

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



صفحات	مطالب
۲	فصل اول : سلسله مراتب سایت
۲	فصل دوم : لوله کشی صنعتی <i>Piping</i>
۲	۲-۱ انواع نقشه های لوله کشی <i>Type of piping Drawing</i>
۱۵	۲-۲ انواع لوله کشی :
۱۶	۲-۳ <i>Spool fabrication shop</i> : کارگاه اسپول سازی
۱۷	۲-۴ فرایند جوشکاری :
۴۳	۲-۵ ساپورت های لوله کشی صنعتی : <i>Piping Support</i>
۴۶	۲-۶ نصب و اجرای لوله کشی صنعتی در سایت :
۵۰	۲-۷ تست لوله کشی صنعتی : <i>Piping test</i>
۵۴	۲-۸ آشنایی با لوله کشی غیر فلزی
۷۱	۲-۹ اطلاعات فنی در مورد لوله کشی صنعتی :
۷۹	فصل سوم : رنگ و عایق
۷۹	۳-۱ رنگ و سند بلاست :
۹۰	۳-۲ عایق کاری
۱۰۹	۳-۳ خوردگی زیر زمینی
۱۱۲	فصل چهارم : آشنایی با نقشه برداری :
۱۱۲	۴-۱ مختصات در سایت ها :
۱۱۳	۴-۲ انواع دوربین :
۱۱۴	۴-۳ مقاطع عرضی طولی :
۱۱۴	۴-۴ نحوه محاسبه حجم خاکبرداری و خاک ریزی :
۱۱۶	فصل پنجم : آشنایی با عمران <i>Civil</i> :
۱۱۶	۵-۱ احراء فنداسیون :
۱۱۷	۵-۲ انواع کانال :
۱۱۸	۵-۳ عملیات خاص :
۱۱۹	۵-۴ ساختمان سازی :
۱۲۰	فصل ششم : گروه های مشترک در پروژه های اجرایی
۱۲۰	۶-۱ گروه متریکال (اصول و وظایف)
۱۲۱	۶-۲ دفتر فنی (اصول و وظایف)
۱۲۳	۶-۳ کنترل کیفیت <i>QC</i> (اصول و وظایف)
۱۲۴	۶-۴ برنامه ریزی و کنترل پروژه (اصول و وظایف)
۱۲۵	۶-۵ ایمنی <i>HSE</i> (اصول و وظایف)
۱۲۷	پیوست ها

## پیشگفتار:

با توجه به شرایط اقتصادی و استراتژیک کشورمان بی شک صنایع نفت و گاز و صنایع وابسته به آن در حال حاضر و در آینده یک از صنایع پرطرفدار، کار آفرین، پیشرفته و پر درآمد می باشد و خواهد بود. و از آنجا که بخش ساخت و اجرایی اکثر پروژه های نفت و گاز توسط نیروهای متخصص داخلی و بومی انجام می پذیرد، آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص در کلیه زمینه های صنایع نفت و گاز یکی از نیازهای مبرم جامعه صنعتی و آموزشی کشور می باشد.

در همین راستا اینجانب پس از چندین سال تجربه اجرایی و طراحی در پروژه های نفت و گاز و صنایع شیمیایی مشابه و دسترسی به مراجع و منابع زیادی در این زمینه ها و کمبود منابع مدون به زبان فارسی لازم دانستم مطالبی در مورد نصب تجهیزات مکانیکی و لوله کشی صنعتی جمع آوری و تالیف نمایم که جزوه در دسترس بخشی از آن موضوع ها بصورت دوره آموزشی است، که در موسسه و شرکت آموزشی ناظران یکتا تحت عنوان آموزش سوپروایزر اجرایی لوله کشی صنعتی و *Piping Field Engineer* تدریس می شود.

همانگونه که از نام دوره آموزشی معلوم می باشد، این جزوه بیشتر به نکاتی پرداخته است که باید کارشناسان دفتر فنی، مهندسان ناظر (*Field Engineer*)، مهندسان اجرایی و سوپروایزر های اجرایی در مراحل گوناگون *Piping* آنها را رعایت و مدنظر قرار دهند. همچنین در هر جا که لازم باشد به نکات فنی و علمی برای درک مفهومی و علمی کار اشاره شده است.

عموما سوپروایزرها به رهبری و هدایت گروه های اجرایی می پردازند در حالی که *Field Engineer* بیشتر مشغول چک کردن نکات فنی و جلوگیری از اشتباهات اجرایی و مطابقت شرایط اجرایی سایت با دستورالعمل ها و استانداردها می باشد و همچنین در صورت بوجود آمدن مغایرت های فنی مسئول بر طرف کردن آنها خواهد بود. مطالب این دوره طوری جمع آوری شده اند که هر شخص آشنا به پروژه های اجرایی بتواند از آن بهره ببرد.

مطالب گروه بدین ترتیب طبقه بندی شده اند، در فصل اول سلسله مراتب سایت، در فصل دوم کلیه مطالب مربوط به لوله کشی صنعتی، در فصل سوم مطالبی در مورد رنگ و عایق سیستم های لوله کشی، در فصل چهارم مطالبی جهت آشنایی با اصول نقشه برداری، در فصل پنجم مطالبی خلاصه جهت آشنایی با کارهای عمرانی و در فصل ششم و آخر وظایف گروه های درگیر در پروژه های اجرایی مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند.

امید است که مطالب این این جزوه برای کلیه کاربران آن در جهت افزایش تجربه فنی و اجرایی مفید واقع شود. مورد امتنان خواهد بود که هرگونه اشکال فنی و پیشنهادات خود را با اینجانب از طریق ایمیل و تلفن در میان بگذارید.

بهار ۸۶ - اسعد غفوری

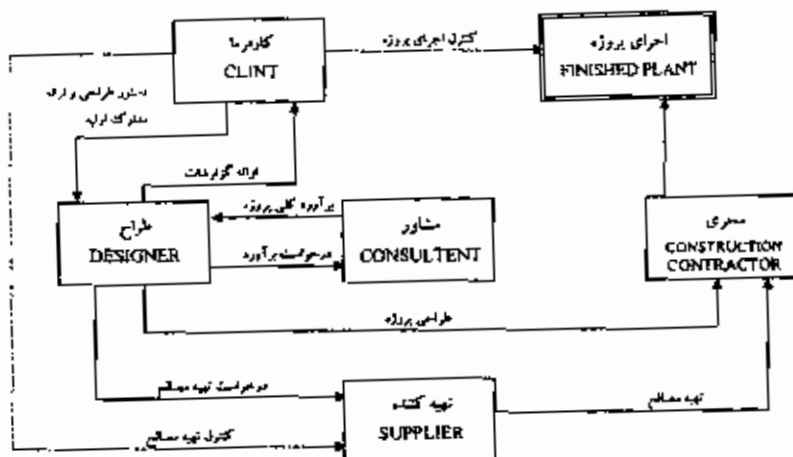
## فصل اول

## سلسله مراقب سایت

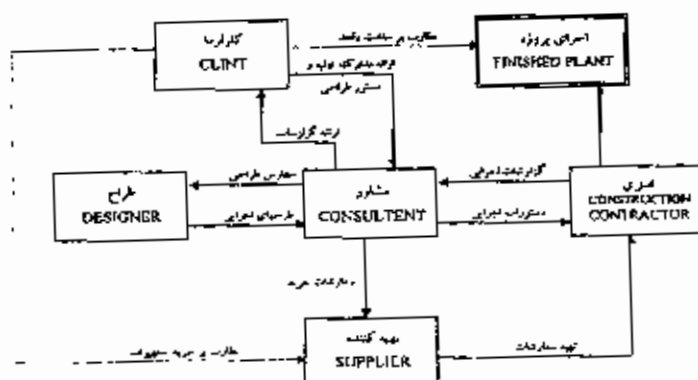
## مقدمه:

در حالت کلی به محلی که قرار است یک واحد صنعتی (Plant) در آن ساخته شود (تا مرحله بهره برداری) سایت اطلاق می گردد. کلیه مراحل طراحی و مهندسی (Engineering)، خرید و سفارش متریال و تجهیزات مورد نیاز (Purchase) و اجرای (Construction) یک واحد صنعتی صنعتی بصورت یک پروژه تعریف می گردد. با توجه به شرایط و توان شرکت های پیمانکار و شرایط قراردادهای مالک اصلی پروژه ممکن است هریک از بخش های پروژه را به یک یا چندین شرکت یا گروهی از شرکت ها که در جهت هدف خاصی متحد شده اند (Joint Venture) واگذار نماید. همچنین احتمال دارد برای کارهای خاصی از چندین شرکت مشاوره (Consultent) کمک بگیرد. بنابراین گروههای کارفرما (Client)، طراحی (Engineering)، تهیه کننده مواد اولیه و تجهیزات (Supplier)، اجرایی (Construction) و بعضا مشاوران (Consultent) جزء گروههای اصلی درگیر در یک پروژه صنعتی می باشند. در شکل های ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ نحوه ارتباط آنها طبق محوریت هر کدام نشان داده شده است.

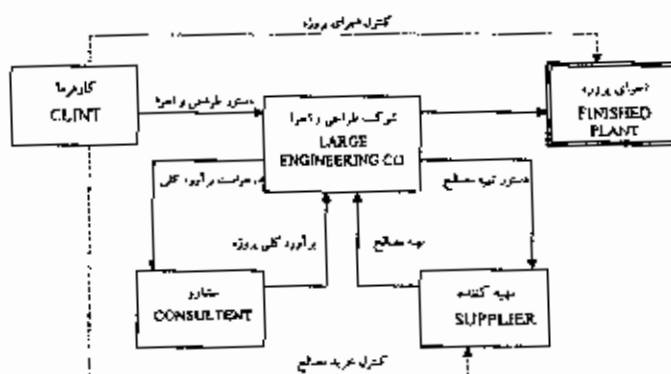
شرکت های اجرایی که برای ساختن و بنیاد نهادن یک واحد صنعتی گردد هم می آیند یک کارگاه سیار را تشکیل خواهند داد. باتوجه به نوع و حجم کار (Civil, Instrument, Electrical, Mechanical) ممکن است چندین شرکت اجرایی در ساختن یک واحد صنعتی نقش داشته باشند که هر کدام کارگاه مخصوص به خود را دارا می باشند. یکی از عظیم ترین و مهمترین بخش های هر پروژه صنعتی قسمت مکانیکال آن می باشد که عملیات نصب تجهیزات ثابت و دوار، لوله کشی صنعتی، رنگ آمیزی، عایق کاری، نصب سازه های فلزی و بعضا راه اندازی را شامل می باشد. بنابراین با توجه به محتوای دوره در این قسمت سعی می شود چارت سازمانی این گروه بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. البته بخش های زیادی از چارت سازمانی (دفتر فنی، QC، آرشیو، انبار، اداری، مالی، برنامه ریزی، HSE، متریال، ترانسپورت) در بین کارگاههای مختلف مشترک می باشند و فقط قسمت های اجرایی با توجه به نوع کار با همدیگر متفاوت خواهند بود. تنظیم چارت سازمانی ممکن است بنا به نظر مدیر پروژه و سوابق افراد و شرایط کاری از یک کارگاه به کارگاه دیگر متفاوت باشد ولی بصورت کلی می توان نمونه هایی از آنها را در شکل های ۱-۴ و ۱-۵ ارائه نمود.



شکل ۱-۱: ارتباطات پروژه طراح محور



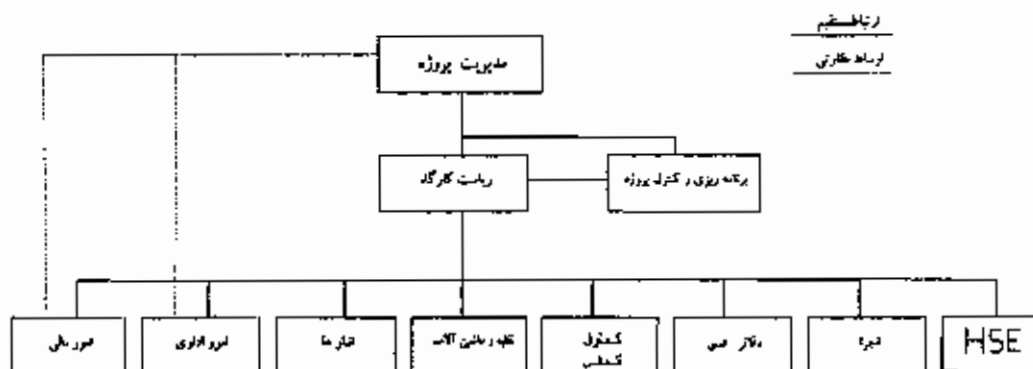
شکل ۲-۱: ارتباطات پروژه مشاور محور



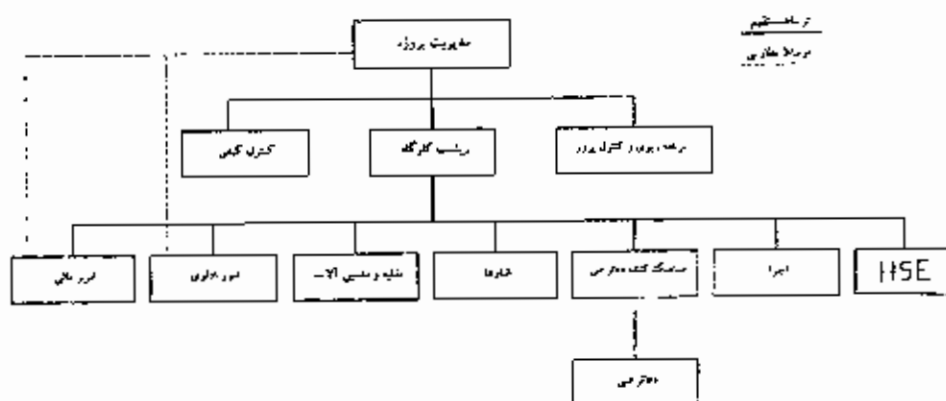
شکل ۳-۱: ارتباطات پروژه طراح و اجرا محور

همچنانکه مشاهده می گردد این چارت ها نشان دهنده قسمت کارگاه و اجرای پروژه می باشند. در پروژه های جامع تر (EP, PC, EC, EPC) واحدهای زیادی مانس واحد تامین اعتبارات و حسابداری (فاینانس)، واحد بازرگانی (بیمه، قراردادها ..)، واحد کنترل پروژه (برنامه ریزی مانی و

کنترل هزینه ها)، واحد مهندسی (طراحی و مشاوره)، واحد خرید و تدارکات (خرید، پشتیبانی) ورود کالا حمل و نقل و بازرسی کالا)، واحد اجرایی، واحد آموزش، واحد QC/QA، واحد HSE، واحد تأسیسات زیر بنایی و ... ممکن است جزو چارت سازمانی یک پروژه صنعتی باشند.

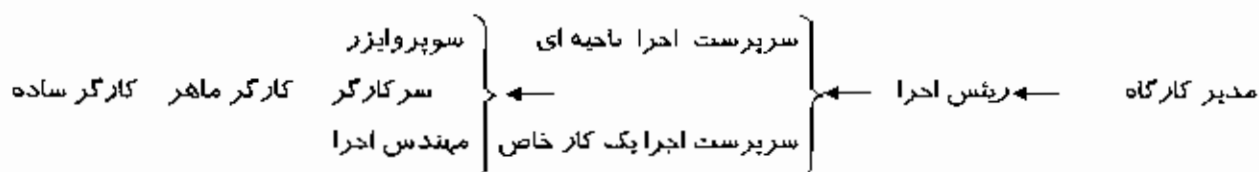
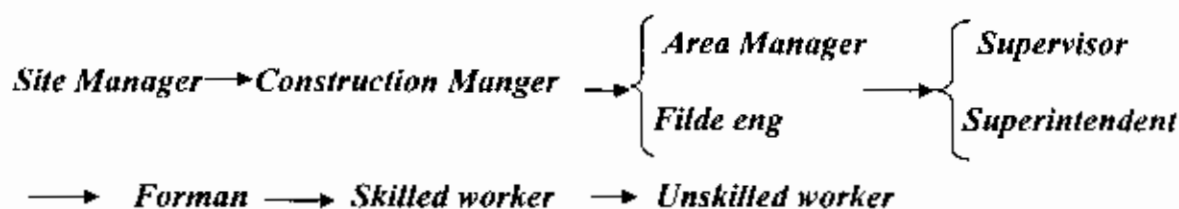


شکل ۱-۴: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی



شکل ۱-۵: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی

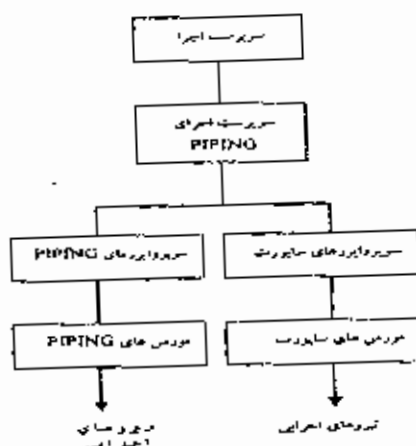
سلسله مراتب اجرایی سایت در حالت کلی به شکل زیر خواهد بود:





از نوع کارگر ماهر می توان انواع جوشکار، برشکار، فیتر، نصاب، مکانیک، میل رایت، برقکار صنعتی، بناء، قالب بند، اروماتور بند، راننده جرثقیل، راننده کامیون، سرویسکار و ... و از نوع کارگر غیر ماهر می توان انواع افراد کمکی و کارگران ساده ساختمانی و صنعتی را نام برد.

قرار گرفتن هر شخص در بخشهای مختلف این سلسله مراتب بستگی به حجم و نوع کار و شایستگی و سوابق افراد دارد. بطور مثال اگر یک شرکت در چندین ناحیه مجزا از یکدیگر کار اجرایی داشته باشد، بهتر است از سرپرست اجرایی ناحیهای استفاده کند، البته این کار مستلزم توانایی و سابقه کاری آن شخص در چندین کار (لوله کشی، نصب تجهیزات، نصب  $SL, ST$ ، سیویل، رنگ و عایق و...) خواهد بود. در صورتی که شرکت فقط در یک ناحیه کارهای متفاوت داشته باشد بهتر است برای هر کار خاص یک سرپرست اجرا داشته باشد. بدهی است که با هر یک از سرپرستان اجرایی باتوجه به نوع و حجم کار چندین سوپروایزر اجرایی همکاری خواهند نمود. شکل ۶-۱



شکل ۶-۱: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی

در کل یک مدیر کارگاه (یا سرپرست هر بخش) می تواند نکات زیر را جهت بالا بردن راندمان کاری مدبظر داشته باشد.

۱- برگزاری کردن جلسات کوتاه مدت با سرپرستان بخش های مختلف، انجبار به ارائه گزارش های پیشرفت کار و محول نمودن مسئولیت های بیشتر به افراد تا حد توان براساس سوابق و دستمزد.

۲- افزایش حقوق نیروهای فعال و مفید و اعلام گسترده به پرسنل برای بالا بردن راندمان کاری و ایجاد انگیزه مثبت و در کل کاهش تعداد نیروها.

۳- گرفتن گزارشات کلی از سرپرست ها بصورت روزانه و هفتگی

۴- دادن پاداش علاوه بر حقوق به افراد لایق و شایسته

۵- حکم فرما کردن شایسته سالاری و فهماندن آن به پرسنل جهت افزایش حس همکاری و همراهی بیشتر

- ۶- افزایش روحیه کاری پرسنل از طریق رعایت کردن نکات اخلاقی، عاطفی و طرز برخورد و فهماندن آن به کلیه پرسنل در جهت افزایش قوه  $EQ$  (کیفیت حس عاطفی) افراد.
- ۷- داشتن برنامه جهت آموزش نیروها جهت بالا بردن بازده کلی کار و افزایش قوه  $IQ$  (کیفیت هوشی و فکری) افراد
- ۸- بازدید های غیر متعارف و بدون هماهنگی از پرسنل اجرایی، دفتری و اداری.
- ۹- کنترل شدید ساعت ورود و خروج افراد به کارگاه و حضور فعال و گسترده مدیران در آن مواقع
- ۱۰- داشتن شرح وظایف برای کلیه افراد تا سطح فورمن ها و داشتن برنامه صحیح جهت برگردن ساعات کاری آنها و در صورت امکان سپردن کار بیشتر و اشتراک کارها در بین آنها (البته بایستی حتما مرز کاری افراد حفظ شود)
- ۱۱- عدم استفاده از پارتی و معرفی افراد در هنگام استخدام و عدم استخدام های بی مورد در هر کدام از بخشها
- ۱۲- استفاده از نیروهای لایق و کار آزموده به بجای نیروهای سپاه لشکر
- ۱۳- تنظیم نیروهای *Back to Back* در هنگام مرخصی های دوره ای (کارگاه های اقماری) جهت جلوگیری از ثغرات اضافی برای یک پست سازمانی.



## فصل دوم

## لوله کشی صنعتی PIPING

## مقدمه:

همچنانکه می دانیم برای انتقال سیالات (تحت شرایطی حتی جامدات) از یک نقطه به نقطه دیگر در واحد صنعتی از سیستم های لوله کشی استفاده می شود. با توجه به اهمیت این رشته استاندارد های محلی، کشوری و بین المللی فراوانی به توصیف و بررسی این مقوله پرداخته اند. در این فصل ابتدا انواع نقشه های لوله کشی شرح داده می شوند سپس انواع روشهای اجرای این گونه سیستم ها بررسی می گردد. با توجه با اینکه برای اتصال قطعات در لوله کشی از جوشکاری استفاده می گردد در این فصل فرایند جوشکاری توصیف و انواع عیب های جوشکاری و یا تست های غیر مخرب بررسی شده اند. در نهایت فرایند لوله کشی غیر فلزی پرداخته شده که مراجع در این زمینه فوق العاده محدود می باشد. سپس در زمینه طراحی و تحلیل سیستم های لوله کشی طبق استاندارد ASME مطالب مفیدی در این فصل و پیوست ها ارایه شده است.

## ۱-۲ انواع نقشه های لوله کشی Type of Piping Drawing

کلا برای اجرا و تست و راه اندازی واحد هایی که دارای لوله کشی صنعتی می باشند، سه نوع نقشه *Piping Plan*، *P&ID* و *ISO* مورد نیاز می باشد. که در ذیل این مدارک شرح داده می شوند.

۱-۱-۲ نقشه *P&ID* : (*Piping and Instrumentation Diagram*)

به نقشه ای شماتیک از کلیه تجهیزات فرایندی و غیر فرایندی ناحیه ای از یک واحد صنعتی است، که در آن نحوه ارتباط کلیه تجهیزات به یکدیگر، جهت های جریان، نحوه کنترل جریان ها و سایر پارامترهای کنترلی (دما، فشار، دبی)، ابزار دقیق، شیرهای کنترل و سیستم هوای فشرده مورد نیاز ابزار دقیق، نقاط نمونه گیری، *Vent* و *Drain* تجهیزات و خطوط، سائز و جنس و کلاس خطوط، کاهنده ها و افزاینده ها، و نحوه ارتباط آنها با سایر نواحی به آسانی قابل مشاهده و پی گیری می باشد. نقشه *P&ID* گفته می شود این نقشه ها توسط گروه های طراحی فرایند (مهندسين پروسس شیمی) بدون مقیاس تهیه و جهت اصلاح و بازبینی بصورت *Rev.* های مختلف به گروه های دیگر ارائه می گردد. نمونه هایی از این گونه نقشه ها در صفحات بعدی آورده شده اند. البته نقشه *P&ID* اساساً از روی نقشه شماتیک دیگری بنام *PFD* (*Process Flow Diagram*)

*Diagram*) که نشان دهنده جریان و نحوه انجام فرایندهای اصلی یک واحد صنعتی بصورت خلاصه می باشد، تهیه می گردد. *PFD* از مدارک اولیه و مهم هر واحد صنعتی می باشد که در واقع بیانگر هدف اصلی آن واحد، ورودی ها و خروجی ها، واکنش ها و تغییرات مرحله ای ماده اولیه تا رسیدن به محصول می باشد. *PFD* از مدارک لوله کشی نمی باشد.

## ۲-۱-۲ Piping Plan :

به نقشه ای گفته می شود که نشان دهنده و بیانگر کلیه تجهیزات، اسلپرها، پایپ رک ها، انواع سازه های فلزی، پل ها جاده های دسترسی، جایگذاری کلیه خطوط لوله کشی و ساپورت های لوله کشی موجود در آن ناحیه براساس مختصات کلی یا محلی سایت  $E, N, El$  (طول، عرض و ارتفاع *East, North, Elavtion*) باشد.

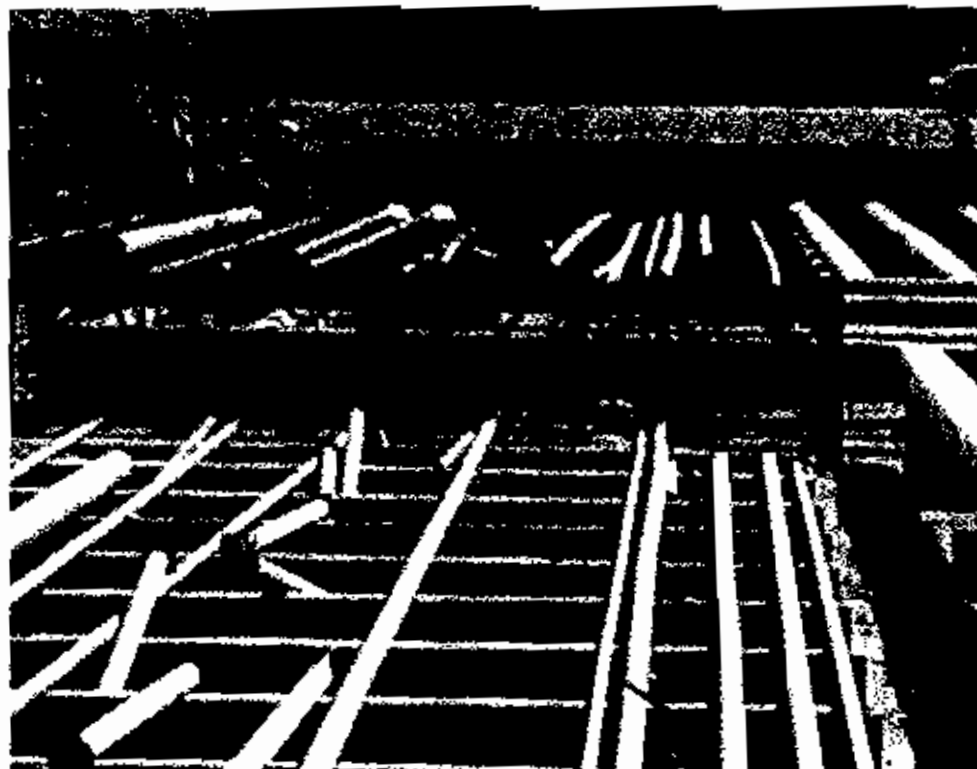
بعد از آنکه نقشه *P&ID* یک واحد صنعتی نهایی گردید، براساس شرایط محلی سایت، فضای موجود و فاکتورهای طراحی تفصیلی (اقتصادی و بهینه سازی هزینه) بهترین حالت جانمایی تجهیزات و نقشه عمرانی (راه های دست یابی و فنداسیون ها و سازه های فلزی، پل ها) تهیه می گردد. *Piping Plan* بصورت کلی شامل نقشه جانمایی تجهیزات و سازه های عمرانی خواهد بود. همچنین *Piping Plan* نشان دهنده نحوه ارتباط واقعی تجهیزات موجود در آن ناحیه و نحوه قرارگیری خطوط نسبت به همدیگر و محیط اطراف بر اساس مختصات می باشد. در حالت کلی می توان گفت *Piping Plan* یک دید یا نما از بالای (*top view*) یک ناحیه از واحد صنعتی خواهد بود، که توسط مقاطع مختلف سعی می گردد جزئیات ریز و بعضاً پیچیده آن نشان داده شود. و هر گونه ابهام برطرف گردد. معمولاً پلان لوله کشی یک ناحیه در چندین صفحه (*sheet*) تهیه می گردد که یک نقشه کلیدی نحوه ارتباط این صفحات به یکدیگر و نحوه پوشش ناحیه را مشخص خواهد نمود.

لازم به توضیح است که گروه طراحی ممکن است براساس شرایط محیطی و تجهیزات و نحوه ارتباط و عوامل اقتصادی چندین بار نقشه های جانمایی تجهیزات، سازه های عمرانی و *Piping Plan* را تغییر دهند تا به بهینه ترین حالت از لحاظ مختلف دست یابند. نمونه هایی از *Piping Plan* در صفحات بعدی نشان داده شده اند.

## تعاریف:

*Slipper*: به سازه های بتنی ارتفاع پایین (معمولاً کمتر از یک متر) از سطح زمین با مقطع معمولاً مستطیل یا دوزنقه که جهت عبور خطوط لوله کشی صنعتی در واحدهای صنعتی ساخته می شوند، اسلپیر گفته می شود. شکل ۱-۲

*Piperack*: در بعضی از واحدهای صنعتی با توجه به محدود بودن فضا خطوط لوله کشی اجباراً بایستی در ارتفاع اجراء شوند، بنابراین خطوط را از روی سازه‌هایی مرتفع ( فولادی ، بتنی یا ترکیبی ) عبور می دهند که به آن سازه ها *Piperack* گفته می شود. شکل ۲-۲



شکل ۲-۱: نمونه یک اسلیپر



شکل ۲-۲: نمونه یک پایپ رک

## ۳-۱-۲ نقشه ISO: (Isometric Drawing)

این نوع نقشه خاص عملیات لوله کشی صنعتی می باشد، و به نقشه ای اطلاق می گردد که در حالت ایزومتریک (حالت سه بعدی اشکال ترسیم شده بر روی صفحه دو بعدی) ترسیم شده اند و جهت گیری (*Oriantation*) خط را نسبت به شمال ناحیه (براساس مختصات یا محورهای معلوم) و جزئیات ریز طراحی (شیرها، اتصالات، سایز، نحوه اتصال به تجهیزات، سرجوش ها، محل ساپورت ها، نحوه انشعاب ها، نمای خاص بعضی از ساپورت ها، اندازه ها، مختصات ها، شیب بندی) را بطور کامل مشخص می کند. ایزوها معمولاً در برگیرنده اطلاعات تکمیلی بصورت جدولی (انواع سرجوش ها، اسپول بندی، نوع ساپورت ها، توصیف کامل متریال مورد نیاز خطوط رسم شده در این نقشه، نوع تست، نوع و میزان تست های غیرمحرّب مورد نیاز) *MT, PT, RT, PWHT, UT*، فشار و دما (کارکردی، طراحی و تست)، سیستم رنگ و ایزولاسیون، مشخصات طراحان، ترتیب و نوع بازبینی و تغییرات طراحی (*Rev.*)، ... ) خواهند بود. لازم بذکر است که فرمت و نوع اطلاعات موجود در نقشه های ایزو، ممکن است با توجه به شرایط قرارداد شرکت طراحی با کارفرما و نوع و کاربرد واحدها از یک پروژه به پروژه دیگر متفاوت باشد. نمونه هایی از این نوع نقشه ها در صفحات قبل آورده شده اند.

## ۲-۲ انواع لوله کشی : (Type of Piping)

لوله کشی را در حالت کلی می توان به دو صورت لوله کشی صنعتی (Piping) و لوله کش تاسیساتی و ساختمانی (Plumbing) تقسیم نمود. که هر کدام نیز با توجه به نحوه احراء و جنس می توانند به شاخه های دیگری تفکیک شوند. در این جزوه بیشتر لوله کشی صنعتی مورد توجه قرار گرفته است.

### ۲-۲-۱ از لحاظ نحوه احراء:

الف - روی زمینی (Above Ground) A/G

- اجرای در شاپ Shop Fabrication

- اجرای در سایت Filde Installaton

(On Slipper , On Piperaek , Around Equipment)

ب - زیر زمینی (Under Ground) U/G

- خطوط انتقال Pipelines

- خطوط تاسیسات زیر زمینی داخل واحد صنعتی (Plant)

### ۲-۲-۲ تقسیم از لحاظ جنس لوله :

الف - فلزی (Metal)

- لوله های فولادی کربنی Carbon Steel (C.S)

- لوله های فولادی ضد رنک Stainless Steel (S.S)

- لوله های فولادی پر آلیاژ Alloy Steel (A.S)

- لوله های فلزی غیر آهنی ( مسی ، نقره ای ، تیتانیوم ، آلومینیوم ، مونل )

- لوله های گالوانیزه Galvanized Steel

- لوله های چدنی Cast Iron

ب - غیر فلزی (Unmetal)

- لوله های ترموپلاستیکی ( ABS , PVC , CPVC , PB , PE , ... )

- لوله های ترموستی تقویت شده ( GRP , RTRP )

- لوله های سیمانی ( انواع لوله سیمانی تقویت شده و نشده ، پوشش دار و ساده ... )

امروزه به علت خواص شیمیایی خوب لوله های غیر فلزی در برابر سیالاتی همچون آب مصرفی ، کاربرد این نوع لوله ها به شدت رو به افزایش می باشد. مراجع خیلی محدودی به زبان فارسی موجود می باشند که مطالب جامعی در مورد این مواد و طریقه کار کردن با آنها در آن مودرد بحث قرار گرفته باشد. در بخش های بعدی همین فصل مطالب مفیدی از نظر فنی و اجرایی در



سطح این جزوه آورده شده است. در پیوست مطالب مفید و فراوانی بصورت جدولی و فرمولی در مورد انتخاب متریال لوله کشی صنعتی آورده شده است.

## ۳-۲ کارگاه اسپول سازی : ( Spool Fabrication Shop )

### مقدمه:

همچنانکه می دانیم کار فیت آپ و جوش لوله ها به اتصالات به لحاظ جهت های چرخش در سایت ( مخصوصاً در حالت کار در ارتفاع و سایزهای بالا ) خیلی دشوار است. به همین علت قطعاتی از سیستم های لوله کشی که شامل انواع اتصالات جوشی و لوله می باشند، در محل های دیگر پیش ساخت می گردند و برای نصب به سایت حمل می شوند. به این صورت کار اجرایی سایت کمتر شده و از پیچیدگی آن کاسته خواهد شد. به این قطعات لوله کشی پیش ساخته شده اسپول گفته می شود و به محلی که معمولاً خارج از سایت اسپول ها در آن ساخته و انبار می شوند شاپ اسپول سازی گویند. نقشه های ایزو معمولاً بصورت کامل اسپول بندی می گردند یعنی مشخص می شود که کدامین جوینت ها در شاپ و کدامین جوینت ها در سایت اجرا شوند. کار اسپول بندی فوق العاده مهم می باشد و بایستی نکات زیادی همچون محل های دست رسی جوینت های سایت، نحوه اجراء، آسانی اجراء، نحوه حمل اسپول و غیره در آن رعایت گردد.

### ۱-۳-۲ سفارش متریال : ( Material Request )

بعد از آنکه نقشه ها از طرف دفتر فنی به شاپ ارسال گردید، گروه فنی و متریال شاپ از روی نقشه ها متریال مربوط به عملیات پیش ساخت را در خواست نموده و از کارفرما تحویل می گیرند. با توجه به اینکه ممکن است همه متریال درخواستی به صورت یکجا مصرف نشود، یا اینکه امکان دارد چندین گروه مجزا در شاپ حضور داشته باشد و یا متریال های متنوعی در جریان باشد، بایستی پیمانکار یک انبار مستقل مخصوصاً برای اتصالات داشته باشد تا از قاطی شدن و احیاناً گم شدن آنها جلوگیری به عمل آید. همه درخواست ها و مقادیر تحویل شده و مصرف شده براساس شماره نقشه ایزوها و دیگر مشخصات متریال بایستی بصورت فایل کامپیوتری نگه داری و به روز شود تا در هر موقع بتوان بالانس متریال شاپ را تحویل داد و از اشتباهاتی مثل درخواست دوباره و ساخت مجدد جلوگیری بعمل آید.

### ۲-۳-۲ تاریخچه اسپول : ( Spool History )

دفتر فنی شاپ به کمک نیروهای QC، اجرایی، متریال و اسپول من ها بایستی قبل از هر اقدامی یک فایل جامع به اسم تاریخچه اسپول تشکیل دهند، که شامل کلیه اطلاعات اسپول مثل درخواست و تحویل گرفتن متریال، رنگ شدن متریال خام، فیت آپ، جوش، حمل به اسپول یارد



محل انبار شدن، نحوه جابجا شدن بین اسپول یاردها، *Release* شدن (از لحاظ *QC*، *RT*، *MT*، *UT*، *PWHT* ...)، درخواست اسپول، تحویل شدن، میزان کار بر حسب *ID*، سایر، شماره خط و اسپول و غیره باشد. این فایل بایستی در هر روز بوسیله گزارشات از کلبه گروه ها به روز شود تا همیشه راهنمای گروه های اجرایی باشد. این فایل بایستی طوری تنظیم گردد که در هر لحظه بتوان گزارشات مختلف بر اساس تعداد اسپول های ساخته شده، میزان *ID* کار شده، میزان اسپول موجود در یارد، تعداد اسپول تحویل داده شده و غیره از فایل کلی گرفت. نمونه فرمت این فایل در *CD* آورده شده است.

### ۲-۳-۳ عملیات پیش ساخت: (*Prefabrication Work*)

بعد از آنکه متریل تحویل گرفته شد و به شاپ حمل گردید بایستی با هماهنگی با کارفرما به یکی از دو روش قبل یا بعد از اسپول سازی آنها را سندبلاست نموده و رنگ لایه اول (پرایمر) اعمال کرد. در صورتی که متریل خام را ابتدا سندبلاست و پرایمر برنند بایستی بعد از اعمال رنگ فوراً طبق دستورالعمل *Colorcode*، رنگ مخصوص هر متریل بصورت یک نوار از انتهای لوله و اتصالات زده شود تا از هر گونه اشتباه در هنگام فیت آب جلوگیری به عمل آید زیرا معمولاً به چندین متریل از جنس های متنوع یک نوع پرایمر اعمال می شود در صورتی که باند کد رنگی روی آنها نباشد تشخیص این نوع متریل ها از همدیگر فوق العاده مشکل خواهد بود. همچنین بایستی در هنگام ایابرداری متریل های مختلف در محل های جداگانه انبار شود این روش در صورتی که در اعمال *Colorcode* دقت شود روشی خوب می باشد و سرعت عملیات رنگ و سندبلاست در این روش خیلی بیشتر می باشد.

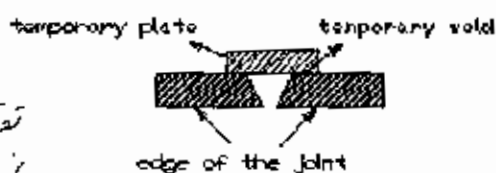
روش دوم اینست بعد از اینکه کار ساخت اسپول به اتمام رسید و شماره نقشه اسپول روی آن پانچ شد به کارگاه سندبلاست و رنگ منتقل گردد و رنگ بر آن اعمال شود. با توجه به اینکه در حالت اسپول لوله از حالت متقارن خارج می شود، جابجایی و اعمال رنگ بر آن دشوار می باشد و سرعت کار کاهش می یابد، ولی این روش از ضریب اطمینان بیشتری برخوردار است. لازم بذکر است با توجه به حجم کار، روش های اجرایی اسپول سازی، نظرات کارفرما و دستورالعمل های اجرایی سایت یکی از این روش ها انتخاب خواهد شد. در مورد لوله های خام که بایستی بعد از رنگ پرایمر مستقیماً به سایت حمل شوند حتماً بایستی از *Colorcode* استفاده شود. نمونه ای از *colorcode* یک پروژه بصورت فایل الکترونیکی در *CD* پیوستی آورده شده است.

### ۲-۳-۴ فیت آب و جوش: (*Fittup & Welding*)

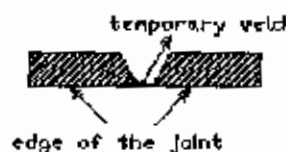
بایستی توجه داشت که برای متریل های مختلف مثل *A.S*، *LTCS*، *C.S*، *S.S* شاپ های متفاوت یا حداقل مکانهای متفاوت را برای برش، نگهداری، فیت آب و جوش در نظر گرفت تا از اشتباهات عمده جلوگیری بعمل آید.

با توجه به حجم کار، نیروهای موجود، سیاست کارگاه، فضای در اختیار، نوع نقشه ها، برای عملیات فیتاپ و برش یکی از روشهای سنتی یا سری سازی را انتخاب خواهیم نمود. در روش سنتی نقشه ISO اصلی در اختیار فورمن فیتاپ قرار داده می شود و خود افراد طول های برش لوله های مورد نیاز برای هر اسپول را محاسبه و اقدام به برش کاری می نمایند. و بعد به مرحله سنگ زنی و فیتاپ حمل می گردد تا طبق نقشه اسپول ساخته شود. ولی در عملیات سری سازی همه مراحل کار از هم تفکیک شده و در کارگاه بصورت مرحله ای کار ساخت اسپول انجام می پذیرد. و از قبل طول های برش و نقشه ایزو تک تک اسپول ها توسط دفتر فنی تهیه شده و به گروه های اجرایی ارایه می گردد. در این روش سرعت ساخت خیلی بیشتر خواهد بود و وقت نفراست اجرایی (فورمن، فیتاپ و برشکار) برای انجام کارهای محاسباتی گرفته نخواهد شد. البته بکار بردن این روش مستلزم این است یا نقشه های دقیق و تفکیک شده از لحاظ طول برش برای هر اسپول داشته باشیم یا تیمی فنی مجربی روی نقشه ها کار کنند و نقشه ایزو اسپول ها را استخراج نمایند. بعد از برشکاری (توسط بول ماشین، سنگ جت، سربیک هوا برش یا برش پلاسما) قطعات برش داده شده لوله بایستی لبه سازی شوند و طبق WPS فلت های دیواره (شیب روی ضخامت دیواره لوله) کاملاً رعایت گردد و سطوح در تماس با جوش کاملاً صاف و صیقلی شوند. بعد از آن فیتاپها اقدام به فیتاپ لوله و اتصالات به همدیگر طبق نقشه ایزو و جهت گیری صحیح آن خواهند نمود.

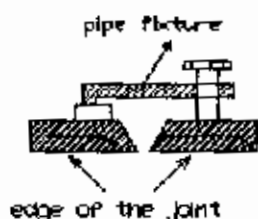
بعد از اطمینان از تراز بودن یا عمود بودن سطوح شرکت کننده در فیتاپ نسبت به همدیگر و درست بودن جهت گیری اتصالات نسبت به لوله و تنظیم فاصله دو لبه نسبت به هم طبق WPS، فیتاپها اقدام به نگه داشتن موقت این اتصالات تا موقع جوش می کنند. که به مجموعه این کارها فیتاپ سرجوش (Joint) گفته می شود. نگه داشتن موقت سرجوش بر حسب سخت گیری از طرف کارفرما و دستورالعمل های اجرایی سایت به روشهایی همچون جوش مستقیم نقطه ای در چندین محل (سایزهای پایین)، پل زدن (استفاده از چندین پلیت مسطح و جوش موقت آنها به بدنه اعضای شرکت کننده در جوینت)، فیکسچر (حالت کمر بند های نواری فلزی که توسط پیچ و مهره باز و بسته می گردد و اعضای شرکت کننده در جوینت را نگه می دارد). و لقمه های مثلثی شکل از فلز پایه (که بطور موقت در درون فاصله بین دو طرف جوینت قرار داده می شود و به لبه ها جوش موقت داده می شود). انجام می پذیرد. لازم بذکر است که روش فیکسچر و روش لقمه های مثلثی به علت اینکه کمترین شوک حرارتی محلی در فلز پایه ایجاد می کنند از روشهای دیگر مورد پسندتراند. شکل ۲-۳



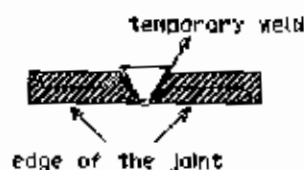
A: Bridge



B: Tack weld



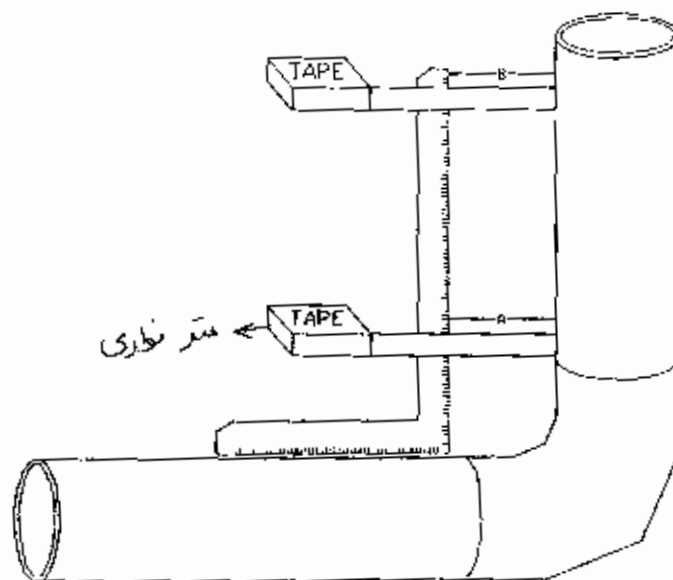
C: fixture type



D: Triangle part

شکل ۲-۳: انواع نگهداری موقت در عملیات فیتاپ

نمونه هایی از روش های عمود کردن سطح فلنج بر محور لوله، عمود کردن یک لوله بر لوله دیگر در اطراف زانوی ۹۰ درجه و هم راستا سازی ۲ سوراخ مجاور یا ۲ درمیان فلنج ها (۲ هول two hole) به ترتیب در شکل های ۲-۴، ۲-۵ و ۲-۶ نشان داده شده اند.

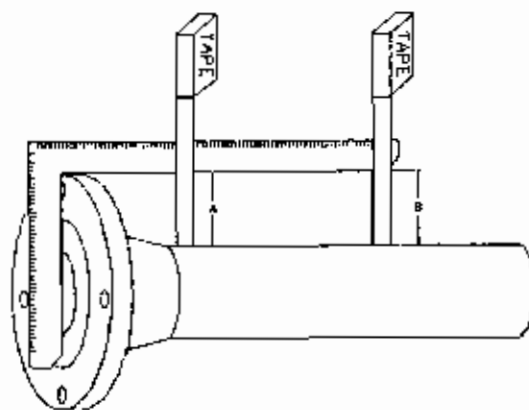


شکل ۲-۴: نحوه عمود فیتاپ کردن دو لوله بر هم

تقریباً استوار  
نمی شود

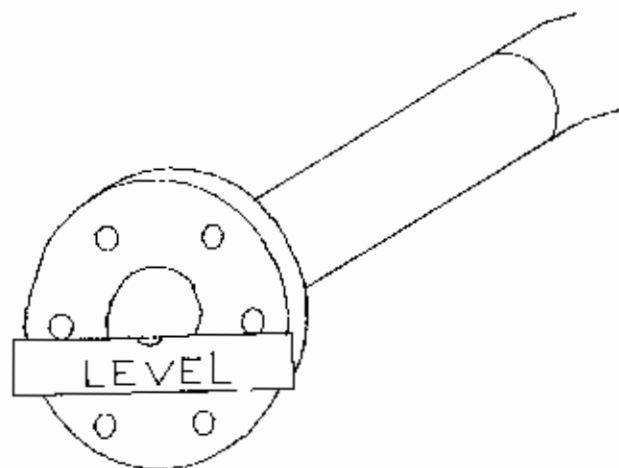
باید بالا  
در لوله های  
SS  
stainless steel  
استفاده شود

برای سازه های  
پایین



A-B=TOLERANCE

شکل ۲-۵: نحوه عمود فیتاپ کردن سمح فلنج بر محور لوله



شکل ۲-۶: نحوه در یک راستا قرار دادن ۲ سوراخ مجاور یا ۲ در میان یک فلنج (two hole)

کنترل های ابعادی و کنترل صحیح بودن جهت گیری اسپول ها توسط نیروهای دفتر فنی یا سوپروایزرها انجام می گیرد، ولی کیفیت فیتاپ ( میزان فاصله ، زاویه لبه و نقاط تک جوش ) توسط نیروها و بازرسان کنترل کیفی بازرسی و گزارش خواهد شد. بعد از تأیید فیتاپ، جوینت برای جوشکاری آماده می باشد، جوشکار طبق WPS و نظارت بازرس QC حوش اقدام به جوشکاری خواهد نمود. جوشکاری فرایندی پیچیده می باشد که عوامل زیادی در کیفیت آن دخیل هستند، بنابراین کلیه نکات WPS و نظرات بازرس جوش بایستی بدرستی و دقت توسط فورمن جوشکاری و جوشکار رعایت گردد. در بحث های بعدی همین فصل بیشتر در مورد فرایند جوشکاری بحث خواهد شد.

لازم بذکر است که بعد از عمل فیتاپ بایستی شماره ایزو و شماره اسپول روی آن توسط متال مارکر نوشته شود و بعد از اتمام عملیات جوشکاری همان شماره ها روی بدنه اسپول پانچ گردد و اسپول هرچه سریعتر بعد از گرفتن تائیدیه جوشکاری چشمی به اسپول یارد حمل گردد.

## ۲-۳-۵ اسپول یارد : (Spool Yard)

باتوجه به فضای محدود هر شاپ بعد از تکمیل عملیات جوش اسپول، بایستی شاپ برای ساخت اسپول های جدید تخلیه گردد ولی احتمال دارد هنوز عملیات *NDT*، *PWHT*، رنگ و غیره روی اسپول به پایان نرسیده باشد یا اینکه سرعت انجام این عملیات با سرعت ساخت اسپول یکسان نباشد، همچنین احتمال دارد ظرفیت ساخت اسپول در شاپ با مصرف سایت یکسان نباشد و یا احتمالاً اولویت های ساخت و نصب اسپول رعایت نشده باشد. هر شاپ برای نگهداری اسپول های آماده نیاز به یک ابار دارد، که اصطلاحاً به آن اسپول یارد گویند. در طبقه بندی اسپول یارد بایستی کاملاً دقت شود و سعی شود از پیچیدگی زیاد که باعث سردرگمی و اتلاف وقت و احیاناً گم شدن اسپول خواهد شد جلوگیری بعمل آید. بهتر است اسپول یارد را برحسب *Area* مورد استفاده اسپول، سپس بر اساس جنس و سایز تقسیم بندی نمود. نواحی مختلف اسپول یارد کد گذاری شوند و محل قرائت گیری اسپول در نواحی مختلف اسپول یارد نیز جهت ردگیری آسان تر در فایل اصلی اسپول ذکر گردد.

با توجه به اینکه یک اسپول تا به سایت برسد ممکن است چندین بار بین اسپول یاردهای مختلف و مراحل کاری جابجا گردد و هنگام گزارش گیری از اسپول من ها بصورت روزانه برای ثبت تغییر و تحول های یارد در فایل اصلی ذکر شماره های حک شده روی اسپول که معمولاً حجیم می باشند در گزارشات کار ساده ای نخواهد بود بنابراین راحت تر خواهد بود که برای هر اسپول از شماره های مختصر مثل  $AB / 52$  یا  $A 256$  استفاده شود، (که این شماره ها می توانند نشانگر ناحیه و ترتیب اسپول ها باشند) بایستی این شماره ها در فایل اصلی ذخیره شوند و هنگام ساخت با اسپری رنگی روی اسپول یادداشت گردد. در انبار کردن و حمل و نقل اسپول بایستی شدیداً دقت شود تا از هر گونه آسیب رساندن به اسپول جلوگیری به عمل آید. نکات زیر می توانند کمک فراوانی به این امر نمایند:

- ۱ - برای حمل اسپول از لیفتراک استفاده نشود، زیرا به دلیل عدم تقارن اسپولها احتمال سقوط و آسیب دیدن آنها به مراتب بیشتر از دیگر حالات حمل می باشد.
- ۲ - برای بلند کردن اسپول های رنگ شده و سایز پایین از تسمه (بلدت) استفاده گردد. حلقه و قلاب های لیفتینگ به محل های انشعابات سایز پایین بسته نشود.



۳ - هیچ اسپول در هر مرحله نبایستی با زمین در تماس باشد و روی الوارهای چوبی به فاصله حداقل ۱۵ سانتیمتر از سطح زمین قرار گیرند، این موضوع برای انجام دادن *NDT* ها نیز ضروری می باشد.

۴ - انتهای آزاد اسپول را جهت عدم نفوذ گرد و خاک و آشغال بوسیله پلاستیک یا در پوش های لاستیکی مخصوص بسته شود.

۵ - سطح فیس فلنج ها جهت جلوگیری از خراشیده شدن آنها با لایه های نازک از چوب یا پلاستیک فشرده بسته شود. در حالتی که فیس فلنج خراشیده شود بعد از نصب در سایت در مراحل تست و راه اندازی جوینت سستی خواهد داد.

۶ - سطوح علامت گذاری شده اسپول حتی الامکان رو به بالا گذاشته شود. تا هنگام ردگیری احتیاج به چرخاندن اسپولها جهت رویت شماره آنها نباشیم و از اتلاف وقت دوری شود.

۷ - در هنگام گذاشتن اسپول روی الوار سعی گردد بیشترین سطح اسپول با الوارها در تماس باشد تا از واژگونی و نل خوردن آنها جلوگیری شود.

۸ - در صورتی که اسپول دارای انشعابات متعدد می باشد در جایگذاری جهت انشعابات رو به بالا باشد تا از خم شدن احتمالی آنها و برخورد با زمین جلوگیری بعمل آید.

همچنین لازم است اسپول هایی که نیاز به *PWHT* دارند بعد از ساخت در شاپ شناسایی شوند و مستقیماً به محل انجام *PWHT* حمل گردند. و بعد از اتمام کار به سایت یا اسپول یارد حمل شوند تا از جابجایی های چندین باره جلوگیری به عمل آید. وظایف اسپول من را می توان به شرح زیر خلاصه نمود.

- ۱ - کنترل و گزارش ورود و خروج اسپولها به اسپول یاردها.
  - ۲ - هماهنگی جهت تحویل اسپول ها با واحد درخواست کسده و اپراتور فایل کنترل اسپول.
  - ۳ - پیدا کردن اسپول های درخواست شده از طرف سایت.
  - ۴ - جایگذاری و موقعیت دهی به اسپول های وارد شده به یارد و منظم کردن آنها.
  - ۵ - نظارت بر حمل و نقل اسپول ها (از شاپ به یارد و از یارد به سایت یا به محل *PWHT*)
  - ۶ - همکاری با نیروهای *QC* جهت تعیین موقعیت جوینت ها برای انجام *NDT* ها.
  - ۷ - در تماس بودن کامل با اپراتور فایل اصلی اسپول، دفتر فنی و نیروهای اجرایی.
- اپراتور فایل اصلی اسپول بایستی کاملاً با ناظران *QC* در تماس باشد و به گزارشات و نتایج برگشتی از طرف کارفرما در مورد *NDT* کاملاً دست رسی داشته باشد تا اینکه بتواند اطلاعات مربوط به *Release* شدن جوینت ها از لحاظ *NDT* و آزاد شدن *LOT* ها را در فایل به روز کند تا بتوان به هدف اصلی که *Release* شدن اسپول می باشد، رسید. هر در خواستی که از طرف سایت و نیروهای اجرایی برای اسپول ها صادر می شود در اولین مرحله به اپراتور فایل اصلی می رسد و



شرایط اسپول ها از هر لحاظ کاملاً مشخص و آدرس دهی می شود. نمونه ای از یک اسپول یارد نا مناسب در شکل ۲-۷ نشان داده شده است. که هیچکدام از شرایط ذکر شده برای یک اسپول یارد ایده ال را ندارد.



شکل ۲-۷: نمایی از یک اسپول یارد نامناسب

## ۲-۴ فرایند جوشکاری : (Welding Process)

مقدمه:

جوشکاری از اصلی ترین مراحل عملیات لوله کشی صنعتی می باشد و هر یک از پرسنل درگیر با پروسه لوله کشی حداقل بایستی آشنایی مختصری با فرایند جوشکاری داشته باشند. هماهنگی که می دانیم جوشکاری خود یک علم جداگانه و خیلی گسترده است و در این جزوه نمی توان بطور کامل آن را مورد بررسی قرار داد. در اینجا سعی شده حداقل اطلاعات مورد نیاز ها در مورد جوشکاری برای فرایند لوله کشی بحث شود.

برای اطلاعات کاملتر نایستی به استانداردهایی همچون *AWS*, *ASME*, *IWE*، و کتاب های تکنولوژی جوشکاری و کلید های جوشکاری مراجعه نمود. دوره آموزشی جوشکاری (*IWE (International Welding Engineering)* که نزدیک به ۱۷۰۰ صفحه می باشد و در *CD* پیوستی ارائه شده است. حاوی اطلاعات مفیدی و کاملی در مورد جوشکاری می باشد.

## ۲-۴-۱ دستورالعمل جوشکاری : (WPS, PQR)

در صنایع جوشکاری بایستی هر متریی را طبق دستورالعمل جوشکاری خاص آن ماده جوشکاری نمود. در لوله کشی صنعتی نیز دستورالعمل جوشکاری لوله ها و اتصالات براساس جنس ماده و کلاس آنها توسط ناظران جوشکاری و مهندسان جوش و متالورژی از روی استانداردهای جوشکاری تهیه می گردد. که به این دستورالعمل **WPS** گفته می شود. (**Welding Procedure Specification**) معمولاً شامل اطلاعاتی همچون نام شرکت، روش جوشکاری در هر پاس، نوع تجهیزات، نوع درز جوش، وضعیت قرار گیری، تعداد پاس، نوع متریل پایه، ضخامت ورق ماده پایه، نوع و قطر الکترود، روش تمیزکاری بین پاس ها، پیش گرمایش و دمای مجاز پاس ها، مشخصات منبع الکتریسیته و نوع، آمپراژ و ولتاژ، طرح سر جوش، سرعت الکترود و بعضاً موارد دیگری خواهد بود.

برای آنکه **WPS** اجرائی شود بایستی نمونه هایی از مقاطع جوشکاری شده توسط آن **WPS** طبق استاندارد **ASTM** تهیه شوند و به آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد فرستاده شوند تا تحت آزمایش های کشش، فشار، برش (ضربه چارپی)، سختی و غیره قرار گیرند. در صورت مثبت بودن جواب این آزمایش ها **WPS** اجرایی خواهد شد. به مجموعه این آزمایش های مخرب و جواب آنها تهیه **PQR** گویند. بنابراین تهیه **PQR** و **WPS** از مقدمات جوشکاری برای واحد های صنعتی می باشند. فرمت **WPS** را در شکل ۲-۸ مشاهده می فرمائید.

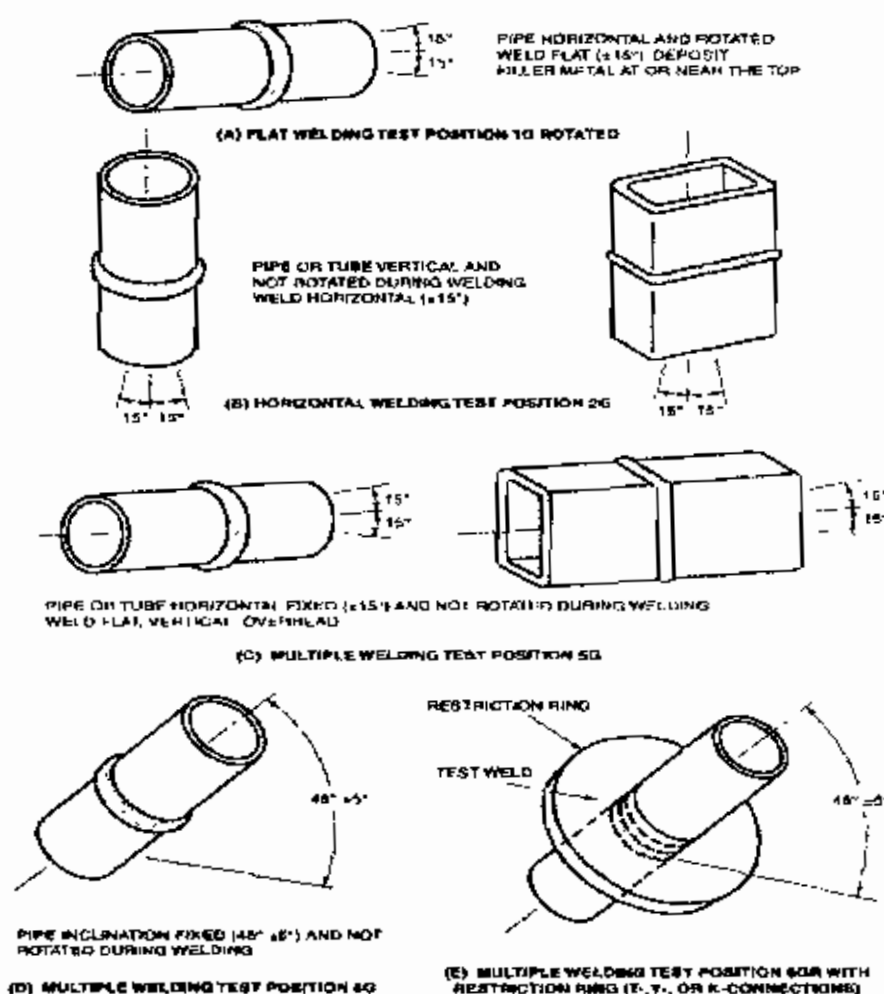
## ۲-۴-۲ انواع روشهای جوشکاری :

جوشکاری را می توان به روشهای گوناگون برحسب موقعیت قرار قطعه کار و جوشکار قطعه کار و جوشکار نسبت به همدیگر، نحوه اتصال قطعات و تجهیزات و ابزارالات مورد استفاده در عملیات جوشکاری، تقسیم بندی نمود.

درمورد لوله کشی معمول ترین نوع جوش، جوش لوله و پلیت می باشند. در لوله کشی صنعتی براساس نحوه اتصال دو حالت لب به لب **Butt weld** و سوکتی **Socket weld (Filet weld)** را خواهیم داشت. که جوشکاری لوله نسبت به موقعیت قرار گیری قطعه کار و جوشکار در حالت سر جوش های لب به لب به حالت های **1G, 2G, 3G, 4G, 5G, 6G, 6GR** (شکل ۲-۹) و در حالت سر جوش های سوکتی (جوش گوشه) به حالت های **1F, 2F, 3F, 4F, 5F** (شکل ۲-۱۰) تقسیم می شود. که یک جوشکار صلاحیت دار بایستی توانایی جوش در هر کدام از حالات را مخصوصاً در حالت **6G** داشته باشد و در جوش پلیت حالات جوشکاری در جوش لب به لب **1G, 2G, 3G, 4G** (شکل ۲-۱۱) و در حالت گوشه **1F, 2F, 3F, 4F** (شکل ۲-۱۲) خواهند بود.

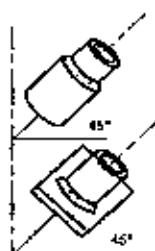
جوشکاری در کل براساس تجهیزات و ابزارالات مورد استفاده به شاخه های خیلی زیادی تقسیم می شوند که هر کدام برای فرایندهای خاصی مفید خواهند بود. برای نمونه می توان به جوش ذوبی

بوسیله انرژی حرارتی، جوش مقاومتی، جوش نا پرتو نوری، جوش با گاز، جوش اشعه الکترونی، جوش با قوس الکتریکی (جوش قوس فلزی) (جوش قوس فلزی با الکتروود هسته سیمی، جوش قوس دستی (SMAW)، جوش ثقلی)، جوش قوس زیر بودری، جوش قوس محافظت شده (جوش قوس فلزی با گاز) (جوش قوس فلزی با بی اثر (MIG)، جوش قوس فلزی با گاز فعال (MAG)، جوش قوس پلاسمای فلز با گاز، جوش الکترونی با گاز)، جوش قوس تنگستن (جوش قوس تنگستن با گاز بی اثر (GTAW)(TIG)، جوش قوس پلاسما، جوش هیدروژن اتمی)) اشاره نمود. شکل ۲-۱۳

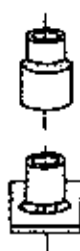


شکل ۲-۹: حالات جوش شیار (لب به لب) براساس نحوه قرار گرفتن لوله (1G ~ 6G)

شیار جوشی  
 ۱۵  
 \* امتحان می‌گیرد



(A) FLAT WELDING  
TEST POSITION 1F  
(ROTATED)



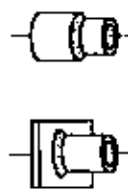
(B) HORIZONTAL WELDING  
TEST POSITION 2F  
(FIXED)



(C) HORIZONTAL WELDING  
TEST POSITION 2F  
(ROTATED)



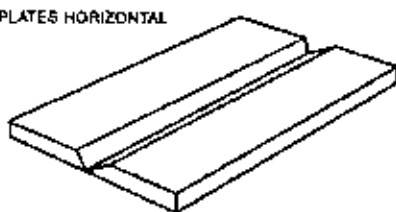
(D) OVERHEAD WELDING  
TEST POSITION 4F  
(FIXED)



(F) MULTIPLE WELDING  
TEST POSITION 5P  
(FIXED)

شکل ۲-۱: حالات جوش گوشه بر اساس نحوه قرار گرفتن لوله ( $1F \sim 5F$ )

PLATES HORIZONTAL



(A) FLAT WELDING TEST POSITION 10

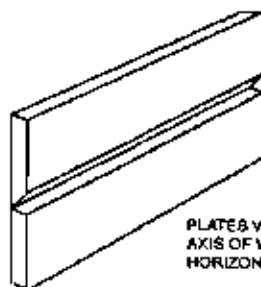
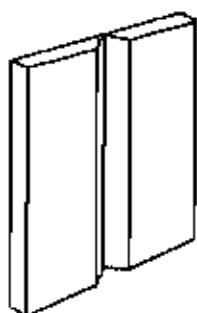


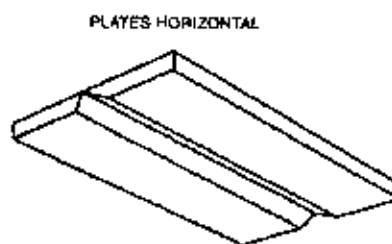
PLATE 8 VERTICAL,  
AXIS OF WELD  
HORIZONTAL

(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2G



PLATES VERTICAL,  
AXIS OF WELD  
VERTICAL

(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3G

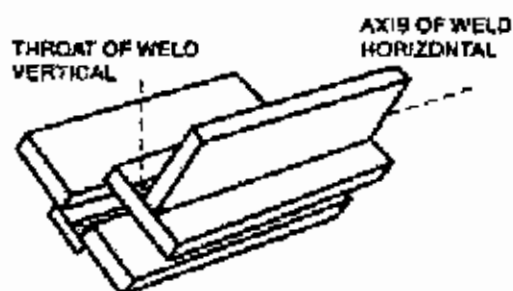


PLAYES HORIZONTAL

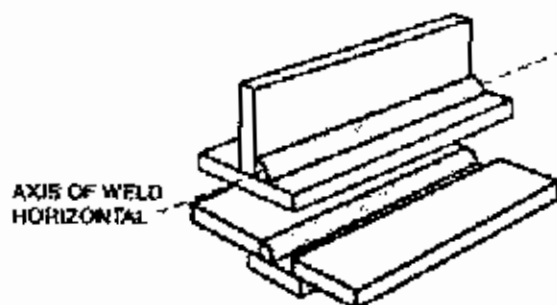
(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 40

استاد جعفری  
امتیاز

شکل ۲-۱۱: حالات جوش شیاری (لب به لب) براساس نحوه قرار گرفتن پلیت ( $1G \sim 4G$ )



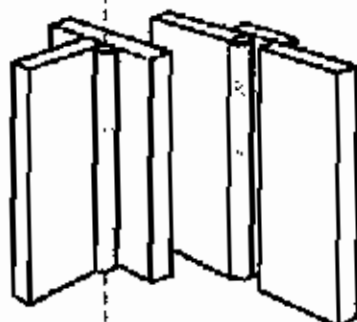
(A) FLAT WELDING TEST POSITION 1F



(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2F

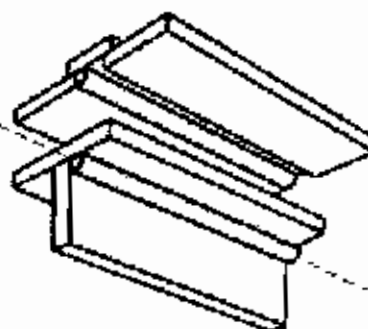
Note: One plate must be horizontal

AXIS OF WELD VERTICAL



(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3F

AXIS OF WELD HORIZONTAL



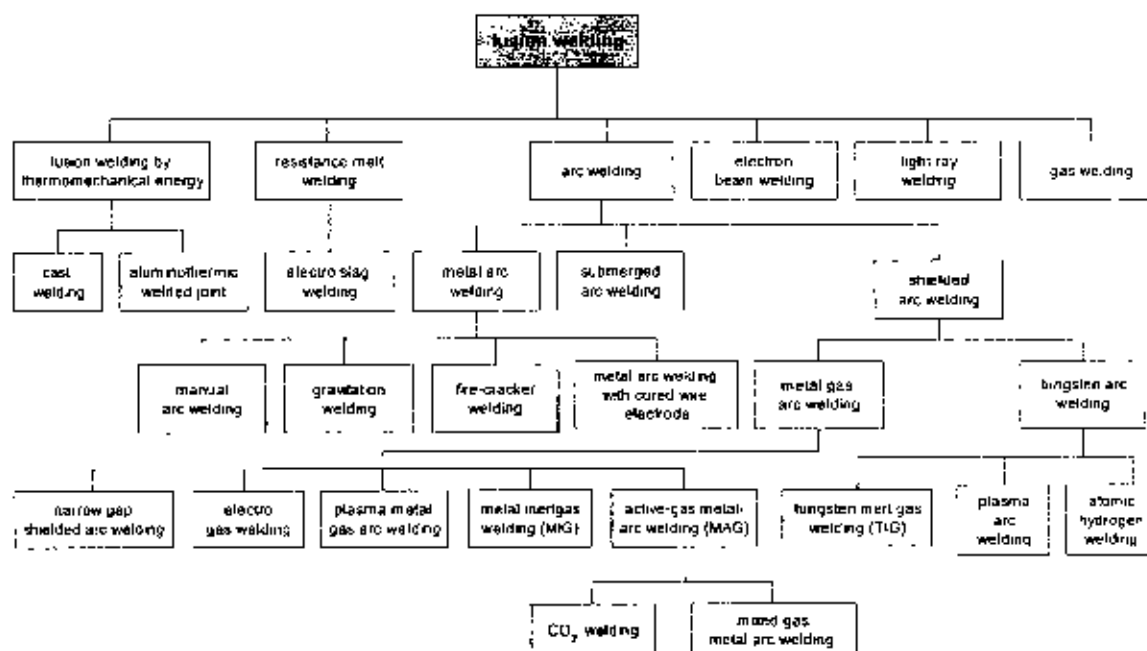
(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 4F

Note: One plate must be horizontal

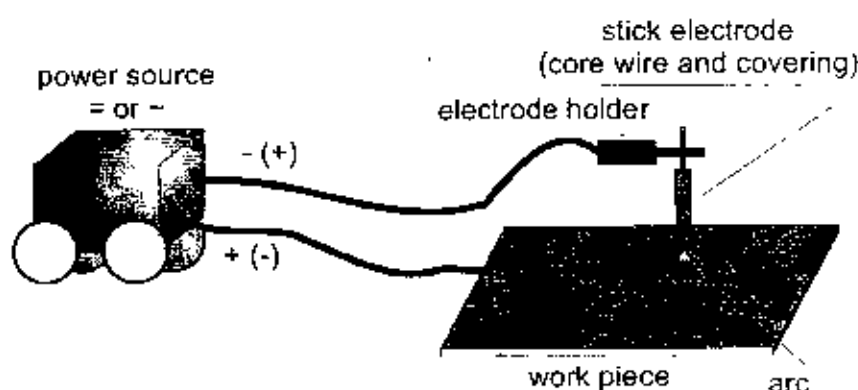
شکل ۲-۱۲: حالات جوش گوشه براساس نحوه قرار گرفتن پلیت (1F ~ 4F)

در فرایندهای لوله کشی صنعتی از پرکاربردترین روشهای جوشکاری می توان جوش قوس فلزی دستی (الکتروود پوشش دار) ( $SMAW=Shelded Metal Arc Welding$ ) (اصطلاحاً در سایت ها به آن جوش برق گویند) و جوش قوس تنگستن تحت گاز بی اثر آرگون ( $GTAW=Gas Tungsten Arc Welding$ ) (اصطلاحاً در سایت ها به آن جوش آرگون گویند) را نام برد. تجهیزات روش الکتروود دستی شامل مطابق شکل ۲-۱۴ رکتی فایر یا دیزل جوش، انبر جوش، کابل های انبر و اتصال و ریموت کنترل خواهد بود. تجهیزات مورد نیاز روش  $GTAW$  مطابق شکل ۲-۱۵ شامل منبع تغذیه الکتریکی (رکتی فایر یا دیزل جوش)، تورچ آرگون و متعلقات کپسول آرگون، رگلاتور، شلنگ آرگون، کابل های برق و اتصال و ریموت کنترل خواهد بود.

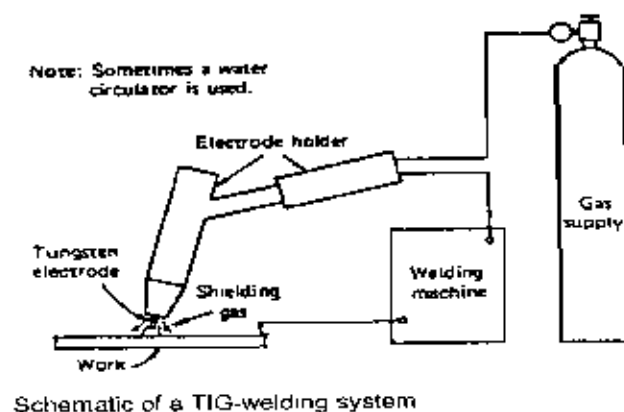




شکل ۲-۱۳: طبقه بندی انواع جوش ذوبی



شکل ۲-۱۴: تجهیزات مورد نیاز در روش SAW



شکل ۲-۱۵: تجهیزات مورد نیاز در روش GTAW



## ۲-۴-۳ تست جوشکاران WQT (Welder Qualification Testing)

بعد از آنکه WPS اجرایی شد، پیمانکاران، جوشکاران مورد نظر خود را به گروه تست کارفرما (در صورت حجیم بودن پروژه Welding School) معرفی خواهند نمود. البته معرفی جوشکار تحت فرایند خاص (از لحاظ فرمت) توسط گروه QC پیمانکار صورت می پذیرد. در صورت نیاز و برای محافظه کاری بیشتر گروه QC پیمانکار قبل از معرفی اقدام به تست جوشکاران خواهند نمود.

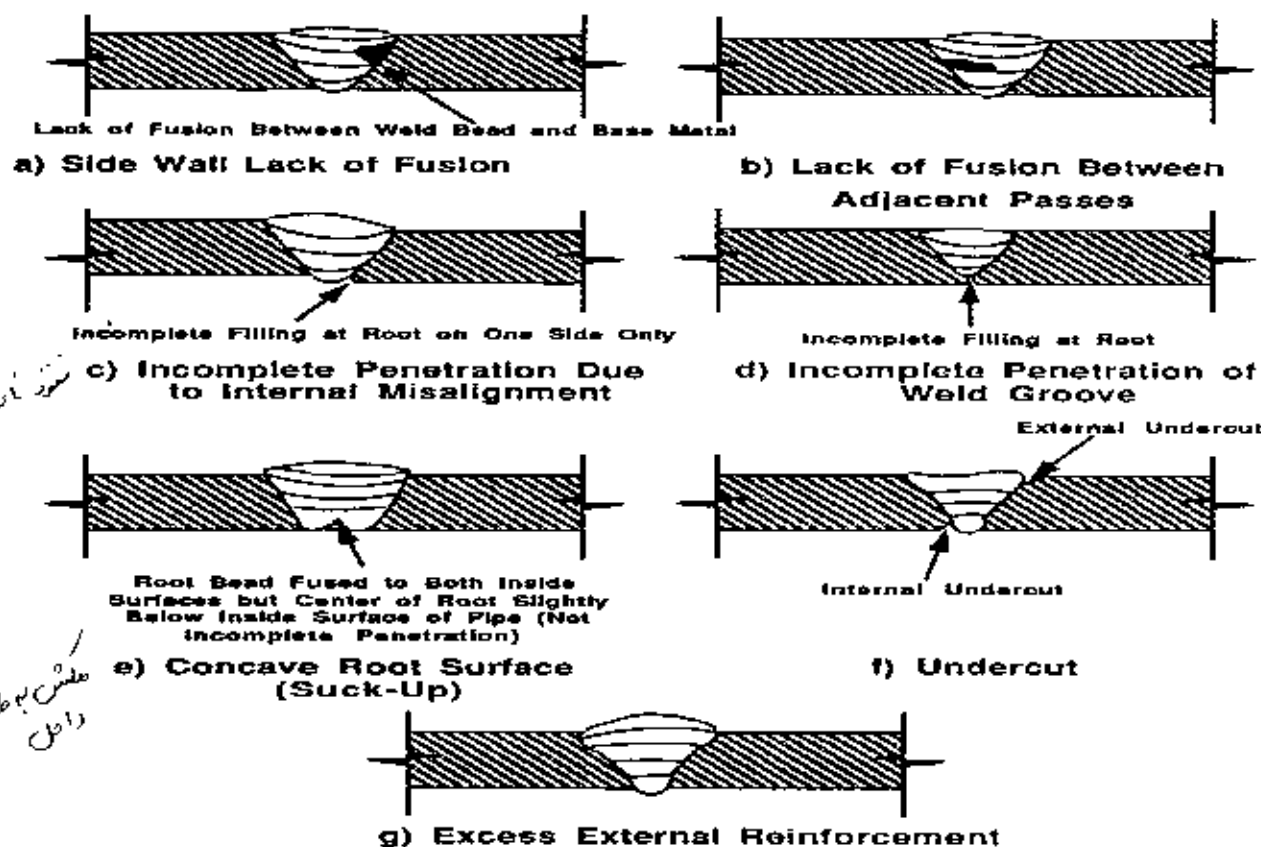
قطعه کار مشخص تست در اختیار جوشکار قرار خواهد گرفت و جوشکار با اختیار طبق WPS و تحت راهنمایی ناظر QC پیمانکار شروع به جوشکاری خواهد نمود. بعد از اتمام جوشکاری ناظر تست جوش را بصورت چشمی (Visual) تحت بازرسی قرار خواهد داد در صورت پذیرش قطعه کار را برای انجام عمل رادیو گرافی (RT) به محل مناسب آن کار می فرستند. معمولاً بعد از پذیرش و جواب مثبت RT به جوشکار یک برگه موقت جوشکاری با یک کد موقت جهت جوشکاری ۳ سر جوش در سایزهای مختلف بصورت انفرادی یا شراکتی در سایت یا شاپ داده خواهد شد. به سه سر جوش Production Joint گویند. در صورت مثبت بودن جواب RT این ۳ سر جوش جوشکار از نظر گروه تست پذیرفته شده و کارت اصلی جوشکاری صادر و یک کد (Welder Stamp) مخصوص آن پروژه به جوشکار اختصاص داده می شود. کارت جوشکاری شامل مشخصات فردی و شرایط جوشکاری و جوش های محاز با ضخامت های گوناگون و WPS ای که تحت آن تست انجام شده می باشد.

بعد از صدور کارت اصلی، جوشکار آماده به کار خواهد بود. لازم بذکر است که کد جوشکار از ایتام های مهم خواهد بود. و بعد از اتمام هر جوشکاری آن کد در گزارشات روزانه ذکر خواهد شد. و در فایل تاریخچه جوینت ها (Joint History) در مرکز کلی ثبت اطلاعات مربوط به جوش ثبت می گردد. (WCS = Welding Control System) از طریق این کد کیفیت کار جوشکاران قابل پی گیری می باشد. براساس قوانین سایت درصد Repair برای هر جوشکار تعریف خواهد شد که عبارت است از تعداد جوینت های معیوب بر تعداد جوینت های تست شده از کل جوینت های کار سده توسط آن جوشکار ضرب در ۱۰۰. در صورتی که درصد تعمیرات جوشکار از یک میران بالاتر رود دستور توقف کار آن جوشکار از طرف WCS به QC پیمانکار بصورت اتوماتیک صادر خواهد شد. و نایستی جوشکار اخراج یا برای تست دوباره و آموزش به Welding School فرستاده شود.

## ۲-۴-۴ عیوب جوشکاری: (Weld Imperfection or Weld Defects)

لیست کلیه عیب هایی که ممکن است در فرایند جوشکاری رخ دهد در جدول ۱-۲ آورده شده اند. و دستورالعمل مختصری در مورد برخورد با آنها در همان جدول داده شده است. در شکل ۲-

۱۶ مقطع عرضی عیب هایی همچون فقدان ذوب بین فلز جوش و فلز پایه (Side Wall lack of Fusion)، فقدان ذوب بین دو لایه مجاور از جوش، نفوذ ناقص بدلیل عدم تنظیم سر جوش، نفوذ ناقص در ریشه بدلیل کم بودن فاصله دو لایه سر جوش، مکش بداخل ریشه، زیر برش داخلی و خارجی (سوختگی لبه داخلی و رویی) و تقویت بیش از حد رویه جوش که احتمال شکل گرفتن آنها در فرایند لوله کشی بیشتر است، نشان داده شده اند. در شکل های ۲-۱۷ و ۲-۱۸ بترتیب شکل ظاهری عیوب سطحی و داخلی جوش نشان داده شده اند. در جدول ۲-۲ دلایل بوجود آمدن بعضی از عیوب بحث شده است. برای پذیرش یا رد یک جوش معیوب طبق استاندارد و سطح سخت گیری دستور العمل و معیارهایی ارایه شده است که یک نمونه از آنها را در جدول ۲-۳ مشاهده می فرمایید. معیار پذیرش برای سایر عیوب در فایل IWE موجود در CD پیوستی موجود می باشد.

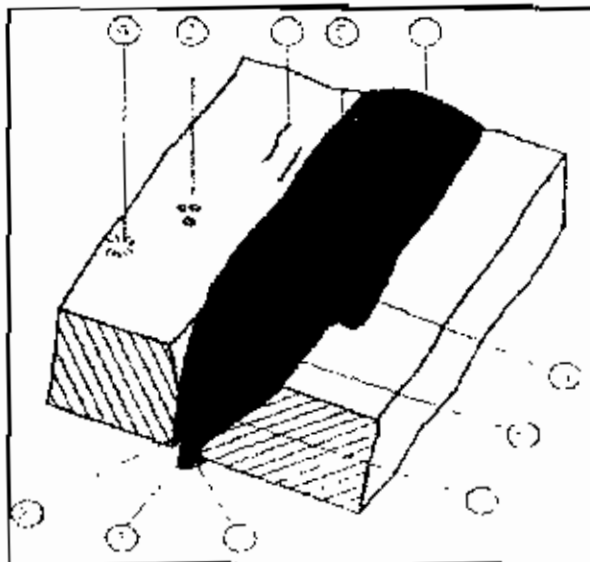


Typical Weld Imperfections

شکل ۲-۱۶: مقطع عرضی عیوب جوش  
که احتمال وقوع آنها در piping بیشتر است

### Outward imperfections of an single V-butt weld

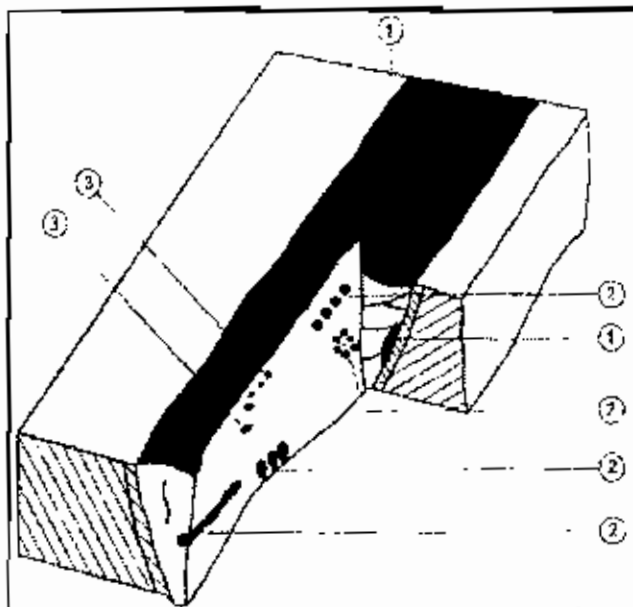
- ① Excessive penetration
- ② Lack of root fusion
- ③ Root notch
- ④ Crater cracks
- ⑤ Crack
- ⑥ Undercutting
- ⑦ Excess weld metal
- ⑧ Spatter
- ⑨ Stray arcing/flash



شکل ۲-۱۷: شکل ظاهری عیوب سطحی روی مقطع طولی جوش

### Internal imperfections of an single V-butt weld

- ① Lack of fusion
- ② Gas pore/elongated cavity/porosity
- ③ Slag inclusions
- ④ Strange metal-inclusions



شکل ۲-۱۸: شکل ظاهری عیوب داخلی روی مقطع برش خورده طولی جوش

## جدول ۲-۱: عیب های احتمالی در فرایند جوشکاری

ردیف	نوع عیب	توضیحات
۱	ترک ها	تا آنجا که منطقی امکان داشته باشد سنگ زده شود و دوباره جوش نشود.
۲	ترک در حوضچه مذاب	اگر لازم شد بازرسی بیشتری در رفتار سطح ثانویه در نظر بگیرید
۳	تخلخل و منفذها (مک)	اگر لازم شد بازرسی بیشتری در رفتار سطح ثانویه در نظر بگیرید
۴	منفذ های خوشه ای	
۵	نمود کار و منفذ های کشیده	
۶	داخل شدن حامدات در جوش (غیر مس)	
۷	داخل شدن مس	ماسد ترک رفتار کنید.
۸	عیب های پیوندی	تشخیص بوسیله تست های غیر مخرب مخصوصا RT مشکل است. فقط تست UT
۹	نفوذ ناقص	اگر لازم شد بازرسی بیشتری برای واسطه ها و حمله خوردگی در نظر بگیرید.
۱۰	فیت شدن ناقص، جوش فیلت	برای جوش فیلت روی یک طرف حمله خوردگی را بررسی کنید.
۱۱	زیر برش	تا آنجا که منطقی امکان داشته باشد سنگ زده شود و دوباره جوش نشود.
۱۲	تقویت جوش خیلی زیاد (BW)	اگر لازم شد برای حالت تنش های زیاد متناوب، تقویت جوش را بردارید.
۱۳	تقویت جوش خیلی زیاد (BW)	اگر لازم بود برداشته شود. فاکتور اقتصادی، جوشکاران را آموزش دهید.
۱۴	ضخامت جوش بیش از حد (FW)	
۱۵	ضخامت جوش کم شده (FW)	اگر بصورت منقطع یا پیوسته ضخامت کم شده است می توان بصورت ماهرانه دوباره جوشکاری شود. ضخامت کم در حد پذیرش را نبایستی دوباره جوش داد. جوشکاران را آموزش دهید.
۱۶	تقویت خیلی زیاد ریشه	اگر لازم بود برای تنش های خیلی متناوب تقویت برداشته شود. اگر لازم شد شرایط جریان سیال داخل را در پیرامون جوش بررسی کنید. اگر لازم شد بازرسی بیشتری در رفتار سطح ثانویه در نظر بگیرید.
۱۷	برآمدگی محلی	
۱۸	تنظیم ضعیف لبه های ورق	اگر لازم شد شرایط جریان سیال داخل را در پیرامون جوش بررسی کنید.
۱۹	لبه های بالای ورق گود و روی هم ایستاده شوند.	اگر منطقی امکان داشت دوباره جوش دهید.
۲۰	عدم تقارن جوش فیلت	اگر لازم بود عامل شکاف (notch) را سنگ بزنید.
۲۱	مکش بطرف ریشه. زیر برش	حمله خوردگی را در نظر بگیرید. اگر لازم شد بازرسی بیشتری در رفتار



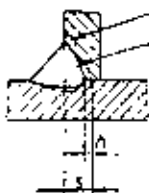
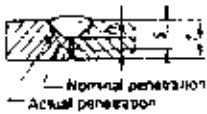

ریشه	سطح ثانویه در نظر بگیرید تا آنجا که منطقاً امکان با سنگ برداشتن وجود داشت دوباره جوش ندهید.
۲۲	روی هم افتادگی ( سر رفتگی)
۲۳	جمع شدن عیب ها
۲۴	برخورد قوس (لکه قوس)
۲۵	پاشش جوش
۲۶	اختلالات چند گانه

### جدول ۲-۲: دلایل بوجود آمدن چندین عیب

ردیف	نوع عیب	علت های مهم پیدایش
۱	تخلخل (مک)	۱- روش نادرست و یا اجرای ضعیف جوشکاری ۲- تمیز نکردن سطوح تماس ۳- سیم پر کننده کیفیت ۴- رطوبت موجود در الکترود ۵- سرخ انجماد بالا ۶- فولاد گالوانیزه شده ۷- فلز پایه با میزان گوگرد بالا ۸- وجود هیدروژن و اکسیژن اضافی در فرایند جوشکاری ۹- عدم پیش گرمایش ۱۰- استفاده از شدت جریان کم ۱۱- استفاده از قوس کوتاه ۱۲- ایروله نمودن محیط جوشکاری در فرایند GTAW
۲	وجود سرباره در جوش	۱- روش نادرست و یا اجرای ضعیف جوشکاری ۲- تمیز نکردن نادرست سطح جوش در بین پاس ها ۳- استفاده از الکترودهای بی کیفیت ۴- آخالهای اکسیدی
۳	آخالهای تنگسین	۱- بالا بودن شدت جریان ۲- تمیز نبودن الکترود ۳- فرو رفتن الکترود در مذاب جوش
۴	دوب ناقص	۱- روش نادرست و یا اجرای ضعیف جوشکاری ۲- پایین بودن شدت جریان ۳- بالا بودن سرعت جوشکاری ۴- تمیز کاری ناکافی سطوح قبل از جوشکاری ۵- نوع یا اندازه نامناسب الکترود افزایش ناقص درجه حرارت جهت رسیدن به دمای ذوب فلز پایه با فلز جوش از جوشکاری مرحله قبل
۵	بعود ناقص	۱- کنترل ضعیف قوس ۲- پایین بودن شدت جریان ۳- پایین بودن سرعت جوشکاری ۴- کم بودن فاصله دهانه در محل ریشه ۵- زاویه پخی نادرست ۶- حرارت جوش ناکافی ۷- اندازه الکترود خیلی بزرگ است ۸- ضخامت بیشانی ریشه بیش از نیاز دهانه ریشه است.
۶	ترک ها	۱- اجرای ضعیف عملیات جوشکاری ۲- سرد شدن ناگهانی جوش ۳- قطع بی موقع قوس و یا کارهای بی اثر ۴- دستورالعمل نامناسب جوشکاری ۵- الکترودهای معیوب ۶- اندازه الکترود بزرگ ۷- ایروله نمودن محیط جوشکاری ۸- خاصیت شکلی پذیری و برمی پایین ۹- تنش پسماند بالا ۱۰- پیچیدگی راهویه ای ۱۱- وجود فازهای ترد در ریز ساختار فلز پایه
۷	زیر برش ( undercut )	۱- اجرای ضعیف عملیات جوشکاری ۲- بالا بودن سرعت جوشکاری ۳-

شدت جریان زیاد ۴- نقص در پر کردن جاله جوش با فلز جوش	(سوختگی کنار جوش)	۸
۱- کنترل ضعیف قوس ۲- شدت جریان زیاد ۳- پایین بودن سرعت جوشکاری ۴- زیاد بودن فاصله دهانه در محل ریشه	نفوذ بیش از اندازه	
۱- اجرای ضعیف عملیات جوشکاری	لکه قوس (برخورد قوس)	۹

جدول ۲-۳: نمونه معیار پذیرش عیوب جوش

No.	Imperfection designation	ISO 6250 reference	Remarks	Limits for imperfections for quality levels		
				Moderate D	Intermediate C	Stringent B
9	Lack of penetration (incomplete penetration)	402	 <p>Figure A</p>	Long imperfections. Not permitted		
			 <p>Figure B</p>			
			 <p>Figure C</p>	$h \leq 0.2 s$ max. 2 mm	$h \leq 0.1 s$ max. 1.5 mm	Not permitted

## ۲-۵- تست های غیر مخرب و عملیات حرارتی بعد جوش: (PWHT, NDT)

**PWHT = Post Welding Heat Treatment, NDT = Non Destructive Testing**

یکی از روشهای آرمایش کیفیت جوشکاری لوله ها استفاده از تست های غیر مخرب (NDT) می باشد. این تست ها بصورت کلی در ۴ روش تست رادیوگرافی با اشعه گاما یا ایکس (RT)، تست مایع نافذ (PT)، تست ذرات مغناطیسی (MT)، تست التراسونیک با استفاده از امواج فراصوتی (UT) انجام می پذیرند. هر کدام از آنها برای یک سری از عیوب جوشکاری مناسب می باشد (جدول ۲-۴). تجزیه و تحلیل و طبقه بندی نتایج هر کدام از روشهای فوق مستلزم گذراندن دوره های مخصوص آنها و گرفتن گواهینامه های تحلیل و بررسی و انجام روش های تست های فوق در سطوح متفاوت (Level) خواهد بود.



جدول ۲-۴: مقایسه روشهای مختلف NDT و بازرسی چشمی

نوع بازرسی و تست	نوع جوش و شرایط	عیب ها
چشمی (VT)	همه جوش ها	- جوشهای ساختار کوچک - ترک ها - وجود سرباره
رادیوگراف (RT)	- جوش لب به لب (BW) - جوش محیطی - جوش های مایلر	- حفره های گاز - وجود سرباره - نفوذ ناقص - عیب های هندسی جوش
ذرات مغناطیسی (MT)	- مواد فرومگنیک - برای عیب های بالای ۰.۲۵ اینچ ریز سطح	- ترک ها - تخلخل - کمبود دوب
مایع های نفوذ کننده (PT)	- مواد های فریتی و غیر فریتی پاس نهایی جوش پاس ریشه جوش - ساده و ارزان	- ترک ها - شکاف و دررها - تخلخل - چین خوردن - داخل شدن مواد خارجی به جوش - چروک شدن - عیوب سطحی
التراسونیک (UT)	- برای جوش های با کیفیت بالا در جویست های تحت فشار اجرا می شود	- ورقه ورقه شدن - وجود سرباره در پلیت های ضخیم - عیب های سطحی

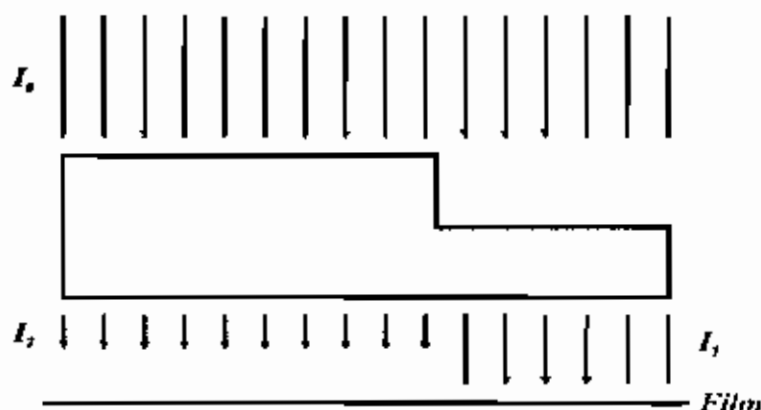
در ریز بطور خلاصه اصول کلی تست های غیر مخرب بحث شده اند.

#### ۱- RT :

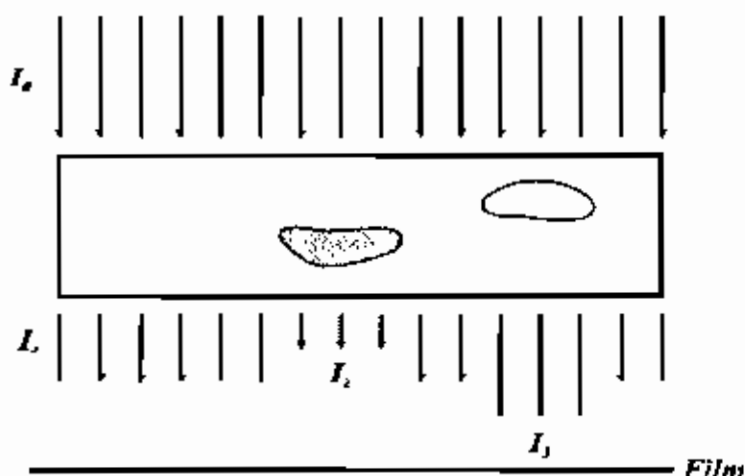
رادیوگرافی یا پرتونگاری یکی از روشهای آزمایش غیر مخرب می باشد که نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز جوش را نشان می دهد. روش کار بدین شکل است که بوسیله یک مولد اشعه گاما یا ایکس از یک طرف به قطعه کار تابانده می شود و در طرف دیگر فیلم عکاسی خاص قرار داده می شود و از روی کیفیت ظهور فیلم (تاریکی و روشنی عکس) مفسر RT پی به عیوب جوش خواهد برد اصل حاکم بر رادیوگرافی عبارتست از میزان عبور و جذب متغییر اشعه گاما یا ایکس در مواد مختلف بر اساس ضخامت و چگالی مواد (شکل ۲-۱۹). بدین معنی هر چقدر قطعه کار ضخیم تر باشد میزان کمتری اشعه از آن عبور می کند و عکس بدست آمده روشن تر خواهد بود و بالعکس. و اگر چگالی ناحیه ای از قطعه کار نسبت به محیط اطراف بیشتر باشد میزان جذب اشعه

بیشتر و میزان عبور کمتر خواهد بود و نهایتاً عکس در آن ناحیه روشن تر خواهد بود و بالعکس. اشعه رادیوگرافی از ضخامت نفوذ کرده و پس از این ضخامت لکه ای بر فیلم ایجاد می کند. سرباره، حفره های گازی، ترک ها، بریدگی کناره ها، نفوذ ناقص حوش تراکم کمتری نسبت به فولاد سالم دارند. بنابراین در حوالی این عیب ها اشعه پرتوی عبور کرده و به فیلم می رسد و عیوب به صورت لکه های تاریکی بر روی فیلم ثبت می شوند.

### 1. Different thicknesses

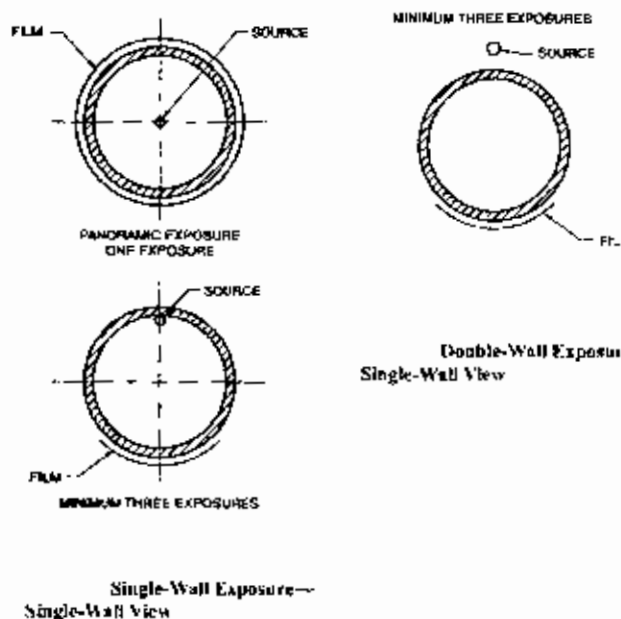


### 2. different densities

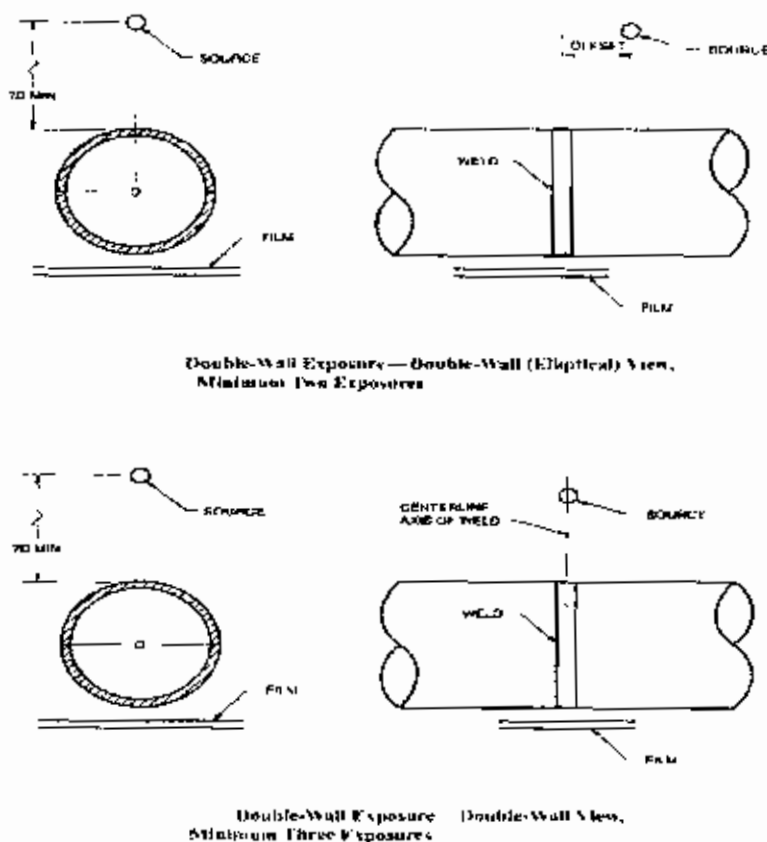


شکل ۲-۱۹: اصول کاری RT

رایج ترین مولد که در صنعت RT بیشتر بکار برده می شود ایریدیم ۱۹۲ می باشد. در عملیلت لوله کشی صنعتی با توجه به شکل خاص جوش روشهای متنوعی برای قرار گیری فیلم و منبع اشعه نسبت به یکدیگر مانند روش پرتوگیری دیواره تکی - نمای دیواره تکی، دیواره دابل - نمای دیواره تکی، دیواره دابل - نمای دیواره دابل (حداقل ۲ نما)، دیواره دابل - نمای دیواره دابل (حداقل ۳ نما) موجود می باشد. شکلهای ۲۰-۲ و ۲۱-۲



شکل ۲-۲: روشهای قرارگیری فیلم و منبع اشعه در تست RT



شکل ۲-۳: روشهای قرارگیری فیلم و منبع اشعه در تست RT



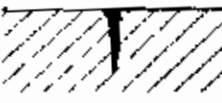



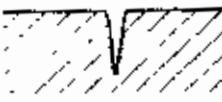
## ۲- PT:

یکی دیگر از روش های تست غیر مخرب برای محل یابی عیوب سطحی، تست بوسیله مواد یا مایعات نافذ می باشد. مشابه با تست رادیوگرافی این روش برای فلزات غیر مغناطیسی نظیر فولاد ضد زنگ، آلومینیوم، منیریم، تنگستن و پلاستیک ها نیز کاربرد دارد. تست PT جهت مشخص کردن عیب های داخلی کاربرد ندارد.

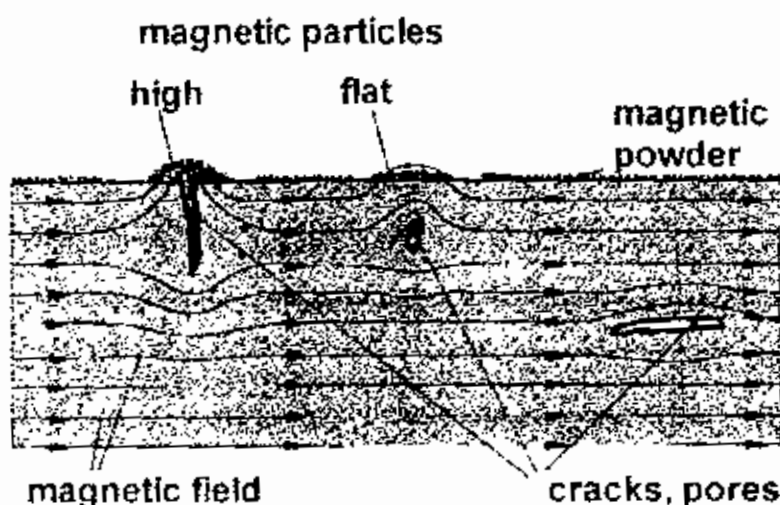
این روش مطابق شکل شماتیک ۲-۲۲ شامل مراحل تمیز کاری قبل از شروع، پاشش ماده نافذ، خشک کردن و زدودن ماده نافذ اضافی، پاشش ماده ظاهر کننده، بازرسی، ثبت نتایج و تمیز کاری نهایی می باشد. ابتدا بایستی سطوح مورد آزمایش از لکه های روغن، گریس و هر گونه مواد ناخالصی خارجی تمیز شود. سپس ماده نافذ (معمولاً مایع قرمز) روی سطح پاشیده شود، این ماده داخل ترک ها و سایر ناهمواری ها و عیوب سطحی نفوذ خواهد نمود. ماده اضافی نفوذ کرده بایستی از روی سطح برداشته شود و سطح خشک گردد. سپس ماده ظاهر کننده (معمولاً سفید) که فوق العاده فرار است روی سطح پاشیده میشود. تبخیر باعث می شود گرد سفید رنگی بر روی ماده قرمز نفوذ کرده در عیب های سطحی باقی بماند، بر اثر خاصیت موئینگی ماده قرمز رنگ از ترک ها و غیره بیرون کشیده می شود و بر روی ماده سفید ظاهر می گردد و به آسانی مفسر از روی شکل آنها می تواند بر روی نوع عیب ها تصمیم گیری نماید. بعد از ثبت نتایج توسط بازررس تست سطح بایستی کاملاً تمیز گردد.

## ۳- MT:

آزمون ذرات مغناطیسی یکی از آسانترین آزمایش های غیر مخرب حوشکاری می باشد. این تست برای بررسی و بازرسی عیوب سطحی لبه ورق قبل از جوشکاری و پیدا کردن عیوب سسته و محبوس در زیر سطح تا عمق ۱۰ تا ۲۰ میلی متر و عیوب سطحی جوش بکار برده می شود. این روش محدود به مواد مغناطیسی شونده نظیر چدن و فولاد خواهد بود. و برای مواد غیر مغناطیسی مانند فولاد ضد زنگ، آلومینیوم و مس کاربرد ندارد. روی قطعه کار مورد آزمایش در ناحیه حوش توسط یک آهن ربای الکتریکی مانند شکل ۲-۲۴ میدان مغناطیسی ایجاد می شود. در این حالت روی سطح جوش لایه نازکی از یک پودر مغناطیسی مانند اکسید آهن قرمز پاشیده می شود. از روی نحوه جهت گیری ذرات پودر در امتداد میدان مغناطیسی موجود و تداخل طیف های تشکیل شده توسط پودر و حالت های اختشاش میدان بازررس تست MT نوع و محل عیب را تشخیص و ثبت می نماید. شکل ۲-۲۳

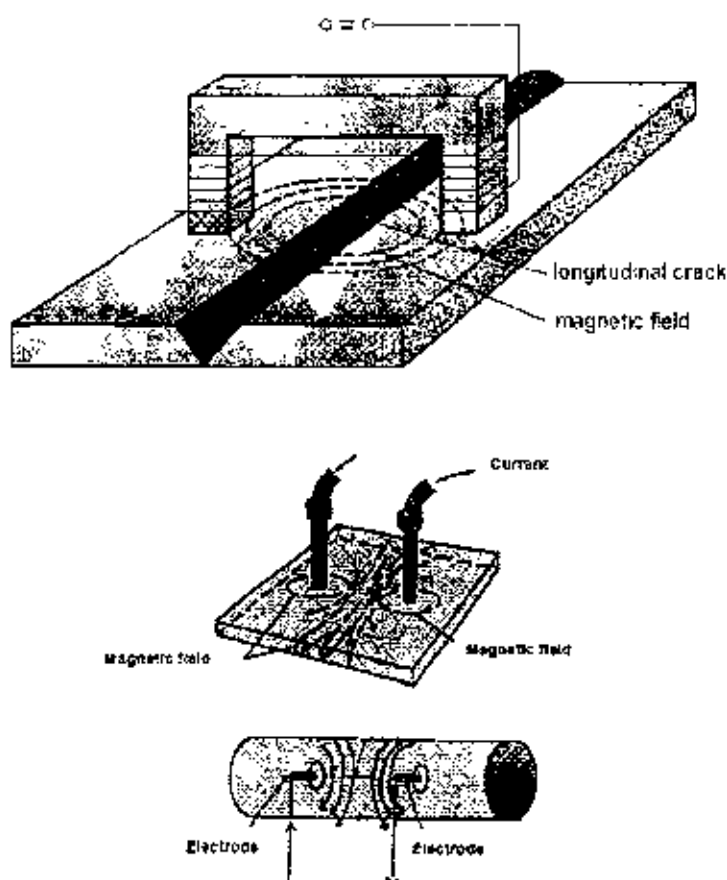
Pre-cleaning		The defect must be open towards the surface and be free of impurities
		Apply suitable penetration agent; capillary effect causes for penetration of the test agent
Excess penetrant removal and drying		Remove excess penetrant from the testing surface; no 'washing out' from the defect! Testing surface must be dry prior to developing (Solvent evaporates fast; water takes a longer time! Residuals of solvent and water influence the developing process)
		Penetrant will be sucked thus defect will be visible (bleeding out)
Inspection		Indication of the defect will be evaluated in certain periods; suitable conditions (e.g. illumination) are required. Notice: Bleed out is larger than actual defect extent
		
Post-cleaning		Post-cleaning is necessary if residual of the testing agent may impact the component, e.g. by corrosion

شکل ۲-۲۲: روش انجام تست PT



شکل ۲-۲۳: نحوه نمایش چند عیب در تست MT





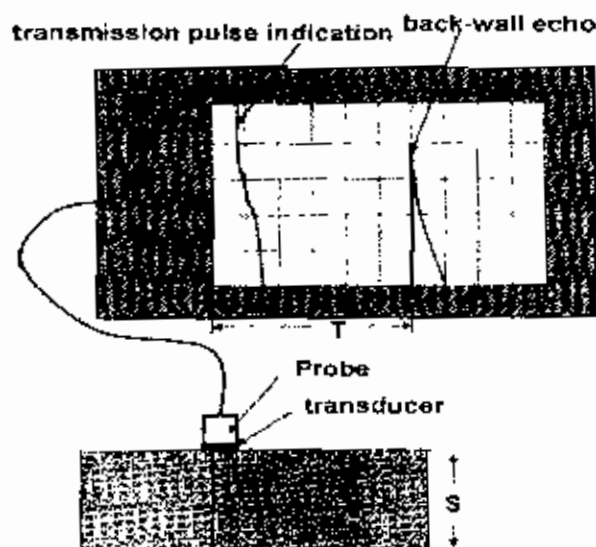
شکل ۲-۲۴: روش تولید میدان مغناطیسی در تست MT

#### UT-4 :

آزمون فراصوتی از تست های نسبتا پیش رفته در رده تست های غیر مخرب می باشد. این روش سریع بوده و قادر به تشخیص معایب داخلی جوش بدون نیاز به تخریب قطعه جوش شده می باشد. این روش هم معایب سطحی و هم نواقص داخلی فلز جوش و فلز پایه را تشخیص ، مکان یابی و اندازه گیری می کند. عملکرد UT براساس خاصیت اختلاف سرعت صوت در اجسام مختلف برحسب چگالی های متفاوت می باشد. شکل ۲-۲۵

آزمایش فراصوتی توسط موج منتشره از یک مبدل (بلور کوارتز) که مشابه یک موج صوتی البته با فرکانس بالاتر است، انجام می شود. موج های فراصوتی از داخل قطعه مورد آزمایش عبور داده می شوند و با هر گونه تغییر در تراکم داخلی قطعه، منعکس می شوند. این موجها توسط یک مبدل (بلور کوارتز که تحت جریان متناوب قرار دارد) که به یک واحد جستجو گر متصل شده، تولید می شوند. امواج منعکس شده بصورت برجستگی هایی نسبت به خط مبنا بر روی صفحه

نمایش دستگاه ظاهر می شوند. مفسر UT از روی کیفیت و اندازه های طول موج های انعکاسی عیوب داخل جوش را تشخیص خواهد داد.



شکل ۲-۲۵: نحوه تولید و انعکاس موج فراصوتی در تست UT

همچنانکه می دانیم تحت اثر حرارت قوس الکتریکی یک سری تنش های حرارتی در مقاطع جوش ایجاد می گردد و همچنین ساختار داخلی متریال پایه لوله و متریال جوش بسته به نوع ماده عوض می گردد. برای حذف کردن تنش های پسماند حرارتی و برگرداندن ساختار داخلی مواد پایه و جوش به ساختار استاندارد آن مواد، از عملیات حرارتی مخصوصی بعد از اتمام جوشکاری و انجام دادن تست ها استفاده می گردد، که اصطلاحاً به آن PWHT گفته می شود. اساس کار بدین شکل است که بوسیله یک سری هیترهای مخصوص و عایق های خاص جوینت و محدوده مشخصی از اطراف آن را تا دمای مشخصی حرارت داده شده و به مدت زمان معین نگه داشته می شود. بعد در زیر عایق یا بدون عایق در هوای آزاد سرد می گردد. (طبق دستورالعمل و نظر طراح) این کار توسط دستگاههای خاصی انجام می گیرد که کلیه پروسه جریان، دما، ولتاژ و زمان را تحت کنترل دارند.

## ۲-۴-۶ نحوه آزاد شدن جوینت: (Joint Release)

ناظران QC بایستی بعد از اتمام جوش و تأیید چشمی ناظران کارفرما، در فرمت های خاصی گزارش جوشهای انجام شده را بصورت روزانه تهیه نمایند و اقدام به امضاء گرفتن از ناظران مربوطه نمایند. لازم بذکر است که Stamp، جوشکار بایستی حتماً در گزارش برای هر جوینت ذکر گردد. این گزارشات به یک مرکز جامع جوش به اسم (Welding Control WCS System) فرستاده می شود. در این مرکز توسط نرم افزارهایی مثل Foxpro، Access، Delphi و ... یک پایگاه داده که شامل کلیه اطلاعات جوش سایت باشد، ایجاد می نمایند و برنامه

بایستی به شکلی طراحی گردد که بتوان هر نوع گزارشی مانند، میزان کار کرد (براساس *Area*، *Size*، *Class*، روز، ماه)، میزان کار باقی مانده، درصد پیشرفت، درصد های *NDT* و *Spool* *Lot*، *RT*، *Release*، درصد تعمیرات جوشکار، تاریخچه لوپ های تست هیدرواستاتیک، ... را از آن استخراج نمود.

معمولاً در جوش های لوله کشی برای تست های *NDT*، مثل *RT* درصد مشخصی (مثلاً ۵ درصد) تعریف می گردد. که این درصد براساس سر جوش هایی که یک جوشکار جوش می دهد در فایل اصلی *WCS* اعمال می گردد. بطور مثال در صورتی که درصد *RT*، ۵٪ باشد بایستی جوشکار حداقل ۲۰ سر جوش بصورت مستقل یا اشتراکی جوش دهد تا یکی از سه جوش ها تست *RT* گردد. به این مجموعه از سر جوش ها که یک جوینت از آنها برای تست *RT* انتخاب می گردد *Lot* *RT* گفته می شود. در صورت جواب مثبت تست *RT* کلیه سر جوش های آن *Lot* آزاد می گردید. و می توان اسپول هایی را که شامل این سر جوش ها می باشد در سایت مصرف نمود و به اصطلاح اسپول ریلز می گردد. پس بایستی در برنامه ریزی جوش اسپول ها دقت شود که یک اسپول را در صورت امکان فقط یک جوشکار، جوشکاری نماید تا کل جوش های آن اسپول در یک *Lot* قرار گیرند. در غیر اینصورت برای *Release* شدن یک اسپول شاید نیاز باشد چندین *Lot* آزاد گردید که احتیاج به زمان بیشتری خواهد بود.

در صورت جواب منفی جوینت تست شده، بایستی جوینت معیوب تعمیر شود و همچنین به کل *Lot* پنهانی بعلق می گردد که بایستی ۲ جوینت دیگر از همان *Lot* تست شوند. و به همین ترتیب در صورت عدم جواب مثبت ۴ جوینت دیگر، ۸ جوینت دیگر، که ملاحظه می شود به ترتیب درصد *RT* *Lot* از ۵ درصد به ۱۵، ۳۵، ۷۵ افزایش می یابد. کلیه هزینه های اضافی تست *RT* این پنهانی ها از صورت وضعیت پیمانکار کسر خواهد شد. ملاحظه می شود که کیفیت جوش خیلی فاکتور مهمی می باشد که شدیداً بر میزان درصد پیشرفت کار و صورت وضعیت تاثیر گذار خواهد بود. *QC* پیمانکار بایستی بر تعداد و نحوه کار کردن جوشکاران نظارت دقیق داشته باشند. زیرا جوشکار در پروژه ها از شغل های کلیدی است که کارکرد همه گروه ها را تحت تاثیر قرار خواهد داد. بایستی دقت شود جوشکاران به آسانی بین پیمانکاران منتقل نشوند. همچنین در صورت عدم ادامه کار و تسویه حساب یک جوشکار بایستی سریعاً به *WCS* گزارش داد تا آخرین *Lot* آن جوشکار در هر تعدادی بسته شود و جوینت های کار شده توسط آن جوشکار از بلا تکلیفی و *Hold* بودن خلاص شوند.

## ۲-۵ ساپورت های لوله کشى صنعتى : ( Piping Support )

### مقدمه:

برای اتصال لوله ها به بدنه های فلزی ، بشی سایت ها و تحمل وزن سیستم و حفظ موقعیت خطوط از قطعاتی استفاده می گردد که به آنها ساپورت گفته می شود. در بخش ۲-۹ همین فصل در مورد انواع و شرایط طراحی ساپورت ها بیشتر توضیح داده خواهد شد. در اینجا سعی می شود بیشتر روشهای ساخت و نصب آنها شرح داده شود. قبل از هر اقدامی بایستی یک کارگاه سرپوشیده ( باتوجه به میزان کار از لحاظ حجم و برنامه تولید) مجهز به دستگاهها برش کاری دستی و اتوماتیک، پلاسما ، گیوتین برش ، میزهای کار ، دستگاههای جوش مختلف ( طبق نیاز ) برای ساخت و مونتاژ ساپورت در نظر گرفته شود.

### ۲-۵-۱ نقشه ها و ساپورت لیست :

ساپورت ها دارای انواع متفاوتی می باشند ولی اکثراً در سایت ها بصورت یکنوع انتخاب می کردند که فقط در سایز و ارتفاع با همدیگر اختلاف دارند. معمولاً در پروژههای بزرگ یک نوع کد گذاری برای ساپورت ها انتخاب می شود که این کد بیانگر نوع سایر و ارتفاع آن خواهد بود کدهای متفاوت براساس نوع در دستورالعمل هایی کاملاً توصیف و نقشه جزئیات آنها ارائه می گردد همچنین امان های بکار رفته در آن براساس سایز جدول بندی خواهد شد. شکل ۲-۲۵ و ۲-۲۶ با توجه به اینکه محل ساپورت ها در نقشه های Piping Plan و ISO کاملاً مشخص می باشند و این نقشه ها براساس مختصات سایت ارائه می گردند، بنابراین نام ساپورت همراه ارتفاع و محل نصب آنها در روی این نقشه ها مشخص می شوند. در بعضی از ISO ها در گوشه ای کلبه ساپورت های بکار برده شده در آن نقشه لیست می گردند در سایت ها بعضاً به ساپورت هایی احتیاج می شود که شکل ظاهری و اندازه آنها از هیچ کدام ساپورت های معمول تبعیت نمی کند بنابراین بایستی برای اینگونه ساپورت ها نقشه های جداگانه تحت عنوان Special Support ( ساپورت ویژه ) تهیه و بنا به ناحیه کاری اسم گذاری شوند و همان اسم ها که شماره نقشه ساپورت ویژه نیز می باشد بایستی در ISO و Piping Plan درج گردد.

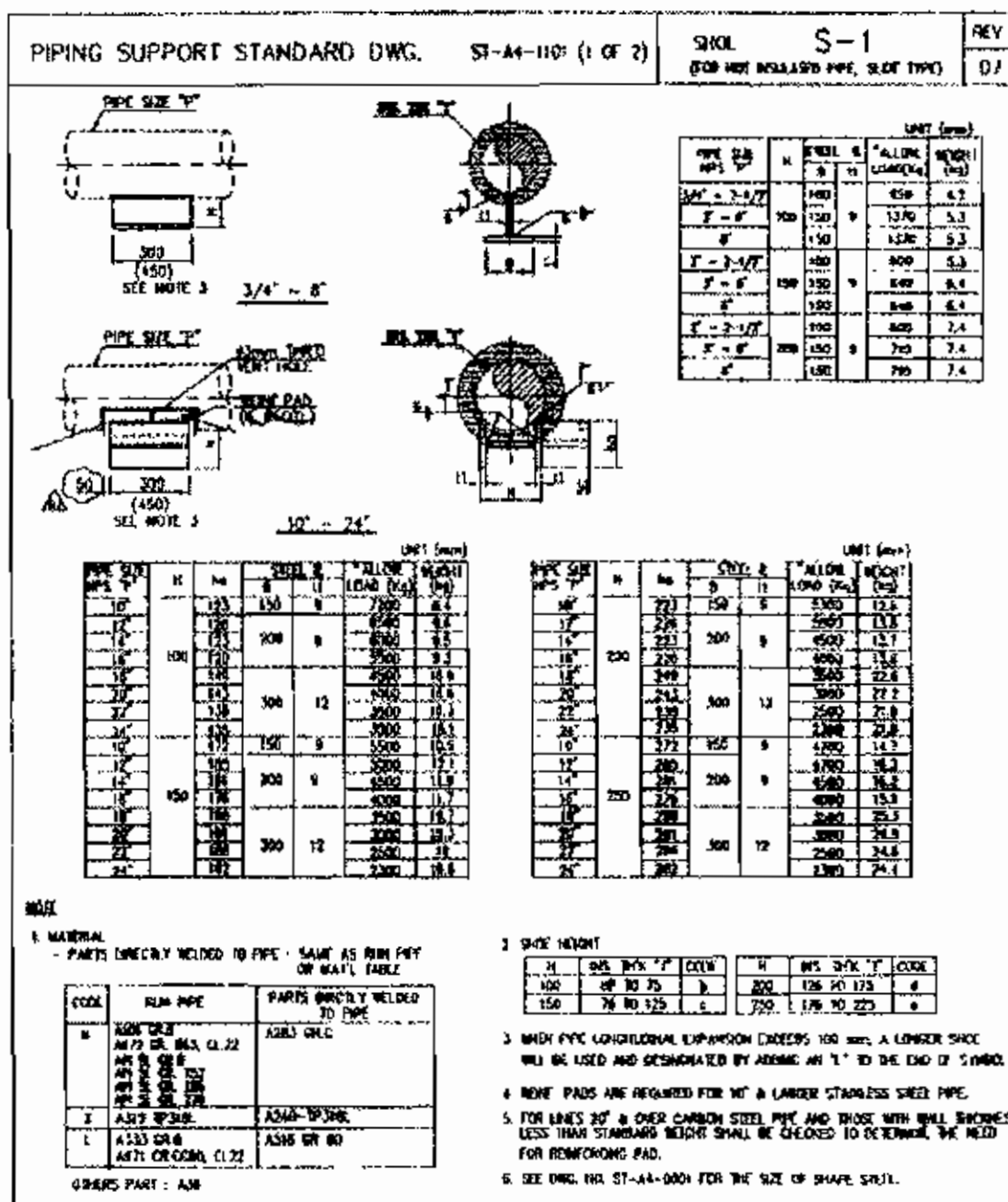
بعد از اینکه کلیه نقشه ها ISO و دستورالعمل ساخت ساپورت و نقشه های ساپورت های ویژه تهیه گردید پیمانکار سریعاً اقدام به تهیه یک فایل کلی ساپورت به اسم Support List خواهد نمود که این فایل، فایل اصلی هت ساخت ، متریال ، تحویل ، انبار و رنگ ساپورت خواهد بود .

### ۲-۵-۲ پلان برش: ( Cutting Plan )

همچنانکه می دانیم ساپورت ها از قطعات پروفیل ها فلزی ( بشی ، ناودانی ، تیر آهن ، پلست ، لوله و ... ) تشکیل شده اند. یکی از مهمترین کارهای ساخت ساپورت تفکیک هر کدام از این امان ها طبق نقشه و دادن دستور برش آنها برای سری سازی می باشد. که دقت در این مرحله باعث



سرعت در عملیات ساخت خواهد شد زیرا عملیات قبل مونتاژ مثل برش کاری ، سنگ رنی ، لبه سازی بصورت سری و طبق نقشه انجام خواهند شد و هرگز مونتاژ کارها و جوشکاران بیکار نخواهد شد. به عملیات تهیه دستور العمل های برش، تهیه *Cutting Plan* گویند. البته بستگی به حجم پروژه می توان تهیه *Cutting Plan* را کامپیوتری نمود که می توان به فایل اصلی ساینورت لینک شود یا تحت یک فایل جداگانه باشد. بصورتی که فقط کد ساینورت و تعداد داده شود و فایل لیست المان های مورد نیاز با جزئیات کامل را در اختیاری اپراتور قرار گیرد.



شکل ۲-۲۵: نقشه یک نوع ساینورت

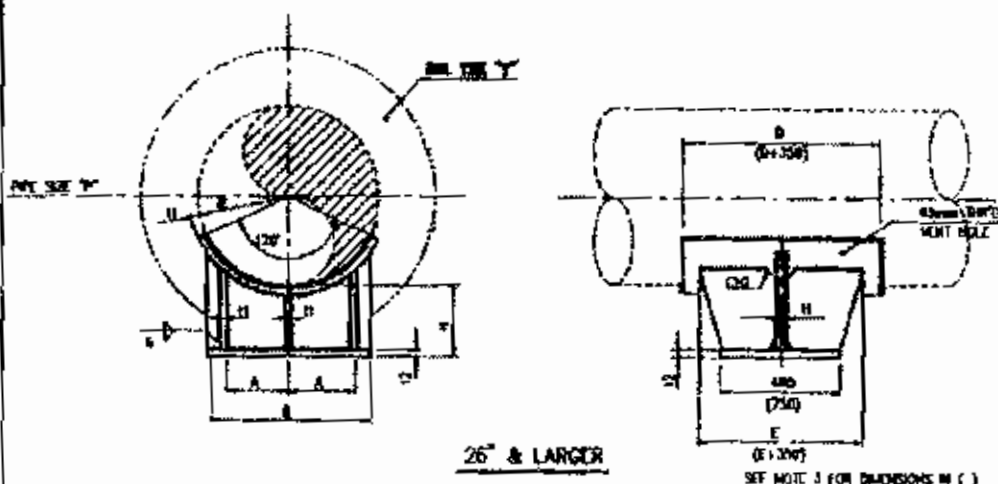


## PIPING SUPPORT STANDARD OWC.

SI-M4-1101 (2 OF 2)

SHOE S-1  
(FOR 20" & LARGER NOT REGULATED APPL. SEE TAG)

REV  
07



SEE NOTE 3 FOR DIMENSIONS IN ( )

RENT (p)													ALLOWED LOAN (mm)						
TYPE	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
1	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
2	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
3	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
4	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
5	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
6	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
7	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
8	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
9	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
10	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
11	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
12	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
13	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
14	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
15	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
16	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
17	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
18	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
19	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
20	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000

100

## 1. 地址不匹配

~ PNO SAME AS RUN TYPE OR MATH TABLE

CODE	REL DTE	PARTS ORIGINALLY REQUIRED TO PPR
1	1106 GRB 1672 CR 045, 11.21 491 1/2 GRB 491 1/2 GRB 236 491 1/2 GRB 185 491 1/2 GRB 136	4283 CR C
2	4382 TP 218	4284 TP 218
3	4333 GRB	4286 GRB
4	1667 CR 045, 11.21	

- ENCL PAGES 43

Z. Zlotnik, M. Zlotnik

H	WT, IN	CODE	H	WT, IN	CODE
100	100 25 75	b	200	120 20 75	d
150	75 20 75	c	250	150 25 75	e

3. WHEN PIPE LONGITUDINAL EXPANSION EXCEEDS 150 mm, A LONGER SHOE WILL BE USED AND DESIGNATED AS "L" AT THE END OF STUD.

شکل ۲-۲۶: نقشه یک نوع سایورت

۲-۵-۳ ساخت سايورت :

بعد از برش و سنگ زنی، المان ها به گروه مونتاژ تحویل داده می شوند بایستی سوپر وایزر شاپ ساپورت کاملاً بر جریان تحویل دادن ها نظارت داشته باشد تا از هر گونه اشتباه جلوگیری بعمل آید. مفید خواهد بود که میزان کارکرد روزانه بصورت دستور کار کاملاً مشخص به گروه های اجرای داده شود گروه های مونتاژ روی میز کارهای مسطح و تراز عملیات مونتاژ را طبق نقشه شروع خواهند کرد. بعد از مونتاژ سریعاً کد ساپورت روی آن حک شود. می توان با هماهنگی با گروه دفتر فنی و فایل اصلی ساپورت برای هر ساپورت یک کد مختصر اختصاص داد و روی ساپورت پانچ نمود. ( زیرا معمولاً کدها طولانی و بعضاً

سپورت ها ابعاد کوچکی دارند) بعد از مونتاژ با توجه به دستور العمل جوش (WPS) و سایر سپورت، عملیات جوشکاری را بصورت ساده یا داخل فیکچر شروع خواهد شد. بعداز جوشکاری و سرد شدن، سپورت ها را به کارگاه رنگ و سند بلاست منتقل می شوند. توجه شود که بعداز سند بلاست حتماً محل پانچ کد سپورت توسط یک لایه چسب کاغذی پوشانده شود تا اینکه لایه رنگ کد سپورت را نبوشاند و از گم شدن سپورت جلوگیری به عمل آید.

## ۲-۵-۴ سپورت یارد :

بعد از اتمام رنگ پرایمر ( لایه اول) و بعضاً تا لایه آخر ( فقط سطوحی که در تماس با لوله هستند مثل سپورت های زینی ) سپورت ها طبق شماره پانچ شده ( شماره مشخص کننده تمام اطلاعات محل مورد مصرف ، خط ، ISO و غیره خواهد بود) در محلی به نام سپورت یارد انبار و نگهداری می شوند، تا در زمان مناسب به سایت حمل و مصرف شوند. بایستی گزارش ورود و خروج و گزارش جابجایی از مرحله تولید تا تحویل بصورت روزانه توسط سپورت من ها به اپراتور فابل اصلی داده شود، تا بصورت روزانه اطلاعات موجود در فابل بصورت صحیح به روز گردد. و راهنمای خوبی برای همه گروه ها در زمینه سپورت باشد در مورد طبقه بندی بایستی نکاتی همچون اسپول یارد در مورد سپورت یارد رعایت گردد.

## ۲-۶ نصب و اجرای لوله کشی صنعتی در سایت : ( Installation in Site )

### مقدمه:

در سایت ها معمولاً برنامه کلی کار توسط کارفرما ارائه می گردد. در چیدمان برنامه کلی خیلی بایستی دقت شود که ترتیب کارهای مختلف ( عمران ، مکانیکال ، الکتریکال ، ابزار دقیق ) کاملاً رعایت گردد. بدین ترتیب ابتدا بایستی کارهای Civil زیرزمینی ناحیه های دارای اولویت بیان باید سپس عملیات لوله گذاری ریززمینی و کابل کشی انجام پذیرد، که فضای مناسب کاری و راه دسترسی برای کارهایی مثل لوله کشی A/G ، نصب تجهیزات و کارهای عمرانی روی زمین فراهم گردد. شاید برنامه ریزی بدین ترتیب فقط در حالت ایده ال امکان پذیر باشد ولی بایستی حداقل سعی شود بصورت ناحیه ای و در مقیاس کوچک تر این توالی کارها رعایت گردد و یا حداقل کمترین برآوردهای کاری متضاد از لحاظ نوع کار را داشته باشیم.

## ۲-۶-۱ اجرای لوله کشی A/G : ( A/G Piping Installation )

بعد از آنکه گروه های Civil ، پایپ رک و اسلیبرهای یک ناحیه را تحویل دادند و گروه نصب تجهیزات حداقل چندین تجهیز یک ناحیه را نصب نمودند و تحویل بهایی آنها انجام پذیرفت می توان گفت سایت یا قسمتی از آن شرایط شروع برای لوله کشی A/G را دارد. معمولاً لوله کشی را از فلنج های ثابت تجهیزات به طرف اسلیبرها و پایپ رک ها شروع خواهد نمود. یا اینکه طبق

نقاط مشخص مختصاتی می توان لوله کشی را شروع نمود. قبل از شروع عملیات بایستی گروه لوله کشی برنامه ریزی و الویت بندی براساس سایت آماده و اسپول های آماده را انجام دهد و حداقل برای ۱۰ روز آینده همیشه کار در برنامه داشته باشد. جریان کار بدین ترتیب می باشد که اسپول و لوله های خام رنگ پرایمر خورده، و ساپورت های متعلق به آنها به سایت حمل می گردد و در محل مناسب ( نزدیک ترین محل به موقعیت اصلی) تخلیه گردند. در لوله کشی سایت بایستی بصورت دقیق *EL* ها، موقعیت ها و شیب سدی ها طبق نقشه *ISO* و *Piping Plan* رعایت شود و هرچند وقت یکبار توسط نقشه بردار با نقشه چک گردد. مفید خواهد بود که قبل از کار نقشه بردار در چیدین محل روی اسلیپر و پایپ رک مختصات دقیق را برای گروه های اجرایی مشخص نماید که فورمن فیتر و فیترها بتوانند از روی آنها نقاط مشخص مقاصد خود را پیاده نمایند. البته می توان طبق پلان لوله کشی از روی نقاط مشخص سایت و فواصل خطوط بست به آنها نیز موقعیت خطوط را توسط انزارهای معمولی مثل متر نیز تعیین نمود (که این روش از دقت کمتری برخوردار می باشد). در صورت آماده بودن ساپورت ها به صورت کامل می توان در محل های مناسب از ساپورت های موقت جهت مهار نمودن خط و حفظ موقعیت اصلی و عدم بلند کردن دوباره خط هنگام نصب ساپورت استعاده نمود. در این کار بایستی به طور کامل اصول ایمنی را رعایت نمود. چند نمونه از لوله کشی اجراء شده در سایت ها در شکل های ۲-۲۷ و ۲-۲۸ نشان داده شده اند.



شکل ۲-۲۷ : نمونه ای از لوله کشی A/G

کلیه عملیات *Fittup*، جوش، گزارشات، تست های *NDT*، شرایط *WCS* و غیره مشانه به جریانات ذکر شده برای شاپ می باشد. معمولاً لوله کشی زیر ۲" در سایت انجام خواهد شد. زیرا



در اجرای این خطوط تغییرات بیشتری پیش می آید، و برای کاهش هزینه ها از اسپول ساختن خوداری می گردد و همچنین در حمل و نقل اسپول سایزهای پایین احتمال صدمه و خراب شدن اسپول دیدن بیشتر است. به این لوله کشی اصطلاحاً *Siterun* گویند.

در صورت هرگونه مغایرت نقشه ها و اسپول های آماده با شرایط واقعی سایت بایستی سریعاً نیروهای دفتر فنی رامطلع و شرایط در فرمت های خاص به کارفرما گزارش شود. از انجام دادن تغییرات بدون تائید و دستور کار کارفرما پرهیز شود. لازم بذکر است برای کارکردن در ارتفاع باید از قبل محل داربست بندی شده باشد و تائیدیه های آن همراه مجوزهای مورد نیاز از گروه *HSE* اخذ شود تا از هرگونه وقفه در کار جلوگیری به عمل آید.



Fig 10.1 e

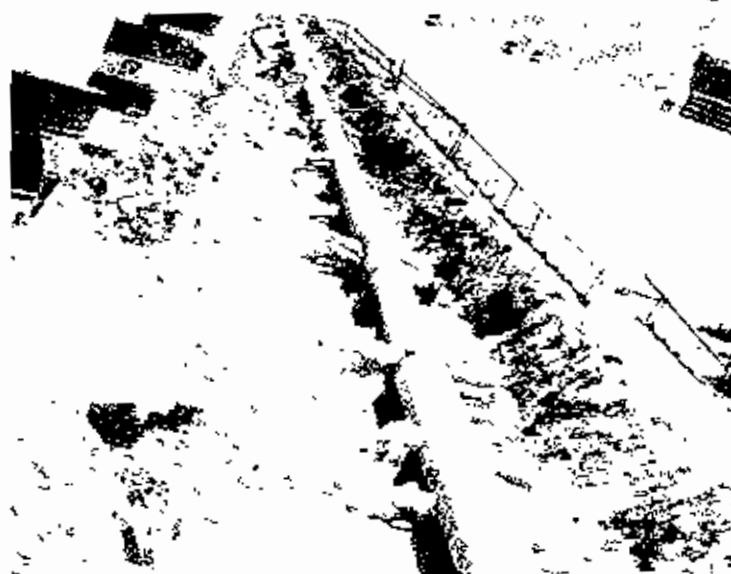
#### شکل ۲-۲۸ : نمونه ای از لوله کشی A/G

در نصب لوله کشی سوپروایزرها نقش مهمی به عهده خواهد داشت که بایستی همیشه به فکر سریع و بهتر انجام دادن کار بدون وقفه و ایجاد جبهه های جدید کاری باشند که این کار جز با برنامه ریزی و اطلاع از وضعیت سایت، اسپول های آماده و متریال و پی گیری های مداوم و همکاری با کلیه گروهها امکان پذیر نمی باشد.

#### ۲-۶-۲ اجرای لوله کشی U/G : (U/G Piping Installation)

معموماً لوله کشی U/G شامل *Pipeline* تاسیسات زیرزمینی شهری و تاسیسات زیرزمینی واحد های صنعتی خواهد شد. در اینجا هدف بیشتر لوله کشی تاسیسات زیر زمینی واحدهای صنعتی می باشد قبل از انجام لوله کشی بایستی کانال مربوطه توسط گروه عمرانی تراز شده و *Compact* شده تحویل گروه اجرایی لوله کشی شود. و گروه اجرایی نیز طبق نقشه اقدام به فراهم کردن

متریال مورد نیاز و احتمالاً اسپول های آماده می نماید. در لوله کشی زیر زمینی فلزی معمولاً لوله ها توسط پوشش سرد (*Wrapping*) از خوردگی بیرونی محافظت می شوند. که در حمل و نقل اساز کردن این لوله واسپول ها بایستی کاملاً دقت شود تا به آنها صدمه وارد نگردد. بعد از تحویل کانال و فراهم شدن متریال گروه های اجرایی اقدام به *Fittup* وجوش لوله ها طبق نقشه و *WPS* می نمایند که این کار باتوجه به حجم و شرایط می تواند در داخل کانال یا بیرون کانال و یا روی کانال انجام پذیرد. قبل از حایگذاری لوله در کانال بایستی زیر آن بوسیله کیسه های کوچک ماسه طبق موقعیت خط در *Plan* و شیب بندی خط بستر سازی گردد. (حداقل 10 سانتی متر زیر لوله تا کف کانال فاصله وجود داشته باشد)، که به این عملیات اصطلاحاً *Sandbedding* گویند. در شرایطی که از *EL* سطح کانال مطمئن نیستیم بایستی سطح توسط نقشه بردار چک شود و *EL* های مورد نظر بر روی بدنه کانال ذکر گردند یا سطح کانال در *EL* های مورد نظر میخ کوبی شود و گزارش برداشت های نقشه برداری به سوپروایزر لوله کشی داده شود. بعد از نصب وجوش و انجام دادن دیگر کارهای *QC* بایستی خط تحویل کارفرما گردد. درحالتی که خط باید تست هیدرواستاتیک شود، بایستی در فواصل مناسب توسط کیسه های شن و ماسه خط کاملاً مهار گردد (مخصوصاً در محل های انشعابات و رانویی) که به این عملیات *Sandbagging* گویند. بعد از انجام تست (بستی با هیدرواستاتیک) بایستی سر جوش های فلزی توسط گروه *Wrping*، پوشش داده شوند. و کل خط، *Holiday Test* گردد (در مورد این عملیات در بخش رنگ و عایق بیشتر بحث می گردد). بعد از اتمام تست پوشش کانال تا ۳۰ سانتی متری بالاتر از لوله با ماسه پرمی گردد. که به این عملیات *Sand filling* گویند. و بدین ترتیب کار گروه لوله کشی *U/G* پایان می یابد و بایستی کانال تحویل گروه *Civil* برای انجام عملیات *Backfilling* گردد. نمونه هایی از کارهای *U/G* در شکل های ۲-۲۹ و ۲-۳۰ نشان داده شده اند.



شکل ۲-۲۹ : نمونه ای از لوله کشی *U/G* (مرحله بعد نصب)





شکل ۲-۳۰ : نمونه ای از لوله کشی U/G (مرحله هالیدی تست)

## ۲-۷ تست لوله کشی صنعتی : (Piping Test)

بعد از اتمام عملیات لوله کشی در سایت (سپاورت و متعلقات) برای آزمایش یکپارچگی سیستم و کارایی مورد نظر خط را توسط فشار سیال تست می کنند.

### ۲-۷-۱ انواع تست :

باتوجه به شرایط طراحی و سرویس های لوله کشی تست های مختلف را روی آنها انجام خواهند داد. که معروف ترین عبارتند از : تست هیدرواستاتیک، تست پتوماتیک و تست نشتی، نوع تست و فشار تست در ISO ها توسط طراح مشخص و ذکر می گردد. در تست هیدرواستاتیک سیستم را توسط یک مایع تحت فشار قرار می دهند که معمولاً با توجه به در دسترس بودن، ارزان بودن و سالم بودن از آب استفاده می شود. برای بعضی از سرویس ها از فشار هوای فشرده برای تست استفاده می کنند. در سیستم هایی که در شرایط کاری تحت فشار نمی باشند مثل انواع فاصلاب ها، تخلیه ها و غیره فقط از لحاظ نشت کردن جوینت ها، لوله و اتصالات توسط پر کردن سیستم از یک مایع آزمایش می شوند.

### ۲-۷-۲ تست پکیج :

بعد از طراحی سیستم های لوله کشی، طراحان لوله کشی صنعتی یا گروه های مهندسی مستقر در سایت خطوط را برای تست در روی P&ID لوپ بندی می نمایند. و مررهای تست را کاملاً مشخص و Markup و شماره گذاری می کنند به بیان دیگر در لوپ بندی مشخص می گردد که خطوط از چه نقطه ای تا کدامین نقاط باید باهم و در یک زمان تست شوند. احتمال دارد یک یا چندین خط در یک لوپ تست قرار گیرد.

تست پکیج مدرک خیلی مهم و با ارزشی است که بایستی توسط پیمانکاران اجرایی لوله کشی صنعتی تهیه، ارائه و تائیدیه های آن گرفته شود. برای هر لوپ بایستی یک تست پکیج تهیه گردد که بوسیله آن ترتیب مراحل انجام تست نیز پی گیری می شود. تائیدیه تست پکیج و کامل شدن آن به منزله تکمیل آخرین مرحله عملیات لوله کشی و صورت وضعیت نهایی آن لوپ خواهد بود. تست پکیج به صورت کلی شامل مدارک زیر خواهد بود مگر آنکه کارفرما مدرک خاصی به اضافه نماید.

۱- رو برگ پکیج (*Cover Sheet*) نشان دهنده مشخصات کلی تست اسامی شرکت های پیمانکار و کارفرما، شماره لوپ تست، فشار، نوع تست، محل، شماره خط (بعضاً) به صورت مختصر خواهد بود.

۲- فهرست (*Index*): نشان دهنده لیست مدارک موجود در تست پکیج می باشد.

۳- توصیف خط (*Line Schedule*): شامل اطلاعات ریز در مورد خط همچون شماره، فشار و دمای (کاری، طراحی و تست)، سرویس، کلاس، سایز، مبدا و مقصد، مرجع *P&LD*، خواهد بود.

۴- گزارش چک کردن خط (*Line Check Report*):

این مدارک در اصل تائیدیه چک کردن خط توسط ناظر کارفرما می باشد که ناظر خط را از لحاظ تکمیل شدن جوینت ها آخرین *Rev* نقشه، تکمیل شدن ساینورت ها، موقعیت، تراز بدی، نصب سیرها و ... چک می نماید. این مدارک نیاز به امضاء ناظران کارفرما و پیمانکار دارد.

۵- لیست مغایرت ها: (*Piping Line Check Punch List*)

در صورتیکه ناظر کارفرما به مواردی از خط ایراد بگیرد و آنها را مغایر با نقشه یا دستورالعمل تشخیص بدهد، موارد ایراد را در این لیست یادداشت می نماید تا پیمانکار در صدد رفع آنها برآید. که به این فرم پانچ لیست گویند. بعد از رفع این موارد مغایرت ناظر دوباره خط را چک خواهند نمود و امضای تائیدیه را در محل مخصوص آن درج خواهند نمود.

۶- چک لیست آماده کردن لوپ جهت تست: (*Release Loop for Test Check List*)

برای انجام دادن تست معمولاً عملیاتی جهت ایمن کردن خط زیر تست و حفاظت از بعضی از متعلقات روی خط صورت می گیرد. از این قبیل عملیات می توان به بستن فلنج های مسدود کننده، بستن انتها های آراد، برداشتن شیرهای کنترلی، برداشتن شیرهای یک طرفه، برداشتن ابزار دقیق ها از روی خط، حداکثر کردن خطوط از تجهیزات و قرار دادن فلنج های عینکی (۸ فیکور)، باز کردن کلیه شیرها، جایگذاری اسپول های موقت، گذاشتن ساینورت های اضافی بصورت موقت و غیره اشاره نمود. چک کردن این شرایط در یک فرمت چک لیست مانند انجام می پذیرد. بعد از چک و تایید این فرمت لوپ از نظر ناظر و کارفرما آماده انجام تست می باشد.

#### ۷- تائيديه تست (Piping Pressure Test)

بعد از تائيد شدن خط و فراهم نمودن شرايط تست و انجام موفق آن طبق دستورالعمل تست سايت در حضور ناظر کار فرما، ناظر تائيديه تست را در اين فرمت صادر خواهند نمود.

#### ۸- گزارش بازگرداندن خط به شرايط عادي: (Reinstatement Report)

براي انجام دادن تست اقداماتي صورت خواهد گرفت که احتمالا شکل خط را از حالت عادي بعد از تائيد خط خارج کند. (بستن فلنج هاي کورکننده، مسدود کنندوها، جداکردن از تجهيزات، ساپورت اضافي، اسپول موقت، حذف شيرهاي کنترل) بايستي بعد از تست همه اين کارها در جهت عکس انجام پذيرد و خط شکل عادي خود را بازيابد. ناظر کارفرما بعد از انجام شدن موفق تست اين موارد را بصورت چک ليست در اين فرمت چک خواهد نمود و در صورت درست بودن شرايط، تائيديه را صادر خواهند نمود.

#### ۹- P&ID علامت گذاري شد: (Markup P&ID)

يك نسخه از P&ID که کليه خطوط موجود در اين لوپ تست در آن مشخص و هاي لايت شده و مرز هاي تست معلوم شده باشند، ضميمه تست پکيج خواهد گرديد.

#### ۱۰- نقشه ايزوها: (Isometric DWG.)

براي اطمينان از آخرين Rev نقشه ها وي گيري آخرين تغييرات اجراي سايت بايستي يك نسخه از آخرين Rev نقشه هاي ISO اجرا شده ضميمه تست پکيج گرديد. که بدین صورت نقشه ها as built (دوباره ساخت) نير مي سوبد. قسمت هايي که در تست حضور دارند بايستي روي نقشه ها مشخص و هاي لايت شوند.

#### ۱۱- پلان لوله کشي: (Piping Plan)

براي جلوگيري از هر گونه اشتباه اجراي (باتوجه به اينکه Plan ها موقعيت دقيق خطوط را در سايت مشخص مي کنند) يك نسخه از پلاني که آن لوپ مورد نظر را شامل مي شود بصورت هاي لايت شده ضميمه تست پکيج خواهد شد.

#### ۱۲- تاريخچه جوش (Weld History)

مدرکي بسيار مهم مي باشد که نشان دهنده اتمام کليه مراحل جوشکاري (فيتاپ، جوش، گزارش، نتايج Repair, PWHT, NDT و از قلم افتادگي سر جوش) مي باشد. اين مدرک از طرف WCS صادر گردد. QC پيمانکار بايستي قبل از تست اقدام به تهييه آن بنمايد و در صورتی که هر گونه مشکلي داشت سريعاً در جهت رفع آنها اقدام نمايد (Clear) در نهايت يك نسخه از تکميل شده اين سند بايستي ضميمه تست پکيج گردد.

#### ۱۳- گزارش تائيديه متریال: (Material Verification Record)

این مدرک از طرف تهیه کننده های متريال لوله کشی ارائه می گردد. و تائیدیه تست های انجام شده بر روی متريال ویا آنالیز مواد آنها خواهد بود. که کپی این مدرک در تست پکیج های مربوطه قرار داده می شود.

#### ۱۴- گواهی کالیبراسیون گیج ها : ( *Pressuren Gage Calibration* )

در تست هیدرواستاتیک و پنوماتیک برای نشان دادن فشار سیال در لوپ از یک سری گیج های فشار استفاده می شود که بایستی حتما کالیبره باشند و دارای کد مشخص باشند همراه ذکر تاریخ انقضا کالیبراسیون باشد. گواهی کالیبراسیون مربوط به گیج استفاده شده در آن تست بایستی صمیمه پکیج گردد.

#### ۱۵- گزارش نقشه برداری : ( *Survey Report* )

برای اطمینان از موقعیت درست خطوط اجرا شده بایستی مختصات اجرا شده با مقادیر طراحی در نقشه *ISO* و *Plan* توسط نقشه بردار صلاحیت دار چک شود و در یک گزارش امضاء شده مشخص، صمیمه تست پکیج گردد.

در بعضی از موارد تائیدیه ساپورت ها را نیز به تست پکیج اضافه می کنند. ولی با توجه به این که ساپورت های حوشی دارای سر حوش می باشند، بصورت اتوماتیک در *Weld History* خواهند آمد. و ناظران *Line Check* یکی از مواردی را که بدقت چک خواهند کرد نحوه اجرای ساپورت ها خواهند بود. بنابراین لزومی ندارد که بعنوان یک مدرک جداگانه در تست پکیج آورده شود. کلیه فرمت های تست پکیج در *CD* صمیمه جزوه آورده شده اند.

#### ۲-۷-۳ اجرای تست :

اجرای تست نشستی تقریباً ساده تر از انجام دیگر تست ها می باشد، فقط کافی است منافذ خطوط بسته شود و در بالاترین نقطه خط یک *Vent* برای خروج هوا محبوس هنگام پرشدن خط از آب گذاشته شود. بعد از اطمینان از پر شدن خط بایستی کلیه جوینت ها مخصوصاً جوینت های مکانیکی از لحاظ نشنی چک شوند. در صورت عدم نشنی لوله ها و جوینت ها تست با موفقیت به پایان می رسد.

با توجه به اینکه در حالت تست هیدرولیک و پنوماتیک سیستم تحت فشار می باشد، بایستی موارد ایمنی بصورت کامل رعایت گردند و موارد فنی ذکر شده در چک لیست آماده کردن خط برای تست بطور کامل اجرا گردند. و نحوه انجام آن توسط ناظران تست چک شوند. کلیه منافذ و محل های اتصال بسته شوند ( *Blind* یا *Cap* ) و در محل های مناسب *Vent* و *Drain* ( انشعابات جهت تخلیه هوا در جریان پر شدن خط از مایع و تخلیه مایع تست بعد از تست ) تعبیه گردند. شیرهای کنترل از خط برداشته شوند و به جای آنها از اسپول های موقت استفاده گردد. همه شیرها در حالت باز قرار داده شوند. در بالا ترین و پایین ترین نقطه و محل اتصال به پمپ یک گیج فشار



مناسب با فشار تست کار گذاشته شود. خط بوسیله حالت ثقلی یا بوسیله یک پمپ دبی بالایی (سانتریفیوژ) پراز آب شود و بوسیله پمپ فشار بالایی (جابجایی مثبت) تحت فشار قرار گیرد. در همین حالت دقت شود که هوا بصورت کامل از خط خارج گردد و هوا در محل هایی از لوپ محبوس نباشد زیرا در صورت وجود هوا فشار می تواند بصورت محلی در این نقاط به علت تراکم پذیر بودن هوا بالا رود و سبب بوجود آمدن خطر برای سیستم شوند. قبل از بالا بردن فشار سیال داخل سیستم، بایستی از مهار شدن کامل خط (ساپورت، گاید، *Anchor*) اطمینان حاصل کرد. مخصوصاً در مورد خطوط *U/G* که ساپورت ندارند بایستی بوسیله کیسه های شن (*Sand bag*) کاملاً خط مهار شود، و به محل های عوض شدن جهت جریان و تغییر راستای خط (*Tee/Elbow*) واستعابات در این زمینه توجه بیشتری معطوف گردد. این کارها بایستی بدقت انجام پذیرد، زیرا دیده شده عدم درست انجام دادن این کارها، باعث ترکیدن خطوط و بوجود آمدن خسارات مالی و جانی زیادی شده است. در تست پنوماتیک به علت اینکه از سیال قابل تراکم استفاده می شود، نشتی فوراً باعث کاهش فشار در گیج نمی گردد، بنابراین بایستی جوینت ها توسط کف آب صابون یا موارد مشابه از لحاظ نشتی مورد بازرسی قرار گیرند.

## ۸-۲ آشنایی با لوله کشی غیر فلزی: (*Nonmetallic Piping*)

### مقدمه:

با توجه به اینکه منابع خیلی محدودی به زبان فارسی لوله کشی غیر فلزی را مورد بررسی قرار داده اند، در این بحث سعی شده است مطالبی فنی و اجرایی در مورد این گونه مواد بصورت خلاصه و مفید بحث شود. در این بحث لوله کشی با مواد پلاستیکی و کامپوزیتی مورد بررسی قرار گرفته است و در مورد لوله های سیمانی در فصل عمرانی مطالبی ارایه شده است.

در جریان جنگ جهانی دوم هنگامی که نیاز به موارد جایگزین بطور گسترده پیدا شد، مواد پلاستیکی به صحنه صنعت معرفی شدند. در سال های بعد این مواد به شکل لوله در آمدند و بصورت گسترده در لوله کشی صنعتی و ساختمانی به کار گرفته شدند. و از آن زمان به بعد مصرف آنها روز به روز رو به رشد گذاشته است. بطور کلی لوله های پلاستیکی را می توان به دو گروه ترمو پلاستیک و ترمو ست تقسیم بندی کرد. مواد ترموپلاستیک با تغییرات دما سفت و نرم می شوند و قابل بازیافت می باشند. لوله های *PFA, PP, ABS, CPVC, PVC, PB, PE* از این دسته مواد می باشند. مواد ترموست موادی هستند که پایه رزینی یا پلاستیکی دارند ولی ساختار داخلی آنها بشکلی می باشد که دما هیچ گونه تغییری در شکل ظاهری آنها نمی تواند ایجاد کند و اصطلاحاً ذوب ناپذیراند. لوله های *GRP, PEX, RTRP* از این دسته مواد می باشند. موادی مثل *ABS, PVC* و لوله های رزینی (*RTRP/GRP*) را می توان بوسیله الیاف شیشه بافته شده یا الیاف شیشه تیکه تیکه



شده و نامنظم و یا غلاف های فلزی بصورت ورقه ای یا شبکه ای تقویت نمود، در این حالت مواد بشکل کامپوزیت خواهند بود و خواص مکانیکی آنها بشدت تقویت می گردد و که کارایی بهتری خواهند داشت. در جدول ۲-۵ ایست چندین نوع مواد پلاستیکی همراه استانداردهایی که آنها را توصیف می کنند آورده شده اند.

جدول ۲-۵: لیست مواد پلاستیکی همراه استانداردهای مربوطه

ردیف	نام خلاصه	نام لاتین	نام فارسی	استاندارد مربوطه
۱	PVC	Polyvinyl chloride	پلی وینیل کلراید (پولیکا)	ASTM D1785
۲	CPVC	Chlorinated Polyvinyl chloride	کلرونیتریل پلی وینیل کلراید	ASTM D2846 D1784
۳	PE	Poly ethylene	پلی اتیلن	ASTM D2447, 2513
۴	PB	Poly butylene	پلی بوتیلن	ASTM D2662
۵	PP	Poly propylene	پلی پروپیلن	
۶	PEX	Cross-linked polyethylene	پلی اتیلن دارای ساختار تقاطعی	ASTM F876, F877
۷	ABS	Acrylonitrile butadiene styrene	کلرونیتریل بوتادین استیلن	ASTM D1527, D3965
۸	PVDF	Poly vinylidene fluoride	پلی وینیل دن فلوراید	
۹	PFA	polyfluoroalkoxy	پلی فلوراید الوکسی	
۱۰	PTFE	Poly tetrafluoroethylene	پلی تترا فلوئور اتیلن	
۱۱	GRP	Glass fiber reinforced pipe	لوله های تقویت شده با فیبر شیشه	ASTM D2992, 2996
۱۲	RTRP	Reinforced temrosetting resin pipe	لوله با پایه رزین ترموستی تقویت شده	ASTM D2296, 2997

## ۲-۸-۱ مزایای لوله های پلاستیکی :

از عمده مزایای لوله های پلاستیکی می توان به موارد ذیل اشاره نمود.

- ۱- مقاومت بالا در برابر خوردگی و سایش (مناسب برای کل روان و انواع لجن)
- ۲- انعطاف پذیری زیاد نسبت به فلزات
- ۳- دارای وزن کمتر نسبت به فلزات
- ۴- عدم ترد شدن متریال در دماهای پایین صفر درجه سانتی گراد
- ۵- اصطکاک کم (نیاز به قدرت کمتر برای پمپاژ)
- ۶- دوام زیاد (پایا بودن از لحاظ شیمیایی در محیط)

۷- غیر سمی (مصارف آب آشامیدنی)

۸- روش های متنوع اتصال دادن

۹- مقاومت های بیولوژیکی بالا (صد قارچ و باکتری ، عدم اکسید شدگی...)

۱۰- تولید در رنگ های متنوع (جهت مصارف مختلف و مشخص)

### ۲-۸-۲ استانداردهای مورد استفاده در لوله کشی پلاستیکی :

لیست استانداردهای مهم در مورد لوله کشی غیر فلزی در جدول ۲-۵ آورده شده اند. البته سازندگان مختلف امکان دارد محصولات خود را بر اساس استانداردهای دیگری هم بسازند، که در این موارد کاتالوگ شرکت های سازنده مدارکی مناسب جهت استفاده فنی خواهند بود.

### ۲-۸-۳ کاربردها و سایز بندی:

باتوجه به قابلیت هایی که این گونه مواد دارا می باشند، کار برد این لوله ها در صنایع مختلف رو به گسترش می باشد، که نمونه هایی از کاربرد این مواد عبارتند از ، خطوط اصلی و پخش انواع آب (آشامیدنی، آبیاری، زهکشی، آب های بدون یون، محلولهای اسیدی و بازی، پساب، آب دریا، آب آتش نشانی...) خطوط پخش آب سرد و گرم، DWV (تخلیه ها، انواع فاضلاب ها) (بهداشتی، صنعتی و ...)، ونت ها ( خطوط توزیع گاز طبیعی، مجاری کانلهای الکتریکی و مخابراتی، لوله کشی فرایندی ...

همچون دیگر موادهای مورد استفاده در لوله کشی صنعتی ، در لوله کشی لوله های پلاستیکی نیز بر طبق استانداردهای خاصی ساخته و به بازار عرضه می شوند. سازندگان مختلف از استانداردهای گوناگون استفاده میکنند. که معمولاً سایز لوله ها معمولاً بر اساس OD یا ID (قطر داخلی یا بیرونی) ثابت خواهد بود. در مورد لوله های پلاستیکی بیشتر از استاندارد سایز بندی لوله های فلزی IPS (Iron Pipe Sizing) (که ضخامت دیواره لوله بر اساس SCH متغیر و قطر خارجی ثابت می باشد) استفاده می شود. که از این موارد می توان استانداردهای ASTM D1785 را برای مواد PVC، ASTM D1527 را برای مواد ABS و ASTM D2447 را برای مواد PE نام برد.

در مواردی نیز از سیستم سایز بندی بر اساس استاندارد سایز بندی نیوپ مسی CTS (Cuper Tube Sizing) (که قطر داخلی لوله ثابت است و ضخامت دیواره بر اساس SCH متغیر می باشد) استفاده شده است. استانداردهای ASTM D2846، ASTM D3309 مبین این روش خواهند بود.

### ۲-۸-۴ نحوه اتصال لوله ها :

یکی از مزایای این گونه مواد همچنانکه ذکر شد روش های گوناگون متصل کردن آنها به همدیگر و

اتصالات می باشد. بطور مختصر می توان روشهای اتصالات چسبی های حلال (*Cement Joints*) اتصال گسکت سیل کننده آلاستومری ( رینگ و *hub* )، حلقه های کوپلنگی پیچ و مهره ای، جوینت های فشاری و رزوه ای (سایز پایین)، اتصال فلنجی، روش اتصال ذوبی (ذوب لب به لب، سوکت، الکتریکی و زینی ) را نام برد.

البته مواد *PVC*، *CPVC*، *ABS* را نمی توان بصورت اتصالات ذوبی بکار برد. همچنین مواد *PE*، *PP*، *PB* را نمی توان بصورت اتصالات چسبی استفاده کرد.

## ۲-۸-۵ انقباض و انبساط :

لوله های پلاستیکی مختلف ضرایب تغییر طول نسبت به تغییر دمای متفاوت را دارند. ولی در حالت کلی و متوسط این ضرایب ۸ برابر فولاد و ۴ برابر مس می باشند. با توجه به این نکته در طراحی این سیستم ها با یستی این مورد بعنوان عامل مهم در نظر گرفته شود. البته روشهایی که اثر تاثیر این ضرایب بزرگ را در سیستم لوله کشی صنعتی پلاستیکی کمتر می نماید، عبارتند از :

۱- استفاده از لوله های پلاستیکی تقویت شده توسط الیاف شیشه و غیره (حالت کامپوزیتی مواد) یا استفاده از لایه های از ورق های کم ضخامت فلزی داخل مواد اصلی پلاستیکی ( لوله های چند لایه).  
۲- در لوله کشی زیر زمینی با جوینت های چسبی یا لوله های انعطاف پذیر می توان آنها را بصورت مار پیچی جهت ذخیره اضافه طول در عرض برای جبران تغییرات طول در حالت انقباض و انبساط اجرا نمود.

۳- استفاده از طول های محدود (کوتاه) در لوله کشی ساختمانی که معمولاً به این صورت می باشد

۴- استفاده از لوپ های انقباضی بیشتر.

۵- معمولاً از لوله های پلاستیکی بیشتر در داخل ساختمان های فرایندی و زیر زمین استفاده می شود که تغییرات دما در این نواحی کم می باشد.

۶- استفاده از جوینت های اورینگ دارای افسست انتهای لوله.

۷- و در صورت نیاز استفاده از جوینت های انبساطی طبق نظر سازنده.

البته برای رفع این مشکل با توجه به تنوع محصولات و سازندگان مختلف، دستورالعمل های سازنده ها بیشتر می توانند به طراحان و کاربران کمک کنند.

## ۲-۸-۶ لوله کشی پلی اتیلن: (*PE Piping*)

مقدمه:

لوله های پلی اتیلن توسط سازندگان مختلف توسط روش های اکستروژن از سایزهای ۱/۲ تا ۶۳ اسچ برای کاربرد های متفاوت مطابق جدول ۲-۶ تهیه می شوند. در سایز های پایین (معمولاً زیر

ع) به علت اعطاف پذیری زیاد لوله ها بصورت رول تهیه و انبار می گردند، در سایزهای بالاتر بصورت مستقیم (شاخه ای ۲۰ و ۴۰ فوت ۶ و ۱۲ متری) ساخته خواهد شد. ضخامت دیواره و سایز بندی مواد PE معمولاً براساس ۲ روش CTS، IPS توسط سازندگان مختلف طراحی می شود. از عمده موارد مصرف می توان پخش انواع سیستم های آب، گاز، انواع فاضلاب، کاندویت های الکتریکی و مخابراتی را نام برد. استاندارد ASTM D2447 بطور کلی PE را معرفی می نماید. همچنین استانداردهای AWWA C901، AWWA C906 (موسسه امور آب آمریکا) نیز PE را معرفی نموده اند. باتوجه به پایداری نسبت به دما از PE در پخش کننده های حرارتی، ذوب یخ، رینگ های یخ اسکیت و غیره نیز استفاده می گردد.

#### جدول ۲-۶: معرفی مواد پلی اتیلن

Table 7-A: PE Piping Materials

PE	ASTM	Size (in)	Temperature Range °F	SDR (or SDR) Values	Pressure rating at 73°F (psi)
PE Plastic Pipe, Schedule 40	D 2104	1/2-6	73-100		60-190
PE Plastic Pipe (SDR-PR) Based on ID	D 2239	1/2-6	73-100	5.3 7.9 11.5 15 19	80-250
PE Standard Spec for Pipe Sch 40 & 80, OD	D 2447	1/2-12	73		50-267
Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing & Fittings	D 2512	1/2-12	73-140	3.9 11 13.5 15.5 17 21 26 32.5	60-100
Plastic Insert Fittings for PE Plastic Pipe	D 2609	1/2-4			
PE Socket Type Fittings for OD Pipe and Tubing	D 2683	1/2-4	73-140		
PE Plastic Tubing	D 2737	1/2-2	73-100	7.3 9 11	125-300
PE Pipe (SDR-PR) Based on OD	D 3035	1/2-34	73-100	7.9 9.3 11 13.5 15.5 17 21 26 32.5	40-210
PE Butt Heat Fusion Fittings for Pipe and Tubing	D 3261	1/2-48 also 90-1600 mm	73-140	7.9 9.3 11 11.5 15.5 17 21 26 32.5 41	Not Given
PE Plastic Pipe (SDR-PR) Based on Outside Diameter	F 114	3-48	73	7.3 9 9.3 11 15.5 17 21 26 32.5 41	33-254
PE Thermoplastic High Pressure Irrigation Pipeline System	F 273	1/2-6	73-100	SDR 11, 13.5 17, 21 SDR 5.3, 7.9 11.5 15, 19	80-300
PE Smoothwall Pipe for Drainage and Waste Disposal Absorption Fields	F 810	3, 4, 6	73-100	NA	NA
PE Corrugated Pipe with a Smooth Interior & Fittings	F 892	4	73	NA	NA
PE Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe	F 894	18-63	73-140	*	NA
PE Electrofusion Type Fittings for OD Pipe and Tubing	F 1055		73-140	NA	Not Given
PE Socket Fusion Tools for Socket Fusion Joining	F 1036	1/2-4 IPS 1/2-12 CTS	NA	NA	NA

NA: Not Applicable

\* Standard F894 pipe are based on Ring Stiffness Constant (RSC) of 40, 63, 100, and 160. For more detail, consult the Standard.

#### ۲-۸-۶-۱ ملاحظات:

در جهت سالم ماندن سیستم های لوله کشی پلی اتیلن از آسیب های محیطی و انسانی معید خواهد بود موثر د ذیل رعایت گردد



- در مواقع انبار کردن و جابجایی این مواد بایستی از اعمالی همچون خراشیدن سطوح مواد با ابزارالات تیز و برنده، گرم شدن بیش از حد با منبع حرارت خارجی، تاب خوردن و پیچیدگی، لهیدگی، در زیر آفتاب بیش از حد ماندن، جلوگیری بعمل آید.
- در حالت های نصب افقی بایستی فواصل ساپورت گذاری مناسبی در نظر گرفته شود. نشیمن گاههای با عرض حداقل نصف قطر خارجی لوله و دارای سطح صاف بدون اثر گذاری روی لوله اصلی استفاده گردد.
- در حالت نصب داخل کانال زیر لوله حداقل به فاصله ۱۰ cm و بالای لوله حداقل به فاصله ۲۰ cm و اطراف لوله توسط ماسه نرم ( ماسه بادی ) پر شود و توسط پاشش آب فشردگی مورد نیاز در ماسه ایجاد گردد.
- در حالت نصب قائم ساپورت گذاری در هر ۳ فوت (تقریباً ۱ متر) انجام پذیرد.

## ۲-۸-۶ روش های اتصال :

لوله ها و اتصالات PE را می توان به روش های گوناگون به یکدیگر اتصال داد. یکی از پرکاربردترین روشها، روش ذوبی توسط حرارت (*Heat Fusion*) می باشد، که در ۴ حالت لب به لب (*Butt*) (لوله های سایز بالا)، سوکتی (*Socket*) (لوله های سایز پایین)، رینی (*Saddle*) (اشعاعات) و الکتریکی (*Electro Fusion*) (حالت کوپلینگی) قابل اجرا است. (شکل ۲-۳۱) هر کدام از این روشها ابزار آلات و شرایط خاص خود را دارند که می توان از دیدگاه و دستورالعمل سازنده ها نبر استفاده نمود. ولی بصورت کلی در حالت لب به لب ابتدا مقاطع بصورت کاملاً قائم برش داده می شوند سپس لبه ها روی هینرهای صفحه ای قرار داده می شوند بعد از مدت زمان مشخص هینر برداشته شده و لبه ها در حالت قائم تحت فشار مقابل همدیگر نگه داشته می شوند در این حالت ماده ذوب شده سرد می گردد و اتصال بین دو مقطع برقرار می گردد. در روش سوکتی سطح خارجی لوله و سطح داخلی اتصالات بوسیله حرارت در به مرحله ذوب سطحی می رسند بعد لوله و اتصالات بداخل یکدیگر رانده می شوند و در این حالت تا سرد شدن نگه داشته می شوند. در روش رینی که بیشتر برای ایجاد اشعاعات در روی خط اصلی استفاده می شود سطح خارجی لوله در محل اشعاع و سطح زیری قطعه رینی شکل حرارت داده می شوند و این دو سطح روی هم قرار می گیرند و تحت فشار تا مرحله سرد شدن نگه داشته می شوند. در روش دوب الکتریکی از کوپلینگ های خاصی استفاده می گردد که یک مقاومت سیمی شکل در آنها تعبیه شده است بعد از حایکداری لوله در فیتنگ یا کوپلینگ جریان الکتریسیته از مقاومت عبور داده میشود و یک ناحیه دوب شده از مواد PE در محل اتصال ایجاد می شود بعد از قطع جریان و سرد شدن حوینت اتصال شکل خواهد گرفت. از روشهای دیگر اتصال دادن می توان به روش های مکانیکی ( کوپلنگ مکانیکی، روش فلنجی، روش هاب و اورینگ (سایر بالا) ... و در سایرهای پایین



رروه ای تقویت شده با فلزات و فشاری ( اشاره نمود. هیچ وقت برای اتصال PE از اتصالات چسبی استفاده نمی شود.



Standard butt fusion joint



Standard saddle fusion joint



Standard socket fusion joint



typical electrofusion fusion

شکل ۲-۳۱: انواع روشهای اتصال ذوبی PE

۸-۶-۳ علامت گذاری :

روی لوله ها معمولاً هر سازنده مارک های مشخص و بر چسب هایی را حک یا چاپ می کند و بایستی این برچسب ها شامل مشخصاتی همچون اسم سازنده و علامت تجاری آن ، استاندارد مورد استفاده ، سایز لوله ، کد متریال ، موارد کاربرد، رنج فشار (SCH)، در صورت نیاز تائیدیه های آزمایشگاه های مواد باشد.

۸-۷-۷ لوله کشی پلی وینیل کلراید: (PVC Piping)

مقدمه:

PVC یکی از پر کاربردترین لوله های پلاستیکی می باشد که در سایز های متنوع به صورت غیر انعطاف پذیر و مستقیم (شاخه ای) در طول های 20 یا 40 فوت بوسیله روش اکستروژن تولید می شوند. در جدول ۷-۲ سایز بندی و شرایط کاری (تحت فشار و غیر فشار)، استانداردهای تولید و موارد مصرف لوله های PVC (سرویس های آب، فاضلاب، آب یاری، کاندویت، خطوط فرایندی و DWV) آورده شده اند.

البته سازندگان مختلف ممکن است از انواع مختلف استاندارد و نحوه سایز و کلاس بندی استفاده نمایند. که در این حالت استفاده از دستورالعمل ها و کاتالوگ های شرکت های سازنده برای طراحان و کاربران مفید خواهد بود. PVC را می توان بوسیله الیاف های بافته شده پارچه ای ،

فیبری، فولادی بصورت تقویت شده برای کاربردهای خاص تولید نمود. PVC در رنگ های متنوع برای کاربردهای مختلف قابل تولید و عرضه می باشند.

## ۱-۷-۸-۲ ملاحظات:

- در مورد استفاده از لوله های PVC بهتر است موارد ذیل رعایت گردد.
- حداکثر دمای استفاده  $140^{\circ}F$  (۶۰ درجه سانتی گراد) می باشد.
- به صورت طولانی مدت ناپیستی مواد PVC زیر آفتاب قرار گیرند زیرا اشعه UV خواص فیزیکی و شیمیایی آن را قنزل خواهد داد.
- در حالت های افقی بایستی فواصل ساپورت گذاری با دقت رعایت شود.

## جدول ۷-۲: معرفی مواد پلی وینیل کلراید

Table 9-A: PVC Piping Standards

STANDARD NAME	STANDARD		APPLICATION	SIZES (in)	PRESSURE RATING at 73°F psi	BASIS FOR DIMENSIONS
	ASTM	OTHER				
PVC DWV Pipe & Fittings	D 2665	CSA 151.2	DWV	1/2-12	Not rated	IPS Sch 40
PVC Pipe with Foam Core	F 89		DWV	1/2-12 2-6 3-18		IPS Sch 40 IPS - PS Sewer Sewer and Drain PS Sewer in the standard
3.15" OD PVC DWV Pipe & Fittings	D 2948		DWV			
PVC Pipe Sch 40, 80, 120	D 1785	CSA B.37.1	Pressure	1/4-24 1/2	170-110 210-230 340-400	IPS Sch 40 IPS Sch 80 IPS Sch 120
PVC Pipe Pressure Rated (SDR)	D 2241		Pressure	1/2-16	50-115	IPS SDR 13.5, 17, 21 26, 27, 41, 64 SDR 14, 18, 25
AWWA PVC Pressure Pipe AWWA PVC Water Transmission Pipe		C900 C905	Pressure	4-12 4-36	Class 200, 150, 100	
Type PS-1 PVC Sewer Pipe & Fittings	D 3034		Sewer	4-15		SDR 24.5, 26, 35, 41
Type PS-46 PVC Gravity Flow Sewer Pipe & Fittings	F 789		Sewer	4-15		In Standard
PVC Sewer Pipe & Fittings	D 2159		Sewer	2-6		In Standard
Flared PVC Fittings Sch 80	D 2464		Pressure	1/2-6	40% of pipe	Sch 80
PVC Fittings Sch 40 (Socket & Threaded)	D 2465		Pressure	1/2-8		Sch 40
PVC Sch 80 Socket Fittings	D 2467		Pressure	1/2-8		Sch 80
PVC Large Diameter Gravity Sewer Pipe & Fittings	F 879		Sewer	18-36		Pipe Stiffness
PVC Large Diameter Ribbed Sewer Pipe & Fittings	F 794		Sewer	4-48		Pipe Stiffness
Making Solvent Cement Joints PVC	D 2855		All			
Solvent Cement PVC	D 2504		All			
Joints for IPS PVC in Solvent Cement	D 2672		All			
PVC Primers	F 626		All			
Pressure Joints using Flexible Elastomeric Seal	D 3159		Supply and distribution lines for water			
Joints for Drain and Sewer Using Elastomeric Seal	D 3211		Drain and Gravity Sewage		24-ft Head	
Standard Practice for Safe Handling of Solvent Cements, Primers and Cleaners Used for Joining Thermoplastic Pipe and Fittings	F 402					

NOTES: Pressure ratings for Schedule pipe vary by pipe size and by schedule number. Pressure ratings for SDR pipe are constant for all sizes in a given SDR. (e.g. SDR 21 pipe is rated 200 psi)

\* Pressure ratings for AWWA pipe include an extra safety factor

\*\* Schedule 40 & 80 references apply only to IPS OD pipe. SDR references can apply to all OD systems (e.g. IPS, CTS, Sauer & AWWA Corlon)

سی AWWA  
سی ASTM

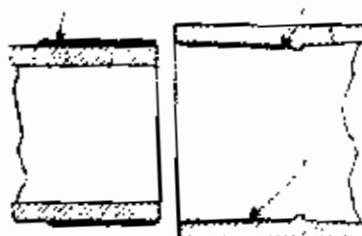
- در داخل کانال در سائزهای پایین به صورت مارپیچ کار شوند و زیر و بالای لوله توسط ماسه نرم (ماسه بادی) پر شود.
- در حالت عمودی حداقل در هر طبقه یا هر 10 فوت (تقریباً ۳ متر) ساپورت گذاری انجام گیرد.
- برای نصب و کاربرد دستورالعمل سازنده و استاندارد کاملاً رعایت گردد.
- برای نصب از ابزار آلات مخصوص استفاده نماید.
- قبل از استفاده از عدم آسیب دیدگی لوله (حراش، شکستگی، لپیدگی و خم شدگی ..) اطمینان حاصل نماید.
- لوله های PVC را در محل های پرحرارت و نزدیک منابع گرمایی و اشیاء برنده اجراء نکنید.

#### ۲-۷-۸-۲ روشهای اتصال :

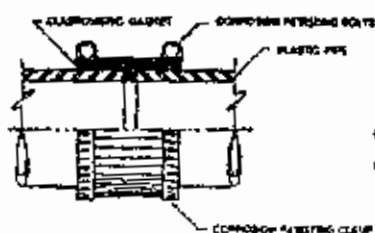
در سائزهای پایین زیر ۶ اینچ یکی از معمول ترین و بهترین روشهای اتصال برای لوله و اتصالات PVC چسب کاری می باشد. در هنگام چسب کاری کلیه نکات ایمنی و دستورالعمل ها بایستی بدت رعایت گردد و سطوح چسب کاری بایستی عاری از هر گونه آلودگی، رطوبت، گردوخاک و غیره باشند. روش کار بدین شکل خواهد بود ابتدا سطوح بوسیله روشهای دستی تمیز می گردند، سپس بوسیله یک خلال فرار قوی مثل استن سطوح شسته می شوند، بعد از خشک شدن سطح ها چسب به میزان کافی روی سطوح مالیده می شود و بوسیله یک تیغه پلاستیکی ضخامت چسب روی سطوح یکنواخت می گردد سپس لوله و فیتینگ بداحل همدیگر رانده می شوند و به مدت ۱۰ الی ۲۰ دقیقه بدون فشار و حرکت در همان حالت نگه داشته می شوند. بدین شکل اتصال محکم و پایدار می شود. در سائزهای بالا معمولاً از اتصالات مکانیکی مثل *hub* و گسکت های آلامتومری بیشتر استفاده می گردد. البته از روشهای فلنجی، کلمپ های مکانیکی و بعضاً در سائز پایین از اتصالات فشاری و رزوه ای استفاده می گردد. شکل ۲-۲۲

**توجه :** علامت گذاری هم مانند لوله های PE بایستی روی انجام پذیرد.

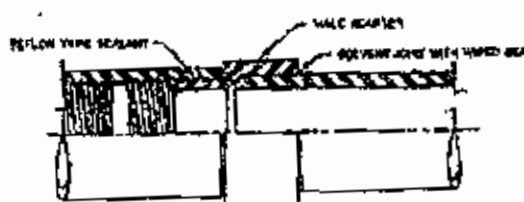
CEMENT COATINGS OF SUFFICIENT THICKNESS



Solvent cement joint being assembled



Elastomeric coupling with coupling clamp.



Threaded Adapter

شکل ۲-۳: انواع روشهای اتصال مواد PVC

## ۸-۸-۲ لوله کشی RTRP : ( RTRP Piping )

مقدمه:

همچنانکه گفته شد لوله های پلاستیکی به دو صورت ترموپلاستیکی و ترموستی عرصه می شوند، که در گروه ترموست ها، لوله های تقویت شده توسط الیاف شیشه و بر پایه انواع رزین ها مثل GRP و RTRP از پرکاربردترین نوع این دسته می باشند. این لوله ها به لوله های کامپوزیتی نیز معروفند که ماتریس آنها را انواع مختلف رزین ها، و لایه های تقویتی از نوع الیاف بافته شده شیشه یا پلی استر و غیره تشکیل شده اند.

### RTRP مخفف Reinforced Thermosetting Resin Pipe و GRP مخفف Glass fiber

Reinforced Pipe می باشند. این لوله ها معمولاً از سه لایه بصورت لایه میانی ( همان لایه اصلی کامپوزیت بصورت تنیده شده از الیاف شیشه و آغشته شده به رزین و پخته شده در هر مرحله)، لایه داخلی ( پوشش رزین خالص با افزودنی ها مختلف جهت برآورده کردن صافی سطح دلخواه و مقاوم در برابر خوردگی و سایش ) و لایه خارجی ( پوشش رزین با افزودنی های متفاوت جهت غیر

حاس نمودن به آفتاب و پوشاندن الیاف و مقاوم کردن لوله در برابر فرسایش لایه میانی) تشکیل شده اند. شکل ۲-۳۳

این لوله ها توسط سازندگان مختلف در سایر و کلاس های متنوع تهیه می گردند. نمونه هایی از مشخصات لوله و اتصالات RTRP در جدول ۸-۲ نشان داده شده است.

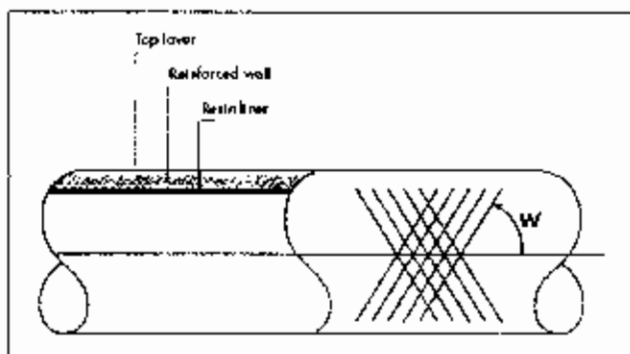


Fig 1 2.a

شکل ۲-۳۳: نحوه چیدمان لایه ها در لوله های کامپوزیتی

جدول ۸-۲: مشخصات اندازه های لوله RTRP مدل T20 ساخت شرکت AMERON

BONDSTRAND PRODUCT DIMENSION - 16.4BAR(T20)

PIPE (Taper Joint Data)					SOCKET DEPTH		90° ELBOW TF				45° ELBOW TF				22.5° ELBOW TF			
DN	OD	ID	WT	SCC	PIPE "Dn"	SOCKET DEPTH	LL	OL	WT	SCC	LL	OL	WT	SCC	LL	OL	WT	SCC
(mm)	(in)	(mm)	(mm)	(kg/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
25	1"	35.8	27.3	0.7	27	27	68	82	0.3		22	48	0.2		8	36	0.1	
40	1.5"	50.8	42.3	1.3	32	32	81	113	0.4		28	61	0.3		8	41	0.2	
50	2"	59.3	51.4	0.7	50	50	87	137	0.8		45	95	0.5		29	79	0.4	
80	3"	87.8	82	1.2	50	50	138	178	1.1		81	111	0.8		37	87	0.6	
100	4"	111.3	106.4	1.6	50	50	153	205	2.1		73	123	1.3		43	93	0.9	
150	6"	166.9	159.2	3.2	80	80	246	220	5.6		106	186	3.8		69	140	1.4	
200	8"	218.7	209	5.4	80	80	315	285	12		137	217	7.4		76	156	5.1	
250	10"	278	263.3	8.4	110	110	381	301	16.1		189	279	12.4		96	179	9.7	
300	12"	327.8	313.9	11.9	140	140	483	403	26		196	336	22		77	217	15.5	
350	14"	366.9	344.5	14.4	140	140	544	504	37		126	285	29		71	211	21	
400	16"	411.2	383.9	18.8	170	170	668	572	53		142	312	41		83	235	24	
450	18"	462.9	434	22.7	170	170	672	642	76		204	374	54		108	276	39	
500	20"	503	482.3	27.7	200	200	823	723	125		228	425	75		116	310	56	
600	24"	603.9	578.8	38.9	230	230	929	854	229		288	498	130		136	348	93	
800	28"	677.8	680.3	50.1	280	280	979	985	280		288	679	202		148	436	149	
1000	36"	914.3	882.2	68.0	320	320	1211	1016	293		310	600	229		157	447	179	
1200	40"	1016	975.2	86.9	320	320	1211	1007	310		331	681	254		187	487	197	
1400	48"	1143	1098.2	109.0	320	320	1211	1007	310		331	681	254		187	487	197	
1600	54"	1270	1211	125.0	350	350	1211	1007	310		331	681	254		187	487	197	
1800	60"	1397	1321	140.0	350	350	1211	1007	310		331	681	254		187	487	197	
2000	66"	1524	1441	155.0	350	350	1211	1007	310		331	681	254		187	487	197	

Note 1) Pipe OD is for reference only and for use on support clamp design



## ۲-۸-۸-۱ ملاحظات :

در مورد لوله های *RTRP* و *GRP* نکات ذیل بایستی رعایت شوند.

- این لوله ها با توجه به جنس شدیداً شکننده و صدمه پذیر می باشند بنابراین بایستی در جابجایی و نگهداری حداکثر

دقت را نمود و نکات ایمنی را کاملاً رعایت کرد. از قرار دادن روی زمین و بدون حفاظ روی همدیگر شدداً پرهیز شود. برای جابجایی حتماً از بلت های تسمه ای استفاده شود.

- با توجه به خواص شیمیایی و بعضاً سمی رزین ها و الیاف و چسب های مورد استفاده در هنگام کار بر روی این مواد کلیه نکات ایمنی فردی را رعایت نموده و از پوشش های مناسب و *PPE* (*Personal Protective Equipment*) مقاوم در برابر این مواد (ماسک، دستکش، عینک و روپوش) استفاده شود.

- متعلقات این گونه سیستم ها نظیر چسب ها، رزین ها، هاردنر، رول های الیاف، روان کننده ها، گسکت ها و *O* رینگ ها را طبق سفارش سازندگان نگهداری کنید و مواظب سپری شدن تاریخ انقضا آنها باشید.

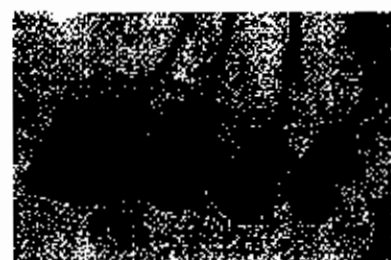
- برای کار کردن با لوله های *RTRP* از ابزار آلات مخصوص و سفارش شده توسط سازندگان استفاده نمایید (چین بلاک، پولر، گیربلت، دستگاههای شیور، کان های هوای گرم، سنگ های پولیش، برس، کاردک پلاستیکی، هیتر بلاکت) شکل ۲-۳۴

- در هنگام کار *A/G* هرگز لوله را بدون ساپورت کار نکنید، و از جایگذاری محافظ لاستیکی بین ساپورت های فلزی و لوله ها اطمینان حاصل کنید. در هنگام اتصال متعلقات لوله کشی (*valve*, *flange*, ...) از متحمل شدن وزن متعلقات بر روی لوله ها جلوگیری شود. در اتصالات فلجی، پیچ و مهره ها را بیش از حد سفت نکنید.

- در هنگام اتصال جونیت های چسبی از عاری بودن سطح اتصال از هرگونه گرد و خاک، ناخالصی و رطوبت کاملاً مطمئن شوید. در هوای رطوبتی خیلی زیاد و بارانی کار چسب کاری را متوقف نمایید.



Fig 41a



Type A



Type B

شکل ۲-۳۴: دستگاه شیور و انواع هیتر بلانکت مخصوص RTRP

۲-۸-۸-۲ روشهای اتصال دادن :

الف - روش چسبی :

یکی از مداولترین روش های اتصال لوله های RTRP روش چسبی می باشد که از چسب های خاص ۲ جزءای پایه و هاردنر که در کیت های ۶,۳ انسی عرضه می شوند استفاده می شود. باتوجه به سایز و کلاس لوله ها طبق دستورالعمل تعداد مشخص از این کیت ها در هنگام نصب باز و با همدیگر کاملاً مخلوط می گردند تا اینکه یک خمیر کاملاً همگن بوجود آید. بعد از مدت زمان مشخص ذکر شده در دستورالعمل بوسیله کاردک های پلاستیکی چسب روی سطح خارجی نری (Bell) و سطح داخلی مادگی (Spigot) مالیده می شوند و یک لایه با ضخامت یکپوخت از چسب روی سطوح ایجاد می گردد. و بوسیله پولر و گیره بلیت های مخصوص نری و مادگی داخل همدیگر رانده می شوند و در این حالت تحت فشار تگه داشته می شوند بعد از مدت زمان مشخص و سفت شدن اولیه مرحله پخت چسب توسط هیتر بلانکت های مخصوص به مدت ۱۵ الی ۹۰ دقیقه (با توجه به سایز و کلاس لوله) طبق دستورالعمل شروع خواهد شد. (شکل ۲-۳۵) که مرحله پخت مطابق شکل شامل مراحل حرارت دادن و نگه داشتن در درجه حرارت مشخص و سرد شدن جوینت زیر هیتر بلانکت میشود. بعد از اتمام و سرد شدن در هوای آزاد، جوینت ارتحت فشار بودن پولر ها آزاد می گردد.

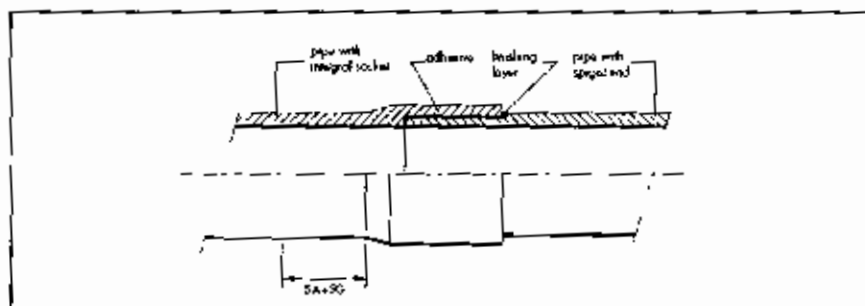


Fig 3 J.6

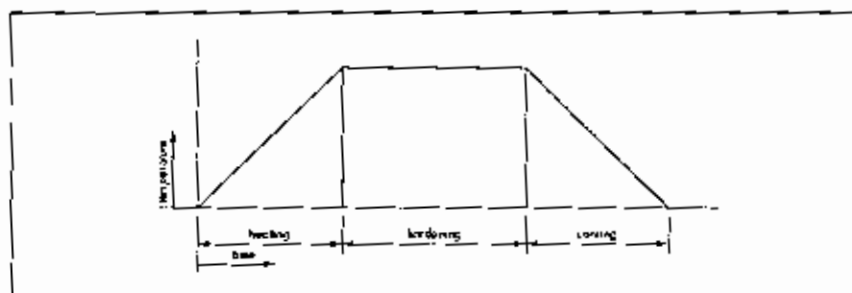


Fig 4 J.2

### شکل ۲-۳۵: روش اتصال چسب در لوله های RTRP

لازم بذکر است لوله های فابریک بصورت یک سر مادگی و یک سر نری و اتصالات بصورت مادگی تولید می شوند. برای ایجاد طول های مشخص و دلخواه از لوله ابتدا آنها را در طول معین بصورت قائم برش داده و توسط دستگاهی مخصوص به نام *Shaver* حالت نری روی لوله بصورت مخروطی ایجاد می کنند. این دستگاه از یک هاب (که داخل لوله جا داده می شود و بوسیله فیکچر خاصی درون لوله کاملاً سفت می شود)، بدنه اصلی (روی هاب سوار می شود و تیغه و محورهای پیشروی روی آن قرار می گیرند) و محرک (یک الکتروموتور پرنابل است که روی بدنه نصب می شود) تشکیل شده است در صورتی که لوله به میز کار بسته شود و دستگاه روی لوله قرار گیرد با روشن شدن محرک تیغه در زاویه از قبل تعیین شده پیش رفته و بدنه لوله را تراش داده و در نهایت انتهای لوله بشکل مخروطی و حالت نری تبدیل می شود.

### ب - روش های مکانیکی:

از روش های مکانیکی می توان فلنجی (شکل ۲-۳۶)، *O* رینگ های الاستومری (شکل ۲-۳۷)، *O* رینگ های الاستومری همراه *rod* های قفل (شکل ۲-۳۸) و کوپلینگهای مکانیکی (شکل ۲-۳۹) را نام برد. در روش *O* رینگ انتهای لوله ها را به شکل های شیار دار خاصی جهت جایگذاری *O* رینگ و مبله قفل می سازند. انتخاب نوع روش اتصال دادن بستگی به نوع کاربرد لوله ها دارد. معمولاً از روشهای مکانیکی بیشتر در خطوط انتقال (که حالت اتصال لوله به لوله مورد نظر است) استفاده می شود.

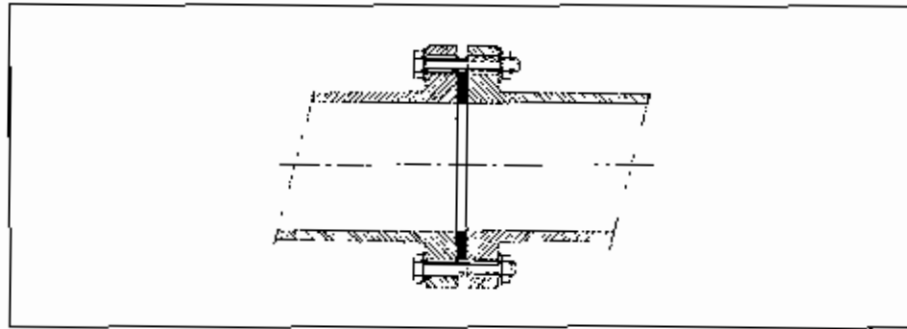


fig. 6.2.a

شکل ۲-۳۶: روش اتصال فلنجی در لوله های RTRP

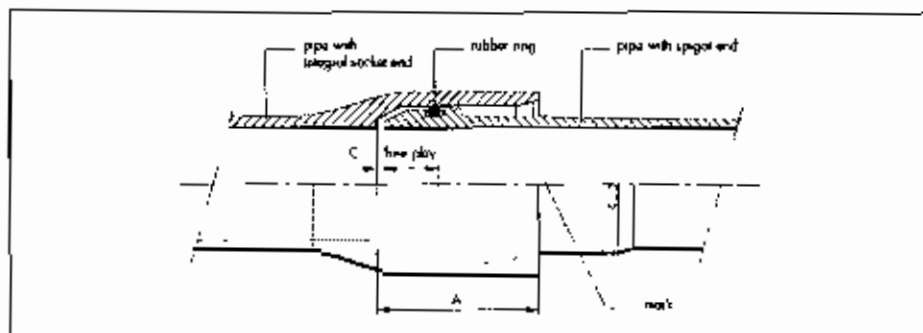


fig. 5.2.a

شکل ۲-۳۷: روش اتصال O رینگ الاستومری در لوله های RTRP

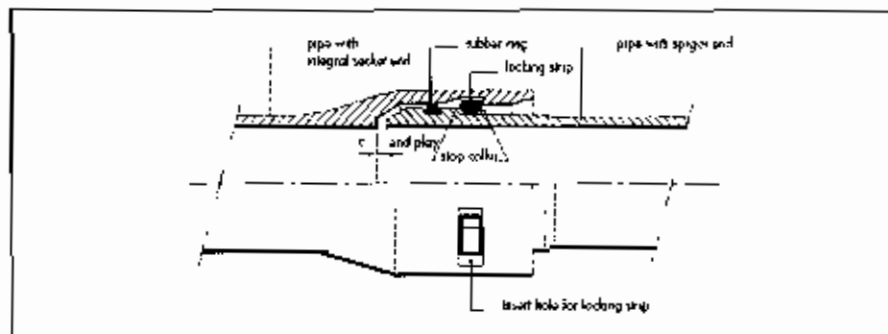


Fig. 5.2.g

شکل ۲-۳۸: روش اتصال O رینگ با میله های قفلی در لوله های RTRP

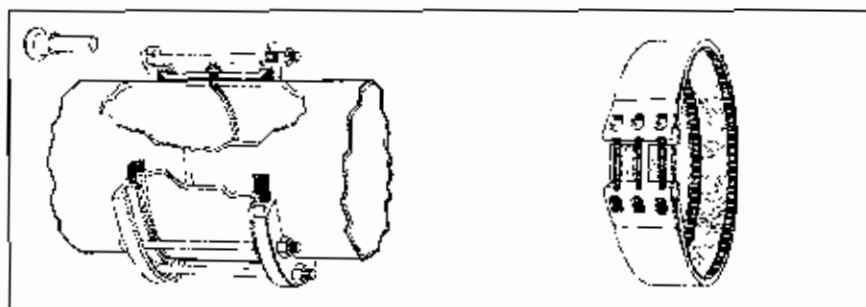


Fig. 8.2.a

شکل ۲-۳۹: روش اتصال کوبلینگ مکانیکی در لوله های RTRP

### ج - روش های تعمیراتی و متفرقه :

کاربرد این روش ها اکثراً در حالت هایی که لوله و سیستم دچار صدمه و نشنی می گردد و یا در حالت های خاص (۲ نری معمولاً) می باشد. در این حالات معمولاً از روش لامیناسیون با کوپلینگ تعمیراتی استفاده می گردد. در روش لامیناسیون از مواد اولیه ساخت لوله بصورت لایه به لایه همراه پخت در هر لایه (الیاف ، رزین ، هاردنر ) طبق دستورالعمل استفاده می گردد (شکل ۲-۴۰). در روش کوپلینگ های تعمیراتی از مقاطع تهیه شده لوله ها استفاده می گردد که بوسیله چسب به لوله ها زده می شوند و توسط یک کوپلینگ مکانیکی ( پیچی) در حالت اولیه چسب محکم می شوند و کل سیستم توسط هیتربلانتکت بخته خواهد شد (شکل ۲-۴۱). از روش کوپلینگ های تعمیراتی برای ایجاد انشعانات و محل نشیمن سابلورت ها در حالت قائم نیز استفاده می گردد.

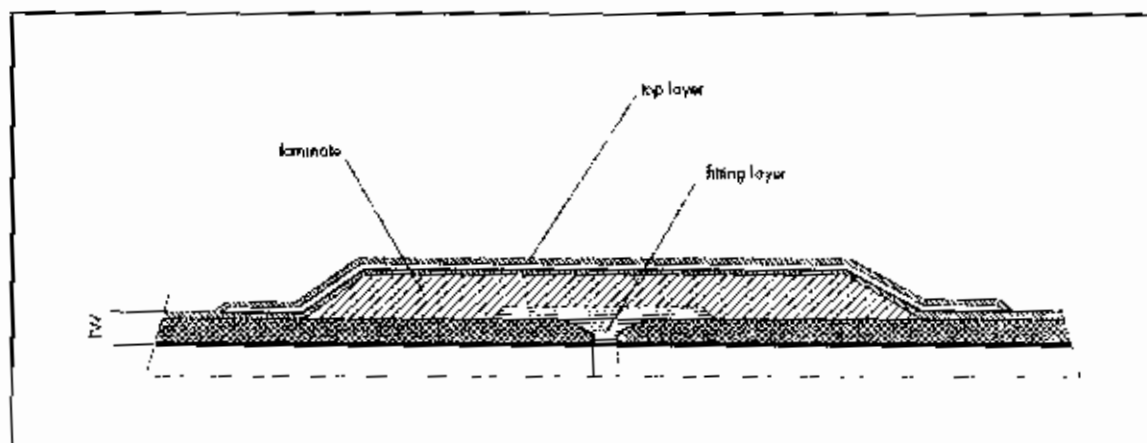
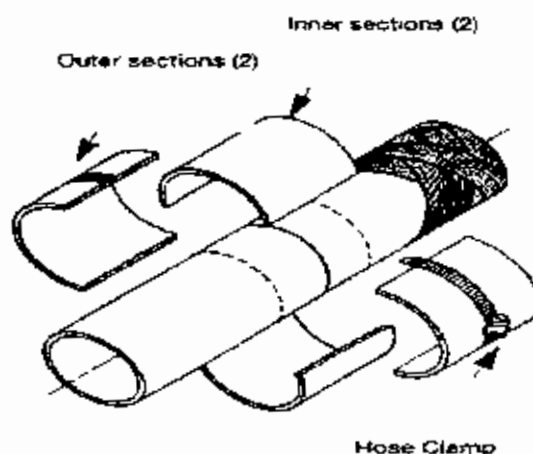


Fig / 4 a

شکل ۲-۴۰: روش اتصال لامیناسیون در لوله های RTRP



شکل ۲-۴۱: روش اتصال کوپلینگ های تعمیراتی در لوله های RTRP

توجه ۱ : در سابلورت گذاری لوله های RTRP باید دقت شود لوله به بدنه فلزی تماس نداشته باشد و مانند شکل ۲-۴۲ از یک لایه لاستیکی استفاده گردد.



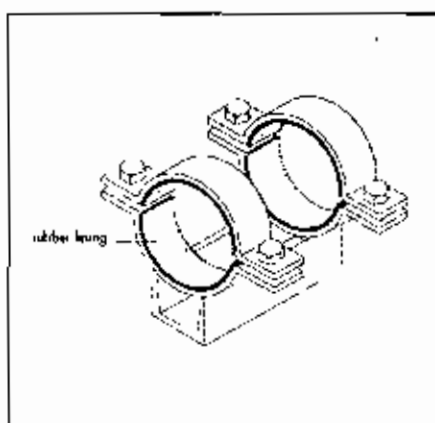


Fig 10.2 a

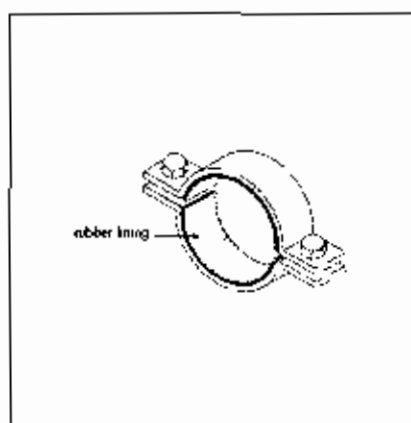


Fig 10.2 b

شکل ۲-۲: یک نمونه از ساپورت گذاری لوله های RTRP

توجه ۲: در حالتی که سیستم های لوله کشی RTRP باید به بدنه بتنی مثل هول ها (در کاربرد های انواع فاضلاب های واحد صنعتی) متصل شود. مانند شکل ۲-۴ باید از کوپلینگ های مخصوص لوله دار، لایه های رابر و لاستیک و یا حالت O رینگ و علاف استفاده شود.

Fig 10.1

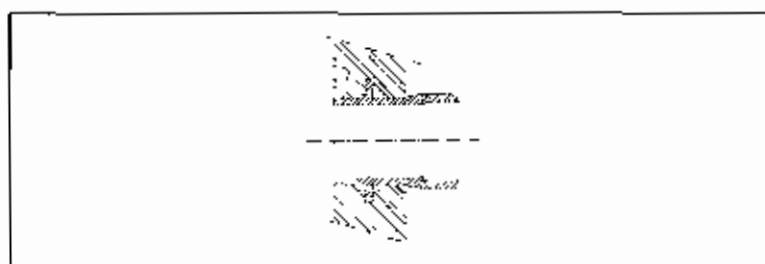


Fig 10.1

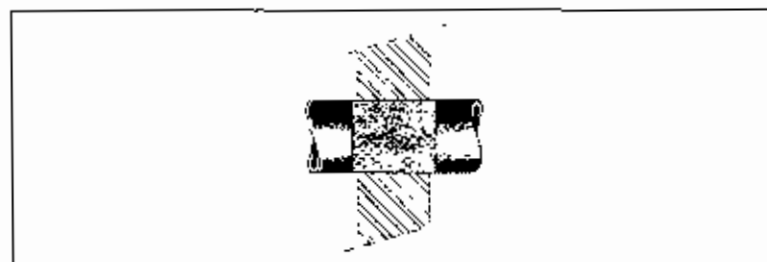


Fig 10.2 a

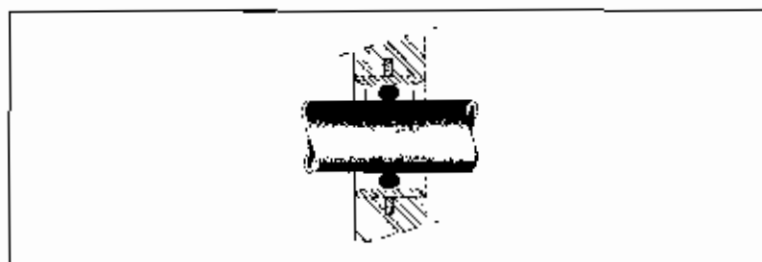


Fig 10.2 b

شکل ۲-۴: اتصال لوله های RTRP به بدنه های بتنی

## ۹-۲ اطلاعات فنی در مورد لوله کشی صنعتی :

در مقوله لوله کشی صنعتی کتاب های فراوانی تالیف شده اند که هر کدام در زمینه هایی جالب و حاوی اطلاعات مفیدی می باشند. در این بخش سعی می شود ابتدا خلاصه ای از *ASME B31.3 (Piping Plant)* بیان گردد و اصول طراحی اولیه لوله کشی ذکر گردد و به ترتیب اطلاعات مورد نیاز و مفید در مورد لوله کشی و جوشکاری بصورت جداول و اشکال یا فایل های کامپیوتری ارائه گردد.

### ۹-۲-۱ خلاصه طراحی سیستم لوله کشی واحدهای صنعتی فرایندی:

یکی از مهم ترین استانداردهای جهانی که به لوله کشی صنعتی را به طور کامل با تمام جزئیات بیان کرده است استاندارد *ASME* می باشد. در جدول ۹-۲ لیست کدهایی از استاندارد *ASME* که در زمینه لوله کشی صنعتی بحث می کنند آورده شده است. در بخش *ASME B31.3* به لوله کشی صنعتی واحدهای فرایندی پرداخته است. مطالب این بخش بصورت خیلی خلاصه برگرفته از این استاندارد می باشد. استاندارد کامل *ASME B31.3* و *ASME B31.1* و اسلایدهای دوره آموزشی *ASME B31.3* در *CD* پیوست آورده شده اند.

جدول ۹-۲: معرفی بعضی از کدهای *ASME*

ردیف	کد استاندارد	موضوع
۱	<i>ASME B31.1</i>	جهت طراحی خطوط لوله نیروگاههای حرارتی و سیکل ترکیبی
۲	<i>ASME B31.2</i>	جهت طراحی خطوط لوله شبکه های توزیع گاز سوخت
۳	<i>ASME B31.3</i>	جهت طراحی خطوط لوله در واحد های صنعتی (نفت و گاز و ...)
۴	<i>ASME B31.4</i>	جهت طراحی خطوط لوله انتقال مایعات مختلف مایعات
۵	<i>ASME B31.5</i>	جهت طراحی خطوط لوله سیستم های تبرید و سردخانه ها
۶	<i>ASME B31.8</i>	جهت طراحی خطوط لوله انتقال و توزیع سیالات گازی
۷	<i>ASME B31.9</i>	جهت طراحی لوله کشی سرویس های مختلف داخل ساختمان
۸	<i>ASME B31.11</i>	جهت طراحی خطوط لوله انتقال سیالات محلول (مانند آب ...)
۹	<i>ASME Sec. I</i>	جهت طراحی بویلر های نیروگاهی
۱۰	<i>ASME Sec. II</i>	مشخصات فنی مواد
۱۱	<i>ASME Sec. III</i>	جهت طراحی نیروگاه های هسته ای
۱۲	<i>ASME Sec. VIII</i>	جهت طراحی محازن تحت فشار

- بصورت کلی واحدهای فرایندی شامل پالایشگاههای نفت و گاز، واحدهای پتروشیمی، واحدهای شیمیایی، واحدهای دارویی، واحدهایی ساخت پارچه و کاغذ، واحدهای نیمه رساناها، واحدهای ...

تبریدی، واحدهای هسته ای، واحدهای نیروگاههای گازی، آبی، ترکیبی و غیره خواهد شد. البته در طراحی خطوط اصلی نیروگاهها از استاندارد های خاص آنها استفاده می شود.

- از سیستم لوله کشی برای انتقال سیال بین دو نقطه در واحدهای صنعتی استفاده می گردد. این سیستم ها شامل لوله، اتصالات (زانو، کاهنده، انشعابات، جوینت ها و غیره) فلنج، گسکت و بولت ها، شیرها، ساپورت ها می شود

- در لوله کشی مراحل طراحی، خرید متریال، پیش ساخت، نصب، بازرسی و تست از اصول کار خواهد بود.

- در انتخاب متریال بایستی مقاومت تسلیم، خستگی، خزش، نهایی، خوردگی و حجم آلیاژ سایز دانه ها و ساختار داخلی، فرایند تولید متریال بایستی در نظر گرفته شود.

- یکی از فاکتورهای مهم که سیستم های لوله کشی با آن مواجه می باشند، مقاومت خوردگی متریال می باشد. مقدار مجاز خوردگی بایستی به ضخامت المان ها افزوده شود. انواع خوردگی در جدول ۱-۲ بحث شده اند.

جدول ۱-۲: انواع روش های خوردگی در سیستم های لوله کشی

ردیف	نوع خوردگی	توضیحات
۱	خوردگی عمومی و یکمواخت	بصورت میزان ضخامت خورده شده یکمواخت از سطح فلز تعریف می شود. ممکن است با حالتی که مواد در معرض جریان سیال بر سرعت باشند یا حالتی که مواد سیال خورنده باشند ترکیب شود
۲	خوردگی حفرهای	در محل هایی که مواد بصورت اتفاقی از سطح جدا شده اند شروع می شود. اغلب در محل هایی که سیال راکد یا دارای سرعت کم می باشد رخ خواهد داد.
۳	خوردگی گالوانیک	وقتی که دو ماده دارای جنس مشابه نباشد با همدیگر برخورد داشته باشند. محبط آماده شرایط الکترولیز خواهد بود و این نوع خوردگی رخ خواهد داد
۴	خوردگی ناشی از ترک مویی	خوردگی محلی شبیه به حالت حفرهای، بیشتر در محل هایی همچون گسکت ها، پیچ و مهره ها، فلج های لبه ای و هر جا که شکاف وجود داشته باشد رخ می دهد
۵	خوردگی ناشی از اختلاف غلظت یون ها	وقتی که یک سیال خورنده با غلظت های متفاوت یا اکسیژن غیر حلال با سطوح فلز برخورد داشته باشد این نوع خوردگی رخ می دهد. معمولا در سیالات راکد و بدون حرکت ظاهر می گردد.
۶	خوردگی گرافیتی	در چدن ها وقتی که در معرض آب شور اسید ضعیف باشند رخ می دهد نسبت فولاد کم می شود و گرافیت در چدن باقی می ماند در نتیجه مواد با کاهش فولاد نرم می شوند.

- فاکتور دیگری که بایستی به آن توجه ویژه شود، چقرمگی متریال و نوسان آن با دما سبال خواهد بود. که عواملی همچون *PWHT*، اندازه دانه ها، سرعت رشد ترک نوسان دما زیر صفر بر آن موثر می باشند.

- متریال انتخاب شده بایستی شرایطی همچون سادگی فرایند ساخت، روش راحت اتصال دادن، انواع حالت متریال، در دست رس بودن، شرایط اقتصادی، هزینه نگهداری و نصب را داشته باشد.

- از اتصالات معمولاً جهت تغییر جهت جریان، اتصال لوله ها به همدیگر، عوض کردن سایز لوله، پایان رساندن خط، ... استفاده می شود.

- یکی از اتصالات مهم فلنج ها می باشد که انواع آن در جدول ۲-۱۱ ذکر شده اند. فلنج ها براساس *ASME 16.5* به هفت کلاس 150، 300، 400، 600، 900، 1500، 2500 تقسیم می شوند، قدرت تحمل فشار با شماره کلاس افزایش پیدا میکند. البته در انتخاب کلاس فاکتورهای دما، فشار و حس نقش اساسی را بازی می کنند.

- از گسکت ها جهت آبندی بین سطوح فلنج ها استفاده می گردد و بصورت کلی در شکل های ورقه ای، پیچ خورده حلزونی (*Spiral wound*)، رینگ های فلزی جامد در دست رس می باشند.

- در بیوست بطور کامل طبقه بندی متریال ها و روش های تعیین ضخامت و *sch* لوله و کلاس فلنج ها آورده شده است.

جدول ۲-۱۱: انواع فلنج های مورد استفاده در سیستم های لوله کشی

نوع براساس نحوه اتصال	نوع براساس سطح فلنج
فلنج های رزوه ای <i>Thearded Flanges</i>	سطح تخت <i>Flat Faced</i>
فلنج های جوش سوکتی <i>Socket-Welded Flanges</i>	سطح برآمده <i>Raised Face</i>
فلنج های کور کننده <i>Blind Flanges</i>	جوینت رینگی <i>Ring Joint</i>
فلنج های اسلیپ آن <i>Slip-on Flanges</i>	
فلنج های حلقه ای و لبه دار <i>Lapped Flanges</i>	
فلنج های گردن دار <i>Weld Neck Flanges</i>	

- از شیرها اساساً جهت کنترل جهت، میران جریان (دبی) و فشار استفاده می شود. براین اساس شیر ها از تنوع زیادی برخوردار می باشند، هر کدام نسبت به همدیگر مزایا و معایبی دارند و برای کاربرد های خاصی مناسب می باشند. از انواع شیرها می توان انواع شیرهای دروازه ای (*Gate Valve*)، انواع شیرهای تنظیم جریان (*Globe valve*)، انواع شیرهای کروی و سوزنی (*Ball & Needle Valve*)، انواع شیرهای یک طرفه (*Check Valve*)، انواع شیرهای اطمینان (*Safety Valve*)، انواع شیرهای کنترل (*Control Valve*) شیرهای زاویه ای (*Angle Valve*) و شیرهای

بروانه ای (Butterfly Valve) را نام برد. برای اطلاعات تمیای تر می توان به مشخصات فنی ارایه شده در کاتالوگ سازندگان یا استانداردها مراجعه نمود.

- در انتخاب شیرها بایستی فاکتورهایی همچون اطلاعات طراحی (فشار، دما، کاربرد شیر، متریکال) شرایط بالقوه شیر، محدودیت های فضایی، سرویس و توصیف علمی کامل را مد نظر قرار داد.

- در طراحی سیستم بایستی انواع بارگذاری (دراز مدت، انبساطی، نوسانی) را بطور کامل آنالیز نمود و نتایج آنها را در طراحی پیاده کرد.

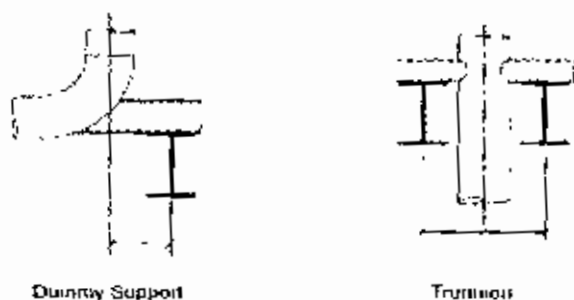
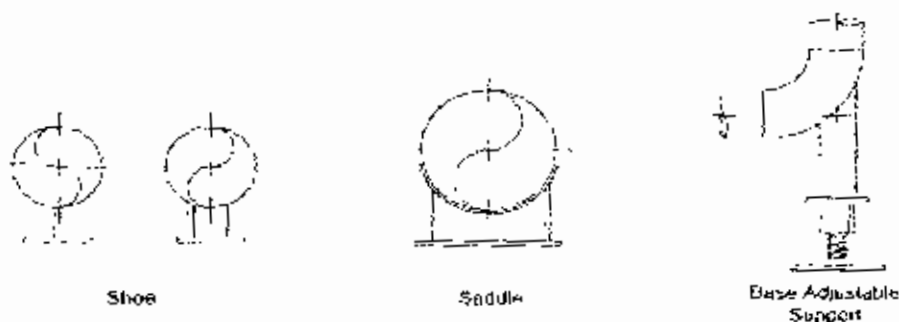
- در آنالیز تنش ابتدا بایستی کلیه بارگذاری ها و شرایط غیر نرمال (تنش های ثانویه، یک و بله) و نقاط تکیه گاهها، خواص مواد، ضریب ایمنی ... به تفصیل مورد بررسی قرار گیرد. در آنالیز تنش، نیرو و جابجایی از فرمول ها و جداول خاصی استفاده می شود که برای اطلاعات بیشتر می توان به هند بوک و کتاب های طراحی Piping مراجعه نمود.

- جهت تعیین نحوه تقویت اطراف انشعابات بدون سه راهی بوسیله پلیت های تقویتی بایستی از روابط و جدول مخصوص استعاده نمود که به طور کامل در فایل CD پیوست آورده شده اند.

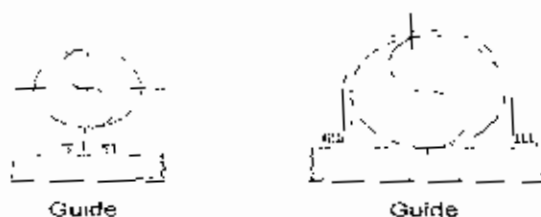
- در مورد خانمایی تجهیزات و خطوط بایستی مواردی همچون تکرانس مناسب برای تعمیرات و نگهداری، فضا برای تعویض دستگاهها، فضا کافی برای دست رسی به ساپورتها، موارد ایمنی (شخصی و آتش نشانی)، فواصل خطوط و شرایط دسترسی فیزیکی انسانی (ارتفاع شیرها) مطابق جداول و استاندارد رعایت گردد.

- معمولا از ساپورت ها و نگهدارنده ها در سیستم لوله کشی برای مقاصدی همچون تحمل وزن سیستم، کاهش تنش های خمشی، کاهش خیر لوله، جذب انبساط حرارتی، تحمل نیروهای اضافی و تحمیلی، کاهش بار روی نازل تجهیزات، جذب ارتعاش سیال، جذب ضربه قوچ سیال، جلوگیری از حرکت لوله، حفظ موقعیت خطوط استفاده می گردد. ۲ معمولا ساپورت ها بصورت ساده، گاید یا راهنما (Guide) و ثابت (Anchor) خواهند بود. ساپورت های ساده فقط وزن سیستم را تحمل میکنند و خط می تواند در هر راستایی حرکت کند (شکل ۲-۴۲). ساپورت های گاید علاوه بر اینکه وزن را به تکیه گاههای زیری منتقل می کنند از حرکت جانبی خطوط نیز جلوگیری می کنند، خط فقط می تواند در راستای محور طولی جابجا شود (شکل ۲-۴۵). ساپورت های ثابت هم وزن سیستم را تحمل میکنند هم اینکه جلوی هرگونه حرکت سیستم را در آن کلیه می گیرند (شکل ۲-۴۶).



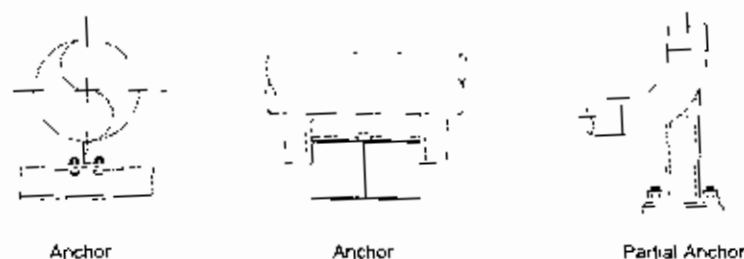


شکل ۲-۴: ساپورت‌های ساده Simple



Examples of Guides

شکل ۲-۵: ساپورت‌های راهنما Guide



Restraints/Anchors

شکل ۲-۶: ساپورت‌های ثابت Anchor

- سیستم های لوله کشی بایستی انعطاف پذیری طبق شرایط محیط و طراحی را داشته باشند، در صورت عدم انعطاف پذیری مواردی همچون نشتی فلنج ها، شکست خستگی، تعمیرات بیش از حد و صدمه به تجهیزات احتمالا برای سیستم پیش خواهد آمد.
- از فاکتورهای مهم طراحی برای سیستم لوله کشی می توان موارد جامایی، طراحی جزئیات اجزاء، سرویس سیالات، نوع اتصالات، دستورهای عملکردی، ضخامت و قطر لوله، فشار و دمای طراحی، حرکت نقاط انتهایی، موقعیت استراکچر را نام برد.
- برای طراحی بایستی از نرم افزارهای کامپیوتری جهت آنالیز تنش، نقشه کشی، برآورد متریکال، حرکت ساپورت ها توسط روش المان محدود و شبیه سازی سه بعدی واحد فرایندی و غیره استفاده نمود.

- مهندسان بایستی شرایط نرمال و غیر نرمال را از لحاظ دمایی برای سیستم و فرایند بررسی نمایند. بعضی از اینگونه شرایط عبر نرمال در جدول ۲-۱۲ بحث شده اند.

جدول ۲-۱۱: شرایط غیر نرمال حرارت در سیستم

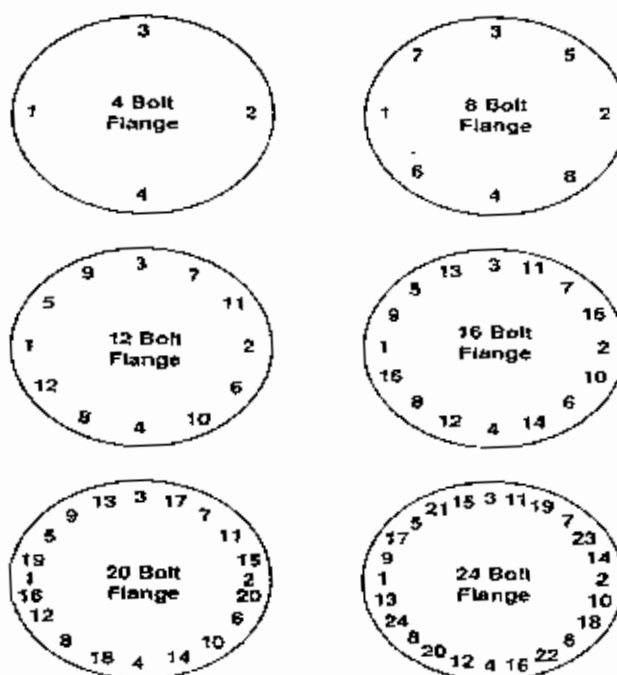
ردیف	نوع	توضیحات
۱	از دست رفتن خنک کاری توسط سیال میانی	تغییرات درجه حرارت در حالتی که سیستم خنک کاری از کار افتد باید در تحلیل ها در نظر گرفته شود. این شامل لوله هایی نیز می شود که در حالت عادی دمایی محدود دارند ولی در صورتی که جریان بسنه شود و سیستم در مقابل نشت آفتاب باشد میر می شود
۲	تمیر کاری بوسیله بخار و زدودن گاز و هوا	در بیشتر خطوط و تجهیزات داخل سایت ها و خطوط خارج از سایت ها هوا و گاز بوسیله بخار از خط خارج می گردد. در این حالت بخار ۳۰۰ درجه فارنهایت و ۱۲۵ psi بخار گرفته می شود مخصوصا خطوطی که به بالای برج ها متصل می باشند بایستی با بخار تمیر شوند. و حتما باید تاثیر این دما بر روی فلز لوله بررسی شود.
۳	جریان فرایند قطع شده در حالی حرارت دادن ادامه دارد	در حاتی که جریان فرایند متوقف می شود ولی حرارت دادن ادامه پیدا می کند پیش خواهد آمد. انعطاف پذیری سیستم بایستی در حداکثر درجه حرارت چک شود. این وضعیت می تواند در حالت گرم کردن سیستم توسط بخار ( Steam Tracing ) رخ دهد.

- در مورد جوشکاری قبلا در بخش ۲-۴ بیشتر توضیح داده شده است.
- عملیات گرم کردن حوئیت ها قبل از جوش ( Pre Heating ) طبق WPS جهت کاهش گرادیان حرارتی شدید، خشک کردن سطح، کاهش اختلاف دما بین فلز پایه و فلز حوش، کمک به پایدار بودن حوضچه های مذاب، کمک به دفع کردن گازهای جذب شده انجام می پذیرد.

- **PWHT** به علت‌های آزاد کردن تنش‌های حرارتی، رفع چروک شدن سطح جوش در طول سرد شدن، آزاد و برطرف نمودن تنش‌های پسماند که به علت گرادیان حرارتی بوجود می‌آیند، بازیابی مقاومت خوردگی مواد جوش و فلز پایه، جلوگیری از بوجود آمدن حالت شکنندگی در مواد و کاهش سختی جوش انجام می‌پذیرد.

- درمورد استفاده از جوینت‌های فلنجی نایستی موارد تمیز کردن سطح آنها، تنظیم فلنج، روانکاری پیچ و مهره‌ها، قرار دادن درست گسکت، بستن و سفت کردن پیچ‌ها بصورت ضربدری (شکل ۲-۴۷) و بیش از حد سفت نکردن بطور کامل رعایت گردید.

- در مورد بازرسی و جوشکاری و عیوب جوشکاری در بخش ۲-۴ بیشتر بحث شده است.  
- فشار تست هیدرو استاتیک معمولاً  $1/5$  برابر فشار طراحی می‌باشد. در حالتی که دمای طراحی بالاتر از دمای تست باشد برای محاسبه فشار تست از فرمول  $P_T = 1/5 P S_T / S$  استفاده می‌گردد. که در آن  $P$  فشار طراحی،  $S$  تنش مجاز در دمای طراحی و  $S_T$  تنش مجاز در دمای تست خواهد بود.



Typical "Criss-Cross" Bolt-Tightening Sequence

شکل ۲-۴۷: روش سفت کردن ضربدری پیچ‌های فلنج‌ها

۲-۹-۲ اطلاعات کلی :

۲-۹-۲-۱ ابعاد و اندازه‌های متعلقات لوله کشی :

در چندین فایل بطور کامل طبق استاندارد **ASME** ابعاد و اندازه‌ها کلیه متعلقات لوله کشی (انواع لوله، انواع اتصالات، انواع فلنج، انواع شیر، پیچ و مهره ...) بر اساس سایز و کلاس (متن کامل و تمام فصل‌های کتاب انگلیسی آلمانی **PIPING EQUIPMENT / MATERIEL**

**Trouvay Cauvin (TC) 1998 PETROLE** شامل لوله ها، فیتینگ های جوشی، محصولات فلنج ها و آب بند ها، فیتینگ های فولادی فورج شده، شیرهای ریخته گری شده، شیرهای فورج شده، استانداردهای **ASTM**، شیرهای صنعتی و جداول تبدیل) در **CD** پیوستی آورده شده اند. فایل های اتوکد مربوط به استاندارد شرکت ملی نفت ایران (**IPS= Iranian Petroleum Standard**) نیز در **CD** پیوستی آورده شده اند. که حاوی اطلاعات خیلی مفیدی (ابعاد، فاصله ها، ساپورت گذاری، عایق کاری...) در زمینه لوله کشی صنعتی می باشد.

#### ۲-۲-۹-۲ دستور العمل ها و استانداردها :

فایل های مربوط به استاندارد **ASME B31.1**، **ASME B31.3** اسلاید های دوره آموزشی دوره **ASME 31.3** استاندارد شرکت نفت ایران **IPS** (کامل در تمام زمینه ها مکانیکال، لوله کشی، سیویل، برق و ابزار دقیق، فرایند، **HVAC** و ...) و دستور العمل ها و اطلاعات مورد نیاز لوله کشی چدن داکتیل بطور کامل در **CD** پیوستی آورده شده اند. اطلاعات معیّدی در مورد **Piping** بصورت جداول و اشکال در پیوست آورده شده است. فایل های کامل هندبوک لوله کشی صنعتی شامل کلیه اطلاعات طراحی در **CD** پیوست آورده شده است.

#### ۳-۲-۹-۲ اطلاعات تکمیلی جوشکاری :

فایل های دوره آموزشی کامل **IWE= International Welding Engineering** (۱۷۰۰ صفحه)، **AWS= American Welding Society**، در **CD** جزوه آورده شده اند. یکی از مهمترین تست های **NDT** تست **RT** می باشد به همین دلیل نمونه هایی از عکس های رادیوگرافی و تفسیر خلاصه آنها در پیوست آورده شده اند. موارد معیّدی جهت انتخاب الکترود و فیلر در پیوست بحث شده است.

## فصل سوم:

## رنگ و عایق

## Painting &amp; Insulation Introduction

## مقدمه:

در این فصل سعی شده است مطالبی بصورت خلاصه در مورد رنگ و سند بلاست سطوح لوله کشی و سازه های فلزی، عایق کاری سرد و گرم خطوط و تجهیزات و همچنین پوشش های سرد لوله های فلزی زیر زمینی و نکات مربوط به هر کدام ارائه شود. و برای کسب اطلاعات کامل تر بایستی به دستورالعمل ها و استانداردهای مختص به آنها مراجعه نمود.

## ۱-۳ رنگ و سند بلاست:

در واحدهای صنعتی سطوح لوله ها، تجهیزات، سازه های فلزی و دیواره ها را جهت جلوگیری از پوسیدگی و بالابردن طول عمر و همچنین متعدد الشکل کردن و زیبایی رنگ آمیزی می نمایند. در واحدهای صنعتی با توجه به حجم کار برای رنگ گروه اجرایی حداکانه ای در نظر گرفته می شود.

یکی از مهمترین کارهایی که بایستی در مورد رنگ بدقت انجام شود و شدیداً بر کیفیت موثر است آماده سازی سطح می باشد. معمولاً رنگ در سه لایه اعمال می گردد که خواص، ضخامت، نوع رنگ، نوع روش اعمال رنگ و غیره در دستورالعمل ها به پیمانکاران ابلاغ می گردد. عموماً رنگ لایه اول *Primer* در شاپ ها قبل از انتقال به سایت جهت جلوگیری از زنگ زدگی و انجام دادن راحت تر سند بلاست در شاپ انجام می پذیرد. لایه های میانی و نهایی *Final*، *Intermediate* بعد از لکه گیری لایه اول در سایت اعمال خواهد شد.

## ۱-۱-۳ مواد تشکیل دهنده رنگها:

رنگها شامل ترکیبات زیر می باشند:

- رنگدانه و پرکننده (*Pigment & Filler*)

- محمل یا رزین (*Resin*)

- مواد افزودنی و کمکی (*Additives*)

- حلال و رقیق کننده (*Solvent & Thinner*)

عمده وظایف رزین عبارتند از:

- مقاومت در مقابل عوامل

- ایجاد چسبندگی روی سطح

- ایجاد فیلم روی سطح

حورنده



- خشک شدن رنگ

از مهمترین انواع رزینها می توان به موارد زیر اشاره نمود

- رزینهای آلکیدی - رزینهای اپوکسی - رزینهای اپوکسی کولتار - رزینهای پلی یورتان

- رزینهای کائوچو - رزینهای سیلیکونی - رزینهای آکریلیک - رزینهای فنولیک

- رزینهای غیر آلی پایه سیلیکات

انواع رنگدانه عبارتند از

- رنگدانه های آلی - رنگدانه های غیر آلی (معدنی) - رنگدانه های فلزی - رنگدانه های شب رنگ

انواع رنگدانه معدنی عبارتند از

- اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) - اکسید روی ( $ZnO$ ) - اکسید آنتیموان ( $Sb_2O_3$ )

- اکسید سرب ( $Red Lead - Pb_2O_3$ ) - اکسیدهای آهن ( $FeO$  و  $Fe_2O_3$ ) - کرومات ها

بطور خلاصه مهمترین خواص حلالها رنگ عبارتند از :

- قدرت حلالیت - میزان تبخیر - نقط اشتعال و قابلیت شعله وری - سمیت - خلوص - وزن مخصوص - میران رطوبت - قدرت اسیدی و قلیائی آنها - مواد کمکی و افزودنی ها

این مواد به مقدار بسیار جزیی برای ایجاد یکسری خواص مطلوب و همچنین جلوگیری از پیدایش خواص نامطلوب به رنگ اضافه می گردد. مهمترین مواد افزودنی عبارتند از :

- مواد خشک کننده - مواد ضدپوسته - مواد نرم کننده - عوامل جریان دهنده - عوامل معلق کننده

- ضد قارچها - ضد خزه - مواد ضد کف - مواد ضد یخ - مواد جذب کننده نور ماورای بنفش

### ۳-۱-۲ انتخاب سیستم رنگ

#### ۱- سیستم رنگ قابل تبدیل آلکیدی

این سیستم بر پایه روغن که در یک واکنش با رزین ترکیب شده و دارای رنگدانه معدنی و آلی بوده و برای بهبود آن افزودنیهای به آن اضافه شده، قرار دارد. این سیستم از طریق اکسیداسیون خشک می شود. رنگ یک جزئی بوده و بسادگی قابل مصرف است. از خصوصیات آن: پائین بودن قیمت، تعمیر ساده، چسندگی خوب و دوام قابل قبول می باشد. از معایب آن می توان به مقاومت اندک در مقابل اسیدها، بارها و عدم کاربری در داخل محازن که تماس با مایعات- بویژه

آب- دارند، اشاره نمود. برای رنگ آمیزی ساختمانها که بیشتر حالت تزئینی دارند و همچنین سازه های فلزی در شرایط متفاوت مورد استفاده قرار می گیرد. پرایمر آن معمولا رنگ آلکیدی اکسید سرب می باشد

## ۲- پوشش های اپوکسی Epoxy Coating

این پوشش از حمله پوشش های با خواص ویژه، مقاومت بسیار خوب، دوام قابل قبول در شرایط معمولی، در مجاورت مواد شیمیایی و رطوبت (آب) می باشد. اینها در صورتی حاصل می گردد که بتوان روش آماده سازی سطح و اجرای رنگ را به طور صحیح انجام داد. این سیستم از دو جزء تشکیل شده و اجزاء پس از ممزوج شدن و اعمال بر روی سطوح در اثر اکسیداسیون خشک می شوند. سرعت خشک شدن به درجه حرارت محیط بستگی دارد. هنگام اجرا، دمای محیط نباید کمتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد.

از پوشش اپوکسی می توان بعنوان لایه های پرایمر، میانی و نهائی بهره جست. همچنین می توان پس از اعمال پرایمر اپوکسی از نوع *Zinc Rich* برای لایه اول و سپس لایه های بعدی استفاده نمود. تنها عیب آن این است که در برابر اشعه خورشید (*UV*) دچار حالت رنگ پریدگی می شود سیستم اپوکسی بسته به نوع کاربری و محیط خورنده با روش های گوناگون بهبود می یابد. از اپوکسی های اصلاح شده می توان به اپوکسی فنول که در مقابل مواد شیمیایی دارای مقاومت بسیار عالی است و *Coal Tar Epoxy* که در برابر آب و مواد قلیائی و سایر مواد قلیائی موجود در خاک مقاوم است، اشاره نمود.

پوشش *Coal Tar Epoxy* علاوه بر مقاومت خوب در برابر سایش می تواند حفاظت قابل قبولی برای سطوح غوطه ور، پوشش داخل مخازن و شبکه های انتقال آب، سازه های فلزی شناور در آب و آب دریا و سازه های تکیه در زیر خاک مدفون می شوند (*Under ground structures*) داشته باشد.

این پوشش از آنجائیکه با فامهای سیاه و قهوه ای مایل به سیاه مصرف می شود جنبه تزئینی ندارد. مصرف آن در مخازن آب آشامیدنی توصیه نمی شود. با توصیف فوق امروزه کاربرد رنگ های اپوکسی اصلاح شده در صنایع مختلف نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه و غیره بسیار متداول می باشد.

## ۳- سیستم پلی اورتان

این سیستم دو جزء (جزء *A* و جزء *B*) بوده و با ترکیب اجزاء اولیا (*Polyol*) هیدروکربور ایزوسانات، فیلم مقاومی تشکیل می شود. این سیستم می تواند به تنهایی در سه لایه و یا بر روی اپوکسی بعنوان لایه سوم مصرف گردد.

بخاطر مقاومت بسیار خوب در مقابل UV از جمله سیستم‌های مناسب در برابر نور خورشید می باشد در سازه های متعارف و در صنایع هواپیما و هلیکوپتر سازی مورد استعاده قرار می گیرد.

#### ۴- سیستم سیلیکات روی

این پوشش بخاطر دوام بسیار عالی و مقاومت در برابر خوردگی بعنوان پوشش ضد خوردگی در شرایط دشوار آب و هوایی برای سطوح فلزات آهنی استفاده می شود. در برابر مواد شیمیائی مقاوم بوده و دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد را بخوبی تحمل می نماید. در سالهای اخیر کاربرد این پوشش برای حفاظت از تأسیسات صنعتی بسیار متداول شده و آن را میتوان به تنهایی و یا لایه های بعد از اپوکسی، مورد استعاده قرار داد. نکته قابل توجه در مورد این پوشش آنست که هنگام احرای آن حتماً اتمسفر باید مرطوب باشد. لذا در مناطقی که هوا خشک است به هنگام اجرای پوشش سیلیکات روی باید محیط مرطوب ایجاد کرد که این کار با پاشش آب در محیط صورت میگیرد.

#### ۵- سیستم رنگ های سیلیکونی (Silicone Based Paints)

این سیستم مقاوم در برابر دمای بالا (تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد) بوده و تا مدهای طولانی می تواند این دما را تحمل نماید. مهمترین پوشش حرارتی مقاوم از این سیستم بر پایه رزین سیلیکون و رنگدانه مقاوم می باشد. بطور کلی سیستم سیلیکونی به سه گروه پوشش مقاوم حرارتی زیر تقسیم می شود:

- پوشش سیلیکونی مقاوم در دمای پائین (تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد) که از جنس سیلیکون پلی استر می باشد.

- پوشش سیلیکونی مقاوم در دمای متوسط (تا ۴۵۰ درجه سانتیگراد) با پایه سیلیکون و پودر آلومینیوم.

- پوشش سیلیکونی مقاوم در دمای بالا (تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد) با رزین سیلیکون و رنگدانه مقاوم به حرارت.

آنچه قبل از اجرای این سیستم مهم است آماده سازی سطح با استانداردهای بالا می باشد

#### ۶- سیستم های رنگی کلره کائوچو (Chloinated Rubber Systems)

این نوع رنگها از جمله سیستم های رنگی تغییر ناپذیر (Non Convertible Coating) می باشند. بدین معنی که ساختار آنها پس از خشک شدن تغییر نمی کند و با از دست دادن حلال خشک می شوند این رنگ ها یک جرئی بوده و در مقابل مواد شیمیائی، رطوبت و آب کاملاً مقاوم می باشند از نظر کاربرد در لایه میانی بسیار توصیه می شود چون به لایه های قبلی و بعدی چسبندگی خوبی دارد. از ویژگیهای دیگر این پوشش خشک شدن در دماهای مختلف حتی زیر صفر می باشد. به این گروه از رنگها به دلیل آنکه در مقابل حرارت مقداری نرم می شوند، ترموپلاستیک می

گویند. از اینرو در مناطق گرم توصیه نمی شوند ولی، در مناطق سرد سیر کاربرد فراوان دارند. این سیستم بخاطر عدم مقاومت، در رنگ روئی توصیه نمی گردد.

## ۷- سیستم رنگهای کوره ای

رنگها در دمای بالاتر زودتر خشک می شوند و تا اندازه ای مقاومت مکانیکی آنها بالاتر می رود. بر این اساس، فرمولاسیون تعدادی از رنگ ها شکلی می باشد که برای هر چه سریعتر خشک شدن در معرض گرمای زیاد ناید قرار گیرند. لذا، در صورتی که این سیستم رنگ پس از احرا در معرض حرارت قرار نگیرد چه بسا مدتها بصورت خسیس باقی بماند. از اینرو در هنگام ساخت و سائل خانگی و نظائر آن بدین شکل عمل می شود که بعد از رنگ آمیزی، قطعات مربوطه در کوره های مناسب و در مدت زمان معین پخت می گردند. زمان، بستگی به ضخامت و جنس پوشش خواهد داشت

از این نوع رنگ می توان به رنگ کوره ای ملامین آلکید و آلکیداوره اشاره نمود که بمدت ۱۵ الی ۳۰ دقیقه و در دمای ۹۰ الی ۱۵۰ درجه سانتیگراد در کوره قرار داده می شوند. پوشش ایجاد شده دارای چسبندگی و مقاومت مکانیکی خوبی می باشد. از انواع دیگر رنگ کوره ای میتوان به رنگ اکریلیک کوره ای اشاره کرد که به مدت ۱۵ دقیقه تا دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد پخته شده که علاوه بر چسبندگی و مقاومت مکانیکی، در برابر نور ماوراء بنفش نیز مقاوم بوده و درخشندگی آن بسیار خوب است.

## ۳-۱-۳ کنترل شرایط محیطی

به منظور موفقیت در عملیات اجرایی آماده سازی سطوح، اعمال و مرحله پخت پوشش، کنترل شرایط محیطی ضروری می باشد. پارامترهای محیطی که باید کنترل و نظارت شوند عبارتند از:

- دمای هوا؛ - دمای سطح؛ - رطوبت نسبی (RH)؛ - دمای نقطه شبنم (Dew-Point)؛  
- اختلاف بین دمای سطح و دمای نقطه شبنم

باید دقت شود شرایط کار طوری تنظیم گردد که این شرایط با شرایط ایده آل ذکر شده در کاتالوگ شرکت های سازنده رنگ مطابقت داشته باشد.

## ۳-۱-۴ آماده سازی سطوح فلزی قبل از رنگ آمیزی

آماده سازی سطح کار، یکی از عوامل مؤثر در اجرای صحیح رنگ آمیزی، استفاده درست از رنگ و آستر و نیز بهره برداری از حداکثر عمر معبد رنگ است که در ضمن، پرهزینه ترین مرحله رنگ آمیزی می باشد. طول عمر پوششها به میزان درجه آماده سازی سطح بستگی فراوانی دارد. دو علت اصلی برای آماده سازی سطح وجود دارد:

- تمیز شدن سطح برای کاهش تخریب زودرس سیستمهای پوششی؛

- به دست آوردن سطحی با زمینه و زبری مناسب که به راحتی توسط رنگ، مرطوب شود تا چسبندگی رنگ به سطح را افزایش دهد

به طور کلی روشهای آماده سازی به شکل زیر طبقه بندی می گردند:

### ۱- روشهای مکانیکی

- آماده سازی با وسایل دستی؛ - آماده سازی با ابزارهای الکتریکی؛ - اشیدن آب؛ - بلاستینگ؛

### ۲- روشهای شیمیایی و فیزیکی

- چربی زدایی با حلال (اسیدشویی، با مواد قلیای، غوطه وری در الکترولیت)

- روشهای حرارتی و انرژی (استفاده از شعله؛ استفاده از امواج ماوراء صوت؛ استفاده از لامپ؛ استفاده از اشعه لیزر)

### ۳-۱-۴-۱ تمیزکاری با ابزار دستی (Scraping Hand Tool Cleaning)

با استفاده از کاردک، برس زبر، سمباده و وسایل اصطکاک دهنده، زنگ و آلودگی سطح را به طور مکانیکی و دستی حتی الامکان پاک کرده ولی برای از بین بردن رنگهای چسبیده به سطح یا ناشی از جوش و خورد فلز مؤثر نمی باشند. تأثیر این روش کمتر و زمان لازم بیشتر و دارای هزینه بالایی می باشد.

### ۳-۱-۴-۲ تمیزکاری با ابزار ضربه زننده برقی (Impact Power Tool Cleaning)

با استفاده از برسهای سیمی برقی، وسایل ضربه زننده مانند آسیابهای برقی، ارتعاش دهنده ها و چکشهای مکانیکی و سنگزنهای برقی کلیه رنگهای کهنه و مواد زائد سطح را پاک کرده ولی سطح به طور کامل آماده رنگ زنی نمی گردد. استفاده زیاد از این وسایل ممکن است منجر به تخریب سطح قطعه گردد.

### ۳-۱-۴-۳ تمیزکاری به کمک شعله (Flame Cleaning)

شعله اکسی استیلن داغ و پرفشار را روی سطح قطعه گرفته و کلیه زنگ و مواد خارجی و زاید را از روی سطح فلز جدا می کنند و سپس با کمک برس سیمی و در صورت لزوم یک حلال سطح را پاک و قبل از سرد شدن کامل آن، آن را با لایه آستری می پوشانند. این روش برای فولاد نو و رنگ نشده کاربرد دارد. قبل از به کار بردن شعله، سطح بایستی به کمک حلال، تمیز و سپس از خشک شدن کامل سطح اطمینان حاصل نمود. قبل از گرفتن شعله، اضافات جوش به کمک قلم یا کاردک زدوده شود، این روش به دلیل هزینه زیاد و خطرات مختلفی که استفاده کردن از درجه حرارت های بالا ایجاد می کند، کمتر استفاده می شود.



## ۳-۱-۴ تمیزکاری به کمک سایش با شن (Sand Blasting)

در این روش ذرات ساینده، تحت فشار و با سرعت از دهانه نازل یا چرخهای گریز از مرکز بر روی سطح قطعه پرتاب گشته و آن را صیقل می‌دهند و نهایتاً سطح با درجات مختلف براقیت حاصل می‌گردد.

مواد مصرفی در بلاستینگ عبارتند از:

**Sand-** ذرات ریز شن و ماسه؛ **Shot** - گلوله های کروی کوچک فلزی یا پلیمری؛  
**Grit** - ذرات گوشه‌دار و جی‌شکل فلزی یا پلیمری (ساجمه شکسته یا براده‌های فلزات و مواد پلیمری)؛

در انتخاب ذرات مناسب به عواملی همچون نوع، اندازه، شکل، ترکیب شیمیایی، وزن مخصوص، قابلیت تهیه، رنگ و قیمت دقت شود. هنگام بلاستینگ فاکتورهای زیر را باید تحت کنترل داشت:

- وزن مخصوص مواد ساینده - سختی ذرات ساینده - انتخاب قطر نازل  
 - انتخاب فشار هوای نازل - شرایط جوی هنگام بلاستینگ - زمان و مدت انجام بلاستینگ؛

عوامل مهم در انتخاب ذرات بلاستینگ عبارتند از:

- طبیعت سطح فلز (سختی، درجه زنگ‌زدگی)  
 - هدف از تمیزکاری (تعمیر، محافظت، نگهداری و...)  
 - پروفیل نهایی و درجه تمیزکاری سطح (حساسیت انجام کار)  
 - نوع سیستم بلاستینگ (استفاده از نازل، چرخ‌های گریز از مرکز / سانتریفوژ)  
 در رابطه با سطوح آماده شده، چهار مؤسسه استاندارد شناخته شده به نامهای انجمن ملی مهندسين خوردگی (NACE)، انجمن پوششهای حفاظتی (SSPC)، استاندارد سوندی (SS)، استاندارد برقیایی (BS)، تقسیم‌بندی واحدی از سطوح تمیز شده دارند. این تقسیم‌بندی بر روشهای مکانیکی استوار است.

## الف - بلاستینگ سبک یا برس زنی (Sa1) (Brush off / Light Blast Cleaning)

در این درجه، سطح فلز از زنگ و رنگهای کهنه پاک شده و همچنین عاری از روغن، گریس، آلودگی و گرد و عیار می‌شود و بلاستینگ سبک انجام می‌گیرد. در این مورد پوسته‌های اکسیدی چسبنده، زنگ و رنگهای چسبنده به سطح باقی می‌مانند.

## ب - بلاستینگ تجارتي (Sa2) (Commercial Blast Cleaning)

در این درجه حدود ۶۰٪ زنگ و رنگهای کهنه پاک شده و نهایتاً سطح با فشار هوا یا ایجاد مکش، تمیز می‌گردد. رنگ سطح خاکستری تیره به نظر می‌رسد. این روش برای محیطهای معتدل و استفاده از پرایمرهای بازدارنده مناسب است.

### ج - بلاستینگ تا حد نزدیک فلز سفید (Sa2.5) (Near - White Metal Blast Cleaning)

در این درجه از تمیزکاری سطح، حدود ۷۵٪ از رنگ و زنگهای کهنه و مواد زائد، پاک گشته و بلاستینگ به طور کامل و دقیق صورت گرفته است. تنها سایه‌ای روشن روی سطح فلز دیده می‌شود و سطح خاکستری روشن به نظر می‌رسد. این حالت حداقل میزان قابل قبول آماده‌سازی سطح برای سرویسهای مفروق در آب است.

### د - بلاستینگ تا حد فلز سمید (Sa3) (White Metal Cleaning)

تمام آلودگی‌ها (روغن، گریس) و مواد زائد و زنگ‌ها از روی سطح پاک و بلاستینگ صددرصد انجام شده است و سطح نمونه کمی زیر می‌باشد. رنگ سطح سفید براق به طور یکدست و خالص نمایان می‌گردد. نظر به اینکه هزینه انجام این روش زیاد می‌باشد فقط برای شرایط بسیار خورنده که هزینه زیاد توجیه دارد به کار می‌رود.

برای اجرای سند بلاست به تجهیزات زیر نیازمندیم:

- کمپرسور هوا با ظرفیت مناسب و کافی
- دیگ ماسه با شرایط کاری مطلوب

- شلنگ هوا با خصوصیت فشار قوی با متعلقات مربوط (کوپلینگ های آن)

- نازل ویژه مناسب با شلنگ و فشار اعمالی
- مخزن ذخیره هوای فشرده
- جداکننده و یا گیرنده رطوبت و روغن از هوای فشرده
- ماسه با درجه خلوص دانه بندی مناسب

- توری جهت صافی ماسه

عملیات سذبلاست برحسب استانداردهای رابح انجام میشود ولی در حال حاضر بیشتر از استاندارد سوئدی SIS، که به Sa3، Sa 2 1/2 و Sa2 تقسیم‌بندی میگردد. در جدول ۱-۳ میزان صافی سطح در استانداردهای مهم رنگ با هم مقایسه شده اند. در جدول ۲-۳ میزان هوای مصرفی و مواد ساینده در روش بلاستینگ براساس قطر نازل پاشش ذکر شده است. (CFM = فوت مکعب بر دقیقه (واحد دبی))

جدول ۱-۳ مقایسه استانداردهای معروف و متداول جهان در مورد بلاستینگ

SURFACE CONITION	AMERICAN SPECIFICATIO N	N.A.C.E STANDARD N.A.C.E	BRITISH STANDARD 4232	SWEDISH STANDARD
WHITE METAL	SSPC.SP.5	NACE 1	FIRST QUALITY	SA.3
NEAR WHITE MATAL	SSPC.SP.10	NACE =2	SECOND QUALITY	SA.2 1/2
COMMERCIAL BLAST	SSPC.SP.6	NACE =3	THIRD QUATITY	SA.2
BRUSH OFF BLAST	SSPC.SP.7	NACE = 4		SA.1

جدول ۳-۲ میزان مصرف هوا در فشار ۱۰۰ Psi و مصرف مواد ساینده

مصرف ساینده در ساعت	هوای مورد نیاز (۱۰۰ psi)	سوارخ نازل
۲۶۰ lbs	۶۰ CFM	$\frac{3}{16}$ "
۴۹۰ lbs	۱۰۵ CFM	$\frac{1}{4}$ "
۸۱۲ Lbs	۱۶۰ CFM	$\frac{5}{16}$ "
۱۱۵۲ lbs	۲۳۲ CFM	$\frac{3}{8}$ "
۱۵۸۴ lbs	۳۱۵ CFM	$\frac{7}{16}$ "
۲۰۲۴ lbs	۴۱۲ CFM	$\frac{1}{2}$ "
۲۵۱۸ lbs	۵۰۸ CFM	$\frac{5}{8}$ "
۳۱۷۴ lbs	۸۴۰ CFM	$\frac{3}{4}$ "

### ۳-۱-۵ روش های اجرای رنگ

روش های متداول اجرای رنگ و سیستم های حفاظتی سطحی که در این قسمت شرح داده میشود عبارتند از:

قلم مو ، غلطک، سیستم پاشش رنگ توام با جریان هوا و سیستم پاشش رنگ بدون هوا. روش های اجرای رنگ آمیزی دیگری نیز در خطوط رنگ آمیزی بعضی از صنایع متداول می باشند که از آن جمله: *Electro Static System* ، *ROLLER COATING SYSTEM* ، *CURTAIN COATING SYSTEM* می باشند که در اینجا فقط به ذکر نام آنها اکتفا می شود.

### ۳-۱-۵-۱ رنگ آمیزی با قلم مو

روش رنگ آمیزی با قلم مو در مقایسه با روش های دیگر از نظر سرعت پیشرفت کار بسیار کند می باشد ولی برای رنگ آمیزی در بخش ساختمان و همیطور در رنگ آمیزی سطوح کوچک و لکه گیری ها بطور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد. این روش برای سطوح خاص و پیچیده که استفاده از سیستم های پاششی موجب ضایعات زیاد یا رنگ آمیزی خارج از کنترل بعضی از قسمتهای دیگر می شود نیز مناسب است.

### ۳-۱-۵-۲ رنگ آمیزی با غلطک

این روش نسبتاً از رنگ آمیزی با قلم مو برای سطوح بزرگ سریع تر می باشد و برای اجرای پوششهای حفاظتی و رنگهای ساختمانی بکار برده می شود. در این روش اجرای رنگ آمیزی با

ضخامت تعیین شده به سادگی ممکن نیست. همینطور مانند روش اجرای رنگ آمیزی با قلم مو. اجرای سیستم های پوششی با لایه ضخیم و یکنواخت (*High Build*) با این روش به دست نمی آید. با توجه به رنگ و وضعیت سطح مورد رنگ آمیزی، انتخاب غلطک با طول پرز و ابعاد مناسب اهمیت زیادی دارد.

### ۳-۵-۱-۳ رنگ آمیزی با سیستم پاشش رنگ و جریان هوا

این روش بطور وسیعی مقبولیت داشته و مورد استفاده قرار گرفته و در مقایسه با روشهای قبلی سریعتر می باشد. انزار و لوازم این سیستم نیز نسبتاً ساده و ارزان می باشد. در این روش رنگ به کمک هوا بصورت پودر بر روی سطح مورد نظر پاشیده می شود. نسبت مخلوط شدن هوا و رنگ همینطور میزان فشار هوا و جریان رنگ را بایستی بحوبی رعایت نمود تا رنگ در زمان خروج از نازل تشکیل پودر یکنواخت داده و پودر رنگ بخوبی پاشیده شده و فیلم رنگ بدون نقص تشکیل گردد.

### ۳-۵-۱-۴ رنگ آمیزی با سیستم پاششی بدون هوا (*Airless Spray*)

به عکس سیستم پاششی با جریان هوا در این روش پاشش رنگ بدون مخلوط شدن با جریان هوا انجام می گیرد و حالت پودری (*Atomisation*) رنگ در زمان پاشش در نتیجه فشار وارد شده به رنگ (*Hydraulic Pressure*) و عبور آن از نازل های مخصوص با طراحی خاص به دست می آید. فشار هیدرولیک لازم معمولاً توسط پمپ هایی که با جریان هوا کار می کنند به دست می آید. نسبت فشار جریان رنگ به جریان هوا در این روش معمولاً بسیار بالا و بین 20/1 تا 60/1 است و نسبت 45/1 بسیار متداول می باشد. مریای مهم استفاده از روش پاشش رنگ بدون هوا (*Airless Spray*) به شرح زیر می باشد:

- سرعت رنگ آمیزی. - اجرای لایه رنگ با ضخامت زیاد (*High Build*) - کاهش ضایعات

### ۳-۱-۶ شستشوی سطح:

بعد از انجام کلیه کارهای مکانیکی روی اسکلت فلزی، خطوط لوله کشی، تجهیزات مکانیکی مختلف و تحویل آنها به گروه رنگ، گروه اجرایی بوسیله دستگاه *Waterjet* کلیه سطوح رنگ لایه برایمر را جهت برداشتن گرد و غبار، کثافات، لایه های روغنی و رنگ زدگی جزئی شستشوی می دهند. بدین جهت سطح را برای پاشش لایه های دیگر آماده می کنند.

### ۳-۱-۷ مراحل کار:

بعد از شستشو، سرجوش ها و محل هایی که رنگ لایه اول آنها آسیب دیده باید توسط رنگ لایه اول یا رنگ مخصوص *Touchup* و لکه ردایی شوند. بعد از لکه گیری کل سطح در فرمت های خاصی تحویل ناظران QC داده می شود و سطح برای اعمال رنگ لایه دوم آماده شود.



بعد از اعمال وچک کردن ضخامت لایه رنگ و بازرسی سطوح از لحاظ کیفیت ظاهری ( ترک ، پوسته پوسته شدن ، صافی ، دانه دانه نبودن ، درخشش . لکه نداشتن ... ) ناظران QC کار انجام گرفته را تایید می نمایند.

کنفیت رنگ اعمال شده به فاکتور های جوی مثل دمای سطح ، رطوبت ، آفتاب شدیداً وابسته است بنابراین بر اساس شرایط جوی محیط ، در واحد های صنعتی ساعات مناسبی از طول روز برای اعمال رنگ در نظر گرفته می شود. در بقیه ساعات روز گروه های اجرایی مشغول آماده کردن سطوح یا بر طرف نمودن مشکلات سطوح رنگ شده خواهند بود. با توجه به دید محدود و دقتی بودن عمل رنگ آمیزی، مجوز اعمال رنگ برای شیفت های کاری شب داده نمی شود. و به همین ترتیب رنگ لایه نهایی با دقت بیشتری اعمال می گردد. با توجه به اینکه رنگ ها از مواد شیمیایی گوناگون ساخته می شوند در موقع نگهداری، میکس کردن و اعمال بایستی کلیه دستورالعمل های شرکت های سازنده رعایت گردد. نکات ایمنی با توجه به سمی بودن بخارات و درات و آتش زا بودن مواد شدیداً رعایت شود. نمونه ای از مشخصات فنی یک نوع رنگ ( لایه پرایمر، میانی و نهایی) در شکل ۶-۱ آورده شده است.

#### FULL PRIMER SYSTEM

► Paint type	...	...	Polyanisole zinc rich epoxy primer
► Supplier	...	...	HEMPER
► Reference	...	...	HEMP4DUR 15360 with hardener 93740
► Colour	...	...	Red-grey
► Thinner	...	...	06450 (10%)
► Application	...	...	airless spray gun
► Coats number	...	...	1
► Dry film thickness	...	...	75 µm (-0/+ 10 µm)
► Drying time before handling/recovering	...	...	1 hour / 3 hours at 20°C
► Clearing solvent	...	...	06450

#### UNDERCOAT

► Paint type	...	...	two components epoxy micaaceous iron Oxide pigmented epoxy
► Supplier	...	...	HEMPER
► Colour	...	...	Light Grey
► Thinner	...	...	06450
► Application	...	...	Airless spray gun
► Coats number	...	...	1
► Dry film thickness	...	...	125 µm (-0/+ 10 µm)
► Dry time before handling / recovering	...	...	2 hours / 12 hours at 20°C
► Clearing solvent	...	...	06450

See annexed technical sheet.



#### FINISHING COAT

- Paint type . . . . . Acrylic polyurethane
- Supplier . . . . . HEMPEL
- Reference . . . . . HEMPATANE 55210
- Colour . . . . . Light Grey RAL 7032
- Thinner . . . . . D8080
- Application . . . . . Airless spray gun
- Coats number . . . . . 1
- Dry film thickness . . . . . 50 µm (0/+10 µm)
- Drying time before handling/covering . . . . . 8 hours at 20°C
- Cleaning solvent . . . . . D8060

#### INSPECTION

- Total thickness . . . . . 250 µm checked by magnetic measurement

Note : Treatment for small sheet steel welded by discontinuous soldering.

- Sand blasting SA 2 1/2
- Degreased if required
- Primer coat . . . . . HEMPADUR 15360
- Tightness by SIKAFLEX or similar product
- Intermediate coat . . . . . HEMPADUR 47200
- Finishing coat . . . . . HEMPATANE 55210

شکل ۳-۱: مشخصات فنی یک رنگ

## ۲-۳ عایق کاری : Insulation

مقدمه:

در واحد های صنعتی جهت حداقل کردن افت های حرارتی و جلوگیری انتقال حرارت از سیستم به بیرون و یا از بیرون به سیستم ، حفاظت افراد از خطرات تماس با لوله و تجهیزات گرم و سرد و جلوگیری از انتشار بیش از حد سر و صدای اضافی، طبق نظرات طراح و مهندسان پروسس و دستورالعمل های اجرایی سایت خطوط و تجهیزات را عایق کاری می نمایند. عایق کاری بسته به اینکه سرویس داخل لوله ها یا تجهیزات سرد و گرم باشد به عایق کاری گرم و سرد تقسیم می شود. روش اعمال و کار یکسان می باشد ولی احتمال دارد نوع مواد بکار رفته و ضخامت آنها و نحوه سایوریت بندی باهمدیگر متفاوت باشند

قبل از عایقکاری یک یا ۲ لایه رنگ روی سطوح جهت جلوگیری از خوردگی سطحی اعمال می گردد. عایقکاری برحسب نوع و شکل متریکال بکاربرده شده و روش انجام آن به روش های گوناگونی انجام می پذیرد.

ممبرال ها عایق معمولاً به شکل های متفاوت مثل رولی و باندی ، بتویی ، شکل لوله (انعطاف پذیر) و شکل لوله (صلب)، مواد اولیه جهت ریخته گری و تزریق و از جنس های پشم شیشه ، پشم سنگ ، مواد شیمیایی مثل فوم های خاص ، بلوک های کلسیم سیلیکات ، لایه های پورتان در ضخامت های متفاوت در صنعت یافت می شوند.

### ۱-۲-۳ عایق کاری گرم: Hot Insulation

در شکل ۲-۳ لیست استاندارد هایی که مربوط به عایق کاری گرم می شوند لیست شده است. در جدول ۳-۳ انواع عایق و کاربرد های آنها طبقه بندی شده است. در جدول ۴-۳ مواد مصرفی عایق و پوشش محافظ عایق در برابر آب و هوا برای مصارف گوناگون آورده شده است. در جدول ۵-۳ ضخامت مورد نیاز عایق گرم جهت جلوگیری از هدر رفتن حرارت و نحوه لایه بندی عایق در حالت چند لایه ای لیست شده است.

در بعضی از کاربرد های خاص که افت های حرارتی حلی کوچک نیز مهم می باشد محیط لوله را توسط جریان بخار در دمای مورد نظر گرم نگاه می دارند که به این روش *steam tracing* گویند. این روش یا بصورت لوله های سایز پایین کویل مانند دور خط اصلی یا بصورت ژاکت کردن خط داخل یک لوله سایر نالتر انجام می پذیرد، در جدول ۶-۳ سایز لوله پوشاننده در این روش براساس سایز خط اصلی آورده شده است.

در جدول ۷-۳ ضخامت عایق در حالت محافظت فردی جهت لوله بر اساس سایز و روی تجهیزات لیست شده است. در جدول ۸-۳ ضخامت عایق صوتی در ۳ کلاس متفاوت بحث شده است.

مواد عایق باید کیفیت و ظاهر خوبی داشته باشند، از لحاظ شیمیایی خنثی باشند، غیر سورفوریک و ضد پوسیدن و حانورزایی باشند، غیر قابل نفوذ آب و بخار، برای سلامتی مضر نباشند، بر روی تجهیزات و لوله ها اثرات خوردگی نداشته باشند، غیر قابل اشتعال، شامل آزرستن نباشند. در جدول ۹-۳ و ۱۰-۳ به ترتیب خواص مکانیکی مواد یک نوع عایق و پوشش های محافظ عایق آورده شده است. که فقط برای نمونه می باشد و در سایر موارد و اطلاعات دقیق تر باید به کاتالوگ های شرکت های سازنده این مترال مراجعه نمود.

مواد سیم و توری برای نگه داشتن مواد عایق باید از جنس فولاد رنگ نزن نوع ۳۰۴ و آیل شده با حداقل قطر ۱.۲۲ mm. ناند با عرض ۱۳ یا ۱۹ mm و ضخامت ۰.۵ mm از جنس فولاد رنگ نزن نوع ۳۰۴ و آیل شده، پرچ ها از جنس فولاد رنگ نزن نوع ۳۰۴ و آیل شده نوع چشمی با ابعاد

$4.8 \times 10 \text{ mm}$  و پیچ ها از جنس فولاد زنگ نزن نوع ۳۰۴ و آنیل شده با انتهای شیار دار و حالت خود رو (self tapping) با ابعاد  $4 \times 12 \text{ mm}$  باشند.

ASTM A167	Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Sheet and Strip
ASTM A463	Specification for Steel Sheet, Aluminum-Coated by the Hot Dip Process.
ASTM B209	Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate
ASTM C165	Test Method for Measuring Compressive Properties of Thermal Insulation
ASTM C547	Specification for Mineral Fiber Pipe Insulation
ASTM C552	Cellular Glass Thermal Insulation
ASTM C592	Mineral Fiber Blanket Insulation and Blanket Type Pipe Insulation ( metal mesh covered )
ASTM C612	Specification for Thermal Fiber Block and Board Thermal Insulation
ASTM C795	Specification for Thermal Insulation for use in contact with Austenitic Stainless Steel.
EEMUA 142	Acoustic Insulation of Pipes , Valves and Flanges
BS 476 Pt 7	Method of test to determine the classification of the surface spread of flame of products
BS 3958 Pt 4	Bonded pre-formed man made mineral fiber pipe sections
BS 5970	Thermal Insulation of Pipework and Equipment in Temperature Range $-100^{\circ}\text{C}$ to $+870^{\circ}\text{C}$

شکل ۳-۲ : لیست استاندارد های عایق کاری گرم

## جدول ۳-۳: طبقه بندی انواع عایق و موارد کاربرد

TABLE 1 : INSULATION, CLASSIFICATION AND GENERAL CONDITION OF USE

Type Codes	Classification		Insulation Thickness Table No. Ref.	Insulation Thickness Selection Consideration	Notes
HC / HCF	Heat Conservation (Process Line) where normal operating Temps exceed 93°C		Table 3	Normal Operating Temp. of Process fluid and nominal pipe size	Each section of the Equipment having defined sections operating at differing temperatures may be insulated to suit its individual temperature. For Shell and Tube Exchanger Shells and Channels use the higher of the Inlet and outlet temperature
	Heat Conservation ( Steam and Condensate lines )				
ST	Steam Tracing		Table 3	Normal Operating Temp. of Process fluid and nominal pipe size	Insulation where operating plant requires a protective heating system to protect piping, equipment and instruments against the effects of ambient temperatures (including hydrate formation, condensation, viscosity change and pour point suppression )
STS	Steam Tracing with spacers				
STH	Steam Tracing with heat transfer cement				
ET	Electric Tracing				
SJ	Steam Jacketing				
FPH	Fire Hazard Protection		Table 5	( 1 )	Insulate to prevent fast boil-off or liquids. Stainless steel protective cover to be used over insulation in place of standard metal covering
PH / PP	Personnel Protection ( insulation or stood-off metal guard )		Table 4	Normal Operating Temp. of Process fluid and nominal pipe size	Over piping and equipment insulate or provide open mesh metal guards on operating plant which would normally be left uninsulated and which may be accessible during the performance of routine duties by operating ( not maintenance only ) personnel. For the details of open mesh metal guards, please refer to Drawing 271-05-S-002
NA	Acoustic attenuation for noise control at various levels of requirement	CL.A	Table 6	Acoustic category attenuation subject to calculation insertion loss requirement	Selected acoustic insulation symbol shall be added to any other thermal insulation symbol that applies. If no other insulation symbols apply. Acoustic symbols A, B or C shall be used alone
NB		CL.B			
NC		CL.C			
NI	Not Insulated		-	-	-

Note : Contractor shall submit details of any special considerations for fire hazard protection for Company review and approval. Insulation thickness shall not exceed the values stated in Table 3. Flanged joints will be insulated and covered with the stainless steel bands or PTFE bands according to the fluid service as special considerations for fire hazard protection.

جدول ۳-۲: توصیف مواد عایق و پوشش و روش بکارگیری برای کاربرد های متفاوت

TABLE 2 : INSULATION AND METAL COVER , FORM AND SECUREMENT METHOD

Note 1 : Bottom heads enclosed with weather protective support skirt shall not require metal cover finish.

Item	Nomina Size of Item	Insulation Materials Form	Insulation Material Securement Method	Insulation Metal Covering	Pipe Size Range (NPS)	Cover Thickness	Insulation Cover Securement Method
Straight Pipe	Up to 200mm (8")	Pre-formed pipe Sections	1.22mm (18SWG) minimum diameter stainless steel tie wire	Flat Metal*	Up to 6"	0.63mm thk	Screws or Rivets
Straight Pipe	250mm (10") to 500mm (20")	Pre-formed pipe Sections or multi segments	13mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Flat Metal*	8" to 18"	0.76mm thk	Screws or Rivets
Straight Pipe	Above 500mm (20")	Multi Segments	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Flat Metal*	20" & Over	0.89mm thk	Screws or Rivets
Welded Valves and Butt-Weld Tees and Reducers	All sizes	As per straight pipe cut and shaped to fit	As per straight pipe	Flat Metal*	All sizes	As per straight pipe	As per straight pipe
Flanged Valves, Flanged joint	All sizes	Suitable Pre-formed	Prongs, studs, rivets, adhesive as necessary to removable cover	Flat Metal Removable Cover*	All sizes	1.0 mm thk	Quick Release Toggle Clips
Bends and Elbows	All sizes	As per straight pipe cut and shaped to fit	As for straight pipe	Flat Metal Stove pipe or pressed Flat Metal Fabricated mild steel	Up to 3" 3" & larger	As for straight pipe 1.0 mm thk	As for straight pipe Screw or Rivets
Equipment Heads (Except Bottom Heads of Vertical Equipment)	All sizes	Pre-formed Blocks & Slabs cut and shaped to fit	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Flat Metal "Orange Peel" fabrication	All sizes	1.0 mm thk	Screws or Rivets
Equipment Shells	All sizes	Pre-formed pipe or multi-pipe segments or Slabs cut and shaped to fit	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Flat Metal*	All sizes	1.0 mm thk	Screws or Rivets
Vertical Equipment Bottom Heads w/o Skirt	All sizes	Mesh backed Blankets	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Flat Metal fabricated to suit	All sizes	1.0 mm thk	Screws or Rivets
Vertical Equipment Bottom Heads With Skirt	All sizes over 1200mm	Mesh backed Blankets	Wire Netting and Lacing	Not Required	-	-	-
Casing of Pumps, Turbines, Compressor etc Manholes and where required Exchanger Channels	All sizes	Pre-formed slabs cut to suit lining	Prongs, studs, rivets , adhesive as necessary to removable cover	Flat Metal Sheet fabricated removable covers	All sizes	1.0mm thk	Quick Release Toggle Clips



جدول ۳-۵: ضخامت عایق گرم جهت جلوگیری از افت دما در دماهای متفاوت

Table 3A INSULATION THICKNESS FOR HEAT CONSERVATION

NORMAL OPERATING TEMPERATURE (°C) AND THICKNESS (mm)											THK	LAYER THICKNESS
Over 34" and Flat	30	30	40	60	80	100	120	150	180	210		
34	20	30	40	60	70	90	110	140	160	220	50	25/25
28	20	30	40	60	70	90	110	140	160	220	60	30/30
26	20	30	40	60	70	90	110	130	160	220	70	30/40
24	20	30	40	60	70	90	110	130	160	210	80	40/40
20	20	30	40	60	70	90	110	130	150	180	90	50/40
18	20	30	40	60	70	90	110	130	150	180	100	50/50
16	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170	110	50/60
14	20	30	40	50	70	90	100	130	150	170	120	30/40/50
12	20	30	40	50	70	90	100	120	140	170	130	30/50/50
10	20	30	40	50	70	80	100	120	140	160	140	40/50/50
8	20	30	40	50	70	80	100	110	130	150	150	50/50/50
6	20	30	40	50	60	80	90	110	130	150	160	50/60/50
4	20	30	40	50	60	70	90	100	120	140	170	50/70/50
3	20	30	40	50	60	70	80	100	110	130	180	50/70/60
2	20	30	30	40	50	60	80	90	100	120	210	70/70/70
1.5	20	20	30	40	50	60	70	90	100	110	220	70/80/70
1" & below	20	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Normal Pipe Size (inches)	Up to 100	101 to 150	151 to 200	201 to 250	251 to 300	301 to 350	351 to 400	401 to 450	451 to 500	501 to 550		
	Single Layer					Multi Layer						

Multi Layer shall be constructed with layer thickness as follows :-

جدول ۳-۶: سایز لوله پوشاننده در روش steam tracing

Table 3B INSULATION TABLE FOR STEAM TRACED LINE

Pipe Size	1/2" Pipe Tracer		3/4" Pipe Tracer	
	1 - Tracer	2 - Tracer	1 - Tracer	2 - Tracer
14" and larger - next size up on schedule. For larger tracers, pipe insulation size must be calculated.				
12"	14"	14"	14"	14"
10"	12"	12"	12"	12"
8"	10"	10"	10"	10"
6"	8"	8"	8"	8"
4"	6"	6"	6"	6"
3"	4"	4"	4"	6"
2"	3"	3"	3"	3-1/2"
1-1/2"	2-1/2"	3"	3"	-
1"	2"	2-1/2"	-	-
3/4"	2"	2"	-	-
1/2"	2"	2"	-	-

The determination for insulation cover size shall be used by Manufacturer's Standard.

جدول ۳-۷: ضخامت عایق گرم جهت محافظت فردی در دماهای متفاوت

Table 4 INSULATION THICKNESS OVER PROCESS PIPING AND EQUIPMENT FOR PERSONNEL PROTECTION

NORMAL OPERATING TEMPERATURE (°C) AND THICKNESS (mm)										
Over 34" and Flat	30	30	40	60	80	100	120	150	180	210
34	20	30	50	70	100	120	150	190	220	260
28	20	30	50	70	100	120	150	180	220	260
26	20	30	50	70	100	120	150	180	220	250
24	20	30	50	70	100	120	150	180	210	250
20	20	30	50	70	90	120	140	170	210	240
18	20	30	50	70	90	110	140	170	200	230
16	20	30	50	70	90	110	140	170	200	230
14	20	30	50	70	90	110	140	160	190	230
12	20	30	50	70	90	110	140	160	190	220
10	20	30	50	70	90	110	130	160	190	220
8	20	30	50	60	80	100	130	150	180	210
6	20	30	40	60	80	100	120	140	170	190
4	20	30	40	50	70	90	100	130	150	180
3	20	20	40	50	70	80	100	130	150	170
2	20	20	30	50	60	70	90	110	130	160
1.5	20	20	30	40	60	70	90	100	120	150
1" & below	20	20	30	40	50	60	80	90	110	130
Nominal Pipe Size (inches)	Up to 100	101 to 150	151 to 200	201 to 250	251 to 300	301 to 350	351 to 400	401 to 450	451 to 500	501 to 550
	Single Layer					Multi Layer				

Note : Table is based on achieving surface temperature of no greater than 65°C with still air an ambient temperature of 35°C

TABLE 5 : MINIMUM INSULATION THICKNESS OVER EQUIPMENT FOR FIRE PROTECTION PURPOSES

Item	Minimum Thickness ( mm )	Insulation Materials	Insulation Materials
Fire Hazard Protection	100	Mineral Rock Fiber Fire Batts applied in two layers	Only Stainless Steel Sheeting 1.0mm thick, secured with Stainless Steel Bands shall be used on this service

جدول ۳-۸: ضخامت عایق صوتی جهت کاهش انتقال صدا

MINIMUM THICKNESS OF ACOUSTIC INSULATION

The level of acoustic attenuation is indicated by the Class Symbol as required by Table 1. Where acoustic attenuation symbol A,B or C is combined with thermal insulation symbols the selected insulation thickness shall be the greater of the two requirements.

When the following acoustic insulation cladding thickness requirements differ from the thermal Insulation protection sheeting requirements the greater of the two thickness shall be selected.

Class	Minimum Thickness of Acoustic (Porous) layer Insulation ( mm )	Acoustic Insulation Cladding Thickness ( mm )	Cladding Materials
A	50	0.76mm or Table 2 Whichever is greater	Aluminum or Stainless Steel
B	100	0.76mm or Table 3 Whichever is greater	Stainless Steel Only
C	100 (in two 50mm layers)	0.76mm or Table 4 Whichever is greater	Stainless Steel Only

Class A, B and C correspond to the classification given in EEMUA 142.

Class C attenuation shall be achieved by applying two layers each of 50mm thickness porous insulation and the defined thickness of sound barrier acoustic insulation cladding sequentially.

جدول ۳ ۹: خواص مکانیکی مواد یک عایق خاص

**\* Rockwool Materials**

Item : Rockwool Pipe Section , Cover / Slab / Blanket

Formal Density	110 - 145 kg/m <sup>3</sup>	
Acidity	pH 6 - 10	
Thermal Conductivity	Mean Temp. ( °C )	Ave max λ ( W/m°C )
	50	0.043
	100	0.052
	150	0.064
	200	0.078
	250	0.083
	300	0.110
Combustibility	Non-combustible	

Average compressive strength at a minimum 10% deformation	169 - 320 kg/m <sup>2</sup>
Hygrosopity	0.2% vol. Max
Linear Shrinkage	< = 2%
Chloride Content	< = 20 ppm
Sodium plus Silicate content	< = 40 ppm

**جدول ۳-۱: مشخصات مواد پوشش عایق**
**Weatherproof Jacket**
**\* Aluminum Sheet Alloy 3003 H-14 or Alloy 1050 H-14 / Stainless Steel Sheet**
**Thickness (mm) : 0.63 , 0.76 , 0.88 & 1.00**

عایقکاری به روشهای گوناگون انجام می پذیرد ابتدا مواد عایق را بوسیله پیچیدن دور لوله یا تجهیز و بستن آنها توسط نوارهای فلزی و کلمپ های مخصوص یا سیم های استنلس استیل یا گالوانیزه کاملاً فیکس می کنند بعداً منافذ باقی مانده را بوسیله تکه های کوچک مواد عایق کاملاً پر می کنند. برای حفاظت مواد عایق از باران و آفتاب و اثرات خارجی روی آنها را بوسیله ورقه های کم ضخامت از فولاد ضد زنگ یا که قبلاً در شاپ طبق اندازه برش داده شده و طبق سایز لوله مورد گردیده اند پوشش داده می شوند و این ورق ها توسط پیچ های خودرو به همدیگر متصل می شوند. دررهای این ورقها را توسط چسب های سیلیکون آب بندی می نمایند. ولی دراجرایی عایقکاری نکات زیر باید رعایت گردد:

- لوله کشی و تجهیزات باید طبق نقشه مهندسی عایق کاری شوند.
- مواد عایق قبل از بکار بردن در محل خشک و تمیز و عاری از مواد قابل اشتعال نگهداری شوند.
- عملیات عایق کاری باید بعد از انجام تست هیدرواستلیک و بعد از اینکه محل تحویل گروه عایق داده شد باید شروع شود.
- عایق تا یک فاصله مناسب از اتصالات فلنجی ادامه داده شود که امکان بار و بسته کردن پیچ و مهره ها وجود داشته باشد. فاصله طرف مهره و پیچ به ترتیب ۵۰ و ۲۵ mm باشد.
- پلاک مشخصات تجهیزات نباید عایق شود فقط باید درزگیری شوند.
- پوشش های عایق باید در حالت شعاعی و طولی هم پوشانی ۵۰ mm داشته باشند.

- همه لبه و گوشه های نیر ورقه های فلزی پوشش ها باید جهت جلوگیری از خطرات فردی لسه گرد شوند.
- تله های بخار نباید عایق شوند.
- عایق پشم سنگ تا سایز لوله ۸" استفاده می شود و برای سایز بالاتر از پشم سنگ چند قسمتی استفاده می گردد.
- در حالت لوله کشی قائم مواد عایق بوسیله رینگ های خاص به بدنه لوله در فاصله های ۴۵۷۰ و ۳۶۶۰ mm به ترتیب برای حالت دمایی تا ۳۷۰، ۳۷۱-۴۸۰ و ۴۸۱-۶۵۰ ساپورت شوند.
- مواد عایق باید به روشهای سیم به قطر ۱۲ mm، باند با عرض ۱۳ mm و باند به عرض ۱۹ mm به ترتیب برای حالات لوله تا ۶" و کمتر، ۸" تا ۲۰" و بالاتر از ۲۰" در فواصل حداکثر ۳۰۰ mm بسته شوند.
- پوشش عایق عا در فاصله حداکثر ۱۵۰ mm بوسیله پیچ یا پرچ به همدیگر متصل شوند
- شیرها و فلنج ها با همان مواد عایق و در همان ضخامت ها بصورت جعبه های قابل باز شدن عایق می شوند.
- همه جعبه شیرها باید طوری ساخته شوند که دسته شیر و میله رابط و محفظه گلند دارای تفرانس مناسب برای عملکرد باشد. برای بالای ۸" مواد بتویی پشم سنگ باید روی شیرها بکار برده شود.
- مخازن با شعاع کمتر از ۸ اینچ بوسیله مواد عایق لوله عایق می شوند و لی در سایز های بالاتر از از قطعات عایق استفاده می گردد. در این حالت دقت شود شکل قطعات تا حد امکان به شکل پروفیل دستگاه نزدیک شود.
- پوشش محافظ آب و هوایی کلگی مخازن باید در فواصل ۱۲۵ mm به همدیگر پیچ شوند. و هم پوشانی ۱۵۰ mm روی هم داشته باشند.
- پوشش نوع پوست نارنگی برای قطر های بالای ۵۵۰ mm بکار برده شود. (حالت خورشیدی هم گفته می شود).
- کلیه سطوح بی قاعده مثل پمپ ها توربین ها ماشین آلات مختلف باید توسط عایق بتویی عایق شوند با بوسیله صفحه های که به شکل پروفیل دستگاهها نزدیک شوند.
- همه درر های ما بین لبه های پوشش عایق ها توسط چسب های لاستیکی سیلیکونی جهت جلوگیری از نمود آب آب بندی می شوند. مشخصات یک نوع ماده درز بند در جدول ۳-۱۱ آمده است.



### جدول ۳-۱۱: مشخصات یک نوع مواد درز بند پوشش عایق

Material name : Foster 95-44 Elastolar Sealant

Solid content	52% to 58% by volume
Service temperature limit	- 40°C to + 121°C
Wet flammability	Flash point 41°C, ASTM D3278

در جدول ۳-۱۲ ضخامت ورقه های پوشش عایق برای کاربرد های متفاوت لیست شده است.

### جدول ۳-۱۲: ضخامت ورقه های پوشش عایق

The water jacket shall be following thickness in mm

Piping up to 6" NPS	- 0.63mm thk
Piping 8" up to 18"	- 0.76mm thk
Piping 20" & Over	- 0.88mm thk
Equipment / Valve and Flange	- 1.00mm thk

### ۳-۲-۱ عایق کاری سرد: Cold Insulation

همچنانکه ذکر شد عایق کاری سرد در حیلی از جهات مشابه عایق گرم می باشد در شکل ۳-۳ چندین استاندارد که به موضوع عایق سرد پرداخته اند لیست شده اند.

ASTM C177	Standard Test Method for Steady State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus.
ASTM C240	Test Method for Testing Cellular Glass Insulation Block.
ASTM C303	Test Method for Density of Preformed Block-Type Thermal Insulation.
ASTM C518	Steady-State Thermal Transmission Properties by means of the Heat Flow Meter Apparatus
ASTM C552	Specification for Cellular Glass Thermal Insulation
ASTM C591	Specification for Unfaced Preformed Rigid Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation
ASTM C623	Test Method for Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio for Glass-Ceramics by Resonance.
ASTM D1621	Test Method for Compressive Properties of Rigid Cellular Plastics.
ASTM D1622	Test Method for Apparent Density of Rigid Cellular Plastics
ASTM D1623	Test Method for Tensile and Tensile Adhesion Properties of Rigid Cellular Plastics.
ASTM D2856	Test Method for Open-Cell Content of Rigid Cellular Plastics by the Air Pycnometer.
ASTM D3014	Test Method for Flame Height, Time of Burning and Loss of Mass of Rigid Thermoset Cellular Plastics in a vertical position.
ASTM E84	Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials.
ASTM E96	Test Method for Water Vapour Transmission of Materials
EEMUA 142 (withdrawn 1988)	Acoustic Insulation of Pipes, valves and Flanges

شکل ۳-۳: لیست استاندارد های عایق کاری سرد



در جدول ۳-۱۳ کلاسه بندی و شرایط عمومی عایق سرد نشان داده شده است. در جدول ۳-۱۵ توصیف متریال عایق و ورقه های پوشش دهنده همراه روشهای تامین شرح داده شده اند.  
جدول ۳-۱۳: شرایط عمومی و طبقه بندی عایق سرد

INSULATION , CLASSIFICATION AND GENERAL CONDITIONS OF USE

Classification	Insulation Thickness Table Reference	Insulation Thickness Selection Consideration	Notes
Prevention of heat gain (process lines) where normal operating temps. are below 35°C	Table 1 , 2	Normal operating temp of process fluid and nominal pipe size	Each defined section of Equipment operating at different temps. May be insulated to suit its individual temp. For shell and tube exchanger shells and channel use the lower of the inlet and outlet temps
Personal Protection ( Stood-off metal guard )	-	-	Over piping and equipment provide open mesh metal guards over surfaces which would normally be left uninsulated and which may be accessible. See Note 1. For the details of open mesh metal guards, refer to Fig. 6.
Acoustic Attenuation for noise control at various level of requirement	Table 4	Acoustic Category Attenuation subject to calculated insertion loss requirements	Mineral fiber insulation applied under cold service insulation system to achieve attenuation.
Fire protection required in addition to prevention of heat gain	Table 3A or 3B but with a minimum thickness of 50mm	Normal operating temp of process fluid and nominal pipe size	Insulation to be applied in two layers and checked against required fire rating.
Not Insulated	-	-	-

Note : 1 Exposed surfaces below minus 10°C and located within 600mm horizontally or 2100mm vertically of a normal access, walkway, or work area. Pipe and equipment designed for personnel protection shall be fully painted in accordance with Project Specification

در جدول ۳-۱۴ خواص فیزیکی چند ماده بصورت نمونه که برای عایق سرد از آنها استفاده می شود آورده شده اند.

جدول ۳-۱۴: خواص فیزیکی مواد عایق سرد

Item : Glass wool Blanket

Density	32 -33 kg/m <sup>3</sup>
Thermal Conductivity (at 25°C mean temp.)	0.035W/m°C
Free from any or coarse fibers	

Item : Rockwool Pipe Section, Cover / Slab / Blanket

Density , average	80-100 kg/m <sup>3</sup>
Alkalinity	pH 6-10
Combustible	Non-combustible
Flow resistivity of acoustic mineral fiber ( porous layer )	25,000-75,000 Ns/m <sup>4</sup> ( As specified in EEMUA Publication No. 142 )
Chloride content	20 ppm max.
Sodium plus silicate content	40 ppm min.

جدول ۳-۱۵: توصیف متریال عایق و پوشش و روشهای تامین

TABLE 2 : INSULATION , VAPOUR BARRIER AND METAL COVER , FORM AND SECUREMENT METHOD

Note 1 : Bottom heads enclosed with weather protective support skirt shall not require metal cover finish.

Item	Nomina Size of Item	Insulation Materials Form	Insulation Material Securement Method	Vapour Barrier	Pipe Size Range (NPS)	Metal Cover Th'ness	Insulation Cover Securement Method
Straight Pipe	150mm (6")NPS and Below	Pre-formed Pipe Sections	13mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Two coats of continuous membrane reinforced vapour barrier mastic	Up to 6"	0.63mm thk	13mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands
	Above 150mm (6")NPS up to 750mm (30")NPS	Multi Piece pipe section or radlused & bevelled lags			8" to 18"	0.76mm thk	
Welded Valves and Butt-Weld Tees and Reducers	All sizes	Oversized sections and lags as per "straight" pipe cut and shaped to fit	As for straight pipe	As for straight pipe	All sizes	As for straight pipe	As for straight pipe
Bends and Elbows	All sizes	As per straight pipe cut and shaped to fit	As for straight pipe	As for straight pipe	All sizes	As for straight pipe	As for straight pipe
Flanged Valves and Joints	All sizes	Oversized sections and lags as per "straight" pipe cut and shaped to fit	As for straight pipe	As for straight pipe	All sizes	1.0mm thk	As for straight pipe
Equipment Heads ( see note 1 )	Up to 900mm (36")O/D	Flat blocks shaped to fit	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Two coats of continuous membrane reinforced vapour barrier mastic	All sizes	1.0 mm thk	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands
	900mm(36") to 3600mm(140") O/D	Radlused and bevelled Head segments in sets					
Equipment Shells	750mm(30")OD and below	As for straight pipe in sets	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands	Two coats of continuous membrane reinforced vapour barrier mastic	All Sizes	1.0 mm thk	19mm wide X 0.5mm thk stainless steel bands
	Above 750mm(30")OD Up to 3600mm(140")	Radlused and bevelled lags in sets					
Casing of Pumps, Manholes and Handholes Exchanger Channels	Above 3600mm (140") O/D	Flat blocks shaped to fit in sets	Adhesive tape as necessary to secure	As for " Equipment Head "	As for "Equipment Head "	1.0mm thk	19mm wide X 0.5mm thk Stainless Steel bands
	All sizes	Flat blocks shaped to fit in sets					

در جدول ۳-۱۶ ضخامت لایه های عایق بر اساس درجه حرارت سرویس داخلی لوله ها یا تجهیزات و سایز لوله ها لیست شده است. همچنین نحوه لایه بندی در عایق کاری چند لایه نیز مشخص شده است.

جدول ۳-۱۶: ضخامت لایه عایق بر اساس درجه حرارت سرویس و سایز لوله

INSULATION THICKNESS FOR HEAT CONSERVATION ( POLYISOCYANURATE ) - PIR						
NORMAL OPERATING TEMPERATURE (°C) AND THICKNESS (mm)						
Over 48" and Flat	40	70	90	110	140	160
42	40	70	90	110	130	160
40	40	70	90	110	130	150
38	40	70	90	110	130	150
36	40	70	90	110	130	150
34	40	70	90	110	130	150
32	40	70	90	110	130	150
30	40	70	90	110	130	150
28	40	70	90	110	130	150
26	40	70	90	110	130	150
24	40	70	90	110	130	150
22	40	60	80	110	130	150
20	40	60	80	100	130	150
18	40	60	80	100	120	130
16	40	60	80	100	110	130
14	40	60	80	100	110	130
12	40	60	80	90	110	130
10	40	60	70	90	110	120
8	40	50	70	90	100	120
6	40	50	70	80	100	110
4	30	50	60	80	90	100
3	30	50	60	70	80	100
2	30	40	50	70	80	90
1.5	25	40	50	60	70	80
1	25	40	50	60	70	80
0.75	25	40	50	60	60	70
0.5	25	30	40	50	60	70
Nominal Pipe Size (Inches)	+35 to +1	0 to +20	+21 to +40	-41 to -60	61 to +80	+81 to +100
	Single Layer			Double Layer		

THK LAYER THICKNESS:

50	25/25
60	30/30
70	30/40
80	40/40
90	50/40
100	50/50
110	50/60
120	30/40/50
130	30/50/50
140	40/50/50
150	50/50/50
160	50/60/50

بعصا در عایق کاری سرد جهت غیر قابل نفوذ کردن آب در مواد عایق از یک لایه ۲-۳ mm چسب ماستیک مانند روی مواد عایق قبل از اعمال ورقه های پوشش استفاده می شود که مشخصات یک نوع از ماده ها در جدول ۳-۱۷ نشان داده شده است.

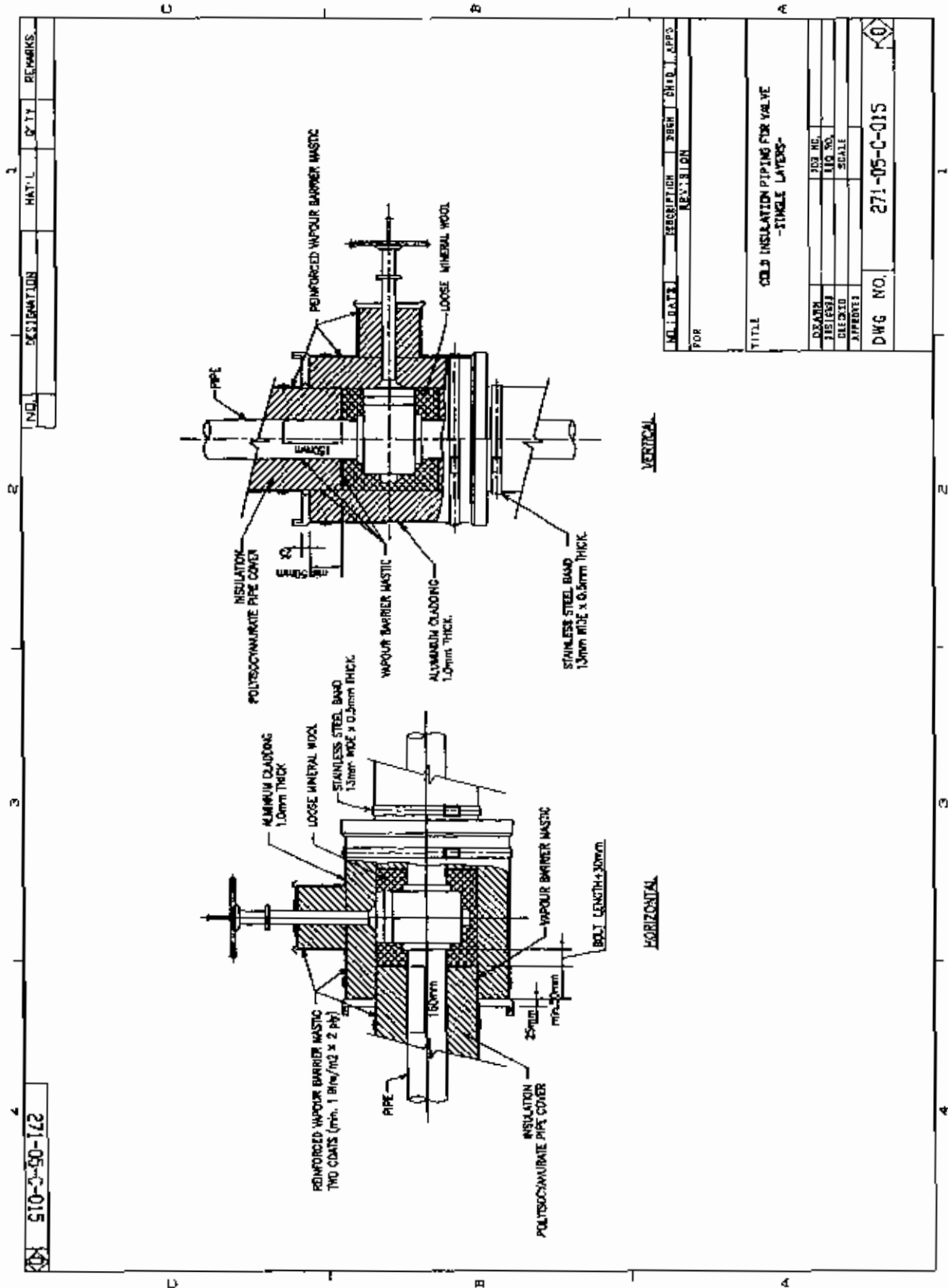
جدول ۳-۱۷: خواص فیزیکی مواد ضد آب

Material Name : Foster 81-84 Adhesive / Sealant

Coverage	0.49 ~ 6.14m <sup>2</sup> /litre
Solid content	98% by volume
Drying time	Set to touch 8 hours
Service temperature limit	- 190°C to + 93°C
Solvent	no-solvents

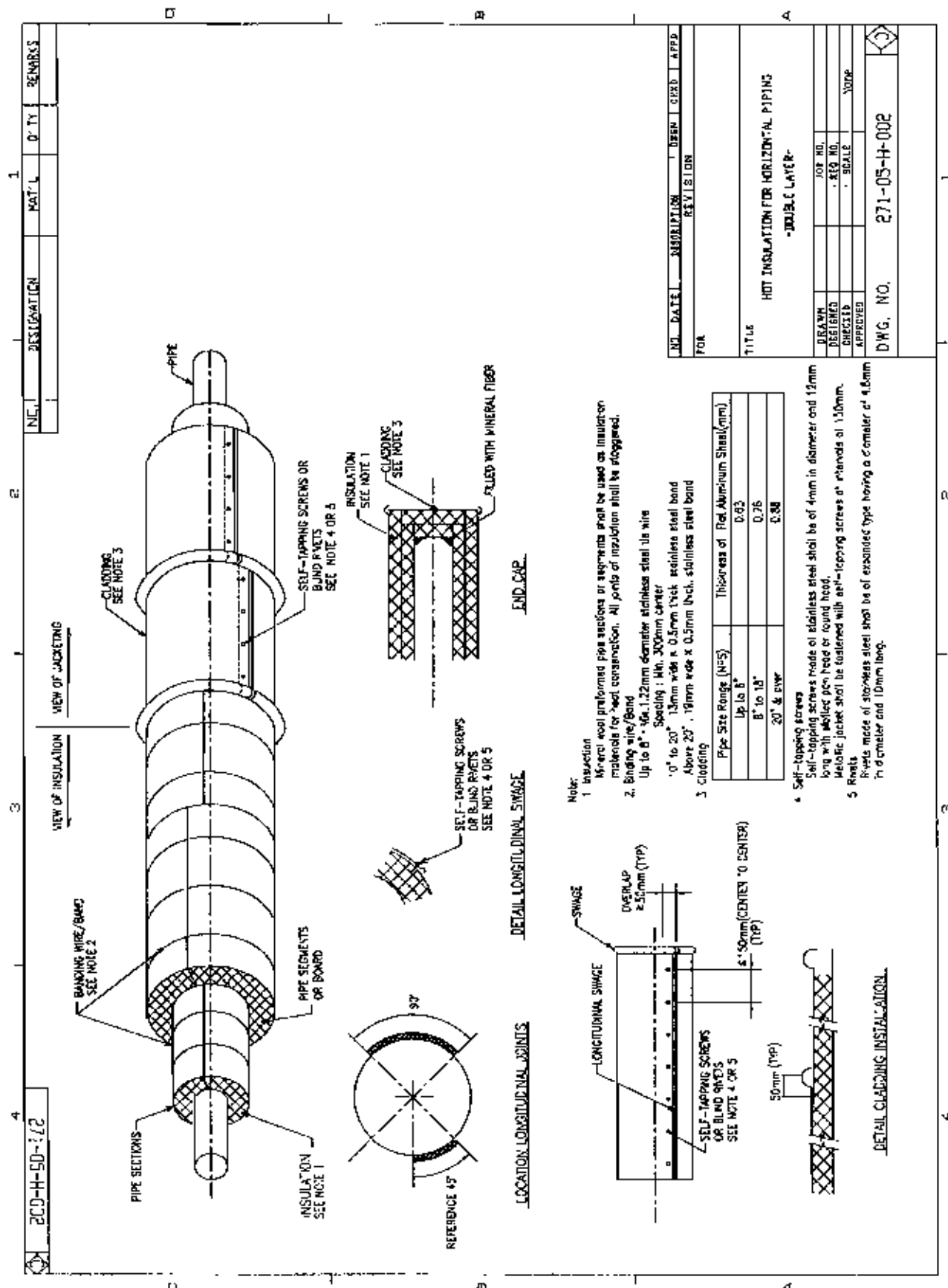
[illegible]

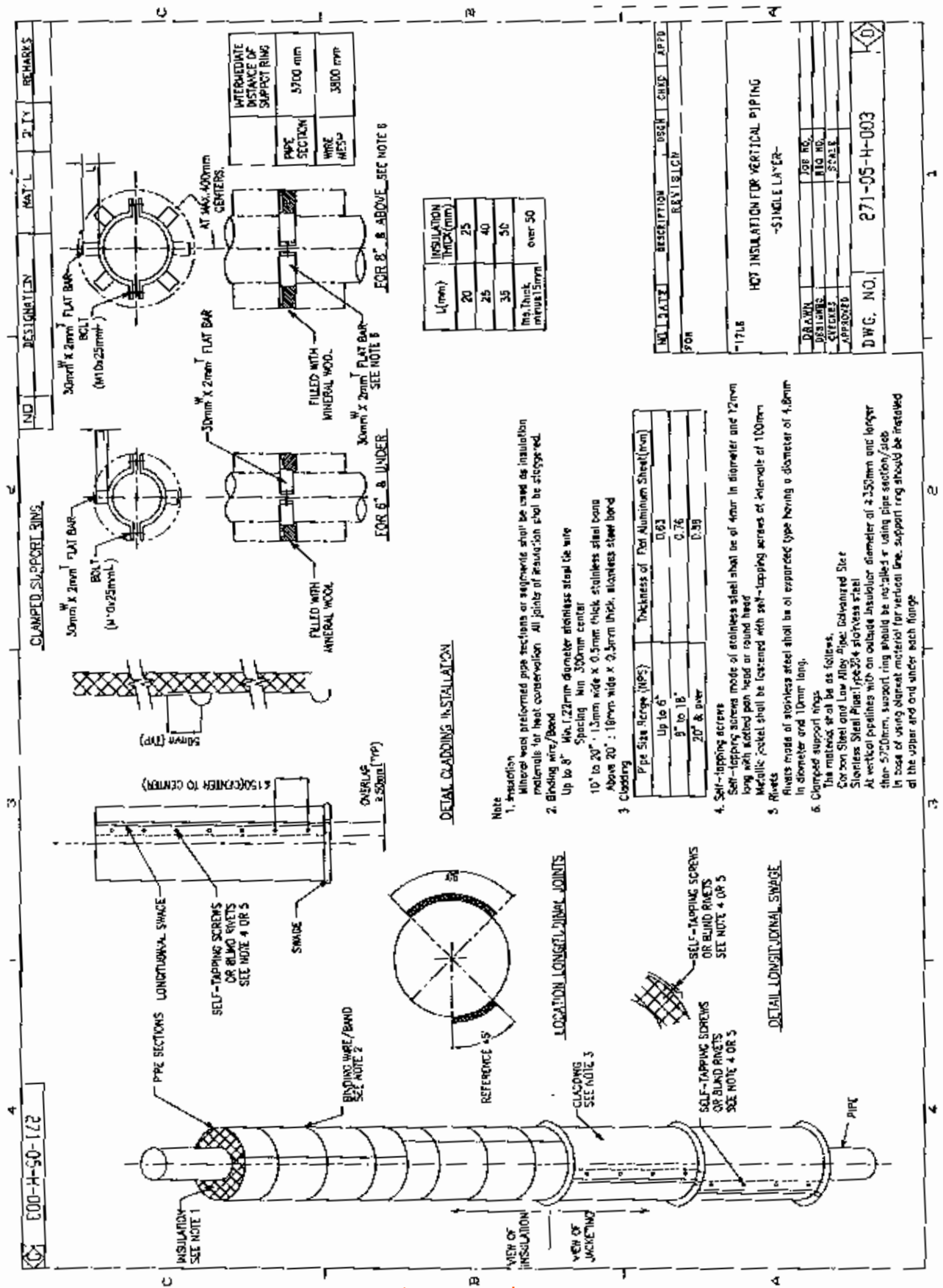


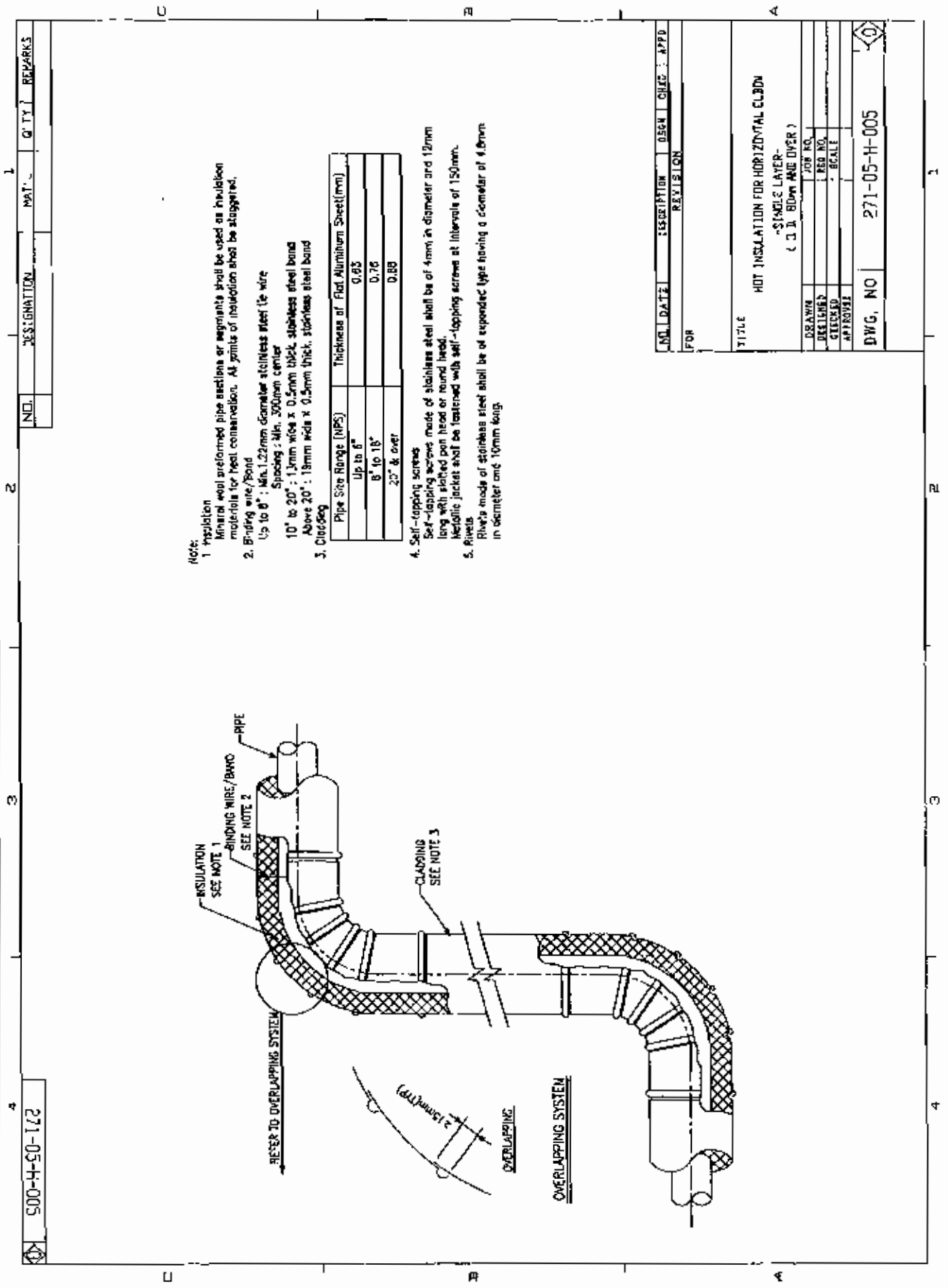












NOTE:

1. Insulation  
Mineral wool preformed pipe sections or segments shall be used as insulation materials for heat containment. All joints of insulation shall be staggered.
2. Binding wire/Band  
Up to 6" : Min. 1.22mm diameter stainless steel (ie wire)  
Spacing : Min. 300mm center  
10" to 20" : 1.3mm wide x 0.5mm thick, stainless steel band  
Above 20" : 1.8mm wide x 0.5mm thick, stainless steel band
3. Cladding  
Pipe Size Range (NPS)      Thickness of Flat Aluminum Sheet (mm)  
Up to 6"                      0.83  
6" to 18"                      0.76  
20" & over                      0.89
4. Self-clipping screws  
Self-clipping screws made of stainless steel shall be of 4mm in diameter and 12mm long with slotted pan head or round head.  
Metallic jacket shall be fastened with self-clipping screws at intervals of 150mm.
5. Rivets  
Rivets made of stainless steel shall be of expanded type having a diameter of 4.8mm in diameter and 10mm long.

NO.	DATE	DESCRIPTION	DESIGN	CHECK	APPROVED
FOR					
TITLE					
HOT INSULATION FOR HORIZONTAL CLDDN					
- SINGLE LAYER -					
( 1.1. BIDDER AND OVER )					
DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	JOB NO.	REV. NO.
				SCALE	
DWG. NO				271-05-H-005	

271-05-H-005



### ۳-۳ خوردگی زیر زمین (Under Ground) و جلوگیری از آن:

از آنجائیکه اکثر تجهیزات و لوله های زیر زمینی در صنایع بویژه صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و غیره، در صورت عریان بودن شدیداً تحت تأثیر خوردگی قرار می گیرند. محیط داخل خاک که محل دفن لوله های زیر زمینی است محیط خورنده از نوع الکتروشیمیایی است که الکترولیت آن محلول حاصل از حل شدن نمکها و خاک های فلزات قلیائی و قلیائی خاکی می باشند. لذا، تجربه ثابت کرده که باید تجهیزات بخصوص لوله های زیر زمینی در مقابل خوردگی حفاظت گردند زیرا، در صورت عدم اجرای حفاظت در لوله های زیر زمینی حاوی نفت گاز خسارت جبران ناپذیر جانی و مالی رخ خواهد داد. لازم به تذکر است که انتخاب درست مواد آلیاژی خود نیز تأثیر بسیاری در این امر دارد. برای حفاظت این نوع سازه ها دو روش زیر متداول می باشد:

- حفاظت کاتدی - استفاده از پوشش های مناسب (Wrapping)

مبحث حفاظت کاتدیک بعلاوه تخصصی بودن از موضوع این فصل خارج است.

#### ۳-۳-۱ استفاده از پوشش های مناسب (Wrapping)

منظور از پوشش مناسب در این خصوص، نوار پیچی دور لوله هاست. معمولاً دوشیوه نوار پیچی نوار گرفته می شود. گرم و سرد. در حالتی که لوله ها برای خطوط انتقال و در حجم زیادی بکار روند این عمل در کارخانه های مخصوص روی لوله ها انجام می گیرد، و به آن پوشش گرم گویند و در سایت فقط سرجوش ها توسط لایه هایی مخصوص راپینگ گرم می شوند (این کار خیلی شبیه ایزوگام می باشد). ولی برای مصارف لوله کشی تاسیساتی ریززمینی واحدهای صنعتی معمولاً از راپینگ سرد استفاده می گردد.

در راپینگ سرد نوار معمولاً از جنس پلی اتیلنی است که پس از سند بلاست و پرایمر بر روی لوله ها پیچیده می شوند. آماده سازی سطح توسط یکی از روش های ذکر شده در بخش قبل انجام می گیرد. درجه سند بلاست از نوع  $Sa2\ 1/2$  می باشد. پس از آن که چربی و روغن های احتمالی پاک شد و پس از پاشش هوای فشرده برای خارج کردن گرد و غبار، بوسیله پرایمر که شامل پرایمر قیری رقیق و یا کول تار می باشد سطح سازه مورد نظر پوشش داده می شود. پرایمر توسط دستگاه پرایمر پاش و یا دستی انجام می گیرد. قبل از استفاده، پرایمر باید کاملاً با حلال مخلوط گردد. پس از اعمال پرایمر و خشک شدن کامل که معمولاً ۲ ساعت طول می کشد نوار پیچی انجام می گیرد. این کار در *Shop* و یا در محل لوله گذاری انجام می شود. معمولاً نوار پیچی در *Shop* پس از پرایمر اجرا می گردد. بسته به اهمیت لوله ها، رویهم افتادگی نوار (*Overlapping*) معمولاً ۳۰ تا ۵۰ درصد عرض نوار در نظر گرفته و انجام می شود. در صورتیکه نخواهیم نفاذی نظیر اتصالات سه راهی، درپوش و غیره را نوار پیچی نمائیم باید از نوارهای با انعطاف پذیری بالاتر و عرض کمتر استفاده نمائیم. مواد راپینگ سرد بصورت رل در پهای ۲،۳،۴ اینچ برای سایرهای



مختلف لوله موجود می باشند. راستای اعمال بایستی بصورت زاویه دار  $30 - 15$  درجه با محور اصلی لوله باشد.

نوار خارجی که به نوار سخت معروف است معمولاً سفید رنگ بوده و سختی آن بالاتر از نوار زیرین می باشد. این نوار، پس از آزمون منفذ یابی (*Holiday Test*) و بمظور جلوگیری از آسیب های مکانیکی، بر روی نوار داخلی در جهت عکس اعمال لایه اول کشیده می شود. رویهم افتادگی نوار خارجی به اندازه نوار داخلی می باشد.

### ۳-۳-۲ محافظت از نوارهای پلی اتیلنی

نوارها را باید با بسته بندی اولیه به دور از نور خورشید و گرد و غبار در انبار سر پوشیده نگهداری نمود. حتی المقدور اندازه چیدمان نوارها بر رویهم نباید از مقدار معین خارج شود. (ارتفاع چیدمان حدود ۲ متر باید باشد). توجه داشته باشید که پرایمر اولیه و نوار باید از یک کارخانه سازنده باشد. در صورتیکه نوارپیچی در کارگاه (*Shop*) انجام شود باید دقت لازم برای حمل آن به محل کانالی که لوله در آن قرار داده می شود صورت پذیرد.

در هوای مرطوب و بارانی و در هوای سرد و دمای حدود صفر درجه سانتیگراد، عملیات نوار پیچی بعلت نقصان خاصیت کشسانی (*Elongation*) نباید صورت بگیرد. هم چنین، برای جلوگیری از چروک شدن و پف کردن نوار در دمای بالا در تابستان و در برابر نور مستقیم خورشید، نباید نوار پیچی انجام شود. از اینرو در فصل تابستان سعی شود در سایه این کار انجام شود.

### ۳-۳-۳ تست منفذ یابی (*Haliday Test*)

پس از انتقال لوله به محل لوله گذاری و جوش دادن و نوار پیچی محل جوش ها، بمظور ارزیابی کیفیت پوشش و هم چنین اطمینان از اینکه تمام سطوح نوارپیچ (*Wrapping*) شده اند و هیچگونه سوراخ و منفذی بر روی سطح وجود ندارد از آزمون *Haliday Test - H.T* استفاده می گردد. در این تست بسته به ضخامت مجموعه پرایمر و نوار، جریانی با ولتاژی از ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت از روی پوشش می گذرد و در صورت وجود عیب، دستگاه با ایجاد صدا و علامت عیب را نشان می دهد. در اینصورت محل به اندازه کافی عریان شده و پس از سمباده زنی و پرایمر بصورت وصله ای (*Patch*) با نوار مربوطه تعمیر می گردد.

### ۳-۳-۳-۱ مراحل آزمون منفذ یابی

بطوریکه اشاره شد، تمام قسمت های لوله که نوار پیچی شده است، توسط روش *H.T* ارزیابی می شوند. بهنگام تست مزبور، سرعت پروپ نباید بیش از  $0.3$  متر در ثانیه باشد. شروع تست بدین صورت است که ابتدا سوراخ بسیار ریزی بر روی یکی از نقاط نوار پیچی سده ایجاد می شود و با حرکت دادن پروپ (الکتروود دستگاه) بر روی آن سعی خواهد شد ولتاژ را بحدی برسانیم که

بین دو الکترود در محل سوراخ جرقه ایجاد شود (محل دیگر الکترود در انتهای قسمت عریان لوله قرار می گیرد). با ولتاژ بدست آمده آزمایش در سر تا سر لوله نوار پیچی شده انجام می گیرد. در تمام مدت این آزمون، اپراتور مربوطه به همراه بازرسی فنی در مسیر خط لوله حضور خواهند داشت.

### ۳-۳-۲ نکاتی پیرامون بازرسی عایق لوله های زیرزمینی

- تمام سطح عایق لوله ابتدا مورد بازرسی چشمی قرار گرفته و پس از آن اقدام به تست هالیدی می شود.
- تست هالیدی بمنظور شناسائی نقاط معیوب از جمله منافذ، شکستگی، ترک و تکه های سوخته عایق مورد استفاده قرار می گیرد.
- کلیه عیوب شناسائی شده توسط بازرسی باید علامت گذاری شود.
- برای بازرسی قسمت زیرین لوله های نوار پیچی شده از آئینه استفاده گردد.
- ولتاژ دستگاه هالیدی باید قبل از تست تنظیم گردد.
- ولتاژ دستگاه مناسب با ضخامت پوشش انجام شده انتخاب گردد.
- کلیه عیوب شناسائی شده و پس از رفع عیب مجدداً تست هالیدی شوند.

## فصل چهارم:

### آشنایی با نقشه برداری Survey Introduction

#### مقدمه:

در قسمت های قبلی *Piping*، نصب تجهیزات و سازه های فلزی به مراتب از نقشه برداری صحبت شد، جا دارد در این فصل دارد بیشتر با نقشه برداری آشنا شویم. نقشه برداری بعنوان یک یا دو واحد درسی برای خلی از رشته ها مثل مهندسان کشاورزی، زمین شناسی، معدن و مخصوصاً عمران در دانشگاهها تدریس می شود ولی متأسفانه جز واحد های درسی مهندسان مکانیک، برق، شیمی و مواد نیست.

نقشه برداری یکی از رشته های مهندسی است (گرایش مهندسی عمران) و علم کاملاً گسترده ای است. در این قسمت سعی شده فقط مطالبی جهت آشنایی با مختصات سایت ها، انواع دوربین هاب نقشه برداری، مقاطع عرضی و طولی، نحوه محاسبه خاک برداری و خاک ریزی به صورت خلاصه ارائه گردد. برای مطالعه بیشتر بایستی به کتابهای نقشه برداری عمومی مراجعه گردد.

#### ۴-۱ مختصات در سایت ها: (Site Coordinate)

در کلیه واحد های صنعتی برای مشخص نمودن کلیه موقعیت ها یک نقطه مشخص مبناء تعریف خواهند نمود و بعنوان *0,0,0* مختصات محلی (*Local*) سایت از آن اسم خواهند برد. این نقطه نسبت به مختصات کلی (*Global*) و جامع کشوری و جهانی مشخص و ذکر خواهد شد. برای مشخص کردن هر نقطه در فضا از سه پارامتر *x, y, z* استفاده می شود، که در نقشه برداری این سه عامل به *East / North / Elevation (E, N, EL)* (شمال، جنوب، ارتفاع) تبدیل می گردند. در سایت ها برای راحتی کار و یکسان نمودن مختصات برای همه کاربران تعدادی نقطه در سایت مشخص می نمایند و موقعیت این نقاط *E/N/EL* همراه محل قرارگیری آنها روی نقشه کلی سایت در لیست هایی به کلیه پیمانکاران اطلاق می گردد. که به این نقاط مشخص مختصاتی *Bench Mark* گفته می شود. هر پنج مارک کد مخصوص دارد و کاملاً توصیف شده است. بنابراین نقشه بردارها برای انجام دادن هر کاری در سایت که نیاز به مختصات (*E/N/EL*) داشته باشد نزدیک ترین پنج مارک ها را انتخاب و از روی آنها موقعیت دلخواه را مشخص می کنند.

## ۴-۲ انواع دوربین نقشه برداری : (Type of Topography Camera)

دوربین ها بر حسب کار آیی و موارد استفاده و شرکت های سازنده و دارای مدل های مختلف و تنوع زیادی می باشند. ولی در اینجا ۳ نوع دوربین نیو، تئودولیت و توتال مورد بحث قرار خواهد گرفت.

یکی از ابتدایی ترین کارها در نقشه برداری مشخص نمودن ارتفاع نقاط نسبت به همدیگر و تخمین فاصله یک نقطه نسبت به نقطه دیگر است که این کار توسط دوربین های نیو (Level) انجام می گیرد عمده کار برد دوربین های نیو تراز یابی خطوط، کامل کنی، انجام عملیات پدینگ و leveling، محوطه سازی، شیب بندی و غیره می باشد.

اساس کار بدین شکل است بعد از علم کردن سه پایه و تراز کردن دوربین روی سه پایه، شاخص روی نقطه ای که ارتفاع آن مشخص است قرار داده می شود و عددی از سه پایه که در امتداد تا افقی اصلی عدسی دوربین قرار دارد خوانده می شود، این عدد را بعلاوه ارتفاع نقطه مشخص نموده و ارتفاع تار افقی عدسی دوربین بدست خواهد آمد. حال فقط کافی است شاخص در هر نقطه ای دلخواه قرار گیرد و عددی که از روی آن قرائت می شود را از ارتفاع بدست آمده برای تار افقی کم نموده و ارتفاع آن نقطه بدست خواهد آمد. در صورتیکه فاصله نقطه مورد نظر از پنج مارک زیاد باشد این کار را در چندین ایستگاه تکرار خواهند نمود.

البته توسط دوربین های نیو می توان مسافت را نیز تخمین زد. روی عدسی دوربین ۲ عدد تار افقی فرعی در بالا و پایین تار اصلی نیز وجود دارند، در صورتی که روی شاخص اختلاف عدد های در امتداد این دو تار بدست آید و ضرب در ضریبی (بر اساس نوع دوربین متفاوت) شود، حاصل بدست آمده معرف فاصله مرکز دوربین تا شاخص می تواند باشد.

یکی دیگر از دوربین ها، دوربین تئودولیت میباشد که قادر به محاسبه زاویه های افقی و قائم نقاط نسبت به همدیگر است. قبل از اختراع شدن دوربین های توتال از روی این زاویه ها فاصله ها، مختصات (N و E) نقاط را نسبت به همدیگر به روش های تحلیلی و ترسیمی بدست می آوردند. ولی امروزه کار برد این دوربین ها محدود شده و فقط برای کارهای شاغولی ستونها، Alignment تجهیزات قائم، شاغولی قالب های بتن ریزی و تعیین و ادامه راستای خطوط استفاده می گردد. اساس کاربرای Alignment بدین شکل می باشد که بعد از تنظیم دوربین تار عمودی را روی لبه ستون یا تجهیز در بالاترین نقطه تنظیم و چرخش حول محور عمود بر صفحه افقی دوربین را قفل می نمایند و تار را روی لبه تا پایین ترین نقطه بوسیله چرخش عدسی حور محور افقی می لغزانند. در صورتی که یک شاخص مثل متر در پایین ترین نقطه بصورت افقی قرار داده شود میران انحراف بالاترین نقطه ستون یا تجهیز نسبت به پایین ترین نقطه روی شاخص قابل رویت می باشد.

با وجود آمدن دوربین های توتال و دستگاههای GPS علم نقشه برداری متحول شده و کاملاً بصورت اتوماتیک و کامپیوتری، پروسه قابل پی گیری و تنظیم است. دوربین توتال براساس اشعه لیزر و بازگراندن آن توسط یک منشور درنقطه مشخص عمل خواهدکرد. بوسیله دوربین توتال وبرنامه ریزی آن ( واردکردن بنچ مارک ها درداخل حافظه آن ) می توان مختصات (  $E/N/$  ) هر نقطه از سایت را در کمترین زمان از روی دو نقطه مخص دیگر تعیین نمود. از این دوربین ها در پیاده کردن انواع فنداسیون، انکربولت ها، محورهای مرکزی تجهیزات، خطوط لوله کشی بصورت گسترده استفاده می شود.

### ۳-۴ مقاطع عرضی و طولی : (Longitudinal & latitudinal Section)

معمولاً در پروژه های راه سازی و خطوط انتقال ( *pipe lines* )، راه آهن ،تاسیسات شهری قبل از طراحی و نهایی کردن مسیر مقاطع طولی و عرضی توسط گروه های نقشه برداری تهیه می شود.

بعد از آنکه مسیر اولیه طرح از روی نقشه های توپوگرافی مشخص شد، نقشه بردارها شروع به برداشت مختصات کلی (  $E/N/EL$  ) در فواصل تکراری از طول مسیر طبق نظر مشاور خواهند نمود. که چون مسیر از قبل تقریباً مشخص است روی گراف هایی  $EL$  ها بر اساس شماره نقاط و مختصات ترسیم می شوند. که به این گراف، مقطع طولی می گویند.

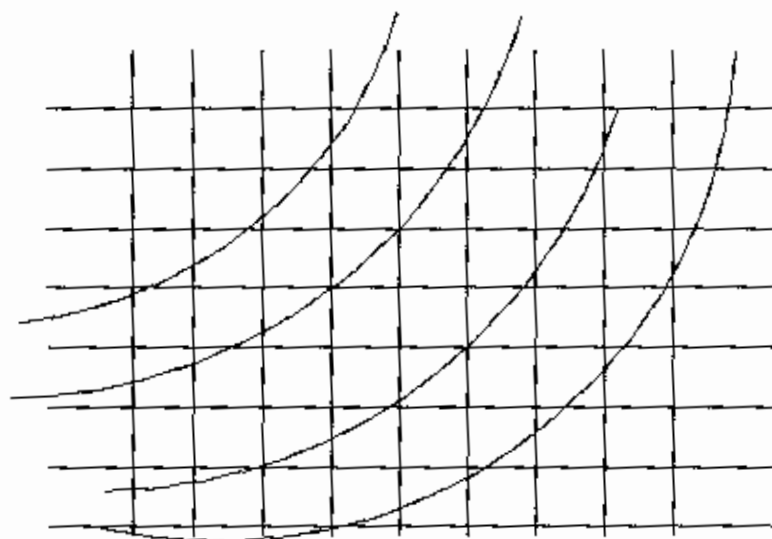
در هر نقطه مشخص مسیر در راستای عمود بر مسیر در فواصل تکراری به دو طرف به تعداد از قبل تعیین شده مختصات نقاط را برداشت می کنند. و ارتفاع آنها را با توجه به نقطه اولیه مسیر و نقاط روی مسیر عمودی روی گراف ترسیم می کنند که به آن مقطع عرضی می گویند. مقاطع عرض و طولی در اختیار طراحان قرار می گیرد که بر اساس آن بتوانند طرح را از لحاظ اقتصادی ( خاک برداری ، خاک ریزی ، موانع ، پل ها ) بهینه نمایند یا مسیر را تغییر دهند.

### ۴-۴ نحوه محاسبه حجم خاکبرداری و خاک ریزی : (Backfilling & Excavation)

به روشهای گوناگون می توان حجم خاک ریزی و خاکبرداری را محاسبه نمود ، مخصوصاً در مورد حفر کانال وفنداسیون با توجه به مشخص بودن ابعاد و سطح مقاطع کار خیلی سختی نمی باشد. اما در صورتی که در حفر کانال وفنداسیون ها به لایه های سنگ بر خورد نمودیم با توجه به تفاوت قیمت زیاد این دو نوع خاک برداری بایستی حتماً در گام هایی کوچک ( بستگی به میزان دقت ) اقدام به تهیه مقطع طولی نمود. در حالتی که یک تپه خاکبرداری می شود یا یک گودال خاک ریزی می گردد. با توجه به معلوم نبودن شکل آنها از روش خیلی مرسوم شبکه بندی



(Mesh) استفاده می گردد. یک نقشه شماتیک شبکه تهیه و شبکه برای مشخص شدن نقاط گره ها در حالت واقعی روی آن تپه یا گودال اجرا می گردد. شکل ۴-۱



شکل ۴-۱: نحوه مش بندی یک ناحیه

فاصله شبکه بستگی به میزان دقت، حجم و ابعاد کار دارد. بعد از مشخص شدن کد های شبکه، از هر سلول شبکه در سایت یک ارتفاع برداشت می شود و در جداولی همراه کد سلول شبکه (C25- 26 EL9.8) یادداشت می گردد. بعد از انجام کار خاکبرداری یا خاک ریزی ارتفاع نهایی همان نقاط طبق شبکه دوباره برداشت می شود. اگر اختلاف این ارتفاعات در سطح مقطع سلول ها ضرب شود و مقادیر بدست آمده در همه سلول ها با همدیگر جمع گردد. حجم خاکریزی و خاک برداری با بهترین تقریب بدست خواهد آمد.

## فصل پنجم:

### آشنایی با عمران Civil Introduction

#### مقدمه:

سیویل یکی از بزرگترین و عمده ترین کارهای اجرایی هر کشور می باشد، عملیات سیویل شامل راه، سد، محوطه، ساختمان، برج، اسکله، فرودگاه، شهر سازی، ساخت تاسیسات زیربنایی و غیره خواهد بود. برای هر کدام از رشته های ذکر شده توسط سازمانهای مختلف جهانی استانداردهای خاصی برای طراحی و اجراء تدوین شده است. این رشته در اکثر دانشگاهها در سطح های مختلف تدریس می شود. بررسی کلی و حتی اجمالی سیویل در چنین کتاب نیز مقدور نمی باشد. در این جا فقط سعی شده است کارهای اجرایی مرسوم سیویل در واحدهای صنعتی جهت آشنایی افراد غیر از مهندسان و تکنسین های سیویل بصورت خلاصه شرح داده شود.

#### ۵-۱ اجرای فنداسیون : (Foundation Construction)

در واحدهای صنعتی جهت قرارگیری انواع تجهیزات، ستون ها، ساپورت ها. و غیره از فنداسیون ها استفاده می شود. این نوع فنداسیون ها با فنداسیون های ساختمانی (بصورت پیوسته) از لحاظ شکل و اجرا متفاوت می باشند.

بطور کلی می توان مراحل اجراء یک فنداسیون بصورت پداستال را بصورت زیر طبقه بندی نمود.

**Surface Marking**

- مشخص کردن موقعیت توسط نقشه بردار

**Excavation**

- خاکبرداری

**Leveling & Compaction**

- تراز کردن و کوبیدن سطح

**Meager Cement**

- احرای تنون مگر

**Bar Bending**

- آرماتوربندی

**Footing Form Work**

- قالب بندی فوتینگ

**Casting**

- بتن ریزی پایه

**Curing**

- خشک شدن پایه

**Pedestal Formwork**

- قالب بندی پدستال

**Anchor Bolt Adjustment**

- تنظیم انکر بولت یا انکر باکس

**Casting**

- بتن ریزی پدستال

**Curing & Covering**

- خشک شدن و پوشاندن

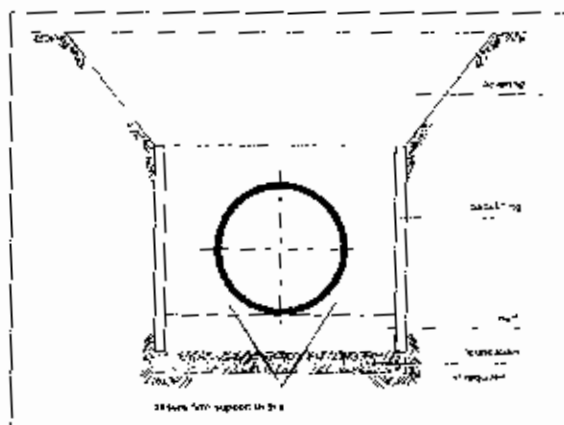
**Coating**

- پوشش توسط لایه ضد آب

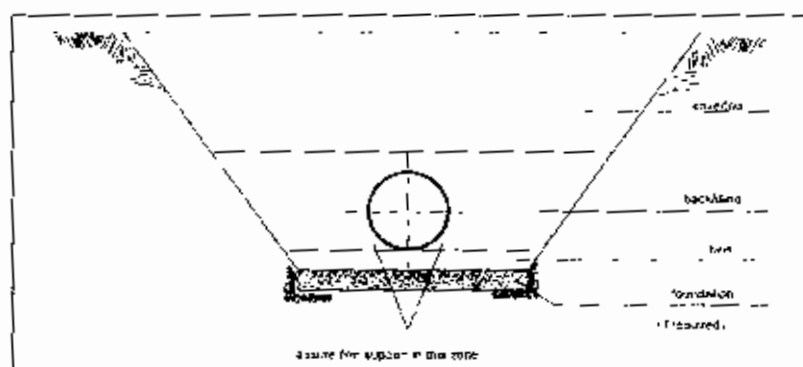
البته در مورد فنداسیون های جعبه ای که بتن ریزی در یک مرحله انجام می پذیرد . برای جلوگیری از اتلاف وقت احتمال دارد کارهای آرماتوربندی در یک محل دیگر انجام شود که به آن محل *Bar Bending Shop* گویند. و در سایت فقط عمل تنظیم آرماتوربندی پیش ساخته شده انجام می گردد. همچنین امکان دارد ساخت فنداسیون های مشخص با دقت پایین (انواع فنداسیون چاغ های رونایی، انواع من هول هاف انواع داکت ها و اسلب ها) بصورت سری سازی در شاپ انجام شود و در سایت نصب شوند.

### ۲-۵ حفر انواع کانال : (Trench Excavation)

عمده موارد خاکبرداری در واحدهای صنعتی بعد از آماده شدن سطح، مربوط به حفر کانال برای جایگذاری انواع لوله، داکت، کانال های آب، کابل گذاری و غیره می باشد. عمق کانال ها طبق نقشه توسط طراحان مشخص می شوند. ولی برای تعیین عرض و روش اجرای آن دستورالعمل هایی با توجه به نوع و مقاومت خاک آن محل و روش های حفر (دستی - مکانیکی) و حالت مورد استفاده تهیه می گردد. در شکل های ۱-۵ و ۲-۵ دو نوع کانال که معمولاً به شکل U، V، Y و دابل V می باشد، نشان داده شده اند.



شکل ۱-۵: یک نوع کانال Y شکل



شکل ۲-۵: یک نوع کانال V شکل

مراحل حفر کانال به ترتیب عبارت خواهد بود از علامت گذاری سطح توسط نقشه بردار، کندن کانال توسط بیل مکانیکی، دستی یا دستگاه پیکور هیدرولیکی یا پنوماتیکی، مارک کردن کف کانال و یا میخ کوبی، تراز کردن، کوبیدن کف کانال با توجه به کاربرد (یا اجرای بتن مگر) و در صورت نیاز فیک کردن دیواره ها جهت جلوگیری از ریزش و تحویل به گروه های دیگر خواهد بود.

### ۳-۵ عملیات خاص:

چندین عملیات اجرایی سیویل که معمولاً بیشتر در واحد های صنعتی بیشتر اجراء می شوند در این بخش معرفی می شوند.

#### ۱-۳-۵ لوله کشی، لوله های سیمانی: (Cement Piping)

معمولاً برای خطوط انتقال آب (سلیز های بالا)، آب راها و جمع آوری آب باران و بعضی از سرویس های فاضلاب بهداشتی و صنعتی از لوله های سیمانی با پوشش تفلون داخلی یا بدون پوشش بصورت بتن مسطح و غیرمسطح استفاده می گردد. در سایرهای پایین (قطر ۱۵ الی ۳۰ سانتی متر) از لوله های سیمانی جهت *Vent* و *Exast* ساختمانی نیز استفاده می گردد. معمولاً جهت آب بندی جونیت های لوله ها و نگهداری آنها از سازه های بتنی به روش های متنوع استفاده می شود.

طول لوله ها با توجه به نوع کاربرد، نحوه نصب، شرایط سازنده گان و روش حمل و نقل متفاوت می باشد. این لوله می توانند بصورت تقویت شده (بتن مسلح) در سایرهای بالا و روش جونیت اورینگ و انتهای نر و مادگی جهت خطوط آب رسانی بین شهری استفاده شوند.

#### ۲-۳-۵ خاک ریزی: (Back Filling)

در کلیه عملیات های خاکی در واحدهای صنعتی (اجرای فنداسیون، لوله گذاری (بعد از *Sand filling*) بایستی قسمت های حفر شده بعد از اتمام عملیات اصلی بصورت لایه لایه با خاک (۱۵-۲۵ سانتی متر) پر شود. بعد از خاک ریزی هرلایه، بوسیله کامپک تورهای دستی و ماشینی خاک کاملاً فشرده می شود. و بوسیله آب پاشی می توان میزان فشردگی خاک را بالا برد. بعد از هر لایه تست فشردگی روی خاک انجام می گیرد. در صورت تایید ناظر مربوطه و نتیجه مثبت آزمایشگاه مجوز کار برای لایه بعدی صادر می گردد. این کار در چندین لایه ادامه پیدا می کند تا

ارتفاع سطح گودال به ارتفاع سطح اصلی زمین بازگردانده شود. به این مجموعه عملیات **Backfilling** گویند.

### ۵-۳-۳ کف سازی: (Paving)

در قسمت هایی از واحدهای صنعتی (داخل سوله ها، واحدهای شیمیایی، ایستگاههای پمپاژ روناز، واحدهای تولید مواد خاص، پکیج ها، راهروها) عملیات کف سازی جهت ایجاد راههای دسترسی، تمیزی، امکان شستشو و بالا بردن مقاومت سطح انجام می گیرد. کف سازی شامل مراحل تراز کردن و شیب بندی سطح، خاک ریزی یا خاک برداری، کوبیدن سطح زمین، ریختن بتن مگر، مش بندی یا آروماتوربندی شبکه ای، قالب بندی و بتن ریزی خواهد بود.

### ۵-۳-۴ شیب بندی سنگی: (Beaching)

در بسیاری از سایت های راه سازی، سد سازی، نفت و گاز، واحدهای شیمیایی در حالت هایی که شیب و اختلاف ارتفاع بین دو ناحیه وجود دارد، برای جلوگیری از فرسایش خاک در هنگام بارندگی، تمیزی و ریبایی از عملیات شیب سازی سنگی که نسبت به سایر روش های شیب بتنی یا دیوار بتنی اقتصادی تر است استفاده می گردد.

روش کار بدین ترتیب است، ابتدا شیب دلخواه را طبق نقشه توسط خاک برداری یا خاک ریزی دستی یا مکانیکی ایجاد می نماید، سپس سطح شیب را بوسیله سنگ های ساختمانی ارزان قیمت (سنگ های آهکی معمولی) در ضخامت تعریف شده صورت موازی شیب و کاملاً در کنار همدیگر بدون فاصله پوشش داده و در آخر درزهای سنگ ها را بوسیله ملات سیمان پر خواهند نمود. به این ترتیب یک لایه خیلی مقاوم و زیبا روی شیب بوجود خواهند آورد.

### ۵-۴ ساختمان سازی:

در واحدهای صنعتی ساختمان های زیاد و پیچیده ای وجود ندارند واحدهای ساختمانی شامل اتاق های کنترل، اتاق های تقسیم جریان برق، آزمایشگاهها، ساختمان اداری، سلف سرویس خواهند شد. طراحی و اجرای ساختمان ها طبق استانداردهای خاص سیویل صورت می پذیرد. ولی کمابیش همه انسان ها با مراحل اجرای آن آشنایی دارند.



## فصل ششم:

### گروه های مشترک در پروژه های اجرایی

#### مقدمه:

همانگونه که در فصل یک عنوان شد گروه های زیادی وجود دارند که در پروژه ها مشترک می باشند. در این فصل تعاریفی از این گروه ها ارائه شده و بصورت مختصر وظایف هر کدام ایتم وار بیان شده اند.

#### ۱-۶ گروه متریال : (Material Crew)

همانگونه از اسم این گروه پیداست وظیفه اصلی این گروه هماهنگی های لازم در پروژه ها جهت تحویل و انتقال انواع متریال به محل های مصرف می باشد. این گروه به صورت مستقیم زیر نظر دفتر فنی کار خواهد نمود.

گروه متریال دارای وظیفه خیلی مهمی می باشد و در صورتیکه کار خود را به درستی انجام ندهد بر کارکرد سایر گروه ها تاثیر گذار خواهد بود. گروه متریال بایستی همیشه با انبارهای کارفرما در تماس باشد و در مورد اخبار رسیدن متریال های جدید همیشه به روز باشد و فایل هایی برای کنترل رسیدن و موجود بودن انواع متریال در انبار کارفرما داشته باشد و این فایل ها را با اطلاعات دریافتی از کارفرما به روز نماید. به این فایل (که معمولاً انبار کارفرما متولی آن می باشد) *Stock File* گویند. در صورت ارتباط گروه متریال با گروه های برنامه ریزی و لجستیک (پشتیبانی پروژه) گروه متریال می تواند تاریخ رسیدن متریال ها را نیز به سایت داشته باشد و برای آنها برنامه ریزی نمایند.

از طرف گروه هایی اجرای طبق برنامه و اولویت های کاری متریال های درخواستی از طریق دفتر فنی به گروه متریال اعلام می شود. گروه متریال بایستی سریعاً اقدام به نوشتن مدارکی جهت تحویل گرفتن آنها از کارفرما بکنند. به این مدارک *Miv* گفته می شود. (*Material Issue Vocher* سند تحویل متریال) این مدرک سند مهمی می باشد بنابراین معمولاً دارای چندین مرحله امضاء می باشد که بایستی متریال من ها آنها را از افراد مشخص و اوتريته دار اخذ نمایند. باید اطلاعات موجود در کلیه این *Miv* ها و مقادیری متریال تحویل گرفته شده و تحویل داده شده به گروه های اجرایی همراه شماره سند آنها و مشخصات محل مصرف در فایل

های ذخیره و اطلاعات آن به روز خواهد شوند. البته این فایل ها باتوجه به نوع عملیات بایستی جداگانه تشکیل گردد. مثلاً درمورد *Piping* این فایل در دفتر فنی تشکیل می گردد و طبق *B.O.M (Bill of Material)* داخل نقشه ها تنظیم خواهد شد. عبارتی متریا ل مورد نیاز آن خط برآورد می شود. (*M.T.O= Material Take Of*)

در صورتی که کلیه متریا ل یکجا به سایت و گروه اجرایی تحویل داده نشود گروه متریا ل وظیفه کنترل و انبارداری آنها را به عهده خواهد داشت. در این حالت بایستی هر گونه ورود و خروج به انبار در فایل ها کامپیوتری مربوطه ثبت گردد. و برای جلوگیری از اشتباه از فرمت *Miv* داخلی استفاده شود.

گروه متریا ل بایستی متریا ل را تا مصرف پی گیری و نتایج را در فایل ها ثبت کند و در صورت اضافه آمدن متریا ل بایستی متریا ل را در فرمت خاص *MRV (Material Return Vocher)* به کارفرما برگرداند. فایل ها بایستی طوری تنظیم شوند که در هر لحظه بتوان بالانس متریا ل را برآورد نمود. در صورتیکه بر روی گروه متریا ل نظارت صحیح اعمال نشود و مدارک بصورت کامپیوتری نباشند پروژه در آخر کار به مشکلات عمده ای در مورد بالانس متریا ل (مقایسه متریا ل های گرفته شده و مصرف شده و گزارش به کارفرما) دچار خواهد شد و ضرر مالی سنگینی را می تواند به پیمانکار وارد نماید.

متریا ل من ها مخصوصاً در حالتی که تنوع متریا ل وجود دارد (*Piping*) بایستی افراد باتجربه ای باشند تا از بوجود آمدن هر گونه اشتباه جلوگیری به عمل آید. کلیه کارهای هماهنگی با سایر گروه ها برای حمل و جابجایی متریا ل بایستی توسط گروه متریا ل صورت پذیرد. در مورد متریا ل تجهیزات و استراکچر فلزی که ممکن است متریا ل یک دستگاه یا یک استراکچر در چندین پکیج از طرف سازنده به سایت فرستاده شود، باید از قبل توسط گروه متریا ل پکیج لیست ها (مدارکی از طرف سازنده ها تهیه می شود، لیست قطعاتی است که در آن پکیج وجود دارد) تهیه و در اختیار گروه های اجرایی قرار داده شوند تا این گروهها از روی آنها و طبق اولویت نصب و سایت متریا ل را درخواست نمایند و به سایت حمل شوند. استفاده از پکیج لیست برای درخواست متریا ل روند کار را ساده تر می نماید و از بوجود آمدن هر گونه اشتباه و دوباره کاری جلوگیری می نماید.

## ۶-۲ دفتر فنی : (Technical Office)

در بحث های قبل به مراتب از دفتر فنی اسم برده شده و کارهای مربوط به این گروه ذکر شده است. بصورت خلاصه دفتر فنی در پروژه های اجرایی وظایف زیر را به عهده دارد.

- ۱- نوشتن صورت وضعیت های اصلی، پی گیری تاییدیه آن و بررسی صورت وضعیت های پیمانکاران دسته دوم
- ۲- نوشتن اضافه کاری ها و پی گیری نحوه انجام دستور کارهای کارفرما که موضوع آنها خارج از قرارداد میباشد. گرفتن تاییدیه های میزان کار کرد طبق روش توافقی و آوردن آنها در لیست صورت وضعیت ماهانه.
- ۳- پی گیری و فرستادن نامه رسمی به کار فرما در مورد هرگونه توقف کاری در صورتی که عامل آن کارفرما باشد. درخواست جلسه از کارفرما در مورد آن موضوع و گرفتن تاییدیه برای تکمیل کردن و مستند کردن مدارک *Claim* ( ادعای خسارت )
- ۴- مطالعه دقیق بر نامه های اجرایی و بازدید از سایت برای باز کردن جبهه های کاری، دادن الویت کاری طبق شرایط سایت به گروه های اجرایی
- ۵- اطلاع دقیق از حجم کار پروژه (در صورت تغییرات ) و میزان کار انجام شده و باقی مانده برای بر نامه ریزی مجدد یا تصحیح برنامه اجرایی
- ۶- نظارت بر آرسینو جهت کنترل و ثبت تاریخ ورود و *Rev* کلیه نقشه ها و مدارک و نحوه پخش نقشه ها و مستندات موجود .
- ۷- داشتن فایل های کلی در مورد متریاال نظارت کامل بر گروه متریاال
- ۸- در صورتیکه خرید بعضی از اقلام مصرفی به عهده پیمانکار باشد ، نظارت بر سفارش و انبارداری و مصرف آنها
- ۹- داشتن فایل های *St.Str.Hisory, Equipmnt History , Support Histocy , Spool History* و کلیه فایل های اجرایی جهت کنترل دقیق گروه های اجرایی.
- ۱۰- نظارت بر کلیه کارهای فنی سایت و در صورت نیاز پشتیبانی فنی گروه های اجرایی .
- ۱۱- شرکت در کلیه جلسات اجرایی داخلی و خارجی و دادن پیشنهادات موثر جهت انجام گرفتن بهتر کار.
- ۱۲- نظارت بر کلیه کارهای دفتر فنی شاپ ساخت اسپول ، شاپ تعمیرات و شاپ سند بلاست و رنگ.
- ۱۳- پی گیری کلیه مغایرت های سایت از لحاظ نقشه ای و فنی و ارجاع آنها به کارفرما. معمولاً این کار در فرمت های خاص مثل (*JCRF, Technical Query*) صورت می گیرد.
- ۱۴- در صورت نیاز تهیه دستورالعمل های اجرایی برای کارهای خاص
- ۱۵- تهیه *Lifting Plan* در عملیات نصب تجهیزات سنگین

۱۶- تهیه نقشه های اجرایی ، بعضاً نقشه های ارایه شده توسط کارفرما برای انجام عملیاتی کافی نمی باشند در این حالت دفتر فنی نقشه های کمکی را تهیه و به گروه اجرایی ابلاغ می نماید.

۱۷- به روز نمودن گزارشات برگشتی از طرف گروه های اجرایی و تلاش در جهت رفع مشکلات احتمالی سایت

۱۸- کمک در تهیه و تنظیم گزارشات هفتگی و ماهانه مدیریتی و غیره .

۱۹- پی گیری تعهدات قراردادی و مدیریتی و تبصره ها و الحاقیه های ذکر شده در صورت جلسه ها.

۲۰- طبق شرایط قراردادی، تهیه نقشه های *As Built*

### ۳-۶ گروه کنترل کیفیت: QC ( Quality Control Crew)

همچنانکه از اسم اش پیداست کار اصلی QC بازرسی و نظارت کیفیتی بر کلیه کارهای اجرایی سایت می باشد . قبلاً در بحث های اجرایی و کارهای گوناگون در مراحل مختلف کار، نقش ناظران QC ذکر گردید . وظایف کلی زیر را می توان برای گروه QC برشمرد.

۱- علاوه بر کارهای نظارتی کیفیتی و دادن راهنمایی های موثر جهت بهتر و درست تر انجام دادن کار ، نیروهای QC وظیفه گزارش کردن میزان و مقدار کارهای کارشده و تحویل دادن کار در هر مرحله را نیز در فرمت های خاص *FIN* و *FIR* طبق *ITP* خواهند داشت.

#### تعاریف:

الف: *ITP* ( *Inspection and Test plan* ) مدرک معتبری است که اساس کار گروه QC را رد پروژه ها تشریح می نماید. این مدرک توسط مشاوران QC کارفرما تهیه می گردد و بیان کننده کلیه مراحل بازرسی و تحویل کار برای کلیه کارهای در جریان سایت در کلیه زمینه ها می باشد . *ITP* شامل کلیه فرمت های هر کدام از بازرسی ها و فرمت گزارشات می باشد. در *ITP* برای هر کدام از کارها و مراحل اجرایی یک کد *ITP NO.* تعریف شده که معرف آن کار خاص در آن سایت می باشد.

ب: *FIN* ( *Filde Inspection Notice* ) سدی می باشد که وقتی کاری به اتمام رسید یا کاری خواست شروع شود ، از طرف پیمانکار صادر می گردد . *FIN* به منزله دعوت ناظران کار فرما برای بازرسی خواهد بود. بعضی از کارها مثل نصب تجهیزات که بازرسی مستلزم پایان یافتن مراحل کار می باشد در پایان هر مرحله کاری و هر تجهیز بایستی *FIN* صادر گردد ولی برای

کارهایی که بصورت پیوسته در جریان هستند مثل جوشکاری، فیتاپ، رنگ و غیره *FIN* به صورت هفته ای صادر خواهد شد. نمونه فورمت *FIN* در *CD* پیوستی آورده شده است. ج: *FIR (Filde Inspection Report)* این مدرک در مورد کارهایی است که بصورت مرحله ای انجام می پذیرد، (نتایج کار بایستی در آن ذکر شود) صادر می گردد. هر کاری فرمت خاص خودش را دارد و ناظر در صورت که نتایج در تفرانس های ذکر شده باشند *FIR* را به منزله پذیرش آن مرحله از کار امضاء خواهد نمود. در مورد کارهایی که بصورت مقداری هستند گزارشات روزانه همان *FIR* خواهند بود.

**توجه:** برای کلیه کارهای پیوسته فرمت های خاصی برای گزارش دادن موحود می باشد که نمونه های آنها بصورت فایل در *CD* پیوست آورده شده اند. (جوش، فیتاپ، رنگ، عایق، سندبلاست، راپینگ، ساپورت ...)

۲- نیروهای *QC* و اپراتورهای کامپیوتری *QC* وظیفه دارند که همه این گزارشات را صادر و بعد از تایید یک کپی بعنوان مدرک *Back up* در آرشیو *QC* نگهداری کنند. نتایج بصورت کامپیوتری باید ثبت و نگهداری شوند.

۳- هم چنین کلیه درخواست ها برای تست های لوله کشی مثل *RT, PT, UT, MT* از طریق *QC* پی گیری خواهد شد و نتایج *Backlog* (عقب افتادگی) نیز در فایل مربوطه کنترل و ثبت می گردد.

۴- *QC* بایستی برفرایند استخدام جوشکاران و فرستادن آنها برای تست و اخراج یا رفتن آنها نظارت کامل داشته باشد.

۵- داشتن فایل هایی که بتوان، مقادیر کارهای انجام شده را از روی گزارشات روزانه بصورت مجموع در هر رمان محاسبه کنند. (*Joint history*)

۶- همکاری کامل با کلیه گروهها جهت پیشرفت کار و پروژه.

۷- همکاری با دفتر فنی و برنامه ریزی و کنترل پروژه جهت نوشتن صورت وضعیت.

#### ۴-۶ برنامه ریزی و کنترل پروژه : (*Control Project*)

گروه برنامه ریزی و کنترل پروژه در صورت پیکیری مناسب و نهادینه شدن آن در کارگاهها و سایتها از مهمترین بخش های یک پروژه می باشد. این گروه به علت اینکه از خارج گود و به عنوان ناظر زمانی به کارهای اجرایی نگاه می کند می تواند مشکلات را بهتر از نیروهای اجرایی



درک نموده و نسبت به حل آنها با گروه ها مشاورت نماید. از عمده کارهایی که گروه برنامه ریزی و کنترل پروژه خواهند داد می توان ایتم های زیر را برشمرد.

۱- تهیه برنامه زمان بندی کل پروژه ( *Overall Plan* ) با هم فکری و هماهنگی با کارفرما در مورد زمان بندی آن .

۲- ریز کردن برنامه زمانی کلی براساس نوع کار و نواحی مختلف و هماهنگی و هم فکری کارشناسان دفتر فنی و اجرایی در این زمینه ها بعد از نهایی کردن برنامه ها، ابلاغ آنها به گروه های اجرایی البته باید در این برنامه ها فاکتور مهم رسیدن متریال به سایت نیز به دقت لحاظ گردد.

۳- کنترل پیگیری نحوه انجام کار و گرفتن گزارشات روزانه، پی گیری مشکلات و ارجاع و بولد کردن مشکلات برای مدیران سطح بالاتر.

۴- تهیه گزارشات بیش رفت کار بصورت روزانه ، هفتگی و ماهانه بصورت خلاصه در فرمت های متنوع آماری و دیاگرامی (میله ای و نموداری)

۵- تحلیل گزارشات و پیدا نمودن گلوگاه ها ( *Bottle Neck* ) و هم فکری با دفتر فنی و مدیران اجرایی جهت بر طرف نمودن گلوگاه ها

۶- همکاری در تهیه صورت وضعیت و پی گیری وصول آن

۷- داشتن برنامه برای وصول *Claim* ها و همکاری با دفتر فنی

۸- مشخص کردن عقب افتادگی ها در کلیه زمینه ها و داشتن برنامه برای جبران آنها ( *Catch up Plan* )

## ۵-۶ گروه ایمنی: (HSE)

**HSE** مخفف کلمات *Health Safety Enviroment* به معنی سلامتی، ایمنی و محیط زیست می باشد. معمولاً در سایت ها برای از جلو گیری از هر گونه عملیات غیر سالم، غیر ایمن و صدمه به محیط و دادن راهنمایی هایی در این زمینه ها و پی گیری شرایط سالم محیط و سایت برای کار کردن و بازداشتن افراد از انجام دادن کارهای فردی خطرناک در سایت، گروه **HSE** وارد عمل خواهد شد. سوپروایزرها و افسران ایمنی همیشه در سایت حضور خواهند داشت و مشغول گشت رنی و تذکر دادن و ارایه راه حل درست و راهنمایی افراد خواهند بود.

معمولاً در هر سایت دوره های مقدماتی **HSE** برای کلیه افراد بدون استثناء به محض ورود به سایت و استخدام در شرکت ها برگزار می گردد. هدف از این دوره ها آشنا کردن و گوش زد کردن انواع خطراتی است که در صورت سهل انگاری و رعایت نکردن دستورالعمل های ایمنی می تواند برای افراد مشغول در یک سایت پیش آید.

دوره های تخصصی با توجه به نوع کار و خطرات بیشتر برای افراد مشغول در آن رشته ها در سایت برگزار می شود و بدون داشتن گواهی شرکت کردن افراد در این دوره ها از کارکردن افراد در این کارهای خاص جلوگیری می شود ( نفرات برقکار، اپراتور و ریکرهای حرثقیل، راننده ها، اسکافولدها، افسران HSE، مدیران سایت و اجرایی، کار در محیط های بسته، نیروهای RT)، هر شرکت پیمانکاری بسته به تعداد پرسنل ( یک افسر برای پنجاه نفر) بایستی افسر و سوپروایزر ایمنی داشته باشد. افسرهای ایمنی بایستی با کار آشنا و نقاط خطرناک را تشخیص و در مواقع لزوم به افراد تذکر و حتماً برای انجام کار صحیح پیشنهادات ارائه دهند. بطور خلاصه وظایف گروه ایمنی به شرح زیر خواهد بود.

- ۱- انجام ورزش های صبحگاهی
- ۲- دادن توضیحات و گوش رد کردن خطرات در اول شیفت های کاری ( *Toolbox Meeting* )
- ۳- چک کردن کلیه تجهیزات (ابزار آلات الکتریکی و مکانیکی، جرثقل هاو چین بلاک ها، تابلو های برق و ...)
- ۴- نظارت بر کارهایی که جهت بهتر شدن شرایط کار انجام می پذیرد ( آب آشامیدنی، کیفیت و نوع غذا، آب پاشی حاده ها، نظافت سرویس های بهداشتی، جمع آوری آشغال ها ...)
- ۵- فرستادن پرسنل مربوطه به دوره های تخصصی و کنترل شرایط آموزشی پرسنل
- ۶- گرفتن مجوزهایی که به HSE مربوط می شوند و هماهنگی با HSE کارفرما ( کاردر ارتفاع، کار در محیط های بسته، بستن جاده، کار در شب، مجوز جرثقیل ها، مجوزهای اسکافولد )
- ۷- سفارش و نظارت بر خرید کلیه لوازم ایمنی ( *PPE* )
- ۸- نظارت بر استفاده کلیه پرسنل اجرایی از *PPE* های خاص هر رشته
- ۹- نوشتن گزارش حوادث در صورت پیش آمد.
- ۱۰- گزارش دادن کارهای ناایمن افراد در صورت تکرارهای مکرر و عدم رعایت ( لازم به توضیح است که HSE کارفرما می تواند حتی سایت منیجر یک شرکت را اخراج نماید و اسم افراد را در لیست سیاه *black list* قرار دهد. اسامی موجود در لیست سیاه دیگر نمی توانند در آن پروژه و سایت مشغول بکار شوند).
- ۱۱- نظارت بر عبور و مرور وسایل نقلیه در سایت (وظایف پلیس راهنما و رانندگی در سایت). معمولاً حداکثر سرعت در سایت ۳۰ کیلومتر بر ساعت و سبقت گرفتن اکیدا ممنوع می باشد.

## فهرست پیوست ها

۱	پیوست ۱:	مطالب تفسیر فیلم های تست RT
۱۴	پیوست ۲:	انتخاب مواد Piping و مطالبی در مورد PMS پروژه ها
۸۰	پیوست ۳:	مطالب مفیدی در مورد Piping تفرانس ، ملزومات و ...
۸۸	پیوست ۴:	نمونه هایی از اتصالات لوله کشی و ابعاد و اندازه ها
۱۰۷	پیوست ۵:	مطالبی در مورد طراحی ساپورت های لوله کشی
۱۴۶	پیوست ۶:	مطالبی در مورد انتخاب الکتروود و فیلر
	پیوست ۷:	لیست فایل و فولدرهای موجود در CD های پیوست

## پیوست ۱

### مطالب تفسیر فیلم های تست RT

#### مقدمه:

عبارت ناپیوستگی استفاده شده در دامنه لغت تست های غیر مخرب، به هر گونه عیب یا فقدان و کمبود پیوستگی در مواد اطلاق می گردد. در این بخش ابتدا عبارت هایی را که توصیف کننده این عیب ها می باشند را تعریف می کنیم و سپس بعضی از اسلایدهای واقعی از این ناپیوستگی ها را در تست رادیوگرافی نشان می دهیم.

در این بخش پروفیل جوش ها را از نوع شیارى منفرد و لب به لب دارای ریشه ای باز، فرض می کنیم. الزامی است که مفسر جهت ارایه یک تفسیر مناسب از جوش نایستی از شکل سر جوش با خبر و آگاه باشد.

#### ناپیوستگی های پاس ریشه:

پاس ریشه یا پاس اول، اولین لایه جوش در یک مقطع سر جوش مواد یا لوله می باشد. به جوش اولیه میانی با طول کوتاه که برای نگه داشتن دو مقطع به همدیگر بعد از تنظیم درست استفاده می شود، تک (*tack*) جوش گفته می شود. اینکه تک جوش بر داشته، پوشانده و مصرف می شود یا به جوش ریشه می چسبد، برای مفسر اطلاعات مفیدی می باشد.

#### نفوذ ناقص شیار جوش: (بالای شکل ۱)

این ناپیوستگی همچون پر شدن ناقص (نفوذ) در محل اتصال جوش به شیار جوش در ریشه باز و یا سطح ریشه تعریف می گردد. برای جوش های لب به لب معرّد، این ناپیوستگی در زیر ریشه باز و لبه های شیار جوش که ذوب نشده اند به طرف پایین (که به سطح ریشه باز است) اتفاق می افتد. برای آماده سازی سر جوش هایی که نیاز به جوش دو طرف لبه دارند، این ناپیوستگی در مرکز جوش خواهد بود و به سطح باز نیست. این عیب ممکن است به علت های زیر بوجود آید. ۱- فاصله هوایی ریشه در موقع فیتاپ نامناسب بوده و یا اینکه تنش جوش فاصله را کاهش داده و فاصله را مسدود نموده است. ۲- سطح ریشه بیش از حد بوده است. ۳- جوشکار روی ریشه سر خورده و به جوش اجازه نفوذ کردن در فاصله ریشه را نداده است.

این ناپیوستگی در فیلم رادیوگرافی همچون خط پیوسته یا منقطع ظاهر می شود. (بیشتر اوقات تیره اما بعضی اوقات روشن) یا بصورت خطوط موازی با یک عرض متغییر از لاغر و تیز تا پهن ظاهر می شود.

#### نفوذ ناقص به علت High-Low (بالا و پایین): (پایین شکل ۱)

های لو بعنوان عدم ترازى و تنظیم لوله یا سطوح مواد تعريف می شود. نفوذ ناقص به علت های لو زمانی رخ می دهد که یک لبه از ریشه جدا شده و در طول شرایط، های لو به جوش پیوند زده نمی شود. این ناپیوستگی در رادیوگرافی همچون خط ممتد یا منقطع در امتداد لبه پاس ریشه ظاهر می گردد. اغلب بصورت تاریک و بعضاً روشن ظاهر می شوند.

#### ROOT PASS DISCONTINUITIES

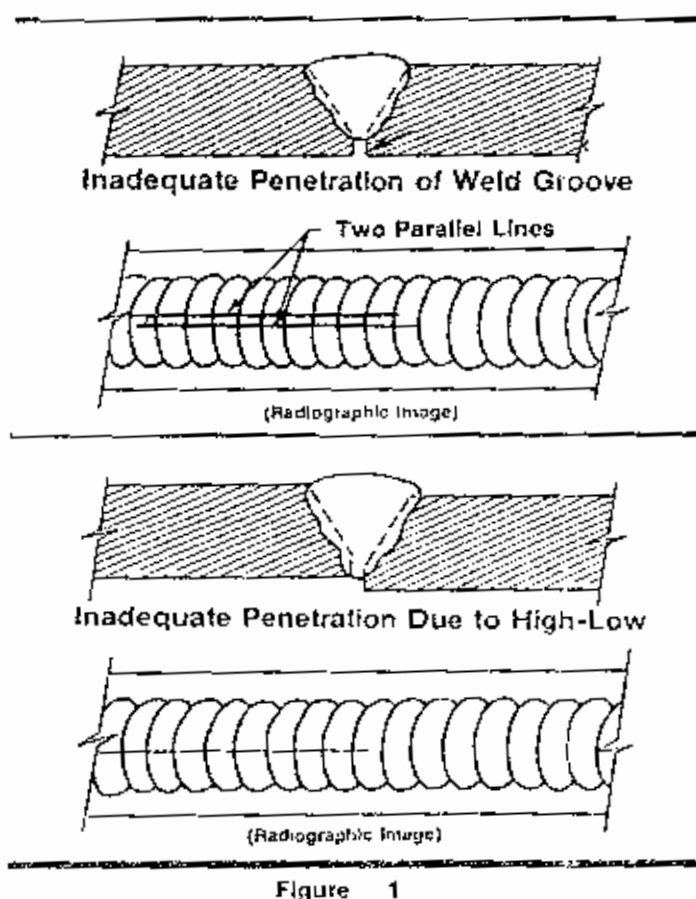


Figure 1

شکل ۱: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب نفوذ ناقص پاس ریشه

#### تقعر و فرورفتگی ریشه (مکش به شکل): (بالای شکل ۲)

تقعر ریشه، تقعر داخلی و تقعر روی ریشه جوش و مکش به داخل عبارت هایی هستند که همگی به معنی این عیب می باشند که در ریشه جوش به طرف داخل فرورفتگی ایجاد شده ا حالتی مثل ذوب شدگی محلی و یا بار شدگی در شیار جوش از طرف داخل ایجاد شده باشد. این شرایط می تواند توسط عواملی همچون فقدان ذوب کافی مواد فیلر، سرعت نامناسب عبور جوشکار، فاصله بیش از حد جوش و جوش خارج از موقعیت بوجود آید. تقعر ریشه همچون محل های تاریک در فیلم رادیوگرافی ظاهر می شوند.

#### سوختن سراسری: (پایین شکل ۲)



محل سوختن سراسری محل هایی از پاس ریشه می باشند، که در آنجا نفوذ بیش از حد یا حرارت بالا سبب گودال هایی در جوش می شود، که در بیرون ریشه بصورت شکل های دایره ای، بیضوی یا اشکال نامنظم ظاهر می شوند. عکس رادیوگرافی این عیب بصورت دایره ای، بیضوی یا شکل نامنظم تیز و تیره در پاس ریشه خواهد بود.

#### ROOT PASS DISCONTINUITIES

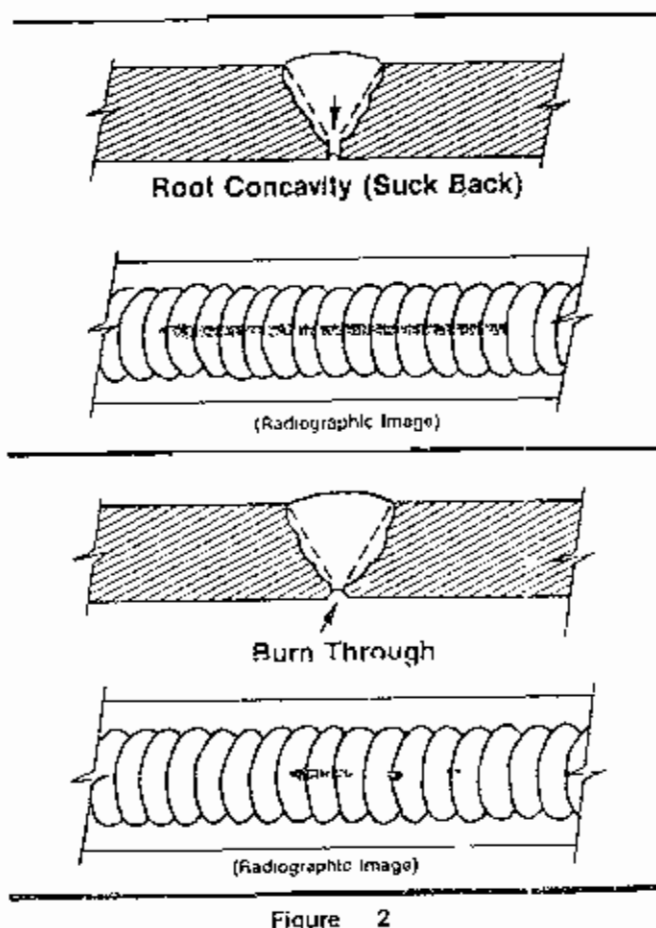


Figure 2

شک ۲: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب مکش بداخل و سوختن پاس ریشه

#### زیر برش پاس ریشه (داخلی): (بالای شکل ۳)

زیر برش داخلی در پاس ریشه بصورت یک ناپیوستگی مانند شیار در مواد پایه روی هر یا هر دو طرف جوش ریشه یا مانند حفره ای که توسط متريال جوش پر نشده اند تعریف می شود. این شیار بصورت دندانانه دار و ناهموار روی فلز پایه و بعضاً روی فلز جوش خواهد بود. میزان تیرگی عکس این ناپیوستگی بوسیله شدت و عمق شیار تعیین می شود. خیلی اوقات عکس زیر برش داخلی با عکس رادیوگرافی نفوذ سرباره داخل جوش اشتباه گرفته می شود. این ناپیوستگی امکان دارد به علت های زیر بوجود آید.

(۱) های لو (۲) آمپراژ بالا (۳) زاویه نادرست (الکتروود ۴) جوش خارج از موقعیت

### ذوب ناقص پاس ریشه: (پایین شکل ۳)

ذوب ناقص یا فقدان ذوب پاس ریشه از عدم ذوب شدن فلز پایه در محل ریشه که بایستی ذوب شود و با فلز جوش ته نشین شود بوجود می آید. این ناپیوستگی همچون یک خط مستقیم نیز در امتداد لبه پایین ریشه در رادیوگرافی ظاهر می شود.

#### ROOT PASS DISCONTINUITIES

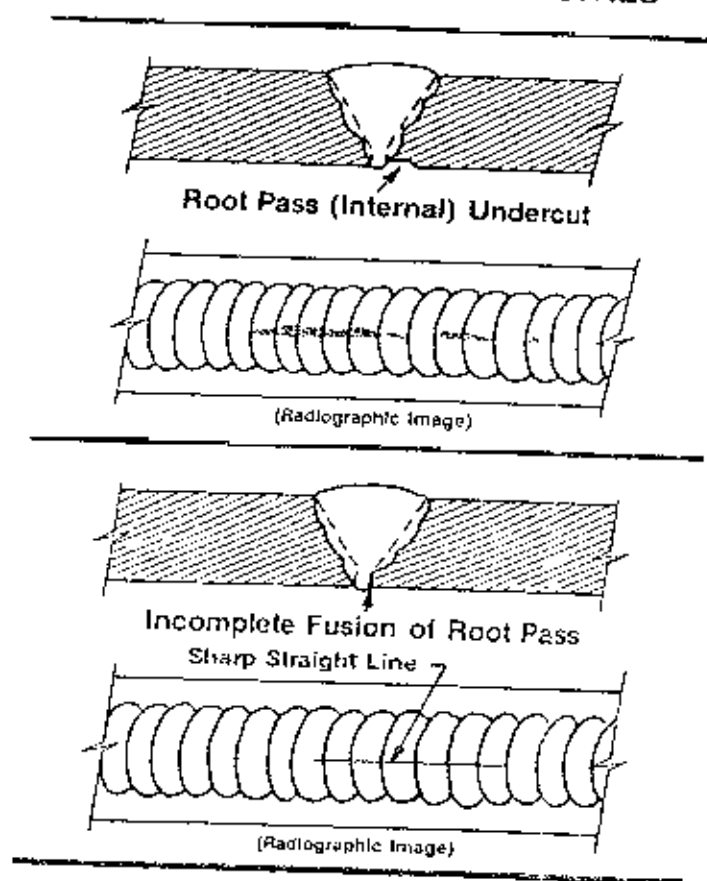


Figure 3

شکل ۳: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب زیر برش داخلی و ذوب ناقص پاس ریشه

### حفره خالی: (بالای شکل ۴)

حفره خالی، یک حفره گاز ممتد که از مرکز پاس ریشه در جهت خوش تونل زده خواهد بود. این ناپیوستگی همچون شانه تاریک طولانی صاف در مرکز ریشه ظاهر می شود و بعضی اوقات با نفوذ سرپاره در جوش اشتباه گرفته شود

### عدم تنظیم (های لو): (پایین شکل ۴)

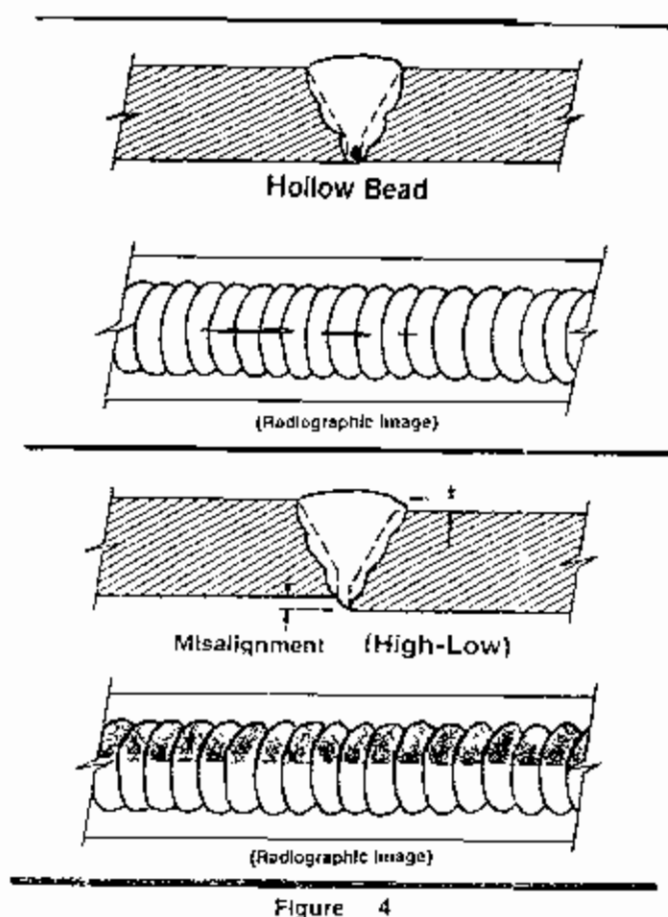
میس الاین (عدم تنظیم) که بعضی اوقات های لو یا میس مج نیز خوانده شود، به اقصی خط مرکز ۲ فلز پایه که بایستی به همدیگر اتصال داده شوند، گفته می شود. این عدم تنظیم در رادیوگرافی

بصورت پیدایش یک طرف جوش روشن تر از طرف دیگر جوش که خیلی قابل ملاحظه است خواهد بود.

### نفوذ بیش از حد جوش در ریشه: (بالای شکل a-ع)

این ناپیوستگی نتیجه فلز جوش ذوب نشده و متصل به سر جوش ریشه، خواهد بود. محل این عیب با دانستیه روشایی بالا و خارج از خط در فیلم رادیوگرافی ظاهر خواهد شد.

#### ROOT PASS DISCONTINUITIES



شکل ۴: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب حفره خالی و های لو پاس ریشه

### ریشه اکسید شده: (پایین شکل a-ع)

اکسید شدن ریشه در حالتی که سطح داخلی در هنگام جوشکاری محافظت کافی در برابر اتمسفر را ندارد، بوجود می آید. این شرایط در عکس رادیوگرافی مانند یک محدوده ناهموار و شکل نامنظم در لبه ریشه میان پاس ریشه و نزدیک فلز پایه ظاهر می شود.

### ناپیوستگی های پاس نهایی:

پاس نهایی، پوشش یا گرده، لبه آخر جوش در جوش های شیاری خواهد بود. در زیر چندین عیب و ناپیوستگی که در این پاس رخ می دهند بحث شده است.

## ROOT PASS DISCONTINUITIES

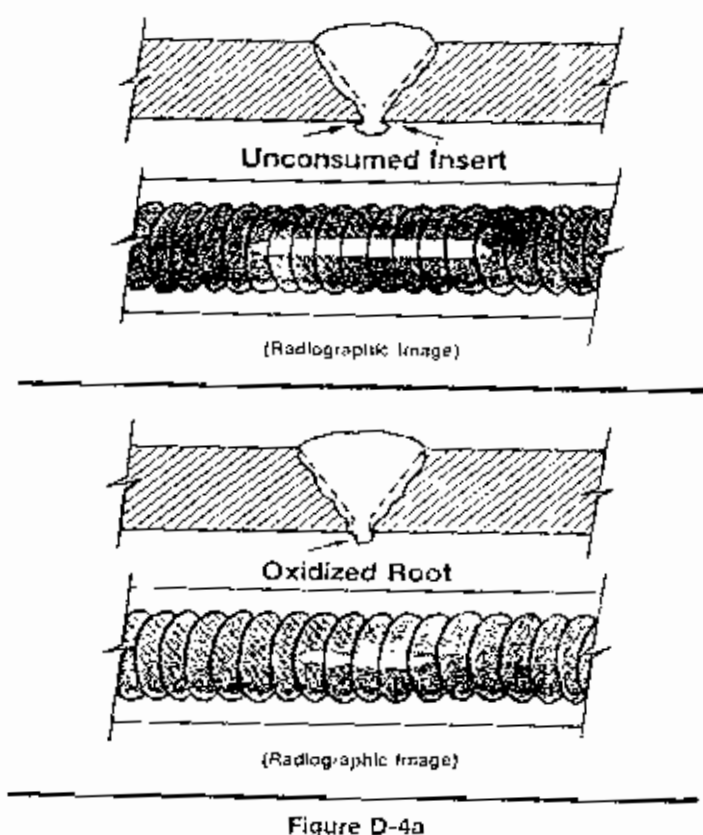


Figure D-4a

شکل a-۴: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب نفوذ بیش از حد و اکسید شدن پاس ریشه

پر شدن نا مناسب شیار جوش: ( بالای شکل ۵)

پر شدن نا مناسب وقتی که شیار جوش بصورت کامل توسط مواد جوش پر نشود، رخ می دهد. این ناپیوستگی مانند یک خط مستقیم تیره در امتداد لبه پاس نهایی در رادیو گرافی ظاهر می شود. میزان عرض نوار تیره بوسیله میزان کمبود مواد جوش تعیین خواهد شد.

فقدان ذوب (بالای شیار جوش): (زیر شکل ۵)

فقدان ذوب روی شیار جوش نتیجه ذوب نشدن فلز پایه و متصل نشدن به مواد فیلر می باشد. این عیب مانند یک خط مستقیم تیره در امتداد لبه لایه نمایی ظاهر می شود.

زیر برش خارجی: (بالای شکل ۶)

زیر برش خارجی بصورت برش شیار مانند در فلز پایه روی هر دو یا هر کدام از طرفین شیار جوش (در صورتی که بوسیله فلز جوش پرنشوند و باقی نمانند) می باشد. این ناپیوستگی در عکس رادیوگرافی بصورت یک ناحیه تیره شده

ناهموار که از لبه های لایه نهایی جوش خارج می شوند، ظاهر می گردد.

#### FINAL PASS DISCONTINUITIES

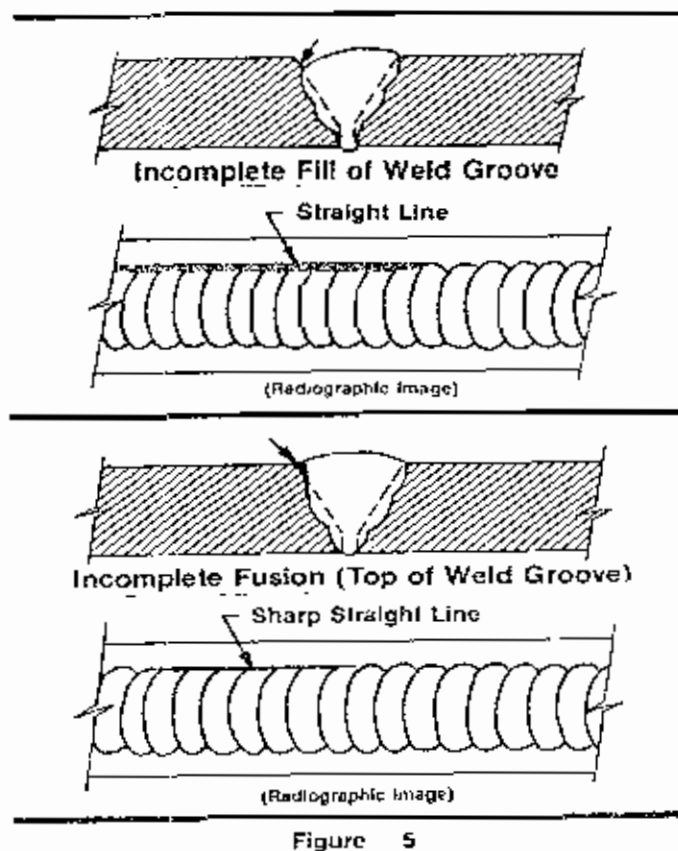


Figure 5

شکل ۵: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب پر شدن ناقص و فقدان ذوب در پاس نهایی

تقویت نامناسب: (پایین شکل ۶)

تقویت ناکافی شیار جوش بوسیله مواد جوش در عکس رادیو گرافی بصورت ناحیه ای تاریک تر از فلز پایه در محاورت آن ظاهر می گردد.

تقویت بیش از حد: (بالای شکل ۷)

تقویت بیش از حد شیار جوش در عکس رادیو گرافی بصورت ناحیه ای روشن تر از فلز پایه و اطراف و در محلی که فلز جوش و پایه به همدیگر می رسند بصورت حالت تیز ظاهر می شوند.

تخلخل سطحی: (پایین شکل ۷)

تخلخل سطحی یا سوراخ های ریز، حباب های گازی هستند که بصورت باز روی سطح پدید می آیند. این ناپیوستگی در عکس رادیوگرافی بصورت دایره های تیره در هر جای عکس جوش ظاهر می شوند.



## FINAL PASS DISCONTINUITIES

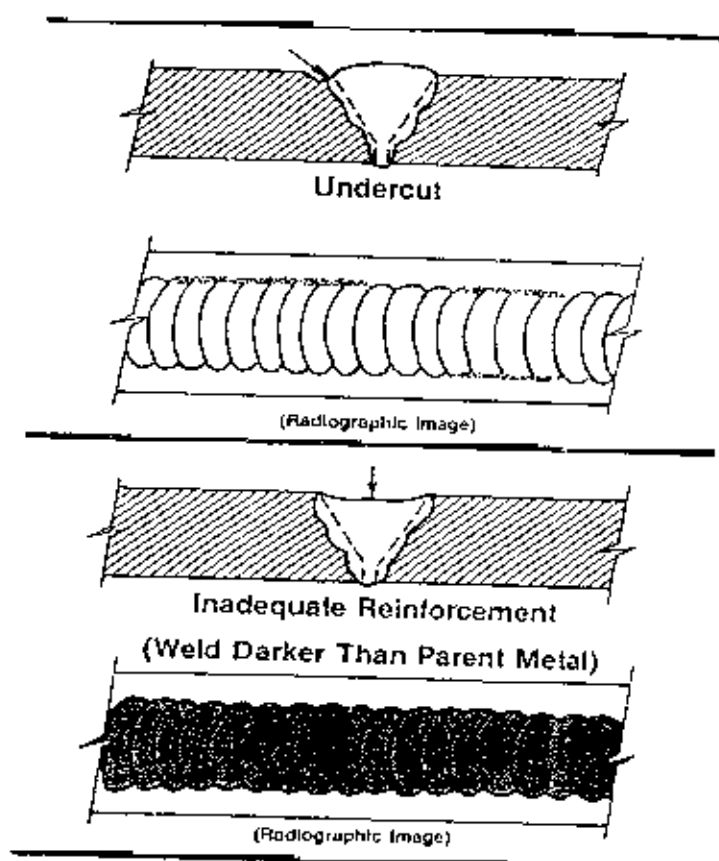


Figure 6

شکل ۶: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب زیر برش خارجی و تقویت نامناسب پاس نهایی

### نایبوستگی داخلی جوش:

نایبوستگی هایی که در داخل جوش محبوس و به طرف سطوح بار نمی باشند، نایبوستگی داخلی نامیده می شوند.

### داخل شدن غیر فلزات در جوش (سرباره):

داخل شدگی سرباره، اکسیدها، گداخت ها و یا غیر فلزات دیگری هستند که در فلز جوش یا میان جوش و فلز پایه محبوس می شوند. منبع های داخل شدن سرباره عبارتند از (۱) جاری شدن حوضچه مذاب در فرایند جوشکاری (۲) اکسیده شدن یا کنیف بودن سطوح شیار جوشکاری (۳) عدم درست تمیز کردن و برنداشتن سرباره جوش در میان پاس های جوش.

خطوط سرباره: ( بالای شکل ۸)

خطوط سرباره بصورت یک خط مستقیم در جهت جوش که در امتداد لبه جوش یا میان پاس ها قرار خواهند گرفت دیال می شوند. خطوط به شکل منقطع موازی روی هر طرف شیار جوش به علت سرباره میان پاس ریشه و پاس های

## FINAL PASS DISCONTINUITIES

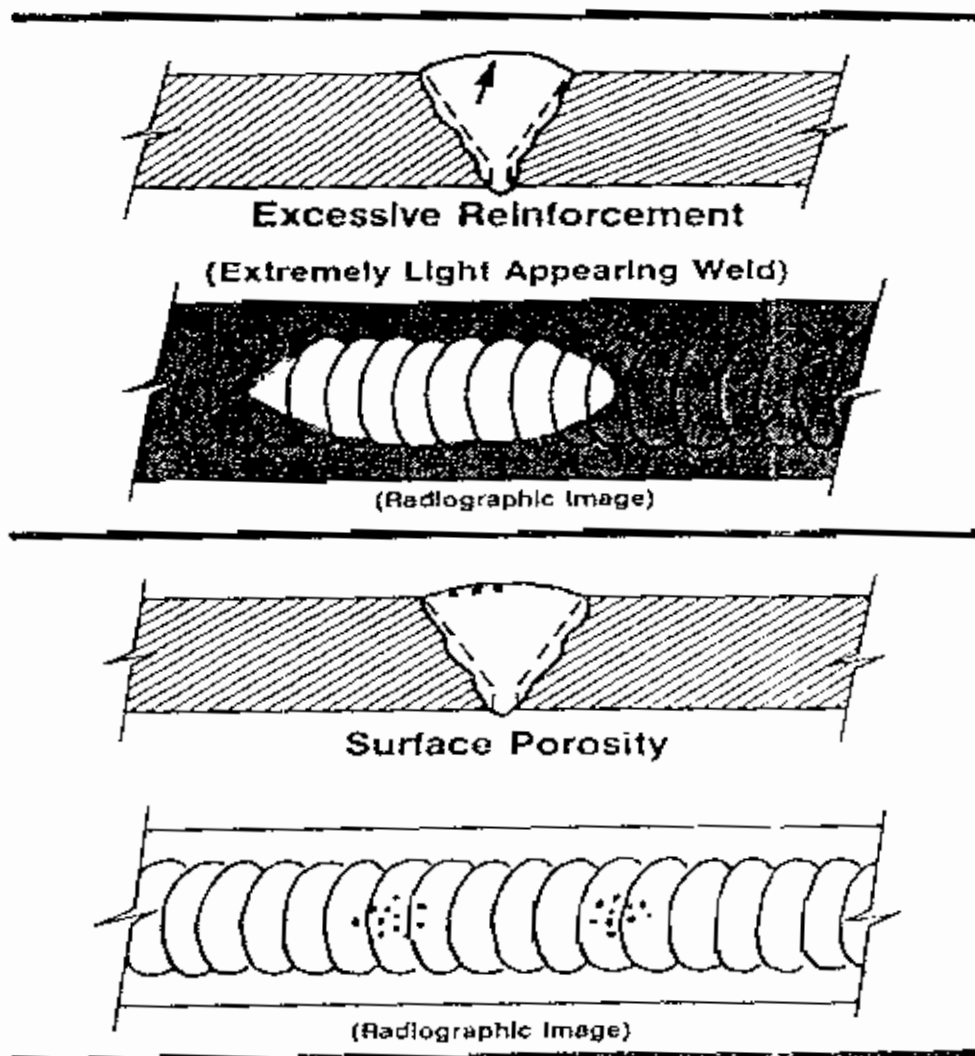
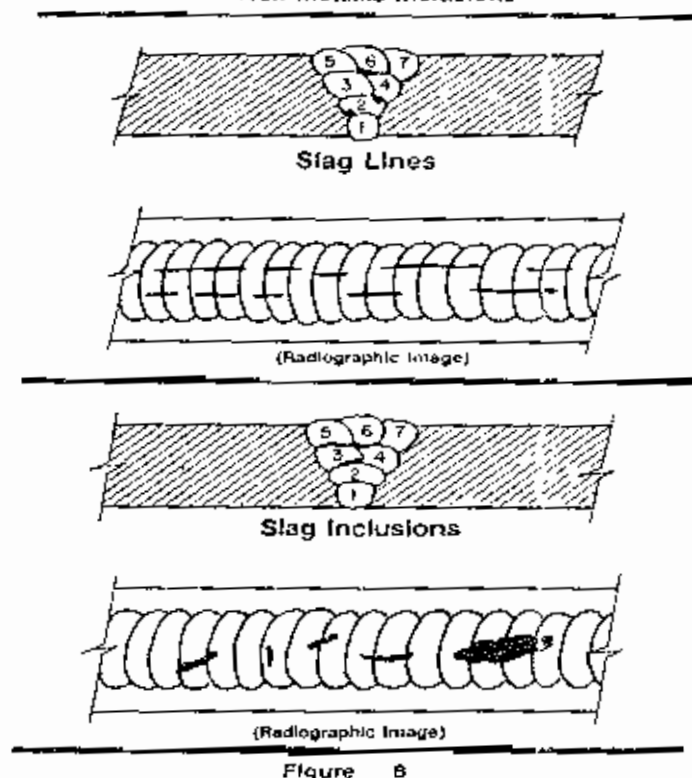


Figure 7

شکل ۷: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب تقویت بیش از حد و تخلخل سطحی پاس نهایی

# INTERNAL WELD DISCONTINUITIES Non-Metallic Inclusions



شکل ۸: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب خطوط سرباره و وجود سرباره در لایه های میانی گرم می باشند. خطوط سرباره در رادیوگرافی بصورت خطوط تیره و نیز نا منظم و مستقیم بادانسیته متنوع ظاهر میشوند.

## داخل شدن سرباره: (پایین شکل ۸)

داخل شدن سرباره ممکن است همچون شرایط ایزوله و یا در گروه های اتفاقی در جوش وجود داشته باشد. و احتمال دارد در هرگونه شکلی بر روی عکس رادیوگرافی ظاهر شوند.

## ذوب ناقص: (بالای شکل ۹)

فقدان ذوب یا ذوب ناکافی عبارتست از اتصال ناقص فلز جوش به شیار جوش یا اتصال ناقص دو پاس مجاور به همدیگر. در حالت ذوب ناقص بعضاً شاید سرباره نیز موجود باشد و در رادیوگرافی با عکس وجود سرباره در جوش احتمالاً اشتباه شود. ذوب ناقص بصورت یک خط تیره پیوسته یا منقطع مستقیم و نیز در رادیوگرافی ظاهر می شود بعضی اوقات بصورت نامنظم روی یک طرف یا جایی که سرباره محبوس است پدیدار می گردد.

## وجود تنگستن: (پایین شکل ۹)

وقتی که الکترو تنگستن در جوش قوس تنگستن تکار برده می شود. الکتروود با فلز پایه یا فلز جوش و یا حوضچه مذاب برخورد کرده برخورد کرده و ذوب میگردد، قطه ای از آن در داخل جوش

محسوس می گردد. ظرفیت جذب اشعه رادیو اکتیو تنگستن نسبت به فولاد بیشتر می باشد. به همین علت نقاط بصورت خیلی روشن تر در رادیوگرافی مشاهده میشوند.

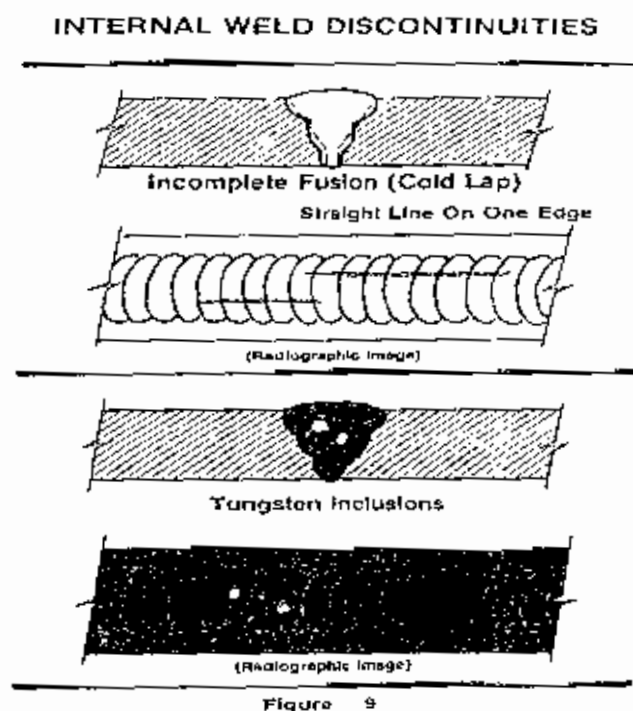
### تخلخل و حباب های گاز: (شکل ۱۰)

تخلخل و یا حباب گاز بصورت فضاهای خالی در جوش پدیدار می شوند. تخلخل وقتی که گازهای تولید شده در هنگام جوش قبل از جامد شدن به اتمسفر تخلیه نمی شوند. رخ می دهد. تخلخل بصورت نقاط دایره ای تیره (که کانتور نامیده می شوند) در رادیوگرافی ظاهر می شوند، البته امکان حالت کشیده و امتداد دار بودن آنها نیز هست.

حباب های راندم در هر جایی از عکس می توانند ظاهر شوند. که به آنها حباب های انفرادی گویند. تخلخل خوشه ای بصورت یک گروه یا خوشه ای از حباب ها می باشد. حفره کرمی شکل یا تخلخل لوله کشی صنعتی یک حباب کشیده یا یک حباب دم دار می باشد. حفره خالی یک حباب گاز کشیده که به طرف مرکز پاس ریشه در جهت جوشکاری جریان پیدا کرده، خواهد بود.

### ترک ها: (شکل ۱۱)

ترک ها ناپیوستگی هایی هستند که بعلا شگست فلز تحت تنش بوجود می آیند. ترک ها ممکن است در هر جایی که تنش اضافی موجود باشد، رخ دهند، (فلز جوش، یا فلز پایه) و احتمال هر گونه جهت گیری در آنها وجود دارد. ترک ها بصورت خطوط ریگزاگ، باریک، پهن، مقطع، خطوط موجی یا خطوط مستقیم ظاهر می شوند. در زیر چندین نوع ترک توصیف شده



شکل ۹: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب ذوب ناقص و وجود تنگستن در لایه های میانی

## INTERNAL WELD DISCONTINUITIES

Porosity Or Gas Packets

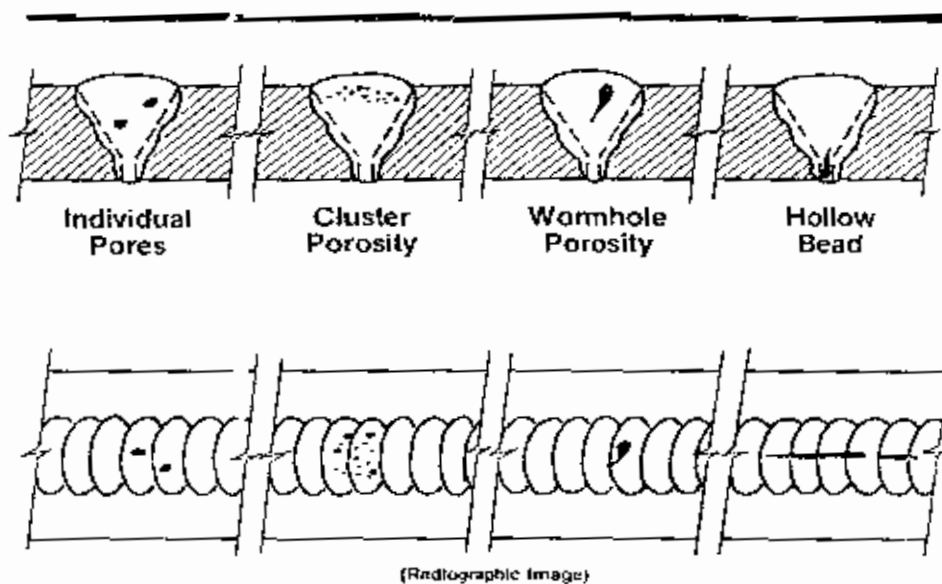


Figure 10

شکل ۱۰: تصویر فیلم رادیوگرافی عیوب انواع تخلخل

ترک های طولی تقریباً موازی با محور جوش می باشند. ترک های عرضی تقریباً در حالت عمود بر درز جوش می باشند. ترک های حفره ای یا ستاره ای در بسیاری از جهات امتداد پیدا میکنند و معمولاً از فرو رفتگی های جوش شروع می شوند. ترک های فلز پایه می توانند در هر جهتی نسبت به درز جوش رخ دهند.

## WELD DISCONTINUITIES CRACKS

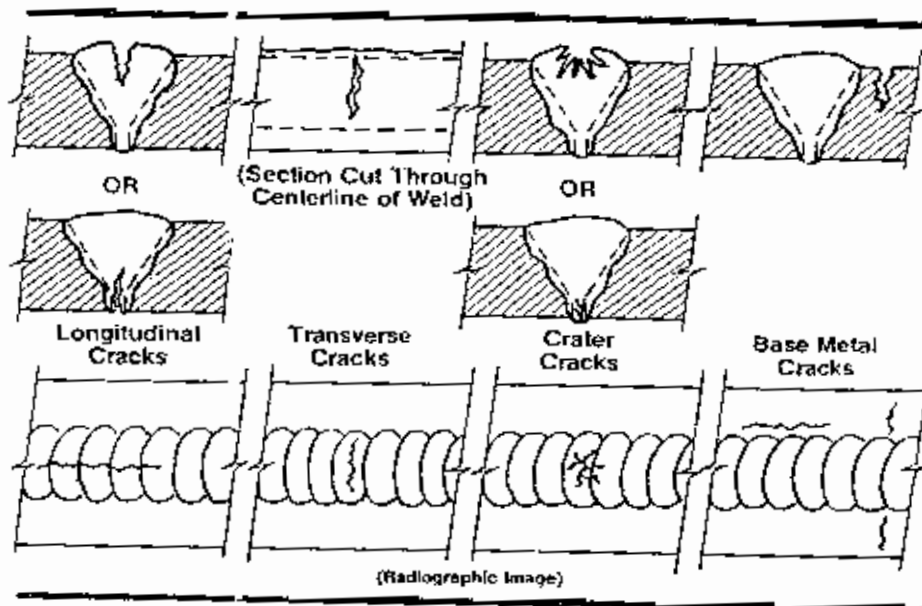


Figure 11

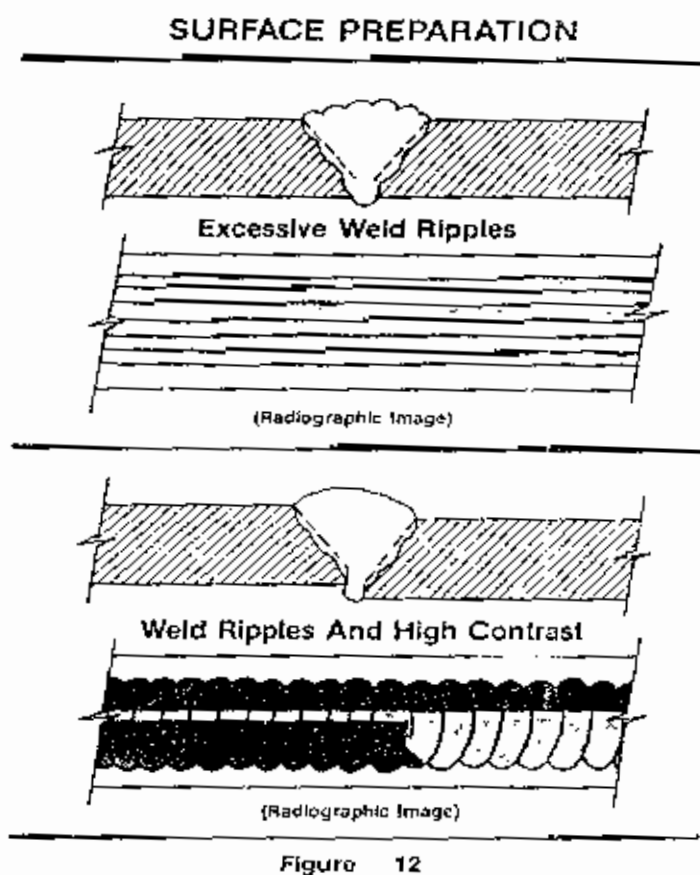
شکل ۱۱: تصویر فیلم رادیوگرافی انواع ترک ها



## آماده سازی سطح: ( شکل ۱۲)

اکثر جوش ها قبل از تست رادیوگرافی توسط بازرسان کنترل کیفیت مورد بازرسی چشمی قرار می گیرند. بازرس بایستی از اینکه سطوح خارجی و داخلی جوش شرایط و حداقل نیازهای کاربرد قطعات جوش شده و معیارهای پذیرش جوش را بر آورده میسازند، مطمئن شود معیار پذیرش بایستی فقط پارامترهایی را برای بیان ناپیوستگی های باز یا سطحی و حداکثر های لو و تقویت جوش شامل شود. و بایستی شامل عبارت هایی همچون موارد زیر نیز باشد. سطح آماده شده باید شرایط مورد نیاز برای تست رادیوگرافی یا موارد جایگزین را داشته باشد. سطوح متريال، ناهمواری های جوش و یا سطح جوش غیر منظم روی هر دو طرف داخل (در صورتی که قابل دسترسی باشد) و خارج بوسیله یک روش مناسب بایستی برداشته شوند. زیرا احتمال دارد نتایج رادیوگرافی با سطوح نامنظم و ناهموار با نتیجه هر ناپیوستگی دیگری اشتباه شود.

شکل ۱۲ مثال هایی را از ناهمواری های جوش یا سطوح نامنظم جوش که باعث تغییرهای ناگهانی در زمینه عکس های رادیوگرافی ایجاد می شوند و باعث پنهان شدن عیب های واقعی و به اشتباه انداختن مفسر می گردند، را نشان می دهد



شکل ۱۲: تصویر فیلم رادیوگرافی ناهمواریهای سطح

## - آشنائی با جنس های مورد استفاده در Piping و اصول انتخاب جنس .

### ۱- فولاد ساه ( Carbon Steel )

جنس پایه در صنعت لوله کسی Carbon Steel ( فولاد ساه ) است اما چهار شرط ذیل میتواند نوع جنس لوله را به سایر اجناس متداول مانند Galvanized C.S. ( لوله گالوانیزه ) ، Stainless Steel ( فولاد ضد زنگ ) ، Alloy Steel ( فولاد آلیاژی ) ، Monel ( آلیاژ مس و نیکل ) ، Zirconium ، Titanium ، لوله های مسی و آلومینیومی ، لوله های غیر فلزی همچون پلی استن ، پلی پروپیلن ، PVC ، GRP و ... تغییر دهد .

#### ۱-۱- دمای طراحی سیستم :

فولاد در دمای ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد سرخ شده ( دمای تشعشع ) و در دمای ۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد بهر دوب میشود. بهترین دمای رجهته گری فولاد ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد است. در تک دسته بندی عمومی انتخاب جنس پایه سیستم بر اساس محدوده های مختلف دمای طراحی به قرار ذیل خواهد بود .

+ محدوده دمای کمتر از ۴۵- درجه سانتیگراد . S.S. & Supper A.S.

۰ محدوده دمای ۴۵- تا ۲۹- درجه سانتیگراد Low Temp. C.S. & A.S.

۱ محدوده دمای ۲۹- تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد Normal C.S.

۲ محدوده دمای ۴۰۰ تا ۵۳۸ درجه سانتیگراد S.S. & High Temp. C.S. & A.S.

۳ محدوده دمای کمتر از ۵۳۸ درجه سانتیگراد S.S. & Supper A.S.

### ۲-۱- سیستم های حساس ( No Scaling )

در برخی سیستم های حساس مانند سیستم روغنکاری کمپرسور که حتی مقادیر بسیار ناچیز اکسید آهن سر ماید با روغن مخلول شده و وارد کمپرسور گردد ، این محدودیت برای طراح ایجاد میگردد که فقط از جنسهایی میتوان استفاده نمود که تاملات مقاوم در مقابل خوردگی باشد و به عنوان نمونه در مثال فوق همواره در حد فاصل بعد از خروجی فیلتر روغن تا نازل ورودی کمپرسور از لوله S.S. استفاده میشود

در مواردی که سیال بسیار خورنده در داخل لوله جریان دارد مانند سیالات اسیدی و بازی و یا ترکیبات گار فلز در پدیده خوردگی اتفاق می افتد و همچنین در شرایطی که سیال داخل لوله محنوی ذرات جامد باشد بر اثر برخورد و اصطکاک این ذرات با جدار لوله پدیده فرسایش رخ میدهد که در هر دو حالت جهت افزایش مقاومت و طول عمر سیستم لوله کسی مسایست از جنسهای مقاوم تر همچون S.S. و با Monel استفاده نمود

بعضی نمونه میتوان به خط مکس بمب های آب تغذیه بویلر اشاره نمود که آب با دمای حدود ۹۰ درجه سانتیگراد ( که نزدیک به دمای اشباع است ) مکس مستود و به واسطه کاهش فشار در خط مکس بمب و نزدیک بودن دمای آب به دمای بخار اشباع ، احتمال تبدیل شدن آب از فاز مایع به فاز بخار وجود دارد که در صورت بروز این پدیده سیال جاری در لوله تبدیل به سیال دو فاز می شود و ایجاد خوردگی و فرسایش در جدار لوله می نماید . به همین دلیل بطور مثال اگر جنس خط بمب را C.S. A106-Gr B در نظر گرفته باشیم ، جنس خط مکس بمب را C.S. A106-Gr.C در نظر میگیریم که مقاومت بستری در مقابل خوردگی داشته باشد

#### ۳-۱-۴- خواص مکانیکی و میراث تنش مجاز

برخی از مواقع پس از محاسب ضخامت لوله و یا پس از انجام آنالیز تنش بر روی خط لوله به این نتیجه میرسیم که برای دست یابی به یک ضخامت مناسب و یا جهت رفع مشکلات آنالیز تنش ، ماگزیر مناسبی از جنسهای استفاده کنیم که خواص مکانیکی فوقتری داشته و مقادیر مجاز تحمل پس در آنها بیشتر باشد و به همین واسطه مثلا در سیستم هایی مانند بخار با فشار و دمای بالا مسایست از جنسهای همچون A.S. استفاده شود

#### ۲- فولاد سیاه کشته شده ( Killed C.S. )

جناحه روسی تهیه C.S. بگونه ای باشد که از آن اکسیر زدانی شده و درصدی از عنصر آلومینیوم به آن اضافه گردد ، فولاد بدست آمده را Killed C.S. مینامند که بسیار مناسب جهت کاربرد در درجه حرارت های یابویی میباشد. همچنین میتوان از این جنس در سرویس های فاضلاب تحت فشار سیالات نفتی نیز استفاده نمود

#### ۳- فولاد آنکاری شده ( Galvanized C.S. )

حاجت به فولاد سیاه (C.S.) را با پوششی از عنصر روی (Zn) پوشش دهد ، جنس حاصله را فولاد گالوانیزه گویند این روسی در حقیقت نوعی محافظت از No Sealing است که بطور عمده در سیستم های آب سرد ، خصوصاً صفحه آب سحری سنا و هوای فشرده ابرادقیق ، جهت محافظت از ورود هرگونه ذرات اکسید آهن به سرویس

در این روش لوله یا ورق فولاد سیاه را در داخل روی مذاب غوطه ور میسازند و سپس خارج میکنند تا لایه ای از روی بطور کامل سطح فولاد را بپوشاند این روس گالوانیزه ساری کیفیت و مقاومت خوبی را ایجاد میکند معمولا لوله های نا سابر ۶ اینچ را به این طریق گالوانیزه می نمایند

### ۱-۳-۲- روس سرد ( Cold Galvanized ) :

در این روس با بستن قطعه فولاد سیاه به قطب مثبت (کاتد) و نیکه ای از جنس روی به قطب منفی . به روس الکترولیز سطح فولاد سیاه را با لایه ای از روی پوشی میدهند. معمولا در مورد لوله های با سایز ۸ اینچ و بالاتر از این روش جهت گالوانیزه نمودن استفاده میشود.

توجه : لوله های فولادی گالوانیزه باید جوشکاری شوند جوش در محل جوش لایه روی دوت سده و از روی فولاد برداشته میشود و لذا در محل جوش رنگ زدگی و خوردگی خواهیم داشت این لوله ها میبایست با اتصالات دنده ای ( Threaded ) به یکدیگر متصل گردد حتماً به هر دلیلی ناگزیر از جوشکاری لوله گالوانیزه هستیم و یا در اثر دنده دار نمودن لوله را خدشه و فلاویز ، یعنی از برش گالوانیزه بطور موضعی از میان برود میبایست محدداً لوله را پس از نصب به روس سرد گالوانیزه نمود

### ۴- فولاد آلیاژی ( Alloy Steel )

با افزودن درصدی از عناصر مختلف مانند کربن (C) ، نیتروژن (N) ، منگنز (Mg) ، مولیبدن (Mo) ، نیکل (Ni) ، کروم (Cr) ، سیلیسیم (Si) ، تیتانیوم (Ti) ، مس (Cu) ، نیوبیم (Nb) ، وانادیوم (V) و ... متوال خواص فولاد را تغییر داده و مقاومت آن را در مقابل درجه حرارت و خوردگی افزایش داد فولادی که به این طریق تهیه میگردد

فولاد آلیاژی ( Alloy Steel ) خوانده میشود تاثیر برخی از مهمترین عناصر اضافه شده به فولاد به شرح ذیل میباشد .

الف ( C ) کربن : سختی را افزایش میدهد. (کربن در ۱٪ الی ۲٪ معمول است که بالاترین سختی را داراست)

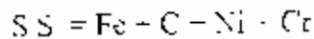
ب ( N ) نیتروژن : مقاومت در مقابل خوردگی را افزایش میدهد.

ج ( Mg ) منگنز : مقاومت در مقابل خوردگی را افزایش میدهد

د ( Cr ) کروم : مقاومت در مقابل خوردگی را افزایش میدهد.

ه ( Ni ) نیکل : تحمل فولاد در مقابل بالا رفتن درجه حرارت را افزایش میدهد  
مرجع دانشجویان و مهندسان مواد

فولاد ضد زنگ در واقع نوعی فولاد آلیاژی محسوب می‌گردد که حداقل به میزان ۱۰ الی ۱۲ درصد عنصر کروم (Cr) در ترکیب آن وجود داشته باشد بطور ساده فولاد ضد زنگ را می‌توان به شکل زیر معرفی نمود



سه به سه ما زیاد شدن درصد هر یک از عناصر در ترکیب فوق، می‌توان فولاد ضد زنگ را به سه گروه عمده تقسیم بندی نمود

۱-۵- فولاد ضد زنگ آستنیت (Austenitic) درصد بسیاری نیکل (Ni) دارد

۲-۵- فولاد ضد زنگ مارتنسیت (Martensitic) درصد بسیاری کروم (Cr) دارد

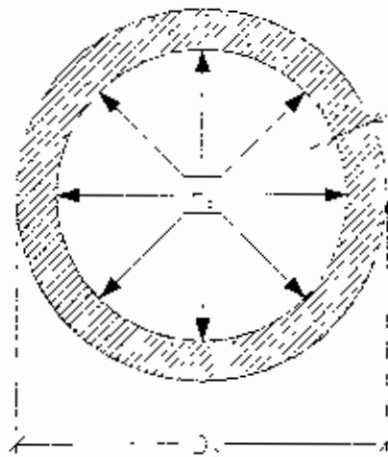
۳-۵- فولاد ضد زنگ فیریت (Ferritic) درصد بسیاری آهن (Fe) دارد

روشن محاسبه و تعیین ضخامت جدار لوله ها

۱-۱- روش محاسبه ضخامت جدار مورد نیاز لوله ها :

۷۵۰° ۷۵۰°  
۰.۹ ۰.۵

برفت سیاه  $Q = A \cdot V$   
تعمیر  
۱۰۰



CA: مقدار حرارتی هار

P: max pressure

D: قطر خارجی

E: فشار مؤثر حرارتی  
جوینت ها  
Joint

S: تنش هار آن ماده

Y: ضریب که برای درصد  
میزان ترمیم مورد

t<sub>min</sub>: حداقل ضخامت

t<sub>nom</sub>: ضخامت اسمی

$$t(\text{min}) = \frac{PD}{2(SE - PY)} + CA$$

$$t(\text{nom}) = \frac{t(\text{min})}{0.875}$$

2-26



#### ۱- لوله های سازه فولادی (Carbon steel) :

این لوله ها در سیستم لوله کشی صنعتی حداکثر با دمای  $400^{\circ}\text{C}$  مورد استفاده قرار میگیرد موارد کاربرد و نحوه جوش این لوله ها عبارت است از :

الف)  $A106-C$  برای سیستم های با دمای متوسط و فشار متوسط با دما، مناسب حص دهش یخب های آب سرد.

ب)  $A106-B$  برای سیستم های با دمای متوسط و فشار متوسط - بالا.

پ)  $A53-B$  برای سیستم های با دمای متوسط و فشار متوسط با دما و قطر بزرگ  $450$  و بالاتر.

ت)  $A53-B$  برای سیستم های با دمای پائین و فشار پائین.

ث)  $A134$  برای سیستم های با دمای پائین و فشار پائین و سایر بالا، مناسب خطوط انتقال آب خنک کننده.

ج)  $API-5L$  برای لوله کشی خطوط سوخت مایع و گاز طبیعی.

#### ۲- لوله های فولاد آلیاژی (Alloy steel) :

این لوله ها در سیستم لوله کشی صنعتی برای سیستم های با دمای بیش از  $400^{\circ}\text{C}$  مورد استفاده قرار میگیرد موارد کاربرد و نحوه جوش این لوله ها عبارت است از :

الف)  $A333-P11$  برای محدوده دمایی  $400^{\circ}\text{C}$  تا  $470^{\circ}\text{C}$

پ)  $A333-P22$  برای محدوده دمایی  $480^{\circ}\text{C}$  تا  $550^{\circ}\text{C}$  (هدرهای اصلی بخار)

ب)  $A333-P91$  برای محدوده دمایی بالاتر از  $500^{\circ}\text{C}$

ث)  $A333-P92$  برای محدوده دمایی بالاتر از  $560^{\circ}\text{C}$

#### ۳- لوله های فولاد ضد زنگ (Stainless steel) :

این لوله ها در سیستم لوله کشی صنعتی برای سیستم های حاوی مواد خوردنده مورد استفاده قرار میگیرد موارد کاربرد و نحوه جوش این لوله ها عبارت است از :

الف)  $A312-TP304$  برای خطوط آب سنجی گرمی سرد و هوای فشرده برای دقیق و سروساز.

ب)  $A312-TP316$  برای خطوط سنجی گرمی.

پ)  $A312-TP317$  برای خطوط حاوی آب دریا با فشار بزرگ  $150$  و کوچکتر.

با توجه به فرایند تعریف شده برای هر پروژه صنعتی، شرایط کاری و الزامات مورد نیاز خطوط لوله در قسمت های مختلف فرایند با یکدیگر متفاوت میباشد در هر یک از خطوط لوله و اتصالات و تیرآلات مربوط به آن، بسته به نوع سال جاری و میزان خوردگی آن، دمای طراحی، فشار طراحی و سایر عوامل موثر، جنس و ضخامت جدار لوله ها و اتصالات و سرآلات، روش اسباب گیری، روش اتصال افلام لوله کنی و ... متفاوت خواهد بود. بنابراین در ابتدای شروع طراحی هر پروژه صنعتی مشتمل بر کار لوله کشی مناسب تمامی سیستم های موجود در کل فرایند توسط بخشی لوله کشی (Piping) و بر اساس اطلاعات فرآیندی ارائه شده در نقشه های P&ID و مدرک Pipe Sizing Criteria مورد ارزیابی قرار گرفته و شرایط کاری و طراحی آنها مشخص گردد سپس بحث لوله کشی مطالعات خود را جمع بندی نموده و سیستم های مختلف را بر اساس شرایط کاری و طراحی آنها دسته بندی نمائید و سیستم هایی را که دارای شرایط مشابه مساند در یک دسته مشترک قرار میدهد که اصطلاحاً به این دسته ها "کلاس لوله کشی" یا "Piping Spec" گویند.

سپس هر یک از کلاس های لوله کشی بر اساس شرایط کاری مختص به خود مورد ارزیابی قرار گرفته و موارد ذیل در مورد آن مشخص میگردد:

۱-۱- تعیین جنس مناسب لوله ها، اتصالات و سرآلات در سایرهای مختلف

۱-۲- تعیین نوع ساخت، ضخامت جدار و کلاس کاری لوله ها، اتصالات و سرآلات در سایرهای مختلف

۱-۳- حدود سازه های مورد نیاز جهت لوله ها، اتصالات و سرآلات

۱-۴- روش اتصال لوله ها، اتصالات و سرآلات در سایرهای مختلف

۱-۵- انواع اتصالات، سرآلات، پیچ، مهره ها، واشرها و افلام خاص مورد استفاده در سیستم لوله کشی

۱-۶- تعیین حداقل و حداکثر مجاز کاهش سایر لوله یا استفاده از کاهشده ها (Reducing Chart)

۱-۷- تعیین حداقل روش اسباب گیری از لوله ها در سایرهای مختلف (Branch Chart)

۱-۸- تعیین حداقل قطر و طول مورد نیاز پیچ ها در سایرهای مختلف (Bolting Chart)

۱-۹- توصیحات و نکات مهم در رمنه انتخاب و استفاده از افلام لوله کشی تحت شرایط مختلف

۱-۱۰- تعیین نامگذاری کلاس های مختلف لوله کشی

۱-۱۱- تعیین حدود استفاده از دسنة سایرهای غیربوکسی بر اساس نوع و سایر شیرهای مختلف

۱-۱۲- تعیین سایرهای عمر مجاز در سیستم لوله کشی

ما توجه به موارد فوق کاملاً مشخص می‌باشد که مدرک PMS پایه و اساس شروع به کار طراحی خطوط لوله بوده و بدون داشتن این مدرک، طراح لوله کشتی قادر به پیشبرد عملیات طراحی نخواهد بود. لذا این مدرک محسنتی مدرک مخفی Piping است که در ابتدای هر پروژه تولید و ابلاغ میگردد

۲۰- نمونه ای از روش نامگذاری کلاسهای لوله کسی در یک پروژه نیروگاه هی -

AA - N - XXXX - A - NNN

AA : Material of pipe (Table A)  
 N : Pressure code (Table B)  
 XXXX : Pipe size (mm)  
 A : Insulation specification code (Table C)  
 NNN : Insulation thickness

TABLE A	Matreial	Material Spec	Pipe material code
	Alloy steel pipes	A 335 P22	AA
		A 335 P12	AB
		A 335 P11	AC
	Carbon steel pipes	A 53 Gr B ERW/EFW	CA
		A 53 Gr B SEAMLESS	CB
		A 106 Gr B SEAMLESS	CC
		API Gr L SEAMLESS	CD
	Fabricated pipes	Fabricated by welding from carbon steel plates	FA
	Stainless steel pipes	A 312 TP 304 L	SA
		A 312 TP 316 L	SB
		A 312 TP 321 L	SC
	Galvanized pipes	A 53 Gr B ERW	GA

TABLE B	Class	Pressure rating
	1	125 Lbs
	2	150 Lbs
	3	300 Lbs
	4	600 Lbs
	5	900 Lbs
	6	1500 Lbs
	7	2500 Lbs

www.iran-mavad.com

مرجع دانشجویان و مهندسين مواد

TABLE C	Insulation class	Type of insulation code
	II	Heat preservation
	S	Steam Traced and insulation
	E	Electric Traced and insulation
	F	Freeze Protection
	K	Anti-condensation protection
	A	Acoustic insulation
	P	Personnel protection
	C	Cold conservation

ASTM

۳- جدول راهنمای انتخاب جنس اقلام مختلف لوله کسبی

Seamless  
سین درز

NUTS

ASTM A فولاد  
B فولاد غیر  
C فولاد  
D فولاد  
F فولاد

Classification	Pipes	Wrought Fittings	Forged Fittings/ Flanges	Forged Valves	Casting Valves	Plate	Bolt/ Nuts
Carbon Steel	A53-B Welded	A234-WPBW	A105	A105	A216-WCB	A285	A193-B7 A194-211
	A53-B Seamless	A234-WPB				A515-60/ A516-60	
	A106-B	A234-WPC				A515-70/ A516-70	
	A106-C	A234-WPBW/ A283			A216-WCB	A283-B	
	A134-A283B	A234-WPBW/ A285				A285-C	
	A134-A285C	A234-WPBW				A515/ A516	
	A672-B60	A234-WPBW					
Alloy Steel	A335-P11	A234-WP11	A182-F11	A182-F11	A217-WC6	A387-11	A193-B8 A194-2
	A335-P12	A234-WP12	A182-F12	A182-F12	A217-WC6	A387-12	
	A335-P22	A234-WP22	A182-F22	A182-F22	A217-WC6	A387-22	
	A335-P91	A234-WP91	A182-F91	A182-F91	A217-WC6	A387-91	
	A691-11Cr	A234-WP11W	A182-F11	A182-F11	A217-WC6	A387-11	
	A691-21Cr	A234-WP22W	A182-F22	A182-F22	A217-WC6	A387-22	
Stainless Steel	A312-TP304	A403-WP304	A182-F304	A182-F304	A321-CP3	A240-304	A193-B8 A194-8
	A312-TP304L	A403-WP304L	A182-F304L	A182-F304L	A321-CP3	A240-304L	
	A312-TP316	A403-WP316	A182-F316	A182-F316	A321-CP3	A240-316	A193-B8 A194-8
	A312-TP316L	A403-WP316L	A182-F316L	A182-F316L	A321-CP3	A240-316L	
	A312-TP317	A403-WP317	A182-F317	A182-F317	A321-CP3	A240-317	