

روش جوشکاری اکسی استیلن

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه روشن کردن مشعل را توضیح دهد.
- ۲- خصوصیات انواع شعله را شرح دهد.
- ۳- کاربرد شعله‌ها را بیان کند.
- ۴- روش آزمایش شعله را توضیح دهد.
- ۵- روش کنترل شعله را توضیح دهد.
- ۶- پس زدن شعله را توضیح دهد.
- ۷- خاموش کردن مشعل را توضیح دهد.
- ۸- عوامل مؤثر در جوش را توضیح دهد.

۳- روش جوشکاری اکسی استیلن



شکل ۳-۱- موقعیت قرارگرفتن شخص نسبت به کپسول درموقع باز کردن شیر.

۳-۱- روشن کردن مشعل

- ۱- نازل یا سربکی انتخاب کنید که مناسب با ضخامت فلز جوش دادنی باشد.
- ۲- 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 به علت نقص در رگلاتور فشار گاز ناگهانی به شما برخورد کند و به چشم یا عینک شما آسیب برساند و بهتر است در یک طرف رگلاتور مطابق شکل ۳-۱ قرار گیرید و شیر کپسول را به آهستگی شروع به باز کردن نمایید.

۳- شیر کپسول استیلن را فقط به اندازه یک دور و شیر کپسول اکسیژن را بطور کامل باز کنید.

۴- شیرهای رگلاتور اکسیژن و استیلن را برای فشار کاری مورد لزوم تنظیم نمایید.

۵- شیر استیلن روی مشعل را به اندازه $\frac{3}{4}$ دور باز کنید

و با آتش زنه که به اندازه 30° میلی متر با نوک مشعل فاصله داشته باشد، آن را روشن کنید (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- طریقه روشن نمودن مشعل

این عمل را با سرعت انجام دهید تا از هدر رفتن بیهوده گاز جلوگیری شود.

چنانچه شیر به اندازه ذکر شده باز نشود گاز استیلنی که می سوزد دوده ایجاد می کند. در این حالت فوری شیر استیلن روی مشعل را بیشتر باز کنید تا حدی که شعله نسبت به سر مشعل کمی فاصله پیدا کند.

برای روشن کردن مشعل هرگز از کبریت استفاده نکنید.

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

در صورتی که فرد دیگری در نزدیکی شما جوشکاری می کند هرگز برای روشن کردن مشعل از مشعل روشن او استفاده

نکنید و نیز برای روشن نمودن مشعل از فلزات داغ استفاده ننمایید. موقعی که گاز استیلن - مطابق آنچه گفته شد - شروع به سوختن کرد شیر اکسیژن را به اندازه باز کنید تا یک مخروط سفید رنگ در نزدیک سر مشعل که با مخروط آبی رنگ دیگری احاطه شده است شکل بگیرد.

۲-۳- شعله

از دیدگاه علوم جوشکاری، یکی از خصوصیات عمده شعله که اهمیت زیادی دارد درجه حرارت آن است و اگر این درجه حرارت کافی باشد می توان در جوشکاری از آن استفاده کرد. انتقال انرژی حرارتی از شعله به فلز جوش دانی از طریق فشار جابه جایی (Convection) و تشعشع انجام می شود (radiation).

انتقال به صورت جابه جایی متناسب است با مقدار عبور جریان گاز و اختلافی که بین درجه حرارت شعله و قطعه کار موجود است. انتقال به فرم تشعشع بر مبنای اصل استفان بولتزمن مساویست با توان چهارم درجه حرارت مطلق. توجیه این قانون در جوشکاری این است که اگر درجه حرارت را جزئی افزایش دهیم می توان سرعت جوشکاری را بطور قابل توجهی زیاد کرد. آزمایش نشان داده که فقط ۱۵ درصد از کل حرارت شعله از طریق تشعشع به قطعه کار می رسد از این رو درجه حرارت شعله نمی تواند تنها ملاک و میزان قطعی برای گاز سوختنی 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 به کاررفته و توان حرارتی ارتباط دارد. دیمانسیون شدت احتراق $\frac{Cal}{S.m^2}$ یا $\frac{Btu}{S.ft^2}$ است یعنی مقدار انرژی حرارتی را که می توان در واحد زمان از واحد سطح مخروط شعله به دست آورد.

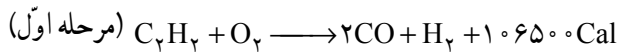
محاسبه شدت احتراق کل شعله یا فقط مخروط شعله به شرح جدول ۱-۳ ارائه می گردد.

جدول ۱-۳- شدت احتراق شعله

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

۳-۳- شعله اکسی استیلن

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



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

۶۰- CO

۲۰- H_۲

۲۰- H

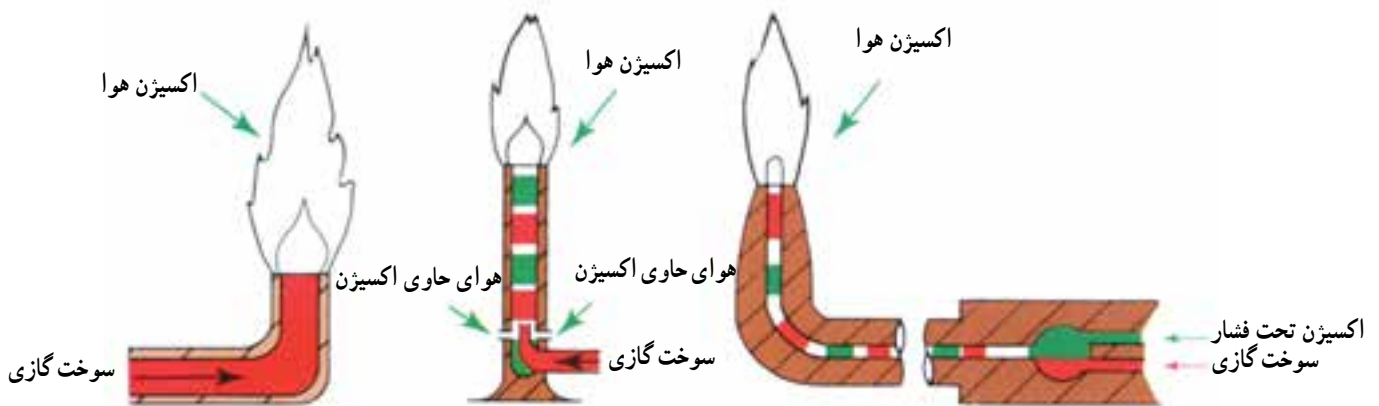
حاصل واکنش اولیه ایجاد یک هاله آبی رنگ است که آن را ناحیه کاهش درجه حرارت می نامند. به محض اینکه گازهایی که می سوزند خارج می شوند هوای مجاور را به طرف سطح خارجی

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 عمده ای دارد.

نسبت حجم اکسیژن که برای کامل شدن احتراق یک حجم از گاز سوختنی به کار می رود، نسبت احتراق نام دارد. از طرفی اکسیژن مقداری از حرارت بدست آمده از واکنش گازها را جذب کرده در نتیجه باعث کاهش دمای شعله می گردد. وجود گاز دیگر مانند نیتروژن که داغ می شود ولی وارد واکنش نمی گردد نیز باعث کاهش دمای شعله می شود چنانچه شعله در اکسیژن بسوزد درجه حرارتش خیلی بیش از زمانی است که در هوا بسوزد زیرا در هوا، مقداری ازت وجود دارد.

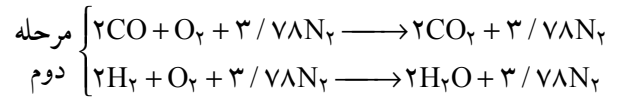
دمای شعله در اثر ازدیاد یکی از گازها، اکسیژن یا استیلن نیز کاهش می یابد.

نقش عمده مشعل جوشکاری این است که می تواند حجم صحیح و درست اکسیژن و گاز سوختنی را مخلوط کند.



شکل ۳-۳- روش های ترکیب اکسیژن و سوخت برای ایجاد شعله

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



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

اگرچه در اینجا فقط شعله خنثی برای تمرین‌های مختلفی که بر روی ورق‌های فولادی به کار 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:

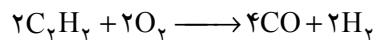
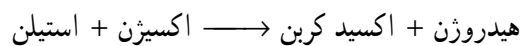
الف - شعله باید به قدر کافی حرارت داشته باشد تا بتواند لبه دو قطعه فلز را ذوب کند.
ب - حرارت شعله نباید فلز را بسوزاند، یعنی آن را اکسیده کند.

ج - شعله نباید مواد خارجی به فلز اضافه کند.

د - شعله نباید به ورق فولادی کربن اضافه کند.

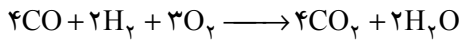
مقدار حرارت شعله متناسب با مقدار گازی است که سوخته می‌شود. برای ایجاد حرارت بیشتر باید پستانک گشادتر بکار برد. اما درجه حرارت شعله ارتباطی به بزرگی و کوچکی سوراخ پستانک ندارد. عمل احتراق استیلن و اکسیژن در دو مرحله انجام می‌گیرد:

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



در مرحله دوم از ترکیب اکسید کربن با هیدروژن و اکسیژن هوا بی‌اکسید کربن و بخار آب تولید می‌شود.

بخار آب + بی‌اکسید کربن \longrightarrow اکسیژن هوا + هیدروژن + اکسید کربن



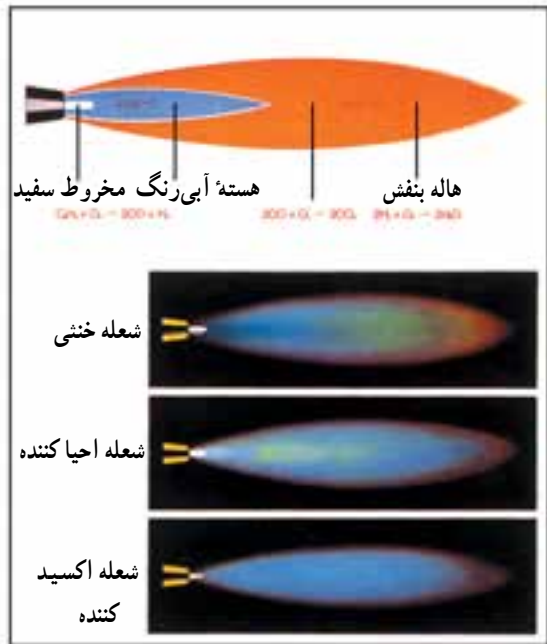
شعله از چهار قسمت زیر تشکیل می‌شود (شکل ۴-۳)

۱- هسته آبی رنگ

۲- مخروط سفید

۳- ناحیه جوشکاری که به رنگ سبز مایل به آبی است.

۴- هاله بنفش رنگ و لرزان شعله



شکل ۴-۳- شعله اکسی استیلن و قسمت‌های مختلف آن

حداکثر حرارت شعله در حدود 3200°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°C تا 400°C می‌باشد.

۴-۳- انواع شعله

۱-۴-۳- شعله خنثی: شعله‌ای که از احتراق مخلوط

اکسیژن و استیلن به نسبت یک به یک ایجاد می‌شود، شعله خنثی می‌نامند. نسبت یک به یک یعنی یک حجم اکسیژن با یک حجم استیلن مخلوط گردد.

چنانچه این نسبت رعایت شود اما 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 ۵-۳-ج).

۲-۴-۳ شعله احیاکننده: اگر مصرف استیلن زیادتر از اکسیژن باشد یا به عبارت دیگر نسبت حجمی استیلن بیش از اکسیژن گردد نوع شعله احیاکننده است (شکل ۵-۳-ب). چنین شعله‌ای محتوی مقداری کربن نسوخته و آزاد است که وارد ماده مذاب جوش شده آن را سخت و شکننده می‌سازد، به همین علت این شعله در جوش فولاد 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 مولن از آن استفاده می‌شود.

۳-۴-۳ شعله اکسید کننده: در صورتی که 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 ۵-۳-د).

در موقع جوشکاری با شعله اکسید کننده، سیم جوش با اکسیژن اضافی شعله ترکیب شده می‌سوزد و جرقه‌هایی به اطراف 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 شعله احیاکننده (استیلن زیاد با اکسیژن) برای سختی سطحی و جوش فلزات سفید



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



د شعله اکسید کننده (استیلن و اکسیژن زیاد) برای لحیم سخت با سیم جوش برنز
شکل ۵-۳-رنگ و نمای شعله‌های اکسی استیلن

۵-۳- 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 قابل ملاحظه‌ای روی ناحیه مذاب فشار می‌آورد و باعث می‌گردد که فلز مذاب به اطراف حرکت کند. از این رو وسعت حوضچه مذاب گسترده‌تر شده و ناحیه مذاب را نمی‌توان به اندازه کافی آرام نگاهداشت. بنابراین کنترل لازم را برای جوش خوب نمی‌توان برقرار کرد. از طرف دیگر شعله ملایم به سطح 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.

۶-۳- آزمایش شعله

برای تشخیص شعله احیاکننده می‌توانید از یک قطعه فولاد قراضه استفاده نمایید. شعله احیاکننده را نزدیک و در یک نقطه بر روی سطح فولاد نگه دارید تا شروع به مذاب شدن کند، در نتیجه خواهید دید به محض اینکه مذاب شکل گرفت سیال گرایش به جوشیدن دارد که در اثر وارد شدن کربن، زیادی شعله به ناحیه 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 شیر غلیظ شروع به حرکت می‌کند و تعداد جرقه‌ها بسیار کم خواهد شد.

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

۷-۳- کنترل شعله

پس از اینکه شعله تنظیم شد باید بدانیم که در تمام طول زمان جوشکاری شعله همان وضعیت را نخواهد داشت.

همان طوری که عمل جوشکاری اجرا می‌شود باید در زمان‌های متفاوت مراقب شعله باشید تا اگر از تنظیم خارج شد آن را دومرتبه تنظیم کنیم.

خارج شدن شعله از حالت تنظیم بودن به این علت است که جریان گازها از رگلاتور نوسان پیدا می‌کند و با گرداندن یکی از شیرهای مشعل می‌توان شعله را به سرعت به حالت اولیه برگرداند. در زمان جوشکاری ممکن است شعله صدای پوپ (pop) بدهد و این نشان دهنده این است که مقدار عبور جریان گاز به سر مشعل می‌رسد، کم است و با باز کردن بیشتر شیرهای استیلن و اکسیژن می‌توان این حالت را از بین برد. علت دیگر این صدا در ارتباط با نگهداری زیاد شعله در یک نقطه می‌باشد که فلز بیش از حد داغ شده و مقدار کافی از سیم جوش در ناحیه مذاب ذوب نمی‌گردد.

۸-۳- پس زدن شعله (Flash back)

هنگامی که شعله با صدای پوپ (pop) همراه است آن را 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 پس زدن شعله به صورت زیر است:

- ۱- تماس نوک مشعل به سطح کار
- ۲- کم بودن فشارکاری گازها نسبت به اندازه سر مشعل
- ۳- گرم شدن بیش از حد سر مشعل یا مشعل
- ۴- مسدود شدن دهانه خروجی مشعل
- ۵- زمین خوردن مشعل و در نتیجه ایجاد عیب در داخل

آن

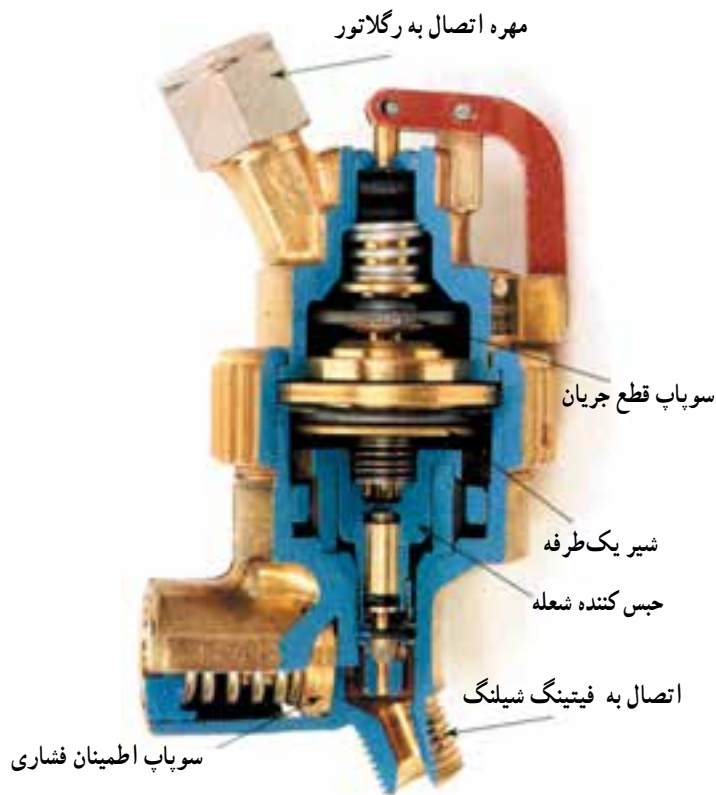
نکات مهم

- ۱- شیر گاز کپسول یا ژنراتور استیلن را ببندید.
- ۲- 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 نمایید که گاز سوختنی خاموش شده است.
- ۳- پس از بستن شیرهای گاز سوختنی شیرهای گاز اکسیژن را ببندید.
- ۴- سر مشعل را با آب خنک کنید.

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 محافظه اطمینان نامیده می‌شود که در صفحات قبل درباره آنها توضیح داده شد. در شکل ۳-۶ سیستم فلاش‌بک نشان داده شده است.



شکل ۳-۶ سیستم فلاش‌بک

شد که گاز سوختنی خاموش شده است.
۲- پس از بستن شیر گاز استیلن، شیر اکسیژن مشعل را ببندید.

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

۵- باقیمانده گاز داخل رگلاتورها را خارج کنید و فشار استیلن و اکسیژن را به صفر برسانید.

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

۷- پیچ سر مشعل را که به وسیله بدنه مشعل بسته می‌گردد آزمایش کنید که شل نشده باشد.

۸- شیلنگ‌ها را بررسی کنید که سوراخ نشده یا ترک برداشته باشند.

۳-۹- دستگاه فلاش‌بک

دستگاه فلاش‌بک سیستم بسیار دقیقی است که برای فشارهای متفاوت ساخته شده و شرایط ساختاری آن متناسب با



۳-۱۰- روش خاموش کردن شعله

موارد زیر را باید در موقع اتمام عمل جوشکاری رعایت کرد:

۱- ابتدا شیر گاز استیلن مشعل را ببندید؛ در این هنگام شعله خاموش شده و با عبور گاز اکسیژن از مشعل مطمئن خواهید

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

۵- شیرهای مشعل را آهسته ببندید و مشعل را به جایگاه مخصوص خود بیاویزید.

۱۱-۳- عوامل مؤثر در جوش

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

۱-۱۱-۳- وضعیت شیلنگ‌ها: گاهی جوشکاران

شیلنگ‌ها را روی شانه خود می‌اندازند. در این صورت چون وزن مشعل روی لوله‌های لاستیکی می‌افتد جوشکار سنگینی آنرا احساس نمی‌کند و کفایت 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 می‌گردد و بازوان جوشکار می‌شود می‌توان شیلنگ‌ها را روی شانه انداخت.

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

۲-۱۱-۳- وضعیت مشعل: دسته مشعل را پس از

روشن کردن و تنظیم شعله باید به دست راست گرفت. مشعل

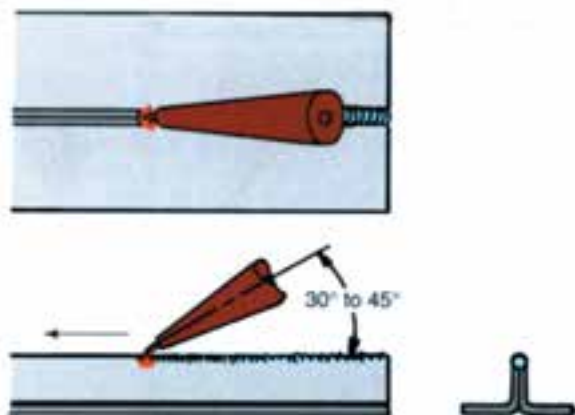
طوری ساخته شده که اگر دسته آن بدست گرفته شود کاملاً متعادل خواهد بود. از گرفتن مشعل با انگشت‌ها باید پرهیز کرد زیرا در این صورت استفاده صحیح و منظم از شعله و کنترل آن امکان‌پذیر نیست و جوش کار هنگام جوش دادن قطعات بزرگ و سنگین خسته خواهد شد.

۳-۱۱-۳- زاویه مشعل: زاویه مشعل نسبت به سطحی

که جوش داده می‌شود باید بین ۱۵ تا ۷۵ 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 ۶۰ - ۳۰ باشد (شکل ۷-۳).

اگر زاویه مشعل کمتر از این مقدار باشد از یک طرف 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 در اثر فشار شعله به اطراف کشیده می‌شود.

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



شکل ۷-۳- زاویه مشعل