فصل سوم

روش جوشکاری اکسی استیلن

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ نحوه روشن کردن مشعل را توضیح دهد.

۲ــ خصوصیات انواع شعله را شرح دهد.

۳ــ کاربرد شعله‌ها را بیان کند.

۴ــ روش آزمایش شعله را توضیح دهد.

۵ ــ روش کنترل شعله را توضیح دهد.

۶ــ پس زدن شعله را توضیح دهد.

۷ــ خاموش کردن مشعل را توضیح دهد.

۸ ــ عوامل مؤثر در جوش را توضیح دهد.

۳ــ روش جوشکاری اکسی‌استیلن

۱ــ۳ــ روشن کردن مشعل

۱ــ نازل یا سربکی انتخاب کنید که مناسب با ضخامت فلز جوش‌دادنی باشد.

۲ــ سوپاپ یا شیر کپسول اکسیژن و استیلن را باز کنید و فشار گازی را متناسب با اندازه سر مشعلی که با آن کار می‌کنید تنظیم نمایید. درموقع باز کردن شیر کپسول اکسیژن نزدیک به رگلاتور نایستید زیرا احتمال دارد به‌علت نقص در رگلاتور فشار گاز ناگهانی به شما برخورد کند و به‌چشم یا عینک شما آسیب برساند و بهتر است در یک‌طرف رگلاتور مطابق شکل ۱ــ۳ قرار گیرید و شیر کپسول را به‌آهستگی شروع به باز کردن نمایید.

شکل ۱ــ۳ــ موقعیت قرارگرفتن شخص نسبت به کپسول درموقع باز کردن شیر.

۳ــ شیر کپسول استیلن را فقط به‌اندازه یک‌دور و شیر کپسول اکسیژن را بطور کامل باز کنید.

۴ــ شیرهای رگلاتور اکسیژن و استیلن را برای فشار کاری موردلزوم تنظیم نمائید.

۵ ــ شیر استیلن روی مشعل را به‌اندازه $\frac{۳}{۴}$ دور باز کنید و با آتش‌زنه که به‌اندازه ۳۰ میلی‌متر با نوک مشعل فاصله داشته باشد، آن‌را روشن کنید (شکل ۲ــ۳).

شکل ۲ــ۳ــ طریقه روشن نمودن مشعل

این عمل را با سرعت انجام دهید تا از هدررفتن بیهودهٔ گاز جلوگیری شود.

چنانچه شیر به‌اندازه ذکر شده باز نشود گاز استیلنی که می‌سوزد دوده ایجاد می‌کند. در این‌حالت فوری شیر استیلن روی مشعل را بیشتر باز کنید تا حدّی که شعله نسبت به سر مشعل کمی فاصله پیدا کند.

برای روشن کردن مشعل هرگز از کبریت استفاده نکنید.

این روش باعث می‌شود که نوک انگشتان بسوزد زیرا سرعت احتراق استیلن زیاد است. برای روشن کردن مشعل، نوک سرمشعل را به‌طرف پایین بگیرید و ترجیحاً به‌طرف رویه میز کار باشد. برای روشن نمودن مشعل هیچگاه آن‌را به‌طرف بالا یا چپ و راست نگیرید زیرا امکان دارد افرادی در نزدیکی و مجاورت شما باشند و آسیب ببینند.

در صورتی‌که فرد دیگری در نزدیکی شما جوشکاری می‌کند هرگز برای روشن کردن مشعل از مشعل روشن او استفاده نکنید و نیز برای روشن نمودن مشعل از فلزات داغ استفاده ننمائید.

موقعی که گاز استیلن ــ مطابق آنچه گفته شد ــ شروع به سوختن کرد شیر اکسیژن را به‌اندازه باز کنید تا یک مخروط سفید رنگ در نزدیک سر مشعل که با مخروط آبی‌رنگ دیگری احاطه شده است شکل بگیرد.

۲ــ۳ــ شعله

از دیدگاه علوم جوشکاری، یکی از خصوصیات عمدهٔ شعله که اهمیت زیادی دارد درجه حرارت آن است و اگر این درجه حرارت کافی باشد می‌توان در جوشکاری از آن استفاده کرد.

انتقال انرژی حرارتی از شعله به فلز جوش‌دادنی ازطریق فشار جابه‌جایی (Convection) و تشعشع انجام می‌شود (radiation).

انتقال به‌صورت جابه‌جایی متناسب است با مقدار عبور جریان گاز و اختلافی که بین درجه حرارت شعله و قطعه‌کار موجود است. انتقال به‌فُرم تشعشع بر مبنای اصل استفان‌بولتزمن مساویست با توان چهارم درجه حرارت مطلق. توجیه این قانون در جوشکاری این‌است که اگر درجه حرارت را جزیی افزایش دهیم می‌توان سرعت جوشکاری را بطور قابل‌توجهی زیاد کرد.

آزمایش نشان داده که فقط ۱۵ درصد از کل حرارت شعله ازطریق تشعشع به قطعه کار می‌رسد از این‌رو درجه حرارت شعله نمی‌تواند تنها ملاک و میزان قطعی برای گازسوختنی باشد.

پارامتری که باید برای انرژی شعله و نوع گاز به آن توجه شود شدت احتراق است که مقدار آن با شتاب سوختن و سرعت اختلاط گازهای به‌کاررفته و توان حرارتی ارتباط دارد. دیمانسیون شدت احتراق $\frac{Cal}{S.m^۲}$ یا $\frac{Btu}{S.ft^۲}$ است یعنی مقدار انرژی حرارتی را که می‌توان در واحد زمان از واحد سطح مخروط شعله به‌دست آورد.

محاسبهٔ شدت احتراق کل شعله یا فقط مخروط شعله به‌شرح جدول ۱ــ۳ ارائه می‌گردد.

جدول ۱ــ۳ــ شدت احتراق شعله

گاز سوختنی	حرارت مخصوص $B.t.u / ft^3$	حرارت مخصوص Cal / m^3	نسبت احتراق	نسبت اکسیژن به گاز سوختنی	درجه حرارت شعله $^\circ C$	شدت احتراق Btu / Sft^3
استیلن	۱۴۳۳	۱۲۷۵۲	۲/۵	۱ به ۱	۳۲۵۰ $^\circ C$	۱۲۷۰۰
پروپان	۲۳۰۹	۲۰۵۴۰	۵	۱ به ۳/۲۵	۳۱۰۰	۵۵۰۰
هیدروژن	۲۷۵	۲۴۴۷	۰/۵	۱ به ۰/۵	۲۸۰۰	۷۵۰۰

بیش‌ترین درصد درجه حرارت بستگی به ظرفیت حرارتی گاز سوختنی و حجم آن و گرمای ویژه و شدت احتراق دارد. برای کامل شدن احتراق، اکسیژن نقش بسیار عمده‌ای دارد.

نسبت حجم اکسیژن که برای کامل شدن احتراق یک حجم از گاز سوختنی به‌کار می‌رود، نسبت احتراق نام دارد. از طرفی اکسیژن مقداری از حرارت بدست آمده از واکنش گازها را جذب کرده درنتیجه باعث کاهش دمای شعله می‌گردد. وجود گاز دیگر مانند نیتروژن که داغ می‌شود ولی وارد واکنش نمی‌گردد نیز باعث کاهش دمای شعله می‌شود چنانچه شعله در اکسیژن بسوزد درجه حرارتش خیلی بیش از زمانی است که در هوا بسوزد زیرا در هوا، مقداری ازت وجود دارد.

دمای شعله دراثر ازدیاد یکی ازگازها، اکسیژن یا استیلن نیز کاهش می‌یابد.

نقش عمده مشعل جوشکاری این‌است که می‌تواند حجم صحیح و درست اکسیژن و گاز سوختنی را مخلوط کند.

۳ــ۳ــ شعله اکسی استیلن

شعله جوشکاری به نسبت یک حجم اکسیژن با یک حجم مساوی استیلن بهترین شرایط احتراق را بدست می‌آورد. احتراق در سطح خارجی مخروط اولیه شکل می‌گیرد و واکنش آن به‌صورت زیر است :

$C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2CO + H_2 + 106500Cal$ (مرحله اوّل)

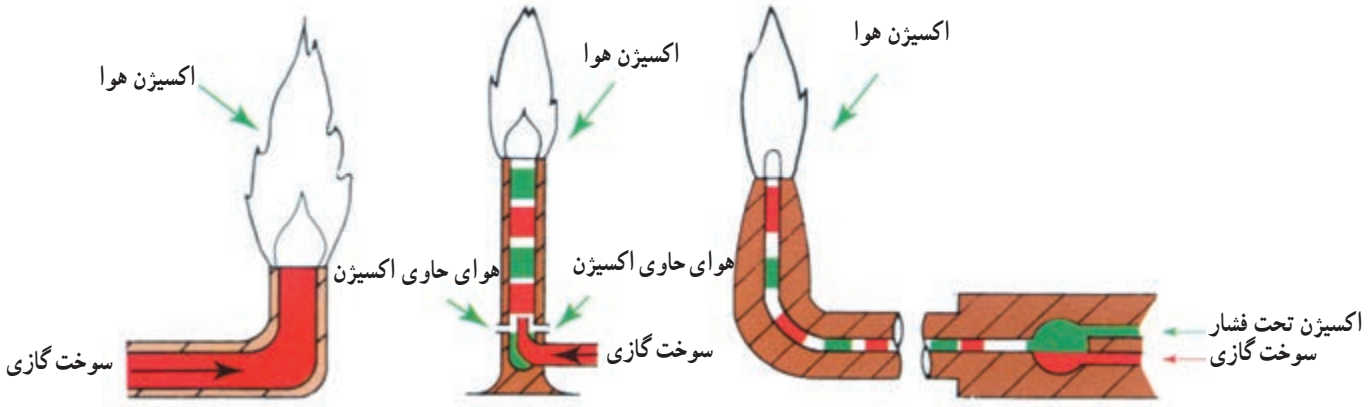
ماکزیمم درجه حرارت در خارج از محیط احتراق اولیه بدست می آید، یعنی در جایی که آنالیز حجمی گازها به‌صورت زیر است :

$60\% CO$

$20\% H_2$

$20\% H$

حاصل واکنش اولیه ایجاد یک هاله آبی‌رنگ است که آن‌را ناحیه کاهش درجه حرارت می‌نامند. به‌محض اینکه گازهایی که می‌سوزند خارج می‌شوند هوای مجاور را به‌طرف سطح خارجی



شکل ۳ــ۳ــ روش‌های ترکیب اکسیژن و سوخت برای ایجاد شعله

شعله می‌کشند و هوا با احتراق اولیه وارد فعل و انفعال می‌شود، مانند رابطه زیر :

مرحله دوم
$$\begin{cases} 2CO + O_2 + 3/78N_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3/78N_2 \\ 2H_2 + O_2 + 3/78N_2 \longrightarrow 2H_2O + 3/78N_2 \end{cases}$$

تنظیم صحیح شعله، اصل مهمی است که درموقع جوشکاری ورق‌های فلزی باید رعایت شود.

اگرچه در اینجا فقط شعله خنثی برای تمرین‌های مختلفی که بر روی ورق‌های فولادی به‌کار می‌رود، ذکر شده است ولی شناختن سه نوع شعله و اطلاع از اینکه چگونه باید وضعیت مشعل را تنظیم کرد تا این سه شعله مختلف را بدست آورد در جوشکاری صحیح حائز اهمیت است.

شعله جوشکاری وقتی می‌تواند لبه‌های دو قطعه فلز را بدون آسیب رساندن به آنها ذوب نموده به یکدیگر جوش بدهد که دارای خواص زیر باشد :

الف ــ شعله باید به‌قدر کافی حرارت داشته باشد تا بتواند لبه دو قطعه فلز را ذوب کند.

ب ــ حرارت شعله نباید فلز را بسوزاند، یعنی آن‌را اکسیده کند.

ج ــ شعله نباید مواد خارجی به فلز اضافه کند.

د ــ شعله نباید به ورق فولادی کربن اضافه کند.

مقدار حرارت شعله متناسب با مقدار گازی است که سوخته می‌شود. برای ایجاد حرارت بیشتر باید پستانک گشادتر بکار برد. امّا درجه حرارت شعله ارتباطی به بزرگی و کوچکی سوراخ پستانک ندارد. عمل احتراق استیلن و اکسیژن در دو مرحله انجام می‌گیرد :

در مرحله اول اکسیژن و استیلن با هم ترکیب شده اکسید کربن و هیدروژن بدست می‌آید.

هیدروژن + اکسید کربن ⟵ اکسیژن + استیلن

$$2C_2H_2 + 2O_2 \longrightarrow 4CO + 2H_2$$

در مرحله دوم از ترکیب اکسیدکربن با هیدروژن و اکسیژن هوا بی‌اکسید کربن و بخار آب تولید می شود.

بخار آب + بی‌اکسید کربن ⟵ اکسیژن هوا + هیدروژن + اکسید کربن

$$4CO + 2H_2 + 3O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$

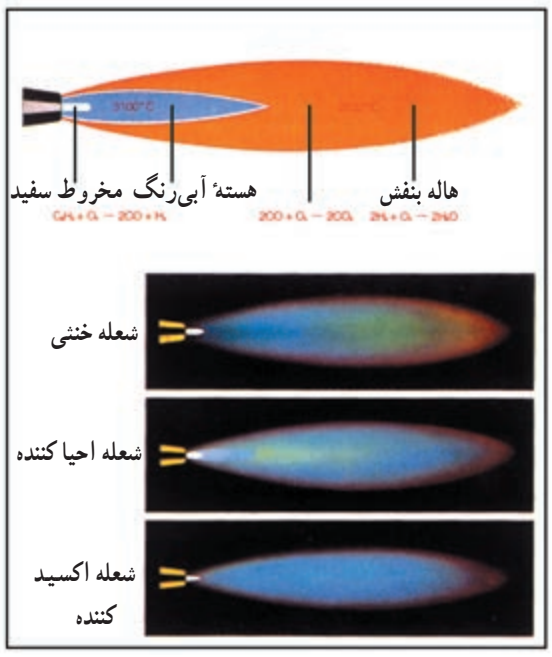
شعله از چهار قسمت زیر تشکیل می‌شود (شکل ۴ــ۳)

۱ــ هسته آبی‌رنگ

۲ــ مخروط سفید

۳ــ ناحیه جوشکاری که به رنگ سبز مایل به‌آبی است.

۴ــ هاله بنفش‌رنگ و لرزان شعله



شکل ۴ــ۳ــ شعله اکسی‌استیلن و قسمت‌های مختلف آن

حداکثر حرارت شعله در حدود $3200^{\circ}C$ است که به فاصله ۱ تا ۳ میلی‌متر از مخروط سفید شعله موجود است و ناحیه جوشکاری در همین ناحیه قرار دارد.

حرارت شعله در دهانه پستانک $300^{\circ}C$ تا $400^{\circ}C$ می‌باشد.

۴ــ۳ــ انواع شعله

۱ــ۴ــ۳ــ شعله خنثی: شعله‌ای که از احتراق مخلوط اکسیژن و استیلن به‌نسبت یک به‌یک ایجاد می‌شود، شعله خنثی می‌نامند. نسبت یک به‌یک یعنی یک حجم اکسیژن با یک حجم استیلن مخلوط گردد.

چنانچه این نسبت رعایت شود امّا مقدار حجم مخلوطی که در واحد زمان خارج می‌گردد کم یا زیاد باشد، شعله ملایم یا قوی را شکل می‌دهد.

مخروط شعله خنثی کاملاً آشکار است و از خطوط پیرامون آن بخوبی قابل تشخیص است. کاربرد این نوع شعله در جوشکاری ورق‌های فولادی است. طول مخروط اولیه شعله خنثی می‌تواند بین ۱/۵ mm تا ۱۹ mm باشد که بستگی به اندازه سر مشعل دارد (شکل ۵ ــ۳ــ ج).

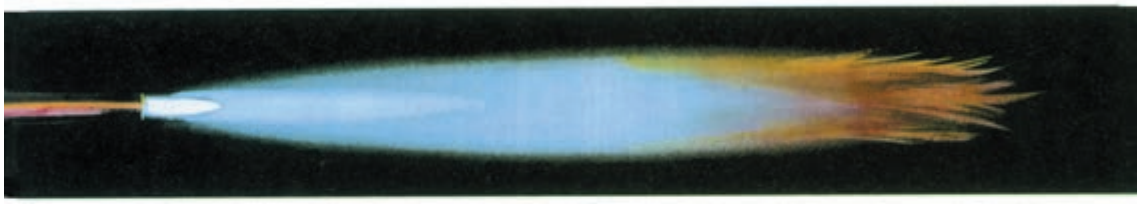
۲ــ۴ــ۳ــ شعله احیاکننده: اگر مصرف استیلن زیادتر از اکسیژن باشد یا به‌عبارت دیگر نسبت حجمی استیلن بیش از اکسیژن گردد نوع شعله احیاکننده است (شکل ۵ ــ۳ــ ب). چنین شعله‌ای محتوی مقداری کربن نسوخته و آزاد است که وارد ماده مذاب جوش شده آن‌را سخت و شکننده می‌سازد، به همین علت این شعله در جوش‌فولاد کاربردی ندارد. کاربرد شعله احیاکننده در جوشکاری آلومینیوم و لحیم سخت است.

در جوشکاری آلومینیوم کربن اضافی در شعله احیاکننده از اکسیداسیون آلومینیوم جلوگیری می‌کند یا در جوشکاری مونل از آن استفاده می‌شود.

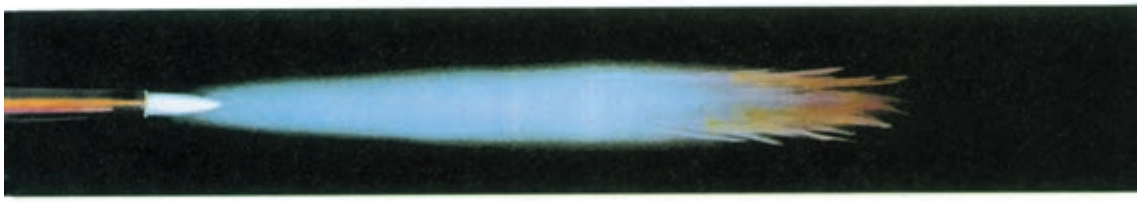
۳ــ۴ــ۳ــ شعله اکسید کننده: در صورتی‌که هنگام احتراق حجم اکسیژن بیش از استیلن باشد مخروط شعله کوتاه‌تر شده و درخشندگی خود را از دست می‌دهد و صدای آن نسبت به شعله‌های دیگر زیادتر است (شکل ۵ ــ۳ــ د).

در موقع جوشکاری با شعله اکسید کننده، سیم جوش با اکسیژن اضافی شعله ترکیب شده می‌سوزد و جرقه‌هایی به‌اطراف می‌پراکند. کاربرد این نوع شعله در فولادها باعث می‌شود که سرباره نازکی در روی سطح جوش پدیدار شود و از طرفی استحکام و مقاومت جوش را بطور فاحشی کاهش می‌دهد. کاربرد این نوع شعله در جوشکاری برنج، برنز و بعضی آلیاژهای دیگر است.

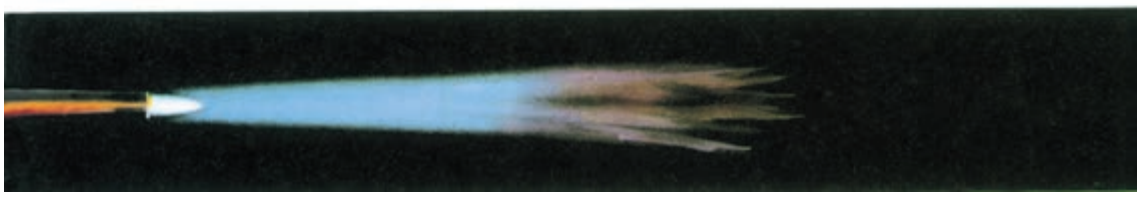
الف سوختن استیلن در آتمسفر شیر گاز را باز کنید تا شعله دود کند.



ب شعلهٔ احیاکننده (استیلن زیاد با اکسیژن) برای سختی سطحی و جوش فلزات سفید



ج شعلهٔ خنثی (استیلن و اکسیژن) دما ۵۵۸۹° F (۳۰۸۷° C) برای جوش ذوبی فولاد و چدن



د شعلهٔ اکسید کننده (استیلن و اکسیژن زیاد) برای لحیم سخت با سیم جوش برنز

شکل ۵ ــ۳ــ رنگ و نمای شعله‌های اکسی‌استیلن

۵ــ۳ــ مشخصات شعله

هر کدام از این سه شعله ممکن است قوی یا ملایم باشند و از اثر مختلفی که بر روی ناحیه مذاب دارند شناخته می‌شوند.

شعله قوی بطور قابل‌ملاحظه‌ای روی ناحیه مذاب فشار می‌آورد و باعث می‌گردد که فلز مذاب به‌اطراف حرکت کند. از این‌رو وسعت حوضچه مذاب گسترده‌تر شده و ناحیه مذاب را نمی‌توان به‌اندازه کافی آرام نگاهداشت. بنابراین کنترل لازم را برای جوش خوب نمی‌توان برقرار کرد. از طرف دیگر شعله ملایم به‌سطح ناحیه مذاب کمتر فشار می‌آورد و جوشکار می‌تواند کنترل لازم را در تمام اوقات داشته باشد. شعله ملایم خنثی بهترین وضعیت را برای جوشکاری ورق‌های فولادی ایجاد می‌کند.

۶ــ۳ــ آزمایش شعله

برای تشخیص شعله احیاکننده می‌توانید از یک قطعه فولاد قراضه استفاده نمائید. شعله احیاکننده را نزدیک و در یک نقطه بر روی سطح فولاد نگه دارید تا شروع به مذاب شدن کند، درنتیجه خواهید دید به‌محض اینکه مذاب شکل گرفت سیال گرایش به‌جوشیدن دارد که دراثر وارد شدن کربن، زیادی شعله به‌ناحیه مذاب است. پس از اینکه فلز سرد شد خواهید دید که حوضچه مذاب چاله‌چاله شده و شکننده می‌گردد.

شعله خنثی را به نسبت یک حجم اکسیژن و یک حجم استیلن تنظیم کنید. شعله را نزدیک سطح فلز گرفته تا حوضچه مذاب شکل بگیرد. سپس مذاب مانند شیره غلیظ شروع به‌حرکت می‌کند و تعداد جرقه‌ها بسیار کم خواهد شد.

شعله اکسیده‌کنند را با افزایش کمی اکسیژن تنظیم کنید و مانند آزمایش‌های قبل آن‌را نزدیک به سطح فولاد بگیرید. به‌محض اینکه حوضچه مذاب شکل گرفت مشاهده می‌کنید که مذاب کف می‌کند. ازطرفی تعداد جرقه‌ها زیاد می‌گردد. پس از سرد شدن قطعه یک سطح سفید گرد مانند در اطراف مذاب مشاهده می‌گردد.

۷ــ۳ــ کنترل شعله

پس از اینکه شعله تنظیم شد باید بدانیم که در تمام طول زمان جوشکاری شعله همان وضعیت را نخواهد داشت. همان‌طوری‌که عمل جوشکاری اجرا می‌شود باید در زمان‌های متفاوت مراقب شعله باشید تا اگر از تنظیم خارج شد آن‌را دومرتبه تنظیم کنیم.

خارج شدن شعله از حالت تنظیم بودن به‌این علت است که جریان گازها از رگلاتور نوسان پیدا می‌کند و با گرداندن یکی از شیرهای مشعل می‌توان شعله را به‌سرعت به‌حالت اولیه برگرداند.

در زمان جوشکاری ممکن است شعله صدای پوپ (pop) بدهد و این نشان دهنده این است که مقدار عبور جریان گاز که به‌سر مشعل می‌رسد، کم است و با باز کردن بیشتر شیرهای استیلن و اکسیژن می‌توان این حالت را ازبین برد. علت دیگر این صدا در ارتباط با نگهداری زیاد شعله در یک نقطه می‌باشد که فلز بیش‌از حد داغ شده و مقدار کافی از سیم‌جوش در ناحیه مذاب ذوب نمی‌گردد.

۸ــ۳ــ پس‌زدن شعله (Flash back)

هنگامی که شعله با صدای پوپ (pop) همراه است آن‌را تو کشیدن شعله (back fire) می‌نامند و گاهی اوقات بعد از صدای پوپ در داخل مشعل صدای سوت کشیدن شنیده می‌شود، که بسیار خطرناک است. علل پس‌زدن شعله به‌صورت زیر است :

۱ــ تماس نوک مشعل به سطح کار

۲ــ کم بودن فشارکاری گازها نسبت به اندازه سر مشعل

۳ــ گرم شدن بیش از حدّ سر مشعل یا مشعل

۴ــ مسدود شدن دهانه خروجی مشعل

۵ ــ زمین خوردن مشعل و درنتیجه ایجاد عیب در داخل آن

نکات مهم

۱ــ شیر گاز کپسول یا ژنراتور استیلن را ببندید.

۲ــ شیر گاز استیلن مشعل را ببندید تا شعله خاموش شده و با عبور گاز اکسیژن از داخل شیلنگ و پس از آن از داخل مشعل اطمینان حاصل نمائید که گاز سوختنی خاموش شده است.

۳ــ پس از بستن شیرهای گاز سوختنی شیرهای گاز اکسیژن را ببندید.

۴ــ سر مشعل را با آب خنک کنید.

۵ ــ باقیمانده گاز داخل رگلاتورها را خارج کنید و فشار استیلن و اکسیژن را به‌صفر برسانید.

۶ ــ توجه کنید که نوک سر مشعل مسدود نشده باشد.

۷ــ پیچ سرمشعل را که به‌وسیلهٔ بدنه مشعل بسته می‌گردد آزمایش کنید که شُل نشده باشد.

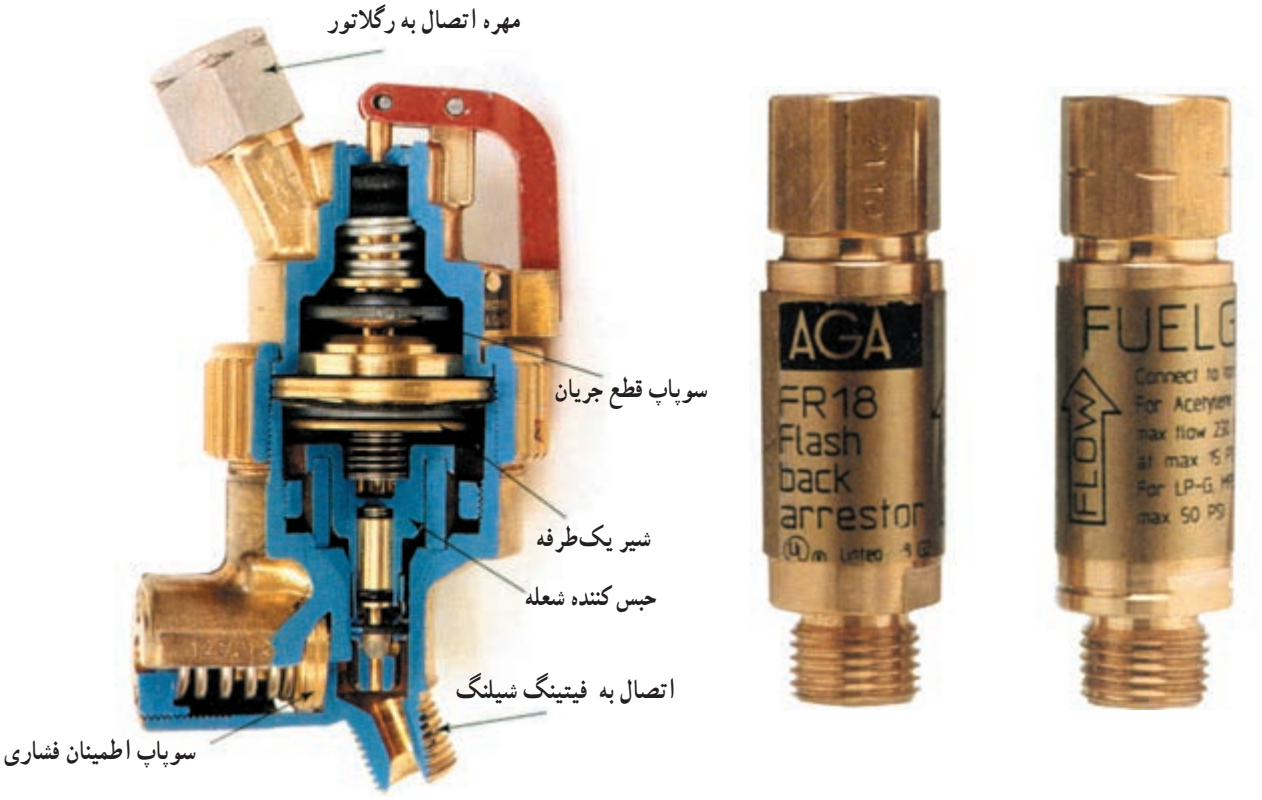
۸ ــ شیلنگ‌ها را بررسی کنید که سوراخ نشده یا ترک برنداشته باشند.

۹ــ۳ــ دستگاه فلاش‌بک

دستگاه فلاش‌بک سیستم بسیار دقیقی است که برای فشارهای متفاوت ساخته شده و شرایط ساختاری آن متناسب با نوع گازها مانند استیلن ، پروپان، هیدروژن، گاز زغال و اکسیژن می‌باشد.

سیستم فلاش‌بک معمولاً به قسمت خروجی رگلاتور بسته می‌شود و از تماس شعله به منابع گازهای نامبرده جلوگیری می‌کند. به‌علت حساس بودن آن لازم است که همیشه از رگلاتورها بطور صحیح استفاده شده و از برخورد اشیاء به آنها جلوگیری و نیز از زمین خوردن آنها باید اجتناب کرد.

در مولدهای استیلن این سیستم به‌نام محفظه اطمینان نامیده می‌شود که در صفحات قبل درباره آنها توضیح داده شد. در شکل ۶ــ۳ سیستم فلاش‌بک نشان داده شده است.



شکل ۶ــ۳ــ سیستم فلاش‌بک

۱۰ــ۳ــ روش خاموش کردن شعله

موارد زیر را باید درموقع اتمام عمل جوشکاری رعایت کرد :

۱ــ ابتدا شیر گاز استیلن مشعل را ببندید ؛در این هنگام شعله خاموش شده و با عبور گاز اکسیژن از مشعل مطمئن خواهید شد که گاز سوختنی خاموش شده است.

۲ــ پس از بستن شیر گاز استیلن، شیر اکسیژن مشعل را ببندید.

۳ــ فشار گاز اکسیژن و استیلن را با بستن شیرهای کپسول از روی رگلاتور بردارید.

۴ــ هر دو شیر اکسیژن و استیلن مشعل را باز کرده و باقیمانده فشار گاز رگلاتور را به صفر برسانید.

۵ ــ شیرهای مشعل را آهسته ببندید و مشعل را به‌جایگاه مخصوص خود بیاویزید.

۱۱ــ۳ــ عوامل مؤثر در جوش

هرچند که نکات ذکر شده زیر ساده به‌نظر می‌رسند اما رعایت آنها می‌تواند عوامل مؤثری در اجرای صحیح جوشکاری باشد.

۱ــ۱۱ــ۳ــ وضعیت شیلنگ‌ها: گاهی جوشکاران شیلنگ‌ها را روی شانه خود می‌اندازند. در این‌صورت چون وزن مشعل روی لوله‌های لاستیکی می‌افتد جوشکار سنگینی آن‌را احساس نمی‌کند و کافیست فقط با انگشت، حرکت مخصوصی را که بعداً شرح داده خواهد شد به مشعل بدهد. اما معمولاً باید از این شیوه کار اجتناب کرد زیرا از حرکت آزاد گاز و در نتیجه شعله جلوگیری می‌کند. تنها در هنگام جوشکاری مداوم و طولانی که موجب خستگی مچ و بازوان جوشکار می‌شود می‌توان شیلنگ‌ها را روی شانه انداخت.

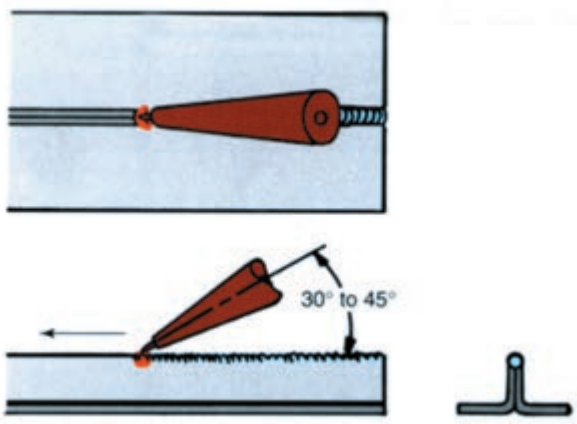
بهترین روش این است که شیلنگ‌ها را یک‌دور به اطراف ساعد دست پیچید و با این کار سنگینی آن‌را کم کرد.

۲ــ۱۱ــ۳ــ وضعیت مشعل: دسته مشعل را پس از روشن کردن و تنظیم شعله باید به‌دست راست گرفت. مشعل طوری ساخته شده که اگر دسته آن بدست گرفته شود کاملاً متعادل خواهد بود. از گرفتن مشعل با انگشت‌ها باید پرهیز کرد زیرا در این‌صورت استفاده صحیح و منظم از شعله و کنترل آن امکان‌پذیر نیست و جوش‌کار هنگام جوش‌دادن قطعات بزرگ و سنگین خسته خواهد شد.

۳ــ۱۱ــ۳ــ زاویه مشعل: زاویه مشعل نسبت به سطحی که جوش داده می‌شود باید بین 15° تا 75° باشد (پیش‌دستی) اندازه زاویه بستگی به اندازه سر مشعل و نیز در ارتباط با ضخامت ورق است ولی در حالت معمولی این زاویه می‌تواند بین $60^\circ - 30^\circ$ باشد (شکل ۷ــ۳).

اگر زاویه مشعل کمتر از این مقدار باشد از یک‌طرف مقدار زیادی از انرژی حرارتی تلف شده و از طرف دیگر فشار شعله فلز مذاب را از منطقه جوش کنار زده به قسمت نسبتاً سردتر درز جوش می‌چسباند برعکس چنانچه زاویه تمایل مشعل نزدیک به قائمه باشد مذاب حوضچه مذاب دراثر فشار شعله به‌اطراف کشیده می‌شود.

معمولاً مشعل را نسبت به امتداد درز جوش به اندازه‌ای متمایل نگه می‌دارند که اولاً از انرژی حرارتی شعله برای گرم‌کردن درز جوش حداکثر استفاده بشود درثانی فشار شعله، ذرات فلز مذاب را از حوضچه مذاب خارج نکند.



شکل ۷ــ۳ــ زاویه مشعل