

پودمان ۴

جوشکاری گاز



در شکل بالا شخصی در حال جوشکاری گاز اکسی استیلن با رعایت تمام نکات ایمنی نشان داده شده است. هدف از گذاشتن عکس، لزوم رعایت نکات ایمنی برای تمامی افراد، چه باتجربه و چه تازه‌کار، است.

پودمان ۴

جوشکاری گاز

نوع درس: نظری-عملی

زمان آموزش: ۸۰ ساعت

بخش نظری: ۲۰ ساعت

بخش عملی: ۶۰ ساعت

اهداف کلی

- هنرجو باید پس از پایان این پودمان قادر باشد:
- تجهیزات جوش گاز را بشناسند و روش آماده‌سازی آن را بدانند.
- تمام نکات ایمنی مربوط به کار با تجهیزات جوش گاز را فراگیرند.
- جوش گاز به روش ذوبی را بتوانند انجام دهند.
- جوشکاری گاز با مفتول مسوار و برنجی را بتوانند انجام دهند.

روش تدریس پودمان

- ۱- عموماً در ابتدای درس و در جلسه اول به مقدماتی که در محتوای درس ارائه شده پرداخته می‌شود تا دانش آموز با موضوعات درسی درگیر شود.
- ۲- سعی شود تمامی نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شود و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کرده تا بتوانند این نکات را به خوبی فراگیرند و برای همیشه به خاطر بسپارند.
- ۳- توصیه می‌شود هنرآموز برای تدریس بهتر این پودمان، از روش تدریس **کلاس معکوس** استفاده کند؛ یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با جوش گاز، مطالعه کنند و یاد بگیرند و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهند.
- ۴- پیشنهاد می‌شود هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب پودمان، موارد ذکر شده در بخش‌های **دانش‌افزایی** را مورد توجه قرار دهد و هنگام آموزش آنها را به کار گیرد.

۵- توصیه می‌شود باهدف تقویت مهارت‌های خوانداری و نوشتاری هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارش‌های خود را به صورت دست‌نویس ارائه دهند. و از کپی کردن مطالب اینترنت به صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری کنند.

۶- فعالیت‌هایی از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید»، و غیره برای فعال کردن هنرجویان و به کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

سؤال‌های پیشنهادی

- ۱- روش تهیه استیلن در صنعت چگونه است؟
- ۲- نکات ایمنی در نگهداری از کاربرد را بگویید.
- ۳- مراحل تولید اکسیژن از هوای مایع را بنویسید.
- ۴- نکات ایمنی در رابطه با کار با مولد استیلن را بگویید.
- ۵- محتوای درون کپسول استیلن چیست؟ توضیح دهید.
- ۶- نکات ایمنی در رابطه با نگهداری کپسول استیلن و اکسیژن را بگویید.
- ۷- وظیفه دستگاه تقلیل فشار در جوشکاری گاز چیست؟
- ۸- تجهیزات ایمنی فردی در جوشکاری گاز کدامند؟
- ۹- چه نکات ایمنی را در کار با گازهای فشرده و قابل احتراق باید رعایت کرد؟
- ۱۰- روش آماده‌سازی یک واحد جوشکاری گاز را توضیح دهید.
- ۱۱- شعله‌های تولیدشده توسط مشعل جوش گاز را نام ببرید و بگویید هر کدام برای چه کاری مناسب است؟
- ۱۲- در جوش گاز خال جوش را به چه دلیل و در چه فاصله‌هایی می‌زنند؟
- ۱۳- راه‌های رساندن فلاکس به موضع اتصال را بگویید.



واحد یادگیری: شناسایی و راه اندازی دستگاه جوش گاز (اکسی استیلن)

زمان آموزش	جمع: ۱۰ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- با روش تولید استیلن و اکسیژن در صنعت آشنا شود.
- ۲- دستگاه جوش گاز را بشناسد و روش آماده سازی آن را فرا گیرد.
- ۳- نکات ایمنی در رابطه با جوش گاز را رعایت کند.

- شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- با استفاده از روش فناورانه و توسط اینترنت این واحد را یاد بگیرد.

دانش‌افزایی

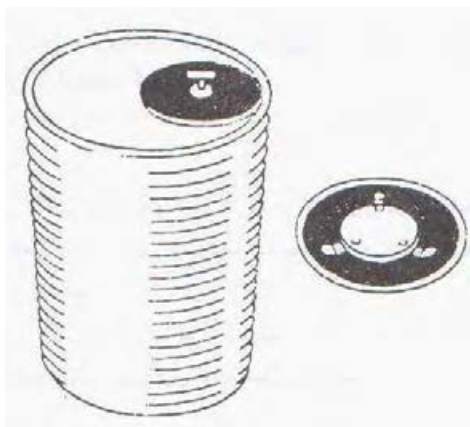
در این روش جوشکاری از احتراق یکی از گازهایی که به همراه اکسیژن درجه حرارتی بالا تولید می‌کند، استفاده می‌گردد. گاز مورد استفاده معمولاً استیلن و در بعضی موارد گاز پروپان یا هیدروژن است. گاز استیلن یک ترکیب شیمیایی است که از دو اتم کربن و دو اتم هیدروژن تشکیل می‌شود و لذا تأثیر آب بر کاربرد کلسیم به‌دست می‌آید.

از احتراق کامل استیلن یا اکسیژن یکی از پرحرارت‌ترین شعله‌ها ایجاد می‌گردد. درجه حرارت این شعله تا ۳۲۰۰ سانتی‌گراد که به‌وسیله آن می‌توان اکثر فلزات را به درجه حرارت لازم در جوشکاری رساند.

ارزش حرارتی گاز استیلن 56900 Kg/c است. استیلن موردنیاز جوشکاری را می‌توان با استفاده از مولدهای تهیه استیلن از افزودن آب به کاربرد کلسیم به‌دست آورد و یا آن را در کپسول‌های مخصوصی که از طرف کارخانجات تهیه استیلن به بازار عرضه می‌گردد، خرید.

هنگام سوختن استیلن با اکسیژن خالص حرارتی معادل ۳۲۰۰-۳۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تولید می‌شود و با این درجه حرارت اکثر فلزات و آلیاژهای صنعتی را می‌توان ذوب کرد.

کاربرد حاصل را در آسیاب خرد و دانه‌بندی می‌کنند و با ابعاد مشخص در بشکه‌ها یا ظرف‌های سربسته به وزن ۷۵ کیلوگرم، که دارای ۷۰ کیلوگرم کاربرد خالص است، به بازار عرضه می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱

تحقیق کنید



تحقق کنید علت استفاده از ظرف‌های سربسته و بدون منفذ برای نگهداری کاربید چیست؟

دلیل استفاده از ظرف‌های فلزی سربسته و بدون منفذ آن است که کاربید میل ترکیبی شدیدی با آب دارد؛ زیرا بخار آب هوا با کاربید واکنش می‌دهد و گاز استیلن تولید می‌کند و آهک مرده $(Ca(OH)_2)$ بر جای می‌ماند.

بحث کلاسی



در شکل ۴ چه اشکالاتی در نحوه چیدمان و نگهداری بشکه‌ها می‌توان یافت؟

- ۱- باید بر روی پالت قرار گیرند تا جابه‌جایی آنها راحت‌تر باشد.
- ۲- باید از هم فاصله داشته باشند تا آسیب‌های مکانیکی به هم نزنند، همدیگر را سوراخ نکنند و موقع جابه‌جایی باعث خرابی یکدیگر نگردند.
- ۳- با توجه به چیدمان شکل دسترسی سریع به تمام بشکه‌ها امکان‌پذیر نیست. این موضوع در هنگام خطر و آتش‌سوزی از اهمیت بالایی برخوردار است.



شکل ۲- شیوه صحیح نگهداری بشکه‌های کاربید و مواد خطرناک

تحقیق کنید



در مورد واحد‌های کالری (Cal) و BTU تحقیق کنید.

یک بی‌تی‌یو مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک پوند آب از ۳۹ تا ۴۰ درجه فارنهایت است.

جوشکاری گاز

یک کالری مقدار گرمای لازم برای رساندن درجه حرارت یک گرم آب از ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد است.

یک BTU چند کالری است؟

بحث کلاسی



$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ Cal}$$

فرمول تبدیل درجه سانتی‌گراد به درجه فارنهایت و بالعکس را بیابید و محاسبه کنید ۴۰ درجه فارنهایت چند درجه سانتی‌گراد است؟

کار در کلاس



$$F = \frac{9}{5} C + 32$$

فارنهایت = سلسیوس

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

سلسیوس = (فارنهایت - ۳۲)

$$C = \frac{5}{9} (40 - 32) = 4$$

سلسیوس ۴ = (۴۰ - ۳۲)

با دانستن این موضوع که هنگام ایجاد شعله مناسب جوشکاری توسط گازهای سوختنی دو مخروط درون شعله تشکیل می‌شود، که به مخروط بیرونی، مخروط اولیه و به مخروط داخلی، مخروط ثانویه می‌گویند، جدول ۱ را تکمیل کنید.

کار در کلاس



جدول ۱

ارزش حرارتی کل شعله Kcal/m ³	ارزش حرارتی مخروط ثانویه شعله Kcal/m ³	ارزش حرارتی مخروط اولیه شعله Kcal/m ³	درجه حرارت شعله °C	گاز سوختنی
۱۳۰۹۰	۸۵۷۰	۴۵۱۰	۳۰۸۷	استیلن
۲۱۴۲۰	۱۶۸۲۰	۴۶۰۰	۲۹۲۷	مپ
۸۹۰۰	۸۸۱۰	۹۸	۲۵۳۸	گاز طبیعی
۲۲۲۴۰	۱۹۹۷۰	۲۲۷۰	۲۵۲۶	پروپان

استفاده از هوای فشرده به عنوان عامل احتراق چه تأثیری در جوشکاری گاز دارد؟

تحقیق کنید



استفاده از هوای فشرده به عنوان عامل سوخت در جوشکاری موجب کند شدن درجه حرارت و کاهش مقدار حرارت در شعله می‌شود. علاوه بر آن، هیدروژن و ازت موجود در هوا در جوشکاری بعضی از فلزات مشکلاتی هم به بار می‌آورند؛ از جمله با مذاب فلزی ترکیب یا در آن حل می‌شوند و پس از انجماد فلز، فضای خالی در منطقه جوشکاری ایجاد می‌کنند و باعث کاهش خواص مطلوب در فلز جوش می‌شوند.

کار در کلاس



جاهای خالی را پر کنید.
هر لیتر اکسیژن مایع به ۸۵۰ لیتر گاز اکسیژن ۱۵ درجه سانتی‌گراد تبدیل می‌شود.

دانش‌افزایی

مولد استیلن (دیگ استیلن):

برای ترکیب سنگ کربید با آب به منظور تولید گاز استیلن و ذخیره آن به‌منظور مصرف، از دستگاهی به نام مولد استیلن استفاده می‌کنیم.
مولدها از نظر نحوه رسیدن آب به کربید به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- سقوطی

۲- ریزشی

۳- تماسی

مولدها از لحاظ تولید فشار در داخل آنها نیز به سه دسته تقسیم می‌شوند:

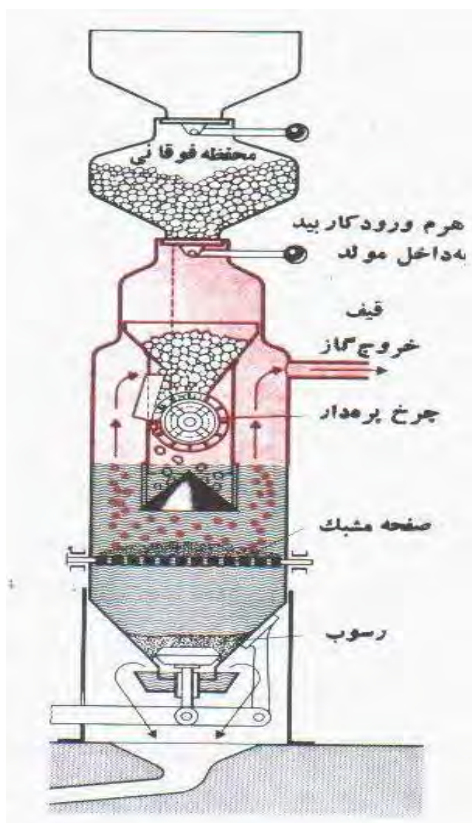
۱- فشار ضعیف تا ۰/۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

۲- فشار متوسط تا ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

۳- فشار قوی از ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به بالا

مولدهای سقوطی:

در این نوع مولدها کربید در آب سقوط می‌کند و با آب ترکیب می‌شود. گاز استیلن در بالای آب جمع می‌شود و هیدرات کلسیم حاصل از فعل و انفعالات در ته ظرف رسوب می‌کند. این رسوبات از مجرای مخصوص خارج و به چاه یا حوضچه‌هایی هدایت می‌شود. در این مولدها چون کربید همیشه با مقدار زیادی آب برای ترکیب روبه‌رو می‌شود، حرارت حاصل از ترکیب آب با کربید به آب داخل مولد انتقال می‌یابد و از بروز خطر جلوگیری می‌شود. این نوع مولدها ممکن است دستی یا اتوماتیک باشند و هر بار به مقدار مشخصی کربید در آب سقوط کند. در دستگاه‌های خودکار کربیدهای دانه‌بندی شده استفاده می‌شود (شکل ۳).

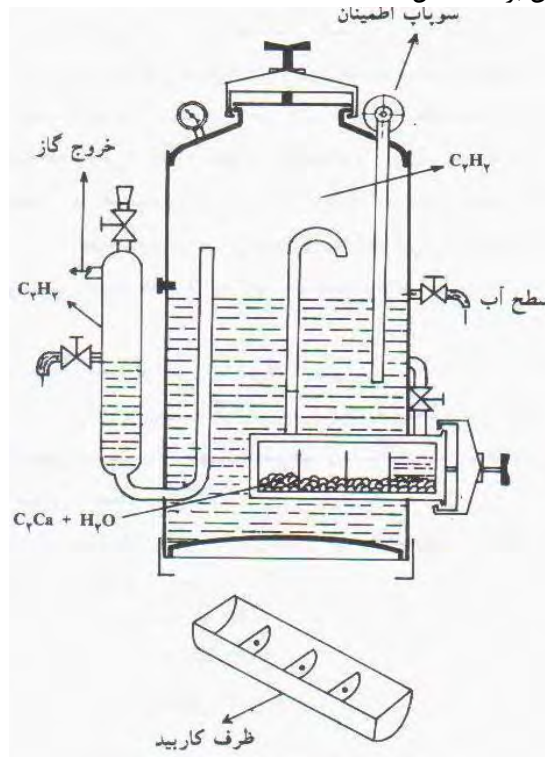


شکل ۳- مولد استیلن سقوطی

مولدهای ریزشی:

در این نوع مولدها آب روی کاربرد می‌ریزد و با آن ترکیب می‌شود و یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مولدها در ایران است که در اغلب کارگاه‌ها استفاده می‌شود. با باز کردن شیر آب به طور خودکار و مداوم هر بار مقدار آب به درون مخزن کشومانند محتوی سنگ کاربرد می‌ریزد و گاز استیلن تولیدشده از طریق لوله به قسمت بالای مخزن اصلی آب می‌رسد و آنجا ذخیره می‌شود. فشار گاز ذخیره‌شده به وسیله فشارسنج دستگاه مشخص می‌شود. این فشار نباید هیچ وقت از $1/5$ اتمسفر ($1/5 \text{ kg/cm}^2$) تجاوز کند. گاز ذخیره‌شده در مخزن اصلی در موقع مصرف از طریق کپسول حفاظتی به مشعل‌ها هدایت می‌شود.

مصرف آب در این مولدها کم است ولی حرارت حاصل از فعل و انفعال در منطقه کاربید (ظرف کشومانند) متمرکز است؛ لذا دستگاه طوری طراحی شده می‌شود که محفظه کاربید به وسیله آب احاطه گردد و همواره خنک شود و خطر انفجار به حداقل ممکن برسد (شکل ۴).

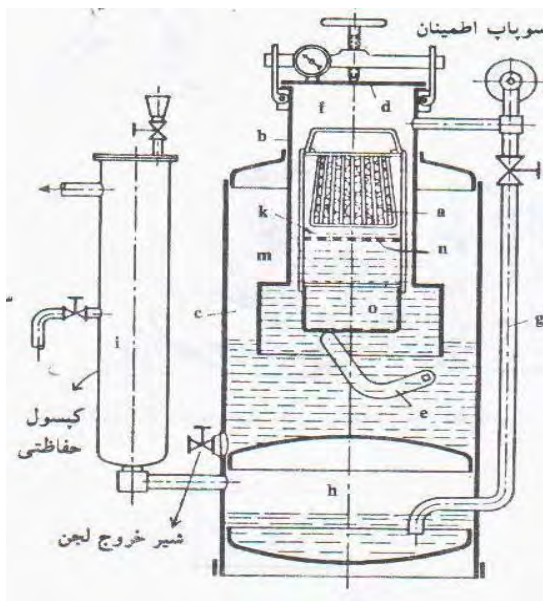


شکل ۴- مولد استیلین ریزشی

مولدهای تماسی:

در این مولدها کاربید در سبدی توری بالای مخزن آب قرار دارد که به وسیله دست یا به طور خودکار با آب تماس پیدا می‌کند و دوباره این تماس قطع می‌شود و زمانی که فشار گاز داخل مولد کم شد مجدداً با پایین آمدن سطح آب در جداره و بالا رفتن سطح آب در قسمت وسط سطح آب به کاربید موجود در سبد در سبب می‌رسد و مقداری گاز تولید می‌شود.

گاز تولیدشده به سطح آب فشار می‌آورد و آب را به جداره می‌فرستد و مجدداً تماس آب با کاربید قطع می‌شود. دستگاه‌های مولد تماسی باید با نهایت دقت راه‌اندازی شوند؛ یعنی موقعی که سید کاربید به‌وسیله پدال در بالا قرار دارد، سطح آب درست زیر کاربیدها باشد تا اشکالی در کار مولد به‌وجود نیاید. این دستگاه‌ها از نوع کوچک و بزرگ ساخته و استفاده می‌شوند. هیدرات کلسیم حاصل از فعل و انفعال در آب حل می‌شود و از طریق دریچه مخصوص تمام آب مولد همراه با آب آهک‌های حل‌شده در آن به طرف چاه تخلیه هدایت می‌شود. در این مولدها هم مانند مولدهای ریزشی حرارت در منطقه کاربید متمرکز است. بر روی همین اصل، دستگاه‌های مولد تماسی باید با دقت کامل طراحی شوند تا جمع شدن حرارت در یک نقطه از سید کاربید موجب انفجار دستگاه نشود (شکل ۵).



شکل ۵- مولد استیلن تماسی

درباره نحوه راه‌اندازی مولد ریزشی که یکی از متداول‌ترین مولدها در ایران است، تحقیق کنید.

تحقیق کنید



راه اندازی مولد ریزشی:

در مولد ریزشی هیدرات کلسیم (Ca(OH)_2) حاصل از فعل و انفعال کاربید با آب در محفظه کشو مانند می ماند. موقع شارژ مولد این ظرف با ابعاد تعیین شده پر شود و درست در محل خود قرار گیرد و کمبود آب در مولد جبران شود (آب به سطح تعیین شده برسد). همچنین سطح آب درون کپسول حفاظتی کنترل شود. آنگاه تمام درهای مولد با دقت و محکم بسته شود تا گاز به خارج نشت نکند. اکنون دستگاه آماده است و چنانچه شیر آب باز شود و آب روی کاربید بریزد، گاز تولید می شود و فشار سنج مولد فشار گاز را نشان می دهد. چنانچه فشار از حد مجاز بیشتر باشد، لازم است مقداری گاز در هوای آزاد دور از هر گونه آتش و حرارت و جرقه رها شود. با خروج گاز اضافی فشار درون مخزن کاهش می یابد.



شکل ۶

نمایش فیلم



فیلم آموزشی درباره نحوه عملکرد شیر یک طرفه شعله گیر را نمایش دهید.

کار در کلاس



جاهای خالی را پر کنید.

کپسول های معمولی محتوی ۴ متر مکعب استیلین است که با فشار ۱۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع در استن حل شده است در این فشار هر لیتر استون قادر است ۳۷۵ لیتر گاز استیلین را در خود حل کند.

جوشکاری گاز

لوله‌های فولادی حاوی استیلین در پست مرکزی استیلین چه رنگی است؟
لوله‌های فولادی حمل استیلین معمولاً به رنگ قهوه‌ای تیره (بلوطی) رنگ‌آمیزی می‌شود.

بحث کلاسی



شکل ۷- کپسول اکسیژن

جاهای خالی را پر کنید.
کپسول‌های اکسیژن استوانه‌های فولادی هستند که مقاومت آنها ۸۰ کیلوگرم در میلی‌مترمربع با فشار ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع معادل ۱۵۰ بار یا در حدود ۲۲۰ پوند در اینچ مربع در حرارت ۲۱°C معادل ۷۰°F مترکیم کپسول‌ها بدون درز ساخته می‌شوند. قطر داخلی آنها ۲۰۴ میلی‌متر و ضخامت جداره آنها ۸/۷۵ میلی‌متر است.

کار در کلاس



لوله‌های حاوی اکسیژن در پست مرکزی اکسیژن چه رنگی است؟
لوله‌هایی که گاز اکسیژن را هدایت می‌کنند، بر اساس استاندارد، به رنگ سفید رنگ‌آمیزی می‌شوند و باید کاملاً آب‌بندی شوند و نشستی نداشته باشند.

بحث کلاسی



هنر جوانان دستگاه جوشکاری گاز را برای جوشکاری آماده کنند.

فعالیت کارگاهی



واحد یادگیری ۲: جوشکاری گاز بدون مفتول



زمان آموزش	جمع: ۳۰ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- توانایی ایجاد انواع شعله جوشکاری توسط یک واحد جوشکاری گاز اکسی استیلن را به دست آورد.
- ۲- توانایی انجام جوشکاری ذوبی به وسیله جوشکاری اکسی استیلن را به دست آورد.
- ۳- با انجام تمام فعالیت‌های کارگاهی جوش لب به لب، لبه‌ای و جوش گوشه را با روش ذوب سطحی بتواند انجام دهد.

- شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- رعایت تمام نکات ایمنی، قبل و حین انجام فعالیت کارگاهی باید سرلوحه قرارگیرد.

دانش افزایی

روشن کردن مشعل جوشکاری

برای روشن کردن مشعل، نخست شیر استیلن روی مشعل را باز کنید و گاز استیلن را که از نوک مشعل بیرون می‌آید، روشن کنید. شعله اکسیژن لازم و کافی را برای سوزاندن بخشی از استیلن از هوای اطراف مشعل دریافت می‌کند و نهایتاً مشعل روشن می‌شود.

شیر سوزنی را باید تا زمانی باز کنید که انتهای شعله از مشعل قطع شود و سپس با بستن شیر شعله را به نوک مشعل متصل کنید. این روشی برای تشخیص و تخمین مقدار جریان استیلن صحیح از نوک مشعل است. از مشخصات اصلی این شعله فراوانی کربن آزاد شده در هواست.

در مواقعی از این شعله برای اندود کردن (کربنی کردن) روی قالب‌های ریخته‌گری استفاده می‌شود.

زیرا کربن نقش عایق بین فلز قالب و فلز ریخته‌شده را بازی می‌کند.

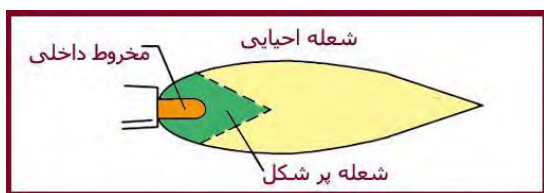
انواع شعله:

عموماً سه نوع شعله وجود دارد:

(الف) شعله احیا (ب) شعله خنثی (ج) شعله اکسید کننده

شعله احیاکننده:

شعله‌ای است که دارای استیلن اضافی باشد. در این شعله، قسمت احتراق شعله به جای دو قسمت با سه بخش مشخص شده است. بخش دوم را که احتراق اضافی نامیده می‌شود، با تنظیم مقدار استیلن توسط شیر سوزنی بر هسته سفیدرنگ مخروطی می‌توان منطبق کرد. بلندی شعله وسط معمولاً با مقایسه هسته مخروطی توسط چشم اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۸

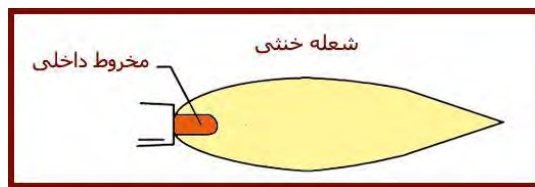
شعله احیا وسط تقریباً دو برابر طول هسته مخروطی شعله احیا همه کربن موجود را به‌طور کامل مصرف نمی‌کند. بنابراین حرارت سوخت آن پایین است و کربن‌های اضافی را به فلز وارد می‌کند. این عمل (وارد شدن کربن در فلز) با جوششی که در حوضچه مذاب ظاهر می‌گردد، مشخص می‌شود. بعد از آن گرده جوش که دارای کربن اضافی است، منجمد می‌شود و سطح جوش محذوبی حاصل می‌گردد. به دلیل تزریق کربن اضافی به حوضچه مذاب،

گرده جوش بسیار سخت و شکننده می‌شود. شعله احیا به دلیل دارا بودن کربن اضافی برای جوشکاری فولادهای پرکربن ایده‌آل است. به هر حال در هنگام جوشکاری این‌گونه فولادها، کربن اضافی شرایط ایده‌آلی را به‌وجود می‌آورد.

شعله خنثی:

با تنظیم دقیق‌تر توسط شیر سوزنی مشعل می‌توان شعله وسطی را بر روی هسته مخروطی منطبق کرد با این عمل بهتر است اکسیژن افزایش داده شود تا گاز استیلن به اندازه حداقل جریان داشته باشد. افزایش اکسیژن موجب می‌شود که شعله وسطی خود را به عقب بکشد و بر هسته مخروطی منطبق شود. منطبق شدن شعله وسطی با هسته مخروطی، بیانگر مساوی بودن نسبت اکسیژن با استیلن است؛ در نتیجه شعله خنثی حاصل می‌گردد. این شعله خنثی که دارای دو قسمت است، باید هسته مخروطی متقارنی داشته باشد و معمولاً صدای «هییس» می‌دهد.

این نوع شعله بیشترین کاربرد را در جوشکاری و برشکاری دارد. شعله خنثی تأثیرات کمتری روی فلز مینا و خط جوش می‌گذارد و معمولاً گرده جوش ظریفی حاصل می‌شود؛ در نتیجه خواص جوش حاصل شده با فلز مینا تقریباً یکسان خواهد بود. حرارت هسته مخروطی شعله خنثی برای جوشکاری اغلب فلزات کافی است و قسمت دوم احتراق حفاظ بسیار مناسبی برای فلزات آهنی است.



شکل ۹

شعله اکسیدکننده:

با افزایش اکسیژن توسط شیر سوزنی روی مشعل، طول هسته مخروطی تقریباً به اندازه $0/2$ هسته مخروطی اصلی کاهش پیدا می‌کند. هسته مخروطی شکل تقارنی خود را از دست می‌دهد و شعله با غرش بلندی ایجاد می‌شود؛ بدین طریق شعله اکسیدکننده به‌وجود می‌آید. این شعله پر حرارت‌ترین شعله است که می‌توان توسط اکسیژن و گاز سوختنی تولید کرد. شعله اکسیدکننده اکسیژن اضافی را داخل حوضچه مذاب تزریق می‌کند و موجب اکسید شدن و یا سریع سوختن قطعه کار می‌گردد. از علائم مشخص این شعله، پرتاب شدن جرقه‌های براق و روشن از حوضچه مذاب است. اکسیژن اضافی گرده جوش کف‌آلود و کثیفی نیز به‌وجود می‌آورد. به هر حال در جوشکاری برخی از فلزات از قبیل مس و روی و بعضی از فلزات آهنی مانند فولاد منگنزدار و چدن، استفاده از شعله اکسیدکننده مفید است.



شکل ۱۰

ذوب سطحی

تهیه حوضچه

قبل از تعلیم هر نوع جوشکاری، توصیه می‌شود تهیه حوضچه تمرین داده شود. حوضچه قسمت مهم و اساسی جوشکاری است، زیرا در بیشتر عملیات جوشکاری حوضچه فلز مذاب در امتداد خطی که دو فلز را باید به هم جوش داد، تشکیل می‌شود. در اکثر موارد جوشکاری، چه جوشکاری با گاز و چه جوشکاری با برق، مطلب بالا صادق است.

مشخصات حوضچه فلز مذاب، نفوذ، تنظیم مشعل، گرفتن مشعل در دست و حرکت مشعل را تعیین می‌کند. مشخصات حوضچه که از مشاهده شرایط آن حاصل می‌گردد، باعث می‌شود که یک جوشکار با تجربه بتواند کار خود را خوب انجام دهد.

قطر حوضچه متناسب با عمق آن است؛ بنابراین جوشکار می‌تواند عمق یا نفوذ جوش را حدس بزند.

این مطلب را می‌توان از مشاهده و مهار حوضچه فلز مذاب تعیین نمود. اگر جوشکاری روی ورقه فلز نازک باشد، ممکن است نفوذ یا عمق حوضچه نسبت به قطر آن از فلز ضخیم‌تر بیشتر باشد.

وضع ظاهری سطح حوضچه شرایط تنظیم مشعل را مشخص می‌کند. در موقع کار با شعله خنثی، وقتی شعله فلز را به خوبی ذوب می‌کند، سطح حوضچه صاف و براق است. کنار حوضچه که دورتر از مشعل است، یک لکه کوچک درخشان وجود دارد که با سرعت به کناره‌های حوضچه حرکت می‌کند. اگر لکه بزرگ باشد، شعله خنثی نیست و نیز اگر در حوضچه، حباب و جرقه زیاد دیده شود، یا تنظیم شعله خوب نیست، یا فلزی که می‌خواهیم جوش دهیم، کثیف است و جنس خوبی ندارد. اگر شعله زیاد احیا کننده باشد، سطح حوضچه آلوده به دود است و براق نیست.

نوک مخروط داخلی شعله باید همیشه داخل حدود حوضچه قرار بگیرد. اگر شعله‌ای را که خوب تنظیم شده است، به‌طور صحیح بالای حوضچه نگاه داریم، از ترکیب اکسیژن هوا با سطح حوضچه و همچنین اکسید شدن آن جلوگیری می‌کند. بنابراین مشعل را به اندازه کافی از سطح حوضچه بالا نگاه دارید تا نوک مخروط

داخلی با حوضچه تماس پیدا نکند. نوک مخروط باید در فاصله $\frac{1}{16}$ تا $\frac{1}{8}$ اینچ از سطح حوضچه قرار گیرد. اگر حوضچه فرورود یا خیلی خم شود، معلوم می‌شود نفوذ شعله زیاد بوده است. برای رفع این عیب باید زاویه مشعل کم شود و مشعل را نباید از سطح حوضچه دور کرد. همچنین عرض حوضچه در اثر حرکت مشعل تغییر می‌کند.

قبل از شروع تمرین با مفتول جوشکاری، هنرجو باید یاد گرفته باشد که چهار گروه جوش متوالی را با درست کردن حوضچه ایجاد کند. فلز قطعه کار نباید سوراخ شود و در عین حال نفوذ به‌خوبی انجام گیرد. همه گرده‌ها باید در خط مستقیم باشد و عرض آنها نیز یکنواخت باشد. اگر هنرجو بتواند آن را به‌خوبی انجام دهد، به کار با مشعل آشنائی پیدا کرده است.

نوع جالب جوشکاری ورقه فلزی که در آن به سیم فلزی جوشکاری احتیاج نیست و با انواع دیگر مقداری اختلاف دارد، جوشکاری اتصال گوشه نام دارد. هنرجو با این تمرین یاد می‌گیرد که چگونه می‌توان از خود فلز برای پر کردن محل جوش کمک گرفت.

در این جوشکاری نفوذ خیلی خوب است، ولی قسمت داخلی گوشه نباید مشاهده شود. هنرجو یاد می‌گیرد که در این تمرین احتیاجی به حرکت خیلی زیاد مشعل نیست و نیز سرمشعل را باید کمی مایل نگاه دارد و نوک شعله باید به‌طرف داخل صفحه افقی قرار گیرد. جوشکاری باید تماماً روی صفحه افقی قرار گیرد. رعایت این عمل اهمیت زیادی دارد. پس از بررسی ظاهر جوشکاری، نفوذ آن را با باز کردن دو قطعه فلز مثل باز کردن ورقه‌های کتاب بررسی کنید. اگر فلزها در محل اتصال شکسته شوند، معلوم می‌شود نفوذ کامل نیست و محل اتصال خوب جوش نخورده است.

با تمرین دیگری که جوش لبه‌ای نام دارد، بدون به‌کار بردن سیم جوشکاری می‌توانید استفاده از مشعل جوشکاری را یاد بگیرید.

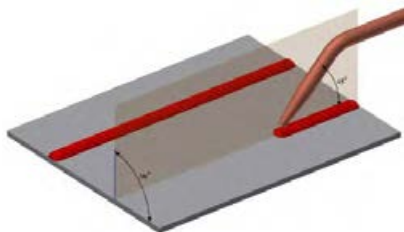
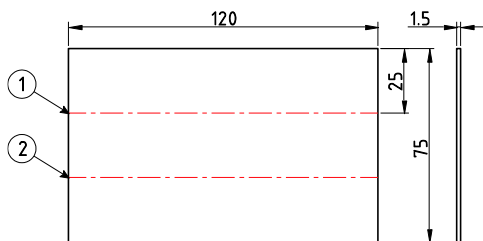
برای تهیه فلز به منظور این نوع جوشکاری دو قطعه ورق را انتخاب نمایید و لبه‌های آن را با زاویه ۹۰ درجه خم کنید. مطمئن شوید که طول دو لبه مساوی است. لبه‌ها در امتداد طولشان روی یکدیگر قرار می‌گیرند و دو لبه با مشعل جوشکاری ذوب می‌شود. همان‌طور که اتصال گوشه خارجی جوشکاری شد، اینجا هم همان‌گونه عمل می‌شود و از خود لبه برای پر کردن محل جوش استفاده می‌شود.



سه ورق فولادی به ابعاد $120 \times 75 \times 1.5$ میلی‌متر برید و شکل ۱۱ را بر آن پیاده نمایید و جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- از ورق فولادی مناسب سه قطعه به ابعاد $120 \times 75 \times 1.5$ میلی‌متر ببرند.
- ۲- قطعات را طبق شکل ۲۳، با استفاده از وسایل خط‌کشی کنند.
- ۳- روی خطوط را با سنبه‌نشان علامت‌گذاری کنند.
- ۴- کار را در وضعیت مناسب روی میز کار قرار دهند.
- ۵- وسایل جوشکاری را مرتب نمایند و فشار گاز اکسیژن و استیلن را تنظیم کنند.
- ۶- سرمشعل مناسب را انتخاب نمایند و شعله خنثی را تنظیم کنند.
- ۷- به وسیله شعله با زاویه $70-60$ درجه نسبت به کار در ابتدای خط ذوب شماره ۱ حوضچه مذاب ایجاد کنند.
- ۸- زاویه مشعل نسبت به کار را حدود 45 درجه تعلیق دهند و با حرکت نوسانی مطابق شکل مشعل را در مسیر خط ذوب به جلو هدایت کنند.
- ۹- روی خط ۲ تمرین کنند و پس از انجام ذوب سطحی اشکالات را بررسی نمایند و نسبت به رفع آن اقدام کنند.
- ۱۰- از قسمت‌های ذوب‌نشده ورق جهت تمرین بیشتر استفاده کنند.
- ۱۱- سپس از قطعه دیگر برای تمرین ذوب سطحی استفاده کنند تا به اندازه کافی مهارت به دست آورند.
- ۱۲- روی قطعه سوم مطابق نقشه ذوب سطحی انجام دهند و پس از برس زدن و شماره زدن به هنرآموز تحویل دهند.



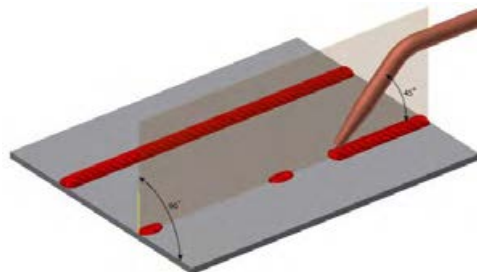
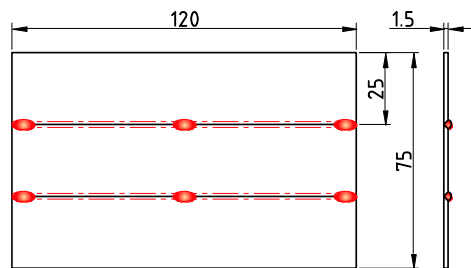
شکل ۱۱



شش ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۱۲ خال جوش بزنید و سپس دو طرف را جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- از ورق فولادی مناسب شش قطعه به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرند.
- ۲- وسایل جوشکاری را مرتب نمایند و فشار گازها را تنظیم و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۳- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند.
- ۴- هر سه قطعه را مطابق نقشه به هم خال جوش بزنند.
- ۵- لبه‌های خط ردیف ۱ را با استفاده از حرارت و مشعل مطابق نقشه ذوب کنند تا به هم متصل شود.
- ۶- طرف دیگر ذوب سطحی انجام‌شده را بازدید کنند، باید ذوب در پشت کار نفوذ داشته باشد.
- ۷- ردیف دوم را با استفاده از ذوب سطحی به هم جوش دهند و اشکالات کار را رفع کنند.
- ۸- با استفاده از قیچی اهرمی ورق‌بر، وسط خط جوش‌ها را ببرند و به هم خال جوش بزنند و با ذوب سطحی به هم جوش دهند تا به مهارت کافی برسند.
- ۹- لبه قطعات کار دومی را با دقت ذوب کنند و جوش دهند. پس از تمیز کردن سطح جوش با برس سیمی و شماره‌گذاری به هنرآموز تحویل دهند.



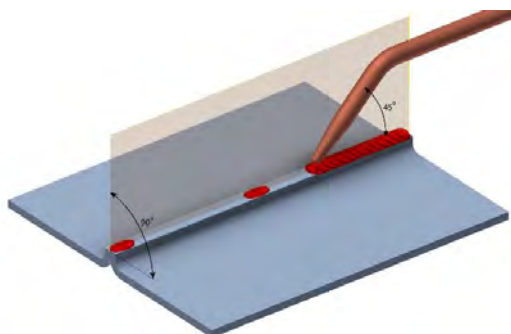
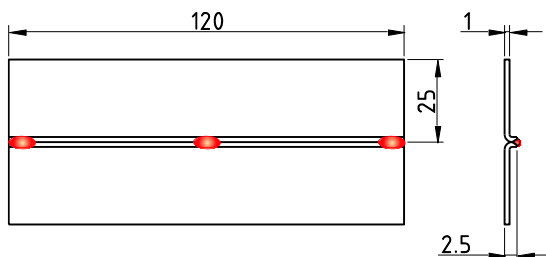
شکل ۱۲



چهار قطعه از ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1$ میلی‌متر برید و مطابق شکل ۱۳ برید و لبه‌های آنها را به اندازه $1/5$ میلی‌متر با زاویه 90° درجه خم بزنید سپس لبه‌های را جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- چهار قطعه با ابعاد $120 \times 25 \times 1$ میلی‌متر از ورق فولادی مناسب ببرند.
- ۲- لبه‌های هر چهار قطعه را حداقل با اندازه $1/5$ میلی‌متر تحت زاویه 90° درجه خم کنند.
- ۳- وسایل جوشکاری را مرتب نمایند و فشار اکسیژن و استیلن را تنظیم و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۴- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند.
- ۵- لبه‌های خم شده هر دو قطعه را با انبردست یا انبر قفلی بگیرند و با ذوب لبه‌ها مطابق نقشه کار در سه نقطه خال جوش بزنند.
- ۶- لبه‌های برگشته کار را با توجه به نقشه کار ذوب کنند و به هم جوش دهند.
- ۷- اشکالات کار را بررسی کنند و در رفع آن بکوشند.
- ۸- نقطه کار دوم را پس از جوشکاری برس بزنند و شماره‌گذاری کنند و به هنرآموز ارائه دهند.



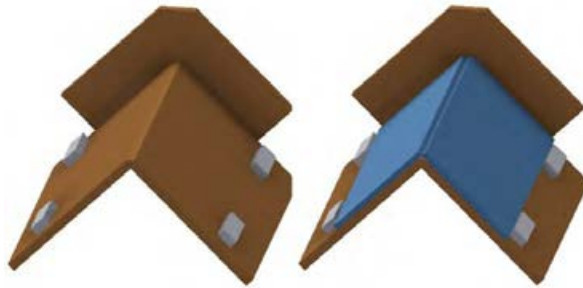
شکل ۱۳



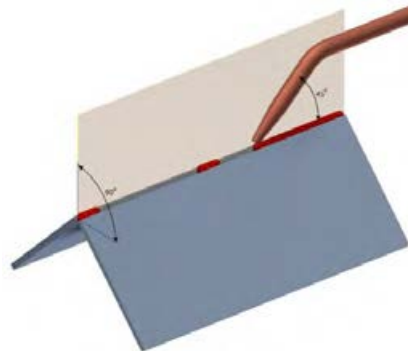
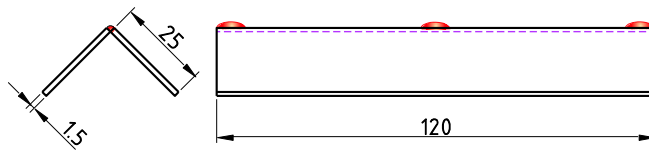
چهار قطعه از ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۱۴-۱ به کمک نگه‌دارنده شکل ۲-۱۴ خال جوش بزنید و سپس جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- چهار قطعه به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر از فولاد کم‌کربن را ببرند.
- ۲- با استفاده از نگه‌دارنده به صورت زاویه خارجی خال جوش کنند (شکل ۲۶).
- ۳- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند.
- ۴- با ذوب لبه‌های زاویه خارجی دو قطعه را مطابق نقشه کار جوشکاری کنند.
- ۵- اشکالات کار را بررسی کنند و در رفع آنها بکوشند.
- ۶- قطعه کار دوم را با دقت جوش دهند، برس بزنند و سپس شماره‌گذاری کنند و به هنرآموز تحویل دهند.



شکل ۱-۱۴



شکل ۲-۱۴

واحد یادگیری ۳: جوشکاری گاز با مفتول مسوار



جمع: ۲۵ ساعت

زمان آموزش

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- توانایی انجام جوشکاری گاز با مفتول مسوار را به دست آورد.
- ۲- با انجام تمام فعالیت‌های کارگاهی، جوش لب‌به‌لب، جوش گوشه و جوش روی هم را با روش جوشکاری گاز با مفتول مسوار بتواند انجام دهد.

- شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- رعایت تمام نکات ایمنی، قبل و حین انجام فعالیت کارگاهی باید سرلوحه قرار گیرد.

دانش‌افزایی

برای مهارت در جوشکاری با گاز استیلن، لازم است تمرین‌های اساسی مخصوصی طرح شود تا نتایج حاصل کاملاً رضایت‌بخش باشند. در اقسام مختلف جوشکاری با گاز استیلن می‌توان آنها را بسته به نوع اتصال و محل جوشکاری به روش‌های مختلفی تقسیم کرد.

اتصال‌های مختلف از این قرارند:

۱- اتصال لب به لب

۲- اتصال روی هم (جوش گوشه‌ای)

۳- گوشه خارجی

۴- گوشه داخلی (سپری)

تمرین جوشکاری در هر کدام از اتصال‌های بالا باید انجام شود. پس از کسب مهارت لازم روی ورقه فولادی، جوشکار می‌تواند تمرین‌های مخصوص، مثل جوشکاری لوله، جوشکاری آلومینیوم، چدن و غیره را انجام دهد.

استفاده از مفتول جوشکاری و انتخاب قطر سیم

در اتصال لبه برگشته یا گوشه خارجی از مفتول جوشکاری استفاده نمی‌شود و حوضچه مذاب توسط خود فلزات تأمین می‌گردد. اگر فلز بیشتر لازم باشد تا شکل و استحکام صحیح در جوش به دست آید، از مفتول جوش برای پرکردن استفاده می‌شود. جوشکاری این فلزات با روش حوضچه باعث نازک شدن فلز در محوطه جوش داده شده می‌شود. برای اینکه جوشکاری محکم باشد از مفتول جوشکاری استفاده می‌شود. گرده‌ای که در جوشکاری درست می‌شود باید کمی به طرف بالا محذب باشد تا ضخامت جوش و استحکام آن زیاد شود. با کمک مفتول جوشکاری فلز به محل جوش اضافه شده تا گرده جوش که کمی برآمدگی دارد ایجاد شود. برای جوشکاری با مفتول، مشعل را به نقطه‌ای از اتصال که می‌خواهند جوشکاری را از آن جا شروع کنند، نزدیک می‌کنند. یک حوضچه کوچک روی سطوح دو قطعه درست می‌شود. باید اجازه داد تا فلز دو قطعه مخلوط شود و در همان زمان

با دست دیگر مفتول جوشکاری را در فاصله $\frac{3}{8}$ اینچ از شعله مشعل و $\frac{1}{8}$ اینچ از

سطح حوضچه در آن محل نگه می‌دارند.

در این حال مفتول جوشکاری گرم شده، وقتی داخل حوضچه شود، ذوب می‌گردد. اگر تشخیص داده شود که حوضچه به فلز بیشتری احتیاج دارد، انتهای مفتول جوشکاری را در حوضچه فرو می‌برند، مقداری از سیم جوشکاری ذوب می‌گردد و با فلز مذاب قطعه کار مخلوط می‌شود. به اندازه کافی از فلز سیم جوشکاری به حوضچه اضافه می‌شود تا سطح آن بالا بیاید. در همین حال حرکت مشعل بدون انقطاع ادامه داده می‌شود. در این موقع کنترل مشعل اهمیت زیادی دارد. با تغییر

مختصر محل مشعل، ذوب مفتول جوشکاری و وضع حوضچه را می‌توان کنترل کرد. همین که مقداری مفتول جوشکاری به فلز اضافه شد، کمی مفتول جوشکاری عقب کشیده می‌شود و آن را به محلی که قبلاً توضیح داده شد، می‌برند تا انتهای مفتول جوشکاری در وضع حرارت قبلی قرار بگیرد.

اگر مفتول جوشکاری خیلی از مشعل دور شود، سرد می‌شود؛ در نتیجه وقتی آن را دوباره وارد حوضچه کنند، آن را سرد می‌کند. اگر مفتول جوشکاری خیلی نزدیک به شعله مشعل باشد، خیلی گرم خواهد شد و در صورتی که ذوب شود، شعله مشعل قطرات مذاب آن را به قسمت‌های سرد قطعه مورد جوشکاری خواهد پاشید. در این شرایط گرده جوش خیلی نامنظم و جوش ضعیف خواهد شد و حتی شاید نفوذ آن نیز بسیار کم شود. گاهی از مبتدیان می‌خواهند که یک جوشکاری واحد را با چند مفتول جوشکاری با قطرهای مختلف تکرار کنند. توصیه می‌کنیم که به دلایل زیر از انجام این کار خودداری کنید:

۱- برای جوش مناسب خیلی مشکل است که بتوان با چند مفتول به قطرهای متفاوت، مفتول جوشکاری را به اندازه کافی اضافه کرد؛
۲- خیلی مشکل است با مفتول جوشکاری با قطر کمتر، حوضچه را کنترل کرد؛
۳- امکان اینکه مفتول جوشکاری با قطر کم بسوزد (اکسید گردد)، بسیار زیاد است؛

۴- مفتول جوشکاری با قطر بزرگ وقتی وارد حوضچه شود، آن را خیلی سرد می‌کند و جوشکاری ضعیف خواهد شد؛

۵- اگر بخواهیم مفتول جوش بیشتری اضافه کنیم، نفوذ خیلی بیشتر می‌شود و سطح بالای جوش بیش از حد لازم بالا می‌آید.
در جوشکاری یک فلز با ضخامت مشخص اگر با سرمشعل معین عادت شود، فقط از یک سیم جوش با قطر مشخص استفاده باید کرد.

لازم به ذکر است که جوشکاری خوب یعنی ذوب خوب، گرده جوش خوب و نفوذ خوب؛ و همه اینها فقط وقتی حاصل می‌شود که در استفاده از مشعل و مفتول جوش و هماهنگ کردن آنها مهارت پیدا شود. پس باید حرکت طولی و عرضی مشعل یکنواخت شود و نوک مخروط شعله در فاصله مناسبی از سطح کار قرار گیرد. شیب مشعل نسبت به سطح کار همیشه باید یکنواخت باشد و به‌طور مناسب و در فواصل زمانی مساوی سیم‌جوش اضافه شود.

جوشکاری اتصال لب به لب

یکی از معمول‌ترین اقسام جوشکاری جوش لب‌به‌لب است که می‌توان با مشعل اکسی استیلن انجام داد. هنرجویان با استفاده از آموزش‌های که داده خواهد شد، می‌توانند روی ورقه‌های نازک فولادی جوش لب‌به‌لب را انجام دهند. دو قطعه کار همان گونه که در فعالیت داده شده فراهم شود. این قطعات باید تمیز و کناره آنها مستقیم و صاف باشند. دو قطعه فلز را بر روی دو آجر نسوز طوری قرار می‌دهیم

که آجرها در زیر و در دو طرف فلزات قرار گیرند. در یک طرف، لبه‌های دو قطعه کار کنار هم قرار می‌گیرد و جوشکاری شروع می‌شود. ضمن ادامه جوشکاری، وقتی فلز مذاب سرد می‌شود، منقبض می‌گردد و دو قطعه فلز به طرف هم کشیده می‌شوند. در اثر انقباض ممکن است لبه یکی روی دیگری بیفتد یا قطعه کار دچار پیچیدگی شود. جوشکار می‌تواند فلز را طبق روش‌های زیر طوری آماده نماید تا اشکالات ناشی از انقباض و انبساط پیش نیاید:

- ۱- انتهای دو قطعه را خال جوش داد یا با پیچ محکم کرد و بعد جوشکاری نمود؛
- ۲- بین دو قطعه کار یک فاصله یا شکاف اریب گذاشته می‌شود؛
- ۳- فلز را با گیره محکم می‌کنیم تا نتواند حرکت کند.

مشعل روشن و تنظیم شود تا شعله خنثی به دست آید و به ترتیب زیر عمل شود: ابتدا مشعل را باید به نقطه‌ای که می‌خواهد جوشکاری از آن جا شروع شود، نزدیک کرد. سرمشعل را طوری باید گرفت که زاویه ۳۰ تا ۴۵ درجه با امتداد اتصال درست کند. سپس مشعل را باید طوری نگاه داشت که مخروط داخلی تقریباً در فاصله

$\frac{1}{16}$ اینچ از فلز قرار گیرد. با دست دیگر انتهای مفتول جوشکاری تقریباً در فاصله

$\frac{3}{8}$ اینچ از مشعل جوشکاری و درست بالای فلز حدود $\frac{1}{8}$ اینچ نگاه داشته شود.

شعله مشعل در هر طرف از دو قطعه فلز یک حوضچه درست می‌کند که باید به‌طور مساوی روی دو قطعه پخش شده باشد.

مشعل باید کمی جلو برود تا حوضچه جدید به اندازه حوضچه قبلی برسد. مفتول جوش دوباره وارد حوضچه شود. همان‌طور که قبلاً هم گفته شد، حوضچه‌ها محذب می‌شوند. این روش را در طول تمام اتصال جوش باید ادامه داد.

سرمشعل در فاصله معین از محل جوشکاری نگه داشته شود. زاویه مشعل با فلز نباید تغییر کند. سیم جوش را باید در فواصل زمانی معین و هر بار به مقدار مساوی وارد کرد. پس از اینکه جوشکاری تمام شد، مدتی باید صبر کرد تا قطعه سرد شود و بعد بررسی شود.

جوشکاری روی هم

این روش خیلی معمول است و بیشتر در صنعت استفاده می‌شود و آن را جوشکاری اتصال روی هم می‌نامند. اتصال از یک ورقه فلزی درست شده است که روی ورقه دیگر قرار می‌گیرد و باید به آن جوش داده شود.

این تمرین جوشکاری در وضع افقی انجام گیرد. با وجود اینکه این نوع جوشکاری خیلی معمول است، ولی چند نکته را باید در نظر گرفت تا نتیجه رضایت‌بخش باشد.

- ۱- مشکل است بتوان قطعه فلز پایین را حرارت داد و ذوب کرد. برای جلوگیری از این عمل شعله را روی فلز پایین متمرکز می‌کنند به طوری که فلز پایین حرارت کل را دریافت کند؛
- ۲- ضخامت جوش در قسمت جوشکاری شده باید حداقل به اندازه فلز اصلی باشد. برای این منظور باید مفتول جوشکاری را باندازه کافی اضافه کرد تا سطح جوش کمی برآمده شود.

جوشکاری اتصال خارج گوشه‌ای

بدون استفاده از سیم جوش می‌توان اتصال خارج گوشه‌ای را جوشکاری کرد. روش دیگر جوشکاری گوشه خارج را در این روش دو قطعه فلز روی هم قرار نگرفته است. در عمل جوشکاری، کنار دو قطعه فلز ذوب شده و جوش را با اضافه کردن فلز سیم جوش کامل می‌کنیم.

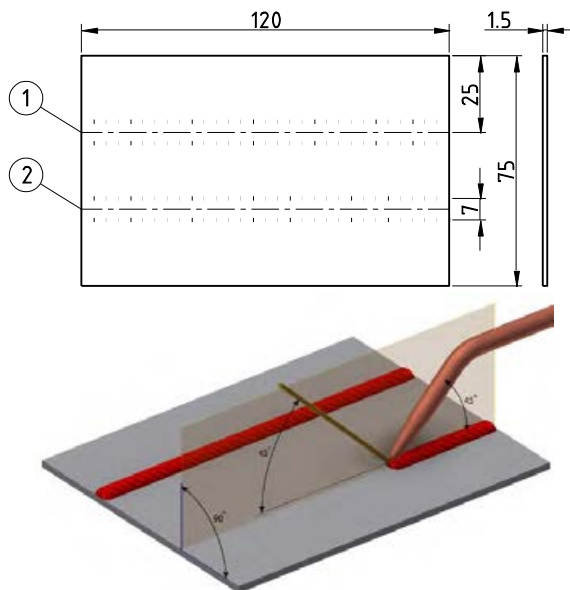
سه ورق فولادی به ابعاد $120 \times 75 \times 1/5$ میلی‌متر بفرید و شکل ۱۵ را بر آن پیاده نمایید و جوشکاری کنید.

فعالیت کارگاهی



مراحل انجام کار:

- ۱- از ورق فولادی مناسب سه قطعه به ابعاد $120 \times 75 \times 1/5$ میلی‌متر ببرند.
- ۲- قطعات را طبق شکل ۵۳ با استفاده از وسایل خط‌کشی کنند.
- ۳- روی خطوط را با سنبه‌نشان علامت‌گذاری کنند.
- ۴- قطعه کار را در وضعیت مناسب روی میز کار قرار دهند.
- ۵- وسایل جوشکاری را مرتب نمایند و فشار اکسیژن و استیلن را به اندازه احتیاج تنظیم کنند و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۶- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند.
- ۷- به وسیله شعله با زاویه $70^\circ - 60^\circ$ درجه نسبت به کار در ابتدای خط شماره ۱ حوضچه مذاب ایجاد کنند.
- ۸- زاویه مشعل نسبت به کار را حدود 45° درجه به تدریج تقلیل دهند و با توجه به نقشه، مفتول را حوضچه مذاب کنند و در مسیر خط شماره ۱ گرده جوش به پهنای ۷ میلی‌متر ایجاد کنند.
- ۹- سپس روی خط شماره ۲ مانند خط شماره یک گرده جوش به وجود آورند.
- ۱۰- فاصله خطوط و قسمت‌های خالی قطعه کار برای تمرین مناسب است.
- ۱۱- تمرین دوم را روی قطعه $120 \times 75 \times 1/5$ طبق مراحل فوق اجرا کنند.
- ۱۲- قطعه سوم را با دقت جوشکاری کنند و روی گرده جوش‌ها را برس بزنند و پس از شماره‌گذاری، کار را برای ارزشیابی به هنرآموز تحویل دهند.



شکل ۱۵

فعالیت کارگاهی



برای جوشکاری ورق با ضخامت ۲/۵ میلی متر باید قطر مفتول چقدر باشد؟

$$۲+۱ \div \text{قطر مفتول} = \text{ضامت ورق}$$

$$۲/۲۵ = ۲+۱ \div \text{قطر مفتول}$$

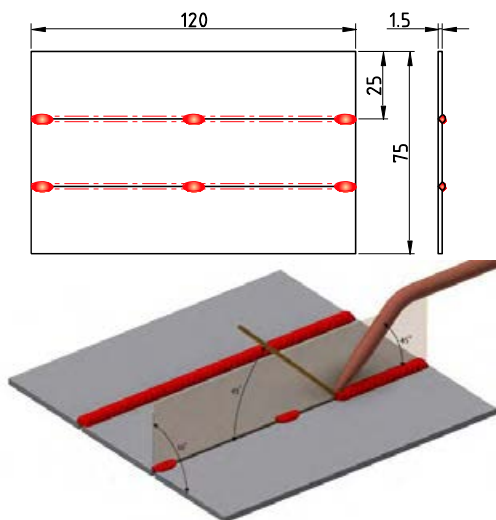
چون قطر ۲/۲۵ میلی متر نداریم، از سایز بالاتر یعنی قطر ۳ میلی متر استفاده می کنیم.



شش ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۱۶ خال جوش بزنید و سپس دو طرف را جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- از ورق فولادی مناسب شش قطعه به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرند.
- ۲- وسایل جوشکاری را مرتب کنند فشار اکسیژن و استیلن را به اندازه احتیاج میزان نمایند و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۳- مطابق شکل ۵۶ با استفاده از نگه‌دارنده مناسب هر سه قطعه را با هم خال جوش بزنند.
- ۴- کار را از نگه‌دارنده باز کنند و روی میز در محل مناسب قرار دهند.
- ۵- با توجه به نقشه ابتدای خط شماره ۱ حوضچه مذاب ایجاد کنند و سپس با ذوب مفتول در حوضچه گرده جوش ۷ میلی‌متری ایجاد کنند.
- ۶- طرف دوم کار را بازرسی کنند که مذاب نفوذ خوبی داشته باشد.
- ۷- خط دوم را مانند خط اول جوش دهند.
- ۸- با استفاده از قیچی اهرمی ورق‌بر، از وسط فاصله دو نقطه جوش ببرند، آنگاه لبه‌های کناره کار را به هم خال جوش بزنند و باز هم تمرین کنند.
- ۹- قطعه کار دوم را نیز مانند مراحل فوق جوشکاری کنند. پس از برس زدن و شماره‌گذاری، به‌منظور ارزشیابی به هنرآموز تحویل دهند.



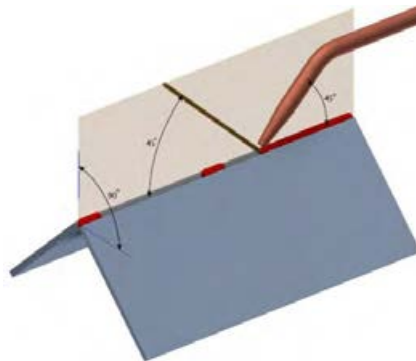
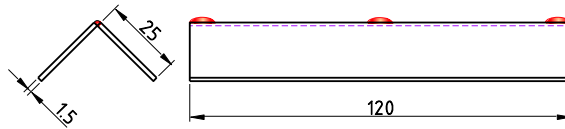
شکل ۱۶



چهار قطعه ورق فولادی به ابعاد $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۲$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۱۷ خال جوش بزنید، سپس جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- چهار قطعه ورق با ابعاد $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۲$ میلی‌متر از فولاد مناسب ببرند.
- ۲- وسایل جوشکاری را مرتب نمایند، و فشار گازها را تنظیم کنند و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۳- با استفاده از نگه‌دارنده، هر در قطعه را با فاصله یک میلی‌متر با حالت قائمه به صورت زاویه خارجی کنار هم قرار دهند.
- ۴- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند و خال جوش بزنند.
- ۵- در ابتدای گوشه حوضچه مذاب ایجاد کنند و با استفاده از مفتول مسوار مطابق نقشه کار جوشکاری کنند.
- ۶- بعد از اتمام جوش، طرف دوم درز جوش را بازرسی نمایند و مقدار نفوذ جوش را بررسی کنند.
- ۷- کار را به وسیله چکش یا پرس صاف کنند و از کناره‌های جوش با فیچی اهرمی ورق‌بری ببرند. از قطعات حاصل برای تمرین استفاده کنند.
- ۸- دو قطعه دیگر را طبق مراحل فوق با دقت جوشکاری کنند و پس از برس زدن و شماره‌گذاری، به هنرآموز تحویل دهند.



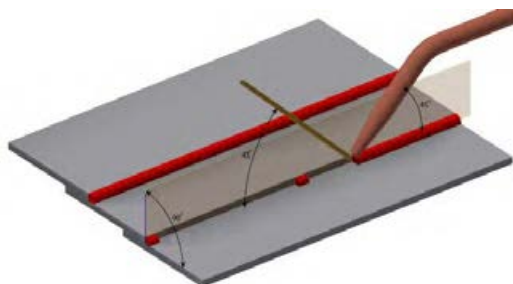
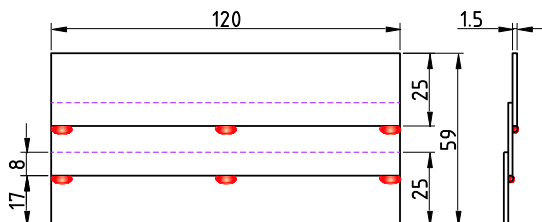
شکل ۱۷



شش قطعه ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۱۸ خال جوش بزنید، سپس جوشکاری کنید

مراحل انجام کار:

- ۱- شش قطعه ورق فولادی به ابعاد $120 \times 25 \times 1.5$ میلی‌متر ببرند.
- ۲- وسایل جوشکاری را مرتب کنند و سرمشعل مناسبی را طبق جدول انتخاب کنند.
- ۳- هر سه قطعه را مطابق نقشه به صورت لب‌روی لب قرار دهند.
- ۴- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند و درمحل‌های تعیین شده خال جوش بزنند.
- ۵- به وسیله شعله در ابتدای درز حوضچه مذاب ایجاد کنند.
- ۶- با مذاب مفتول و با توجه به زوایایی مشعل و مفتول در نقشه کار خط شماره یک جوشکاری کنند.
- ۷- خط دوم را مانند خط اول جوشکاری کنند.
- ۸- کار را به وسیله چکش رویی سندان صاف کنند.
- ۹- طرف دوم کار را مانند طرف اول جوش دهند تا به مهارت کافی برسند.
- ۱۰- قطعه کار دوم را مانند قطعه کار اول جوش دهند و پس از برس زدن و شماره‌گذاری، برای ارزیابی به هنرآموز تحویل دهند.



شکل ۱۸

واحد یادگیری ۴: جوشکاری گاز با مفتول برنجی



زمان آموزش	جمع: ۱۵ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- توانایی انجام جوشکاری گاز با مفتول برنجی را به‌دست آورد.
- ۲- با انجام تمام فعالیت‌های کارگاهی، جوش سپری و جوش لوله به سطح روش جوشکاری گاز با مفتول برنجی را بتواند انجام دهد.

- شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- رعایت تمام نکات ایمنی، قبل و حین انجام فعالیت کارگاهی باید سرلوحه قرار گیرد.

دانش‌افزایی

زردجوش برای اتصال فلزات مشابه و یا غیرهم‌جنس به‌کار می‌رود و روشی است بین جوشکاری و لحیم‌کاری سخت، مقاومت این جوش از لحیم سخت بیشتر است و با شعله گاز و در حرارتی حدود ۸۸۰ الی ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد اجرا می‌شود؛ بدین طریق که سطح لبه‌های مورد اتصال حرارت داده‌می‌شود (تا درجه حرارت ذوب مفتول و پایین‌تر از نقطه ذوب قطعه کار)، سپس با حضور فلاکس مفتول که غالباً آلیاژهای مس (برنج و برنز) هستند، ذوب در محل درز رسوب داده می‌شود. برای این‌کار از مفتول‌های مخصوص جوشکاری برنج که مقدار مس آن ۴۲ تا ۸۲ درصد است، استفاده می‌شود و برای جلوگیری از اکسیداسیون از پودر جوشکاری استفاده می‌گردد.

برای جوشکاری با مفتول جوش برنجی به تنه‌کار مناسب برای تمیز کردن سطح و ایجاد اتصال بهتر نیازمندیم. این پودر تحت عنوان پودر تنه‌کار برنج، تنه‌کار برنج، تنه‌کار، پودر تنه‌کار، پودر جوش برنج و پودر فلاکس نام‌گذاری می‌شود.

بحث کلاسی



تفاوت جوش زرد با روش‌های دیگر جوشکاری در چیست؟

تفاوت این روش با دیگر روش‌های جوشکاری در این است که فلز قطعه کار ذوب نمی‌شود و با مفتول پرکننده مخلوط نمی‌گردد، بلکه نوعی خیس شدن و نفوذ آمی بین فلز پرکننده و فلز قطعه کار باعث استحکام می‌شود.

فعالیت کارگاهی

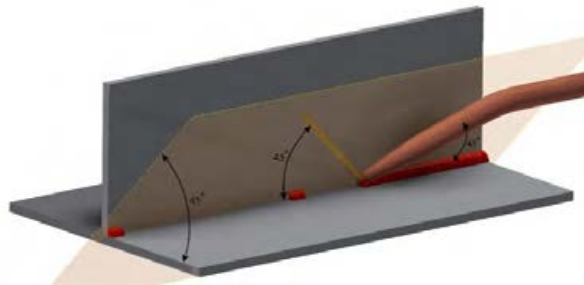
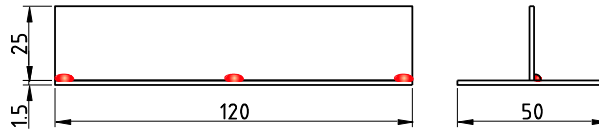


دو قطعه از ورق فولاد کم‌کربن با ابعاد $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$ و $۱۲۰ \times ۵۰ \times ۱/۵$ برید و مطابق شکل ۱۹ خال جوش بزینید، سپس جوشکاری کنید.

مراحل انجام کار:

- ۱- از ورق فولاد کم‌کربن با ابعاد $۱۲۰ \times ۵۰ \times ۱/۵$ و $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$ هر کدام دو قطعه ببرند.
- ۲- وسایل جوشکاری را مرتب کنند، فشار گازها را تنظیم و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.
- ۳- شعله خنثی مناسب را تنظیم کنند.
- ۴- قطعات را به صورت عمود بر هم با استفاده از مفتول برنجی و فلاکس مطابق نقشه خال جوش بزینند.
- ۵- کار را کمی با شعله گرم کنند و نوک مفتول برنجی را به فلاکس آغشته کنند.
- ۶- ابتدای درز جوش را حرارت دهند تا به درجه حرارت سرخ شدن برسد و با ذوب مفتول در درج دو قطعه به هم جوش بخورد.
- ۷- با پیشروی جوشکاری، هر موقع که لازم است فلاکس را به وسیله مفتول به محل جوش اضافه کنند و جوشکاری را تا آخر گوشه ادامه دهند.

قطعه کار دوم را نیز مانند قطعه کار اول زردجوش کنند و برای اظهار نظر و ارزشیابی به هنرآموز تحویل دهند.



شکل ۱۹

فعالیت کارگاهی



دو قطعه ورق فولاد با ابعاد $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$ و $۲۱۵ \times ۵۰ \times ۱/۵$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۲۰ به وسیله لبه گرد سندان به صورت استوانه درآورید و لبه‌های آن را با جوش ذوبی متصل کنید. سپس دو قطعه ورق به ابعاد $۱۰۰ \times ۱۰۰ \times ۱/۵$ میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۳۴ به استوانه با مفتول برنجی جوش دهید.

مراحل انجام کار:

۱- از ورق فولاد مناسب دو قطعه به ابعاد $۲۱۵ \times ۲۵ \times ۱/۵$ میلی‌متر ببرند و مطابق شکل ۲۰ به وسیله لبه گرد سندان به صورت استوانه درآورند و لبه‌ها را ذوب کنند تا به هم جوش بخورند. پس از آن صافکاری کنند و به عنوان یک قطعه از کار فعالیت استفاده کنند.

۲- از ورق فولاد مناسب به ابعاد $۱۰۰ \times ۱۰۰ \times ۱/۵$ میلی‌متر دو قطعه ببرند.

۳- وسایل جوشکاری را مرتب کنند، و فشار گازها را تنظیم نمایند و سرمشعل مناسب را انتخاب کنند.

۴- شعله مناسب خنثی یا کمی اکسیدی را تنظیم کنند.

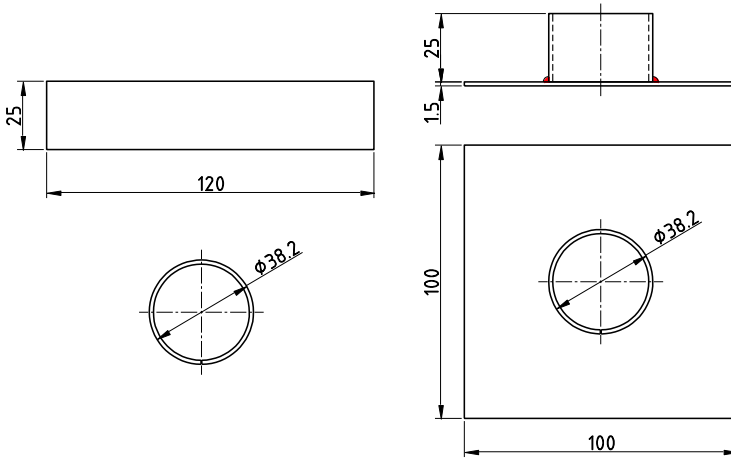
۵- قطعات را مطابق نقشه با استفاده از فلاکس و مفتول برنجی خال جوش کنند.

۶- نوک مفتول را گرم و به فلاکس آغشته کنند.

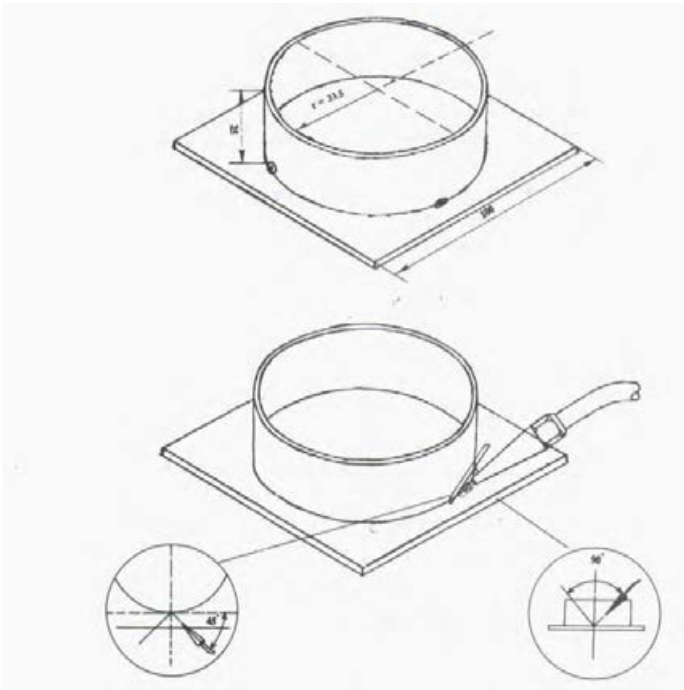
۷- کار را کمی حرارت دهند، سپس با توجه به نقشه جوشکاری کنند.

۸- اشکالات کار را بررسی و رفع کنند.

۹- کار دوم را مطابق مراحل فوق جوش دهند و بقایای فلاکس را از محل جوش شسته و پاک کنند.



شکل ۲۰



شکل ۲۱

ارزشیابی شایستگی جوشکاری برق

شرح کار:

شناسایی و راه‌اندازی دستگاه جوش گاز
جوشکاری گاز بدون مفتول
جوشکاری گاز با مفتول مسوار
جوشکاری گاز با مفتول برنجی

استاندارد عملکرد:

هنرجویان روش تولید استیلین و اکسیژن در صنعت را فرامی‌گیرند و می‌توانند جوشکاری گاز اکسی استیلین را با دو روش بدون مفتول و با مفتول با رعایت تمامی نکات ایمنی انجام دهند.

شاخص‌ها:

- سطح ورق تمیز و بدون گرد و غبار و زنگ‌زدگی باشد.
- برش قطعه کار طبق نقشه و نشانه‌گذاری لازم
- جوشکاری قطعه کار با رعایت نکات ایمنی

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه جوشکاری با شرایط تهویه مناسب و نور کافی.

ابزار و تجهیزات: وسایل انتقال نقشه به روی ورق، واحد جوشکاری گاز، وسایل ایمنی فردی، مفتول مسوار و مفتول برنج

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی و راه‌اندازی دستگاه جوش گاز	۲	
۲	جوشکاری گاز بدون مفتول	۲	
۳	جوشکاری گاز با مفتول مسوار	۲	
۴	جوشکاری گاز با مفتول برنجی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و غیره	۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی قبل و حین جوشکاری، ۲- تمیزکاری محل جوشکاری، ۳- رعایت نکات زیست محیطی و جمع‌آوری دورریزها، ۴- رعایت اخلاق حرفه‌ای		
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ می‌باشد.