

پودمان ۲

جوشکاری لوله

جلسه اول

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
اول	دانش: مقدمه‌ای در رابطه با لوله و کاربرد آن، تفاوت بین پایپ و تیوب، روش‌های آماده‌سازی لوله مهارت: جوشکاری پلیت‌های فولادی بدون آماده‌سازی	عملی-نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت‌برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری

در اولین جلسه پیشنهاد می‌شود: مروری بر تعاریف اولیه و آشنایی با مفاهیم جدید

تعریف لوله

لوله استوانه‌ای توخالی است که معمولاً برای جابه‌جایی سیالات و یا در ساخت سازه‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱

مواردی مانند روش‌های تولید لوله، نامگذاری آنها، اندازه اسمی و رده لوله که در فصل دوم کتاب ساخت مصنوعات فلزی سنگین آمده نیز در صورت صلاحدید مرور شود تا هنرجویان قبل از ورود به بحث جوشکاری مفاهیم اولیه را کاملاً درک کرده باشند.

آشنایی با مفهوم لوله‌کشی

لوله‌کشی در فرایندهای صنعتی، صنایع دریایی، انتقال مواد و مصارف شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پروسه‌های صنعتی از لوله‌کشی برای انتقال آب، بخار، هوا و مواد شیمیایی بین مخازن و اجزای مختلف استفاده می‌شود. همچنین از شبکه‌های لوله برای جمع‌آوری فاضلاب، پسماندهای صنعتی و در مصارف ساختمانی برای انتقال آب آشامیدنی و در مصارف دریایی نیز دارای اهمیت به‌سزایی هستند. در کارخانه‌هایی که برای تأمین و راه‌اندازی یک فرایند شیمیایی خاص باشد، به آن واحد فرایندی می‌گویند. از لوله‌کشی فرایندی جهت انتقال سیالات بین واحدهای ذخیره و واحدهای فرایندی استفاده می‌گردد. در لوله‌کشی انتقالی از لوله‌های با قطر زیاد در انتقال سیالات و گازها در فواصل طولانی استفاده می‌شود. لوله‌کشی عمرانی جهت توزیع امکانات شهری و فاضلاب و پس‌ماندهای صنعتی به‌کار برده می‌شود. لوله‌کشی ساختمانی یا تجاری شامل لوله‌کشی انجام شده در ساختمان تجاری و

مدارس و بیمارستان‌ها به منظور توزیع آب و گاز می‌باشد. طراحی و ساخت یک کارگاه صنعتی فرایند پیچیده‌ای است که در آن اطلاع از محل مورد نظر، فرایند و میزان تولید و معیار و استاندارد طراحی جهت تامین نیاز مورد نظر باید لحاظ شود. لوله‌ها توسط قطر خارجی و ضخامت دیواره مشخص می‌شوند که جنس آنها از فولاد و مس و... می‌باشد. کاربرد آن در مبدل‌های حرارتی و ماشین‌آلات و ... می‌باشد. لوله‌ها در طول ۶ تا ۱۲ متر تولید می‌شوند و انتهای آن صاف و پخدار و روزه دار می‌باشد. لوله‌ها در ضخامت‌های مختلفی توسط مؤسسات استاندارد آمریکا (ANSI)، انجمن مهندسی مکانیک آمریکا (ASME)، انجمن مواد آمریکا (ASTM) و نفت آمریکا (API) ساخته می‌شوند که استانداردهای (ASTM) و (API) مهم‌ترین آنها می‌باشند. جنس‌های مختلف در شرایط مختلف استفاده می‌شوند. لوله‌های جدید شده در سرویس بخار و آب و گاز استفاده می‌شود. لوله‌های چدنی در خطوط فاضلاب به کار می‌روند. لوله‌های پلاستیکی برای مواد خورنده و ترکیبات شیمیایی استفاده می‌شود و لوله‌های شیشه‌ای در آزمایشگاه کاربرد دارند. برای اتصال لوله‌های فولادی روش‌هایی از قبیل جوش لب به لب، جوش سوکتی، اتصال پیچی، فلنج پیچدار و کوبلینگ پیچ دار وجود دارد. اتصالات جوشی و پیچی برای اتصال لوله‌های بزرگ می‌باشد که با اقتصادی‌ترین روش است. برای انتقال مواد اشتعال‌زا و رادیواکتیو از جوش سوکتی استفاده می‌شود. فلنج پیچدار در مخازن و شیرها کاربرد دارند.

تعریف سازه‌های لوله‌ای (Pipe Structural)

در این بخش از لوله به‌عنوان عضوی از یک سازه برای تحمل نیروهای برشی، خمشی و پیچشی استفاده می‌شود.



شکل ۲

تعریف خط لوله: (Pipe line)

خط لوله انتقال به مجموع لوله‌هایی که وظیفه رساندن سیالات (نفت یا گاز) را از نقطه‌ای به نقطه دیگر دارند، خطوط انتقال گویند. انتقال نفت به کمک لوله، یکی از مراحل استخراج نفت می‌باشد. این لوله‌ها نفت و گاز را به واحد بهره‌برداری، تقطیر، پالایشگاه و یا پایانه جهت صدور منتقل می‌کند.
خطوط لوله سه وظیفه مهم دارند:

- ۱ به منظور جمع‌آوری نفت از چاه‌های نفت
- ۲ حمل مواد هیدروکربنی خام یا فراورده در لوله‌های با قطر بالا
- ۳ توزیع فراورده‌ها در لوله‌های با قطر پایین و رساندن محصولات به دست مصرف‌کننده.



شکل ۳

تعریف سیستم لوله‌کشی (Piping System)

به سیستم‌های لوله‌کشی پالایشگاه‌ها و plantها، piping گفته می‌شود. یک سیستم پایپینگ متشکل از لوله‌ها (pipe) و کامپوننت‌ها (component) و فیتینگ‌ها (fitting) و تجهیزات (equipment) و... می‌باشد.



شکل ۴

فیتینگ یا اتصالات لوله (pipe fittings)، قطعاتی هستند که به انتهای لوله متصل می‌شوند و در سیستم پایپینگ ایجاد انعطاف‌پذیری می‌کنند. اتصالات معمولاً برای تغییر جهت جریان، توزیع، افزایش یا کاهش ظرفیت جریان و اتصال به کار می‌روند. اتصالات متداول لوله عبارت‌اند از:



شکل ۵

- زانویی (elbow)
- خم (bend)
- برگردان (return)
- سه
- چهار
- کاهنده (reducer)
- درپوش (end cap)
- پلاگ (plug)
- یونین (union)
- کوپلینگ (coupling)
- اولت (o'let)

تعریف لوله کشی ساختمانی (Plumbing)

به سیستم‌های لوله‌کشی تأسیسات و ساختمان، plumbing گفته می‌شود.



شکل ۶

تفاوت Tube و Pipe

Tube و Pipe از بعضی جهات یکی هستند، ولی مشخصات و کاربردهای مختلفی دارند. فقط گاهی اوقات می‌توان آنها را به جای هم به کار برد.

■ مشخصات و اندازه لوله‌هایی به قطر ۱۲ اینچ و کوچک‌تر با قطر داخلی و برای لوله‌هایی به قطر بزرگ‌تر از ۱۲ اینچ یا خارجی بیان می‌شود، ولی اندازه تیوب فقط با قطر خارجی نشان داده می‌شود.

■ ضخامت لوله به وسیله Schedule یا دامنه فشار تعیین می‌شود، ولی در تیوب ضخامت به اینچ نشان داده می‌شود.

■ استحکام یک لوله با Schedule مشخص می‌گردد که از ۱۰ تا ۱۸۰ موجود می‌باشد (۴۰ استحکام استاندارد در لوله می‌باشد). ولی استحکام تیوب میزان مقاومت آن به فشار، خمش و پیچش است. تیوب‌ها به صورت صلب و قابل انعطاف نیز موجودند.

■ اغلب لوله‌هایی که به سیستمی جوشکاری می‌شوند، برای انتقال مایعات یا گاز از یک نقطه به نقاط دیگر است ولی تیوب‌ها را بجای بعضی از اشکال استاندارد ساختمانی مانند تیر I شکل، قوطی‌ها و نبشی ساختمان نیز به کار می‌برند.

■ سطح مقطع تیوب می‌تواند گرد یا هر شکل دیگری باشد اما سطح مقطع لوله باید گرد باشد.

- به طور کلی تیوب‌ها بدون درز ساخته می‌شوند در صورتی که لوله هم درزدار و هم بدون درز تولید می‌شود.
- تیوب ممکن است به اندازه دلخواه برای سفارش‌دهنده ساخته شود در حالی که ابعاد لوله مطابق استاندارد است.
- اصولاً اندازه کمتر از یک چهارم اینچ را در هر حالتی تیوب می‌نامند.

آماده‌سازی و مونتاژ (Fit-up) لوله

یکی از مهم‌ترین مراحل قبل از جوشکاری، مونتاژ صحیح آنها می‌باشد. معمولاً برای مونتاژ و جوشکاری لوله‌ها از استانداردهای مختلفی استفاده می‌کنند که یکی از پرکاربردترین آنها استاندارد API بخش ۱۱۰۴ می‌باشد که به برخی از موارد آن در مورد مونتاژ لوله در زیر اشاره شده است. برای جفت کردن لوله‌های تا قطر ۱۶ اینچ می‌توان از گیره یا بست‌های داخلی و خارجی استفاده نمود و برای قطرهای ۱۶ اینچ و بیشتر بایستی از گیره یا بست‌های داخلی استفاده شود.

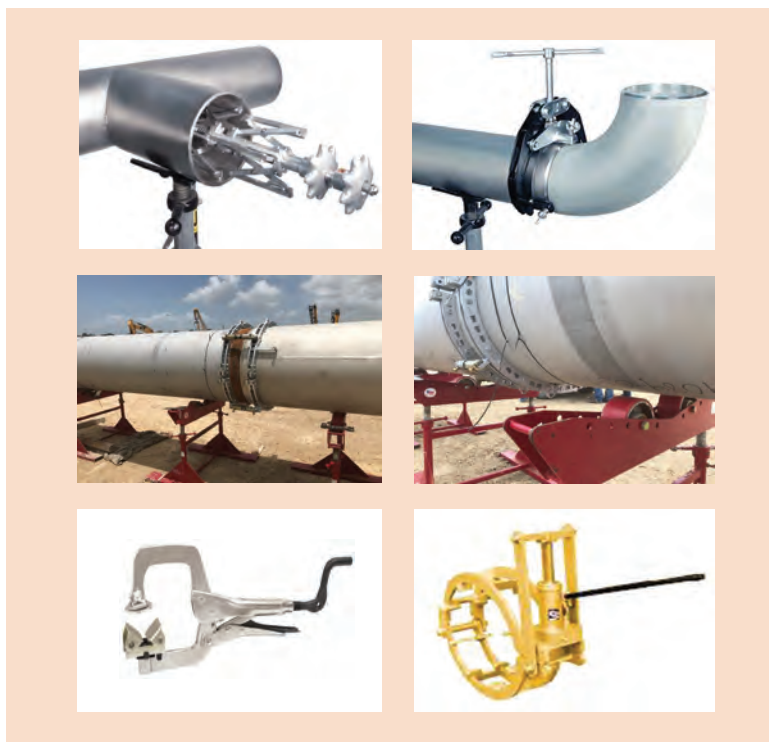
در مواردی که استفاده گیره داخلی امکان‌پذیر نباشد با تأیید مهندس یا نماینده او از گیره خارجی می‌توان استفاده کرد. گیره‌های داخلی را پس از تکمیل ۱۰۰٪ پاس اول و گیره‌های خارجی را پس از ۷۰٪ پاس اول می‌توان برداشت.

این میزان جوش باید به طور مساوی در محیط لوله در ربع‌های روبه‌رو تقسیم شده باشد. گیره‌های میزان‌کننده داخلی یا خارجی به طریقی مورد استفاده باید قرار گیرند که انحراف را به حداقل برسانند. در صورتی که برای از بین بردن انحراف، عملیات چکش کاری لازم باشد بایستی از چکش برنجی استفاده شده به طوری که موجب فرورفتگی یا خراش در سطح لوله نشود.

لوله‌ها باید به طریقی قرار داده شوند که انتهای جوش‌های طولی آنها با یکدیگر هم راستا نبوده و حداقل فاصله‌ای معادل ۱۰ برابر ضخامت جداره لوله نسبت به یکدیگر خارج از راستا باشند. جوش‌های طولی بایستی در بالای لوله و بین حالت ساعت‌های ۱۰ و ۲ قرار گیرند.

هرگاه ضخامت دو لوله ای که به یکدیگر جوش می‌شوند متفاوت باشد فاصله بین جوش‌های طولی دو لوله بایستی حداقل ده (۱۰) برابر ضخامت لوله ضخیم‌تر باشد. برای تسهیل و ایمنی جوشکاری، لوله‌ها بایستی در ارتفاع مناسبی از زمین بر روی پایه‌هایی با تعداد و طول مناسب قرار گیرند. چنان چه استقرار لوله روی کانال الزامی باشد طول پایه‌ها باید چنان باشد که از ریزش کانال جلوگیری نماید این پایه‌ها باید دارای بالشتک نرم باشند تا از هر گونه صدمه بر عایق لوله جلوگیری نمایند.

تنظیم درز محل جوش لوله‌ها قبل از جوشکاری باید به طریقی باشد که از آسیب به سر لوله‌ها جلوگیری به عمل آید. کلیه لوله‌ها قبل از جفت شدن برای جوشکاری می‌بایست سنبه زده شده تا داخل آنها از خاک و اجسام خارجی دیگر تمیز شود. در تصاویر زیر برخی از تجهیزات کمکی در مونتاژ لوله‌ها نشان داده شده است.



شکل ۷

بخش عملی

پیشنهاد می‌شود در جلسه اول یکی از تمرین‌های مربوط به جوشکاری شیاری (پومان قبلی) را مجدد تمرین کنند، این کار باعث افزایش مهارت هنرجویان می‌شود. همچنین کسب مهارت در آماده‌سازی لبه‌های اتصال در لوله از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، از این‌رو، تمرینی برای یادگیری این مهارت نیز طراحی کنید تا با آن سطح از شایستگی مورد نیاز در آماده‌سازی لوله برسند.

جلسه اول و دوم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
اول و دوم	دانش: پاس ریشه، پاس داغ، پاس پرکننده و پاس پوششی، جوشکاری در وضعیت ۱G مهارت: جوش پوششی در وضعیت ۱G	عملی - نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بر اساس استاندارد، کلیه جوشکاران بایستی در آزمایش جوشکاری بر اساس استاندارد (API - ۱۱۰۴) مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از تأیید و صدور کارت و مجوز جوشکاری در اجرای پروژه به کار گرفته شوند.

برای علامت‌گذاری جوش‌ها بایستی گچ مخصوص در اختیار جوشکاران قرار داده شود. هر جوشکار باید شماره ای را که توسط بازرس از طریق مهندس یا نماینده او در زمان آزمایش برای او تعیین شده را با گچ مخصوص مجاور قسمتی از جوش که به وسیله خود او انجام شده در ربع بالای لوله یادداشت کند. استفاده از سمبدهای فولادی مجاز نمی باشد.

اگر جوشکاری به هر دلیل کار را ترک کند شماره او نبایستی توسط جوشکار دیگری مورد استفاده قرار گیرد. اگر جوشکاری به هر دلیل بیشتر از مدت شش ماه جوشکاری ننموده و مایل به بازگشت به سر کار خود باشد لازم است مجدداً در آزمایش شرکت نماید و در صورت قبول شماره جدیدی به او داده خواهد شد.

روش جوشکاری

هنرجویان باید به این درک برسند که علاوه بر روش‌ها و تکنیک‌های ارائه شده در کتاب، باید با توجه به هر کدام از قسمت‌هایی که در صنعت وجود دارد، استاندارد مربوط به آن بخش نیز رعایت شود.

به‌طور مثال در زیر به بخشی از استاندارد API ۱۱۰۴ در مورد جوشکاری اشاره شده است. در صورتی که در زمان جوشکاری دمای محیط کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باشد، بایستی ۵ سانتی‌متر از هر دو سر لوله و یا اتصالاتی که باید جوش داده شوند با وسیله مناسبی حرارت داده شده به طوری که دمای آن قسمت از لوله به قرار ذیل باشد:

الف) لوله با ضخامت جداره تا ۲۷۵/۰ اینچ ۵۰ درجه سلسیوس
ب) لوله با ضخامت جداره بیشتر از ۲۷۵/۰ اینچ ۱۰۰ درجه سلسیوس

پاس اول

جوشکاری پاس اول لوله‌ها معمولاً در حالت عمودی سر بالا انجام می‌گیرد زیرا در این روش اولاً کنترل ناحیه مذاب برای جوشکاری راحت‌تر و ساده‌تر از حالت عمودی سرازیر بوده، ثانیاً به دلیل کندبودن سرعت جوشکاری نفوذ جوش به مراتب بیشتر و یکنواخت‌تر از روش دیگر خواهد بود.

اگر قطر اسمی لوله بیش از ۱۰ اینچ (۲۵۰ میلی‌متر) باشد پاس اول بایستی توسط دو جوشکار و یا بیشتر متناسب با قطر لوله طبق روش تأیید شده صورت گیرد.

موقعیت جوشکاران و دستگاه‌های جوشکاری باید به طریقی باشد که تا سر حد امکان از ایجاد تنش‌های حرارتی جلوگیری نماید. پاس اول باید کاملاً با دستگاه سنگ تمیز شده و سرباره آن برداشته شود بدون این که از ضخامت پاس اول کم شود، به جز در نقاطی که الکترودها عوض می‌شوند که در آن صورت باید سنگ زده شوند.

پاس دوم

پاس دوم مستقیماً بعد از تکمیل پاس اول تحت همان شرایط بر طبق روش اجرا خواهد شد. بایستی تا سر حد امکان کوشش شود که پاس دوم حداکثر تا پنج دقیقه پس از تکمیل پاس اول انجام گیرد. در غیر این صورت ممکن است به تشخیص ناظر بریدن و جوشکاری مجدد لوله الزامی گردد. آنچه در این مرحله حائز اهمیت است ترتیب قرار گرفتن گرده‌های جوش در روی هم و محل اتصال ۲ الکترودها به یکدیگر است.

پاس‌های پرکننده و کپ (FILLING PASS AND CAP)

کلیه پاس‌های جوش تکمیل شده بایستی کاملاً با سطح پخ لوله ممزوج شده و قبل از این که پاس نهایی اجرا شود بایستی اطراف جوش کاملاً تمیز گردد. کپ یا گرده جوش بایستی از نظر شکل محدب بوده و در هیچ نقطه‌ای نباید پائین تر از سطح لوله باشد. عرض پاس نهایی باید چنان باشد که حداقل یک میلی‌متر پهن تر از پخ موجود در هر طرف جوش بوده و ارتفاع آن نباید بیش از ۱/۵ میلی‌متر بالاتر از سطح لوله مجاور باشد.

ماشین‌های جوشکاری باید با شدت جریانی که در روش جوشکاری مشخص شده به کار گرفته شود.

پس از اجرای هر پاس، محل جوش باید کاملاً از سرباره پاک گردد و در صورت لزوم گرده جوش‌ها سنگ زده شوند. سنگ زدن گرده جوش پاس نهایی به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

در خاتمه هر روز کاری، کلیه جوش‌های همان روز بایستی کاملاً تکمیل شده باشند در خاتمه هر روز کار کلیه سر لوله‌ها باید به طریقی مطمئن با در پوش مناسبی بسته شوند که از ورود خاک، زباله، حیوانات، آب و دیگر اجسام خارجی جلوگیری کند. این پوشش تا زمان شروع مجدد کار نبایستی برداشته شود. در پوش‌های موقت فوق نبایستی به لوله جوش داده شوند.

وجود یک جوش محیطی در محدوده ۱۵ میلی‌متری یک تکیه‌گاه مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله دو جوش محیطی یک برابر ترجیحاً یک و نیم برابر قطر لوله و برای قطرهای ۴ اینچ و کمتر حداقل فاصله دو جوش محیطی ۱۵ سانتی‌متر باشد.

جوشکاری فلنج‌ها و اتصالات

در موقع جوش دادن فلنج به لوله باید دقت کافی به عمل آید که صفحه فلنج عمود بر محور لوله باشد.

باید دقت گردد که سوراخ‌های فلنج با وسیله متصل شونده به فلنج در یک راستا قرار داشته باشند.

تبدیل‌ها، سه راهی‌ها و زانوهای استاندارد که ابعاد آنها متناسب با ابعاد لوله‌ها می‌باشد و دارای پخ لازم هستند بایستی طبق نقشه به‌طور لب به لب به لوله‌ها جوش داده شود. کیفیت جوشکاری این اتصالات مشابه جوشکاری خطوط لوله اصلی می‌باشد. رعایت نکات زیر می‌تواند در ایجاد یک گرده جوش مناسب به ما کمک کند

■ چنانچه گرده پهن و عریض مورد نظر باشد بایستی سرعت جوشکاری متوسط بوده و با نوسان دادن الکتروود به فلز مذاب جوش، فرصت داد تا به‌طور کامل درز مورد نظر را پر کرده و گرده جوش یکنواختی را به‌وجود آورد.

■ چنانچه گرده جوش کم عرض و باریک مورد نظر باشد بایستی سرعت جوشکاری را افزایش داد و با دادن حرکت‌های حلقوی (معمولاً بیضی شکل) به الکتروود گرده جوش مورد نظر را به‌وجود آورد.

■ به منظور ایجاد یک گرده جوش کاملاً بی نقص به ویژه در پاس‌های نهایی بایستی در حرکت‌های نوسانی الکتروود هنگام تغییر جهت نوسانی در حاشیه درزها مکث کوتاهی به الکتروود داده شود تا بدین وسیله فلز جوش در لبه‌های درز فرو رفته و نیز از بریدگی کنار و فرورفتگی نقاط بلافاصله جلوگیری گردد. برای دستیابی به گرده جوش‌های یکنواخت و بی نقص صرف نظر از کلیه پارامترهای اشاره شده بایستی به نکات زیر توجه شود:

■ آماده نمودن لبه‌های جوش

■ تمیزی سطوح اتصال

■ ایجاد فاصله مناسب بین لبه‌ها

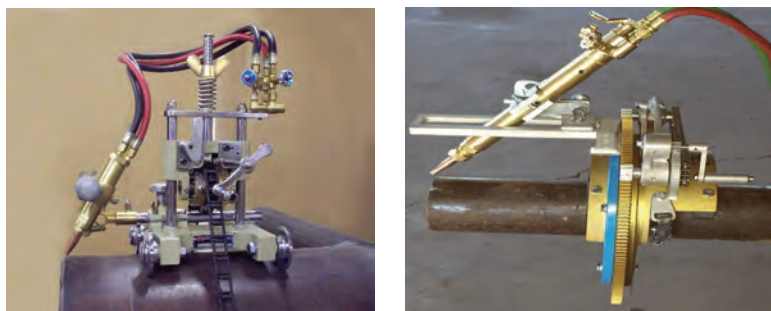
■ نحوه نگهداری لوله‌های جوش دادنی به‌طور صحیح

■ خال جوش زدن لوله‌ها به یکدیگر به مقدار کافی با توجه به قطر لوله‌ها

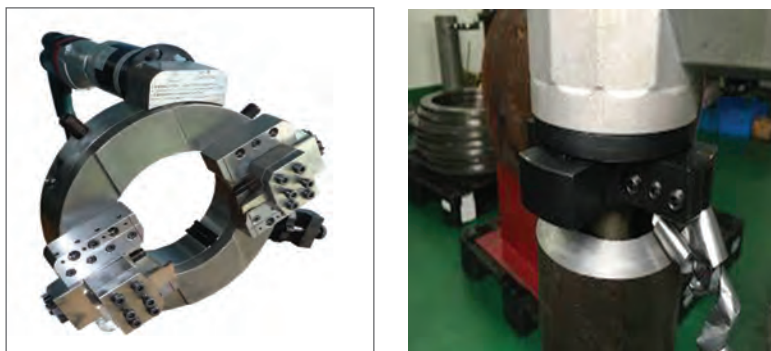
در مورد فاصله مناسب با توجه به قطر و ضخامت لوله و نوع پخ‌های انتخاب شده بایستی به جدول استاندارد مراجعه نمود و برای در امتداد هم قراردادن لوله‌ها و ایجاد فاصله مناسب بایستی حداقل تعداد ۴ خال جوش در فواصل ۹۰ درجه از پیرامون لوله و دقیقاً نظیر جوش پاس ریشه ای ایجاد شود.

برشکاری لوله

در برشکاری لوله‌ها می‌توان با توجه به سایز و ضخامت لوله و همچنین رعایت استانداردها با توجه به بخش‌های مختلف، از همان روش‌های ذکر شده قبلی و با استفاده از برخی ابزارهای کمکی استفاده نمود.



شکل ۸- دستگاه برشکاری و پخ‌زنی حرارتی



شکل ۹- دستگاه برشکاری و پخ‌زنی مکانیکی

عملی

پیشنهاد می‌شود کار عملی جوش پوششی در وضعیت ۱G را برای این جلسه در نظر بگیرید، برای مدیریت منابع، هنرجویان می‌توانند این تمرین را در گروه‌های سه نفره انجام دهند. دستور کار مربوط به این کار عملی به‌طور کامل در کتاب شرح داده شده است.

جلسه سوم، چهارم، پنجم و ششم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
سوم و چهارم و پنجم و ششم	دانش: روش جوشکاری در وضعیت ΔG مهارت: جوش پوششی در وضعیت ΔG و ساخت خانه پرنده	عملی - نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوسته‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری $E6013$ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

در ادامه پودمان جوشکاری لوله کارهای عملی در قالب یک پروژه - پروژه ساخت خانه پرنده - طراحی شده است. که انتظار می‌رود مراحل ساخت این پروژه با توجه امکانات و شرایط کارگاه توسط هنرآموز محترم مدیریت شود. این پروژه به شکلی طراحی شده است که هنرجو در پایان، مهارت‌های مورد نیاز برای جوشکاری لوله را کسب کند.

پیشنهاد می‌شود هنرجویان این پروژه را به صورت گروهی انجام دهند تا نه تنها باعث صرفه جویی منابع شود، بلکه منجر به یادگیری بهتر شود. قابل ذکر است که شایستگی‌های غیز فنی جدا از مهارت فنی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. کار تیمی یکی از شایستگی غیر فنی است که هنرجویان با انجام پروژه‌های تیمی این شایستگی را کسب خواهند کرد.