

استانداردهای طراحی خط لوله (Pipeline Design Standard)

استانداردهای طراحی که تحت نظارت یک مؤسسه فنی معتبر انتشار می یابند بطور معمول کلیه نیازمندی های یک خط لوله را از نقطه نظر فنی ارزیابی نموده و طراح براساس مندرجات آن استاندارد می تواند یک خط لوله را طراحی ، اصلاح ، تغییر کاربری و یا تعمیر نماید .

استانداردها براساس نوع کاربری محل خط لوله و یا سامانه لوله کشی و سیالی که باید جابجا شود دارای مشخصات فنی جداگانه هستند . به عنوان مثال چنانچه لازم باشد لوله های فولادی برای جابجائی آب شیرین یا سیالات مایع نفتی بکار گرفته شوند؛ به ترتیب از استانداردهای AWWA M11 و ASME/ANSI B.31.4 می توان استفاده نمود.

برای صنایع نفت ، گاز و پتروشیمی استانداردهای ASME/ANSI B.31... یکی از پرکاربردترین استانداردها در خصوص طراحی و احداث سیستم لوله کشی و خط لوله می باشند که در فهرست زیر برخی از آنها معرفی شده اند .

Item	Specification No.	Title
1	ASME / ANSI B.31.1	Power Piping
2	ASME / ANSI B.31.2	Fuel Gas Piping
3	ASME / ANSI B.31.3	Process Piping
4	ASME / ANSI B.31.4	Pipeline Transportation for Liquid Hydrocarbons ۵
5	ASME / ANSI B.31.5	Refrigeration Piping and Heat Transfer Component
6	ASME / ANSI B.31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems
7	ASME / ANSI B31.8S	Managing System Integrity of Gas Pipelines
8	ASME / ANSI B31.9	Building Services Piping
9	ASME / ANSI B31.11	Slurry Transportation Piping Systems

برای آشنائی بیشتر سه استاندارد B.31.3 و B.31.4 و B.31.8 که کاربرد بیشتری در صنایع نفت و گاز دارند به صورت خلاصه بررسی می گردند .

استاندارد خطوط لوله انتقال مایعات نفتی

(ASME / ANSI B.31.4 Pipeline Transportation for Liquid Hydrocarbons)

۱- محدوده استاندارد (Scope)

این استاندارد نیازمندی های جنس مواد (Material)، طراحی (Design)، نصب (Assembly)، بازرسی و آزمایش (Inspection & Testing) خطوط لوله انتقال مایعات هیدروکربنی مانند: نفت خام (Crude Oil)، گازهای مایع شده (Condensate Gas)، بنزین طبیعی (Natural Gasoline)، گاز مایع طبیعی (Natural Gas Liquid)، گاز نفتی مایع شده (Liquefied Petroleum Gas)، الکل مایع (Liquid Alcohol)، آمونیاک مایع بدون آب (Liquefied Anhydrous Ammonia) و فرآورده های نفتی مایع (Liquid Petroleum Products) را در محل های: حد فاصل انبار مخازن (Tank Farm)، کارخانه فرآوری گاز طبیعی (Natural Gas Processing Plant)، پالایشگاه ها (Refineries)، ایستگاه ها (Stations)، کارخانه تولید آمونیاک، پایانه های دریائی، راه آهن و کامیون (Terminals - Marine, Rail, and Truck) و سایر نقاط ارسال و دریافت را ارائه می دهد.

لوله کشی طبق این استاندارد، لوله ها (Pipes)، فلنج ها (Flanges)، پیچ و مهره (Bolting)، نشت گیرها (Gaskets)، شیرها (Valves)، شیرهای ایمنی (Relief Devices)، اتصالات لوله (Fittings) و سایر اجزای تحت فشار؛ همچنین نگه دارنده آویز لوله و پایه ها (Hangers and Supports) و دیگر تجهیزات جلو گیری کننده از اعمال تنش اضافی به لوله را نیز شامل می گردد.

لوله کشی شامل سازه های ساختمانی پایه ها مانند: چارچوب های ساختمانی (Frames of Buildings)، ستونهای پیش ساخته (Stanchions) و پی های ساختمانی (Foundations) را **در بر نمی گیرد**.

همچنین در محدود این استاندارد، موارد زیر نیز قرار دارند:

الف: لوله کشی پایانه های مایعات نفتی و مایعات آمونیاکی در دریا و در محل راه آهن و در جایگاه بارگیری کامیون، لوله کشی در انبارهای مخازن ذخیره، تلمبه خانه ها، ایستگاههای تقلیل فشار و ایستگاههای اندازه گیری، تله های آشغال گیر (Scraper Traps)، صافی ها (Strainers) و مدارهای تصیح اندازه گیری سیالات (Proving Loops).

ب: مخازن ذخیره لوله ای (Storage Tanks) شامل مخازن ساخته شده با لوله و اتصالات همچنین خطوط لوله ارتباطی آنها

ج: سیستم لوله کشی مایعات نفتی و آمونیاک مایع که در مجاورت خطوط لوله پالایشگاه های نفت، بنزین طبیعی، فرآوری گاز، آمونیاک و کارخانه عمده قرار گرفته باشند.

*موارد خارج از چارچوب استاندارد B.31.4 :

این استاندارد در موارد زیر نباید به کار گرفته شود :

۱- سیستم لوله کشی سیالات معین مانند آب ، هوا، بخار، روغنکاری ، گاز و سوخت

۲- مخازن تحت فشار، مبدل های حرارتی ، تلمبه ها ، اندازه گیرها و نظایر اینها

۳- خطوط لوله طراحی شده برای فشار داخلی با شرایط زیر :

۳-۱- برای فشار 15 PSIG و کمتر بدون در نظر گرفتن دما

۳-۲- برای فشار بالاتر از 15 PSIG اگر دمای طراحی کمتر از 20°F و یا بالاتر از 250°F

۴- لوله های جداری و مغزی چاه (Casing and Tubing) ، و سایر لوله هائی که در داخل چاههای نفت مورد

استفاده هستند . همچنین مجموعه تسهیلات سرچاهی (Wellhead Assemblies) ، تفکیک کننده نفت و گاز

، مخازن ذخیره نفت خام ، سایر تجهیزات فرآورش و خطوط لوله اتصالی بین این وسایل .

۵- لوله کشی تاسیسات پالایشگاه نفت ، بنزین طبیعی ، فرآورش گاز ، آمونیاک سازی و کارخانجات عمده

۶- لوله کشی توزیع و انتقال گاز

۷- طراحی و ساخت وسایلی که دارای دستگاه یا ابزار دقیق هستند .



Summary Some Parts of Design ANSI / ASME B31.4 - 2009

401.1 Load Classifications	The design of a pipeline shall be based on consideration of the loads identified in this section to the extent that they are significant to the proposed system and applicable to the proposed installation and operation. For strength design, loads shall be classified as one of the following:(a) Sustained (b) Occasional (c) Construction (d) Transient	Page 7
401.1.2 Sustained Loads	Sustained loads are those arising from the intended use of the pipeline system and loads from other sources. The weight of the pipeline, including components, fluids, and loads due to pressure, are examples of sustained loads. Soil cover, external hydrostatic pressure, and vibration due to equipment. Reaction forces at supports from sustained loads and loads due to sustained displacement or rotations of supports are also sustained loads.	Page 7
401.1.3 Occasional Loads	Examples of occasional loads are those resulting from wind, snow, ice, seismic, road and rail traffic, temperature change, currents, and waves except where they need to be considered as sustained loads (loads caused by temperature change may also be considered sustained in some instances). Loads resulting from prestressing, residual forces from installation, subsidence, differential settlement, frost heave, and thaw settlement are included in occasional loads.	Page 7
401.1.4 Construction Loads	Loads necessary for the installation and pressure testing of the pipeline system are construction loads. Examples of construction loads include handling, storage, installation, and hydrotesting.	Page 7
401.1.5 Transient Loads	Loads that may occur during operation of the pipeline, such as fire, impact, falling objects, and transient conditions (during landslides, third party damage, equipment collisions, and accidental overpressure), including surge, are examples of transient loads.	Page 7

<p style="text-align: center;">401.2.2.2 Internal Design Pressure</p>	<p>The pipe and components at any point in the pipeline shall be designed for an internal design pressure that shall not be less than the maximum steady state operating pressure at that point, nor less than the static head pressure at that point with the pipeline in a static condition. The maximum steady state operating pressure shall be the sum of the static head pressure, pressure required to overcome friction losses, and applied back pressure. Credit may be taken for hydrostatic external pressure by modifying the internal design pressure for use in calculations involving the pressure design of pipe and components. Pressure rise above maximum steady</p> $P_i = \frac{2SE \times t}{D}$	<p style="text-align: center;">Page 8</p>
<p style="text-align: center;">403.2 Criteria for 403.2.1 Pipe Wall Thickness Allowances</p>	<p>The nominal wall thickness of straight sections of steel pipe shall be equal to or greater than t_n determined in accordance with the following equation: $t_n \geq t + A$</p> <p>Where: A = sum of allowances for threading, grooving, and corrosion increase in wall t_n = nominal wall thickness satisfying requirements for pressure and allowances t = pressure design wall thickness as calculated in inch. (mm) in accordance with the following equations:</p> <p>(U.S. Customary Units) $t = \frac{P_i D}{2SE}$ (SI Units) $t = \frac{P_i D}{20SE}$</p> <p>Where D = Outside Diameter Of Pipe, in. (mm) P_i = Internal Design Gage Pressure, psi (Bar) S = Applicable Allowable Stress Value, psi (MPa), as Determined By The Following Equation: S = F × E × Specified Minimum Yield Strength Of The Pipe, Psi (MPa)</p> <p>Where E = Weld Joint Factor As Defined In Table 403.2.1-1 F = Design Factor Based on Nominal Wall Thickness.</p> <p>In setting design factor, due consideration has been given to and allowance has been made for the under thickness tolerance and maximum allowable depth of imperfections provided for in the specifications approved by the code. The value of F used in this code shall be not greater than 0.72 . Where indicated by service or location, users of this code may elect to use a design factor, F, less than 0.72 .</p>	<p style="text-align: center;">Page 13</p>

Table 403.2.1-1 Allowable Stresses for Reference Use in Piping Systems

Specification	Grade	Specified Min. Yield Strength, psi (MPa)	Weld Joint Factor, E	Allowable Stress Value, S, -20F to 250F (-30C to 120C), psi (MPa)
Seamless				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, A 106	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, A106	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5L	X80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
ASTM A 106	C	40,000 (278)	1.00	28,800 (199)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 524	I	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 524	H	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
Furnace Butt Welded, Continuous Welded				
ASTM A53 & API 5L Classes I and II	A25	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
Electric Resistance Welded and Electric Flash Welded				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, A 135	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, A 135	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (279)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (297)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5L	X80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,000 (174)
Electric Fusion Welded				
ASTM A 134	0.80	...
ASTM A 139	A	30,000 (207)	0.80	17,300 (119)
ASTM A 139	B	35,000 (241)	0.80	20,150 (139)
ASTM A 671	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 671	...	Note (1)	0.70 [Note (4)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	0.80 [Note (4)]	...

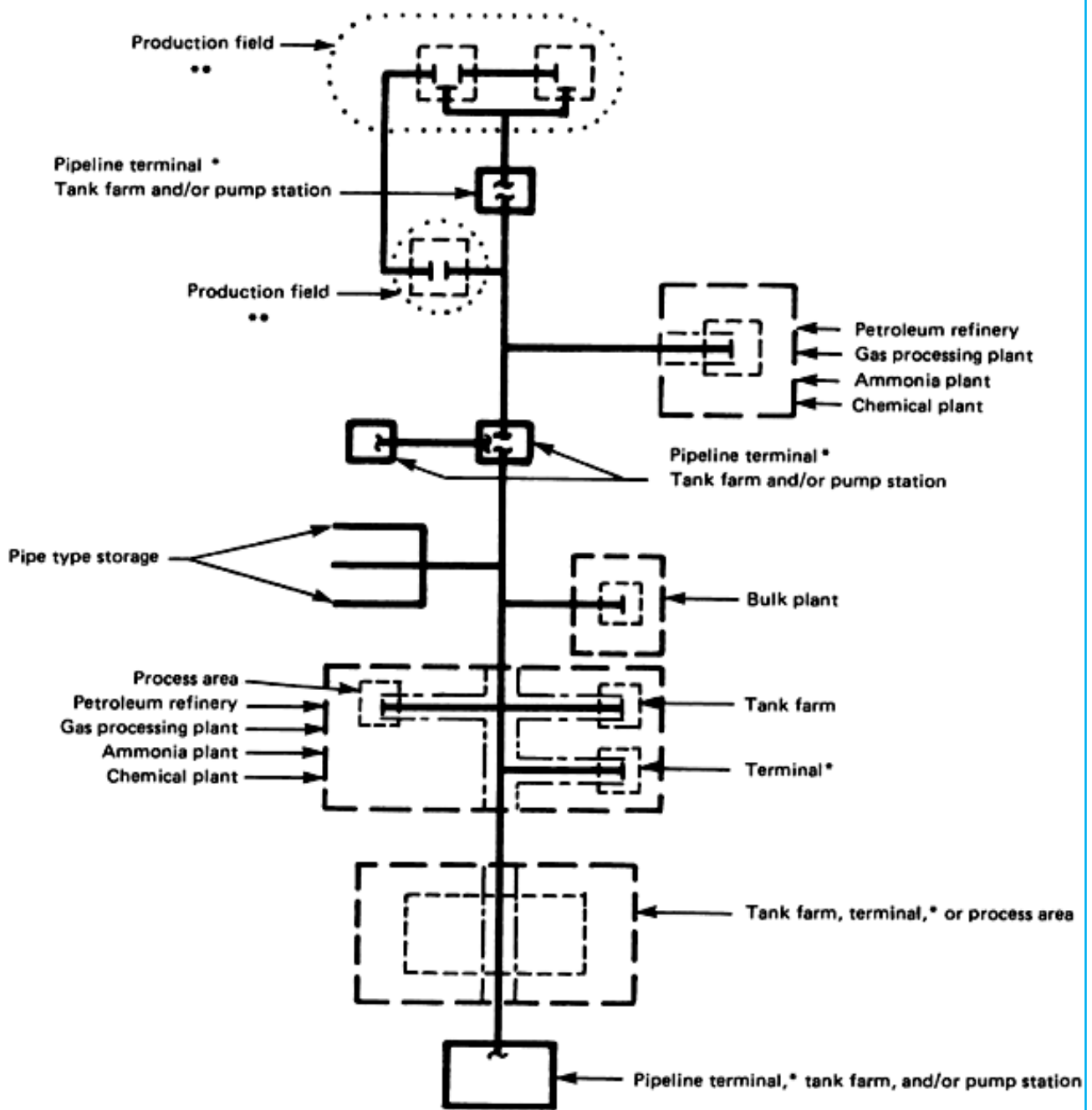
Submerged Arc Welded				
Specification	Grade	Specified Min. Yield Strength, psi (MPa)	Weld Joint Factor, E	Allowable Stress Value, S, -20F to 250F (-30C to 120C), psi (MPa)
API 5L	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (279)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (297)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5L	X80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
ASTM A 381	Y35	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 381	Y42	42,000 (290)	1.00	30,250 (209)
ASTM A 381	Y46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
ASTM A 381	Y48	48,000 (331)	1.00	34,550 (238)
ASTM A 381	Y50	50,000 (345)	1.00	36,000 (248)
ASTM A 381	Y52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
ASTM A 381	Y60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
ASTM A 381	Y65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)

Table 403.2.1-1 Allowable Stresses for Reference Use in Piping Systems (Continued)

General Notes:

- (a) Allowable stress values, S, shown in this Table are equal to 0.72E (weld joint factor) x specified minimum yield strength of pipe.
 - (b) Allowable stress values shown are for new pipe of known specification. Allowable stress values for used pipe of known specification shall be determined in accordance with para. 403.10.
 - (c) For some Code computations, particularly with regard to branch connections [see para. 404.3.5(c)] and expansion, flexibility, structural attachments, supports, and restraints (para. 404.9), the weld joint factor E need not be considered.
 - (d) For specified minimum yield strength of other grades in approved specifications, refer to that particular specification.
 - (e) Allowable stress value for cold worked pipe subsequently heated to 600°F (300°C) or higher (welding excepted) shall be 75% of the value listed in this Table (see para. 403.12).
 - (f) Definitions for the various types of pipe are given in para. 400.2.
 - (g) Metric stress levels are given in MPa (1 megapascal = 1 million Pascals).
- Notes:** (1) See applicable plate specification for yield point and refer to para. 402.3 for calculation of SH.
- (2) Factor applies for Classes 12, 22, 32, 42, and 52 only. (3) Radiography must be performed after heat treatment.
- (4) Factor applies for Classes 13, 23, 33, 43, and 53 only.

Diagram Showing Scope of ASME B31.4



- Marine, rail, or truck (all loading or unloading)
- Onshore or offshore
- Piping within B31.4 scope
- > Continuation of B31.4 scope through area
- | Start or end at B31.4 scope within plot area
- Limits of production lease or field
- - - - - Plot (or platform) limits of production, petroleum refinery, chemical plant, ammonia plant, bulk plant, or gas processing operating facilities
- - - - - Corridor within property of petroleum refinery, chemical plant, ammonia plant, or gas processing plant set aside for B31.4 piping
- Property line of petroleum refinery, chemical plant, ammonia plant, gas processing plant, or bulk plant