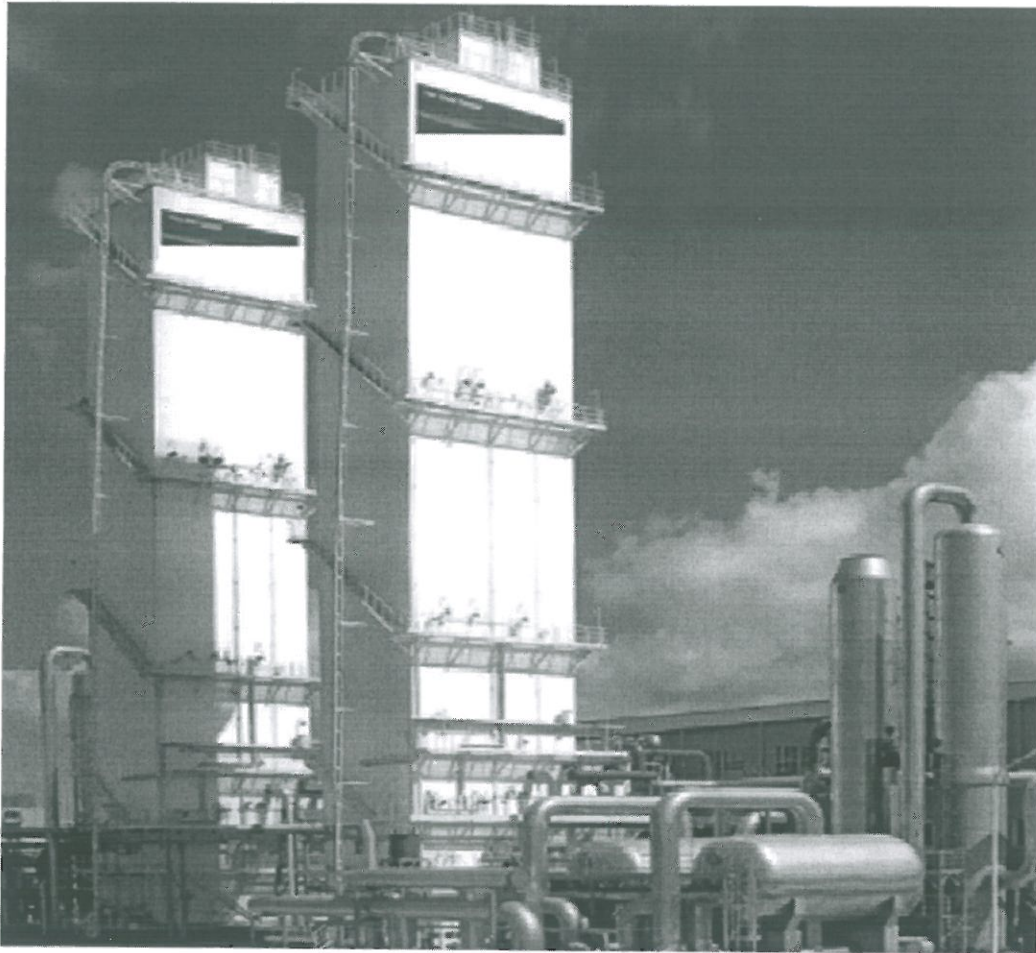




جوشکاری آلومینیوم واحد تولید اکسیژن



سیروس یحیی پور

" گزارش تحقیقات انجام شده در مورد جو شکاری آلومینیوم "

مقدمه :

از هنگام آغاز تعمیرات جوشهای معیوب بولوله های آلومینیومی درون کلد باکس و احد اکسیژن ، ملاحظه گردید که اشکالات عمده ای در جهت دستیابی به جوشهای سالم و عاری از عیب وجود دارد . در بررسیمهای اولیه مشخص گردید که جوشکاریهای تعمیراتی عیب مشترکی دارند که عبارتست از عدم امتزاج فلز جوش بولوله اسپه لایه اکسیدی سطح آلومینیوم .

تلاشهای بعدی جهت رفع این عیب خیلی مفید واقع نگردید و این امر باعث شد که تحقیقات مختصری در این زمینه انجام پذیرد .

امید است بار عایت توصیه های که از این تحقیقات حاصل گردیده است ، مشکل موجود در واحد اکسیژن مرتفع گردد .

۱- خواص آلومینیوم و آلیاژهای آن :

آلومینیوم خالص فلزی است نرم و سبک ، با این وجود برخی از آلیاژهای آن از نظر استحکام در مقایسه و زنی با فولاد رقابت میکنند . آلومینیوم از قابلیت انعطاف پذیری (DUCTILITY) بسیار خوبی در در ماهای زیر صفر برخوردار بوده و در برابر خوردگی بسیار مقاوم است .

عناصر مختلف مانند مس ، منگنز ، سیلیسیم ، منیزیم و غیره بر روی خواص آلومینیوم تاثیر گذارده طیف وسیعی از آلیاژها را پدید میآورند که از استحکام مکانیکی ، مقاومت در برابر خوردگی و قابلیت ماشینکاری بسیار مطلوبی برخوردارند .

آلیاژهای کار شده آلومینیوم را میتوان به دو دسته اصلی بر حسب قابلیت پذیرش عملیات حرارتی طبقه بندی نمود . گروه اول تحت عملیات حرارتی میتواند به خواص مکانیکی مطلوب دست یابد در حالیکه عملیات حرارتی برگروه دوم بی اثر میباشد .

لوله ها و برج کلد باکسهای واحد اکسیژن مجتمع فولاد از آلیاژهای کار شده و از نوع دوم میباشد " NON-HEAT TREATABLE WROUGHT ALOYS " این گروه از آلیاژها توسط عملیات سردکاری سخت و مقاوم میگرددند و بوسیله نورد سرد ، کشیدن (DRAWING) و عملیات مشابه خواص مکانیکی آنها بهبود می یابد .

آلومینیوم و آلیاژهای آن با انواع فرآیندهای جوشکاری ، زردجو شکاری (BRAZING) ،

لحم کار، چسبهای مخصوص و طرق مکانیکی قابل اتصال بیکدیگر میباشند جو شکاری آلومینیوم با استفاده از روشهای MIG و TIG متداولتر از سایر روشها بود و جو شکاری لوله های آلومینیومی و احد اکسیژن نیز باروش TIG انجام میپذیرد .

۱-۱ خواص حرارتی :

آلومینیوم خالص در دمای ۱۲۲۰ درجه فارنهایت ذوب میگردد ، لیکن آلیاژهای آن بر حسب میزان عناصر آلیاژی دارای نقطه ذوبی در محدوده ۹۰۰ الی ۱۲۲۰ درجه فارنهایت میباشند .

هنگامیکه آلومینیوم تا دمای جو شکاری حرارت داده میشود ، هیچگونه تغییر رنگ در آن مشاهده نمیشود جو شکار کم تجربه ممکن است بهمین دلیل عمق مذاب را تشخیص ندهد و با نگهداری بیش از حد قوس در یک نقطه سبب نفوذ شدن و بالارفتن حلالیت گاز در مذاب گردد که در اثر آن تخلخل در جوش پیش آمد و یا اینکه نفوذ بیش از اندازه واقع شود .

۱-۲ جذب گازها و اثرات آن بر جوش :

قابلیت حل شدن گازها (بخصوص هیدروژن) در مذاب آلومینیوم زیاد بود و با تقلیل دما ، میزان حلالیت کاهش می یابد در حین سرد شدن مذاب ، پس از اینکه حجم گاز از حد اشباع گذشت ، گاز اضافی بصورت حبابهای شروعبه جو انه زدن ، رشد و شناور شدن نمود و در صورت امکان از مذاب خارج میگردد . به هر حال بخشی از این گازها در میان دانه های جامد در حال رشد حبس شده و بصورت تخلخل یا سوراخهای کرمی شکل در فلز جوش باقی میمانند . از عواملی که باعث ایجاد این عیب میگردد ، میتوان موارد زیر را نام برد :

- جو دلايه اکسیدی که عموماً " دار ای رطوبت هستند .

- روانساز (FLUX) مخصوص آلومینیوم که فوق العاده جاذب الرطوبه میباشد .

- چربی و آلودگیهای سطح کار و مفتول جو شکاری .

- ترکیب ، فشار و مقدار جریان گاز محافظ ، قطر نازل سر آمیک ، فاصله نازل تا سطح کار و وضعیت جو شکاری .

۱-۳ دستگاه جو شکاری :

امروزه در دستگاههای مدرن و پیشرفته TIG ایجاد قوس الکتریکی توسط مدار فرکانس بالا انجام میگردد و با عدم تماس الکترود و تنگستن با سطح کار میزان ناخالصی تنگستن در جوش به حد اقل رسید و نیز فرسایش و آلودگی نوک الکترود کمتر اتفاق می افتد

در اینگونه دستگاهها ایجاد و قطع قوس الکتر یکی توسط مکانیز مهائی (پدالیاتکمه ای که در انبر جو شکاری تعبیه میشود) بتدریج صورت گرفتار و با اجتناب از قطع ناگهانی قوس الکتر یکی از بوجود آمدن حفره انقباضی (SHRINKAGE CRATER) که عموماً "باترکهای ستاره ای شکل (CRATER CRACKS) همراه است، جلوگیری میشود. همچنین در بعضی از دستگاههای فوق مدار هائی تعبیه شده که شکل امواج الکتر یکی را بصورت مربع تغییر میدهد و زمان هر نیم سیکل قابل تنظیم است. بدین ترتیب میتوان عمل تمیز کردن ناحیه جوش (برداشتن لایه اکسیدی) بسویله قوس را افزایش و عمق نفوذ و پهنای جوش را کنترل نمود. دستگاههای جو شکاری TIG موجود در واحد اکسیژن از انواع قدیمی میباشد و بعلاوه تاکنون چندین بار نیز بطریق غیر مطمئن تحت تعمیر قرار گرفته اند، لذا کیفیت کارکرد آنها مورد تردید میباشد. این امر در جو شکاریهای آزمایشی که در این واحد انجام گرفت بخوبی مشهود بود. بنابراین این ضرورتیست جهت دستیابی به جو شکاری با کیفیت مطلوب از دستگاه TIG مناسب استفاده بعمل آید.

۳- الکتر و دتنگستن:

شکل و نحوه آماد سازی نوک الکتر و وضعیت قرار گرفتن الکتر و در انبر جو شکاری و تمیز نگه داشتن نوک آن از آلودگیهای مذاب از عوامل مهم دستیابی به جوش سالم در روش جو شکاری TIG محسوب میگردد.

۴- گاز محافظ:

بطور کلی در جو شکاریهایی که با گاز محافظ انجام میشوند (TIG-MIG) بر حسب کیفیت کار و نوع آلیاژ جو شکاری از گازهای آرگون، هلیوم، نیتروژن، انیدرید کربنیک و یا مخلوطی از آنها استفاده میشود. درجه خلوص و درصد ترکیب مخلوط گازها در کیفیت جوش حاصل بسیار موثر است. در جو شکاری لوله های آلومینیومی و واحد اکسیژن از گاز آرگون استفاده میشود که بایستی طبق توصیه طراحی شرایط زیر ادا باشد:

حد اقل	۹۹/۹	(در صد حجمی)	درجه خلوص آرگون
حد اکثر	۰/۰۰۲	(در صد حجمی)	اکسیژن
حد اکثر	۰/۱	(در صد حجمی)	نیتروژن
حد اکثر	۰/۰۱	(در صد حجمی)	هیدروژن
حد اکثر	۰/۰۲	میلی گرم در لیتر	رطوبت

افزایش ناخالصی‌ها حتی بمریزان بسیار ناچیز در کیفیت و خواص جوش حاصل موثر و افع میشود. نظر باینکه کیفیت گاز آرگون مصرفی در واحد اکسیژن مورد تردید قرار داشت نمونه ای از آن به آزمایشگاه و احیا شماره (۱) مجتمع ارسال شد و مشخص گردید که مریز آن اکسیژن موجود در گاز آرگون مصرفی بیش از حد مجاز بود که جهت انجام جوشکاری روی لوله های مورد بحث مناسب نمی باشد.

توضیح اینکه وجود گاز اکسیژن بیش از حد مجاز در گاز آرگون میتو اندیکی از عوامل مهم تشکیل اکسید آلو مینیوم در حین جوشکاری باشد که سبب عدم امتزاج می گردد.

۵- آمادہ سازی لبه ها جهت انجام جوشکاری :

از عوامل دیگری که در کیفیت جوش حاصل اثرات فرآوانی دارد، نحوه آمادہ سازی لبه ها جهت انجام جوشکاری میباشد. لبه ها بایستی بگونه ای و بادر نظر گرفتن این مطلب که تا ۴/۵ میلی متر ضخامت کار لزو می به ایجاد فاصله ریشه جوش (ROOT GAP) نمیباشد، آمادہ سازی شوند. بنابر این لبه های دو قطعه ای که جوشکاری میشود بایستی کاملاً در کنار یکدیگر قرار گرفته و هیچگونه فاصله ای بین آنها ایجاد نگردد.

خال جوشهایی (TACK WELDS) که جهت نگهداری دو قطعه بیکدیگر ایجاد میشود بایستی مشخصات یک جوش سالم را داشته و در نهایت بعنو آن بخشی از جوش نهایی در محل باقی بمانند در غیر اینصورت بهتر است اتصال دو قطعه بطریق دیگری از خال جوش صورت پذیرد. آزمایشاتی که در این زمینه انجام گردید نشان داد که میتو آن با احتراز از خال جوش نتایج بهتری بدست آورد.

۶- تشکیل اکسید آلو مینیوم :

از ابتدا ای شروع کار پیمانکار فعلی در واحد اکسیژن، حین انجام آزمایش مهارت جوشکار آن معرفی شد، صرف نظر از عیوب ناشی از عدم مهارت جوشکار آن یا مناسب نبودن دستگاه جوشکاری، عیوبی بصورت عدم امتزاج (LACK OF FUSION) در خط میانی ریشه جوش در تمام نمونه های جوشکاری شد مشاهده گردید. با انجام تغییراتی در تکنیک جوشکاری، آمادہ سازی لبه ها و چندین عامل از عواملی که گمان میرفت در وجود آوردن این عیب موثر باشند، عیب موجود به حد اقل ممکنه کاهش داد شد لیکن هرگز بطور کامل از میان نرفت. جهت تحقیقات بیشتر در شناسائی و تعیین عواملی که در وجود آوردن این عیب نقش داشتند، از تعدادی از درز جوشها پرتو نگاری بعمل آمد و فیلمهای پرتو نگاری شده از

نقاط سالم و معیوب جو شهابی که دیگر مقایسه گردید و معلوم شد که این عیب در ای عمق زیادی بود و کاملاً در ریشه جوش نفوذ کرده است. در این رابطه لازم دانسته شد که نمونه ها جهت انجام آزمایشات متالوژیکی به آزمایشگاه ارسال گردد. باین ترتیب نمونه ها به سبیل میکرو و سکو بمتالوگرافی بصورت قطعی مشخص شد که عیب موجود ناشی از وجود یک لایه اکسیدی است که باعث عدم امتزاج لبه های مورد جوشکاری میگردد. اکسید آلومینیوم AL₂O₃ قشر پیوسته و مد او می باشد که با بالارفتن درجه حرارت به ضخامت آن افزوده میگردد. این اکسید که در ای درجه ذوب نسبتاً "بالایی" می باشد، دیرگداز بود و در آلومینیوم مذاب حل نمیکرد و یکی از مشکلات اصلی در جوشکاری این فلز محسوب میشود.

بطور کلی آلومینیوم و آلیاژهای آن هنگامیکه در معرض هوا قرار میگیرند، یک لایه اکسید بر روی سطح آنها تشکیل میگردد. این لایه اکسید بایستی قبل از عملیات جوشکاری، زرد جوشکاری و لحیم کاری برداشته شود تا امکان امتزاج کامل مفتول و قطعه جوشکاری فراهم گردد.

لایه اکسیدر امیتو ان بطرق مختلف از جمله استفاده از رو انساز (FLUX)، عمل و انفعالات قوس الکتریکی در محیط گاز خنثی، تمیزکاری مکانیکی یا شستشوی شیمیایی از میان برداشت.

در واحد اکسیژن حین انجام جوشکاری بهای آزمایشی از رو انساز مخصوص آلومینیوم نیز استفاده بعمل آمد و در جوش حاصل عیب "عدم امتزاج" بوجود آمد. اسطه تشکیل لایه اکسید آلومینیوم مشاهده نگردد، که نتایج پرتو نگاری نیز مویید این امر بود. اما در موردیکه از رو انساز استفاده میشود، نکته حائز اهمیت بر طرف کردن بقایای آن از موضع جوش میباشد. زیر رو انساز از موادی چون فلوراید و کلوراید فلزات قلیائی نظیر پتاسیم کلوراید، سدیم فلوراید و کربولیت (Na₃AlF₆) تشکیل شده که بسیار خورنده است و باقیماندن آن روی سطح آلومینیوم باعث خوردگی میگردد.

۷- نتیجه ها و پیشنهادات :

تحقیقات اجمالی و بررسیهای فوق نشان میدهد که با تصحیح عوامل نارسای موجود میتو ان معضلات در جوشکاری لوله های آلومینیوم می در واحد اکسیژن رابر طرف نمود و به جو شهابی سالم و بدون عیب دست یافت. عواملی که بایستی در اجرا تصحیح آنها وقت بعمل آید بر حسب درجه اهمیت عبارتند از :

۱- تمیز کاری فلز مینا : سطوحی که بایستی جو شکاری شوند ، می باید عاری از هر گونه مواد زائد از قبیل ، گرد و خاک ، رطوبت و غیره باشند . بهترین روش تمیز کاری روشی است که در زیر شرح داده شده است اگر چه در اغلب کار برد های عادی تمیز کاری مکانیکی بارس دستی یا برقی کافی است .

- ابتدا محل اتصال با استفاده از پرس سیمی از جنس فولاد ضد زنگ کاملاً تمیز شود (بایستی توجه داشت که برس سیمی فقط بر ای همین منظور مورد استفاده قرار گیرد و برس ای مصارف دیگر بکار برده نشود) .

- محل اتصال با محلول ۵ درصد نیدر و کسید سدیم CAUSTIC SODA (باد مای ۱۵ درصده فار نهایت) شستشو شده و حد اکثر پس از گذشت ، ۱ ثانیه ، محل با آب سرد کاملاً شسته شود .
- محل اتصال با استفاده از محلول اسید نیتریک تجاری (۵۰ درصد اسید) و سپس آب سرد کاملاً شستشو شده و خشک گردد .

۲- تمیز کاری مفتول جوش : مفتول جو شکاری را نباید در هوای آزاد نگهداری نمود . بسته بندی مفتول را فقط هنگام آغاز به کار بایستی باز نمود . قبل از جو شکاری بایک سمباده نرم و تمیز (و یا شستشوی شیمیایی) ، اکسید آلو مینیوم روی سطح مفتول را بایستی کاملاً پاک کرد . مفتول های باقیمانده را همواره باید درون یک محافظ پلاستیکی دور از رطوبت و سایر آلودگی ها نگهداری نمود .

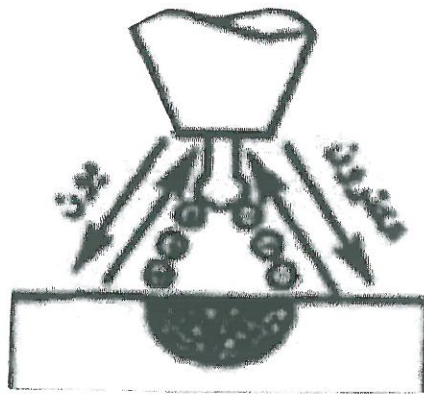
۳- گاز محافظ : استفاده از گاز محافظ آرگون با درصد خلوص ۹۹/۹ درصد ازمی می باشد . جهت کنترل میزان گاز خرو جی هنگام جو شکاری ، کپسول گاز بایستی مجهز به جریان سنج قابل اطمینان باشد .

۴- جو شکار آلو مینیوم : انتخاب جو شکار ماهر و واجد صلاحیت حائز اهمیت بسیار می باشد . قبل از انجام آزمایش صلاحیت جو شکاری ، سو ابق جو شکار معرفی شده بایستی بر روی گردن اطمینان حاصل شود و در ای تجر به کافی در جو شکاری لوله های آلو مینیوم می می باشد . به هر حال اجازه شروع کار جو شکار بایستی منوط به نتایج مثبت آزمایش صلاحیت جو شکار باشد .

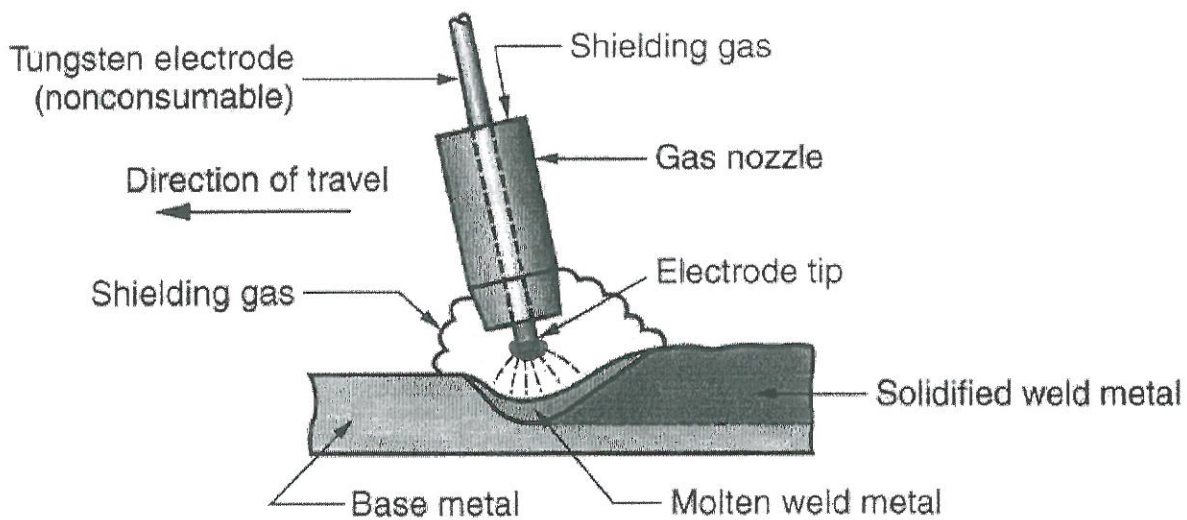
۵- دستگاه جو شکاری : جهت انجام جو شکاری ها بایستی از دستگاه TIG مناسب استفاده بعمل آید . قبل از اقدام به جو شکاری لوله های آلو مینیوم می لازمست از سلامت و نحوه کارکرد دستگاه اطمینان کافی حاصل گردد .

۶- شیلنگ‌گاز و انبر جو شکاری: شیلنگ انتقال‌گاز محافظ با بیستی سالم و کاملاً تمیز و عاری از رطوبت و سایر آلودگی‌ها باشد، انبر جو شکاری و متعلقات داخل آن باید همگسی سالم و کاملاً خشک و تمیز باشند.

۷- الکترود تنگستن: برای سنگ‌زدن نوک الکترود و دستگستن از سنگ سباده تمیز و نوع سیلیسی (بدون کربن) استفاده شود. این سنگ نباید جهت مصارف دیگر بکار برده شود. پس از سنگ‌زدن نوک الکترود، با بیستی کمی جوش روی یک قطعه آلو مینیوم می‌دهد و ریز انجام داد تا نوک الکترود بصورت تیز بر حاصل گردد.



در زمان جو شکاری، نوک الکترود دستگستن با بیستی باید از ۵ تا ۱۰ درجه در شکل زیر نشان داده شده است (کمی کمتر از آن در دهانه سر آمیگی) از دهانه انبر بپیر و نباشد، در غیر این صورت محافظت‌گاز بخوبی انجام نخواهد شد.



- کمی لوله
آب ک ۹۱