A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

دوره تخصصی بازرسی خطوط لوله انتقال نفت و گاز

محل برگزاری دانشگاه رازی

مدرس : الفتی

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

TAKIN LIAN PARS

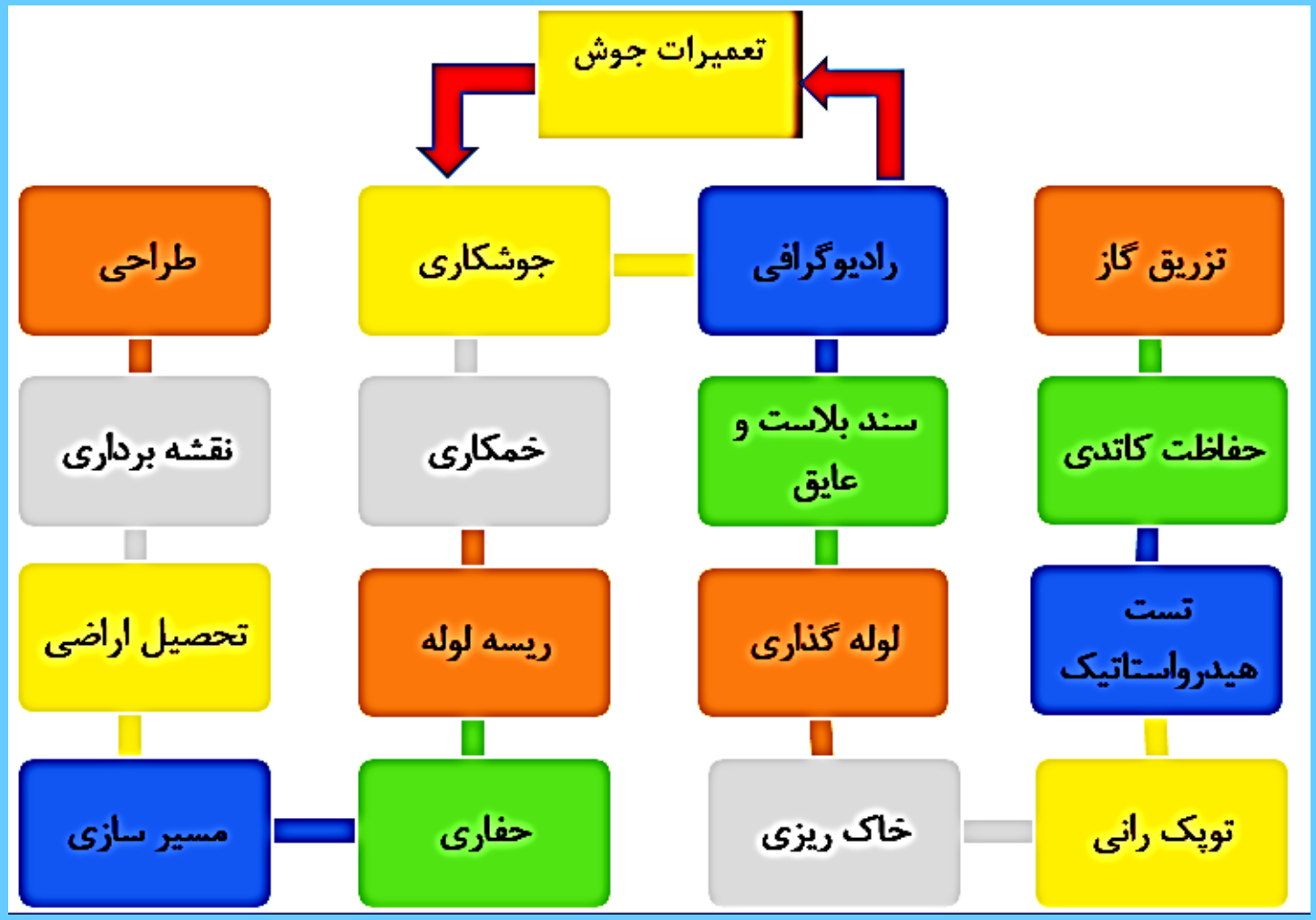
دانشگاه رازی

موضوعات دوره:

.مسیر خطوط لوله
.ریسه کردن و خمکاری لوله
.عملیات جوشکاری لوله
.بازرسی جوش
.سند بلاست –عایقکاری
.لوله گذاری – خاکریزی
. عبور از تقاطع ها و موانع
.تجهیزات
.خوردگی خط لوله
.توپک رانی

http://www.mohandes-iran.com

مراحل احداث خط لوله



http://www.mohandes-iran.com

طراحی مسیر

- مسیریابی مقدماتی
- مسیر یابی نهایی
- نقشه خوانی
- عملیات نقشه برداری
- ازمایشات خاکشناسی
- طراحی اولیه

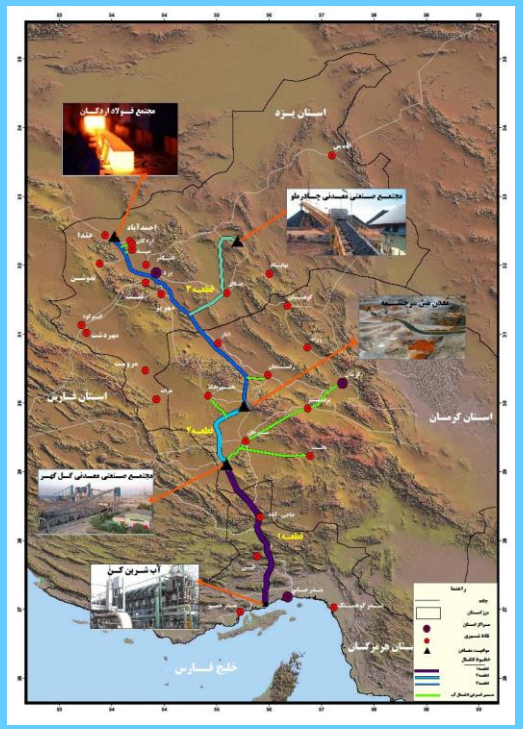
http://www.mohandes-iran.com

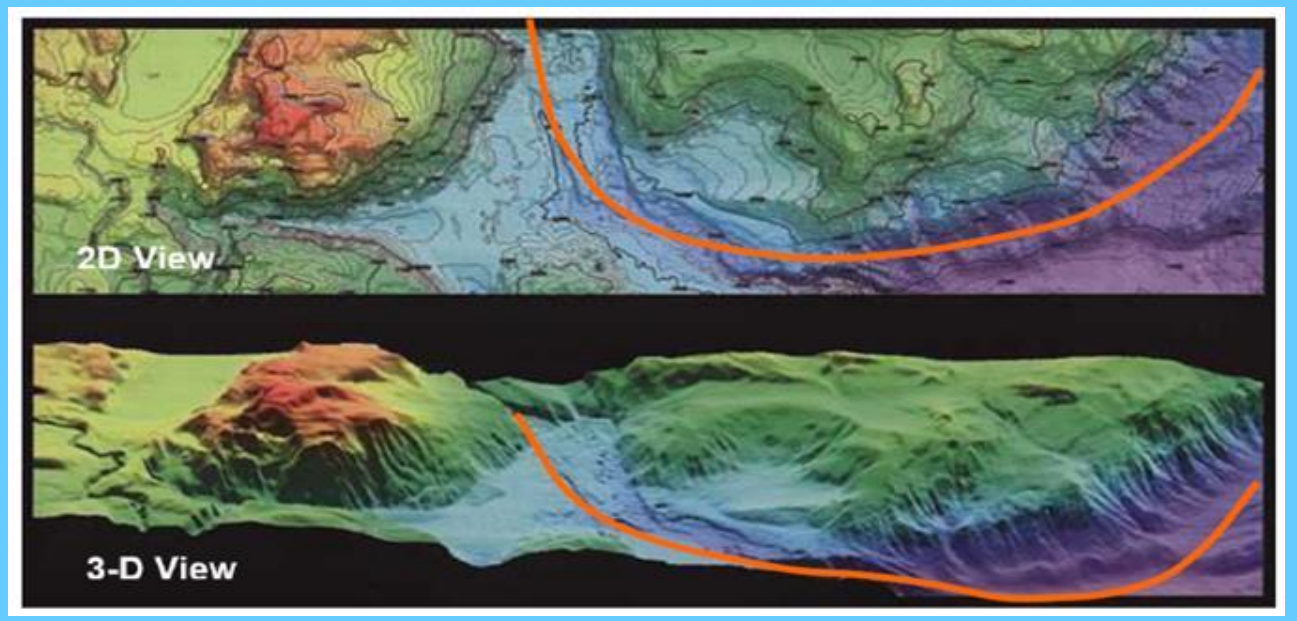
نکات مهم در انتخاب مسیر

- کوتاهترین فاصله نقاط گاز رسانی
- توجه به مسائل مردم و محیط زیست
- جلوگیری از تخریب منابع طبیعی
- عدم عبور از مناطق مسکونی و متراکم
- مسائل زمین شناسی
- انتخاب مسیر در نزدیکی راههای اصلی و فرعی
- رعایت مقرارات حریم
- عدم عبور تاحد امکان از مناطق صعب العبور

http://www.mohandes-iran.com

مسیریابی مقدماتی – نهایی





http://www.mohandes-iran.com

مسیر یابی نهایی

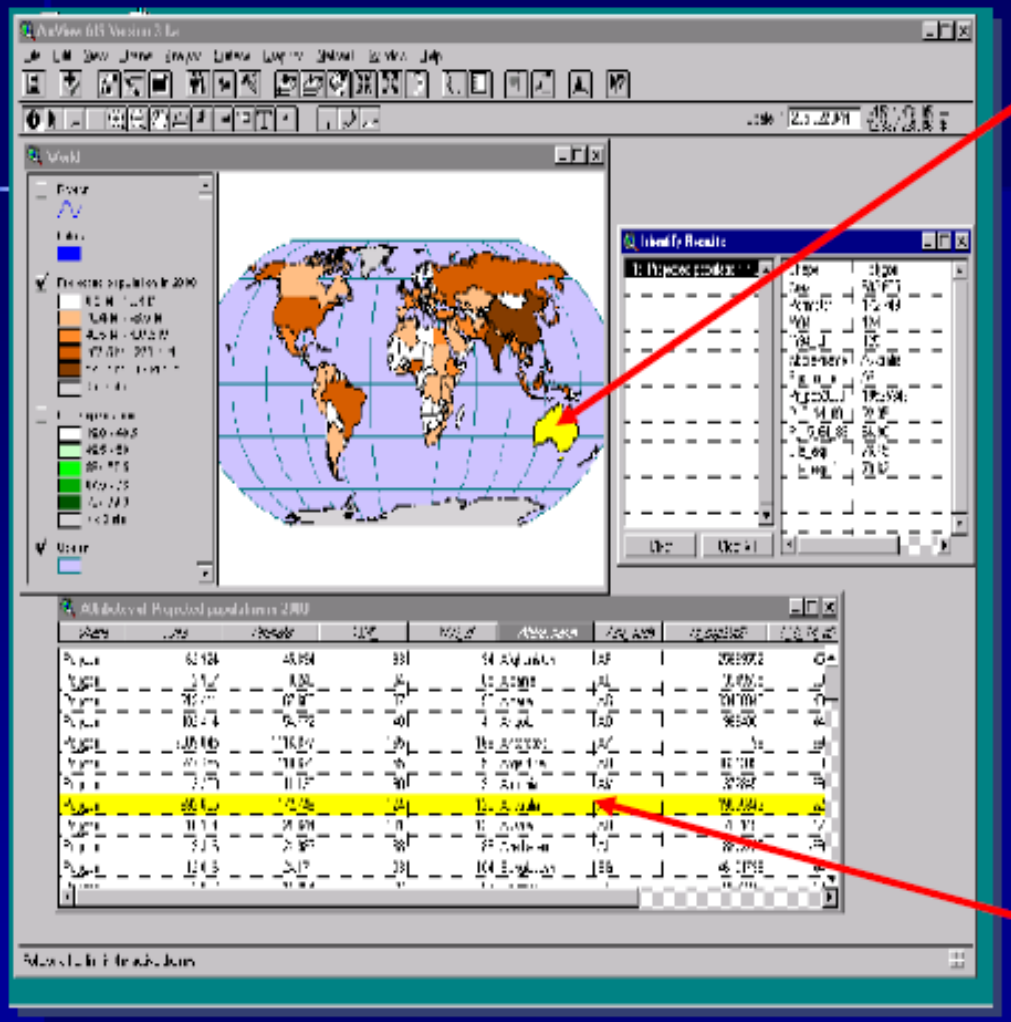
مهندسین پروژه باید نظارت که توانای کامل به عملیات نقشه برداری داشته و چنانچه تغییری در مسیر لازم باشد تغییرات را به گروه نقشه برداران ابلاغ شود

http://www.mohandes-iran.com

نقشه

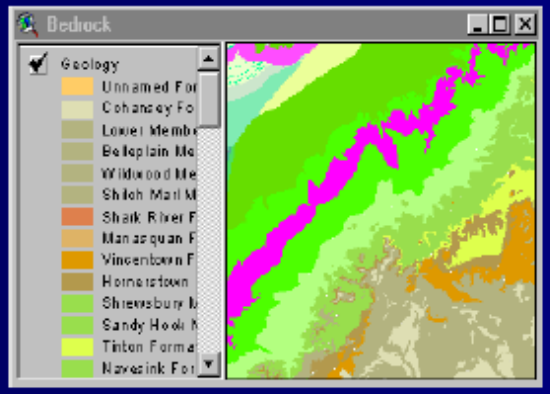
- نقشه های که برای اهداف خاصی تهیه می گردند را نقشه های موضوعی می نامند، زیرا هر کدام از آنها دارای اطلاعات دقیقی در باره یک مورد از پوشش زمین بحث می کند.برای فهم آسانتر این نقشه ها معمولاً بر مبنای توپوگرافی ساده ترسیم می شود تا در جهت یابی به استفاده کننده کمک کند.

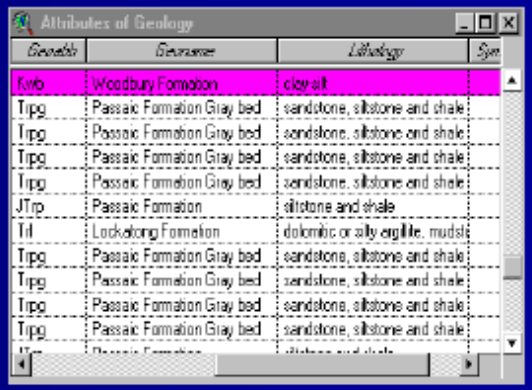
http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com

ساختار پایگاه داده اطلاعات مکانی





داده های مکانی(هندسی)
Spatial Data

Unique ID

داده های توصیفی
Attribute Data

http://www.mohandes-iran.com

سیستم مختصات شبکه جهانی مرکاتور UTM

- این سیستم برای کل جهان تعریف شده است.
- در این سیستم نصف النهارات به طور عمود و موازی هم، مدارات به طور افقی و موازی هم در نظر گرفته می شود. در این سیستم کرۀ زمین در محور Xها(نصف النهارات)به ۶۰ قسمت ۶ درجه ای تقسیم می شود. که ۳۰ زون(منطقه) در نیمکرۀ شرقی و ۳۰ زون در نیمکرۀ غربی می باشد

http://www.mohandes-iran.com

سیستم مختصات شبکه جهانی مرکاتور(UTM)

- در این سیستم کرهٔ زمین در محور Yها(مدارات)به ۲۰ قسمت ۸ درجه ای تقسیم می شود. که ۱۰ زون(منطقه) در نیمکرهٔ شمالی و ۱۰ زون در نیمکرهٔ جنوبی، از ۸۰ درجهٔ جنوبی تا ۸۰ درجهٔ شمالی می باشد.

http://www.mohandes-iran.com

نقاط، خطوط وسطح

- تمام داده های جغرافیایی در این سه مفهوم توپولوژیک خلاصه می شود.
- نقطه عبارتند از : یک شیء فضایی که هیچ مساحتی ندارد مانند چاه نفت که می توان با یک جفت مختصات XYنشان داد.
- خط عبارتند از: یک شیء فضایی است که از پیوستن نقاط متوالی بوجود می آید. مانند خطوط راه آهن که می توان با خطی شامل مختصات XYدر ابتدا و مختصات XYدر انتها مشخص نمود.

http://www.mohandes-iran.com

موقعیت تقاطع خط لوله با رودخانه مند (UTM۴۳ 605702, ۳۱۱۷۴۰)

http://www.mihanfeed.com

نقشه خوانی

تعیین مقیاس ها در نقشه

شرح مختصات پروژه

تعیین تقاطع ها

برداشت اولیه

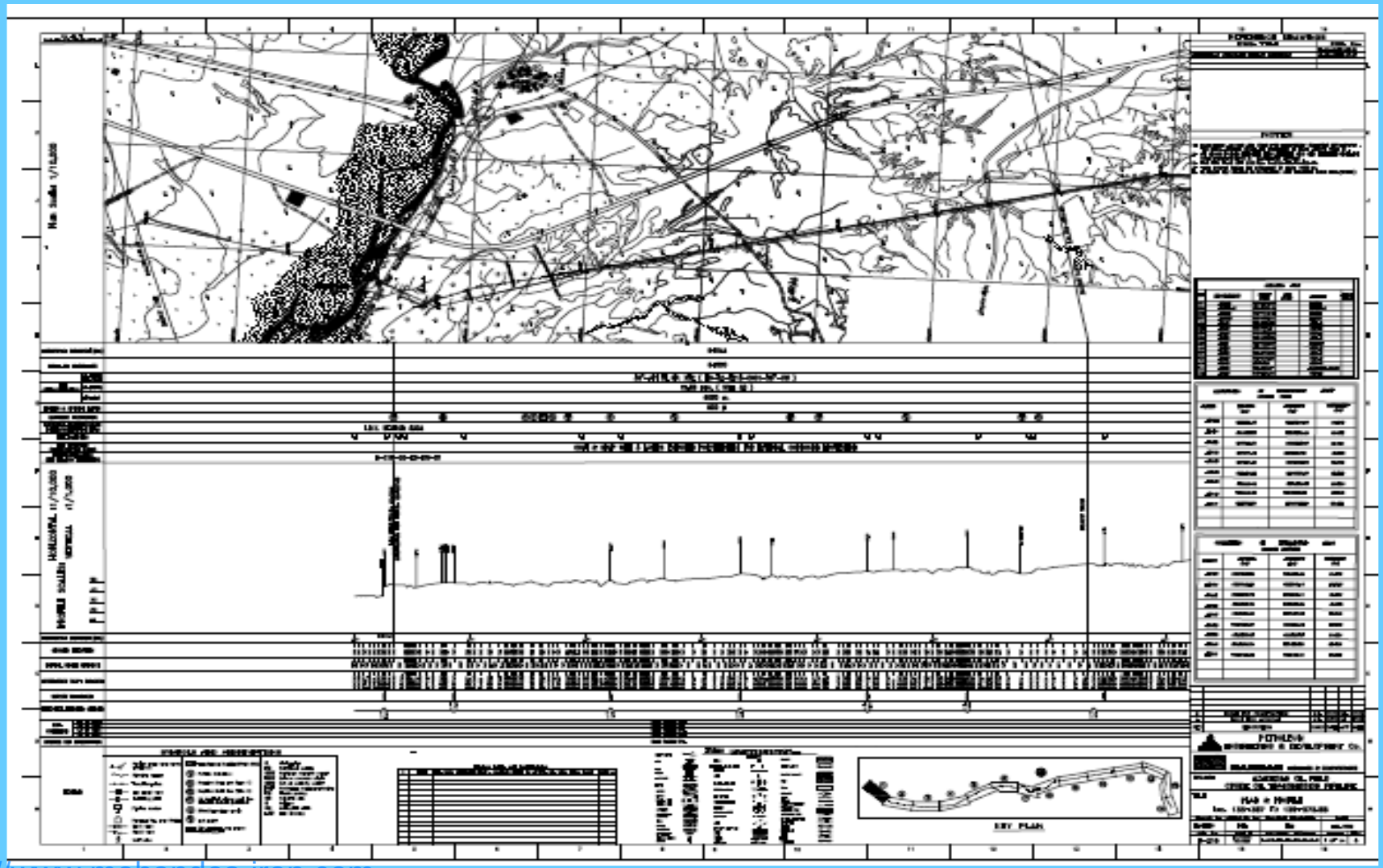
برداشت ثانویه

تعیین عوارض زمین

نقشه کاداستر

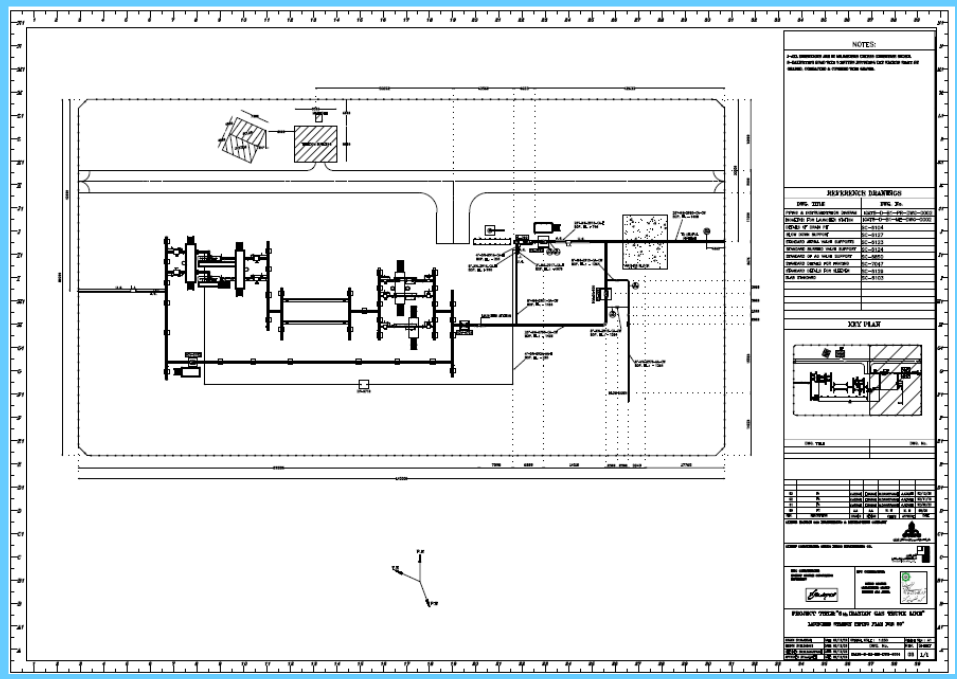
http://www.mohandes-iran.com

نقشه پروفیل طولی R&P

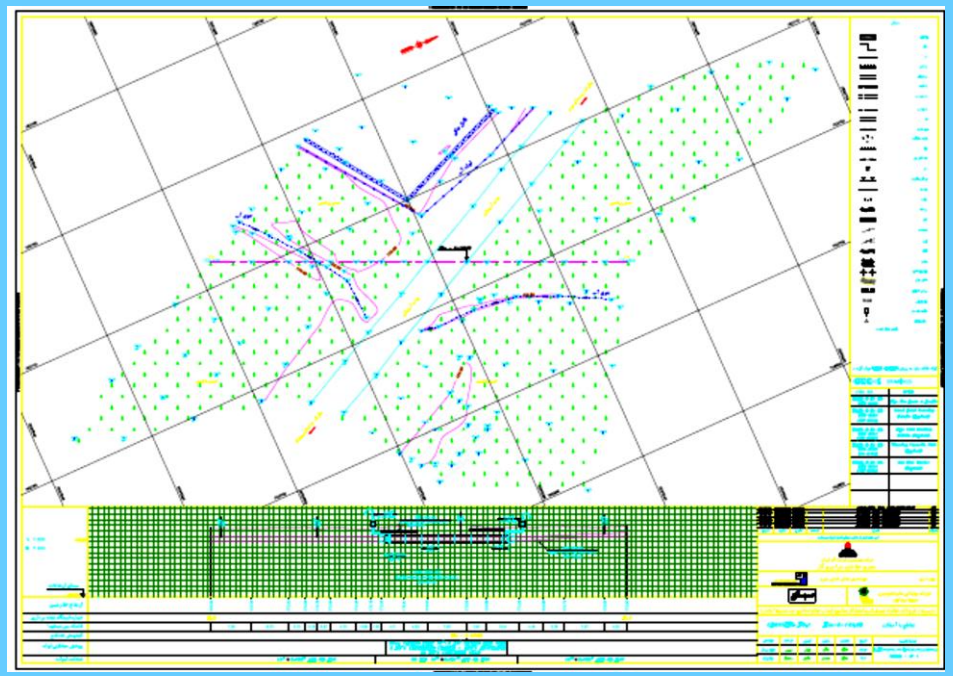


http://www.mohandes-iran.com

مقیاس نقشه های پروژه

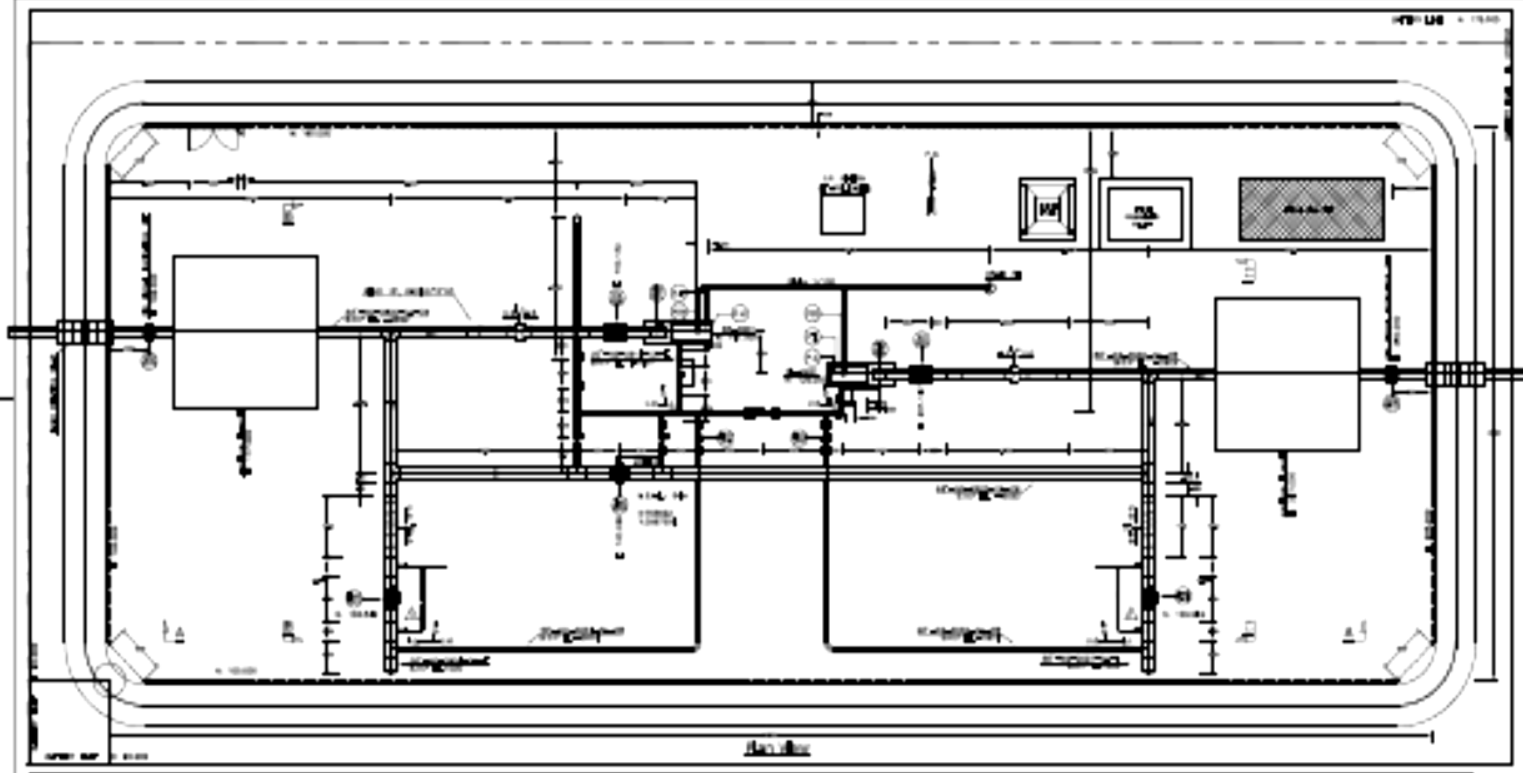


نقشه استاندارد مربوط به ایستگاه



نقشه تقاطع در مقیاس ۱:۲۰۰

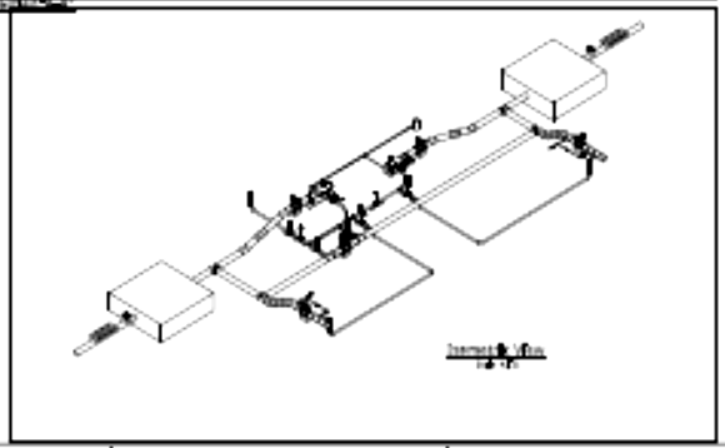
http://www.mohandes-iran.com



NOTES:

ABBREVIATIONS:

REFERENCE DRAWINGS:



http://www.mohandes-iran.com

عملیات خاکشناسی

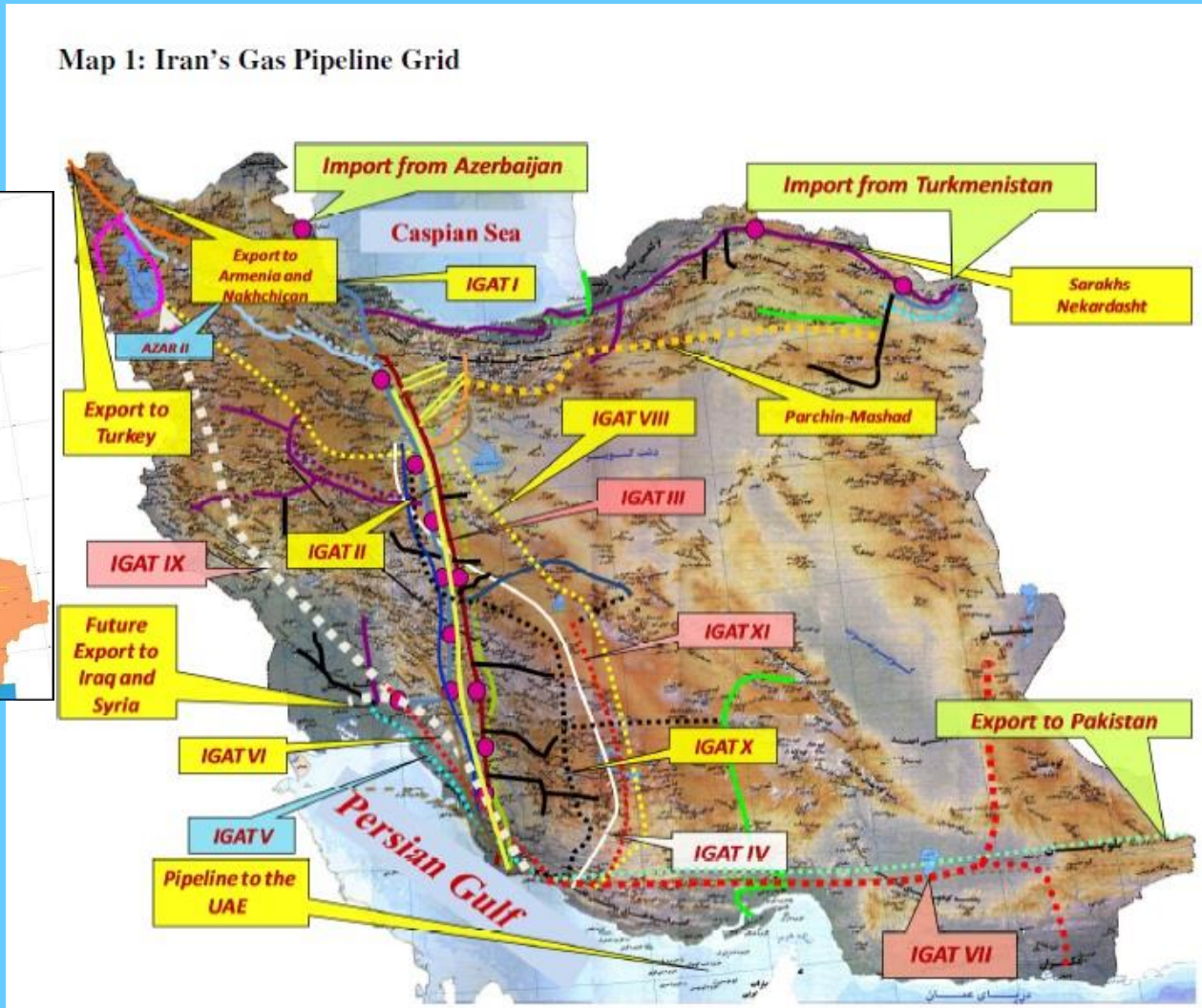
- مطالعات مکانیک خاک
- ازبررسی شرایط طبیعی زمین
- تعیین مقاومت الکتریکی خاک
- زمین شناسی وژئوتکنیکی و اثرات ناشی از زلزله
- سطح اب های زیر زمینی
- چسبندی خاک
- ترکیبات شیمیایی خاک

http://www.mohandes-iran.com

گمانه زنی

http://www.mohandes-iran.com

خط لوله انتقال گازدر ایران



http://www.mohandes-iran.com

مقررات حریم خط لوله گاز

- حریم اختصاصی
- حریم ایمنی
- حریم امنیتی
- حریم زیست محیطی

http://www.mohandes-iran.com

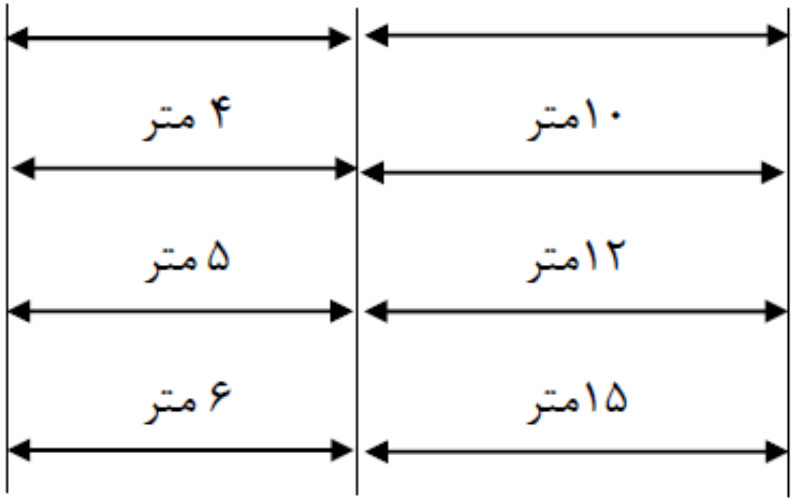
حریم اختصاصی

- نواری است از سطح زمین به عرض ، طول و عمق لازم که به منظور تأمین نیازهای اجرایی و عملیاتی خطوط لوله گاز توسط شرکت تحصیل می گردد. عرض این نوار متناسب با قطر لوله تعیین می شود
- **نوار باند فعال** این قسمت محل تردد ، جابجایی و عملیات ماشین آلات و ابزار اجرا و نگهداری خط انتقال گاز بوده است ROW
- نوار باند غیر فعال
- این قسمت در زمان اجرا و بهره برداری به عنوان محل ریختن خاک حاصل از حفاری کانال و عملیات مشابه مورد استفاده قرار می گیرد.

http://www.mohandes-iran.com

ساختار حریم اختصاصی

قطر خط لوله (اسمی)	باند فعال	محور لوله	باند غیر فعال	عرض حریم اختصاصی
$\Phi \leq 12^{"}$	۷/۵ متر		۳/۵ متر	۱۱متر
$12^{"} < \Phi \leq 24^{"}$	۱۰متر		۴ متر	۱۴متر
$24^{"} < \Phi \leq 40^{"}$	۱۲متر		۵ متر	۱۷متر
$40^{"} < \Phi \leq 56^{"}$	۱۵متر		۶ متر	۲۱متر



« شکل ۳-۱ »

http://www.mohandes-iran.com

حریم ایمنی

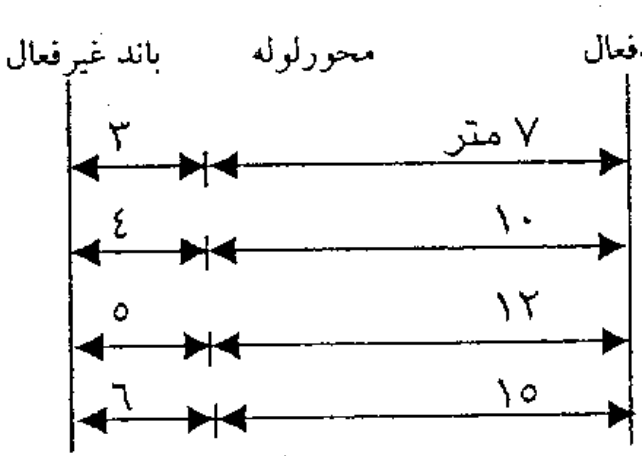
مهمترین حوادث اخیر صنعت گاز ایران

نام حادثه گازی	تاریخ وقوع حادثه	علت وقوع حادثه گازی
انفجار لوله گاز آغاجاری	11 مرداد 92	برخورد بیل مکانیکی به لوله گاز
آتش‌سوزی در بالایشگاه هاشمی‌نژاد	24 مرداد 92	فرسودگی تاسیسات استحصال گوگرد
آتش سوزی انبار گوگرد پارس جنوبی	31 شهریور 92	بی احتیاطی و عدم رعایت اچ.اس.ای
آتش سوزی و انفجار لوله گاز شادگان	2 مهر 92	فرسودگی لوله گاز
آتش‌سوزی تاسیسات تقویت‌فشار گاز بناوه	2 مهر 92	عدم رعایت ضوابط ایمنی در حین تعمیرات
آتش سوزی و انفجار لوله گاز رامشیر	23 مهر 92	فرسودگی لوله گاز

http://www.mohandes-iran.com

حریم خط لوله

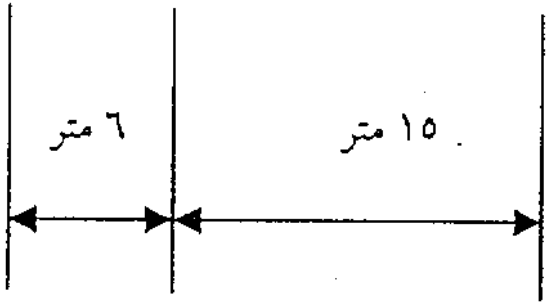
قطر خط لوله (اینچ)	عرض حریم اختصاصی
۱۲″ قطر اسمی	۱۰ متر
۲۴″ قطر اسمی ۱۲″	۱۴ متر
۴۰″ قطر اسمی ۲۴″	۱۷ متر
۵۶″ قطر اسمی ۴۰″	۲۱ متر



http://www.mohandes-iran.com

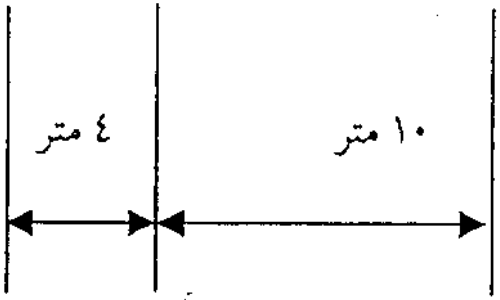
حریم اختصاصی خطوط لوله موازی

حریم اختصاصی مستقل خط لوله ۴۰"

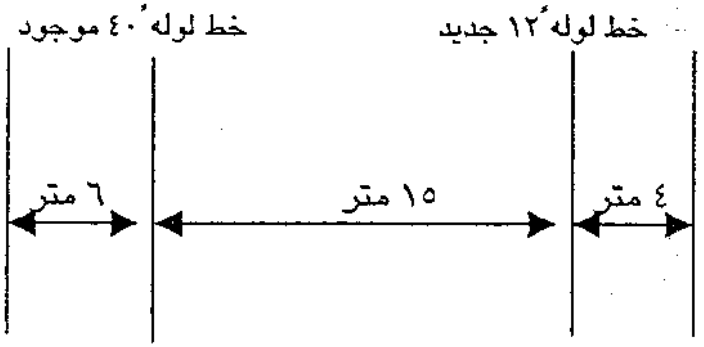


حریم اختصاصی مشترک

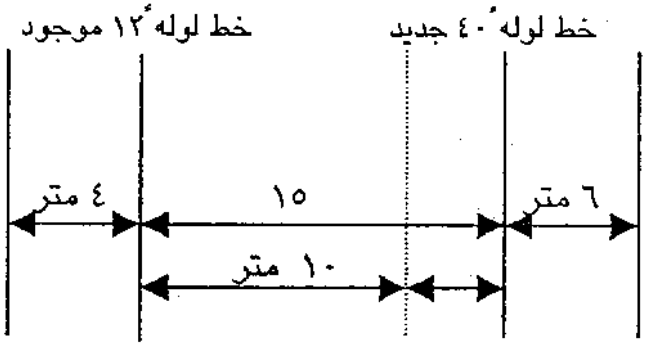
حریم اختصاصی مستقل خط لوله ۱۲"



حریم اختصاصی مشترک

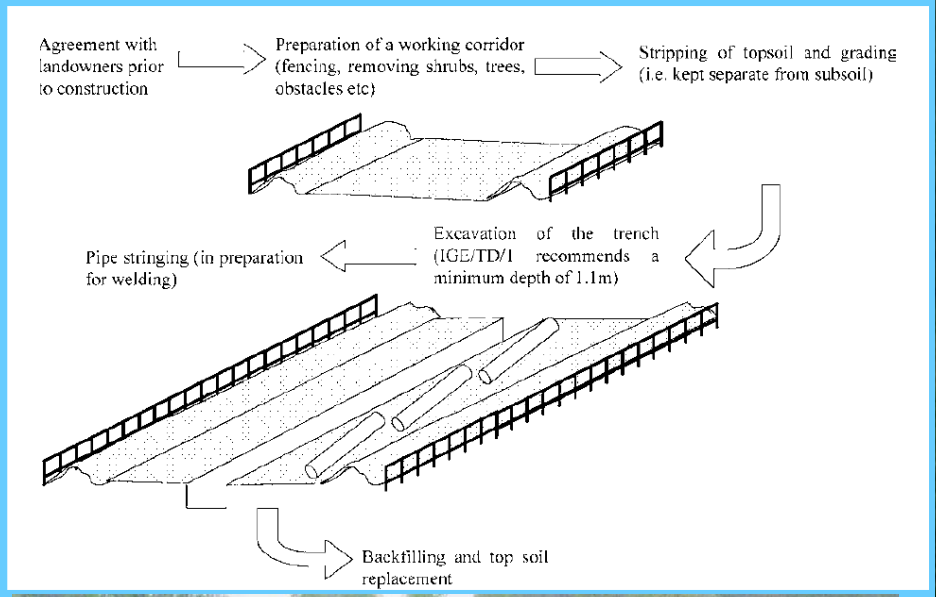


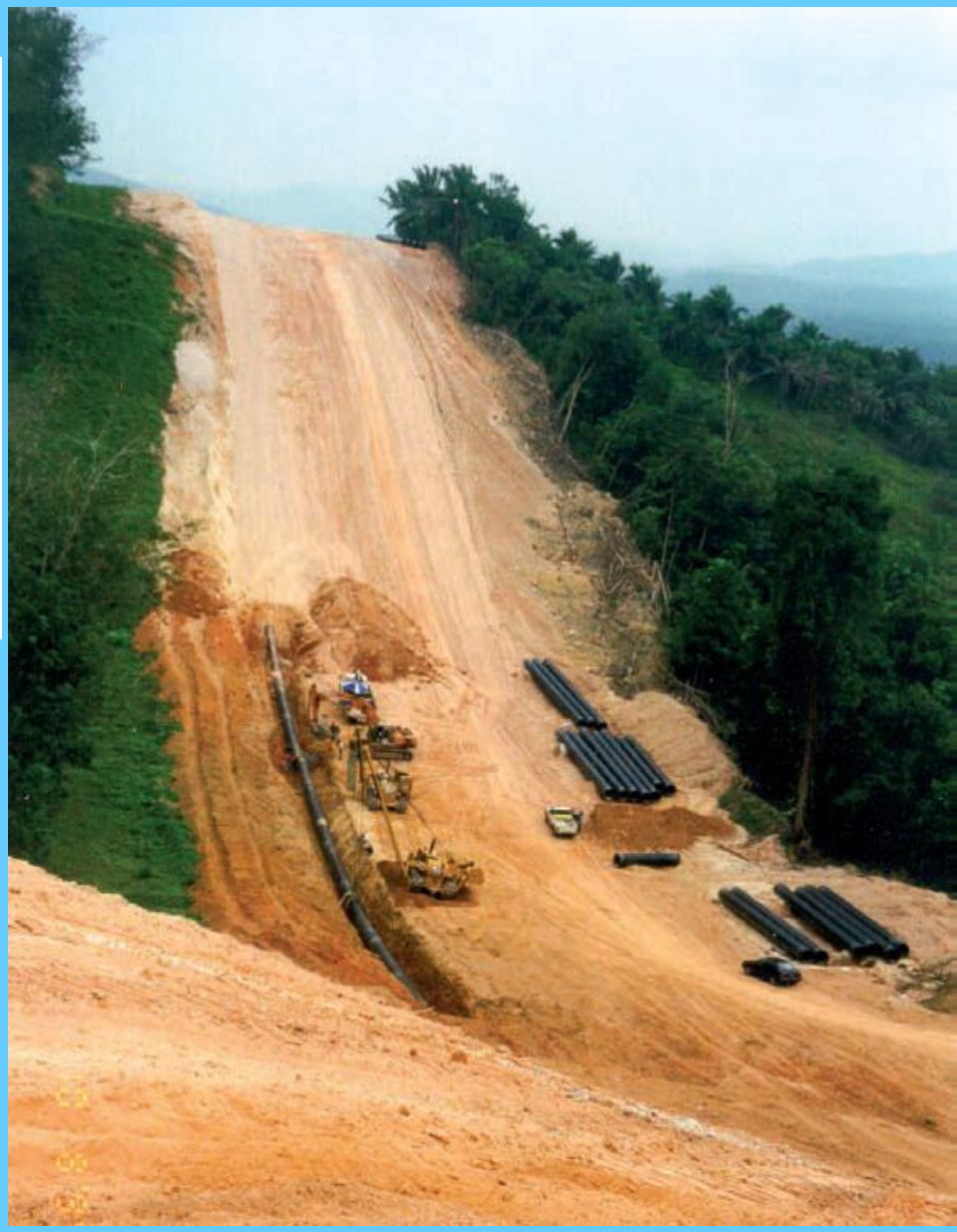
در صورتیکه خط ۱۲" بعد از خط ۴۰" اجرا گردد بعرض ۴ متر اراضی جدید باید تحصیل گردد.



در صورتیکه خط ۴۰" بعد از خط لوله ۱۲" اجرا گردد بعرض ۱۱ متر (۶+۵) اراضی جدید باید تحصیل گردد.

http://www.mohandes-iran.com





http://www.mohandes-iran.com

عرض حریم اختصاصی در عبور از باغات

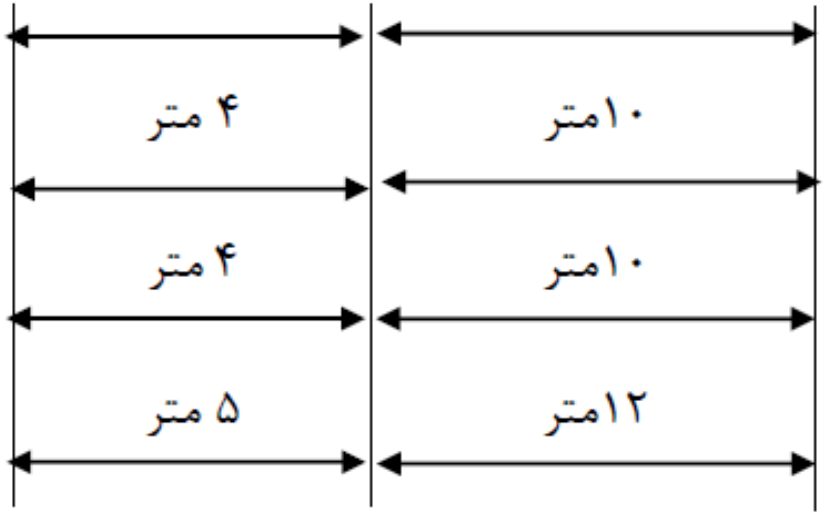
عرض حریم اختصاصی خطوط لوله انتقال گاز در عبور از باغات به شرح زیر می باشد:

۱	برای خطوط لوله با قطر کمتر از ۱۲ اینچ	۷ و ۳متر	جمعاً ۱۰ متر
۲	برای خطوط ۱۲ اینچ تا قطر کمتر از ۲٤ اینچ	۱۰ و ٤ متر	جمعاً ۱٤ متر
۳	برای خطوط ۲٤ اینچ تا قطر کمتر از ٤۰ اینچ	۱۰ و ٤ متر	جمعاً ۱٤ متر
٤	برای خطوط ٤۰ اینچ تا ٥٦ اینچ	۱۲ و ٥ متر	جمعاً ۱۷ متر

http://www.mohandes-iran.com

حریم اختصاصی در مناطق کوهستانی

قطر خط لوله (اسمی)	باند فعال	باند غیر فعال	عرض حریم اختصاصی
$\Phi \leq 12^{"}$	۷/۵متر	۳/۵ متر	۱۱متر
$12^{"} < \Phi \leq 24^{"}$	۱۰متر	۴ متر	۱۴متر
$24^{"} < \Phi \leq 40^{"}$	۱۰متر	۴ متر	۱۴متر
$40^{"} < \Phi \leq 56^{"}$	۱۲متر	۵ متر	۱۷متر



http://www.mohandes-iran.com

۳-۴-۱) مسیر خط انتقال گاز در مناطق کوهستانی (با شیب زمین طبیعی بیش از ۷ درصد) در این تعریف به مسیرهایی اطلاق می شود که برای اجرای حریم اختصاصی خط انتقال در زمین طبیعی نیاز به ایجاد ترانشه با حداقل ارتفاع ۵ متر باشد.

۳-۴-۲) در اجرای ترانشه ، عرض مسیر بایستی به حدی تحصیل شود که علاوه بر پایداری شیب شیروانی ترانشه ، عرض حریم اختصاصی باقیمانده در این مناطق به شرح جدول ۳-۵ باشد :

تبصره ۱ : برای احداث حریم اختصاصی در مناطق کوهستانی ، لازم است خاک مازاد ناشی از احداث مسیر در محل تحصیل شده مناسب انباشت گردد.

تبصره ۲ : چنانچه فاصله انتهای یک ترانشه تا ابتدای ترانشه بعدی احداث شده با رعایت بند ۳-۴-۱ کمتر از ۵۰۰ متر باشد ، عرض حریم اختصاصی در این فواصل مشابه جدول ۳-۵ خواهد بود.

تبصره۳ : چنانچه در احداث ترانشه نیز محدودیتهایی مانند روستا ، راه و . . . وجود داشته باشد ، تحصیل حریم اختصاصی مطابق شکل ۳-۵ ملاک عمل خواهد بود.

تبصره ۴ :در صورت اجرای موازی خطوط انتقال گاز در عبور از مناطق کوهستانی ،عرض حریم اختصاصی بر اساس فواصل مندرج در شکل ۳-۵ رعایت گردد.

http://www.mohandes-iran.com

حريم اختصاصي تأسيسات

- محدوده حریم اختصاصی هر یک از تأسیسات ، حصار یا دیوار آن تأسیسات به علاوه جاده گشت حراست پیرامونی بوده و در مواردی که حصار یا دیوار احداث نشده باشد ، حدود نهایی زمین تحصیل شده است.

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

تبصره های حریم ایمنی

حریم ایمنی تاسیسات برابر است با حداکثر حریم ایمنی لوله های داخل و یا خارج از آن هرکدام که بیشتر باشد.

تبصره۱ : شرکت ملی گاز اختیار دارد تا حداکثر حریم قانونی (۲۵۰ متر) را به عنوان حریم ایمنی لوله های موجود در تاسیسات خارج از محدوده شهرها اعمال نماید.

تبصره۲ : خطوط لوله و تاسیسات شرکت ملی گاز و شرکتهای وابسته/ فرعی نسبت به هم حریم ویژه ای ندارند و احداث آنها در خارج از حریم اختصاصی یکدیگر با رعایت ملاحظات بهره برداری و عملیاتی لازم ، امکان پذیر است.

نکته: احداث اتاق نگهبانی در خارج از حریم اختصاصی ایستگاهها و تاسیسات در فاصله مناسب با رعایت نکات ایمنی بلامانع می باشد.

http://www.mohandes-iran.com

حريم امنيتي يا حفاظتي

- اين حريم كه به دلايل امنيتي و حفاظتي براي تأسيسات تعيين مي شود ، تابع ضوابط خاص خود بوده و از شمول مقررات حاضر خارج است.

حريم زيست محيطي

اين حريم بر اساس ضوابط سازمان حفاظت محيط زيست تعيين می گردد.

http://www.mohandes-iran.com

فصل پنجم – مقررات حریم خطوط انتقال گاز در مجاورت خطوط توزیع و انتقال نیرو و سایر دکل ها

۵–۱) حداقل فاصله نزدیکترین فونداسیون پایه دکل خطوط هوائی و کابلهای خود نگهدار توزیع و انتقال نیرو از جدار لوله های گاز در مسیرهای موازی به شرح زیر است :

ولتاژ	طول مسیر مشترک ۵ کیلومتر و کمتر	طول مسیرمشترک بیش از ۵ کیلومتر
۱۱تا۲۰ کیلوولت	۲۰ متر	۳۰ متر
۶۳ کیلوولت	۳۰ متر	۴۰ متر
۱۳۲ کیلوولت	۴۰ متر	۵۰ متر
۲۳۰ کیلوولت	۵۰ متر	۶۰ متر
۴۰۰ کیلوولت	۶۰ متر	۶۰ متر

حداقل ارتفاع پائین ترین سیم خط هوائی در بدترین شرایط از سطح زمین در محل تقاطع با خطوط انتقال گاز به شرح زیر است

ولتاژ	ارتفاع
۲۰ کیلوولت	۸ متر
۶۳ کیلوولت	۹ متر
۱۳۲ کیلوولت	۱۰متر
۲۳۰ کیلوولت	۱۱ متر
۴۰۰ کیلوولت	۱۲ متر

http://www.mohandes-iran.com

۷-۱) حریم خطوط انتقال گاز در مجاورت خطوط لوله نفت

۷-۱-۱) در صورتی که خطوط انتقال گاز (متعلق به شرکت ملی گاز) و خطوط لوله نفت و فـراورده هـای نفت و گاز (متعلق به شرکت ملی نفت و پتروشیمی) در مجاورت و موازی یکدیگر قرار گیرند ، رعایت فاصله بین دو لوله به شرح مندرج در جدول ذیل ضروری است :

قطر بزرگتر (اینچ)		حداقل فاصله بین محورهای دو لوله
از	تا	
-	۲۴	۱۰ متر
۳۰	۴۰	۱۲ متر
۴۲	۵۶	۱۵ متر

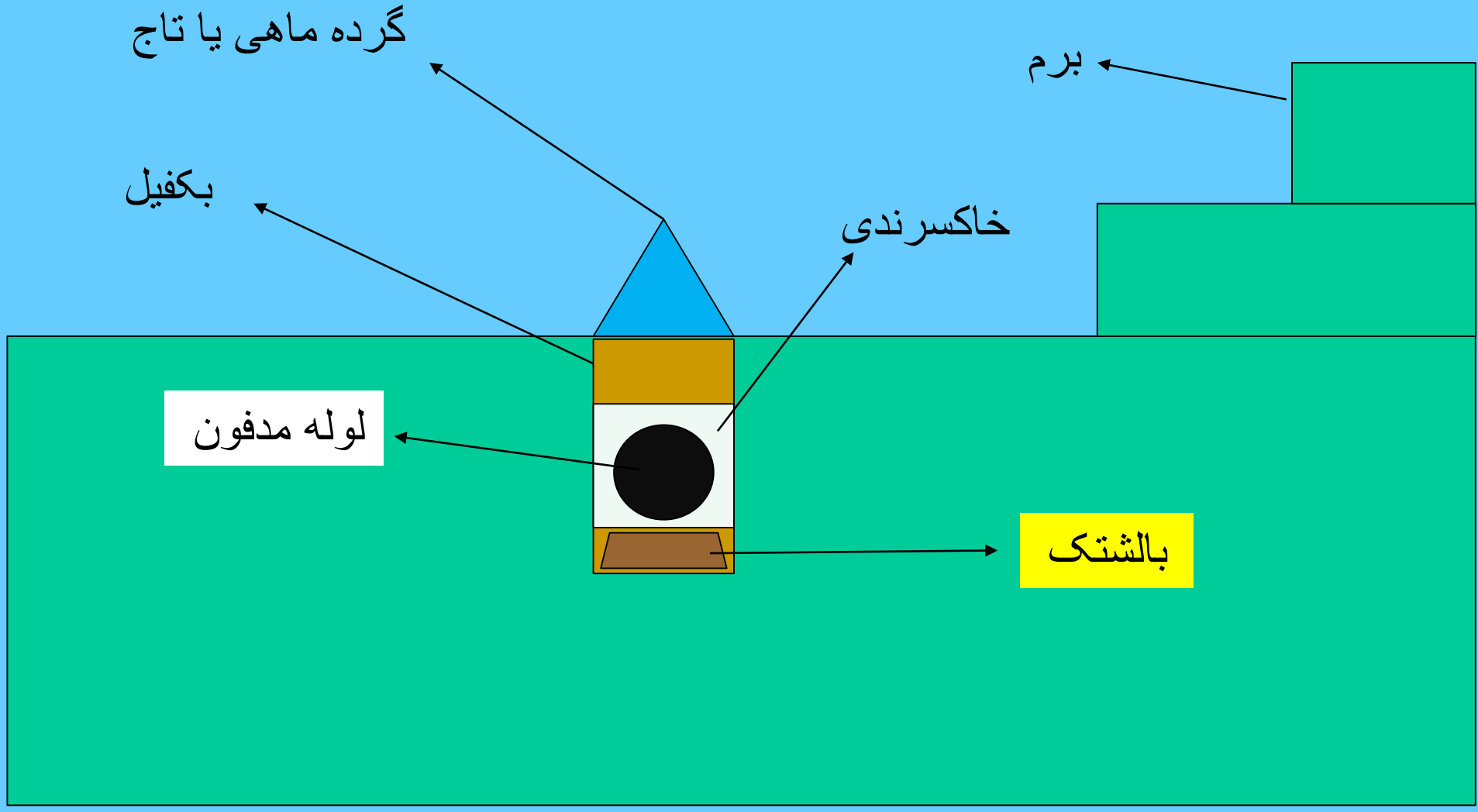
http://www.mohandes-iran.com

معرفی خط لوله انتقال

- خط لوله روزمینی
- خط لوله زیر زمینی

http://www.mohandes-iran.com

شماتیک مسیر خط



http://www.mohandes-iran.com

ضرورت ایمنی در خط لوله

http://www.mohandes-iran.com

مراحل ساخت مسیر

۱- پیاده کردن مسیر

۲- روشهای اجرائی عملیات مختلف در مسیر خط لوله

۳- حریم اختصاصی در مناطق تپه ماهور و کوهستانی

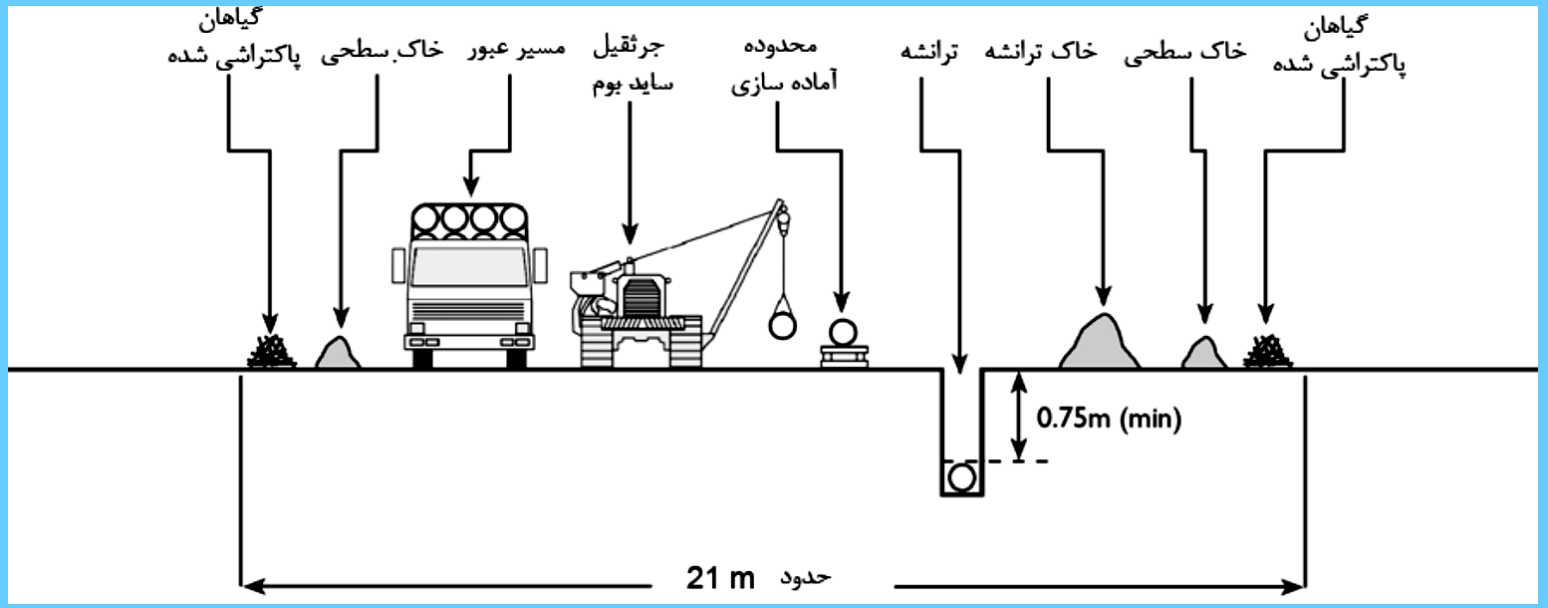
۴- حریم اختصاصی در مناطق دشت و مسطح

۵- محدوده عملیات ساختمانی در مناطق تپه ماهوری و کوهستانی

۶- راههای دسترسی

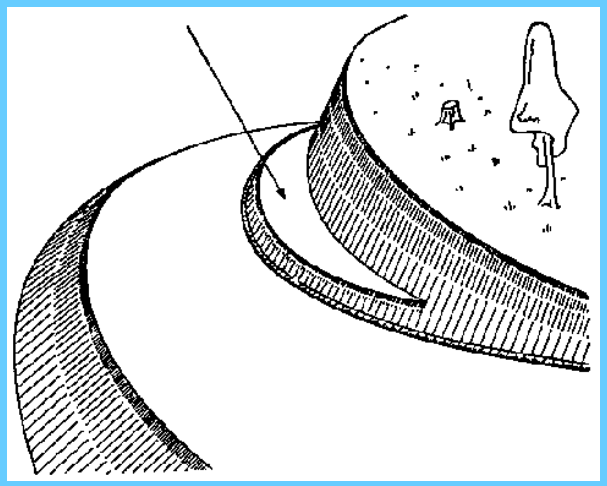
۷- تسطیح

۸- جاده سرویس



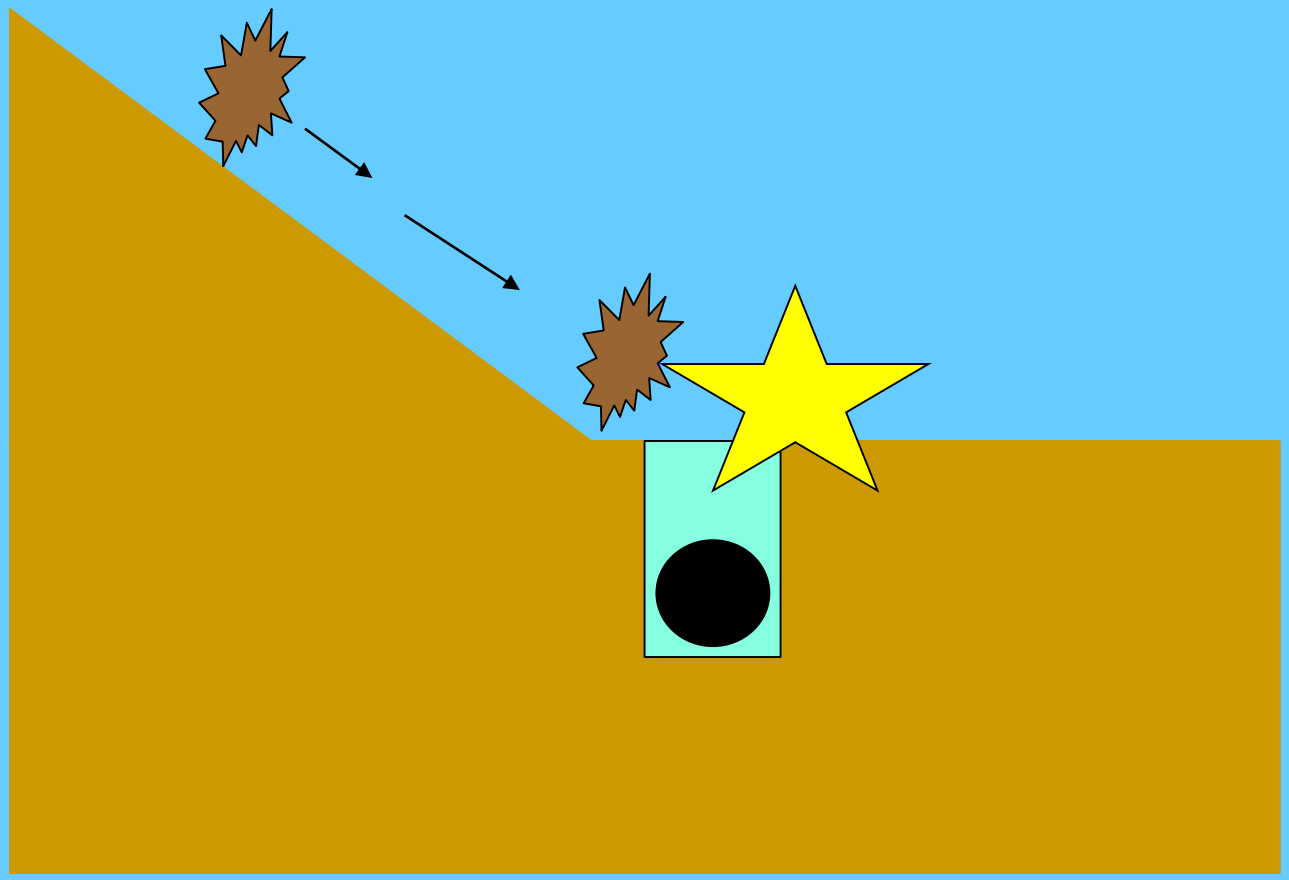
http://www.mohandes-iran.com

شیب مسیر ۲۲درصد می باشد



http://www.mohandes-iran.com

لزوم اجرای برم



http://www.mohandes-iran.com

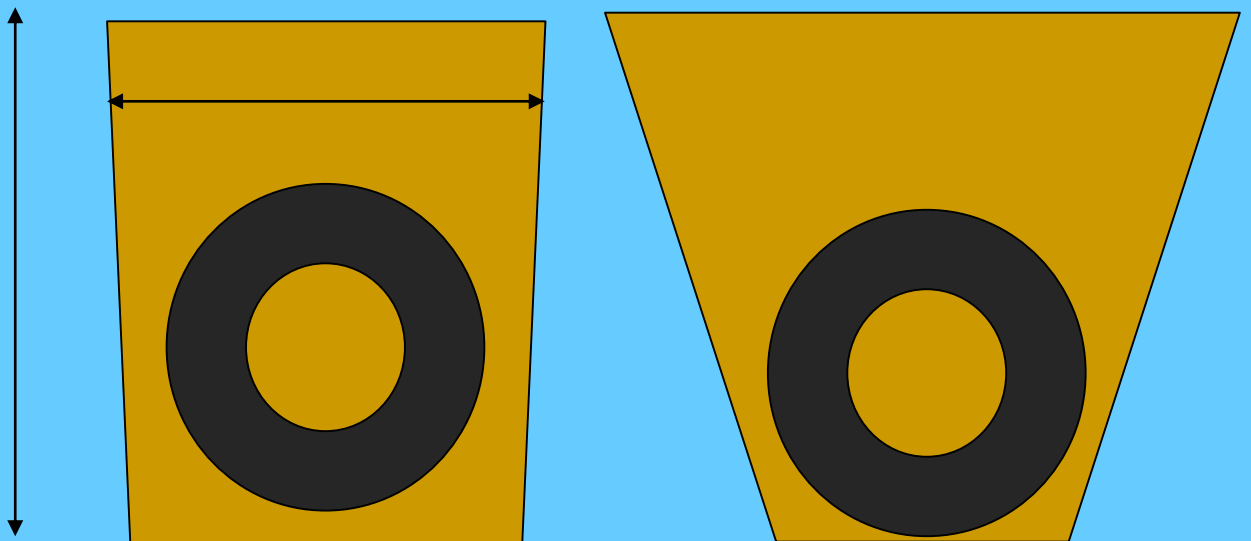
حفاری کانال

۴- حداقل عرض کانال در حالت کلی و عمومی برابر قطر لوله به علاوه چهل (۴۰) سانتیمتر و حداقل عمـق کانال در زمینهای مختلف به شرح ذیل می باشد.

الف- در زمینهای زراعی قطر لوله به علاوه یکصد و چهل (۱۴۰) سانتیمتر

ب - زمینهای بایر قطر لوله به علاوه یکصد و ده (۱۱۰) سانتیمتر

ج - زمینهای کوهستانی سنگی قطر لوله به علاوه هشتاد (۸۰) سانتیمتر



http://www.mohandes-iran.com

تجهیزات لازم جهت حفاری

http://www.mohandes-iran.com

ادامه مطالب در جلسه بعدی

خسته نباشید

http://www.mohandes-iran.com

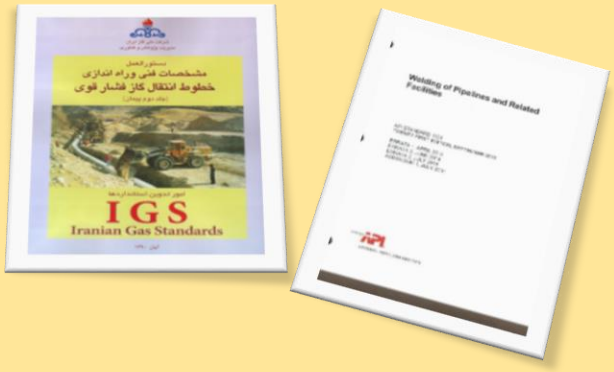
دوره تخصصی بازرسی خطوط لوله انتقال نفت و گاز

محل برگزاری دانشگاه رازی

مدرس : الفتی

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

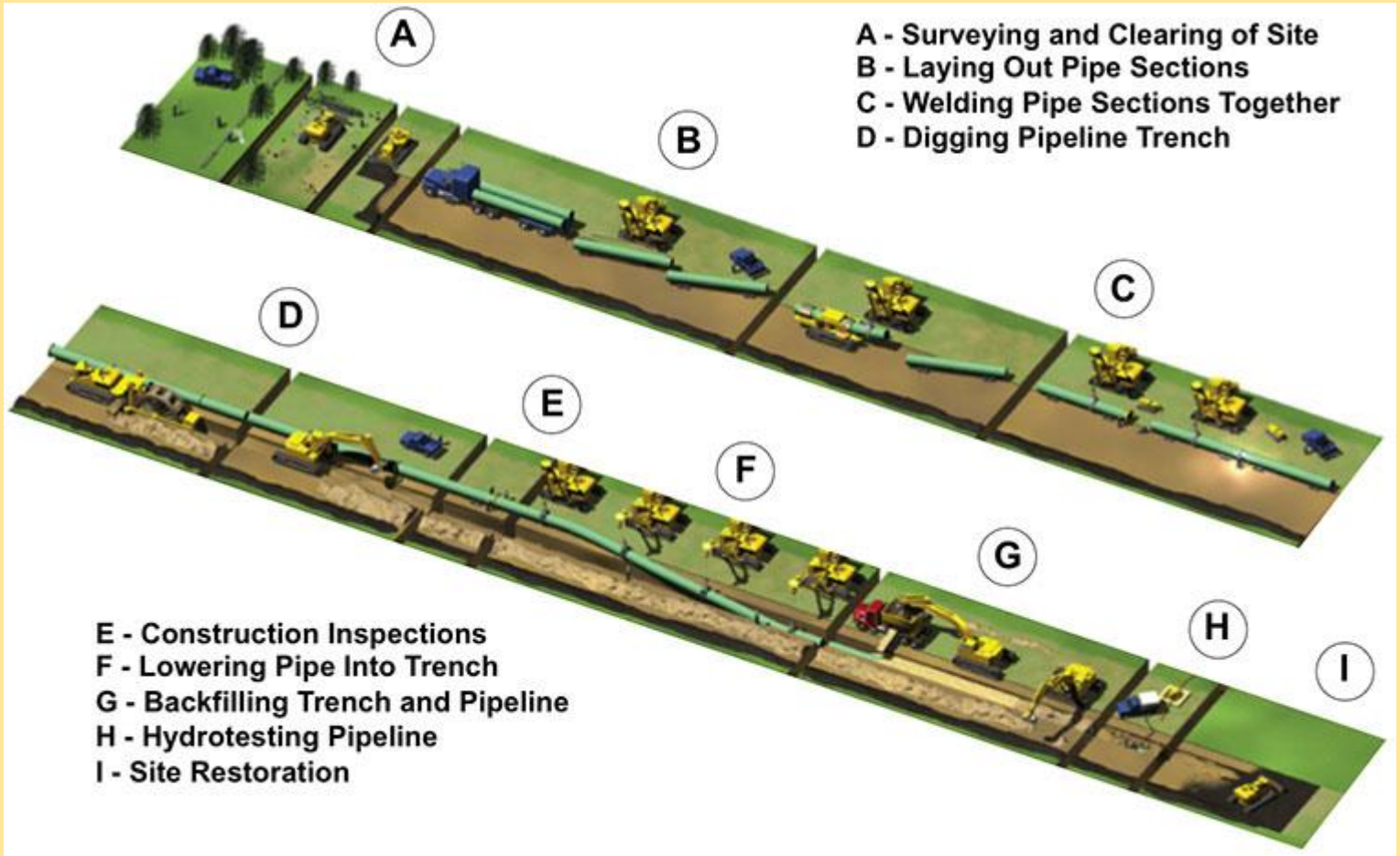


موضوعات دوره:

.مسیر خطوط لوله
.ریسه کردن و خمکاری لوله
.عملیات جوشکاری لوله
.بازرسی جوش
.سند بلاست –عایقکاری
.لوله گذاری – خاکریزی
. عبور از تقاطع ها و موانع
.تجهیزات
.خوردگی خط لوله
.توپک رانی

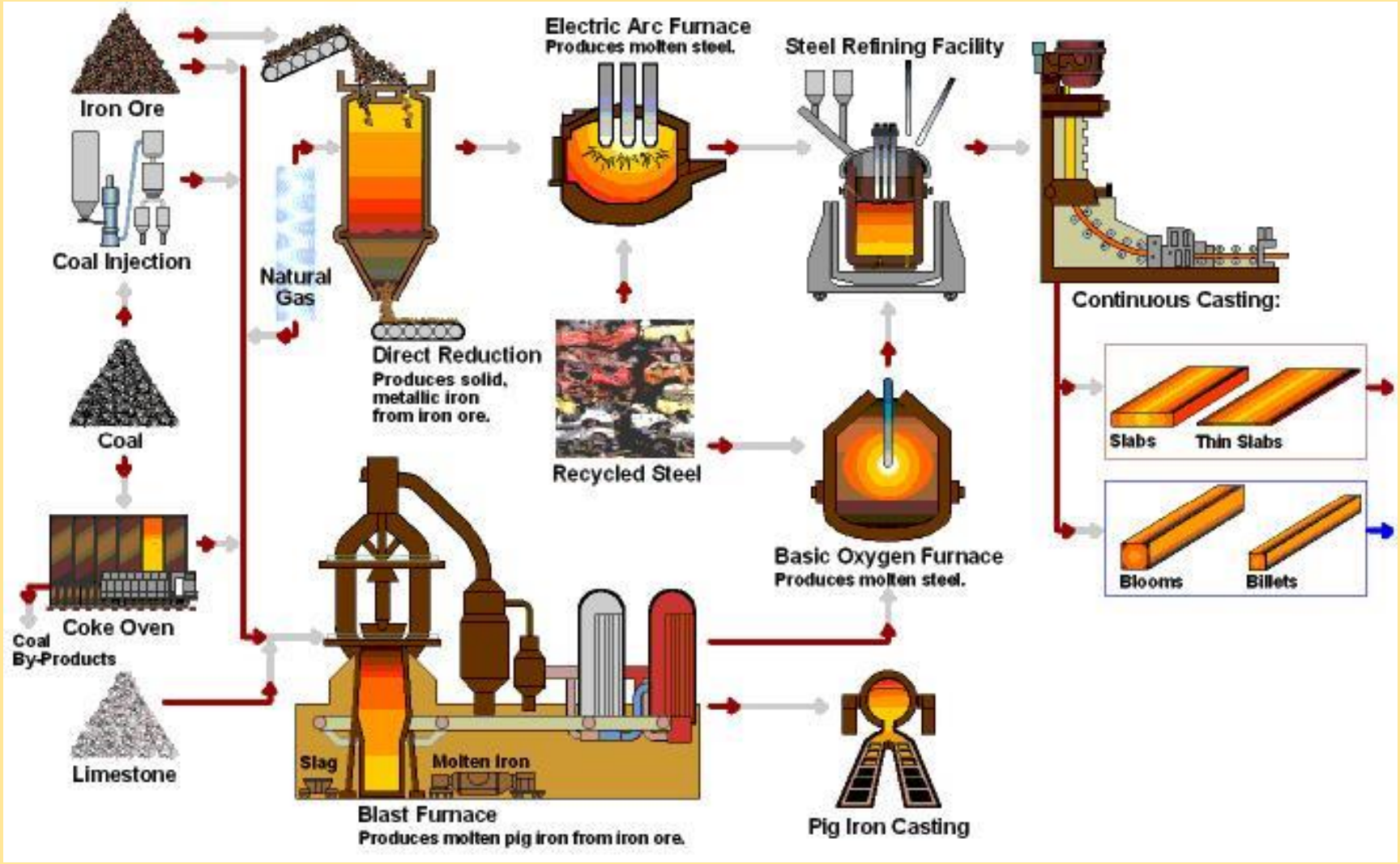
http://www.mohandes-iran.com

مراحل احداث خط لوله



http://www.mohandes-iran.com

مراحل تولید فولاد



http://www.mohandes-iran.com

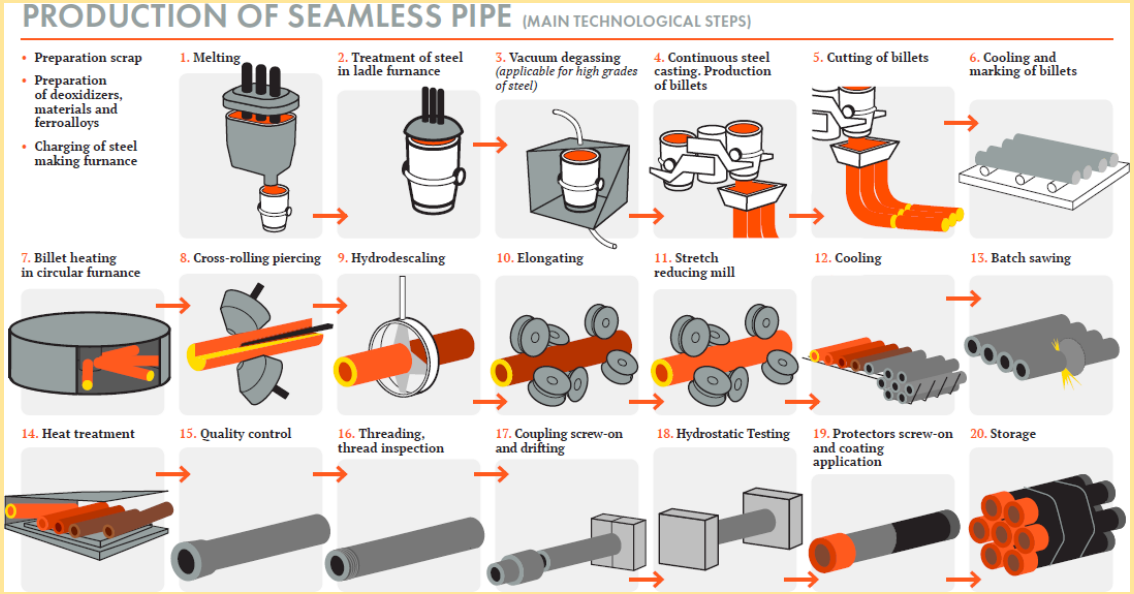
معرفی لوله های مصرفی در خط لوله

جوش درز مستقیم مقاومت الکتریکی H.F.W

جوش زیر پودری درز مستقیم S.A.W.L

جوش زیر پودری درز.اسپرال S.A.W

جوش زیر پودری درز مستقیم ERW



http://www.mohandes-iran.com

تفاوت لوله با تیوب

PIPE = لوله، ظرف استوانه ای تحمل کننده فشار سیال برای انتقال سیال یا انتقال فشار سیال است. واژه ***Tube*** یا ***Tubing*** نیز وقتی که برای سرویس تحت فشار بکار برده میشود، منظور همان لوله است.

http://www.mohandes-iran.com

تفاوت لوله ها
PSL 1 & psl 2

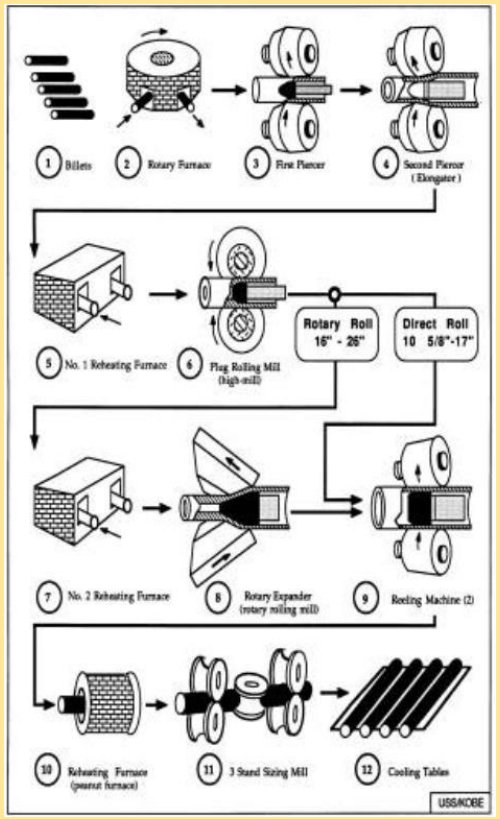
Parameter	PSL 1	PSL 2	Ref. API 5L 43rd Edition
Grade range	A25 through X70	B through X80	Table 1
Size range	0.405" through 80"	4.5" through 80"	Table 1
Type of ends	Plain end, Threaded end, Beveled end special coupling pipe	Plain end	Table 1
Seam welding	All methods; continuous welding limited to A25	All methods except continuous welding and laser welding	Table 1
Electric welds: welder frequency	No minimum	kHz minimum 100	5.1.3.3.2
Heat treatment of electric welds	Required for grades >B42	Required for all grades (B through X80)	5.1.3.3.1; 5.1.3.3.2; 6.3.7
Chemistry: Max C for Seamless pipe	0.28% for grades ≥ B	0.24%	Tables 3A, 3B
Chemistry: Max C for Welded pipe	0.26% for grades ≥ B	0.22%	Tables 3A, 3B
Chemistry: Max P	0.030% for grades ≥ A	0.03%	Tables 3A, 3B
Chemistry: Max S	0.03%	0.03%	Tables 3A, 3B
Carbon equivalent	Only when purchaser specifies SR18	Maximum required for each grade	4.2; 4.3; 6.1.3; SR15.1
Yield strength, maximum	None	Maximum for each grade	Tables 3A, 3B
UTS (Ultimate Tensile Strength) maximum	None	Maximum for each grade	Tables 3A, 3B
Fracture toughness	None required	Required for all grades	6.2.6; 9.3.5; 9.8.4; 9.10.7; Table 14
Non-destructive inspection of Seamless	Only when purchaser specifies SR4	SR4 mandatory	9.7.2.6
Repair by welding of pipe body (pinhole and dent)	Permitted	Prohibited	5.3.3; 9.7.6; 8.1; 8.2
Repair by welding of weld seams without filler metal	Permitted by agreement	Prohibited	4.3; 9.7.4.4; 9.7.6; 8.1.1; 8.4
Certification	Traceable only until all tests are passed	Certificates (SR15.1) mandatory	12.1
Traceability	Traceable only until [illegible]	Traceable after completion of tests (SR15.2) mandatory	5.6

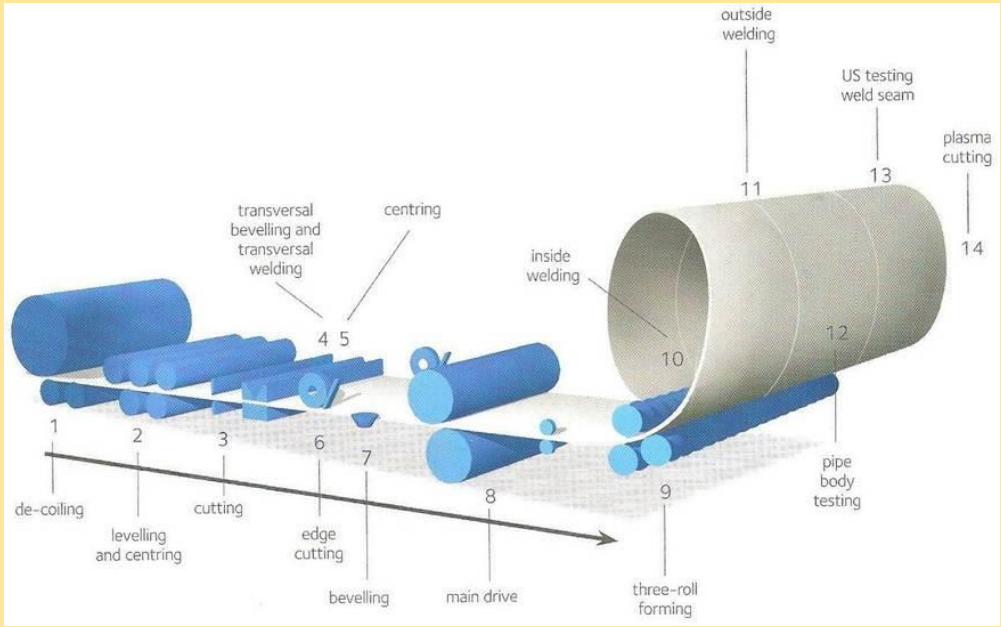
تفاوت ترکیب شیمیایی
روش تولید
نوع درز
اندازه قطر
خواص مکانیکی

- Size range
- Type of ends
- Seam welding
- Electric welds: welder frequency
- Heat treatment of electric welds
- Chemistry: Max C for Seamless pipe
- Chemistry: Max C for Welded pipe
- Chemistry: Max P
- Chemistry: Max S

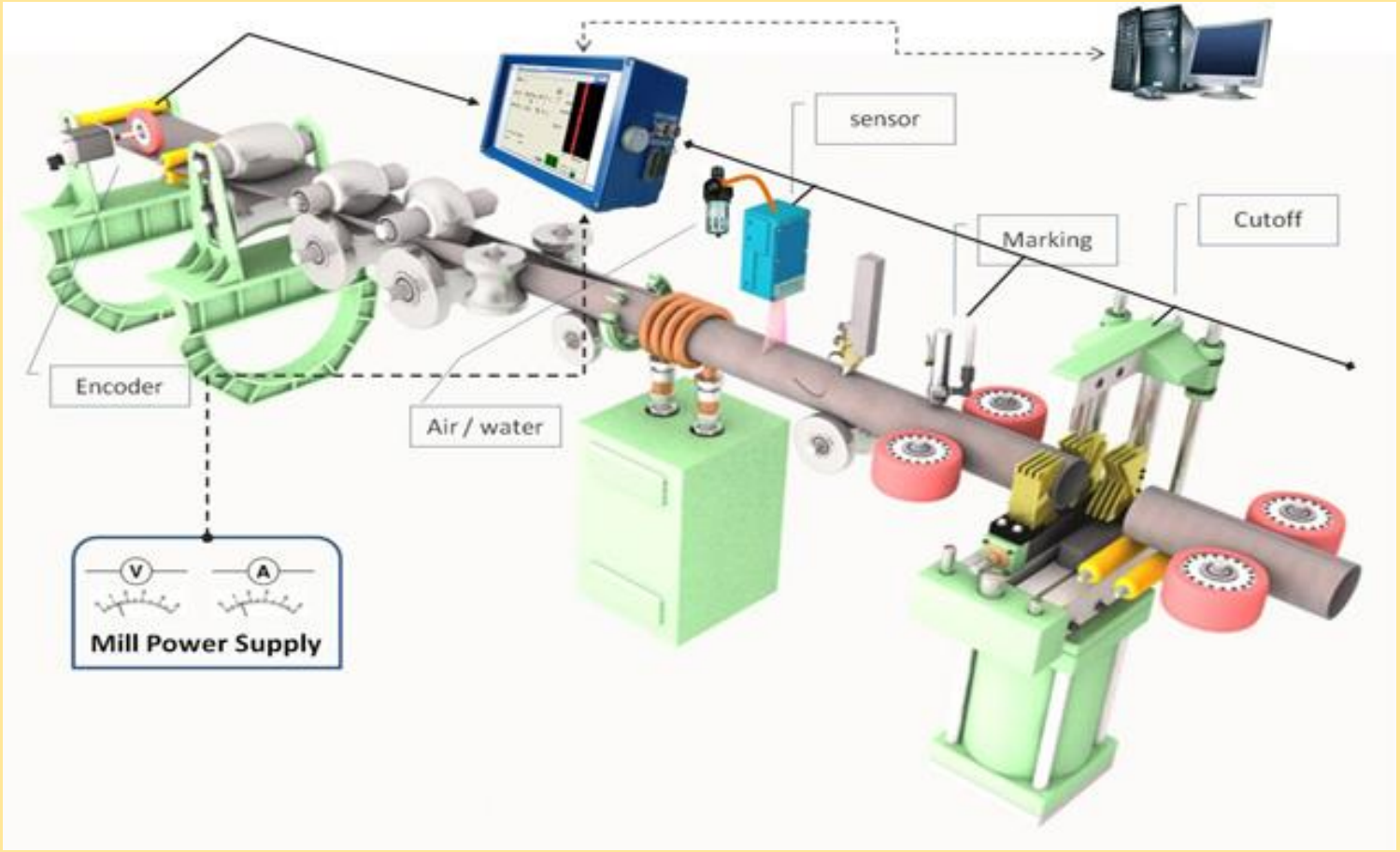
http://www.mohandes-iran.com

روش تولید اسپیرال و بدون درز





http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com

لوله های مورد استفاده در خط لوله مطابق استاندارد API

A.P.I. specification	Quality	Mechanical prop. MPa		Chemical composition %		Carbonium (max) equivalent
		Yielding point	Tensile strength	Carbon (max)	Manganese (max)	
5 L	A 25	170	310			0,31
5 L - 5 LS	A	210	330	0,21	0,90	0,37
5 L - 5 LS	B	240	410	0,27	1,15	0,46
5 LX	X 42	290	410	0,28	1,25	0,50
5 LX	X 46	320	430	0,28	1,25	0,53
5 LX	X 52	360	500	0,28	1,25	0,53
5 LX	X 56	390	520	0,26	1,35 e/o (Nb/V/Ti)	0,48
5 LX	X 60	410	540	0,26	1,35 e/o (Nb/V/Ti)	0,48
5 LX	X 65	450	550	0,26	1,40 e/o (Nb/V/Ti)	0,49
5 LX	X 70	480	560	0,23	1,60	0,49

http://www.mohandes-iran.com

ترکیبات شیمیایی گرید های لوله تولیدی

کلاس و طبقه	کربن حداکثر	منگنز حداکثر-حداقل		فسفر حداکثر- حداقل		گوگرد حداکثر
بدون درز						
A25 , C1.1	0.21	0.3	0.6	-	0.030	0.030
A25 , C1.1	0.21	0.3	0.6	0.045	0.030	0.030
A	0.22	-	0.9	-	0.030	0.030
B	0.27	-	1.15	-	0.030	0.030
X42	0.29	-	1.25	-	0.030	0.030
X46 , X52	0.31	-	1.35	-	0.030	0.030
X42, X46,X52	0.29	-	1.25	-	0.030	0.030
X56 , X60	0.26	-	1.35	-	0.030	0.030
X65,X70,X80	-	-	-	-	0.030	0.030
درزدار						
A25 , C1.1	0.21	0.30	0.60	-	0.030	0.030
A25 , C1.1	0.21	0.30	0.60	0.045	0.030	0.030
A	0.21	-	0.90	-	0.030	0.030
B	0.26	-	1.15	-	0.030	0.030
X 42	0.28	-	1.25	-	0.030	0.030
X46 – X52	0.30	-	1.35	-	0.030	0.030
X46 – X52	0.28	-	1.25	-	0.030	0.030
X56 – X60	0.26	-	1.35	-	0.030	0.030
X 65	0.26	-	1.40	-	0.030	0.030
X 70	0.23	-	1.60	-	0.030	0.030
X 80	0.18	-	1.80	-	0.030	0.030

http://www.mohandes-iran.com

خواص فیزیکی

نوع الکترود	ترکیب شیمیایی	پیشگرمایی	استحکام کششی KSI MPA	کشش سلیم KSI MPA	انواع فولادها
E 60XX	C = 0.21 Mn = 0.3/0.6	> 25 MM درصورتی که از الکترودهای E60XX استفاده‌شود به‌اندازه استفاده‌شود به‌اندازه200°F	> 45 > 310	> 25	API 5L A25 C 1.1– C12
E 60XX	C = 0.21/0.22	درصورتی که از الکترودهای E60XX استفاده‌شود و ضخامت 12MM< باشد درآنصورت به‌اندازه 100°F اگر ضخامت بیشتر از 25MM باشد به‌اندازه 200°F	> 48 330	> 30 206	API 5 LA
E 60XX	C = 0.26/0.27 Mn – 1.15	E60XX <12MM 100F >12MM 200F	> 60 413	> 35 242	API 5 LB
E 60XX E 70XX	C = 0.29 Mn = 1.25	اگر C >0.25 و از الکترود E60XX استفاده‌شود 100°F > ضخامت به‌اندازه 12MM 200°F > ضخامت به‌اندازه 12MM اگر از الکترودهای کم‌هیدروژن استفاده‌شود. 50°F > ضخامت به‌اندازه 12MM 150°F > ضخامت به‌اندازه 12MM	> 60 413	> 42	API 5 L x42
E 60XX E 70XX	C = 0.2 – 0.31 Mn=1.25–1.35	الکترودهای E60XX > 12MM → 100°F > 25MM → 200°F الکترودهای کم‌هیدروژن > 12MM → 50°F > 12MM → 150°F	> 63 434	> 46 317	API 5L x46
E 60XX E 70XX	C = 0.2 – 0.31 Mn = 1.25 – 1.35	الکترودهای E60XX > 12MM → 100°F > 25MM → 200°F الکترودهای کم‌هیدروژن > 12MM → 50°F > 12MM → 150°F	66 – 72	> 52 358	API 5L x 52

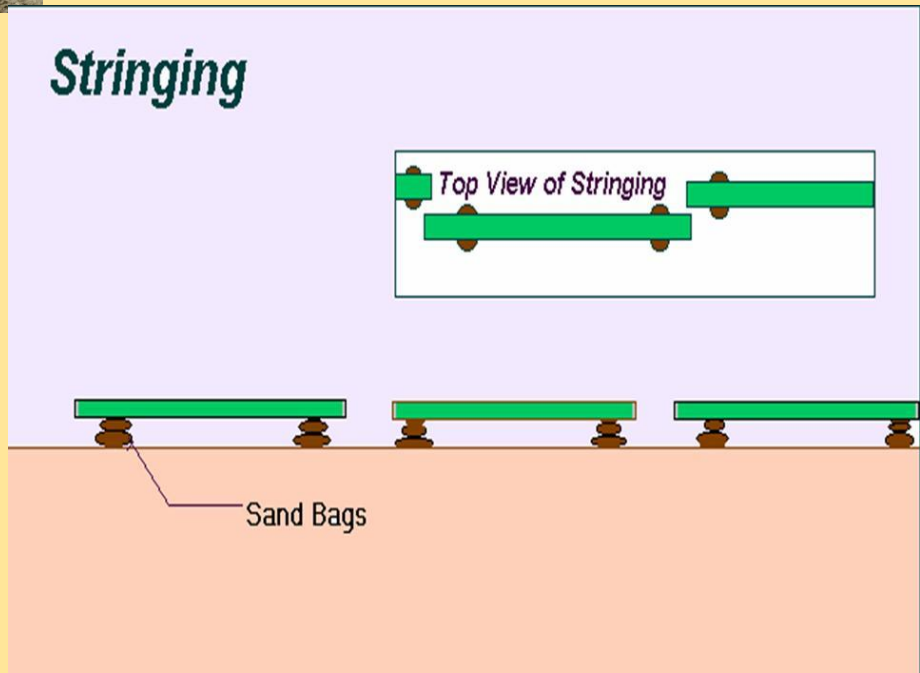
نوع الکترود	ترکیب شیمیایی	پیشگرمایی	استحکام کششی KSI MPA	کشش تسلیم KSI MPA	انواع فولادها
E 60XX E 70XX	C > 0.26 Mn = 1.35 Cb = 0.005 V = 0.02 Ti = 0.03	اگر الکترودهای E60XX و مقدار C < 0.21 < 12MM → 100°F > 12MM → 150°F اگر مقدار C > 0.21 < 12MM → 100°F > 12MM → 200°F اگر الکترود کم‌هیدروژن و مقدار C > 0.21 < 12MM → 50°F > 12MM → 150°F	71 – 75 517	> 50 344	API 5 L x 56
E 60XX E 70XX	C < 0.26 Mn = 1.35 CB = 0.005 V = 0.02 Ti = 0.03	کاملاً مشابه X56	75 – 78 537	> 60	API 5 L x 60
E 60XX E 70XX	C < 0.26 Mn = 1.35 CB = 0.005 V = 0.02 Ti = 0.03	مشابه X56	75 – 80	> 65	API 5 L x 65
E 60XX E 7018 E 80XX	C < 0.23 Mn = 1.6 C6 = 0.005 V = 0.02 Ti = 0.03	اگر مقدار C < 0.21 < 12MM → 50°F > 12MM → 100°F اگر مقدار C > 0.2 < 12MM → 50°F > 12MM → 200°F	> 82 567	> 70	API 5 L X70
E 7018		< 12MM → 50°F > 12MM → 150°F	90 – 120	> 80	API 5L x 80

http://www.mohandes-iran.com

دپو لوله ها

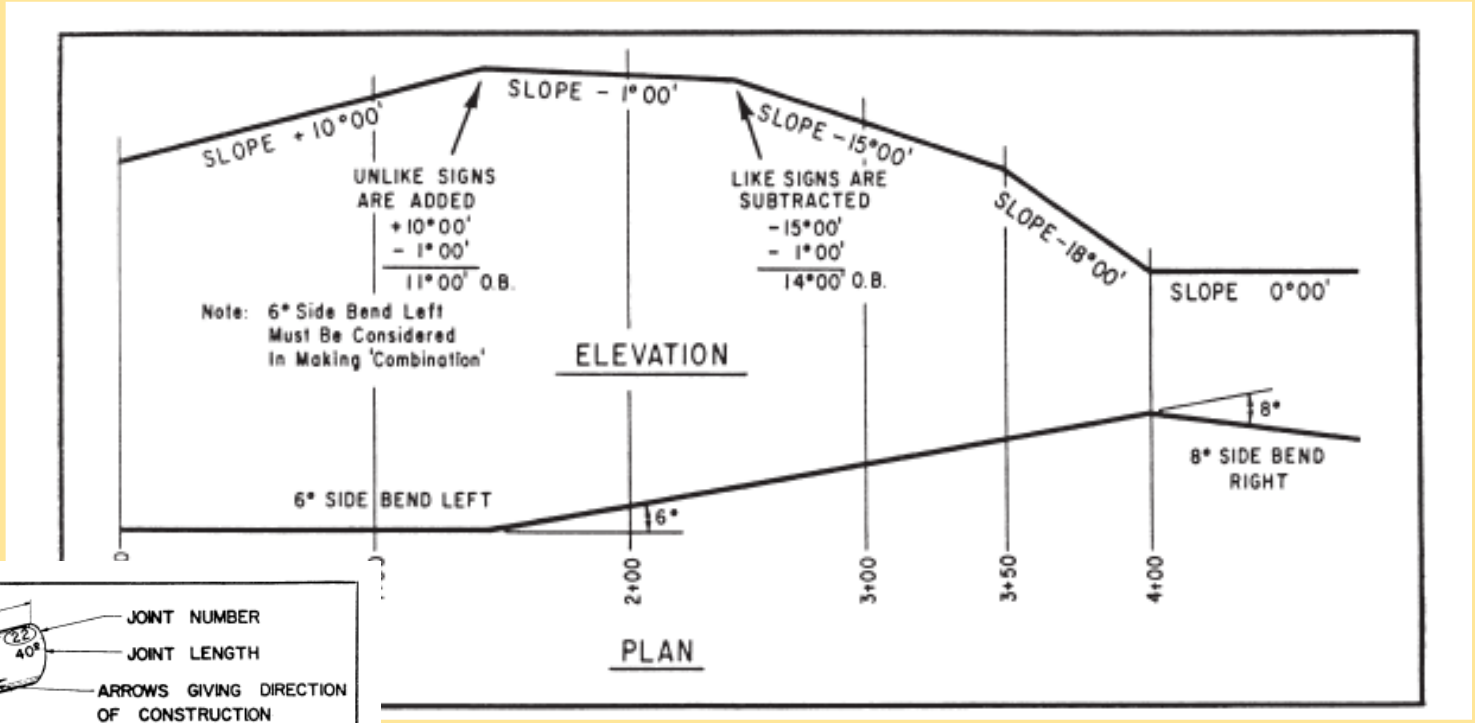
http://www.mohandes-iran.com

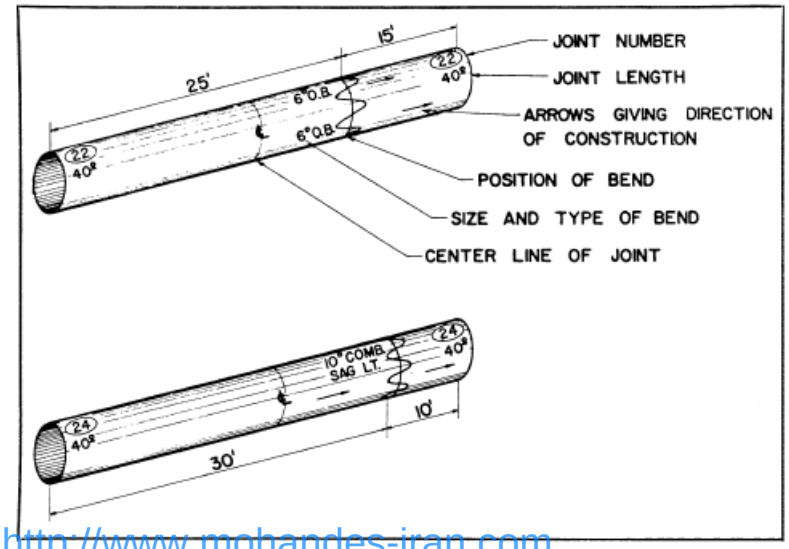
نکاتی در مورد عملیات ریسه



http://www.mohandes-iran.com

خم کاری





http://www.mohandes-iran.com

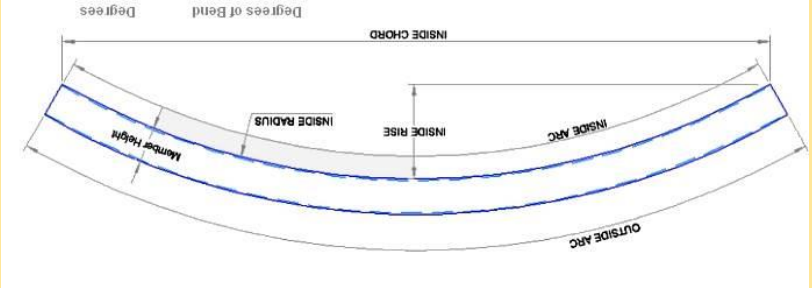
دستگاه خمکاری لوله

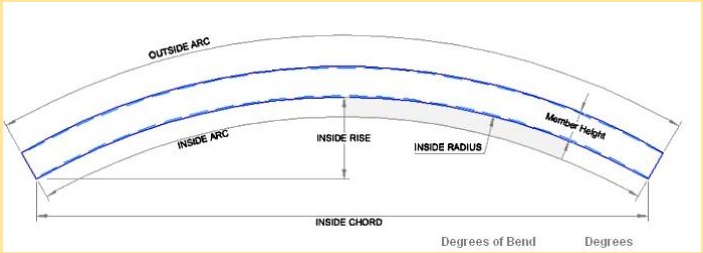
http://www.mohandes-iran.com

انواع خم

SB

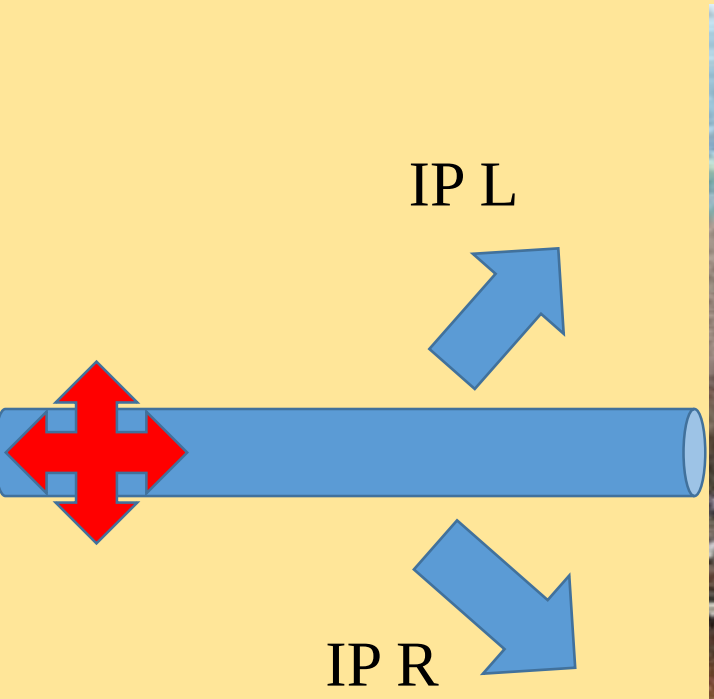
OB





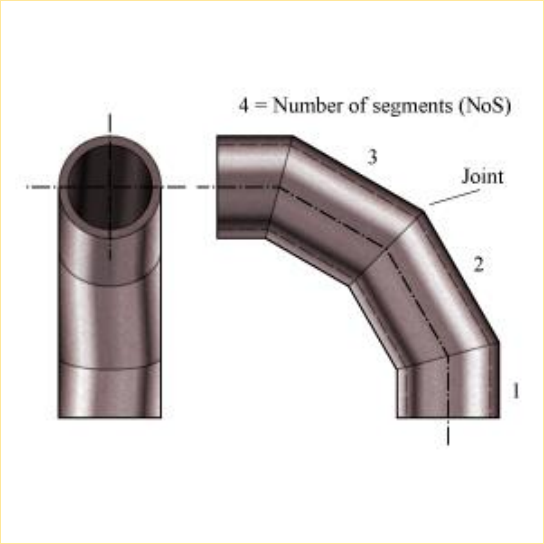
http://www.mohandes-iran.com

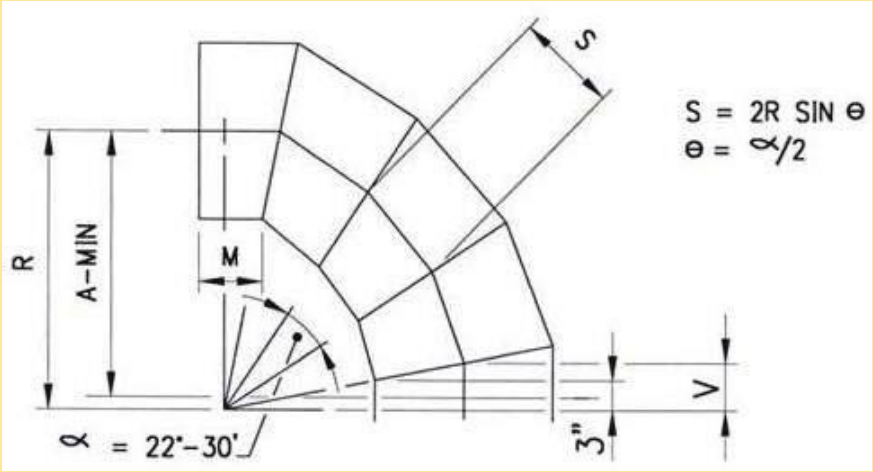
خم لوله در به طرف راست یا چپ



http://www.mohandes-iran.com

MITER





۲-۳- خم کاری موکداً باید به طور سرد، یکنواخت و بدون کشیدگی و چروک خوردگی و یا کاهش قطر و یا بیضوی شدن سطح مقطع و مطابق زاویه مندرج در نقشه انجام شود. کلیهٔ خمها می بایست با بزرگترین شعاع ممکن انجام گرفته و هیچ خمی در فاصلهٔ کمتر از ۲ متری سر لوله مجاز نمی باشد. ساخت خم به روش فارسی بر (MITER) مجاز نمی باشد و در صورت ضرورت از خم کارخانه ای (حداقل R=5D) که

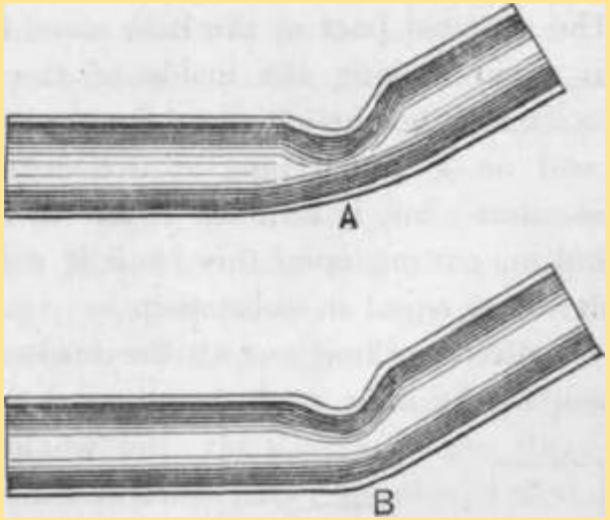
http://www.mohandes-iran.com

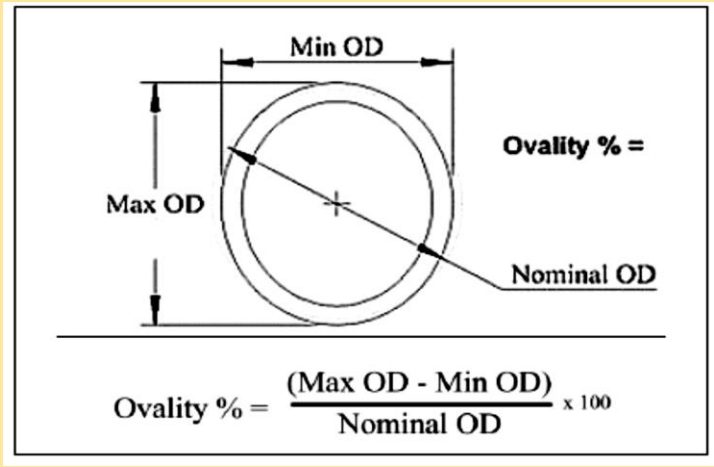
۲-۴- در صورتیکه لوله های تحویلی به پیمانکار دارای پوشش عایق شده در کارخانهٔ سازندهٔ لوله باشد جهت خم کاری آنها بایستی از ماشین آلات و روشهای مناسب استفاده گردد که آسیبی به پوشش لوله وارد نگردد.

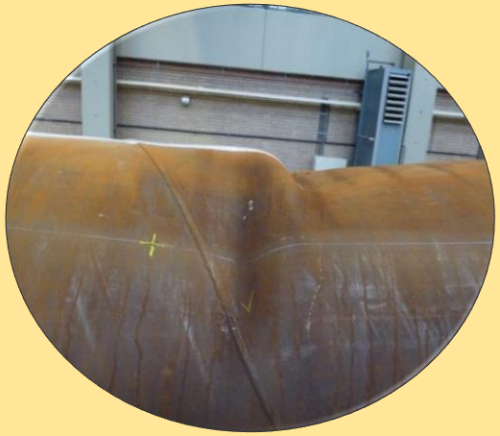
۲-۵- با توجه به بند ۳-۲ حداکثر درجهٔ خمش لوله ها ۱/۵ درجه به ازاء هر طول معادل قطر لوله می باشد ضمناً پس از اتمام خم کاری حداقل قطر داخلی لوله ها در مقطع عرضی در مرکز خمش نبایستی از ۹۷/۵ درصد قطر داخلی لوله کمتر باشد و صفحه اندازه که با مشخصات مذکور تهیه گردیده به راحتی بتواند از داخل لولهٔ خم شده عبور نماید.

http://www.mohandes-iran.com

عیوب ناشی از عدم خمکاری صحیح

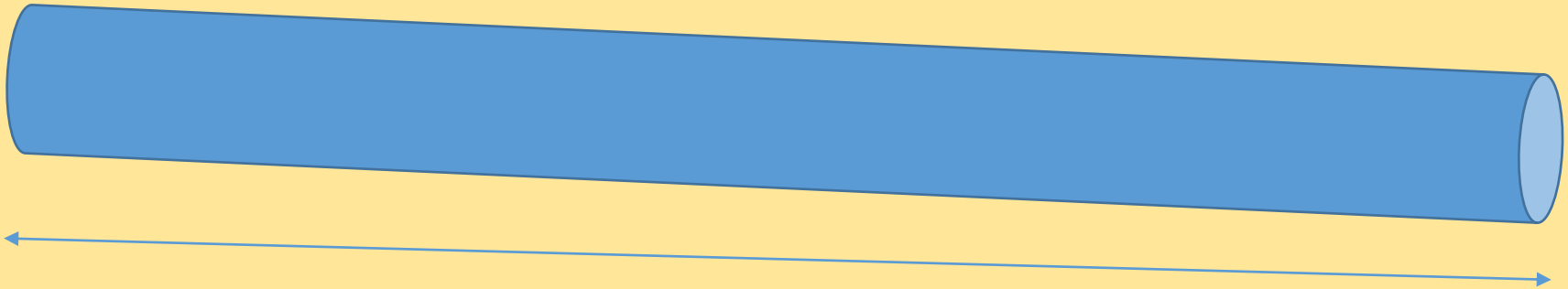






http://www.mohandes-iran.com

حد مجاز خم کاری



طول=۱۲

حداکثر درجهٔ خمش لوله ها ۱/۵ درجه به ازاء هر طول معادل قطر لوله می باشد

هیچ خمی در فاصلهٔ کمتر از ۲ متری سر لوله مجاز نمی باشـد

http://www.mohandes-iran.com

عملیات جوشکاری

جوشکاران و کاربران و ارزیابی آنها

الکترودها و وایرهای جوشکاری

آماده نمودن سر لوله ها برای جوشکاری

پخ زدن سرلوله

جفت کردن لوله ها برای جوشکاری

روش جوشکاری

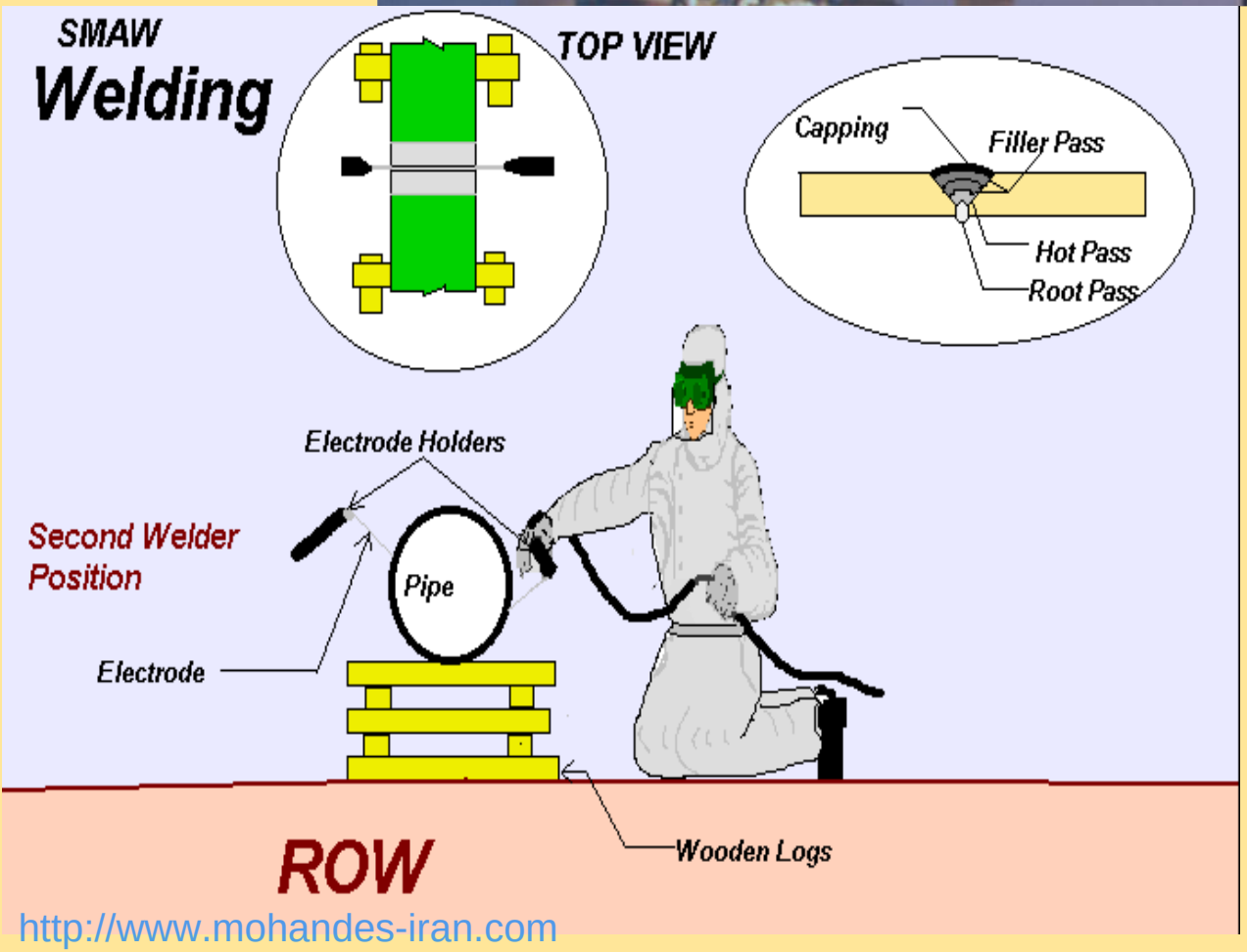
جوشکاری فلنج ها و اتصالات

تعمیر جوشها

http://www.mohandes-iran.com

دستورالعمل تست مهارت

جوشکار WPQ



جوشکار

جوشکار پاس یک یا فول پاس

جوشکار پرکنی

جوشکار کپ

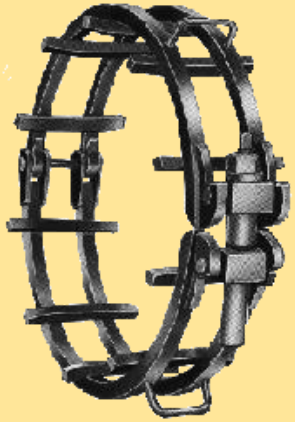
http://www.mohandes-iran.com

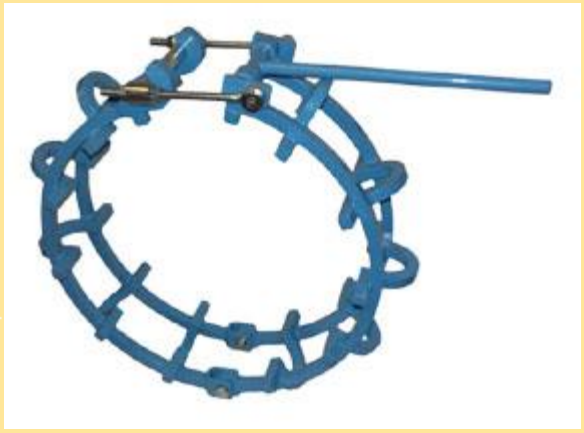
الزامات تست جوشکاری

۲-۱- کلیه جوشکاران یا کاربرانی که در نظر است در پروژه مشغول کار شوند بایستی در آزمایش جوشکاری یا کاربری براساس استاندارد API 1104 توسط مراجع ذیصلاح مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از تائید و ارائه کارت ، مجوز جوشکاری در پروژه خواهد داشت . بدیهی است صدور کارت از طریق مراجع مورد تائید کارفرما

http://www.mohandes-iran.com

آماده سازی لبه لوله ها جهت جوشکاری





http://www.mohandes-iran.com

مشخصات فنی کلمپ

- سیستم حرکتی : موتورهای بادی با توان 3-8 HP با موتورهای 24V (DC)
- عبور از خم‌ها مطابق با استانداردها
- هوای فشرده موردنیاز : 8-12 bar
- ماکزیمم فشار باد : 15 bar
- سرعت حرکت : 0.1- 0.7 M/S
- شیب مجاز کاری : 25%

ابعاد کلمپ‌ها :

- وزن 350- 2000 kg
- طول 1.4 – 2.8 m

ویژگیها و قابلیت‌ها :

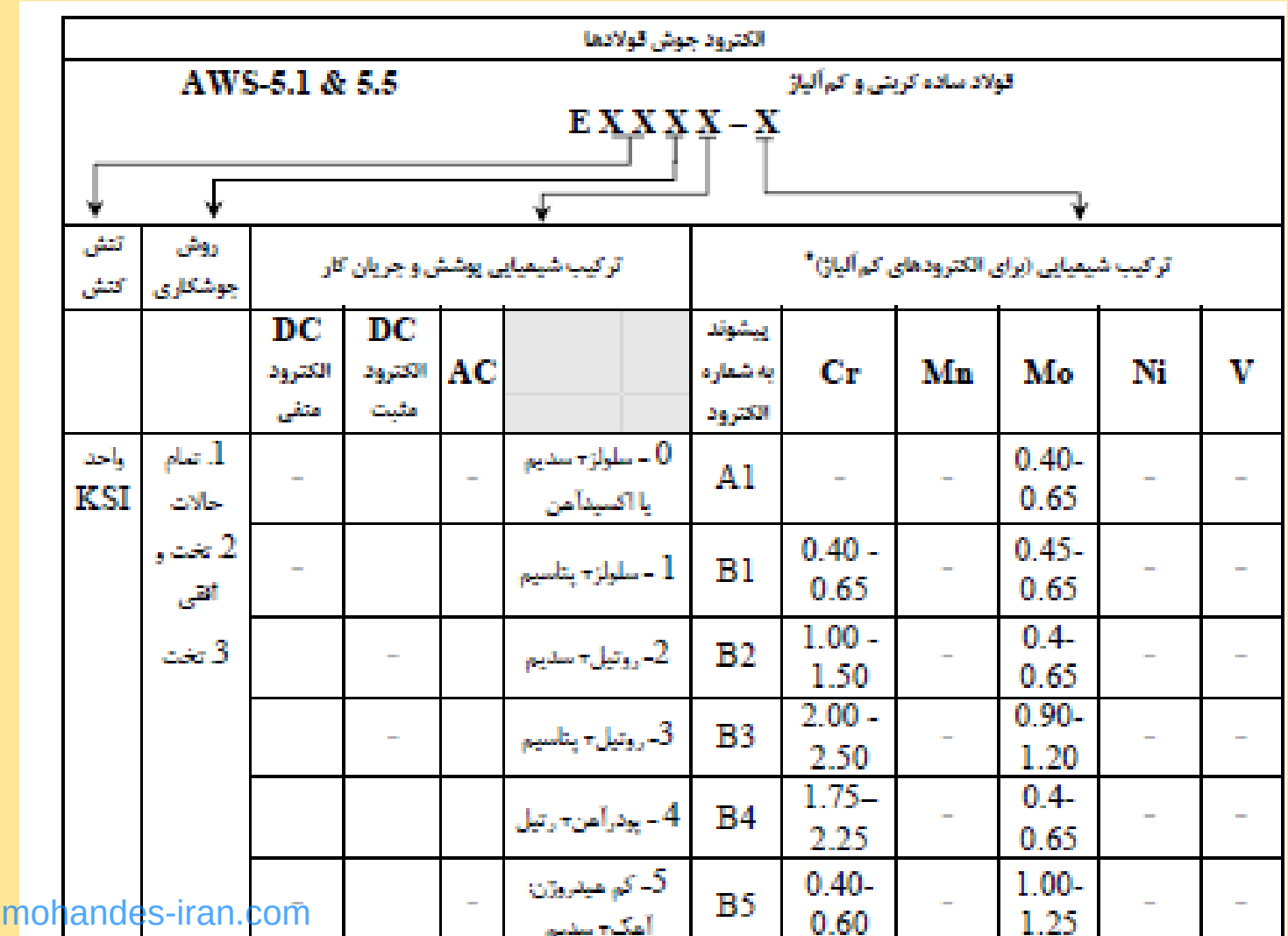
- خودکششی
- تنظیم سریع
- موقعیت دهنده
- تحریک‌کننده الکتریکی یا مکانیکی (فرمان مکانیکی یا برقی)
- قابلیت اصلاح‌ناگردی لوله[10]
- تصحیح ناردیفی[11]
- دارا بودن سیستم ترمز ایمن در شیب‌های تند
- برای انواع ضخامت لوله (۶ الی ۳۲ میلیمتر)

اندازه کلمپها (برحسب قطر لوله) :

16″- 18″	30″ - 32″	46″- 48″
20″- 22″	34″- 36″	50″- 52″
22″- 24″	38″- 40″	54″- 56″
26″- 28″	42″- 44″	

http://www.mohandes-iran.com

الکترودهاي جوشکاري قوس الکتریکی



الکترود جوش فولادها

AWS-5.1 & 5.5

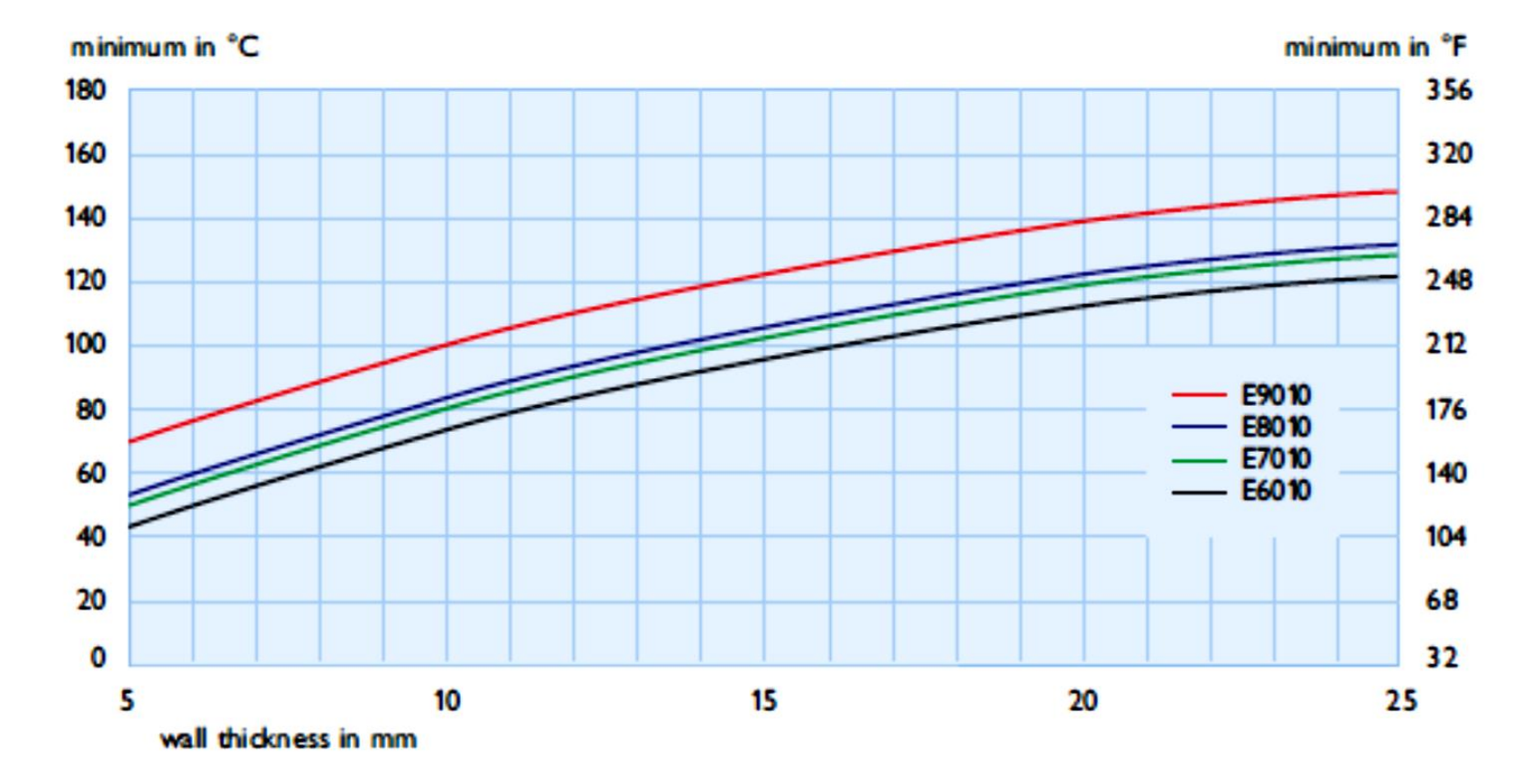
فولاد ساده کربنی و کم‌آلیاژ

E X X X X – X

تنش کشش	روش جوشکاری	ترکیب شیمیایی پوشش و جریان کار				ترکیب شیمیایی (برای الکترودهای کم‌آلیاژ)*					
		DC الکترود منفی	DC الکترود مثبت	AC		پیشوند به شماره الکترود	Cr	Mn	Mo	Ni	V
واحد KSI	1. تمام حالات	–		–	0 - سلولز+ سدیم یا اکسیدآهن	A1	–	–	0.40-0.65	–	–
	2 تخت و افقی	–			1 - سلولز+ پتاسیم	B1	0.40 - 0.65	–	0.45-0.65	–	–
	3 تخت		–		2- روتیل+ سدیم	B2	1.00 - 1.50	–	0.4-0.65	–	–
			–		3- روتیل+ پتاسیم	B3	2.00 - 2.50	–	0.90-1.20	–	–
					4 - پودرآهن+ رتیل	B4	1.75– 2.25	–	0.4-0.65	–	–
		–		–	5- کم هیدروژن: آهک+ سدیم	B5	0.40-0.60	–	1.00-1.25	–	–

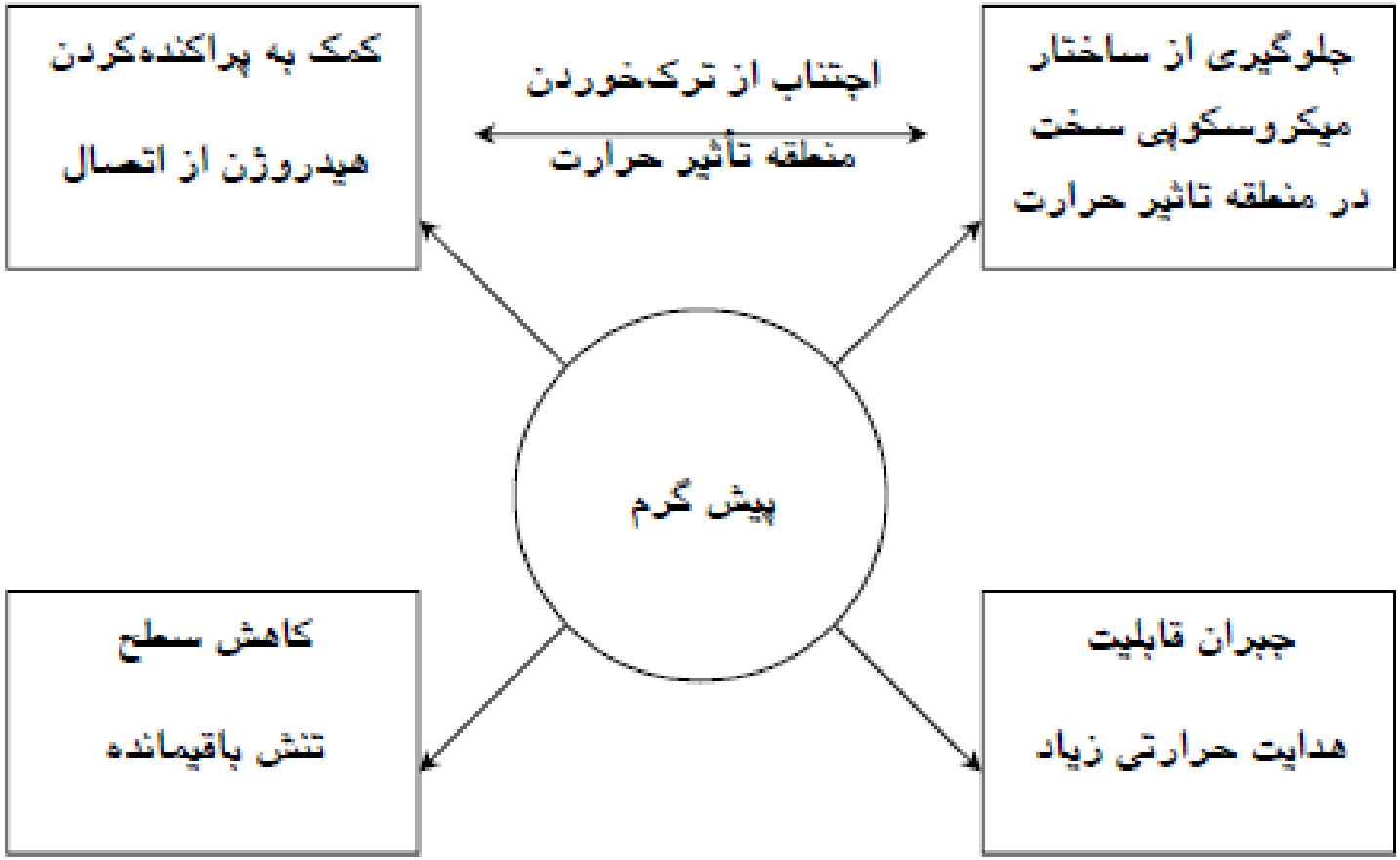
http://www.mohandes-iran.com

پیشگرم الکترود



http://www.mohandes-iran.com

فواید پیشگرم کردن



http://www.mohandes-iran.com

Reference : API Standard 1104, 2.2

PROCEDURE SPECIFICATION NO._____

For _____ Welding of _____ Pipe and Fittings

Process _____

Material _____

Diameter _____ Wall thickness _____

Joint design _____

Filler metal _____ Number of beads _____

Electrical or flame characteristics _____

Position _____

Direction of welding _____

No. of welders _____

Time lapse between passes _____

Type and removal of lineup clamp _____

Cleaning and/or grinding _____

Preheat stress relief _____

Shielding gas and flow rate _____

Shielding flux _____

Speed of travel _____

Sketches and tabulations attached _____

Date tested _____ Welder _____

Date approved _____ Welding supervisor _____

Date adopted _____ Chief engineer _____

http://www.mohandes-iran.com

COUPON TEST REPORT

Date _____ Test No. _____

Location _____

State _____ Weld Positions Roll ☐ Fixed ☐

Welder _____ Mark _____

Welding time _____ Time of day _____

Welding temperature _____ Wind break used _____

Weather conditions _____

Voltage _____ Amperage _____

Welding machine type _____ Welding machine size _____

Filler metal _____

Reinforcement size _____

Pipe type and grade _____

Wall thickness _____ Outside diameter _____

	1	2	3	4	5	6	7
Coupon stenciled							
Original specimen dimensions							
Original specimen area							
Maximum load							
Tensile strength per square inch of plate area							
Fracture location							

☐ Procedure ☐ Qualifying test ☐ Qualified

☐ Welder ☐ Line test ☐ Disqualified

Maximum tensile _____ Minimum tensile _____ Average tensile _____

Remarks on tensile-strength tests

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Remarks on bend tests

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

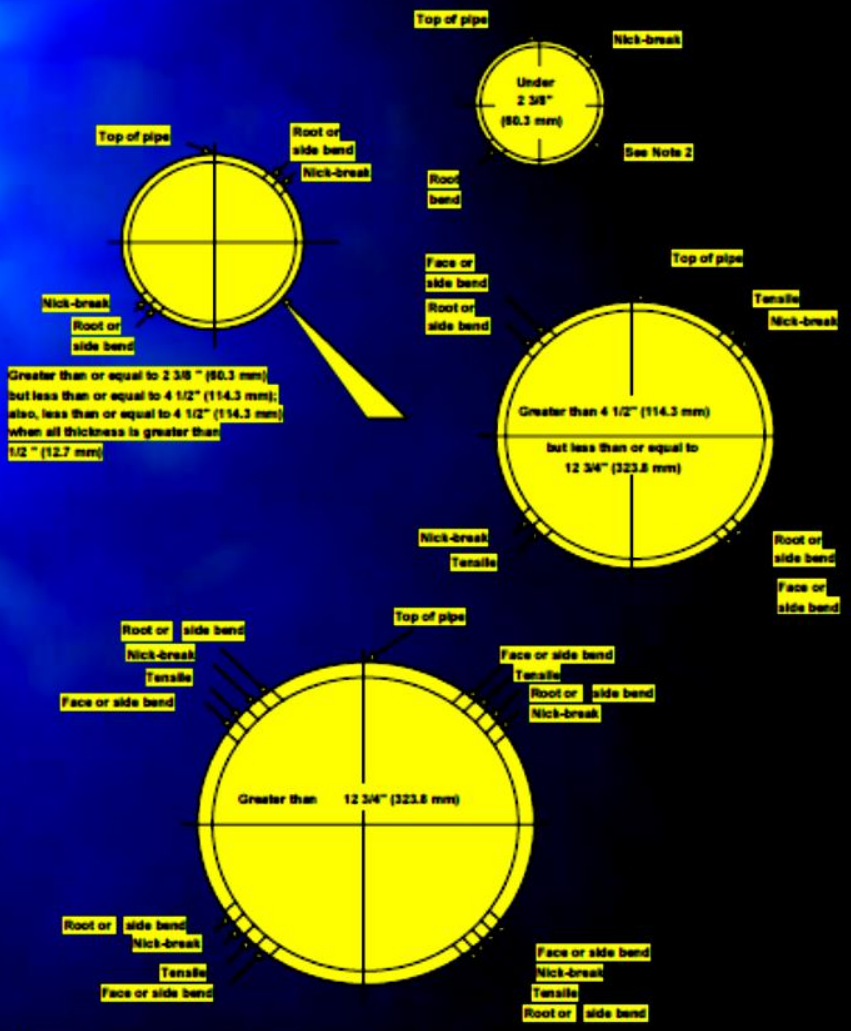
Remarks on nick-break tests

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Test made at _____ Date _____

Tested by _____ Supervised by _____

Note: Use back for addition remarks. This form can be used to report either a procedure qualification test or a welder test.



Notes:

1. At the company's option, the locations may be rotated, provided they are equally spaced around the pipe; however, specimens shall not include the longitudinal weld.
2. One full-section tensile-strength test specimen may be used for pipe with a diameter less than or equal to 1 5/16 inch (33.4 millimeters).

http://www.mohandes-iran.com

نکاتی در مورد آماده سازی قبل از شروع

کنترل پیش گرم

کنترل موقعیت سیم لوله

وضعیت دو لبه

کابل جوشکاری

حالت جوشکاری

درز جوش

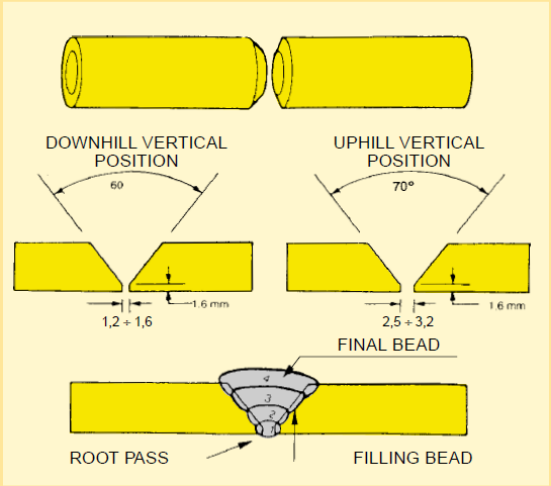
اختلاف سطح دو لبه لوله

http://www.mohandes-iran.com

آماده سازي لبه ها

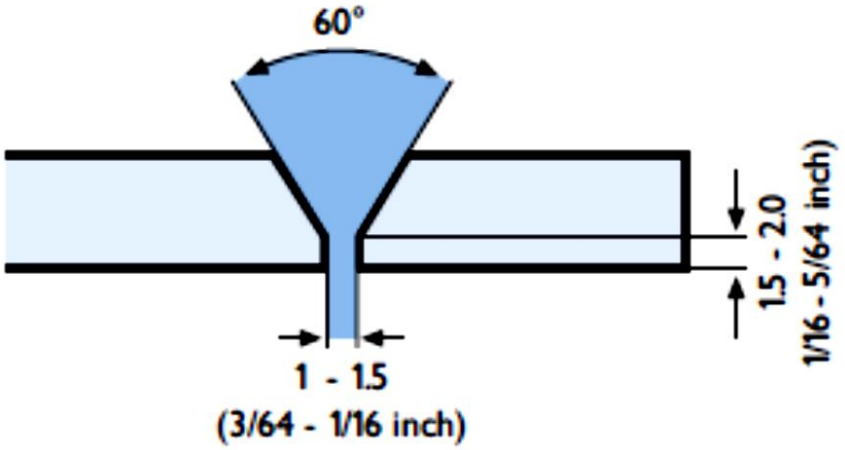
معمولاً از اتصال نوع جناغی یکطرفه جهت جوشكاري لوله ها استفاده می شود به قسمتهاي مختلفی که مورد اتصال قرار می گیرند نامهاي مختلفی داده شده است که در شکل ذکرشده است.این اسامی بیشتر در جوشكاري لوله ها مورد استفاده قرار می گیرند.

مشخصات استاندارد معین شده براي جوشكاري لوله هاي با ضخامت بالا که توسط روش جوشكاري قوس با الکترود روپو دار انجام می گیرد را مشخص می کند. زاویه شیار این۷۵ درجه می باشد. جهت حصول به این زاویه، زمانی که لوله ها جهت شروع به جوشكاري اتصال

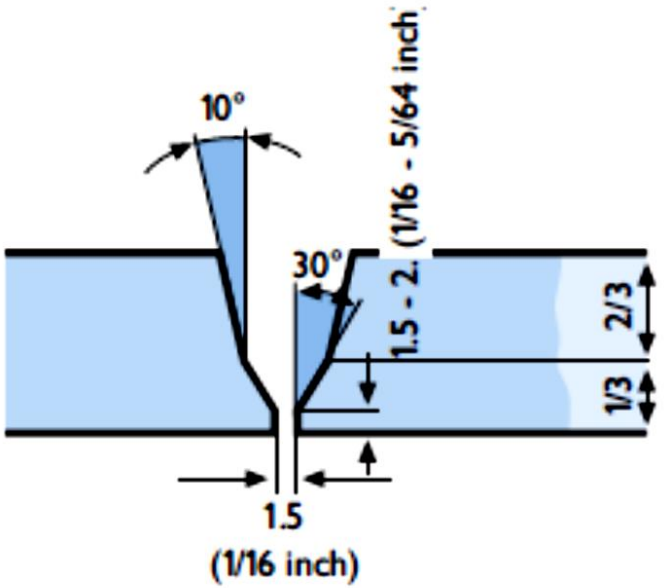


http://www.mohandes-iran.com

طرح اتصال دو لبه لوله



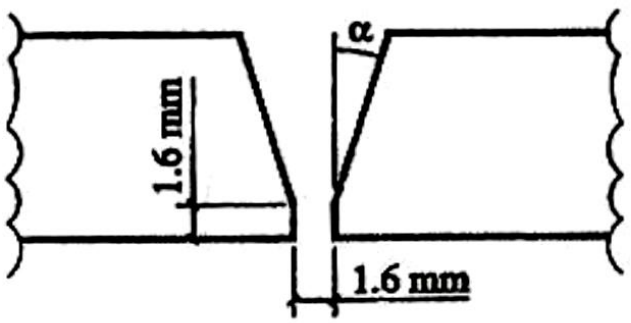
Wall thicknesses
≤ 20 mm (≤ 3/4 inch)



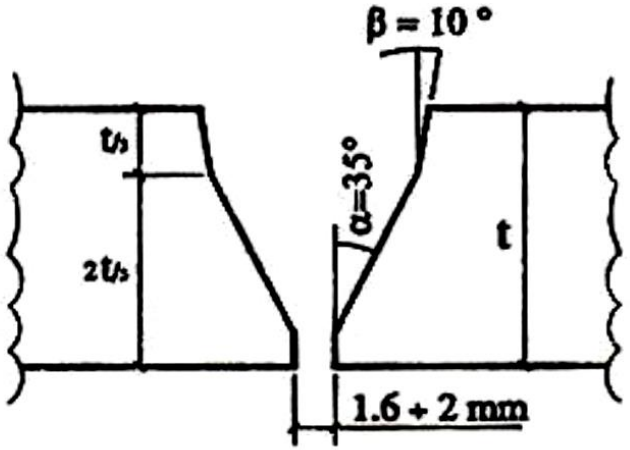
Wall thicknesses
> 20 mm (> 3/4 inch)

http://www.mohandes-iran.com

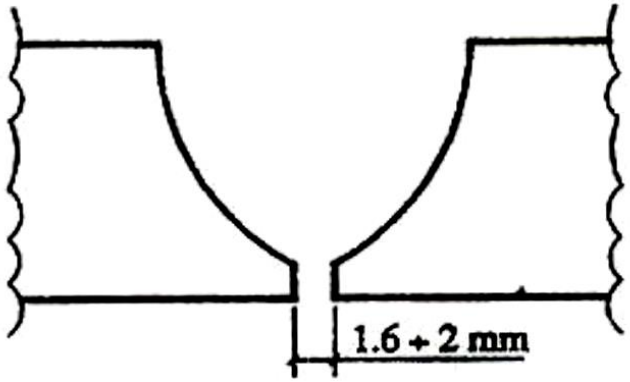
طراحی اتصالات جوش یک طرفه



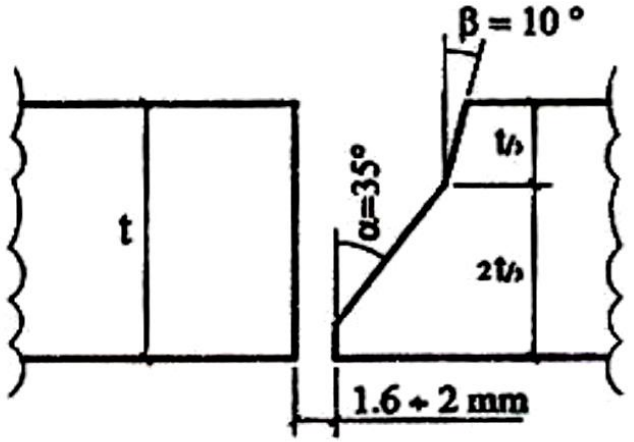
برای ضخامت های کم



برای ضخامت های بالا (زیاد)



برای ضخامت های بالا



برای ضخامت های خیلی بالا

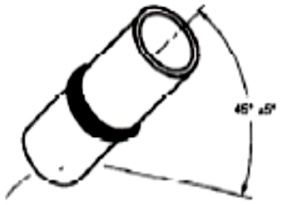
http://www.mohandes-iran.com

انواع حالات جوشكاري :

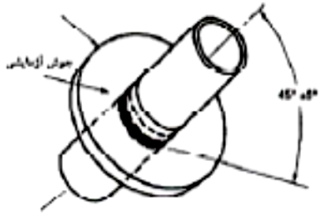
لوله قائم و چرخیده، جوش تخت ($\pm 15^{\circ}$)
فلزپُرکننده را نزدیک سر بالا در سر لوله رسوب دهید
(A) وضعیت آزمایش 1G چرخیده

لوله قائم و در جریان جوشکاری نمی چرخد.
جوش افقی ($\pm 15^{\circ}$)
(B) وضعیت آزمایش 2G

لوله افقی ثابت ($\pm 15^{\circ}$) و در جریان جوشکاری نمی چرخد.
جوش تخت، قائم، بالاسر
(C) وضعیت آزمایش SG



لوله منحرف ثابت ($45^{\circ} \pm 5^{\circ}$) و در جریان جوشکاری نمی چرخد
(D) وضعیت آزمایش 6G



(E) وضعیت آزمایش 6GR (اتصالات T, Y یا K)

- ۱- حالت تخت
- ۲- حالت افقی
- ۳- حالت عمودي
- ۴- حالت سقفی

http://www.mohandes-iran.com

نکات حین جوشکاری

- گیره داخلی نباید قبل از اتمام پاس یک باز شود
- بعد ازاتمام پاس یک با استفاده از سنگ گل جوش برداشته شود
- لوله نباید قبل از اتمام پاس دو توسط سایدبوم روری تراورس قرار گیرد
- پاس دوم به فاصله ۵ دقیقه انجام شود
- در هنگام پاس دوم قطر الکترود چک شود
- دمای بین پاسی کنترل
- استفاده از بادگیر

http://www.mohandes-iran.com

روش جوشکاری

مطابق مشخصات روش جوشکاری (WPS) ابتدا دو سر لوله مد نظر جهت اتصال به میزان ۱۵۰ سانتیگراد پیش گرم شد ، با گیره داخلی لوله جفت (fit up) گردید ، جهت جوشکاری پاس ریشه از الکترود E6010با قطر ۴mm با وضعیت سرازیر توسط چهار جوشکار دارای صلاحیت استفاده شد و پس از سنگ زنی پاس یک به فاصله ۵الی۱۰دقیقه بعد از پاس یک ، پاس دوم (پاس گرم) توسط الکترود۸۰۱۰ E با قطر ۴mm انجام و جهت سایر پاس های جوش تا مرحله تکمیل از الکترود ۸۰۱۰ Eبا قطر ۵mm استفاده گردید ، پس از پاس دوم لوله توسط ساید بوم (جرثقیلی مورد استفاده در خط لوله) برروی تراورس چوبی قرار گرفت ، با استفاده از وایر برس گل جوش(slag) آن حذف گردید.

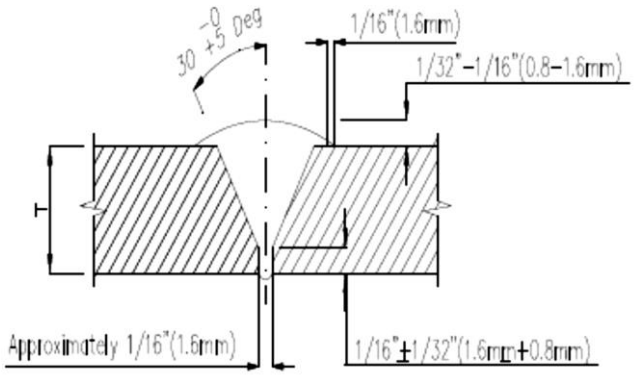
http://www.mohandes-iran.com

نکات بعد ازاتمام جوشکاری

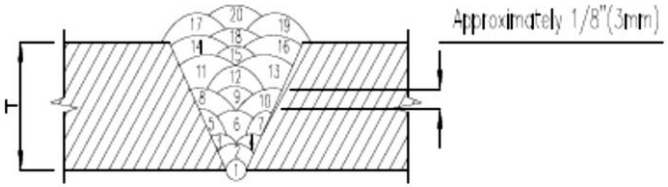
- حذف هرگونه عیب ظاهری از سطح جوش
- کنترل ابعاد جوش گرده جوش در حدود ۱/۶میلیمترباشد
- مهار سکشن توسط ساپورت خاک
- تکمیل سرجوش در همان روز کاری
- در صورت عدم اینکار حداقل ۷۰درصد تکمیل شود
- در شرایط سرما شدید از کمربند حرارتی استفاده شود

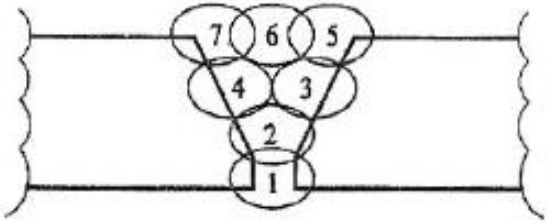
http://www.mohandes-iran.com

تعداد پاس جوشکاری



Standard V Bevel Butt Joint



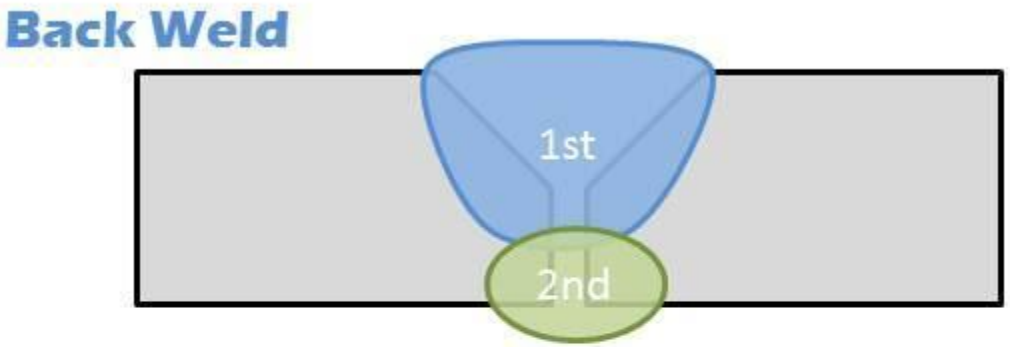


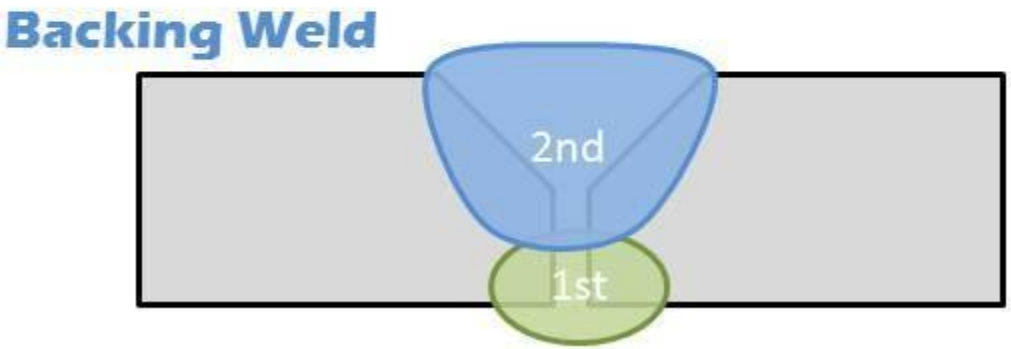
1 – پاس ریشه 2 – پاس گرم 3,4 – پاس پرکن

5,6,7 – پاس رو 3,4 ≡ لایه اول 5,6,7 لایه بعدی

http://www.mohandes-iran.com

Back weld





http://www.mohandes-iran.com

ادامه مطالب در جلسه بعدی

http://www.mohandes-iran.com

دوره تخصصی بازرسی خطوط لوله انتقال نفت و گاز

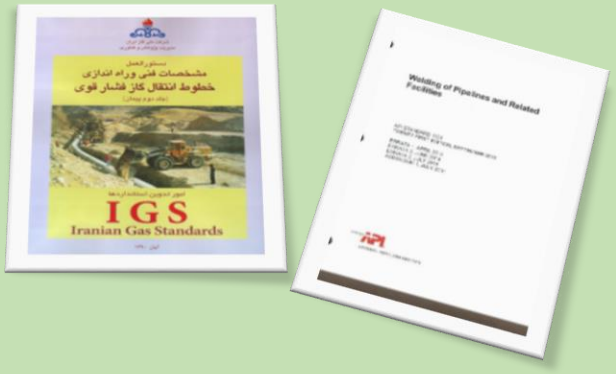
محل برگزاری دانشگاه رازی

مدرس : الفتی

http://www.mohandes-iran.com

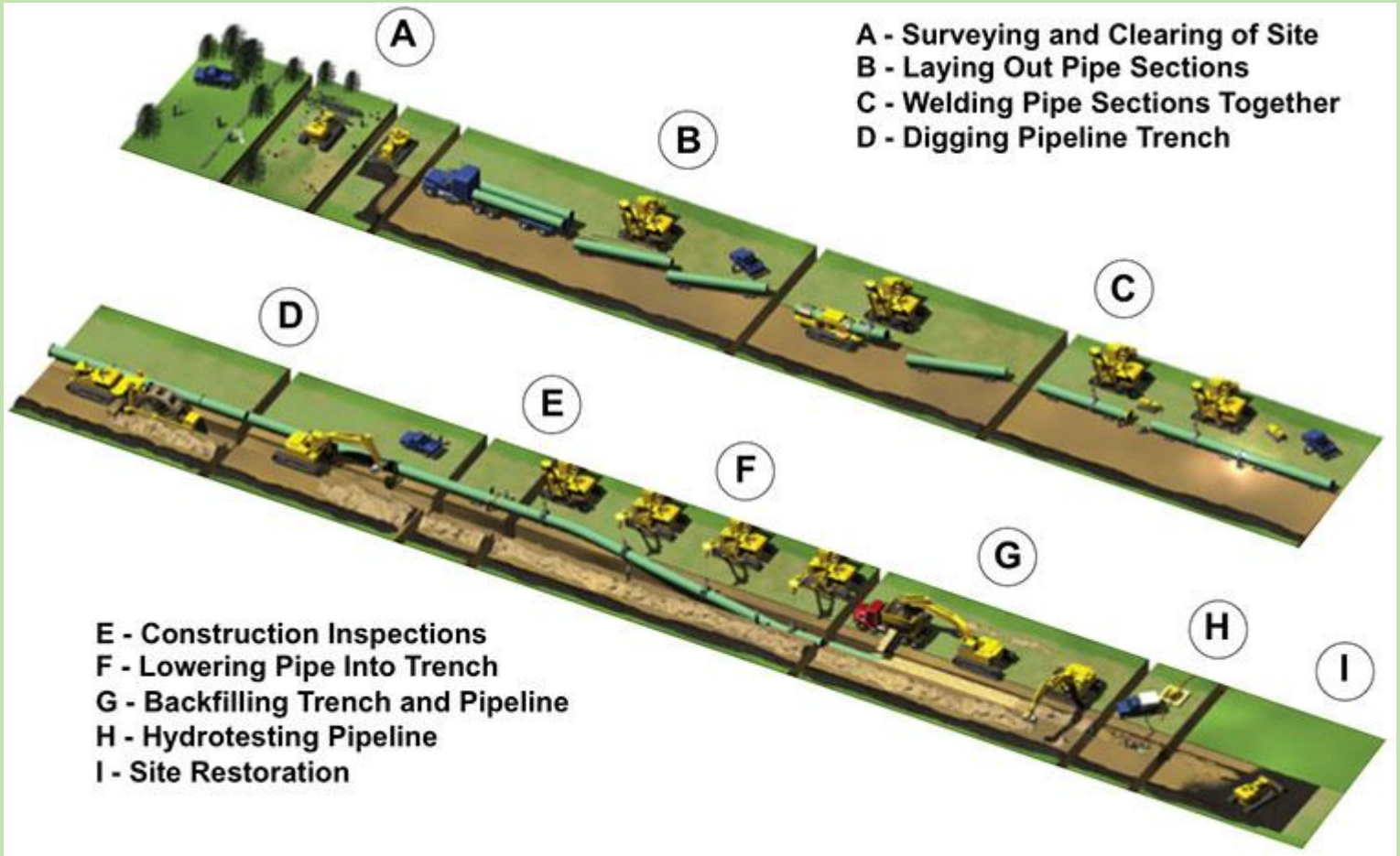
موضوعات دوره:

.مسیر خطوط لوله
.ریسه کردن و خمکاری لوله
.عملیات جوشکاری لوله
.بازرسی جوش
.سند بلاست –عایقکاری
.لوله گذاری – خاکریزی
. عبور از تقاطع ها و موانع
.تجهیزات
.خوردگی خط لوله
.توپک رانی



http://www.mohandes-iran.com

مراحل احداث خط لوله



http://www.mohandes-iran.com

بازرسی جوش

آزمایشات غیر مخرب

پرتو نگاری (رادیوگرافی)

آزمایش التراسونیک

میزان آزمایش غیر مخرب (رادیوگرافی یا التراسونیک) جوشها

استاندارد قبولی جوشها

http://www.mohandes-iran.com

معرفی تست های غیر مخرب

- بازرسی چشمی
- نفوذ مایعات نافذ
- مغناطیسی کردن قطعه
- عبور امواج فراصوتی از قطعه
- رادیوگرافی
- ادی کارنت

http://www.mohandes-iran.com

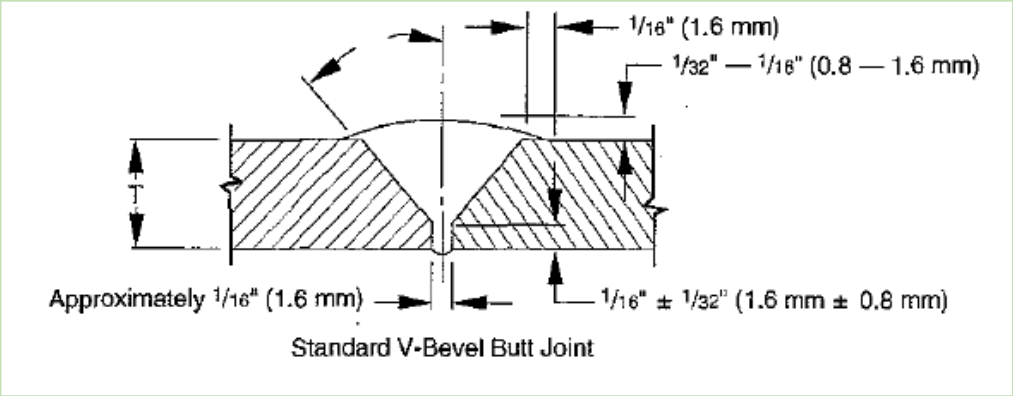
کاربرد تست غیر مخرب در خط لوله

- تمامی سرجوش ها در خط لوله باید به روش چشمی کنترل شود سپس درخواست رادیوگرافی تائید شود
- در صنعت خط لوله دو روش رادیوگرافی وفراصوتی به کار گرفته می شود
- هر کدام از روش های فوق باید مطابق مشخصات فنی انجام شود

http://www.mohandes-iran.com

روش چشمی

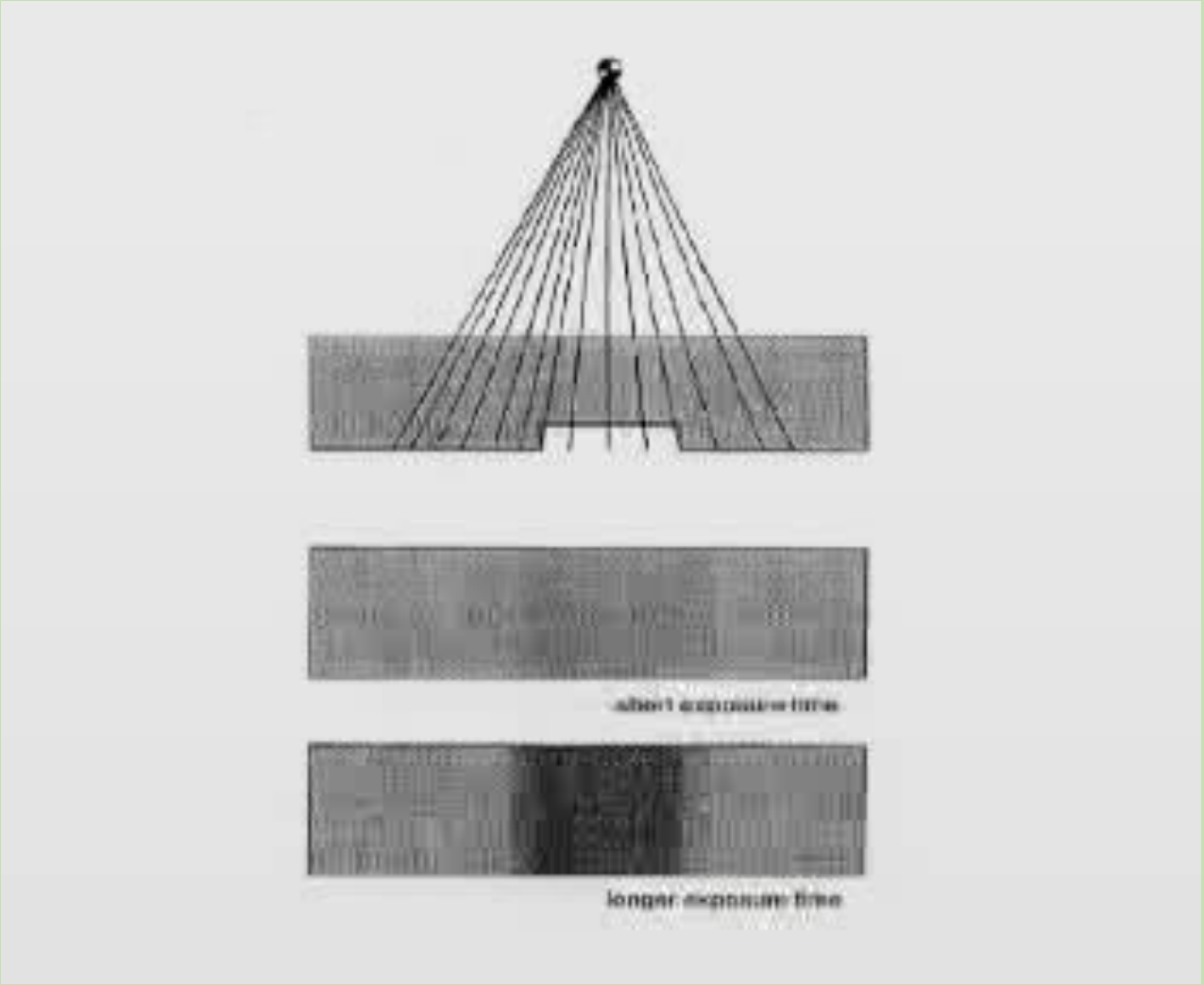
- باید سرجوش از نظر ابعاد ظاهری کنترل گردد
- گرده جوش در قسمت زیر لوله دقت شود
- با استفاده از گیج ابعاد جوش کنترل شود



Standard V-Bevel Butt Joint

http://www.mohandes-iran.com

مقدمه درباره روش رادیوگرافی

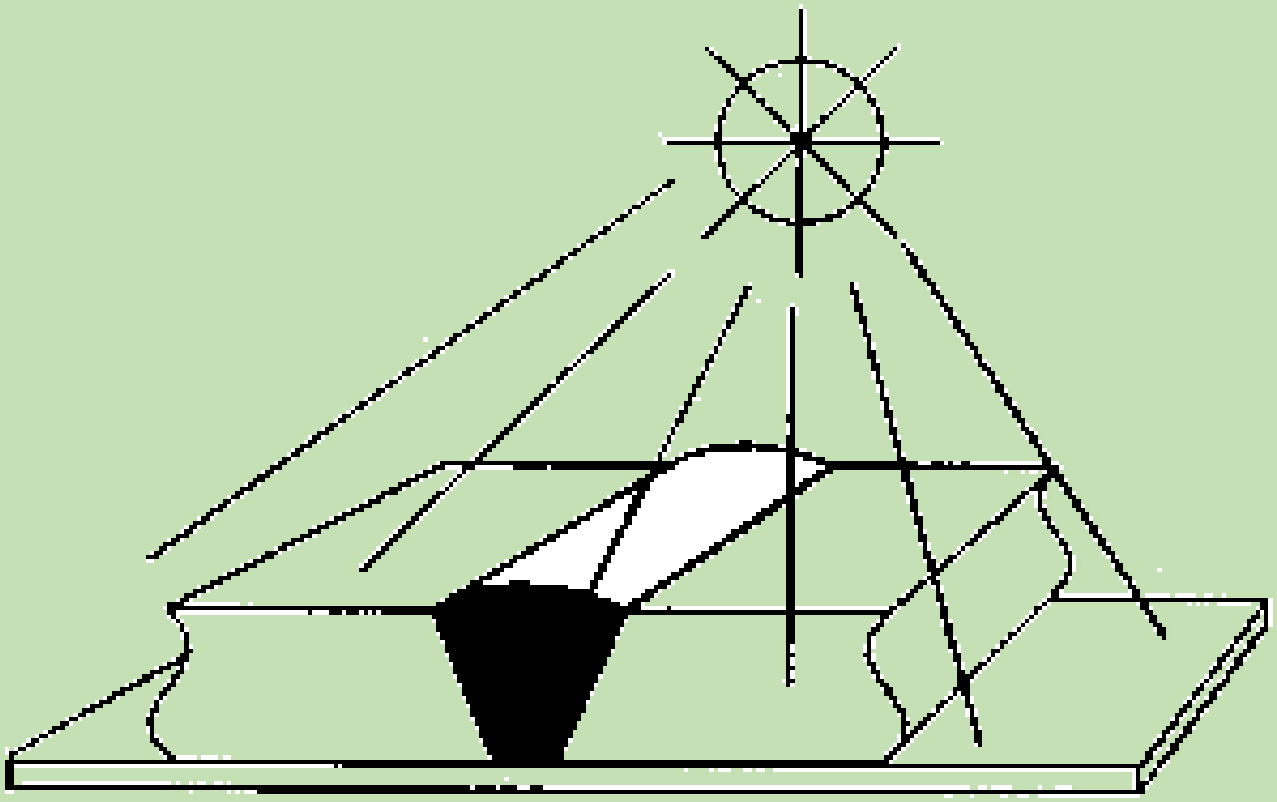


http://www.mohandes-iran.com

رادیوگرافی در خط لوله

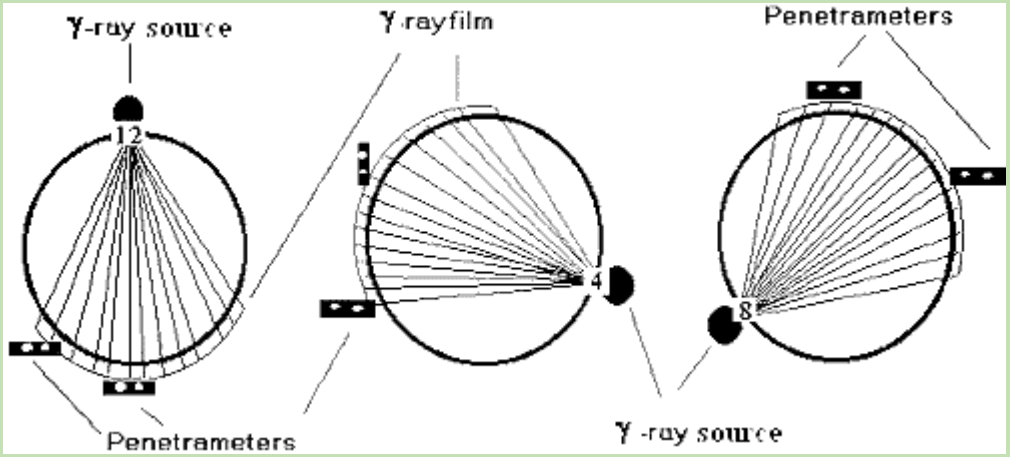
http://www.mohandes-iran.com

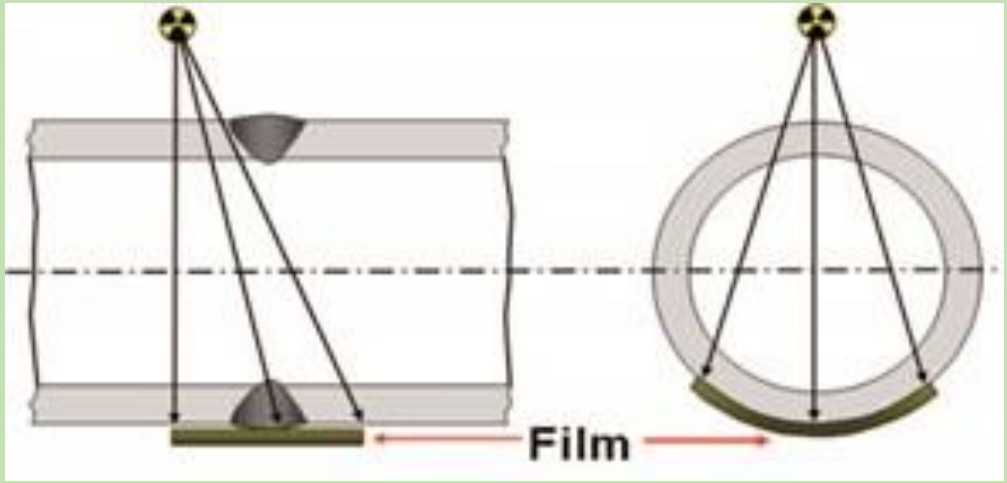
single wall single image radiography



http://www.mohandes-iran.com

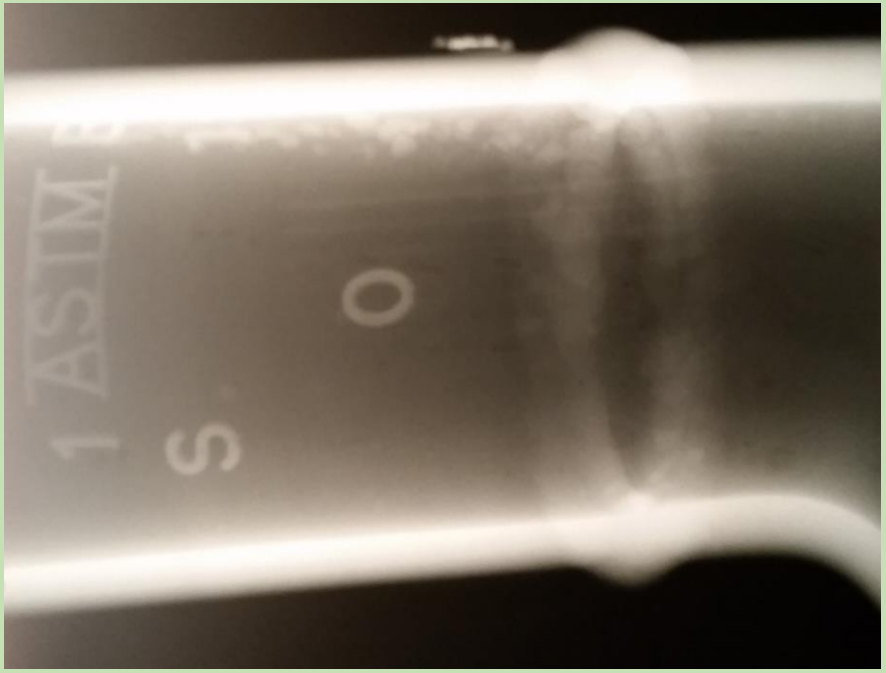
Double Wall Techniques





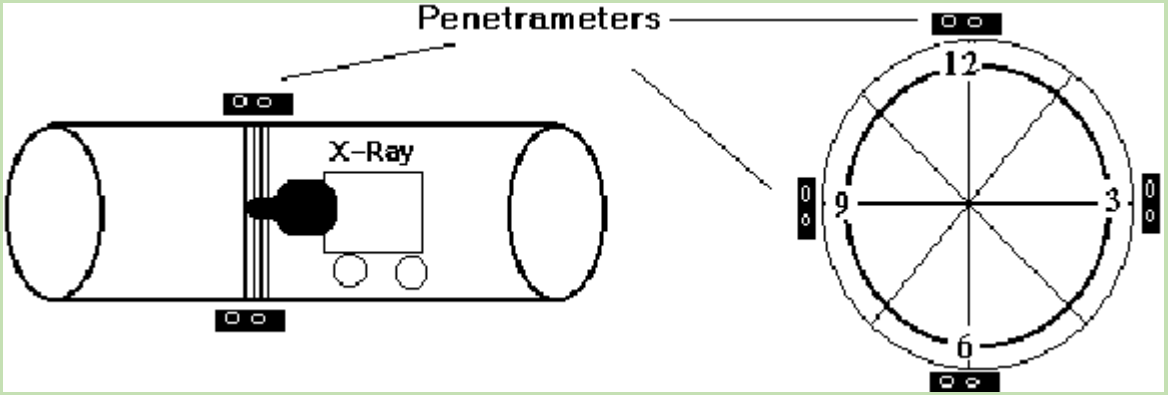
http://www.mohandes-iran.com

double wall double image radiography technique



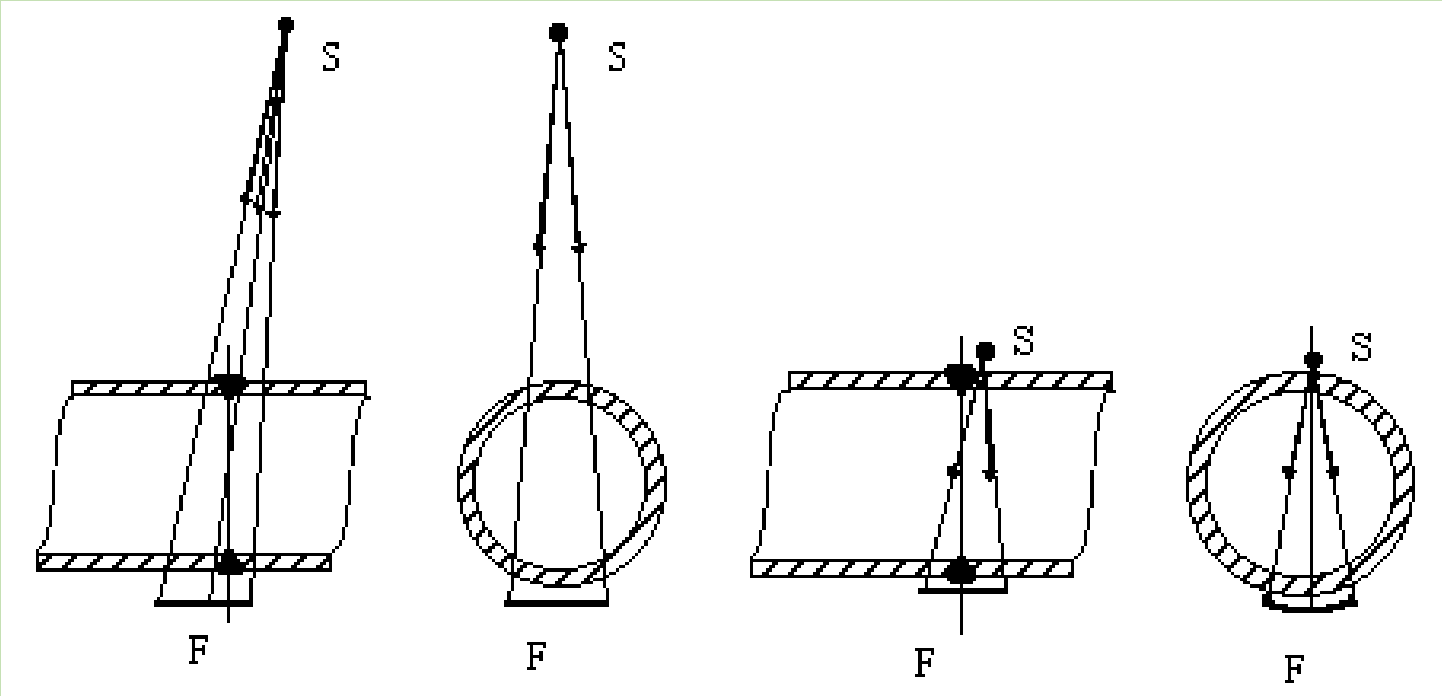
http://www.mohandes-iran.com

Panoramic



http://www.mohandes-iran.com

Double Wall Single Image



http://www.mohandes-iran.com

نكات اجرايي راديوگرافي

۱) در اجراي عمليات راديوگرافي پيمانكار بايد مطابق با اصول پيشنهادي كارفرما عمل كند.

۲) تاكيد شود راديوگرافي با استفاده از ابزار مناسب و متخصصان با تجربه و ماهر صورت گيرد.

۳)مقررات مربوط به كيفيت تصاوير بدست آمده بايد براي هر دو اشعة ايكس وگاما به صورت يكسان لحاظ شود.

۴) براي راديوگرافي، لولهها بايد در فاصله ۳۰ سانتي متري از سطح زمين روي بالشتك قرارگيرند.

۵) نحوة قرار گرفتن چشمه و فيلم با توجه به قطر و ضخامت لوله و مطابق استاندارد تعيين ميشود.

۶) در بعضي موارد از فيلترهاي سربي براي پوشاندن فيلمها استفاده ميشود تا از اثرات مخرب اشعه روي فيلم جلوگيري شود.

۷) كلية فيلمها بايد به كمك شمارههاي سربي با حروف و يا علائم ديگري به وضوح مشخص گردند، تا بتوان سريعاً و بطور دقيق محلهاي سالم جوش و محلهاي معيوب جوش راتعيين نمود.

http://www.mohandes-iran.com

کارفرما در چه صورتی مي توان راديوگرافي از جوشها را تا ۳۰ % کاهش دهد

برای تقلیل درصد همواره نتیجه بازرسی جوشهای انجام شده در دو روز متوالی ملاک عمل بوده و در صورت حصول شرایط زیر آزمایش NDT به میزان فوق تقلیل می یابد.

۱- در میان جوشهای انجام شده در دو روز متوالی جوش معیوب بریدنی وجود نداشته باشد .

۲- میانگین تعداد جوشهای تعمیری جوشهای انجام شده دو روز متوالی مساوی یا کمتر از ۶٪ باشد .

۳- چنانچه هر یک از دو شرط فوق حاصل نشود میزان آزمایش جوشها صد در صد می باشد .

ج- پس از حصول شرایط فوق و تعیین میزان آزمایش به حد تعیین شده جوشهای انجام شده در هر روز، برای اینکه میزان ۳۰٪ آزمایش همچنان مبنا بماند و ادامه یابد همواره نتیجه بازرسی جوشهای انجام شده در هر روز ملاک عمل بوده و در صورت حصول شرایط زیر به میزان معین مذکور جوشهای انجام شده در هر روز آزمایش خواهد شد .

۱- درمیان جوشهای انجام شده هر روز ، جوش معیوب بریدنی وجود نداشته باشد.

۲- عدد حاصل از رابطه $\frac{2N.S}{10}$ را که در آن N تعداد جوشهای انجام شده در روز و S درصد آزمایش (۳۰٪) می باشد به دست آورده و با عدد چهار (۴) مقایسه نمود و هر کدام که کوچکتر باشد به عنوان عدد مبنای مقایسه در نظر می گیریم که بایستی تعداد جوشهای تعمیری هر روز مساوی یا کمتر از عدد مبنای مقایسه باشد.

تبصره : چنانچه عدد حاصل از رابطه فوق اعشار داشته باشد و اعشار آن مساوی یا کمتر از نیم باشد عدد صحیح کمتر ملاک بوده و چنانچه اعشار آن بیش از نیم باشد عدد صحیح بیشتر ملاک خواهد بود .

http://www.mohandes-iran.com

جوشهايي كه حتماً بايد راديوگرافي شوند

- الف) ۱۰۰ سرجوش اولية اجرا شده توسط يك گروه جوشكاري.
- ب) جوشهاي نهايي، اتصالات، شيرآلات و بين اتصالات.
- ج) جوشهايي كه در تقاطعهاي مهم و حساس انجام ميشود و جوشهايي كه در آن كلاس
- لولهها تغيير داده ميشود.
- د) كليه سرجوشهاي واقع شده در فاصلة يك كيلومتري از هر سمت ناحية گسلهاي
- فعال.
- ه)جوشهايي كه بين دو لوله با جنس آلياژ و يا قطر متفاوت انجام ميگيرد.
- و)جوشهايي كه در شرايط خاص زده شده است مانند شرايط خاص آب و هوايي و يا
- جوشكاري درون كانال.
- ز) جوشهايي كه در مناطق باتلاقي، جنگلي و كوهستاني با شيب بيشتر از ۲۲ % قرار دارند.
- ك) جوشهايي كه توسط دو يا چند نفر جوشكار زده شده باشد.
- ل) كليه جوشهايي كه به هر نحوي و به هر دليلي تعمير شدهاند.

http://www.mohandes-iran.com

استاندارد مورد استفاده برای جوشکاری خط لوله

۶– استاندارد قبولی جوشها

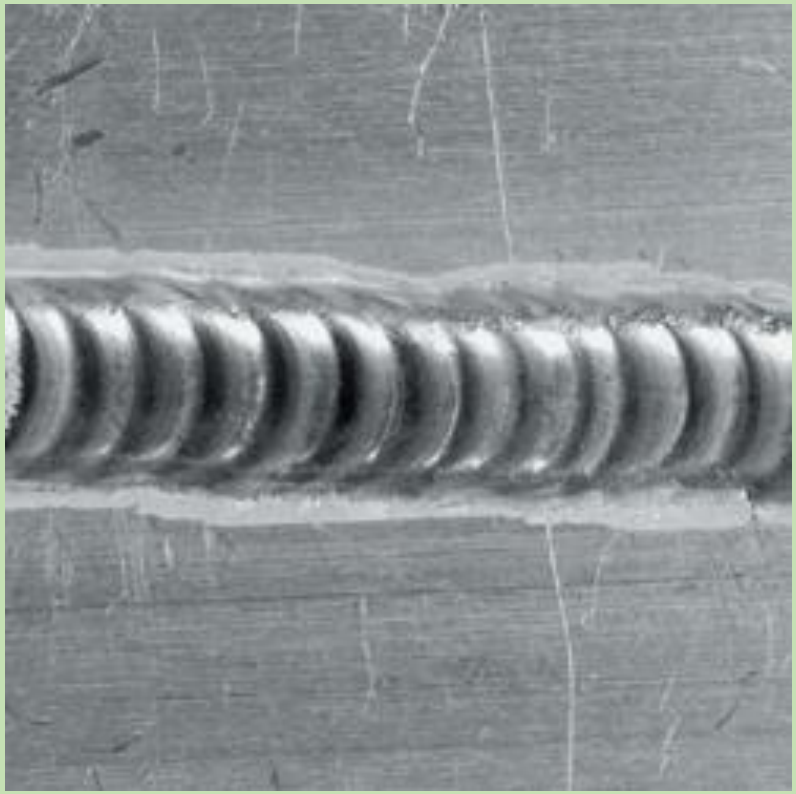
۶-۱- استاندارد قبولی جوشها براساس استاندارد API 1104 خواهد بود .

۶-۲- میزان و نوع عیب از طریق آزمایشات غیر مخرب و بازرسی عینی معین می شود.

۶-۳- عیوبی که مشاهده می شود باید در فرم هایی که در ابتدای پروژه به تائید نماینده کارفرما رسیده است گزارش شود .

http://www.mohandes-iran.com

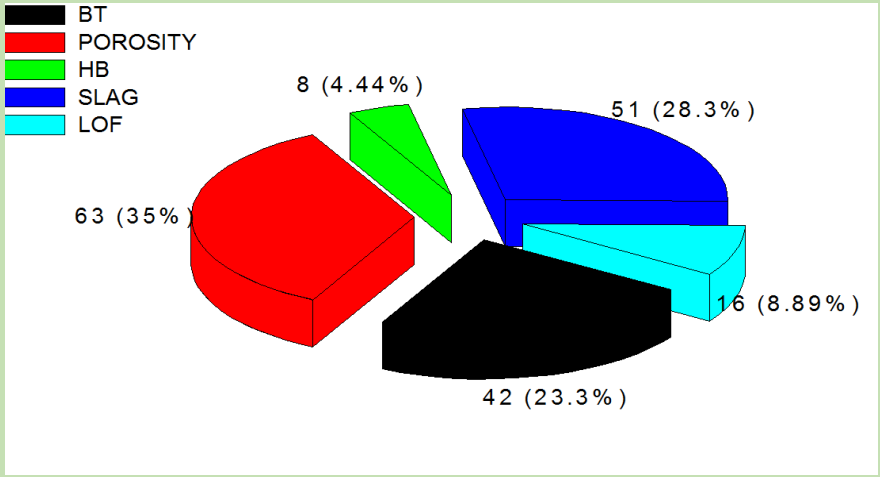
Weld Quality

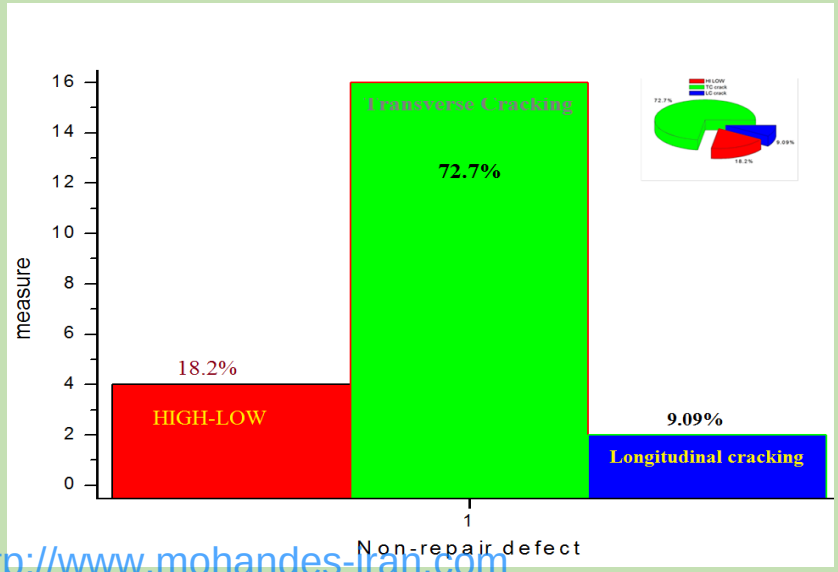


- یک جوش خوب باید دارای :
- حداقل عیب ظاهر وداخلی
- ابعاد مناسب
- خواص مکانیکی بالا
- خواص متالورژی مطلوب

http://www.mohandes-iran.com

عیوب معرف درجوشکاری خط لوله

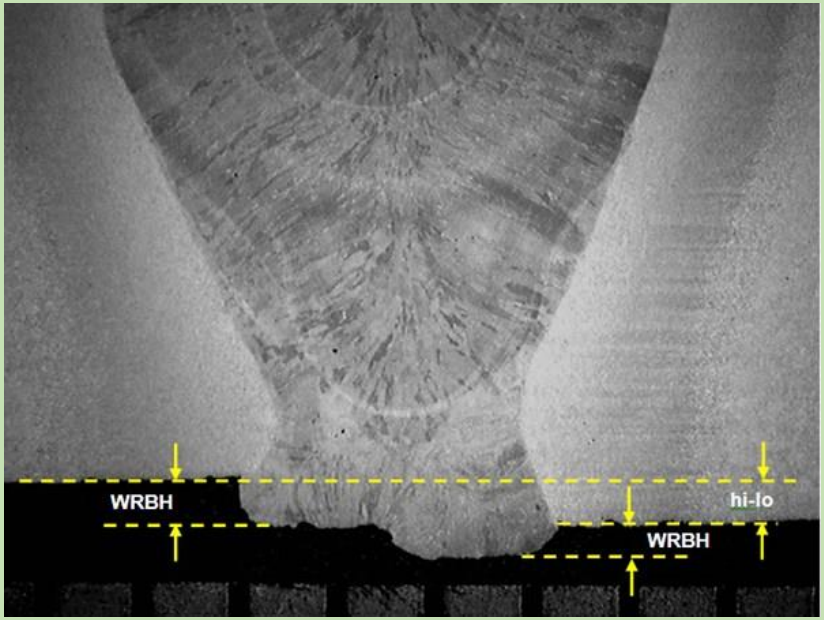


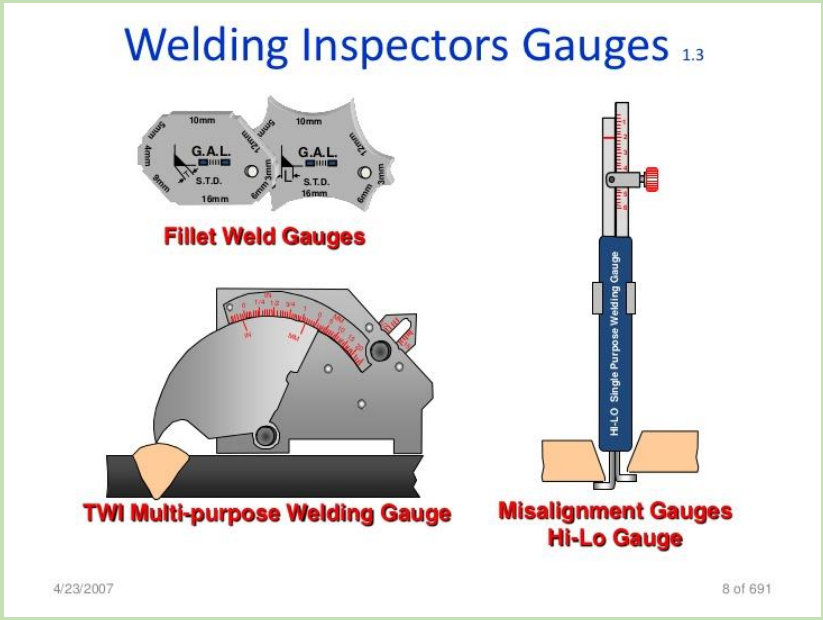


نوع عیب	علت
سوختگي داخلي	سنگ زدن بیش از حد پاس یک آمپر بالا در لحظه شروع تمرکز دریک نقطه
پايين يا بالا بودن لوله	جفت کردن لوله نامناسب
تقعر داخلي ريشه	فاصله زیاد دو لبه
عدم ذوب	سرعت جوشکاری بالا آمپر کم وجود لایه اکسیدی روی سطح
سرباره هاي	عدم سنگ زنی نامناسب
تخلخل	الکترود معیوب و وزش باد
بريدگی لبه جوش	شدت جریان بالا
ترك عرضی	تنش انقباضی و پیشگرم نامناسب
ريشه هاي توخالي	نوسان شدت جریان
تقعر خارجی	سرعت دست و آمپر بالا
كپ مجددا	عدم مهارت جوشکار
ترك طولی	تنش مکانیکی عمود برجوش

http://www.mohandes-iran.com

عیب پایین یا بالا بودن لوله(Hi-Low) در خط لوله :



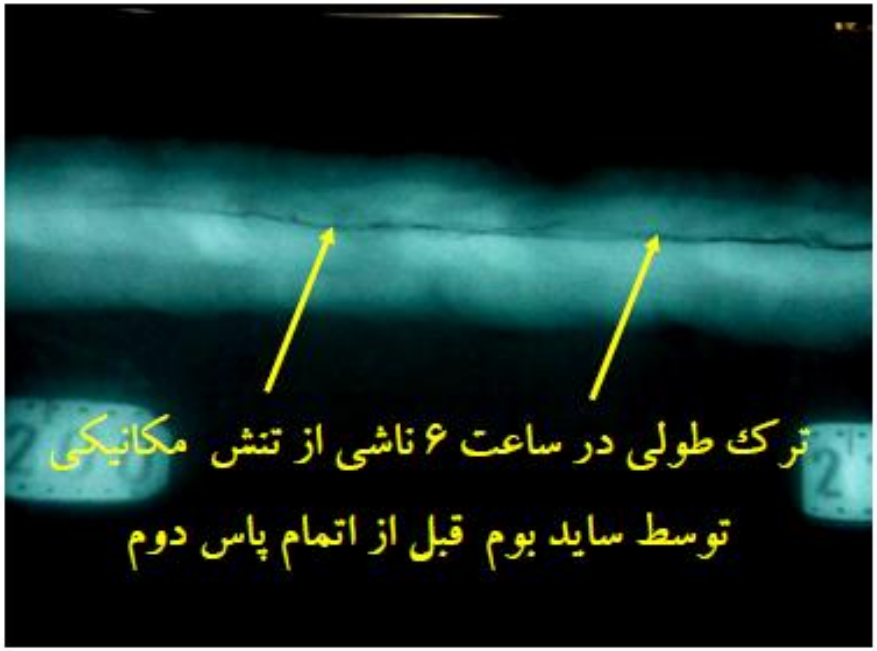


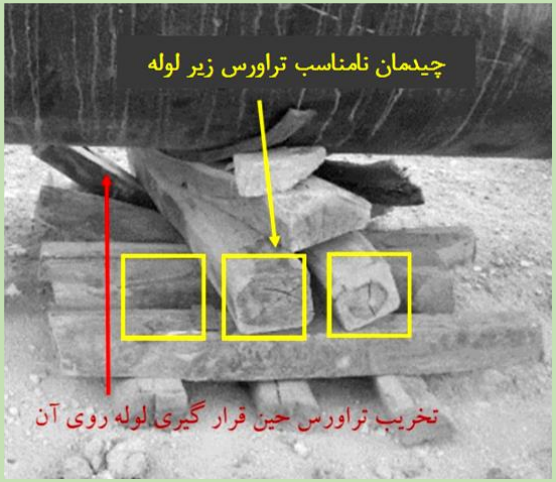
http://www.mohandes-iran.com

عوامل موثر بر ایجاد ترک در جوش:

- ترک یکی از عیوبی است که در فلز جوش و منطقه متاثر (HAZ)از حرارت ایجاد شود، ترک به علت امکان رشد در قطعه همواره خطرناک بوده است و معیار پذیرشی برای ترک در استاندارد ها ذکر نشده است. ترک ناشی از عوامل مکانیکی و متالوژیکی در حین جوشکاری می باشد، این عوامل نقش اصلی بر میکروساختارهای پس از انجماد فلز جوش دارند ترکهاي ايجاد شده در فلزجوش و منطقه متأثر از حرارت براساس زمان ايجاد به دو گروه تقسيم مي شوند: تركيدگي در هنگام جوشكاري كه درحين سرد شدن جوش ايجاد شده ترک گرم،تركيدگي بعد از جوشكاري با تاخير رخ می دهد، ترک سرد نامیده می شود[٤].ترک عرضی درجوشکاری خط لوله در پاس های پرکنی بعد از پاس ٥ در فلز جوش ایجاد شده است [٣و٩] احتمال بروز ترک را در سایر موقعیت های لوله امکان پذیر است ، عوامل موثر بر بروز ترک عرضی می تواند ناشی از انبساط و انقباض لوله در طول تغییرات دمای سطح لوله ، ترکیبات شیمیایی الکترود مصرفی ، عدم پیشگرم کافی سرجوش قبل از جوشکاری باشد . این نوع ترک معمولا به صورت ترک سرد بوده که وجود هیدروژن موجود در محیط نقش تعیین کننده در رشد ترک دارد.تحقیقات گذشته می دهدکه ترک سرد عمدتا در موقعیت ساعت ٦ لوله رخ می دهد که به علت وجود بیشترین فشار دربه زیر لوله می باشد ، تركيبات ناخاصي هايي مانند گوگرد و فسفر موجود در فلز و الکترودمصرفی در حین انجماد جوش بر روی مرز دانه ها تشکیل شده به عنوان مرکز اشاعه ترک می باشند[٩] مقایسه تنش های ایجاد ترک نشان داد که ترک عرضی در زمانی که تنش فشاری وجود دارد ویا در زمان پیش گرم به میزان قابل توجه ای افزایش یافته است میزان ترک درحالت فشاری چندین برابر حالت کششی است[٩] نتایج آنالیز ترکیبات فولاد لوله در جدول ٤ آمده که میزان عناصر مضردر فلز پایه در محدوده استاندارد بود بنابراین عناصر مضر مربوط به الکترود مصرفی می باشدکه با تغییر شرکت سازنده الکترود، میزان ترک عرضی کاهش یافت.

http://www.mohandes-iran.com

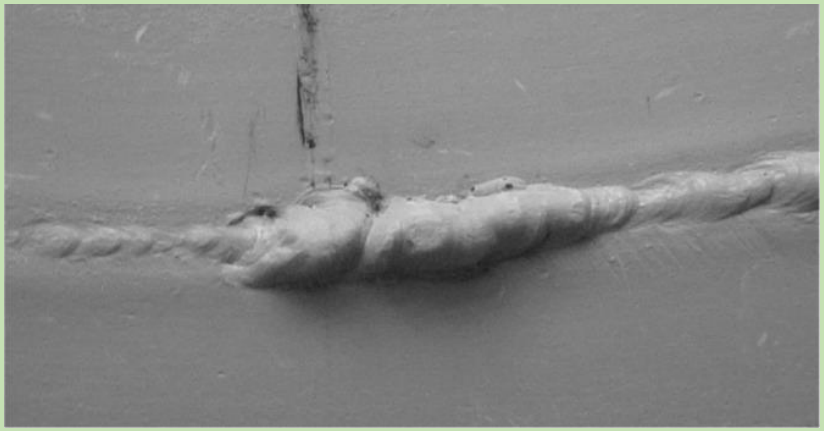


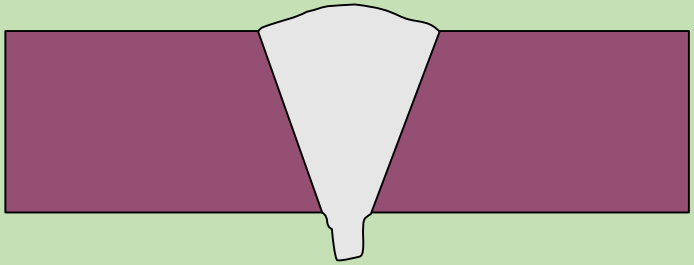


http://www.mohandes-iran.com

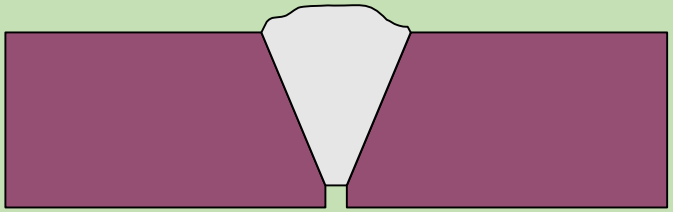
Welding Defects

Excess Root Penetration



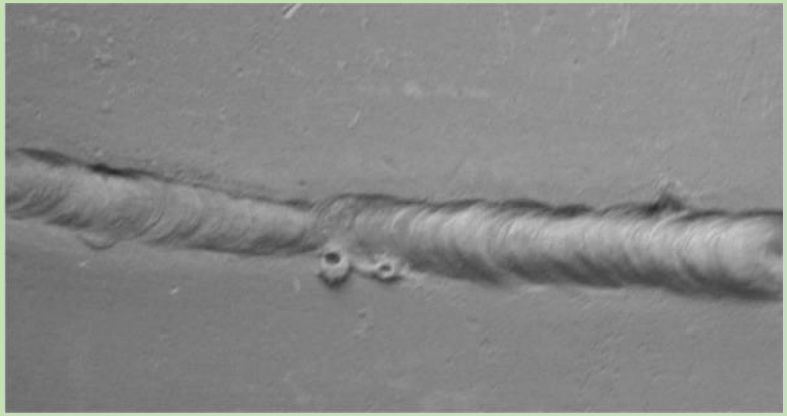


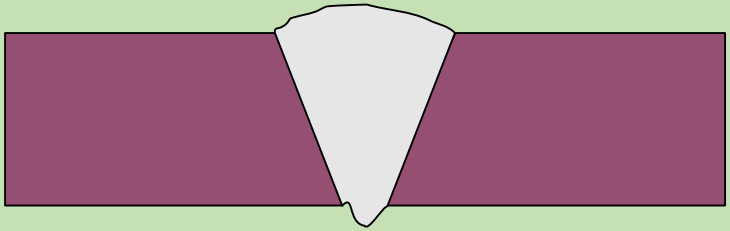
Incomplete root penetration



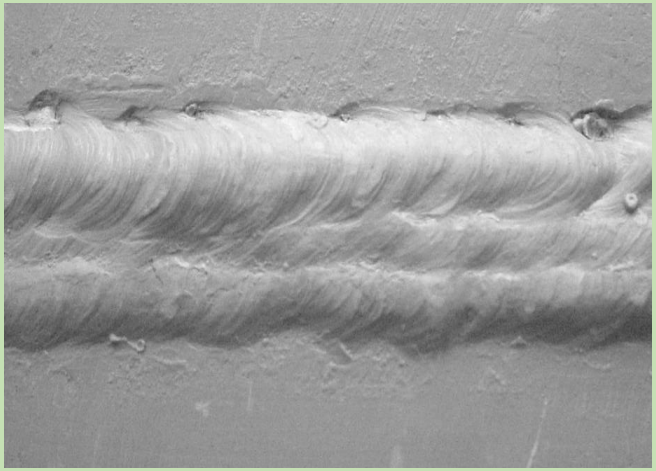
http://www.mohandes-iran.com

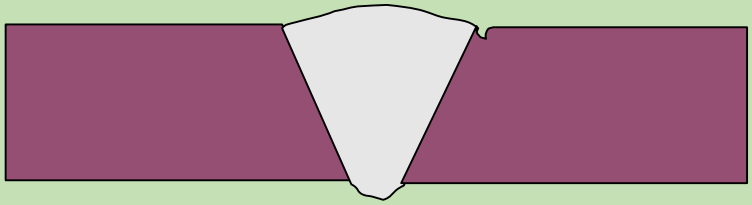
Root undercut





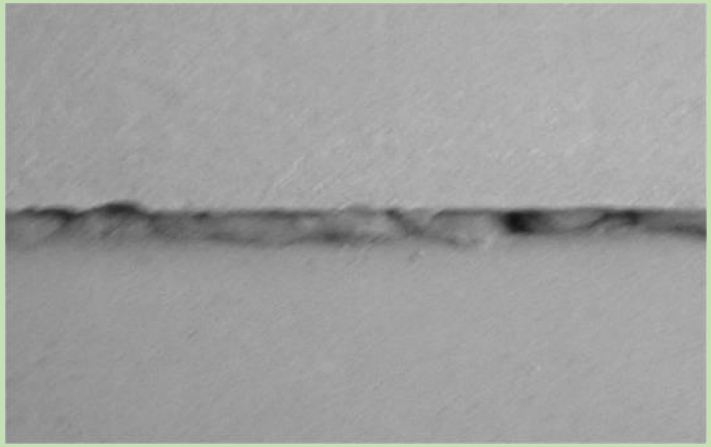
undercut

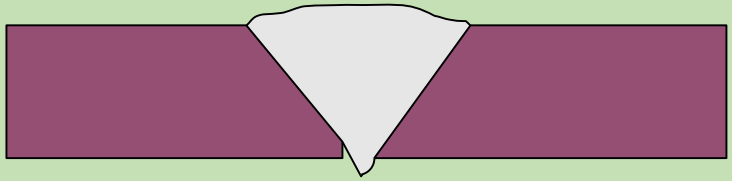


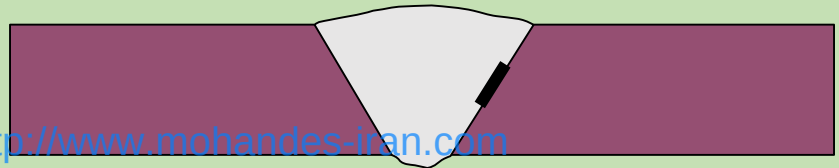


http://www.mohandes-iran.com

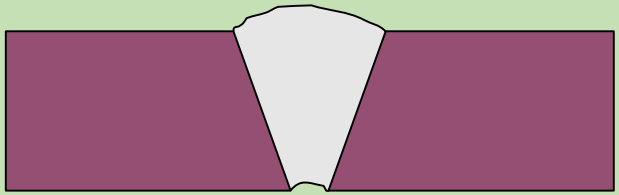
Incomplete root Fusion





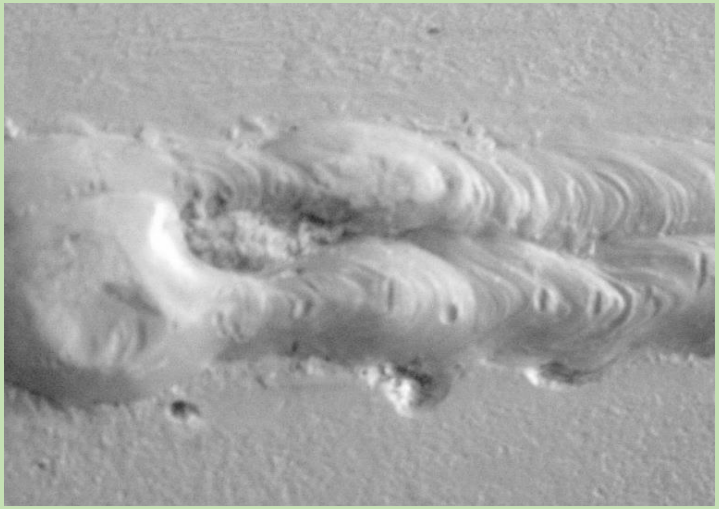


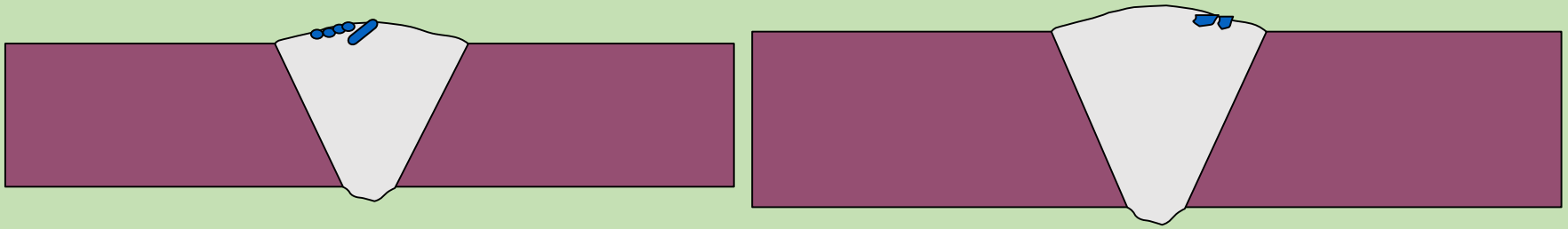
Root concavity



http://www.mohandes-iran.com

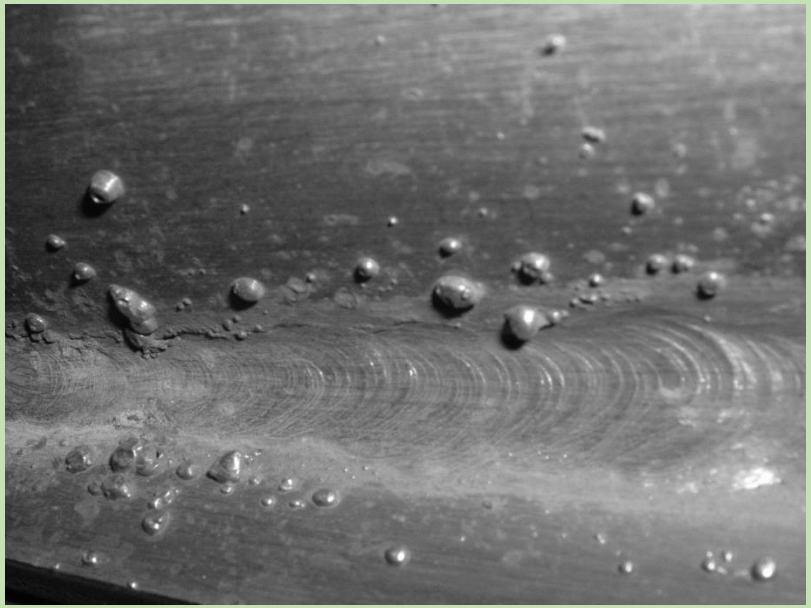
Gas pores / Porosity

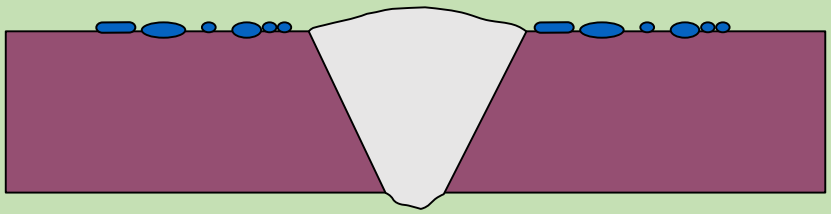




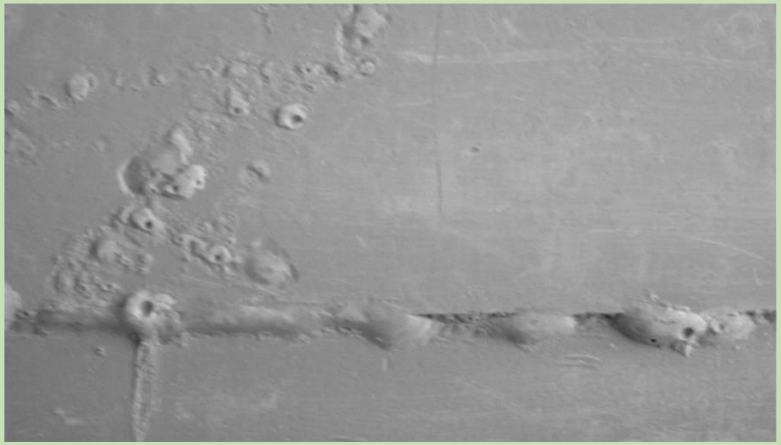
http://www.mohandes-iran.com

Spatter



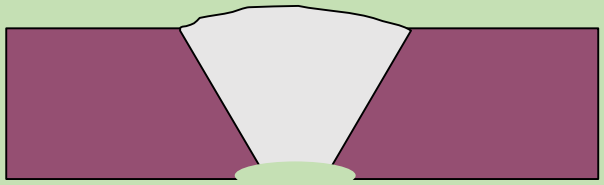


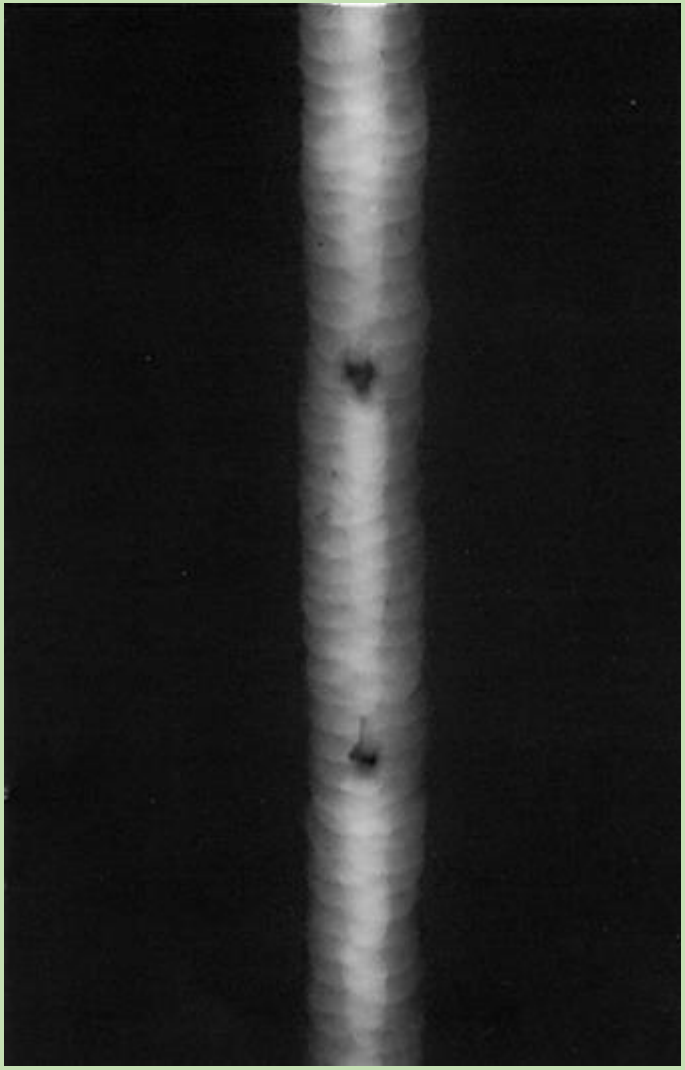
Arc Strikes



http://www.mohandes-iran.com

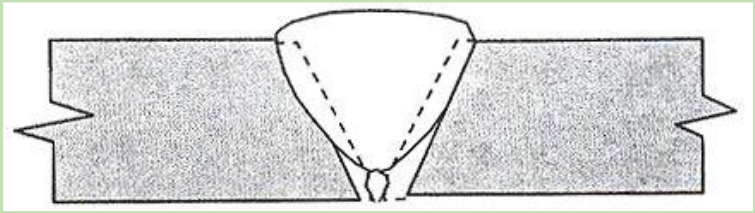
Burn Through





http://www.mohandes-iran.com

Hollow Bead Porosity



http://www.mohandes-iran.com

پوشش های خط لوله

۲-۱- سیستم پوششی پلی اتیلن سه لایه طبق استاندارد IGS-E-TP-010 (در ۲ جلد)

۲-۲- سیستم پوشش قیر پایه نفتی اصلاح شده طبق استاندارد IGS-M-TP-016

۲-۳- سیستم پوششی قیر زغال سنگی طبق استانداردهای BS 7873 و BS 4164

۲-۴- سیستم پوششی قیر پایه نفتی طبق استاندارد BS DIN EN 10300

۲-۵- FBE

http://www.mohandes-iran.com

عملیات زنگ زدایی و عایقکاری

- با توجه به هزینهٔ هنگفتی که برای پروژهها صرف میشود، پیش از اقدام به لوله گذاری ودفن لوله ها در کانال، باید لوله ها را عایقکاری نمود تا از عمر بالایی برخوردار شوند. بطوریکه دفن لوله ها بدون انجام عایقکاری مناسب، به هیچ وجه کاری صحیح و عقلانی نمیباشد. لذا همواره درپروژه های خطوط انتقال پس از انجام عملیات جوشکاری و رادیوگرافی و تایید تمام سرجوشها،لوله ها قبل از دفن باید به نحو مناسب و مطمئن عایق بندی شده، تا در طی زمان از نظر خوردگی وسایر عیوب تهدیدی وجود نداشته باشد.

http://www.mohandes-iran.com

زنگزدایی (سند بلاست – شات بلاست)

- در این مرحله با استفاده از دستگاههای مخصوص شامل کمپرسور و نازلهای استاندارد، با پرتاب دانههای شن یا گویهای فلز، سطح فلز لوله را کاملاً از زنگ و اکسیدهای فلزی پاکسازی کرده تا به صورت فلز سفید (به رنگ سفید مایل به خاکستری) در آید و روی آن هیچگونه مادهٔ خارجی مشاهده نشود.

http://www.mohandes-iran.com

مراحل سند بلاست

http://www.mohandes-iran.com

برای انواع پوشش های نوار پلاستیکی و قیری	درجه تمیزی سطح Sa 2 1/2 با روش بلاستینگ
برای سیستم پوشش غلافی حرارتی انقباضی سه لایه (با پرایمر اپوکسی دوجزیی)	درجه تمیزی سطح Sa 2 1/2 با روش بلاستینگ
برای سیستم پوششی غلافی حرارتی انقباضی دولایه (ماستیکی)	درجه تمیزی سطح ST3 با استفاده از TOOL CLEANING POWER و یا Sa2 با روش بلاستینگ
برای سیستم های پوششی F.B.E (تک لایه و دولایه) ، اپوکسی دوجزیی و پلی یورتان دوجزیی	درجه تمیزی سطح حداقل Sa 2 1/2 با روش بلاستینگ
برای سیستم پوششی نوار پترولاتوم	درجه تمیزی سطح ST3 با استفاده از POWER BLAST CLEANING

http://www.mohandes-iran.com

درجات زنگ زدگي

- درجه A: يك لايه اكسيدي چسبنده به همراه ناخالصي هاي حاصل از عمليات نورد، سطح فولاد را پوشانده است.
- درجهB : زنگزدگي در سطح فولاد شروع شده و لايه اكسيدي موجود در حال ورقه شدن، ورآمدن و پوسته اي شدن است.
- درجهC: لايه هاي اكسيدي موجود بر اثر زنگزدگي كنده شده و يا در حال جداشدن است.

حفره هاي كوچكي نيز در سطح مشاهده مي گردد.

- درجه D: لايه هاي اكسيدي بر اثر شدت زنگزدگي كاملا" جدا شدن و حفره هاي زيادي كه نشاندهنده پيشرفت خوردگي است در سطح فلز كاملا" مشخص مي باشد.

http://www.mohandes-iran.com

انواع ساينده ها

- طبيعي معدني: مانند ماسه سيليسي، گارنت، اوليوين، استئاروليت، هماتيت
- سرباره هاي معدني: مانند سرباره مس (سيليكات آهن)، سرباره نيكل، سرباره آهن (سيليكات آلسيم)، سرباره ذغال سنگ (سيليكات آلومنيوم)
- ساينده هاي سنتزي: مانند گريت و شات فولادي، آسيد آلومينيوم، گويهاي شيشه اي، ساينده هاي پلاستيكي
- ساينده هاي آلي: مانند چوب و پوست غلات، ذرت، گردو، بادام، نارگيل

http://www.mohandes-iran.com

عوامل مهم در ایجاد زیرسازي مطلوب

- ۱- نوع ماده ساینده
- ۲- سرعت پرتاب (پاشش)

http://www.mohandes-iran.com

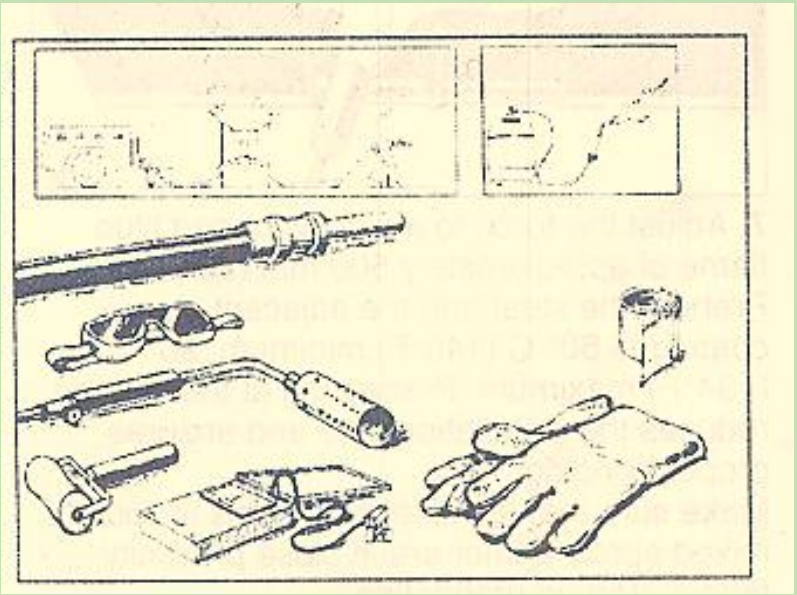
انواع عایق مورد استفاده در خط لوله

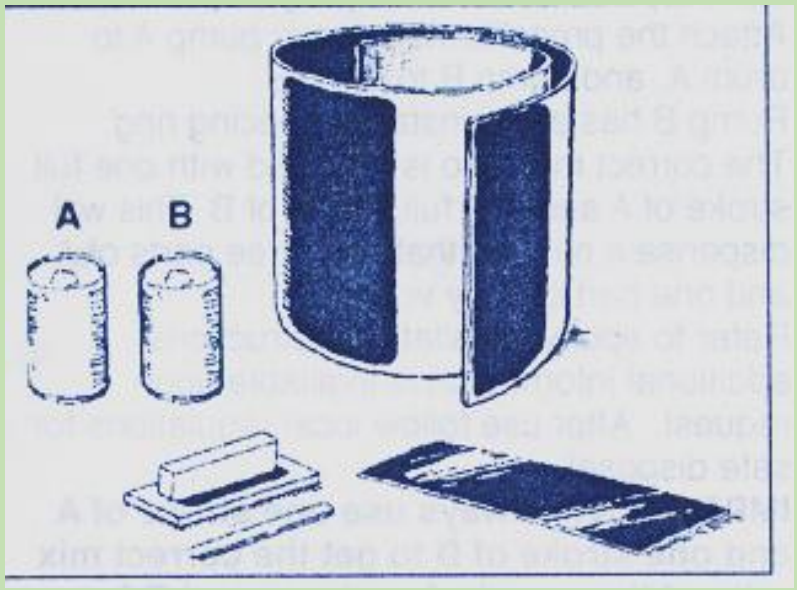
- عایق کاری سر جوش ها به روش پوشش**HEAT SHRINKABLE SLEEVES**

- عایق لوله های مورد استفاده در ایستگاه نوار سرد سه لایه 3play
- عایقکاري شيرآلات و اتصالات آنها (PETROLATUM**)**

http://www.mohandes-iran.com

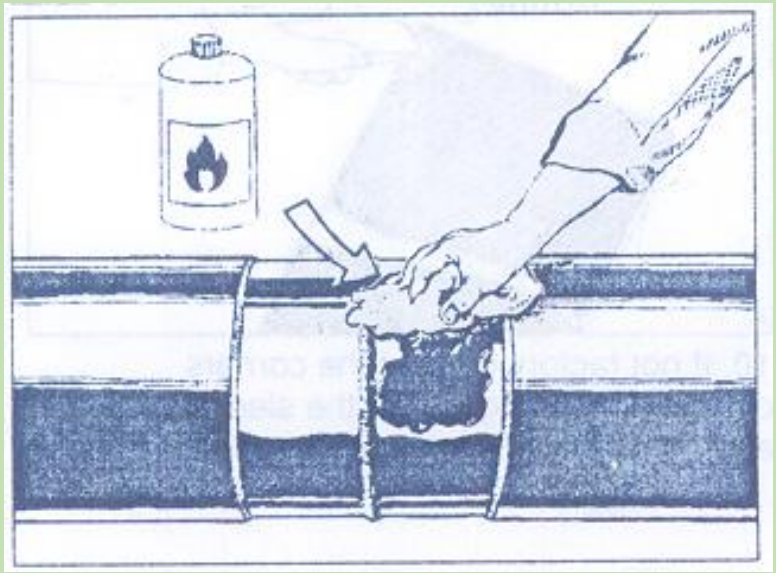
ابزار مورد نیاز عایق گرم

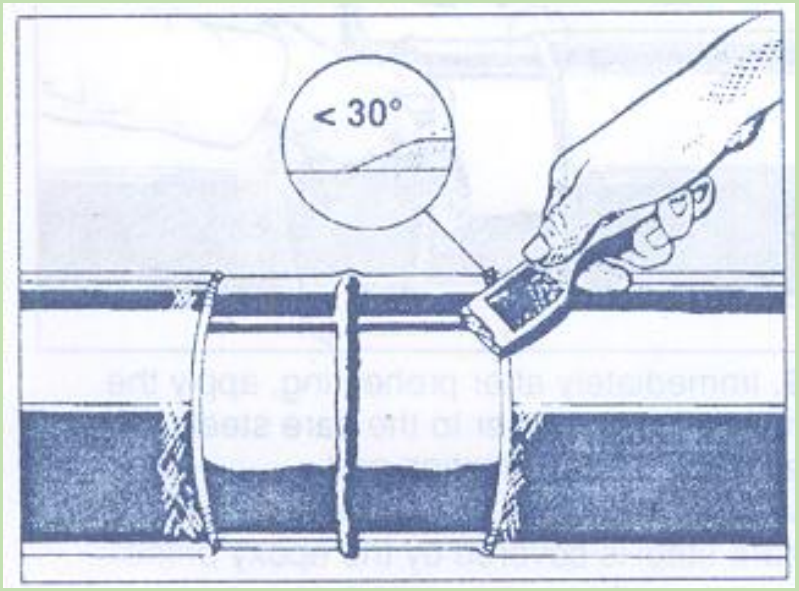


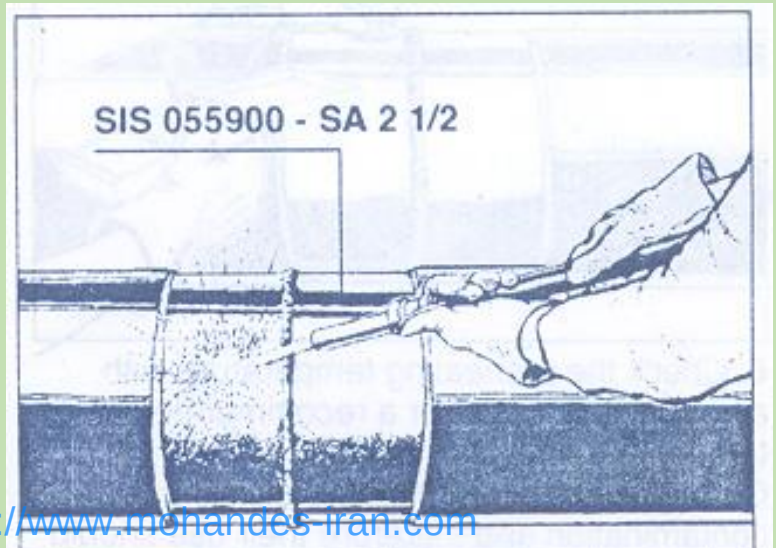


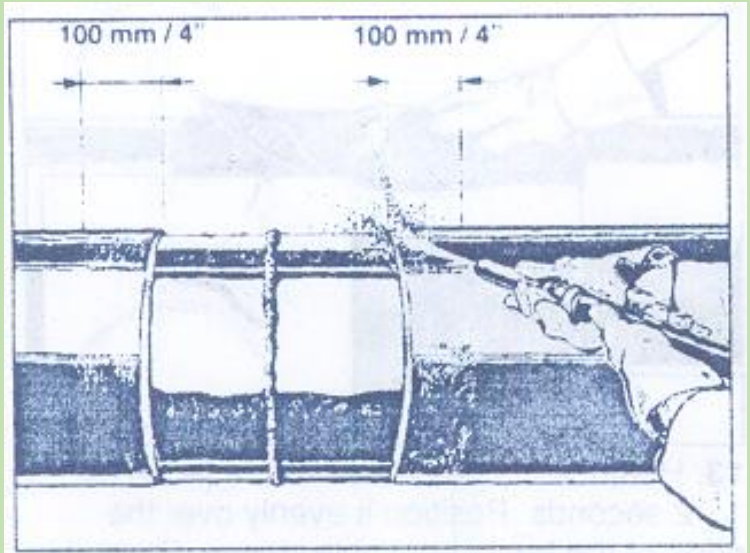
http://www.mohandes-iran.com

روش اجرا عملیات اماده سازی عایق گرم سرجوش

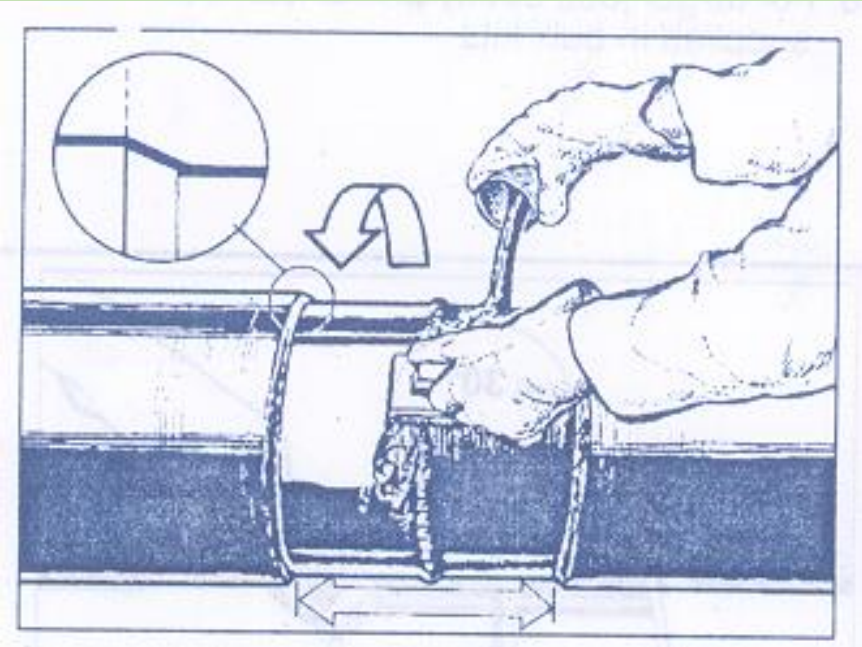


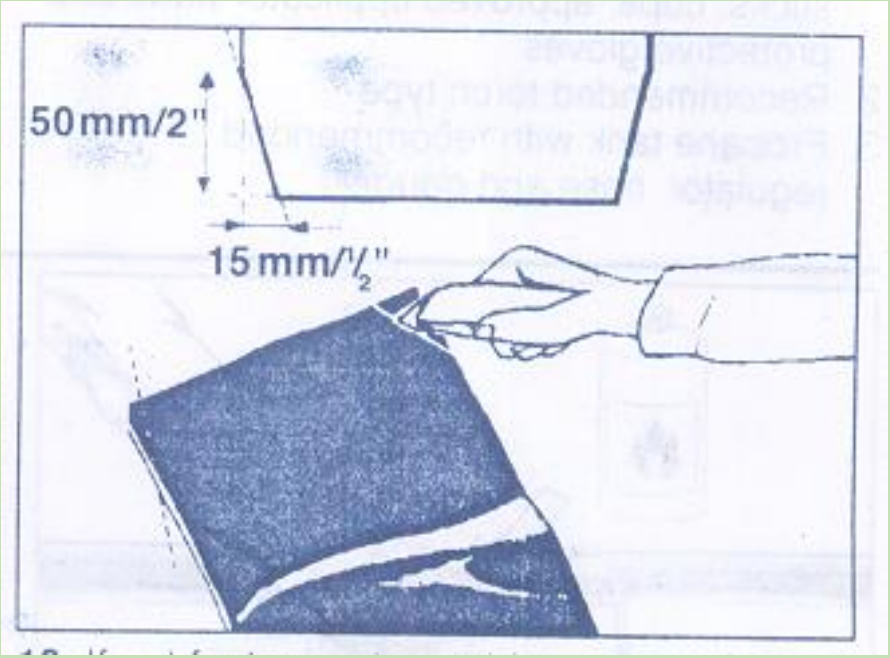


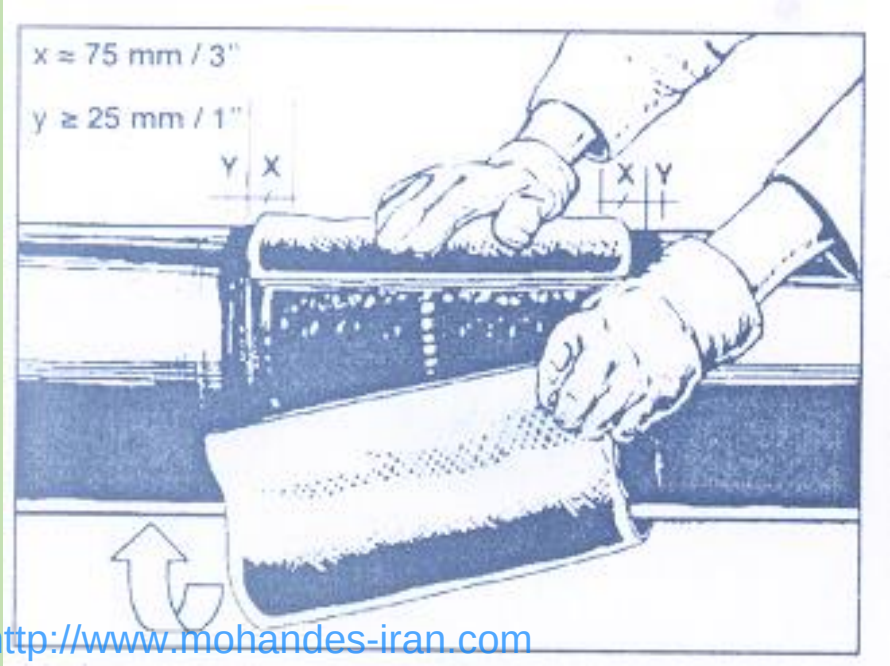


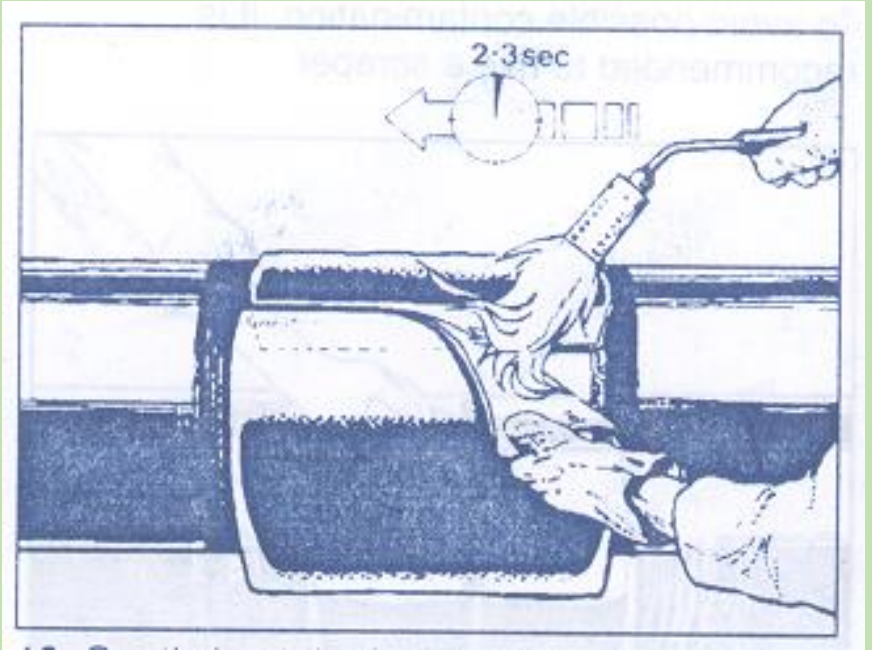


http://www.mohandes-iran.com

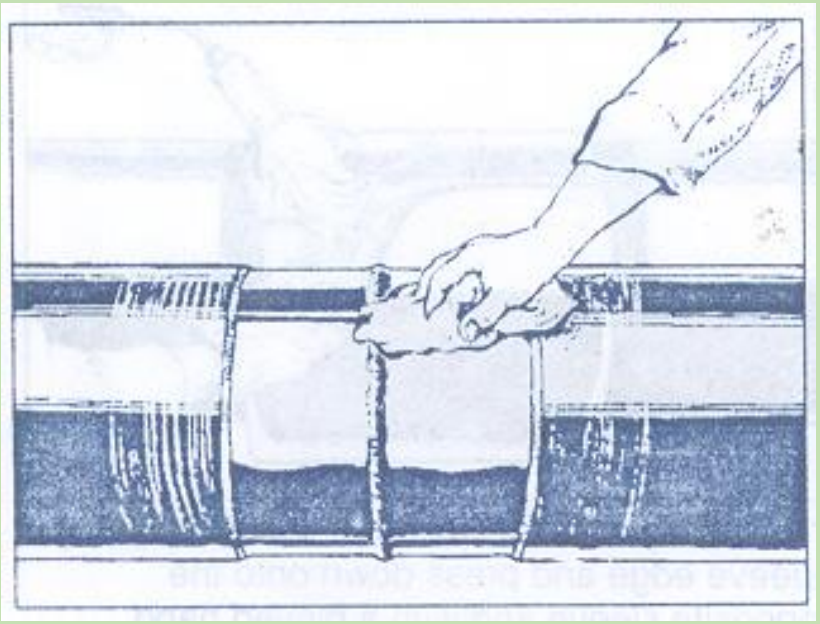


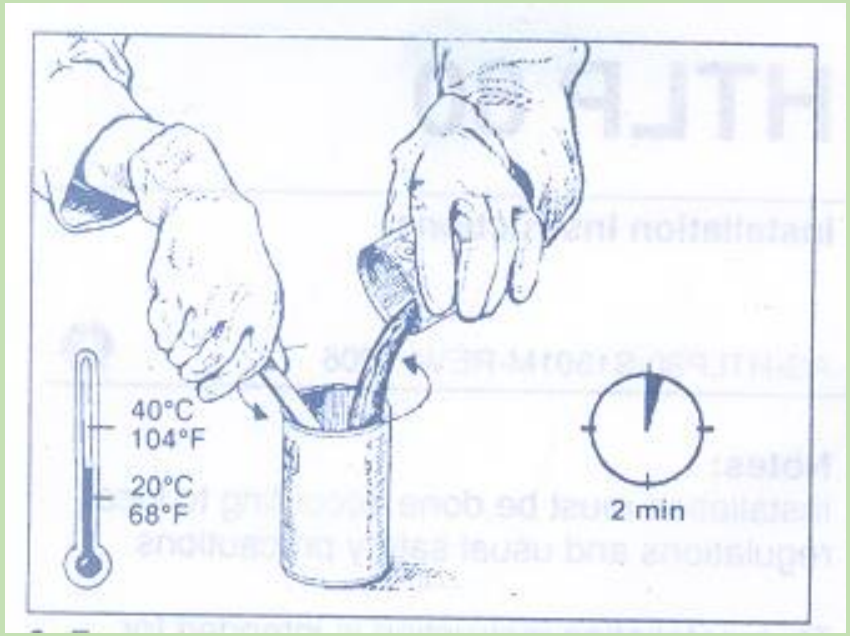


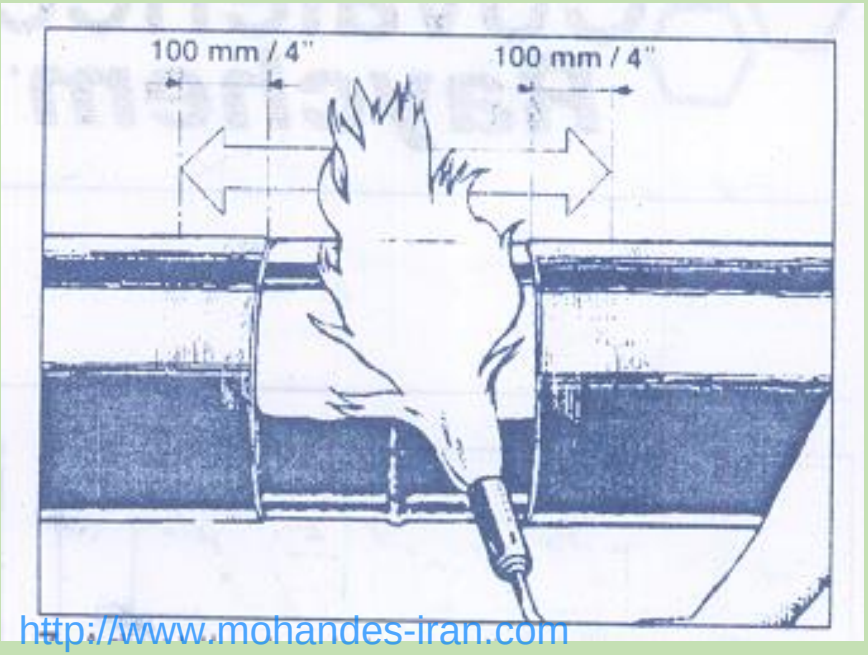


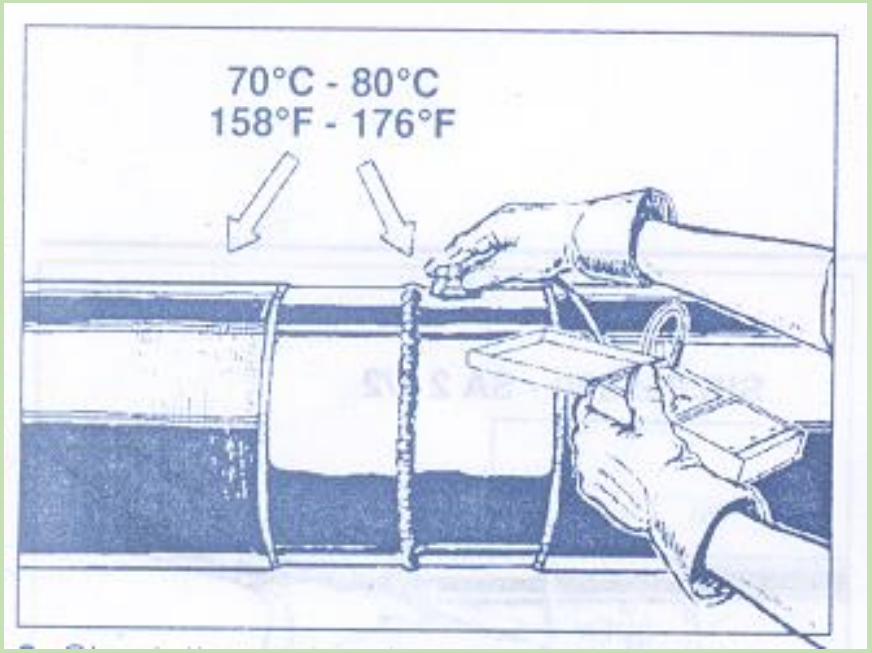


http://www.mohandes-iran.com









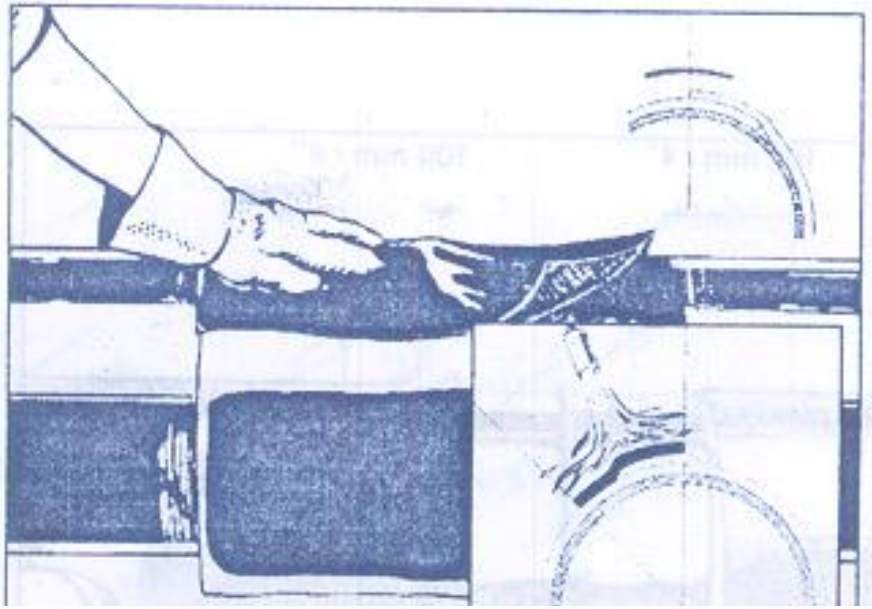
http://www.mohandes-iran.com

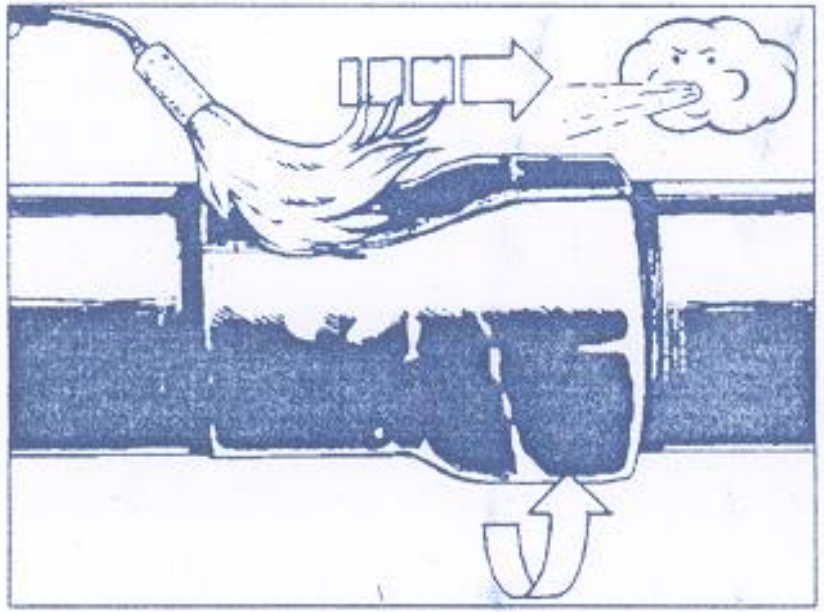
پرايمر زني

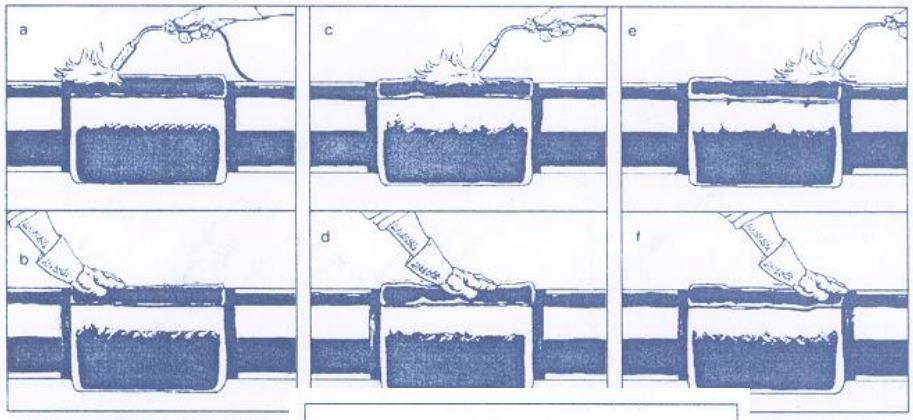
http://www.mohandes-iran.com

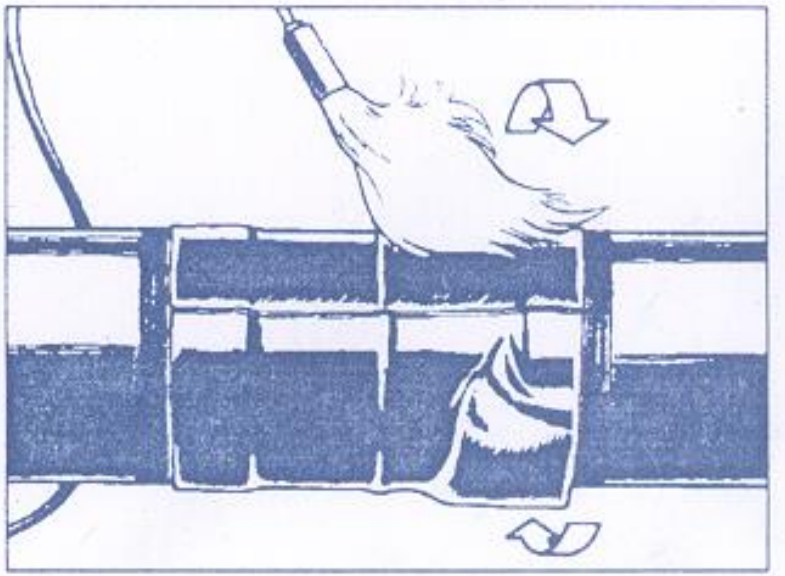
کنترل دمای پرایمر

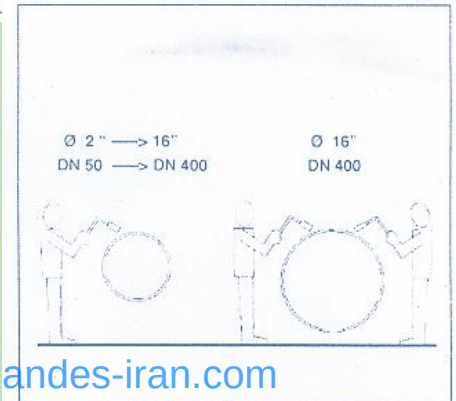
http://www.mohandes-iran.com



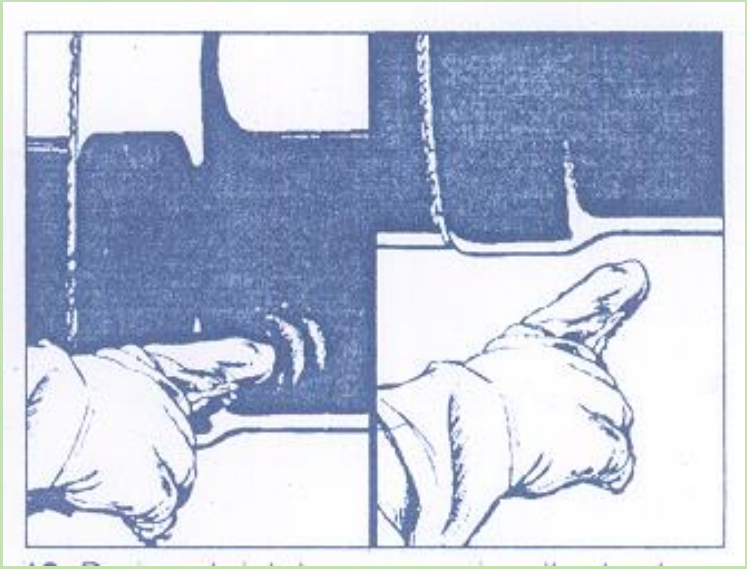


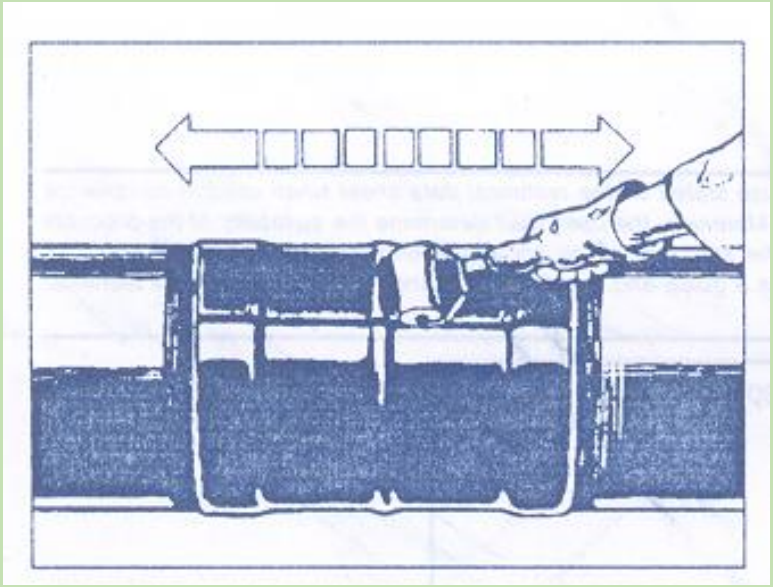


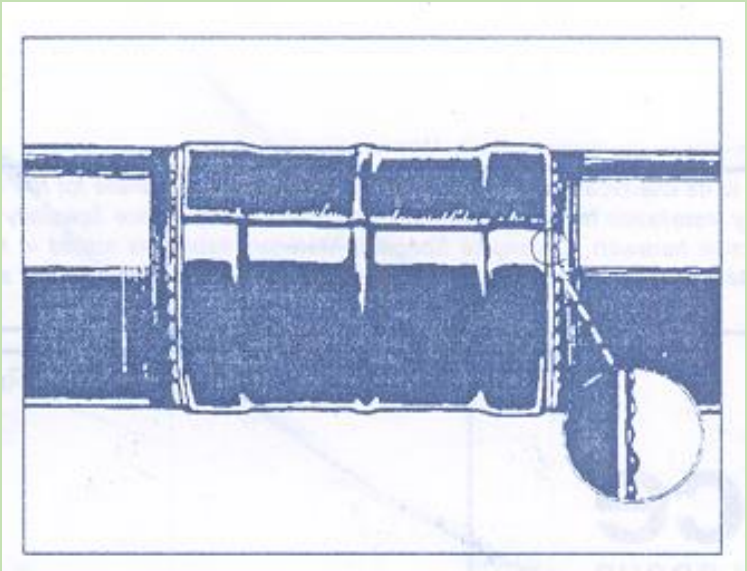




http://www.mohandes-iran.com







http://www.mohandes-iran.com

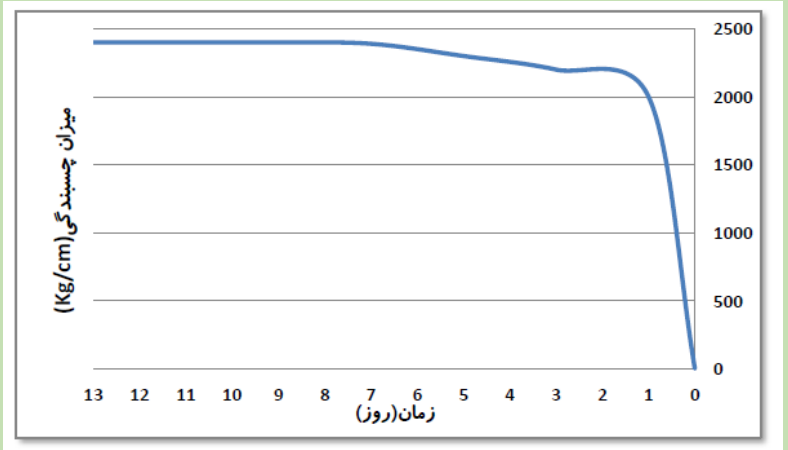
۱-۲- آزمایش چسبندگی آزمایشگاهی بر روی لوله به روش استاندارد DIN30672:

۱-۲-۱- زمان انجام آزمایش بعد از یکهفته که از عایق شدن لوله می‌گذرد انجام می‌شود.

۱-۲-۲- آزمایش در دمای اتاق ۲ ± ۲۳ درجه سانتیگراد انجام می‌شود.

۱-۲-۳- سرعت نیرو سنج در روش استاندارد DIN30672، ۱۰۰ میلی متر در دقیقه می‌باشد

۱-۲-۴- آزمایش بر روی لوله ۴ اینچ و با زاویه ۹۰ درجه انجام می‌شود.



http://www.mohandes-iran.com

عایق نوار سه لایه

http://www.mohandes-iran.com

عايق سرد

- نوارها و پرايمر هاي (آستري و ثانوي) مصرفي در اين نوع عايقكاري بايستي از يك سازنده باشد .
- تجهيزات مورد لزوم در اين نوع عايقكاري عمدتاً شامل وسايل و ماشين آلات مربوط به تميز كاري ، پرايمر زني نوار پيچي و غيره مي باشد
- شرايط نوار پيچي زيرين

http://www.mohandes-iran.com

مراحل اجرا نوار سرد سه لایه

- تمیز سازی سطح با سند بلاست
- اعمال پرایمر با ضخامت ذکر شده در استاندارد
- اعمال نوار لایه میانی با همپوشانی ۵۰ درصد بدون چروک و درز

اعمال نوار سطحی به صورت دقیق در چهت برعکس لایه زیرین

http://www.mohandes-iran.com

تجهیزات لازم و انبار داری

http://www.mohandes-iran.com

عایقکاری شیر آلات و اتصالات آنها

- عایقکاری شیر آلات و اتصالات مدفون در خاک نباشد باید پس از تمیز کاری کامل PRE COATED چنانچه این شیر آلات دارای پوشش عایقی کارخانه ای۵۰٪ و با رو به هم پیچی (PETROLATUM) سطح آنها با پرایمر و نوار نرم مخصوص موسوم به نوارعایقکاری شوند

http://www.mohandes-iran.com

عایق پترولاتیوم

http://www.mohandes-iran.com

مراحل اجرا عایق

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

ادامه مطالب در جلسه بعدی

http://www.mohandes-iran.com

دوره تخصصی بازرسی خطوط لوله انتقال نفت و گاز

محل برگزاری دانشگاه رازی

مدرس : الفتی

جلسه چهارم

http://www.mohandes-iran.com

احداث خط لوله

http://www.mohandes-iran.com

عملیات لوله گذاری

http://www.mohandes-iran.com

بالشتک در کانال

۲- قبل از لوله گذاری می بایست کف و دیواره کانال پرداخت گردیده و عاری از هر گونه پایه – چاکی ، کلوخ درشت ، سنگ ، ریشه درخت و دیگر اشیاء گردد تا از وقوع هر گونه صدمه از قبیل خراش یا سوراخ روی عایق لوله جلوگیری بعمل آید.

۳- قبل از لوله گذاری بایستی در کف کانال بالشتک هایی از خاک نرم (خاک سرندی با قطر چشمه های حداکثر ۱۰ میلیمتر) به عرض ۴۰ سانتی متر و به فاصله ۵ متر از یکدیگر ایجاد گردد ارتفاع خاک نرم سرندی بالشتک ها بایستی چنان باشد که پس از استقرار لوله بر روی آنها فاصله زیر لوله تا کف کانال حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد .

http://www.mohandes-iran.com

استفاده از راکشید

Longitudinal wrapping *(fig.a)*

For pipes with a circumference of less than 150mm (6 inches) in relation to the width of the Protectamesh® rockshield mesh :

(fig.a)

1. Unroll the mesh parallel to the pipe which is to be protected.
2. Place the mesh below the pipe.
3. Wrap the mesh around the pipe overlapping the edges by approx 150mm (6 inches).
4. The mesh can be secured by plastic straps or can be heat bonded by use of a gas torch and pressing the two surfaces together.

Latitudinal wrapping *(fig.b)*

For pipes with a larger circumference than the roll width :

1. Cut the mesh into pieces of more than 150mm (6 inches) extra than the circumference of the pipe.
2. Wrap the pipe with the mesh overlapping the adjacent installed mesh by 150mm (6 inches).
3. Fix the mesh with plastic straps or heat bond the longitudinal join using a gas torch and pressing the two surfaces together.

(fig.b)

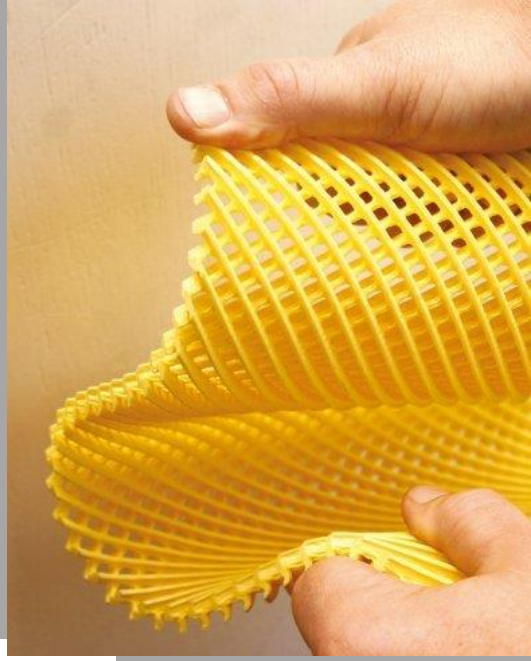
Spiral wrapping *(fig.c)*

This process can be applied to larger circumference pipes :

(fig.c)

1. Start wrapping the pipe moving along the length of the pipe, so that the mesh overlaps slightly.
2. Use plastic strapping to secure the mesh in situ as the mesh is wrapped.

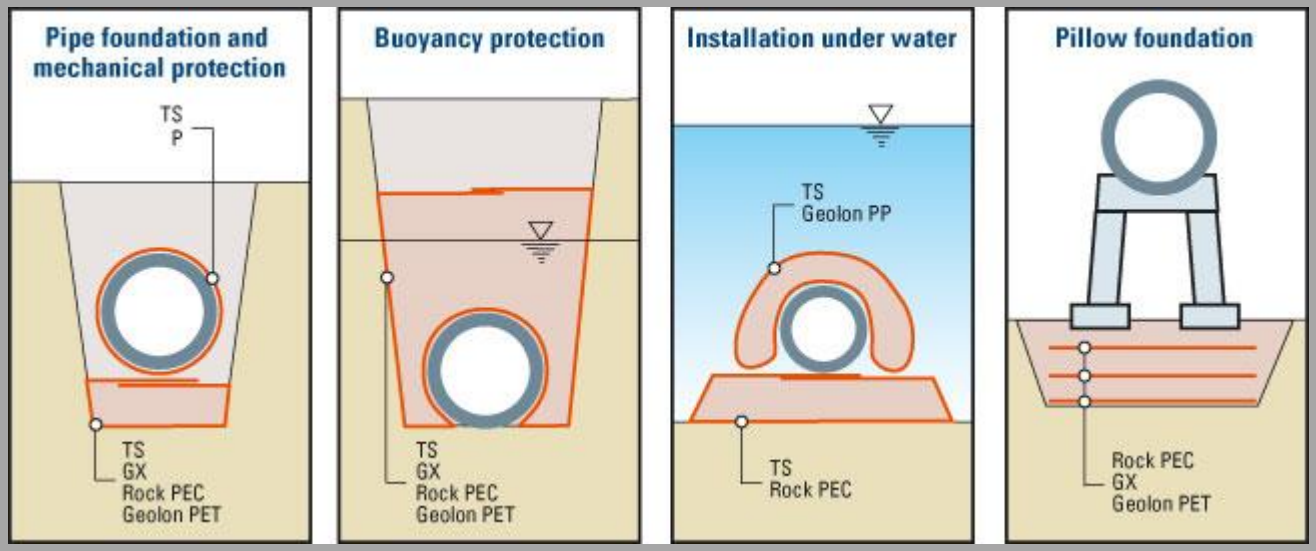
http://www.mohandes-iran.com



نوع محصول / عملکرد	مصلح سازي	زهکشي	جلوگيري از فرسايش
ژئوتکستايل	●	●	
ژئوگريد	●		
ژئوکامپوزيت			●

http://www.mohandes-iran.com

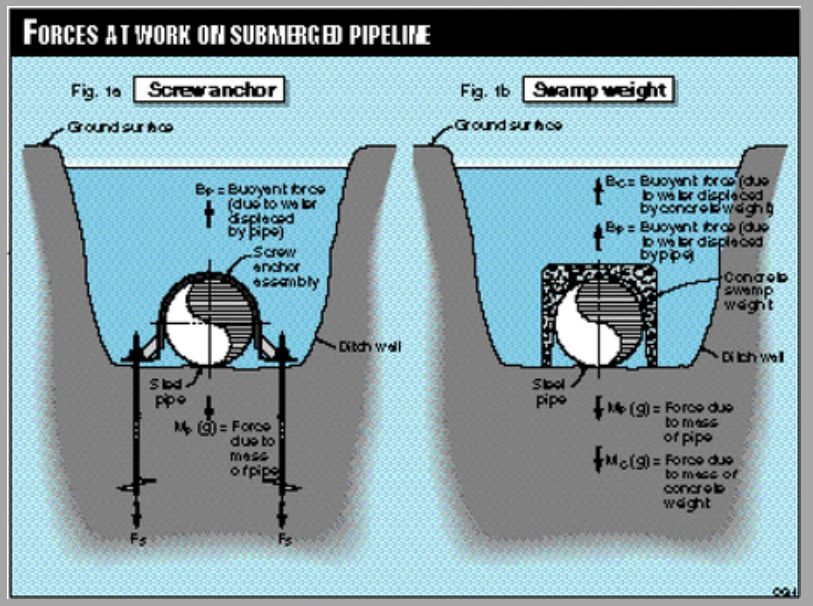
۴- در محل هائی که سطح آبهای زیر زمینی به طور طبیعی و یا به دلیل سیل تا ارتفاع زیر لوله یا بیشتر در کانال بالا آمده باشد می بایست بر طبق نقشه های اجرایی از ژئوتکستایل استفاده گردد به طوری که لوله در عمق معین در کف کانال ثابت قرار گیرد . در هنگام عملیات لوله گذاری می بایست آب کانال را تخلیه و یا زمان اجراء را متناسب با شرایط خاص که آب زیرزمینی بالا نباشد انتخاب نمود و یا با استفاده از روشهای مناسب آب زیرزمینی را از منطقه اجرای پروژه به کمتر از عمق دفن لوله رساند .



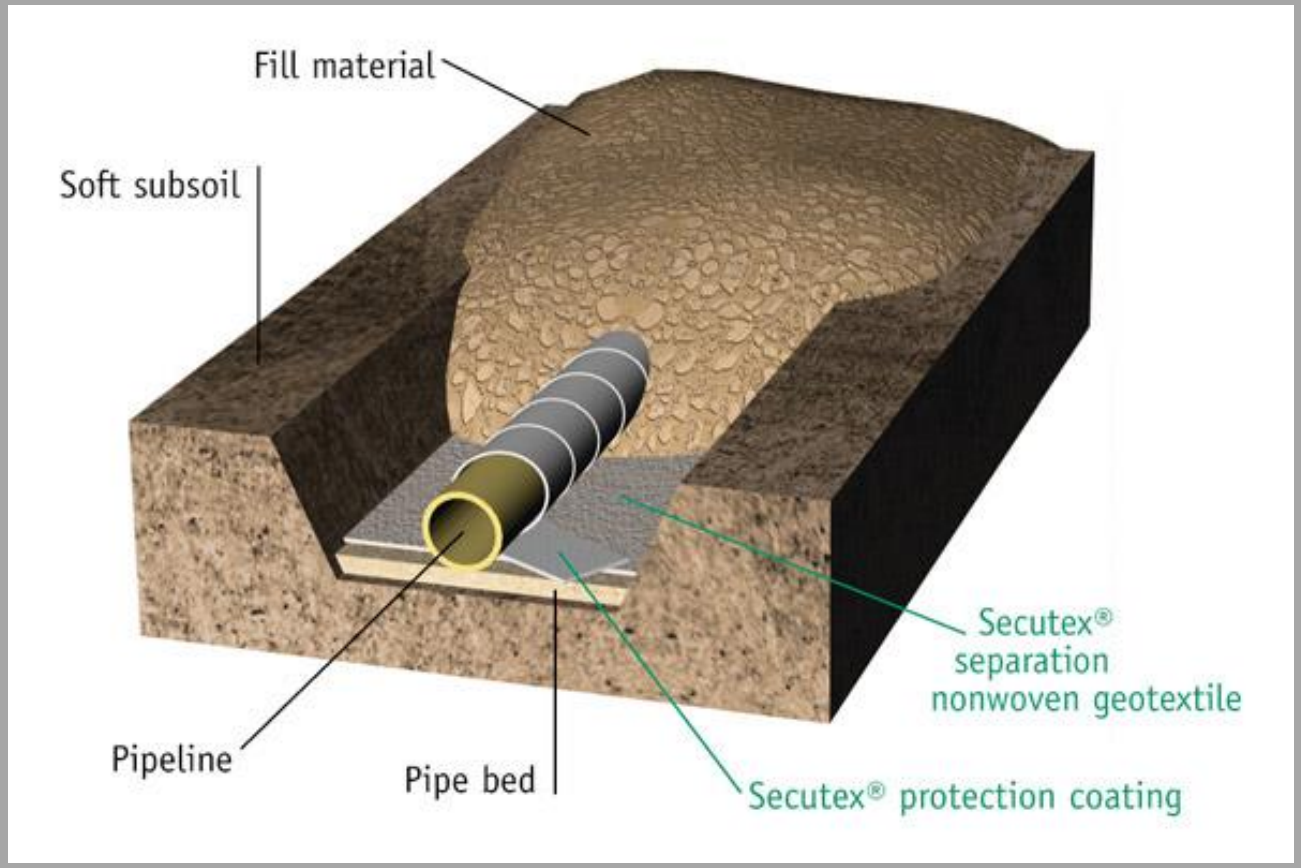
http://www.mohandes-iran.com

Set on Weight

http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com

ماشین آلات مورد استفاده در لوله گذاری

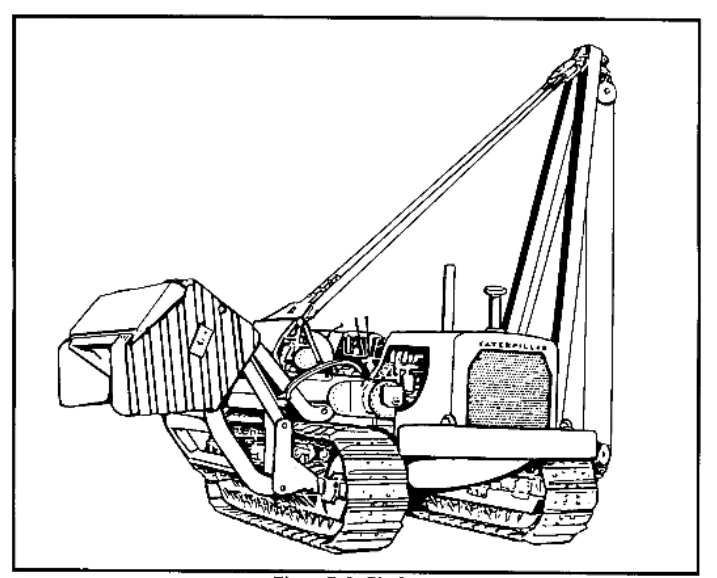


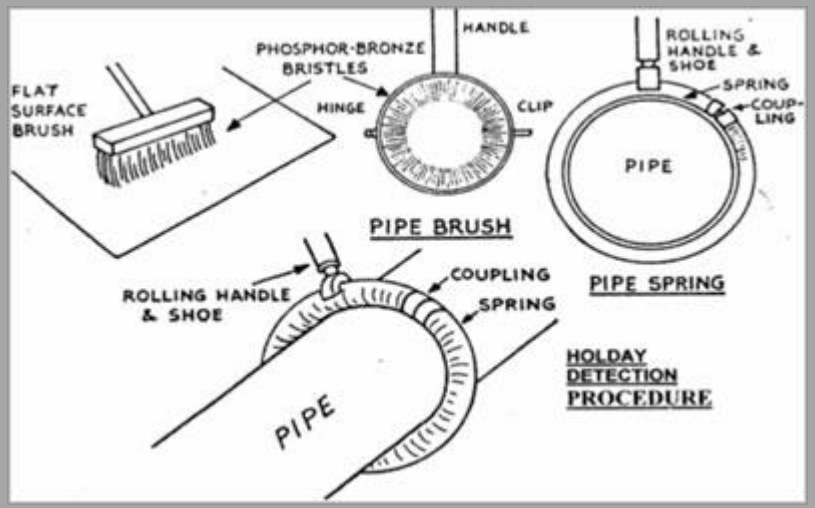
Figure B-3. Pipelayer

http://www.mohandes-iran.com

دیابلو

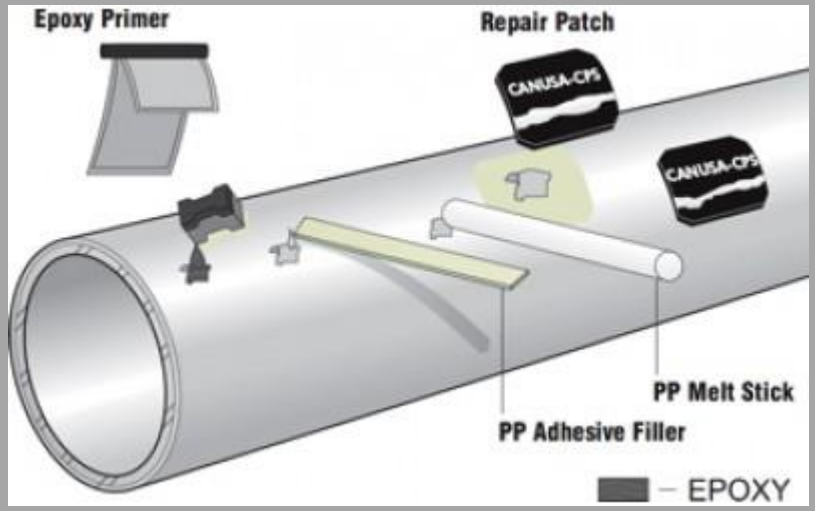
http://www.mohandes-iran.com

تست هالیدی



http://www.mohandes-iran.com

تعمیرات عایق



http://www.mohandes-iran.com

نکات قبل از لوله گذاری

- کالیبره کردن دستگاه هالیدی
- کنترل کف کانال
- کنترل بالشتک
- کنترل کانال از لحاظ عرض و عمق
- مطمئن بودن از امار سرجوش ها عایق شده
- امار تجهیزات

http://www.mohandes-iran.com

نکات اجرایی حین لوله گذاری

- کنترل سرعت هالیدی
- کنترل نحوه قرار گیری لوله درکانال
- جلوگیری از برخورد دیواره با کانال
- عدم قرارگیری سرجوش روی بالشتک
- کنترل حرکت دیابلو
- نحوه تعمیرات قسمت های زخم شده

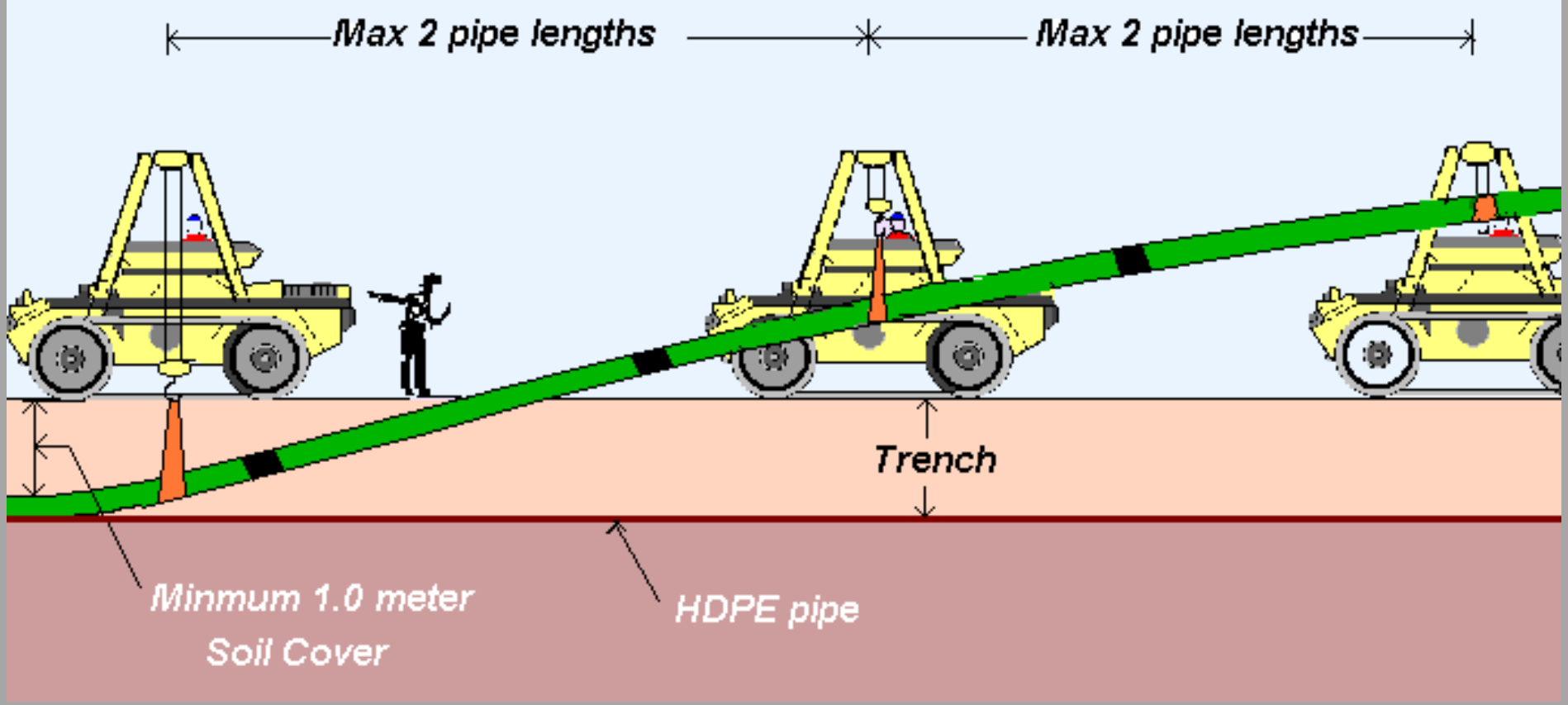
http://www.mohandes-iran.com

نکات بعد لوله گذاری

- کنترل قرارگیری لوله در اکس کانال
- مهار سرجوش ها در کانال
- اندازه گیری اندازه روی لوله (کاور روی لوله)
- اصلاح اشکالات حین اجرا

http://www.mohandes-iran.com

Lowering



http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

لوله گذاری در شیب

۱۳- در زمینهای با شیب تند بیش از ۱۵ درصد که پوشش خاکی اطراف لوله در معرض فرسایش قرار داشته و خطر شسته شدن خاک ریز روی لوله وجود دارد پیمانکار موظف است با استفاده از کیسه های بافته پلاستیکی و یا قیر اندود شده که محتوی بتن خشک می باشد در فواصل معین (حداکثر ۲۵ متر) و در سطح R.O.W و زیر گرده ماهی خاک درون کانال و لوله را مطابق نقشه استاندارد مهار و تثبیت نماید.

http://www.mohandes-iran.com

عملیات خاکریزی

http://www.mohandes-iran.com

نکات مهم در حین خاک ریزی

- استفاده از خاک مناسب و تائید شده توسط ناظر
- خاک ریزی یکنواخت و مداوم قبل از شروع بارندگی

http://www.mohandes-iran.com

تاثیر نحوه خاک ریزی بر پوشش لوله

- عدم استفاده از خاک نامناسب وسنگ موجب ایجاد تنش بروی لوله می گردد وعایق در اثر فشارتخریب می گردد
- عدم قرارگیری مناسب خاک در زیر لوله موجب تنش بر لوله می گردد

http://www.mohandes-iran.com

عبور از تقاطع و موانع

- عبور از جاده
- عبور از رودخانه و مسیل های فصلی
- عبور از قنات ها
- عبور از کانال ها
- عبور از مناطق با سطح اب زیرزمینی بالا

http://www.mohandes-iran.com

عبور از جاده با استفاده از کیسنگ

http://www.mohandes-iran.com

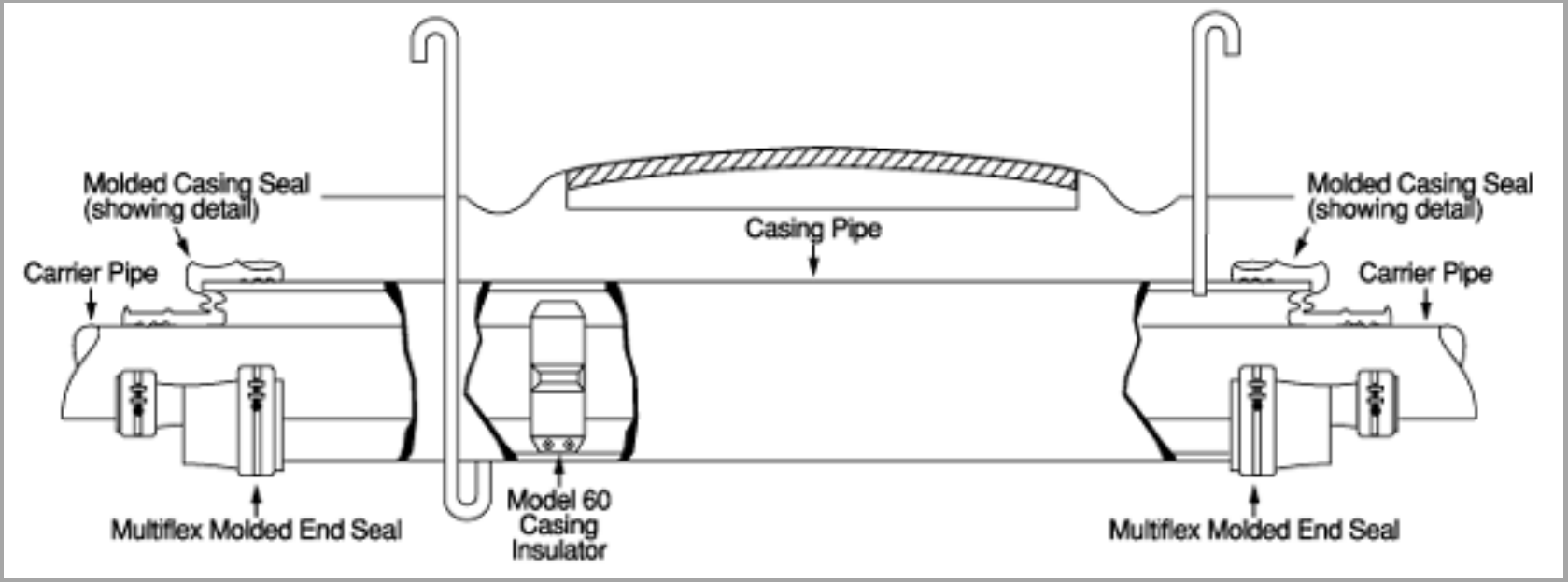
مراحل عبور لوله از جاده

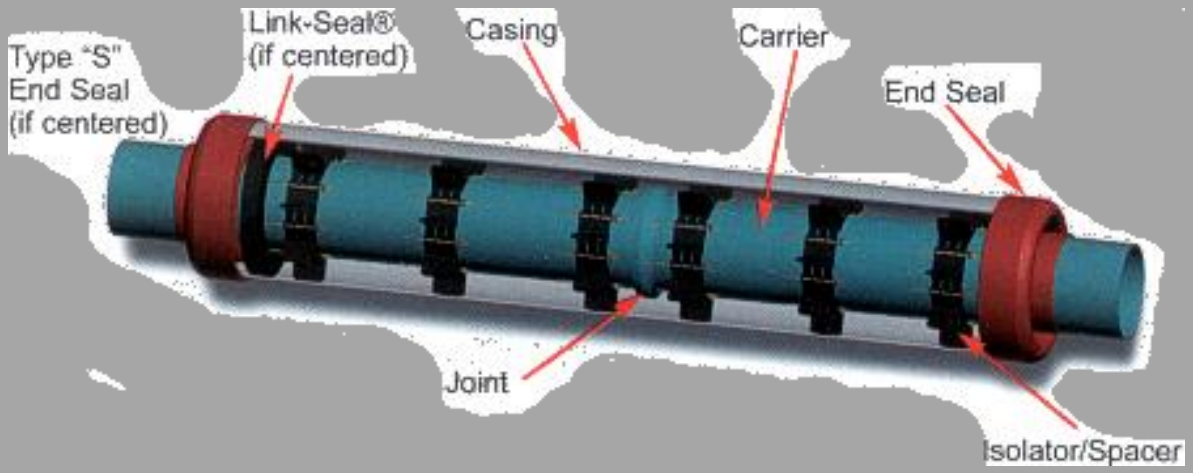
- ایجاد تونل به روش مکانیکی یا دستی
- قراردادن لوله به عنوان غلاف در جاده
- عبور دادن لوله از داخل غلاف
- نصب لوله ونت و درین بروری غلاف
- عایق کاری ورنگ آمیزی لوله ونت و درین
- تست عدم شرتی (برق دزدی) کیسنگ

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

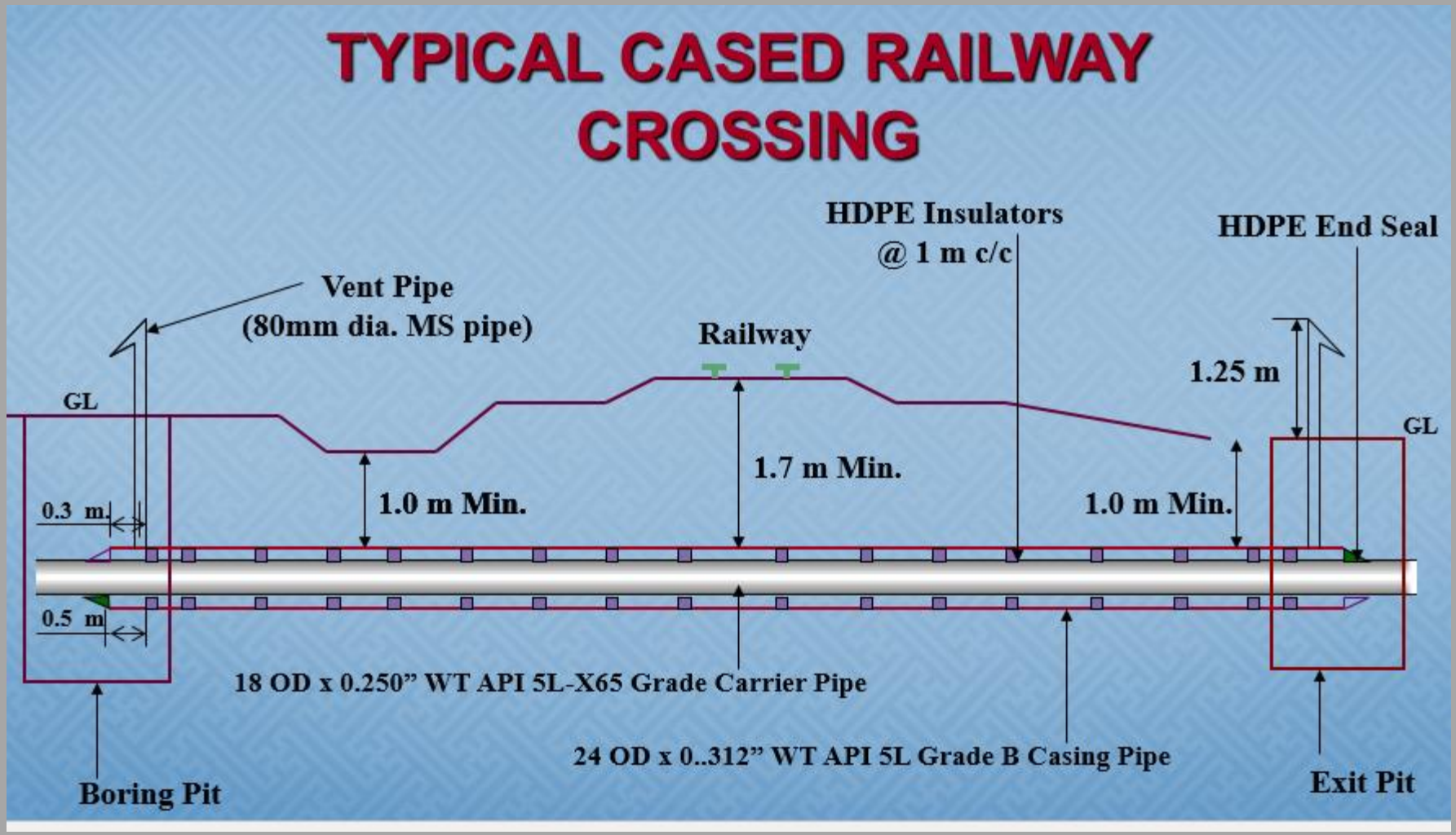
نقشه کیسنگ



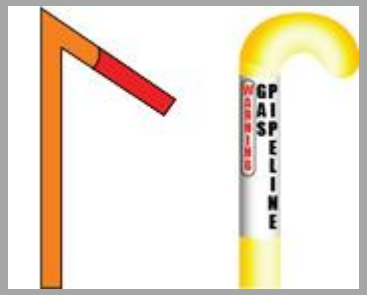


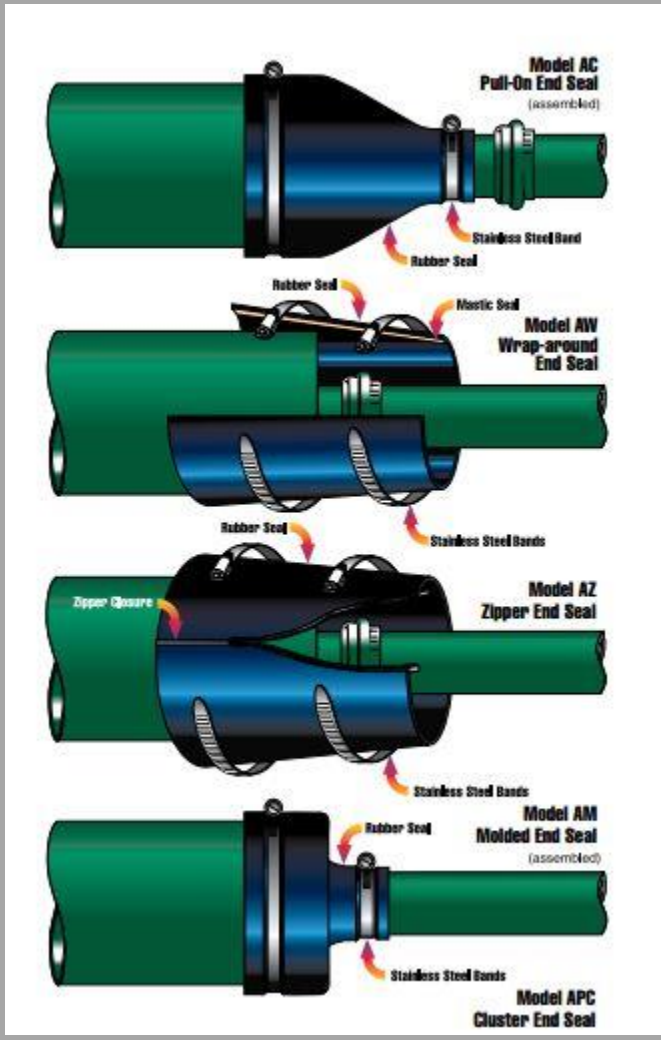
http://www.mohandes-iran.com

TYPICAL CASED RAILWAY CROSSING



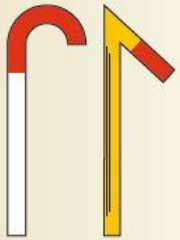
http://www.mohandes-iran.com





Pipeline Marker – These marker's are the most common; size, shape and color may vary.

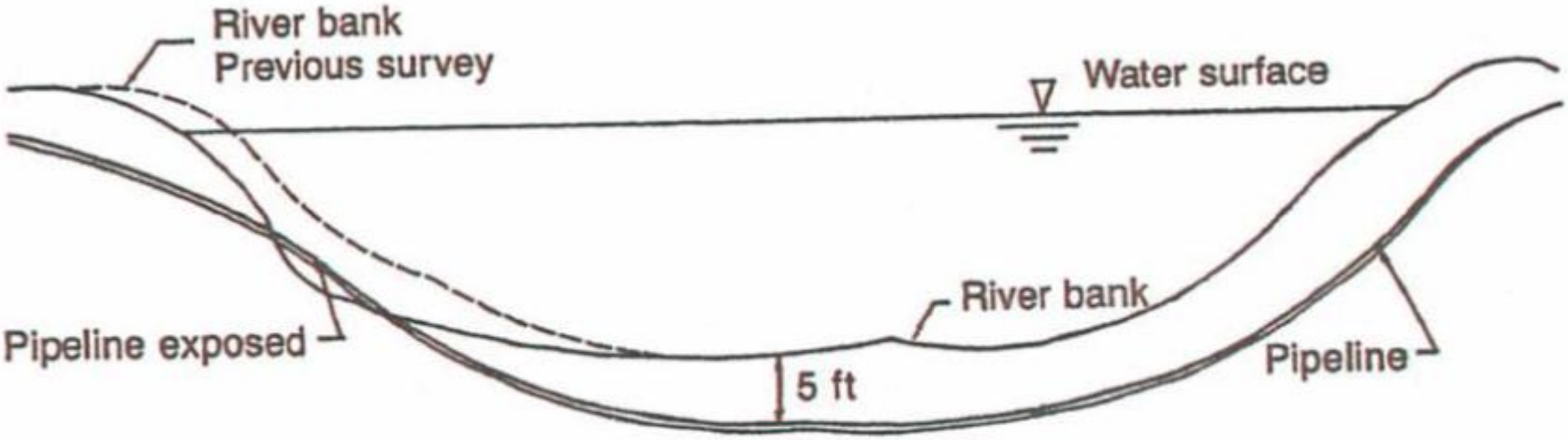
Aerial Marker – These skyward facing markers are used by patrol planes that monitor pipeline routes.



Casing Vent Marker – This marker indicates that a pipeline (protected by a steel outer casing) passes beneath a nearby roadway, rail line or other crossing.

http://www.mohandes-iran.com

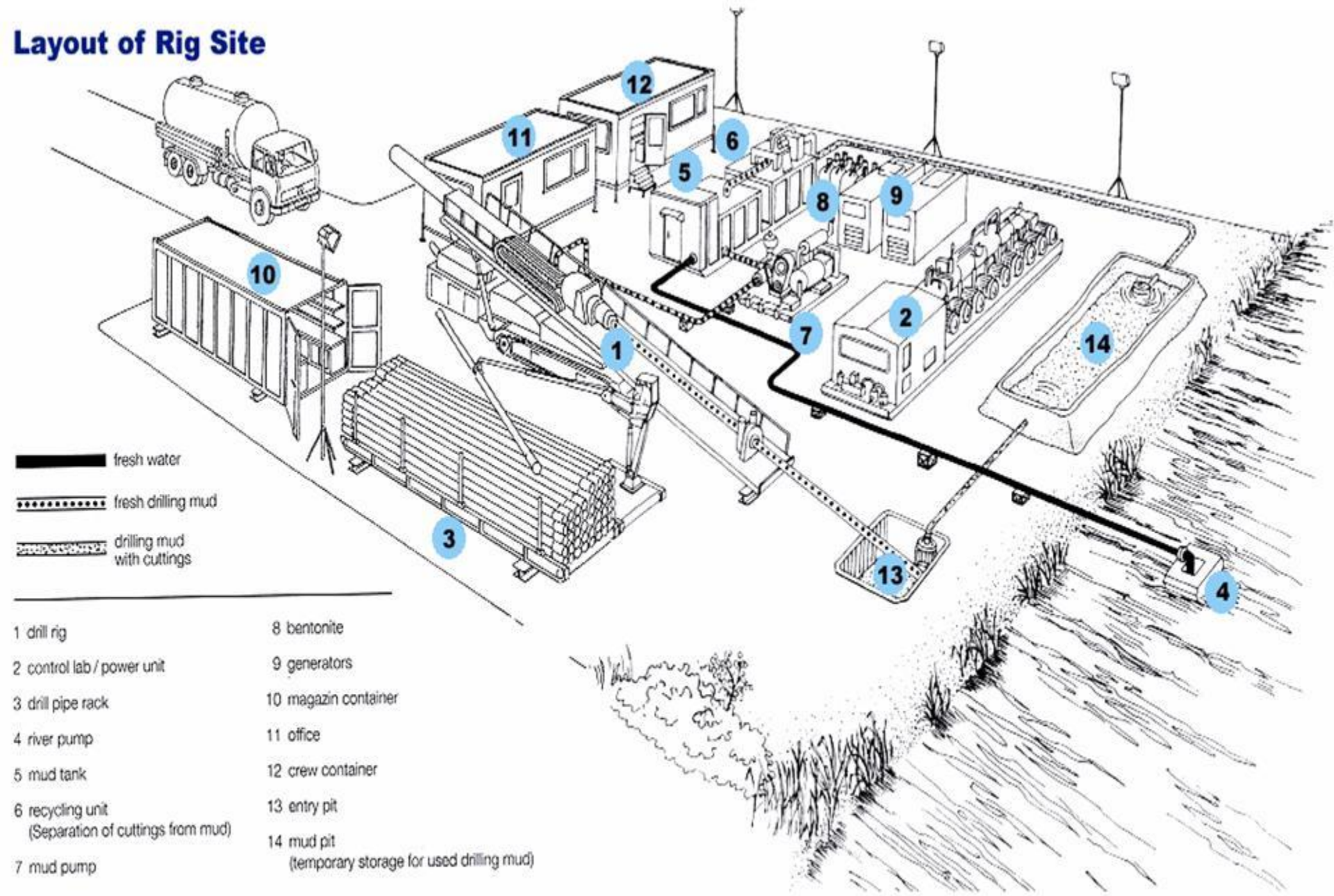
عبور از رود خانه



شکل ۳- ۳. بازرسی تقاطع ها با رودخانه

http://www.mohandes-iran.com

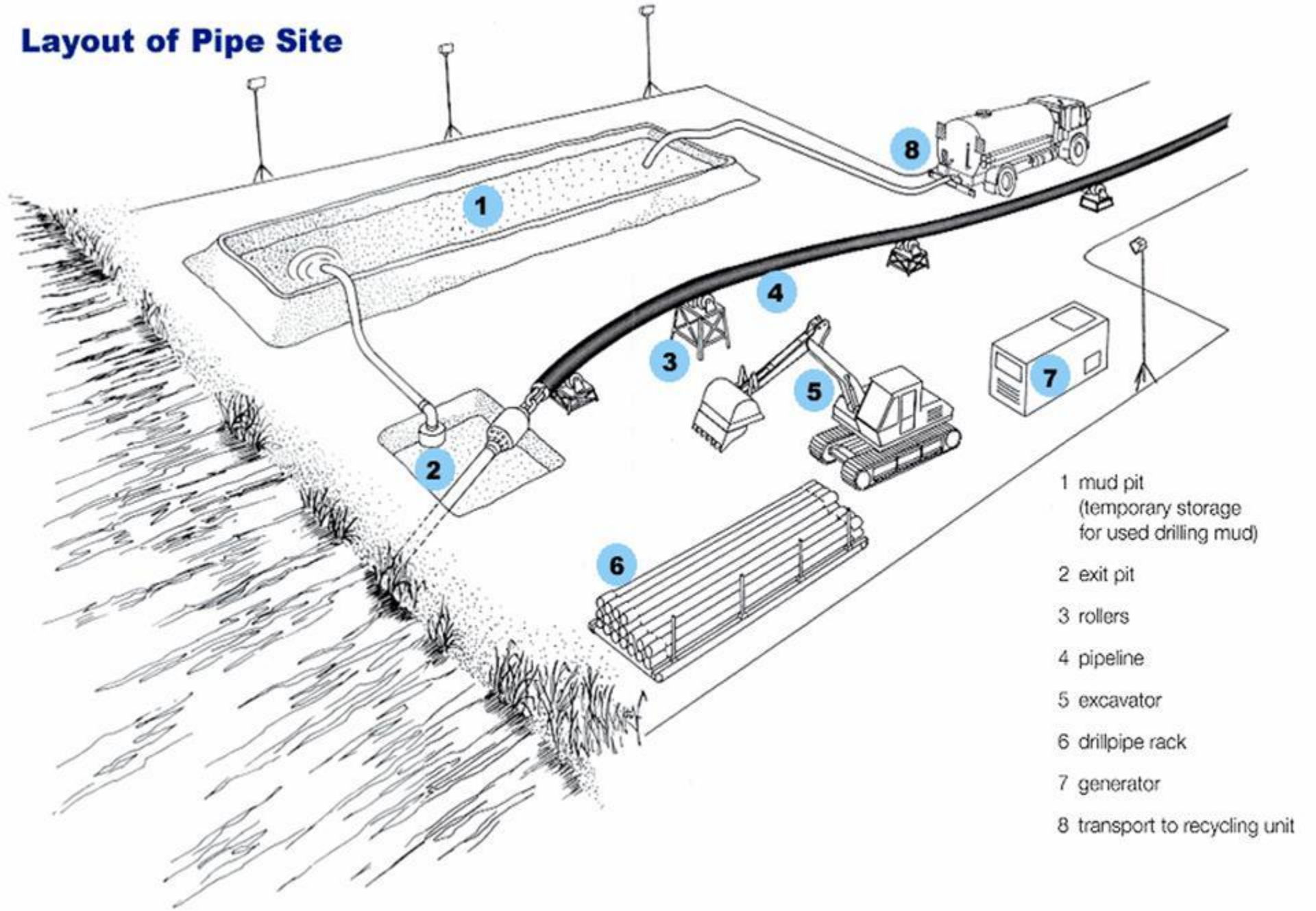
Layout of Rig Site



1 drill rig
2 control lab / power unit
3 drill pipe rack
4 river pump
5 mud tank
6 recycling unit
(Separation of cuttings from mud)
7 mud pump
8 bentonite
9 generators
10 magazin container
11 office
12 crew container
13 entry pit
14 mud pit
(temporary storage for used drilling mud)

http://www.mohandes-iran.com

Layout of Pipe Site



1 mud pit (temporary storage for used drilling mud)

2 exit pit

3 rollers

4 pipeline

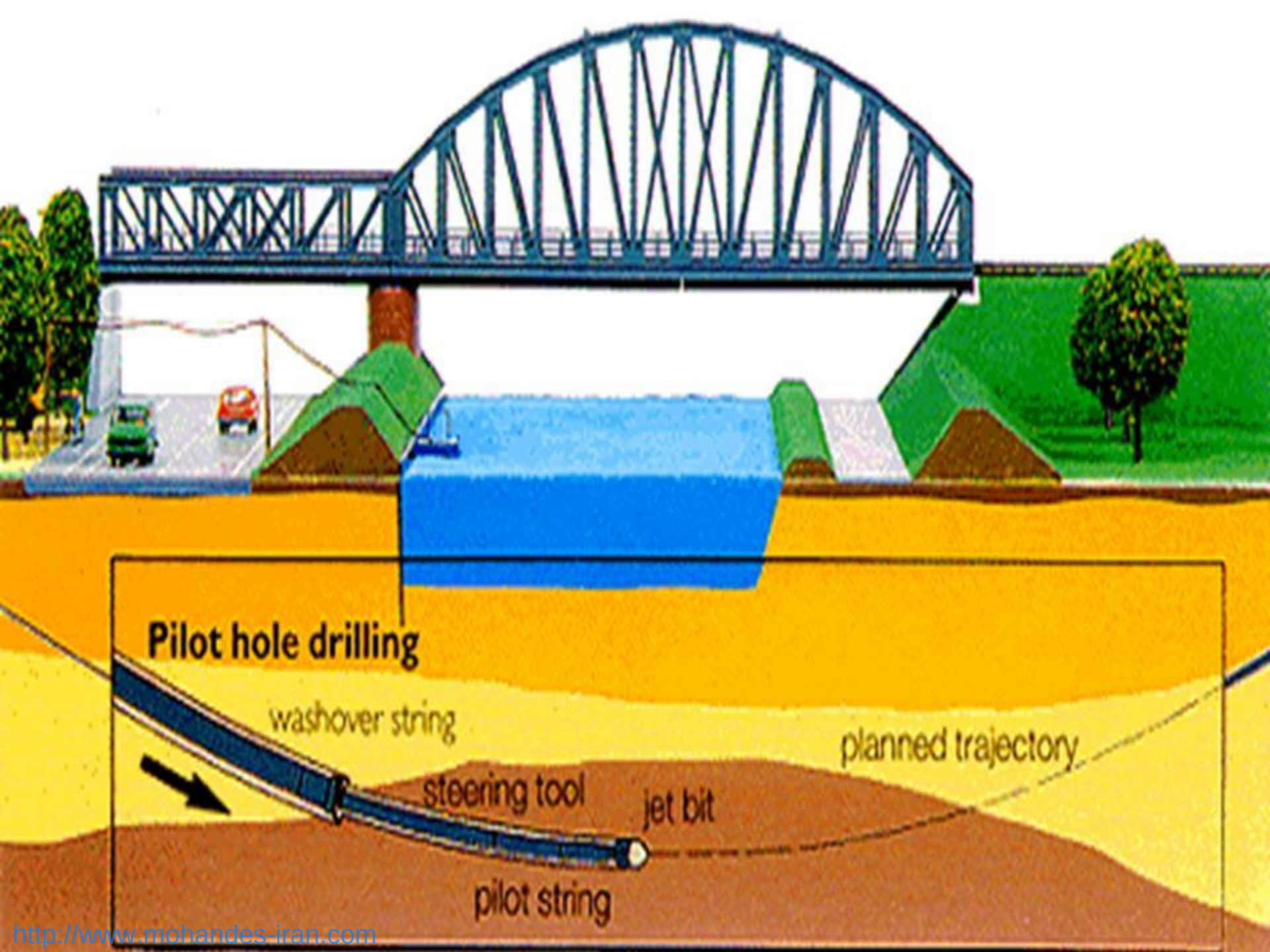
5 excavator

6 drillpipe rack

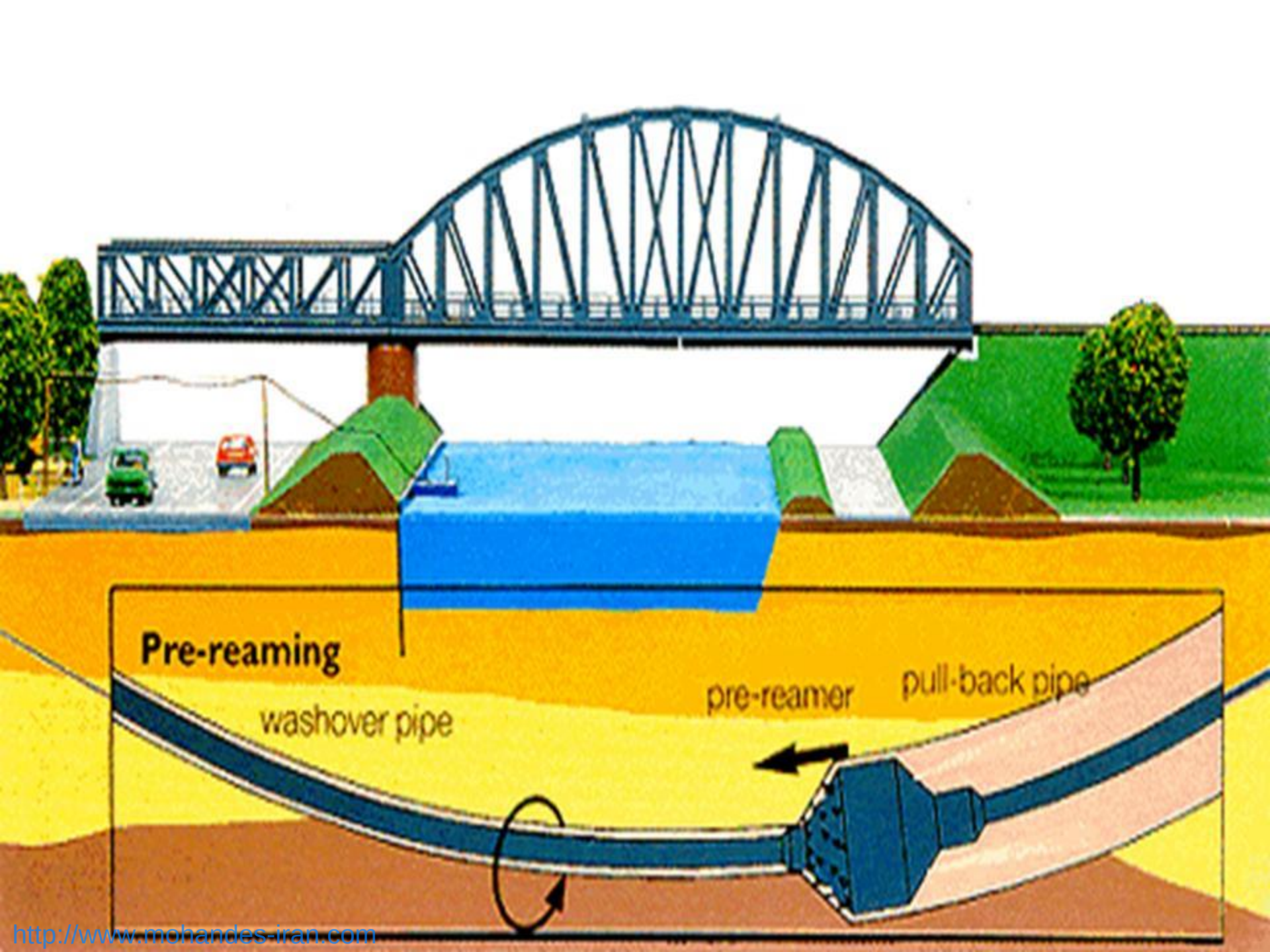
7 generator

8 transport to recycling unit

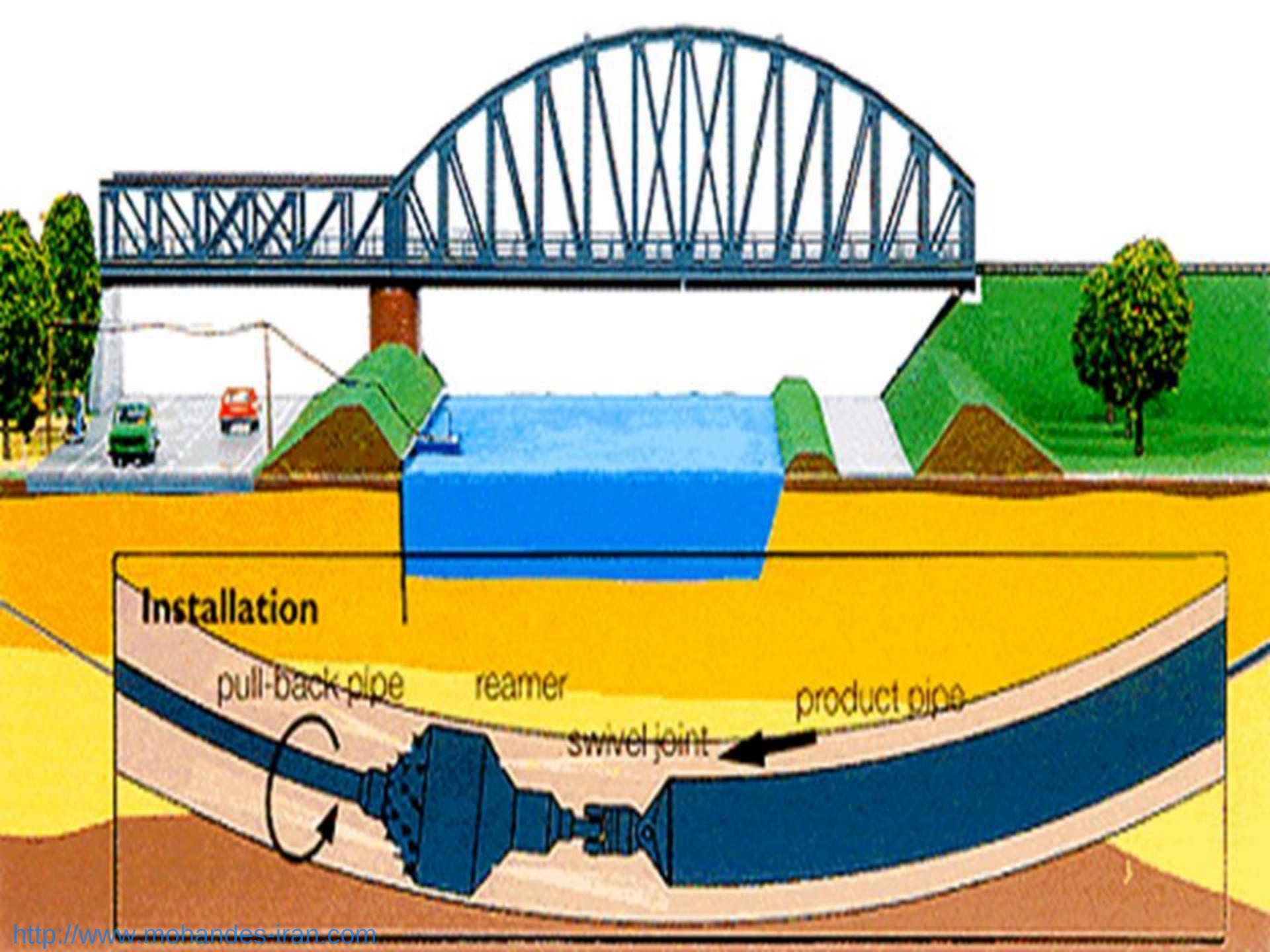
http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

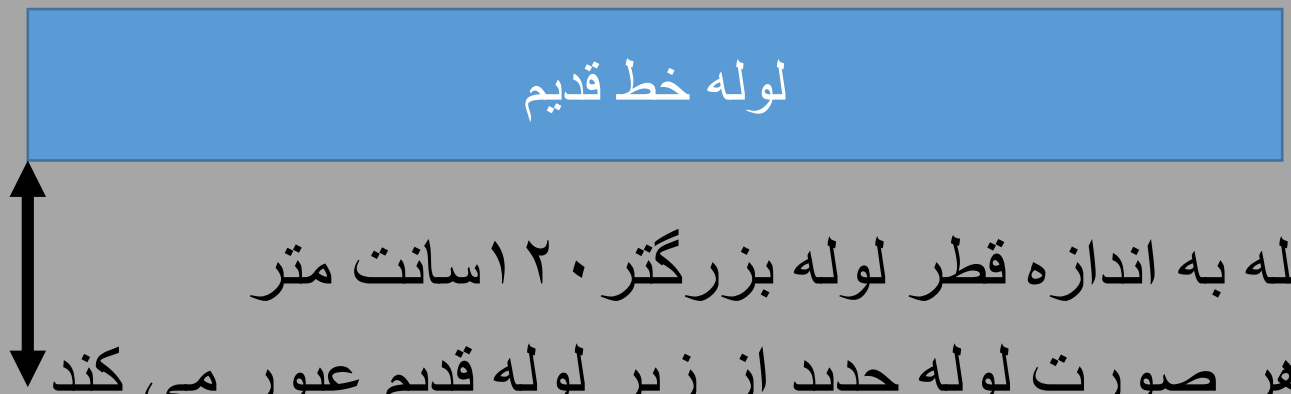
http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

- عبور از کانال آب
  عبور از مناطق باتلاقی
- عبور از خط لوله
- عبوراز جاده

http://www.mohandes-iran.com

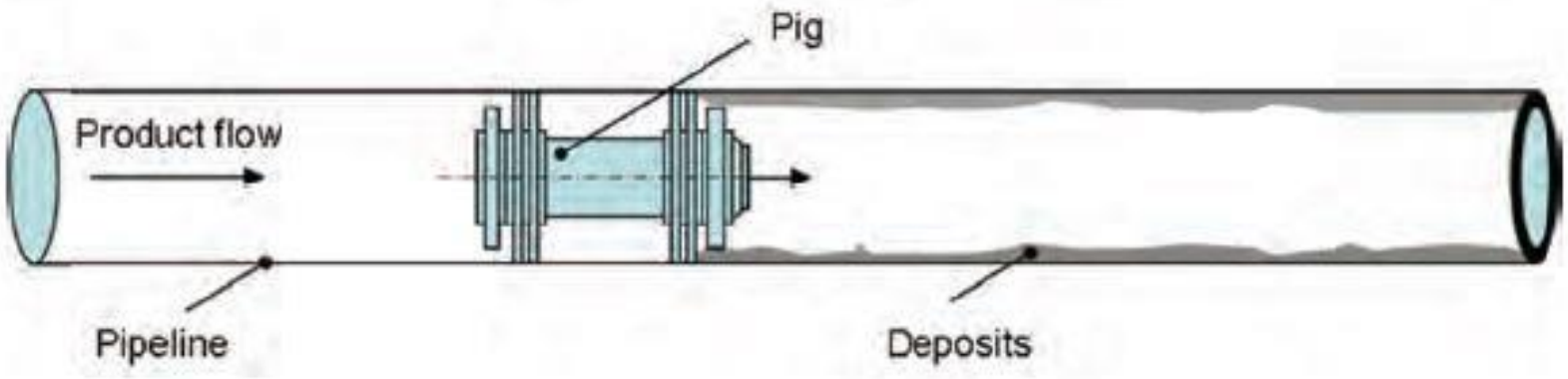
عبور از خط لوله



- فاصله به اندازه قطر لوله بزرگتر ۱۲۰سانت متر
- در هر صورت لوله جدید از زیر لوله قدیم عبور می کند

http://www.mohandes-iran.com

توپکرانی



Pig running through pipeline.

http://www.mohandes-iran.com

اهمیت پیگرانی

- تضمین ابعاد داخلی خط لوله ساخته شده
- تمیزکاری لوله از هرگونه اجسام و گل ولای
- خشک کردن لوله از رطوبت
- کنترل خوردگی
- باز کردن لوله در اثر هرگونه گرفته گی
- کاوش داخل لوله

http://www.mohandes-iran.com

مراحل پیگ رانی

- پیگ تمیزکننده
- پیگ صفحه اندازه
- پیگ خشک کننده
- پیگ هوشمند

http://www.mohandes-iran.com

ارسال پیگ تمیزکننده

http://www.mohandes-iran.com

دریافت پیگ تمیزکننده

http://www.mohandes-iran.com

پیگ صفحه اندازه

- به منظور کنترل لوله از نظر ابعاد داخلی و صحت عدم وجود فرورفتگی و اجرای دقیق خمکاری لوله عملیات ارسال پیگ صفحه اندازه انجام می شود اینعملیات می تواند همزمان یا به طور جداگانه با حضور وتائید ناظر انجام شود

۳ میلیمتر برای خطوط لوله تا قطر ۴ اینچ
۶ میلیمتر برای خطوط لوله از ۴ تا ۱۲ اینچ
۱۲ میلیمتر برای خطوط لوله بالاتر از ۱۲ اینچ

http://www.mohandes-iran.com

وسایل و تجهیزات مورد نیاز

- وسایل و تجهیزات شامل : اتصالات موقت – کمپرسور –پمپ پرکنی – تست پمپ – مخازن آب و سوخت – پیکها – وسایل اندازه گیري فشار و درجه حرارت – ژنراتور برق – وسایل حمل ونقل – دستگاههاي جوش و برش – وسایل ایمني و غیره می باشد. ضمنا کلیه این وسایل توسط پیمانکار تهیه شده و گواهی صحت کار آنها از سوی کارفرما یا نماینده وی مورد تایید قرار می گیرد .

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

فشار سنج ها

-
- الف) دستگاههاي ثبات فشار (pressure recorder)
- حدود كار اين دستگاه بايستی 0-3000 PSI و دقت كار اين دستگاه 0.5 پوند بر اينچ مربع بوده و كاغذ ثبت نمودار تغييرات فشار آن از نوع 24 ساعته و خود دستگاه هفته كوك مي باشد .
- ب) فشار سنج مدل ساعتي (pressure gauge)
- ج) دستگاه فشار سنج وزنه اي (dead weight Tester)
- حدود كار اين دستگاه 0-3000 PSIبوده و دقت اين دستگاه 0.1 پوند بر اينچ مربع ميباشد .
- ۲-۳-حرارت سنج ها
- الف) دستگاه ثبات درجه حرارت (Temperture recorder)
- حدود كار اين دستگاه (100 °C) ميباشد . ومحل نصب ۳۰متری ابتداء قطعه خواهد بود .
- ب) تر مومتر ديجيتال
- دقت كار اين دستگاه بايد 0.1 ° C باشد .

http://www.mohandes-iran.com

http://www.mohandes-iran.com

پمپ پرکن

- این پمپ با توجه به موقعیت و وضعیت خط و مسیر خط لوله از نظر پستي و بلندي انتخاب مي گردد و به طوريكه خط لوله با سرعت ميانگين حداقل 15 متردر دقيقه پر شود تا از به وجود آوردن كيسه هاي هوا درآن جلوگيري شود .
- ب) پمپ فشار قوي (Test pump)
- اين پمپ بايدفشار لازم را براي آزمايش هيدرواستاتيك با دبي مناسب و در زمان مناسب تامين نمايد
- ج) کنتور آب جهت اندازه گیری مقدار آب تزریق شده به خط در آزمایش مقاومت مورد استفاده قرار می گیرد

http://www.mohandes-iran.com

مراحل اجرا آزمایش خط لوله

مراحل آزمایش

تمیز کردن خط (CLEANING)

ارسال صفحه اندازه (GAUGING)

پر کردن خط (FILLING)

افزایش فشار (PRESSURIZING)

- آزمایش عدم وجود هوا (AIR CONTENT CHECK)
- آزمایش مقاومت (STRENGTH TEST)
- آزمایش نشتی (LEAK TIGHTNESS TEST)
- تخلیه و خشک کردن خط (EVACUATION & DRYING)

http://www.mohandes-iran.com

اب گیری

۱۳-۱- آب مصرفی

تمامی ترکیبات آب مصرفی میبایستی مورد آنالیز قرار گیرد. در هر حال آب مورد استفاده بایستی ازکیفیتی برخودار باشد که امکان ورود و رشد مواد خارجی، رسوب و خوردگی‌های فلزی در داخل قطعه حداقل ممکن باشد و الزامات زیست محیطی در زمان تخلیه نیز رعایت گردد. آبهای شور مدخل رودخانه ها و بندرگاهها نباید مورد استفاده قرار گیرند. آب بایستی قبل از ورود به خط توسط فیلتر متناسب با حجم و دبی آب ورودی تصفیه گردد. آب مصرف شده در یک قطعه جهت انتقال به قطعه دیگر می بایستی تصفیه شده و از ورود مواد زائد به قطعه بعد جلوگیری گردد. در دمای زیر 2^0C عملیات پر کردن خط نباید انجام شود ، در غیر اینصورت بایستی مطابق دستورالعمل مورد تأیید کارفرما، ضد یخ به آب اضافه گردد.

http://www.mohandes-iran.com

ابگیری همیشه از پایین ترین قسمت
خط انجام می شود تا فاقد هوا باشد

http://www.mohandes-iran.com

ازمایش عدم هوا

۷–۲– آزمایش عدم وجود هوا

وجود هوا در شبکه آزمایش را مختل نموده و نتایج را بی ارزش میسازد.لذا باید شبکه از هوا تخلیه شده و از عدم وجود هوا ی بیش از حد مجاز در خط اطمینان حاصل گردد.این آزمایش قبل از آزمایش مقاومت و بـه ترتیب زیر انجام می شود .

http://www.mohandes-iran.com

نقشه های خط

- **نقشه هاي پروفيل طولي مسير و اطلاعات مورد لزوم آزمايش نظير ارتفاع و حداكثر فشار نقاط مختلف خط لوله در زمان آزمايش هيدرواستاتيك و زمان بهره برداري بايد توسط پيمانكار تهيه و در اختيار مسئولين ذيربط قرارگيرد.**

http://www.mohandes-iran.com

تقسيم بندي خط لوله جهت آزمايش

- مبناي تقسيم بندي خط لوله براي آزمايش بايد به نحوي باشد كه تنش حلقوی ایجاد شده (S . M . y . S) در لوله در پائین ترین نقطه خط معادل 110%تنش تسلیمی نازکترین ضخامت و در بالا ترین نقطه ، حداقل معادل 90%تنش تسلیمی نازکترین ضخامت باشد و برای این کار از فرمول بارلو استفاده می شود.

http://www.mohandes-iran.com

$$P = \frac{2ST}{D}$$

- **P= PRESSURE**
- S = SPECIFIED MINIMUM YEILD STRENGTH = 65000 PSI
- T = WALL THICKNESS INCH = 0/875"
- D = OUT SIDE DIAMETER OF PIPE DIA = 56"

http://www.mohandes-iran.com

حداکثر فشارمجاز

- *حداکثر فشارمجاز در پائین ترین نقطه قطعه
  P*%110 = PMAX
- حداقل فشارمجاز در بالاترین نقطه قطعه
- P*%90 = Pmin

- حداکثر ارتفاع مجاز در هر قطعه :
- PMAX-PMIN/1,422=ΔH
- 406.28/1.422 = 286m

http://www.mohandes-iran.com

ارسال توپك تميز كننده (Cleaning pig)

- پس از تقسيم بندي خط لوله و قبل از شروع آزمايش هيدرواستاتيك به منظور پاک کردن خط از مواد جامد و آب که احياناٌ در حين اجرا در خط ايجاد شده بوسيله هوای فشرده يک پيک تميز کننده از ابتدای قطعه ارسال می نمائيم تا خط کاملا پاک شود

http://www.mohandes-iran.com

ارسال توپك اندازه (Gauging Pig)

- بمنظور حصول اطمينان از يكنواختي بودن قطر داخلي لوله ، عبوردادن پيك اندازه ضروري ميباشد به يكي از صفحه هاي پيك اندازه صفحه مدور فلزي به ضخامت حداكثر 10mm و به قطر 95%ضخيم ترين لوله بكار رفته در قطعه نصب خواهد شد.

- D= [56 –(2)* ((بزرگترين ضخامت *2.54
- 0.95% * قطر داخلی ضخیم ترین لوله به کار رفته = قطر صفحه اندازه

http://www.mohandes-iran.com

- پس از خروج پيك اندازه از خط لوله ودرصورت سالم بودن صفحه اندازه و تاييد آن از طرف بازرس آزمايش از آن عكس برداري شده و عكس آن در پرونده نگهداري خواهد شد در غير اين صورت ضمن رفع اشكال موجود در خط لوله مجددا توپك اندازه گير ارسال شده تا اطمينان از سلامت لوله حاصل شود نتايج ارسال توپك اندازه در فرم مخصوص درج ميگردد

http://www.mohandes-iran.com

پر کردن لوله جهت آزمایش

- پر کردن لوله جهت آزمایش
- پس از دريافت توپك هاي تميز كننده و صفحه اندازه و حصول اطمينان از تميزي لوله و سالم بودن قطر داخلی آن اقدام به پركردن قطعه لوله مورد آزمايش ازآب ميشود، ابتدا بايد مقداري آب كه براي جلوگيري از فرارپيك در نقاط رو به پايين در حدود ۱۰۰ متر طول لوله در جلوی پیک در خط تزریق می گردد ، و با تعويض شير در پشت پيك به وسيله پمپ پركن پيك پركننده را حركت مي دهيم تا تمام قطعه مورد آزمايش پراز آب شود، شير خروجي پمپ بايد به حدي باز باشد كه بتوان توپك را با سرعت ميانگين حدود 10m در دقيقه به جلو براند پس از رسيدن توپك به انتهاي قسمت مورد آزمايش ميبايد حدود20 دقيقه آب موجود در داخل لوله تخليه شود در حاليكه پمپ همچنان در حال تزريق ميباشد تا اطمينان كامل از تخليه هواي احتمالي داخل لوله بعمل آيد، سپس شيرهاي تخليه را بسته و اقدام به بالابردن فشار تاحدي كه پمپ پركننده اجازه ميدهد نمود و از اين به بعدفشار توسط پمپ پيستوني يا (Test pump) تاحد فشار آزمايش مقاومت بالابرده مي شود ضمنا در حين پركردن خط لوله بايد دقت شود تا از فرار پيك جلوگيري بعمل آيد تا هواي داخل لوله كاملا تخليه شود.

http://www.mohandes-iran.com

نصب دستگاههاي اندازه گيری

- دستگاههاي ثبات فشار وفشار سنج وزنه اي (D.W.T) در داخل كاروان ثابت نصب ميگردند و دستگاه ثبات حرارت به فاصله حدود 35m از ابتداي قطعه اول خاك روي لوله را برداشته و سطح آن را از مواد عايق كاملا پاك نموده و قسمت حساس دستگاه حرارت سنج را روي محل پاك شده قرارميدهيم و مقداري پشم شيشه روي آن را پوشانده و به وسيله نوار عايق آن را روي لوله محكم كرده و با خاك روي سيم المنت آن را پوشانده به طوري كه هم سطح اطراف گرددو خود دستگاه در سطح قرار گيرد.در صورت طولانی بودن قطعه ، دو دستگاه ثبات حرارت در اپتدا و انتهای قطعه نصب خواهد شد .

http://www.mohandes-iran.com

آزمايش مقاومت

- فشا ر آزمايش مقاومت بايد به حدي باشد كه تنش حلقوي حاصله در لوله در پايين ترين نقطه خط برابر 110% تنش تسليمی (S . M . y . S) و در بالاترين نقطه خط حداقل 95% تنش تسليمی نازكترين لوله قطعه باشد ، در غير اينصورت ميبايست خط لوله را به قطعات كوچكتر تقسيم نمود تاشرايط فوق حاصل آيد.از نظر بررسي مقاومت لوله در برابرتغييرات ناگهاني فشار آزمايش مقاومت انجام ميگيرد.

http://www.mohandes-iran.com

- براي اطمينان از عدم وجود هوا در خط لوله آزمایش زیر را باید انجام داد .ابتدا حجم معيني از آب لوله برداشته و افت فشار توسط فشار سنج وزنه اي به دقت اندازه گيري ميگردد سپس افت فشار محاسبه ای از فرمول ذیل محاسبه شود و هر دو افت با هم مقایسه شده و نسبت آنها به دست آورده شود چنانچه افت اندازه گیری شده بر افت فشار محاسبه شده 95% یا بیشتر باشد مقدار هوای موجود مجاز می باشد و چنانچه این نسبت از 95% کمتر باشد هوای داخل لوله بیش از حد مجاز بوده و میبایست این هوا از خط لوله خارج گردد و با تخلیه مقدار زیادی آب از خط و تزریق همزمان آب به خط لوله هوا را به حداقل می رسانیم . درجه حرارت آب برداشت شده به وسیله دماسنج دیجیتالی اندازه گیری میشود .

http://www.mohandes-iran.com

آزمايش يكنواختي

- –پس از تایید آزمایش مقاومت وهمچنین عدم وجود هوا فشار خط را به حد فشار آزمايش نشتي رسانيده و خط را براي مدت ۷۲ ساعت جهت يكنواخت شدن فشار و درجه حرارت تحت نظر قرار داده تا درحه حرارت آب خط لوله و زمين يكنواخت گردد و پس از مدت دوره يكنواختی با بررسی چارتهای ثبت فشار و درجه حرارت خط و اطمينان از يكنواختی قطعه آزمايش نشتی شروع می شود.

http://www.mohandes-iran.com

آزمايش نشتي

- پس از انجام آزمایش مقاومت و عدم وجود هوا و یکنواخت شدن خط آزمایش نشتی که فشار آن در بالاترین نقطه تراکم منطقه یا (class Location) تعیین می کند شروع می شود بطوریکه
- برای مناطق ردیف یک ..... ۱/۱ برابر فشار بهره برداری .
- برای مناطق دو ..... ۱/۲۵ برابر فشار بهره برداری .
- برای مناطق ۳ و ۴ ..... ۱/۴ برابر فشار بهره برداری .
- نباید در بالاترین نقطه قطعه از جدول فوق کمتر باشد .
- توضیح : لوله ها در کارخانه بافشار ۹۵% S.M.Y.S هر ضخامت از لوله ها تست شده است .
- هدف از این آزمایش : ! نداشتن افت فشار غیر قابل توجیه می باشد .!

http://www.mohandes-iran.com

تخليه وخشك كردن :

- پس ازتاييد آزمايش نشتي بايد خط لوله از آب تخليه و خشك گرددآب موجود در قطعه مورد آزمايش بايد به وسيله كمپرسور و توپك تخليه گرددوخشك شود پس از آنكه همراه توپك دريافتي آبي مشاهده نشد بايد عمل هوا دهي توسط كمپرسور به داخل لوله ادامه يابد تا از خشك بودن هواي خروجي از انتهاي خط اطمينان حاصل نمائيم گزارش تخليه آب و خشكي خط لوله آزمايش شده در فرم مخصوص تهيه خواهد شد.

http://www.mohandes-iran.com

پیگ خشک کن

http://www.mohandes-iran.com

پیش تست لوله های ایستگاه یازیر گذر ها :

- جهت اطمینان از کیفیت لوله هائی که قرار است در ایستگاه ها وزیر گذر ها مورد استفاده قرار گیرند ، و عملیات پیش تست لوله های فوق بشرح زیر انجام میشود : لوله های مورد نظر جوشکاری کامل شده وکپ واتصالات لازم جهت آبگیری واندازه گیری فشار (گیج فشار) بر روی آن نصب ، آبگیری انجام وفشار تا میزان p.s.i ۱۵۷۵ (۱/۵×۱۰۵۰)بالابرده میشود وبه مدت ۴ ساعت دراین فشار ثابت نگه داشته خواهد شد .(در صورت تقلیل ویا افزایش فشار با تزریق ویا تخلیه آب ، فشار ثابت نگه داشته میشود).در انتها در صورت عدم مشاهده نشتی از محل درز جوش لوله ها ، لوله های فوق قابل استفاده در محل های ذکر شده خواهند بود .

http://www.mohandes-iran.com

ـ پیش تست شیر های منصوب در ایستگاه ها:

- جهت اطمینان از کیفیت شیر های منصوب در ایستگاه ها ، شیر هارا متصل به کپ وهدر نموده وپس از نصب ابزار اندازه گیری نسبت به آبگیری وبالابردن فشار تا ۱/۵ برابر فشار طراحی (۱۵۷۵ p.s.i) اقدام خواهد شد . شیر (یا شیر ها) به مدت ۴ ساعت دراین فشار ثابت نگه داشته خواهد شد . (در صورت تقلیل ویا افزایش فشار با تزریق ویا تخلیه آب ،فشار ثابت نگه داشته میشود). درانتها درصورت عدم مشاهده نشتی از شیر (یا شیر ها) ، آنها قابل استفاده در خط خواهند بود . لازم به ذکر است که شیر (یاشیر ها) باید بصورت نیم باز (۴۵درجه) تست شوند .

http://www.mohandes-iran.com

دوره تخصصی بازرسی خطوط لوله انتقال نفت و گاز

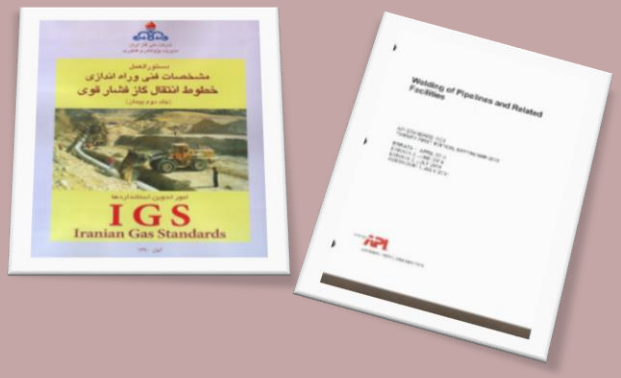
محل برگزاری دانشگاه رازی

مدرس : الفتی

جلسه پنجم

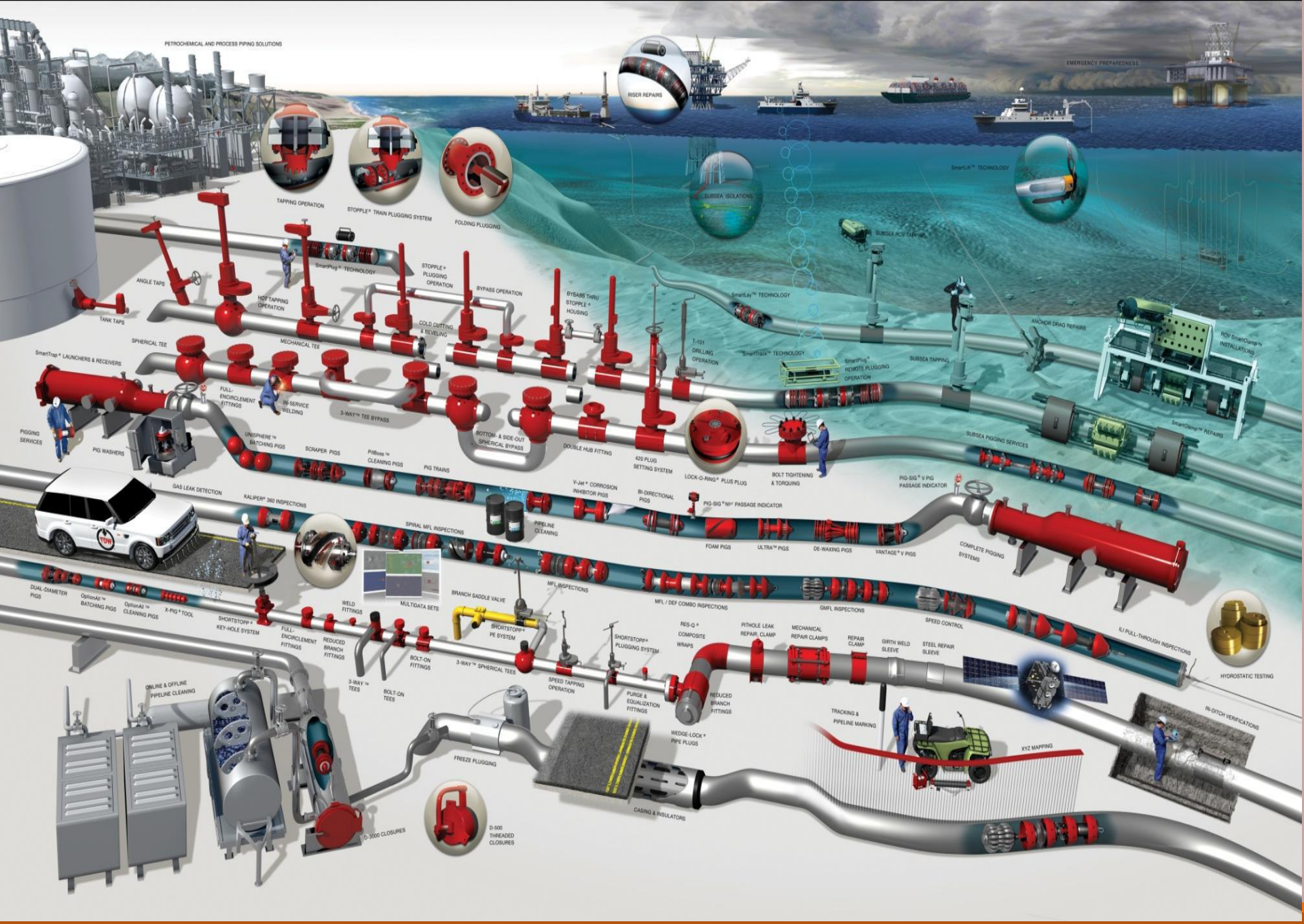
http://www.mohandes-iran.com

THANK YOU



موضوعات دوره:

.مسیر خطوط لوله
.ریسه کردن و خمکاری لوله
.عملیات جوشکاری لوله
.بازرسی جوش
.سند بلاست –عایقکاری
.لوله گذاری – خاکریزی
. عبور از تقاطع ها و موانع
.تجهیزات
.خوردگی خط لوله
.توپک رانی


PETROCHEMICAL AND PROCESS PIPING SOLUTIONS
RISER REPAIRS
EMERGENCY PREPAREDNESS
TAPPING OPERATION
STOPPLE® TRAIN PLUGGING SYSTEM
FOLDING PLUGGING
SUBSEA ISOLATIONS
SmartLift™ TECHNOLOGY
SUBSEA ROV TAPPING
ANGLE TAPS
TANK TAPS
HOT TAPPING OPERATION
SmartPlug® TECHNOLOGY
STOPPLE® PLUGGING OPERATION
BYPASS OPERATION
BYPASS THRU STOPPLE® HOUSING
COLD CUTTING & BEVELING
SmartLay™ TECHNOLOGY
T-101 DRILLING OPERATION
SmartTrack™ TECHNOLOGY
SmartPlug® REMOTE PLUGGING OPERATION
SUBSEA TAPPING
ANCHOR DRAG REPAIRS
ROV SmartClamp™ INSTALLATIONS
SPHERICAL TEE
MECHANICAL TEE
SmartTrap® LAUNCHERS & RECEIVERS
FULL-ENCIRCLEMENT FITTINGS
HI-SERVICE WELDING
3-WAY™ TEE BYPASS
SmartClamp™ REPAIRS
PIGGING SERVICES
PIG WASHERS
UNISPHERE™ BATCHING PIGS
SCRAPER PIGS
PIRBoss™ CLEANING PIGS
PIG TRAINS
BOTTOM- & SIDE-OUT SPHERICAL BYPASS
DOUBLE HUB FITTING
420 PLUG SETTING SYSTEM
LOCK-D-RING® PLUS PLUG
BOLT TIGHTENING & TORQUING
SUBSEA PIGGING SERVICES
GAS LEAK DETECTION
KALIPER® 360 INSPECTIONS
V-Jet® CORROSION INHIBITOR PIGS
BI-DIRECTIONAL PIGS
PIG-SIG® NPI® PASSAGE INDICATOR
PIG-SIG® V PIG PASSAGE INDICATOR
SPIRAL MFL INSPECTIONS
PIPELINE CLEANING
FOAM PIGS
ULTRA™ PIGS
DE-WAXING PIGS
VANTAGE® V PIGS
COMPLETE PIGGING SYSTEMS
DUAL-DIAMETER PIGS
OptionAl™ BATCHING PIGS
OptionAE™ CLEANING PIGS
X-PIG® TOOL
SHORTSTOPP® KEY-HOLE SYSTEM
FULL-ENCIRCLEMENT FITTINGS
REDUCED BRANCH FITTINGS
WELD FITTINGS
MULTIDATA SETS
BRANCH SADDLE VALVE
SHORTSTOPP® PE SYSTEM
MFL INSPECTIONS
MFL / DEF COMBO INSPECTIONS
GMFL INSPECTIONS
SPEED CONTROL
ILI PULL-THROUGH INSPECTIONS
HYDROSTATIC TESTING
BOLT-ON FITTINGS
3-WAY™ SPHERICAL TEES
SHORTSTOPP® PLUGGING SYSTEM
RES-Q® COMPOSITE WRAPS
PITHOLE LEAK REPAIR, CLAMP
MECHANICAL REPAIR CLAMPS
REPAIR CLAMP
GIRTH WELD SLEEVE
STEEL REPAIR SLEEVE
3-WAY™ TEES
BOLT-ON TEES
SPEED TAPPING OPERATION
PURGE & EQUALIZATION FITTINGS
REDUCED BRANCH FITTINGS
ONLINE & OFFLINE PIPELINE CLEANING
WEDGE-LOCK® PIPE PLUGS
TRACKING & PIPELINE MARKING
XYZ MAPPING
IN-DITCH VERIFICATIONS
FREEZE PLUGGING
CASING & INSULATORS
D-3000 CLOSURES
D-500 THREADED CLOSURES

معرفی ایستگاه انتقال گاز

- ایستگاه فرستنده
- ایستگاه شیر بین راهی
- ایستگاه دریافت کننده
- ایستگاه انشعاب
- ایستگاه تقویت فشار
- ایستگاه حفاظت کاتدی

ایستگاه های شبکه شهری

- ایستگاه کنترل گاز شهر CGS
- ایستگاه تقلیل فشار مرزی :(T.B.S) (Townborder station)
- ایستگاه تقلیل فشار **Regulat station**

ایستگاه کنترل گاز شهر CGS

ایستگاه های برون شهری (CGS) فشار گاز را از 1000 تا 250 پوند و ایستگاه های درون شهری (TBD) فشارگاز را از 250 به 60 پوند کاهش می دهند در سایر ایستگاه ها فشارهای ورودی و خروجی با توجه به شرایط عملیاتی و نیاز مصرف کنندگان متغیر است، در تمامی ایستگاه ها علاوه بر کاهش فشار، ناخالصی موجود در گاز پالایش شده و مقدار جریان ورودی و خروجی گاز توسط تجهیزات اندازه گیری کنترل می شود.

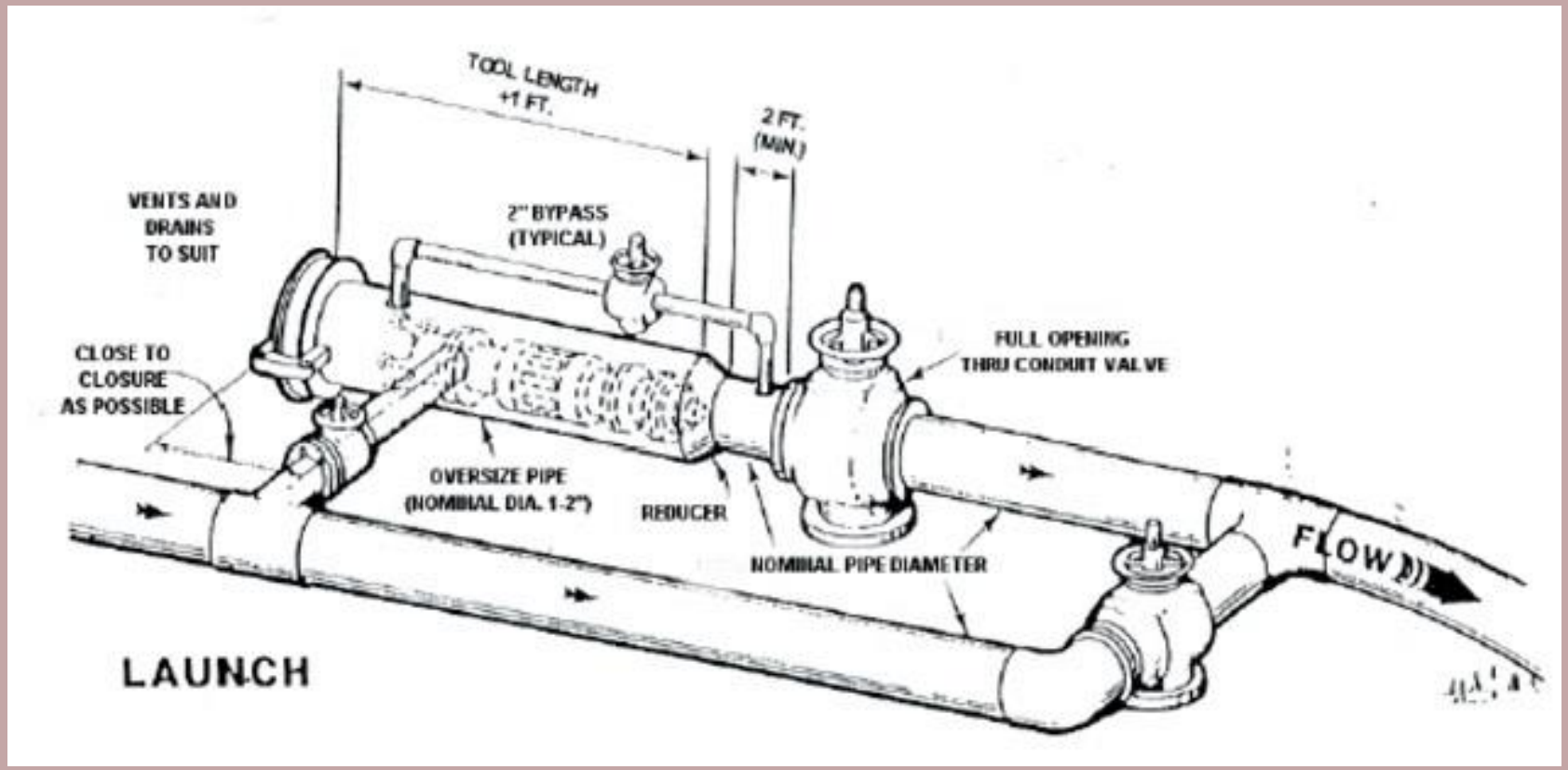
ایستگاه تقلیل فشار مرزی :(Townborder station) (T.B.S)

گاز توسط خطوط اصلی شبکه تغذیه و یا حلقه کمربندی با فشار حداکثر PSIG 250 و فشار حداقل PSIG 150وارد ایستگاه تقلیل فشار درون‌شهر(D.R.S یا T.B.S) میگردد،پس ازتقلیل فشاربه PSIG 60 وارد خطوط شبکه توزیع (Distribution) که بصورت حلقه‌ای (Loop) و بعضا" شاخه‌ای طراحی شده‌اند مي گردد و از طریق خطوط انشعاب (Servis eline) گاز مصرف کنندگان ،پس از تقلیل فشار توسط Service regulator برحسب نوع ومیزان مصرف تأمین میگردد .

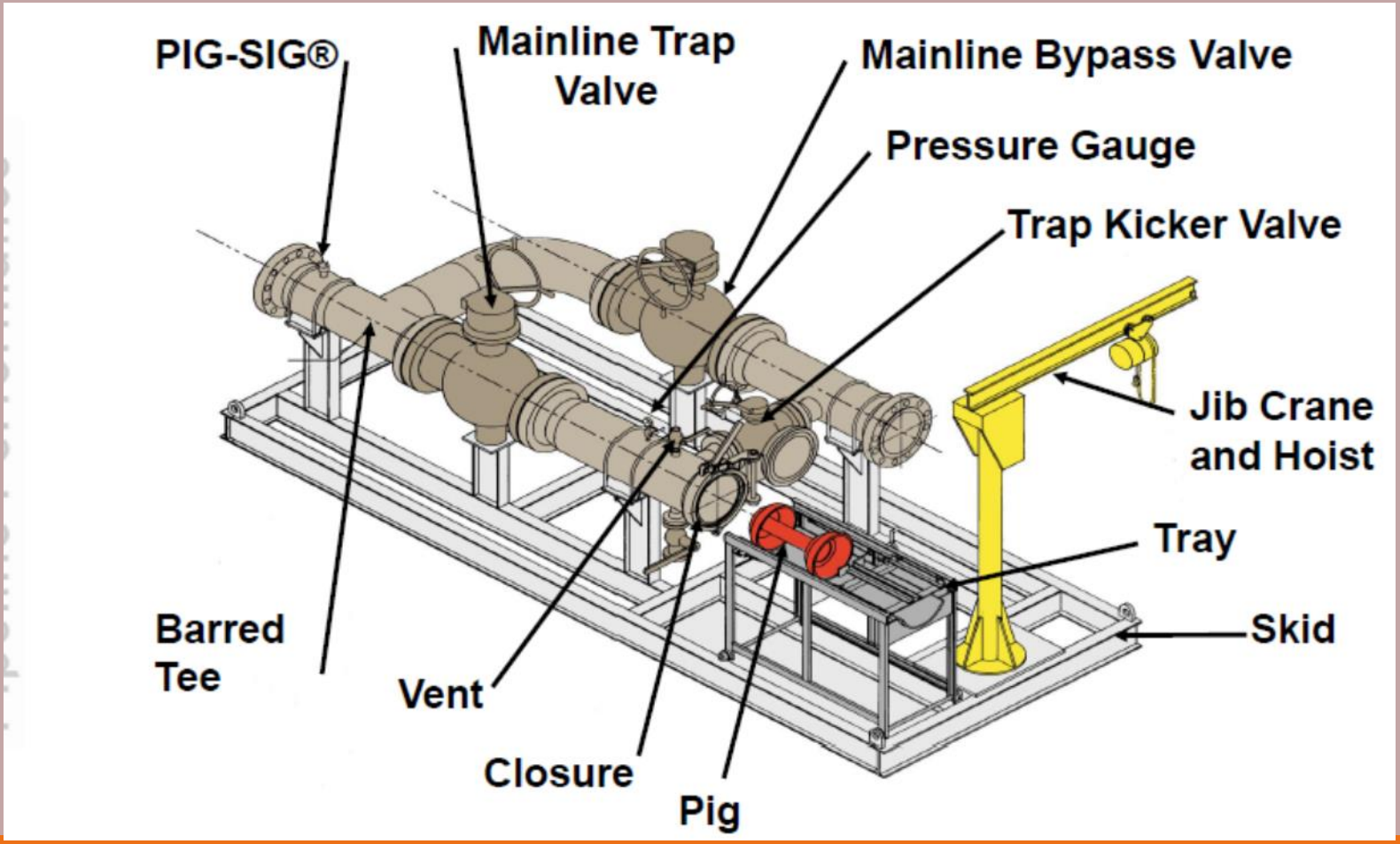
Regulat station **ایستگاه تقلیل فشار**

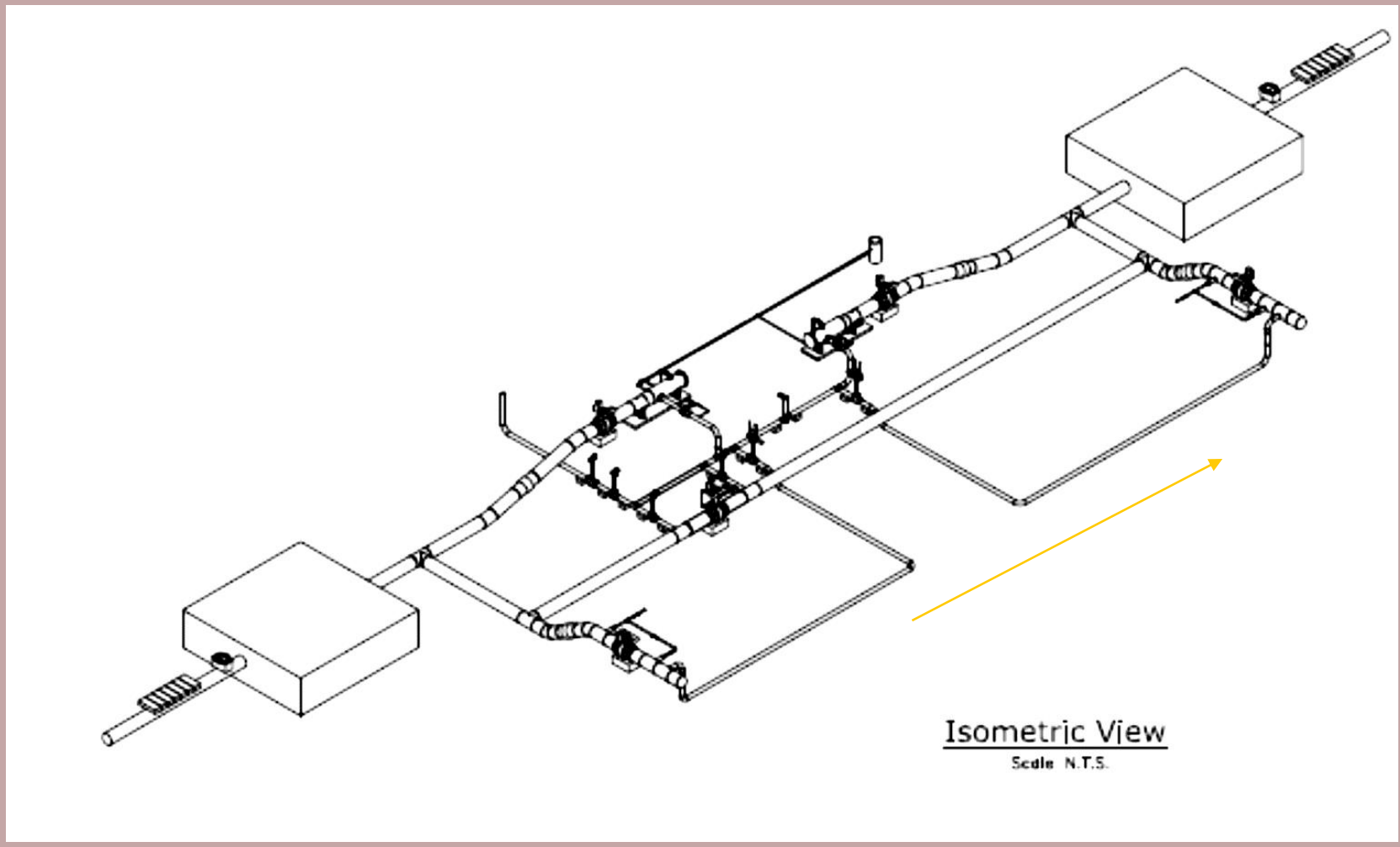
گازمصرف کنندگان ویژه تجاری عمده داخل شهرها از طریق خطوط شبکه تغذیه PSIG 250 یا خطوط شبکه اصلی توزیع PSIG 60 ویا خطوط لوله شاخه‌ای میباشد که با نصب یك ایستگاه تقلیل (R.S) درمحل براساس میزان مصرف حداکثر ساعتی درحد اشباع وفشارموردنیاز(معمولا"2یا15یا30پوند بر اینچ مربع) گاز آنان تأمین میگردد.

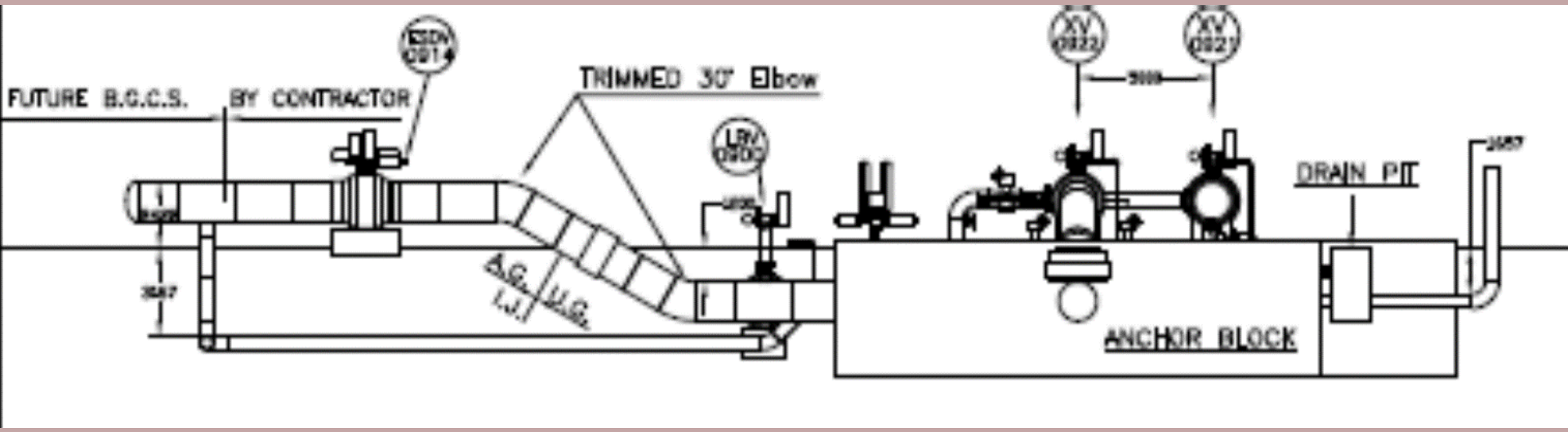
launcher ایستگاه فرستنده



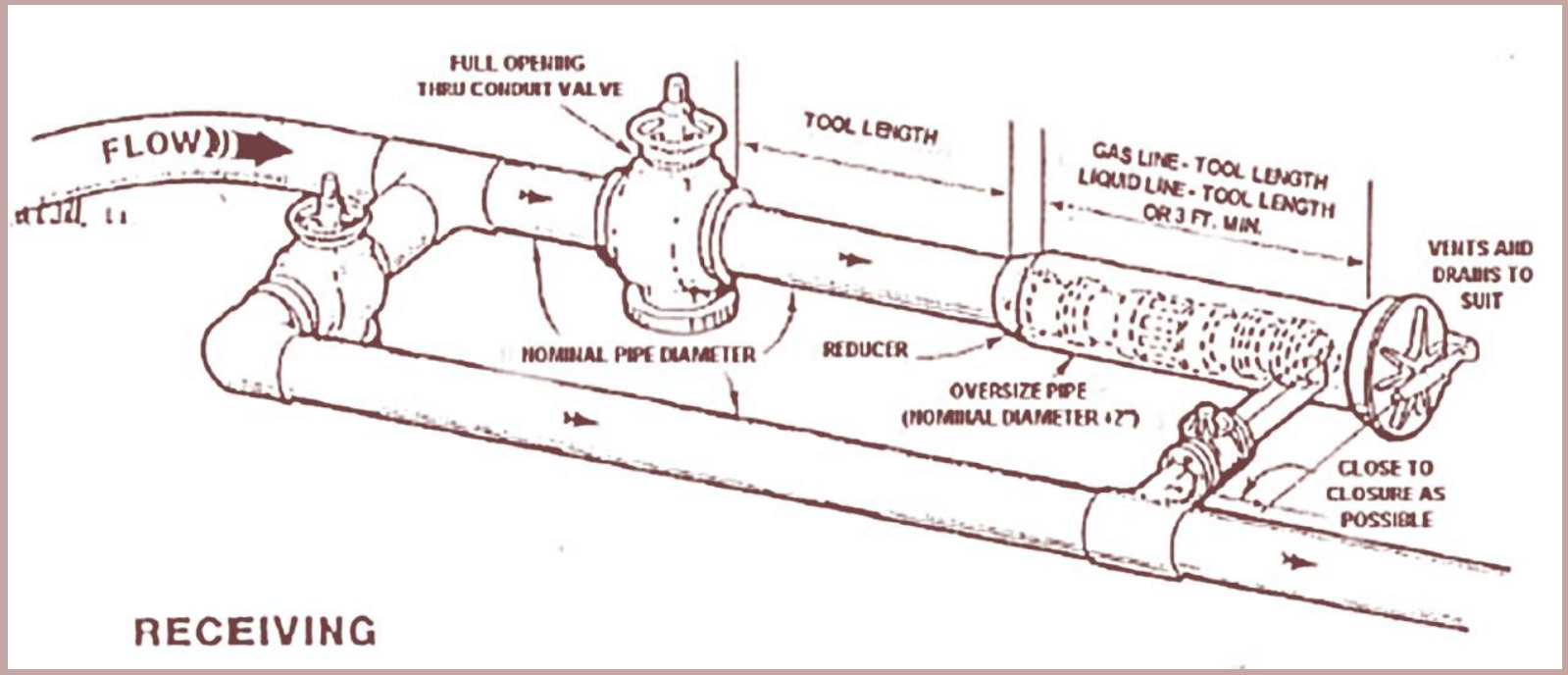
قسمت های لانچر



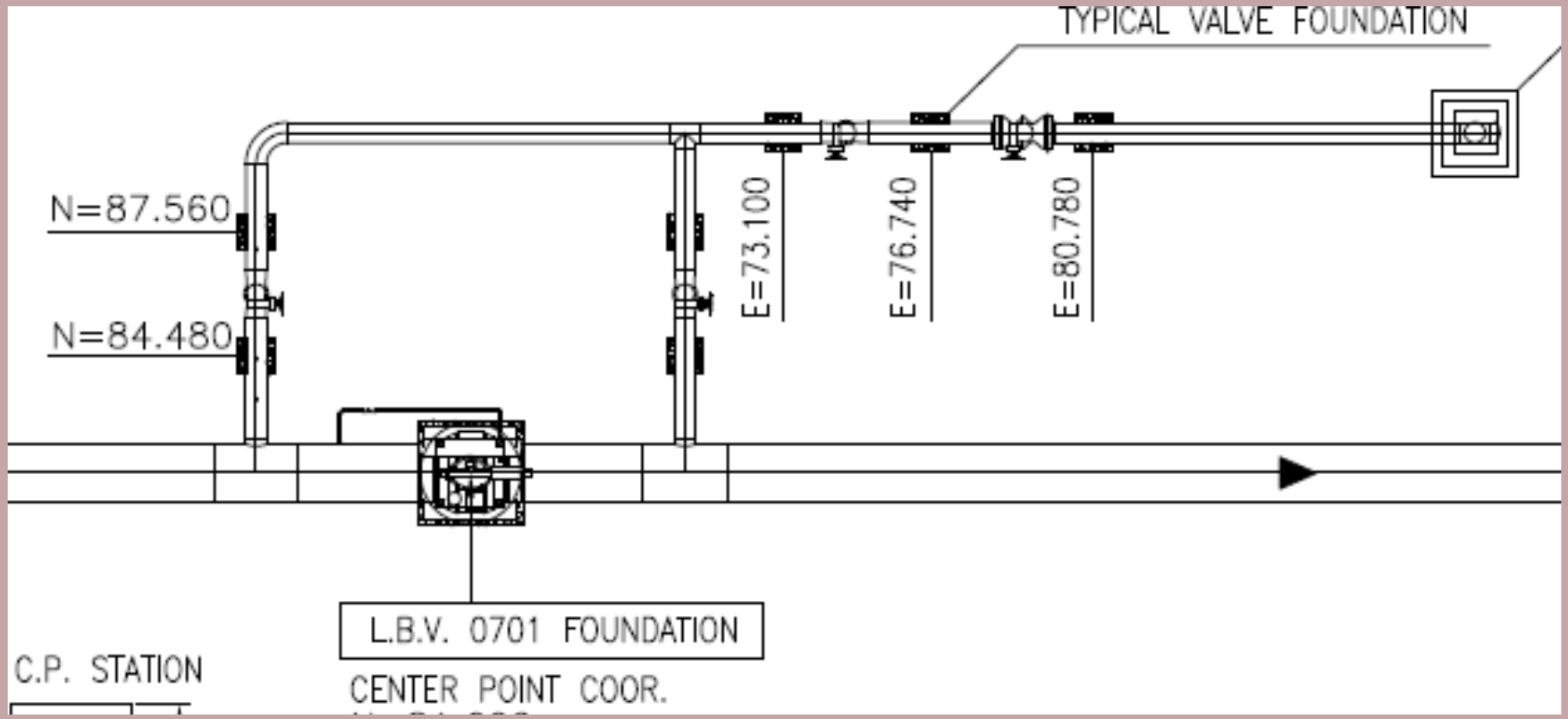

Isometric View
Scale N.T.S.


FUTURE B.C.C.S.
BY CONTRACTOR
TRIMMED 30° Elbow
DRAIN PIT
ANCHOR BLOCK

ایستگاه دریافت receiver

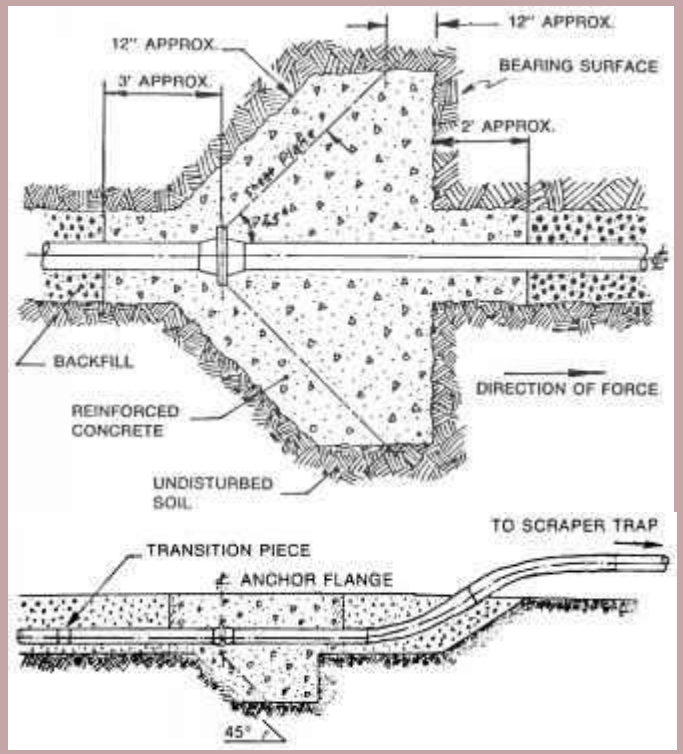


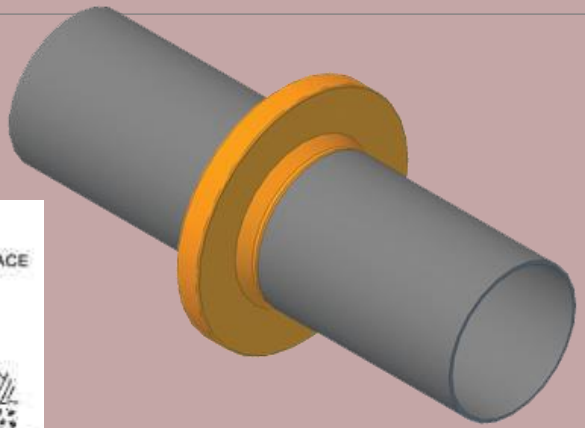
ایستگاه شیر بین راهی



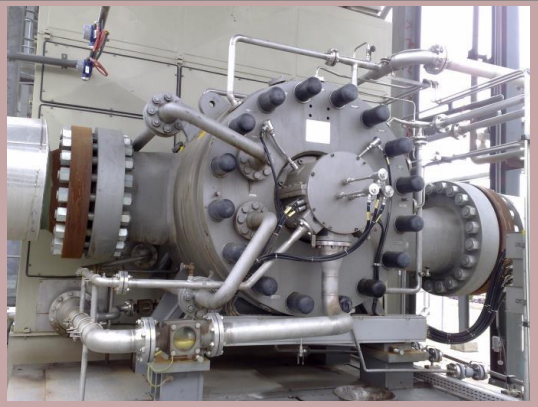
pipeline compressor station

anchor block





تجهیزاتی که در ایستگاهها ی تقویت فشار گاز



توربین گازی

توربو کمپروسور

کمپرسور گاز

اسکرابرها

خنک کن های گاز

خنک کن های روغن

نصب اتصال عایقی

برای جلوگیری از خوردگی بنا بر طراحی خط لوله سراسری از انشعاب ورودی و خروجی ایستگاه تقویت فشار گاز جدا می¬شوند. جدا شدن از طریق نصب قطعه¬ای به اسم ایزولیتینگ جوینت (([]انجام می¬شود. ساختمان []به گونه¬ای طراحی شده که ماده¬ای عایق¬مانند در ساختمان

آن به کار رفته تا دو طرف لوله را از هم جدا کند.

ایستگاه حفاظت کاتدی CPS

CORROSION

AND

CATHODIC PROTECTION

تعریف خوردگی

خوردگی(CORROSION) یک واکنش متقابل (با ذات الکتروشیمیایی) فیزیکی شیمیایی بین یک فاز و محیط اش می باشد که منجر به تغییر در خواص فلز می گردد و ممکن است باعث تضعیف عملکرد فلز، محیط و یا سیستمی شود که این دو آن را تشکیل می دهند.

مکانیزم های تخریب فلزات

خوردگی اتمسفری

خوردگی الکتروشیمی

خوردگی داغ

اکسیداسیون در دمای بالا

خوردگی فرسایش وسایشی

۱ – خوردگی یکنواخت یا سرتا سری Uniform attack

۲ – خوردگی گالوانیک یا دوفلزی Galvanic or Tow metal corrosion

۳ – خوردگی شیاری corrosion Crevice

۴ – حفره دار شدن Pitting

۵ – خوردگی بین دانه ای Inergranular corrosion

۶ – جدایش انتخابی Selective Leaching

۷ – خوردگی سایشی corrosion Erosion

۸ – خوردگی توام با تنش Stress corrosion

شرایط ایجاد خوردگی

۱- وجود آند و کاتد.

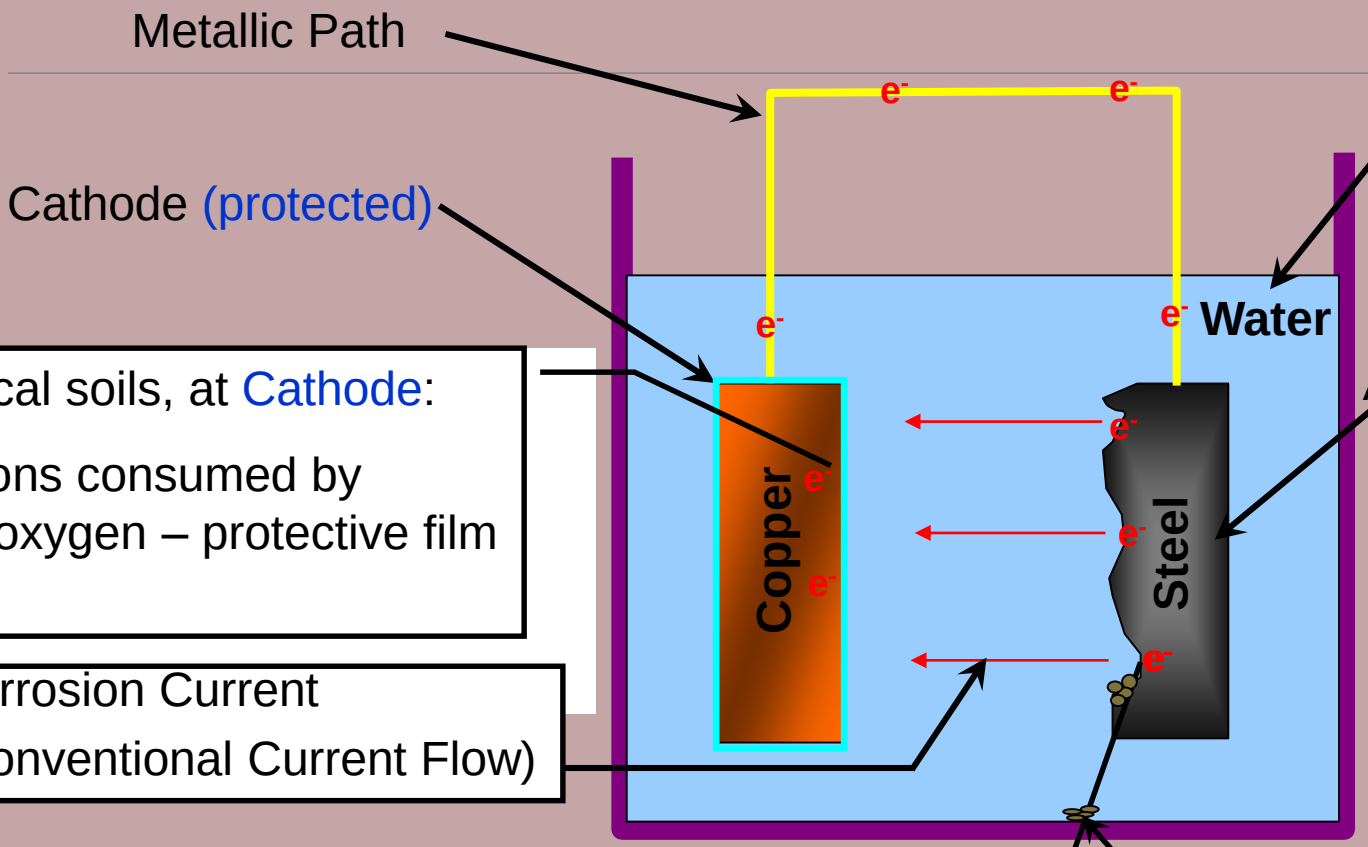
۲- اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد.

۳- رابط فلزی بین آند و کاتد(جهت انتقال الکترون).

۴- وجود الکترولیت هادی، به نحوی که هم آند و هم کاتد در این الکترولیت واقع باشند(جهت انتقال یونها).

شکل III-1 : لوله بدون عایق - بدون حفاظت کاتدی

Basic Corrosion Mechanism

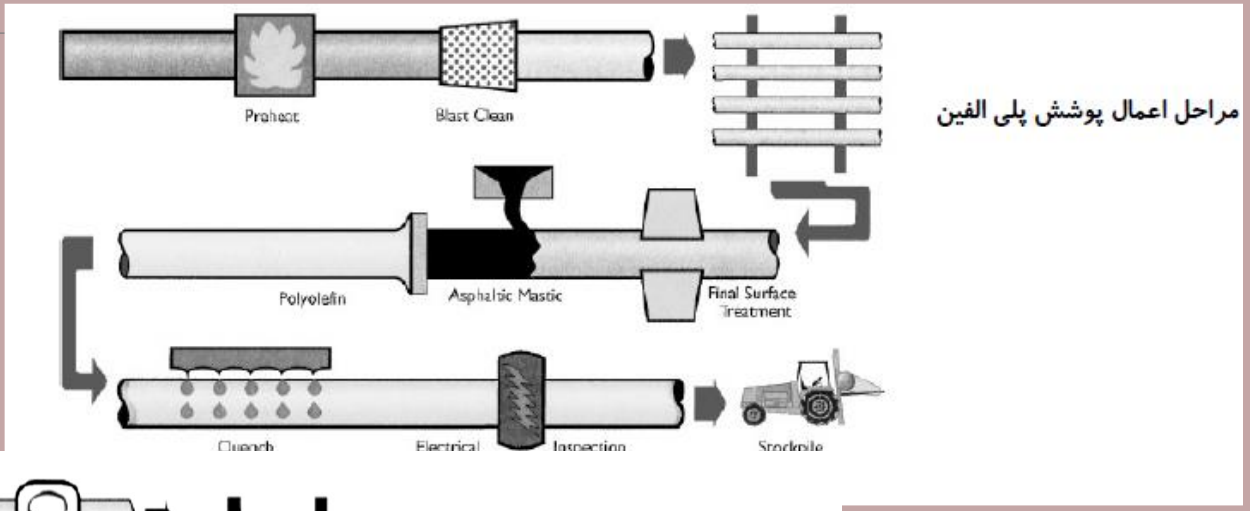


http://www.mohandes-iran.com

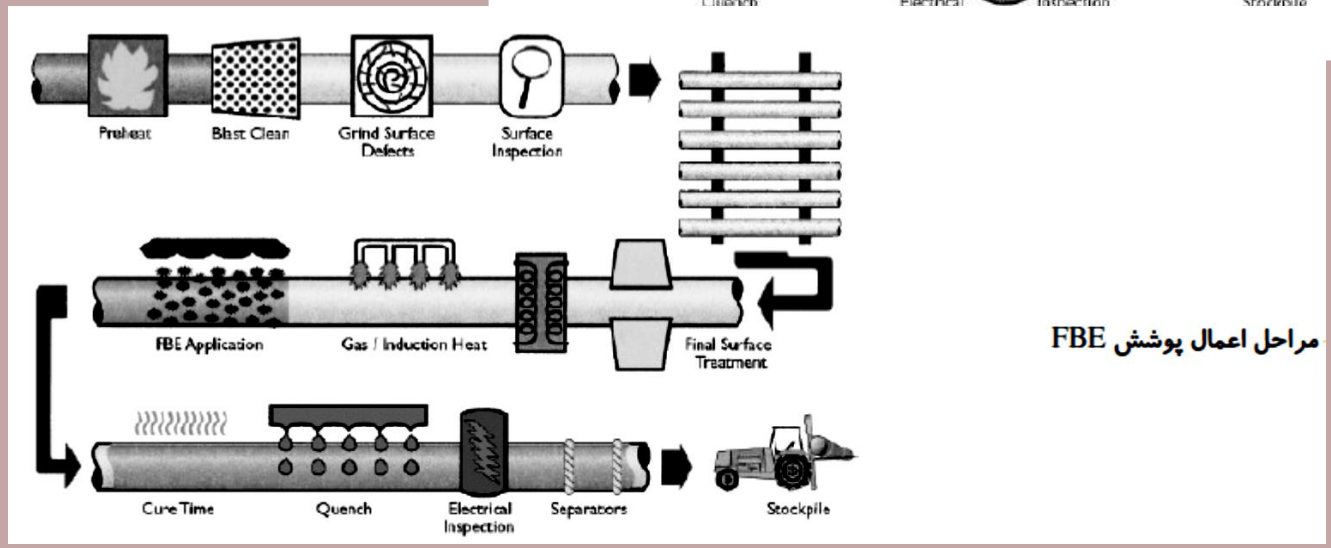
روش های کنترل خوردگی

- حذف عامل خورنده ورفع شرایط موثر
- طراحی مناسب
- افزایش مقاومت به خوردگی لوله با انتخاب مواد مناسب
- عایق کاری و پوشش دهی
- حفاظت کاتدی و اندی

پوشش دهی لوله



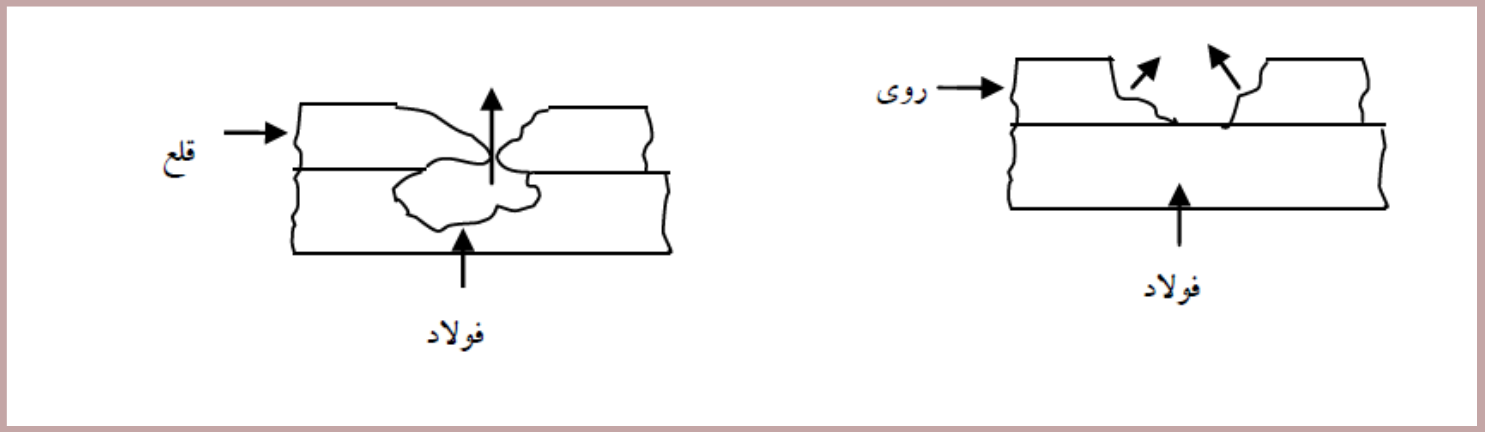
مراحل اعمال پوشش پلی الفین



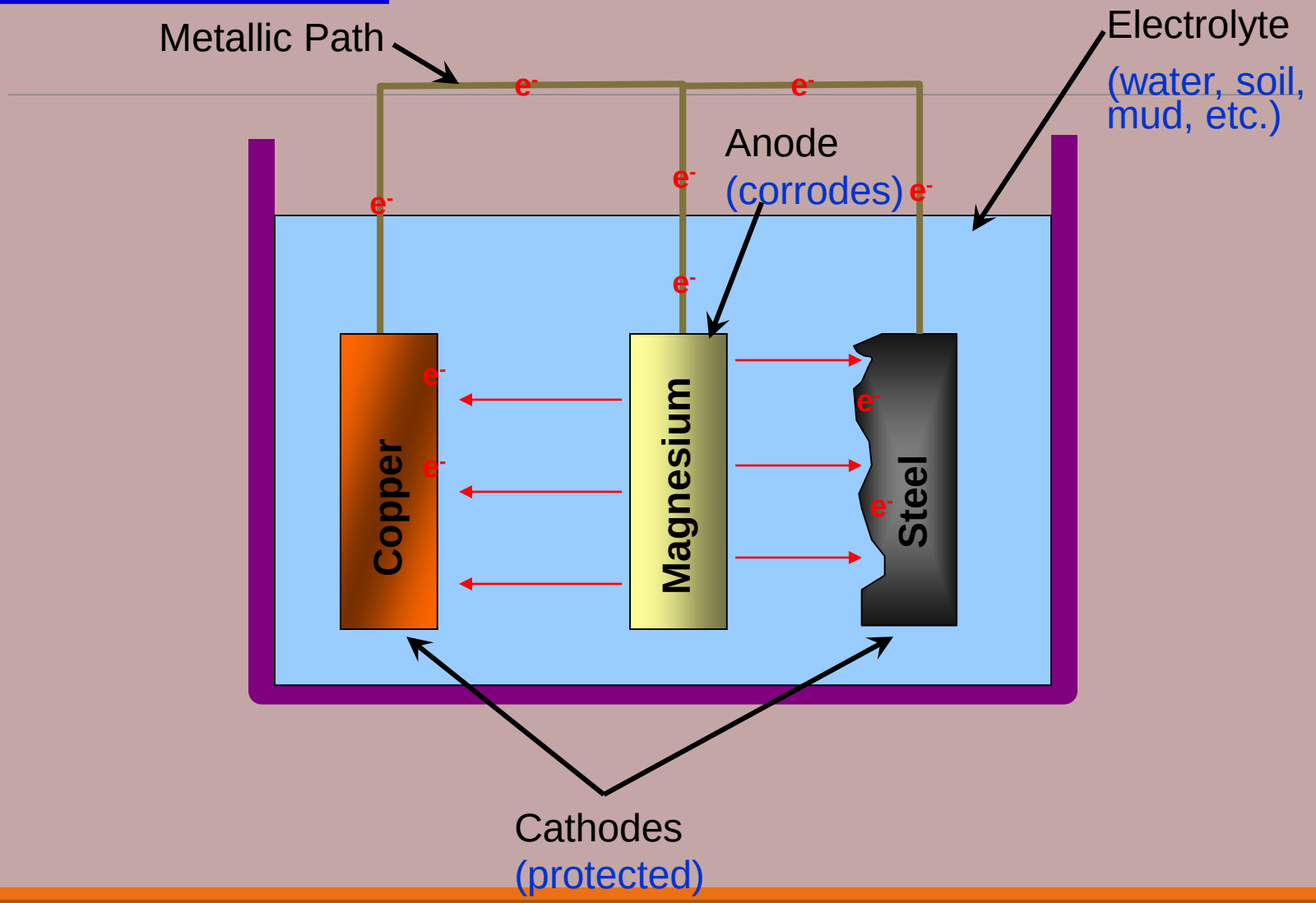
مراحل اعمال پوشش FBE

حفاظت کاتدی

پایه و اصول جلوگیری از خوردگی فلزات و آلیاژها به روش حفاظت کاتدی، دادن الکترون به سازه مورد نظر است. در این حالت به جای اینکه سازه یونیزه شود و یونهای مثبت آن وارد محیط شود و الکترون خود را به ناحیه کاتدی بدهد، توسط یک منبع (یک ترانسفورمر ـ رکتیفایر) و یا آندهای فدا شونده(SACRIFICIAL ANODE) به آن الکترون داده می شود و در حقیقت از طریق الکترولیت جریان مثبت به سطح کاتد مهاجرت کرده و شار مثبت ایجاد می کنند.



Basic Cathodic Protection Mechanism



جدول ۱- جدول نیروی الکتروموتوری استاندارد فلزات [۲]

	پتانسیل الکترود نسبت به الکترود هیدروژن نرمال در ۲۵ درجه سانتی گراد	تعادل فلز – یون فلز (اکتیویته واحد)	
	+۱/۴۹۸	$Au-Au^{+3}$	↑
	+۱/۲	$Pt-Pt^{+2}$	
	+۰/۹۸۷	$Pd-Pd^{+2}$	نجیب
	+۰/۷۹۹	$Ag-Ag^{+}$	
	+۰/۷۸۸	$Hg-Hg_2^{+2}$	
	+۰/۳۳۷	$Cu-Cu^{+2}$	
	۰/۰۰۰	H_2-H^{+}	
	-۰/۱۲۶	$Pb-Pb^{+2}$	
	-۰/۱۳۶	$Sn-Sn^{+2}$	
	-۰/۲۵۰	$Ni-Ni^{+2}$	
	-۰/۲۷۷	$Co-Co^{+2}$	
	-۰/۴۰۳	$Cd-Cd^{+2}$	
	-۰/۴۴۰	$Fe-Fe^{+2}$	فعال
	-۰/۷۴۴	$Cr-Cr^{+3}$	
	-۰/۷۶۳	$Zn-Zn^{+2}$	
	-۱/۶۶۲	$Al-Al^{+3}$	
	-۲/۳۶۳	$Mg-Mg^{+2}$	
	-۲/۷۱۴	$Na-Na^{+}$	
	-۲/۹۲۵	$K-K^{+}$	↓

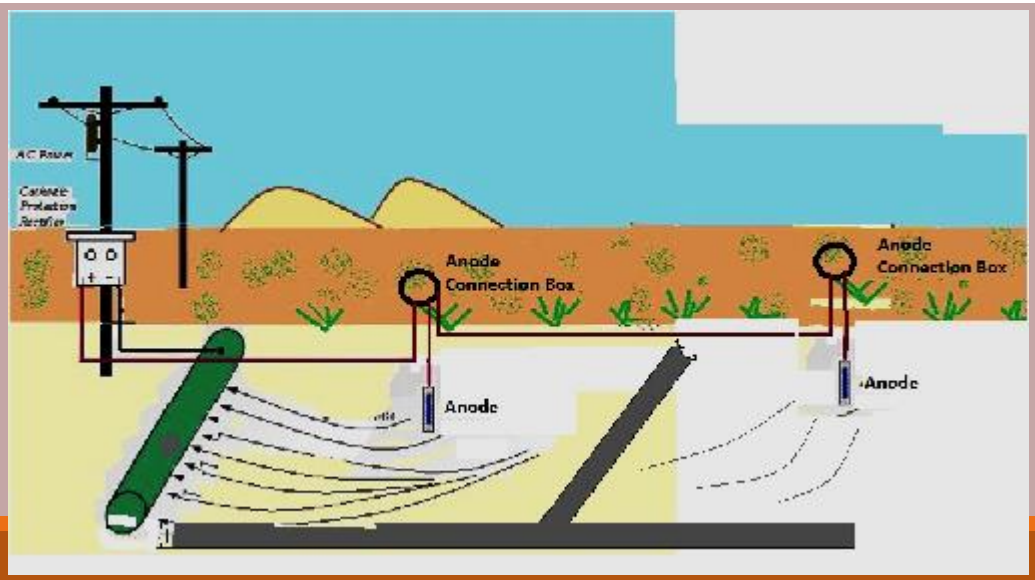
جدول ۲- جدول گالوانیکی بعضی فلزات و آلیاژها در آب دریا [۲]

نجیب یا کاتدی ↑	پلاتین
	طلا
	گرافیت
	تیتانیم
	نقره
	کلریمت ۳ (۶۲ نیکل، ۱۸ کرم، ۱۸ مولیبدن)
	هاستولی C (۶۲ نیکل ۱۷ کرم، ۱۵ مولیبدن)
	فولادزنگ‌نزن ۱۸-۸ مولیبدن (غیر فعال)
	فولادزنگ‌نزن ۱۸-۸ (غیر فعال)
	فولاد زنگ‌نزن کرم‌دار حاوی ۱۱ تا ۳۰ درصد کرم (غیر فعال)
	اینکونل (غیر فعال) (۸۰ نیکل، ۱۳ کرم، ۷۰ آهن)
	نیکل (غیر فعال)
	لحیم نقره (Silver Solder)
	مونل (۷۰ نیکل، ۳۰ مس)
	کوپرونیکلها (۶۰ تا ۹۰ مس، ۴۰ تا ۱۰ نیکل)
	برنزها (مس - قلع)
	مس
	برنجها (مس - روی)
	کلریمت ۲ (۶۶ نیکل، ۳۲ مولیبدن، ۱۰ آهن)
	هاستولی (۶۰ نیکل، ۳۰ مولیبدن، ۶ آهن، ۱ منگنز)
	اینکونل (فعال)
	نیکل (فعال)
	قلع
	سرب
	لحیم سرب - قلع
	فولاد زنگ‌نزن ۱۸-۸ مولیبدن (فعال)
	فولاد زنگ‌نزن ۱۸-۸ (فعال)
	چدن پرنیکل (Ni-Resist)
	فولاد زنگ‌نزنکرم دار،۱۳ درصد کرم (فعال)
	چدن
	فولاد یا آهن
فعال یا آندی ↓	آلومینیم ۲۰۲۴ (۴/۵ مس، ۱/۵ منیزیم، ۰/۶ منگنز)
	کادمیم
	آلومینیم خالص تجارتی (۱۱۰۰)
	روی
	منیزیم و آلیاژهای آن

http://www.mohandes-iran.com

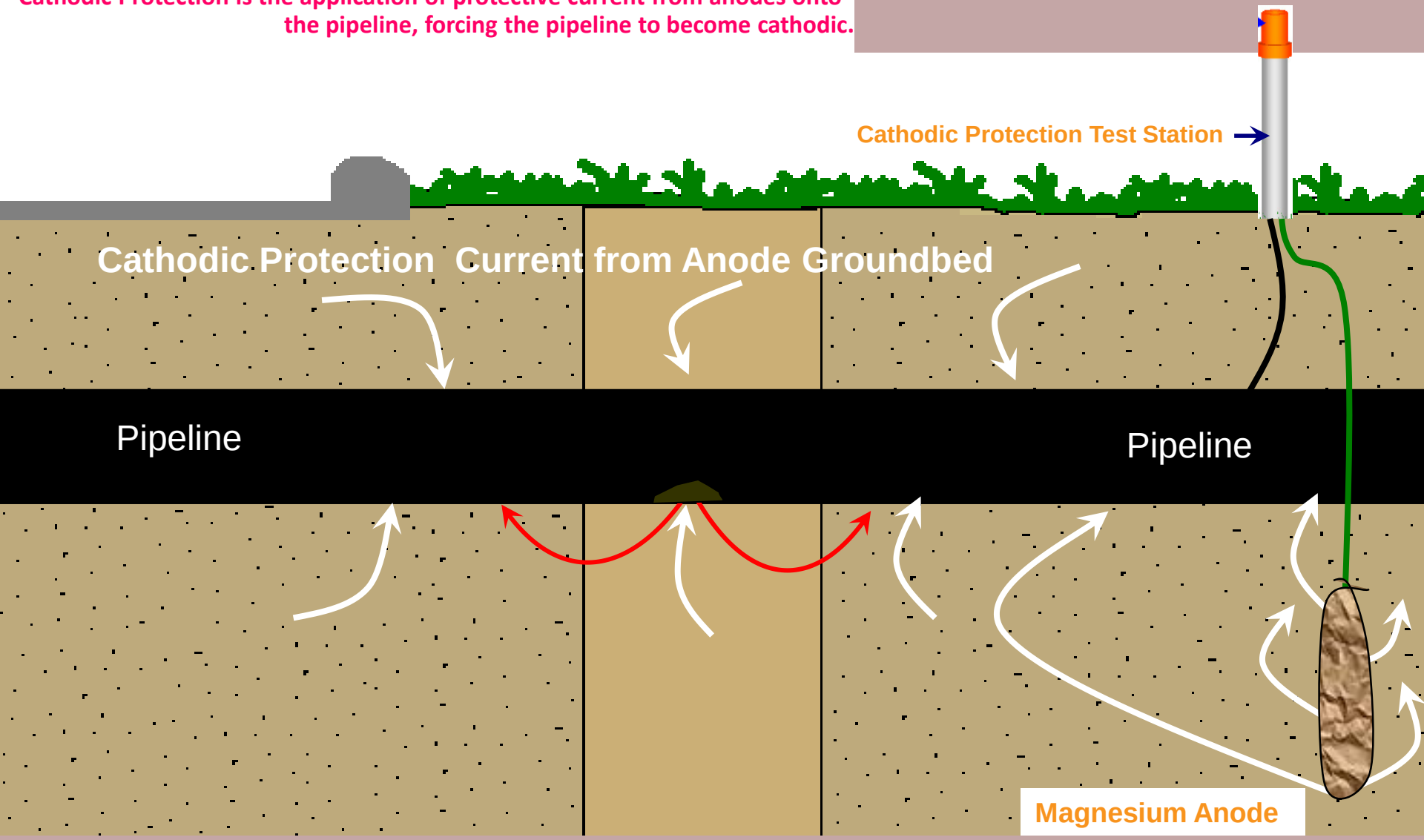
مکانیزم حفاظت کاتدی

در حفاظت کاتدی خطوط لوله پوشش دار، جریان مثبت از آند به طرف محیط اطراف سرازیر گشته و از نقاط لخت لوله وارد فلز خواهد شد و بدین ترتیب جریان خوردگی که قبلاً از نقاط لخت خارج می شد (در اثر خورده شدن این نقاط) متوقف خواهد شد. بنابراین جریان کلی و آندهای مورد نیاز در حالت پوشش دار کمتر شده و بلاخره طولی از خط لوله که توسط یک آند محافظت می شود افزایش می یابد. جریان حفاظتی علاوه بر این که عمدتاً به نقاط لخت می رسد به اندازه کمی نیز از پوشش عبور می کند (هیچ پوششی عایق کامل نیست) و مقدار این جریان عبوری به مقاومت الکتریکی عایق بکار رفته (بر حسب ΩCm) بستگی خواهد داشت ولی بطور کلی مقدار آن نسبت به جریان دریافت شده توسط نقاط لخت ناچیز خواهد بود.

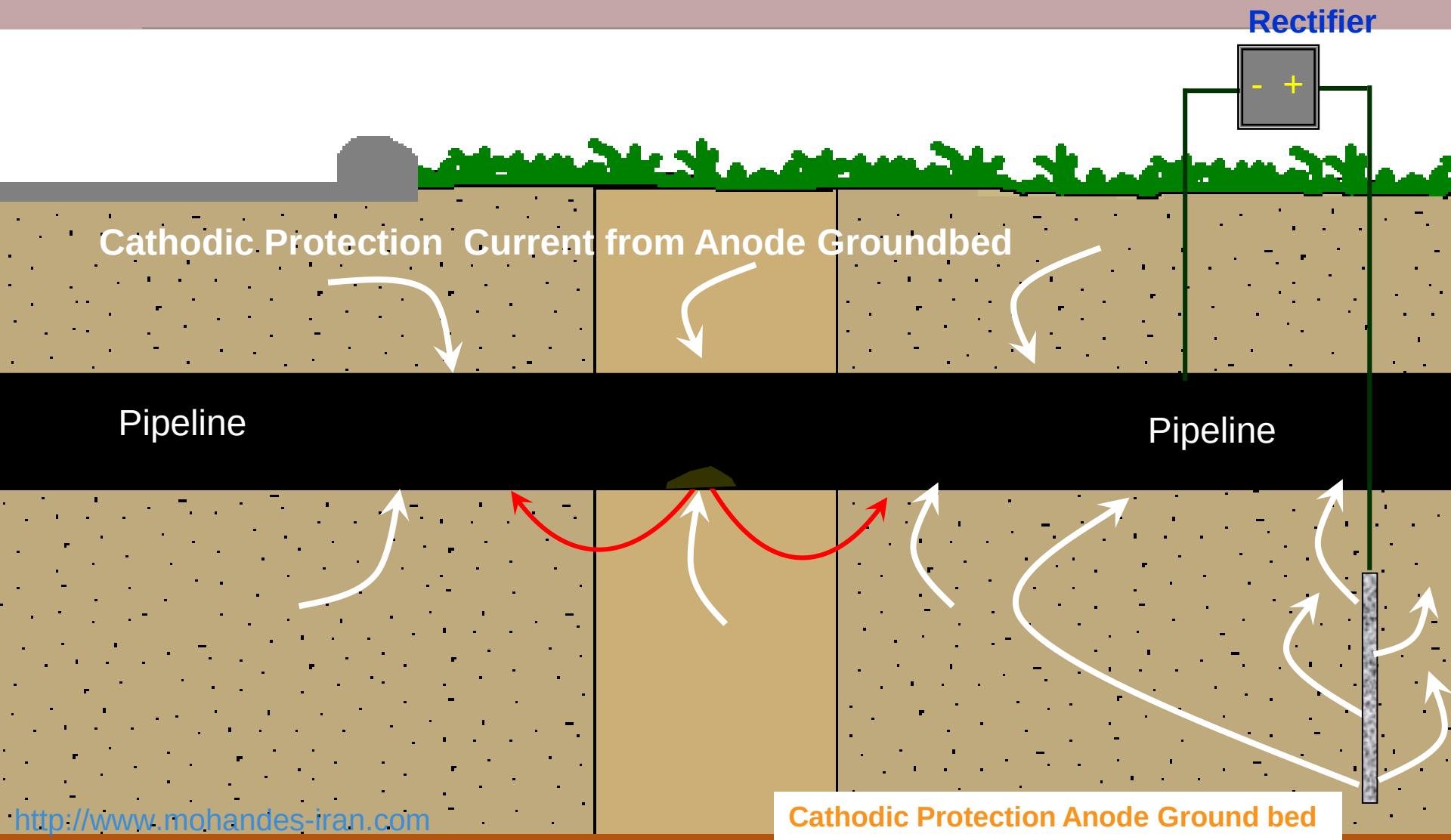


Cathodic Protection – Galvanic System

Cathodic Protection is the application of protective current from anodes onto the pipeline, forcing the pipeline to become cathodic.



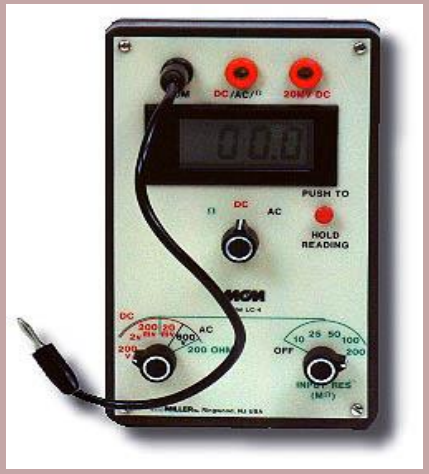
Cathodic Protection – Impressed Current System



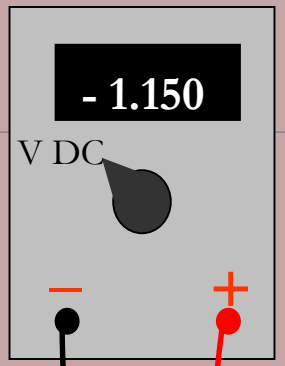
http://www.mohandes-iran.com

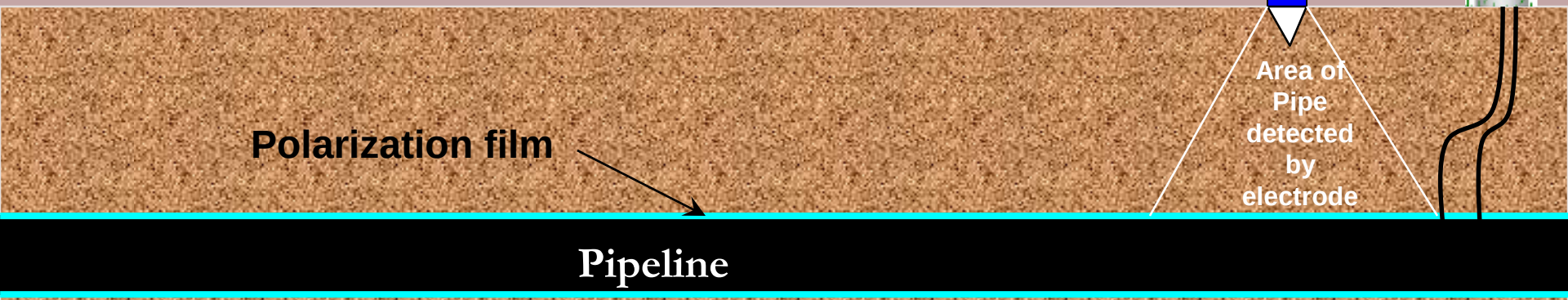
Basic Pipe-to-Soil Potential Measurement

Copper-Copper Sulfate Reference Electrode



High Impedance Voltmeter (Miller LC-4 Pictured)





http://www.mohandes-iran.com

مراحل طراحی حفاظت کاتدی

۱-انتخاب دانسیته جریان لازم با استفاده از جداول (در METALS HANDBOOK VOL13,CORROSION,P470-471 و DOD و همچنین در دو استاندارد NACE RP0169 و IPS-E-TP-270 P10 ذکر شده است) و یا استفاده از بسترهای آندی موقتی و محاسبه جریان مورد نیاز.

۲-محاسبه سطح فولادی که می خواهیم حفاظت کاتدی گردد

۳- محاسبه جریان مورد نیاز

۴- محاسبه مجموع آندهای مورد نیاز برای ضمانت طول عمر مورد نیاز مثلاً ۲۰ سال.

۵- محاسبه مقاومت کل مدار شامل مقاومت آندها نسبت به الکترولیت، مقاومت کابلهای استفاده شده و مقاومت سازه به الکترولیت و مقاومت الکترولیت و مقاومت پوشش.

۶- محاسبه سایز رکتیفایر مورد نیاز.

تجهیزات مورد نیاز برای حفاظت کاتدی لوله های مدفون

مبدل یکسوکننده جریان

آند وبستر آند

پشت بند (BACKFILL)

کابل اتصال

مبدل – یکسو کننده جریان

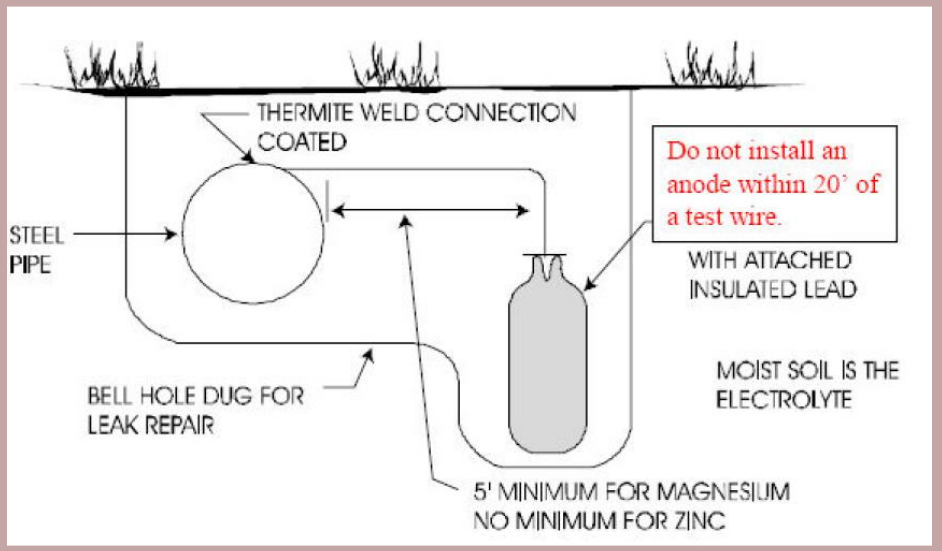
واحدی متشکل از یک ترانسفورمر – رکتیفایر با ورودی برق متناوب AC و تبدیل آن به برق مستقیم DC .

در SPECIFICATION SP-60-8 استاندارد NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY(NIOC) تحت عنوان CATHODIC PROTECTION SYSYTEM ذکر شده است که مبدل می تواند از نوع سه فاز، ۳۸۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و یا تک فاز ، ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتزباشد. ظرفیت مبدل یکسو کننده بایستی متناسب با شدت جریان مورد نیاز برای حفاظت باشد. ولتاژ خروجی این مبدل باید بیشتر از حداقل طراحی شده باشد. این افزایش انتخاب به دو دلیل می باشد یکی اینکه مقاومت بستر آندی در اثرگذشت زمان و فرسوده شدن افزایش می یابد و دوم اینکه پوشش سازه بمرور زمان دچار نقصان شده و سازه به جریان زیادتری برای حفاظت شدن نیاز دارد. اگر ولتاژ خروجی ۱۵تا۲۵ درصد بیشتر از مقدار طراحی انتخاب گردد بسهولت قادر به تأمین شدت جریان مورد نیاز برای زمان طولانی خواهد بود. برای حفاظت کاتدی لوله های لخت در اثر گذشت زمان هیچ گونه افزایش شدت جریان لازم نخواهد بود ولی برای لوله های مدفون پوشش دار با گذشت زمان بدلیل تخریب پوشش نیاز به افزایش شدت جریان خواهیم داشت.

جریان مورد نیاز برای حفاظت کاتدی فولاد

دانسیتهٔ جریان، ma/ft^2	شرایط	محیط	ساختمان
۵۰،۰۰۰	ساکن	H_2SO_4 داغ	تانک
۱ـ۳	ساکن	زیر زمینی	خطوط لوله و
-	-	(خاک)	تانکهای ذخیره
۵ـ۱۰	متحرک	آب شیرین	خطوط لوله
۱ـ۳	حرکت آهسته	آب شیرین و داغ	آبگرمکن
۶ـ۸	حرکت در اثر جذر و مد	آب دریا	ستونها
۰/۱ـ۰/۵	ساکن	بتن	آرماتورهای بتنی

آند و بستر آند



بسترهای آندی

معمولاً با توجه به اطلاعات بدست آمده از مناطق و اطلاعات حاصل از اندازه گیری مقاومت خاک و همچنین تجمع و محل استقرار دیگر تاسیسات، ساختمانها و سازه ها، نوع و تعدادبستر انتخاب و در بخش طراحی با توجه به آن اقدامات لازم جهت انجام محاسبات صورت می گیرد.

بسترهای آندی سطحی

این نوع بسترها که عمق بستر بندرت به بیش از ۵ متر می رسد، خود به دو دسته عمده زیر تقسیم می شوند:

بستر آندی افقی

بستر آندی عمودی

بستر آندی افقی

در این نوع بسترها، آندهای مورد مصرف به شکل افقی و در کانالی به عرض ۶۰ سانتی مترو به عمق ۲ الی ۳ متر و به فاصله مرکز به مرکز ۳ الی ۸ متر از یکدیگر قرار می گیرند.پشت بند این نوع بسترها کک می باشد که بایستی به ضخامت ۱۵ سانتی متر زیر و روی آندها را بپوشاند به عبارت دیگر استوانه ای به قطر ۳۰ سانتی متر (یک فوت) و به طول بستر آندی از کک کوبیده شده داشته باشیم که آندها در مرکز آن قرار گرفته اند. در این نوع بسترها جهت انتقال گازهای حاصل از واکنش های شیمیایی به سطح زمین از لوله های ونت به قطر ۴ الی ۸ اینچ و از جنس آزبست استفاده می شود.این نوع بستر به دلیل صرفه اقتصادی در حفاری و آماده سازی بستر و استقرار آندها بیشتر از بسترهای دیگر مورد استفاده قرار می گیرند. ولی بدلیل آنکه در این بسترها با تعداد آند زیاد به حفاری در طول زیادتری نیاز می باشد و لذا در اماکن و مناطقی که از بابت تملک زمین و تجمع سازه ها و تاسیسات دیگر محدودیت دارد استفاده از چنین بسترهایی محدودیت خواهد داشت.

بستر آندی عمودی

در این نوع بسترها که بیشتر در شبکه های توزیع گاز طبیعی، نفت، آب، مخازن ذخیره سازی و ... استفاده می شود. آندها به صورت عمودی و در کانال هایی به قطر ۳۰ الی ۵۰سانتی متر و به عمق حدود ۳ متر و به فاصله مرکز به مرکز ۳ الی ۱۰ متر از یکدیگر قرارمی گیرند که پشت بند ککی آندها بایستی به قطر حداقل ۳۰ سانتی متر دور تا دور آندها را پرکند. در این نوع بسترها نیز از لوله های ونت جهت تسهیل در خروج گازهای حاصل ازواکنش های شیمیایی استفاده به عمل می آید.

بسترهاي آندي عميق

از بسترهای آندی عمیق در مناطقی که طبقات بالایی خاک مقاومت مخصوص بالایی داشته و یا امکان ایجاد بسترهای آندی افقی و عمودی غیر ممکن باشد و همچنین در مواقعی که تجمع سازه های مدفون را داشته باشیم، استفاده به عمل می آید. این نوع بسترها عبارتند از:

۱. بستر آندی چاهی خشک
۲. بستر آندی چاهی تر

بستر آندی چاهی خشک

در این نوع بسترها آندها به صورت عمودی و در یک راستا در کانالی به قطر ۳۰ الی ۵۰ سانتی متر و به عمقی که بستگی به تعداد آندها دارد قرار می گرند. در این نوع بستر پشت بندآندها کک می باشد و لوله ونت مصرفی از جنس فولاد گالوانیزه می باشد. عمق این نوع بستر بستگی به تعداد آندهای مصرفی دارد، به عبارت دیگر با توجه به اینکه فاصله مرکز به مرکز آندها عموماً ۳ متر می باشد و اولین آند تا سطح زمین بایستی حداقل ۱/۵ متر و آخرین آند تا انتهای بستر حداقل ۰/۵ متر فاصله داشته باشد، لذا می توان در محاسبات عمق بستر را بدست آورد. ولی لازم به ذکر است که بنا به نظر طراح فاصله ها و عمق مذکور قابل تغییر می باشد.

بستر آندی چاهی تر

این نوع بستر مشابهت زیادی با بستر آندی چاهی خشک دارد با این تفاوت که در این نوع

بستر پشت بند مصرفی برای آندها آب می باشد، به عبارت دیگر عمق این نوع بسترها بستگی به عمق سفره های آب زیرزمینی دارد، یعنی بایستی حفاری تا عمقی انجام پذیرد که آب کل عمق بستر را در برگرفته و حداقل ۱۲ متر از سطح آند اول بالاتر قرار گیرد.در این نوع بستر آندها به وسیله طناب مخصوص و با استفاده از قرقره در مرکز چاه قرار می گیرند و فاصله مرکز به مرکز آنها که بایستی حدود ۳ متر باشد به وسیله طناب ها تنظیم می گردد.کابل آندها مانند بستر چاهی خشک بوسیله دو راهی اتصال کابل به کابل بستر متصل شده و از هر آند یک کابل به باند باکس مثبت که معمولاً یک باند باکس هشت ترمیناله می باشد اتصال پیدا می کند. در این نوع بستر جهت جلوگیری از ریزش کانال معمولاً ازیک لوله فولادی به قطر ۱۲ اینچ (قطر بستر) و به طول بستر استفاده می گردد. از این نوع بسترها بدلیل هزینه بالای حفاری و نصب آندها در مواقع خاصی استفاده می گردد

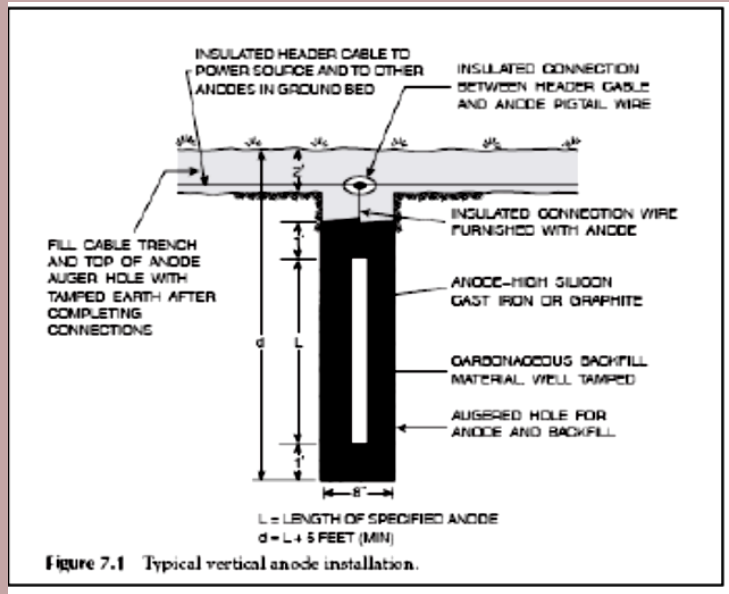


Figure 7.1 Typical vertical anode installation.

شکل ۵۹- استقرار آند بصورت عمودی

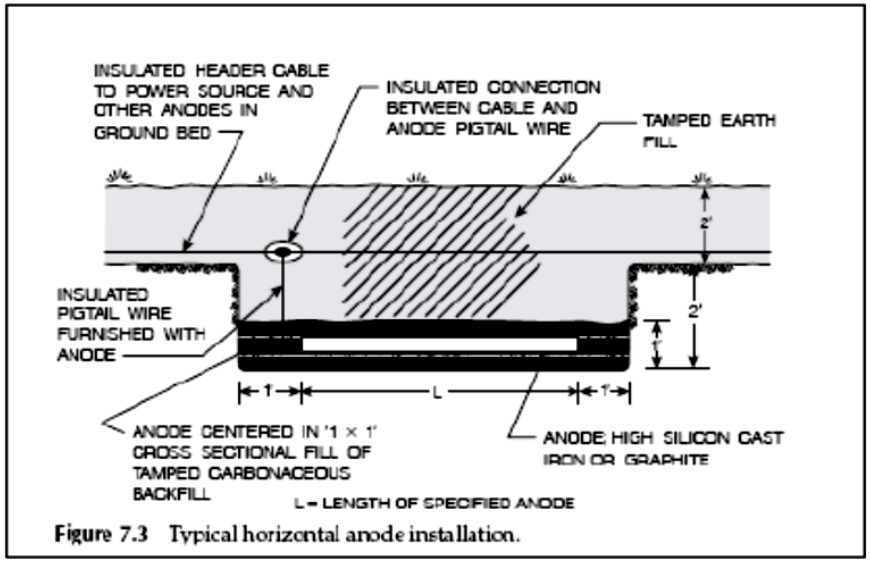


Figure 7.3 Typical horizontal anode installation.

شکل ۵۸ –استقرار آند بصورت افقی

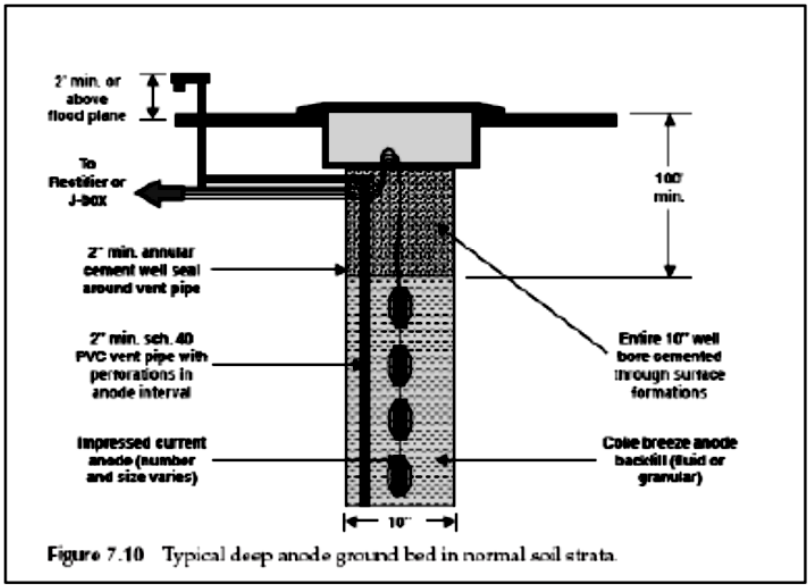


Figure 7.10 Typical deep anode ground bed in normal soil strata.

شکل ۶۱–ستر آندی چاه عمیق

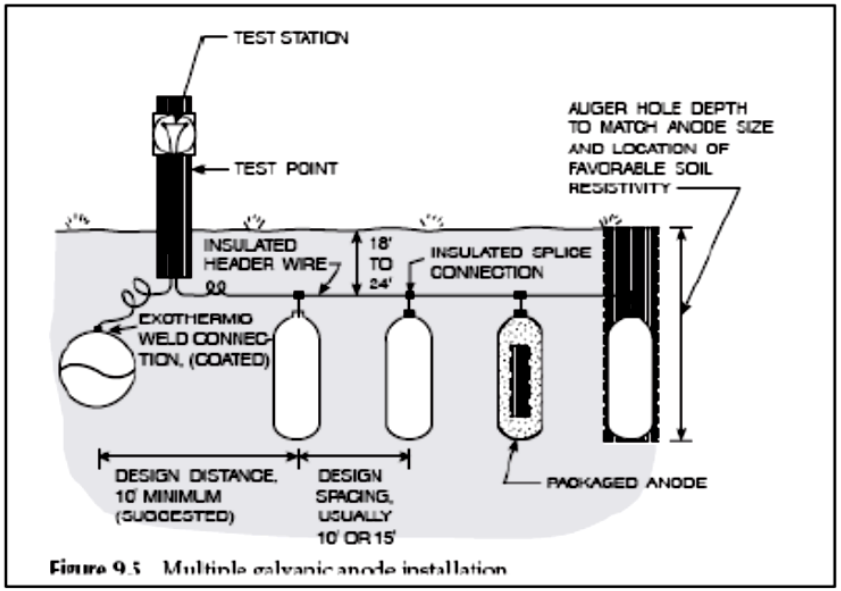


Figure 9.5 Multiple galvanic anode installation

شکل ۶۰ –ستر آندی عمودی

http://www.mohandes-iran.com

انواع بسترهای آندی از لحاظ موقعیت قرارگیری آنها نسبت به خط لوله :

- بسترهای آندی دور (REMOTE GROUNDBED)
- بستر های آندی نزدیک:(CLOSE GROUNDBED)

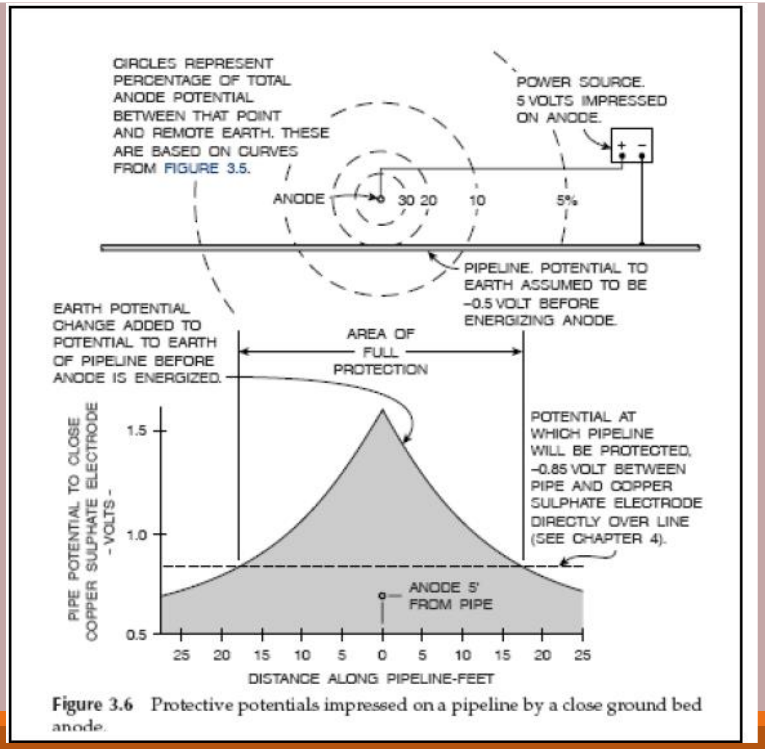


Figure 3.6 Protective potentials impressed on a pipeline by a close ground bed anode.

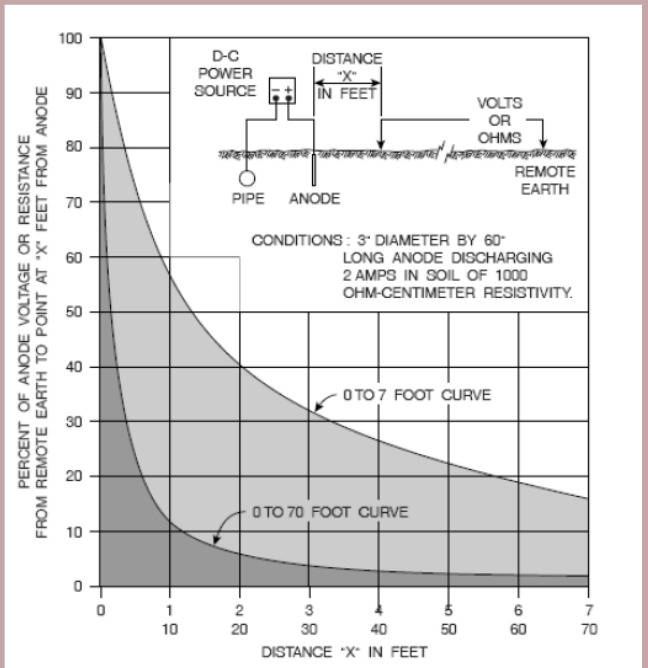


Figure 3.5 Gradients at a ground bed anode.

http://www.mohandes-iran.com

BACKFILL **پشت بند**

پشت بند عبارت است از موادی که آند ها را در بستر آندی در بر میگیرد. بستر آندی از سه نوع ماده متداول مشتقات کربن یعنی ذرات کک حاصل از ذغال سنگ، کک حاصل از نفت، گرافیت کوبیده و خرد شده ساخته می شود.

(COALCOKE BREEZE , CALCINED PETROLEUM COKE BREEZE

, SPECIAL CALCINED PETROLEUM COKE BREEZE)

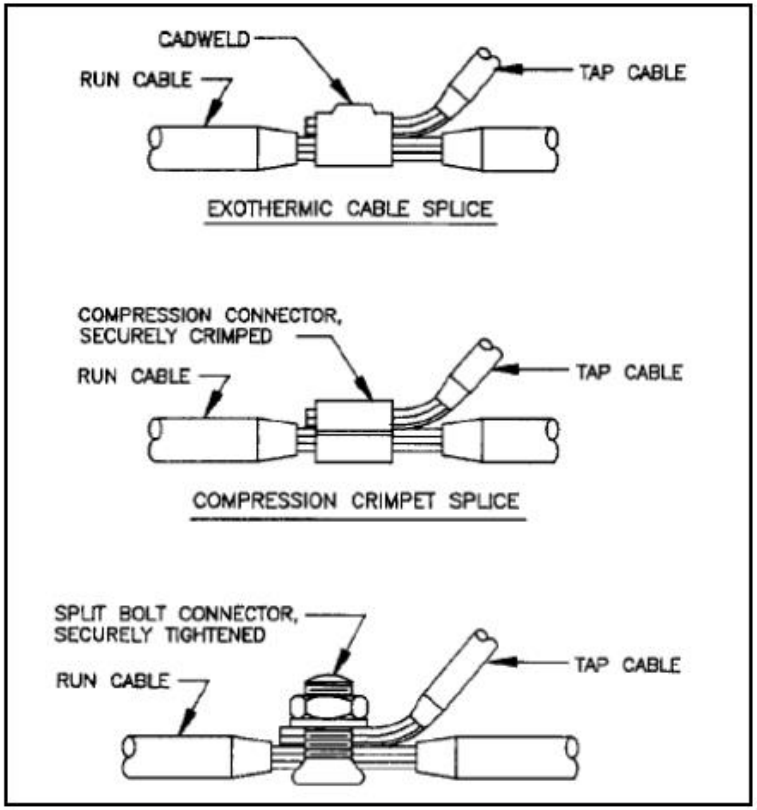
لازم به ذکر است نوع سوم از دو نوع دیگر دارای کیفیت بالاترمی باشد. در جدول شماره 2 ترکیب شیمیایی دو نوع پشت بند ذکر شده است.

کلیه کابلهای مورد استفاده در سیستم حفاظت کاتدی باید از نـوع مسـلح (ARMOUND) یـا دو لایـه پوشـش باشـند.

س روکـش هـا معمـولا HMWPE(HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE) و PVC(POLYVINYL

CHLORID و POLYETHYLENE) XLPE(CROSS LINKED و در محیطهـــای حـــاوی کلریـــد از

XLPVDF(CROSS LINKED POLYVINYLIDENE FLUORIDE) مـی PVDF(POLYVINYLIDENE FLUORID



شکل ۱۳ - استفاده از اتصال پیچی قبل از تزریق

شکل ۱۴ – تزریق رزین به محفظه برای ایجاد اتصال

http://www.mohandes-iran.com

در محاسبات حفاظت کاتدی بایستی افت ولتاژی که کابلهای ارتباطی باعث می شوند را نیز در نظر گرفت. جهت محاسبه مقاومت کابل از جدول 3 و یا رابطه $R_{Cable} = \frac{\rho' L'}{S'}$ استفاده میشود که حاصلضرب مقاومت مخصوص مس در طول کابل تقسیم بر سطح مقطع کابل می باشد و از آنجایی که در حفاظت کاتدی از کابلهایی با سطح مقطع $16MM^2$ و۲۵ و۳۵ استفاده می شود و با درنظر گرفتن ضرایب همگن کردن واحدها رابطه فوق به فرمول زیر خلاصه می شود:

$$R_{Cable} = 0.01776 \frac{l'}{16,25,35.or.....}$$

یعنی در این رابطه کافی است که طول کابل بر حسب متر را در صورت و سطح مقطع کابل را در مخرج کسر بگذاریم تا مقاومت کابل محاسبه گردد.

http://www.mohandes-iran.com

مقاومت کل سیستم حفاظت کاتدی مساوی زیر است:

$$R_{Total} = R_{Ground\ \ Bed} + R_{Structure} + R_{Cable} + R_{Coat} + R_{Ground}$$

مقاومت سازه بستگی به شکل سازه دارد برای مثال برای خطوط لوله از رابطه زیرمحاسبه می شود:

$$R_{Pipe} = \rho \frac{l}{S}$$

در جایی که : ρ مقاومت مخصوص فولاد$(\Omega \cdot CM)$، L طول لوله (M)، S سطح جانبی خط لوله (M^2)

Table 7.1 Resistance of Copper Conductors

General Use	Conductor Size (Awg)	Resistance of Stranded Copper Conductors in Ohms per Foot Times 10^{-3} at 25°C[1]
Impressed Current Ground Beds	4/0	0.0509
	3/0	0.0642
	2/0	0.0811
	1/0	0.102
	1	0.129
	2	0.162
	4	0.259
	6	0.410
Galvanic Anode Installations	8	0.654
	10	1.04
Pipeline Test Points	12	1.65
	14	2.62
Instrument Test Leads	16	4.18
	18	6.66
	20	10.6
	22	17.0

جدول ۳- مقاومت کابل های مسی

Correction Factors for Other Temperature Follow:

Temperature C = F	Multiply Resistance at 25°C by:
• 10 14	0.862
• 5 23	0.882
0 32	0.901
5 41	0.921
10 50	0.941
15 59	0.961
20 68	0.980
30 86	1.020
35 95	1.040
40 104	1.059

[1]25°C = 77°F

جدول ۴- ضرایب تصحیح دمایی برای کابل ها

پدیده سپرشدن و یا غلاف الکتریکی (ELECTRICAL SHIELDING) **در حفاظت کاتدی:**

غلاف الکتریکی مانعی است در رسیدن جریان حفاظتی به لوله و یا عامل انحراف جریان حفاظتی از لوله.

یک غلاف ممکن است از نظر الکتریکی :

- عایق باشد و بدین ترتیب از رسیدن جریان به لوله جلوگیری نماید
- هادی باشد و باعث شود که جریان از طریق آن منحرف شده و به یک ساختمان فلزی غیر از لوله مورد نظر منتقل گردد.

جریانهای سرگردان (STRAY CURRENT) **:**

با این که سیستم حفاظت کاتدی ممکن است باعث جلوگیری از خوردگی یک خط لوله شود ولی روی سایر لوله های زیرزمینی که تحت حفاظت نیستند خوردگی شدیدی ایجاد می کند که به نام خوردگی ناشی از جریان سرگردان موسوم

http://www.mohandes-iran.com

جریان سرگردان

منابع تولید جریانهای سرگردان شامل :

۱ – سیستمهای حفاظت کاتدی خطوط لوله مجاور

۲–سیستم فشار قوی انتقال برق که باعث القاء جریان در خط لوله می گردد

۳–برق مستقیم جوشکاری

۴– اختلاف پتانسیل گالوانیک بین بخشهای مختلف سازه متصل به زمین.

۵–نشت جریان سیستم های الکتریکی

۶– تراموا و خط آهن برقی

۷– میدان مغناطیسی زمین در اطراف لوله

روشهای کاهش یا از بین بردن جریانهای سرگردان :

۱ –اتصال خطوط لوله متقاطع به یکدیگر

۲–به کارگیری آندهای فداشونده در نقطه تقاطع

۳–تقویت پوشش لوله در تقاطع(پوشش اضافی و چند لایه)

۴–استفاده از موانع الکتریکی

پارامترهایی که پیش از طراحی حفاظت کاتدی بایستی مد نظر قرار داد :

۱- جنس لوله، قطر و ضخامت لوله

۲- مشخصات پوشش لوله

۳- اکر لوله قدیمی است بررسی گزارشات مربوط به نشتی های احتمالی

۴- مشخصات کامل غلاف های استفاده شده

۵- جزئیات و محل تست پوینت ها (نقاط آزمایش)

۶- آیاغیر از جوشکاری از اتصالات مکانیکی استفاده شده است یا خیر/

۷- فلنج ها عایق و موقعیت انها

۸- نقشه کامل خط لوله

۹- تعیین نقاط تلاقی شبکه لوله های زیر زمینی مجاور این خط لوله

۱۰- شناسایی منابع جریان سرگردان

۱۱- آیا بخشهایی از لوله در فاصله کمتر از 200 فوتی و موازی با خطوط انتقال برق فشار قوی می باشد؟

http://www.mohandes-iran.com

AC Corrosion

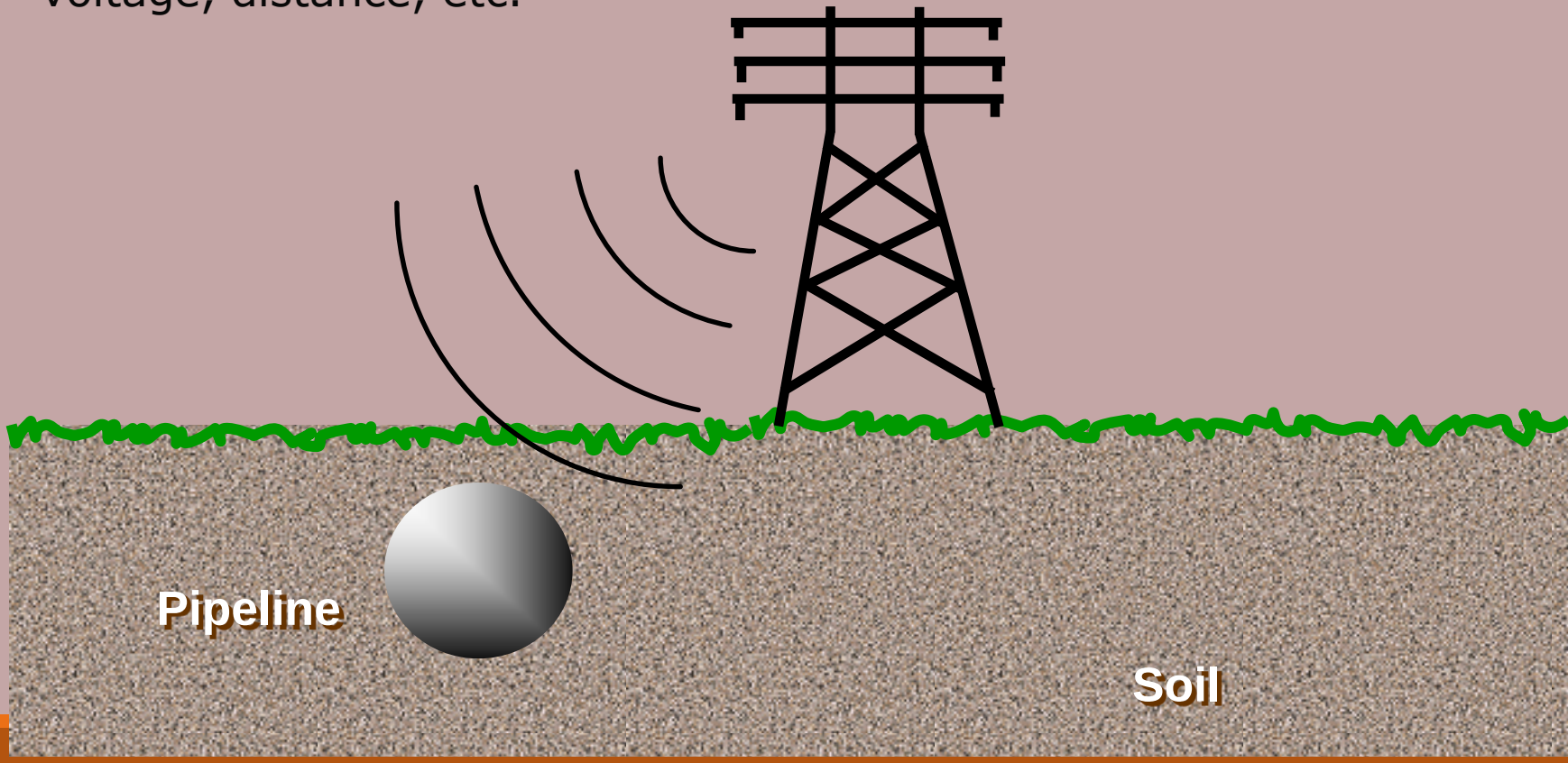
AC current can cause corrosion of the steel pipeline.

Courtesy NACE

http://www.mohandes-iran.com

AC Interference

The magnetic field generated by the overhead power lines induces an AC voltage onto the pipeline (which creates AC currents). The magnitude of such currents depend on many factors such as coating condition, soil composition, power line voltage, distance, etc.



http://www.mohandes-iran.com

نقاط آزمایش (TEST POINT) :

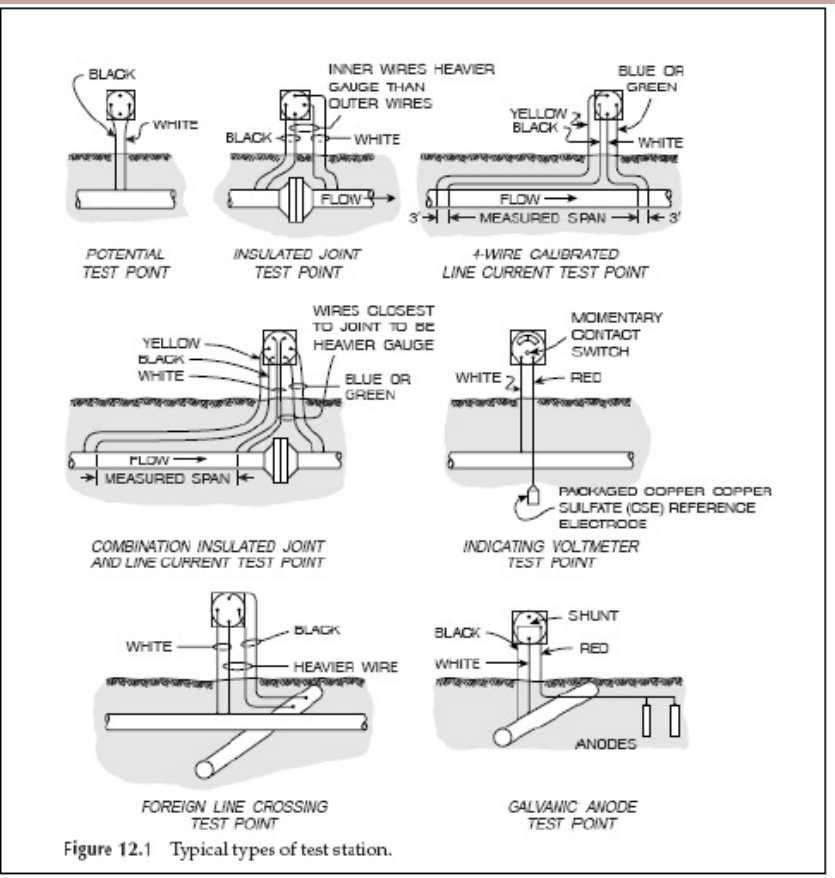


Figure 12.1 Typical types of test station.

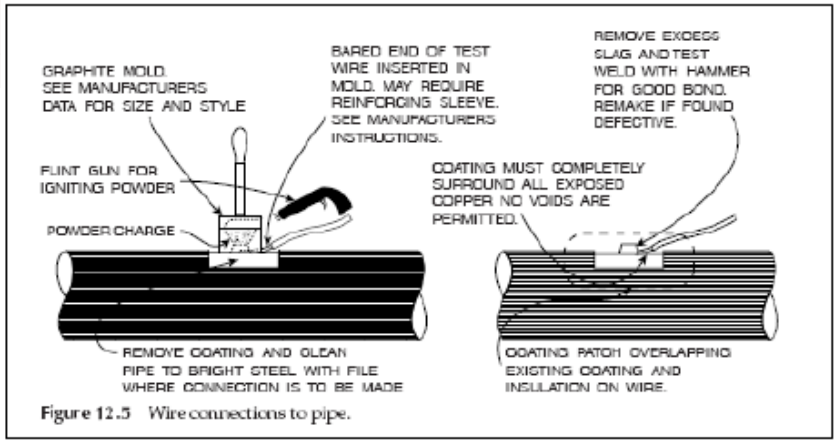
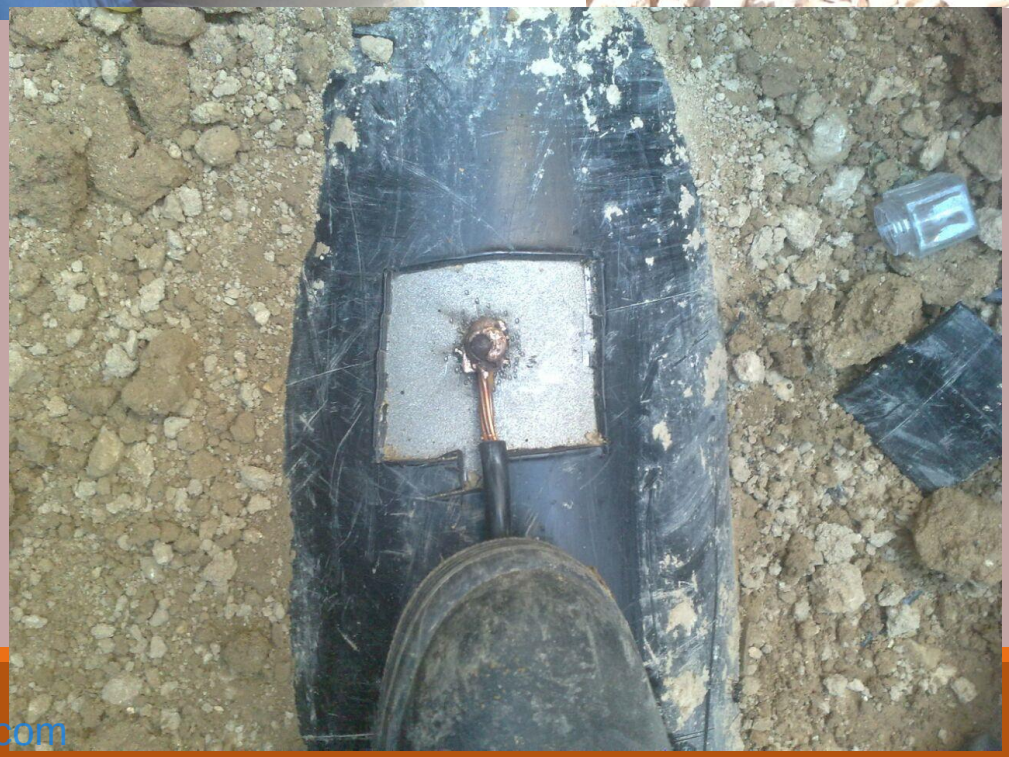


Figure 12.5 Wire connections to pipe.

کابل به لوله



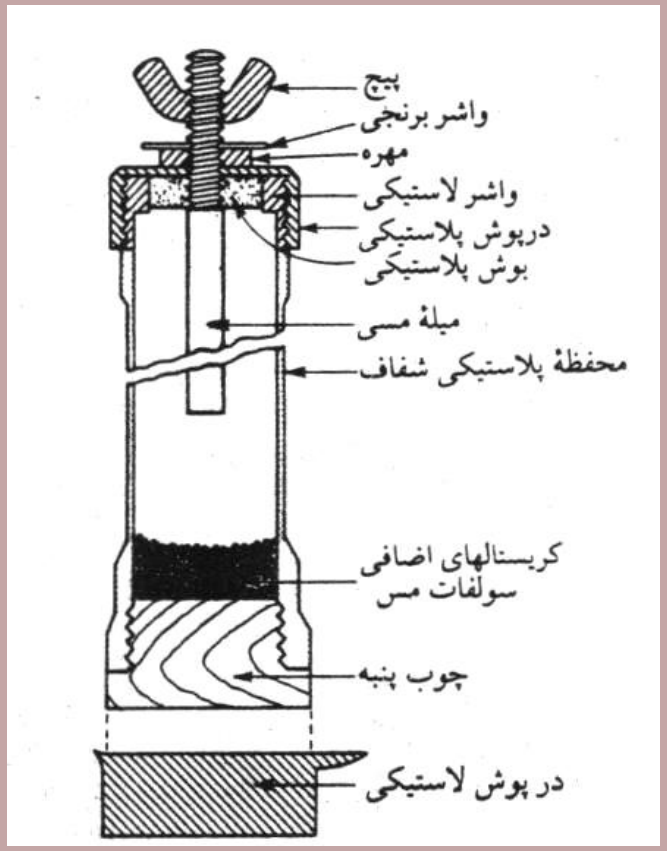
آزمایش کیفیت پوشش لوله های مدفون در خاک در موقع تحویل گرفتن لوله از پیمانکار

روش آزمایش

ابتدا باید مطمئن شد که فلنج ها و اتصالات عایق که شبکه تحت آزمایش را از سایر قسمت ها از نظر الکتریکي عایق مي نمایند و بطور صحیح نصب شده باشد . علاوه بر آن باید تمام قسمت هاي شبکه تحت آزمایش ، تداوم الکتریکي داشته باشند .

الکترود مرجع هافسل

پتانسیل لوله نسبت به زمین را با دستگاه پتانسیومتر و با ولت متر و با الکترود مس_ سولفات مس باید اندازه گیری نمود .

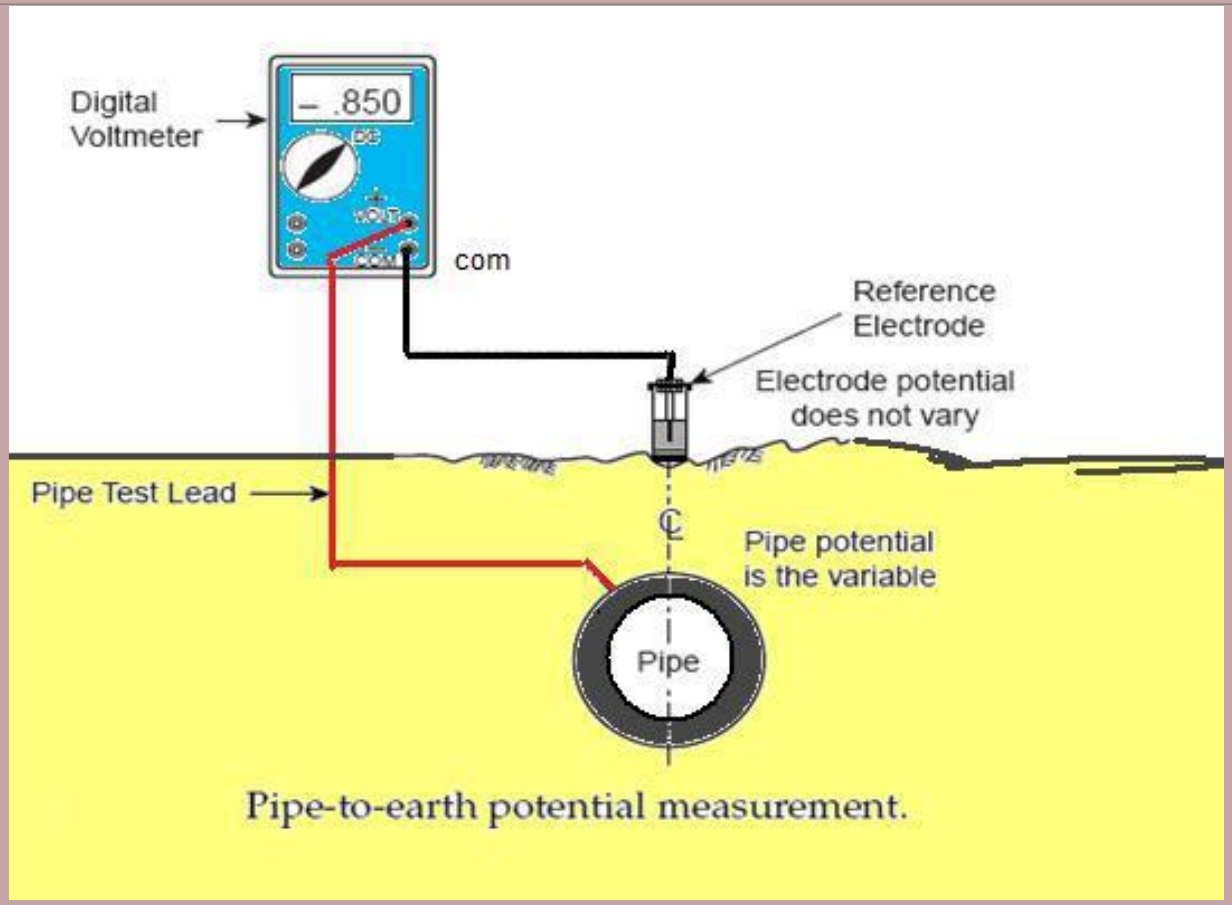


۳-۵ رکتیفایر موجود در شبکه را باید روشن نمود و مدت ۳ روز برای برقراری ولتاژ پلاریزاسیون انتظار کشید .

پتانسیل لوله در محل (DRAIN POINT) (محل اتصال کابل منفی به لوله) نسبت به زمین باید وقتی که عایقکاری از نوع سرد باشد بر روی ۵ / ۱ ولت و وقتی که عایقکاری از نوع گرم باشد بر روی ۱ / ۲ ولت تنظیم گردد مقدار ولت و آمپر خروجی رکتیفایر را باید اندازه گیری نمود . در صورت نبودن رکتیفایر و ایستگاه کاتدی می توان از مولد برق جوشکاری و یا باطری اتومبیل و به عنوان بستر آندی از یک شاخه لوله قراضه لخت در زمین استفاده نمود . سیکل مدت خاموشی سه دقیقه و روشن بودن رکتیفایر یک دقیقه می باشد .

http://www.mohandes-iran.com

اندازه گیری پتانسیل لوله زمینی بوسیله الکترود مرجع



Pipe-to-earth potential measurement.

۵-۴ محاسبه مقاومت الکتریکی پوشش :

مقاومت الکتریکی پوشش از رابطه زیر بدست می آید :

$$R = \frac{S\,(U2 - U1)}{I}$$

R مقاومت الکتریکی پوشش بر حسب اهم متر مربع $OHM.m^2$

S سطح کل خط لوله شبکه مورد آزمایش بر حسب متر مربع $(m)^2$

U پتانسیل دورترین نقطه خط لوله شبکه در حالت خاموش رکتیفایر بر حسب ولت نسبت به زمین مجاور .

U پتانسل دورترین نقطه خط لوله شبکه در حالت روشن بودن رکتیفایر بر حسب ولت نسبت به زمین مجاور .

I مقدار جریان خروجی رکتیفایر بر حسب آمپر .

مقدار مقاومت الکتریکی پوشش با کیفیت اجرای عایقکاری رابطه مستقیم دارد بدین معنی که هر اندازه پوشش یکپارچه تر و بدون منفد باشد مقاومت پوشش بیشتر خواهد شد . حداقل میزان قابل قبول کارآئی پوشش در مورد خطوط لوله انتقال ۹۸ ٪ می باشد اما در مورد خطوط لوله شبکه های شهری به دلیل وجود کابلها و خطوط لوله زیر زمینی و ساختمان فلزی که موجب هدر رفتن قسمتی از جریان حفاظت کاتدی خواهد شد این درصد کارآئی اجباراً ۹۵ ٪ فرض می شود .

http://www.mohandes-iran.com

۵-۵ تعین میزان کارآئی پوشش :

جهت انجام این کار لازم است ابتدا میزان تراکم جریان ($\frac{I}{S}$) خطوط لوله یا شبکه در حالی که پتانسیل دورترین

نقطه شبکه ۰/۸۵ ولت باشد محاسبه و سپس با توجه به تراکم جریان ($\frac{I}{S}$) 8 منظور شده در طراحی اولیه که در دفترچه طراحی حفاظت کاتدی ذکر شده است با جدول شماره یک مقایسه گردد .

این جدول مقدار تراکم جریان ($\frac{I}{S}$) متداول در طراحی حفاظت کاتدی خطوط لوله و شبکه را به دست می دهد.

در این مقایسه اضافه تراکم جریان نسبت به مقادیر جدول نشانگر کیفیت پائین تر پوشش و کسری آن نشانه کیفیت بهتر آن نسبت به درصدهای کارآئی مربوطه خواهد بود .

http://www.mohandes-iran.com

مقدار متوسط تراکم جریان بر حسب MA/M2 برای خطوط لوله شبکه با ۹۵٪ کارآئی پوشش (I/S ۵ ٪)	مقادیر متوسط تراکم بر حسب MA/M2 برای خطوط لوله انتقال با ۹۸ ٪ کارآئی پوشش (I/S ۲ ٪)	مقدار متوسط تراکم جریان بر حسب MA/M2 برای لوله فولادی بدون پوشش طراحی اولیه (I/S)
۱ /۲۵	۰/۵	۲۵
۱	۰/۴	۲۰
۰/۷۵	۰/۳	۱۵
۰ /۵	۰/۲	۱۰
۰ /۲۵	۰/۱	۵

پیمانکار موظف است در صورت عدم حصول نتایج قابل قبول در جهت رفع اشکالات و نواقص پوشش اقدام نماید و آزمایشات را تا بدست آوردن نتایج مطلوب ادامه یابد و از طریق مهندس یا نماینده او به تائید بازرسی فنی برسد .

جزئیات این آزمایشات و نتایج آن بر اساس مقاومت الکتریکی پوشش و کارآئی آن و مقدار متوسط تراکم جریان در واحد سطح محاسبه و به صورت جلسه تحویل و تحول پروژه ضمیمه گردد .

نقاط حساس در تست

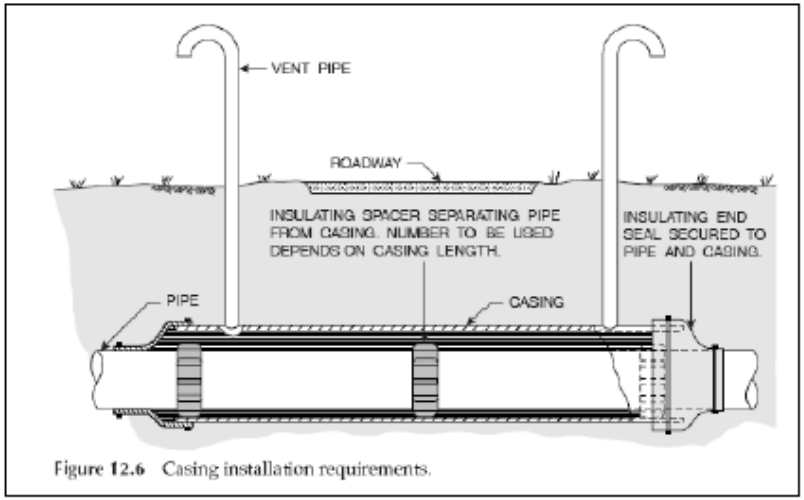


Figure 12.6 Casing installation requirements.

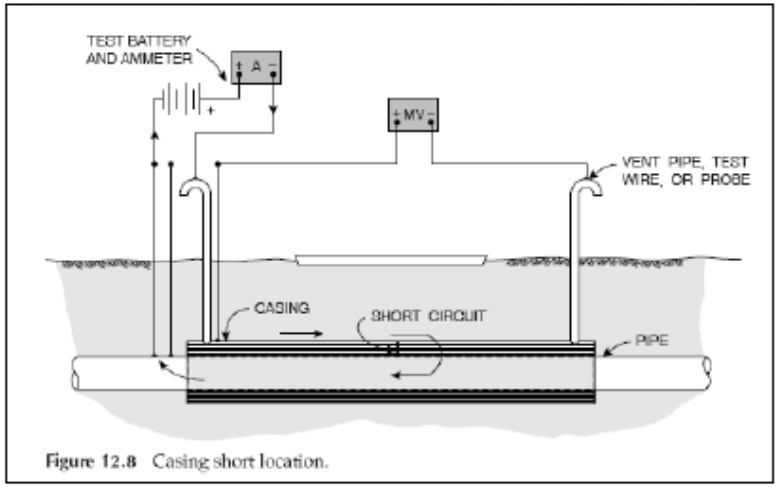


Figure 12.8 Casing short location.

موارد مورد بررسی در سیستم حفاظت کاتدی :

- پیش از اعمال حفاظت کاتدی
  - اندازه گیری مقاومت خاک
  - بررسی وجود یا عدم وجود باکتریهای بی هوازی
  - تعیین مقادیر سولفات ، سولفید ، کلرید و بی کربنات در خاک
  - بررسی پتانسیل خط
  - بررسی جریان در خط

- بررسی جریان های سرگردان
- بررسی اینکه نیاز به حفاظت کاتدی است یا خیر و اگر نیاز است تعیین دانسیته جریان مورد نیاز

پس از اعمال حفاظت کاتدی

- بررسی پتانسیل خط
- بررسی جریان خط
- اندازه گیری مقاومت پوشش و بررسی کیفیت پوشش
- بررسی جریانهای سرگردان

http://www.mohandes-iran.com

باتشکر از توجه شما