار شده و ۱۵۰٪ انجم دیده اند.

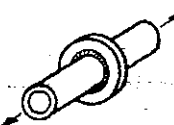
شایدی از خط C

C1



قطعه مداری که تقویت های عرضی آن تحت اعمال بار قرار می گیرند.
در در جوش های K آکچنان کار شده که فاقه فاق است و
از نظر ترک مورد آرایش قرار گرفته اند.

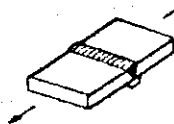
C2



قطعه مداری که یک اسکات جوشکاری شده است. در در جوش های K
آکچنان کار شده که فاقه فاق است و از نظر ترک مورد آرایش قرار گرفته اند.

شایدی از خط D

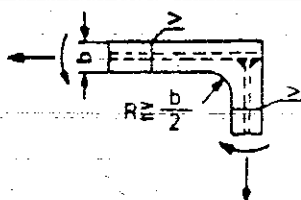
D1



قطعه را از در جوش لب به لب عمود بر جهت اعمال نیرو. در لب از
طرفین جوشکاری شده. در جوش ها با Random check
اصول ۱۵٪ انجم دیده اند.

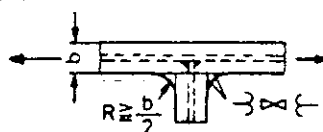
Tabelle 3.1.69, Fortsetzung

D5



Blechkonstruktion mit Stumpfstößen in Eckverbindungen. Wurzeln gegengeschweißt. Schweißnähte stichprobenweise (mindestens 10%) durchstrahlt.

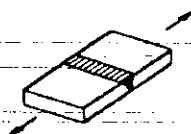
D6



Eckverbindungen mit Stumpfstößen und Eckblechen an Profilen. Wurzeln gegengeschweißt. Schweißnähte stichprobenweise (mindestens 10%) durchstrahlt.

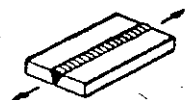
Beispiele für Linie E1

E1.1



Bauteil mit quer zur Krafrichtung beanspruchter Stumpfnah. Abhängig von den Anforderungen: Wurzel gegengeschweißt, nicht gegengeschweißt. Schweißnähte nicht bearbeitet.

E1.2



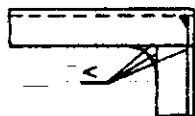
Bauteile mit längs zur Krafrichtung beanspruchter Stumpfnah. Schweißnaht nicht bearbeitet.

E1.3



Trägerstegbleche: Querkraftbiegung mit überlagerter Längskraft. Abhängig von den Anforderungen: Wurzel gegengeschweißt, nicht gegengeschweißt. Schweißnaht nicht bearbeitet.

E1.4



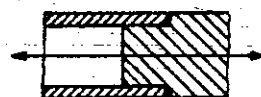
Eckverbindungen mit Stumpfstößen und Eckblechen. Schweißnähte nicht bearbeitet.

E1.5



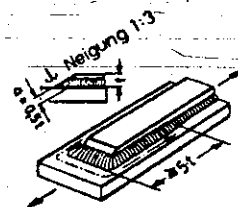
Rohrverbindung mit quer zur Kraft- richtung beanspruchter Stumpfnah. Schweißnaht nicht bearbeitet.

E1.6



Rohrverbindung mit einem Vollstab. Schweißnaht nicht bearbeitet.

E1.7



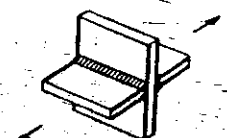
Bauteil mit aufgeschweißter Gurt- platte. Die K-Nähte sind an den Stirnflächen bearbeitet.

E1.8



Verbindung verschiedener Werkstoff- dicken durch eine Stumpfnah. Wurzel gegengeschweißt. Schweißnaht nicht bearbeitet.

E1.9



Durch Kreuzstoß mittels K-Nähten verbundene Bauteile. Schweißnähte bearbeitet.

Tabelle 3.1.69, Fortsetzung

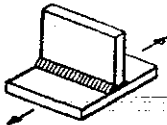
E1.10



Durch K-Nähte verbundene, auf Biegung und Schub beanspruchte Bauteile. K-Nähte bearbeitet.

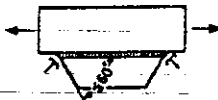
Beispiele für Linie E5

E5.1



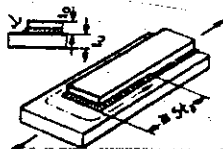
Durchlaufendes Bauteil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit bearbeiteten K-Nähten angeschweißt sind.

E5.2



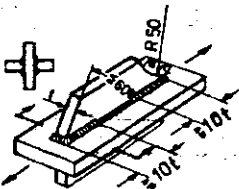
Durchlaufendes Bauteil, an das Bauteile durch Stumpfnäht und mit bearbeiteten Kehlnähten angeschweißt werden.

E5.3



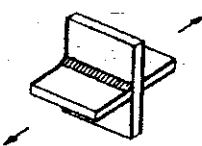
Bauteil mit aufgeschweißter Gurtplatte. Die Kehlnähte sind an den Stirnflächen bearbeitet.

E5.4



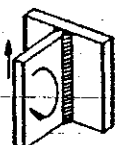
Durchlaufendes Bauteil mit einem durchgesteckten, durch K-Nähte verbundenen Bauteil. Die K-Nähte sind im Bereich $10 \times t$ an den Stirnflächen bearbeitet.

E5.5



Durch Kreuzstoß mittels K-Nähten verbundene Bauteile. Schweißnähte nicht bearbeitet.

E5.6



Auf Schub und Biegung durch nicht bearbeitete K-Nähte verbundene Bauteile.

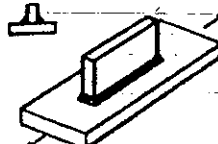
Beispiele für Linie F

F1



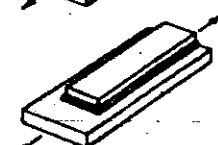
Stumpfstoße von Profilen ohne Eckbleche. Schweißnähte nicht bearbeitet.

F2



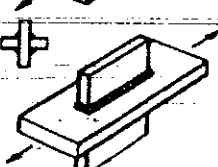
Durchlaufendes Bauteil mit einem durch nichtbearbeitete Kehlnähte aufgeschweißten Bauteil.

F3



Bauteil mit aufgeschweißter Gurtplatte. Die Kehlnähte sind nicht bearbeitet.

F4



Durchlaufendes Bauteil mit einem durchgesteckten, durch Kehlnähte verbundenen Bauteil. Die Schweißnähte sind nicht bearbeitet.

F5



Durch Kreuzstoß mittels Kehlnähten verbundene Bauteile. Die Schweißnähte sind nicht bearbeitet.

Tabelle 3.1.69, Fortsetzung

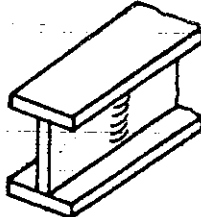
F6



Auf Schub und Biegung durch nicht bearbeitete Kehlnähte verbundene Bauteile.

Beispiel für Linie G

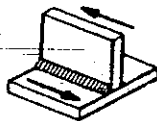
G



Stegblechquerstoß, maximale Schubbeanspruchung in Trägernulllinie. Die Linie gilt auch für auf Torsion beanspruchte, nicht geschweißte Bauteile.

Beispiel für Linie H

H



Schubverbindung mit K- oder Kehlnähten zwischen Stegblech und Gurt bei Biegeträgern.

ج. ۱. تشخیص استحکام

برای تشخیص استحکام که در آن بارگذارانی باسی از زمان باده و در سید کوئلیو با جمع کردن و خلاصه ملور را میتوان طبق DIN 15018 محاسبه نمود. این محاسبات فقط در این مقدار در آن و بر مبنای $2 \cdot 10^4$ معقول میباشد.

۱-۲-۳-۴ ضرایب اطمینان

ضرایب اطمینان که در بارگذارانی است که در برابر مزیت R_m در نقطه متده میباشد

$$K = 1,8 \text{ تا } 2,5$$

$$S = 1,5 \text{ تا } 2$$

در برابر حد تسلیم R_e میباشد

در بار ضرایب اطمینان برای تعیین بارها که در این استحکام دارم باشد لازم نیست، زیرا که از مقدارهای

استحکام دارم (از شکل ۱-۲-۳-۴) تنش های مجازیت میباشد

آر از مقدارهای استحکام دارم آنرا که در زمانه تنش های مجاز را برای بدست می آید استفاده گردد، ضرایب

اطمینان $3 \dots 1,5$ K (معمولاً $2 \dots 1,5$) S معقول میباشد. برای تعیین بارها که در این

استحکام زمانی است (تا $10^6 \dots 10^5$ در زمان بار) ضرایب اطمینان $1,8 \dots 1,5$ K

(معمولاً $1,5 \dots 1,3$ K) معقول میباشد.