ادامه فصل دوم

تکنولوژی جوشکاری قوس الکتریکی

دلایل

۱- زیاد بودن شدت جریان

۲- سرعت زیاد جوشکاری و عدم مکث کافی در گوشه‌ها (بیشتر در وضعیت سر بالا)

۳- بلند بودن طول قوس

۴- تنظیم نبودن زاویه الکترود و استفاده از الکترود با قطر زیادتر از حد مجاز.

اقدامات اساسی

۱- کاهش شدت جریان

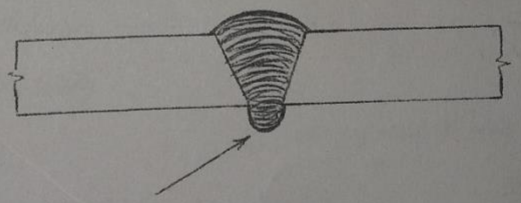
۲- تنظیم سرعت دست جوشکار

۳- کوتاه کردن طول قوس

۴- تغییر زاویه الکترود و استفاده از الکترود با قطر مناسب

۴- نفوذ زیادی Excessive Penetration «E.P»

وقتی که مذاب جوش در پاس ریشه بیش از حد نفوذ کرده و پس از سرد شدن بصورت یک فلز اضافی یا اشک چشم یا قندیل در ریشه جوش باقی بماند، این عیب بوجود آمده است و منحصراً به پاس ریشه تعلق دارد.



دلایل

۱- باز بودن بیش از حد درز جوش

۲- توقف دست جوشکار در یک نقطه

۳- زیاد بودن شدت جریان

۴- مذاب بیش از حد مجاز

اقدامات اساسی

۱- تنظیم فاصله دو قطعه کار (نحوه صحیح Fitt up)

۲- کنترل سرعت دست جوشکار و عدم مکث بیش از حد در یک نقطه

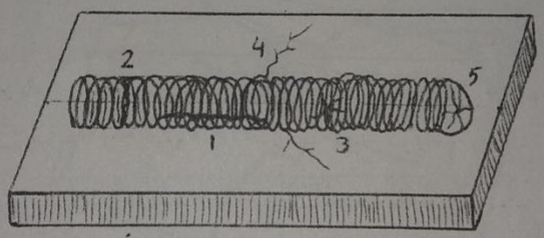
۳- کم کردن شدت جریان

۵- ترک Crack «Cr»

ترک‌ها جزء مهم‌ترین عیوب جوش می‌باشند و دارای انواع گوناگونی مانند: ترک گرم (طولی)، ترک سرد (عرضی)، ترک خوشه‌ای (ستاره‌ای)، ترک هیدروژنی و... می‌باشند.

که ممکن است در پاس ریشه – میانی و پاس رو و همچنین منطقه «HAZ» رخ بدهند.

البته یک دسته از ترک‌ها هم در چاله انتهایی جوش بوجود می‌آیند که بنام «Crater Crack» معروفند.



دلایل:

۱- الکترود معیوب

۲- سرعت زیاد سرد شدن

۳- نفوذ بعضی از عناصر مانند گوگرد، فسفر، بیسموت(ترک گرم)

۴- انقباض ناشی از انجماد منطقه ذوب شده

۵- بالا رفتن هیدروژن در فلز مادر به علت استفاده از الکترودهای پرهیدروژن.

۶- قطعاتی که تحت فشار جفت شده و جوشکاری شوند (ترک عرضی یا ترک سرد)

۷- نحوه ایجاد چاله‌های جوش و پر نشدن چاله انتهایی جوش.

اقدامات اساسی

۱- استفاده از الکترودهای سالم و کم هیدروژن.

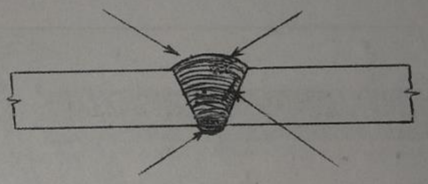
۲- پیش‌گرم یا پس‌گرم کردن قطعات.

۳- برگشت به عقب برای پر کردن چاله‌های جوش.

۴- حرکت آهسته برای حصول مهره جوش محدب‌تر.

۶- جوش‌های متخلخل(حباب‌های گازی در جوش) «po» Porosity

این دسته از عیوب نیز انواع مختلفی دارند که ممکن است در تمام نقاط جوش به صورت‌های گوناگون دیده شوند. برخی از نمونه‌های این عیب عبارتند از: حفره‌های جدا از هم «Scatter PO» - سوراخ کرمی شکل «Worm Hole» - حفره گازی تک «Isolated PO» - تخلخل خوشه‌ای «Claster PO» - حفره کشیده شده خطی «Hollow Bead»



دلایل

۱- سرعت زیاد جوشکاری

۲- شدت جریان کم

۳- کثیف بودن الکترود و قطعه کار و آلودگی آن‌ها به مواد هیدروکربنی (مانند نفت – روغن – گریس و...)

۴- وزش باد در حین جوشکاری (باعث دور شدن گاز محافظ از محل قوس می‌گردد)

۵- رطوبت بیش از اندازه هوا

۶- بالا بودن درصد کربن، فسفر و گوگرد در فلز مبنا

۷- قطع و وصل کردن مکرر و کم و زیاد شدن جریان برق

اقدامات اساسی

۱- کاهش سرعت جوشکاری

۲- افزایش شدت جریان

۳- استفاده از الکترودهای سالم و تمیز و کاملاً خشک و تمیز نمودن قطعه کار از آلودگی‌ها.

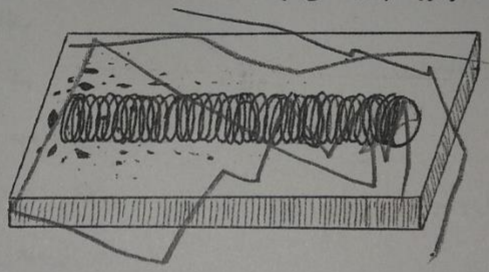
۴- کنترل وزش باد در حین جوشکاری

۵- استفاده از دستگاه جوشکاری سالم

۶- استفاده از تکنیک یک گام به عقب «Back - Step»

۷- پاشش مذاب (جرقه بیش از حد) Spatter (SP)

این عیب جزء عیوب جنبی جوش می‌باشد که معمولاً روی سطح قطعه کار اطراف محل جوشکاری یا روی سطح جوش بصورت دانه‌های کوچک و بزرگ پاشیده می‌شود.



دلایل

۱- جریان خیلی زیاد برق (آمپراژ بالا)

۲- فاسد بودن یا مرطوب بودن الکترود

۳- طول قوس بلند

۴- انحراف قوس (وزش قوس)

اقدامات اساسی

۱- استفاده از شدت جریان پایین‌تر

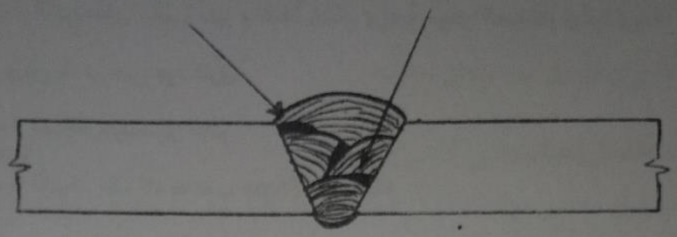
۲- تعویض الکترود معیوب

۳- کاهش طول قوس

۴- اصلاح انحراف قوس

۸- حبس سرباره (ناخالصی) Slag Inclusion (SL)

سرباره یا ناخالصی می‌تواند در اکثر پاس‌های میانی بماند (حبس شود). البته اکثر ناخالصی‌ها در پاس‌های بعدی توسط مذاب بیرون کشیده می‌شود ولی چنانچه مقدار آن‌ها زیاد باشد یا نحوه قرار گرفتن آن‌ها به گونه‌ای باشد که با ایجاد مذاب نتوان آن‌ها را بیرون کشید، به صورت توده‌های بی‌شکل با چگالی ناهمگن در داخل جوش باقی می‌ماند.



دلایل

۱- نقص طراحی اتصال (بسته بودن زاویه شیار)

۲- سرد شدن سریع مذاب

۳- شدت جریان خیلی کم

۴- سرعت بیش از حد جوشکاری

۵- فاسد و خراب بودن پوشش الکترود

۶- انحراف قوس (وزش قوس)

اقدامات اساسی

۱- آماده‌سازی صحیح شیار قبل از جوشکاری هر پاس (بوسیله سنگ یا واير برس و...)

۲- استفاده از پیش‌گرمایش و حرارت ورودی بیشتر.

۳- بالا بردن شدت جریان

۴- تنظیم سرعت جوشکاری

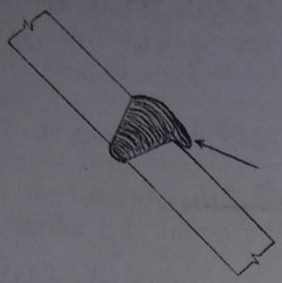
۵- استفاده از الکترود با رویوش سالم

۶- اصلاح وزش قوس

Over Lap

۹- سر رفتن فلز جوش

هنگامی که مذاب روی سطح قطعه کار حرکت کند به گونه‌ای که قسمتی از قطعه کار را ذوب نکرده ولی بپوشاند اصطلاح «سر رفتن فلز جوش» یا «Over Lap» استعمال می‌گردد. البته این عیب بیشتر در قطعاتی که به صورت «Horizontal» مایل جوشکاری می‌شوند اتفاق می‌افتد.



دلایل

۱- نقص طراحی قطعه مانند (Hi - Low)

۲- استفاده از شدت جریان زیاد

۳- مکث بیش از حد دست جوشکار

۴- زاویه غلط الکترود

۵- بالا بودن قطر الکترود مصرفی

اقدامات اساسی

۱- طراحی صحیح اتصال و مونتاژ

۲- تنظیم شدت جریان

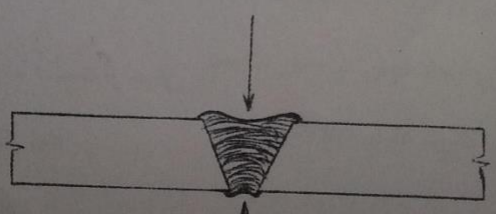
۳- تنظیم سرعت دست جوشکار

۴- تنظیم زاویه الکترود و استفاده از الکترود با قطر مناسب

Concavity

۱۰- فرو رفتگی سطح جوش (تقعر)

هرگاه پس از پایان عملیات جوشکاری فرورفتگی در سطح گرده جوش مشاهده گردد این عیب رخ داده است. و این عیب جزء عیوب سطحی است که در پاس رو اتفاق می‌افتد و همچنین در پاس ریشه نیز رخ می‌دهد.



دلایل

۱- باز بودن بیش از حد درز جوش

۲- جا انداختن مقداری از محل درز جوش توسط جوشکار (حرکت نامناسب دست)

۳- سرعت بیش از حد جوشکاری

۴- پایین بودن قطر الکترود مصرفی

۵- ضخیم بودن روپوش الکترود و سنگینی بیش از حد سرباره جوش

اقدامات اساسی

۱- تنظیم فاصله دو لبه قطعه کار (زاویه شیار و فاصله گپ)

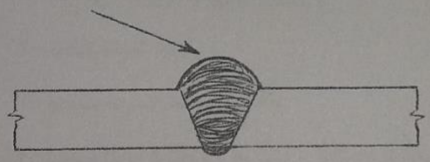
۲- کنترل سرعت جوشکاری از ابتدا تا انتهای کار

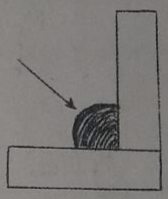
۳- استفاده از الکترود با قطر و روپوش مناسب

۱۱- تحدب گرده جوش

Convexity

در صورتی که گرده جوش پس از اتمام جوشکاری محدب شده باشد به گونه‌ای که تحدب آن بیشتر از حد مجاز باشد عیب «Convexity» رخ داده است که خاص پاس رو بوده و جزء عیوب سطحی به شمار می‌رود.





دلایل

۱- سرعت جوشکاری کم

۲- شدت جریان پایین

۳- مکث بیش از حد در یک قسمت از جوش

۴- استفاده از الکترود با قطر زیاد

۵- طراحی اتصال نامناسب.

اقدامات اساسی

۱- تنظیم سرعت جوشکاری در تمام طول کار

۲- تنظیم شدت جریان

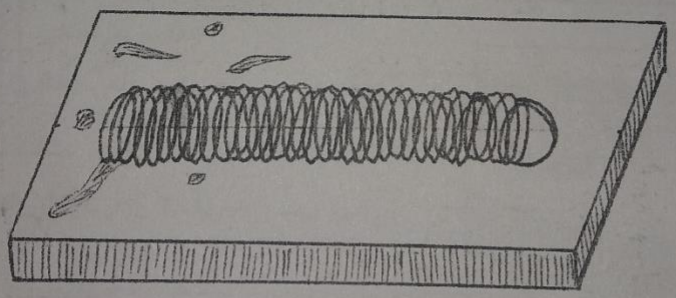
۳- استفاده از الکترود مناسب

۴- طراحی صحیح اتصال

۱۲- لکه قوس (قوس هرز) Arc Strike

معمولاً جوشکارهای بی‌دقت هنگام شروع جوشکاری با الکترود دستی ابتدا الکترود را بر روی سطح کار در یک یا چند نقطه بطور لحظه‌ای می‌کشند تا بدین ترتیب قوس‌های موقتی ایجاد شده و با گرم کردن نوک الکترود روشن شدن قوس در محل جوشکاری تسهیل یابد. که نتیجه این عمل لکه‌های پست که قوس بر روی سطح کار پدید می‌آورد. در ظاهر شاید این لکه‌ها کوچک و کم‌اهمیت پنداشته شوند اما با مطالعه میکروسکوپی آن‌ها می‌توان دید که علاوه بر تأثیر بر روی خواص ماکروسکوپی ماده باعث ایجاد ترک‌های ریزی در قطعه هم می‌شوند.

این عیب جزء عیوب جنبی جوش می‌باشد که بر روی سطح کار اطراف خط جوش رخ می‌دهد.



اقدامات اساسی

۱- استفاده از یک قطعه کمکی برای ایجاد قوس بر روی آن

۲- استفاده از شیار جوش برای گرم کردن الکترود و ایجاد قوس

۳- دقت در شروع کار برای ایجاد قوس در محل مناسب

۴- استفاده از تکنیک یک گام به عقب Back Step

پیچیدگی در جوشکاری Welding Distortion

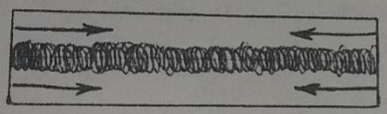
بر اثر گرمای ناشی از قوس الکتریکی روی قطعات مورد جوشکاری تنش‌هایی در اتصال به وجود می‌آید که این تنش‌ها عامل اصلی پیچیدگی در جوشکاری به شمار می‌روند و در این حالت قطعات از فرم اصلی خود خارج شده و اصطلاحاً «Deform» می‌شوند.

پیچیدگی یا اعوجاج در جوشکاری ممکن است باعث بروز ترک در قطعه گردد که در نهایت باعث از بین رفتن اتصال می‌شود. البته اگر چنین عملی هم رخ ندهد همین که اتصال از طرح اصلی خود خارج شده است باعث ضرر و زیان خواهد بود.

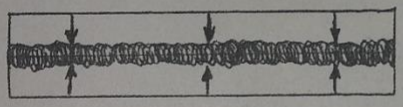
هرچه حرارت ورودی نسبت به ضخامت قطعات اتصال بیشتر باشد، قطعاً پیچیدگی هم بیشتر خواهد بود. لذا چون این موضوع در جوشکاری زیاد پیش می‌آید و کنترل آن از اهمیت خاصی برخوردار است در این‌جا به بررسی انواع پیچیدگی، علل و عوامل و چگونگی کنترل آن می‌پردازیم.

انواع پیچیدگی در قطعات مورد اتصال

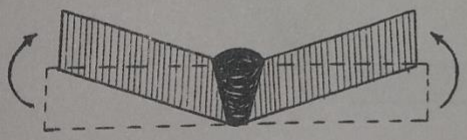
۱- پیچیدگی طولی (انقباض‌های طولی موازی با محور جوش)



۲- پیچیدگی عرضی (انقباض‌های عرضی عمود بر محور جوش)



۳- پیچیدگی زاویه‌ای (انقباض‌های گردشی حول محور جوش)



عوامل مؤثر در مقدار و توزیع پیچیدگی

مهم‌ترین عواملی که در مقدار پیچیدگی یا اعوجاج قطعات اتصال مؤثر هستند عبارتند از:

۱- ضخامت قطعه کار
۲- نوع طرح اتصال
۳- نوع فرآیند جوشکاری
۴- جنس فلزات پایه
۵- تنظیم پارامترهای جوشکاری (ولتاژ، آمپراژ و غیره)
۶- دستورالعمل جوشکاری (WPS)
۷- شرایط سرد شدن قطعه پس از جوشکاری
۸- ابعاد و اندازه سازه جوشکاری شده

راه‌های کنترل و کاهش پیچیدگی

برای جلوگیری از پیچیدگی بیش از حد و کنترل مقدار آن می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

۱- کم کردن حرارت ورودی به قطعه

۲- کاهش حجم فلز جوش (مثلاً استفاده از اتصال X به جای V)

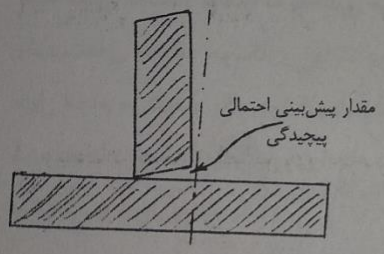
۳- کاهش زاویه پخ (Bevel Angle) و فاصله گپ (Root Opening)

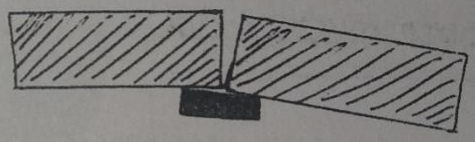
۴- پیش‌گرم کردن قطعه و حرارت بین پاسی (در مورد جوش‌های چند پاسه)

۵- استفاده از روش‌های تنش‌زدایی حرارتی و مکانیکی پس از اتمام جوشکاری (روش‌هایی مانند پس‌گرمایی، چکش‌کاری، حرارت‌دهی مستقیم و باریک، چکش‌کاری و غیره)

۶- مونتاژ کامل اعضای سازه و محکم کردن آن‌ها به کمک نگهدارنده‌های موقتی یا ثابت قبل از جوشکاری.

۷- پیش‌بینی مقدار پیچیدگی احتمالی و مونتاژ قطعات با در نظر گرفتن مقدار حرکت جبرانی عضوهای اتصال که پس از جوشکاری در جای اصلی خود قرار گیرند (مطابق شکل زیر).

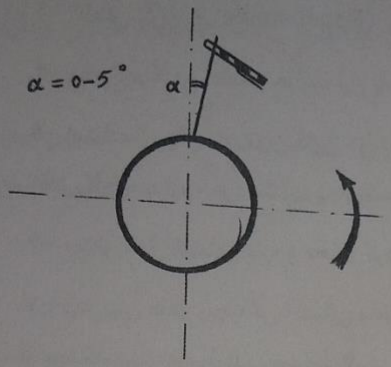




۸- استفاده از تکنیک یک گام به عقب یا جوشکاری منقطع (خصوصاً در قطعات با ضخامت کم)

جوشکاری لوله: Pipe Welding

جوشکاری لوله از جمله شاخه‌های تخصصی جوشکاری می‌باشد که از عهده اغلب جوشکاران پلیت برنمی‌آید و این کار مستلزم مهارت خاص خود می‌باشد و کسانی که می‌خواهند جوشکار لوله شوند بایستی ابتدا در جوشکاری پلیت مهارت کافی را به دست آورده و سپس به فراگیری جوشکاری لوله بپردازند. و به عبارت دیگر جوشکاری پلیت پیش‌نیاز جوشکاری لوله می‌باشد.



اگر بتوان لوله را برای جوشکاری چرخاند، آسان‌ترین روش انتخاب شده است که به آن جوشکاری چرخشی می‌گویند. برای انجام این نوع چرخش با استفاده از الکترود دستی بایستی قوس را در بالای لوله ایجاد نمود (البته با زاویه ۵ — ۰ درجه نسبت به محور عمودی لوله) و سپس الکترود را در همین وضعیت نگه داشته و لوله را با سرعت یکنواخت باید چرخاند تا جوشکاری انجام شود.

البته عنوان جوشکار لوله را به شخصی می‌توان نسبت داد که علاوه بر جوشکاری فوق بتواند لوله ثابت را در وضعیت‌های مختلف جوشکاری نماید، چون در پروژه‌ها این جوشکاری در وضعیت‌های عمودی، افقی، تخت، سقفی و مایل انجام می‌شود و یک جوشکار باید بتواند در موقعیت‌های سخت مانند ارتفاعات، زیر آب، تاسیسات زیرزمینی و غیره عملیات جوشکاری را طوری انجام دهد که پس از تست‌های غیرمخرب نظیر رادیوگرافی، مایعات نافذ، امواج فراصوتی و غیره تاییدیه بگیرد.

حال به بررسی چگونگی جوشکاری لوله در وضعیت‌های مختلف که هدف اصلی آموزش کارآموزان این دوره می‌باشد خواهیم پرداخت.

قبل از اجرای عمل جوشکاری لوله بایستی به سه مورد مهم و اساسی توجه نمود که عبارتند از:

۱- تمیز کردن محل مورد نظر برای جوشکاری (زدودن آلودگی‌ها، زنگ زدگی‌ها، رنگ و...)

۲- آماده‌سازی لبه‌های قطعه کار و مونتاژ آن‌ها (زاویه شیار، ریشه و گپ مناسب)

۳- قرار دادن قطعه کار در وضعیت مناسب و زدن خال جوش به صورت صحیح و اصولی

روش‌های ایجاد پخ

برای ایجاد پخ مناسب جهت جوشکاری اساسی قطعات لوله به یکدیگر به ترتیب ارجهیت و مرغوبیت از روش‌های زیر می‌توان بهره جست:

۱- تراشکاری

۲- روش‌های حرارتی (مانند برشکاری گاز و...)

۳- سنگ‌زنی (با استفاده از ماشین فرز دستی)

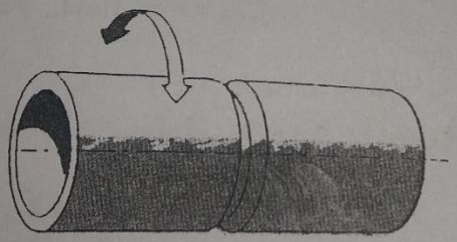
وضعیت‌های جوشکاری لوله

Pipe Welding Positions

بطور کلی جوشکاری لوله در چهار وضعیت مختلف به شرح ذیل اعمال می‌گردد.

۱- وضعیت افقی (چرخشی) «1G»

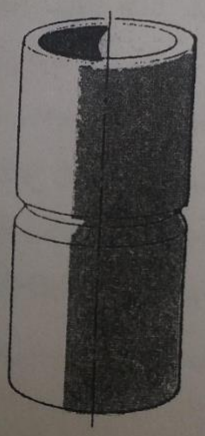
در این وضعیت محور لوله‌ها موازی خط افق بوده و لوله‌ها دارای حرکت چرخشی حول محور خود بوده و الکترود ثابت می‌باشد. که البته باید سرعت چرخش لوله و کنترل طول قوس را به شدت مدنظر قرار داد. در این حالت دور تا دور لوله بصورت «Flat» جوشکاری می‌شود.



لوله می‌چرخد
محور لوله افقی است
وضعیت ۱G

۲- وضعیت عمودی «2G»

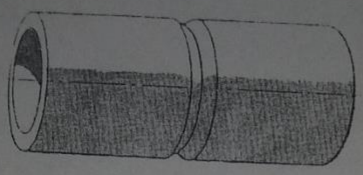
در این حالت محور لوله‌ها عمود بر خط افق بوده و لوله‌ها ثابت می‌باشند و دور تا دور لوله بصورت «Horizontal» جوشکاری می‌شود.



لوله ثابت است
محور لوله عمودی است
وضعیت ۲G

۳- وضعیت افقی ثابت «5G»

در این حالت همانند حالت اول محور لوله‌ها موازی با خط افق بوده با این تفاوت که دیگر قطعه کار نمی‌چرخد و ثابت است ولیکن الکترود پیرامون لوله می‌چرخد.

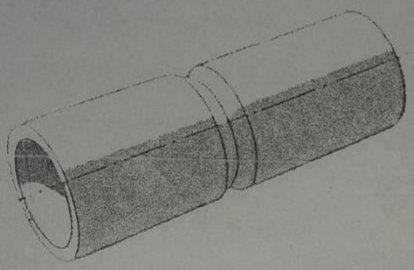


لوله ثابت است
محور افقی است
وضعیت 5G

عمل جوشکاری در این وضعیت ممکن است بصورت از پایین به بالا یا برعکس انجام شود. که در هر صورت دور تا دور لوله بصورت «Over Head, Vertical ,Flat» جوش داده می‌شود.

۴- وضعیت مایل «6G»

در این حالت محور لوله با خط افق زاویه ۴۵ درجه می‌سازد و لوله ثابت است و ممکن است جوشکاری از بالا به پایین یا بر عکس صورت پذیرد.



لوله ثابت است محور با امتداد افق زاویهٔ ۴۵ درجه می‌سازد
وضعیت 6G

که در هر صورت دور تا دور لوله به شکل «Over Head, Vertical ,Flat» مایل جوشکاری می‌شود.

فنون جوشکاری لوله

از لوله‌ها معمولاً برای انتقال سیالات (شامل مایعات و گازها) استفاده می‌شود. طبیعی است که در بسیاری از مواقع این سیالات تحت فشار جریان دارند. بدین مناسبت جوشکاری لوله نیاز به مهارت بالایی دارد چون کوچک‌ترین روزنه و نشتی در محل جوشکاری شده، خطرات بسیار زیاد مالی و جانی را به بار خواهد آورد.

علاوه بر این با توجه به شکل خاص مقطع لوله‌ها و طرز قرار گرفتن آن‌ها که غالباً بصورت افقی می‌باشد و چون تمام وضعیت‌ها ی جوشکاری اعم از Over Head, Vertical ,Flat وHorizontal در این نوع جوشکاری پنهان می‌باشد لذا جوشکاران خطوط لوله بایستی ورزیدگی و مهارت کافی در این امر را دارا باشند.

لوله‌هایی که به صورت افقی نصب می‌شوند معمولاً به دو صورت عمودی بالارو و سرازیر جوشکاری می‌شوند.

ادامه درس بعدی
PDF