اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

مراحل نصب و بازرسی خطوط لوله دریایی

چکیده

با توجه به نیاز روز افزون جوامع بشری به منابع انرژی، استفاده از مخازن نفت وگاز فرا ساحل شتاب فزاینده ای یافته است، که این مهم نیاز به احداث خطوط لوله دریایی، جهت انتقال مواد نفتی از سکو به خشکی را می طلبد. یکی از مرسوم ترین روشها، استفاده از کشتی لوله گذار برای احداث این خطوط می باشد.

این مقاله به بررسی مراحل احداث و بازرسی حین نصب خطوط لوله دریایی، آشنایی با تجهیزات و دستورالعملهای مرتبط و انتخاب نوع و جنس لوله های به کار رفته با توجه به شرایط محیطی و کاری می پردازد.

همچنین معرفی قسمتهای مختلف کشتی لوله گذار، فرایندهای آماده سازی لوله و جوشکاری آنها، نوع پوشش، سیستم حفاظت کاتدی و بازرسی های مرتبط از مطالبی است که در این مقاله بررسی خواهد شد.

رعایت دقیق دستورالعملها و اشراف بر مراحل نصب و بازرسی، موجب بالابردن سطح کیفی عملیات لوله گذاری خطوط لوله و جلوگیری از وقوع حوادثی که به طبع آن شاهد نشت مواد نفتی به دریا و زیانهای مالی و زیست محیطی خواهیم بود، می شود.

واژه های کلیدی

کشتی لوله گذار، تستهای غیر مخرب، سطح کیفیت تولید (PSL[1])، دستورالعمل جوشکاری (WPS[2])، حفاظت کاتدی، پوشش

[1] Product Specification Level

[2] Welding Procedure Specification

۱) مقدمه

تصفیه گاز و جداسازی میعانات استحصالی از چاههای فراساحلی مستلزم انتقال توسط خطوط لوله دریایی بـه تاسیـسات پالایشگاه ساحلی می باشد.
این خطوط در پروژه های گازی پارس جنوبی برای هر فاز شامل دو خط مجزا از هم می باشند. یک خط لوله "۳۲ جهت انتقال گاز و میعانات همراه و خطی دیگر به قطر "۴/۵، جهت انتقال MEG[1] به تاسیسات سرچاهی.
این مقاله به مراحل نصب و بازرسی خطوط لوله فاز ۸ پارس جنوبی توسط کشتی لوله گذار PLB132[2] خواهد پرداخت. خطوط لوله دریایی در مراحل اولیه، ابتدا بـرای عملیـات جوشـکاری آمـاده سـازی مـی شـوند، پـخ زده شـده و fit up می گردند. سپس خط لوله "۳۲ بـه روش جوشـکاری اتوماتیـک GMAW[3] و خـط "۴/۵ بـه روش جوشـکاری دسـتی SMAW[4] جوشکاری می شوند. پس از آن بازرسی های چشمی سطح جوشکاری شده و آزمونهـای غیرمخـرب NDT[5] انجام می پذیرد و در مرحله آخر به اجرای سیستم حفاظت کاتدی و اعمـال پوشـش بـر روی قـسمت جوشـکاری شـده، خواهیم پرداخت.

۲) مراحل لوله گذاری در دریا

مراحل لوله گذاری فاز ۸ در دریا از طریق بارج لوله گذار PLB 132 انجام می شود . به طور کلی این بارج لوله گذار شامل دو جرثقیل اصلی و یک Stinger می باشد که وظیفه Stinger نگهداری لوله و فراهم آوردن مسیری جهت انتقال آن به عمق دریا می باشد ، که به طور معمول زاویه ای در حدود ۲۱ درجه دارد (شکل ۱) .

۱-۲) مسیر مراحل عملیاتی در بارج لوله گذار

در ابتدا لوله های "۳۲ و "۴/۵ در انبارهای A_1 و A_2 و A_3 بر روی بارج نگهداری می شوند (شکل ۲). سپس از انبار A_4 به مراحل دیگر توسط جرثقیل ارسال می گردند . لوله های "۴/۵ Piggy Back نیز در گروههای هفت تایی دسته بندی می گردند.

سپس لوله های "۳۲ توسط انتقال دهنده طولی در منطقه B به سوی ناحیه لبه سازی[6] ارسال می شوند (ناحیه C) (اشکال ۲و۳).

سیستم انتقال دهنده طولی ثانویه ای نیز لوله های "۴/۵ را به منطقه لبه سازی ارسال می کنند (ناحیه P) .

[1] Mono Ethylene Glycol
[2] Pipe Lay Barge
[3] Gas Metal Arc Welding
[4] Shielded Metal Arc Welding
[5] Non Destructive Tests
[6] Beveling

۱–۱–۲) لبه سازی لوله ها

لوله توسط انتقال دهنده ای به سوی اولین ایستگاه لبه سازی می رسند ،C1 . ناحیه لبه سازی شده به صورت J می باشد(اشکال ۴و۵).

سپس لوله ها به ایستگاه C2 جهت لبه سازی انتهای آنها می روند. در صورت خرابی یکی از دو دستگاه فوق یک دستگاه لبه ساز یدک، در منطقه C3 تعبیه شده است .

اگر لوله معیوبی در این مراحل دیده شود، از طریق منطقه D به انبار و قرنطینه کشتی برده می شود.

لوله های لبه سازی شده از طریق انتقال دهنده های طولی به انتقال دهنده های عرضی در ناحیه E ارسال می شوند. لبه لوله سپس به وسیله برس سیمی یا هوای کمپرس شده تمیز می گردد(شکل ۶).

تمام لبه ها به صورت چشمی بازرسی می گردند و اگر زمان اجرای کار به بیش از ۶ ساعت بیانجامد ، لبه های تمیز شده باید بوسیله محافظی پوشیده شوند. قبل از انتقال لوله ها به ایستگاهF جهت جوشکاری اتوماتیک ، لبه های لوله ها بوسیله مشعل های پروپان پیش گرم می گردند.

در ایستگاه F ، دو لوله Fit up می گردند. در این مکان لوله قابلیت حرکت در سه محور را دارا می باشد.

در انتها، Fit up نهایی یک دستگاه Clamp نیوماتیک که از راه دور کنترل می شود، انجام می گردد(ناحیه G)(شکل ۷).

جهت حرکت Clamp در داخل لوله، این دستگاه از طریق کابلی که به یک قرقره[1] متصل می باشد که به طور اتوماتیک عمل می کند. سر دیگر کابل نیز به نشانگر Buckle در لوله متصل می باشد.

بعد از این مرحله ۵ ایستگاه کاری داریم (شکل ۸) .(H: Hold)

- ایستگاه H1 ، جوشکاری پاس ریشه
- ایستگاه H2 ، جوشکاری پاس ۲و۳
- ایستگاه H3 ، جوشکاری پاس ۴و۵
- ایستگاه H4 ، جوشکاری پاس ۶و۷
- ایستگاه H5 ،عملیات NDT و تعمیر جوشهای معیوب

[1] Winch

لازم به ذکر است بخش اعظم تستهای غیر مخرب بر روی جوش ، شامل آزمایش آلتراسونیک اتوماتیک به صورت TOFD[1] می باشد(شکل ۹).

مرحله بعدی ، اعمال پوشش Heat Shrink Sleeve می باشد که پس از تمیز کاری سطح جوشکاری شده ، روی قسمتی از لوله که پوشش سیمانی ندارد ، اعمال می گردد. آب بندی[۲] آن از طریق انقباض حرارتی Sleeve به وسیله مشعل پروپان می باشد (شکل ۱۰) .

در رابطه با خط Piggy Back جوشکاری و عملیات NDT آن به موازات ناحیه P انجام می شود. این ناحیه شامل دو ایستگاه جوش دستی SMAW و یک ایستگاه جهت تست آلتراسونیک اتوماتیک و تعمیر جوشهای معیوب می باشد. اضافه بر آن چهار ایستگاه نیز جهت اعمال پوشش Heat Shrink Sleeve استفاده می شوند.

پس از این چهار ایستگاه ، یک سری غلتک لوله "۴/۵ را به سوی خط اصلی "۳۲ ارسال می کنند(شکل ۱۱).

در انتها خط Piggy Back در ایستگاه K3 توسط سه تسمه فلزی (دو تسمه فولاد کربنی و یک تسمه اینکونل) به همراه یک Block پلاستیکی بر روی خط "۳۲ ثابت می گردد. فاصله قرار گیری Block ها از یکدیگر باید حداقل ۶ متر باشد (اشکال ۱۲و۱۳).

لازم به ذکر است اگر در این مرحله لوله های آند دار در خط وارد شد ، عملیات اتصال دو لوله از طریق یک سیم در این ایستگاه انجام می پذیرد.

۳) سیستم کشش لوله و ارزیابی و نظارت بر آن

بارج لوله گذار PLB132 ، دارای دو عدد دستگاه کشنده و نگهدارنده لوله[۳] می باشد ، که از نوع BLM (Track Type) با دهانه عمودی می باشند(ناحیه J). دو عدد نگهدارنده با دهانه افقی نیز در ناحیه L قرار دارند(اشکال ۱۴و۱۵).

شیب لوله جهت انتقال در آب به وسیله Stinger با زاویه معمولی ۲۱/۱۲ درجه تنظیم می شود. Stinger به وسیله مفاصل و تیرهای عمودی[۴] به بارج متصل می باشد (ناحیه M) . ۲۰ متر از طول Stinger بیرون از آب و ۴۰ متر درون آب می باشد[۱۳].

حرکت لوله بر روی Stinger توسط غلتکهایی تسهیل می شوند. کشش اعمالی به لوله نیز به طور پیوسته اندازه گیری می گردد ، که حدوداً 45 Te می باشد.

غواصان در هر روز دوبار جهت بازرسی شرایط کلی لوله و Stinger ، فاصله تماس بین غلتکها و لوله ، آسیب دیدگی لوله و چرخش لوله ، به داخل آب می روند.

---

[1] Time of Flight Diffraction
[2] Sealing
[3] Tensioner
[4] Hinges, Transom

۴) آشکار ساز بشکه ای شدن لوله[1]

درون خط لوله "۳۲ ، یک دستگاه آشکار ساز بشکه ای شدن قرار می گیرد. این دستگاه شامل یک سری صفحات آلومینیومی برای اندازه گیری قطر درونی لوله می باشند که بر روی یک Trolley قرار می گیرند که به وسیله کابلی در ناحیه ابتدایی لوله که بر روی کف دریا قرار گرفته است حرکت می کند(شکل ۱۶).

کابل مورد نظر سپس به Trolley فاصله دهنده متصل می شود که پس از آن نیز به Clamp وصل می گردد. Trolley فاصله دهنده بعد از ایستگاه H5 قرار دارد و در مواقعی که لوله در این ایستگاه نیاز به بریده شدن یا تعمیر دارد ، استفاده می گردد ، زیرا احتمال بریده شدن کابل در این ناحیه زیاد است.

قطر کابل اتصال دهنده ۱۲ میلیمتر می باشد و باز و بسته شدن کابل توسط قرقره ای قبل از Clamp به طور اتوماتیک انجام می پذیرد.

آشکار ساز Buckle در لوله در آغاز کار به وسیله هوای فشرده در موقعیت تعیین شده قرار می گیرد و باید حداقل هر ۳۰ روز یا هر ۱۰۰ کیلومتر یکبار مورد بازرسی قرار گیرد.

۵) فرآیند جوشکاری

۵–۱) جوشکاری اتوماتیک GMAW [۲۱و۲۲]

این نوع جوشکاری بر روی خط اصلی "۳۲ (812.8 mm) با ضخامت ۲۰/۶ میلیمتر و با جنس API 5L X65 PSL2 و در موقعیت 5G انجام می پذیرد. دستگاه جوشکاری از نوع Saturnax Dual Torch وکد مورد استفاده در این بخش API 1104 می باشد (شکل ۱۷)[۱و۲و۱۲].الکترود مصرفی این فرآیند بر اساس

AWS 5.18 (Carbon Steel Filler Metal for Gas Shielded Arc Welding)

و نوع آن ER 70S6 (Lincoln) با قطر ۱ میلیمتر است.

گاز محافظ این روش مخلوط ۵۰٪ آرگون و ۵۰٪ CO_2 با خلوص ۹۹/۷ ٪ و نقطه شبنم زیر ۶۰ درجه سانتیگراد خواهد بود. شکل Bevel بر روی لبه ها از نوع J و جهت جوشکاری بالا به پایین و جهت جریان DC(+) می باشد.

Fit up توسط Internal Pneumatic Clamp همراه با Backing Ring مسی انجام می شود و برداشتن Clamp پس از اتمام پاسهای داغ انجام می پذیرد.

پیش گرم قبل از جوشکاری توسط مشعلهای پروپان تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای از بین بردن رطوبت اعمال می گردد (شکل ۱۸). دمای مورد نظر باید از فاصله ۷۵ میلیمتری از گوشه Bevel به وسیله ترمومتر و یا گچ حرارتی سنجیده شود. حداکثر دمای بین پاسها باید ۲۵۰ درجه سانتیگراد باشد و حداکثر زمان بین جوشکاری دو پاس ریشه و

[1] Buckle Detector

پاس دوم باید ۲۰ دقیقه باشد. حداقل تعداد پاسهایی که باید داشته باشیم تا محل اتصال خنک شود باید دو عدد پاس ریشه و پاس دوم باشد (اشکال ۱۹و۲۰).

سرد کردن کلی جوش به وسیله پاشیدن آب باید از دمای حداکثر ۲۲۰ درجه سانتیگراد آغاز و به دمای زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد منتهی شود.

حرارت اعمالی جوش نیز از این فرمول محاسبه می گردد:

$$Q=0.8(\text{Amps} \times \text{Arc Voltage} \times 10^{-3}) / (\text{Welding Speed (mm/s)})$$

۲-۵) مراحل جوشکاری خط لوله "۳۲

- اندازه گیری ابعادی لوله
- لبه سازی
- تایید لبه سازی
- پیش گرم
- تمیز کردن لبه ها
- نصب اولیه حلقه هادی[1] GMAW بر روی لوله (شکل۲۱)
- Fit up و استفاده از Clamp داخلی همراه با Backing Ring مسی
- موقعیت یابی صحیح حلقه هادی با استفاده از سنجه های مناسب
- بازرسی مواد مصرفی جوشکاری
- نصب Welding Bug (شکل ۲۲)
- جوشکاری پاس ریشه و پاسهای داغ[2]
- برداشتن Clamp
- جوشکاری پاسهای پرکن و Cap
- برداشتن حلقه هادی
- خنک شدن لوله تا دمای ۹۵ درجه سانتیگراد
- بازرسی چشمی
- آزمایش آلتراسونیک اتوماتیک (AUT) (شکل ۲۳)[۱۹]

۳-۵) جوشکاری دستی به روش SMAW[۲۱و۲۲]

این روش برای جوشکاری خط اصلی "۴/۵ با ضخامت ۴/۸ میلیمتر با جنس API 5L X70 PSL2 و در موقعیت 5G رو به بالا مورد استفاده قرار می گیرد[۱۲].

[1] Guide Ring
[2] Root + Hot

کد مورد استفاده در این بخش نیز API 1104 می باشد. محل درز جوش به وسیله یک Clamp خارجی Fit up می گردد. پیش گرم مورد نیاز جهت حذف رطوبت حداقل ۵۰ درجه سانتیگراد می باشد که باید به وسیله ترمومتر یا گچ حرارتی با فاصله ۷۵ میلیمتر از گوشه Bevel اندازه گیری شود (اشکال ۲۴و۲۵) [۱و۲].

زمان برداشتن Clamp پس از اتمام ۵۰٪ از پاس ریشه خواهد بود. سرد کردن کلی جوش با استفاده از پاشیدن آب باید از دمای حداکثر ۲۵۰ درجه سانتیگراد آغاز شود و به دمای زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد منتهی شود .

پاس ریشه در این مرحله توسط الکترود E7016-1 طبق AWS 5.1 و با جریان DCEN جوشکاری می گردد. پاس Cap به وسیله الکترود E8018-G و با جریان DCEP جوشکاری می شود. قطر الکترودها ۲/۵ میلیمتر می باشد (شکل ۲۶).

۴–۵) مراحل جوشکاری خط لوله "۴/۵ [۱۴]

- اندازه گیری ابعادی
- لبه سازی
- تایید لبه سازی
- پیش گرم تا دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به وسیله مشعل پروپان
- اندازه گیری دمای پیش گرم
- جوشکاری پاس ریشه و پاسهای داغ (Root + Hot passes)
- جوشکاری پاسهای پر کن و Cap
- خنک شدن لوله تا دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به وسیله آب
- بازرسی چشمی
- آزمایش آلتراسونیک اتوماتیک (AUT) (شکل ۲۷)[۲۰]

۶) بازرسی چشمی[۲۵]

در ابتدا تمام لوله ها از نظر پوشش مورد بازرسی قرار می گیرند و در صورت مشاهده عیب ، طبق دستورالعملی معین مورد تعمیر قرار می گیرند. پس از این مرحله ، لبه سازی و تمیز کاری سطح مورد بازرسی قرار می گیرند.

بازرسی چشمی جوش در سه مرحله قبل ، حین و بعد از جوشکاری اعمال می شود.

- بازرسی قبل از جوشکاری شامل: پیش گرم ، تمیز بودن سطح ، Fit up و مواد مصرفی
- بازرسی حین جوشکاری شامل: بررسی پارامترهای جوشکاری
- بازرسی بعد از جوشکاری شامل: بررسی جوش از لحاظ ظاهری ، که بعد از تمیز کردن سطح جوش و قبل از NDT انجام می پذیرد.

معیار پذیرش جوش نیز بر اساس API 1104 تعیین می شود[۱].

۷) سیستم حفاظت کاتدی خط لوله[۱۵]

خط لوله "۳۲ به وسیله آندهای فدا شونده غلافی شکل ، محافظت می شود. جنس این آندها از آلومینیوم ، روی و ایندیوم تشکیل گردیده است . غلاف مذکور از دو نیم غلاف تشکیل شده است که هر کدام از طریق یک سیم مسی قابل ارتجاع ۱۶ میلیمتر مربعی به لوله متصل می گردند[1]. اضافه بر آن یک سیم همانند سیمهای ذکر شده خط لوله "۳۲ را به خط لوله "۴/۵ متصل می سازد. لازم به ذکر است بر خط لوله "۴/۵ هیچگونه آندی قرار نمی گیرد و با استفاده از پتانسیل آندهای نصب شده بر روی خط لوله "۳۲ محافظت می شود (شکل ۲۸).

زمان اتصال سیم فوق به بدنه لوله "۴/۵ بلافاصله پس از محکم نمودن لوله های "۴/۵ و "۳۲ به یکدیگر توسط تسمه می باشد (دو عدد فولاد کربنی و یک عدد اینکونل). لذا پوشش پلی اتیلنی خط "۴/۵ در محل اتصال برداشته می شود و طبق استاندارد BS7079 تمیز می گردد. سپس سیم مسی به صورت Pin Brazed به لوله Piggy Back متصل می گردد.

محل اتصال سیم نیز به لوله "۴/۵ به وسیله Mastic جهت جلوگیری از وجود ناهمواری بر روی لوله پوشانده می شود.

مقدار فاصله آندها از هم در طول خط لوله مطابق جدول ۱ تعیین می گردد.

۸) مراحل اعمال پوشش بر روی قسمت جوشکاری شده[۱۶و۱۷]

پوشش اعمالی ، از نوع Heat Shrink Sleeve می باشد و مراحل اعمال آن به شرح زیر است (شکل ۲۹):

- تمیز کاری اولیه به وسیله برس سیمی و سنگ زنی خفیف (جهت اعمال پوشش ، حداکثر رطوبت هوا باید ۸۵٪ باشد)[۷و۱۰و۱۱].
- شستشو به وسیله آب پر فشار
- تمیز کاری مکانیکی به وسیله Power Wire Brush و رسیدن به درجه تمیزی Sa2.5
- پیش گرم تا دمای ۹۵ درجه سانتیگراد و اندازه گیری دما به وسیله Pyrometer تماسی در موقعیت ساعتهای ۶ و ۱۲
- اعمال پوشش و قبول آن با شرایط زیر:

۱) هیچ نوع برآمدگی سطحی مشاهده نگردد (هم جنس پوشش)

[1] Cad Weld

۲) برآمدگی پروفایل جوش دیده شود

۳) Sleeve به طور کامل به لوله چسبیده باشد و هیچگونه هوایی زیر آن محبوس نگردد.

۴) حداقل ضخامت پوشش پس از خنک شدن به ۲ میلیمتر برسد

۵) مقدار همپوشانی Sleeve با پوشش زیر سیمان لوله ها حداقل ۵۰ میلیمتر باشد (تا کیلومتر ۸۵/۳۳۷ پوشش زیرین از نوع Asphalt Enamel و بعد از آن از نوع ۳ لایه ای پلی پروپیلن است ، که در نتیجه نوع Heat Shrink Sleeve ما نیز تغییر می نماید).

۶) آزمون Holiday بر روی Sleeve ها انجام می شود (از هر ۱۰۰ اتصال ۱۰ عدد به صورت تصادفی انتخاب می گردند و در صورت مشاهده عیب ، پوشش تعمیر می گردد) (اشکال ۳۰و۳۱و۳۲) [۸و۹].

نتیجه گیری

با توجه به مباحث ارائه شده می توان گفت که احداث خطوط لوله دریایی عملیاتی سیستماتیک و دقیق است که با اشراف به مسائل فنی و همچنین نقش پراهمیت بازرسی فنی می توان از صحت مراحل نصب اطمینان حاصل نمود وکمترین خطری را در آینده متوجه این خطوط دانست.

بومی سازی تکنولوژی احداث خطوط لوله دریایی و همچنین تربیت نیروی انسانی متخصص می تواند در نیل به این مهم راه گشا باشد.

Codes and Standards

1- API 1104: Welding of Pipeline and Related Facilities, Nineteenth Edition, September 1999 Errata 1, October 31, 2001
2- DNV OSF101: Submarine Pipeline Systems,2000
3- BS 8010:Part 3 Code of Practice for Pipelines: Pipelines Sub sea: Design, Construction and Installation,2000
4- ASME 31.4 American Society of Mechanical Engineers Pressure Piping: Gas Piping Systems,2001
5- ASME 31.8 American Society of Mechanical Engineers Pressure Piping: Liquid Piping Systems;2001
6- BS 4515 Specification for Welding of Steel Pipelines on Land and Offshore,2000
7- BS 7079 Preparation of steel substrates before application of paints and related products,2000
8- NACE RP 0188 Discontinuity (Holiday) Testing of Protective Coatings;2001
9- NACE RP 0274 High Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation,2001
10- ISO 8503-1 Preparation of steel substrate before application of paints and related products-Surface roughness characteristics of blast cleaned steel substrate Part 1,2000
11- ISO 8501-1 Preparation of steel substrate before application of paint and relation products-Visual assessments of surface cleanliness Part 1,2000
12- API 5L, Specification for Line Pipe, Forty-Third Edition, March 2004 Effective Date: October 2004 Errata December 2004

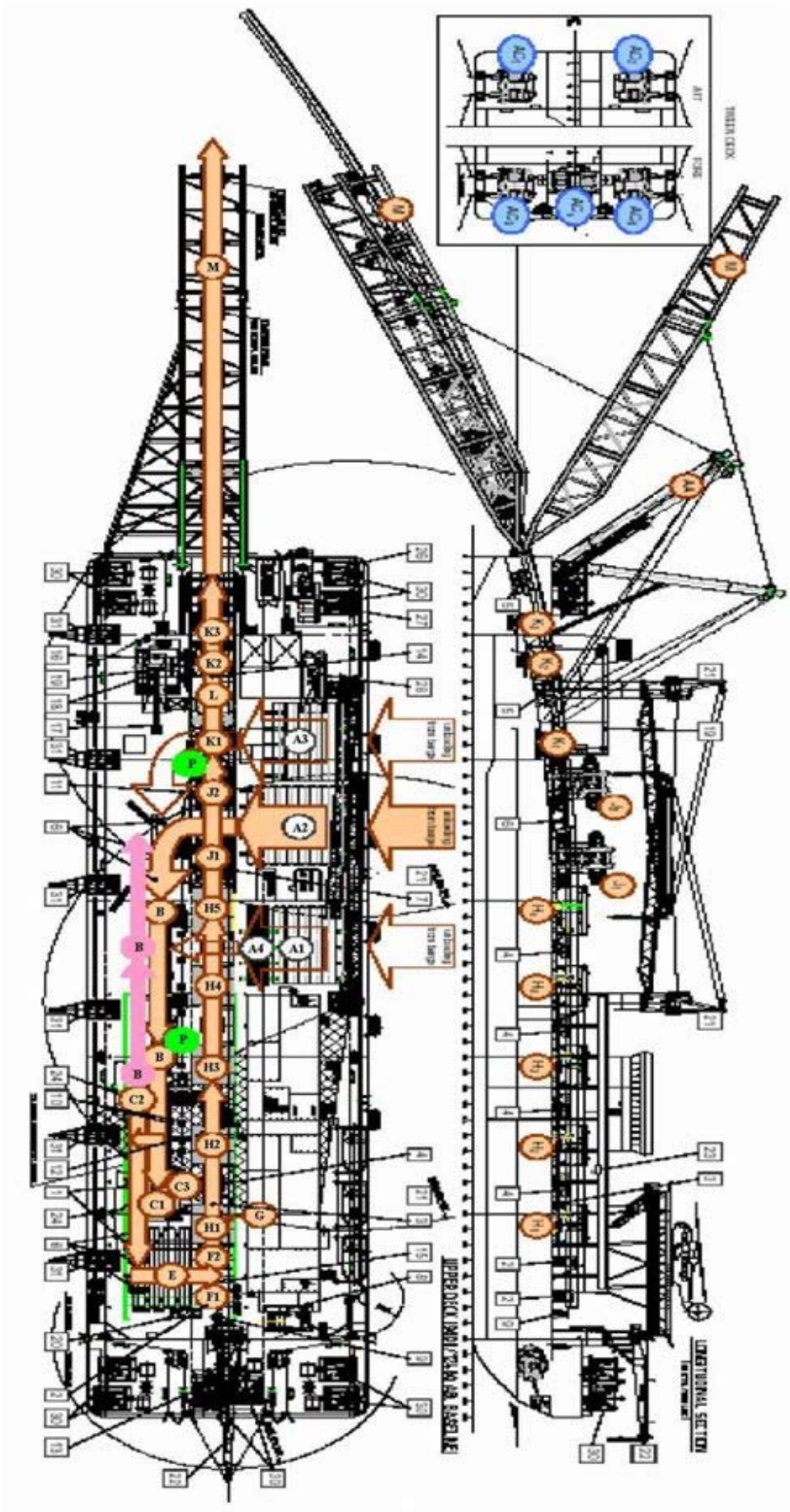
Specifications and Procedures from South Pars Gas Field Development, Phase 8

13- SP8-1-0400-PL-CD-889 Sea Trial Sequence Schematic
14- SP8-1-0400-PL-PR-837 Piggyback Installation Procedures;
15- SP8-1-0400-PL-PR-838 Anode Cross Bonding Procedures;
16- SP8-1-0400-PL-PR-839 Field Joint Coating Procedures;
17- SP8-1-0400-PL-PR-844 Coating Damage Repair Procedures;
18- SP8-1-0400-PL-QA-872 Pipelay Inspection and Test Plan
19- SP8-1-0400-QA-PR-017 Automatic Ultrasonic Examination procedure Pipeline32''
20- SP8-1-0400-QA-PR-018 Automatic Ultrasonic Examination procedure Pipeline4''
21- SP8-1-0400-QA-PR-013 Welding Procedure Specification
22- SP8-1-0400-QA-PR-016 WPS Summary Pipeline
23- SP8-1-0400-QA-PR-004 Liquid Penetrant Testing Procedure
24- SP8-1-0400-QA-PR-003 Magnetic Particle Testing Procedure Pipeline
25- SP8-1-0400-QA-PR-002 Visual Inspection Procedure Pipeline Laying
26- SP8-1-0400-PL-PR-847 Spool piece Fabrication Procedures
27- SP8-1-0400-PL-PR-833 Pipelay Procedures-Start Up-Laydown and A&R Procedure

جدول۱-فاصله آندها ازیکدیگر

KP		ANODE SPACING (JTS)	NO. OF ANODES
FROM	TO		
5.0	7.0	12	14
7.0	46.2	12	268
46.2	81.4	10	289
81.4	100.5	8	196
100.5	110.0	6	130
110.0	110.5	4	11
TOTAL			**908**

شکل۱-Stinger



شکل ۲- مسیر مراحل عملیاتی

شکل ۳- انتقال دهنده های طولی

شکل ۴- دستگاه لبه ساز

شکل۵- دستگاه لبه ساز

شکل ۶- لوله لبه سازی شده

شکل ۷-Clamp

شکل ۸- جوشکاری GMAW

شکل ۹- تست آلتراسونیک

شکل ۱۰-Heat Shrink Sleeve

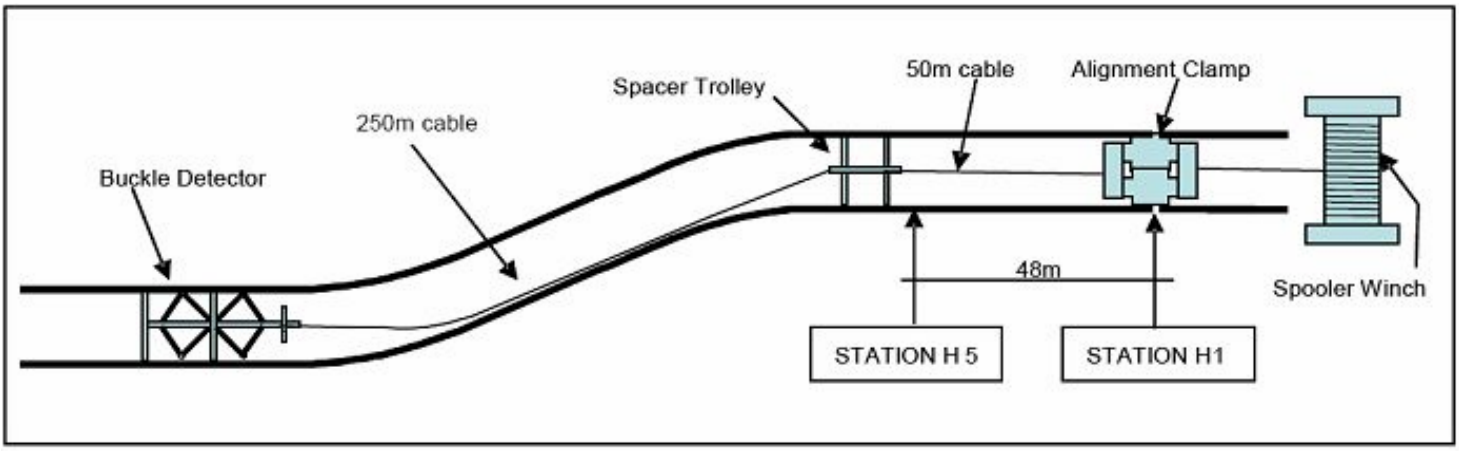
شکل ۱۱- رسیدن دو خط لوله به یکدیگر

شکل ۱۲- تسمه های فلزی

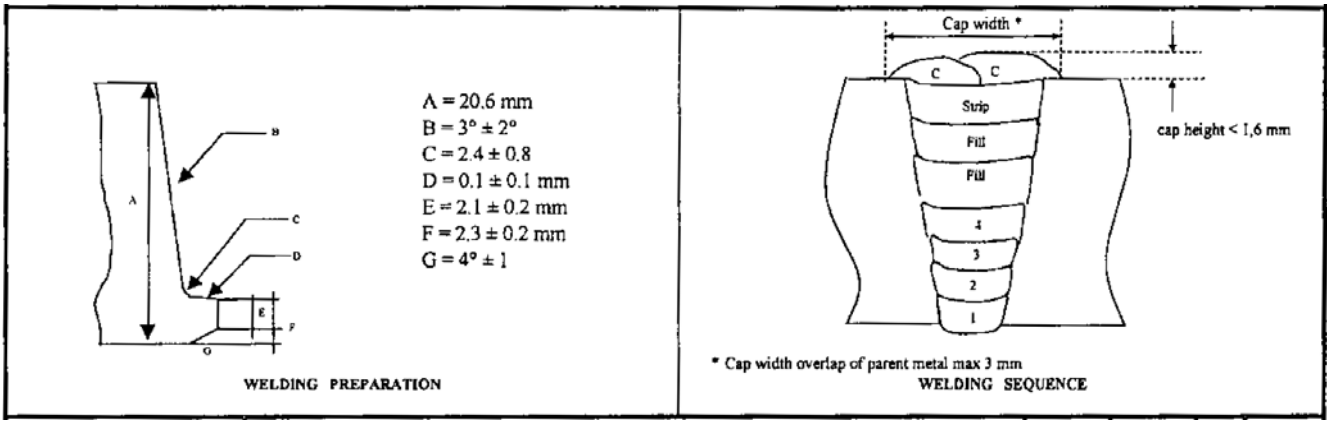
شکل ۱۳- نحوه قرار گیری Block ها

شکل ۱۴- Tensioner

شکل ۱۵- Tensioner



شکل ۱۶- آشکارساز بشکه ای شدن و دیگر تجهیزات



شکل ۱۷- طرح و مراحل جوش لوله "۳۲

شکل ۱۸- پیش گرم

شکل ۱۹- ماشین جوشکاری GMAW

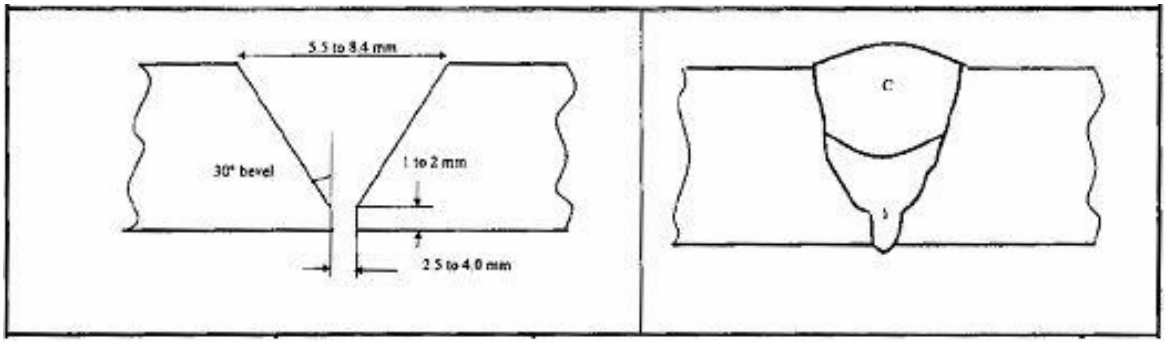
شکل ۲۰- تنظیم کننده GMAW

شکل ۲۱- Guide Ring

شکل ۲۲- ماشین جوشکاری GMAW

شکل ۲۳- دستگاه آلتراسونیک "۳۲

شکل ۲۴- دستگاه لبه ساز "۴/۵



شکل ۲۵- طرح و مراحل جوش لوله "۴/۵

شکل ۲۶- خط لوله "۴/۵

شکل ۲۷- دستگاه آلتراسونیک "۴/۵

شکل ۲۸- لوله های آند دار

شکل ۲۹- Heat Shrink Sleeve

شکل ۳۰- Holiday Testing

شکل ۳۱- Holiday Testing

Figure 1

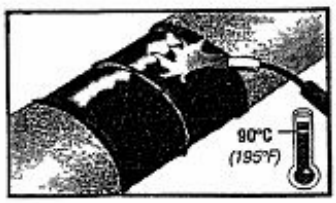


Figure 2

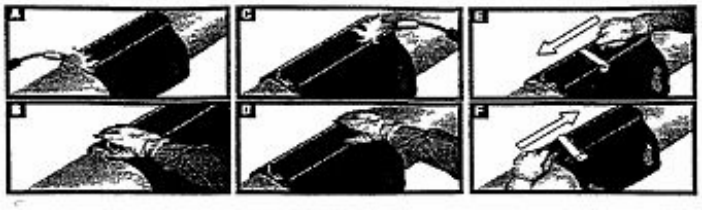


Figure 7

Figure 3

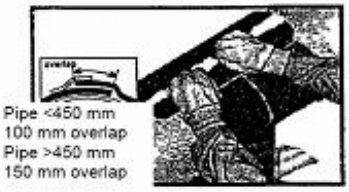


Figure 4

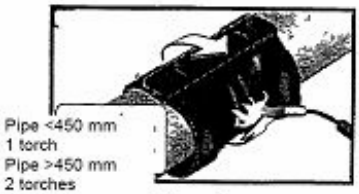


Figure 8

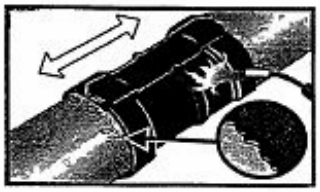


Figure 9

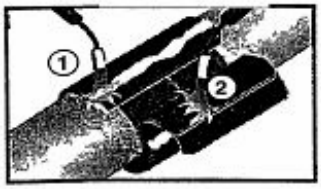


Figure 5

Figure 6

Figure 10

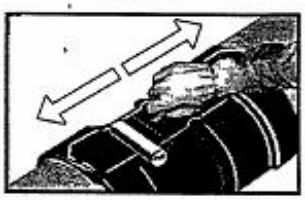


Figure 11

شکل ۳۲- مراحل اعمال Heat Shrink Sleeve