پودمان ۳

جوشکاری اکسی گاز

جلسه اول

در نخستین جلسه درس بهتر است مروری بر روش‌های جوشکاری براساس منابع تأمین انرژی و دسته‌بندی‌های مختلف داشته باشیم تا هنرجویان موقعیت و جایگاه جوشکاری با گاز را بدانند و به صورت فعالیت کلاسی اهمیت، در دسترس بودن، سهولت انجام کار، هزینه تمام شده، انتخاب فرایند براساس جنس و ضخامت قطعات مورد استفاده به بحث گذاشته شود تا ذهن هنرجویان با روش‌های موجود و پرکاربرد در صنعت آشنا شود.

فرایندهای جوشکاری

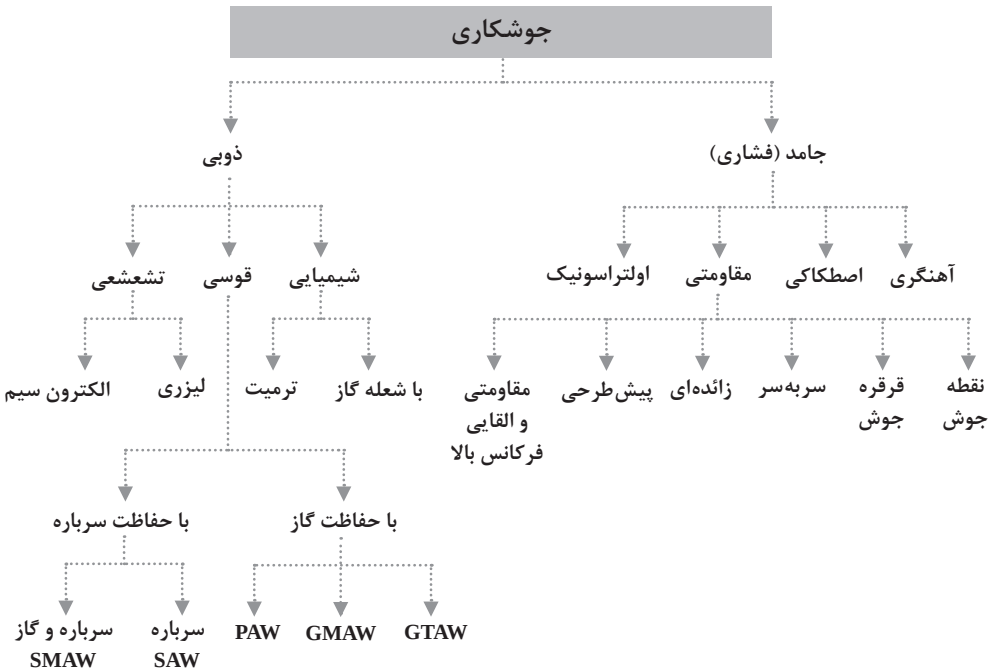
فرایندهای جوشکاری براساس نوع انرژی به کار رفته جهت اتصال فلزات به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. نمودار زیر این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.

جوشکاری ذوبی

در جوشکاری‌های ذوبی، قطعات در محل اتصال، بر اثر حرارت ذوب شده و با هم ترکیب می‌شوند و در نهایت پس از سرد شدن، قطعات به یکدیگر جوش می‌خورند. در این حالت، اتصال در محل جوش می‌تواند نتیجه ذوب لبه‌های قطعات باشد. همچنین علاوه‌بر ذوب لبه‌ها، فلز پرکننده‌ای نیز می‌تواند به آن اضافه شود که در جوشکاری قوس الکتریکی به این فلز پرکننده، الکترود گویند.

جوشکاری غیر ذوبی

در این فرایند برای تشکیل جوش، قطعات را ذوب نمی‌کنند. به همین دلیل به آن جوشکاری حالت جامد نیز می‌گویند. در جوشکاری اصطکاکی که یک فرایند غیرذوبی است، حرارت مورد نیاز بر اثر مالش سطوح قطعات تولید می‌شود، در حدی که باعث خمیری شدن قطعات در محل اتصال شود. سپس با اعمال فشار لازم، عمل جوشکاری انجام می‌گیرد.



به‌طور مثال شرح داده شود از جوشکاری قوسی (SMAW) در کجا و به چه دلایلی استفاده می‌شود (مزایای جوشکاری SMAW).
یا توضیح داده شود چرا از روش ترمیت برای جوشکاری ریل‌های راه‌آهن استفاده می‌شود.

- انجام جوشکاری در هر مکانی
- امکان جوشکاری مقاطع ضخیم
- مناسب برای تعمیر قطعات با منطقه آسیب‌دیده بزرگ
- عدم نیاز به پخ‌سازی لبه‌های اتصال
- هزینه نسبتاً کم تجهیزات و مواد مصرفی
- نیاز نداشتن به سیستم‌های تأمین انرژی (مانند مولد برق و ...)
- کارگران غیرماهر را می‌توان در مدت کوتاه تعلیم داد
- تجهیزات آن نسبتاً ساده و بادوام هستند

یا اینکه توضیح داده شود که چرا با توجه به کیفیت بالای روش‌هایی مانند الکترون‌بیم یا لیزر، استفاده از آنها عمومیت پیدا نکرده است؟

هزینه بالای تجهیزات مورد نیاز

در ادامه سعی شود در مورد مزایا و کاربردهای جوشکاری اکسی گاز توضیح داده شود.
در این خصوص لازم است هنرجویان به این درک برسند که، اگرچه این روش در گذشته بسیار پرکاربرد بوده و در مورد اکثر فلزات با ضخامت‌های مختلف استفاده می‌شده است، اما در حال حاضر جوشکاری گاز بیشتر برای جوشکاری قطعات تعمیری استفاده می‌شود و عمده‌ترین مصارف شعله اکسی گاز در صنعت برای برشکاری و گرمادهی می‌باشد.
هنرجو باید در پایان این بخش توانایی انتخاب صحیح فرایند را با توجه به نوع مصنوع مورد استفاده و همچنین دلایل انتخاب روش‌های مختلف را داشته باشد و بداند برخی مواقع صرفاً کیفیت و هزینه دلیل انتخاب فرایند نمی‌باشد، مثلاً در جایی که دسترسی به برق مشکل است، جوشکاری با گاز به دلیل پرتابل بودن تجهیزات آن می‌تواند انتخاب مناسبی باشد.
لازم است این مطلب نیز توضیح داده شود که مواقعی که در فرایند اکسی گاز (OFW) از گاز سوختنی استیلن استفاده می‌شود، نام فرایند، اکسی استیلن (OAW) می‌باشد.
در ادامه در مورد اصول فرایند جوشکاری با شعله گاز و مثلث احتراق و نحوه ایجاد گرما توضیح داده شود.

فعالیت کارگاهی ۱

هنرآموزان محترم پیشنهاد می‌شود برای جلسه اول کارگاهی، هنرجویان با نکات ایمنی مربوط به تجهیزات جوشکاری با شعله گاز و تهویه کارگاه و موقعیت صحیح قرارگیری تجهیزات تهویه داخل کارگاه آشنا شوند.
پس از آشنا شدن با تجهیزات جوشکاری با شعله، پیشنهاد می‌شود این تجهیزات در کارگاه به آنها نشان داده شود و نحوه کارکرد و بستن آنها و آماده نمودن یک سیستم جوشکاری با شعله به آنها آموزش داده شود.

نکات ایمنی کپسول اکسیژن

۱ کپسول را از هر نوع منبع حرارتی و قرار دادن در گرمای شدید آفتاب محافظت کنید، زیرا افزایش دما باعث افزایش فشار گاز درون کپسول خواهد شد.
۲ از واردکردن ضربه و شوک مکانیکی به هر قسمت از کپسول‌های گاز جلوگیری شود.
۳ هر سه سال یک بار باید کپسول اکسیژن از سوی مؤسسات صلاحیت دار از نظر ایمنی مورد آزمایش قرار گیرد.
۴ روغن، گریس و گرد و غبار به شدت با اکسیژن مشتعل می‌شوند و نباید اتصالات و تجهیزات مرتبط با اکسیژن را آلوده کنند.
۵ کپسول را از هر نوع منبع حرارتی و قرار دادن در گرمای شدید آفتاب محافظت کنید، زیرا افزایش دما باعث افزایش فشار گاز درون کپسول خواهد شد.

نکات ایمنی کپسول استیلن

۱ برای جلوگیری از افتادن کپسول‌ها آنها را باید به دیوار با بست و زنجیر مهار کرد.
۲ محل نگهداری کپسول‌ها باید دارای تهویهٔ مناسب باشد.
۳ کلید چراغ داخل انبار نگهداری کپسول‌های استیلن باید خارج از انبار باشد تا جرقه‌ای ایجاد نکند، همچنین کپسول پر و خالی، جدا از هم انبار شود.
۴ اگر براثر سرمای شدید کپسول استیلن یخ زد، با آب گرم (نه آب جوش) نسبت به رفع یخ‌زدگی اقدام کنید.
۵ از وارد کردن ضربه به کپسول خودداری نمایید.
۶ اگر به هر دلیل کپسول محتوی گاز استیلن گرم شد، به هوای آزاد انتقال داده و با آب خنک کپسول را سرد کنید و گازهای آن را به آرامی خارج کنید. در صورت لزوم به شرکت پرکنندهٔ کپسول گزارش دهید.
۷ هرگز از اتصالات ساخته شده از مس یا آلیاژی که بیش از ٪۷۰ مس داشته باشد برای استیلن استفاده نکنید چون ترکیب قابل انفجار ایجاد می‌کنند.
۸ برای حمل کپسول‌ها از وسایل مخصوص استفاده کنید.

ایمنی و حفاظت از شیلنگ‌های گاز

۱ شیلنگ‌ها را باید از مجاورت و مقابل گرمای شدید،شعله،جرقه‌های سنگ به دور نگه داشت.
۲ شیلنگ‌های گاز استیلن را با استفاده از واسطه‌های مسی به هم اتصال ندهید.
۳ شیلنگ‌ها را در مقابل تماس با لبه‌های تیز و داغ فلزات مصون سازید.
۴ شیلنگ‌های آسیب دیده را با چسب و امثال آن تعمیر نکنید.
۵ چرخ‌های لیف تراک یا اجسام سنگین مانند کپسول را از روی شیلنگ‌ها عبور ندهید. برای کنترل نشتی شیلنگ از ظرف آب استفاده کنید.
۶ شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند. برای خارج کردن پودر از هوای فشرده استفاده کنید.

حمل و نقل کپسول‌های گاز

۱ کلاهک کپسول همواره باید در جای خود بسته شده باشد تا از بازشدن و یا آسیب دیدن تصادفی شیرها جلوگیری شود. به عنوان مثال اگر شیر کپسول اکسیژن بشکند، خروج گاز با فشار زیاد، اشیاء اطراف را می‌سوزاند و نیز در اثر خروج گاز کپسول به شدت حرکت خواهد کرد؛ به همین علت همواره توصیه می‌شود هر کپسول توسط دو نفر جابه‌جا شود.
۲ کپسول‌ها نباید در معرض ضربه و شوک قرار گیرند.
۳ برای جابه‌جا کردن کپسول‌ها نباید آنها را کشید یا غلتاند. همچنین باید از افتادن کپسول‌ها در هنگام انتقال جلوگیری شود.
۴ برای حرکت کپسول‌ها باید از باربرها و چرخ‌های دستی استفاده شود.
۵ کپسول‌ها نباید با کلاهک شیر از جا بلند شوند و باید از کلاف، سبد و یا سطوح مناسب و جرثقیل و بالابر مناسب برای بلند کردن کپسول‌ها استفاده کرد. در ضمن از جابه‌جا کردن کپسول‌ها توسط بستن زنجیر یا طناب به آنها باید اجتناب شود .
۶ در صورتی که کپسول با لیفتراک یا واگن ریلی جابه‌جا می‌شود، باید از لغزیدن یا افتادن آنها جلوگیری شود.
۷ نباید کپسول‌ها را با واگن‌های سقف‌دار جابه‌جا کرد.
۸ کپسول‌های دارای نشتی نباید جابه‌جا شوند.

نحوه خاموش کردن آتش

با توجه به نوع مواد اشتعال زا از کپسول‌های متفاوتی استفاده می‌شود که در کتاب الزامات محیط کار به طور کامل با آن آشنا شده‌اید.

شکل ۳ـ۱ـ خروج گاز از محل جوشکاری و تصفیه و هدایت به هوای بیرون

جلسه دوم

پس از شناخت فرایند و آگاهی در مورد دلیل انتخاب آن بهتر است با تجهیزات و مواد مورد استفاده در فرایند آشنا شود.

گازهای سوختنی

لازم به توضیح است که در فصل برشکاری به طور کامل در مورد گازها و خواص آنها توضیح داده شده است که در صورت صلاحدید می‌توانید بخشی از آن را در این قسمت توضیح دهید.

جدول ۳ـ۱ـ کاربرد، ویژگی و خواص پرکاربردترین گازهای سوختنی

نام گاز	ویژگی و خواص	کاربرد
گاز استیلن	گاز استیلن (C_2H_2) در دسته هیدرو کربن‌ها قرار دارد در این میان استیلن بهترین گاز به شمار می‌آید زیرا شرایط تمام گازهای سوختنی که، برای جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارد.	مناسب‌ترین گاز سوختنی برای جوشکاری، برشکاری و گرم‌کاری با شعله است.
گاز طبیعی	گاز طبیعی در صورتی که به‌طور کامل خشک و فاقد مواد زائد باشد و هوای کافی به آن برسد با شعله آبی می‌سوزد. در واقع متان خالص، گازی است بی‌رنگ، بی‌بو و با شعله‌های کم رنگ و به نسبت روشن می‌باشد.	مصارف صنعتی، خانگی، گرمایشی و جوشکاری
گاز مایع	یک گاز قابل اشتعال می‌باشد که به صورت مایع در کپسول‌های نقره ای رنگ فشرده و ذخیره می‌شود این گاز از چندین گاز سوختنی مانند متان، بوتان و پروپان تشکیل شده است. نسبت‌های این گازها با توجه به دستورات شرکت تولیدکننده، تغییر نموده و به همین دلیل خواص شعله نیز متفاوت خواهد بود.	شعله تولید شده، با گاز مایع، برای جوشکاری فولاد مناسب نیست اما برای عملیات حرارتی (سخت‌کاری سطحی)، لحیم‌کاری و برشکاری فولاد مناسب است.
گاز مایع صنعتی (Mapp)	نوعی گاز سوخت صنعتی با ترکیب متیل استیلن پروپادین پایدار شده تحت نام «ماپ» نیز به عنوان گاز سوختنی استفاده می‌شود. این گاز به صورت مایع ذخیره می‌شود استفاده از این گاز، بدون خطر بوده و قابلیت انفجار کمتری دارد.	گاز مایع صنعتی از استیلن ارزان‌تر است و با استفاده از آن می‌توان به خوبی برشکاری کرد. گاز مایع صنعتی برای برشکاری زیر آب هم به‌کار برده می‌شود.
گاز هیدروژن	هیدروژن سبک‌تر از هوا است و دارای یک شعله نامرئی می‌باشد قابل ذکر است که هیدروژن تنها گازی است که هیچ اتم کربنی ندارد	برای جوشکاری فلزات و آلیاژهای که نقطه ذوب پایینی دارند استفاده می‌شود. جوشکاری آلومینیم، سرب، لحیم‌کاری کوره‌ای و برشکاری شعله‌ای ضخامت‌های بالا

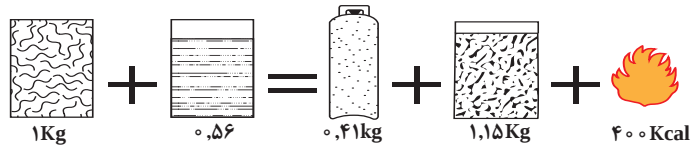
در مورد گازها توجه به نکات زیر حائز اهمیت می‌باشد:

- گاز استیلن به دلیل ارزش گرمایی بالایی که دارد در جوشکاری استفاده زیادی دارد.
- گاز طبیعی و گاز مایع به دلیل قیمت ارزان بیشتر در برشکاری استفاده می‌شود.
- مپ یک نام تجاری می‌باشد مانند مانسمان در لوله‌های بدون درز.
- هیدروژن بیشترین گاز موجود در طبیعت می‌باشد و با جدا کردن هیدروژن از آب تولید می‌شود.

نحوه تولید استیلن

از طریق ترکیب (تماس) کاربید کلسیم (سنگ کاربید) با آب، گاز استیلن تولید می‌شود. واکنش‌های شیمیایی حاصل، یک فعل و انفعال گرمازا می‌باشد به طوری که از هر کیلوگرم کاربید کلسیم، ۴۰۰ کیلو کالری گرما تولید می‌شود.

$$Ca_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + \text{حرارت}$$



معادله شیمیایی کاربید کلسیم

گاز استیلن — رسوب آب آهک

$$C_2Ca + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + 400kcal$$

$$1kg + 56/2kg \rightarrow 41/2kg + 15.1kg$$

$$\text{کربنات کلسیم} \leftarrow CaCO_3 \xrightarrow{1800^\circ C} CaO + CO2$$

$$3C + CaO \rightarrow CaC_2 + CO$$

کربن — اکسید کلسیم — کاربید کلسیم — گازمنواکسید کربن

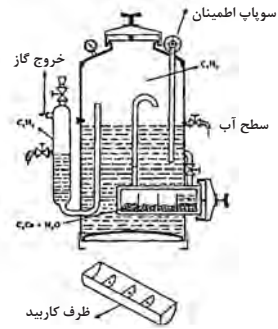
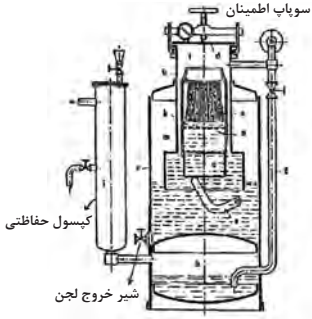
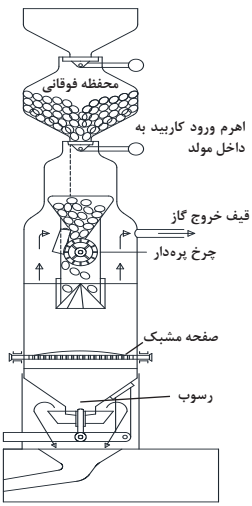
پژوهش

در گذشته کارگاه‌های کوچک برای تولید استیلن از مولدها برای ترکیب آب و کاربید استفاده می‌کرده‌اند ولی با توجه به پیشرفت‌های حاصل شده در زمینه تولید گازها و همچنین مشکلات استفاده از مولدها و پرخطر بودن آنها، در حال حاضر استفاده از آنها به ندرت دیده می‌شود ولی در صورت صلاحدید می‌توان این روش‌ها را توضیح داد.

مولدهای استیلن

مولدهای استیلن از نظر طرز تماس بین آب و کاربید کلسیم به سه دسته تقسیم می‌شوند:

جدول ۳ـ۲ـ مولدهای استیلن

انواع مولد استیلن	روش تولید استیلن	تصویر شماتیک
مولدهای ریزشی	مولدهایی که در آنها با ریختن کاربید در آب، استیلن تولید می‌شود.	
مولدهای تماسی	مولدهایی که در آنها با ریختن کاربید در آب، استیلن تولید می‌شود.	
مولدهای سقوطی	مولدهایی که در آن محفظه کاربید به‌صورت سبدی است که در داخل مولد قرار گرفته و این سبد هربار که در آب فرو برده می‌شود با مصرف تدریجی گاز عمل سقوط انجام می‌شود.	

رگلاتورها

فشارسنج‌ها

روی هر رگولاتور دو عدد فشارسنج نصب شده است. یکی از آنها فشار کاری و دیگری فشار داخل سیلندر را نشان می‌دهد، شکل ۳ـ۲. درجه فشار کاری، را درون رگولاتور نمایش می‌دهد نه در مشعل، فشار مشعل همواره از مقدار فشاری که روی درجه نمایش داده شده است کمتر است که به دلیل افت فشار خط می‌باشد. کاهش قطر با افزایش طول باعث بیشتر شدن افت فشار می‌گردد جدول ۳ـ۳.

شکل ۳ـ۲ـ شیرهای اطمینان در رگولاتور اکسیژن

افت خط ناشی از مقاومت گاز حین جریان درون یک شیلنگ است. درجهٔ فشار بالا روی رگولاتور فقط فشار کپسول را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ۳ـ فشار رگولاتور برای طول‌های مختلف شیلنگ

فشار در سر مشعل psig (kg/cm² G)	فشار رگولاتور برای طول‌های شیلنگ ft (m)				
	10 ft (3 m)	25 ft (7.6 m)	50 ft (15.2 m)	75 ft (22.9 m)	100 ft (30.5 m)
1 (0.1)	1 (0.1)	2.25 (0.15)	3.5 (0.27)	4.75 (0.35)	6 (0.4)
5 (0.35)	5 (0.35)	6.25 (0.4)	7.5 (0.52)	8.75 (0.6)	10 (0.7)
10 (0.7)	10 (0.7)	11.25 (0.75)	12.5 (0.85)	13.75 (0.95)	15 (1.0)

این مقادیر برای شیلنگ با قطر ۶ میلی‌متر(۱/۴ in) می‌باشد. قطرهای بیشتر یا کمتر و یا جریان‌های بالاتر، این فشارها را تغییر می‌دهد.

درون درجهٔ رگولاتور یک لوله بوردون وجود دارد. این لوله به شکل c خم شده است و یک انتهای آن به بدنهٔ درجه و به صورت محکم متصل شده و سمت دیگر به چرخ دنده و سوزن متصل گردیده است.

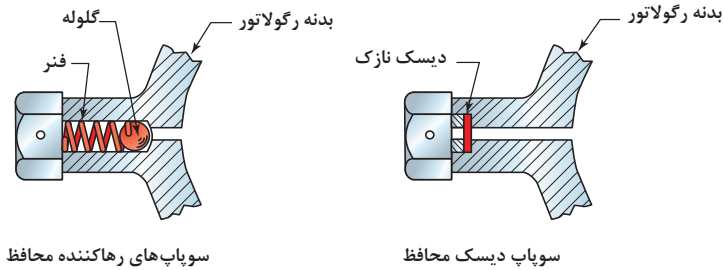
نکته

هرگز فشارسنج‌های رگولاتور را بر ندارید یا عوض نکنید. اگر به هر دلیلی باید فشارسنجی را باز کرد باید کار را به عهده یک متخصص تعمیر لوازم جوشکاری گذاشت.

نکته

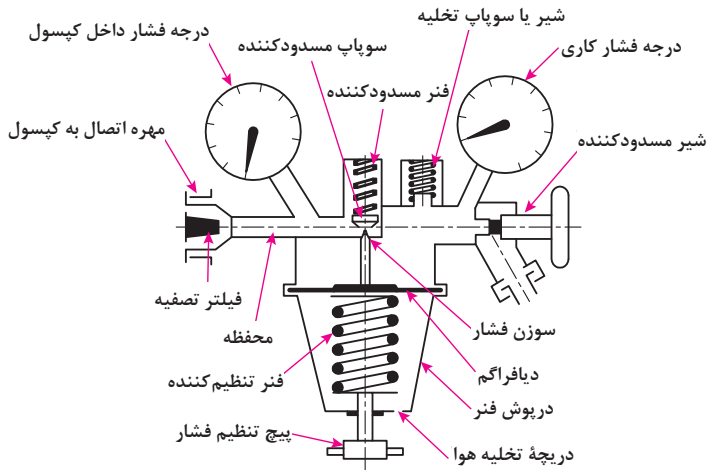
هرگز به رگولاتورها یا فشار سنج‌ها ضربه نزنید این ابزارهای دقیق درجه‌بندی شده بر اثر ضربه آسیب می‌بینند.

ابزار ایمنی آزادکننده رگولاتورهای مجهز به یک شیراطمینان یا دیسک محافظ هستند تا از ایجاد فشار اضافی ممانعت کنند و به رگولاتور آسیبی نرسد. شیر اطمینان از توپ کوچکی تشکیل شده است که با فنری به سختی مقابل سرلوله قرارگرفته است. پس از اینکه فشار اضافی رها شد، شیر اطمینان خود به خود به حالت اول برمی‌گردد. دیسک محافظ قطعهٔ نازکی است که بین دو فلز برای آب‌بندی استفاده می‌شود (شکل ۳ـ۳).



شکل ۳ـ۳ـ سوپاپ‌های اطمینان (آزادکننده فشار)

در عمل بیشتر از رگولاتورهای یک مرحله استفاده می‌شود در این رگولاتورها یک فشارسنج، فشار گاز داخل کپسول و فشارسنج دیگر فشار گاز مصرفی را نشان می‌دهد (شکل ۳ـ۴).



شکل ۳ـ۴ـ برش رگولاتور یک مرحله‌ای

روش کار بدین ترتیب است که گاز از دریچهٔ اول وارد یک فضای بزرگ‌تر شده، انبساط پیدا کرده و فشار آن کاهش می‌یابد و از طریق شیر به شیلنگ هدایت می‌شود. هر رگولاتور دارای یک پیچ است که با گردش آن می‌توان حجم این فضا را بزرگ‌تر کرده و یا کاهش داد و فشار گاز را تنظیم نمود (شکل ۳ـ۵).

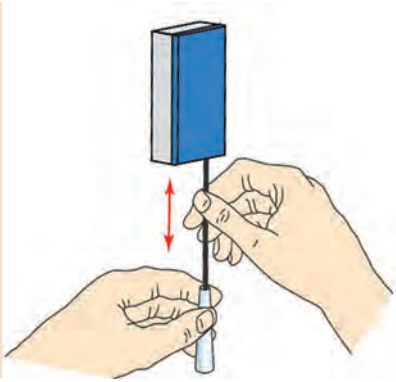
شکل ۳ـ۵ـ بستن رگولاتور به کپسول

مشاهده

هنرجویان گرامی سایر قسمت‌های رگولاتور و طرز کار آنها را مشاهده کنید و برای دوستان خود توضیح دهید.

سوزن یا سوهان سر مشعل

در موقع تنظیم شعله گاهی مشاهده می‌شودکه شعله دو یا چند شاخه شده یا طول شعله کوتاه است و شعله خوب تنظیم نمی‌شود. علت آن وجود دوده و یا اکسیدهای درون سوراخ سر مشعل است که موقع کار به آن چسبیده است. در این حالت لازم است سوراخ پستانک با سوزن های مخصوص تمیز شود (شکل‌های ۳ـ۶ و ۳ـ۷).



شکل ۳ـ۶ـ سوهان مخصوص سرمشعل

شکل ۳ـ۷ـ سری سوزن مخصوص تمیزکردن سرمشعل

عینک جوشکاری

شعله گاز دارای نور خیره‌کننده بوده و درخشندگی زیادی دارد و برای چشم ضرر دارد و استفاده از عینک مخصوص جوشکاری با شماره شیشه ۵ یا ۶ مطابق جدول (۴ـ۱۲کتاب درسی) ضروری است با استفاده از عینک جوشکاری چشم از آسیب جرقه‌های جوشکاری و برش‌کاری نیز در امان خواهد بود (شکل ۳ـ۸).

شکل ۳ـ۸ـ عینک جوشکاری گاز

فعالیت کارگاهی ۲

تنظیم فشار گازها و روشن نمودن شعله

ابتدا نکات عملی مهم پس از راه‌اندازی سیستم جوشکاری اکسی استیلن آموزش داده شود.

تنظیم فشار کپسول‌های اکسیژن و استیلن

قبل از شروع به تنظیم شعله و جوشکاری لازم است ابتدا سرمشعل مناسبی را با توجه به ضخامت قطعه کار انتخاب کرده و آن را به دسته مشعل متصل نمایید بایستی فشار گازهای مصرفی را مشخص کرده و با در نظر گرفتن این فشارها و رعایت مراتب زیر اقدام به روشن کردن و تنظیم مشعل نمود. پیچ تنظیم رگولاتور کپسول اکسیژن که در زیر آن قرار دارد را نیم دور باز کنید و شیر فلکه کپسول اکسیژن را ابتدا آرام در جهت پاد ساعتگرد (جهت خلاف گردش عقربه‌های ساعت) به اندازه نیم دور و سپس چند دور باز کنید و سپس با گرداندن پیچ تنظیم که در زیر رگولاتور قرار دارد فشار اکسیژن را چنان تنظیم کنید که فشارسنج دومی به اندازه ۳psi (۰/۲ kg/cm^2) را نشان دهد.

شیر کپسول استیلن را با آچار مخصوص نیم دور باز کنید تا در صورت وقوع نشتی بتوانید آن را به سرعت ببندید وقتی شیر کپسول نیم دور باز شده باشد، سریع‌تر از زمانی بسته می‌شود که دو یا سه دور باز شده باشد. اگر این شیرکپسول با آچار مخصوص باز و بسته می‌شود آچار را روی آن بگذارید.

نکته ایمنی

اگر فشار گاز خروجی کپسول استیلن از ۱۵ psi (۱ kg/cm^2) بیشتر شود، استن از کپسول استیلن خارج می‌شود و ممکن است سبب اشتعال شیلنگ کپسول استیلن شود.

دستگاه جوشکاری آماده بهره‌برداری است شیرهای روی دسته مشعل را به نوبت و به مقدار کمی باز کرده و در همان حال به سرعت دستگاه تنظیم فشار مربوطه را با توجه به فشار کار مورد لزوم که قبلاً تعیین کرده‌ایم تنظیم نمایند.

نکته

برای به حداقل رساندن میزان دوده در هنگام روشن کردن مشعل استیلن، شیر استیلن را بیشتر از اکسیژن باز کنید. اگر اکسیژن زیاد باشد صدای انفجار ایجاد می‌کند پس اکسیژن خیلی کم باز کنید بهتر است بلافاصله پس از روشن شدن مشعل مقدار گاز اکسیژن را اضافه کنید هرگز سعی نکنید مشعل را با مقدار کمی استیلن و بدون اکسیژن روشن کنید. در نتیجه این اقدام مقدار بسیار زیادی دوده ایجاد می‌کند.

نحوه روشن کردن شعله

۱ کمی شیر استیلن و مقدار کمتری شیر اکسیژن را باز و شعله را روشن کنید در ابتدا شعله زرد رنگ است و کمی دوده دارد، اگر کمی گاز اکسیژن را بیشتر باز کنید شعله‌ای بدون دود و زرد رنگ خواهیم داشت این شعله هنوز اندکی استیلن اضافی دارد و کربن ده است شعله ایجاد شده شعله احیا می‌باشد.

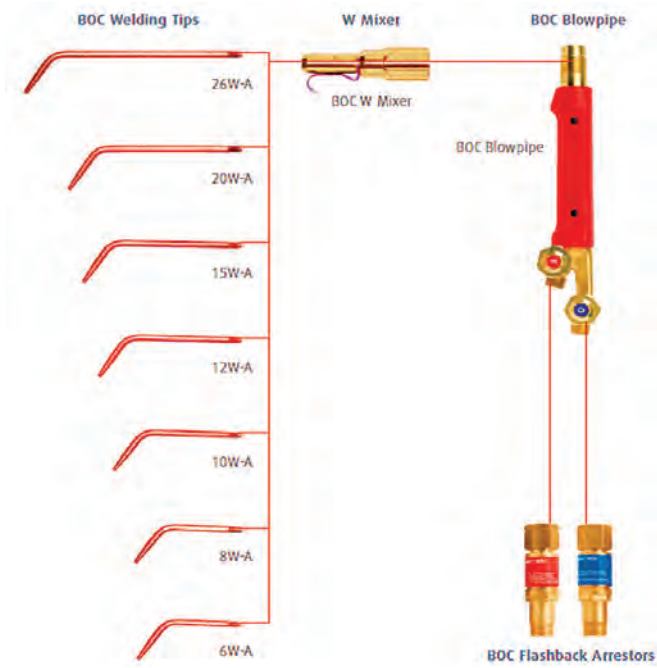
۲ با تنظیم شعله احیاء به آرامی اکسیژن را کمی بیشتر باز کنید تا میزان خروجی دو گاز استیلن و اکسیژن برابر شود شعله دو بخشی می‌شود شعلهٔ تنظیم شده، شعله خنثی است.

۳ اگر باز هم اکسیژن اضافه کنیم تا میزان اکسیژن بیشتر از استیلن شود، شعله‌ای با صدای هیس بلند ایجاد می‌شود که در این حالت شعله ایجاد شده شعله اکسیدی می‌باشد.

در پایان تمرین مشعل را خاموش کرده، فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید، شیلنگ‌ها راجمع‌آوری کنید و محل کار را تمیز نموده و وسایل را به انبار تحویل دهید.

جلسه سوم

نکات تکمیلی مشعل



شکل ۳ـ۹ـ نمایی از مشعل انژکتوری به همراه شیر یک‌طرفه و انواع نوک آنها

گاز سوختنی از روزنه‌های اطراف انژکتور با فشار کمتر از ۱bar وارد محفظه اختلاط شده و اکسیژن از طریق سوراخ ریز انژکتور که در وسط قرار دارد با فشار (۲ـ۳bar) به محفظه دمیده می‌شود تا گازها را با هم مخلوط کند و از پستانک سر مشعل خارج شوند سوراخ پستانک سرمشعل مخروطی شکل است و شعله متمرکز ایجاد می‌کند. همراه هر دسته مشعل جوشکاری چند مشعل جوشکاری با شماره‌های مختلف وجود دارد در بعضی از انواع قدیمی تعداد زیادی سر مشعل وجود دارد و امروزه با تعداد کمتری سرمشعل به بازار عرضه می‌شود. سرمشعل‌ها دارای شماره‌هایی هستند که روی سرمشعل حک می‌شود و استاندارد خاصی ندارد و با توجه به ضخامت ورق مورد استفاده یا مصرف هر کدام از گازها در یک ساعت شماره‌گذاری شده‌اند جدول (۳ـ۴) و (۳ـ۵).

نکات ایمنی مشعل

۱ـ مشعل‌ها، سر مشعل‌ها و نازل‌های مورد استفاده برای گازهای مایع نباید برای جوشکاری یا برشکاری با گاز استیلن مورد استفاده قرار گیرند.

۲ـ هرگز از اتصالات ساخته شده از مس خالص یا آلیاژی که بیش از ۶۵٪ مس داشته باشد برای استیلن استفاده نکنید زیرا ترکیب ناپایدار و قابل انفجار تشکیل می‌دهد.

جدول ۳ـ۴ـ شمارهٔ انتخاب مشعل با توجه به ضخامت ورق

مصرف استیلن لیتر در ساعت	ضخامت ورق میلی متر	شمارهٔ مشعل میلی متر
۱۵۰	۱	۱ـ۲
۳۰۰	۲ تا ۴	۲ـ۴
۵۰۰	۴ تا ۶	۴ـ۶

جدول ۳ـ۵ـ مشخصات سرمشعل و فشار گازها بر حسب ضخامت ورق فولادی

ضخامت ورق فولادی (in)	اندازهٔ افشانک		مشعل انژکتور		مشعل فشار مساوی		مصرف استیلن فوت مکعب در ساعت	
	قطر سوراخ (in)	شماره سوراخ	فشار گاز استیلن PSI	فشار گاز اکسیژن PSI	استیلن PSI	اکسیژن PSI		
۰/۰۱	۰/۰۲۲۵	۷۴	۵	۵ـ۷	۱	۱	تا	۱
۰/۰۱۶	۰/۰۲۸۰	۷۰	۵	۷ـ۸	۱	۱	تا	۱
۰/۰۱۹	۰/۰۲۸۰	۷۰	۵	۷ـ۱۰	۱	۱	تا	۱
$\frac{۱}{۳۲}$	۰/۰۳۵۰	۶۵	۵	۷ـ۱۸	۲	۲	$۲-\frac{۱}{۲}$	
$\frac{۳}{۴}$	۰/۰۴۶۵	۵۶	۵	۸ـ۲۰	۳	۳	۱ـ۴	
$\frac{۱}{۱۶}$	۰/۰۴۶۵ـ۰/۰۵۵۰	۵۶ـ۵۴	۵	۱۵ـ۲۰	۴	۴	۴ـ۶	
$\frac{۳}{۳۲}$	۰/۰۵۵۰ـ۰/۰۵۹۵	۵۴ـ۵۳	۵	۱۲ـ۲۴	۴	۴	۶ـ۱۰	
$\frac{۱}{۸}$	۰/۰۵۹۵ـ۰/۰۷۰۰	۵۳ـ۵۰	۵	۱۶ـ۲۵	۵	۵	۱۰ـ۱۷	
$\frac{۳}{۱۶}$	۰/۰۷۰۰ـ۰/۰۸۱۰	۵۰ـ۴۶	۵	۲۰ـ۲۹	۶	۶	۱۷ـ۳۰	
$\frac{۱}{۴}$	۰/۰۸۱۰ـ۰/۰۸۶۰	۴۶ـ۴۴	۵	۲۴ـ۳۳	۷	۷	۳۰ـ۴۵	

فعالیت کلاسی

هنرجوی گرامی طبق جداول استاندارد و روابط بحث شده در این فصل جدول زیر را تکمیل نمایید.

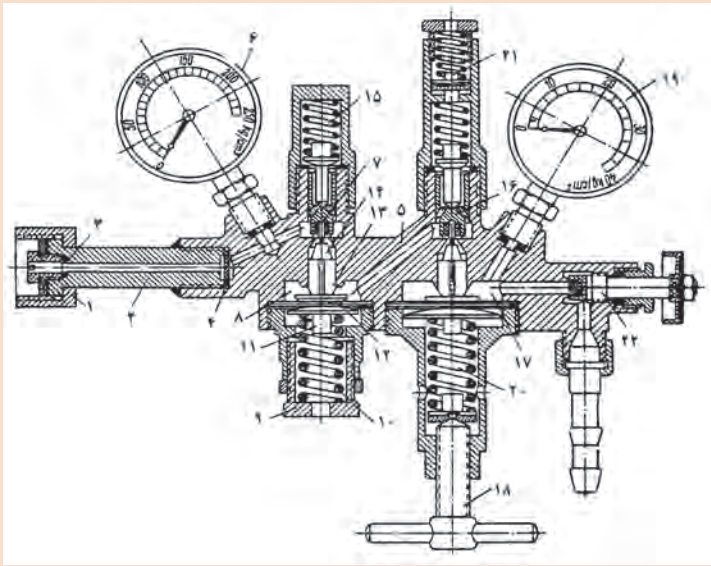
جدول ۳ـ۶ـ فعالیت کلاسی

ضخامت ورق	انتخاب شماره سربک	فشار گاز اکسیژن	فشار گاز استیلن	قطر سیم جوش
۱				
۱/۵				
۲				
۳				

چند نکته مهم

- قبل از سرد شدن کامل سرمشعل از تعویض آن خودداری نمایید.
- برای تمیز کردن سوراخ نازل‌ها فقط از سوزن‌های مخصوصی برای همین منظور ساخته شده‌اند استفاده نمایید.
- **فندک:** هرگز نباید مشعل را با شعله یا کبریت روشن کرد، بنابراین باید یک فندک جرقه‌زن چه معمولی چه برقی، برای روشن کردن مشعل استفاده کنید.

فعالیت کلاسی

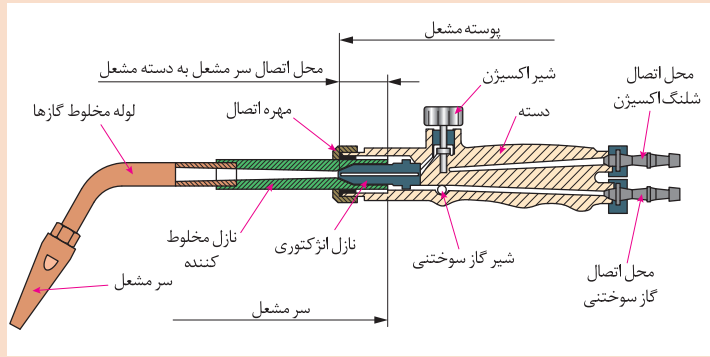


شکل ۳ـ۱۰

جدول ۳ـ۷ـ فعالیت کلاسی

شماره	نام	شماره	نام
	مهره اتصال روی کپسول		مجرای ورود گاز
	بدنه		سوپاپ کاهش فشار
	لوله واسطه		واشر جذب کننده حرارت
	پیچ قطع جریان گاز		درجه فشار کپسول
	مهره تنظیم فشار		فنر اصلی
	میله تنظیم فشار		اتاقک اول کاهش فشار
	واسطه اتصال حرکت		صفحه تنظیم فشار
	فنر برگشت سوپاپ		واسطه بالا برنده سوپاپ
	اتاقک دوم کاهش فشار		سوپاپ کاهش فشار
	درجه فشار گاز مورد لزوم		پیچ تنظیم فشار مورد لزوم

فعالیت کلاسی



شکل ۳ـ۱۱

جدول ۳ـ۸ـ فعالیت کلاسی

شماره	نام	شماره	نام
	سر مشعل		نازل مخلوط کننده
	لوله مخلوط گازها		نازل انژکتوری
	مهره اتصال		شیر گاز سوختنی
	محل اتصال گاز سوختنی		محل اتصال سرمشعل به دسته مشعل
	محل اتصال شیلنگ اکسیژن		شیر اکسیژن
	دسته		پوسته مشعل

فعالیت کارگاهی ۳

برای جلسه سوم پیشنهاد می‌شود هنرجویان با نحوه انتخاب صحیح شعله و سرمشعل جوشکاری آشنا شده و کنترل حوضچه مذاب و جوشکاری بدون فیلر را آموزش ببینند.

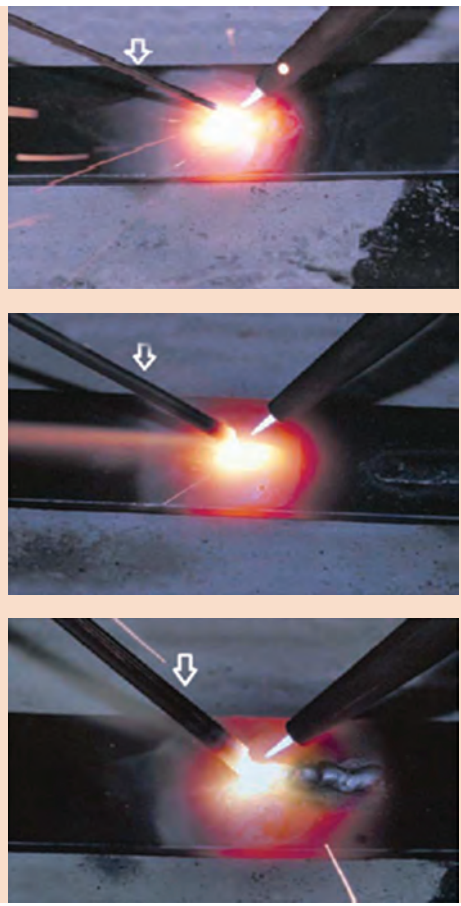
راهنمای انتخاب نوع شعله برای جوشکاری فلزات مختلف:

Flame adjustment for Oxy-acetylene welding

Metal	Flame
Mild Steel	Neutral
High Carbon Steel	Reducing
Grey Cast Iron	Neutral, Slightly Oxidizing
Alloy Steel	Neutral
Lead	Neutral
Aluminum	Slightly Carburizing
Brass	Slightly Oxidizing
Copper, Bronze	Neutral, Slightly Oxidizing
Nickel Alloy	Slightly Carburizing

جلسه چهارم

قطر سیم جوش: قطر سیم جوش و حرکات دستی مشعل می‌تواند مشخصات مهرهٔ جوش را کنترل کند. همان طور که سرمشعل با توجه به ضخامت قطعه کار تعیین می‌شود قطر سیم جوش نیز تابع ضخامت ورق مورد جوشکاری می‌باشد استفاده از یک سیم جوش ضخیم می‌تواند برای سرد نمودن حوضچهٔ مذاب جوش، افزایش گرده جوش و کاهش نفوذ جوش به‌کار رود. اگر شرایط به صورت یکسان باشند تغییر در ضخامت سیم جوش تأثیر دارد (شکل ۳ـ۱۲).



شکل ۳ـ۱۲ـ اگر تمام شرایط به‌صورت ثابت بمانند، تغییر در قطر سیم جوش طبق شکل‌های (A ـ B ـ C) تأثیر دارد.

جدول ۳ـ۹ـ سیم جوش‌های مناسب برای جوشکاری فولادها

فلز پایه فولاد نرم برطبق استاندارد (DIN۱۷۱۰۰)	کلاس سیم‌جوش‌های جوشکاری					
	G I	GII	GIII	GIV	GV	GVI
St۳۳						
St ۳۷_۲	❊	❊	❊	❊		
U st ۳۷_۲		❊	❊	❊		
R st ۳۷_۲		❊	❊	❊		
R st ۳۷_۲		❊	❊	❊		
St ۴۴_۲		❊	❊	❊		
St ۳۷_۳			❊	❊		
St ۴۴_۳			❊	❊		
St ۵۲_۳			❊	❊		

جدول ۳ـ۱۰ـ رفتار سیم جوش‌های جوشکاری با گاز در حین جوشکاری

	کلاس سیم‌جوش‌های جوشکاری		
خواص جوش	GI	GII	GII GVII GIV ـ GV ـ GVI
رفتار سیلان	سیالیت کم	سیالات بسیارکم	ویسکوز
پاشش	قابل توجه	اندک	وجود ندارد
تمایل به تخلخل	بله	بله	اندکی ندارد

جدول ۳ـ۱۱ـ شماره سرمشعل مناسب برای جوشکاری ورق‌هایی با ضخامت مختلف

یک (مشعل) جوشکاری	قطر قطعه قابل جوشکاری (mm)	مصرف اکسیژن بر حسب لیتر در ساعت (۰°C و ۱/۰۱۳ bar)	مصرف گاز استیلن بر حسب لیتر در ساعت
۰	۰/۲ـ۰/۵	۴۰±۵	۴۰
۱	۰/۵ـ۱	۸۰±۱۰	۷۵
۲	۱ـ۲	۱۶۰±۱۵	۱۵۰
۳	۲ـ۴	۳۱۵ ±۳۰	۳۰۰
۴	۴ـ۶	۵۰۰±۵۰	۴۸۰
۵	۶ـ۹	۸۰۰±۸۰	۷۵۰
۶	۹ـ۱۴	۱۲۵۰±۱۲۵	۱۱۵۰
۷	۱۴ـ۲۰	۱۸۰۰±۱۸۰	۱۷۰۰
۸	۲۰ـ۳۰	۲۵۰۰±۲۵۰	۲۴۰۰

جدول ۳ـ۱۲ـ فشارهای توصیه شده برای فولاد کم کربن

فشار استیلن		فشار اکسیژن		ضخامت فولاد	قطر نوک مشعل	شماره سرمشعل
kg/cm^2	psi	kg/cm^2	psi	mm	in	شماره
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۵	۰/۰۲	۰۰۰
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۵	۰/۰۲۵	۰۰
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۱/۲	۰/۰۳۵	۰
۰/۱۴	۲	۰/۱۴	۲	۱/۵	۰/۰۴	۱
۰/۱۴	۲	۰/۱۴	۲	۲	۰/۰۴۵	۲
۰/۲	۳	۰/۲	۳	۳	۰/۰۵	۳
۰/۲۷	۴	۰/۲۷	۴	۴	۰/۰۶	۴
۰/۳۴	۵	۰/۳۴	۵	۶/۵	۰/۰۷	۵

جدول ۳ـ۱۳ـ انتخاب سر مشعل در رابطه با ضخامت ورق و فشار گاز

اندازهٔ قطر سوراخ نازل برحسب اینچ	فشار گازها برحسب پوند بر اینچ مربع Psi				ضخامت ورق فولادی برحسب اینچ
	انژکتوری		فشار قوی		
	C_2H_2	O_2	C_2H_2	O_2	
۰/۰۲۲۵	۵	۵ـ۷	۱	۱	۰/۰۱
۰/۰۲۸۰	۵	۷ـ۸	۱	۱	۰/۰۱۶
۰/۰۲۸۰	۵	۷ـ۱۰	۱	۱	۰/۰۱۹
۰/۰۳۵۰	۵	۷ـ۱۸	۲	۲	$\frac{۱}{۳۲}$
۰/۰۴۶۵	۵	۸ـ۲۰	۳	۳	$\frac{۱}{۱۶}$
۰/۰۵۵۰	۵	۱۵ـ۲۰	۴	۴	$\frac{۱}{۳۲}$
۰/۰۵۹۰	۵	۲۴۰۱۲	۴	۴	—
۰/۰۷۰	۵	۲۵۰۱۶	۵	۵	$\frac{۳}{۱۶}$
۰/۰۸۱	۵	۲۰ـ۲۹	۶	۶	$\frac{۱}{۴}$
۰/۰۸۶	۵	۲۴ـ۳۳	۷	۷	$\frac{۳}{۸}$
۰/۰۹۸	۵	۲۹ـ۳۴	۸	۸	$\frac{۱}{۲}$
۰/۱۲۸۵	۵	۳۰ـ۴۰	۹	۹	$\frac{۵}{۸}$
۰/۱۳۶۰	۵	۳۰ـ۴۰	۱۰	۱۰	$\frac{۳}{۴}$
۰/۱۵۴۰	۵	۳۰ـ۴۲	۱۲	۱۲	۱
$\frac{۳}{۸}$	۰/۰۹۸۰	۴۰	۵	۲۹ـ۳۴	۸	۸	۴۰ـ۶۰	
$\frac{۱}{۲}$	۰/۱۲۸۵	۳۰	۵	۳۰ـ۴۰	۹	۹	۵۰ـ۷۵	
$\frac{۵}{۸}$	۰/۱۲۸۵ـ۰/۱۳۶۰	۳۰ـ۲۹	۵	۳۰ـ۴۰	۱۰	۱۰	۶۵ـ۱۰۰	
۱	۰/۱۵۴۰	۲۳	۵	۳۰ـ۴۲	۱۲	۱۲	۸۵ـ۱۴۰	

جدول ۳ـ۱۴ـ انتخاب پستانک در جوشکاری ورق‌های فلزی با ضخامت‌های مختلف

شماره پستانک	سوراخ پستانک به میلی‌متر	ضخامت ورق به میلی‌متر	طول متوسط شعله به میلی‌متر	فشار تقریبی گاز اکسیژن پوند بر اینچ مربع	فشار تقریبی گاز استیلن پوند بر اینچ مربع	مصرف تقریبی گاز اکسیژن به لیتر در ساعت	مصرف تقریبی گاز استیلن به لیتر در ساعت	قطر سیم‌جوش
۱	۰/۸۵	۱/۵	۴/۵	۱	۱	۱۰۸	۱۰۸	۱/۵
۲	۰/۹۸	۱/۵ تا ۲/۵	۶/۲۵	۲	۲	۱۳۵	۱۳۵	۱/۵تا۲
۳	۱/۴	۲/۵ تا ۴/۵	۷/۵	۳	۳	۲۱۶	۲۱۶	۳
۴	۱/۶	۴/۵ تا ۷/۵	۹	۴	۴	۳۲۴	۳۲۴	۴/۵
۵	۱/۹۶	۷/۵ تا ۱۰/۵	۱۰/۵	۵	۵	۵۱۳	۵۱۳	۶/۲۵
۶	۲/۱۸	۱۰/۵ تا ۱۵	۱۲/۵	۶	۶	۶۲۱	۶۲۱	۶/۲۵
۷	۲/۴۹	۱۵ تا ۲۰	۱۲/۵	۷	۷	۹۴۵	۹۴۵	۶/۲۵
۸	۲/۷	۲۰ تا ۲۵	۱۳/۵	۸	۸	۱۲۸۶	۱۲۸۶	۶/۲۵
۹	۲/۹۵	بیش از ۲۵	۱۵	۹	۹	۱۵۴۰	۱۵۴۰	۶/۲۵
۱۰	۳۵/۵۵	بیش از ۲۵	۲۰	۱۰	۱۰	۲۵۳۵	۲۵۳۵	۶/۲۵
۱۱	۳/۷۳	بیش از ۲۵	۲۲	۱۰	۱۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۶/۲۵
۱۲	۳/۷۹	بیش از ۲۵	۳۲	۱۰	۱۰	۲۹۷۰	۲۹۷۰	۶/۲۵

جدول ۳ـ۱۵ـ تابلوی مصرف گاز و زمان جوشکاری

مصرف استیلن لیتر در هر متر	مصرف استیلن لیتر در ساعت	مصرف اکسیژن لیتر در هر متر	مصرف اکسیژن لیتر در ساعت	زمان جوش دقیق در هر متر	ضخامت ورق میلی‌متر	شماره مشعل میلی‌متر
۱۵ ۳۰	۱۵۰	۱۵ ۳۰	۱۵۰	۶ ۱۲	۱ ۲	۱ـ۲
۴۰ ۱۰۸	۳۰۰	۴۰ ۱۰۸	۳۰۰	۸ ۲۱	۲ ۴	۲ـ۴
۱۰۸ ۲۵۰	۵۰۰	۱۰۸ ۲۵۰	۵۰۰	۱۳ ۳۰	۴ ۶	۴ـ۶
۲۲۵ ۵۳۵	۷۵۰	۲۲۵ ۵۳۵	۷۵۰	۱۸ ۴۲	۶ ۹	۶ـ۹
۵۴۵ ۱۳۹۰	۱۲۵۰	۵۴۵ ۱۳۹۰	۱۲۵۰	۲۶ ۶۵	۹ ۱۴	۹ـ۱۴
۱۲۰۰ ۳۰۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰ ۳۰۰۰	۱۸۰۰	۴۰ ۱۰۰	۱۴ ۲۰	۱۴ـ۲۰
۲۶۰۰ ۵۲۰۰	۲۶۰۰	۲۶۰۰ ۵۲۰۰	۲۶۰۰	۶۰ ۱۲۰	۲۰ ۳۰	۲۰ـ۳۰

خال‌جوش زدن و جوشکاری با فیلر

برای اتصال دادن دو قطعه به یکدیگر ابتدا قطعات باید توسط خال‌جوش به هم مونتاژ شوند که هنر آموز محترم می‌تواند در ابتدای جوشکاری این بحث را آموزش دهد.

روش صحیح خال جوش زدن چیست

مشعل را روی دو لبه جابه‌جا کنید تا دو لبه با هم، هم دما و گرم شوند و حوضچه مذاب مناسبی تشکیل شود و سپس سیم‌جوش را دو یا سه بار در حوضچه فرو و بیرون بیاورید تا خال‌جوش مناسبی ایجاد گردد.

۱ ابتدا سطح کار و محل‌های نزدیک به اتصال را با برس سیمی و یا وایر برس تمیز نمایید.

۲ لبه‌های قطعات کار با توجه به ضخامت آنها آماده‌سازی و لبه‌سازی نمایید.

۳ برای خال‌جوش‌زدن قطعات کار را با فاصله درز مناسب کنار هم قرار دهید و سپس شعله را روشن و در ابتدا لبه‌ها را ذوب کنید و سیم‌جوش را درون حوضچه فرو ببرید تا کمی از آن ذوب شود و قطعات به هم وصل شوند فاصله خال‌جوش‌ها از هم به اندازه ۳۰ برابر ضخامت قطعات است.

۴ در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید و ته مانده سیم‌جوش و دورریزها ورق‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

۵ پس از خال‌جوش‌زدن و کنترل نهایی (خال‌جوش‌ها را از نظر درستی و استحکام کنترل کنید) ابزار و وسایل را جمع‌آوری و مرتب کنید و در صورت لزوم به انبار تحویل دهید.

برای جوشکاری در وضعیت‌های مختلف با توجه به امکانات و زمان کارهای ارائه‌شده در کتاب آموزش داده شود.

جلسه پنجم

جوشکاری گوشه

هنرآموزان محترم در ابتدای این بخش پروژه ساخت ماشین بارکش قدیمی تعریف شده است.

هدف از پروژه در این بخش، آموزش انواع روش‌ها و وضعیت‌های جوشکاری گوشه در حین آموزش می‌باشد، به همین دلیل در صورت صلاحدید سعی شود حتی‌الامکان برای قطعه کارهای آموزشی در هر مرحله، از نقشه‌های این پروژه استفاده شود تا علاوه بر آشنایی هنرجویان با نقشه‌خوانی، با ساخت یک مصنوع انگیزه بیشتری برای یادگیری ایجاد شود.

شایان ذکر است می‌توانید از مصنوعات مشابه دیگر نیز جهت هدفمندشدن آموزش به صلاحدید خود استفاده فرمایید.

وضعیت‌ها یا حالت‌های مختلف جوشکاری (Welding position)

در بعضی از اتصالات که در صنعت باید جوشکاری شوند در هنگام نصب در محل یا در موقع ساخت سازه‌های بزرگ و لوله‌کشی‌ها در وضعیت‌های مختلفی واقع می‌شوند که آنها را به طور کلی در چهار وضعیت زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

۱ **حالت سطحی یا Flat:** در این حالت کار در وضعیت تخت قرار دارد و محور جوش حالت سطحی.

در استاندارد DIN این وضعیت را PA می‌نامند.

در استاندارد AWS برای جوش شیاری ۱G و جوش ماهیچه‌ای ۱F به‌کار می‌رود.

۲ **حالت افقی یا Horizantal:** در این حالت جوش در صفحه قائم به‌صورت افقی انجام می‌شود و به آن وضعیت افقی می‌گویند.

در استاندارد DIN جوش ماهیچه‌ای وضعیت PB وجوش شیاری PC می‌نامند.

در استاندارد AWS برای جوش شیاری ۲G و جوش ماهیچه ای ۲F به‌کار می‌رود.

۳ **حالت عمودی یا Vertical**: در این حالت محور جوش به صورت قائم است و می‌تواند از بالا به پایین (سرازیر) یا از پایین به بالا (سربالا) اجرا شود.
در استاندارد DIN این حالت، اگر جوش سربالا باشد PF و اگر جوش سرازیر باشد PG می‌نامند.
در استاندارد AWS برای جوش شیاری ۳G و جوش ماهیچه‌ای ۳F به‌کار می‌رود.

۳ **حالت سقفی Over head**: با توجه به محور جوش و قرار گرفتن آن در زیر سقف، به این حالت جوش در حالت سقفی می‌گویند.
در استاندارد DIN این وضعیت جوش ماهیچه‌ای با PD و جوش شیاری با PE می‌نامند.
در استاندارد AWS برای جوش شیاری ۴G و جوش ماهیچه‌ای ۴F به‌کار می‌رود.

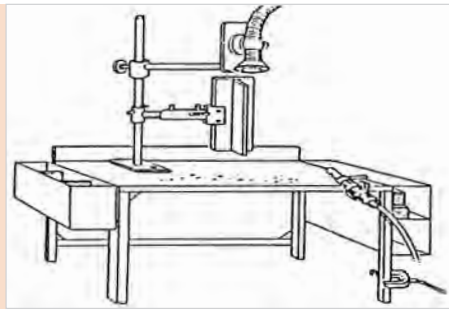
اصول آماده‌سازی طرح اتصال برای ورق‌های نازک

ورق‌های کمتر از ۳ میلی‌متر را می‌توان بدون پخ‌سازی جوشکاری کرد. قبل از جوشکاری باید لبه‌ها را صاف و تمیز و سپس رنگ، چربی و آلودگی‌های دیگر را کاملاً پاک نمود جوشکاری در حالت تخت عبارت است از اجرای خطوط جوش افقی برروی قطعات کنارهم که بر روی یک صفحه افقی قرار گرفته‌اند. در اتصال لبه برگردان، لبه‌های قطعات را به اندازهٔ ۱ یا $\frac{۱}{۲}$ ضخامت ورق به صورت عمودی خم نموده و کنار هم قرار می‌دهیم و با ذوب لبه‌های برگشته، گرده جوش ایجاد می‌کنیم. اتصالات لب روی هم از متداول‌ترین انواع اتصالات است در این نوع اتصال دو قطعه کار قسمتی از یکدیگر را می‌پوشانند این اتصال شبیه اتصال گوشه داخل است دلیل کاربرد زیاد این نوع اتصال ضرورت‌ها، اقتصادی بودن و اجرای سریع کار است. در اتصالات گوشه‌ای بیرونی قطعات با زاویه ۹۰ درجه کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. این نوع اتصالات را می‌توان با سیم جوش و نیز بدون سیم‌جوش جوشکاری نمود. همچنین در اتصالات گوشه‌ای از نوع سه پری (تی شکل) یک قطعه عمود بر قطعه دیگر و در وسط آن قرار می‌گیرد.

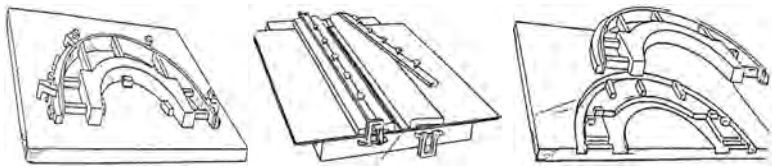
فیکسچرهای مورد استفاده در جوشکاری (Fixture)

وسایلی هستند که قطعات کار را برای انجام جوشکاری یا هرگونه عملیات دیگر، به‌طور قابل اطمینان نسبت به جوشکار یا ماشین کار را ثابت نگه می‌دارد. فیکسچرها را معمولاً طوری می‌سازند که قطعه کار با شکل و وضعیت به‌خصوصی در آنجا بگیرد. اغلب برای کارهایی که تنظیم وضعیت و جای دقیق جوش شدن

آنها مشکل است، فیکسچر تهیه می‌شود. (شکل‌های ۳ـ۱۳ تا ۳ـ۱۵) زیر چند نمونه از فکسچرها، انبردست گیره‌دار و چند نگهدارنده دیگر را نشان می‌دهد.

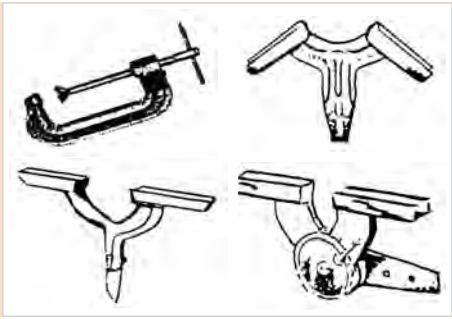


شکل ۳ـ۱۳ـ مناسب‌ترین فیکسچر برای جوشکاری قطعات آموزشی در وضعیت‌های مختلف



شکل ۳ـ۱۴ـ فیکسچرهای مورد استفاده در نگه داشتن قطعات جوشکاری

شکل ۳ـ۱۵ـ استفاده از انبردست گیره‌دار

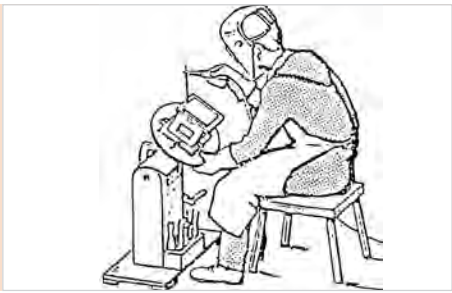


شکل ۳ـ۱۶ـ وسایل مختلف مخصوص نگه‌داشتن (بند و بست)

حالت‌دهنده‌ها و کاربرد آنها

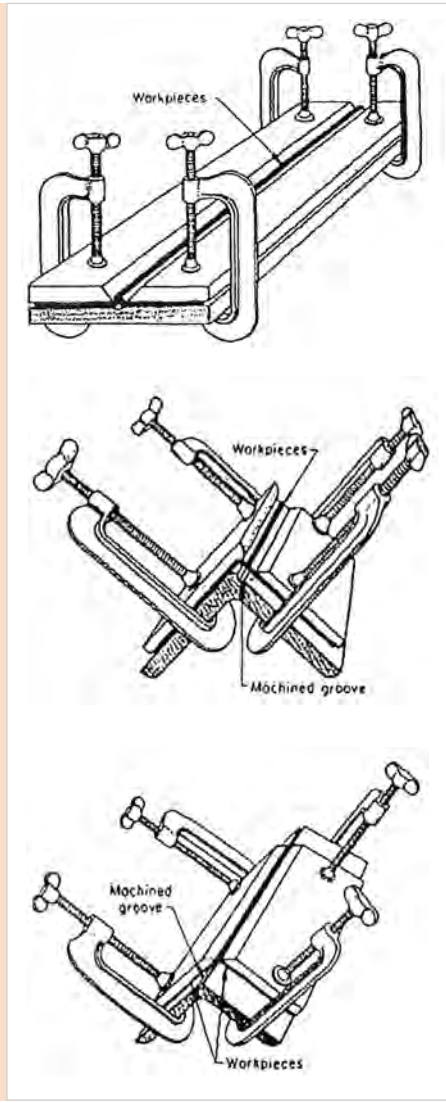
حالت‌دهنده‌ها از مهم‌ترین تجهیزات کمکی جوشکاری هستند. این وسایل به منظورهای خاصی در جوشکاری مورد استفاده واقع می‌شوند. مهم‌ترین دلیل استفاده از آنها تغییر وضعیت موجود قطعه جوشکاری به وضعیت مطلوب است به‌طوری که جوشکار قادر باشد با اطمینان بیشتر به کیفیت جوش و در وضعیت راحت‌تر کار جوشکاری را انجام دهد. چند نمونه از حالت‌دهنده‌ها را در شکل‌ها نشان می‌دهند. برخی از حالت‌دهنده‌ها کوچک و دستی هستند و برای قطعات کوچک و کارهایی که جوشکاری آنها در پاس‌های کوتاه و مجزا انجام می‌گیرد، مورد استفاده واقع می‌شوند شکل ۳ـ۱۷.

شکل ۳ـ۱۷ـ چند نمونه از حالت‌دهنده‌های مورد استفاده در جوشکاری



شکل ۳ـ۱۸ـ حالت‌دهنده‌های کوچک و دستی برای قطعات کوچک

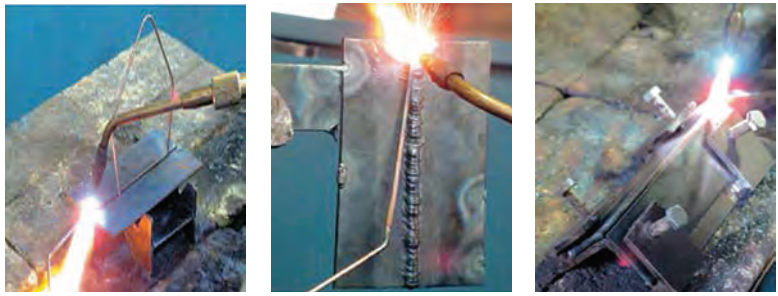
از گیره‌های جی شکل (G ـ CLAMPS) برای بستن قطعات کار ضخیم و نازک استفاده می‌شود. این گیرها از دو بازوی موازی برای دو نوع تنظیم استفاده می‌کنند. بازوی بلندتر ثابت برای جابه‌جایی با دامنه زیاد و بازوی کوتاه، پیچی و برای تنظیم‌های کوچک‌تر استفاده می‌شود. شکل ۳ـ۱۹ کاربرد نوعی از گیره‌های جی شکل را در بست‌های قطعات جوشکاری ورق های نسبتاً ضخیم را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ۱۹ـ شیوهٔ استفاده ازگیره‌های جی شکل در جوشکاری

در شکل‌های زیر چند نمونه از گیره، نگهدارنده و زیرکار را که در جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند آمده است. شکل ۳ـ۲۰ که شما هنرجوی گرامی با همکاری مربی و هنرآموز خود در کارگاه می‌توانید آنها را به سادگی بسازید.

شکل ۳ـ۲۰ـ چند نمونه از گیره، نگهدارنده و زیرکار مورد استفاده در جوشکاری



شکل ۳ـ۲۱ـ شیوهٔ استفاده از گیره‌ها، نگهدارنده‌ها و زیرکارها در جوشکاری گاز

قید و بست‌های جوشکاری و مونتاژ کاری

جوشکاری و مونتاژ قطعات ورقی، یکی از عملیات همیشگی و روزمره در صنعت تلقی می‌شود. این عملیات را می‌توان با به‌کارگیری قید و بست‌های مناسب، بهتر و سریع‌تر انجام داد.

جوشکاری یکی از روش‌های مفید و با صرفه در اتصال قطعات فلزی به یکدیگر است. بنابراین، اولین روشی که در صنعت برای اتصالات ورق‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد، جوشکاری است، اما به هنگام جوشکاری، حرارت نسبتاً زیادی تولید می‌شود که این امر در بسیاری از موارد باعث اعوجاج و تاب برداشتن قطعات می‌شود. یکی از نقش‌های اصلی قید و بست‌های جوشکاری، علاوه‌بر جانمایی قطعات منفصل، مهار قطعه کار و جلوگیری از بروز عیب یاد شده است.

عبارت جیگ یا فیکسچر برای جوشکاری، معنی مشابه جیگ و فیکسچرهای ماشین‌کاری را ندارند.

قید و بست جوشکاری، معمولاً ابزاری ثابت است، اما مطابق با شکل قطعه، می‌توان آنها را به طوری طراحی کرد که بتوان حول محورهای افقی و عمودی چرخاند.

جیگ‌های جوشکاری معمولاً از مقاطع ساختمانی جوشکاری شده ساخته می‌شوند. استفاده از مقاطع ساختمانی نظیر ورق، نبشی، ناودانی، لوله و دیگر شکل‌های این مقاطع می‌تواند در هزینه و مدت زمان ساخت جیگ و فیکسچر صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای به وجود آورد. همچنین با توجه به تنوع شکل‌های این مقاطع می‌توان جیگ‌های مختلف با شکل‌های گوناگون طراحی کرد. جوشکاری قطعات مختلف جیگ به یکدیگر به سرعت انجام شده و بنابراین مدت زمان لازم در ساخت یک جیگ جوشکاری بسیار کوتاه است. در جیگ‌های جوشکاری به ندرت از قطعات ماشین‌کاری شده استفاده می‌شود و حتی‌المقدور باید از به‌کارگیری قطعات ماشین‌کاری شده اجتناب کرد.

قید و بست‌های جوشکاری را می‌توان در روش‌های جوشکاری دستی، ماشینی یا اتوماتیک مورد استفاده قرار داد. بهترین نوع، جوشکاری قوسی در موقعیت تخت می‌باشد که یکی از امتیازات آن نرخ رسوب بالا است. بنابراین در مواردی که ممکن باشد، لازم است که قید و بست‌ها در حالت تخت جهت تثبیت قطعات مورد استفاده قرارگیرند. درصورتی‌که اتصالات مختلفی در صفحات مختلف داشته باشیم، موقعیت قید و بست‌ها بایستی به‌گونه‌ای باشد که بیشترین آن در موقعیت تخت قرار گیرند و اتصالات را به‌راحتی بتوان از یک یا دو طرف جوشکاری نمود.

در جوشکاری ماشینی یا اتوماتیک ممکن است قطعه کار حرکت کرده و مشعل یا تفنگ جوشکاری ثابت بماند و بالعکس در اتصالات دایره‌ای، معمولاً قطعه کار به‌صورت افقی چرخیده و قوس جوشکاری ثابت می‌باشد.

اتصالات خطی طولانی، معمولاً با ثابت بودن قطعه و حرکت مشعل، جوشکاری می‌شود. دستورالعمل‌های جوشکاری جهت مونتاژ بایستی قبل از شروع طراحی قید و بست‌ها انجام شود. همچنین طراحی مشعل یا تفنگ جوشکاری بایستی از نظر تماس یا برخورد با قید و بست انجام شود.

در بعضی از کاربردها، در طراحی قید و بست، کنترل مقدار نفوذ ریشه بایستی در نظر گرفته شود. معمولاً برای این مورد، پشت بندهای غیرمصرفی استفاده می‌شود. پشت بند می‌تواند از جنس سرامیک، بستری از فلاکس یا تسمه مسی شیاردار ساخته شود. تسمه‌های مسی آب خنک جهت تولیدات با حجم زیاد مناسب است ولی نبایستی برای فولادهای سخت شونده یا کوئنچ استفاده شوند.

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

اگر دستورالعمل جوشکاری فقط انجام خال جوش را مشخص کرده باشد، گیره‌ها فقط بایستی قطعات را در حین این عمل در حالت تنظیم نگهدارند. در بعضی از طراحی‌ها، قطعات نگه‌داشته شده خال جوش می‌شوند و سپس گیره‌ها حذف شده و جوشکاری بدون آن به دلیل قرارگیری اعوجاج در محدوده مجاز ادامه پیدا می‌کند.

جوش گوشه منقطع (Intermittent Fillet Welds)

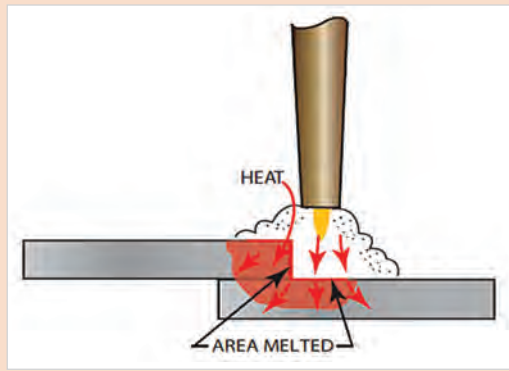
از این نوع جوش هنگامی استفاده می‌شود که ایجاد خط جوش پیوسته بیش از اندازه پر هزینه و زمان بر باشد و به استحکام حداکثر نیاز نباشد. جوش گوشه منقطع به دو شکل متقارن و نامتقارن ایجاد می‌شود.

فعالیت کارگاهی ۵

اتصال لب روی هم

در حین آموزش به این نکته توجه داشته باشید که در جوشکاری قطعات هم ضخامت، محل قرارگیری و زاویه مشعل نسبت به قطعه کار باید به صورتی باشد که گرما به صورت مساوی در دو قطعه تقسیم شود و در قطعات غیر هم ضخامت باید تمرکز حرارت بیشتر روی قطعات ضخیم‌تر باشد.

به‌طور مثال در اتصال لب روی هم نشان داده شده در شکل، گرما به صورت یکنواخت توزیع نمی‌گردد.



شکل ۳ـ۲۲

از ورق زیرین حرارت سریع‌تر هدایت می‌شود و در نتیجه ورق رویی سریع‌تر ذوب می‌شود. مفتول جوشکاری باید به ورق بالایی اضافه شود. جاذبه، حوضچهٔ مذاب جوش را به سمت پایین می‌کشد بنابراین لازم نیست که فلز به سمت ورق پایینی سوق داده شود. اگر فلز پرکننده به قسمت بالایی ورق اضافه نگردد و یا سرعت اضافه کردن سریع نباشد، کشش سطحی حوضچهٔ مذاب جوش را به سمت عقب اتصال می‌کشاند، شکل ۳ـ۲۲. هنگامی که این اتفاق افتاد ، سیم‌جوش باید مستقیماً به محل شیار هدایت گردد تا بسته شود. ظاهر و استحکام جوش نباید تحت تأثیر قرار بگیرد.

جوشکاری خارج از وضعیت

قطعات نمی‌توانند همیشه و در هر وضعیتی جوشکاری شوند و بیشتر در وضعیت تخت جوشکاری می‌گردند. هر گاه یک جوش در وضعیتی غیر از وضعیت تخت جوشکاری شود جوشکاری خارج از وضعیت خوانده می‌شود جوش‌هایی که در وضعیت‌های عمودی، افقی و سقفی انجام می‌شوند خارج از وضعیت خوانده شده و نسبت به روش تخت بسیار مشکل‌تر است.

جلسه ششم

برای آخرین جلسه پیشنهاد می‌شود با توجه به تمرینات و کارهای کارگاهی ارائه شده در کتاب، قطعات مورد نیاز ماشین بارکش قدیمی ساخته شده و یا اگر در جلسات قبل ساخته شده، مونتاژ و جوشکاری نهایی آن انجام شود و با توجه به بخش آخر کتاب هنرجویان بتوانند ارزیابی صحیحی از عیوب و کنترل ابعادی جوش داشته باشند.