

هدیه شرکت مهندسی و بازرسی فنی ایکا به مناسبت عید نوروز سال ۱۴۰۱

به جامعه مهندسی ایران

بازرسی لوله و تیوب Pipe & Tube Inspection

مهدی پرتوی زاده



شرکت مهندسی و بازرسی فنی ایکا
(سهامی خاص)

به نام خدا

بازرسی لوله و تیوب

" Pipe & Tube Inspection "

مهدی پرتوی زاده



سرشناسه	پرتوی زاده، مهدی، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	بازرسی لوله و تیوب = Pipe & Tube Inspection / مهدی پرتوی زاده.
مشخصات نشر	تهران: نسل روشن، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۱۷۶ ص.
شابک	978-622-247-036-4 : ۲۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	لوله‌ها
موضوع	Pipe:
موضوع	لوله‌های فولادی
موضوع	Pipe, Steel:
رده بندی کنگره	TJ۴۱۵:
رده بندی دیویی	۶۹۶:
شماره کتابشناسی ملی	۵۸۶۷۸۷۲:

این کتاب با حمایت مالی شرکت بازرسی فنی ایکا به انتشار رسیده است.

نام کتاب: بازرسی لوله و تیوب - Pipe & Tube Inspection

ناشر: انتشارات نسل روشن

نویسنده: مهدی پرتوی زاده

طراح جلد: علیرضا زمانی

چاپخانه صحافی: آرمانسا

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۸

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۴۷-۰۳۶-۴

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

آدرس: تهران - میدان انقلاب، خیابان فجر رازی، خیابان شهید نظری شرقی، پلاک ۶۱ طبقه چهارم واحد ۴۴ B

۶۶۹۵۳۱۲۶

www.nasleroshan.com

@nasle_roshan

@nasleroshan

تمامی مسئولیت‌ها و حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به نویسنده و شرکت مهندسی و بازرسی فنی ایکا است. هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی و... را ندارد و متغلفین به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

و استاد کامران خداپرستی که من را برای نوشتن این کتاب تشویق نمودند.

مقدمه مولف:

استفاده بسیار گسترده از لوله و تیوب در صنعت و پرتکرار بودن آنها در سفارشات خرید مرا بر آن داشت آنچه را در طی سال‌های اخیر در زمینه بازرسی لوله و تیوب فرا گرفته ام گردآوری و در اختیار همکاران بازرسی، سازندگان، تأمین کنندگان و کارفرمایان محترم قرار دهم.

در این مجموعه تلاش کرده ام تا جای ممکن به صورت کلاسه شده و خلاصه پارامترهای اصلی بازرسی لوله و تیوب را به زبان ساده توصیف کرده و با تصاویر مرتبط نکته های مهم را برای مخاطب شرح دهم.

با توجه به اینکه موضوع کتاب، بازرسی لوله و تیوب می باشد مطالب مربوط به متریال و ساخت به صورت مختصر اشاره شده است و در صورت نیاز مطالعه و تحقیق شما را می طلبد.

مطالب ارائه شده در این کتاب تنها جهت آشنایی مخاطب می باشد و آگاهی کامل در خصوص این مطالب نیاز به مطالعه بیشتر و رجوع به منابع دیگر دارد.

اگر این مجموعه بتواند به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار گیرد، هدف نگارنده در گردآوری و تنظیم آن برآورده شده است.

شاید بتوانم با اشتراک گذاری این اطلاعات کمکی هر چند ناچیز در ارتقاء سطح بازرسی کرده و وظیفه خود را نسبت به وطنم ایران به انجام برسانم.



مهدی پرتوی زاده

فروردین ۱۳۹۸

در ایکا کیفیت، نتیجه‌ی همکاری
هوشمندانه و سیستماتیک است

فهرست مطالب

۷.....	فصل اول: آشنایی با لوله
۸.....	۱-۱ مقدمه
۱۰.....	۲-۱ آشنایی با مارکینگ لوله فولادی
۱۱.....	۳-۱ استانداردهای لوله فولادی ASTM / API
۱۹.....	۴-۱ طبقه بندی انواع لوله از نظر ساخت
۳۵.....	فصل دوم: بازرسی چشمی لوله
۳۶.....	۱-۲ برند تولیدکننده لوله
۳۷.....	۲-۲ مارکینگ لوله
۵۰.....	۳-۲ عیوب ساخت لوله مطابق API BULLETIN 5T1-2017
۸۷.....	۴-۲ بسته بندی لوله (نحوه ارائه لوله)
۹۳.....	۵-۲ حمل لوله
۹۵.....	فصل سوم: بازرسی ابعادی لوله
۹۶.....	۱-۳ سایز لوله
۹۸.....	۲-۳ میحث تعاریف مربوط به ضخامت لوله
۱۰۰.....	۳-۳ تolerانس های ضخامت لوله
۱۰۴.....	۴-۳ تolerانس های قطر لوله و (out-of-roundnes)
۱۰۶.....	۵-۳ تolerانس های طول لوله
۱۰۷.....	۶-۳ تolerانس های انحراف طولی Straightness
۱۰۹.....	۷-۳ تolerانس های هندسی دیگر
۱۱۰.....	۸-۳ بازرسی ابعادی / ابزار اندازه گیری / روش اندازه گیری

۱۲۱.....	فصل چهارم: بازرسی از تیوب
۱۲۲.....	۱-۴ کاربرد تیوب (تفاوت لوله و تیوب)
۱۲۴.....	۲-۴ مارکینگ و بسته بندی تیوب
۱۲۷.....	۳-۴ بازرسی ابعادی تیوب
۱۳۵.....	فصل پنجم : بازرسی متریال لوله یا تیوب
۱۳۶.....	۱-۵ نمونه برداری از لوله یا تیوب
۱۳۷.....	۲-۵ تست تعیین گرید لوله یا تیوب
۱۳۷.....	۳-۵ بازبینی گواهینامه ها و نتایج آزمایشگاه
۱۳۸.....	۴-۵ آزمایشهای متعارف برای لوله و تیوب
۱۶۳.....	فصل ششم : بازرسی از کارخانه لوله سازی
۱۶۴.....	۱-۶ ایستگاه های تولید ERW - pipe
۱۶۶.....	۲-۶ بازرسی از انبار سازنده
۱۶۷.....	۳-۶ بازرسی از ایستگاه تست تخت کردن flattening
۱۶۸.....	۴-۶ بازرسی از ایستگاه هیدرواستاتیک
۱۶۹.....	۵-۶ بازرسی از ایستگاه های تست غیر مخرب
۱۶۹.....	۶-۶ بازرسی از آزمایشگاه سازنده و نمونه برداری از محصول
۱۷۰.....	۷-۶ نمونه ای از گزارش بازرسی از تست های لوله (آزمایشگاه سازنده)
۱۷۳.....	۸-۶ بررسی مطابقت استاندارد تولید محصول و استاندارد در خواست بازرسی

فصل اول

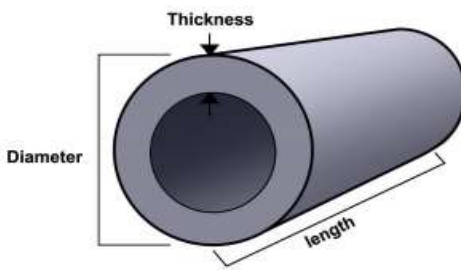
آشنایی با لوله



۱-۱ مقدمه:

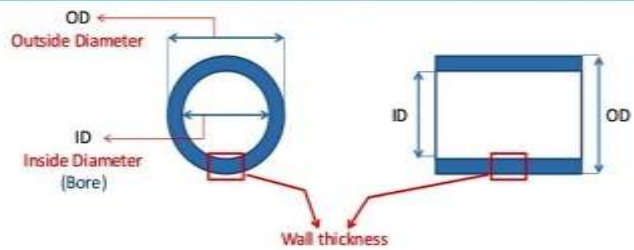
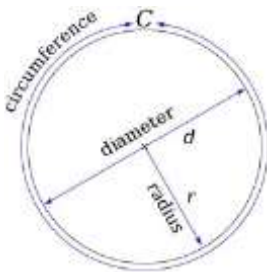
۱-۱-۱ تعریف لوله

لوله به مقطعی دایره ای شکل یا سیلندر تو خالی از جنس فلز یا غیر فلز که با هدف عبور سیال مایع یا گاز ساخته شده است، گفته می شود.



پارامتر های ابعادی لوله :

- ضخامت لوله **Wall Thickness (T)** اصطلاح بازار: گوشت لوله
- قطر خارجی لوله **Outside Diameter (OD)** سایز لوله
- قطر داخلی لوله **Internal Diameter (ID)**
- طول شاخه لوله **Length (L)**
- آرایش سر لوله **End Preparation**





آرایش سر لوله End Preparation

۱-۲ لوله می تواند از جنس مواد زیر باشد:

مواد فلزی (Metallic material)

فلزی آهنی (Ferrous):

- آهن کارشده (Wrought iron)
- فولادی (Steel): فولاد کربنی (Carbon steel) فولاد آلیاژی (Alloy steel) و فولاد زنگ نزن (Stainless steel)
- چدنی (cast iron): چدن خاکستری و چدن داکتیل

فلزی غیر آهنی (Non-ferrous):

- مس و آلیاژهای آن (Copper & copper alloy) برنج (Brass) برنز (Bronze)
- آلومینیوم و آلیاژهای آن (Aluminium)
- روی و آلیاژهای آن (Zinc)
- سرب و آلیاژهای آن (Lead)

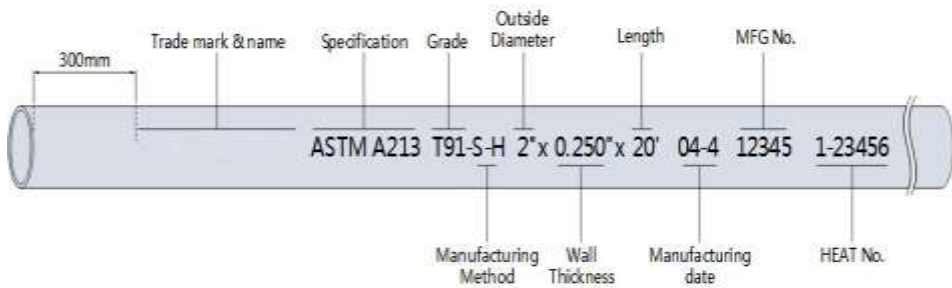
مواد غیر فلزی (Non-metallic material)

- لوله های سیمانی (Cement) لوله بتنی (Concrete)
- لوله های پلاستیکی (Plastic) لوله پلی اتیلن (p.e) لوله پلیکا (p.v.c) لوله پلی پروپیلن (p.p)
- لوله های لاستیکی (Rubber) لوله های شیشه ای (Glass) لوله های چوبی (Wood)
- لوله های فایبرگلس (Fiberglass)
- لوله های سفالی

۲-۱ آشنایی با مارکینگ لوله فولادی:

موارد زیر در مارکینگ لوله ذکر می شوند (البته هر تولیدکننده مارکینگ مخصوص به خود دارد)

- برند کمپانی تولیدکننده لوله (لوگو)
- استاندارد متریکال، ساخت و گرید های آن
- ابعاد: سایز، طول، ضخامت، استاندارد ابعادی
- اشاره به وضعیت درزدار بودن و یا بدون درز بودن لوله
- شماره ذوب، شماره باندل، تاریخ تولید



Marking

- Following shall be marked on pipe
 - Manufacturer logo
 - ASTM material code
 - Material Grade
 - Size
 - Thickness
 - Length
 - Heat No
 - Special marking WR or NH,



۳-۱ استاندارد های لوله فولادی ASTM/API

لوله های فولادی در صنعت (سفارش خرید و بازرسی) بیشتر در محدوده دو استاندارد ASTM و API قرار می گیرند.

۱-۳-۱ استانداردهای لوله فولادی مطابق ASTM

۱-۳-۱-۱ در استاندارد ASTM سری A (فولادی) در خصوص محصولات لوله و تیوب فولادی به آنالیز شیمیایی و گرید های متریکال و خواص مکانیکی و انواع درز لوله اشاره می شود.

Main ASTM standards currently used in the petroleum industry.

N° ASTM	Acier carbone Carbon steel	Acier allié Alloy steel	Sans soudure Seamless	Soudé Welded	Usage To be used
A 53	●		●	● FBW ● ERW	Général
A 106	●		●		Haute température High temperature
A 179	●		●		Echangeur Exchanger
A 200					
A 209		●	●		Chaudière Boiler
A 213		●	●		Chaudière Boiler
A 333	●	●	●	● EFW sans apport without filler metal	Basse température Low temperature
A 335		●	●		Haute température High temperature
A 671	●	●		● EFW avec apport with filler metal	Basse température et ambiante Atmospheric and lower temperature
A 672	●	●		● EFW avec apport with filler metal	Température moyenne Moderate temperature
A 691	●	●		● EFW avec apport with filler metal	Haute température High temperature

لیست متریکال بالا نمونه ای از متریکال لوله و تیوب های فولادی در استاندارد ASTM سری A است

برگرفته از کتاب راهنمای Piping Equipment 2001

متریال لوله ASTM A 53

ASTM A 53 / A 53M-99b

This specification covers seamless and welded black and hot-dipped galvanized steel pipe in NPS 1/8 to 26 inclusive with nominal wall thickness as given in tables (see the standard)

Pipe may be furnished in the following types and grades :

Type F: Furnace-butt welded (FBW) – Grade A

Type E: Electric-resistance welded (ERW) – Grades A and B

Type S: Seamless – Grades A and B

CHEMICAL REQUIREMENTS MAXI IN %

Types	Grades	C	Mn	S	P	Cr (a)	Cu (a)	Mo (a)	Ni (a)	V (a)
S	A	0.25	0.95	0.045	0.05	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
	B	0.30	1.20	0.045	0.05	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
E	A	0.25	0.95	0.045	0.05	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
	B	0.30	1.20	0.045	0.05	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
F	A	0.30	1.20	0.045	0.05	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08

(a) These five elements combined shall not exceed 1 %

TENSILE REQUIREMENTS

Types	Grades	Manufacture	Minimum tensile strength		Minimum yield strength		Minimum elongation In 2", per cent
			ksi	MPa	ksi	MPa	
F	A	Open hearth or electric furnace or basic oxygen	48.0	330	30.0	205	e = 625.000 A ^{0.2} /U ^{0.9} (See ASTM standard)
E & S	A		48.0	330	30.0	205	
	B		60.0	415	35.0	240	

TOLERANCES

Outside diameter (pipe body)	NPS 1 1/2 (1.900" OD) and under	± 1/64" (0.40 mm)
	NPS 2 (2.375" OD) and over	± 1 %
On thickness		- 12.5 %
On weight		± 10 %

برگرفته از کتاب راهنمای Piping Equipment 2001

❖ دقت شود ASTM A53 Gr.B TYPE S به صورت بدون درز تولید می شود.

متریال لوله ASTM A 106

ASTM A 106-99

Seamless carbon steel pipe for high temperature service

CHEMICAL REQUIREMENTS IN %

Grades	C	Mn	S	P	Si	Cr	Cu	Mo	Ni	V
	maxi (a)		maxi	maxi	mini	maxi (b)	maxi (b)	maxi (b)	maxi (b)	maxi (b)
A	0.25	0.27 to 0.93	0.035	0.035	0.10	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
B	0.30	0.29 to 1.06	0.035	0.035	0.10	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08
C	0.35	0.29 to 1.06	0.035	0.035	0.10	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08

(a) For each reduction of 0.01 % below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 % manganese above the specified maximum will be permitted, up to a maximum of 1.35 %

(b) These five elements combined shall not exceed 1 %.

TENSILE REQUIREMENTS

Grades	Minimum tensile strength		Minimum yield strength		Minimum elongation (1)	
	ksi	MPa	ksi	MPa	Longitudinal	Transverse
					in 2", per cent	
A	48.0	330	30.0	205	35	25.0
B	60.0	415	35.0	240	30	16.5
C	70.0	485	40.0	275	30	16.5

(1) Basic minimum elongation transverse strip tests, and for all small sizes tested in full section. For longitudinal strip tests the minimum elongation in 2" shall be: $e = 625.000 A^{0.2} / U^{0.0}$ [see ASTM].

TOLERANCES : Outside diameter : as follows

Nominal pipe size NPS	Outside diameter mm	Variations in outside diameter			
		over		under	
		mm	inches	mm	inches
1/8 to 1 1/2	10.3 to 48.3	0.40	1/64 (0.015)	0.40	1/64 (0.015)
2 to 4	60.3 to 114.3	0.79	1/32 (0.031)	0.79	1/32 (0.031)
5 to 8	141.3 to 219.1	1.59	1/16 (0.062)	0.79	1/32 (0.031)
10 to 16	273.0 to 457.2	2.38	3/32 (0.093)	0.79	1/32 (0.031)
20 to 26	508.0 to 660.0	3.18	1/8 (0.125)	0.79	1/32 (0.031)
28 to 34	711.0 to 864.0	3.97	5/32 (0.156)	0.79	1/32 (0.031)
36 to 48	914.0 to 1219.0	4.76	3/16 (0.187)	0.79	1/32 (0.031)

Note : For pipes NPS 10" (273 mm) and over, possibility to obtain if specially required :
outside diameter $\pm 1\%$ or inside diameter $\pm 1\%$

On thickness		- 12.5 %
On weight	Per unit length	+ 10 % - 3.5 %
Hydrostatic test pressure (see ASTM A 530 / A 530 M-99)	Given by the formula $p = \frac{2 S T}{D}$ where P : Test pressure in PSI T : Wall thickness in inches S : Pipe wall stress in PSI D : Outside diameter in inches	
Lengths	If definite lengths are not required, pipe may be ordered in single random lengths of 16 to 22 ft (4.8 to 6.7 m) with 5 % 12 to 16 ft (3.7 to 4.8 m), or in double random lengths with a minimum average of 35 ft (10.7 m) with 5 % 16 to 22 ft (4.8 m to 6.7 m).	

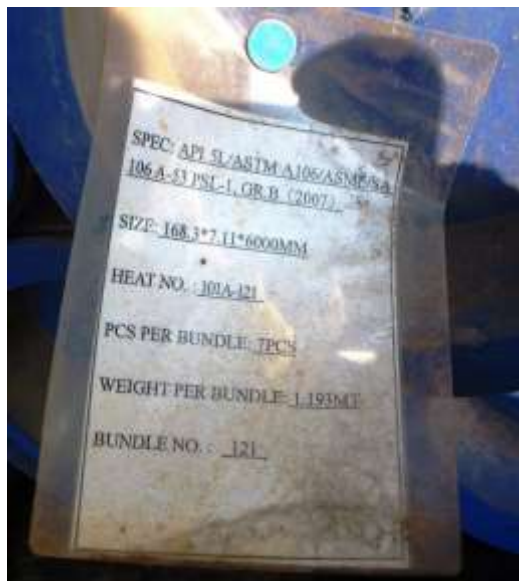
برگرفته از کتاب راهنمای Piping Equipment 2001

❖ دقت شود لوله A106 فقط بصورت بدون درز تولید می شود.

مبحث Multi Grade

در مقایسه لوله ASTM A53 Gr.B TYPE S و ASTM A 106 Gr.B و در ادامه لوله API 5L GR.B در متوجه می شویم که این سه استاندارد با رعایت الزامات مشترک و ویژه ای، مشخصات مترالی و مشخصات تولید یکسانی دارند و تولیدکننده های لوله با رعایت الزامات (به صورتی که خواسته هر سه استاندارد برآورده شود) محصولی تولید می کنند که هر سه استاندارد را پوشش می دهد به این لوله ها Multi Grade گفته می شود.

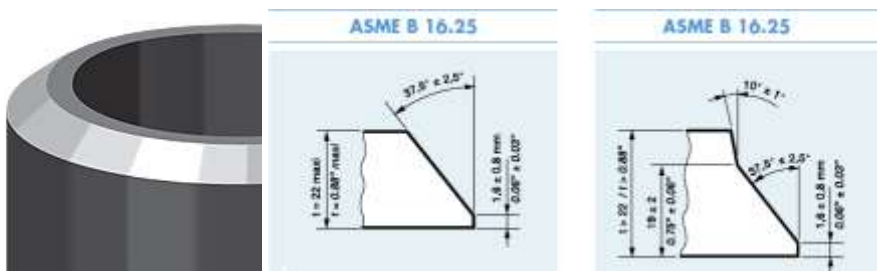
برای اطلاعات بیشتر در خصوص Multi Grade می توان به ASME SEC II مراجعه کرد.



نکته: دقت شود مشخصات مترال در استانداردهای ASTM A و ASME Sec II Part A در بیشتر موارد یکسان هستند ولی در ورژنهای اخیر مواردی مشاهده شده که ASTM تغییر کرده ولی ASME Sec II Part A همچنان از ورژنهای قدیمی ASTM استفاده می کند. بنابراین بهتر است در خصوص استاندارد مترال دقیقاً به همان استاندارد رجوع نمایید و از جایگزینی بپرهیزید.

۲-۱-۳-۱ استاندارد ابعادی لوله فولادی ASTM

- استاندارد ابعادی لوله فولادی کربنی: سایز، قطر خارجی و داخلی، ضخامت ها (sch) و وزن
ASME B36.10 Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
- استاندارد ابعادی لوله فولادی زنگ نزن: سایز، قطر خارجی و داخلی، ضخامت ها (sch) و وزن
ASME B 36.19 Dimensions of Welded and Seamless Stainless Steel Pipe and Nominal Weights of Steel Pipe, Plain End
- آرایش انتهایی لوله های فولادی جهت اتصال جوشی (اندازه ها و زوایای پخ سر لوله)
ASME B 16.25 Buttwelding Ends



- آرایش انتهایی لوله های فولادی جهت اتصال رزوه ای

ANSI/ASME B1.20.1 Pipe Threads, General Purpose



۲-۳-۱ استانداردهای لوله فولادی مطابق API

۱-۲-۳-۱ استاندارد متریکال و ساخت مطابق API

متریکال لوله های API در استاندارد API Specification 5L (Line Pipe) طبقه بندی شده اند.

در API 5L برای متریکال دو کلاس تولید Product Specification Level وجود دارد: PSL1 و PSL2

CHEMICAL REQUIREMENTS (in %) FOR HEAT AND PRODUCT ANALYSES (Section 6)

PSL 1

Grades	Carbon maxi (a)	Manganese maxi (a)	Phosphorus maxi	Sulfur maxi	Other
<i>seamless</i>					
A	0.22	0.90	0.030	0.030	
B	0.28	1.20	0.030	0.030	b, d
X42	0.28	1.30	0.030	0.030	c, d
X46, X52, X56	0.28	1.40	0.030	0.030	c, d
X60(a), X65(a)	0.28	1.40	0.030	0.030	c, d
X70(a)					
<i>welded</i>					
A	0.22	0.90	0.030	0.030	
B	0.26	1.20	0.030	0.030	b, d
X42	0.26	1.30	0.030	0.030	c, d
X46, X52, X56	0.26	1.40	0.030	0.030	c, d
X60(a)	0.26	1.40	0.030	0.030	c, d
X65(a)	0.26	1.45	0.030	0.030	c, d
X70(a)	0.26	1.65	0.030	0.030	c, d

PSL 2

Grades	Carbon maxi (a)	Manganese maxi (a)	Phosphorus maxi	Sulfur maxi	Other
<i>seamless</i>					
B	0.24	1.20	0.025	0.015	b, d
X42	0.24	1.30	0.025	0.015	c, d
X46, X52, X56	0.24	1.40	0.025	0.015	c, d
X60(a), X65(a), X70(a), X80(a)	0.24	1.40	0.025	0.015	c, d
<i>welded</i>					
B	0.22	1.20	0.025	0.015	b, d
X42	0.22	1.30	0.025	0.015	c, d
X46, X52, X56	0.22	1.40	0.025	0.015	c, d
X60(a)	0.22	1.40	0.025	0.015	c, d
X65(a)	0.22	1.45	0.025	0.015	c, d
X70(a)	0.22	1.65	0.025	0.015	c, d
X80(a)	0.22	1.85	0.025	0.015	c, d

a) For each reduction of 0.01 % below the specified maximum carbon content, an increase of 0.05 % above the specified maximum manganese content is permissible, up to a maximum of 1.50 % for grades X42 through X52, up to a maximum of 1.65 % for grades higher than X52 but less than X70, and up to 2.00 % for grades X70 and higher.

b) Columbium (niobium), vanadium, titanium, or combinations thereof may be used by agreement between the purchaser and manufacturer.

c) Columbium (niobium), vanadium, titanium, or combinations thereof may be used at the discretion of the manufacturer.

d) The sum of the columbium (niobium), vanadium, and titanium contents shall not exceed 0.15 %.

e) Other chemical compositions may be furnished by agreement between purchaser and manufacturer, providing that the limits of footnote d and the tabular limits for phosphorus and sulfur are met.

TENSILE REQUIREMENTS (Section 6)

PSL 1

Grades	Yield strength minimum		Ultimate tensile strength minimum		Elongation minimum (%), In 2 in. (50.8 mm)
	ksi	MPa	ksi	MPa	
A	30.0	207	48.0	331	a
B	35.0	241	60.0	414	a
X42	42.0	290	60.0	414	a
X46	46.0	317	63.0	434	a
X52	52.0	359	66.0	455	a
X56	56.0	386	71.0	490	a
X60	60.0	414	75.0	517	a
X65	65.0	448	77.0	531	a
X70	70.0	483	82.0	565	a

PSL 2

Grades	Yield strength				Ultimate tensile strength				Elongation minimum (%), In 2 in. (50.8 mm)
	mini		maxi (b)		mini		maxi (c)		
	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	
B	35.0	241	65.0(d)	448	60.0	414	110.0	758	a
X42	42.0	290	72.0	496	60.0	414	110.0	758	a
X46	46.0	317	76.0	524	63.0	434	110.0	758	a
X52	52.0	359	77.0	531	66.0	455	110.0	758	a
X56	56.0	386	79.0	544	71.0	490	110.0	758	a
X60	60.0	414	82.0	565	75.0	517	110.0	758	a
X65	65.0	448	87.0	600	77.0	531	110.0	758	a
X70	70.0	483	90.0	621	82.0	565	110.0	758	a
X80	80.0	552	100.0(a)	690	90.0	621	120.0	827	a

a) The minimum elongation in 2 in. (50.8 mm) shall be that determined by the following equation :

$$\text{US Customary Unit Equation} \quad e = 625,000 \frac{A^{0.2}}{U^{0.9}}$$

where

e = minimum elongation in 2 in. (50.8 mm) in percent rounded to the nearest percent.

A = cross-sectional area of the tensile test specimen in sq. in.

U = specified minimum ultimate tensile strength in psi.

b) Maximum yield strength for an intermediate grade shall be the maximum for the next higher listed grade.

c) All intermediate grades have a maximum ultimate tensile strength of 110,000 psi (758 MPa).

d) Maximum yield strength for grade B pipe in sizes subject to longitudinal testing is 72,000 psi (496 MPa).

e) For wall thickness greater than 0.984 in. (25.0 mm), the maximum yield strength shall be determined by agreement between the purchaser and the manufacturer.

نمونه هایی از تفاوت دو کلاس تولید لوله PSL1 و PSL2

PROCESS OF MANUFACTURE :

Type of pipes	PSL 1 (1)		PSL 2 (2)
	A & B	Grades X42 through X70	Grades B through X80
Seamless	X	X	X
Welded without filler metal			
- electric-welded	X	X	X
- laser welded	X	X	
Welded with filler metal			
- longitudinal seam submerged-arc welded	X	X	X
- gas metal-arc welded	X	X	X
- combination gas metal-arc and submerged-arc welded	X	X	X
- double seam submerged-arc welded (3)	X	X	X
- double seam gas metal-arc welded (3)	X	X	X
- double seam combination gas metal-arc welded and submerged-arc welded(3)	X	X	X
- helical seam submerged-arc welded (4)	X	X	X

(1) PSL 1 is limited to sizes from 0.405 through 80 inches (10,3 to 2032 mm)

(2) PSL 2 is limited to sizes from 4 1/2 to 80 inches (114,3 to 2032 mm)

(3) Double seam pipe is limited to sizes 36 inches (914 mm) and larger

(4) Helical seam pipe is limited to sizes 4 1/2 inches (114,3 mm) and larger.

برگرفته از کتاب راهنمای Piping Equipment 2001

PSL2	PSL1	مشخصات
B-X80	A&B X42 -X70	گیردها
C-Si-Mn-P-S	C-Mn-P-S	آنالیز شیمیایی
مشخص کردن کربن معادل الزامیست	مشخص کردن کربن معادل الزامی نیست	کربن معادل CE
0.1 - 0.24	0.21 - 0.28	درصد کربن
نسبت به PSL1 محدودتر شده است	-	درصد گوگرد
در ضخامت بالای ۶ میلیمتر دارد	ندارد	تست ضربه
محدود شده است	-	سختی
از روش COW و LW نمی توان استفاده کرد.	تمامی روش های جوشکاری لوله مجاز است.	روش جوشکاری
تعمیر لوله با جوشکاری محدود شده است	تعمیر لوله با جوشکاری مجاز است.	تعمیر بدنه لوله
سرویس های گاز ترش و خطوط دریایی و خطوط لخته گیر Slag Catcher	سرویس های معمول و غیر ترش در نفت و گاز	کاربرد

برای اطلاعات بیشتر استاندارد API 5L آخرین ورژن مطالعه شود.

۳-۱-۲ استاندارد ابعادی لوله فولادی API (در فصل بازرسی ابعادی، بیشتر به تیرانس ها می پردازیم)

در استاندارد API 5L ابعاد لوله و تیرانس های لوله های تولیدی API ذکر شده است.

۴-۱ طبقه بندی انواع لوله از نظر ساخت:

طبقه بندی مذکور به صورت کلی بوده و تنها به هدف آشنایی با واژگان مرتبط به انواع لوله از نظر ساخت می باشد.

۱-۴-۱ طبقه بندی انواع لوله از نظر وجود درز جوش:

۱-۴-۱-۱ لوله بدون درز **Seamless** (برای لوله ای که درز جوش ندارد و یکپارچه ساخته می شود)

- تکنیک اول، این لوله از **Billet** یا **Round Ingot** ساخته می شود. بدین صورت که اول یک سوراخ در

Billet یا **Round Ingot** ایجاد شده و سپس با ماندلر به **Hollow Bloom** تبدیل می شود و در ادامه با

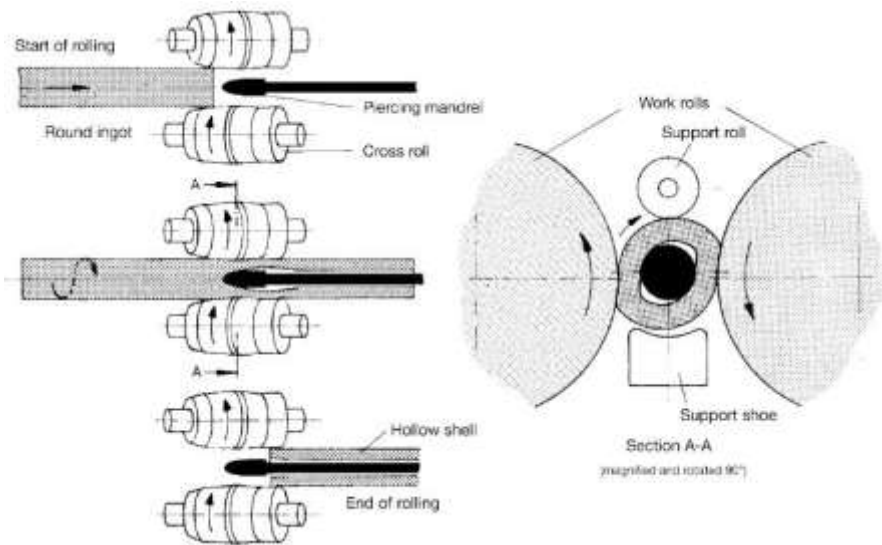
نورد به لوله تبدیل می شود.

- تکنیک دوم، با اکستروژن فولاد، لوله بدون درز تولید می شود.

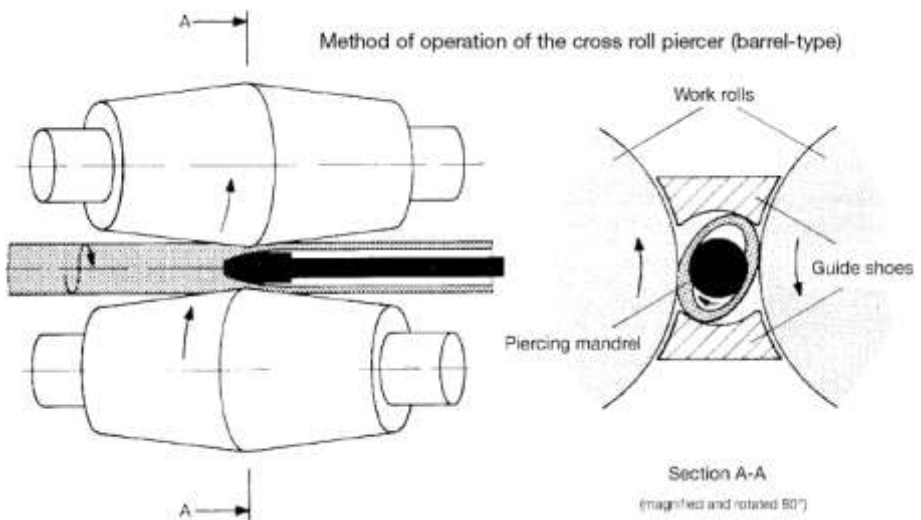
تعدادی از واژگان مربوط به پروسه تولید لوله بدون درز

- Pierce & Pilger Rolling Process (Mannesmann)
- Barrel Cross Rolling Process
- Cone Piercing Process
- Continues Mandrel Rolling Process - stretch-reducing mill
- Plug Rolling Process
- Push Bench Process-Rotary Forge
- Assel rolling process
- Die scher DISC Rolling Process
- **Extrusion Process**

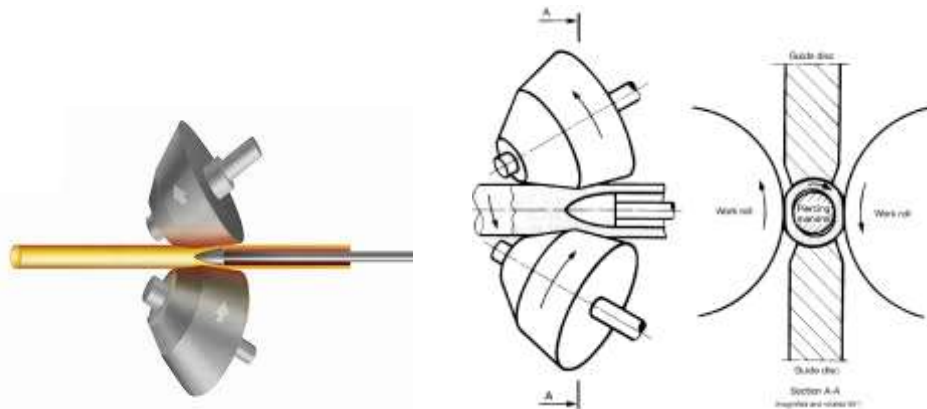




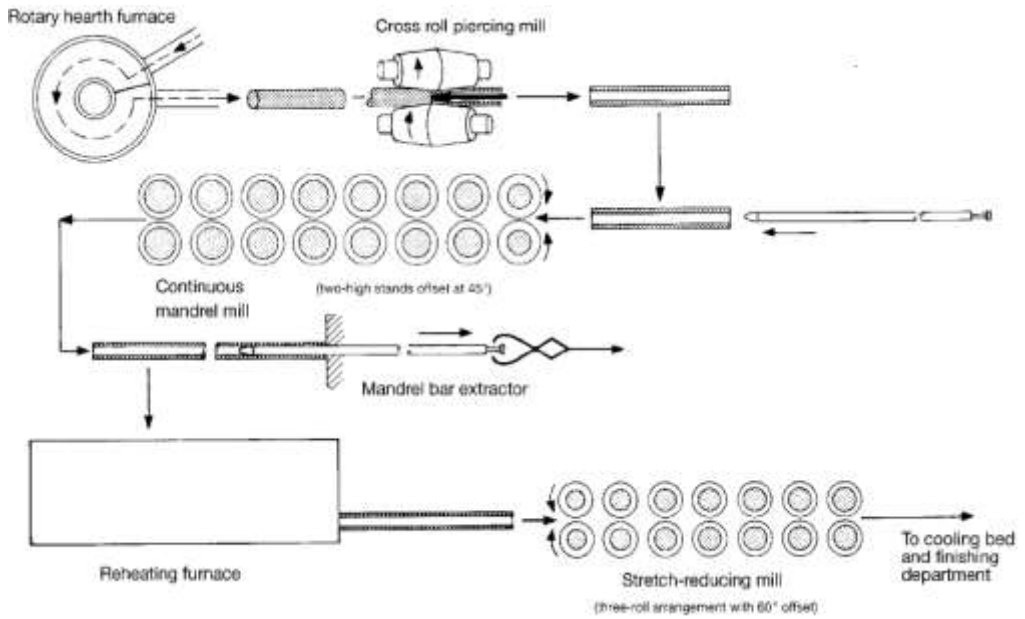
Pierce & Pilger rolling process



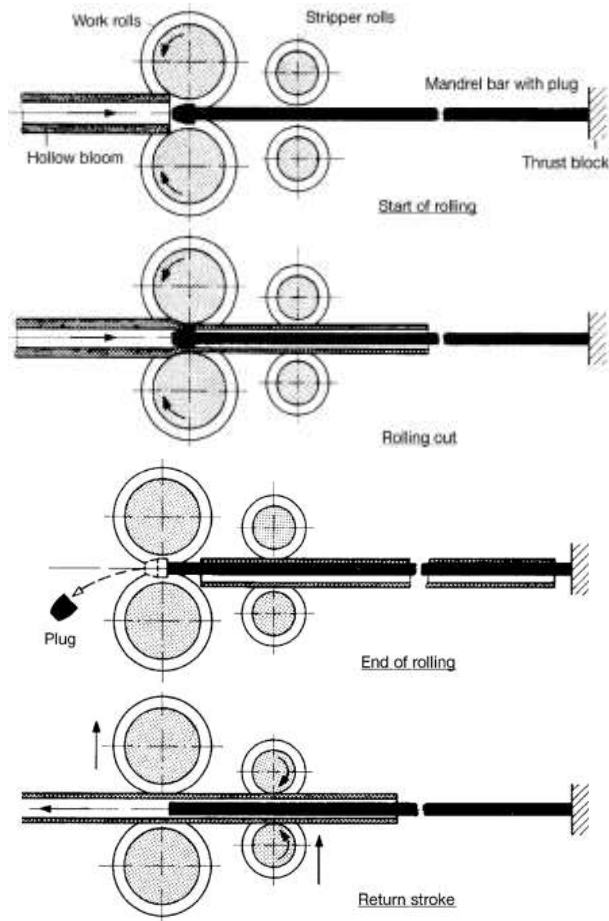
Barrel cross Rolling Process



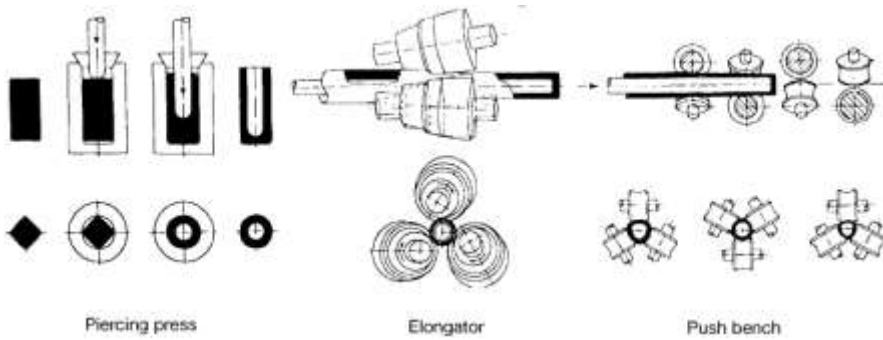
Cone Piercing Process



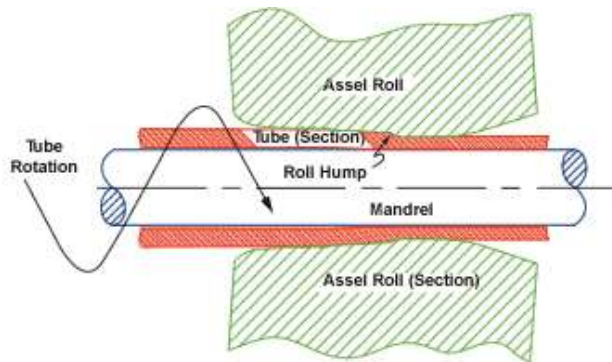
Continues Mandrel Rolling Process- stretch-reducing mill



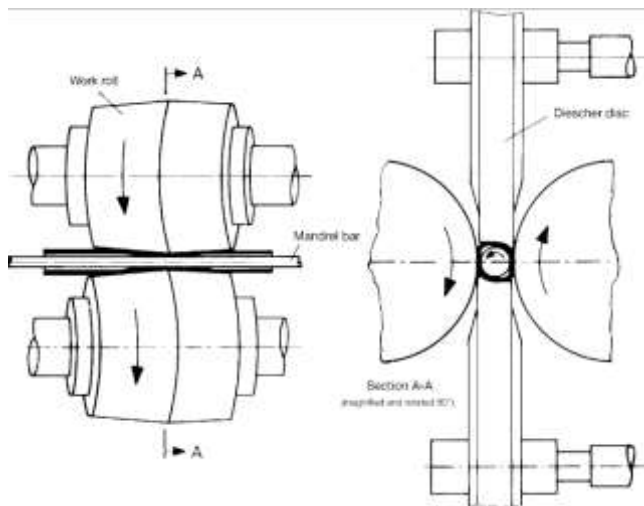
Plug Rolling Sequences



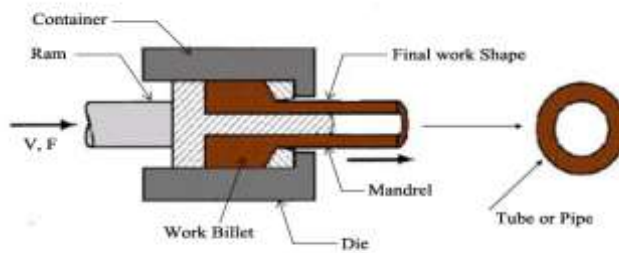
Push Bench Process



Assel rolling process



Diescher Disc Rolling Process



Tube Extrusion

The Basic Manufacture Of Seamless Pipe

پروسه تولید لوله بدون درز از یک تولیدکننده به تولیدکننده دیگر متفاوت است ولی به صورت کلی می توان مراحل زیر را در تولید ذکر کرد. مرجع کتاب Piping Materials Guide Peter Smith

Cast Round Billets

تهیه مقاطع گرد با کیفیت ریخته گری بالا برای تولید لوله بدون درز

Round Reheating

مقاطع گرد متناسب با طول و وزن مورد نیاز بریده و در کوره تا دمای کار گرم حرارت داده می شود.

Rotary Piercing Mill

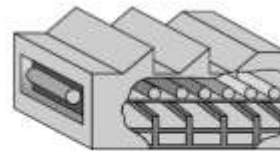
مقاطع (Round Billet) توسط غلطک های نورد گرفته می شود و با چرخش و پیش رفتن در خط نورد داخل آنها سوراخی ایجاد می شود و به (Hollow Billet) تبدیل می گردد.

Mandrel Pipe Mill

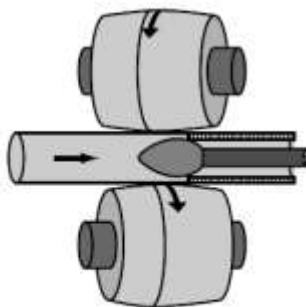
در این مرحله لوله ها در طول خط از یک سو بین چندین قفسه رول (Mill Stand) و از سوی دیگر شفت داخلی (Mandrel) مهار شده و نورد می شوند.



Casting Process.



Round Reheating.



Rotary Piercing Mill (RPM).



Mandrel Pipe Mill (MPM).

Shell Reheating

بعد از بخش نورد MPM پوسته ها به بخش حرارت مجدد منتقل می شوند که البته در این بخش قبل از حرارت دادن می تواند سر شاخه لوله ها برش شده و مجدد وزن گردد.

Stretch Reducing Mill

لوله های حرارت داده شده و تمیزکاری شده (Descaled) توسط یک خط نورد کاهنده (با بیش از ۲۴ قفسه) در حین انتقال با کاهش قطر به سایز نهایی مورد نظر می رسند.

Cooling Bed

لوله ها بصورت طولی بر روی بستری جهت خنک شدن قرار می گیرند.

Batch Saws

بعد از سرد شدن لوله ها (as rolled) آنها به صورت موازی حمل می گردند و توسط تیغه های برش دستگاه به طولهای مشخص برش می شوند.



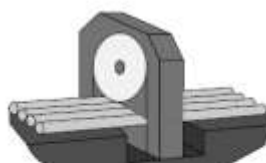
Shell Reheated in a Furnace.



Pipe on a Cooling Bed.



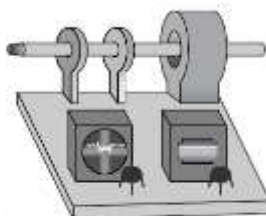
Stretch Reducing Mill.



Batch Saws.

NDT Inspection

بعد از برش لوله ها در خصوص عیوب طولی و عرضی با روش تست ذرات مغناطیسی (electromagnetic) و از نظر عیوب داخلی در ضخامت با روش التراسونیک (ultrasonic) و متناسب با گرید لوله با روش تست جریان گردابی (eddy current) تست می شوند.



Nondestructive Testing.

Heat Treatment Furnace

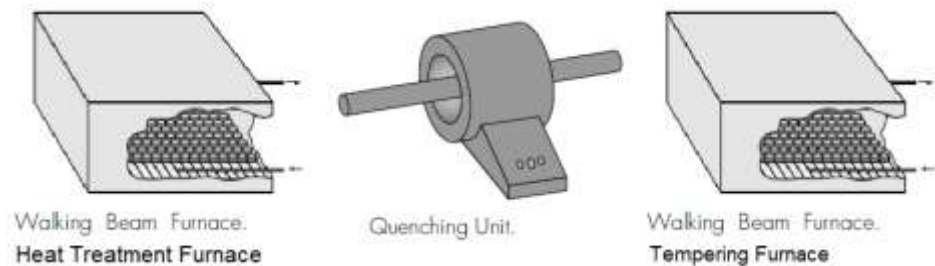
لوله ها می توانند در یک کوره پیوسته تونلی تا دمای ماکزیمم ۱۹۰۰ فارنهایت آستنیته شوند.

Quenching Unit

در خروجی کوره، لوله های داغ در عبور از سه بخش توسط پاشش آب (به شکل اسپری) کوئنچ می شوند.

Tempering Furnace

لوله های کوئنچ شده در عبور از یک کوره پیوسته تونلی در دماهای متغییر بین ۹۰۰ تا ۱۳۰۰ فارنهایت متناسب با گرید ساخت لوله ها تمپر می شوند.



Sizing Mill

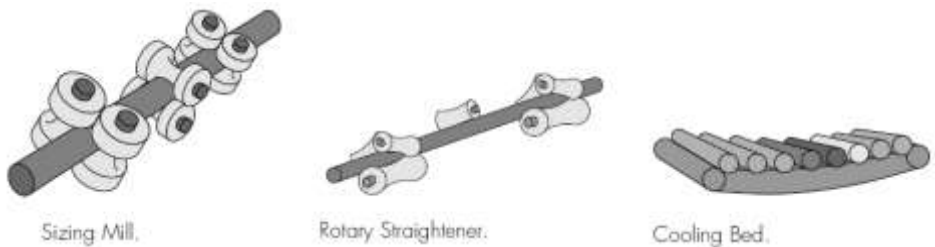
تلرانس های قطر لوله توسط سه قفسه نورد دو غلطکه تامین می شود.

Hot Straightener

برای اطمینان از کمترین اثرات بر مشخصات فیزیکی لوله های عملیات حرارتی شده، از یک صاف کننده حرارتی دورانی به نام Rotary Straightener استفاده می شود.

Cooling Bed

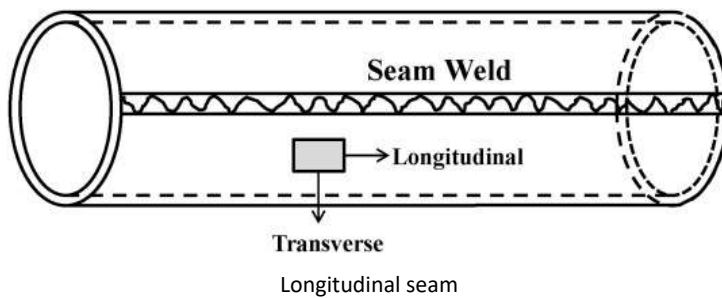
در این مرحله برای کاهش دمای لوله ها بعد از پروسس عملیات حرارتی و صافکاری، بستری در نظر گرفته شده است.



Finishing

۲-۱-۴-۱ لوله درزدار (جوشی) Pipe Welded:

- Longitudinal seam (نسبت به راستای لوله) درز مستقیم
 - Single seam تک درز مستقیم
 - Double seam دو درز مستقیم
- Helical (Spiral) seam درز مارپیچ



Double seam



Single seam



Helical (Spiral) seam

۲-۴-۱ طبقه بندی لوله از نظر نوع جوشکاری درز لوله:

۱-۲-۴-۱ درز جوش با روش جوشکاری مقاومتی ERW و جوشکاری القایی HFI

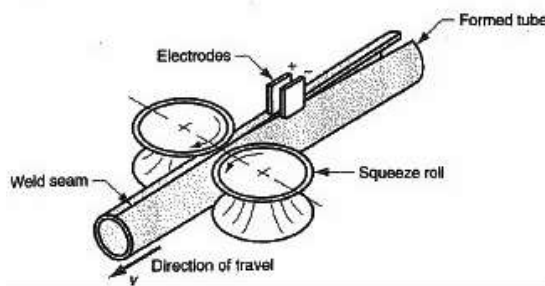
Electric Resistance Welded- ERW (در اصطلاح بازاری درز مخفی)

در این روش اول مقطع ورق به شکل دایره شکل داده می شود و دو لبه ورق توسط غلطک های راهنما هم تراز و روبروی هم قرار می گیرند و سپس آمپر بالا توسط دستگاه جوش مقاومتی تولید و از دو لبه ورق که به هم فشرده می شوند عبور می کند و باعث ذوب شدن این لبه ها (در اثر مقاومت الکتریکی بالا در فصل مشترک لبه ها) و اتصال دو سر ورق گردیده و درز جوش ایجاد می گردد.

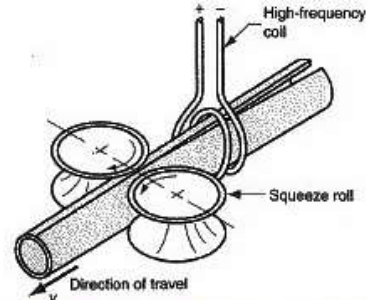
دو نوع جریان DC در این جوشکاری کاربرد دارد: Low frequency process و Higher frequency process

High Frequency Induction (HFI) Welded Pipe (در اصطلاح بازاری درز مخفی)

در این روش جریان برق با فرکانس بالا از یک سیم پیچ با مقطع دایره ای که ورق لوله شده را در بر می گردد عبور می کند و در اثر القاء جریان داخل مقطع جریان از دو لبه ورق که به هم فشرده می شود عبور می کند و در فصل مشترک لبه ورق باعث حرارت شده که منجر به ذوب شدن لبه و جوش خوردن آنها می گردد.

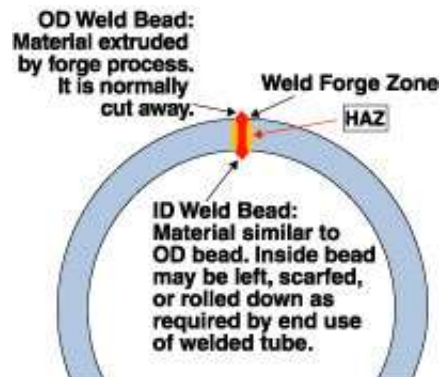
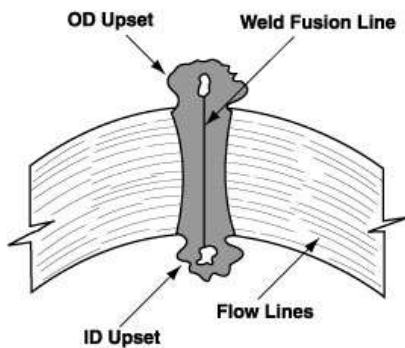


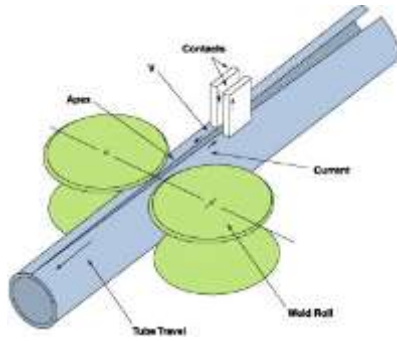
High frequency resistance welding



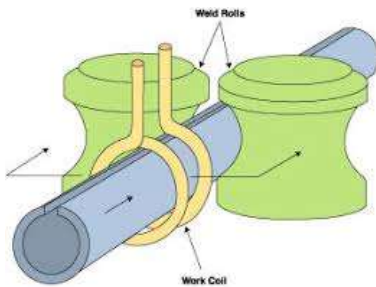
High frequency induction welding

در دو روش بالا پلیسه های حاصل (Upset) از فشرده شدن (فورج) دو لبه بوسیله ماشینکاری از داخل و خارج لوله از روی درز جوش حذف می گردد، به همین دلیل به این لوله ها درز مخفی گفته می شود. البته برجستگی داخل لوله ID Upset در سایزهای پایین حذف نمی شود و قابل مشاهده است.

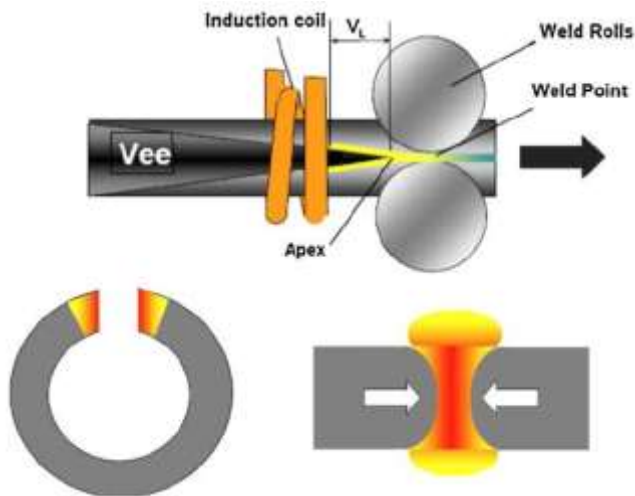




Electric Resistance Welded- ERW

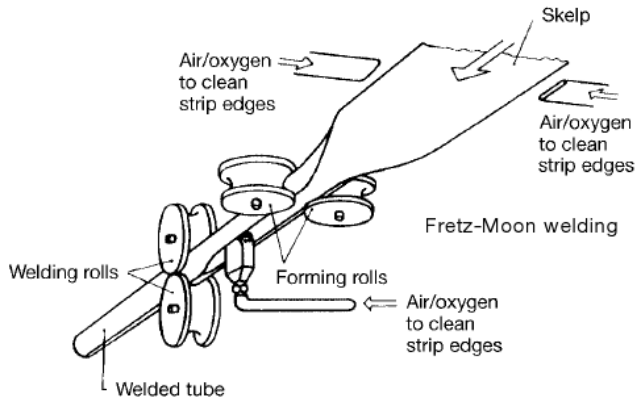


High Frequency Induction (HFI) Welded Pipe



۲-۲-۴-۱ Hot Pressure Welding (Fretz Moon) درز جوش با روش

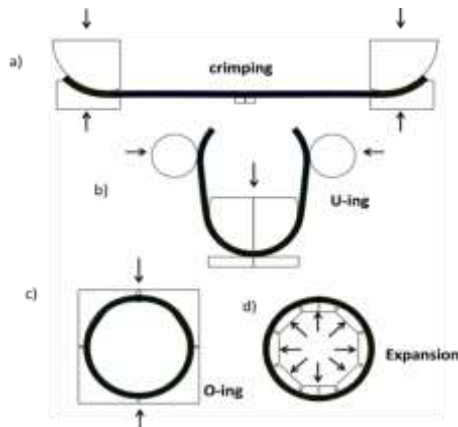
در این روش اول مقطع ورق به شکل دایره شکل داده می شود و دو لبه ورق توسط غلطک های راهنما هم تراز و روبروی هم قرار می گیرند و حرارت لازم توسط یک کوره در حد ذوب لبه ها تأمین می شود و دو لبه در هم فورج می شوند و درز جوش ایجاد می گردد.



۳-۲-۴-۱ Electric Fusion Welding (EFW) درز جوش با روش جوشکاری ذوبی با قوس الکتریکی و فیلر

دو پروسه اتوماتیک Submerge Arc Welding (SAW) جوشکاری زیر پودری و Gas Metal Arc Welding (GMAW) جوشکاری با گاز محافظ عموماً برای لوله های جوشی کاربرد دارد و در تکنیک های زیر اجرا می شود.

پروسه **U-ing/O-ing** که در آن ورق به شکل U و سپس به شکل O شکل دهی می شود و بعد از جوشکاری با عملیات Expansion، مقطع دایره ای لوله تکمیل می شود.



Longitudinally welded pipe (U-ing/O-ing process)

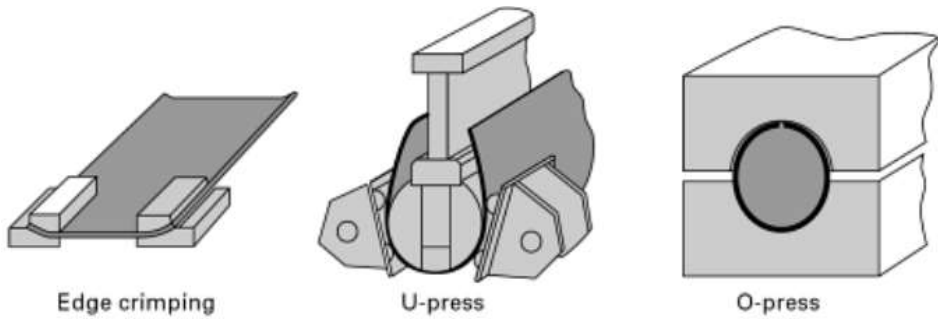


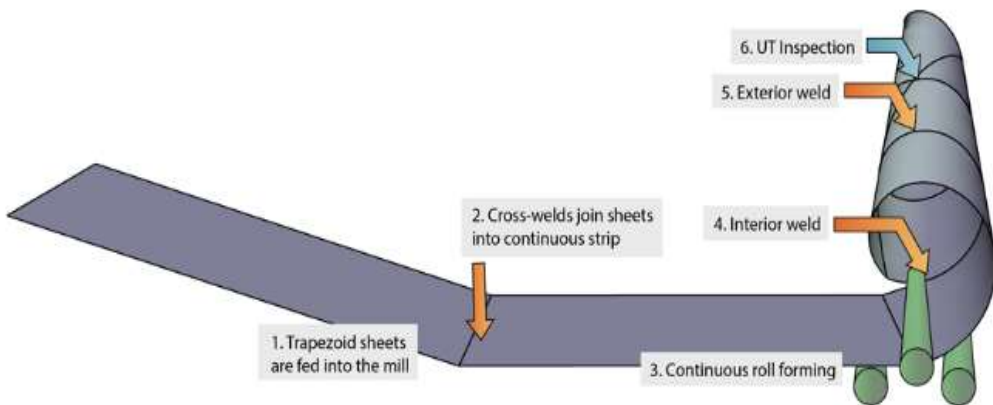
Figure 7.7 Pipe forming by the UOE process



Longitudinally welded pipe (U-ing/O-ing)

Spiral pipe پروسه

ساخت لوله های اسپیرال با جوش حلزونی با جوشکاری ذوبی قوسی



Spiral pipe

۳-۴-۱ واژگان مرتبط با درز لوله: (مطابق API 5L)

pipe body <SMLS pipe> the entire pipe

بدنه لوله (در لوله بدون درز) شامل کل مقطع لوله

pipe body <welded pipe> the entire pipe, excluding the weld(s) and HAZ

بدنه لوله (در لوله درز دار- جوشی) شامل کل مقطع لوله بجز جوش و منطقه متأثر از جوش

SMLS pipe-Seamless Pipe لوله بدون درز

pipe without a welded seam, produced by a hot-forming process, which can be followed by cold sizing or cold finishing to produce the desired shape, dimensions and properties

لوله تولید شده بدون درز، که با یک پروسه شکل دهی گرم که با سایزینگ سرد و شکل دهی سرد نهایی به شکل مورد نظر، ابعاد و خواص خواسته شده برسد.

Welded Pipe لوله جوش شده

CW, COWH, COWL, EW, HFW, LFW, LW, SAWH or SAWL pipe نام اختصاری

COW pipe - combination welded pipe لوله ای با جوش ترکیبی

tubular product having one or two longitudinal seams or one helical seam, produced by a combination of gas metal-arc and submerged-arc welding wherein the gas-metal arc weld bead is not completely removed by the submerged-arc welding passes

محصول لوله، دارای یک یا دو درز طولی یا یک درز مارپیچی که توسط جوشکاری ترکیبی شامل جوش با حفاظت گازی GMAW و جوشکاری زیر پودری SAW که در آن پاس جوش GMAW به طور کامل توسط عبور جوش SAW ذوب نشده را گویند.

COWH pipe - combination helical welded pipe لوله ای با جوش ترکیبی مارپیچی

tubular product having one helical seam produced by a combination of gas metal-arc and submerged-arc welding wherein the gas-metal arc weld bead is not completely removed by the submerged-arc welding passes

محصول لوله دارای یک درز مارپیچی تولید شده توسط جوشکاری ترکیبی شامل جوش با حفاظت گازی GMAW و جوشکاری زیر پودری SAW که در آن پاس جوش GMAW به طور کامل توسط عبور جوش SAW ذوب نشده را گویند.

COWL pipe - combination longitudinal welded pipe لوله ای با درز جوش ترکیبی طولی

tubular product having one or two longitudinal seams produced by a combination of gas metal-arc and submerged-arc welding wherein the gas-metal arc weld bead is not completely removed by the submerged-arc welding passes

محصول لوله دارای یک یا دو درز طولی، تولید شده توسط جوشکاری ترکیبی شامل جوش با حفاظت گازی GMAW و جوشکاری زیر پودری SAW که در آن پاس جوش GMAW به طور کامل توسط عبور جوش SAW ذوب نشده را گویند.

COW seam - combination welding seam درز جوش ترکیبی

longitudinal or helical seam produced by a combination of gas metal-arc and submerged-arc welding wherein the gas-metal arc weld bead is not completely removed by the submerged-arc welding passes

درز جوش طولی، تولید شده توسط جوشکاری ترکیبی شامل جوش با حفاظت گازی GMAW و جوشکاری زیر پودری SAW که در آن پاس جوش GMAW به طور کامل توسط عبور جوش SAW ذوب نشده.

CW - continuous welding جوشکاری پیوسته

process of forming a seam by heating the strip in a furnace and mechanically pressing the formed edges together, where in successive coils of strip had been joined together to provide a continuous flow of strip for the welding mill

فرآیند تشکیل یک درز با استفاده از گرم کردن یک نوار پیوسته در یک کوره و فشارمکانیکی لبه های نوار به هم، بصورتیکه لبه های کوئل ها به هم متصل شوند و یک نوار جوشی پیوسته بوجود آورند.

CW pipe - continuous welded pipe لوله با جوش پیوسته

tubular product having one longitudinal seam produced by continuous welding

محصول لوله ای دارای یک درز طولی، تولید شده توسط جوشکاری پیوسته

EW pipe - electric welded pipe لوله با جوش الکتریکی

tubular product having one longitudinal seam produced by low- or high-frequency electric-welding

محصول لوله ای دارای یک درز طولی تولید شده توسط جوش الکتریکی با فرکانس پایین یا فرکانس بالا

EW seam - electric welded seam درز جوش الکتریکی

longitudinal seam produced by electric welding

جوش طولی تولید شده توسط جوشکاری الکتریکی

LW-laser welding جوشکاری لیزر

process of forming a seam by using a laser-beam keyhole welding technique to produce melting and coalescence of the edges to be welded, with or without preheating of the edges, wherein shielding is obtained from an externally supplied gas or gas mixture

فرآیند تشکیل یک درز با استفاده از تکنیک جوشکاری سوراخ کلید توسط پرتو لیزر برای تولید ذوب و تلفیق لبه های جوش داده شده با یا بدون پیش گرم لبه ها، در حالیکه با گاز یا مخلوط گاز تحت محافظت می باشد.

LW pipe - laser welded pipe لوله با جوش لیزر

tubular product having one longitudinal seam produced by laser welding

محصول لوله ای دارای یک درز طولی تولید شده توسط جوشکاری لیزر است.

LFW pipe - low frequency electric welded pipe لوله با جوش الکتریکی فرکانس پایین

EW pipe produced with a welding current frequency less than 70 kHz

لوله EW که با فرکانس جریان جوشکاری کمتر از ۷۰ کیلوهرتز تولید می شود.

HFW pipe - high-frequency welded pipe لوله با جوش الکتریکی فرکانس بالا

EW pipe produced with a welding current frequency equal to or greater than 70 kHz

لوله EW که با فرکانس جریان جوشکاری برابر با ۷۰ kHz یا بیشتر تولید می شود.

SAW pipe - submerged-arc welded pipe لوله با جوش زیر پودری

tubular product having one or two longitudinal seams, or one helical seam, produced by the submerged-arc welding process

محصول لوله دارای یک یا دو درز طولی و یا یک درز حلزونی تولید شده توسط فرایند جوشکاری زیرپودری

SAWH pipe - submerged-arc helical welded pipe لوله با جوش زیرپودری حلزونی

tubular product having one helical seam produced by the submerged-arc welding process

محصول لوله با داشتن یک درز جوش حلزونی تولید شده توسط فرایند جوشکاری زیر پودری

SAWL pipe - submerged-arc longitudinal welded pipe لوله با جوش زیرپودری طولی

tubular product having one or two longitudinal seams produced by submerged-arc welding

محصول لوله با داشتن یک یا دو درز جوش طولی تولید شده توسط فرایند جوشکاری زیر پودری

SAW seam - submerged-arc welding seam درز جوش زیرپودری

longitudinal or helical seam produced by submerged-arc welding

درز جوش طولی یا حلزونی تولید شده توسط فرایند جوشکاری زیرپودری

فصل دوم

بازرسی چشمی لوله



۱-۲ برند تولیدکننده لوله

در گزارش بازرسی ثبت برند لوله الزامی است و در صورتیکه کارفرمای پروژه، Vendor List جهت متریکال اولیه ارائه کرده باشد، بازرسی می بایست برند متریکال را با وندور لیست مطابقت دهد.




۱-۱-۲ وندور لیست چیست ؟

خریداران حرفه ای (کارفرمایان بزرگ) با ارزیابی عرضه کنندگان کالا و خدمات مورد نیاز خود، لیستی شامل عرضه کنندگان معتبر پذیرفته شده را تهیه می کنند، تا در زمان نیاز به یک کالا یا خدمات خاص در کوتاه ترین زمان بتوانند به نیاز خود دست پیدا کنند. این فهرست ها در بازار ایران به وندورلیست یا AVL موسوم بوده و نام دقیق آن Approved Vendor List (فهرست عرضه کنندگان مجاز) می باشد. دلیل اصلی تهیه AVL نظارت بر خرید پیمانکاران نوع EPC از سوی شرکت کارفرما است. به این صورت پیمانکار متعهد می گردد تنها از میان فهرست عرضه کنندگان کالا و خدمات مورد تائید شرکت کارفرما یا همان وندورلیست خرید نماید. (تاریخ و رویژن وندورلیست به دلیل تغییرات مهم می باشد)

در بازار صنعتی ایران وندورلیست های مختلفی وجود دارد، مانند وندورلیست نفت و گاز پارس جنوبی POGC، فهرست بلند منابع دستگاه مرکزی نفت، وندورلیست ملی صنایع پتروشیمی (NIPC)، هلدینگ خلیج فارس و

origin کالا به چه معناست ؟

در بازرسی لوله origin به معنای محل ساخت (کارخانه تولیدکننده لوله) است. اصالت محصول و محل تولید واقعی جهت اثبات کنترل کیفیت محصول مهم بوده و مشخصاً نیاز به اثبات اصالت مارکینگ روی محصول در بازرسی چشمی مطرح می شود که در ادامه این فصل نمونه هایی از مارکینگ اصل و تقلبی جهت آشنایی آورده شده است.

تاریخ: ۱۳۸۸/۱۰/۲۰	فهرست سازندگان مجاز (از نظر فنی)	 <p>شرکت ملی نفت ایران تبرکت ملی نفت و گاز و پتروشیمی و پارس جنوبی مدیریت مهندسی و ساختمان</p>
صفحه: ۷۹ از ۱۳۰		
اداره: مهندسی استانداردها		

8- LINE PIPE

۸- لوله

Manufacturers						
Item	Pipe Manufacturer	Country	Pipe Diameter Range (inch.)			Note
			SMLS	SAW	ERW	
1	(شرکت لوله سازی اهواز) (Ahwaz Pipe Mill)	Iran	—	24-56	6-24	—
2	(شرکت لوله پروفایل صفا) (Safa Rolling & Pipe Mill Co.)	Iran	—	20-64	6-24	—
3	(شرکت تولید پروفایل صاهه) (Savah Rolling & Profile Mill Co.)	Iran	—	—	3/8-20	—
4	(شرکت لوله پروفایل سعید) (Sadid Pipe & Profile Co.)	Iran	—	24-120	—	SPIRAL PIPE
5	(شرکت ایران اسپیرال) (Iran Spiral Co.)	Iran	—	20-100	—	SPIRAL PIPE
6	(گروه فولاد ایران) (National Iranian Steel Industrial Group)	Iran	2-4	—	—	—
7	(لوله سازی ماهشهر) (Mahshahr Pipe Mill Co.)	Iran	—	24-56	—	تایید شده توسط مهندسی و گاز ایران، X70 برای مصارف خاص
8	(شرکت کالوپ) (Calup Corp)	Iran	—	—	8-14	مطابق به انعام عملیات UT بر روی کلیه جبهه لوله های تولیدی در درمان OK- بررسی
9	Siderca	Argentina	1-10	—	—	—
10	Confab Industrial SA.	Brazil	—	12-48	4-20	—
11	Shanghai Alison Steel pipe Co.	China	—	—	4-12	—
12	Tianjin Pipe Corporation	China	4-10	—	—	—

دقت: در وندور لیست بالا بعضی لوله ها از یک برند با مشخصات خاص مورد پذیرش کارفرمای شرکت ملی نفت ایران می باشد با توجه به تغییرات زیاد وندور لیست ها می بایست در خصوص رویژن و تاریخ وندور لیست مورد استفاده در پروژه از کارفرما کسب تکلیف شود.

۲-۲ مارکینگ لوله

۱-۲-۲ مارکینگ برای لوله ها در استاندارد ASTM

در استاندارد های ASTM A53, ASTM A106 در بخش Referenced Documents، مارکینگ و بسته بندی به مراجع زیر ارجاع داده شده.

2.3 Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage

MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage

2.4 Federal Standard:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipments (Civil Agencies)

Fed. Std. No. 183 Continuous Identification Marking of Iron and Steel Products

همچنین در استاندارد های ASTM A53 , ASTM A106 بخشی با عنوان مارکینگ وجود دارد:

25. Product Marking

25.1 In addition to the marking prescribed in Specification **A530/A530M**, the marking shall include heat number, the information as per **Table 4**, an additional symbol "S" if one or more of the supplementary requirements apply; the length, OD 1 %, if ordered as special outside diameter tolerance pipe; ID 1 %, if ordered as special inside diameter tolerance pipe; the schedule number, weight class, or nominal wall thickness; and, for sizes larger than NPS 4 [DN 100], the weight. Length shall be marked in feet and tenths of a foot [metres to two decimal places], depending on the units to which the material was ordered, or other marking subject to agreement. For sizes NPS 1½, 1¼, 1, and ¾ [DN 40, 32, 25, and 20], each length shall

TABLE 4 Marking

Hydro	NDE	Marking
Yes	No	Test Pressure
No	Yes	NDE
No	No	NH
Yes	Yes	Test Pressure/NDE

be marked as prescribed in Specification **A530/A530M**. These sizes shall be bundled in accordance with standard mill practice and the total bundle footage marked on the bundle tag; individual lengths of pipe need not be marked with footage. For sizes less than NPS ¾ [DN 20], all the required markings shall be on the bundle tag or on each length of pipe and shall include the total footage; individual lengths of pipe need not be marked with footage. If not marked on the bundle tag, all required marking shall be on each length.

25.2 When pipe sections are cut into shorter lengths by a subsequent processor for resale as material, the processor shall transfer complete identifying information, including the name or brand of the manufacturer to each unmarked cut length, or to metal tags securely attached to bundles of unmarked small diameter pipe. The same material designation shall be included with the information transferred, and the processor's name, trademark, or brand shall be added.

25.3 *Bar Coding*—In addition to the requirements in 25.1 and 25.2, bar coding is acceptable as a supplementary identification method. The purchaser may specify in the order a specific bar coding system to be used.

دو مرجع ASTM A700 و ASTM A530 مرتبط با مبحث مارکینگ



Designation: A530/A530M – 12

**Standard Specification for
General Requirements for Specialized Carbon and Alloy
Steel Pipe¹**



Designation: A700 – 14

**Standard Guide for
Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel
Products for Shipment¹**

3.3 Package Identification:

3.3.1 All marking shall be legible and of a size consistent with the space available to be marked. All tags shall be securely affixed to the package to prevent loss in transit. Tags shall be of a size to show clearly all of the information needed, and shall be able to withstand reasonable exposure to the elements.

3.3.2 *Marking Metal Surfaces*—Unless otherwise specified, metal surfaces shall be marked with either permanent ink or paint.

3.3.3 *Marking Containers*—All materials used for marking containers shall be resistant to the elements.

3.4 *Weight and Count*—When steel products are invoiced on

9. Tubular Products

9.1 Product Grades:

- 9.1.1 Mechanical tubing.
- 9.1.2 Pressure tubing.
- 9.1.3 EMT conduit.
- 9.1.4 Rigid conduit.
- 9.1.5 Standard pipe.
- 9.1.6 Line pipe.
- 9.1.7 Oil country goods.
- 9.1.8 Couplings and fittings.
- 9.1.9 Stainless steel tubing and pipe.

9.2 *Marking*—It is normal practice to identify each piece of large diameter steel pipe or tubing shipped loose, or each secured lift or package of smaller sizes with the following information:

- 9.2.1 Manufacturer's name, brand, or trademark.

NOTE 1—The above practice is subject to modification as to standard specifications, if applicable.

۲-۲-۲ مارکینگ برای لوله ها در استاندارد API 5L

11.2 Pipe markings

11.2.1 Pipe markings shall include the following information sequentially, as applicable:

- a) name or mark of the manufacturer of the pipe (X);
- b) "API Spec 5L" shall be marked when the product is in complete compliance with this standard, appropriate annexes and this section. Products in compliance with multiple compatible standards may be marked with the name of each standard;
- c) specified outside diameter;
- d) specified wall thickness;
- e) pipe steel grade (steel name) (see Table 1, Table H.1 or Table J.1, whichever is applicable) and if agreed, both corresponding SI and USC steel grades may be marked on the pipe with the corresponding steel grade marked immediately after the order item steel grade;
- f) product specification level designation followed by the letter G if Annex G is applicable (see G.5.1);
- g) type of pipe (see Table 2);
- h) mark of the customer's inspection representative (Y), if applicable;
- i) an identification number (Z), which permits the correlation of the product or delivery unit (e.g. bundled pipe) with the related inspection document, if applicable
- j) if the specified hydrostatic test pressure is higher than the test pressure specified in Tables 24 or 25 as applicable, or exceeding the pressures stated in note a, b, or c of Table 26 if applicable, the word TESTED shall be marked at the end of the marking immediately followed by the specified test pressure in psi if ordered to USC units or MPa if ordered to SI units.

EXAMPLE 1 (For SI units) X API Spec 5L 508 12,7 **L360M** PSL 2 SAWL Y Z

EXAMPLE 2 (For USC units) X API Spec 5L 20 0.500 **X52M** PSL 2 SAWL Y Z

EXAMPLE 3 If pipe also meets the requirements of compatible standard ABC.

(For SI units) X API Spec 5L/**ABC** 508 12,7 L360M PSL 2 SAWL Y Z

EXAMPLE 4 If pipe also meets the requirements of compatible standard ABC.

(For USC units) X API Spec 5L/**ABC** 20 0.500 X52M PSL 2 SAWL Y Z

EXAMPLE 5 If hydrotest pressure differs from the standard pressure.

(For SI units tested to 17,5 MPa)

X API Spec 5L 508 12,7 L360M PSL 2 SAWL Y Z **TESTED 17,5**

EXAMPLE 6 If hydrotest pressure differs from the standard pressure.

(For USC units tested to 2540 psi)

X API Spec 5L 20 0.500 X52M PSL 2 SAWL Y Z **TESTED 2540**

EXAMPLE 7 For USC units with both corresponding steel grades marked and application of Annex G indicated

X API Spec 5L 20 0.500 **X52M L360M** PSL2G SAWL Y Z

EXAMPLE 8 For SI units with both corresponding steel grades marked and application of Annex G indicated

X API Spec 5L 508 12,7 **L360M X52M** PSL2G SAWL Y Z

NOTE For specified outside diameter markings in USC units, it is not necessary to include the ending zero digits to the right of the decimal sign.

11.2.2 Except as allowed by 11.2.3 and 11.2.4, the required markings shall be applied durably and legibly, as follows:

a) For pipe with $D \leq 48,3$ mm (1.900 in), the markings shall be in one or more of the following locations:

- 1) on a tag fixed to the bundle,
- 2) on the straps or banding clips used to tie the bundle,
- 3) on one end of each pipe,
- 4) continuous along the length;

b) For pipe with $D > 48,3$ mm (1.900 in), unless a specific surface is specified in the purchase order, the markings shall be

- 1) on the outside surface of the pipe, in the sequence listed in 11.2.1, starting at a point between 450 mm and 760 mm (1.5 ft and 2.5 ft) from one of the pipe ends, or
- 2) on the inside surface of the pipe, starting at a point at least 150 mm (6.0 in) from one of the pipe ends;

11.2.3 If agreed, low-stress die-stamping or vibro-etching on the pipe surface may be used, subject to the following limitations.

- a)** Such marks shall be on the pipe bevel face or within 150 mm (6.0 in) of one of the pipe ends.
- b)** Such marks shall be at least 25 mm (1.0 in) from any weld.
- c)** Cold die-stamping [at temperatures < 100 °C (210 °F)] of plate, coil or pipe not subsequently heat treated shall be done only if rounded or blunt dies are used.

d) Unless otherwise agreed and specified on the purchase order, cold die stamping shall not be used on all pipe with a specified wall thickness of 4,0 mm (0.156 in) or less and all pipe of grade higher than L175 or A25 not subsequently heat treated.

11.2.4 For pipe intended for subsequent coating, if agreed, marking may be done at the coater's facility rather than at the pipe mill. In such cases, traceability shall be ensured, e.g. by application of a unique number (by individual pipe or heat of steel).

11.2.5 If a temporary protective coating (see 12.1.2) is applied, the markings shall be legible after such coating.

11.2.6 In addition to the markings specified in 11.2.1, the pipe length shall be marked as follows, in metres to two decimal places (feet to tenths of a foot) or, if agreed, in a different format.

a) For pipe with $D \leq 48,3$ mm (1.900 in), the total length of pipe in the bundle shall be marked on a tag, strap or banding clip attached to the bundle.

b) Unless a specific surface is specified on the purchase order for pipe with $D > 48,3$ mm (1.900 in), the individual pipe length (as measured on the finished pipe) shall be marked

1) at a convenient location on the outside surface of the pipe, or

2) at a convenient location on the inside surface of the pipe.

c) For pipe furnished with couplings, the length as measured to the outer face of the coupling shall be marked.

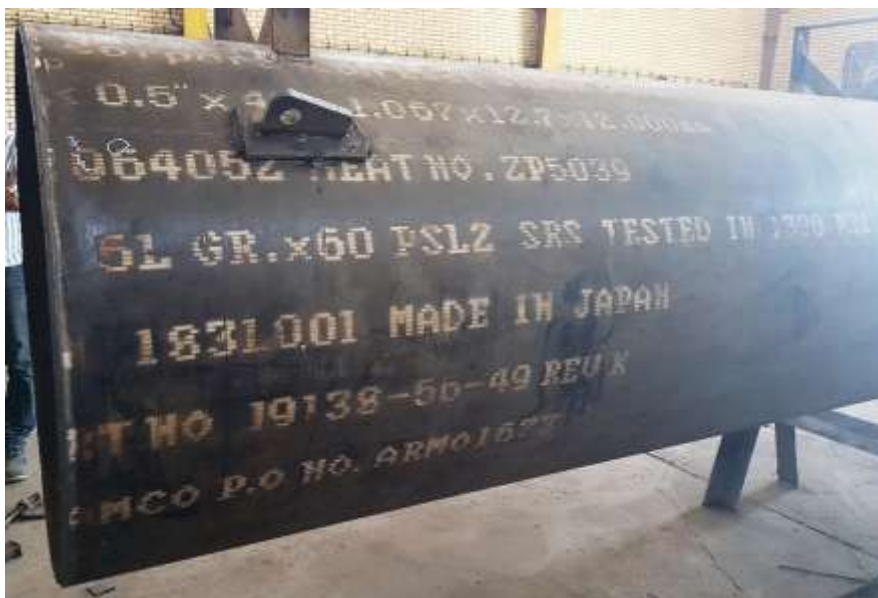
11.2.7 If agreed, the manufacturer shall apply a daub of paint, approximately 50 mm (2 in) in diameter, on the inside surface of each length of pipe. The paint colour shall be as given in Table 27 if the pipe grade is applicable; for all other grades, the paint colour shall be as specified in the purchase order.

Table 27 — Paint colour

Pipe grade	Paint colour
L320 or X48	Black
L360 or X52	Green
L390 or X56	Blue
L415 or X60	Red
L450 or X65	White
L485 or X70	Purple-violet
L555 or X80	Yellow

۲-۲-۳ اصلت مارکینگ روی لوله (مارکینگ Original یا Fake)

برند های معتبر تولیدکننده لوله در ژاپن، کره و اروپا برای مارکینگ محصولات خود از Font و رنگ مشخصی استفاده می کنند و بصورت کلی برندهای چینی کیفیت مارکینگ پایین تری دارند (مگر برندهای تحت لیسانس) به هدف افزایش دقت و مقایسه در بازرسی لوله، چند نمونه از مارکینگ اصیل و تقلبی در ادامه آورده شده است.



مارکینگ اصیل برند JFE محصول ژاپن به خطوط افقی در حروف و اعداد و همچنین کیفیت مارکینگ دقت کنید.



مارکینگ اصیل برند NIPPON STEEL محصول ژاپن دقت کنید حروف و اعداد از نقطه های سفید کنار هم تشکیل شده اند. به این نوع مارکینگ در بازار ایران مارکینگ سوزنی گفته می شود.



مارکینگ اصیل برند SALZGITTER محصول آلمان، دقت کنید حروف و اعداد از نقطه های کنار هم تشکیل شده اند.



مارکینگ اصیل برند JST محصول چین اعداد و حروف از خطوط موازی لوله تشکیل شده اند.



مارکینگ اصیل برند JFE محصول چین اعداد و حروف با لبه های پر رنگ برجسته و سه بعدی به نظمی رسند.



مارکینگ غیر اصیل برند Tenaris دقت کنید حروف و اعداد از نقطه های کنار هم تشکیل شده اند ولی نام برند آن گویا با رنگ اجرا شده است. میتوان حدس زد نام برند Tenaris به مارکینگ اضافه شده است.



مارکینگ اصیل برند Tenaris محصول ایتالیا دقت کنید حروف و اعداد از نقطه های کنار هم تشکیل شده اند.



مارکینگ تقلبی برند Tenaris که با رنگ و شابلون اجرا شده است.



مارکینگ تقلبی برند SUMITOMO که با رنگ و شابلون اجرا شده است.

تفاوت کیفیت در طول مارکینگ و پاشش گرد رنگ خارج از اعداد و حروف به سهولت قابل رویت می باشد.



مارکینگ تقلبی برند ARCELOR MITTAL که با رنگ و شابلون اجرا شده است. (مجدد ضخامت را هم تغییر داده اند)



به همراه یک برگ مشخصه بارکد کپی تقلبی داخل لوله

مارکینگ تقلبی برند ARCELOR MITTAL که با رنگ و شابلون اجرا شده است.



مارکینگ اصل لوله و پروفیل صفا یکی از تولید کنندگان داخلی (به نوع فونت و اجرا دقت شود) جهت بررسی اصالت می توان در تماس با شرکت تولیدکننده داخلی پیگیری کرد (در مواردی که لازم می باشد)



مارکینگ اصل شرکت کالوپ یکی از تولید کنندگان داخلی فونت مورد استفاده روی لوله اصطلاحاً دیجیتالی می باشد یعنی اعداد و حروف از خطوط موازی لوله تشکیل شده است. نتیجه: درکل اعداد و حروف در مارکینگ اصیل به صورت دیجیتالی یا سوزنی (تشکیل شده از نقطه) با رنگ یا فونت خاص توسط ماشین مارکینگ در کارخانه اجرا می شود و مارکینگ تقلبی ساده و با استفاده از رنگ یا اسپری با شابلون اجرا می شود.

نکته: مارکینگ کارخانه ای از یک فاصله مشخص از اول لوله شروع می شود.

۳-۲ عیوب ساخت لوله

دسته بندی عیوب لوله مطابق استاندارد API 5T1 Imperfection and Defect Terminology 2017

- ❖ Occurrences in Steel Pipe in Locations Other than the Weld
- ❖ Occurrences in Electric Resistance Welds
- ❖ Occurrences in Double Submerged Arc Welds (Submerged Arc Welds—Longitudinal)
- ❖ Occurrences in Threads

۱-۳-۲ عیوبی که در محل‌های غیر از جوش اتفاق می‌افتد (عیوب ساخت لوله)

Arc Burns

لکه قوس، نقطه‌های ذوب شده سطح لوله ناشی از برخورد ناخواسته بین الکتروود یا اتصال زمین و سطح لوله (عیوب جوش)



Figure 1



Figure 3

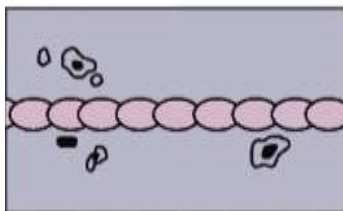


Figure 2



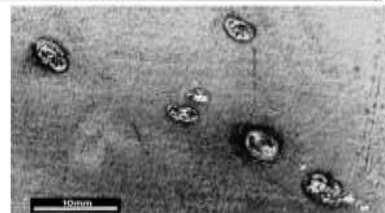
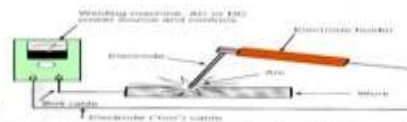
Figure 4

Arc Strike



Stray flash/arc burn/arc strike
(stray arcing)

1. The **damage on the parent material** resulting from the accidental striking of an arc away from the weld
2. The accidental **striking of an arc** away from the weld



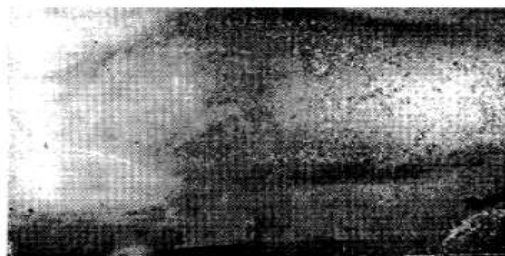
Blister

تاول، نقطه برآمده شده در سطح لوله ناشی از گسترش گاز در یک حفره درون ضخامت دیواره لوله است. همچنین به صورت تورق Laminatin هم بررسی می شود.



NOTE Cross section with midwall blister.

Figure 5



NOTE Top view with midwall blister.

Figure 6

Crack

ترک، جدا شدن یا پارگی فلز ناشی از تنش های حین تولید یا تنشهای تغییر فازی شبکه فولاد است.

NOTE Quench cracks in steel result from stresses produced during the austenite-to-martensite transformation, which is accompanied by an increase in volume.



Figure 7



Figure 8

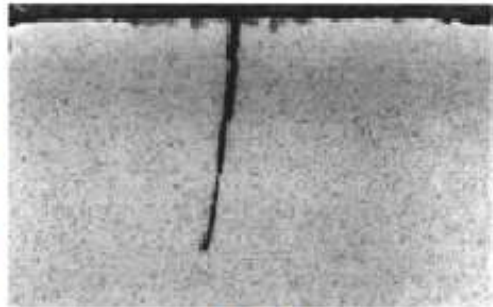


Figure 9



Figure 10

Dent

تورفتگی یا گودی، تغییر شکل موضعی در سطوح محیطی لوله ناشی از تاثیر مکانیکی یا فشار موضعی بیش از حد، بدون کاهش ضخامت را گویند.



Figure 11



Figure 12

Eccentricity

خارج شدن از مرکز، شرایطی که در آن قطر خارجی OD و قطر داخلی ID با محور لوله هم مرکز نیستند، که منجر به تغییر ضخامت دیواره در مقطع لوله می شود.



Figure 13



Figure 14

Gouge

کندگی، شیارهای بلند یا حفره های ناشی از حذف مکانیکی فلز است.



Figure 15 NOTE Pipe ID.

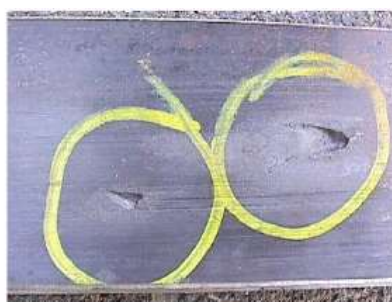


Figure 16 NOTE Pipe ID.



Figure 17 NOTE Pipe OD.



Figure 18 NOTE Pipe OD.



Figure 19 NOTE Pipe OD.



Figure 20 NOTE Pipe OD.

Hard Spot

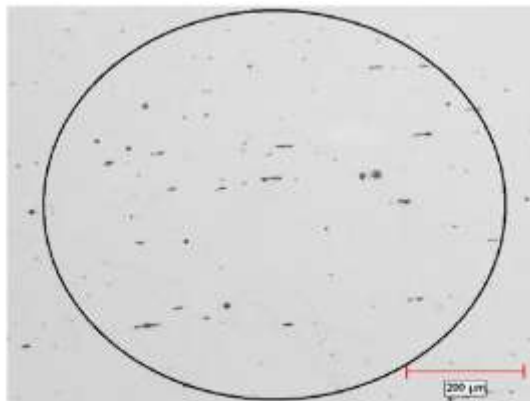
نقاط سخت، منطقه ای از لوله با درجه سختی بالاتر نسبت به اطراف که به سبب تغییرات پروسه ساخت از قبیل سریع سرد شدن موضعی بوجود آمده است.



Figure 21

Inclusion

آخال، مواد خارجی یا ذرات غیر فلزی به دام افتاده در داخل فلز در زمان انجام را گویند.



NOTE: See reference Steels: Processing, Structure, and Performance and Non-metallic Inclusions in Steel.

Figure 22

lamination

تورق، جدایش داخلی فلز که لایه هایی موازی سطح بوجود می آورد.



NOTE Also see blister

Figure 23



Figure 24



Figure 25

Lap

روی هم افتادگی - تا شدگی، قسمتی از فلز پایه که تاه خورده و با نورد یا فرآیندهای تولید دیگر مقابل سطح فلز پایه چسبیده ولی در فلز پایه ذوب (ترکیب) نشده است.



Figure 26

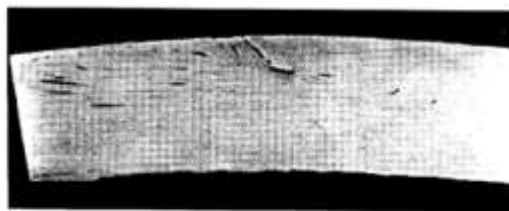


Figure 27

Pit

حفره دار شدن، تو رفتگی ناشی از حذف مواد خارجی که در طول فرآیند تولید به سطح چسبیده بوده که به سبب خوردگی موضعی محیطی ایجاد شده اند.



Figure 28 NOTE Also see slug



Figure 29



Figure 30

Plug Scores

اثرات سنبه، شیار داخلی طولی در لوله بدون درز که می تواند به دلیل تماس فلز به دستگاه نورد لوله (high-mill plug) ایجاد شود.



Figure 31



Figure 32



Figure 33

Ring Mark/Pattern

الگوی کنگره ای، در داخل لوله به سبب مشکلات در نورد (Hot Mill) ایجاد می شود.



Figure 34



Figure 35

Roll Mark

ناهنجاریهای سطحی که ناشی از ناهمواری نورد یا آسیب های سطحی نورد می باشد و ممکن است بصورت منقطع یا پیوسته باشد.



NOTE Internal surface.

Figure 36



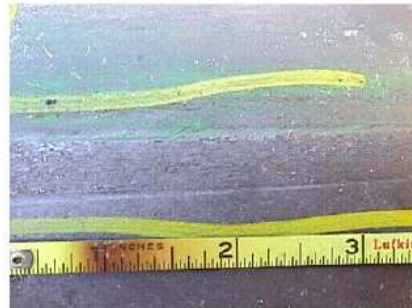
NOTE Internal surface.

Figure 37



NOTE Periodic external surface.

Figure 38



NOTE Continuous external surface.

Figure 39

Scab

پوسته، ناهنجاری هایی به شکل پوسته یا روکش که ممکن است توسط فلز پایه به سطح محصول متصل شوند، منشاء آن از مترتال پایه می باشد.



NOTE Internal surface.

Figure 40



NOTE Internal surface.

Figure 41



NOTE External surface.

Figure 42

Scale

پوسته اکسیدی، لایه اکسید موجود در سطح محصولات فولادی که به سبب درجه حرارت در طول تولید (نورد) یا فرآیندهای بعدی مانند عملیات حرارتی ایجاد می شود.



Figure 43

Seam

درز یا شکافی که در مراحل نورد و یا دیگر فرآیندهای تولید، بسته شده یا تقریباً بسته شده ولی در فلز پایه لوله ذوب نشده است.



Figure 44



Figure 45

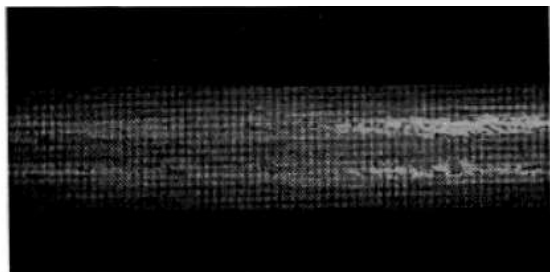


Figure 46

Sliver

دو پوستگی سطحی، تکه نوار فلزی (معمولاً بسیار نازک) که در فرآیند نورد به سطح فلز لوله متصل شده است. (ممکن است تنها از یک انتها متصل شده باشد)



Figure 47



Figure 48



Figure 49



Figure 50

Slug

تکه فلزی خارجی نورد شده روی سطح لوله که معمولاً در فلز لوله ذوب نشده است.



Figure 51



Figure 52

Also see pit



Figure 53

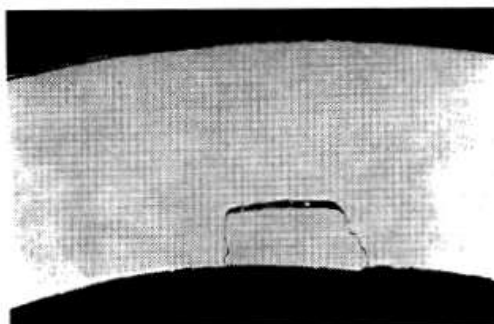


Figure 54

Stretch Mill Indentation

اثرات کشیدگی ماشین، باعث نازک شدن موضعی دیواره بدنه لوله می شود (اغلب در سطح داخلی قرار دارد).



Figure 55

Stretch Mill Overfill

برآمدگی های طولی که در بالای OD یا ID سطح لوله گسترش می یابند که به سبب تغذیه زیاد بار (محموله لوله) به قفسه نورد بعدی ایجاد می شود.



Figure 56



Figure 57

Tear

پارگی، ناهنجاری سطح ناشی از ابزار آسیب دیده در طول پروسه های نورد گرم.



Figure 58



Figure 59



Figure 60

Upset Underfill

تورفتگی در داخل و خارج سطح لوله دربخش (upset)، به سبب ناکافی بودن جریان حرکت متریال فلزی در خط جهت تولید را گویند.



Figure 61

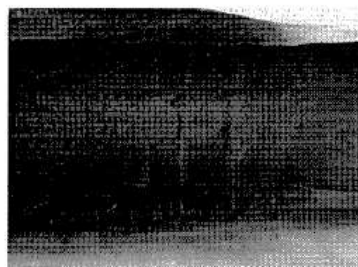


Figure 62

Upset Wrinkles

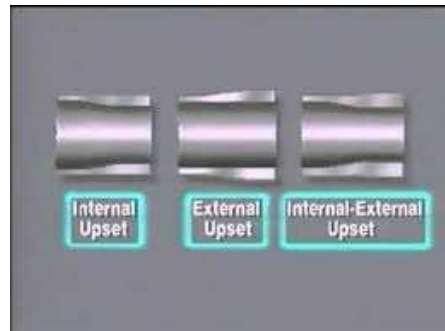
بی‌نظمی سطحی ایجاد شده دربخش (upset)، در شکل دهی (فورج) محیطی در مقطع عرضی



Figure 63

Upset

upset در طول نورد و فورج لوله‌های مانیسمال در بین قفسه‌های نورد برای تغییرات اندازه و سایز کردن لوله در سر لوله ایجاد می‌شود و در صورت نادرست انجام شدن نورد upset به عنوان عیب در لوله نهایی باقی می‌ماند.



۲-۳-۲ عیوبی که در جوش مقاومتی Electric Resistance Welds ایجاد می شود.

Black Spot

نقطه سیاه، عیب موضعی در خط جوش شامل اکسید اکستروند نشده. عیوب Black spot سیاه یا خاکستری دیده می شوند و ممکن هست نامیده شوند: "entrapment," "black penetrator," or "weld-line oxides."

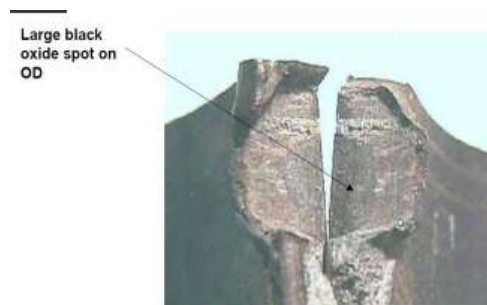


Figure 64



Figure 65



Figure 66



Figure 67



Figure 68

Contact Marks

اثرات تماسی، علامت های متناوب در مجاورت خط جوش حاصل از تماس الکتریکی بین الکترودهای تامین جریان جوشکاری و سطح لوله.

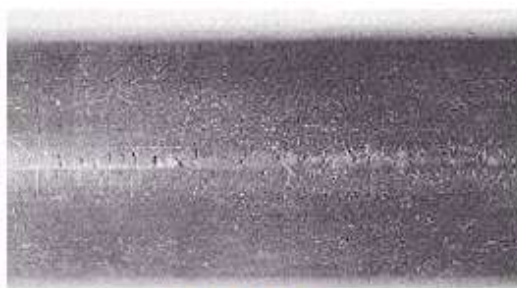


Figure 69

Edge Damage

صدمه لبه، آسیب دیدن یا نقص در آماده سازی لبه های فلزی، می توانند منجر به نواقص در درز جوش شود. نقص های ناشی از آسیب لبه ها ممکن است به عنوان یک اختلال در یک طرف خط جوش ظاهر شود.



Figure 70

See Figures 76 to 78 for etched photos of flow lines.

Edge Misalignment

عدم همراستایی لبه، خروج شعاعی از لبه نوار ممکن است ارجاء داده شود به عنوان "cave," "offset plate," Or "Offset Edges."

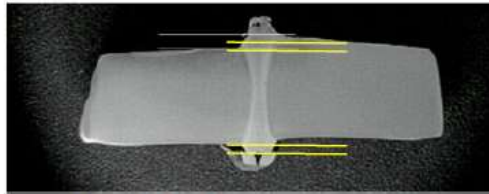


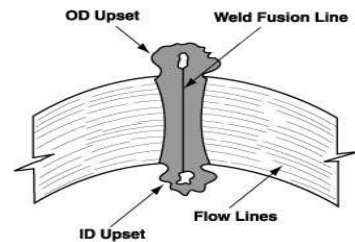
Figure 71 NOTE Prior to weld trim.

Excessive Trim

تراشیدن بیش از حد، عمق ماشینکاری پلیسه های جوش نیاست از حد مجاز دستورالعمل استاندارد API بیشتر شود. در جوشکاری ERW بعد از گذر لوله از زیر دستگاه جوشکاری، پلیسه ها Upset ها توسط تیغه ای ماشینکاری می شوند.



Figure 72



Hook Cracks Upturned Fiber Imperfections

ترک قلاب شکل، ترک ایجاد شده هنگام جوشکاری لبه ها (در هنگام فشردن لبه های لوله) حاصل از جدایش فلزی ناشی از نقص لبه های ورق یا لبه های فلزی موازی با سطح که به سمت ID و OD لوله می چرخند. عیوبی را گویند، تشکیل شده از ترکیبات غیر فلزی با شکلی خطی و ساختارهای جدا شده به شکل نوار که در فرآیند فشردن لبه ها در طی جوشکاری به سمت داخل و خارج سطوح لوله می چرخند.



Figure 73

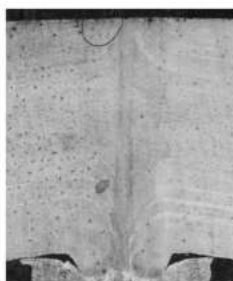


Figure 74



- Surface-breaking upturned fibre flaw that broke surface in trimming the OD flash
- About 0.004-in deep
- Found by PAUT



Figure 75

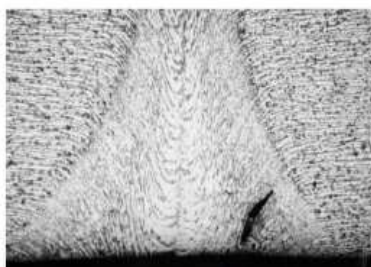


Figure 76

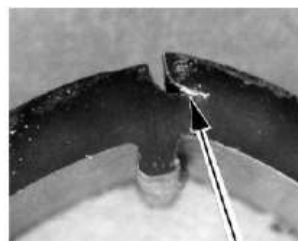


Figure 77



Figure 78

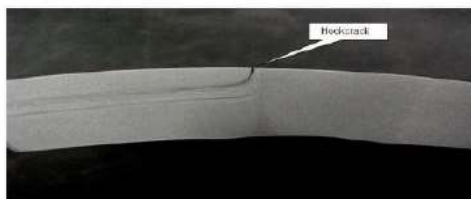


Figure 79

Inadequate Flash Trim

نقص در ماشینکاری **Upset** ریشه و گرده لوله، وضعیتی که برجستگی روی جوش بعد از عملیات ماشینکاری بیش از حدود مشخص شده در استاندارد ساخت API می باشد.



Figure 80



Figure 81



NOTE Prior to trimming of outside and inside surfaces.

Figure 82

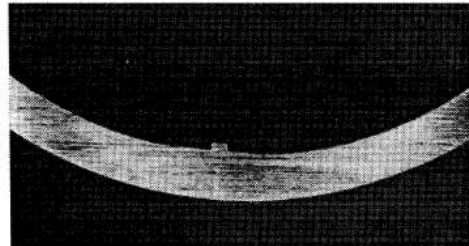


Figure 83



نمونه ای از درز ERW که به دلیل عدم ماشینکاری قابل رویت می باشد. (البته در حدود تolerانس استاندارد)

Inadequate Normalization Of Weld Seam

عملیات حرارتی نرمالایز ناقص درز جوش

عملیات حرارتی نادرست درز جوش (عملیات حرارتی نرمالایز منطقه اثر حرارت جوش HAZ) که اجازه ندهد فولاد به وضعیت فاز آستنیت برسد و اجازه ندهد که بعد به طور طبیعی تا زیر دمای تبدیل فاز سرد شود. اشتباه در انجام عملیات نرمالایز کامل منطقه متأثر از حرارت جوش سبب تولید فاز ناخواسته مارتنزیت تمپر نشده می شود.



NOTE: Weld HAZ shown by hourglass shape, seam not normalized.

Figure 84



NOTE: Internal surface not normalized; incomplete seam normalized.

Figure 85

Incomplete Fusion

عدم ذوب کامل، نقص عدم استحکام پیوند جوش بین دو لبه مجاور به سبب ناکافی بودن حرارت و یا فشار وازگان دیگر که برای این عیب استفاده می شوند: (e.g. cold weld or pasty weld) یک جوش سرد cold weld، ممکن است با وجود عیب جدایش، پیوند کافی جهت عبور سیگنال التراسونیک را داشته باشد و در تست التراسونیک قبول شود ولی به دلیل وجود جدایش استحکام کافی جهت تأیید در تست های standard flattening, crush, flare tests را ندارد.

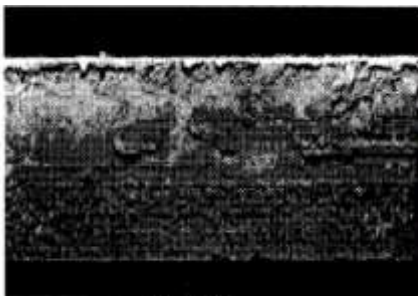


Figure 86



Figure 87

Open Seam - Lack Of Fusion

ذوب ناقص، عدم موفقیت در ذوب کامل دو لبه ورق فلزی در جوش لوله را گویند.

شکل این عیب می تواند طولی باشد و سطوح آن می تواند شبیه لبه های نوار اصلی باشند، ممکن است با درجه ای از اکسیداسیون، در سراسر ضخامت لوله یا فقط تا بخشی از ضخامت گسترش داشته باشد.



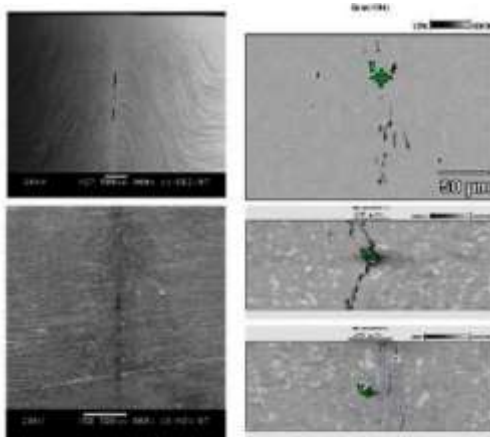
Figure 89



Figure 88

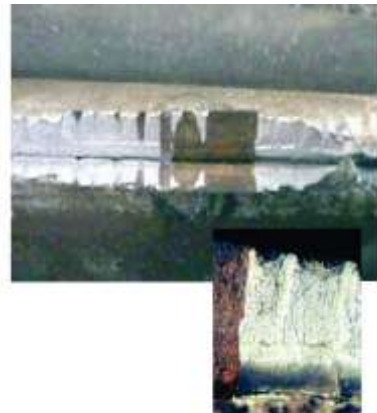
Penetrator

منطقه موضعی در خط جوش شامل عناصر غیر فلزی یا ترکیبات بین فلزی این عیب می تواند مخروطی شکل و روشن تر از "لکه های سیاه" باشد و ممکن است با یک ظاهر براق مشخص شود.



NOTE Transverse metallographic views.

Figure 91



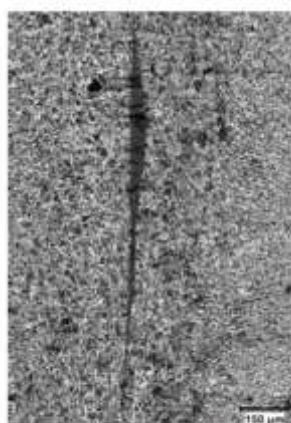
NOTE Exposed by flattening.

Figure 90



NOTE Transverse metallographic view.

Figure 92



NOTE Transverse metallographic view.

Figure 93

pinhole (electric weld product)

یک منطقه جوش نشده از درز جوش که به داخل لوله گسترش یافته و بنابراین سیال می تواند از طریق آن به آهستگی نشت کند.

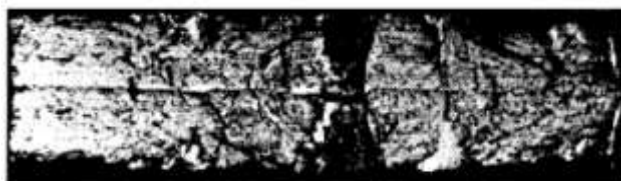


Figure 94

Stitching

پیچیدگی انقباضی، در فواصل منظم در میان خط جوش به علت تغییرات حرارت ورودی جوشکاری ایجاد می شود و در خواص جوش تغییر میدهد. زمانیکه خط جوش شکسته شود، این تغییر در خواص به شکل یک الگوی منظم از مناطق روشن و تاریک قابل مشاهده است.

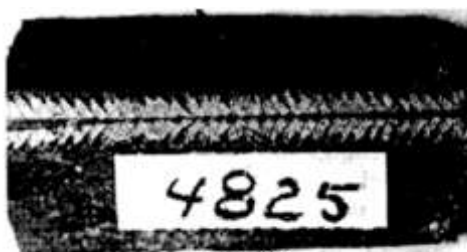
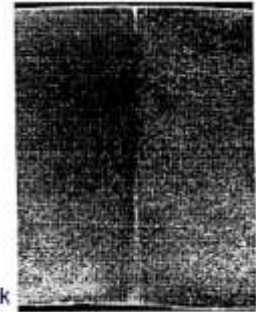


Figure 95

Weld Area Crack

ترک در داخل خط جوش و یا کنار خط جوش (رجوع به عیوب ترک)



NOTE Also see crack

Figure 96

۳-۳-۲ عیوبی که در جوش دوبل زیر پودری طولی ایجاد می شود.

Occurrences in Double Submerged Arc Welds (Submerged Arc Welds—Longitudinal)

Excessive Reinforcement-Excessive Overfill

گرده بیش از حد، گرده جوش (لایه جوش Cap) با ارتفاع بیش از آنچه در استاندارد مجاز اعلام شده است.

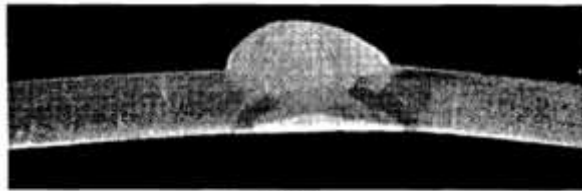


Figure 97

Incomplete fusion

عدم ذوب کامل ، عدم امتزاج کامل بخشی از فلز در اتصال جوشی.

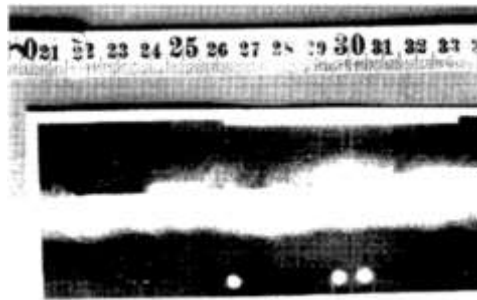


Figure 98

Incomplete Penetration- Lack Of Penetration

عدم نفوذ، شرایطی که فلز جوش در ضخامت اتصال جوشی به طور پیوسته نباشد و ناپیوستگی داشته باشد.



Figure 99

Misalignment Of Weld Beads Out-Of-Line Weld Beads Off Seam

شرایطی که weld bead های خارج و داخل لوله با لبه های اتصال همتراز نیستند.



Figure 100



Figure 101



Figure 102

offset of plate edges

میزان نبودن لبه های ورق، انحراف شعاعی لبه های ورق در درز جوش



Figure 103

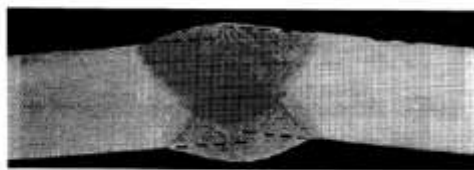


Figure 104

Pinhole (DSAW Product)

سطوح شکست توخالی



Figure 105

Porosity

تخلخل، حفرات داخل فلز که از انقباض فلز یا به دام افتادن گاز در طی انجماد در پروسه های تولید ریخته گری و یا جوشکاری ایجاد می شود.

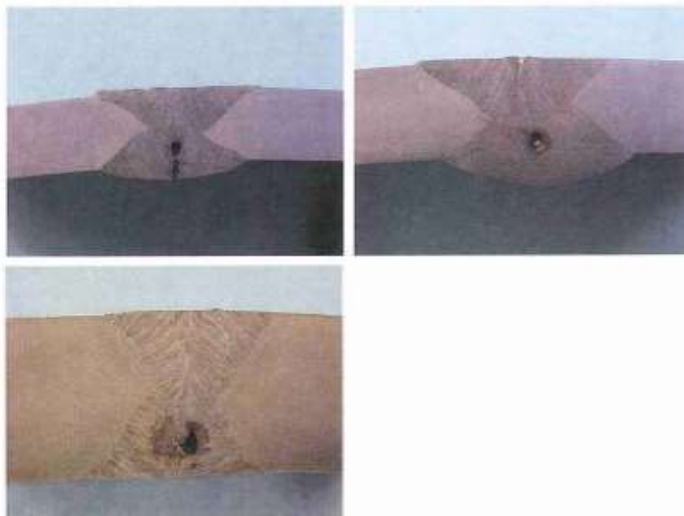


Figure 106

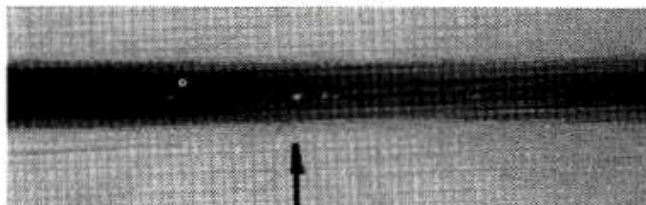


Figure 107

Slag Inclusions

ناخاصی حبس شده، متریال جامد غیر فلزی به دام افتاده در فلز جوش یا بین فلز جوش و فلز پایه را گویند.

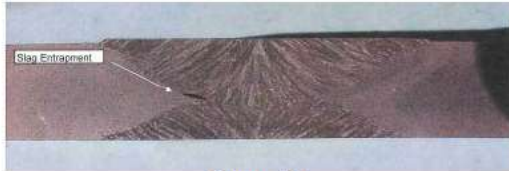


Figure 108

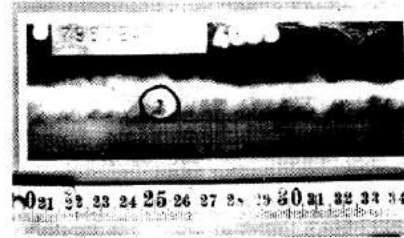


Figure 109 NOTE Radiograph.

Undercut

بریدگی کناره جوش، در جوشکاری زیر پودری لوله کاهش ضخامت دیواره لوله در مجاورت جوش را گویند. که در آن سطح لوله ذوب شده است.



Figure 110



Figure 111



Figure 112

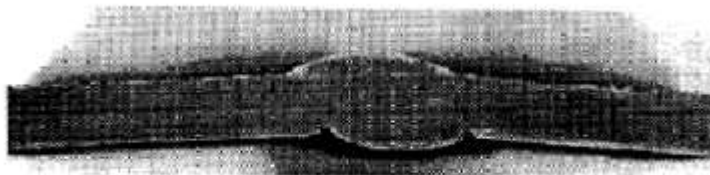


Figure 113

Weld Area Crack

ترک در ناحیه جوش، ترک در فلز جوش یا منطقه نفوذ ذوب در فلز پایه یا منطقه متاثر از حرارت جوشکاری

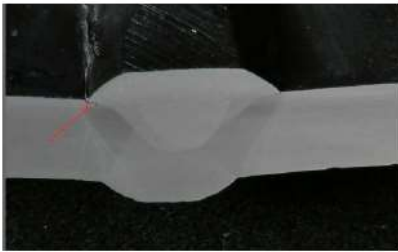


Figure 114

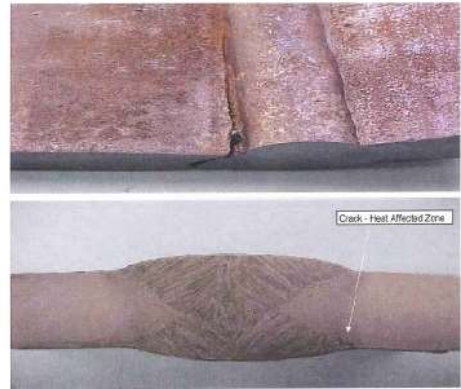
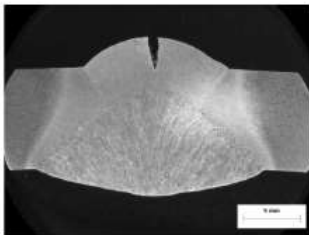


Figure 115



NOTE Crack in weld cap.

Figure 116

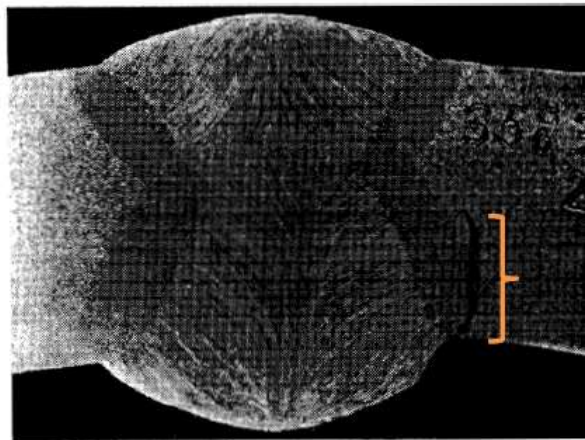
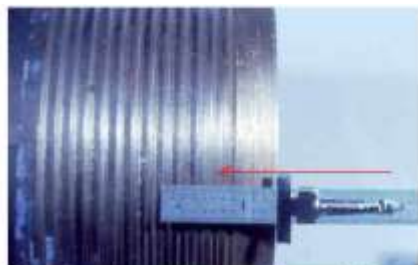


Figure 117

۲-۳-۴ عیوبی که در رزوه انتهای لوله اتفاق میافتد: Occurrences in Threads

black-crested thread

رزوه ای که تاج (قله رزوه) کامل ندارد. بدلیل اینکه سطح اصلی بصورت کامل براده برداری نشده است.



NOTE This is common of a thread with a runout into the pipe body OD.
Figure 118



NOTE Scale shows length of perfect thread.
Figure 119



NOTE Effect of a flat spot.
Figure 120

broken thread

دنده رزوه ای که عدم پیوستگی دارد یا بخشی از سطوح رزوه جا افتاده و در ظاهر شکسته است.

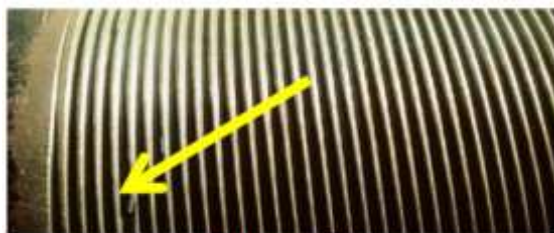
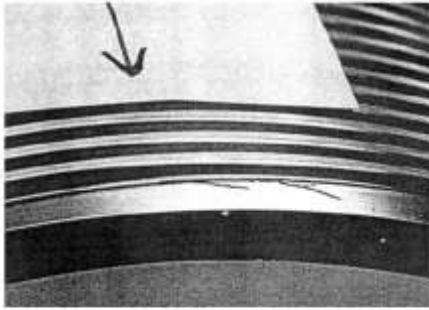


Figure 121

burr

نقطه های موضعی از زبری یا پیش آمدگی از سطوح رزوه است که می تواند در طول فرآیند ماشینکاری تولید شود.



NOTE Lead thread burr.

Figure 122

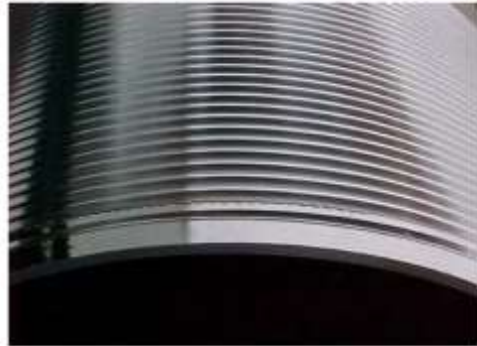


Figure 123



Figure 124



Figure 125

chatter

یک سطح موجدار از نمای عرضی رزوه، ریشه، تاج یا کج شدن که به دلیل ارتعاش در فرآیند ماشینکاری تولید شود.

NOTE Not to be confused with wavy thread (3.4.25).

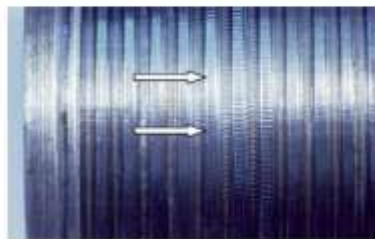


Figure 126

cut

یک خم شدن یا اعوجاج در دو یا چند چرخه رزوه در یک خط موازی با محور لوله یا متقاطع با زاویه رزوه

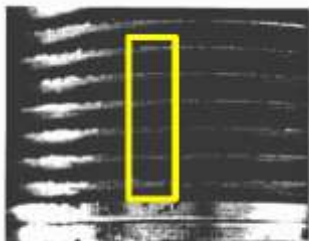


Figure 127

ding

یک سطح صاف شده یا فرورفتگی بر روی تاج یا شیب رزوه که به سبب اثر مکانیکی بوجود آمده.

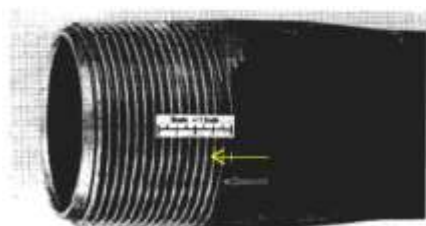


Figure 128



Figure 129



Figure 130



Figure 131

false starting thread - double starting thread

اثر ابزار حدیده، بر روی پخ ابتدای لوله در پیش از شروع اولین رزوه.



Figure 132

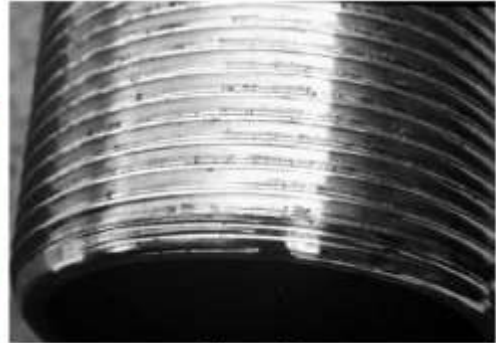


Figure 133

featheredge

بخش پخ خورده از یک رزوه (با مشخصه نازک و تیز) که در زمان آغاز رزوه کاری به شکل مدور یا تیغه ای روی پیشانی لوله و نه روی شیب رزوه شکل داده شده است.

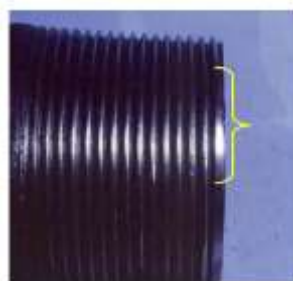


Figure 134



Figure 135



Figure 136

fin

یک برآمدگی از فلز (به شکل طولی و نازک) که به شکل برجسته بر روی سطح پخ و یا سطح رزوه ها دیده می شود.



Figure 137

galling

صدمات سطحی روی رزوه به شکل برجسته موضعی که به سبب اصطکاک جوش خورده اند.

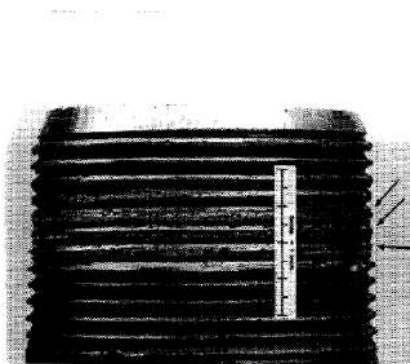


Figure 138



Figure 139



Figure 140

Handling Damage

عیوبی که در طی حمل اتفاق میافتد.



NOTE External pipe threads.
Figure 141



NOTE Internal coupling threads.
Figure 142

improper thread form

انحراف از شکل استاندارد رزوه (در مقطع محوری لوله) در طول یک یا چند گام رزوه

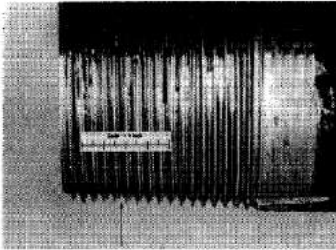


Figure 143



NOTE Improper taper.

Figure 144



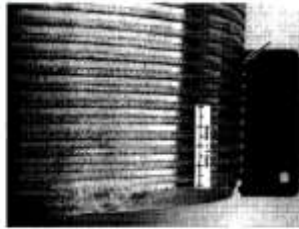
NOTE Profile gauge highlights improper thread form.

Figure 145

improper thread height

نقص در ارتفاع کافی رزوه (عمق رزوه)

NOTE This may result from a "shaved" condition where an excess of metal has been removed from the root or crest, causing a distortion to the contour of the thread.



NOTE Tool marks on crest.

Figure 146



Thread profile gages quickly identify API thread forms.

interrupted starting thread

فقدان بخشی از شیار اولین رزوه روی پخ لوله به سبب اختلاف محور رزوه کاری با محور پخ یا خارج از محور بودن پخ اجرایی در سر لوله



Figure 147

knife edge - razor edge

لبه انتهای لوله فاقد پیشانی (face) که توصیف شده به عنوان تیزی یا برش

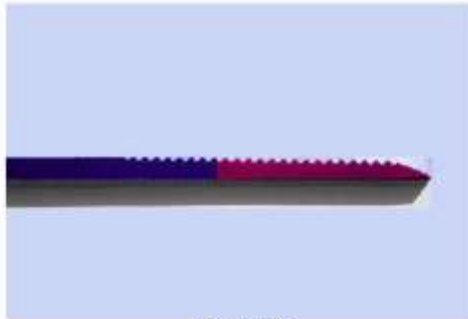


Figure 148

non-full-crested thread

رزوه ای که تاج دنده کامل نداشته باشد را گویند که به سبب ماشینکاری نامناسب ایجاد می شود



Figure 149



Figure 150

pitted threads

یک فرورفتگی یا حفره در محل پخ یا روی رزوه که به دلیل آخال یا تخلخلی که در معرض ماشینکاری قرار گرفته یا خوردگی در زمان انبارش لوله ها ایجاد شده است



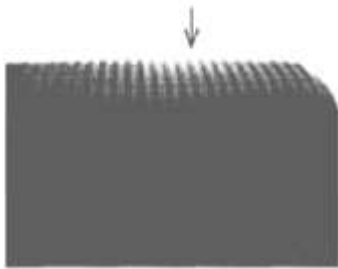
Figure 151



Figure 152

shaved thread - thin thread

یک رزوه نامناسب که به صورت باریکه ای از پهنای رزوه دیده می شود



NOTE Buttress threads.

Figure 153



Figure 154

shoulder

یک برجستگی از فلز که در مجاورت آخرین رزوه در یک یا چند نقطه در محیط لوله دیده می شود

NOTE Black threads can also appear opposite the shouldered area.



Figure 155



Figure 156

slivers under coupling

سیم (رشته فلزی) - تکه ای فلز کننده شده از سطح رزوه یا پخ لوله

NOTE Also see wicker (3.4.26).



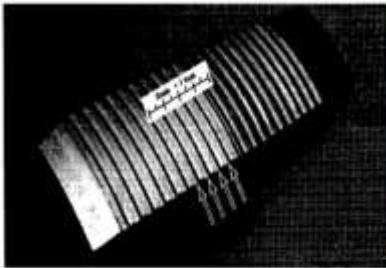
Figure 157



Figure 158

step

یک رزوه نامناسب به صورت انحراف ماشینکاری، در بالا یا زیر شکل رزوه خواسته شده دیده می شود



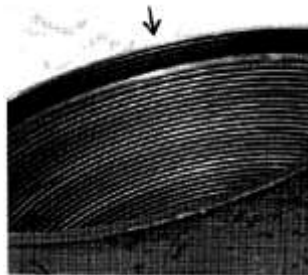
NOTE Step in stab flank.
Figure 159



NOTE Step on flanks.
Figure 160

tool mark

یک بی نظمی در رزوه، پخ رزوه یا سطح خزینه دار شده به سبب نقص ابزار برش



NOTE Marks on recess.

Figure 161

torn thread - tears

سطح رزوه ای که لب پریدگی، زبری یا ناهمواری دارد.



Figure 162

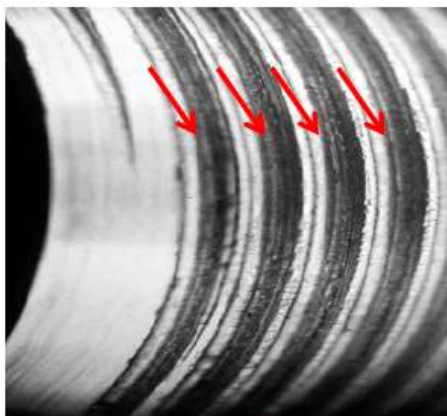


Figure 163

wavy thread - drunken thread

اعوجاج موج در زاویه حلزونی و یا شعاعی از یک رزوه (مشابه عیب chatter)

Wicker - whisker

سیم (رشته فلزی) تکه ای فلز کنده شده از سطح رزوه یا پخ لوله که به سطوح ماشینکاری یا به انتهای لوله چسبیده.

(مشابه عیب slivers under coupling)



Figure 164

توجه:

نمونه ای از لوله های مارک شده با برند SUMITOMO (به احتمال زیاد لوله چینی بی کیفیت بوده) بازرسی شد و بعد از سندبلاست عیوب زیر روی آنها رویت گردید. گاهی محموله های لوله origin نداشته بدین معنا که لوله ها از یک باندل یا شماره ذوب یکسان نیستند. (یکسان بودن کیفیت ظاهری یک محموله در بازرسی چشمی می تواند بسیار مهم باشد)

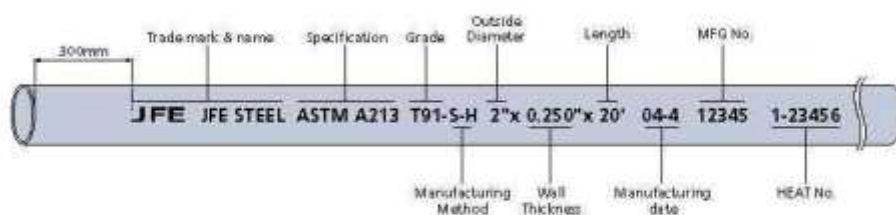


۴-۲ بسته بندی لوله (نحوه ارائه)

بسته بندی لوله با توجه به سایز لوله به دو صورت Loose برای سایزهای بزرگ و به صورت Bundle دسته شده، برای سایزهای کوچکتر انجام می شود.

نمونه ای از دستورالعمل شرکت JFE ژاپن به عنوان نمونه:

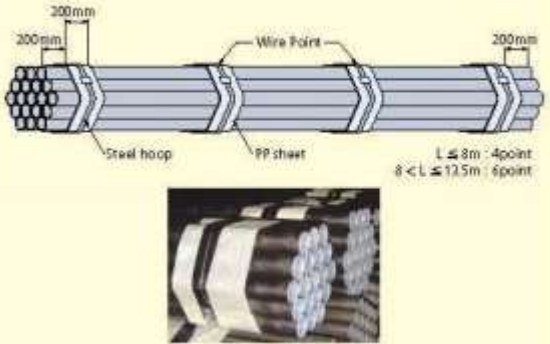
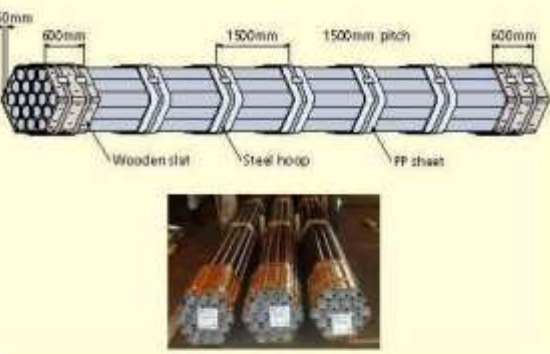

1. Standard Marking



2. Standard Packaging

Classification	Standard Package	Appearance of Package
Hot Finished Tubes & Pipes	Bare in bundle with steel hoops (OD ≤ 168.3mm) L ≤ 13.5m	<p>Steel hoop</p> <p>PP sheet (Polypropylene sheet)</p> <p>L ≤ 8m : 4point 8 < L ≤ 13.5m : 6point</p>
	Protect under steel hoops (OD ≤ 168.3mm) L > 13.5m	<p>2000mm 2000mm 2000mm pitch 2000mm 2000mm</p> <p>Wooden slat</p> <p>PP sheet</p> <p>Wooden slat</p>

Note: The package shall be perform at the option of the manufacturer unless otherwise specified in the purchase order.

Classification	Standard Package	Appearance of Package
Hot Finished or Cold Finished	Hexagonal Form (OD \leq 168.3mm) L \leq 13.5m	
	Hexagonal Form (OD \leq 168.3mm) L > 13.5m	
Hot Finished	Tubes & Pipes Bare in loose (OD > 168.3mm)	

در بسته بندی لوله به موارد زیر هم می توان اشاره کرد.

- درپوش های محافظ دو انتهای لوله یا محافظ فلزی Bevel انتهای لوله
- پوشش های پلاستیکی و مشابه جهت حفظ محتویات بسته بندی Bundel نسبت به عوامل محیطی
- در مواردی جعبه چوبی (بیشتر برای بسته بندی تیوب استفاده می شود)
- پلاک های مشخصات شامل مشخصات لوله و Bundel Number
- فاصله دهنده ها، تسمه های فلزی و اجزاء دیگر که برای بسته بندی به کار گرفته می شوند.



ارائه Loose با پوشش ویژه برای فولاد زنگ نزن



ارائه Loose لوله فولادی



باندل لوله فولادی بدون درپوش



باندل با درپوش لوله و پلاک مشخصات برای لوله فولادی



duplex-steel-s31803-seamless-pipes-Packaging بسته بندی فولاد زنگ نزن دوفازی با پوشش های ویژه



نمونه ای از دستگاه بسته بندی Hex agonal forms Bundle -



لوله کره ای شرکت Steel Flower با مارکینگ و برچسب داخل لوله و البته محافظ فلزی برای لبه سازی انتهای لوله (به نمونه کامل از ارسال به صورت loose دقت شود تمامی جزئیات جهت اثبات اصالت لوله مفید است)



مشخصات پلاک های باندل در محل تسمه فلزی Tenaris - Romania اصل - دقت شود پلاک بین تسمه محصور است.



در سه تصویر بالا به رنگ و شکل درپوش های لوله توجه کنید. با توجه به اینکه سه محموله متفاوت از یک برند Tenaris می باشند، رنگ درپوش ها، کیفیت درپوش ها و مارکینگ روی درپوش ها می تواند به اصالت لوله اشاره کند. (البته امکان دارد درپوش برای لوله تهیه شده باشد! بنابراین کیفیت ساخت و مارکینگ لوله و مابقی موارد نیز می بایست بررسی شود)



نمونه بسته بندی لوله سپنتا و پلاک مشخصات



نمونه ارائه لوله چینی فاقد برند

استاندارد ASTM A700 راهنمایی در خصوص روشهای بسته بندی و مارکینگ روی بسته بندی و حمل محصولات فلزی می باشد.

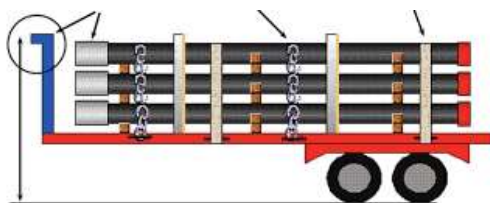


Designation: A700 - 14

**Standard Guide for
Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel
Products for Shipment¹**

۵-۲ حمل لوله

معمولاً لوله‌ها با تریلر، کشتی و قطار حمل می‌شوند، که هر کدام دستورالعمل‌های ویژه‌ای برای بارگیری و حمل دارند. در حمل با تریلر بدون کانتینر در خصوص نحوه بستن و مبحث لغزش لوله‌ها روی هم می‌بایست دقت شود و در پشت کابین تریلر مانعی مطمئن قرار گیرد. (در حمل با کانتینر، دیواره کانتینر این وظیفه را انجام می‌دهد)



در حمل لوله ها با سایزهای بزرگ با دیواره نازک استفاده از مهر چلیپا یا خورشیدی جهت حفظ شکل لوله و جلوگیری از بیضی شدن لوله (در اثر انبارش روی هم و وزن خود لوله) رایج می باشد.



مهر چلیپا



مهر خورشیدی

فصل سوم

بازرسی ابعادی لوله



۱-۳ سایز لوله Pipe Size

سایز لوله ها در دو استاندارد آمریکایی و اروپایی بصورت زیر تعریف می شود: NPS & DN
NPS نامگذاری آمریکایی قطر اسمی لوله را به اینچ اعلام می کند.

The American method is called NPS (Nominal Pipe Size) and is based on inches

DN نامگذاری اروپایی قطر اسمی لوله را به میلیمتر اعلام می کند.

The European version is called DN (Diameter Nominal) and is based on millimeters

Diameter Nominal DN (mm)	Nominal Pipe Size NPS (inches)	Diameter Nominal DN (mm)	Nominal Pipe Size NPS (inches)
6	1/8	550	22
8	1/4	600	24
10	3/8	650	26
15	1/2	700	28
20	3/4	750	30
25	1	800	32
32	1 1/4	900	36
40	1 1/2	1000	40
50	2	1050	42
65	2 1/2	1100	44
80	3	1200	48
100	4	1300	52
150	6	1400	56
200	8	1500	60
250	10	1600	64
300	12		
350	14		
400	16		
450	18		
500	20		

جدول مطابقت سایز NPS با DN

نکته: سایز لوله به صورت قراردادی مقدار OD را مشخص می کند. همیشه دو لوله با ضخامت متفاوت و سایز یکسان دارای OD یکسانی هستند.

مثال: وقتی در استاندارد آمریکایی NPS ، اعلام می کنیم لوله ای ۲ اینچ است، مطابق جدول بالا یعنی این لوله در استاندارد اروپایی DN 50 می باشد و بدون در نظر گرفتن ضخامت لوله، NPS : 2 Inch و DN 50 هر دو یک OD داشته که 60.3 میلیمتر می باشد.

سوال: با توجه به اینکه هر اینچ 25.4 میلیمتر است چرا لوله ۲ اینچ دارای قطر خارجی 60.3 است؟ در صورتیکه با توجه به محاسبه می بایست $25.4 * 2 = 50.8$ باشد!

پاسخ: بصورت خلاصه جواب این تناقض این است که سایز لوله ها قراردادی بوده و در سایزهای زیر 14 Inch ضرب اینچ در 25.4 میلیمتر معادل OD نیست. بهتر است همیشه به جدول مراجعه کنید. (البته سایزهای بالای 14 Inch ضرب اینچ در 25.4 معادل OD است)

۲-۳ مبحث تعاریف مربوط به ضخامت لوله (t) Wall Thickness

۱-۲-۳ ضخامت لوله به صورت وزنی

۲-۲-۳ ضخامت لوله به صورت (SCH) Schedule

۳-۲-۳ ضخامت لوله به صورت اندازه عددی به میلیمتر و اینچ

۱-۲-۳ نام گذاری وزنی: این روش قدیمی ترین روش می باشد. برای هر لوله با قطر اسمی مشخص، وزن مشخصی را بصورت استاندارد شده (STD) قرارداد نموده اند. لوله هایی را که یک برابر قوی شده باشد با نام XS و لوله ای را که دو برابر قوی شده باشد را XXS می نامند. این روش مورد تایید ASME و ASTM می باشد. (سه کلاس ضخامت وزنی وجود دارد)

Standard: **STD**

Extra Standard: **XS**

Double Extra standard: **XXS**

۲-۲-۳ روش Schedule: در این روش از حاصل تقسیم ۱۰۰۰ برابر فشار کاری لوله بر تنش مجاز آن استفاده می شود. عدد حاصل را گرد نموده و با نام schedule Number می شناسند، این روش مورد تایید ANSI میباشد.

$$A = (3 + ID) / WT \quad \text{Schedule Number محاسبه}$$

A عدد مفروض ID قطر داخلی WT ضخامت لوله

حال کلاسه ضخامت (SCH) را بر اساس عدد A و جدول زیر بدست می آوریم.

A Number Range	SCH NO.
۵۰~۴۰	SCH 30
۳۹~۲۹	SCH 40
۲۹~۲۵	SCH 60
۲۳~۲۰	SCH 80
۱۸~۱۶	SCH 100
۱۵~۱۳	SCH 120
۱۳~۱۱	SCH 140
۱۱~۹	SCH 160

۳-۲-۳ روش عددی: در استاندارد API 5L مستقیماً به عدد ضخامت لوله اشاره می شود.

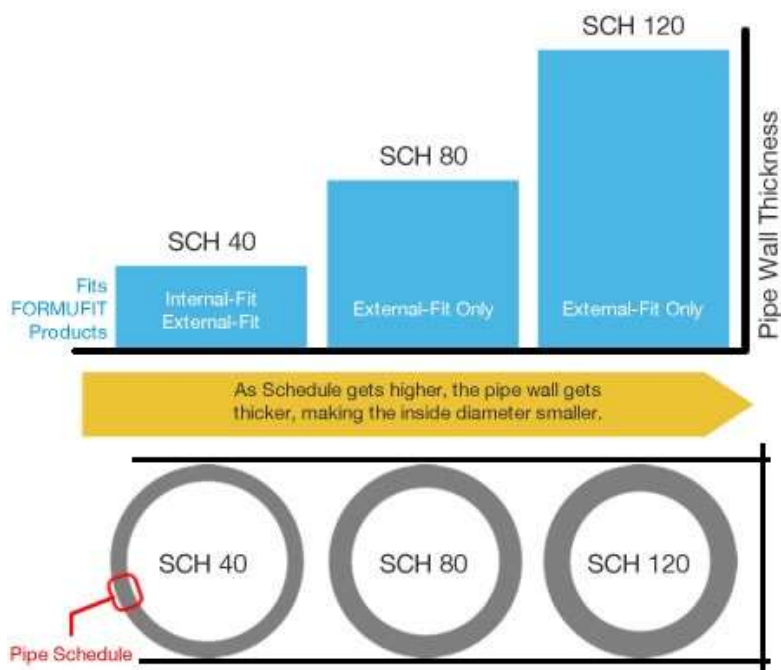
نکته مهم: در بحث بازرسی لوله، شخص بازرس در دو روش اول نیازی نیست هیچ محاسبه ای انجام دهد تنها می تواند اعداد معادل کلاس های ضخامت را از جدول ۱-۳ استخراج کرده و در روش سوم هم که عدد اندازه ضخامت در سفارش خرید برای بازرسی اعلام می شود.

چند نکته مربوط به کلاس های ضخامت لوله (فقط جهت اطلاع)

نکته مهم: برای یک لوله هر چه SCH NO. افزایش پیدا کند ضخامت لوله هم زیاد می شود و با توجه به ثابت بودن قطر خارجی، ضخامت به سمت داخل لوله افزایش می یابد و ID لوله کاهش خواهد یافت.

به عنوان مثال:

- 8 INCH SCH 30 T=7.04 MM
- 8 INCH SCH 40 T= 8.18 MM
- 8 INCH SCH 60 T=10. 53 MM



❖ با رجوع به جدول ۳-۱ می توان موارد زیر را متوجه شد.

- For NPS ≤ 12 OD ≥ NPS
- For NPS ≥ 14 OD = NPS
- For NPS ≤ 10 SCH40 = STD
- For NPS ≤ 8 SCH80 = XS

❖ تنها برای سایز ۱۰ اینچ کلاسه ضخامت XS برابر SCH 60 است.

❖ به لوله های ضخامت کم، نظیر 5,5S,10,10S لوله های Light Wall , Light Gage نیز گفته می شود.

❖ به لوله های ضخامت بالا، نظیر SCH 120,140,160,XXS لوله های Heavy Wall نیز گفته می شود.

❖ در قدیم Extra Strong (XS) معادل Extra Heavy (XH) و Double Extra Strong (XXS)

معادل Double Extra Heavy (XXH) نیز وجود داشته ولی این نامگذاری منسوخ شده است.

❖ کلاسه ضخامت XXS تنها تا سایز 12" وجود دارد. ...

البته بازرسی تنها نیاز است به جدول مراجعه کند و عموماً نیازی به حفظ کردن اطلاعات بالا نمی باشد.

۳-۳ تolerانس های ضخامت لوله:

۳-۱-۳ در استاندارد **ASTM A530-2012** (الزامات عمومی برای لوله های فولادی کربنی و آلیاژی)

در بند ۱۰ و جداول Table 1 & Table X1.1 تolerانس ضخامت به شرح زیر می باشد.



Designation: A530/A530M - 12

Standard Specification for
General Requirements for Specialized Carbon and Alloy
Steel Pipe¹

10. Permissible Variations in Wall Thickness

10.1 *Seamless and Welded (no filler metal added)*—The minimum wall thickness at any point shall be within the tolerances specified in Table 1, except that for welded pipe the weld area shall not be limited by the over tolerance. The minimum wall thickness on inspection for - 12.5 % is shown in Table X1.1.

TABLE 1 Permissible Variations in Wall Thickness

NPS Designator	Tolerance, % from Nominal	
	Over	Under
½ to 2½, incl., all $t/D^{A,B}$ ratios	20.0	12.5
3 to 18 incl., t/D up to 5% incl.	22.5	12.5
3 to 18 incl., $t/D > 5\%$	15.0	12.5
20 and larger, welded, all t/D ratios	17.5	12.5
20 and larger, seamless, t/D up to 5% incl.	22.5	12.5
20 and larger, seamless, $t/D > 5\%$	15.0	12.5

^A t = Nominal wall thickness.

^B D = Ordered outside diameter.

Note: 2—This table is a master table covering wall thicknesses available in the purchase of different classifications of pipe, but it is not meant to imply that all of the walls listed therein are obtainable under this specification.

Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)		Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)		Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)	
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
0.068	1.73	0.060	1.52	0.294	7.47	0.257	6.53	0.750	19.05	0.656	16.62
0.068	2.24	0.077	1.96	0.300	7.62	0.262	6.65	0.812	20.62	0.710	18.03
0.091	2.31	0.080	2.03	0.307	7.80	0.269	6.83	0.843	21.41	0.738	18.75
0.095	2.41	0.083	2.11	0.308	7.82	0.270	6.86	0.864	21.95	0.756	19.20
0.113	2.87	0.099	2.51	0.312	7.92	0.273	6.93	0.875	22.22	0.766	19.46
0.119	3.02	0.104	2.64	0.318	8.08	0.278	7.06	0.906	23.01	0.793	20.14
0.125	3.18	0.109	2.77	0.322	8.18	0.282	7.17	0.937	23.80	0.820	20.83
0.126	3.20	0.110	2.79	0.330	8.38	0.289	7.34	0.968	24.59	0.847	21.51
0.133	3.38	0.116	2.95	0.337	8.56	0.295	7.49	1.000	25.40	0.875	22.22
0.140	3.56	0.122	3.10	0.343	8.71	0.300	7.62	1.031	26.19	0.902	22.91
0.145	3.68	0.127	3.23	0.344	8.74	0.301	7.65	1.062	26.97	0.929	23.60
0.147	3.73	0.129	3.28	0.358	9.09	0.313	7.95	1.093	27.76	0.956	24.28
0.154	3.91	0.135	3.43	0.365	9.27	0.319	8.10	1.125	28.57	0.984	24.99
0.156	3.96	0.136	3.45	0.375	9.52	0.328	8.33	1.156	29.36	1.012	25.70
0.179	4.55	0.157	3.99	0.382	9.70	0.334	8.48	1.219	30.94	1.066	27.08
0.187	4.75	0.164	4.17	0.400	10.16	0.350	8.89	1.250	31.75	1.094	27.77
0.188	4.78	0.164	4.17	0.406	10.31	0.355	9.02	1.281	32.54	1.121	28.47
0.191	4.85	0.167	4.24	0.432	10.97	0.378	9.60	1.312	33.32	1.148	29.16
0.200	5.08	0.175	4.44	0.436	11.07	0.382	9.70	1.343	34.11	1.175	29.84
0.203	5.16	0.178	4.52	0.437	11.10	0.382	9.70	1.375	34.92	1.203	30.56
0.216	5.49	0.189	4.80	0.438	11.13	0.383	9.73	1.406	35.71	1.230	31.24
0.218	5.54	0.191	4.85	0.500	12.70	0.438	11.13	1.438	36.52	1.258	31.95
0.219	5.56	0.192	4.88	0.531	13.49	0.465	11.81	1.500	38.10	1.312	33.32
0.226	5.74	0.198	5.03	0.552	14.02	0.483	12.27	1.531	38.89	1.340	34.04
0.237	6.03	0.207	5.23	0.562	14.27	0.492	12.50	1.562	39.67	1.367	34.72
0.250	6.35	0.219	5.56	0.593	15.06	0.519	13.18	1.593	40.46	1.394	35.40
0.258	6.55	0.226	5.74	0.600	15.24	0.525	13.34	1.750	44.45	1.531	38.89
0.276	7.01	0.242	6.15	0.625	15.88	0.547	13.89	1.781	45.24	1.558	39.57
0.277	7.04	0.242	6.15	0.656	16.62	0.573	14.55	1.812	46.02	1.586	40.28
0.279	7.09	0.244	6.20	0.674	17.12	0.590	14.99	1.968	49.99	1.722 ^A	43.74
0.280	7.11	0.245	6.22	0.687	17.45	0.601	15.27	2.062	52.38	1.804	45.82
0.281	7.14	0.246	6.25	0.719	18.26	0.629	15.98	2.343	59.51	2.050	52.07

^AEditorially corrected in October 2000.

۳-۲-۳ در استاندارد ASTM A999-2014 (الزامات عمومی برای لوله های فولادی آلیاژی و زنگ نزن)

در بند ۱۰ و جداول Table X1.1 ترانس ضخامت را مشخص کرده است.



Designation: A999/A999M - 14

Standard Specification for General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe¹

10. Permissible Variations in Wall Thickness

10.1 *Seamless and Welded*—Except as required by 10.1.1, the minimum wall thickness at any point shall not be more than 12.5 % under the nominal wall thickness specified. The minimum wall thickness on inspection is shown in Table X1.1.

10.1.1 *Minimum Wall*—If the wall thickness of the pipe is specified as minimum wall in the purchase order, there shall be no variation under the specified wall thickness.

Norm 2—This table is a master table covering wall thicknesses available in the purchase of different classifications of pipe, but it is not meant to imply that all of the walls listed therein are obtainable under this specification.

Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)		Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)		Nominal (Average) Thickness (t_n)		Minimum Thickness on Inspection (t_m)	
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
0.068	1.73	0.060	1.52	0.294	7.47	0.257	6.53	0.750	19.05	0.656	16.62
0.088	2.24	0.077	1.96	0.300	7.62	0.262	6.65	0.812	20.62	0.710	18.03
0.091	2.31	0.080	2.03	0.307	7.80	0.269	6.83	0.843	21.41	0.738	18.75
0.095	2.41	0.083	2.11	0.308	7.82	0.270	6.86	0.864	21.95	0.756	19.20
0.113	2.87	0.099	2.51	0.312	7.92	0.273	6.93	0.875	22.22	0.766	19.46
0.119	3.02	0.104	2.64	0.318	8.08	0.278	7.06	0.906	23.01	0.793	20.14
0.125	3.18	0.109	2.77	0.322	8.18	0.282	7.17	0.937	23.80	0.820	20.83
0.126	3.20	0.110	2.79	0.330	8.38	0.289	7.34	0.968	24.59	0.847	21.51
0.133	3.38	0.116	2.95	0.337	8.56	0.295	7.49	1.000	25.40	0.875	22.22
0.140	3.56	0.122	3.10	0.343	8.71	0.300	7.62	1.031	26.19	0.902	22.91
0.145	3.68	0.127	3.23	0.344	8.74	0.301	7.65	1.062	26.97	0.929	23.60
0.147	3.73	0.129	3.28	0.358	9.09	0.313	7.95	1.093	27.76	0.956	24.28
0.154	3.91	0.135	3.43	0.365	9.27	0.319	8.10	1.125	28.57	0.984	24.99
0.156	3.96	0.136	3.45	0.375	9.52	0.328	8.33	1.156	29.36	1.012	25.70
0.179	4.55	0.157	3.99	0.382	9.70	0.334	8.48	1.218	30.94	1.066	27.08
0.187	4.75	0.164	4.17	0.400	10.16	0.350	8.89	1.250	31.75	1.094	27.77
0.188	4.78	0.164	4.17	0.406	10.31	0.355	9.02	1.281	32.54	1.121	28.47
0.191	4.85	0.167	4.24	0.432	10.97	0.378	9.60	1.312	33.32	1.148	29.16
0.200	5.08	0.175	4.44	0.436	11.07	0.382	9.70	1.343	34.11	1.175	29.84
0.203	5.16	0.178	4.52	0.437	11.10	0.382	9.70	1.375	34.92	1.203	30.56
0.216	5.49	0.189	4.80	0.438	11.13	0.383	9.73	1.406	35.71	1.230	31.24
0.218	5.54	0.191	4.85	0.500	12.70	0.438	11.13	1.438	36.52	1.258	31.95
0.219	5.56	0.192	4.88	0.531	13.49	0.485	11.81	1.500	38.10	1.312	33.32
0.226	5.74	0.198	5.03	0.552	14.02	0.483	12.27	1.531	38.89	1.340	34.04
0.237	6.03	0.207	5.23	0.562	14.27	0.492	12.50	1.562	39.67	1.367	34.72
0.250	6.35	0.219	5.56	0.593	15.06	0.519	13.18	1.593	40.46	1.394	35.40
0.258	6.55	0.226	5.74	0.600	15.24	0.525	13.34	1.750	44.45	1.531	38.89
0.276	7.01	0.242	6.15	0.625	15.88	0.547	13.89	1.781	45.24	1.558	39.57
0.277	7.04	0.242	6.15	0.656	16.62	0.573	14.55	1.812	46.02	1.586	40.28
0.279	7.09	0.244	6.20	0.674	17.12	0.590	14.99	1.968	49.99	1.722 ⁴	43.74
0.280	7.11	0.245	6.22	0.687	17.45	0.601	15.27	2.062	52.38	1.804	45.82
0.281	7.14	0.246	6.25	0.719	18.26	0.629	15.98	2.343	59.51	2.050	52.07

⁴Editorially corrected in October 2000.

۳-۳-۳ در استاندارد API 5L 44 Ed تolerانس ضخامت لوله ها در Table 11 ذکر شده است.

9.11.3.2 The tolerances for wall thickness shall be as given in Table 11.

Table 11 — Tolerances for wall thickness

Wall thickness t mm (in)	Tolerances ^a mm (in)
SMLS pipe^b	
$\leq 4,0$ (0.157)	+ 0,6 (0.024) - 0,5 (0.020)
$> 4,0$ (0.157) to $< 25,0$ (0.984)	+ 0,150 t - 0,125 t
$\geq 25,0$ (0.984)	+ 3,7 (0.146) or + 0,1 t , whichever is the greater - 3,0 (0.120) or - 0,1 t , whichever is the greater
Welded pipe^{c,d}	
$\leq 5,0$ (0.197)	$\pm 0,5$ (0.020)
$> 5,0$ (0.197) to $< 15,0$ (0.591)	$\pm 0,1 t$
$\geq 15,0$ (0.591)	$\pm 1,5$ (0.060)
^a If the purchase order specifies a minus tolerance for wall thickness smaller than the applicable value given in this table, the plus tolerance for wall thickness shall be increased by an amount sufficient to maintain the applicable tolerance range. ^b For pipe with $D \geq 355,6$ mm (14.000 in) and $t \geq 25,0$ mm (0.984 in), the wall-thickness tolerance locally may exceed the plus tolerance for wall thickness by an additional 0,05 t , provided that the plus tolerance for mass (see 9.14) is not exceeded. ^c The plus tolerance for wall thickness does not apply to the weld area. ^d See 9.13.2 for additional restrictions.	

نکته : در خصوص تolerانس ضخامت در استاندارد API 5L تغییرات قابل توجهی در ورژن های مختلف وجود دارد.

نکته : در بازرسی در خصوص (تاریخ) ورژن استاندارد، در صورتیکه در قرار داد پروژه به ورژن خاصی اشاره شده باشد ملاک عمل همان ورژن (مورد درخواست کارفرما) خواهد بود و در صورتیکه ورژن مشخصی اعلام نشده باشد، مرجع آخرین ورژن از استاندارد مذکور خواهد بود.

۳-۴ تلرانس های قطر لوله و (out-of-roundnes)

۳-۴-۱ در استاندارد **ASTM A530-2012** (الزامات عمومی برای لوله های فولادی کربنی و آلیاژی) در بند ۱۲ و **Table 2** تلرانس قطر را به صورت زیر اعلام می کند.

12. Permissible Variations in Outside Diameter

12.1 Variations in outside diameter, unless otherwise specified, shall not exceed the limits prescribed in **Table 2**. The tolerances on outside diameter include ovality except as provided for in 12.2

12.2 Thin-wall pipe usually develops significant ovality (out-of-roundness) during final annealing, straightening, or both. The diameter tolerances of **Table 2** are not sufficient to provide for additional ovality expected in thin-wall pipe and are applicable only to the mean of the extreme (maximum and minimum) outside diameter readings in any one cross-section. However, for thin-wall pipe the difference in extreme outside diameter readings (ovality) in any one cross-section shall not exceed 1.5 % of the specified outside diameter.

TABLE 2 Permissible Variations in Outside Diameter

NPS Designator	Permissible Variations in Outside Diameter			
	Over		Under	
	in.	mm	in.	mm
1/8 to 1 1/2, incl	3/16 (0.015)	0.4	1/32 (0.031)	0.8
Over 1 1/2 to 4, incl	1/16 (0.031)	0.8	1/16 (0.031)	0.8
Over 4 to 8, incl	3/16 (0.062)	1.6	1/16 (0.031)	0.8
Over 8 to 18, incl	7/32 (0.093)	2.4	1/16 (0.031)	0.8
Over 18 to 26, incl	1/4 (0.125)	3.2	1/16 (0.031)	0.8
Over 26 to 34, incl	5/16 (0.156)	4.0	1/16 (0.031)	0.8
Over 34	3/8 (0.187)	4.8	1/16 (0.031)	0.8

۳-۴-۲ در استاندارد **ASTM A999-2014** (الزامات عمومی برای لوله های فولادی کربنی و آلیاژی) در بند ۱۲ و **Table 1** تلرانس قطر را به صورت زیر اعلام می کند.

12. Permissible Variation in Outside Diameter

12.1 Variations in outside diameter, unless otherwise agreed upon, shall not exceed the limits given in **Table 1**. The tolerances for outside diameter include ovality, except as provided for in 12.2 and 12.2.1. (See **Note 2**.)

12.2 For thin-wall pipe, defined as pipe having a wall thickness of 3 % or less of the specified outside diameter, the diameter tolerance of **Table 1** is applicable only to the mean of the extreme (maximum and minimum) outside diameter readings in any one cross-section.

12.2.1 For thin-wall pipe, the difference in extreme outside readings (ovality) in any one cross-section shall not exceed 1.5 % of the specified outside diameter.

Note 2—Thin-wall pipe usually develops significant ovality (out-of-roundness) during final annealing, straightening, or both. The diameter tolerances given in **Table 1** are usually not sufficient to provide for additional ovality expected in thin-wall pipe.

TABLE 1 Permissible Variations in Outside Diameter

NPS Designator	Permissible Variations in Outside Diameter			
	Over		Under	
	in.	mm	in.	mm
½-1½, incl	¼ (0.015)	0.4	¼ (0.031)	0.8
Over 1½ to 4, incl	⅜ (0.031)	0.8	⅜ (0.031)	0.8
Over 4 to 8, incl	⅝ (0.062)	1.6	⅝ (0.031)	0.8
Over 8 to 18, incl	¾ (0.093)	2.4	⅝ (0.031)	0.8
Over 18 to 26, incl	⅞ (0.125)	3.2	⅝ (0.031)	0.8
Over 26 to 34, incl	⅞ (0.156)	4.0	⅝ (0.031)	0.8
Over 34 to 48, incl	⅞ (0.187)	4.8	⅝ (0.031)	0.8

۳-۴-۳ در استاندارد API 5L Forty-Fifth Edition

در Table 10 تیرانس قطر و Out-Of-Roundness ذکر شده.

9.11.3.1 Except as allowed by C.2.3, the diameter and out-of-roundness shall be within the tolerances given in Table 10 (see 10.2.8.2).

Table 10 — Tolerances for diameter and out-of-roundness

Specified outside diameter D mm (in)	Diameter tolerances ^d mm (in)				Out-of-roundness tolerances mm (in)	
	Pipe except the end ^a		Pipe end ^{a,b,c}		Pipe except the end ^a	Pipe end ^{a,b,c}
	SMLS pipe	Welded pipe	SMLS pipe	Welded pipe		
< 60.3 (2.375)	-0.8 (0.031) to +0.4 (0.016)		-0.8 (0.031) to +0.4 (0.016)		1.2 (0.048)	0.9 (0.036)
≥ 60.3 (2.375) to 168.3 (6.625)	± 0,007 5 D		-0.4 (0.016) to +1.6 (0.063)		0,020 D for $\frac{D}{t} \leq 75$; by agreement for $\frac{D}{t} > 75$	0,015 D for $\frac{D}{t} \leq 75$; by agreement for $\frac{D}{t} > 75$
> 168.3 (6.625) to 610 (24.000)	± 0,007 5 D	± 0,007 5 D , but maximum of ± 3,2 (0.125)	± 0,005 D , but maximum of ± 1,6 (0.063)		0,020 D	0,015 D
> 610 (24.000) to 1 422 (56.000)	± 0,01 D	± 0,005 D , but maximum of ± 4,0 (0.160)	± 2,0 (0.079)	± 1,6 (0.063)	0,015 D , but maximum of 15 (0.6) for $\frac{D}{t} \leq 75$; by agreement for $\frac{D}{t} > 75$	0,01 D , but maximum of 13 (0.5) for $\frac{D}{t} \leq 75$; by agreement for $\frac{D}{t} > 75$
> 1 422 (56.000)	as agreed					

^a The pipe end includes a length of 100 mm (4.0 in) at each of the pipe extremities.

^b For SMLS pipe, the tolerances apply for $t \leq 25,0$ mm (0.984 in), and the tolerances for thicker pipe shall be as agreed.

^c For expanded pipe with $D \geq 219,1$ mm (8.625 in) and for non-expanded pipe, the diameter tolerance and the out-of-roundness tolerance may be determined using the calculated inside diameter (the specified outside diameter minus two times the specified wall thickness) or measured inside diameter rather than the specified outside diameter (see 10.2.8.3).

^d For determining compliance to diameter tolerances, the pipe diameter is defined as the circumference of the pipe in any circumferential plane divided by π .

۳-۵ تلرانس های طول لوله:

۳-۵-۱ در استاندارد ASTM A530-2012 (الزامات عمومی برای لوله های فولادی کربنی و آلیاژی) در بند ۱۳ تلرانس طول را به صورت زیر اعلام می کند.

13. Permissible Variations in Length

13.1 *Seamless and Welded (no filler metal added)*—If definite cut lengths are ordered, no length of pipe shall be under the length specified and not more than ¼ in. [6 mm] over that specified.

۳-۵-۲ استاندارد ASTM A999-2014 (الزامات عمومی برای لوله های فولادی آلیاژی و زنگ نزن) در بند ۱۳ تلرانس طول را به صورت زیر اعلام می کند.

13. Permissible Variations in Length

13.1 *Seamless and Welded (No Filler Metal Added)*—If specific cut lengths of 24 ft [7.3 m] or less are ordered, no length of pipe shall be under the length specified or more than ¼ in. [6 mm] over that specified.

13.1.1 Permissible variations in length for lengths greater than 24 ft [7.3 m] shall be subject to agreement between the manufacturer and purchaser.

۳-۵-۳ در استاندارد **Api 5L Forty-Fifth Edition** در Table 12 تلرانس طول لوله ها ذکر شده است.

9.11.3.3 The tolerances for length shall be as follows.

- Unless otherwise agreed, random lengths shall be delivered within the tolerances given in Table 12.
- Approximate lengths shall be delivered within a tolerance of ± 500 mm (20 in).
- If the supply of jointers is agreed, jointers comprising two pieces welded together to make a length shorter than 15.0 m (49.2 ft) may be furnished to a maximum of 5% of the order item, or as agreed.
- If the supply of jointers is agreed, jointers comprising two pieces welded together to make a length 15.0 m (49.2 ft) or longer may be furnished for the entire order item or any portion thereof.
- If the supply of jointers is agreed, jointers comprising three pieces welded together to make a length 15.0 m (49.2 ft) or longer may be furnished to a maximum of 5% of the order item, or as agreed.

Table 12 — Tolerances for random length pipe

Random length designation m (ft)	Minimum length m (ft)	Minimum average length for each order item m (ft)	Maximum length m (ft)
Threaded-and-coupled pipe			
6 (20)	4.88 (16.0)	5.33 (17.5)	6.86 (22.5)
9 (30)	4.11 (13.5)	8.00 (26.2)	10.29 (33.8)
12 (40)	6.71 (22.0)	10.67 (35.0)	13.72 (45.0)
Plain-end pipe			
6 (20)	2.74 (9.0)	5.33 (17.5)	6.86 (22.5)
9 (30)	4.11 (13.5)	8.00 (26.2)	10.29 (33.8)
12 (40)	4.27 (14.0)	10.67 (35.0)	13.72 (45.0)
15 (50)	5.33 (17.5)	13.35 (43.8)	16.76 (55.0)
18 (60)	6.40 (21.0)	16.00 (52.5)	19.81 (65.0)
24 (80)	8.53 (28.0)	21.34 (70.0)	25.91 (85.0)

نکته: تفاوت تلرانس طولی در لوله های ASTM و API بسیار قابل توجه می باشد، باید در خصوص نوع لوله و استاندارد مرجع لوله در سفارش کارفرما دقت شود.

۳-۶ تلرانس های انحراف طولی Straightness:

Straightness در بازرسی لوله به مقدار انحراف از راستی در طول لوله گفته می شود.

۳-۶-۱ در استاندارد **ASTM A530-2012** (الزامات عمومی برای لوله های فولادی کربنی و آلیاژی)

در بند ۱۶ و جدول ۳ تلرانس Straightness را به صورت زیر اعلام می کند.

16. Straightness

16.1 The finished pipe shall be reasonably straight.

16.2 For metal-arc welded pipe, the maximum deviation from a 10-ft [3.0-m] straightedge placed so that both ends are in contact with the pipe shall be $\frac{1}{16}$ in. [3.2 mm]. For metal-arc welded pipe with lengths shorter than 10 ft [3.0 m], this maximum deviation shall be pro-rated with respect to the ratio of the actual length to 10 ft [3.0 m].

TABLE 3 Straightness Tolerances

Specified OD, in.	Specified wall thickness, in.	Maximum curvature in any 3 ft, in.	Maximum curvature in total length, in.
Up to 5.0, incl.	Over 3% OD to 0.5, incl.	0.030	0.010 × length, ft
Over 5.0 to 8.0, incl.	Over 4% OD to 0.75, incl.	0.045	0.015 × length, ft
Over 8.0 to 12.75, incl.	Over 4% OD to 1.0, incl.	0.060	0.020 × length, ft

۳-۶-۲ استاندارد **ASTM A999-2014** (الزامات عمومی برای لوله های فولادی آلیاژی و زنگ نزن)

در بند ۱۶ و جدول ۲ تلرانس Straightness را به صورت زیر اعلام می کند.

16. Straightness

16.1 The finished pipe shall be reasonably straight.

16.2 For metal-arc welded pipe, the maximum deviation from a 10-ft [3.0-m] straightedge placed so that both ends are in contact with the pipe shall be $\frac{1}{16}$ in. [3.2 mm]. For metal-arc welded pipe with lengths shorter than 10 ft [3.0 m], this maximum deviation shall be prorated with respect to the ratio of the actual length to 10 ft [3.0 m].

TABLE 2 Straightness Tolerances

Specified OD, in. ^a	Specified Wall Thickness, in. ^a	Maximum Curvature in any 3 ft, in. ^a	Maximum Curvature in Total Length, in. ^a
Up to 5.0, incl.	Over 3% OD to 0.5, incl.	0.030	0.010 × length, ft
Over 5.0 to 8.0, incl.	Over 4% OD to 0.75 incl.	0.045	0.015 × length, ft
Over 8.0 to 12.75, incl.	Over 4% OD to 1.0, incl.	0.060	0.020 × length, ft

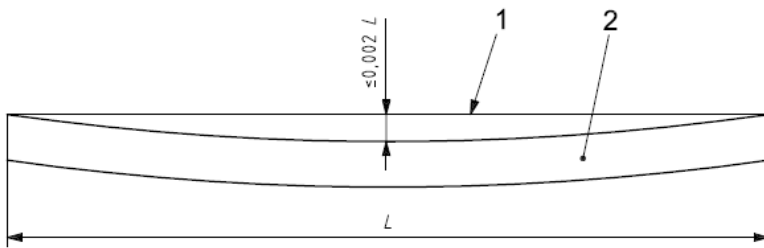
^a 1 in. = 25.4 mm.

۳-۶-۳ در استاندارد Api 5L Forty-Fifth Edition

در بند 9.11.3.3 نلرانس Straightness لوله های تولیدی در استاندارد API به شرح زیر است.

9.11.3.4 The tolerances for straightness shall be as follows.

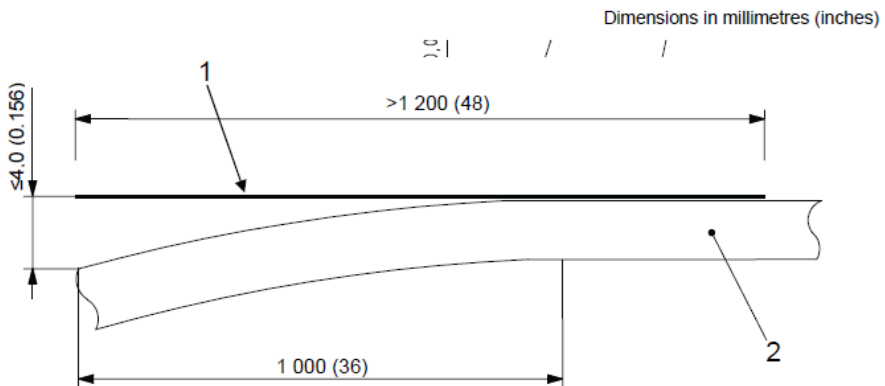
- The total deviation from a straight line, over the entire pipe length, shall be $\leq 0,2\%$ of the pipe length, as shown in Figure 1.
- The local deviation from a straight line in the 1,0 m (3.0 ft) portion at each pipe end shall be $\leq 4,0$ mm (0.156 in), as shown in Figure 2.



Key

- taut string or wire
- pipe

Figure 1 — Measuring full-length straightness



Key

- straight line
- pipe

Figure 2 — Measuring end straightness

۷-۳ تلرانس های هندسی دیگر:

در بحث بازرسی لوله تلرانسهای ابعادی دیگری نیز وجود دارد که بازرس می تواند با رجوع به استاندارد ها مقدار پذیرش آنها را استخراج نماید.

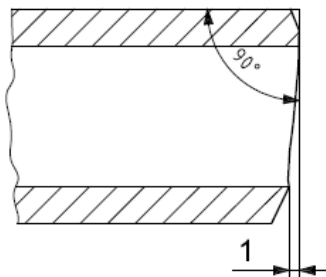
نمونه هایی از مشخصات هندسی قابل بررسی و اندازه گیری:

- آرایش انتهای لوله (لبه سازی، رزوه و...)
- ابعاد هندسی محل اتصال جوش مانند همترازی دو لبه ورق و...
- ابعاد هندسی جوشهای زیر پودری SAW (ماهیچه ای) حد پذیرش مقدار گرده و...

به عنوان مثال:

مقدار حد پذیرش Out-Of-Squareness (عدم عمود بودن مقطع لوله نسبت به محور طولی لوله) در API 5L

9.12.1.4 The out-of-squareness, measured as shown in Figure 3, shall be $\leq 1,6$ mm (0.063 in).



Key

1 out-of-squareness

Figure 3 — Out-of-squareness

۳-۸ بازرسی ابعادی/ابزار اندازه گیری/روش اندازه گیری



۳-۸-۱ نحوه صحیح اندازه گیری ضخامت (t) Wall Thickness



کولیس یکی از عمومی ترین ابزار اندازه گیری، در دسترس بازرسان می باشد. در خصوص استفاده از کولیس های دیجیتال بیشتر دقت شود چون احتمال خارج شدن آنها از کالیبراسیون بیشتر است و استفاده از کولیس برای ثبت ضخامت لوله و تیوب سایزهای پایین احتمال خطای بالایی دارد چون فک ها مقطع صفحه ای داشته و با داخل این مقاطع دایره ای کوچک، تماس نقطه ای نخواهد داشت بنابراین انحنای داخلی داخلی مقاطع به ضخامت افزوده می شود.



کولیس معمولی در مقایسه با یک تیوب سایز پایین



کولیس ویژه با فک میله ای متناسب برای لوله و تیوب با سایز پایین

❖ برای آگاهی بیشتر از دقت در اندازه گیری با استفاده از ابزار اندازه گیری به استاندارد ISO 10012 مراجعه کنید.



چند نکته در خصوص استفاده از کولیس:

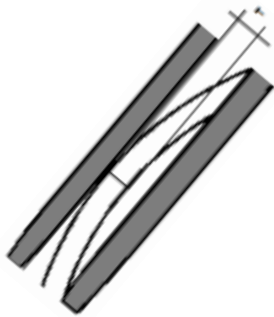
- ✓ در اولین مرحله استفاده از یک کولیس بایستی بررسی شود صفر کولیس و صفر ورنیه منطبق است.
- ✓ مقدار دقت کولیس رویت شود و در خواندن اعداد در نظر گرفته شود.
- ✓ در فرآیند بازرسی، مطابق دستورالعمل ها هر ابزاری برای اندازه گیری استفاده می شود باید مدارک کالیبراسیون داشته باشد و اعتبار تاریخ کالیبراسیون آنها در زمان اندازه گیری معتبر باشد.
- ✓ این مساله که یک ابزار اندازه گیری مدرک کالیبراسیون داشته باشد به این معنا نیست که حتماً کالیبره بوده چون امکان دارد در اثر سقوط و ضربه و هر اتفاقی از کالیبراسیون خارج شود، بنابراین بررسی و چک کردن کالیبراسیون ابزار توصیه می شود. (به عنوان مثال در کارگاه ماشینکاری با یک bearing نو در قفسه عملکرد کولیس بررسی می شود)



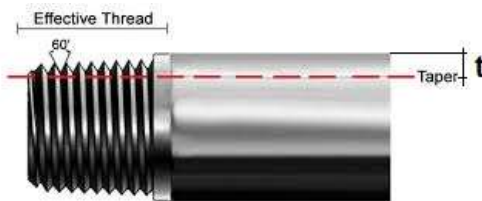
استفاده از کولیس برای اندازه گیری ضخامت لوله در سایزهای بالای 1/2 Inch رایج می باشد. نتایج اندازه گیری ضخامت لوله مربوط به دو انتهای لوله خواهد بود.



دقت کنید به موقعیت فک های کولیس و لوله (روش صحیح اندازه گیری)



استفاده از کولیس مطابق تصویر بالا غلط است، چون در این اندازه گیری انحنای لوله به ضخامت افزوده می شود.



در ضخامت سنجی لوله های رزوه شده دقت کنید، رزوه انتهای لوله مخروطی ماشینکاری شده است و عدد ضخامت کمتری را نشان می دهد بنابراین ملاک ضخامت قسمتی از لوله است که رزوه ندارد. (کمی بعد از محل رزوه)



ضخامت سنجی لوله با میکرومتر (نمونه های ساده میکرومتر در لوله با سایز کوچک محدودیت دارد)



میکرومتر مخصوص اندازه گیری ضخامت تیوب یا لوله سایز پایین

اندازه گیری با میکرومتر ساده



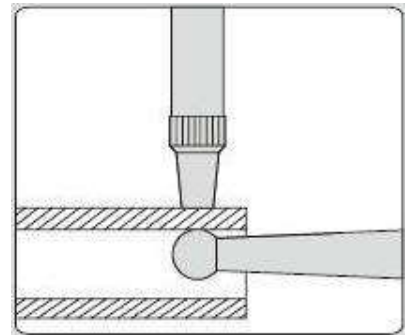
ضخامت سنج ویژه لوله با یک فک کروی جهت دقت بالاتر در اندازه گیری

ابزار ویژه ای برای اندازه گیری ضخامت تیوب (به انتهای فک داخلی ابزار دقت شود برای تماس نقطه ای به شکل کروی طراحی شده)

Tube thickness gauge is one of the thickness gauge products with special use of measuring tool, mainly used for measuring various kinds of metal and non-metallic pipe wall thickness; also can measure the thickness of the planks.



High Precision Dial Pipe Gauge, Thickness Gauge

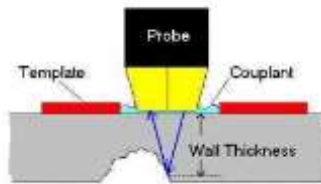


Tube Thickness Gage

ضخامت سنجی با دستگاه التراسونیک



عملکرد: دستگاه ضخامت سنج التراسونیک با استفاده از پژواک صوت از دیواره، ضخامت را اندازه گیری می کند. پروب با استفاده از مایع Couplant (آب یا مایع ظرف شویی یا گریس) با سطح کار تماس فیزیکی برقرار می کند و صوت را داخل فلز منتشر می کند.



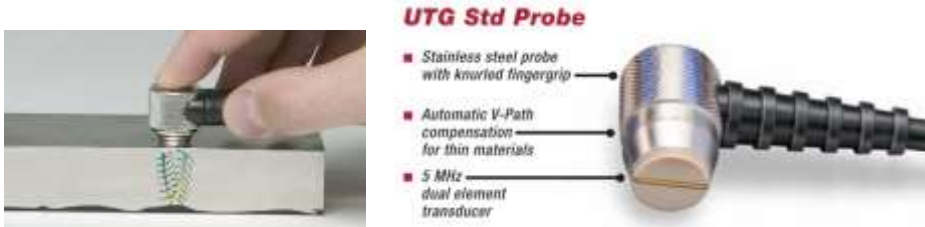
معمولاً در جعبه نگهداری دستگاه یا روی بدنه دستگاه قطعه ای فلزی با ضخامت مشخص وجود دارد که اپراتور می تواند قبل از شروع اندازه گیری دستگاه را با آن کالیبره کند. عموماً این دستگاه ها برای فولاد کربنی و فولاد زنگ نزن کالیبره می شوند.



<<<<<<<

عمل کالیبره کردن: (با توجه به کاتالوگ خود دستگاه که عموماً در جعبه حمل آن وجود دارد)

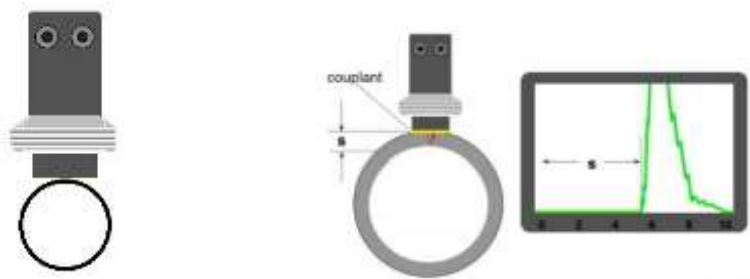
کالیبراسیون برای فولاد زنگ نزن: با استفاده از کلید Velocity و انتخاب سرعت صوت (5664 در فولاد زنگ نزن) سپس با قرار دادن پروب روی قسمت گیج فلزی روی دستگاه با خواندن عدد ضخامت 3.8 mm (مطابق کاتالوگ دستگاه) از روی نمایشگر، کالیبره بودن دستگاه برای فولاد زنگ نزن مورد تأیید است.



نمای شماتیک عملکرد رفت و برگشت صوت

نمای مقطع پروب شامل فرستنده صوت و گیرنده

محدودیت: ضخامت سنجی با دستگاه ترانسونیک در سایزهای پایین با مشکل همراه خواهد بود چون پروب دستگاه تماس کافی با سطح خارجی لوله (بدلیل انحنای زیاد لوله) نخواهد داشت و عبورامواج صوت با مشکل روبرو می شود و اعداد خوانده شده از نمایشگر ناصحیح است.



تماس ناکافی به دلیل سایز پایین تیوب

تماس مناسب بین پروب و سطح لوله



پروب ویژه با کفشک تماسی متناسب با انحنای یک سایز خاص از تیوب

مزایا: بازرسی می تواند ضخامت در سراسر طول لوله را اندازه گیری کند. (در برند های متفرقه چینی گاهی فقط ابتدای دو سر لوله ضخامت استاندارد را دارند و در میان لوله ضخامت افت می کند)

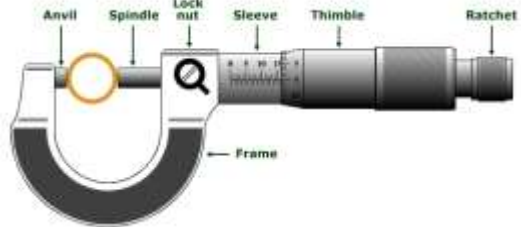
➤ با توجه به محدودیت اندازه گیری (با ابزار اندازه گیری در دسترس بازسان) در لوله های سایز پایین مقدار خطا افزایش می یابد بنابراین بهتر است اندازه گیری ابعاد سایزها ی پایین به آزمایشگاه سپرده شود.

۳-۸-۲ نحوه اندازه گیری قطر خارجی لوله (OD) Outside Diameter

عموماً در بازرسی لوله قطر داخلی اندازه گیری نمی شود و بازرسی تنها قطر خارجی را اندازه گیری می کند.



اندازه گیری قطر لوله با کولیس (البته برای قطر های بیشتر کولیس بزرگتر هم نیاز است)



برای اندازه گیری قطر تیوب بهتر است از میکرومتر و کولیس استفاده شود.

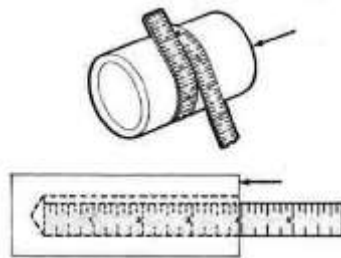


اندازه گیری قطر و ارزیابی بیضی شدن Ovality لوله با شابلون کارخانه

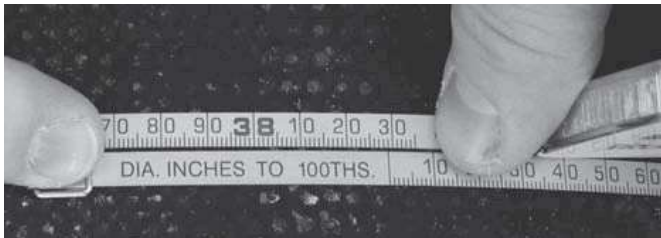
اندازه گیری با خط کش (در مواردی کاربرد دارد)



اندازه گیری با متر : سر متر سمت چپ ثابت و ادامه متر سمت راست را در جهت فلش ها جابجا کنید بیشترین عدد خوانده شده OD می باشد.



استفاده از متر جهت اندازه گیری محیطی و محاسبه قطر لوله (با توجه به زائده سر متر عموماً از ۱۰ سانت اول خوانده می شود) در این روش از روی محیط A به قطر D میانگین میرسیم $A = 2\pi R = \pi D$



برای اندازه گیری محیطی عموماً از متر نواری یا پارچه ای استفاده می شود.

دقت کنید متر نواری پارچه ای را با نیروی زیاد نکشید چون متر، کش می آید و از کالیبراسیون خارج می شود.



متر کمربندی مخصوص لوله (بالا قطر و پایین محیط لوله را به شما می دهد).



متر کمربندی دیجیتال



برچسب کالیبراسیون متر کمربندی



نحوه استفاده از متر کمربندی

۳-۸-۳ نحوه اندازه گیری طول لوله:

عموماً طول لوله را با متر نواری با طول متناسب ۶ یا ۱۲ متری اندازه گیری می کنند. نباید متر کوتاه تر از لوله باشد، زیرا اندازه گیری تکه تکه با متر صحیح نیست. متر لیزری نیز استفاده می شود، ولی به گفته همکاران به اعداد متر لیزری نمی توان اعتماد کرد چون زیاد از کالیبره خارج می شود.

۳-۸-۴ نمونه ای از ابزارهای مورد استفاده در اندازه گیری مشخصات هندسی لوله:



بررسی Squareness با گونیای دیجیتالی



بررسی Squareness با گونیا



بررسی زاویه پخ اجرا شده در سر لوله با زاویه سنج



Pipe Thread Ring and Plug Gauges

فصل چهارم بازرسی تیوب

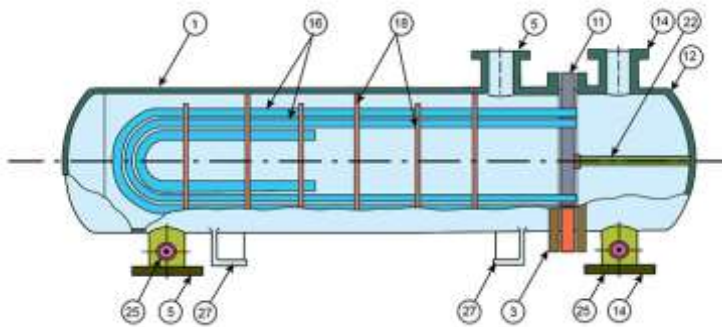


۱-۴ کاربرد تیوب چیست؟

تیوب ها معمولاً برای کاربردهای انتقال حرارت و فشارهای بالا و دمای بالا به کار برده می شوند و نسبت به خزش مقاومند. از تیوب ها در بویلرها، کوره های نفتی، مبدل های حرارتی استفاده می شود.



بویلر Boiler



مبدل حرارتی Heat Exchanger

۴-۱-۱ تفاوت لوله و تیوب:

تفاوت شکل: لوله مقطع دایره ای دارد ولی تیوب می تواند مقطع دایره، مربع و مستطیل و غیره نیز داشته باشد.

تفاوت کاربرد: لوله جهت انتقال سیال است و تیوب جهت انتقال حرارت در ضخامت کاربرد دارد.

تفاوت های ابعادی:

- لوله در طول های مشخصی تولید می شود در حالی برای تیوب طول مشخصی ذکر نشده است.
- لوله در سایزهای بسیار بزرگ تا ۷۲ اینچ هم تولید می شود ولی تیوب تا ۱۲ اینچ تولید می شود.
- ضخامت تیوب تolerانس منفی ندارد در حالی که ضخامت لوله دارای تolerانس ابعادی منفی می باشد.
- قطر اسمی لوله با قطر خارجی آن تا ۱۲ اینچ متفاوت است ولی قطر اسمی تیوبها با قطر خارجی آنها یکسان است.

۴-۱-۲ نمونه هایی از استاندارد های تیوب در ASTM

مشخصات ASTM برای برخی از تیوب های مورد استفاده در مبدل های حرارتی	
A179	تیوب بدون درز فولاد کم کربن با کشش سرد برای مبدل های حرارتی و کندانسورها
A199	تیوب بدون درز فولاد آلیاژ متوسط (کروم - مولیبدن و کروم مولیبدن-سیلیسیم) با کشش سرد برای مبدلهای حرارتی و کندانسورها
A213	تیوب بدون درز آلیاژی فریتی و آستنیتی برای سوپرهیتر و مبدل حرارتی
A214	تیوب های ERW فولاد کربنی مبدل های حرارتی و تیوب های کندانسور
A249	تیوب فولاد آستنیتی جوشکاری شده برای بویلر، سوپرهیتر، مبدل حرارتی و تیوب های کندانسور.
A498	تیوب با جداره خارجی پلیسه دار، بی درز یا جوشکاری شده از فولاد کربنی یا فولاد آلیاژی آستنیتی و فریتی
A556	تیوب فولاد کربنی بدون درز تولید شده با کشش سرد برای آب ورودی و لوله های U شکل
A557	تیوب های فولاد کربنی (مستقیم و U شکل) برای آب ورودی
A688	تیوب هیتر فولاد زنگ نزن آستنیتی جوشکاری شده و لوله های U شکل
A803	تیوب هیتر آب ورودی جوشکاری شده فولاد زنگ نزن فریتی و لوله های U شکل
A851	تیوب های جوشکاری شده با روش القایی فرکانس بالا فولاد آستنیتی، آنیل نشده، برای سطح بخار کندانسور
A1012	تیوب های جوشکاری شده یا بدون درز فولاد آلیاژی فریتی، آستنیتی یا دوپلکس برای کندانسور و مبدل حرارتی با پلیسه های داخلی
A178	Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon Steel and Carbon-Manganese Steel Boiler and Superheater Tubes
A192	Specification for Seamless Carbon Steel Boiler Tubes for High-Pressure Service
A209	Specification for Seamless Carbon-Molybdenum Alloy-Steel Boiler and Superheater Tubes
A210	Specification for Seamless Medium-Carbon Steel Boiler and Superheater Tubes

❖ در استاندارد A498 مشخصات تیوب های پلیسه دار از جنس فولادهای فریتی، آستنیتی و کربنی مطرح شده است. تیوب های پره دار باید از تیوب های ساده مانند: A179, A199, A213, A214, A249 و A334 ساخته شوند.

۳-۱-۴ نمونه ای از استاندارد های تیوب در استاندارد DIN :

UDC 621.643.2-462.3-034.14.018.44 : 620.1 DEUTSCHE NORMEN		May 1979
Seamless Tubes of Heat-resistant Steels Technical Conditions of Delivery		DIN 17 175

UDC 621.643.2-034.14-621.791 : 620.1 DEUTSCHE NORM		October 1984
Welded circular unalloyed steel tubes not subject to special requirements Technical delivery conditions		DIN 1615

۲-۴ مارکینگ و بسته بندی:

مارکینگ روی تیوب کمی با لوله متفاوت است نمونه های زیر جهت آشنایی است



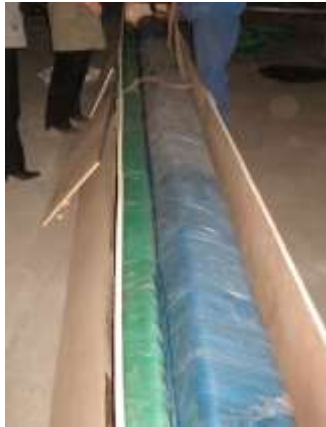
برند INTER PIPE در استاندارد DIN 17175 متریال ST35.8 سایز 80.3 میلیمتر



محصول چین فاقد برند در استاندارد DIN 17175 متریال ST35.8 سایز 60.3 میلیمتر



محصول چین فاقد برند با استاندارد مترئال A269 TP304L سایز نیم اینچ

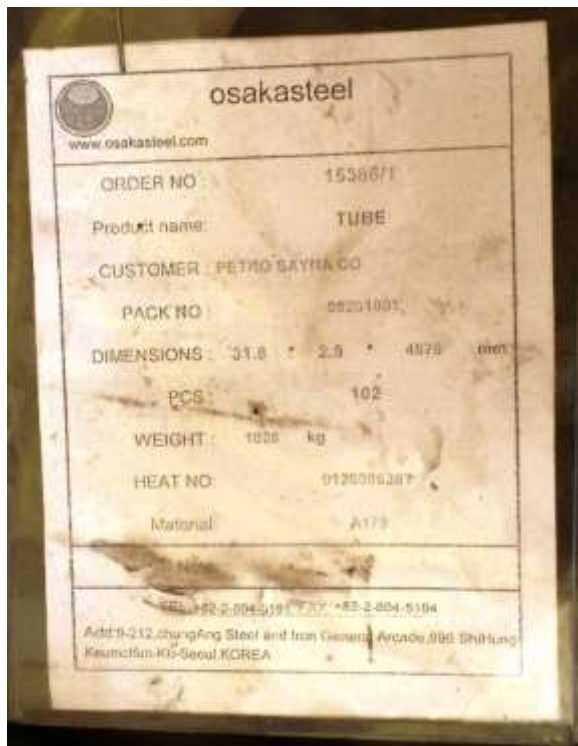


Product	: Stainless Steel Tube	: Stainless Steel Tube	: Stainless Steel Tube
PO No	: 2013WRT426	: 2013WRT426	: 2013WRT426
Package No	: 2313-1-8822#	: 2313-1-8822#	: 2313-1-8822#
Package Code	: 2013-11B-105	: 2013-11B-105	: 2013-11B-303
Spec. Standard	: SA213	: SA213	: SA213
Grade	: TP321H	: TP321H	: TP321H
Heat No	: YX1309-061	: YX1309-036	: YX1309-042
Batch No	: 132L3288G	: 132L3288G	: 132L3288G
Size	: 33.6*2.6*3680	: 33.6*2.6*3680	: 33.6*2.6*3680
Quantity	: 41 PCS MTRS	: 26 PCS MTRS	: 3 PCS MTRS
Weight	: 303 KGS	: 562 KGS	: 22 KGS
Inspector	: 04	: 04	: 04
Issue Date	: 07/11/2013	: 07/11/2013	: 07/11/2013

وضعیت بسته بندی تیوب در جعبه چوبی (البته داخل جعبه هم پوشش پلاستیکی و کاغذی دارد) سایز ۳/۴ اینچ



پلاک روی باندل برای برند TUBOS مترتال ST35.8 در استاندارد DIN17175



پلاک روی بسته بندی برند OSAKA Steel مترتال A179

۳-۴ بازرسی ابعادی تیوب: (تفرانس ابعاد تیوب نسبت به لوله بسته تر می باشد)

۱-۳-۴ سایز تیوب:

قطر اسمی تیوبها با قطر خارجی آنها یکسان است. سایز تیوب در اصل همان قطر OD تیوب می باشد و به صورت میلیمتر یا اینچ روی محصولات مارک می شود.

مثال: قطر تیوب 2 اینچ 25.4 * 2 یعنی 50.8 میلیمتر می باشد. (به تصاویر مارکینگ و بسته بندی رجوع شود)

۲-۳-۴ ضخامت تیوب:

❖ کلاس ضخامت تیوبها با Birmingham Wire Gauge (BWG) مشخص می شود.

1. BIRMINGHAM WIRE GAUGE CONVERSIONS

The imperial and metric conversions for Birmingham wire gauge measurements are presented in the table below.

BWG	Inches	mm
5/0	0.5	12.7
4/0	0.454	11.5316
3/0	0.425	10.795
2/0	0.38	9.652
0	0.34	8.636
1	0.3	7.62
2	0.284	7.2136
3	0.259	6.5786
4	0.238	6.0452
5	0.22	5.588
6	0.203	5.1562
7	0.18	4.572
8	0.165	4.191
9	0.148	3.7592
10	0.134	3.4036
11	0.12	3.048
12	0.109	2.7686

BWG	Inches	mm
13	0.095	2.413
14	0.083	2.1082
15	0.072	1.8288
16	0.065	1.651
17	0.058	1.4732
18	0.049	1.2446
19	0.042	1.0668
20	0.035	0.889
21	0.032	0.8128
22	0.028	0.7112
23	0.025	0.635
24	0.022	0.5588

BWG	Inches	mm
25	0.02	0.508
26	0.018	0.4572
27	0.016	0.4064
28	0.014	0.3556
29	0.013	0.3302
30	0.012	0.3048
31	0.01	0.254
32	0.009	0.2286
33	0.008	0.2032
34	0.007	0.1778
35	0.005	0.127
36	0.004	0.1016

❖ گیج تیوبها از ۰۰ دو صفر (بیشترین ضخامت، 9 mm) شروع می شود و به ۳۶ (کمترین ضخامت 0.1 mm) خاتمه می یابد. با افزایش BWG (گیج تیوب) ضخامت تیوب کم می شود. (بر عکس Sch در لوله ها)

6 inch tube BWG 12, t=2.76mm

6 inch tube BWG 16, t=1.65mm

❖ BWG مستقل از قطر تیوبها می باشد. به عبارت دیگر چند تیوب با قطر متفاوت ولی BWG یکسان دارای ضخامت یکسان می باشند.

6 inch tube ,BWG 22 , t= 0.711 mm

8 inch tube , BWG 22 , t= 0.711 mm

½ inch tube ,BWG 22, t= 0.711 mm

❖ قطر خارجی OD تیوب مانند لوله همیشه ثابت است. یک تیوب ۲ اینچی با گیجهای متفاوت دارای قطر خارجی ثابت ۲ اینچ می باشد و با افزایش ضخامت تیوب (کاهش BWG) قطر داخلی ID تیوب کاهش می یابد.

❖ ۳-۳-۴ تolerances های ضخامت تیوب

تولرانس ضخامت تیوب های فولادی کربنی و کم آلیاژ در استاندارد ASTM A450 با عنوان الزامات عمومی در بند ۸ و جدول ۲ به صورت زیر ذکر شده است.



Designation: A450/A450M - 10

Standard Specification for General Requirements for Carbon and Low Alloy Steel Tubes¹

8. Permissible Variations in Wall Thickness

8.1 Variations from the specified minimum wall thickness shall not exceed the amounts prescribed in Table 2.

8.2 For tubes 2 in. [50.8 mm] and over in outside diameter and 0.220 in. [5.6 mm] and over in thickness, the variation in wall thickness in any one cross section of any one tube shall not exceed the following percentage of the actual mean wall at the section. The actual mean wall is defined as the average of the thickest and thinnest wall in that section.

Seamless tubes $\pm 10\%$

Welded tubes $\pm 5\%$

8.3 When cold-finished tubes as ordered require wall thicknesses $\frac{3}{4}$ in. [19.1 mm] or over, or an inside diameter 60 % or less of the outside diameter, the permissible variations in wall thickness for hot-finished tubes shall apply.

TABLE 2 Permissible Variations in Wall Thickness⁴

Outside Diameter, in. [mm]	Wall Thickness, %							
	0.095 [2.4] and Under		Over 0.095 to 0.150 [2.4 to 3.8], incl		Over 0.150 to 0.180 [3.8 to 4.6], incl		Over 0.180, [4.6]	
	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under
Seamless, Hot-Finished Tubes								
4 [101.6] and under	40	0	35	0	33	0	28	0
Over 4 [101.6]	---	---	35	0	33	0	28	0
Seamless, Cold-Finished Tubes								
					Over		Under	
1½ [38.1] and under					20		0	
Over 1½ [38.1]					22		0	
Welded Tubes								
All sizes					18		0	

⁴ These permissible variations in wall thickness apply only to tubes, except internal-upset tubes, as rolled or cold-finished, and before swaging, expanding, bending, polishing, or other fabricating operations.

تولرانس ضخامت تیوب های فولاد آلیاژی فریتی و آستنیتی و فولاد زنگ نزن در استاندارد ASTM A1016 با عنوان الزامات عمومی در بند ۹ و جدول ۲ به صورت زیر ذکر شده است.



Designation: A1016/A1016M - 13

**Standard Specification for
General Requirements for Ferritic Alloy Steel, Austenitic
Alloy Steel, and Stainless Steel Tubes¹**

9. Permitted Variations in Wall Thickness

9.1 Variations from the specified minimum wall thickness shall not exceed the amounts prescribed in Table 2.

9.2 For tubes 2 in. [50 mm] and over in outside diameter and 0.220 in. [5.6 mm] and over in thickness, the variation in wall thickness in any one cross section of any one tube shall not exceed the following percentage of the actual mean wall at the section. The actual mean wall is defined as the average of the thickest and thinnest wall in that section.

Seamless tubes $\pm 10\%$
Welded tubes $\pm 5\%$

9.3 When cold-finished tubes as ordered require wall thicknesses $\frac{3}{4}$ in. [19.1 mm] or over, or an inside diameter 60 % or less of the outside diameter, the permitted variations in wall thickness for hot-finished tubes shall apply.

TABLE 2 Permitted Variations in Wall Thickness^A

Outside Diameter in. [mm]	Wall Thickness, %							
	0.095 [2.4] and Under		Over 0.095 to 0.150 [2.4 to 3.8], incl		Over 0.150 to 0.180 [3.8 to 4.6], incl		Over 0.180 [4.6]	
	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under
Seamless, Hot-Finished Tubes								
4 [100] and under	40	0	35	0	33	0	28	0
Over 4 [100]	35	0	33	0	28	0
Seamless, Cold-Finished Tubes								
			Over	Under				
1½ [38.1] and under			20	0				
Over 1½ [38.1]			22	0				
Welded Tubes								
All sizes			18	0				

^A These permitted variations in wall thickness apply only to tubes, except internal-upset tubes, as rolled or cold-finished, and before swaging, expanding, bending, polishing, or other fabricating operations.

❖ در دیگر استانداردهای تیوب هم می توانید به خود استاندارد رجوع کنید و نام استاندارد مرجع ابعادی را بیابید.

بعنوان مثال برای تیوب DIN 17175 می توانید با مراجعه به بند ۲ با عنوان استانداردها و مدارک مرتبط، در خصوص تolerانس ضخامت تیوب استاندارد های مرجع ابعادی را پیدا کنید.

۴-۳-۴ تolerانس های قطر تیوب و Ovality

تولرانس قطر تیوب های فولادی کربنی و کم آلیاژ در استاندارد ASTM A450 با عنوان الزامات عمومی در بند ۹ و جدول ۳ به صورت زیر ذکر شده است.

9. Permissible Variations in Outside Diameter

9.1 Except as provided in 9.2, variations from the specified outside diameter shall not exceed the amounts prescribed in Table 3.

9.2 Thin-wall tubes usually develop significant ovality (out of roundness) during final annealing, or straightening, or both. The diameter tolerances of Table 3 are not sufficient to provide for additional ovality expected in thin-wall tubes, and, for such tubes, are applicable only to the *mean* of the extreme (maximum and minimum) outside diameter readings in any one cross section. However, for thin wall tubes the *difference* in extreme outside diameter readings (ovality) in any one cross section shall not exceed the following ovality allowances:

Outside Diameter	Ovality Allowance
1 in. [25.4 mm] and under	0.020 in. [0.5 mm]
Over 1 in. [25.4 mm]	2.0 % of specified outside diameter

TABLE 3 Permissible Variations in Outside Diameter^A

Outside Diameter, in. [mm]	Permissible Variations, in. [mm]	
	Over	Under
Hot-Finished Seamless Tubes		
4 [101.6] and under	1/64 [0.4]	1/32 [0.8]
Over 4 to 7 1/2 [101.6 to 190.5], incl	1/64 [0.4]	3/64 [1.2]
Over 7 1/2 to 9 [190.5 to 228.6], incl	1/64 [0.4]	1/16 [1.6]
Welded Tubes and Cold-Finished Seamless Tubes		
Under 1 [25.4]	0.004 [0.1]	0.004 [0.1]
1 to 1 1/2 [25.4 to 38.1], incl	0.006 [0.15]	0.006 [0.15]
Over 1 1/2 to 2 [38.1 to 50.8], excl	0.008 [0.2]	0.008 [0.2]
2 to 2 1/2 [50.8 to 63.5], excl	0.010 [0.25]	0.010 [0.25]
2 1/2 to 3 [63.5 to 76.2], excl	0.012 [0.3]	0.012 [0.3]
3 to 4 [76.2 to 101.6], incl	0.015 [0.38]	0.015 [0.38]
Over 4 to 7 1/2 [101.6 to 190.5], incl	0.015 [0.38]	0.025 [0.64]
Over 7 1/2 to 9 [190.5 to 228.6], incl	0.015 [0.38]	0.045 [1.14]

^A Except as provided in 9.2, these permissible variations include out-of-roundness. These permissible variations in outside diameter apply to hot-finished seamless, welded and cold-finished seamless tubes before other fabricating operations such as upsetting, swaging, expanding, bending, or polishing.

تولانس قطر تیوب های فولاد آلیاژی فریتی و آستنیتی و فولاد زنگ نزن در استاندارد ASTM A1016 با عنوان الزامات عمومی در بند ۱۰ و جدول ۳ به صورت زیر ذکر شده است.

10. Permitted Variations in Outside Diameter

10.1 Except as provided in 10.2.1, 10.3, and 25.10.4, variations from the specified outside diameter shall not exceed the amounts prescribed in Table 3.

10.2 Thin-wall tubes usually develop significant ovality (out-of-roundness) during final annealing, or straightening, or both. Thin-wall tubes are defined as those with a specified wall 3 % or less than the specified OD, or with a wall specified as 0.020 in. [0.5 mm] or less.

10.2.1 The diameter tolerances of Table 3 are not sufficient to provide for additional ovality expected in thin-wall tubes, and, for such tubes, are applicable only to the mean of the extreme (maximum and minimum) outside diameter readings in any one cross section. However, for thin wall tubes the

TABLE 3 Permissible Variations in Outside Diameter^A

Outside Diameter, in. [mm]	Permissible Variations, in. [mm]	
	Over	Under
Hot-Finished Seamless Tubes		
4 [101.6] and under	1/32 [0.4]	1/32 [0.8]
Over 4 to 7 1/2 [101.6 to 190.5], incl	1/64 [0.4]	3/64 [1.2]
Over 7 1/2 to 9 [190.5 to 228.6], incl	1/64 [0.4]	1/16 [1.6]
Welded Tubes and Cold-Finished Seamless Tubes		
Under 1 [25.4]	0.004 [0.1]	0.004 [0.1]
1 to 1 1/2 [25.4 to 38.1], incl	0.006 [0.15]	0.006 [0.15]
Over 1 1/2 to 2 [38.1 to 50.8], excl	0.008 [0.2]	0.008 [0.2]
2 to 2 1/2 [50.8 to 63.5], excl	0.010 [0.25]	0.010 [0.25]
2 1/2 to 3 [63.5 to 76.2], excl	0.012 [0.3]	0.012 [0.3]
3 to 4 [76.2 to 101.6], incl	0.015 [0.38]	0.015 [0.38]
Over 4 to 7 1/2 [101.6 to 190.5], incl	0.015 [0.38]	0.025 [0.64]
Over 7 1/2 to 9 [190.5 to 228.6], incl	0.015 [0.38]	0.045 [1.14]

^A Except as provided in 9.2, these permissible variations include out-of-roundness. These permissible variations in outside diameter apply to hot-finished seamless, welded and cold-finished seamless tubes before other fabricating operations such as upsetting, swaging, expanding, bending, or polishing.

difference in extreme outside diameter readings (ovality) in any one cross section shall not exceed the following ovality allowances:

Outside Diameter, in. [mm]	Ovality Allowance
1 [25.4] and under	0.020 [0.5]
Over 1 [25.4]	2.0 % of specified outside diameter

10.3 For cold-finished seamless austenitic and ferritic/austenitic tubes, an ovality allowance is necessary for all sizes less than 2 in. [50.8 mm] outside diameter, because they are likely to become out of round during their final heat treatment. For such tubes, the maximum and minimum outside diameter at any cross section shall not deviate from the nominal diameter by more than ± 0.010 in. [± 0.25 mm]. However, the mean diameter at that cross section must still be within the given permitted variation given in Table 3. In the event of conflict between the provisions of 10.2.1 and those of 10.3, the larger value of ovality tolerance shall apply.

10.4 When the specified wall is 2 % or less of the specified OD, the method of measurement is per agreement between purchaser and manufacturer (see Note 2).

NOTE 2—Very thin wall tubing may not be stiff enough for the outside diameter to be accurately measured with a point contact method, such as with the use of a micrometer or caliper. When very thin walls are specified, “go” – “no go” ring gages are commonly used to measure diameters of 1 1/2 in. [38.1 mm] or less. A .002 in. [0.05 mm] additional tolerance is usually added on the “go” ring gage to allow clearance for sliding. On larger diameters, measurement is commonly performed with a pi tape. Other methods, such as optical methods, may also be considered.

۴-۳-۵ تolerانس های طول تیوب

تولانس طول تیوب های فولادی کربنی و کم آلیاژ در استاندارد ASTM A450 با عنوان الزامات عمومی در بند ۱۰ و جدول ۴ به صورت زیر ذکر شده است.

10. Permissible Variations in Length

10.1 Variations from the specified length shall not exceed the amounts prescribed in Table 4.

TABLE 4 Permissible Variations In Length^A

Method of Manufacture	Outside Diameter, in. [mm]	Cut Length, in. [mm]	
		Over	Under
Seamless, hot-finished	All sizes	3/16 [5]	0 [0]
Seamless, cold-finished	Under 2 [50.8]	1/8 [3]	0 [0]
	2 [50.8] and over	3/16 [5]	0 [0]
Welded	Under 2 [50.8]	1/8 [3]	0 [0]
	2 [50.8] and over	3/16 [5]	0 [0]

^A These permissible variations in length apply to tubes before bending. They apply to cut lengths up to and including 24 ft [7.3 m]. For lengths greater than 24 ft [7.3 m], the above over-tolerances shall be increased by 1/8 in. [3 mm] for each 10 ft [3 m] or fraction thereof over 24 ft or 1/2 in. [13 mm], whichever is the lesser.

تولانس طول تیوب های فولاد آلیاژی فریتی و آستنیتی و فولاد زنگ نزن در استاندارد ASTM A1016 با عنوان الزامات عمومی در بند ۱۱ و جدول ۴ به صورت زیر ذکر شده است.

11. Permitted Variations in Length

11.1 Variations from the specified length shall not exceed the amounts prescribed in Table 4.

TABLE 4 Permitted Variations In Length^A

Method of Manufacture	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Cut Length, in. [mm]	
		Over	Under
Seamless, hot-finished	All sizes	3/16 [5]	0 [0]
Seamless, cold-finished	Under 2 [50.8]	1/8 [3]	0 [0]
	2 [50.8] or over	3/16 [5]	0 [0]
Welded	Under 2 [50.8]	1/8 [3]	0 [0]
	2 [50.8] or over	3/16 [5]	0 [0]

^A These permitted variations in length apply to tubes before bending. They apply to cut lengths up to and including 24 ft [7.3 m]. For lengths greater than 24 ft [7.3 m], the above over-tolerances shall be increased by 1/8 in. [3 mm] for each 10 ft [3 m] or fraction thereof over 24 ft or 1/2 in. [13 mm], whichever is the lesser.

فصل پنجم

بازرسی متریال لوله یا تیوب



۵-۱ نمونه برداری از لوله یا تیوب:

در بازرسی از محموله های لوله یا تیوب، اول باید Origin آن مشخص شود. در صورتیکه برند محصول با وندورلیست کارفرما مطابقت داشت (به شرط اثبات اصالت برند) باید بررسی شود که محموله شامل چه نوع متریالی و از چند Heat No یا Bandle No و چه سایزهایی می باشد. در اکثر موارد باید از هر Heat No یا Bandle No یک نمونه برش داده شود و جهت آزمایشگاه معتبر ارسال گردد.

نمونه برداری جهت آزمایشگاه:

بازرس بعد از انجام مراحل بازرسی مانند بازرسی چشمی، ابعادی، بازرسی از بسته بندی و مارکینگ روی محصول، گرفتن گواهینامه یا مدارک گمرکی و مطابقت آنها با استاندارد اعلامی از سوی کارفرما و تهیه تصاویر لازم، اقدام به نمونه برداری می کند و سپس روی نمونه یا بسته حاوی نمونه (پلمپ شده) را امضاء کرده و مشخصات محصول، نوع تست های مورد درخواست را ذکر می نماید و جهت آزمایشگاه معتبر ارسال می کند.

در خصوص طول لازم جهت انجام آزمایش ها، می توان با کارشناس آزمایشگاه تماس گرفت و با اعلام مشخصات محصول مقدار لازم را پرسید. (البته بصورت کلی در خصوص متریال عمومی و سایزهای پایین مقدار ۵۰ سانتیمتر طول کافی است)

توجه: حتماً بازرس باید تعیین کند که مشخصات محصول چیست و چه تست هایی مورد درخواست ایشان می باشد و می تواند این نکات را به صورت نامه و یا روی نمونه با مثال مارکر اعلام نماید. در غیر اینصورت آزمایشگاه نزدیکترین و متداول ترین استاندارد محصول را با نمونه مطابقت داده یا تنها نتایج خام و بدون مقایسه را برای ایشان ارسال خواهد کرد.

آزمایشگاه معتبر: (accredited)

آزمایشگاه معتبر به آزمایشگاهی گفته می شود که در لیست سازمان استاندارد ایران تعیین صلاحیت شده باشد و استاندارد مربوط به آزمایشگاه ISO 17025 را کسب کرده باشد. (جهت رویت لیست به سایت سازمان استاندارد مراجعه شود) در سایت سازمان استاندارد نام و نوع خدمات تحت صلاحیت هر آزمایشگاه ذکر شده است.

۵-۲ تست تعیین گرید لوله یا تیوب:

تست تعیین گرید می تواند شامل تست های آزمایشگاهی متفاوتی باشد که بر اساس استاندارد تولید و استاندارد متریکال محصول تعیین می شود. آزمایشگاه با مقایسه نتایج تست اعلام خواهد داشت که نتایج با استاندارد مربوطه مطابقت دارد یا ندارد.

درمحتوای درخواست تست تعیین گرید لوله، بازرسی می بایست موارد زیر را برای آزمایشگاه ذکر کند:

- استاندارد تولید لوله یا تیوب ASTM یا API (مرجع استاندارد تولید)
 - استاندارد مربوط به جنس (جهت تعیین گرید تست های آنالیز شیمیایی و خواص مکانیکی و...)
 - سائز و ضخامت آن (جهت تعیین گرید ابعادی محصول)
 - درزدار بودن یا بدون درز (ذکر این نکته که تست ماکروگرافی در خصوص اثبات عدم وجود درز انجام شود یا نه)
 - Heat No Or Bandle No هر کدام که روی محصول وجود دارد.
- آزمایشگاه مطابق استاندارد ها تمامی تست های لازم را انجام داده و نتیجه تعیین گرید را اعلام می کند.

۵-۳ بازبینی گواهینامه ها و نتایج آزمایشگاه:

در بررسی گواهینامه های لوله نیاز است واژگان مرتبط (ترمینولوژی) از استانداردهای ISO 17000 & ISO 9000 مطالعه شود و در بررسی نتایج آزمایشگاه آگاهی از استاندارد ISO 17025 نیز مفید خواهد بود. (خصوصاً در تست های در حضور بازرسی)

۵-۳-۱ گواهینامه های لوله یا تیوب:

با توجه به وضعیت بازار و محصولات چینی با برند جعلی عموماً گواهینامه ها تقلبی بوده و قابل استناد نیست، ولی در موارد واردات لوله (وجود مدارک گمرک) از برند های معتبر خارجی و یا محصولات شرکت های داخلی، گواهینامه ها قابل استناد خواهد بود و البته جهت اثبات مطابقت گواهینامه می توان نمونه محصول را برای تست به آزمایشگاه فرستاد و نتایج را با گواهینامه مطابقت داد.

استاندارد مربوط به صدور گواهینامه Certification جهت اقلام فلزی EN 10204 می باشد.

۵-۳-۲ نتایج آزمایشگاه:

نتایج آزمایشگاه از نمونه محصول در صورت مطابقت با گواهینامه های ارائه شده می تواند صحت و اصالت گواهینامه ها را تأیید نماید.

۴-۵ آزمایشهای متعارف برای لوله و تیوب:

تست های زیر برای لوله و تیوب انجام می شود و به اختصار با تصویر جهت آشنایی در زیر آورده شده

۱-۴-۵ تست ابعادی Dimensional Test

پرسنل آزمایشگاه با ابزار اندازه گیری کالیبره، اندازه های لوله را گرفته و نتایج مطابق با استاندارد ابعادی متناسب با لوله مقایسه شده و در فرمت آزمایشگاه (اندازه های گرفته شده و تلرانسها و وضعیت تطابق) اعلام می گردد.

۲-۴-۵ تست آنالیز شیمیایی PMI Positive Material Identification

نحوه عملکرد دستگاه :

دستگاه PMI با استفاده از یک قوس الکتریکی میان الکتروود تنگستن و فلز مورد تست، عناصر داخل قوس را با استفاده از دو طیف نگار آنالیز کرده و آنالیز شیمیایی قطعه را اعلام می کند. البته قبل از شروع تست دستگاه با بلوک مخصوص و متناسب با کار کالیبره می شود و خطاهای دستگاه گرفته می شود.



ثابت



پرتابل



ثابت

مشخصات و شرایط تست:

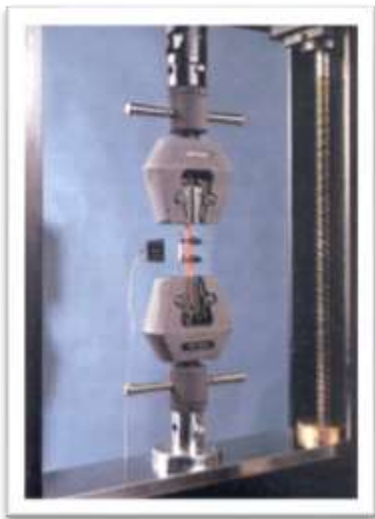
تمیزی سطح کار برای اجرای یک قوس کامل و درست بسیار مهم است. جهت بررسی آنالیز شیمیایی کلیه فلزات صنعتی کاربرد دارد و نتایج در فرم آزمایشگاه به نام اسپکتومتری اعلام می شود. سرعت اعلام نتیجه روی صفحه دیجیتالی بالاست و البته زمان پرینت و اعلام نتیجه به روال کاری آزمایشگاه بستگی دارد. دستگاه PMI در دو نوع ثابت و پرتابل وجود دارد.

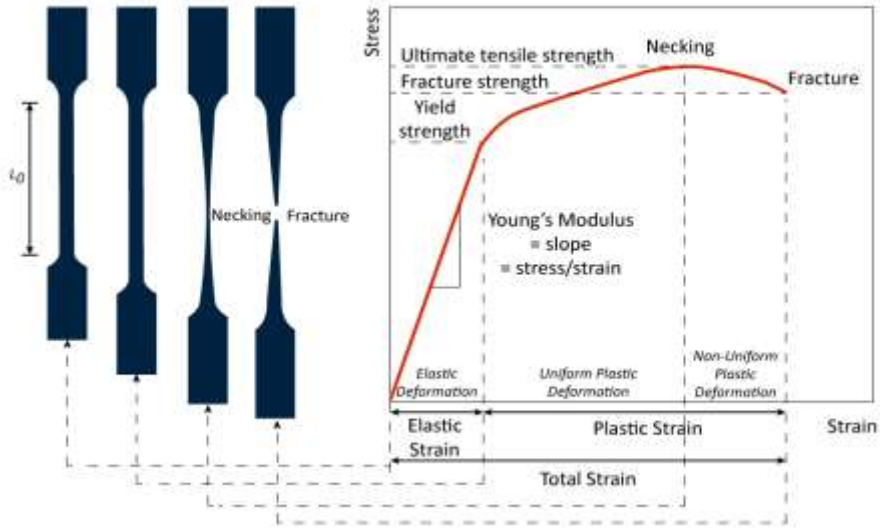
محدودیت ها:

دستگاه PMI نمی تواند مقدار عنصر اکسیژن و در بعضی از مدل ها عنصر نیتروژن را نشان دهد. در خصوص مقدار اکسیژن در فولاد با توجه به مقدار عناصر Si و Al اعلام نظر می شود و در بعضی از مدل های PMI در خصوص فولادهای نیتروژن دار که با نیتروژن آستنیت شده اند مانند فولاد های DUPLEX ۲۲۰۵ و ۲۲۰۷ به دلیل عدم آنالیز مقدار عنصر نیتروژن توسط این دستگاه قضاوت دقیقی نمی توان داشت.

۳-۴-۵ تست کشش Tensile Test

از لوله ارسالی به آزمایشگاه، معمولاً دو نمونه کشش ساخته می شود و تست می گردد و برای هر تست کشش سه پارامتر زیر استحکام نهایی Ultimat Tensile Strength، استحکام تسلیم Yield Strength و افزایش طول نسبی elongation به عنوان نتیجه گزارش می شود.





Measurements

Gauge length

Increased gauge length

- Elongation
- Reduction in area

$$\%EL = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) \times 100$$

$$\%RA = \left(\frac{A_0 - A_f}{A_0} \right) \times 100$$

فرمول محاسبه مقدار افزایش طول نمونه در اثر کشش

❖ در مواردی سازنده لوله در سایزهای زیر ۸ اینچ اقدام به کشش Full-Section Longitudinal Test می کند یعنی لوله را بدون نمونه سازی طولی تحت کشش قرار می دهد.

Testing Full Section Product

- End plugs are used to prevent crushing
 - Allows the testing of full product sections
 - Removes the need to machine specimens from full product, saving time and money



نکته: با در نظر گرفتن عدم قطعیت **Uncertainty**

عدم قطعیت **Uncertainty** پارامتری آزمایشگاهی به معنای انحراف دستگاه است که با توجه به استاندارد آزمایشگاه ISO IEC 17025 در صورتیکه عدم قطعیت از میزان انحراف بیشتر باشد نتیجه آزمون مورد تأیید قرار می گردد. در استاندارد ISO IEC 17025 مقرر شده است، مقدار عدم قطعیت باید محاسبه شود و در صورت تقاضای مشتری به ایشان اعلام گردد.

مثال : استاندارد کمترین تنش نهایی متریال مورد نظر را 855 مگا پاسکال اعلام کرده و در نتیجه تست آزمایشگاه 843 مگاپاسکال ثبت شده است. (عدم قطعیت آزمایشگاه 3% +/- درصد اعلام شده) نتیجه استحکام نهایی تأیید است یا نه؟

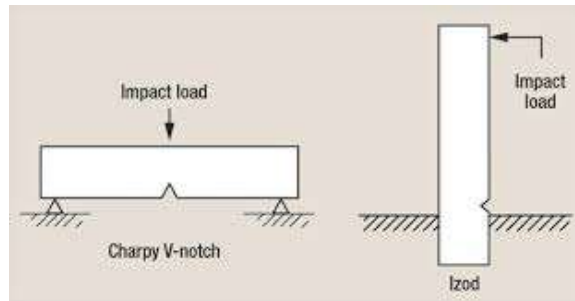
Test Items	واحد اندازه گیری	نتیجه آزمون			نام و نوع آزمون/اثرات مورد آزمون	ردیف
		1st	2nd	3rd		
Diameter	mm	6	-	-	قطر	۱
Original Cross-Sectional Area	mm ²	28.27	-	-	سطح مقطع لوله	۲
Original Gauge Length	mm	30	-	-	طول گیج	۳
Yield Strength	MPa	594	-	-	استحکام تسلیم	۴
Tensile Strength	MPa	843	←		استحکام نهایی	۵
Percentage Elongation after Fracture	%	22	-	-	ازدیاد طول نسبی	۶

بنابراین: مطابق ۳ درصد عدم قطعیت، استحکام نهایی مورد پذیرش می باشد.

تذکر: تنها آزمایشگاه مربوطه صلاحیت دارد، با در نظر گرفتن عدم قطعیت نتایج تست بالا را تأیید کند.

۴-۴-۵ تست ضربه Impact Test

برای تعیین تمایل ماده به داشتن رفتار ترد، انواع مختلف آزمون‌های ضربه کاربرد دارد. این نوع آزمون، تفاوت‌هایی را بین مواد، آشکار می‌کند که در آزمون کشش قابل مشاهده نیستند. برای آزمون ضربه با شیار، دو دسته نمونه استاندارد وجود دارد: (۱) نمونه‌ی شارپی با مقطع مربعی شکل و شیار V شکل ۴۵ درجه و یا U شکل که به صورت افقی قرار می‌گردد. (۲) نمونه ایزود با مقطعی مربع یادایره شکل و شیار جناغی که به صورت عمودی قرار می‌گردد.



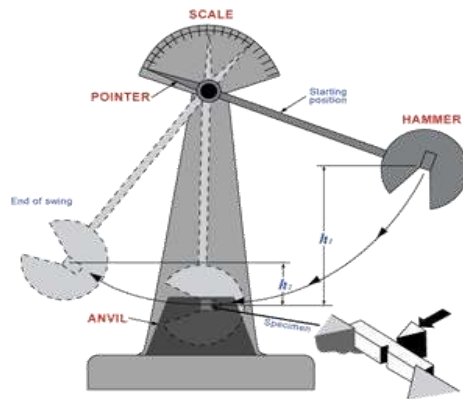
تکنیک شارپی

تکنیک ایزود

در تست ضربه شارپی (**Charpy impact test**) نمونه آزمایش به حالت تیر در یک تکیه‌گاه ساده مستقر می‌شود و ضربه در وسط دهانه تیر درست پشت محل شیار وارد می‌شود. در یک ماشین آزمایش شارپی استاندارد، انرژی آونگ در پایین‌ترین نقطه حرکتش ۳۲۰ ژول است، البته ماشین‌های شارپی کوچکتر هم ساخته می‌شوند. سرعت آونگ ماشین شارپی استاندارد ۳۲۰ ژولی، در پایین‌ترین نقطه حرکتش، به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سرعت برخورد آونگ ماشین ایزود استاندارد است و در حدود ۳/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. نمونه‌های تست شارپی را می‌توان با شیار V شکل یا U شکل تهیه کرد. (دمای انجام تست مطابق استاندارد مترال در نظر گرفته می‌شود)

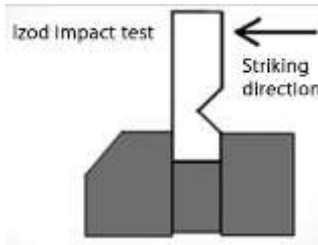


(تست شارپی بیشتر عمومیت دارد)

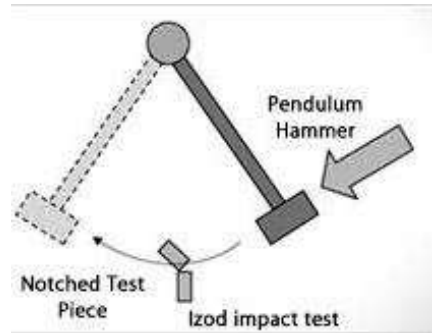


تکنیک تست ضربه شارپی Charpy Impact Test

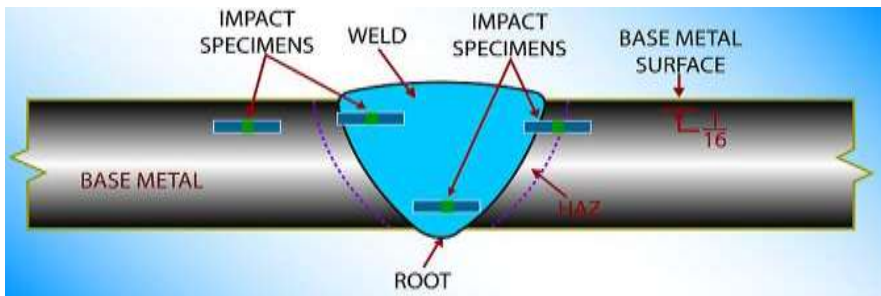
ماشین تست ضربه آیزود (**Izod Impact test**) از یک آونگ سنگین نصب شده در یک قاب محکم تشکیل شده است. آونگی با جرم ۲۷/۲۴ کیلوگرم (۶۰ پوند)، از ارتفاع ۰/۶۱ متری (۲ فوت) شروع به حرکت می کند. سرعت آونگ در پایین ترین نقطه نوسان، حدود ۳/۵ متر در ثانیه است. آونگ در پایین ترین نقطه حرکتش به نمونه آزمایش شیاردار، که محکم در گیره بسته شده است، برخورد می کند. بخشی از ضربه آونگ صرف شکستن نمونه آزمایش می شود. پس از برخورد، بالاترین ارتفاع آونگ یادداشت می شود. مقدار واقعی انرژی مصرف شده در اثر شکست نمونه، توسط شاخص متحرکی که همراه با آونگ در حال حرکت، روی یک صفحه مدرج حرکت می کند و در موقعیت حداکثر آونگ متوقف می شود، قابل خواندن است. نتیجه آزمایش ضربه نمونه شیاردار به صورت انرژی جذب شده در واحد سطح گزارش می شود و متداول ترین واحد آن کیلوژول بر مترمربع (KJ/m^2) است. مساحت مورد محاسبه، مقطع باقیمانده در قسمت شکاف است.



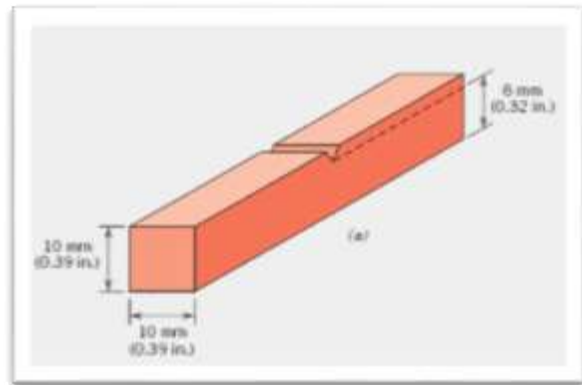
وضعیت نمونه بسته شده در دستگاه تست



تصویر نحوه برخورد چکش به نمونه در تکنیک ایزود



محل هایی که می توان از آن نمونه تست ضربه گرفت

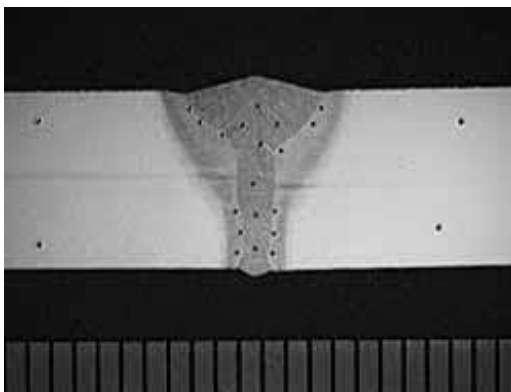


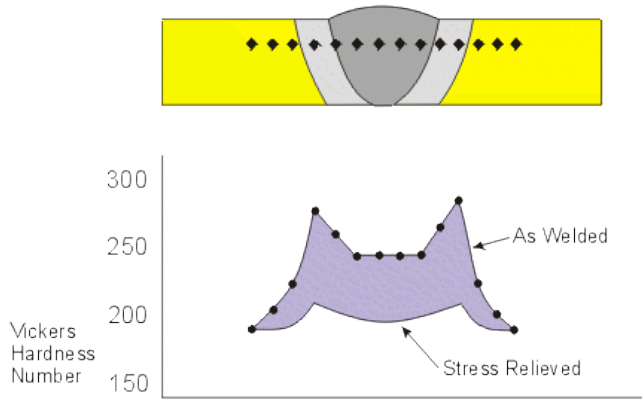
Specimen dimensions acc. to ASTM E 23

۵-۴-۵ تست سختی Hardness Test

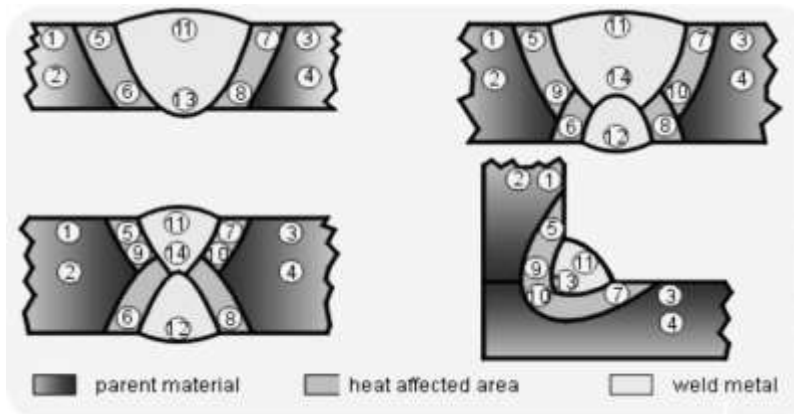
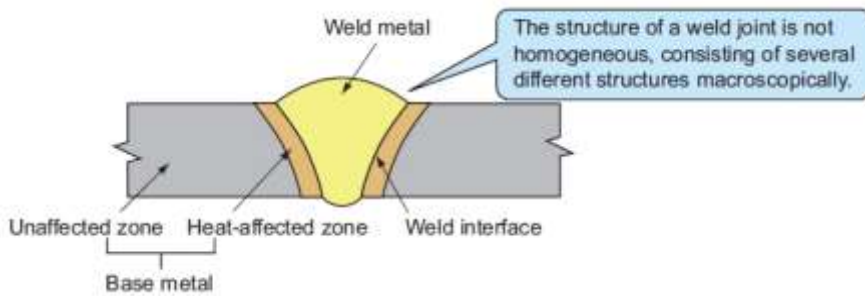
هدف این تست تعیین میزان مقاومت یا سختی فلزات در مقابل نفوذ قطعه سخت تر همانند مخروط یا گلوله سخت یا هرم الماسه است. وسایل انجام تست می تواند شامل دستگاه ویکرز، دستگاه برینل، ساچمه های فولادی برینل، هرم الماسه ویکرز، مخروط الماسه و هرم الماسه راکول، وزنه های اعمال بار، میکروسکوپ، ماژیک، کولیس شود.

تست سختی سنجی ماکرو در صورت درزدار بودن از سه منطقه فلز پایه، فلز جوش و منطقه متاثر از حرارت جوش به عمل آمده و میانگین سه سختی سنجی در هر منطقه اعلام می گردد.





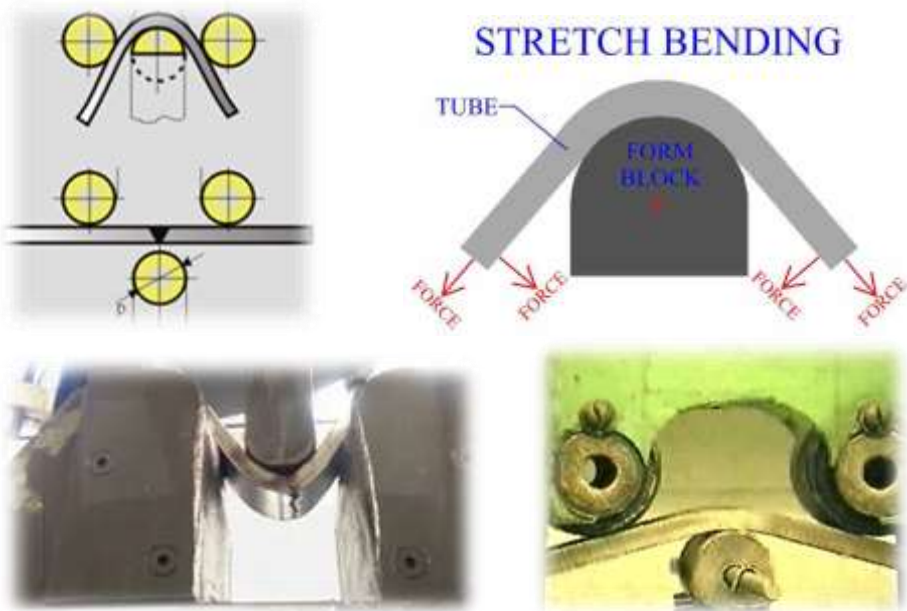
Typical Results From a Linear Hardness Traverse Across a Weld Showing Both As-Welded and Stress Relieved Results



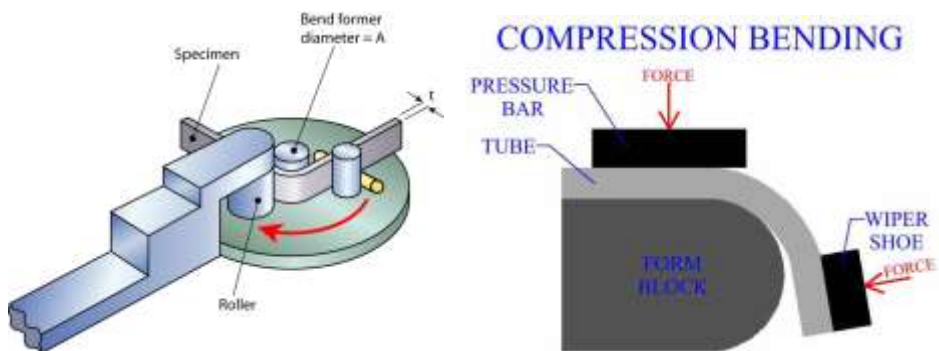
Hardness test on weldments (EN ISO 6507)

۶-۴-۵ تست خمش Bending Test (از درز جوش)

در این تست مقدار ductility جوش و وجود عیب ذوب ناقص lack of fusion بررسی می شود.



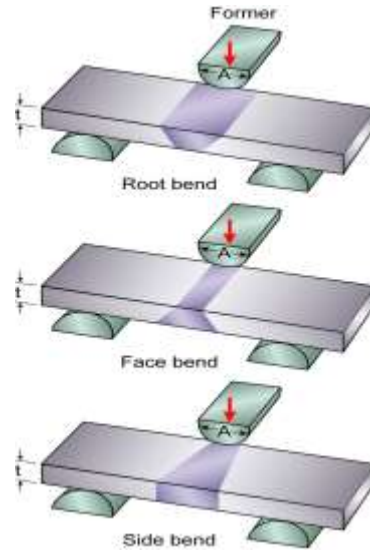
تصاویر خمش سه نقطه ای



تصاویر خمش هدایت شده

در ضخامت های زیر ۱۰ میلیمتر

وقتی ضخامت نمونه بیش از ۱۰ میلیمتر باشد



نمونه بدون جدایش (نتیجه : تأیید)



نمونه با جدایش (نتیجه : مردود)

نکته: در صورتیکه ضخامت لوله زیر ۱۹ میلیمتر باشد سازنده از خمش بصورت Full section مقطع کامل نیز استفاده می کند.

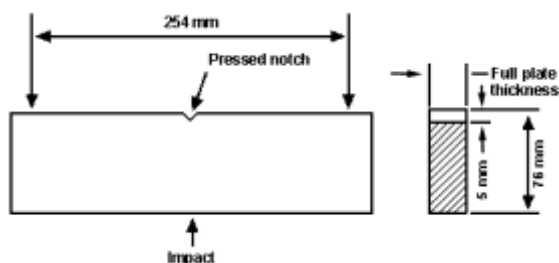


Full section piece for pipe with WT <19 mm

۵-۴-۷ DWTT Drop Weight Tear Test (این تست معمولاً در کارخانه سازنده انجام می شود)

این تست در API RP 5L3 ، ASTM E 280 ، ASTM E436 ، EN 10247 تعریف شده است. این تست جهت جلوگیری از شکست ترد در متریال و جلوگیری از رشد ترک در خطوط لوله (بدون درز و یا جوشی) مورد استفاده قرار می گردد.

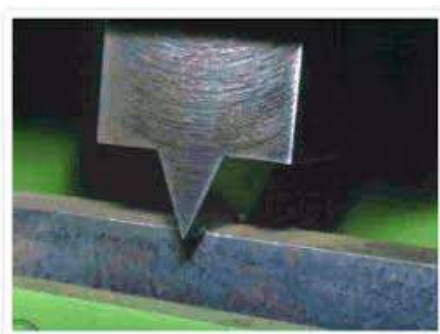
در استاندارد API تست DWTT برای لوله SAW و COW با قطر بیش از ۲۰ اینچ در سطح کیفی PSL2 و برای تعیین دمای تبدیل رفتار نرم به ترد (Nil-ductility transition temperature) NDT تعیین شده است. نمونه تست از ضخامت کامل لوله (تا ۱۹ میلیمتر) به همراه یک اثر زخم فشاری (shallow pressed notch) ساخته می شود و با تکنیک خمش سه نقطه ای زیر فشار قرار می گردد این تست در دماهای متفاوت انجام می گردد و نتایج شکست نمونه ها بررسی می شود و نمودار شکست ترد به نرم نتیجه این آزمون می باشد.



نمونه مورد تست در DWTT مطابق شکل



دستگاه تست DWTT



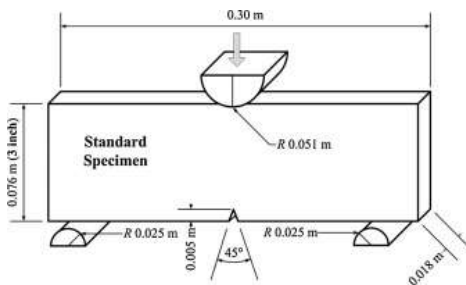
سنبه ایجاد کننده اثر زخم



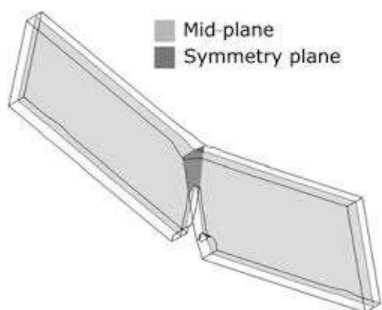
تصویر نمونه با اثر زخم فشاری بر لبه نمونه



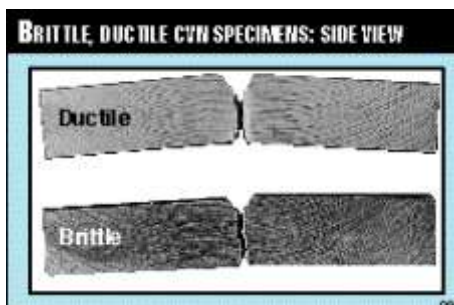
نمونه شکسته شده



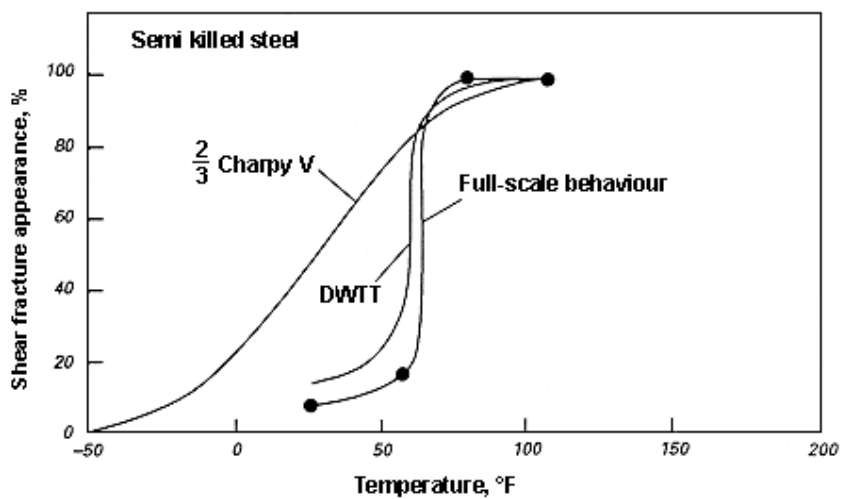
شکل دو نقطه تکیه گاه و نقطه اعمال نیروی از بالا



شکست نمونه



تحلیل نوع شکست از مقطع نمونه های تست شده



نمودار شکست نرم به تدریج حاصل از تست DWTT

۸-۴-۵ آزمون فشار هیدرواستاتیک Hydrostatic Test

در آزمایشگاه اول دو سر لوله در داخل دستگاه آب بندی می شود از یک سمت آب وارد می شود و از سمت دیگر هوای لوله خارج می شود و سپس با فشار پمپ، آب در داخل لوله متراکم شده تا به فشار مورد نظر استاندارد برسد و زمان مشخصی در این فشار باقی می ماند در صورت عدم نشتی و افت فشار لوله به تأیید خواهد رسید.



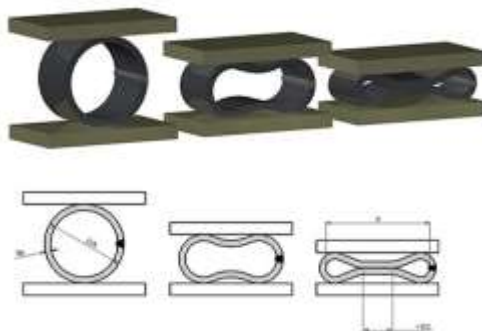
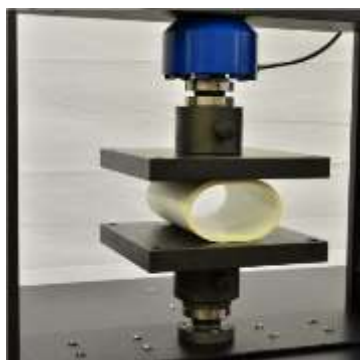
دستگاه هیدروستات لوله (البته دستگاه تصویر بالا در کارخانه های لوله سازی مطابق طول ۱۲ و ۶ متری کاربرد دارد)

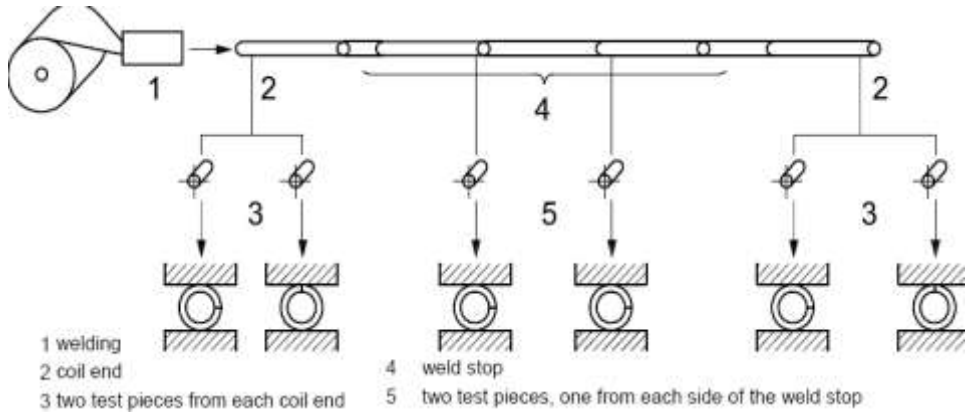
۹-۴-۵ آزمون تخت کردن Flattening Test

تست تخت کردن برای لوله و تیوب دردار و بدون درز انجام می پذیرد و هدف از تست بررسی ظرفیت تغییر شکل پلاستیک نهایی (انعطاف پذیری) و بررسی عدم رویت ترک بعد از فشرده شدن لوله مطابق شرایط استاندارد می باشد.

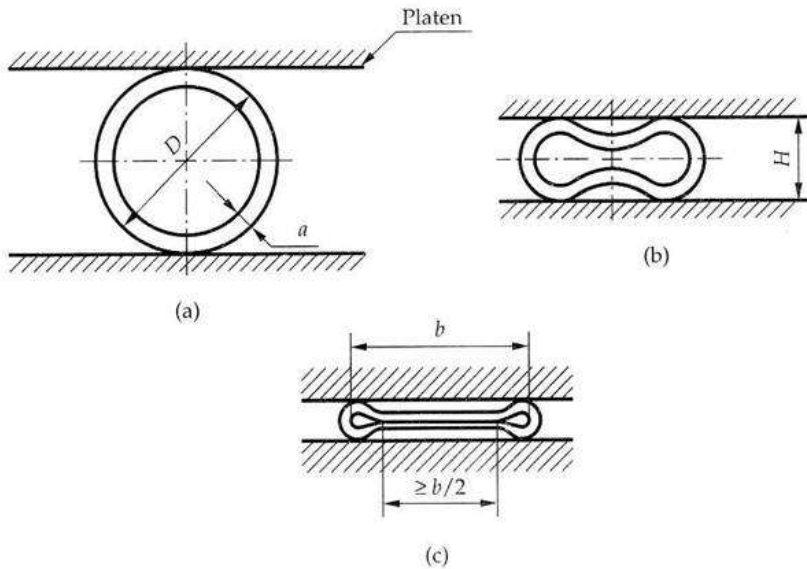
مطابق API 5L-2018 تست تخت کردن باید در استاندارد ISO 8492 or ASTM A370 انجام شود و مقدار انجام تست در خط تولید، الزامات و حد پذیرش عیوب نیز در API 5L-2018 ذکر شده است.

به عنوان نمونه، تست تخت کردن برای ASTM A 106 به استاندارد ASTM A530 و برای ASTM A 312 به استاندارد ASTM A 999 ارجاع داده شده است. (می توان با مراجعه به استاندارد ASTM لوله و تیوب و مطالعه استاندارد از نحوه و مقدار انجام تست تخت کردن آگاه شوید)





نمونه ای از تعداد تست تخت کردن در طول یک کوئل ورق که به لوله تبدیل می شود.



Key:

D = Outside diameter of the tube

a = Wall thickness of the tube

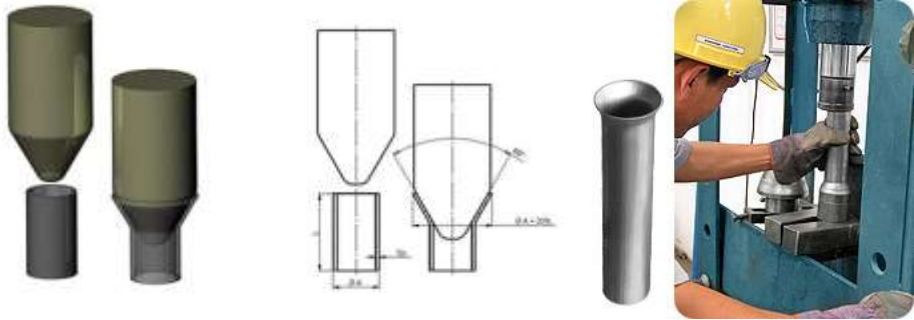
b = Inside width of the flattened test piece

H = Distance between platens measured under load

تست تخت کردن Ring Flattening Test تیوب مطابق ISO 8492 و ASTM A513 است.

Flaring Test ۱۰-۴-۵

در flaring test یک ماندل مخروطی با زاویه ۶۰ درجه داخل انتهای لوله شده و سر لوله را expand گسترش می دهد و در صورت عدم رویت ترک لوله پذیرش می شود. این تست نیز مقدار انعطاف پذیری در محصول را ارزیابی می کند.

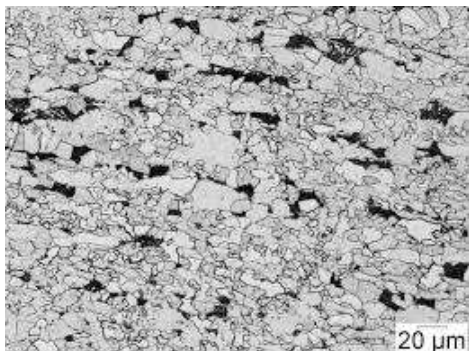


Flange test تست فلنج هم برای ارزیابی انعطاف پذیری محصول (عموماً تیوب ها) بکار می رود. در این تست مقدار افزایش به حدی است که لبه کاملاً برمی گردد و انتهای لوله به شکل فلنج تغییر فرم می دهد.



۵-۴-۱۱ ساختار میکروسکوپی (متالوگرافی)

این تست به جهت بررسی ساختار میکروسکوپی فازی فلز لوله یا تیوب می باشد.



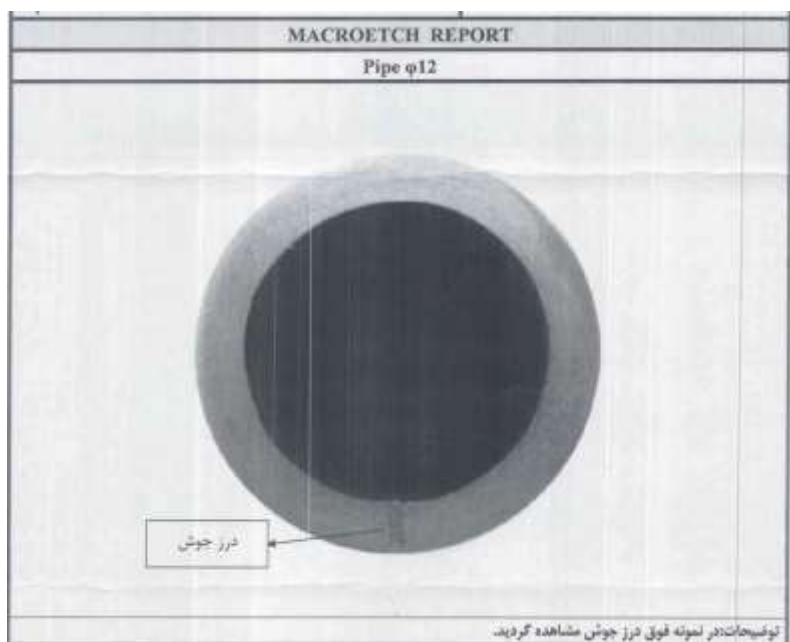
ساختار میکروسکوپی یک لوله فولادی



متالوگرافی از خط لوله (حین سرویس)

۵-۴-۱۲ تست ماکروگرافی جهت بررسی درزدار بودن (Macroetch)

توجه: در لوله های درز مخفی تنها در صورت ماکروگرافی امکان اثبات وجود درز می باشد.



نمونه ای از نتایج تست تعیین گرید برای لوله بدون درز A312 TP 316L (آزمایشگاه رازی)

تطابق با استاندارد

مقایسه نتایج آزمون های انجام شده در جدول زیر ارائه شده است:

<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۱- آزمون آنالیز شیمیایی
<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۲- آزمون کشش
<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۳- آزمون تخت کردن
<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۴- آزمون فشار هیدرواستاتیک
<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۵- ساختار میکروسکوپی
<input type="checkbox"/> مطابقت ندارد	<input checked="" type="checkbox"/> مطابقت دارد	۶- ابعاد

با توجه به نتایج آزمون های انجام شده قطعه فوق با استاندارد 40 Sch 1 1/2" NPS (UNS S31603) TP 316L (ASTM A312-09 مطابقت دارد.

مشخصات تولیدی قطعه:

۱- قطعه فوق	<input type="checkbox"/> درزدار است.	<input checked="" type="checkbox"/> بدون درز است.
-------------	--------------------------------------	---

• نتایج آزمون ها در صفحات بعدی گزارش ارائه شده اند.

آزمون تعیین ترکیب شیمیایی به روش اسپکترومتری نشری

استاندارد مرجع آزمون: ASTM E1086-08
 آماده سازی نمونه: سنگ زنی پولکی و سنگ زنی سنباده زنی سنباده زنی سطحی
 نوع ماده: آهنی غیر آهنی
 دستگاه مورد استفاده: ARL WAS GNR PMI

ترکیب شیمیایی نمونه بر حسب درصد وزنی عناصر به شرح زیر است:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu
0.018	0.32	1.03	0.036	<0.003	16.30	2.11	10.1	Trace	0.12	0.23
Nb	Ti	V	W	Fe						
0.028	Trace	0.078	0.03	Base						

با توجه به ترکیب شیمیایی، آلیاژ مورد استفاده در تولید قطعه با استاندارد آمریکایی (ASTM A312-09 TP 316L (UNS S31603) با ترکیب شیمیایی زیر مطابقت دارد.

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo
Min	*	*	*	*	*	10.0	16.0	2.0
Max	0.035	2.0	1.0	0.045	0.03	14.0	18.0	3.0

استاندارد مرجع آزمون: ASTM A312 (2009) NPS 1 1/2" Sch 40

تعیین وزن:

وزن در واحد طول (Kg/m)	4.03
حدود مجاز استاندارد (Kg/m)	3.91-4.45

کنترل ابعادی:

موقعیت	انحراف از میانگین + اندازه mm	حدود مجاز استاندارد mm
قطر خارجی	48.40+0.20/-0.20	47.9-49.1
ضخامت	3.75+0.15/-0.15	≥3.22

آزمون کشش در دمای محیط

استاندارد مرجع آزمون: ASTM A370 (2011)

استاندارد محصول:

نوع ماده: آهنی

نوع نمونه آزمایش: تخت

ردیف	ضخامت * عرض A*b (mm*mm)	سطح مقطع S ₀ (mm ²)	استحکام Proof 0.2% Offset R _{p0.2} MPa	استحکام نهایی R _m MPa	ازدهاد طول نسبی % A _{50a}
۱	12.54*3.90	48.90	313	624	44.0
۲	12.54*3.84	48.15	302	614	43.5
عدم تطبیق E _u +/- %					
حدود مجاز استاندارد					
			Min 170	Min 485	Min 35

آزمایش تخت کردن:

استاندارد مرجع: ASTM A312

نتیجه آزمایش انجام شده بر روی نمونه ارسالی به شرح زیر است:

نماد آزمایش	سرعت انجام آزمون (mm/min)	فاصله دو فک موازی (mm)	ملاحظات
۱	10	H=24.7	در تخت کردن تا ارتفاع H=24.7mm هیچگونه عیبی مشاهده نشد
۲	10	کاملاً تخت	هیچگونه عیبی مشاهده نشد

آزمون فشار هیدروستاتیک

استاندارد روش آزمون: ASTM A312 (2010)

استاندارد محصول: -
 نوع ماده: آهنی
 نوع سازه: روغن هیدرولیک

نتیجه آزمایش

- نتیجه آزمون به شرح جدول زیر می باشد.

ردیف	فشار اسمی لوله T_{max} (mm)	ضخامت اسمی لوله t (8)	زمان آزمون t (8)	فشار اسمی P (MPa)	فشار استاندارد P (MPa)	نتیجه آزمون
1	48.3	3.68	60	7	7	هیچگونه نشی و یا ترک در نمونه مشاهده نگردید.

ساختار میکروسکوپی

استانداردهای مرجع:

آباده سازی نمونه های فلزکاری (ASTM E3-01)، میکرو اچ فلزات (ASTM E 407-99)، تصاویر میکروسکپ نوری (ASTM E 883-02)

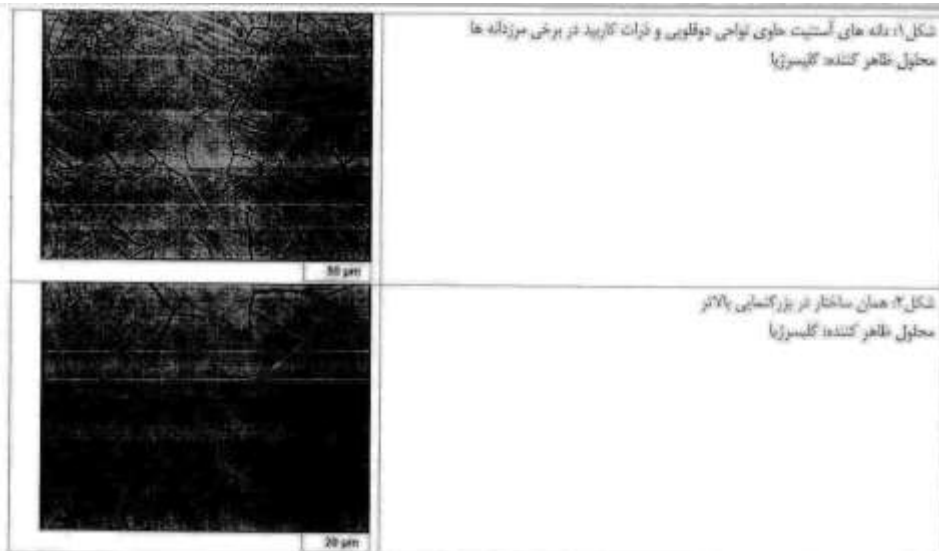
مقطع مورد بررسی: (مقطع کامل عرضی)

ساختار میکروسکوپی بعد از اچ

ساختار میکروسکوپی تانه های استیت حاوی نواحی دولیتی و ذرات کاربید در برخی مرز تانه ها

سایر موارد نمونه فوق بدون بدلون دوز می باشد.

تصاویر میکروسکوپی در شکل های ۱ الی ۳ مشاهده می گردد.



یک نمونه نتایج تست تعیین گرید لوله درزدار API 5L(2013)PSL2 GRADE X52M SAW

تطابق با استاندارد

مقایسه نتایج آزمون های انجام شده در جدول زیر ارائه شده است:

1. آزمون آتیز شیمیایی	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □
2. آزمون کشش	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □
3. آزمون سربه	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □
4. آزمون سختی سطحی ماکرو	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □
5. آزمون کشش	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □
6. ساختار میکروشناختی	مطابقت دارد ■	مطابقت ندارد □

بر مبنای آزمون های انجام شده نمونه فوق از نظر آزمونهای انجام شده با استاندارد API 5L (2013) PSL2 Grade X52M مطابقت دارد. پایین دقیق استاندارد منوطا به انجام آزمون های تکمیلی می باشد. نمونه فوق درزدار می باشد.

نام قطعه یا نمونه : لوله

شماره مرجع مشتری:

نمونه برداری توسط مشتری انجام شده است.

نمونه گیری توسط مشتری انجام گرفته است.



نام قطعه یا نمونه : لوله

شماره مرجع مشتری:

آزمایش انجام شده در مطبوعه دامنه گریه‌بانه استاندارد ISO/IEC 17025 اثر دارد.

شرایط محیطی آزمایشگاه : 25°C رطوبت : 70٪ پوسته

نمونه گیری توسط مشتری انجام گرفته است.

مرجع مرجع
تاریخ تایید
تاریخ انجام
صفحه:

آزمون تعیین ترکیب شیمیایی به روش اسپکترومتری نشری

استاندارد مرجع آزمون : ASTM E1010-08 □ ASTM E 1086-14 □ ASTM E 415-14
نوع استاندارد : آهنی □ غیر آهنی □

روشگاه مورد استفاده : ARL □ WAS □ PWI □ OXFORD □
آماده سازی نمونه : آماده زنی □ آماده زنی و مطبوعه زنی □ آماده زنی سطحی □

ترکیب شیمیایی نمونه بر حسب درصد وزنی عناصر به شرح زیر است:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu
0.16	0.45	1.40	0.02	0.01	0.07	0.02	0.08	0.012	0.01	0.08
Nb	Ti	V	W	Sn	B	As	Fe	CE _{tot}		
< 0.005	0.02	< 0.005	< 0.02	0.01	*	< 0.002	Base	0.26		

با توجه به ترکیب شیمیایی ، آلیاژ مورد استفاده در تولید قطعه با استاندارد آمریکایی API 5L (2013) PSL2 Grade X52M با ترکیب شیمیایی زیر مطابقت دارد:

	C	Si	Mn	P	S	Nb+V+Ti	Cu	Ni	Cr	Mo	CE _{tot}
Min	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Max	0.22	0.45	1.40	0.025	0.015	0.15	0.50	0.30	0.30	0.15	0.43

آزمون کشش در دمای محیط

استاندارد مرجع آزمون: API 5L (2013)

استاندارد محصول:

نوع ماده آنتی

نوع نمونه آزمایشی: تخت

محل و موقعیت نمونه برداری: عرضی- نمونه شماره 1 از جوش و شماره 2 از قار پایه

ردیف	ضخات عرضی A*b (mm*mm)	سطح منقطع S ₀ (mm ²)	استحکام تسلیم Mpa	استحکام نهایی R _m MPa	ازدیاد طول نسبی % A _{50.8}	توضیحات
1	38.11*6.30	240.09	384	615	—	BM
2	38.12*7.20	274.46	412	508	24	خارج از گنج شکست
عدم قطعیت ±3% U ₉₅						
حدود مجاز استاندارد برای ردیف 1		Min 460				
حدود مجاز استاندارد برای ردیف 2		Min 24				

آزمون خمشی

استاندارد مرجع آزمون: API 5L (2013)

نوع آزمون: Free Bend Test Semi Guided A B C Guided Bend Test مقطع نمونه: مقطع کامل ضخامت کامل ضخامت ماشینکاری شدهنوع مقطع فلز: تخت گرد چهار گوش لوله مقاطع تو خالی W=... W=20mm W=38mm W/T=8/1 W/T=2/1 W ≤ 18mm

ردیف	موقعیت یا محل نمونه برداری	ضخات (mm)	قطر ماتندزل (mm)	زاویه خمشی درجه	نتیجه آزمون
1	Face	7.5	38	180	هیچگونه عیب مشاهده نشد
2	Root	7.5	38	180	هیچگونه عیب مشاهده نشد

توضیح: از آنجائیکه آزمون بصورت کیفی است عدم قطعیت گزارش نمی شود.

آزمون ضربه

استاندارد مرجع آزمون: ASTM E23-2012

نوع آزمون: Izod Test Charpy Impact Test نوع نمونه: Z Y X D C B A نوع مقطع فلز: تخت گرد چهار گوش لوله ضخامت ماشینکاری شده ضخامت کاملدمای آزمون: دمای صفر (+ °C) (- °C)

موقعیت نمونه برداری: عرضی

ردیف	ابعاد نمونه (mm)	انرژی ضربه J	میانگین J	نتیجه
1	55*5*10	24	24	جدا شد
2	55*5*10	24		جدا شد
3	55*5*10	24		جدا شد
حدود مجاز استاندارد		Min 8	Min 11	

آزمایش سختی سختی وینکلی:

استاندارد مرجع: (ASTM E 384(2011) (ISO 6507-1(2005) منی (1387) 7810-1

فرورونده: هرم الماسه

نیروی اعمالی (Kgf): HV 10

زمان اعمال نیرو: 10-15 ثانیه

با توجه به آزمایش انجام شده نتایج حاصلی بشرح زیر است:

ردیف	موقعیت سختی سنجی	عدد سختی (HV)				معمار یا فروش	توضیحات
		نقطه 1	نقطه 2	نقطه 3	میانگین		
1	BM	161	160	159	160	Max 275	---
2	HAZ	154	153	151	153	Max 250	---
3	WM	171	170	170	170	Max 250	---

ساختار میکروسکوپی:

استانداردهای مرجع:

آمانه سازی نمونه های متالوگراف (ASTM E3-01)، میکرو ایچ فلزات (ASTM E 407-99)، تصاویر میکروسکپی نوری (ASTM E 883-11)

مقطع مورد بررسی:

ساختار میکروسکوپی بعد از آبیج

ساختار میکروسکوپی در فلز پایه: دانه های فریت به همراه نواحی پرلیت

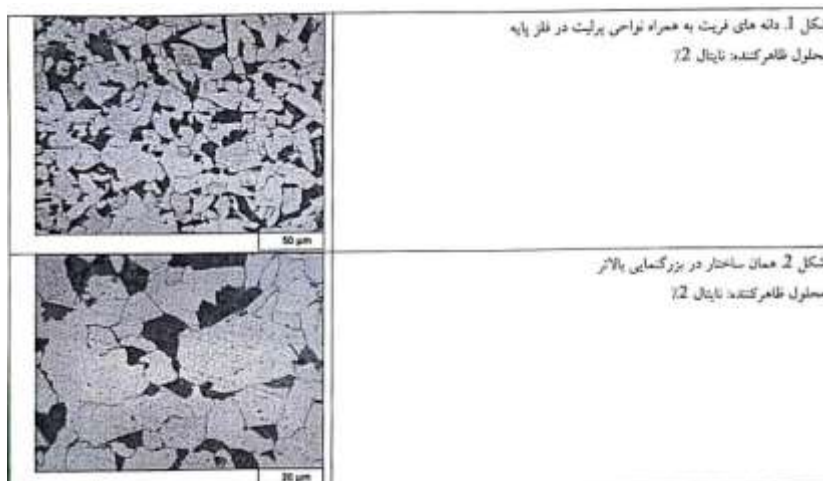
ساختار میکروسکوپی در ناحیه HAZ نزدیک به فلز پایه: ساختار ریزدانه شامل دانه های فریت به همراه نواحی کوچک پرلیت

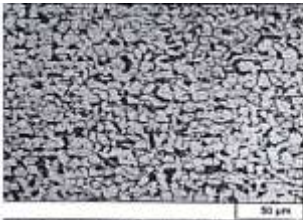
ساختار میکروسکوپی در ناحیه HAZ نزدیک به جوش: ساختار درشت دانه شامل بینایت، فریت و پدمنتاتین و فریت سوزنی به همراه نواحی کوچک پرلیت

ساختار میکروسکوپی در ناحیه جوش: فریت سوزنی و ستونی به همراه مقادیر کم پرلیت و ذرات ریز مسامیت

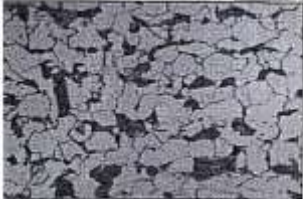
سایر موارد: ---

تصاویر میکروسکوپی در شکلهای 1 و 8 مشاهده میگردد.





شکل 3. ساختار ریزدانه شامل دانه های فریت به همراه نواحی کوچک پرلیت در ناحیه HAZ نزدیک به فلز پایه
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2



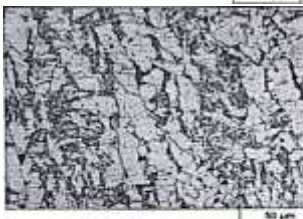
شکل 4. همان ساختار در بزرگنمایی بالاتر
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2



شکل 5. ساختار درشت دانه شامل بینایت، فریت و پدمنتشان و فریت سوزنی به همراه نواحی کوچک پرلیت در ناحیه HAZ نزدیک به جوش
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2



شکل 6. همان ساختار در بزرگنمایی بالاتر
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2




شکل 7. فریت سوزنی و ستونی به همراه مقادیر کم پرلیت و ذرات ریز سمانیت در ناحیه جوش
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2



شکل 8. همان ساختار در بزرگنمایی بالاتر
محلول ظاهر کننده: نایتال ٪2

نمونه گواهینامه تیوب با برند OSAKA STEEL KOREA (کیفیت اکثر گواهینامه های ارائه شده در همین حد می باشد) و مقایسه نتایج تست آنالیز شیمیایی با گواهینامه و استاندارد مرجع ASTM A179



osakasteel

www.osakasteel.com
Ase 9-212JungAng Steel and Iron Co., Ltd.
Araoka 308 SeilHyung 2Dong Kwangju-Ku
South KOREA
Tel : +82-2-804-5101
Fax : +82-2-804-5104

Inspection Certificate
EN 10204 B1

Customer: **Petra Surya Co.**
Order No.: 150881
Specification: **Saunders O&S 8700**
Specified Standard: **ASTM A179**
Steel Grade: **A179**
Delivery Date: 15-Aug-2012
Program No.: 185

Packing List No.: 81110
Inspection Certificate No.: 11794
Total Weight (kg): According to packing list
Total Length (m): According to packing list
Page: 1/1

Item No.	Hard No.	Quota Diameter		VMS Thickness		Length	Tolerance
		(Nominal) 3.2	(Tolerance) 0.1	(+/-) 0.1	(+/-) 0.1		
1	070000317	31.8		2.8		4978	

Item No.	Hard No.	Element (% wt)	Chemical Composition			
			C	Mn	S	P
1	070000317	0.26(0.14)	0.27(0.05)	max.0.035	max.0.028	
		0.100	0.440	0.003	0.009	

Item No.	Hard No.	Mechanical & Destructive Testing		V.S. (Nbr)	T.S. (Nbr)	Temp. (Nbr)
		Impact (J/kg)	Flaming Test			
1	070000317	max. 17.45	max. 17.45	max. 3172	max. -	max. -
		max. 82	[Satisfactory]	[Satisfactory]	max. 233	max. 30

Item No.	Hard No.	Non-destructive Testing		Eddy Current (Ed)	Hard
		Eddy Current Test	Edy Current Test Frequency (KHz)		
1	070000317	100% Covered	15	Ed	OK

Item No.	Hard No.	Heat Treatment & Final Inspection		Final Inspection
		Heat Treatment Temperature (°C)	Final Inspection	
		max. 700	[Satisfactory]	OK

Visual inspection and dimensions of external appearance
The item conforms to the specified standard.
We certify that the product conforms exactly with the specification order.

QC Unit: _____
Signature: _____
Date: _____

QC Inspector and Manager: _____
Signature: _____
Date: _____

Inspector: _____
Signature: _____
Date: _____

Customer: Petra Surya Co.
FR-4310 Rev. 4 12-Jan-2018

نتایج تست آنالیز شیمیایی مندرج در گواهینامه

Element, (% wt)		Chemical Composition			
Standard Range		C	Mn	S	P
		0.06-0.18	0.27-0.63	max.0.035	max.0.035
Heat No.	012030638 T	0.100	0.440	0.002	0.009

نتایج تست آنالیز شیمیایی آزمایشگاه (با در نظر گرفتن تفاوت جزئی با گواهینامه مطابقت دارد)

آزمون تعیین ترکیب شیمیایی به روش اسپکترومتری نوری

PMI GNR WAS ABL نوع ماده: آهنی غیر آهنی
 استاندارد مرجع آزمون: ASTM E415-08 استاندارد ملی سطحی: استاندارد ملی سطحی مشابه زانی مشابه زانی
 آماده سازی نمونه: استاندارد ملی سطحی استاندارد ملی سطحی

ترکیب شیمیایی نمونه بر حسب درصد وزنی عناصر به شرح زیر است:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	W
0.10	0.21	0.45	0.009	0.003	0.02	0.02	0.01	0.03	None	None
Ti	Co	Al	Sn	Pb	As	Sb	Zr	Nb	Fe	
0.002	Trace	0.004	0.003	None	Trace	Trace	None	None	Base	

رجوع به استاندارد مرجع تیوب ASTM A179



Designation: A 179/A 179M – 90a (Reapproved 2005)

Standard Specification for Seamless Cold-Drawn Low-Carbon Steel Heat-Exchanger and Condenser Tubes¹

8. Chemical Composition

8.1 The steel shall conform to the following requirements as to chemical composition:

Carbon, %	0.06–0.18
Manganese, %	0.27–0.63
Phosphorus, max, %	0.035
Sulfur, max, %	0.035

8.2 Supplying an alloy grade that specifically requires the addition of any element other than those listed in 8.1 is not permitted.



تصویر محموله تحویل شده با بازرسی (با توجه به مارکینگ و بسته بندی و مطابقت نتایج تست آنالیز شیمیایی محموله تأیید شد)

فصل ششم

بازرسی از خط تولید (لوله سازی)



۱-۶ ایستگاه های تولید Pipe-ERW

۱. انبار سازنده:

بازرسی از رول های ورق خریداری شده برای پروژه
۲. دستگاه باز کننده رول:

در ابتدای خط تولید دستگاهی رول های ورق را باز کرده و به داخل خط هدایت می کند.
۳. ایستگاه جوش لب به لب:

جوشکاری ورق های (رول های ورودی) ورودی خط به دنبال هم
۴. بخش آرایش ورق:

در این مرحله دستگاه برشی ورق ورودی را از نظر عرض مطابق محیط لوله مورد نظر تولید ساینده می کند.
۵. بخش ذخیره ورق:

در این بخش ورق ورودی در یک سیستم به صورت رفت و برگشتی انباشته می شود تا در تولید، زمانیکه ورودی رول جدید به دلیل جوشکاری لب به لب متوقف است (در اول خط رول بعدی در حال جوش است) خط تولید متوقف نشده و با جابجایی کالسکه های رفت و برگشتی ورق ذخیره به سیستم تولید مداوم وارد شود.
۶. بخش قفسه های نورد:

در این بخش قفسه های نورد مرحله به مرحله ورق تخت را به شکل دایره فرم می دهند.
۷. بخش جوشکاری: (جوش ERW)

در این مرحله دستگاه جوش بوسیله عبور جریان الکتریکی بین دو لبه ورق (شکل دایره) و اعمال هم زمان فشار، جوش طولی لوله را اجرا می کند.
۸. بخش تراشکاری:

در این بخش بیرون زدگی سطوح جوش از بیرون و داخل لوله با تیغچه برش حذف می گردد.
۹. بخش تست غیر مخرب:

در این بخش یک سیستم بررسی های غیر مخرب به صورت مداوم جوشکاری را مانیتور می کند و در صورت ثبت عیب روی لوله دستگاه لکه ای رنگ روی همان نقطه از لوله می پاشد.

۱۰. بخش عملیات حرارتی:

در این بخش عملیات مورد نظر مطابق استاندارد مانند Normalize به صورت القایی انجام می شود.

۱۱. بخش برش:

در این بخش لوله مطابق تیرانس طولی ۶ یا ۱۲ متر برش می شود (البته بخشهای معیوب حذف می شود) در این بخش از مترآژ لوله عبوری از دستگاه برش هایی جهت تست Flattening و مابقی تست های آزمایشگاهی ارسال می گردد.

۱۲. بخش مارکینگ:

در این بخش به وسیله رنگ پاش لیزری (مارکینگ سوزنی) روی لوله مشخصات مطابق استاندارد اجرا می شود.

۱۳. بخش اصلاح شکل:

در دو انتهای لوله به وسیله ورود فیکسچر و فشار هیدرولیک و تکنیکهای دیگر شکل دایره ای لوله تا رسیدن به حدود تیرانس اصلاح می شود.

۱۴. هیدرواستاتیک تست:

هیدرو استاتیک تست در فشار و زمان مشخص (مطابق استاندارد) برای تک تک لوله ها انجام می شود.

۱۵. بخش آزمون غیر مخرب نهایی:

بعد از تأیید نهایی لوله ها در هیدروتست بر روی تک تک لوله ها تست غیر مخرب (E.D) تست جریان گردابی یا U.T (تست التراسونیک) انجام می شود.

۱۶. مارکینگ نهایی:

در مارکینگ API در داخل لوله فشار هیدرواستاتیک درج می شود.
به خواست کارفرما داخل لوله شماره پروژه درج می شود.
در مواردی تأیید نهایی کنترل کیفیت در بخشی از لوله درج می شود. (گاهی هم علامت مردودی)

۱۷. بسته بندی:

لوله ها ی تولیدی با سایز بزرگ عموماً به صورت loose ارائه می شوند.
لوله های سایز کوچک معمولاً به صورت بانديل ارائه می شوند.

۲-۶ بازرسی از انبار سازنده

در این بازرسی مدارک شامل گواهینامه های رول ورق خریداری شده با نتایج تست رول ها توسط سازنده لوله مطابقت داده می شود. در صورت مطابقت نتایج استفاده از ورق ها مجاز خواهد بود.



انبارش رول ورق ها در ابتدای خط (ایستگاه رول باز کن)

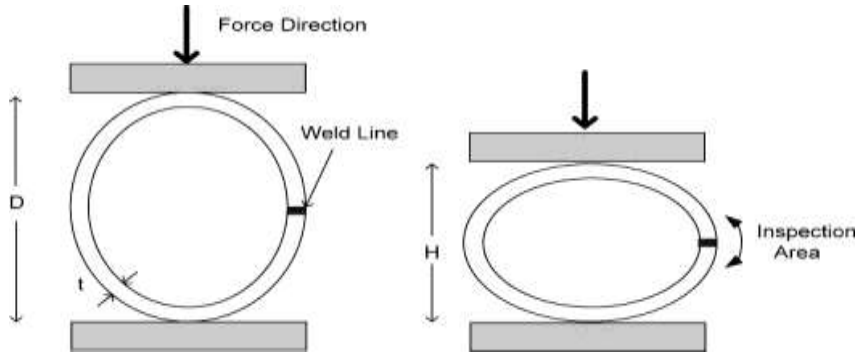


نمونه ای از ورق رول خریداری شده به سفارش سازنده از فولاد مبارکه

دقت شود متریکال ورق با لوله API 5L GR.B با الزامات سطح کیفی تولید PSL2 سفارش داده شده است.

۳-۶ بازرسی از ایستگاه تست تخت کردن Flattening Test

مطابق استاندارد مقدار تخت کردن H درصدی از قطر لوله outside diameter می باشد.



در تست تخت کردن لوله های PIPE – ERW در هر نمونه گیری از خط دو برش از لوله تهیه شده و مطابق تصاویر زیر تست می شوند. پیکان های سفید محل درز جوش ERW را نسبت به دو کفه دستگاه تست نشان می دهند.



برای بررسی اندازه مورد پذیرش عیوب می بایست مطابق استاندارد مرجع ساخت لوله به جدول حد پذیرش تست تخت کردن رجوع شود. به عنوان مثال در استاندارد API 5L 2018 به بند 9.6 Flattening Test رجوع شود.

۴-۶ بازرسی از ایستگاه هیدرواستاتیک

در بازرسی از ایستگاه هیدرواستاتیک بعد از بررسی اسناد کالیبراسیون دستگاه تست و اطمینان از معتبر بودن تاریخ کالیبراسیون تجهیزات خصوصاً گیج های فشار، با در دست داشتن استاندارد ساخت لوله مقدار فشار و زمان تست را مورد بازرسی قرار دهید.

مطابق API 5L 2018 در این تست نبایست هیچگونه نشتی از درز جوش ERW و بدنه لوله وجود داشته باشد. با مراجعه به بند 10.2.6 Hydrostatic Test می توانید فشار و زمان انجام تست را برای انواع لوله مشخص کنید.



اتاق تست هیدرواستاتیک - تمامی مراحل قرارگیری لوله در دستگاه و انجام تست از داخل اتاق هدایت می شود. گراف فشار و زمان روی نمایشگر دیده می شود و در صورت نشتی روی نمایشگر مردود شدن تست رویت می گردد.

۵-۶ بازرسی از ایستگاه های تست غیر مخرب

در بازرسی از خط تولید لوله، در طول خط چند ایستگاه تست غیر مخرب وجود دارد که به صورت مداوم درز جوش را تست می کند ولی با توجه به اینکه اکثر تست ها طی فرآیند تولید بوده بررسی و ثبت نتایج آنها هدف بازرسی نمی باشد چون موارد معیوب توسط سازنده از محموله حذف می شود و تنها تست نهایی انتهای خط تولید برای بازرسی اهمیت دارد چون مدرکی بر سلامت نهایی محصول است.

متناسب با ضخامت لوله تولید شده در انتهای خط یکی از دو تست التراسونیک Ultrasonic Test یا جریان گردابی Eddy Current روی محصول نهایی انجام می شود. که در این مرحله بازرسی می تواند جهت اطمینان از صحیح انجام شدن تست غیر مخرب تقاضای مدارک کالیبراسیون دستگاه را نماید.

البته در صورتیکه بازرسی قبل از تست اولین لوله حضور داشته باشد می تواند تقاضا کند تا نمونه کالیبراسیون (نمونه PQR) یا به عبارتی نمونه شاهد که دارای عیوب ساختگی می باشد از داخل دستگاه عبور داده شود و از دقت تست غیر مخرب اطمینان حاصل کند. در بخش انبارش محصول امکان دارد مجدد به صورت پرتابل تست التراسونیک از انتهای لوله ها به عمل آید جهت کنترل بیشتر از وضعیت تست های غیر مخرب خط تولید.

به دلیل مبحث رازداری بازرسی در این خصوص تصویری ارائه نمی شود.

۶-۶ بازرسی از آزمایشگاه شرکت سازنده و نمونه برداری از محصول نهایی

در بازرسی از آزمایشگاه در صورت وجود می توان مدرک ISO 17025 و همچنین مدارک کالیبراسیون تجهیزات آزمایشگاه بازبینی شود.

در بازرسی از خط تولید این امکان وجود دارد که نمونه هایی از لوله ها تهیه و جهت تست در حضور بازرسی به آزمایشگاه کارخانه ارسال شود و همچنین این امکان وجود دارد تا از محصول نهایی توسط بازرسی (مطابق درخواست کارفرما) تعدادی لوله جهت تست به صورت تصادفی Randomly انتخاب و در حضور بازرسی تست شده و نتایج با استاندارد مطابقت داده شود. (تعداد و نوع تست ها به اعلام کارفرما در این خصوص بستگی دارد)

۶-۷ نمونه ای از گزارش های بازرسی از تست های لوله (آزمایشگاه سازنده)

لوله سایز ۱۲ اینچ با ضخامت ۰٫۲۵ اینچ ERW PIPE

مطابق استاندارد PSL2 API 5L GR.B و منطبق با استاندارد IGS-M-PL-001-2(0)

بازبینی مدارک و تست در حضور (مطابقت با استاندارد API 5L و IGS-M-PL-001-2(0))

❖ تست های مکانیکی:

- تست کشش در حضور بازرسی از دو نمونه فلز پایه و جوش به عمل آمد و نتایج با استاندارد لوله مطابقت داشته و مورد تأیید بازرسی می باشد.
- نتایج تست های مکانیکی که توسط آزمایشگاه سازنده از نمونه ها به عمل آمده است به صورت Test Report به بازرسی ارائه شد.
- (در استاندارد IGS-M-PL-001-2(0)). تنش تسلیم بین ۲۴۵ مگاپاسکال تا ۳۹۳ مگا پاسکال و تنش شکست بین ۴۱۵ مگاپاسکال تا ۷۶۰ مگا پاسکال می باشد.
- تست Flattening بر روی ۴ نمونه که سازنده (به انتخاب بازرسی) از خط تولید این محموله برش کرده بود انجام شد و هیچگونه ترک و عیبی مشاهده نشد و نتایج تست مورد تأیید بازرسی می باشد.



دستگاه تست کشش

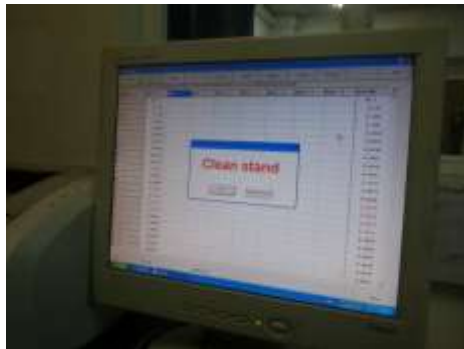
❖ تست ضربه:

- دو نمونه از فلز پایه و جوش مورد تست ضربه در دمای منفی ۱۰ درجه سانتیگراد (بعد از خروج از یخچال با دمای مورد نظر) قرار گرفت و نتایج تست در حضور مورد تأیید بازرسی می باشد.



❖ آنالیز شیمیایی:

- گواهینامه های متریک اولیه ورق ها که به سفارش ویژه سازنده از فولاد مبارکه تهیه شده به بازرسی ارائه شد و مورد پذیرش بازرسی قرار گرفت.
- تست های آنالیز شیمیایی از لوله گرفته شد و با آنالیز شیمیایی ذکر شده در **IGS-M-PL-001-2(0)** مطابقت دارد.
- *PCE* کربن معادل نیز محاسبه شده و در هر لوله کمتر از ۰/۲۱ است.



❖ **متالوگرافی:** نتایج متالوگرافی به صورت یک CD اطلاعات به بازرسی ارائه خواهد گردید. سه نمونه تست در حضور انجام شد و نتایج مورد پذیرش بازرسی می باشد و ساختار فریتی رویت گردید.



❖ سختی Hardness:

تمامی سختی ها زیر ۱۷۰ HV10 می باشد. (تست در حضور انجام شده است و نتایج آن ضمیمه گزارش می باشد)



❖ نتایج هیدروتست و نتایج تست های غیر مخرب:

نتایج هیدروتست و تست های غیر مخرب به بازرسی ارائه شد و مارکینگ (انجام تست و فشار تست) روی لوله اجرا شده است.

۸-۶ بررسی مطابقت استاندارد تولید محصول با استاندارد درخواست بازرسی

بازرس می بایست مندرجات سفارش کارفرما (مشخصات لوله و استاندارد اعلامی) را با استاندارد تولید سازنده مطابقت داده و در صورت وجود مغایرت موارد را در گزارش اعلام کند.

نمونه تجربه ۱:

سفارش خرید

لوله سایز ۸ اینچ با OD: 219.1 mm و ضخامت 4.77 mm 0.188 Inch PIPE- ERW Beveled End /

و گرید PSL2 با استاندارد ملی (IGS-M-PL-001-2(0)

مبحث تست ضربه : مغایرت استاندارد (IGS-M-PL-001-2(0) با استاندارد API 5L

در استاندارد (IGS-M-PL-001-2(0) برای لوله با ضخامت دیواره 0.188 اینچ تست ضربه در نظر گرفته شده است.

در دمای منفی ۱۰ درجه سانتیگراد

9.8 CVN impact test for PSL2 pipe

9.8.2.1 (Mod.)

The minimum absorbed energy for pipe body, full size (10mm×10mm) specimen taken transverse to the pipe axis, is given in table 8. The test temperature shall be lower than or equal to that specified in the table below:

Nominal Wall Thickness ,t mm(in)	Test Temperature (°C)
$t \leq 16$ (0.630)	T_{min}
$16(0.630) < t \leq 25$ (0.984)	$T_{min}-10$
$25(0.984) < t \leq 32$ (1.260)	$T_{min}-20$
$t > 32$ (1.260)	$T_{min}-30$

Note1: T_{min} is the minimum design temperature which shall be specified in the purchase order. If no minimum design temperature is specified, it shall be taken -10°C .

9.8.2.2 (Del.)

9.8.2.3 (Del.)

Table 8 (Sub.)

در استاندارد API 5L 2004 44edition در Table 22 برای ضخامت های پایین اندازه نمونه اعلام نشده است و در استاندارد API 5L تست ضربه ای در نظر گرفته نشده است.

Table 22 — Relationship between pipe dimensions and required impact test piece for PSL 2 pipe

Specified outside diameter D mm (in)	Specified wall thickness t mm (in)			
	CVN test piece size, source and orientation			
	Full ^a	$\frac{3}{4}$ ^b	$\frac{2}{3}$ ^c	$\frac{1}{2}$ ^d
114,3 (4.500) to < 141,3 (5.563)	$\geq 12,6$ (0.496)	$\geq 11,7$ (0.461) to < 12,6 (0.496)	$\geq 10,9$ (0.429) to < 11,7 (0.461)	$\geq 10,1$ (0.398) to < 10,9 (0.429)
141,3 (5.563) to < 168,3 (6.625)	$\geq 11,9$ (0.469)	$\geq 10,2$ (0.402) to < 11,9 (0.469)	$\geq 9,4$ (0.370) to < 10,2 (0.402)	$\geq 8,6$ (0.339) to < 9,4 (0.370)
168,3 (6.625) to < 219,1 (8.625)	$\geq 11,7$ (0.461)	$\geq 9,3$ (0.366) to < 11,7 (0.461)	$\geq 8,6$ (0.339) to < 9,3 (0.366)	$\geq 7,6$ (0.299) to < 8,6 (0.339)
219,1 (8.625) to < 273,1 (10.750)	$\geq 11,4$ (0.449)	$\geq 8,9$ (0.350) to < 11,4 (0.449)	$\geq 8,1$ (0.319) to < 8,9 (0.350)	$\geq 6,5$ (0.256) to < 8,1 (0.319)
273,1 (10.750) to < 323,9 (12.750)	$\geq 11,3$ (0.445)	$\geq 8,7$ (0.343) to < 11,3 (0.445)	$\geq 7,9$ (0.311) to < 8,7 (0.343)	$\geq 6,2$ (0.244) to < 7,9 (0.311)
323,9 (12.750) to < 355,6 (14.000)	$\geq 11,1$ (0.437)	$\geq 8,6$ (0.339) to < 11,1 (0.437)	$\geq 7,8$ (0.307) to < 8,6 (0.339)	$\geq 6,1$ (0.240) to < 7,8 (0.307)
355,6 (14.000) to < 406,4 (16.000)	$\geq 11,1$ (0.437)	$\geq 8,6$ (0.339) to < 11,1 (0.437)	$\geq 7,8$ (0.307) to < 8,6 (0.339)	$\geq 6,1$ (0.240) to < 7,8 (0.307)
$\geq 406,4$ (16.000)	$\geq 11,0$ (0.433)	$\geq 8,5$ (0.335) to < 11,0 (0.433)	$\geq 7,7$ (0.303) to < 8,5 (0.335)	$\geq 6,0$ (0.236) to < 7,7 (0.303)

^a Full-size test pieces, from non-flattened sample, transverse to pipe or weld axis, whichever is applicable.
^b $\frac{3}{4}$ -size test pieces, from non-flattened sample, transverse to pipe or weld axis, whichever is applicable.
^c $\frac{2}{3}$ -size test pieces, from non-flattened sample, transverse to pipe or weld axis, whichever is applicable.
^d $\frac{1}{2}$ -size test pieces, from non-flattened sample, transverse to pipe or weld axis, whichever is applicable.

در بررسی استاندارد ها مشخص شد با استناد به استاندارد پایه API 5L نیازی به تست ضربه نمی باشد ولی در استاندارد ملی گاز ایران (IGS-M-PL-001-2(0) تست در منفی ۱۰ درجه سانتیگراد خواسته شده.

سوال از کارفرمای محترم:

- درخواست دفتر فنی کارفرمای محترم در خصوص تست ضربه چیست؟

پاسخ کارفرمای محترم:

- عدم انجام تست ضربه، با توجه به ضخامت لوله ها و استاندارد ساخت API 5L بلامانع است.

نمونه تجربه ۲:

بازرسی از محموله لوله

PIPE- ERW Beveled End API 5L GR.B PSL2 Pipe 6" WT: 0.172inch~4.36mm

درخواست کارفرما در خصوص بازرسی از محصول:

مطابق درخواست کارفرما: استاندارد مرجع (IGS-M-PL-001-2(0)

بازرسی چشمی، ابعادی، بررسی وضعیت کالیبره دستگاه ادی کارنت و دستگاه تست التراسونیک، مارکینگ، کنترل مدارک شامل

(تست های مکانیکی، تست ضربه، غیر مخرب، هیدروتست، آنالیز و متالوگرافی) و تست در حضور بازرسی

مبحث مغایرت استانداردهای اعلامی کارفرما و سازنده در تست های مکانیکی

- مبحث تست ضربه: (مشابه تجربه ۱)

- مبحث تست کشش:

با بررسی استاندارد سفارش خرید (IGS-M-PL-001-2(0) و استاندارد ساخت شرکت لوله API 5L2004 و استاندارد

(IGS-M-PL-001 (2) مشخص شد **حدود تنش تسلیم** در این استاندارد ها متفاوت می باشد و با توجه به نتایج

تنش تسلیم آزمایشگاه سازنده چندین مورد مغایرت ثبت گردید.

NIGC

Feb.2013

IGS-M-PL-001-2(0)

Table 6 (Del.)

Table 7: (Sub.)

Table 7- Requirements for the results of tensile tests.

Pipe Grade	Pipe body					Weld Seam of HFW and SAWL/SAWH	
	Yield Strength R _{10.5} psi (MPa)		Tensile Strength R _m psi (MPa)		Ratio ^{(a)/(b)} R _{10.5} R _m	Elongation ^(c) A ₅ %	Tensile Strength R _m psi (MPa)
	Min.	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.
B (L245)	35500 (245)	57000 (393)	60200 (415)	110200 (760)	0.85	c	60200 (415)

تلرانس های تست های مکانیکی. Tensile Properties. (مطابق با استاندارد (IGS-M-PL-001-2(0)

Table 3B—Tensile Requirements for PSL 2

(1) Grade	(2) Yield Strength, Minimum		(3) Yield Strength, Maximum ^b		(4) Ultimate Tensile Strength, Minimum		(5) Ultimate Tensile Strength, Maximum ^c		(6) Elongation in 2 in. (50.8 mm), Minimum, Percent
	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	
B	35,000	(241)	65,000 ^d	(448)	60,000	(414)	110,000	(758)	a
X42	42,000	(290)	72,000	(496)	60,000	(414)	110,000	(758)	a
X46	46,000	(317)	76,000	(524)	63,000	(434)	110,000	(758)	a
X52	52,000	(359)	77,000	(531)	66,000	(455)	110,000	(758)	a
X56	56,000	(386)	79,000	(544)	71,000	(490)	110,000	(758)	a
X60	60,000	(414)	82,000	(565)	75,000	(517)	110,000	(758)	a
X65	65,000	(448)	87,000	(600)	77,000	(531)	110,000	(758)	a
X70	70,000	(483)	90,000	(621)	82,000	(565)	110,000	(758)	a
X80	80,000	(552)	100,000 ^e	(690)	90,000	(621)	120,000	(827)	a

تلرانس های تست های مکانیکی. Tensile Properties. (مطابق با استاندارد API 5L 2004)

در مطابقت نتایج تست کشش آزمایشگاه سازنده با استاندارد IGS-M-PL-001-2(0) چند مورد استحکام تنش تسلیم از عدد ماکزیمم تنش تسلیم استاندارد (۳۹۳ مگا پاسکال) بالاتر میباشد، البته این اعداد کمتر از ۴۴۸ مگاپاسکال بوده و در محدوده استاندارد API 5L 2004 و استاندارد (2) IGS-M-PL-001 قرار دارد.

پاسخ کارفرما به پرسش بازرسی در خصوص مغایرت های تست های مکانیکی

- در صورتیکه Elongation و Y/T در تلرانس استاندارد IGS-M-PL-001-2(0) باشد، لوله ها مورد تأیید است.
- مطابق استاندارد API 5L PSL2 برای ضخامت زیر ۶ میلیمتر الزامی به تست ضربه نمی باشد.

نتایج بازرسی:

در بررسی نتایج تست کلیه افزایش طولها Elongation از ۳۰ درصد بیشتر است پس مورد پذیرش می باشد.
در بررسی مدارک ارائه شده از سازنده کلیه Y/T ها زیر 85% می باشد پس مورد پذیرش می باشد.

« شرکت مهندسی و بازرسی فنی ایکا » به عنوان شرکت مجری خدمات بازرسی تخصصی در صنایع زیربنایی کشور، نظیر صنایع معدنی، فلزات آهنی و غیرآهنی، پروژه های نفت، گاز و پتروشیمی و صنعت آب و فاضلاب با بیش از ۲۸ سال پیشینه در زمینه ارائه خدمات بازرسی در ایستگاه های مختلف به شرح ذیل فعالیت می نماید:

- بازرسی های فنی حین ساخت و نهایی ماشین آلات، تجهیزات و قطعات یدکی صنایع فوق
- بازرسی های پیش از حمل کالا و صدور گواهینامه بازرسی
- بازرسی های حین بهره برداری و حین تعمیرات اساسی
- ارزیابی و تأیید اصالت و قیمت پروفورما
- ارزیابی صلاحیت و کیفیت سازندگان و تأمین کنندگان تجهیزات و ماشین آلات صنایع فوق
- خدمات آزمون های غیرمخرب (N.D.T) و خوردگی

این شرکت با داشتن شبکه بازرسان متخصص در دیسپلین های تخصصی متناسب با تجهیزات و ماشین آلات صنایع و Scope های بازرسی تعریف شده، سیستم پشتیبانی و مدیریت استقرار یافته و متمرکز در دفاتر داخل کشور با پوشش مناطق صنعتی شامل، شعبه های داخلی / دفاتر دائمی در شهرهای اصفهان، اهواز، اراک، کرمان، بندرعباس و مجتمع فولاد مبارکه و همچنین شعبه های خارج از کشور، دفاتر دائمی در کشورهای اروپایی شامل دفتر ایتالیا/ جنوا (Genova)، دفتر آلمان / دوسلدورف (Düsseldorf) (و شرکت ثبت شده در کشور چین / پکن Beijing و همچنین در سایر کشورهای سراسر دنیا در قالب Authorized Agent و دارا بودن کلیه مجوزهای مرتبط از مراجع معتبر ذیصلاح، پیش نیازهای لازم را جهت انجام و ارائه خدمات کیفی بازرسی در طول پروژه را مطابق با استانداردهای بین المللی برآورده می نماید و علاوه بر انجام وظایف تخصصی، در راستای انتقال دانش و تکنولوژی، همواره در انتقال تجارب و تخصص خود به عنوان یک وظیفه ی اجتماعی دریغ نموده است که برخی از این تجربیات در قالب کتابهای تخصصی تهیه و در دسترس عموم قرار گرفته است. نظیر کتابهای: بازرسی پیچ و مهره، بازرسی جرتقیل، بازرسی پمپ های گریزاز مرکز و کتاب حاضر نیز به تازگی در خدمت علاقه مندان صنعت بازرسی می باشد.



تهران میدان انقلاب - ما بین
خیابان فخر رازی و دانشگاه -
خیابان شهید نظری - پلاک ۹۱ - طبقه
چهارم شرقی - واحد B 44
تلفن: ۰۲۱۶۶۹۵۳۱۲۶



www.ikaengco.com
ika@ikaengco.com
۰۲۱-۸۸۷۹۸۰۸۲

