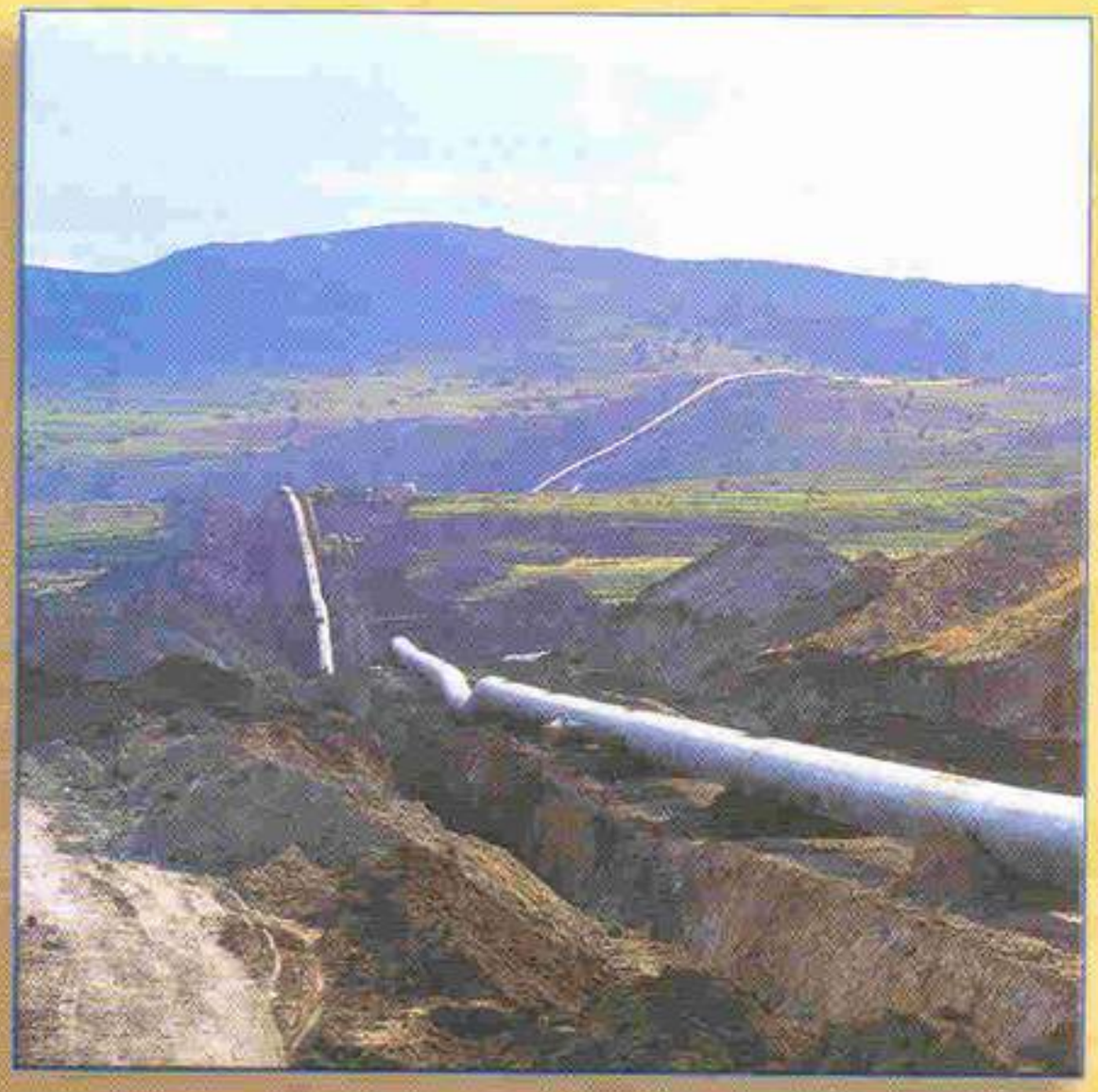
صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران



آشنایی با لوله های جریانی

مدیریت پشتیبانی ساخت تجهیزات مکانیک، برق و ابزار دقیق

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی
ساخت و تهیه
کالای نفت تهران

آشنایی با لوله های جریانی

۱) مقدمه	۵
۲) جنس لوله جریانی	۶
۳) درجه لوله جریانی	۷
۴) انتهای لوله	۷
۵) ابعاد و وزن لوله جریانی	۸
۶) تولید لوله جریانی	۹
۱ –۶) لوله بدون درز	۹
۲ –۶) لوله ERW	۹
۳ –۶) لوله UOE	۱۰
۴ –۶) لوله با درز مارپیچی	۱۴
۷) پوشش خارجی	۱۴
۸) پوشش بتنی	۱۵
۹) رنگ کردن خارجی	۱۵
۱۰) استانداردهای رایج	۱۶

مقدمه

انرژی و مصرف آن امروزه از پایه‌های اساسی زندگی مدرن بشری است. امروزه در مناطق توسعه یافته، استانداردهای زندگی به سمت افزایش‌تقاضا درمصرف انرژی پیش می‌روند. در دنیای مدرن ما، نفت و گاز، شرکای اصلی در تولید انرژی می‌باشند و آینده بشر به تولید و توزیع کافی و مناسب این شکل از انرژی وابسته شده است.

خطوط لوله روشی بسیار اقتصادی در انتقال مایعات و گازها، برای مسافت‌های طولانی می‌باشند و با وجود سرمایه‌گذاری اولیه بالایی که جهت ساخت آنها نیاز می‌باشد، هزینه بهره‌برداری پایینی دارند.

بعد از اینکه در سال ۱۸۵۸ در ایالت پنسیلوانیا ، نفت کشف شد، خیلی سریع استفاده جدیدی از لوله و خطوط لوله پدیدار شد.

اولین خط لوله نفت، به طول ۲/۵ مایل و قطر ۲ اینچ در سال ۱۸۶۳ نصب گردید این خط لوله در روز ۸۰۰ بشکه نفت خام را انتقال می‌داد.

خطوط لوله با استفاده از لوله‌های جریانی ساخته می‌شوند و به منظور انتقال نفت خام و گاز طبیعی از چاه‌ها به پالایشگاه‌ها، مخازن ذخیره و مراکز بارگیری و پخش مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل ۱

۲- جنس لوله جریانی

لوله جریانی برای ساخت خطوط لوله نفت و گاز از فولاد و به ویژه از فولادهای کم آلیاژ یا فولادهای با درصد پایین کربن ساخته می‌شود. اصولاً این دو نوع ماده ترکیبی ازآهن (۹۸ تا ۹۹ درصد) ، مقدار کمی کربن (۰/۰۰۱ تا ۰/۳ درصد وزنی) و منگنز(۰/۳ تا ۱/۸ درصد وزنی) می‌باشند و عناصرآلیاژی دیگر (کلمبیوم ، مولیبدنیم ، وانادیم ، تیتانیوم) در مقدار خیلی کمی اضافه می‌شوند که می‌توانند بر روی مقاومت و سفتی (TOUGHNESS) (سفتی میزان مقاومت در مقابل پخش شدن ترک می‌باشد) فولاد تاثیر زیادی داشته باشند.

این مواد پایدار می‌باشند، بدین معنی‌که خواص آنها با گذشت زمان تغییر نمی‌کند. فولادهای با کربن پایین و کم آلیاژ، آمادگی اکسید شدن (خورده شدن) در هوا، آب و محیط‌های خاکی را دارند. با پوشش‌های مناسب و بوسیله یک میزان صحیح از جریان مستقیم الکتریسیته (حفاظت کاتدی)، می‌توان به طور رضایت بخشی این مواد را در مقابل خوردگی محافظت کرد.

فولادهای ضدزنگ و پرآلیاژ برای شرایط‌خاص مثل‌لوله‌کشی در دمای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند اما برای استفاده در خطوط لوله به علت مقدار نیاز، مناسب نیستند و صرفه اقتصادی ندارند.

Grade	Yield Strength Minimum		Ultimate Tensile Strength, Minimum		Ultimate Tensile Strength, Maximum	
	PSI	Mpa	PSI	Mpa	PSI	Mpa
A25	25,000	(172)	45,000	(310)		
A	30,000	(207)	48,000	(331)		
B	35,000	(241)	60,000	(413)		
X42	42,000	(289)	60,000	(413)		
X46	46,000	(317)	63,000	(434)		
X52	52,000	(358)	66,000	(455)		
X56	56,000	(386)	71,000	(489)		
X60	60,000	(413)	75,000	(517)		
X65	65,000	(448)	77,000	(530)		
X70	70,000	(482)	82,000	(565)		
X80	80,000	(551)	90,000	(620)	120,000	(827)

جدول ۱

۳- درجه (گرید) لوله جریانی فولادی

درجه و گریدهایی که در استاندارد API Spec 5L مشخص شده است شامل A25 , A , B , X42 , X46 , X52 , X56 , X60 , X65 , X70 و X80 می‌باشند. این گریدها باید با الزامات مقاومت کششی مشخص شده در جدول(۱)، مطابقت داشته باشند.

نام گریدهای استفاده شده در این استاندارد، برای گریدهای A و B شامل مرجعی برای حداقل مقاومت تسلیم نمی‌باشد.

نام گریدهای دیگر به صورتی می‌باشدکه شامل حرف X یا A می‌باشدکه با دو رقم اول حداقل مقاومت تسلیم ادامه می‌یابد.

معمولاً مقاومت لازم برای لوله با گرید پایین با نرماله کردن فولاد منگنز – کربن به دست می‌آید. برای گریدهای بالاتر از X۵۲ افزایش مقاومت ، به افزودن آلیاژهای مقاومتی دیگر (مولیبدنیم و وانادیوم)، روش‌های نورد خاص یا کوئنچ‌کردن و باز پخت نیاز دارد.

۴- انتهای لوله

لوله باید با انتهای ساده (PLAIN) یا رزوه شده تهیه گردد.

لوله با جوش مارپیچی نمی‌تواند رزوه شود.

لوله با انتهای ساده در سایزهای ۲۳/۸ اینچ و بزرگتر باید با پخ ۳۰ درجه (۵+ درجه و ۰ درجه) (زاویه نسبت به خط عمود بر محور لوله اندازه گیری می‌گردد) و با ابعاد پایه (ریشه)۱/۱۶، ۱/۳۲ ± اینچ (۰/۷۹ ± ۱/۵۵ میلیمتر) تولید شود مگرخلاف آن سفارش داده شود. برای لوله بدون درز زمانی‌که ماشین‌کاری داخلی مورد نیاز باشد، زاویه پخ داخلی، که نسبت به محور طولی اندازه‌گیری می‌شود، نباید از مقادیر داده شده درجدول زیر بیشتر باشد.

Specified Wall Thickness (In.)	Maximum Angle of Taper (degrees)
Less than 0.418 (10.6mm)	7
0.418 thru 0.555 (10.6thru 14.1mm)	9 ½
0.556 thru 0.666 (14.1 thru 16. 9mm)	11
Over 0.666 (16.9mm)	14

جدول ۲

رؤش تکمیل کردن انتهای لوله در سایزهای کوچکتر از $۲\frac{۳}{۸}$ باید در درخواست خرید مشخص شود.

۵ – ابعاد و وزن لوله جریانی

بر طبق استاندارد API SPEC 5L قطر خارجی لوله جریانی رزوه شده از ۰/۴۰۵ تا ۲۰ اینچ و لوله جریانی با انتهای ساده از ۰/۴۰۵ تا ۸۰ اینچ تغییر می‌کند. به عنوان یک مثال، قطر خارجی (D)، ضخامت دیواره (t)، وزن لوله با انتهای ساده (W_{pe}) وقطر داخلی (d) برای لوله‌های با سایز نامی ۲۶ اینچ، در جدول (۳) مشخص شده است.

Designation			Outside Diameter, D(in.)	Wall Thickness, t(in.)	Plain-End Weight, W_{pe} (lb/ft)	Inside Diameter, d (in.)
Nominal Size	Wall	Weight				
26[C]		68.75	26.000	0.252	68.75	25.500
26[C]		77.18	26.000	0.281	77.18	25.438
26		85.60	26.000	0.312	85.60	25.367
26		94.26	26.000	0.344	94.26	25.312
26	Std.	102.61	26.000	0.375	102.63	25.250
26		110.98	26.000	0.406	110.98	25.188
26		19.57	26.000	0.438	119.57	25.124
26		127.88	26.000	0.469	127.88	25.062
26	XS	136.17	26.000	0.500	136.17	25.000
26		152.68	26.000	0.562	152.68	24.876
26		169.38	26.000	0.625	169.38	24.750
26		185.99	26.000	0.688	185.99	24.624
26		202.25	26.000	0.750	202.25	24.500
26		218.43	26.000	0.812	218.43	24.376
26		234.79	26.000	0.875	234.79	24.124
26		251.07	26.000	0.938	251.07	26.000
26		267.00	26.000	1.000	267.00	24.000

C: These sizes are special plain-end weights
XS: Extra-Strong

جدول ۳- نمونه‌ای از جدول استاندارد API

۶- تولید لوله جریانی

در صنایع نفت و گاز، معمولاً از لوله فولادی جوشکاری شده و بدون درز برای انتقال گاز، آب و نفت استفاده می‌گردد. درسال‌های اخیر، تمایل زیادی برای استفاده از گریدهای بالای لوله جریانی در انتقال نفت و گاز طبیعی مشاهده شده است.

الزامات خصوصیات موادی و ابعادی بسیار سخت شده‌اند. برای بهبود دادن بازده انتقال ، قطر بزرگتر و لوله سنگین‌تر و به همان اندازه مقاومت بالاتر مورد نیاز می‌باشد و سفتی (Toughness) بهتری برای مناطق قطبی مورد نیاز می‌باشد. قبلاً لوله‌های(U&O-ing Press Forming and Mechanical Expanding) برای برآورده کردن این احتیاجات استفاده می‌شدند ولی بعدها لوله فولادی ERW (Electric Resistance Welded) به شدت مورد پذیرش قرار گرفت.

لوله‌ERW نه تنها هزینه تولید کمتری نسبت به لوله UOE دارد، بلکه بهبود کیفیت رول نورد گرم و پیشرفت در روش جوشکاری، قابلیت اعتماد محصول را به سوی بهترشدن سوق داده است.

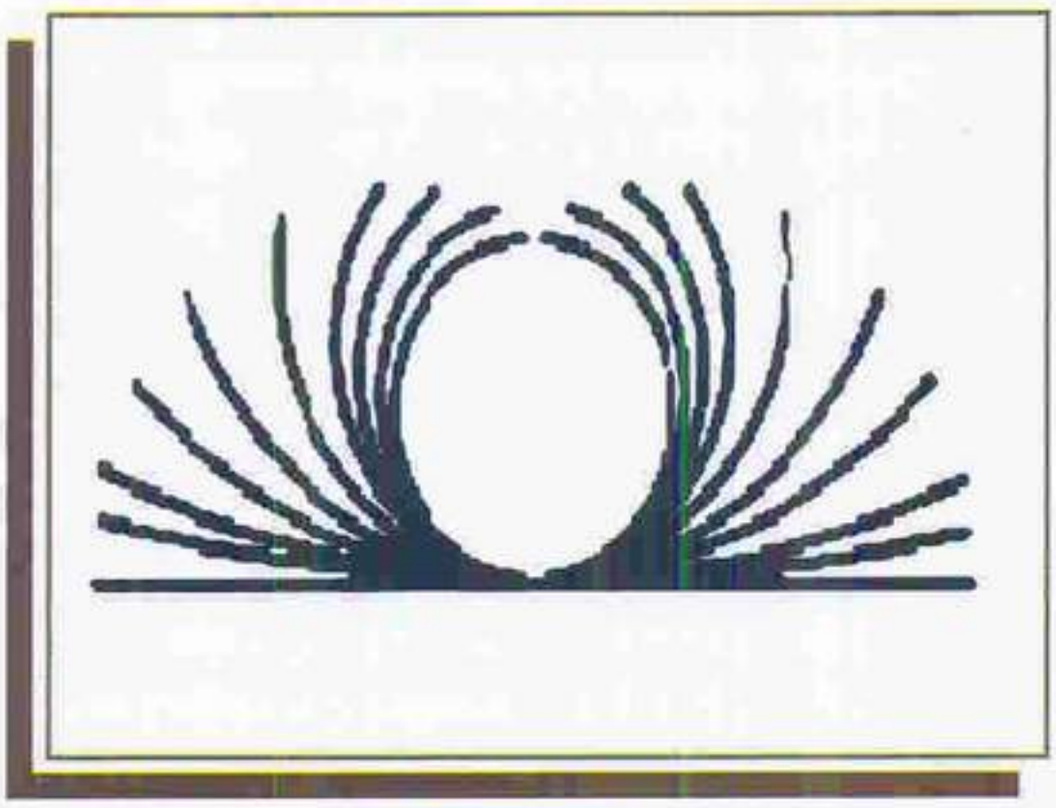
روش تولید لوله جریانی برای اکثر خطوط لوله به موارد زیر محدود می‌شود:

۶-۱) لوله بدون درز (Seamless Pipe)

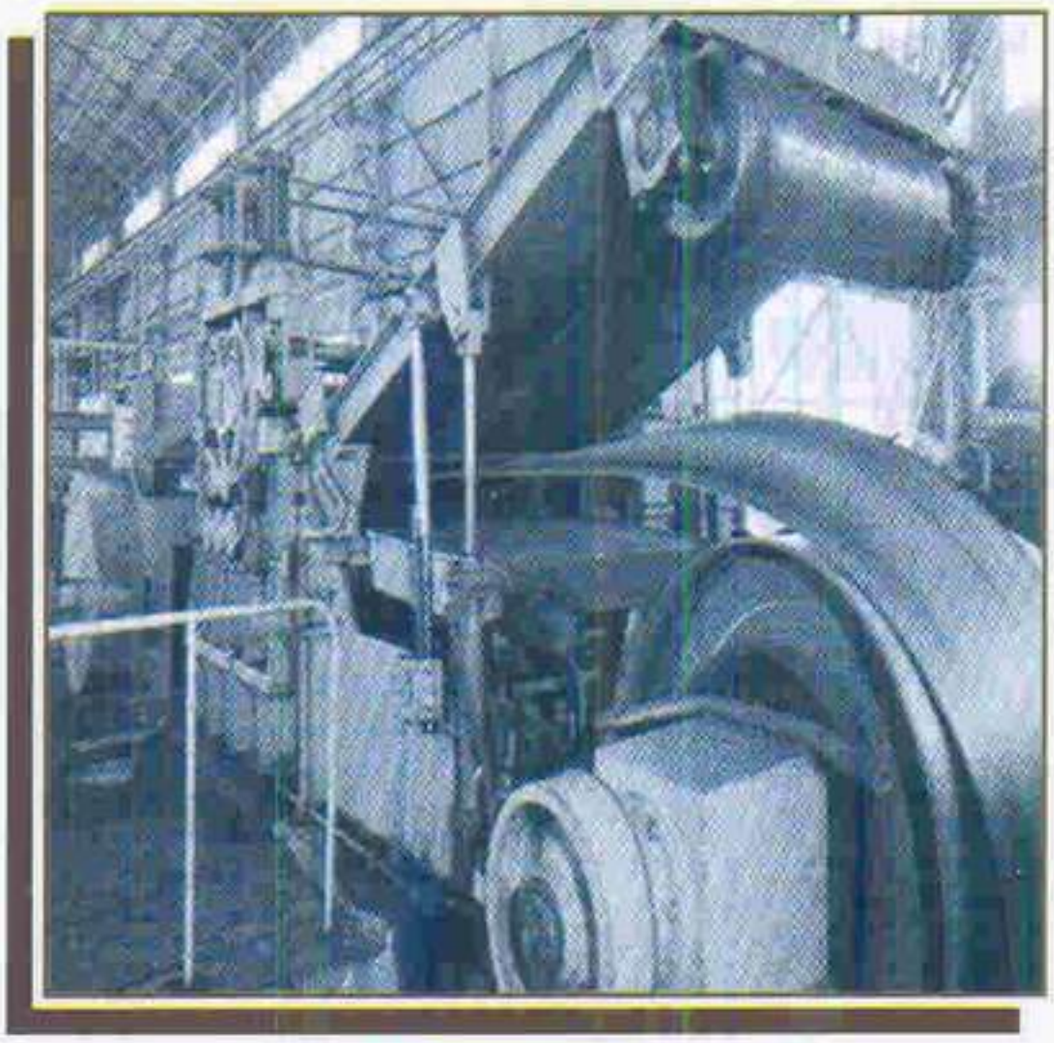
لوله‌های جریانی بدون درز برای انتقال نفت وگاز از سرچاه‌ها به پالایشگاه‌ها، مخازن ذخیره و مکان‌های فشار بالا استفاده می‌شوند. در فرآیند ساخت لوله بدون درز، شمش‌های مدور در یک کوره گرم می‌شوند، بعد از اینکه سوراخ شدند، سپس با عملیات Mandrel یا Plug-Mill به لوله‌هایی با قطر و ضخامت دیواره معین نورد می‌شوند (برای اطلاعات بیشتر به کتابچه لوله‌های بدون درز مراجعه شود).

۶-۲) لوله ERW

لوله ERW، لوله‌ای می‌باشد که یک درز سرتاسری دارد که بدون اضافه کردن ماده واسطه‌ای با جوشکاری مقاومت الکتریکی شکل یافته است. در این روش لبه‌هایی که جوشکاری می‌شوند با نیروی مکانیکی به یکدیگر فشرده می‌شوند و حرارت جوشکاری، از طریق مقاومت در مقابل جریان الکتریسیته بوجود می‌آید.



شکل ۲



شکل ۳

با تغییر شکل پیوسته رول نورد گرم به شکل ورقه فلزی (شکل ۳) وعبور ورقه تشکیل شده از روی مجموعه‌ای از غلتک‌ها (شکل ۴) و تشکیل سیلندر مدور باز (درزدار) (شکل ۲) با قطر خارجی برابر با قطر لوله نهایی در حالیکه دو لبه سیلندر به طور همزمان بوسیله جریان الکتریسیته گرم می‌شوند، لوله ERW ساخته می‌گردد.

درست زمانیکه لبه‌ها به هم نزدیک شده‌اند با نیروی مکانیکی حاصل از غلتک‌ها به یکدیگر فشرده می‌شوند و جریان الکتریسیته، منطقه باریکی از لبه‌ها را تا دمایی مناسب برای متصل شدن گرم می‌کند (شکل ۵).

اغلب کارخانه‌های نورد ERW ، عملیات نرماله کردن برای کل لوله یا خط جوش را تا دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌دهند که بدین ترتیب خصوصیات جوش شدیداً بهبود می‌یابد.

معمولا علت تصمیم‌گیری برای انتخاب لوله ERW براساس دیدگاه اقتصادی می‌باشد بطوریکه این نوع از لوله معمولاً گزینه ارزان‌تری نسبت به بدون درز بوده و دراغلب موارد از لوله UOE نیز ارزانتر می‌باشد.

۶-۳) لوله UOE

لوله‌های UOE عموما قطر بزرگی داشته و با شکل‌دهی ورق تولید می‌شوند. به منظور تولید لوله‌های UOE ابتدا ورق با پرس U به شکل U در می‌آید و بعد از آن با پرسO به شکل O در می‌آید. انبساط هیدرولیک (Hydraulic Expansion)، گردی و قطر دقیقی به لوله می‌دهد و تنش‌های پسماند که با نورد و جوشکاری ایجاد شده‌اند را آزاد می‌کند.

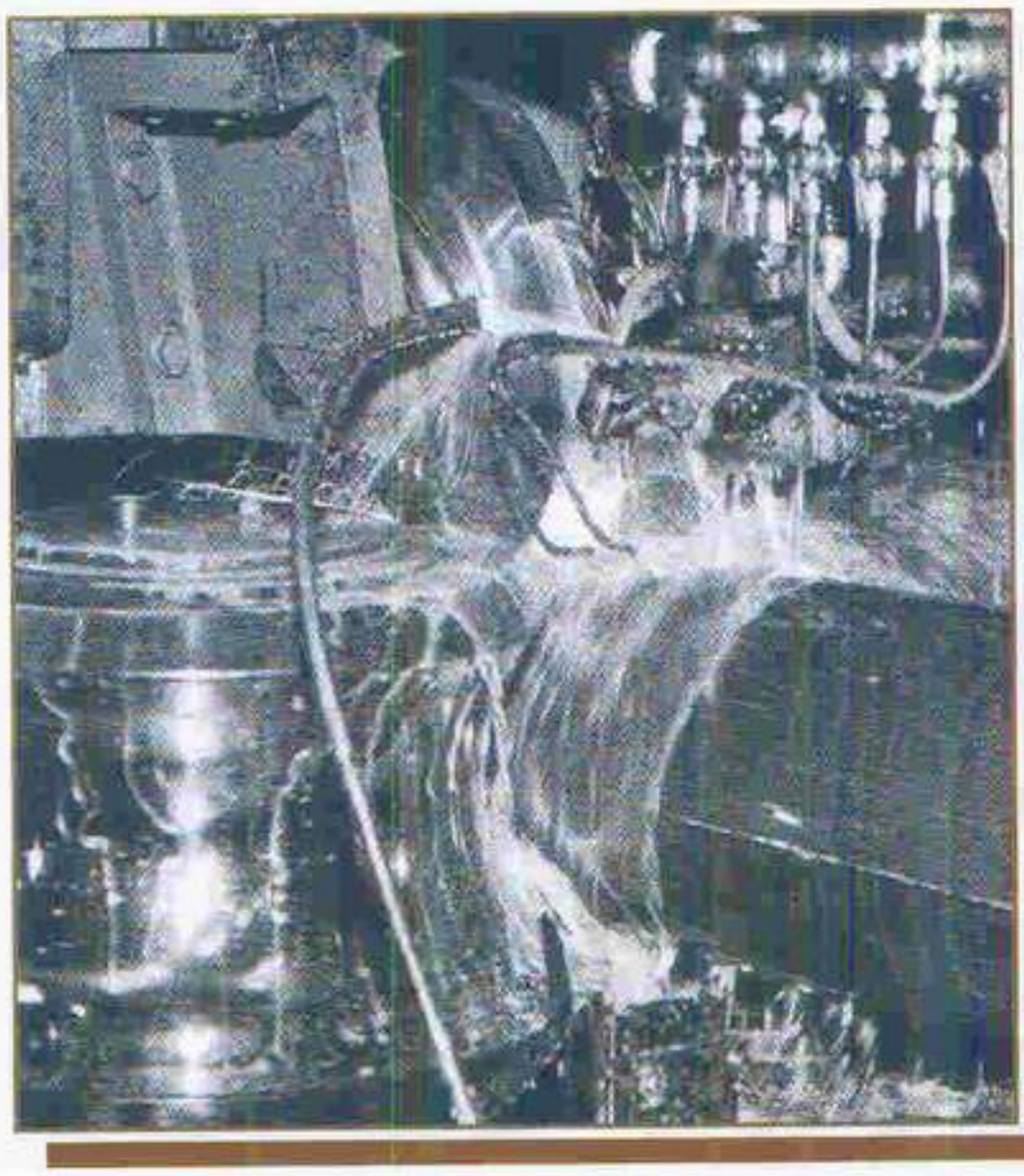
عملیات تولید لوله UOE

آماده کردن لبه‌ها (Edge Planning)

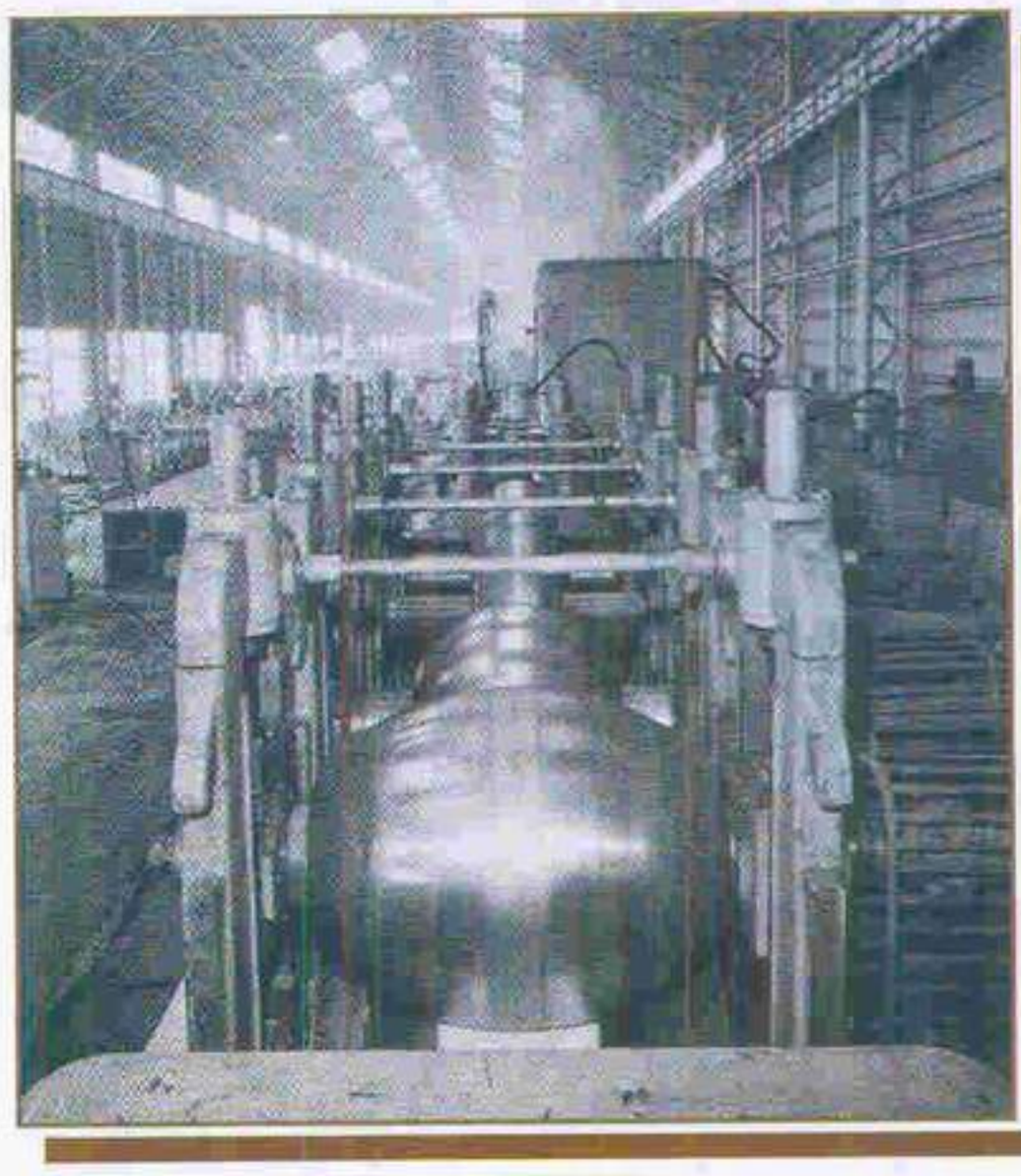
لبه‌های طولی ورق، تمیز شده و به منظور آماده شدن برای جوشکاری داخلی وخارجی به شکل و ابعاد مطلوب پخ زده می‌شوند.

تا کردن لبه‌ها (Edge Crimping)

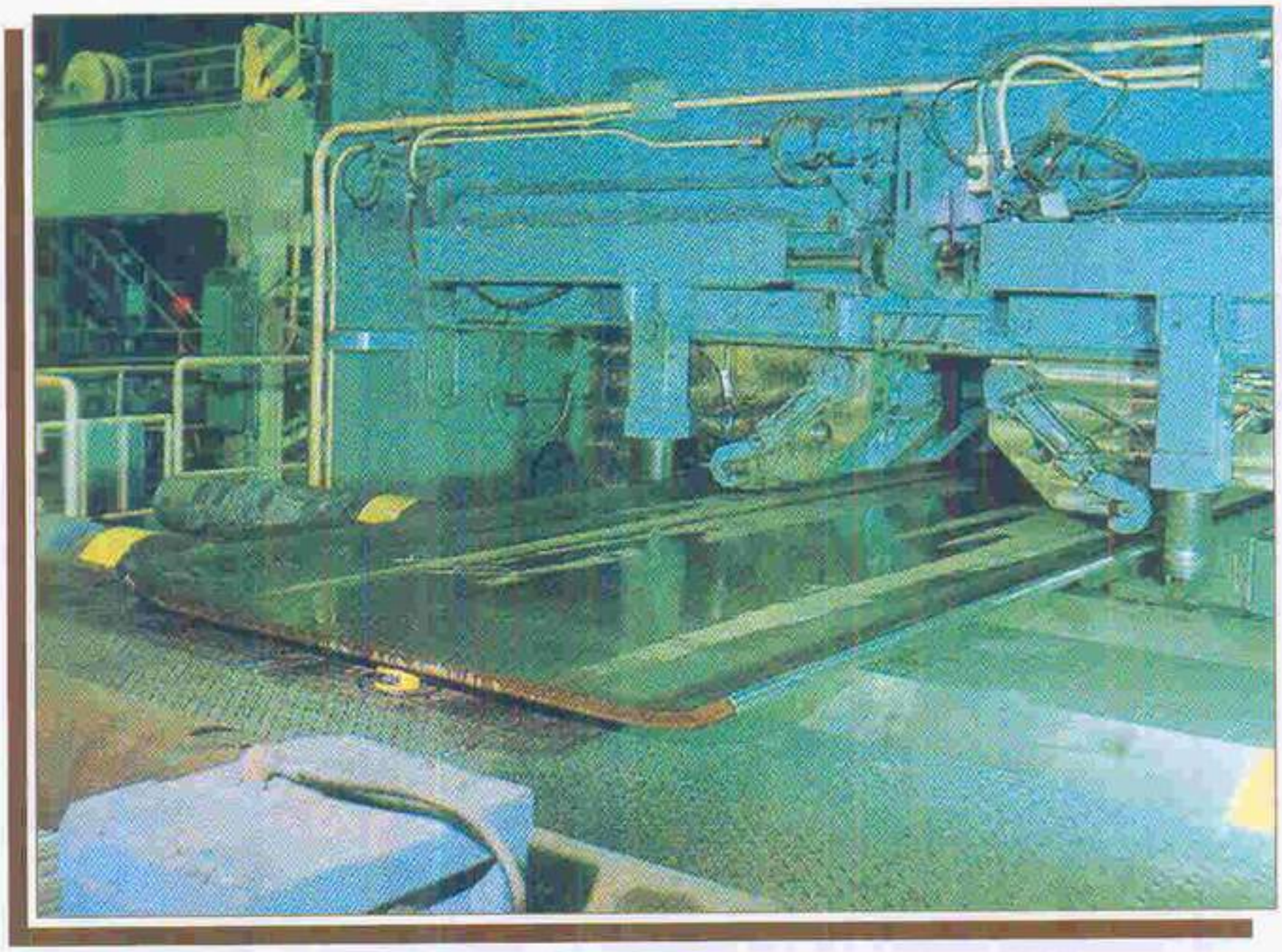
به منظور بدست آودن دایره‌ای با شکل دقیق، لبه ورق به صورت سرتاسری به مقدار کمی تا می‌گردد.



شکل ۵



شکل ۴



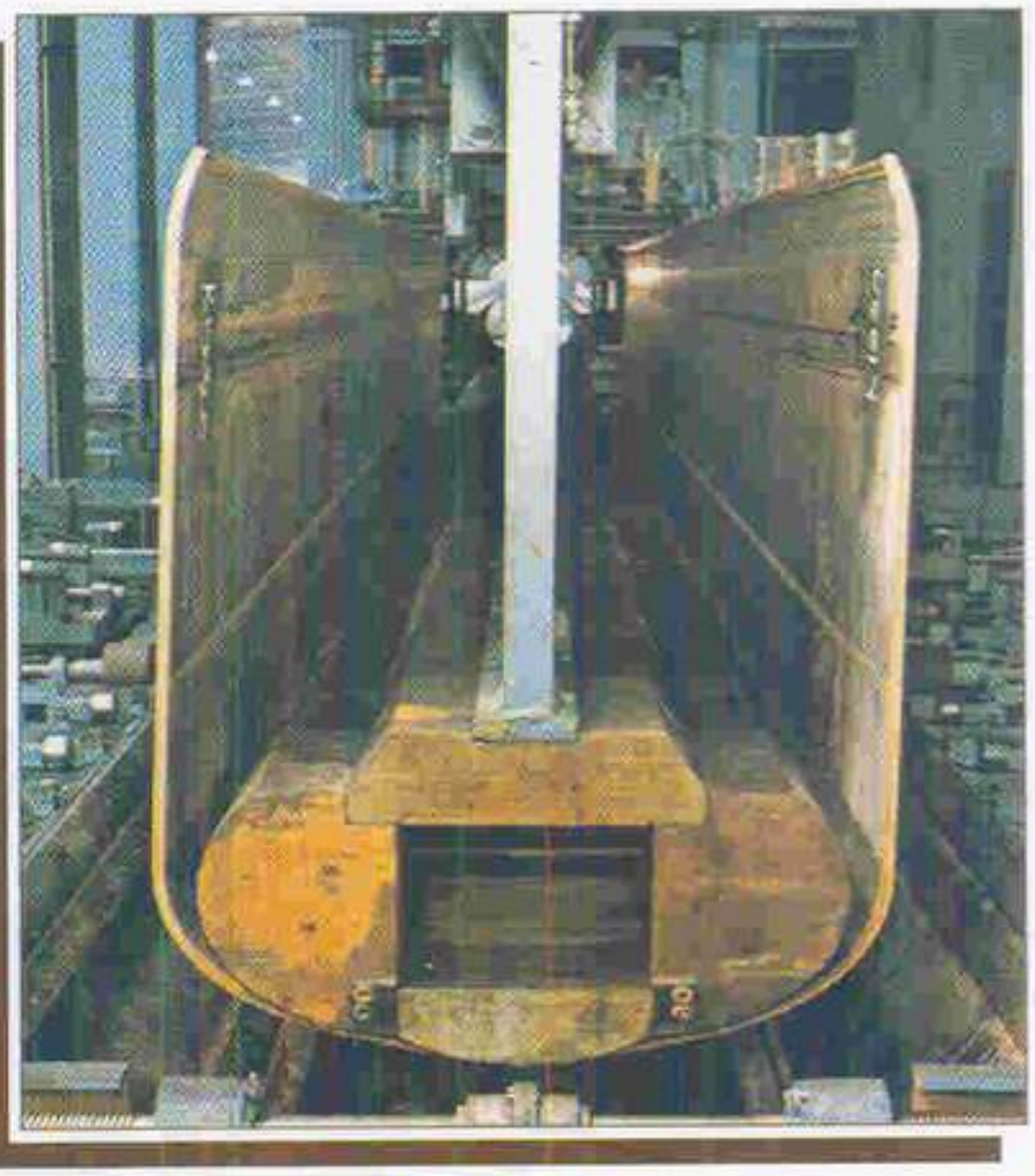
شکل۶

U کردن ورق

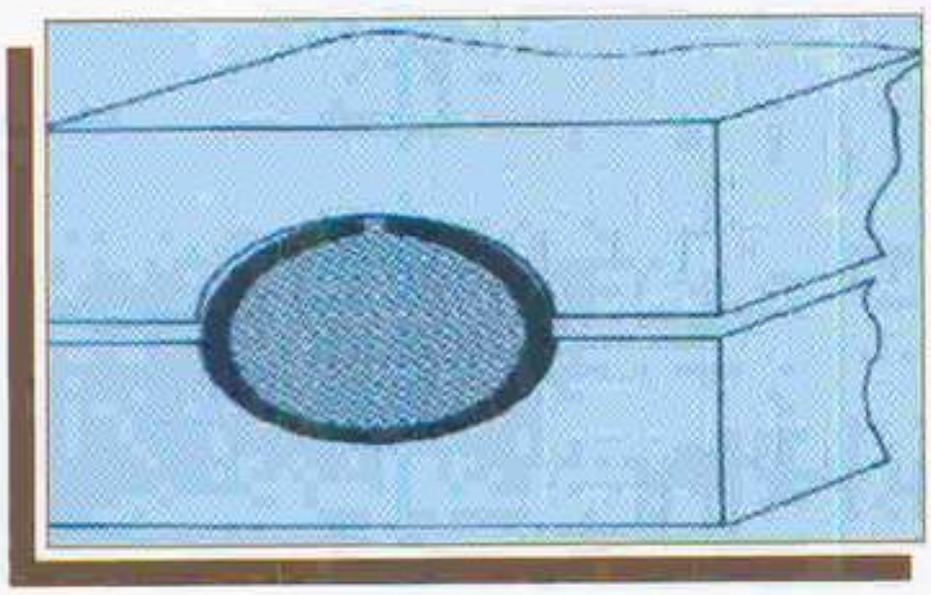
به منظور عملیات بعدی، ورق تاشده به شکل U تغییر شکل می‌یابد.

O کردن ورقه U شکل

ورق U شکل توسط پرس‌های مخصوص، به شکل مدورتغییر شکل داده می‌شود. استفاده از پرس‌های قوی در شکل‌دهی ورق، امکان تولید لوله‌های با شکل خوب را ممکن می‌سازد.



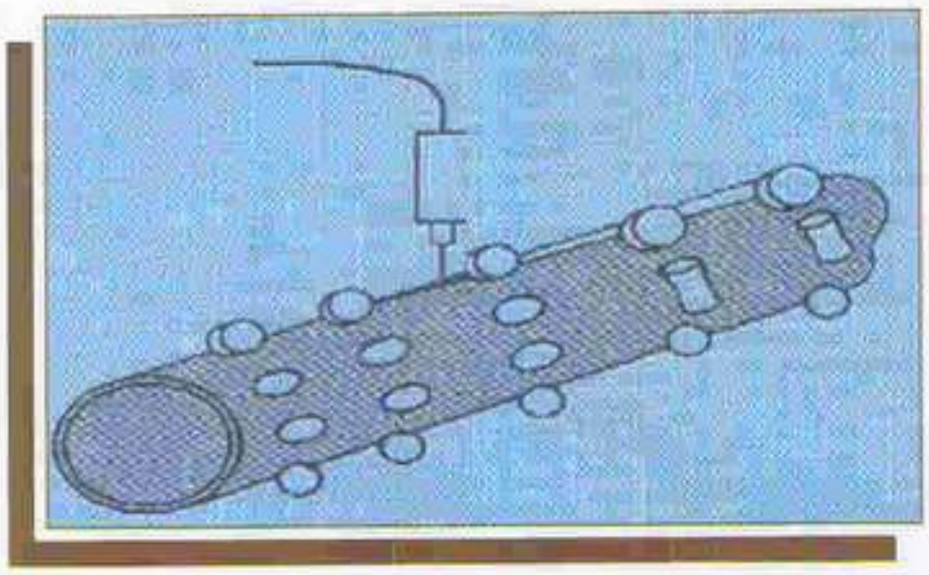
شکل۷



شکل۸

جوش نقطه‌ای (Tack Welding)

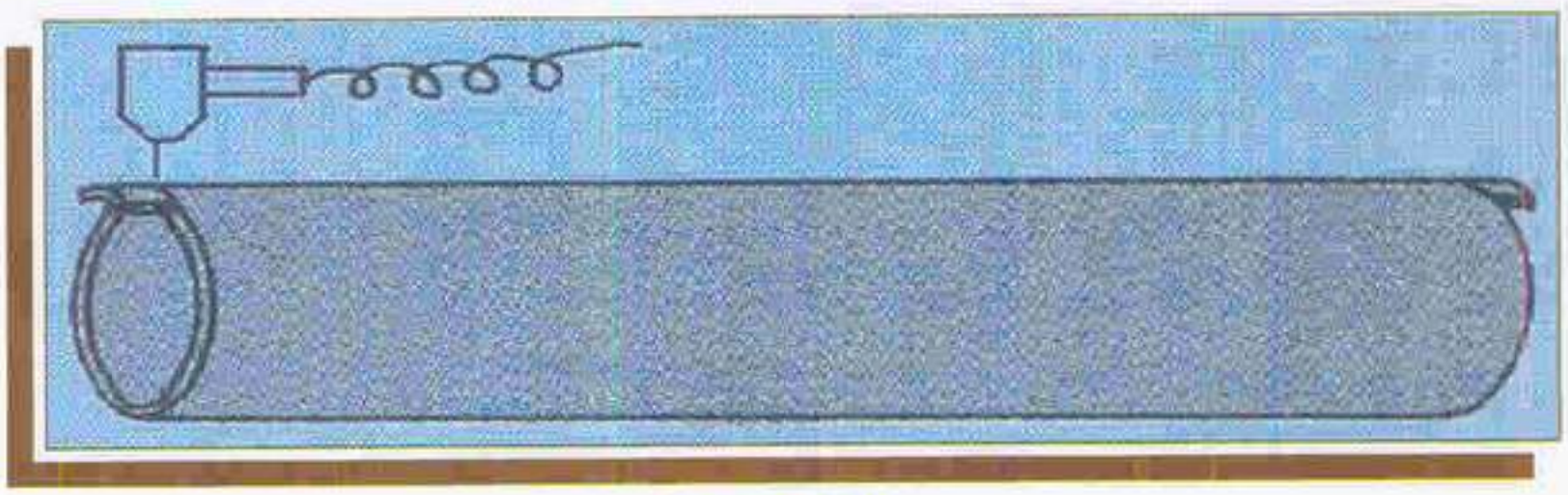
درز جوش بطور موقت در امتداد سرتاسر طول بوسیله یک دستگاه اتوماتیک جوش Co_2 جوشکاری می‌شود. جوش نقطه‌ای، جوشی می‌باشد که برای هم راستا کردن لبه‌های مجاور تا زمانیکه درز جوش‌های نهایی به کار روند استفاده می‌گردد. جوش‌های نقطه‌ای باید از طریق ماشینکاری یا ذوب شدن در زمان مرحله بعدی جوشکاری لوله، حذف (برداشته) شوند.



شکل ۹

جوشکاری زائده (Tab Welding)

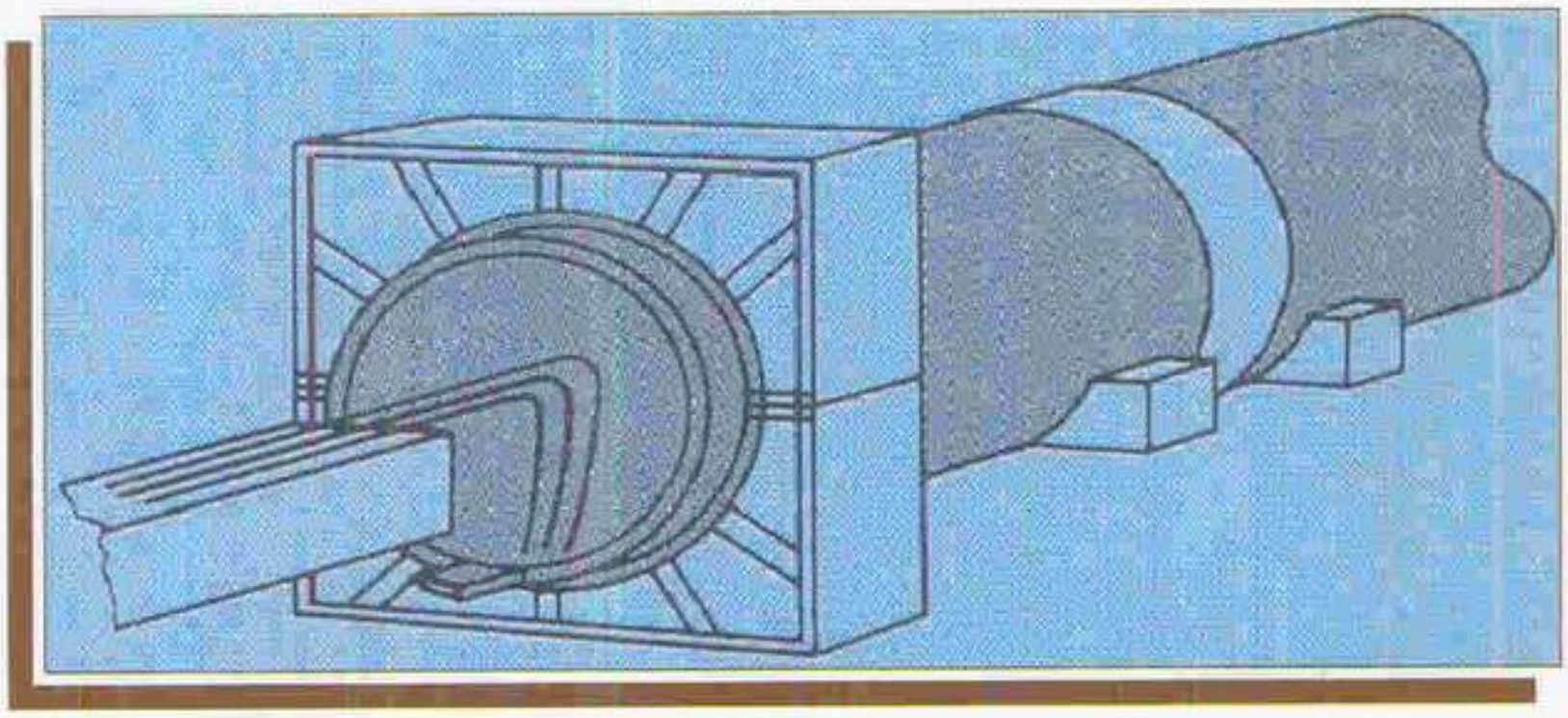
به منظور کاهش دادن مشکلات احتمالی جوشکاری ، دو زائده به دوانتهای لوله وصل می‌گردد. (این زوائد بعد از جوشکاری داخلی و خارجی برداشته می‌شوند.)



شکل ۱۰

جوشکاری داخلی (Inside Welding)

دستگاه جوشکاری اتوماتیک زیر پودری، جوشکاری داخلی را انجام می‌دهد. در مدت زمان این عملیات، درحالیکه ماشین جوشکاری درداخل لوله رو به جلو حرکت می‌کند، لوله در مکان ثابتی نگه داشته می‌شود.



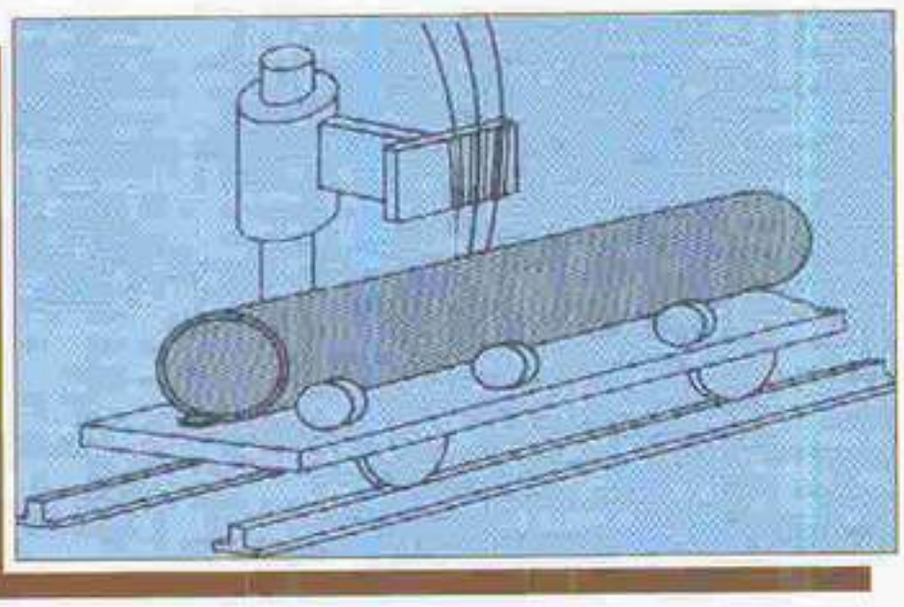
شکل ۱۱

جوشکاری خارجی (Outside Welding)

دستگاه جوشکاری اتوماتیک زیر پودری، جوشکاری خارجی نهایی را انجام می‌دهد. دراین عملیات لوله بر روی یک پلات فرم حرکت می‌کند و ماشین جوشکاری ثابت می‌باشد.

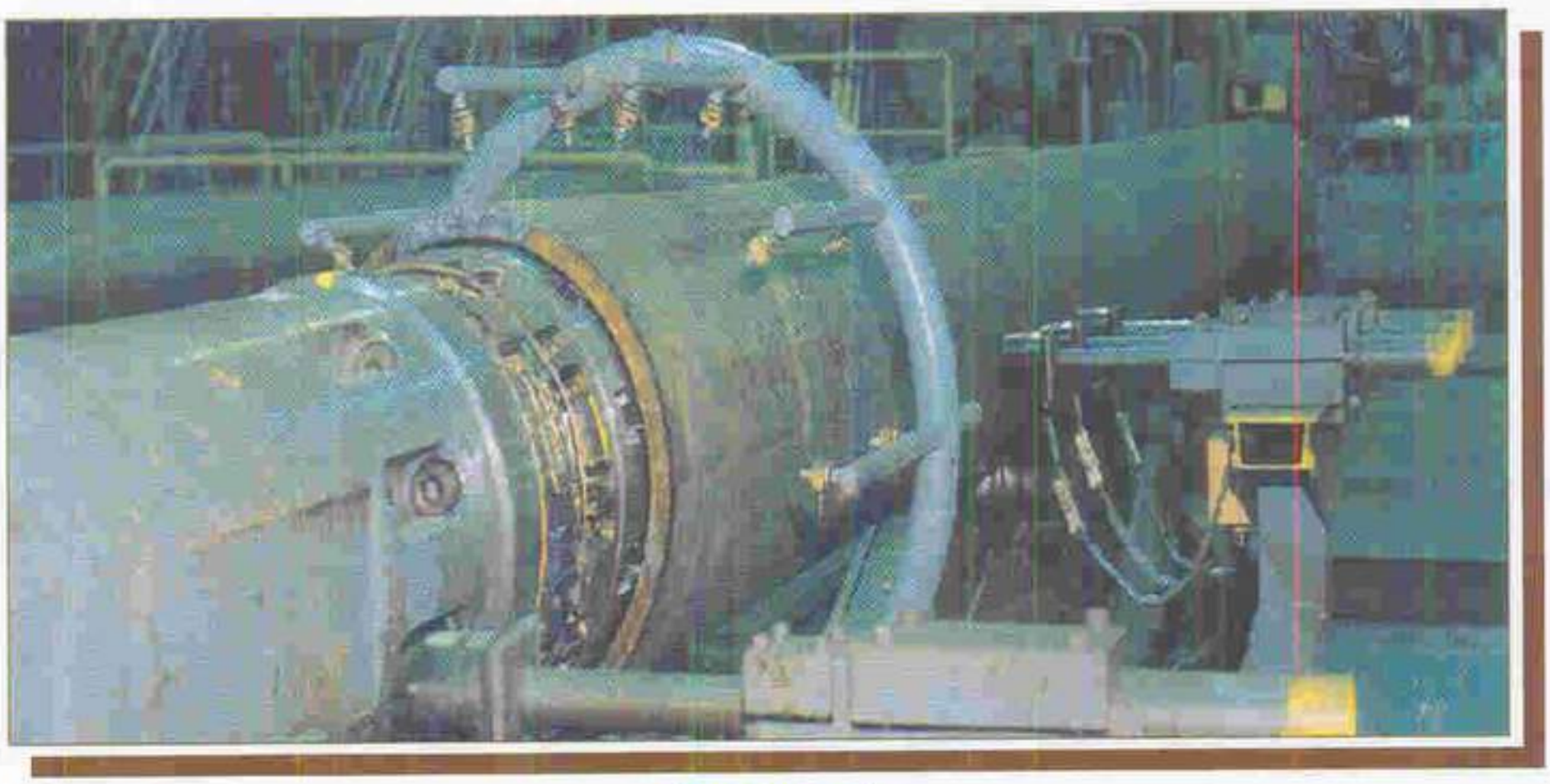
منبسط کردن (Expanding)

لوله به صورت مکانیکی برای دست یافتن به ابعادی دقیق منبسط می‌گردد. بنابر این خارج بودن لوله از گردی و راستایی به صورت دقیقی کنترل می‌شود.



شکل ۱۲

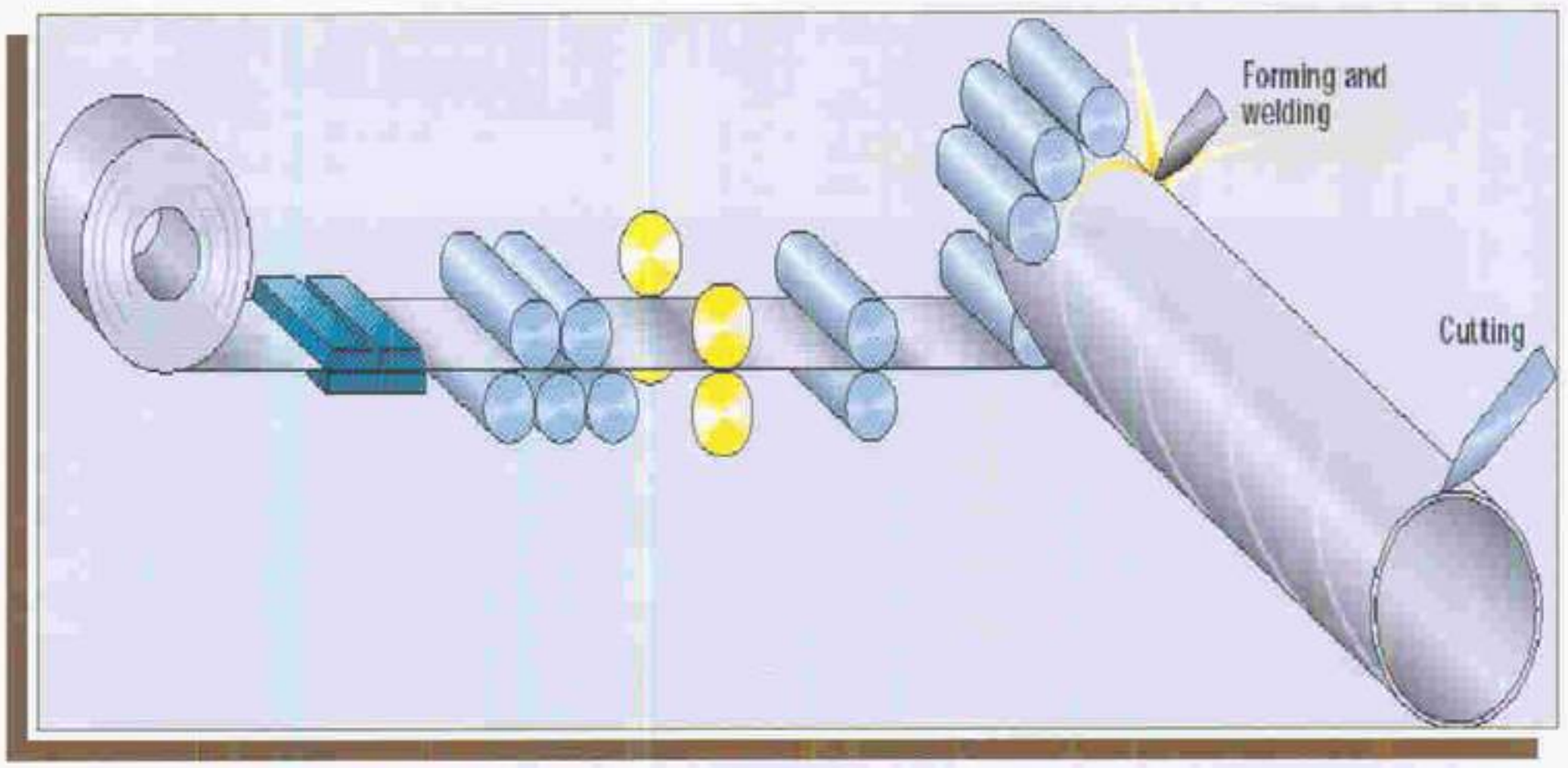
شکل ۱۳



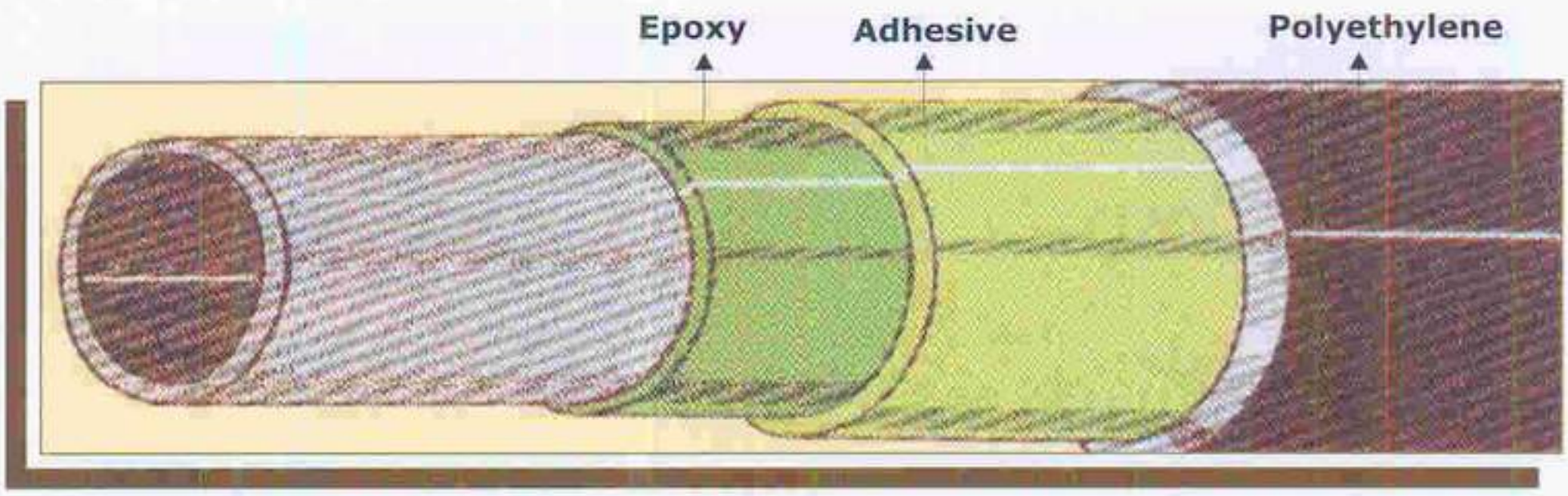
شکل ۱۴

۶-۴) لوله با درز مارپیچی (seam pipe (Helical)Spiral)

لوله با قطر بزرگ با یک درز مارپیچی تولید گردیده و هر دو سمت‌آن با جوش زیرپودری‌جوشکاری می‌شود. لوله جریانی با درز مارپیچی با شکل دادن نوار فولادی به شکل مارپیچ ساخته می‌شود. لوله جوشکاری شده زیر پودری با درز مارپیچی، لوله‌ای می‌باشدکه یک درز مارپیچ‌داردو باعملیات اتوماتیک جوشکاری زیر پودری تولید می‌شود.
حداقل یک پاس جوش باید بر روی داخل وخارج لوله باشد.



شکل ۱۵



شکل ۱۶

۷- پوشش خارجی (External Coating)

معمولاً لوله فولادی باید در مقابل خوردگی محافظت شود. یک پوشش سه لایه خارجی شامل‌لایه‌های اپوسی، چسب و پلی اتیلن می‌باشد (شکل ۱۶). به منظور دست یافتن به سطحی مناسب از لحاظ تمیزی و زبری، لوله شات بلاست (Shot Blast) می‌گردد. قبل از انجام پوشش خارجی، لوله تا دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس پیش گرم می‌شود. پس از آن

پودر اپوسی بر روی لوله اسپری گردیده و بر روی سطح گرم ذوب می‌شود و اولین‌لایه پوشش‌شکل می‌گیرد. پوشش‌های چسب و پلی اتیلن بلافاصله بعد از پودر اپوسی استعمال می‌شوند. پوشش حاصل، از فولاد در مقابل خوردگی محافظت می‌کند.

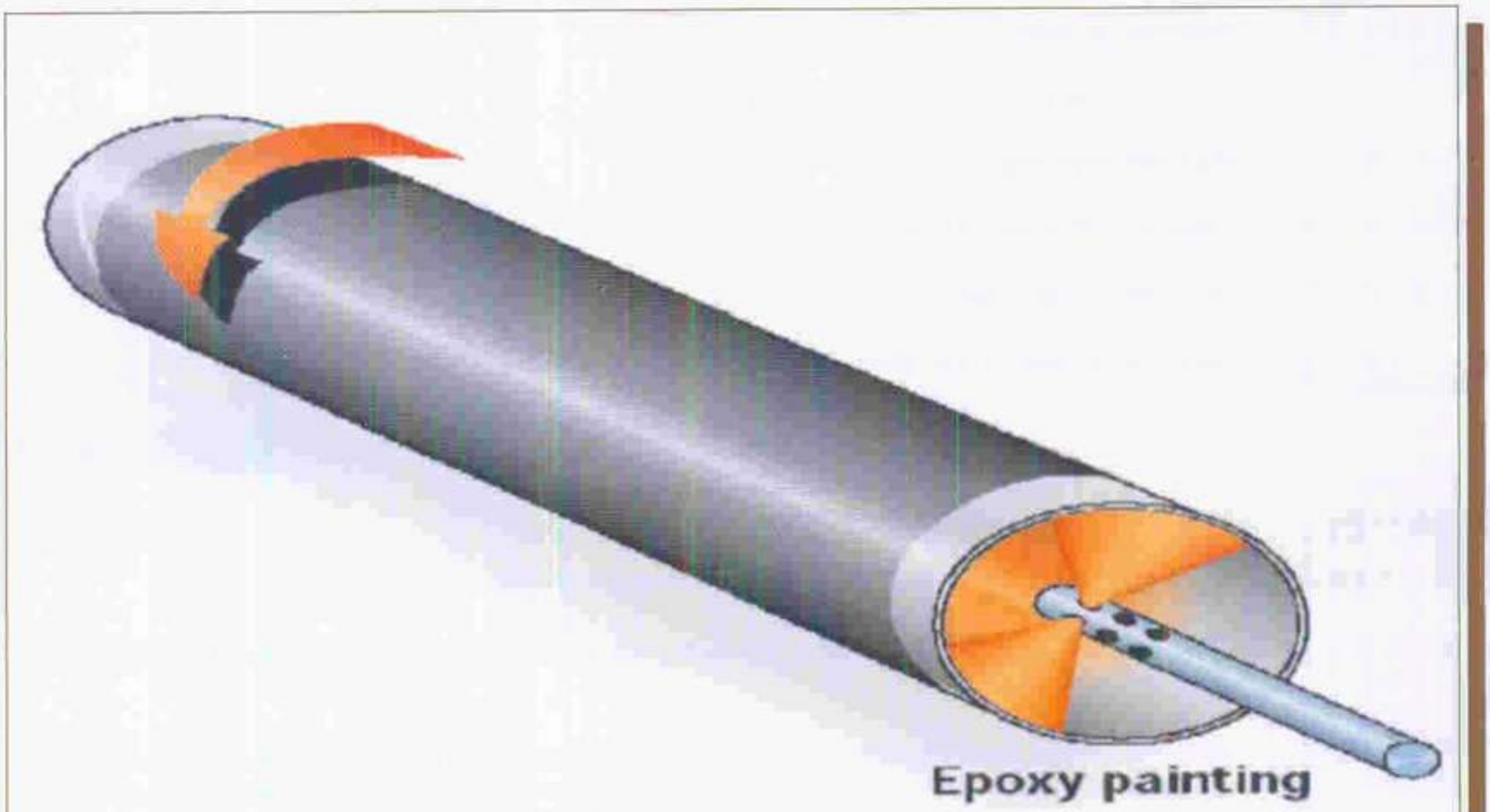
۸- پوشش بتنی (Concrete Coating)

پوشش وزنی بتنی در حالیکه قبل از آن لوله توسط مواد مقاوم در مقابل خوردگی (نوعی از لعاب) پوشش داده شده است، وزن کافی برای غلبه بر نیروی طبیعی شناوری (buoyancy) در زمان قرار دادن لوله در زیر آب (دریا، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها) یا در نقاط کم‌عمق را تامین می‌کند.

انتخاب ضخامت پوشش بتنی بر این اساس می‌باشدکه وزن لوله غوطه‌ور شده را به صورتی تامین کندکه معیارهای زیر را ارضا کند:
به اندازه‌ای سبک باشد که مانعی برای نیروی مورد نیاز به منظور کشیدن لوله در شرایط دریا نباشد و وزن کافی داشته باشد تا در زمان نصب، از ناپایداری حاصل از شرایط دریا جلوگیری کند.

۹- رنگ کاری داخلی (Internal Painting)

پوشش داخلی با رنگ اپوسی درخط لوله‌گاز، به میزان خوبی اصطکاک جریان را کاهش داده و حجم گاز پمپ شده را افزایش می‌دهد.



شکل ۱۷

۱۰) استانداردهای رایج (Common Standards)

رایج‌ترین استانداردها و مشخصات فنی در رابطه با لوله جریانی و خطوط لوله موارد زیر می‌باشند:

۱۰-۱) استاندارد API

API 5L	API Specification for Line Pipe
API 5LX	API Specification for High-Test Line Pipe

۱۰-۲) استاندارد ANSI

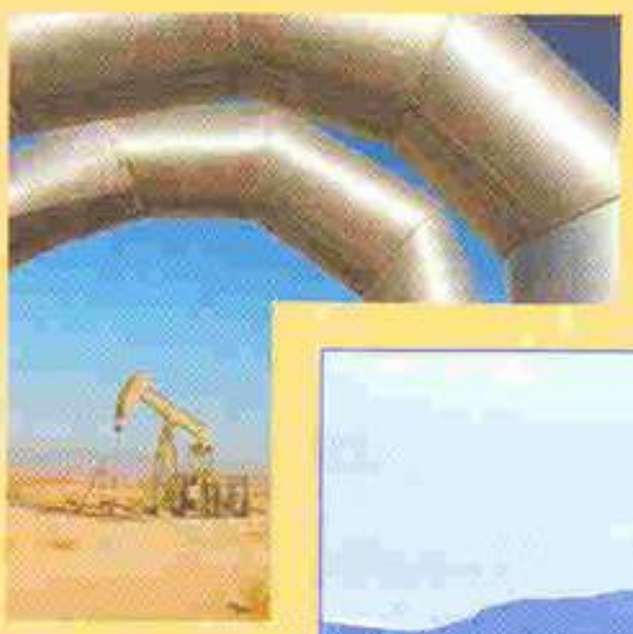
ANSI B2.1	Basic standard for steel pipe threads
ANSI B36.10	Basic dimensional standard for all steel pipe
ANSI B31	Code for design and construction of pressure piping systems, consisting of the following sections:
ANSI B31.1	Power Piping Systems
ANSI B31.2	Industrial Gas and Air Piping Systems
ANSI B31.3	Petroleum Refinery Piping
ANSI B31.4	Liquid Petroleum Transportation Piping
ANSI B31.5	Refrigeration Piping Systems
ANSI B31.6	Chemical Process Piping
ANSI B31.7	Nuclear Power Piping
ANSI B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping

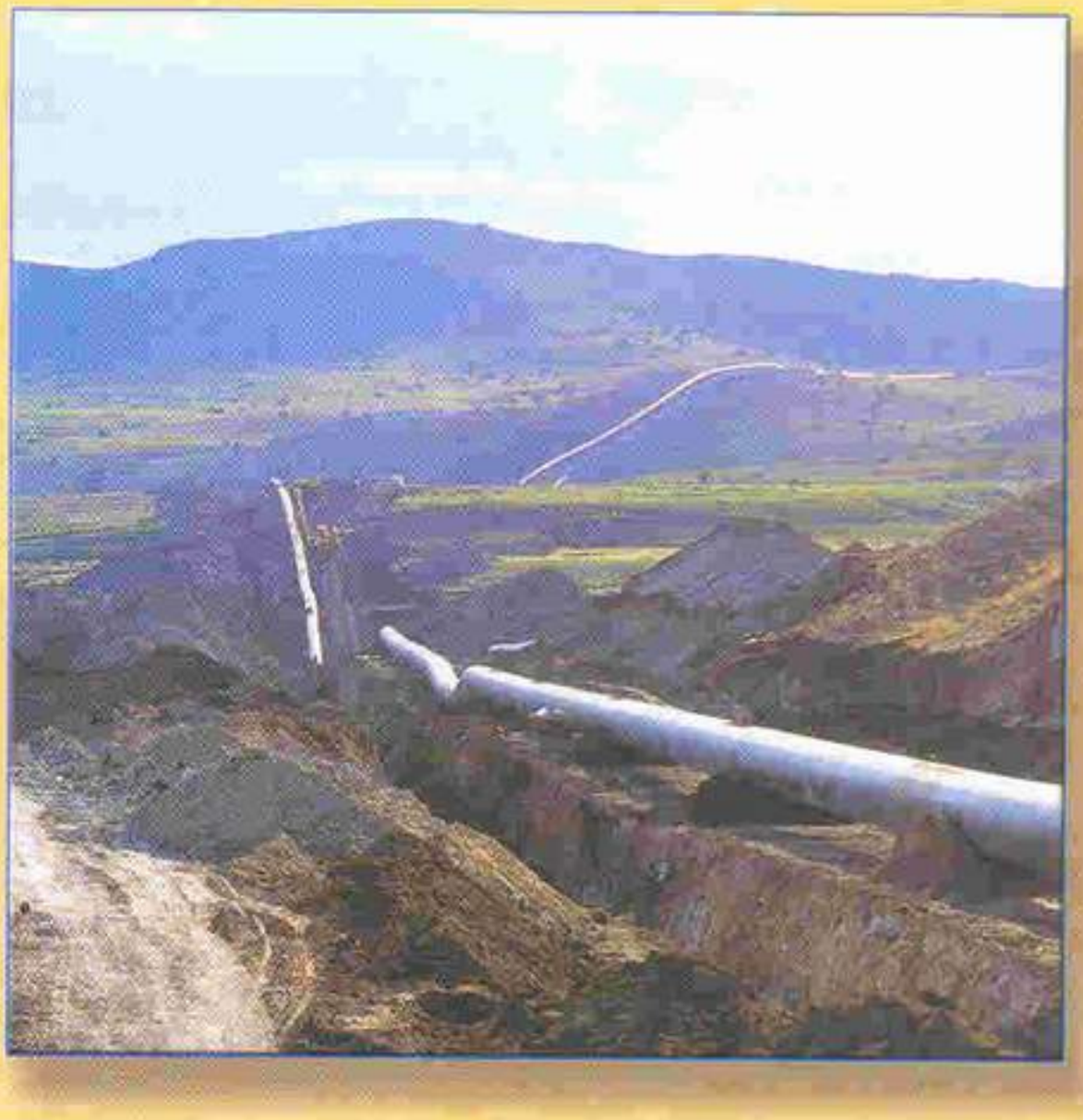
۱۰-۳) استاندارد ASTM

ASTM A53	Welded and Seamless Steel Pipe
ASTM A106	Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Service
ASTM A135	Electric-Resistance-Welded Pipe,30 inch and under, intended for conveying liquid, gas, or vapor
ASTM A139	Electric-Fusion (Arc)Welded Straight-Seam or Spiral-Seam Pipe,4 inch and over, wall thicknesses up to 5/8 inch inclusive. Intended for conveying liquid, gas or vapor.
ASTM A333	Seamless and Welded Steel Pipe for Low Temperature Service
ASTM A523	Plain End Seamless and Electric Welded Steel Pipe for High Pressure Pipe-Type Cable Systems

Manufacturing Support & Procurement (MSP) Kala Naft Co. Tehran

N.I.O.C





An Introduction to Line Pipe

Directorate of Manufacturing Support for Mechanical, Electrical & Instrumentation

AN INTRODUCTION TO LINE PIPE

1)Introduction	3
2) Material of line pipe	4
3) Grades of steel line pipe	4
4) pipe ends	5
5) Line pipe dimensions and weights	5
6) Line pipe manufacturing	6
6-1) Seamless pipe	6
6-2) ERW pipe	6
6-4) Spiral (helical) seam pipe	11
7) External coating	11
8) Concrete coating	12
9) Internal painting	12
10) Common standards	13
10-1) American Petroleum Institute (API)	13
10-2) American National Standards Institute (ansi)	13
10-3) American Society for Testing and Materials (astm)	13

IN THE NAME OF GOD

N.I.O.C

Manufacturing Support & Procurement (MSP)
Tehran KALA NAFT Company

1-INTRODUCTION

Modern man's life has been based on structures in which energy fulfills a prevailing role and the standards of life in his society, in particular in highly developed areas, lead to ever increasing demands for energy.

Oil and Gas are major participants in the energy supply of our modern world. Moreover, the future of mankind is subordinated to the sufficient and adequate supply and distribution of this form of energy.

Pipelines provide a very economical method of transporting fluids and gases over great distances and despite the large initial capital investment required for their construction, they show low operating cost.

After oil was discovered in Pennsylvania in 1858, a new use for pipe and pipelines soon emerged. The first oil pipeline, a 2.5 mile- long 2 inch- diameter pipeline was laid in 1863. It delivered or tranfered 800 barrels of oil per day.

Line pipe for constructing pipelines is used to transport crude oil and natural gas from the wells to refineries, storage tanks, loading and distribution centers.

Figure 1

2- Material of Line pipe

Line pipe for constructing Oil and Gas pipelines is made from steel, and in particular, either low-carbon steel or lowalloy steel. These two types of materials are primarily composed of iron (98 to 99 percent iron), but small amounts of carbon (0.001 to 0.30 percent by weight), manganese (0.30 to 1.80 percent by weight), and other intentionally added alloying elements in small amounts (columbium, molybdenum, vanadium, titanium) can have beneficial effects on the strength and toughness of steel (" Toughness" is the ability to resist crack propagation.). These materials are stable: their properties do not change with the passage of time. Low-carbon and low-alloy steels are susceptible to oxidation (i.e., corrosion) in air, water, or soil environments. They can be satisfactorily protected from corrosion by suitable coatings and by the application of an appropriate level of electrical direct current referred to as cathodic protection.

Stainless or high-alloy steels are essential for special applications such as in high-temperature piping, but they are not suitable and cannot be made economically in the quantities needed for use in pipelines.

Grade	Yield Strength Minimum		Ultimate Tensile Strength, Minimum		Ultimate Tensile Strength, Maximum	
	PSI	Mpa	PSI	Mpa	PSI	Mpa
A25	25,000	(172)	45,000	(310)		
A	30,000	(207)	48,000	(331)		
B	35,000	(241)	60,000	(413)		
X42	42,000	(289)	60,000	(413)		
X46	46,000	(317)	63,000	(434)		
X52	52,000	(358)	66,000	(455)		
X56	56,000	(386)	71,000	(489)		
X60	60,000	(413)	75,000	(517)		
X65	65,000	(448)	77,000	(530)		
X70	70,000	(482)	82,000	(565)		
X80	80,000	(551)	90,000	(620)	120,000	(827)

Table 1

3- Grades of steel Line pipe

Grades specified by API spec 5L are A25, A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70, and X80.
These grades shall conform to the tensile strength requirements specified in table(1).
The grade designations used herein for grades A and B do not include reference to the minimum yield strength. Other grade designations used herein comprise the letter A or X followed by the first two digits of the minimum yield strength.
Lower grade pipe, generally obtains adequate strength from normalized carbon-manganese steel. For grade above X52 the increased strength requires additions of other strengthening elements (Niobium/Vanadium), special rolling techniques or quenching and tempering.

4- PIPE ENDS

Pipe shall be furnished threaded or plain end. Spiral weld pipe may not be threaded.
Unless otherwise ordered, plain-end pipe in sizes 2 3/8 and larger shall be furnished with ends beveled to an angle of 30 degrees(+5 degrees, -0 degrees) measured from a line drawn perpendicular to the axis of the pipe, and with a root face of 1/16 in., ±1/32 in.(1.55 mm, ±0.79 mm).
For seamless pipe where internal machining is required to maintain the root face tolerance, the angle of the internal taper, measured from the longitudinal axis, shall be no larger than the following:

The end finish of pipe sizes smaller than 2 3/8 shall be specified on the purchase order.

Specified Wall Thickness (In.)	Maximum Angle of Taper (degrees)
Less than 0.418 (10.6mm)	7
0.418 thru 0.555 (10.6thru 14.1mm)	9 ½
0.556 thru 0.666 (14.1 thru 16. 9mm)	11
Over 0.666 (16.9mm)	14

Table 2

5- Line Pipe Dimensions and Weights

According to API SPEC 5L, threaded line pipe, varying from 0.405 to 20 inch in diameter and plain-end line pipe varying from 0.405 to 80 inch. Outside diameter(D), wall thickness(t), plain-end weight(wpe) and inside diameter(d) are specified in table(3) for a 26" nominal size line pipe, as an example.

Designation			Outside Diameter, D(in.)	Wall Thickness, t(in.)	Plain-End Weight, W_{pe} (lb/ft)	Inside Diameter, d (in.)
Nominal Size	Wall	Weight				
26[C]		68.75	26.000	0.252	68.75	25.500
26[C]		77.18	26.000	0.281	77.18	25.438
26		85.60	26.000	0.312	85.60	25.367
26		94.26	26.000	0.344	94.26	25.312
26	Std.	102.61	26.000	0.375	102.63	25.250
26		110.98	26.000	0.406	110.98	25.188
26		19.57	26.000	0.438	119.57	25.124
26		127.88	26.000	0.469	127.88	25.062
26	XS	136.17	26.000	0.500	136.17	25.000
26		152.68	26.000	0.562	152.68	24.876
26		169.38	26.000	0.625	169.38	24.750
26		185.99	26.000	0.688	185.99	24.624
26		202.25	26.000	0.750	202.25	24.500
26		218.43	26.000	0.812	218.43	24.376
26		234.79	26.000	0.875	234.79	24.124
26		251.07	26.000	0.938	251.07	26.000
26		267.00	26.000	1.000	267.00	24.000

C: These sizes are special plain-end weights
XS: Extra-Strong

Table 3: Sample of API tables

6) Line Pipe Manufacturing

Welded and seamless steel line pipe commonly used to convey gas, water and oil in the petroleum and natural gas industries.
Recent years have seen a trend toward the use of increasingly high grades of line pipe for petroleum and natural gas transport. Both dimensional and material property requirements have become increasingly rigorous. Greater diameters and heavier gauges, as well as higher strength, have been needed to improve transport efficiency, and better toughness is required for arctic service. Formerly, UOE (U & O-ing Press Forming and Mechanical Expanding) pipe was used to meet these needs, but electric-resistance welded (ERW) steel pipe has been increasingly adopted. Not only is ERW pipe lower in production cost than UOE, but improved hot-rolled coil quality and progress in welding techniques have also led to improved product reliability.
Line pipe-manufacturing for major pipelines are restricted to:

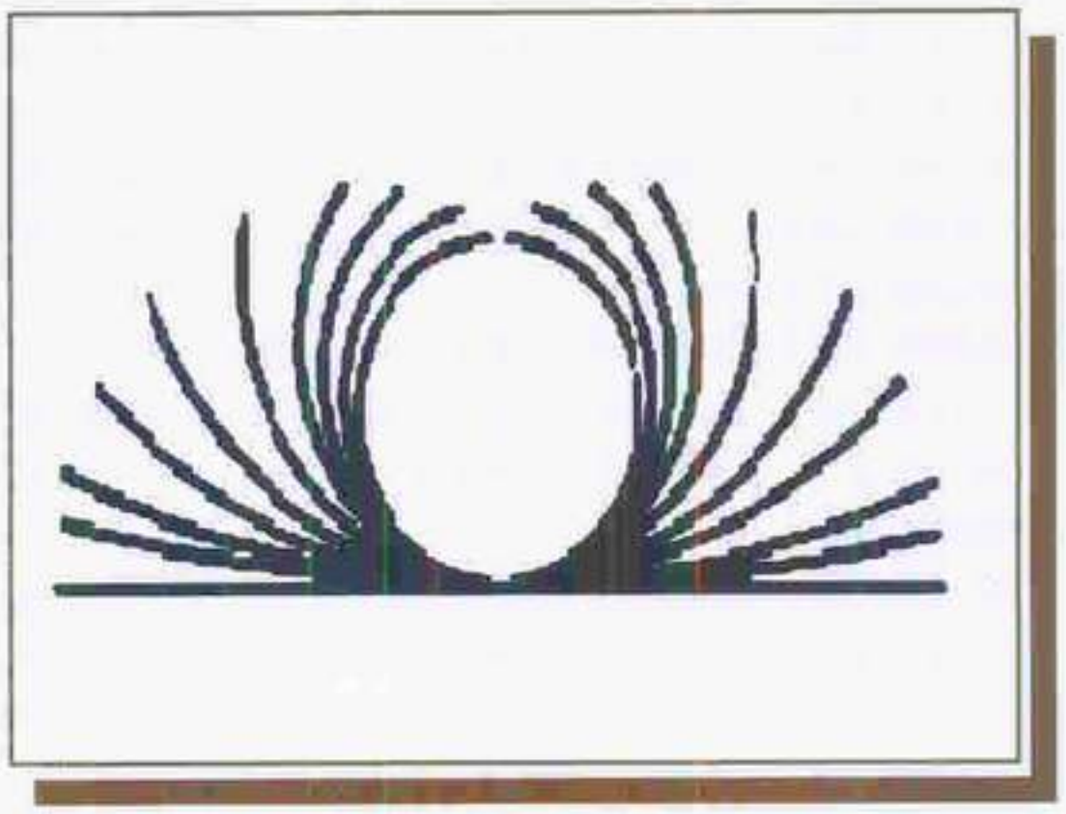


Fig. 2

6-1) Seamless pipe

Seamless line pipes are used to transport oil and gas from the well site to refineries, storage tanks and other high-pressure locations.
In the seamless pipe-making process round billets are heated in a furnace, after which they are pierced, and then rolled by the Mandrel or Plug-Mill process into pipes of specified diameters and wall thicknesses(for more information refer to seamless pipe booklet).

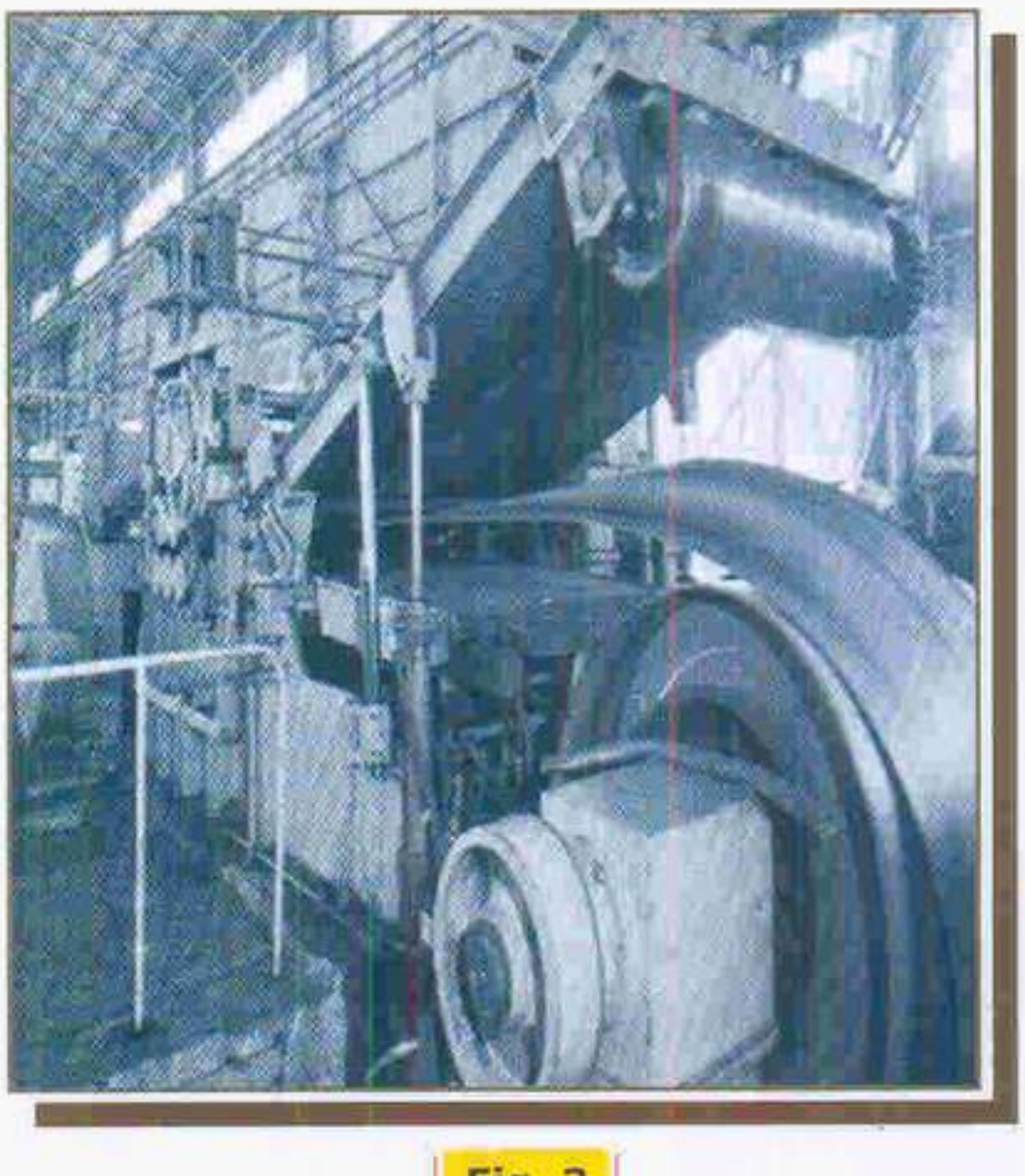


Fig. 3

6-2) ERW pipe

ERW pipe is defined as pipe having one longitudinal seam formed by electric-resistance welding, without the addition of filler metal, wherein the edges to be welded are mechanically pressed together and the heat for welding is generated by the resistance to flow of the electric current.
ERW pipe made by continuously forming hot-Rolled coil(Figure 3) into a metal plate shape and passing the resulting plate through a cluster of rolls(Figure 4) forming a circular opening cylinder (Figure 2) equal to the outside diameter of the finished pipe while the edges of the cylinder are simultaneously heated by means of electric current.

At the instant the converging edges are forced together by the mechanical pressure of the rolls, electric current heats a narrow zone of material at each edge to a temperature suitable for bonding (Figure 5).

In addition most ERW mills perform a full body or weld line normalizing treatment at around 600 deg C which greatly enhances weld properties.

The decision to select ERW pipe is usually made on the basis of economics as it is usually the cheaper alternative to seamless and in most instances is cheaper than UO pipe.

6-3) UOE pipe

UOE pipe usually have large diameter and is produced by forming plates. The plate is pressed into a U shape and O shape by the U-press and O-press respectively. Hydraulic expansion gives the pipe precise diameter and roundness and relieves residual stresses caused by forming and welding.

Manufacturing process for UOE pipe

edge planning

Longitudinal edges of the plate are trimmed and beveled to the desired width and shape in preparation for inside and outside welding.

edge crimping

The plate edge is crimped through the full length to obtain an accurate circle.

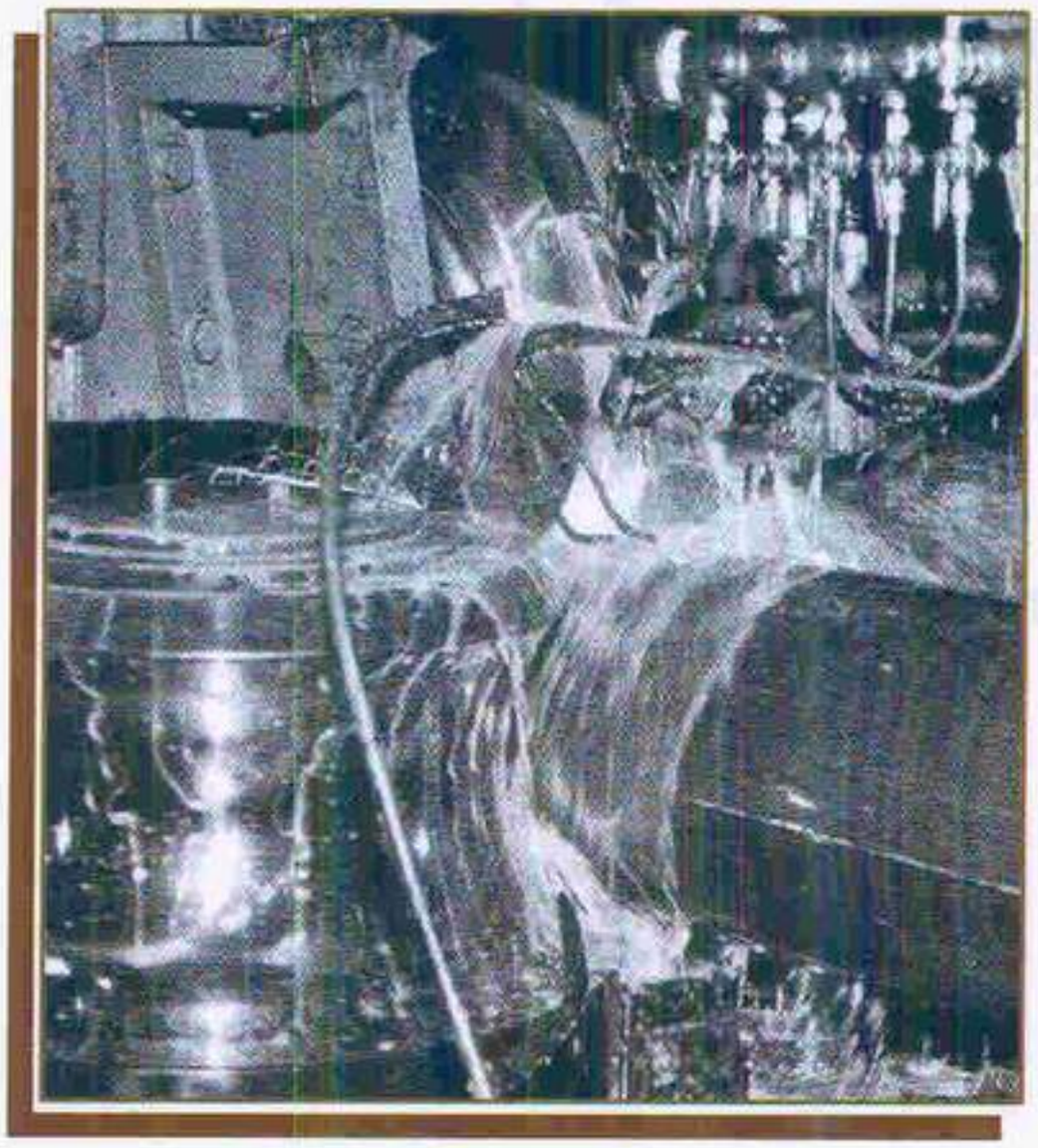


Fig. 4

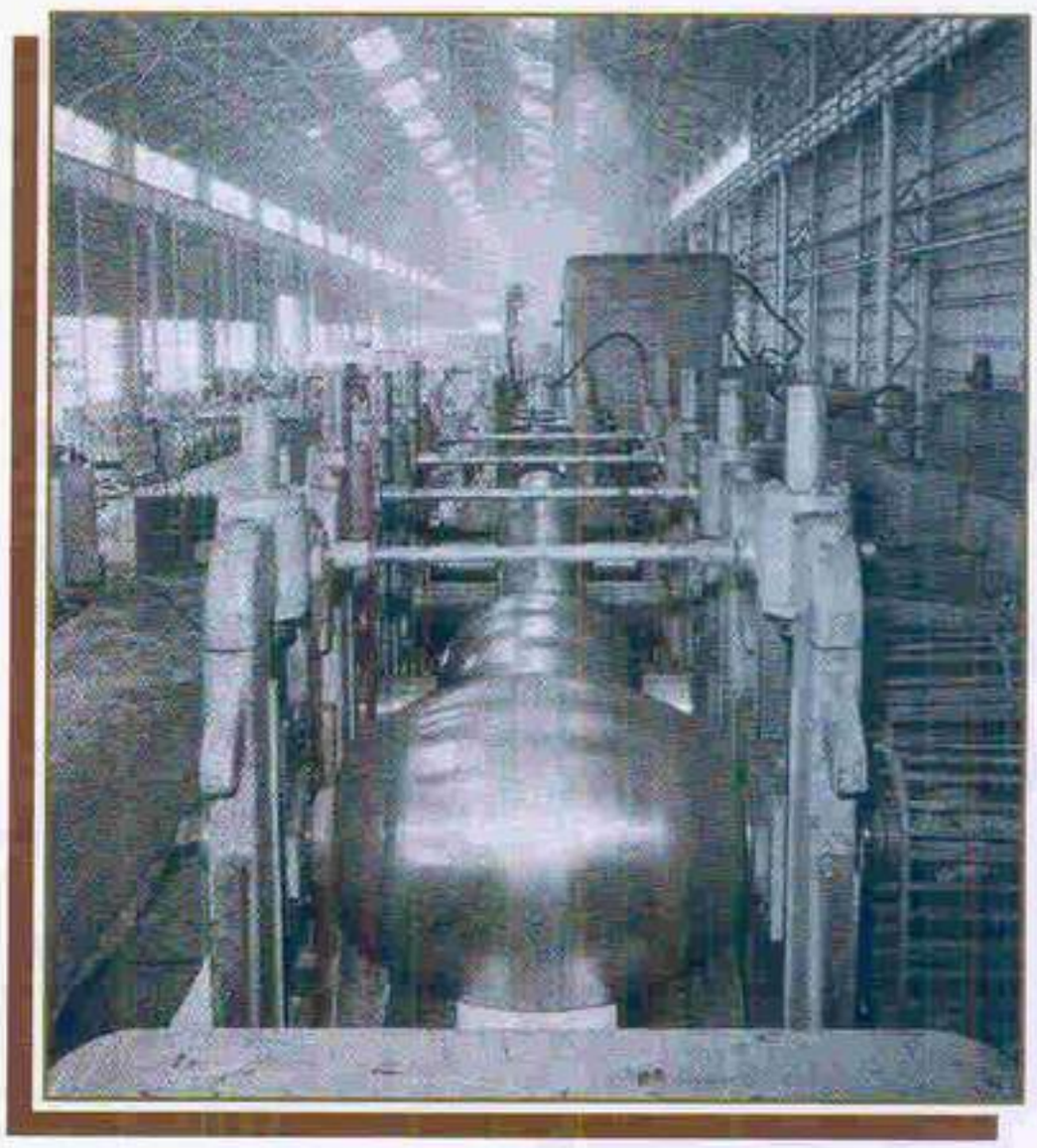


Fig. 5

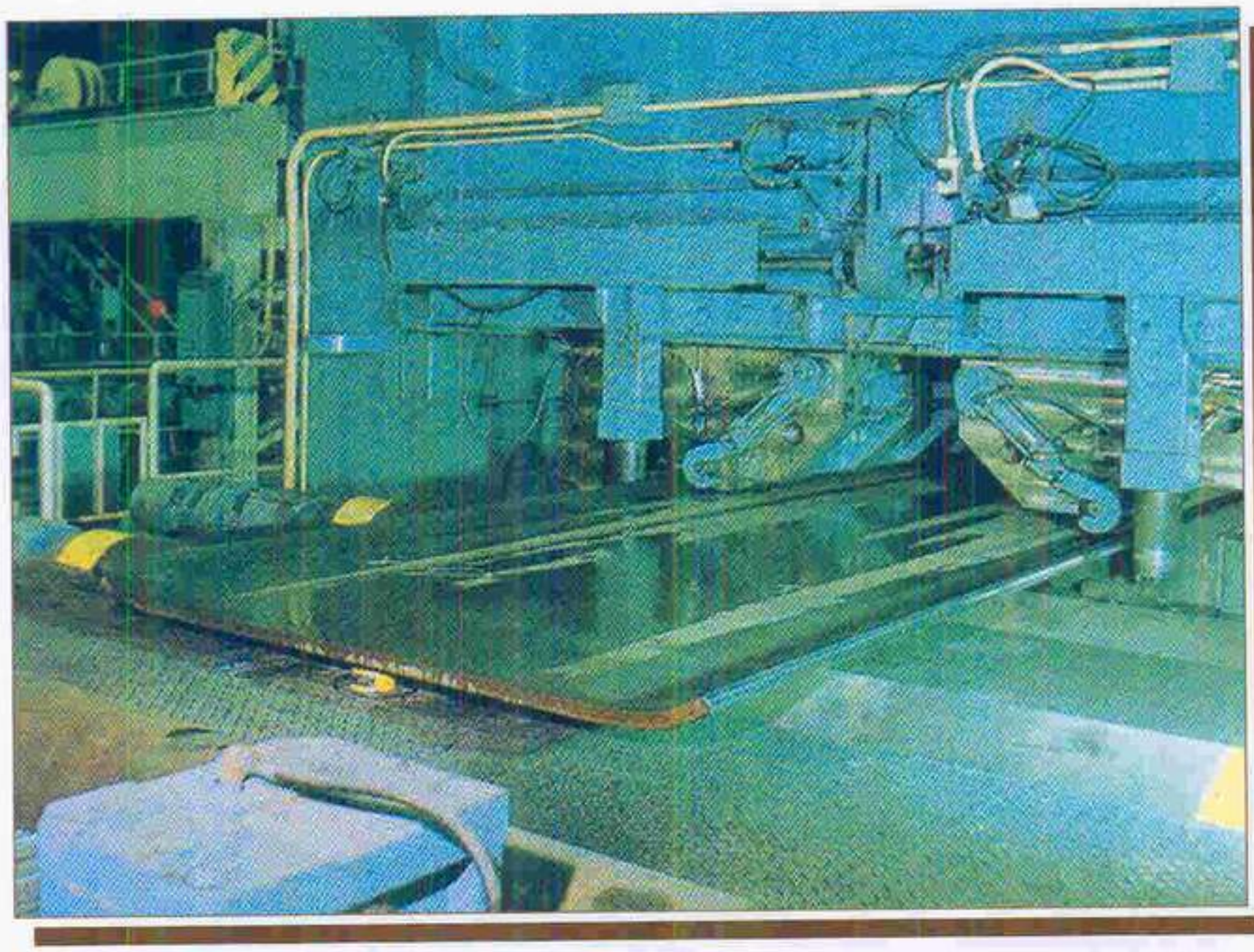


Fig. 6

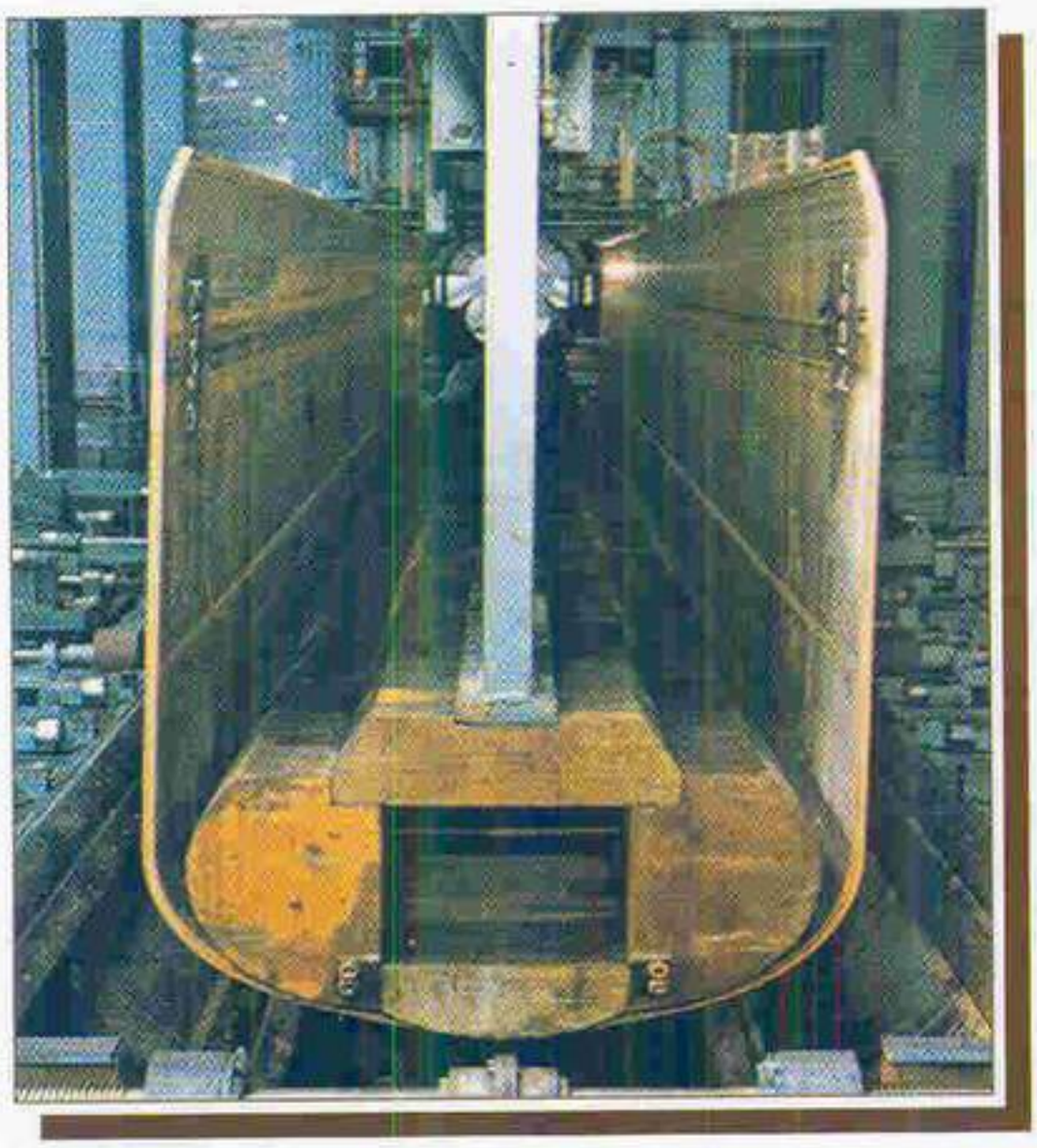


Fig. 7

changing form of plate to 'u' shape

The crimped plate is formed into a U-shape for the following operation.

changing form of u plate to 'o' shape

The U-shaped plate is formed into a circular shape. By using of more strong presses, the manufacture of well shaped pipe is possible.

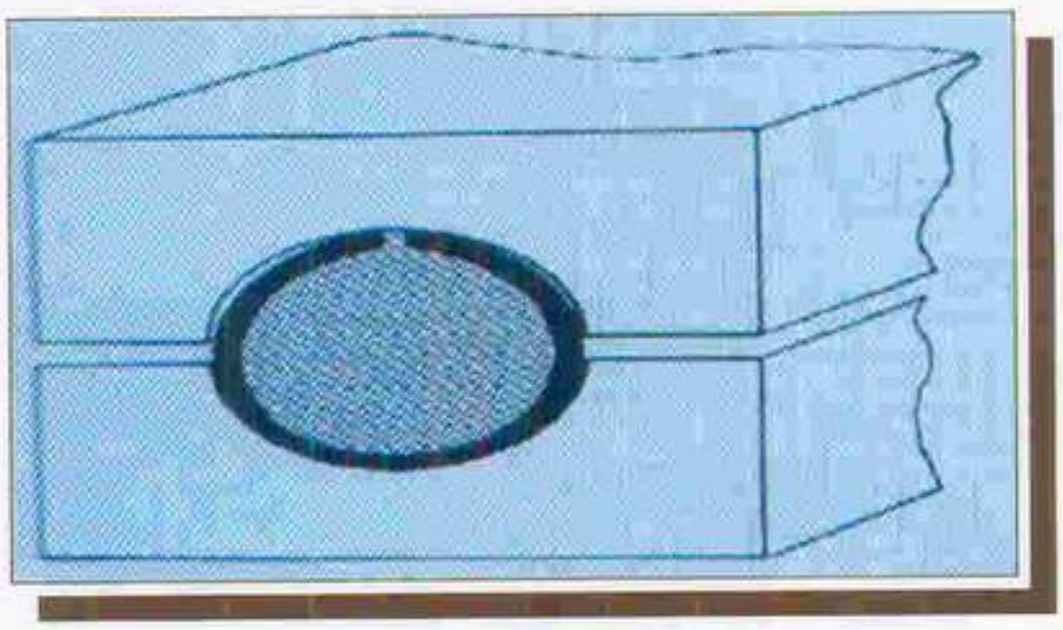


Fig. 8

Tack welding

The seam is temporarily welded along the full length of the pipe by an automatic CO_2 arc welding machine.

A tack weld is a seam weld used to align the abutting edges until the final seam welds are produced. Tack welds shall be removed by machining or remelting during subsequent welding of the seam.

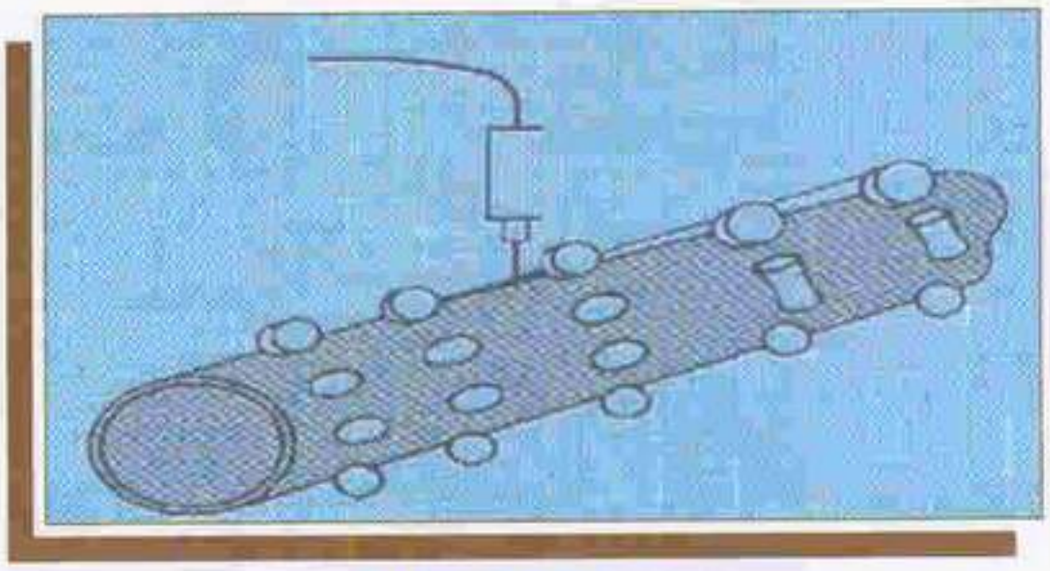


Fig. 9

Tab welding

To minimize possible welding problems, TAB coupons are attached to both ends of the pipe.

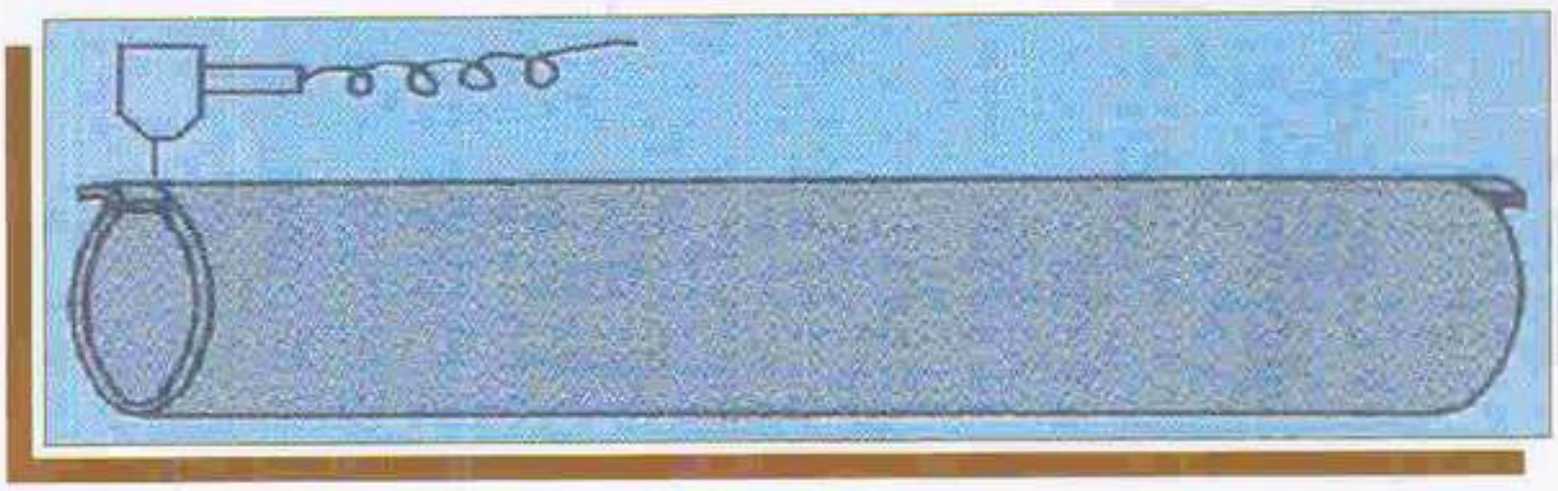


Fig. 10

Inside welding

The automatic submerged arc welding machine, performs the inside welding. During this process the pipe is held in a fixed position while the welder moves along the inside of the pipe.

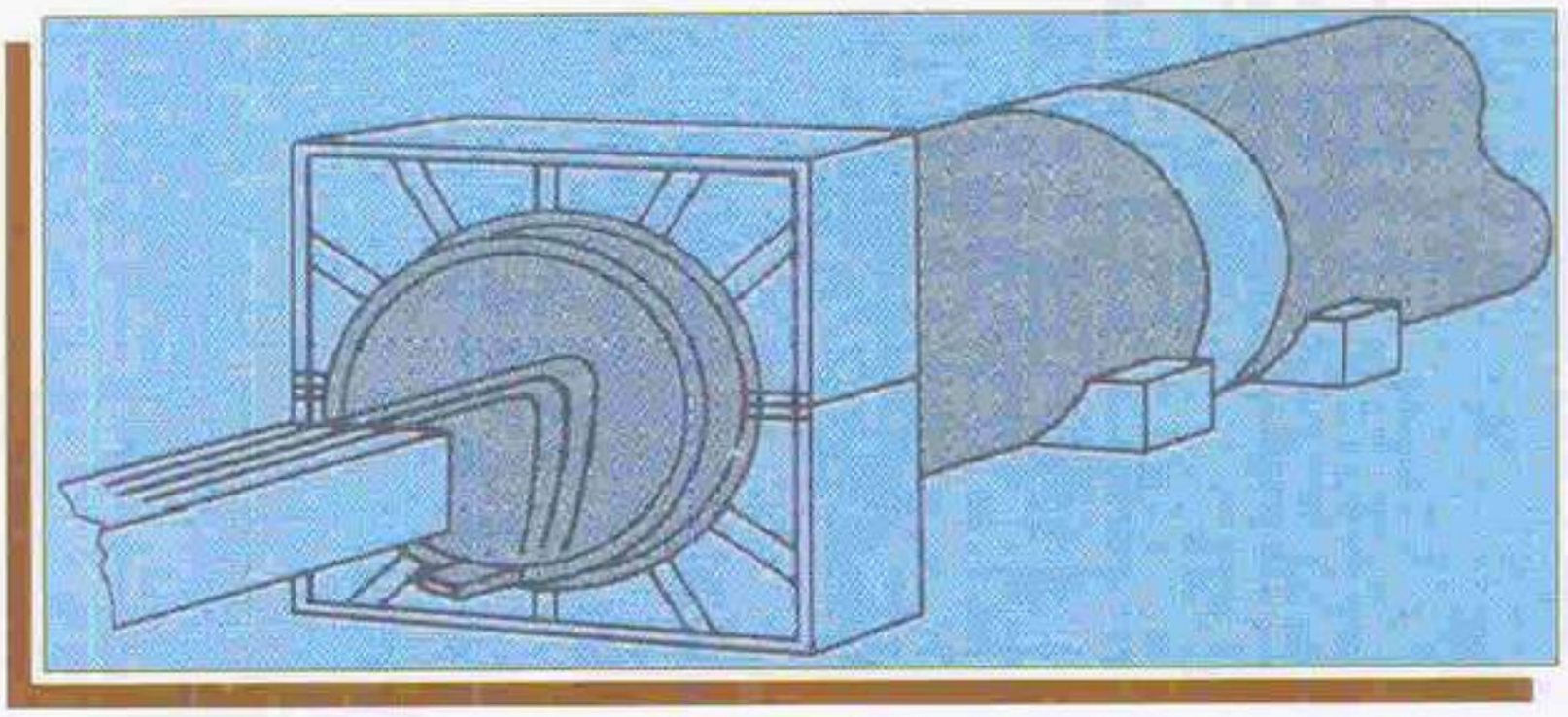


Fig. 11

Outside welding

The automatic submerged arc welding machine performs the final outside welding. The welder is stationary while the pipe moves on a platform.

Expanding

The pipe is mechanically expanded to precise dimensions. Out of roundness and straightness are therefore, accurately controlled.

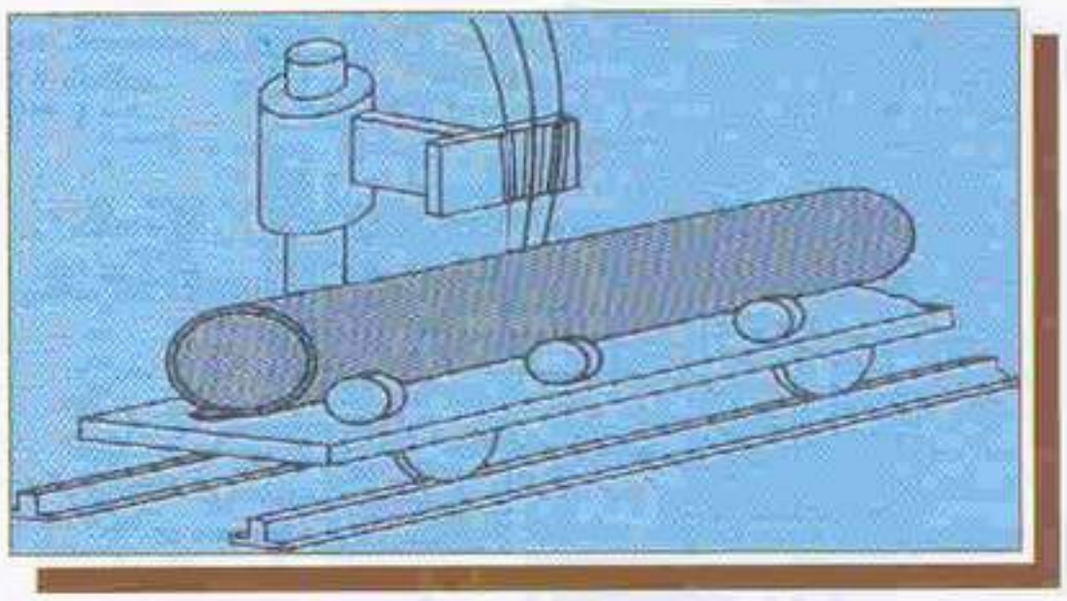


Fig. 12

Fig. 13

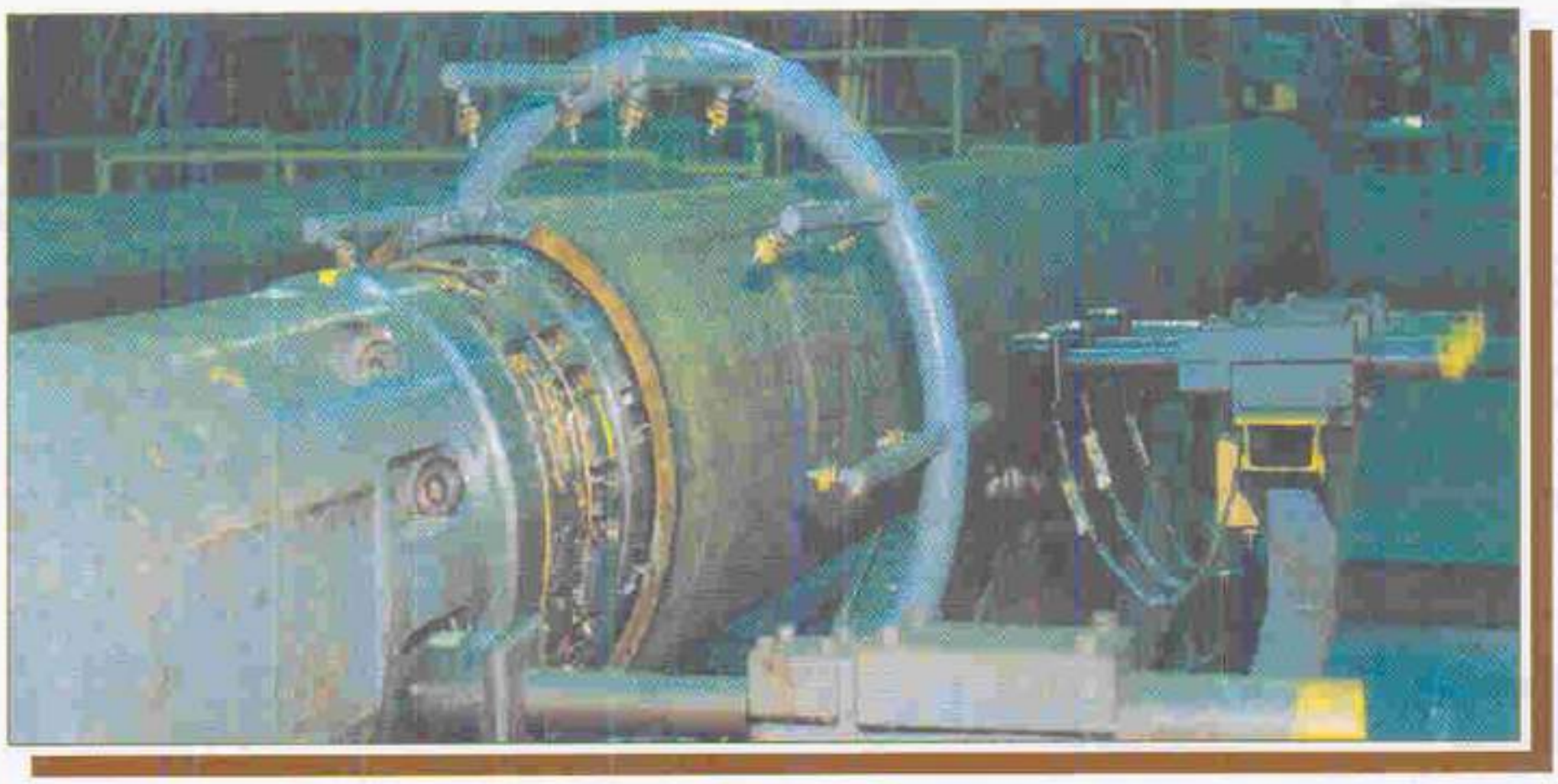


Fig. 14

6-4) Spiral (Helical) seam pipe

Large-diameter pipes are manufactured with a spiral seam, which is submerged arc welded on both sides. Line pipe with spiral seam made by cold forming a strip of steel into a helix. Helical seam submerged-arc welded pipe is pipe that has one helical seam produced by the automatic submerged-arc welding process. At least one pass weld shall be on the inside and outside of pipe.

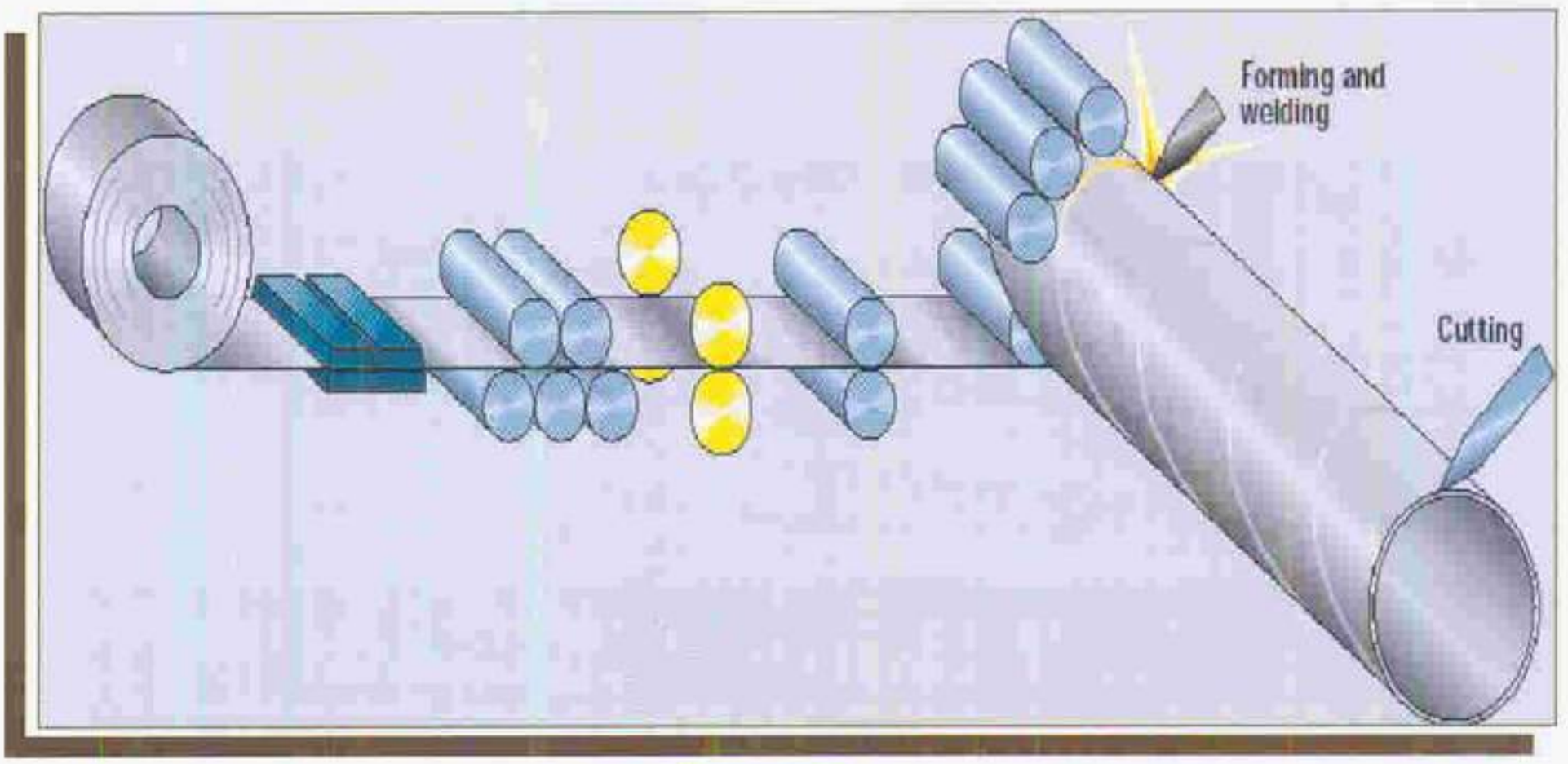


Fig. 15

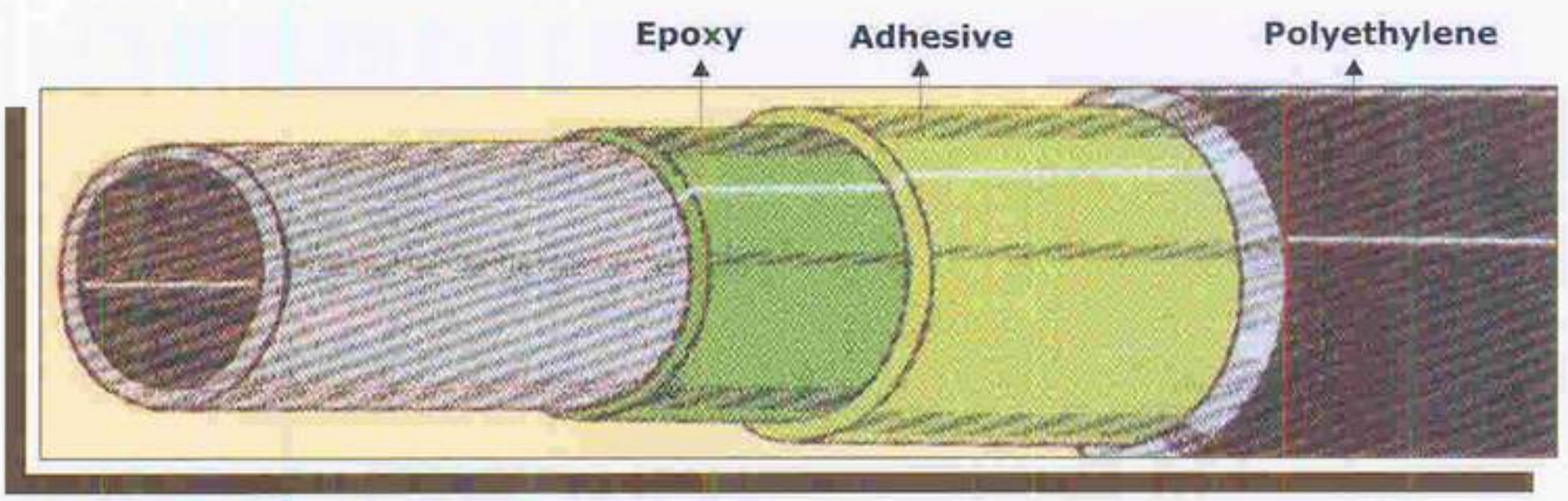


Fig. 16

7) External Coating

Steel pipe is generally protected against corrosion.

An external 3-layer coating consists of epoxy, adhesive and poly ethylene layers (Figure 16). The pipe is shot blasted to achieve suitable surface cleanliness and roughness. Before

external coating is applied, the pipe is preheated to over 200 degrees Celsius. Epoxy powder sprayed on the pipe melts on the heated surface to form the first layer of the coating. The adhesive and polyethylene coatings are applied immediately after the epoxy powder.
The resulting coating protects the steel against corrosion.

8) Concrete Coating

Concrete weight coating which line pipe has previously received an anticorrosion coating (such as enamel), produce sufficient weight to overcome the natural buoyancy of the offshore pipeline when laid down under water(sea, lake, rivers) or swamps.
The selection of concrete coating thickness is based on providing a submerged pipe weight that satisfies the following criteria:
Light enough so as not to be prohibitive in terms of overall offshore pull force required, and, of sufficient weight to avoid instability due to sea-state at the time of installation.

9) Internal Painting

Internal coating with epoxy paint for gas pipeline offers good diminishing friction of flow and improves gas pump rates.

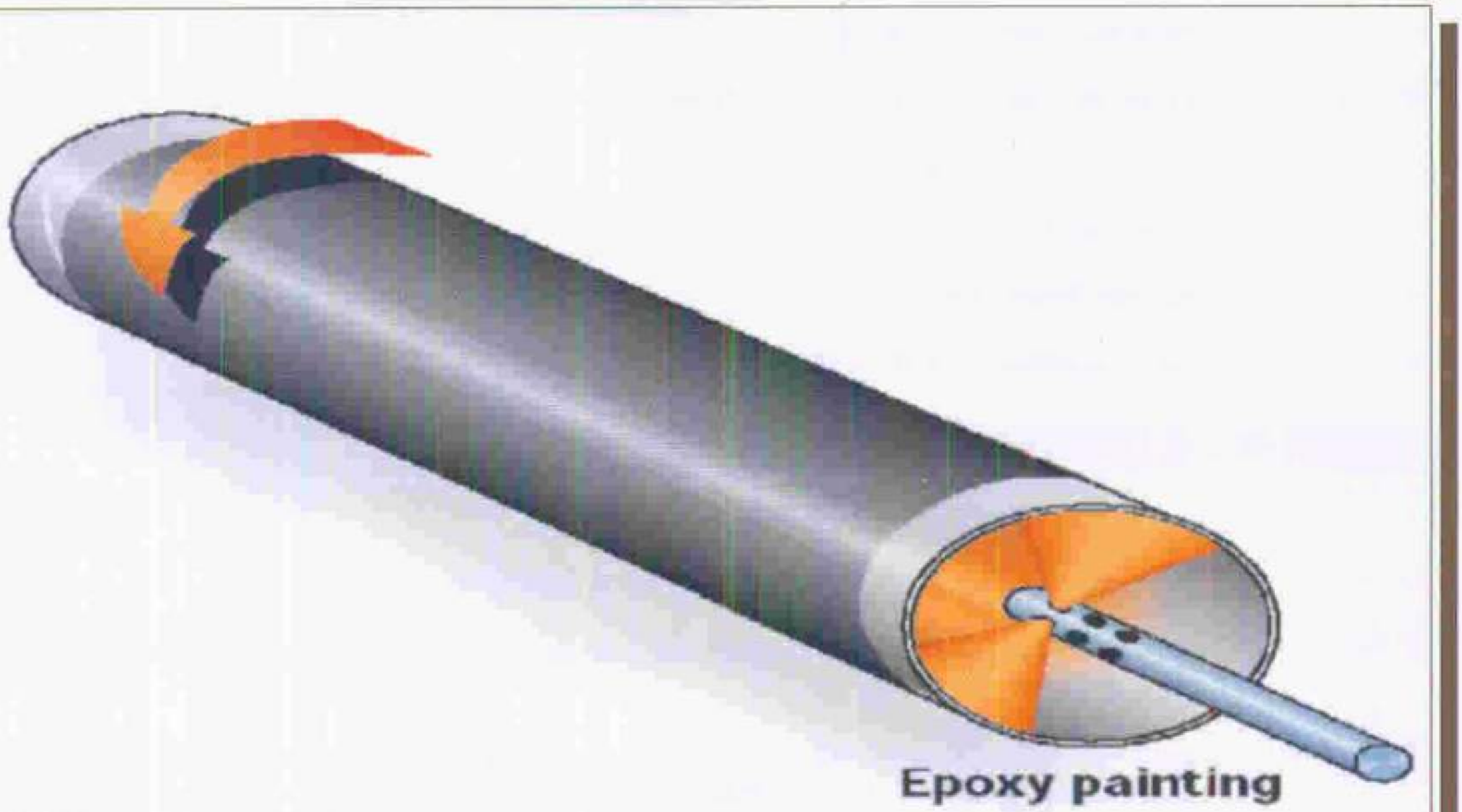


Fig. 17

10) Common Standards

The most common standards and specifications for line pipe and pipelines are as follow:

10-1) AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)

API 5L	API Specification for Line Pipe
API 5LX	API Specification for High-Test Line Pipe

10-2) AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)

ANSI B2.1	Basic standard for steel pipe threads
ANSI B36.10	Basic dimensional standard for all steel pipe
ANSI B31	Code for design and construction of pressure piping systems, consisting of the following sections:
ANSI B31.1	Power Piping Systems
ANSI B31.2	Industrial Gas and Air Piping Systems
ANSI B31.3	Petroleum Refinery Piping
ANSI B31.4	Liquid Petroleum Transportation Piping
ANSI B31.5	Refrigeration Piping Systems
ANSI B31.6	Chemical Process Piping
ANSI B31.7	Nuclear Power Piping
ANSI B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping

10-3)AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS (ASTM)

ASTM A53	Welded and Seamless Steel Pipe
ASTM A106	Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Service
ASTM A135	Electric-Resistance-Welded Pipe,30 inch and under, intended for conveying liquid, gas, or vapor
ASTM A139	Electric-Fusion (Arc)Welded Straight-Seam or Spiral-Seam Pipe,4 inch and over, wall thicknesses up to 5/8 inch inclusive. Intended for conveying liquid, gas or vapor.
ASTM A333	Seamless and Welded Steel Pipe for Low Temperature Service
ASTM A523	Plain End Seamless and Electric Welded Steel Pipe for High Pressure Pipe-Type Cable Systems