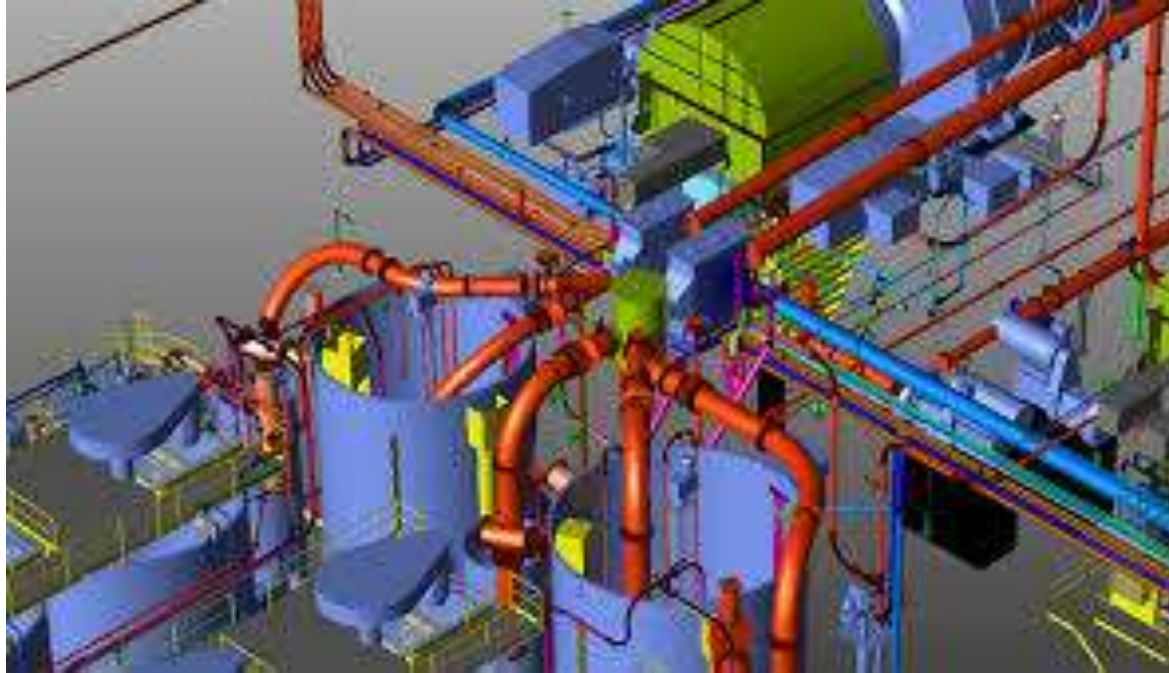


طراحی سیستمهای لوله کشی تحت فشار فرایندی

Process Pressure Piping



ASNT Level III

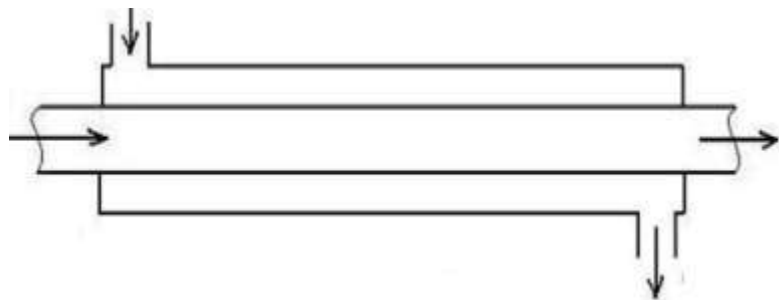
ASME Authorized Inspector

International Welding Engineer (IWE)

سیروس یحیی پور



طبقه بندی ظروف بر اساس فشار



فشار داخلی

فشار خارجی

ترکیبی

اتمسفریک $1 > P < 2 \text{ psi}$

کم فشار $2 > P < 15 \text{ psi}$

تحت فشار $P > 15 \text{ psi}$

تحت فشارهای بالا

در استاندارد B31.3 هنگامی که فشار بیش از حداکثر مجاز برای فلنج کلاس 2500 و فولاد A105 باشد. در این حالت رعایت الزامهای فصل IX استاندارد اجباری است.

طبقه بندی ظروف تحت فشار

ASME B31.3

□ ظروف تحت فشار جداره ضخیم

□ ظروف تحت فشار جداره نازک $D/t > 6$

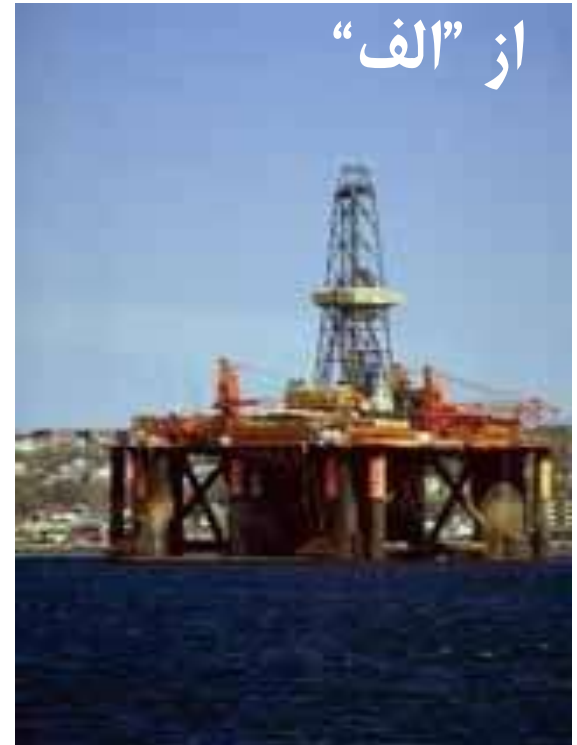
ASME Sec VIII Div1

□ ظروف تحت فشار جداره ضخیم

□ ظروف تحت فشار جداره نازک $D/t > 10$

سیستم لوله کشی چیست؟

هدف سیستم لوله کشی بطور عمده انتقال مواد است



PIPING

سیستم لوله کشی شامل :

- ▶ لوله های صاف
- ▶ لوله های خم شده
- ▶ اتصالات
- ▶ فلنج ها
- ▶ درپوش ها
- ▶ شیرها
- ▶ اجزایی نظیر ساپورت ها, ضربه گیرها, آویزها و ... است.

لوله کشی چه نیست؟

توجه:

لوله‌های بویلرها ، مخازن تحت فشار ، مخازن ذخیره ، راکتورها ، هدرها ، مبدل‌های حرارتی ، توزیع‌کننده‌ها ، کلکتورها و هر وسیله‌ای که برای مقصد دیگری بجز انتقال مواد بکار رود ، لوله‌کشی محسوب نمی‌شود و یا جزیی از سیستم لوله‌کشی نیست.

انواع سیستم لوله کشی

□ سیستم تحت فشار Pressure System

□ سیستم باز Open System

□ سیستم جریان ثقلی Gravity Flow System

□ سیستم بسته Closed System

Piping Management Plan

□ برنامه ریزی مدیریت سیستم های لوله کشی، برای اجرای صحیح امور از اهمیت زیادی برخوردار است و باید قبل از شروع کار تدوین گردد.

□ برنامه مدیریت Piping باید حداقل شامل روش و مراحل برآورد اقلام لوله کشی، تعیین قطر متوسط لوله های هر واحد، انتخاب FW، زمان مناسب ساخت هر Spool، حداکثر ابعاد و نحوه انبارداری Spools، تخمین تعداد و زمان حضور تخصص های لازم در دفاتر فنی، اجرا و کنترل کیفیت، زمان نیاز به اجناس، Material Balance دوره ای، تعیین حداکثر میزان اختلاف بین تولید SW و FW، آزمایش پرتونگاری، برنامه نصب Lifting Plan برخی از Spools سنگین، تعیین تعداد و زمان تهیه Test Packages، آزمایش فشار و ... باشد.

What is **ASME** ?

A **American**

S **Society of**

M **Mechanical**

E **Engineers**

برخی از واژه های کد

Shall

الزام های اجباری

May not

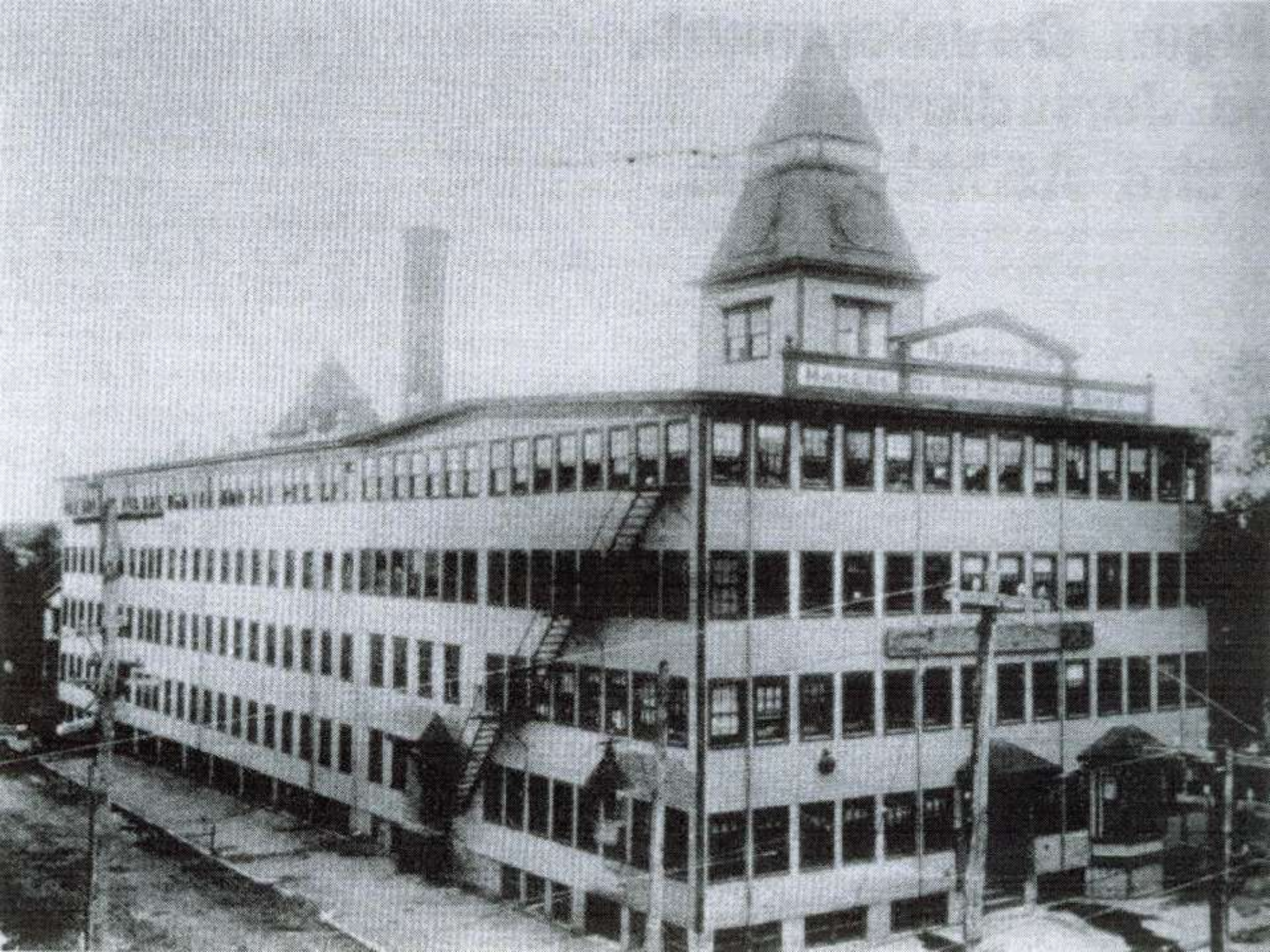
ممنوعیت

**May
Can**

توصیه ها یا معافیت ها از ممنوعیت

Should

توصیه ها





□ انجمن مهندسين مکانیک آمریکا در سال 1911 کمیته‌ای را پایه‌گذاری کرد که مقررات استاندارد را برای ساخت⁽¹⁾ دیگ‌های بخار و دیگر مخازن تحت فشار ایجاد کند. این کمیته در حال حاضر **Boiler and Pressure Vessel Committee** نامیده می‌شود

□ **ASME B&P** شامل الزام‌های اجباری ممنوعیت‌های مشخص و راهنمایی‌های غیر اجباری برای عملیات ساخت است. کد شامل تمامی اطلاعاتی که در حین ساخت لازم است نمی‌شود و هر آنچه که در کد مشخصاً بیان نشده ممنوع نیست.

□ کد **Hand book** نیست و نمی‌تواند جایگزین تحصیلات، دانش و تجربه شود و نباید بنحوی مورد قضاوت مهندسی **Engineering Judgment** قرار گیرد که الزامات اجباری یا ممنوعیت‌های مشخص آن نادیده گرفته شود..

⁽¹⁾ واژه ساخت در استاندارد شامل تمامی موارد نظیر مواد ساخت آزمایش بازرسی **Test, Examination**، صدور گواهینامه و **Pressure Relief** است.

Countries accepting ASME Code

Countries accepting ASME Code Construction and Requirement Boilers and Pressure Vessels



* Subject to approval of
local authority

Source: Technical help to Exporters,
British Standard Inst. (June 2004)

One TUV BV ppt 05/2004

SECTIONS

I Rules for Construction of Power Boilers

II Materials

- Part A — Ferrous Material Specifications
- Part B — Nonferrous Material Specifications
- Part C — Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals
- Part D — Properties (Customary)
- Part D — Properties (Metric)

III Rules for Construction of Nuclear Facility Components

- Subsection NCA — General Requirements for Division 1 and Division 2
- Appendices
- Division 1
 - Subsection NB — Class 1 Components
 - Subsection NC — Class 2 Components
 - Subsection ND — Class 3 Components
 - Subsection NE — Class MC Components
 - Subsection NF — Supports
 - Subsection NG — Core Support Structures
 - Subsection NH — Class 1 Components in Elevated Temperature Service*
- Division 2 — Code for Concrete Containments
- Division 3 — Containments for Transportation and Storage of Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste
- Division 5 — High Temperature Reactors

IV Rules for Construction of Heating Boilers

V Nondestructive Examination

VI Recommended Rules for the Care and Operation of Heating Boilers

VII Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers

VIII Rules for Construction of Pressure Vessels

- Division 1
- Division 2 — Alternative Rules
- Division 3 — Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels

IX Welding, Brazing, and Fusing Qualifications

XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components

XII Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks

انتشارات ASME B31

- ➔ **B31.1 Power Piping**
- ➔ **B31.3 Process Piping**
- ➔ **B31.4 Transportation Systems for Liquids and Slurries**
- ➔ **B31.5 Refrigeration Piping**
- ➔ **B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems**
- ➔ **B31.9 Building Services Piping**
- ➔ **B31.11 Slurry Transportation Piping Systems**
- ➔ **B31.12 Hydrogen Piping and Pipelines**

انتشارات ASME B31

- **B31E** Standard for the Seismic Design & Retrofit of Above-Ground Piping Systems
- **B31E** Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines
- **B31J** Standard Test Method for Determining Stress Intensification Factor (i-Factor) for Metallic Piping Component
- **B31Q** Pipeline Personnel Qualification
- **B31T** Standard Toughness Requirement for Piping

انتشارات کد ASME B 31

Editions

هر سه سال یک بار در ۱ July (۹۵، ۹۸، ۲۰۰۱، ۲۰۰۴، ...) انتشار می یابد.

Addenda

هر سال به صورت رنگی در ۱ July انتشار می یابد و شامل تغییرات، حذفها و جابجاییهاست. ۶ ماه بعد از انتشار اجباری خواهد شد.

Interpretations

تفسیرهای سئوالات رسیده توسط کمیته های ASME منتشر می شوند اما جزو کد نیستند (Non mandatory)

Code cases

بوسیله کمیته ASME جهت توضیح و روشن شدن الزامات موجود در کد یا تهیه مقررات جدیدی که الزم آن در کد حس می شود انتشار می یابند.

Errata

به محض انتشار اجباری هستند.

Re-affirmed

عبارتند از کدها و استانداردهای مرجع.

ASME Code Scope

Construction Codes Sections Address:

- Manufacturer's Authorization
- Materials,
- Design,
- Fabrication,
- Examination,
- Inspection,
- Testing,
- Certification,
- Assembly, Installation
- Pressure Relief.

Not addressed:

Inservice Inspection, Repairs, Alterations

انواع کد و استاندارد

□ تفاوت کد و استاندارد

□ انواع کد و استاندارد

□ کدهای ساخت Construction Codes

□ کدهای بهره برداری In-Service Codes

□ کدهای کمکی یا ارجاعی Supplementary Codes

□ کدهای مرجع Reaffirm Codes

□ کدهای تعمیرات و بازرسی Repair & Inspection

Codes

ارتباط انواع مختلف استاندارد با یکدیگر

Construction- Code

Section 1
Power Boilers

Section III 1.2.3
Nuclear Power

Section IV
Heating Boilers

Section VIII
1.2.3 Pressure
Vessels

Section X Fiber
Plastics

ASME B31.1
Power Piping

ASME B31.3
Process Piping

Referenced Code

ASME B31.1
Power Piping

Section II
Materials

Section V
NDE

Section IX
Welding

“In-service”- Code

Section VI
Heating Boilers

Section VII
Power Boilers

Section XI
Nuclear Power

Standards, Recommendations

ANSI

ASTM

AWS

ASNT

■ **National Board Inspection Code NBIC**

ASME Piping Codes B31.3

مقدمه ➤

مقررات B31.3 ➤

محدوده ➤

Fluid Service ➤

طراحی ➤

مواد ➤

Fabrication, Assembly, Erection ➤

بازرسی و آزمایش ➤

ASME B 31.3 Contents

Chapter I	Scope and Definitions
II	Design
	Conditions and criteria
	Pressure design of piping components
	Fluid Service Requirements
	Flexibility and Support Systems
III	Materials
IV	Standards for Piping Components
V	Fabrication, Assembly, Erection
VI	Examination, Inspection and Testing
VII	Nonmetallic Piping
VIII	Piping for Category <i>M</i> Fluid Service
IX	High Pressure Piping
X	High Purity Piping
	Appendices

**TABLE 300.4
STATUS OF APPENDICES IN B31.3**

Appendix	Title	Status
A	Stress Tables for Metallic Piping and Bolting Materials	Requirements
B	Stress Tables and Allowable Pressure Tables for Nonmetals	Requirements
C	Physical Properties of Piping Materials	Requirements (1)
D	Flexibility and Stress Intensification Factors	Requirements (1)
E	Reference Standards	Requirements
F	Precautionary Considerations	Guidance (2)
G	Safeguarding	Guidance (2)
H	Sample Calculations for Branch Reinforcement	Guidance
J	Nomenclature	Information
K	Allowable Stress for High Pressure Piping	Requirements (3)
L	Aluminum Alloy Pipe Flanges	Specification (5)
M	Guide to Classifying Fluid Services	Guidance (2)
Q	Quality System Program	Guidance (2)
V	Allowable Variations in Elevated Temperature Service	Guidance (2)
X	Metallic Bellows Expansion Joints	Requirements
Z	Preparation of Technical Inquiries	Requirements (4)

NOTES:

- (1) Contains default requirements, to be used unless more directly applicable data are available.
- (2) Contains no requirements but Code user is responsible for considering applicable items.
- (3) Contains requirements applicable only when use of Chapter IX is specified.
- (4) Contains administrative requirements.
- (5) Contains pressure-temperature ratings, materials, dimensions, and markings of forged aluminum alloy flanges.

استاندارد B31.3

□ واژه ساخت Construction در این استاندارد شامل تمام اقدام های لازم نظیر، طراحی، انتخاب مواد، جوشکاری، برشکاری، خمکاری، پیش ساخت، نصب، آزمایش های غیرمخرب، آزمایش فشار، و مدارک پایان کار و ... است

مبنای استاندارد B31.3

- استاندارد B31.3 معطوف به ایمنی انسان ها است. تمام ملاحظه های استاندارد نظیر تقسیم بندی های سیال، فشار طراحی، دمای طراحی، حداکثر تنش مجاز، روش های ممانت از شکست ترد و غیره از این زوایه مطرح شده اند.
- استاندارد B31.3 بر دو اصل مبتنی بر سیال و تنش های سیستم لوله کشی استوار است.

هدف استاندارد

300 GENERAL STATEMENTS

(c) Intent of the Code

(1) It is the intent of this Code to set forth engineering requirements deemed necessary for safe design and construction of piping installations.

(2) This Code is not intended to apply to the operation, examination, inspection, testing, maintenance, or repair of piping that has been placed in service. The provisions of this Code may optionally be applied for those purposes, although other considerations may also be necessary.

ASME B 31.3

□ استاندارد B31.3 شامل تمام دانش و مهارت لازم برای اجرای Piping نیست و حداقلی از الزام های اجباری، توصیه های غیر اجباری و راهنمایی ها را ارائه می کند.

□ استاندارد جایگزین دانش و تجربه مهندسی نیست .

□ استاندارد نباید مورد قضاوت مهندسی قرار گیرد.

□ هر شرکت طراحی و مهندسی به روش های نظام مند و فرایندهای تدوین شده مهندسی مخصوص به خود نیاز دارد.

ASME B 31.3 300.1 Scope

Scope: Piping for all fluids within the property lines of facilities for chemicals and petroleum
Main aspect: Product transportation

Except:

- non toxic fluids at 0 ... 15 psig and -20°F ... 366°F
- boiler external piping
- boiler proper, pressure vessels
- piping according to B 31.4, B 31.8, B 31.11
- plumbing
- fire protection systems

Definitions: 300.2

301.1 مشخصات طراح

The Designer is the person(s) in charge of the engineering design of a piping system and shall be experienced in the use of this Code.

The qualifications and experience required of the Designer will depend on the complexity and criticality of the system and the nature of the individual's experience. The owner's approval is required if the individual does not meet at least one of the following criteria.

- (a) Completion of an **engineering degree**, requiring **4** or more years of full-time study, plus a minimum of **5** years experience in the design of related pressure piping.
- (b) **Professional Engineering registration**, recognized by the local jurisdiction, and experience in the design of related pressure piping.
- (c) Completion of an **engineering associates degree**, requiring at least **2** years of full-time study, plus a minimum of **10** years experience in the design of related pressure piping.
- (d) **15 years experience** in the design of related pressure piping. Experience in the design of related pressure piping is satisfied by piping design experience that includes design calculations for pressure, sustained and occasional loads, and piping flexibility.

مهارت های مورد نیاز طراح

۱. منطق و خلاقیت

۲. شناخت از فرایند

۳. اطلاعات در مورد اجرا، نصب، نگهداری و تعمیرات

۴. تولید اسناد و مدارک روشن و دقیق

۵. رعایت ایمنی

مدارک مهندسی پروژه

اسناد مهندسی

1. اطلاعات مهندسی که باید توسط کارفرما ارائه شود.
2. اطلاعاتی که باید از فروشندگان دریافت شود.
3. مدارکی که طراح تولید می کند.
4. اسنادی که باید توسط دفاتر فنی اجرایی تدوین شود.

طراحی سیستم لوله کشی

پرسش های اساسی طراحی

۱. شدت جریان **Flow Rate** سیال

۲. دما و فشار فرایند

۳. انتخاب ماده مناسب

۴. انتخاب عایق

۵. تعیین و تخصیص بارهای وارد به سیستم

۶. انتخاب و طراحی سیستم تکیه گاه **Supporting Systems**

یکی از مسؤولیت های طراح اطمینان از مناسب بودن کل اجزا سیستم لوله کشی است به همین منظور در بند ۳۰۵.۲ راهنمایی هایی در نظر گرفته شده است

FLUID SERVICE REQUIREMENTS FOR PIPING COMPONENTS

305 PIPE

Pipe includes components designated as "tube" or "tubing" in the material specification, when intended for pressure service.

305.1 General

Listed pipe may be used in Normal Fluid Service except as stated in paras. 305.2.1 and 305.2.2. Unlisted pipe may be used only as provided in para. 302.2.3.

305.2 Specific Requirements

305.2.1 Pipe for Category D Fluid Service. The following carbon steel pipe may be used only for Category D Fluid Service:

API 5L, Furnace Butt-Welded

ASTM A53, Type F

ASTM A134 made from other than ASTM A285 plate

305.2.2 Pipe Requiring Safeguarding. When used for other than Category D Fluid Service, the following carbon steel pipe shall be safeguarded:

ASTM A134 made from ASTM A285 plate

ASTM A139

305.2.3 Pipe for Severe Cyclic Conditions

(a) Except as limited in subparas. (b) through (d), only the following pipe may be used under severe cyclic conditions:

(1) pipe listed in Table A-1A, where $E_c \geq 0.90$,⁷ or

(2) pipe listed in Table A-1B, where $E_j \geq 0.90$ ⁷

(b) For API 5L pipe, only the following materials may be used:

Grade A or B, seamless

Grade A or B, SAW, str. seam, $E_j \geq 0.95$

Grade X42, seamless

Grade X46, seamless

Grade X52, seamless

Grade X56, seamless

Grade X60, seamless

(c) For copper pipe, only ASTM B42 may be used.

(d) For copper alloy pipe, only ASTM B466 may be used.

(e) For aluminum alloy pipe, only ASTM B210 and B241, both in tempers O and H112, may be used.

305.2.4 Elevated Temperature Fluid Service. In Elevated Temperature Fluid Service, all longitudinal or spiral (helical seam) welds in P-No. 4 or P-No. 5 materials shall be examined by 100% radiography or 100% ultrasonic examination. Acceptance criteria are as stated in para. 341.3.2 and in Table 341.3.2, for Normal Fluid Service, unless otherwise specified.

نکات مورد توجه طراحان

A302.1 General

The designer shall be satisfied as to the adequacy nonmetallic material and its manufacture, considering at least the following:

(a) tensile, compressive, flexural, and shear strength, and modulus of elasticity, at design temperature (long term and short term)

(b) creep rate at design conditions

(c) design stress and its basis

(d) ductility and plasticity

(e) impact and thermal shock properties

(f) temperature limits

(g) transition temperature — melting and vaporization

(h) porosity and permeability

(i) testing methods

(j) methods of making joints and their efficiency

(k) possibility of deterioration in service

مرحله های طراحی واحدهای نفتی

۱- طرح ابتدائی و خام (Basic Design) :

در این مرحله مطالعات فرایندی (Process Design) انجام می شود محصول این قسمت ، نقشه ها و دیاگرامهای از فرایند مورد نیاز است . که از جمله دیاگرام P&ID و P.F.D. است . که در همین بخش راجع به این نقشه ها توضیح داده خواهد شد.

۲- مطالعه بر روی طرح (Front End Engineerin)

در این مرحله بر اساس فرایند طراحی شده نقشه های ابتدایی شامل جانمایی تجهیزات و لوله کشی و ... انجام می شود این مرحله بسیار حساس است و مهندسین طراح باید کلیه تجارب و دانش خویش را بکار ببرند تا طراحی دقیق و اقتصادی انجام دهند از نمونه محصول این مرحله مدرک PLOT PLAN است .

۳- دیتیل کردن طرح نهایی (Detail Design)

نقشه های دیتیل و پلان های نهایی براساس مدارک ایجاد شده در مراحل قبلی در این مرحله ایجاد می شوند . این مرحله معمولا احتیاج به زمان زیادی دارد و بسیاری از مشکلات طراحی در قسمتهای قبل در این مرحله دیده و مورد حل قرار می گیرد محصول این قسمت ایجاد گزارش دقیق مربوط به اقلام مورد نیاز برای خرید و سفارش ، نقشه های ایزومتریک جهت لوله کشی و .. است

وابستگی انتخاب فنی مواد به متغیرهای پروژه

نتایج انتخاب مواد	متغیرهای پروژه
<ul style="list-style-type: none"> ◀ افت عمومی و کلی وزن، حاصل از خوردگی ◀ خوردگی موضعی (حفره‌ای، درزی، فرسایشی) ◀ تنش حاصل از خوردگی (مشهور به ترک خوردگی محیطی) 	<p>روش‌های طراحی فرایند و مقاومت در برابر خوردگی</p>
<ul style="list-style-type: none"> ◀ استحکام (همچون ضخامت مورد نیاز) ◀ قابلیت چکش خوری و مقاومت در برابر شکست ترد ◀ سختی (الزامات همواره بر اساس طراحی فرایند که با توجه به تنش حاصل از شکستگی خوردگی انجام می‌شود، معین می‌شوند) ◀ چقرمگی شکاف نما پایین (مازاد بر اثرات محیطی، این ویژگی می‌تواند به طراحی فرایند، همچون اثرات ژول-تامسون بر خروجی گازهای فشار بالا وصل شود و یا بر سیالات سرمازا اثر گذارد) ◀ استحکام نما بالا و مقاومت در برابر خزش ◀ مقاومت در برابر خستگی و ارتعاش 	<p>روش‌های طراحی مکانیکی و خواص مکانیکی</p>
<ul style="list-style-type: none"> ◀ کارگاهی یا محلی، شامل قابلیت دسترسی به تجهیزات و کارکنان ماهر ◀ نیازهای شکل‌دهی و خمش ◀ ارضای نیازهای اتصالی (جوشکاری، بنده‌زنی، زرد جوشکاری* و لحیم‌کاری) 	<p>موقعیت‌های ساخت و سرهم بندی کردن</p>
<ul style="list-style-type: none"> ◀ سهولت تعمیر و نگهداری شامل در دسترس بودن تجهیزات و کارکنان ماهر (همچون جایگزینی نیروهای ماهر و غیر ماهر) ◀ الزامات تحویل محصول، رشد بازدهی بر اساس نقشه قبلی، طرح پیشنهادی یا برنامه زمان‌بندی برای گردش امور واحد ◀ کفایت حفاظت‌های ایمنی همچون جلوگیری از نشست بین جریان‌ها (یک یا دو شیر یک‌طرفه^۲)، کفایت کنترل‌های فشار و درجه حرارت 	<p>وضعیت‌های بهره‌برداری</p>

کارفرما و طراح در ابتدا باید به **دو پرسش اساسی** پاسخ دهند

۱. عمر طرح مورد نظر چه مقدار است؟

۱.۱ عمر طرح های بر مبنای B31.3 در حدود ۲۰ تا ۳۰ سال است.

۱.۲ عمر طرح های مبتنی بر B31.1 در حدود ۴۰ سال در نظر گرفته می شود.

۲. سیستم باید چه ضریب اطمینانی داشته باشد؟

۲.۱ حداکثر ضریب ایمنی Safety Factor در B31.3 برابر **۳** و

در B31.1 معادل **۴** است.

به عنوان مثال اگر در شرایط مشابه طراحی، ضخامت لوله در سیستم B31.1 برابر **Schedule 80** شود، در سیستم مبتنی بر B31.3 در حدود **Schedule 40** خواهد بود

انواع سیال

- پس از انتخاب استاندارد ASME B31.3 مهمترین پرسشی که باید پاسخ داده شود **تعیین نوع سیال** است.
- تعیین نوع سیال از مسئولیت های کارفرما است.
- **پیوست M** برای کمک و راهنمایی کارفرمایان در انتخاب نوع سیال تدوین شده است

مبانی طبقه بندی سیستم Piping در ASME B31.3

در این استاندارد Piping بر دو اساس طبقه بندی شده است.

□ سیال

- سیال نوع D
- سیال عادی (فصل ۱ تا ۷)
- سیال نوع M (فصل ۸)
- Elevated Temperature Fluid Service (جدول ۳۰۲.۳.۵)
- High Purity Fluid Service (فصل ۱۰)

□ فشار

- سیستم لوله کشی فشار بالا (فصل ۹) (بند K300)
- سیستم لوله کشی تحت بارهای متناوب Sever Cyclic Conditions (بند ۳۰۲.۳.۵)

مسئولیت انتخاب نوع سیال به عهده کارفرما است و طراح مسئولیت دارد تا بر این اساس، نوع مواد و الزام های طراحی، ساخت، آزمایش و ... را بر اساس فصل های استاندارد انتخاب کند.

Fluid Service

fluid service: a general term concerning the application of a piping system, considering the combination of fluid properties, operating conditions, and other factors that establish the basis for design of the piping system. See Appendix M.

(a) Category D Fluid Service: a fluid service in which all of the following apply:

(1) the fluid handled is nonflammable, nontoxic, and not damaging to human tissues as defined in para. 300.2

(2) the design gage pressure does not exceed 1 035 kPa (150 psi)

(3) the design temperature is not greater than 186°C (366°F)

(4) the fluid temperature caused by anything other than atmospheric conditions is not less than -29°C (-20°F)

(b) Category M Fluid Service: a fluid service in which both of the following apply:

(1) the fluid is so highly toxic that a single exposure to a very small quantity of the fluid, caused by leakage, can produce serious irreversible harm to persons on breathing or bodily contact, even when prompt restorative measures are taken

(2) after consideration of piping design, experience, service conditions, and location, the owner determines that the requirements for Normal Fluid Service do not sufficiently provide the leak tightness required to protect personnel from exposure

(c) Elevated Temperature Fluid Service: a fluid service in which the piping metal temperature is sustained equal to or greater than T_{cr} as defined in Table 302.3.5, General Note (b).

(d) High Pressure Fluid Service: a fluid service for which the owner specifies the use of **Chapter IX** for piping design and construction; see also para. K300.

(e) High Purity Fluid Service: a fluid service that requires alternative methods of fabrication, inspection, examination, and testing not covered elsewhere in the Code, with the intent to produce a controlled level of cleanness. The term thus applies to piping systems defined for other purposes as high purity, ultra high purity, hygienic, or aseptic.

(f) Normal Fluid Service: a fluid service pertaining to most piping covered by this Code, i.e., not subject to the rules for Category D, Category M, Elevated Temperature, High Pressure, or High Purity Fluid Service.

Fluid Service

severe cyclic conditions: conditions applying to specific piping components or joints in which S_E computed in accordance with para. 319.4.4 exceeds $0.8S_A$ (as defined in para. 302.3.5), and the equivalent number of cycles (N in para. 302.3.5) exceeds 7000; or other conditions that the designer determines will produce an equivalent effect.

Appendix M:

Category **D** fluid service:

Nontoxic, non flammable , not dangerous , designated by owner – design pressure ≤ 150 psig.



Normal fluid service



Category **M** fluid service:

Toxic fluids, even at single exposure of small quantities, non protected personal, designated by owner

High pressure fluid service:

over Class 2500, designated by owner alternative rules in chapter IX

Severe Cyclic Conditions:

Piping over 7000 Cycles and significant displacement stress

سیال نوع D

شرایط

غیر قابل اشتعال

غیر سمی

بدون اثر مخرب بر انسان

فشار طراحی $> 150\text{psi}$

$20 - < \text{دمای طراحی} < 366\text{F}^\circ$

(366 دمای بخار اشباع در 150psi است)

مواد

خم های دست ساز Miter با زواویه بیش از 45° (بند 306.3.2)

اتصال دنده ای Straight (314.2.1(d))

اتصال های آب بندی (316)

سیال نوع M, High Pressure & Normal

□ سیال نوع فشار بالا نخستین بار به عنوان بخش IX اضمیمه Appendix C به ویرایش ۱۹۸۴ استاندارد اضافه شد. در این نوع سیال فشار از میزان تعیین شده در استاندارد ASME B16.5 برای فلنج های کلاس ۲۵۰۰ فراتر می رود.

□ در صورتیکه کارفرما سیال را تحت طبقه بندی تحت فشار بالا تعریف کند، باید همه الزام های فصل IX استاندارد را رعایت کند.

□ سیال نوع M در فصل VIII استاندارد تشریح شده است.

□ سیال نوع Normal سیال هایی هستند که طبق بقیه سیال ها طبقه بندی نشده باشند.

انواع سیال

D fluid Service	سیال های غیر سمی و آتش نگیر که برای انسان خطرناک نباشند. بشرطی که دمای طراحی در محدوده $29^{\circ}\text{C} < t < 618^{\circ}\text{C}$ باشد و فشار طراحی از ۱۵۰psi بالاتر نرود. بند ۳۰۰.۲
Normal Fluid Service	اکثریت قریب به اتفاق سیستم لوله کشی صنایع نفت از این نوع هستند. سیال هایی که به هر دلیلی در گروه های دیگر قرار نگیرند نیز در این گروه طبقه بندی می شوند. بند ۳۰۰.۲
M fluid Service	سیال های سمی که مقدار کمی از آنها برای انسان خطرناک باشد. بخش ۹ استاندارد B31.3 بطور اختصاصی مربوط به این دسته از سیال ها است.
High Pressure Fluid Service	سیال هایی که فشار طراحی آنها از Piping Component کلاس #۲۵۰۰ در دمای معین بیشتر باشد. اگر سیال تحت فشار بالا در پروژه ای انتخاب شود. صرفاً بخش ۱۰ استاندارد B31.3 بصورت مستقل مبنای طراحی خواهد بود.

ASME B 31.3 chapter I

Responsibilities (§ 300)

Owner: Overall responsibilities for Code compliance and establishment of (supplementary) requirements cover Jurisdictional requirements

Designer: Responsible for compliance of engineering design with Code / additional requirements Qualification as per 301.1

Manufacturer: Responsibility for material, components workmanship according to design and code

Owner's Inspector: Ensure that inspection, examination, and testing requirements are met. Qualification as per 340.4

B 31.3 Chapter II: Design

Design Criteria (302)

Piping Components with Specific Ratings (Table 326.1)

Pressure according to the rating at the operating temperature or according to the provisions of B 31.3

Without Specific Rating:

Considered as seamless pipe corresponding to the schedule or class

Variations above the ratings or Appendix A Stress Values allowed by: (302.2.4)

33% for no more than 10 hr at any one time, and no more than 100 hr/yr.

20% for no more than 50 hr at any one time, and no more than 500 hr/yr

Subject to the Owner's approval.

B 31.3 Chapter II: Design

301.2 Design Pressure: Most severe conditions expected in service

301.3 Design Temperature

301.4 Ambient Influences to be considered:

-cooling effects on pressure (vacuum(

-fluid expansion effects

-atmospheric icing

-low ambient temp

301.5 Dynamic Effects: - Impact - external or internal

-wind

-earth quake

-vibration

**301.6 Weight Effects: Live, dead, test and cleaning fluid loads
(incl. snow & ice)**

301.7 Thermal Expansion and Contraction Effects

301.10 Cyclic Effects

301.11 Air Compensating Effects

B 31.3 Pressure Design of Components

304.1 Straight Pipe

Internal Pressure

External Pressure (Section VIII-1 UG-28ff)

304.2 Curved Segments of Pipe

304.3 Branch Connections Reinforcement Calculation

304.4 Closures

304.5 Flanges and Blanks

304.6 Reducers (Reference Std)

304.7 Other Components listed Table 326.1

Nonlisted - Calcs or proof test UG-101

Expansion Joints - App. X

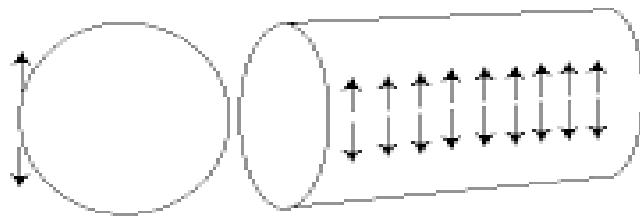
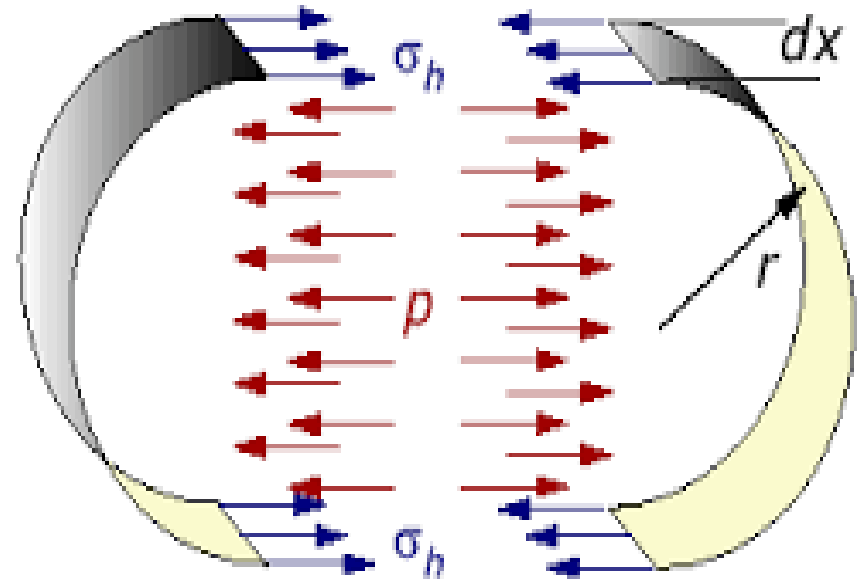
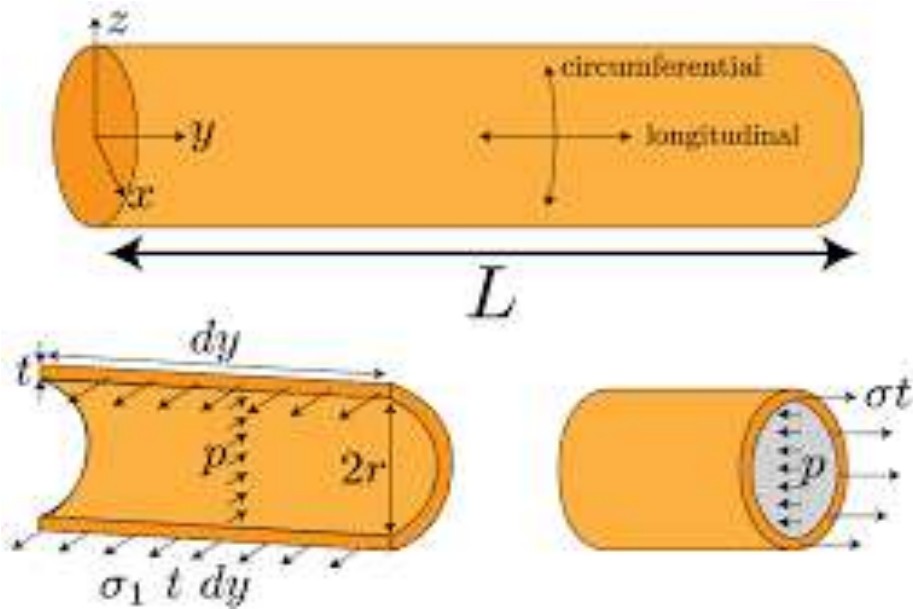
فشار و دمای طراحی

□ فشار طراحی، بیشترین فشار در بالاترین نقطه یا ضخیم ترین جزء سیستم لوله کشی است، بند ۳۰۱.۲

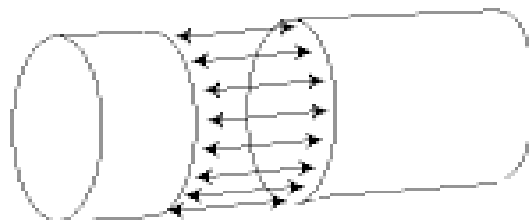
□ دمای طراحی، بالاترین و پایین ترین درجه حرارتی است (۳۰۱.۳.۱) که جداره لوله تحمل می کند. در بندهای ۳۰۱ و ۳۰۲ راهنمایی هایی ارائه شده است. دمای طراحی براساس دمای سیال یا محیط انتخاب می شود و وجود یا عدم وجود عایق تاثیری در انتخاب دما ندارد.

□ فشار و دمای سیستم، در شرایط خاصی می تواند نسبت به فشار و دمای طراحی یا فشار و دمایی که برای **Pressure Temperature Rating** اجزایی نظیر فلنج ها تعیین شده است، تغییر کند. بند ۳۰۲.۲.۴

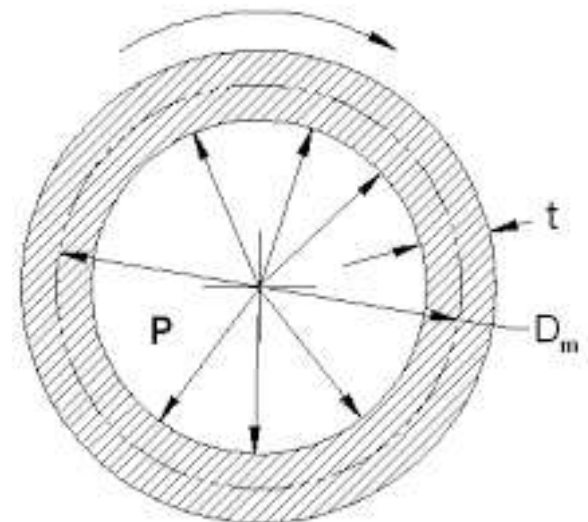
توزیع تنش در ظروف تحت فشار جداره نازک



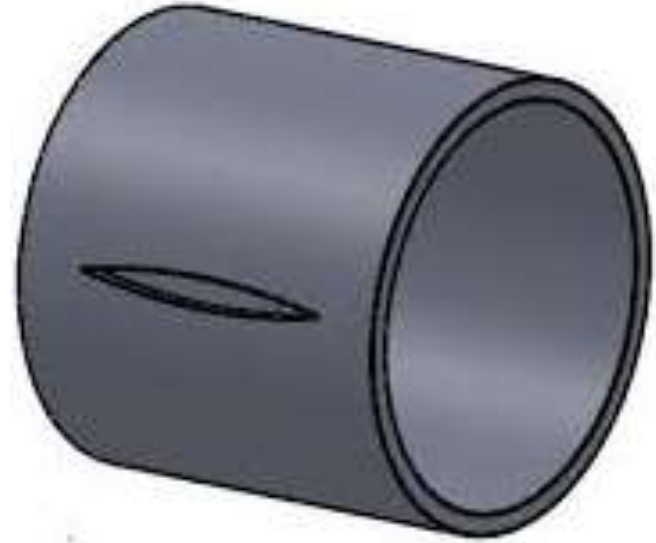
Circumferential Stress or Hoop Stress



Longitudinal Stress or Axial Stress



تأثیر تنش اصلی در مخازن تحت فشار جداره نازک



محاسبه ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

فرمول های محاسبه ضخامت جداره، بر مبنای نظریه شکست فون مایلز است و در مورد ظروف تحت فشار جداره نازک مصداق دارد. ضریب اطمینان فرمول ها کمتر از ۲ است

304.1.2 Straight Pipe Under Internal Pressure

(a) For $t < D/6$, the internal pressure design thickness for straight pipe shall be not less than that calculated in accordance with either eq. (3a) or eq. (3b)

$$t = \frac{PD}{2(SEW + PY)} \quad (3a)$$

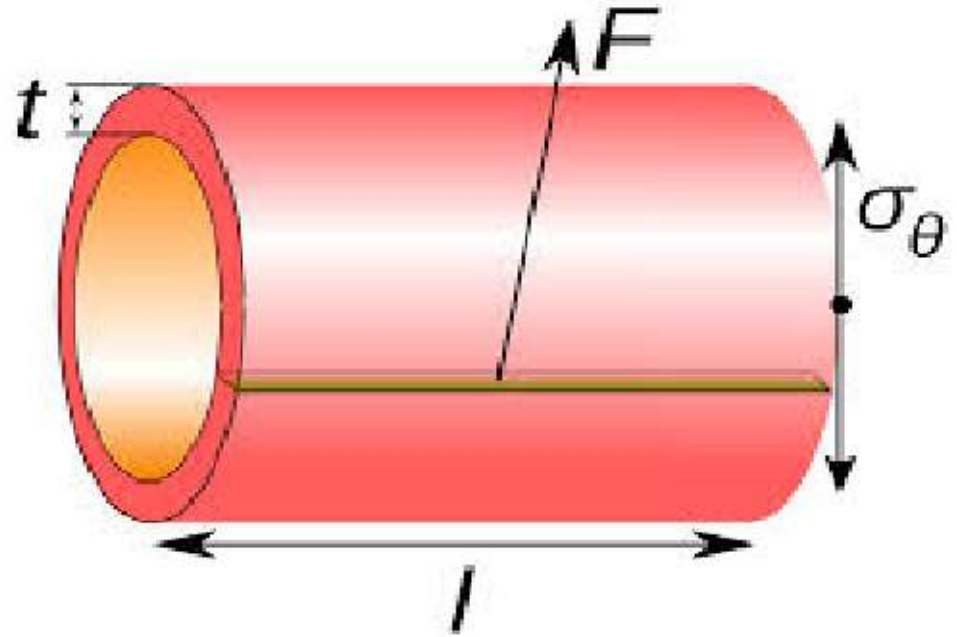
$$t = \frac{P(d + 2c)}{2[SEW - P(1 - Y)]} \quad (3b)$$

(b) For $t \geq D/6$ or for $P/SE > 0.385$, calculation of pressure design thickness for straight pipe requires special consideration of factors such as theory of failure, effects of fatigue, and thermal stress.

محاسبه ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

Wall thickness (t)

$$t = \frac{PD}{2(SE + Py)} + c$$



For $t \geq D/6$, or for $P/SE > 0.385$, calculations of pressure design thickness for straight pipe requires special consideration of factors such as theory of failure, effects of fatigue, and thermal stress. $t_m = t + c$

t_m = Minimum required thickness

t = Pressure design thickness

c = Sum of allowances

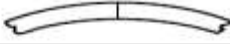




P = Internal design gage pressure

D = Outside diameter of pipe

Y = Coefficient from Table 304.1.1

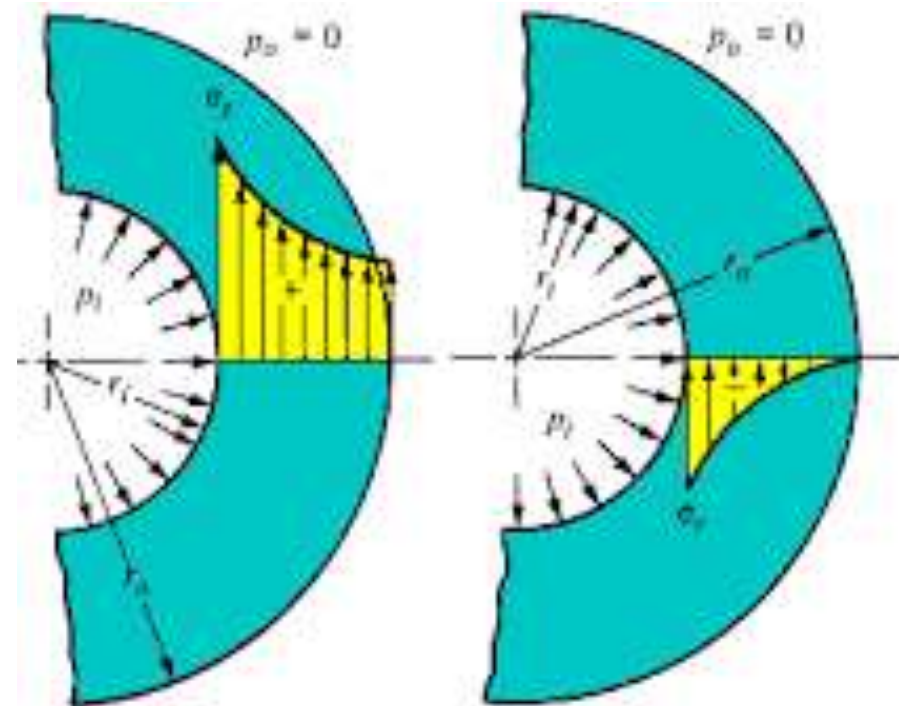
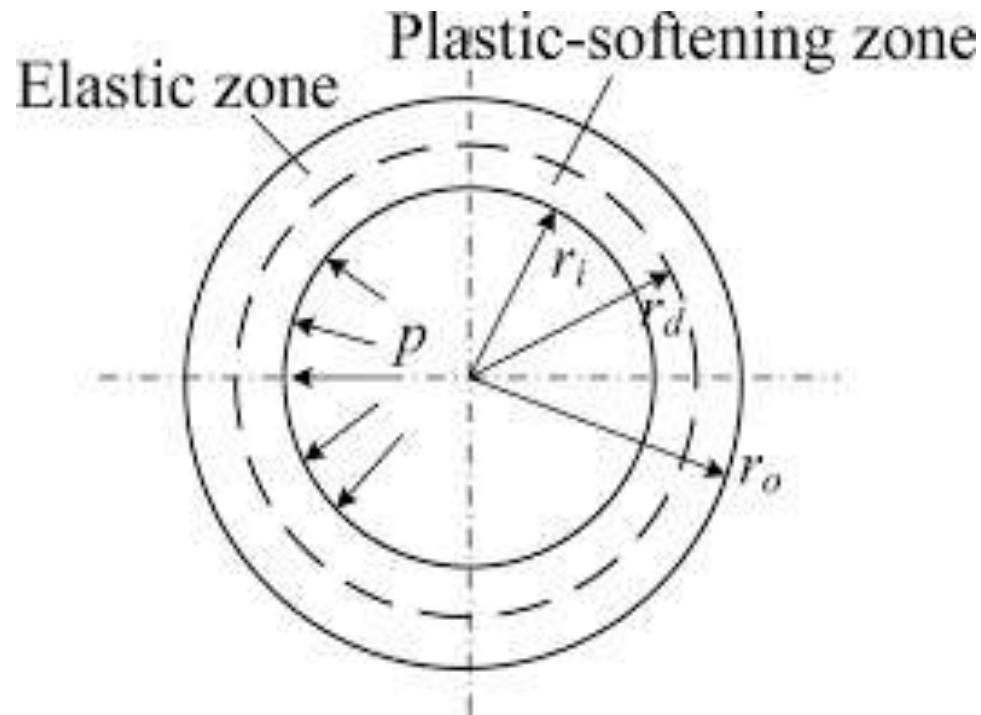
SE = Stress value incl. Quality factor from Table A

Table 302.3.4 Longitudinal Weld Joint Quality Factor, E_j

No.	Type of Joint	Type of Seam	Examination	Factor, E_j	
1	Furnace butt weld, continuous weld		Straight	As required by listed specification	0.60 [Note (1)]
2	Electric resistance weld		Straight or spiral (helical seam)	As required by listed specification	0.85 [Note (1)]
3	Electric fusion weld				
	(a) Single butt weld (with or without filler metal)		Straight or spiral (helical seam)	As required by listed specification or this Code	0.80
				Additionally spot radiographed in accordance with para. 341.5.1	0.90
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3.2	1.00
	(b) Double butt weld (with or without filler metal)		Straight or spiral (helical seam) [except as provided in 4 below]	As required by listed specification or this Code	0.85
				Additionally spot radiographed in accordance with para. 341.5.1	0.90
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3.2	1.00
4	Specific specification				
	API 5L	Submerged arc weld (SAW) Gas metal arc weld (GMAW) Combined GMAW, SAW	Straight with one or two seams Spiral (helical seam)	As required by specification	0.95
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3.2	1.00

NOTE:
(1) It is not permitted to increase the joint quality factor by additional examination for joint 1 or 2.

توزیع تنش در مخازن تحت فشار جداره ضخیم



(a) Tangential stress distribution

(b) Radial stress distribution

$$\sigma_r = \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2 + r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i) / r^2}{r_o^2 - r_i^2}$$

ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

انتخاب نهایی ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

۱. محاسبه حداقل ضخامت بر اساس فشار طراحی

۲. افزودن ضخامت اضافی برای تمام شرایط **Sum of Allowances**

۳. افزودن **Production Tolerance**

۴. انتخاب **Schedule** تجاری

لوله های خم شده

□ ضخامت لوله پس از خم کاری در هیچ نقطه ای نباید از t_m کمتر شود.

□ در لوله کشی فشار بالا شعاع خم نباید از ۱۰ برابر NPS کوچکتر باشد.

□ حداکثر Ovality معادل ۸٪ قطر اسمی است.

□ درجه حرارت فولادهای فریتی در محل خم که بصورت سرد خم کاری شده اند، حداقل 50°F باید کمتر از دمای Tempering آنها باشد. بند ۳۳۲.۲

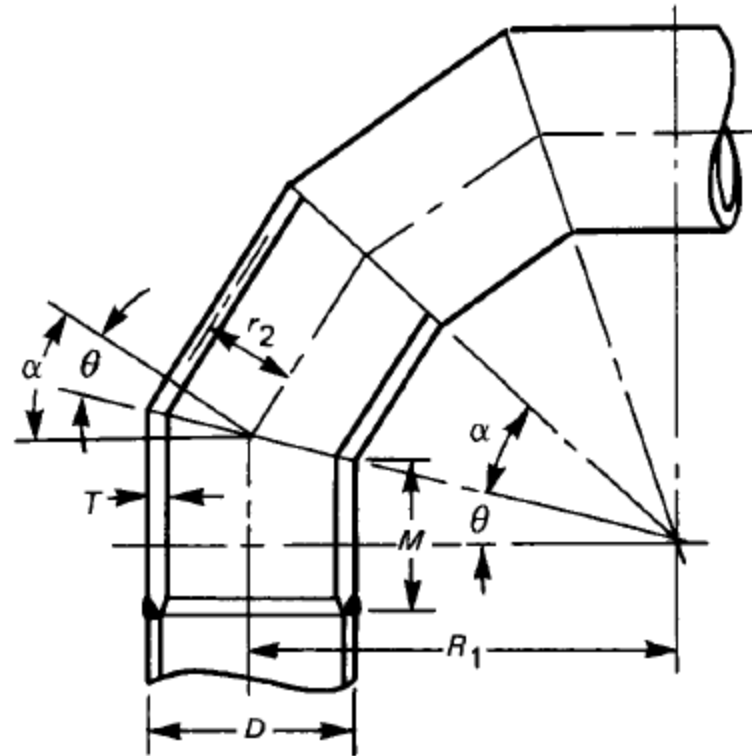
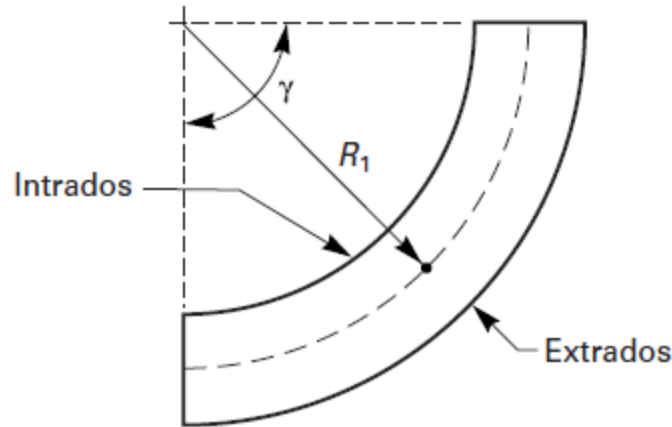
□ آلیاژهای با P No 3,4,5,5,10A & 10B که بصورت گرم خمکاری شوند و پس از آن Quench-temper نشوند، باید عملیات حرارتی پس گرمایی PWHT صورت گیرد. بند ۳۳۲.۴

□ خم Miter در سیستم لوله کشی تحت فشار و سیال سمی مجاز نیست.

304.2 Curved and Mitered Segments of Pipe

Fig. 304.2.1 Nomenclature for Pipe Bends

Fig. 304.2.3 Nomenclature for Miter Bends



$$I = \frac{4(R_1/D) - 1}{4(R_1/D) - 2} \quad (3d)$$

(inside bend radius)

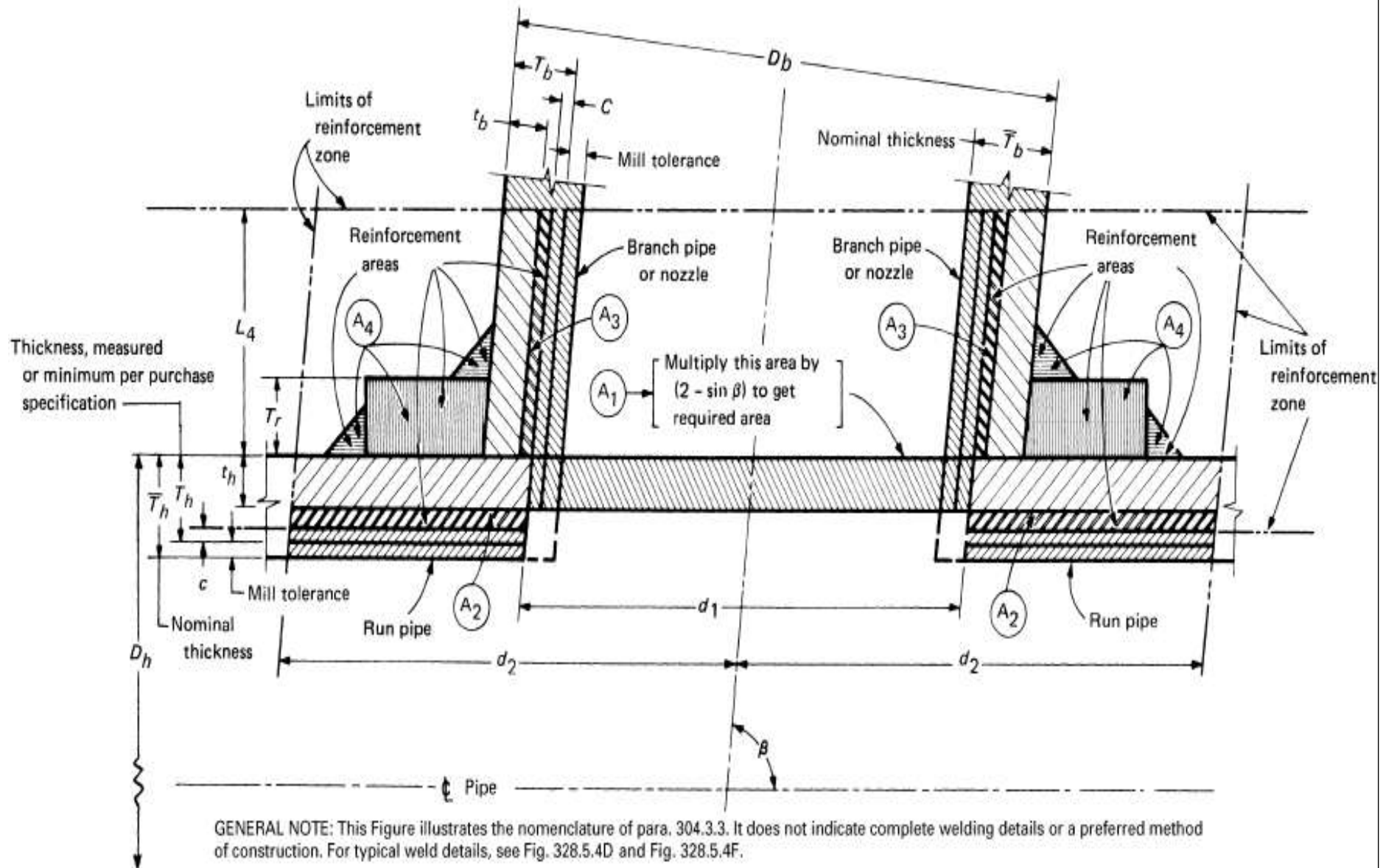
$$I = \frac{4(R_1/D) + 1}{4(R_1/D) + 2} \quad (3e)$$

(outside bend radius)

$$t = \frac{PD}{2[(SEW/I) + PY]} \quad (3c)$$

304.3 Branch Connections

Fig. 304.3.3 Branch Connection Nomenclature



انطعاف پذیری سیستم لوله کشی

□ سیستم لوله کشی باید در برابر انبساط و انقباض طول لوله ها در اثر تفاوت دما، به اندازه کافی انعطاف پذیر باشد تا این پدیده ها سبب تنش مضاعف در سیستم نشود. چند روش عمومی برای رسیدن به این هدف وجود دارد.

□ اجتناب از طراحی مستقیم خطوط بین دو تجهیز

□ استفاده از Expansion Loop

□ استفاده از Expansion Joint

□ کاهش ضخامت لوله ها تا حد ممکن

□ استفاده از سیستم Support مناسب

تنش ها و بارها Load & Stresses

تنش طولی

تنش محیطی

تنش مماسی

تنش برشی

بار اولیه

وزن، بار ناشی از ساپورت، آزاد سازی شیرهای اطمینان، ضربه قوچ، بارهای ناشی از زلزله، برف، باد و ...

بار ثانویه

بار جابجایی، نشست، ارتعاش

انقباض و انبساط

کاهش جابجایی لوله ها ناشی از انقباض و انبساط، یکی از مهمترین دغدغه های طراح است. مرسوم ترین روشها برای کاهش این جابجایی ها عبارتند از:

حلقه انبساط Expansion Loop

Expansion Joint

Slip

Ball

Swivel

Bellow

Single, Double, Universal

Metal Hose

Support

□ سیستم لوله کشی، ترکیبی از اجزا نظیر لوله ها، زانوها، فلنج ها، شیرها، پمپ ها، کمپرسورها، مخازن تحت فشار و ذخیره، مبدل حرارتی و ... است که در کنش و اندر کنش با یکدیگر تنش ها و جابجایی هایی را ایجاد می کنند.

□ اگر تنش ها، انقباض و انبساط ها، از حد مجاز بالاتر رود، امکان دارد، سیستم لوله کشی دچار آسیب شود.

□ با طراحی Support مناسب می توان از تنش ها کاست و بر ایمنی سیستم افزود.

□ هدف از طراحی تکیه گاه، ثابت نگهداشتن لوله ها در جهت های مورد نظر طراح و اجازه حرکت در جهت هایی است طراح مجاز بداند.

Support

- در طراحی Support به دو پرسش اصلی باید پاسخ داده شود
 - تعیین جهت اصلی و فرعی جابجایی خطوط
 - نوع Support که کاربری آن را مشخص می کند

□ انواع Support

- | | |
|---------------------|----------------------|
| Pick-Up □ | Weight Support □ |
| Rigid Support □ | Pipe Shoe □ |
| Trunnion □ | Adjustable Support □ |
| Dummy Legs □ | Spring Support □ |
| Brackets □ | Structural Support □ |
| Pipe Rack □ | Tie-Rod Support □ |
| Temporary Support □ | |

Support

Supports شرایط کار

Operation بهره برداری

Start-Up

Shut-Down

Hydro Test

Fig. 319.4.4A Moments in Bends

$$S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_i)^2}$$

displacement stress range.

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z}$$

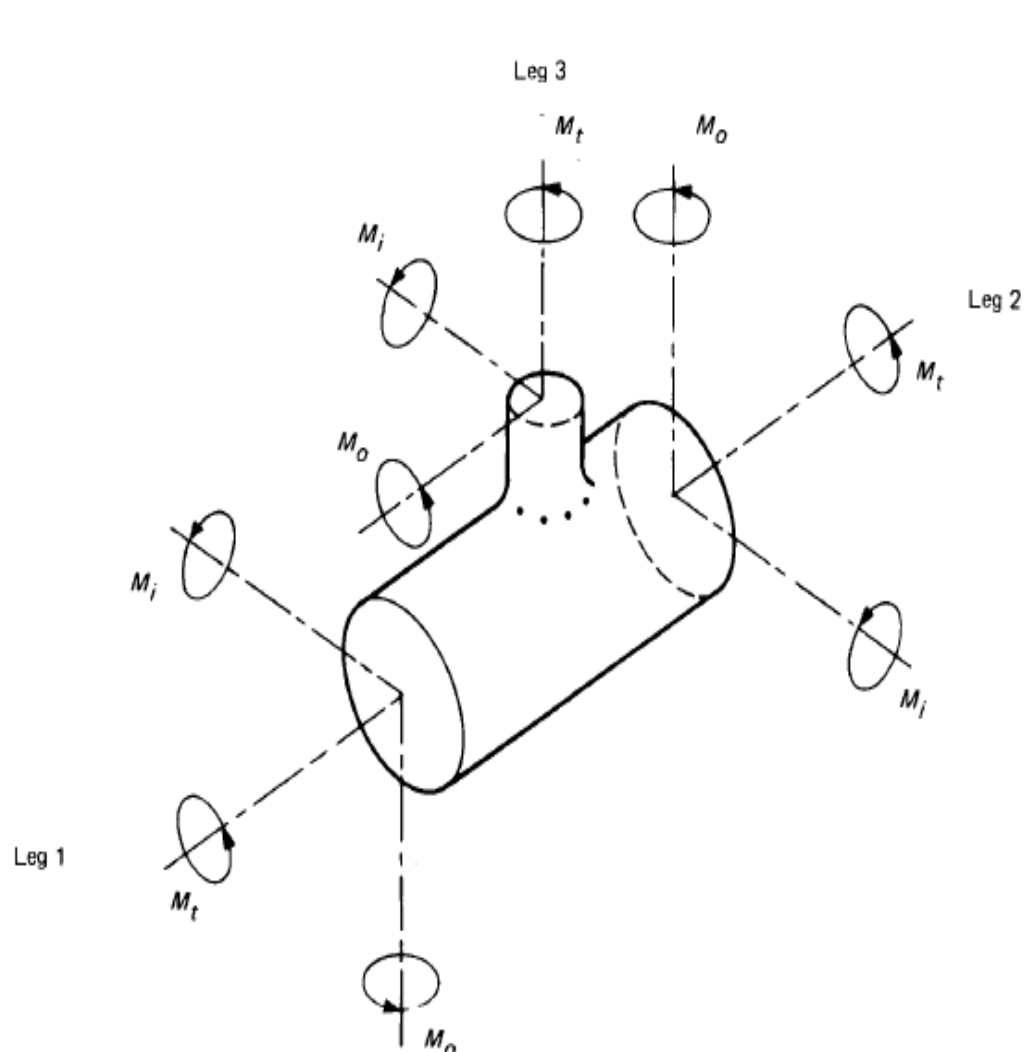
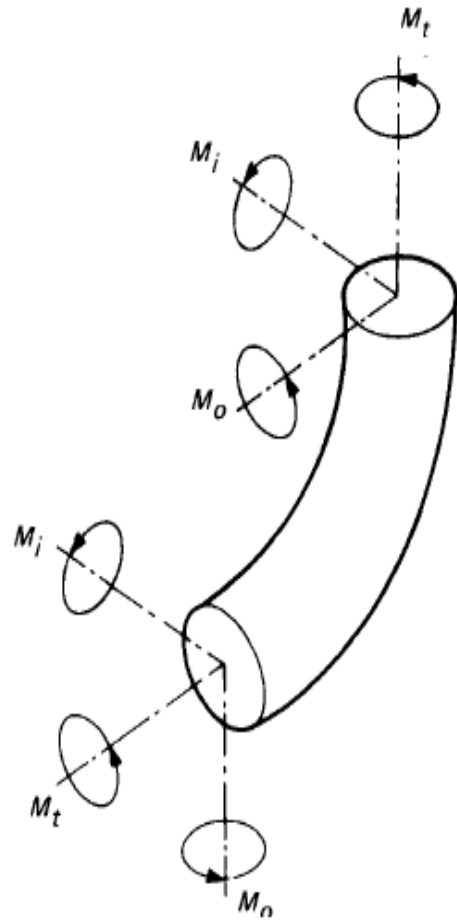
bending stress range

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z_e}$$

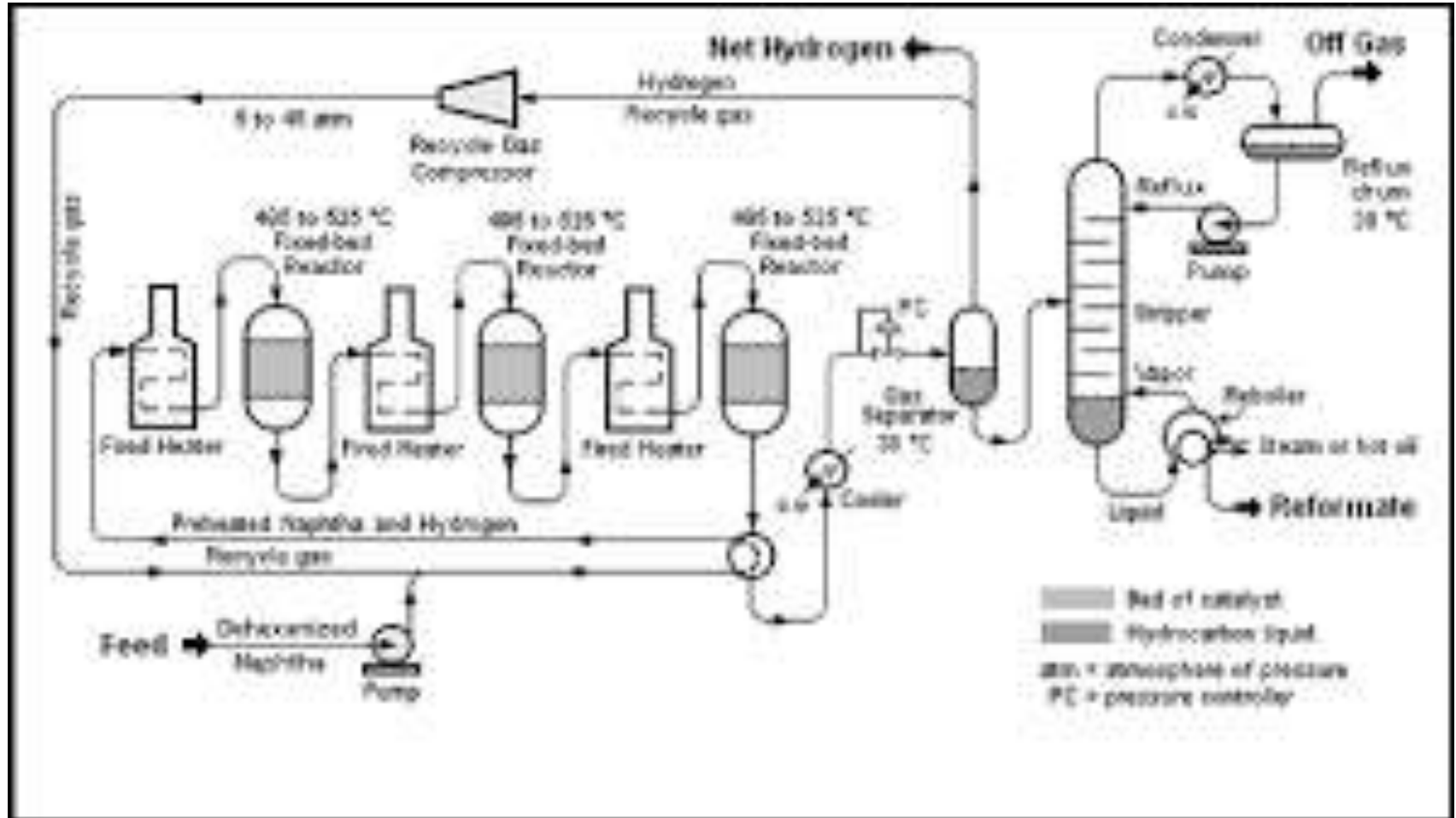
For branch (Leg 3)

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{7}$$

For header (Legs 1 and 2)



نقشه ها و مدارک مهندسی



نقشه Block Flow Diagram (BFD)

□ مدرک BFD نقشه ای مقدماتی است که رؤس کلی فرایند بدون اشاره به جزئیات در آن نمایش داده می شود.

□ فرایندها به همراه مصرف انرژی، میزان جریان خوراک ورودی، مقدار محصولات نهایی و... توسط مربع هایی Block با خطوط جریان به هم متصل می شوند.

Site Design Conditions

□ مدرک شرایط طراحی سایت در ابتدای دوره مهندسی پایه تدوین می شود و هدف آن تهیه راهنمایی برای پاسخ به شرایط محیطی واحد فرایندی است.

□ بر اساس این مدرک، برای طراح حداقل و حداکثر دما، درجه زلزله خیزی منطقه، احتمال رخداد زلزله، شدت زلزله احتمالی، سرعت باد، جهت غالب وزش باد، میزان حداکثر برف و تاثیر وزن آن بر تجهیزات، و ... مشخص می شود.

نقشه Process Flow Diagram (PFD)

- نقشه PFD بدون اندازه است.
- حاوی اطلاعات فرایندی در مورد تجهیزات، نحوه ارتباط آنها با یکدیگر توسط سیستم لوله کشی و ترتیب عملکرد آنها است. هر نقشه PFD معمولاً اطلاعات ذیل را دارا است:
 - شماره تجهیزات
 - دما و فشار و شدت جریان خطوط فرایندی و تجهیزات
 - شکل ساده حلقه های کنترلی
 - خطوط جریان Utility
 - ترکیب سیال و خواصی نظیر ویسکوزیته، دانسیته، ظرفیت گرمایی C_p ، گرمای نهان تبخیر H_v و ...
- این مدرک اولین مدرک مهم مهندسی است و سایر مدارک نظیر P & ID از روی آن تهیه می شوند.

نقشه Process Flow Diagram (PFD)

□ در نقشه PFD موارد ذیل نشان داده نمی شوند:

□ خطوط فرایندی که همواره جریان ندارند.

□ شیرهای اطمینان و شیرهای نمونه گیر (فقط شیر کنترل اصلی نشان داده می شود)

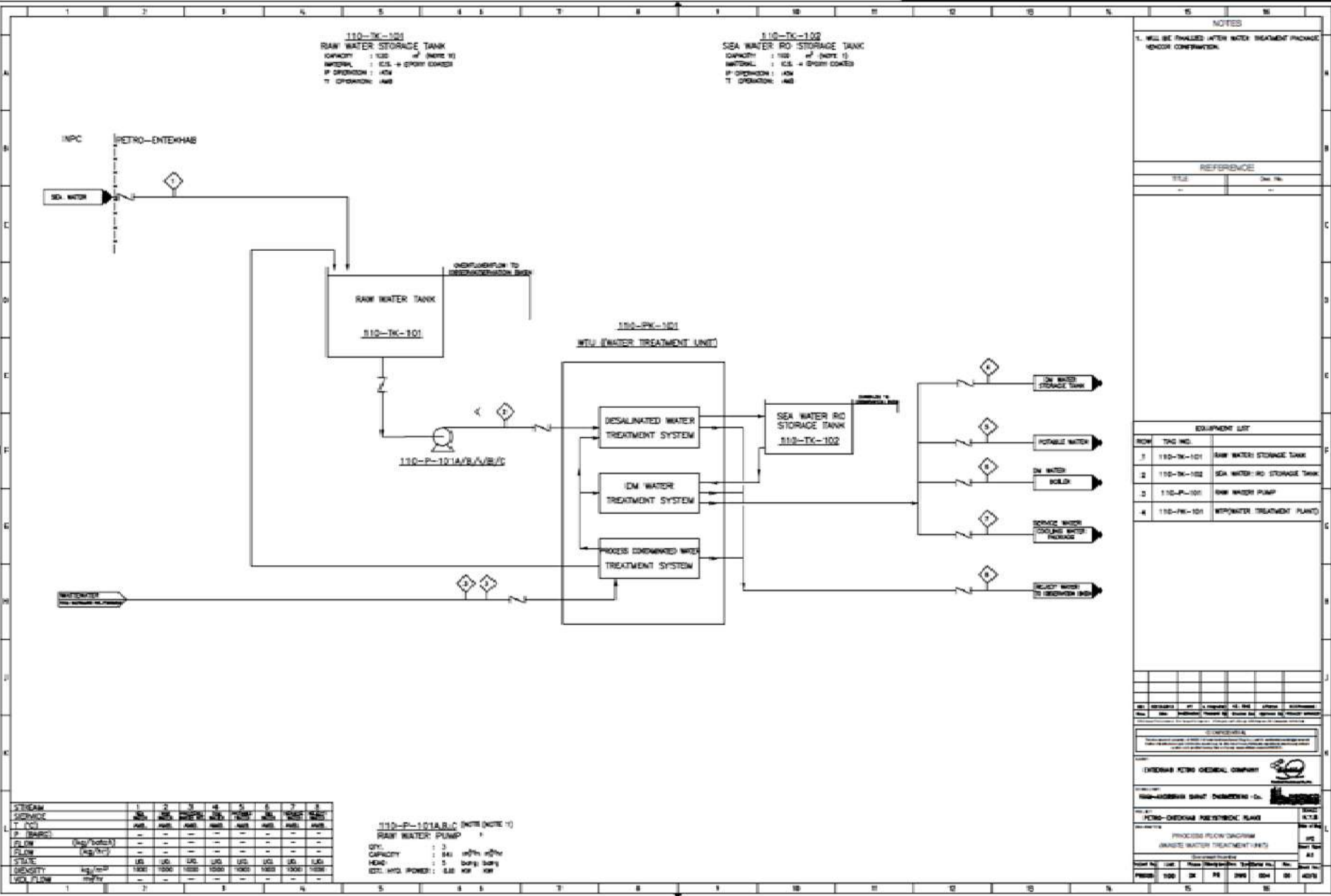
□ ارتفاع تجهیزات

□ از چند تجهیز مشابه یا یکی فقط یکی بصورت P-110 A,B,C نشان داده می شود.

□ موتور تجهیزات دوار و فن ها (همزن راکتورها نشان داده می شود).

نقشه PFD در مرحله مهندسی پایه Basic Design تکمیل و به عنوان PFD Development سایر تجهیزاتی که در مرحله طراحی مفهومی Conceptual Design مشخص نبودند به آن اضافه می شود.

PFD



110-TK-101
RAIN WATER STORAGE TANK
 CAPACITY : 1320 m³ (NOTE 1)
 MATERIAL : CS + SPRI COCKER
 P. OPERATION : 1.5B
 T. OPERATION : 14B

110-TK-102
SEA WATER RO STORAGE TANK
 CAPACITY : 100 m³ (NOTE 1)
 MATERIAL : CS + SPRI COCKER
 P. OPERATION : 1.5B
 T. OPERATION : 14B

NOTES
 1. WILL BE FINISHED LATER WATER TREATMENT PACKAGE HENCO CONSTRUCTION.

REFERENCE
 TITLE: _____
 SHEET NO.: _____

EQUIPMENT LIST

ROW	TAG NO.	DESCRIPTION
1	110-TK-101	RAIN WATER STORAGE TANK
2	110-TK-102	SEA WATER RO STORAGE TANK
3	110-P-101	RAIN WATER PUMP
4	110-FW-101	WATER TREATMENT PLANT

STREAM	1	2	3	4	5	6	7	8
SIZE/NO	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
T. COI	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
P. (BAR)	-	-	-	-	-	-	-	-
FLOW (kg/hr)	-	-	-	-	-	-	-	-
STATE	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ	LIQ
DENSITY (kg/m ³)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
VOL. FLOW (m ³ /hr)	-	-	-	-	-	-	-	-

110-P-101A/B/C (NOTE NOTE 1)
RAIN WATER PUMP
 QTY: 3
 CAPACITY: 184 m³/hr @ 10m
 HEAD: 5 bar @ 10m
 EST. WTD. POWER: 5.8 KW @ 10m

COMPENSATION

PETRO-CHEKHAH GENERAL COMPANY

PETRO-CHEKHAH SAUDI DESALINATION Co.

PETRO-CHEKHAH PRELIMINARY PLANT

PROCESS FLOW DIAGRAM
 WASTE WATER TREATMENT PLANT

Scale: 100%
 Date: 10/10/14

نقشه جانمایی Plot Plan

طراحی Plot Plan

طراحی مفهومی Conceptual Design

طراحی پایه Basic Design

طراحی جانمایی در این مرحله باید تا حد امکان کامل باشد، که در مرحله بعد حداقل تغییرات رخ دهد.

طراحی تفصیلی Detailed Design

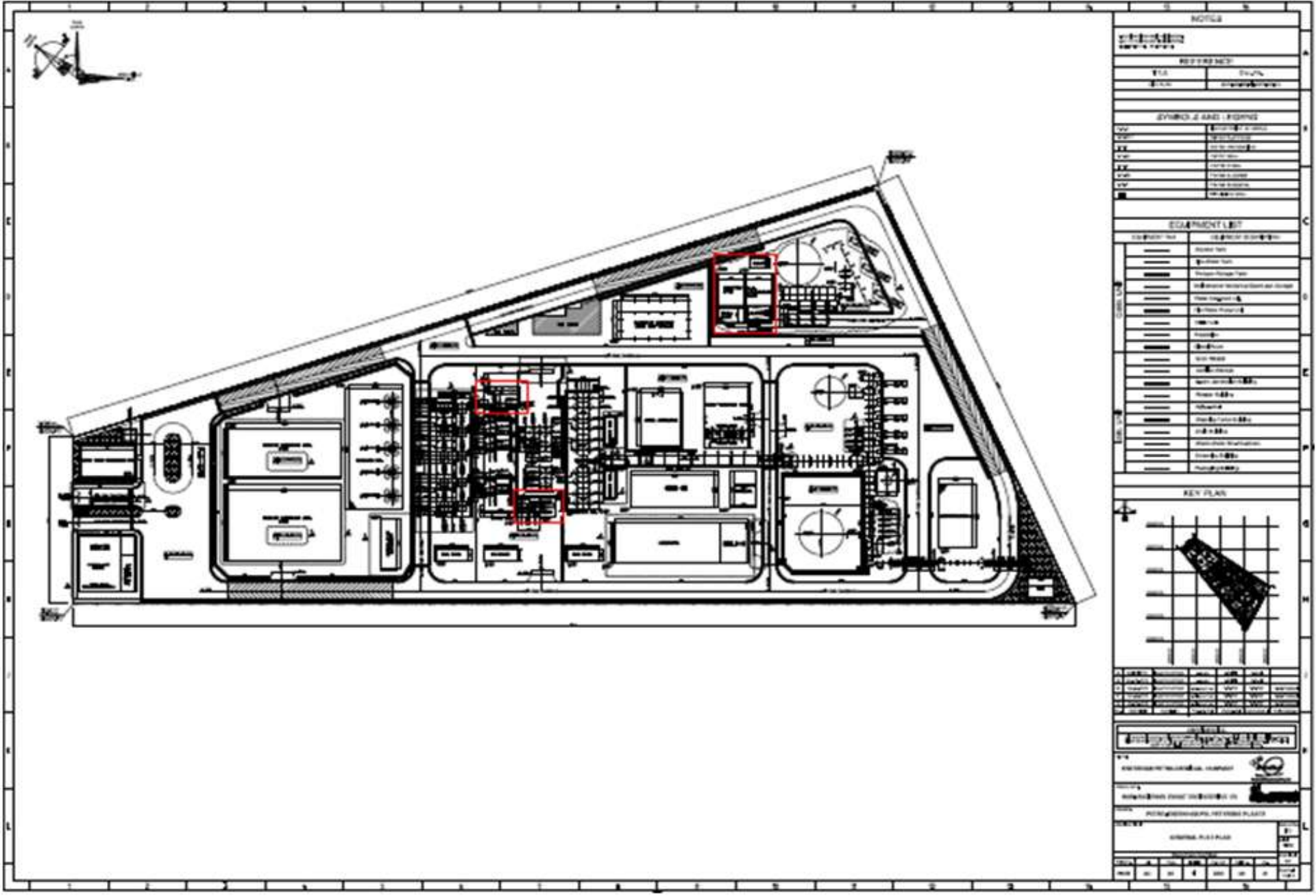
نمای Plot Plan

نمای از بالا

نمای از روبرو

نمای سه بعدی

Plot Plan



نقشه Piping & Instrument Diagram (P & ID)

□ نقشه لوله کشی و ابزار دقیق فرایند بر اساس PFD تهیه می شود. به عبارت دیگر این مدرک، نقشه تکمیل شده PFD است و واقعیت فنی فرایند، تجهیزات، لوله کشی و توابع کنترلی را بصورت نمادهای گرافیکی نشان می دهد.

□ در این مدرک تمام تجهیزات فرایندی Process و Utility به همراه اجزا لوله کشی نظیر اتصال ها و شیرها (به جز زانویی) ، شماره خطوط، تجهیزات ابزار دقیق، Heat Tracing و عایق ها نشان داده می شوند.

□ مدرک، Utility Flow Diagram نوع خاصی از P & ID است.

نقشه Hook Up

□ این نقشه راهنمای اتصال خطوط Piping، مخازن و تجهیزات به ابزار دقیق است و مدرکی مشترک بین گروه Piping و ابزار دقیق محسوب می شود.

□ در این نقشه ها شماره خطی که ابزارهای کنترل و نشانگرها روی آن ها نصب می شوند، شماره تجهیزات ابزار دقیقی که باید نصب شوند، مصالح مورد نیاز و ... وجود دارد

Piping Stress Analysis Specifications

مدرک مشخصات تحلیل تنش لوله کشی

این مدرک در مرحله طراحی پایه تدوین می شود و در آن خطوط بحرانی از نظر تنش و جابجایی ها و نحوه تحلیل تنش و شیوه گزارش تحلیل، مشخص می شود.

تحلیل تنش می تواند به روش های ذیل صورت گیرد:

دستی

کامپیوتری

تقریبی

کمی

کیفی

Emergency Shutdown Logic Diagram (ESD)

□ نقشه ESD، برای خارج کردن دستگاه یا واحد در شرایط اضطراری است.

□ سیستم ESD، معمولا دارای ۴ وضعیت Level 0, 1, 2 & 3 است.

Piping Material specification (PMS)

□ مدرک PMS در واقع منتخبی است از استانداردهای مواد، که در پروژه کاربرد دارند.

□ مدرک PMS حاوی اطلاعاتی در مورد جنس، قطر و ضخامت لوله ها، کلاس شیرها، فلنج ها و انواع درز های اتصال است.

□ خطوط در این مدرک بر اساس دسته بندی نوع سیال، میزان خوردگی آن، دما، فشار فرایندی در کدهایی بر مبنای حروف و اعداد طبقه بندی می شوند.

□ نحوه انشعاب از لوله ها Tee, Olet, Sockolet, Weldolet, Pipe to Pipe و نیاز یا عدم نیاز به ورق تقویتی طی جدولی ارائه می شود.



Project Title:
Petro-Entekhab Polystyrene Plant



Document Title:
Piping Material Specification (PMS)

Project No.	Document Number							Sheet No.	Client Project No.
	Project No.	Unit	Phase	Discipline	Doc. Type	Serial No.	Rev.		
9255	P9255	000	DE	PI	SPC	004	02	19 of 39	PP111

TABLE OF CONTENTS

1.0	SCOPE	4
2.0	STANDARDS & SPECIFICATIONS	4
3.0	GENERAL REQUIREMENTS	6
4.0	CODIFICATION	9
5.0	ABBREVIATIONS	9
6.0	ATTACHMENTS	11

Lists

در پروژه ها برای راحتی کار انواع لیست ها تهیه می شوند، مهمترین آنها در Piping عبارتند از:

- لیست مدارک Document Lists (کارفرما)
- لیست تجهیز Equipment List (کارفرما)
- لیست خطوط Line Lists (طراح)
- لیست مواد Material Lists (دفتر فنی Piping)
- لیست تکیه گاه ها Support Lists (دفتر فنی)
- لیست نقشه Isometric Lists (طراح)
- لیست شیرها Valve Lists (طراح)
- لیست ابزار دقیق Instrument Lists (طراح)

لیست ها برای اجتناب از خطا و دوباره کاری اهمیت زیادی دارند، اگر در پروژه ای طراح برخی از لیست ها را فراهم نکند، پیمانکار Piping حتما و حتی با هزینه خود باید آنها را تدوین کند.

Lists

لیست تجهیزات Equipment List




□ دسته بندی تجهیزات معمولا بر اساس انواع آنها است.

□ در این مدرک اطلاعاتی نظیر شماره، ابعاد، وزن و توان تجهیز وجود دارد.

□ مدرک توسط کارفرما در اسناد مناقصه ارائه می گردد و در برآورد پروژه سند مهمی است.

لیست خطوط Line List

□ در جدول های این مدرک، خطوط با تمام جزئیات نظیر، Class، سیال، نحوه خروج و ورود به تجهیزات، فشار و دمای طراحی، فشار و دمای بهره برداری، فشار Hydro Test و ... ارائه می شود.

OWNER :				PMC :				Pardis 3rd Ammonia & Urea Project						ENGINEERING CONTRACTOR :			
 PARDIS PETROCHEMICAL COMPANY				 NAMAVARAN DELVAR ENGINEERING & CONSTRUCTION Co.				Line List						 HAMPA ENERGY ENGINEERING & DESIGN COMPANY		Project No.: 2112	
														Doc. No.: 3-3401-LST-PR-005		Rev.: 4	
REV	LINE NUMBER	NOM. SIZE IN	SPEC.	FROM	TO	LINE CONTENT	State	DRAWING NO.	OPERATING		DESIGN		INSULATION TYPE	INSULATION THICKNESS mm	TEST PRES. Bar g	TEST MEDIA	REMARKS
									PRES. bar g	TEMP. degC	PRES. bar g	TEMP. degC					
	CWR-4032002	1 3/4	AA01	3-P-4001 B	CWR-5350025	COOLING WATER RETURN	L	3-3440-PID-PR-032	1	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	
	CWR-4032003	3/4	AA01	3-P-4001 A	CWR-4032002	COOLING WATER RETURN	L	3-3440-PID-PR-032	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5138001	3	AA01	3-TK-5102	CWR-0014008	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5138002	3/4	AA01	CWR-5138001	3-PSV-5101	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5138003	1	AA01	3-PSV-5101	ATMOSPHERE	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
4	CWR-5230001	2-1-3/4	AA01	3-P-5203.A	CWR-0014008	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	Deleted
4	CWR-5230002	3/4	AA01	3-P-5203.B	CWR-5230001	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0	11.2	H	Deleted
4	CWR-5230004	2-1-3/4	AA04	3-P-5203.A	CWR-0014008	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	Deleted
4	CWR-5230002	3/4	AA04	3-P-5203.B	CWR-5230004	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0	11.2	H	Deleted
4	CWR-5230003	2-1-3/4	AA01	3-P-5203.C	CWR-5230008	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0	11.2	H	Deleted
4	CWR-5230004	2-1-3/4	AA01	3-P-5203A	CWR-0014008	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030	4	48	7.5	100	N	0	11.2	H	Deleted
4	CWR-5230005	3/4	AA04	3-P-5203B	CWR-5230004	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-030A	4	48	7.5	100	N	0	11.2	H	Deleted
	CWR-5240001	2 1	AA01	3-TK-5204	CWR-0014007	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-040	1	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	
	CWR-5240004	3/4	AA01	CWR-5240001	3-PSV-5210	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-040	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	

مدارک مهندسی در اجرا

Piping

- Specification
- Lists
- Hook up
- Tables
- P & ID
- Piping Plans
- Isometric
- Spool
- Spool Sheet
- Special Piping Detail

Support

- Pipe Support Specification
- Support Painting Specification
- Support Index
- Support List
- Support Drawing Details
- Standard Support Drawings
- Special Support Details

مراحل اجرا

- Spool
- Spool Sheet
- Joint History
- MTO
- MIV
- MRV
- NDT
- QC Forms
- Sand Blast & Painting

- پیش ساخت
- Prefabrication**
- خطوط زیر زمینی
- خطوط رو زمینی
- گارگاه پیش ساخت
- انبار اسپول ها Spool Yard
- انبار موقت
- کنترل اسپول ها
- کنترل ابعاد و کنترل مواد
- کنترل جوشکاری و رنگ
- انبارداری اسپول ها

مراحل اجرا

Test Package

نصب

- Test Package لوپ بندی
- Test Package تکمیل مدارک
- H.T رفع عیب قبل از آزمایش
- Hydro Test آزمایش فشار
- H.T رفع عیب بعد از آزمایش
- رنگ نهایی و لکه گیری
- Tracing
- عایق کاری
- Reinstatement و Box-Up

- Fit Up و جوشکاری در سایت
- پرتو نگاری
- تنش زدایی PWHT
- پرتو نگاری مجدد در صورت لزوم
- کنترل نصب
- تنظیم خطوط با Supports

QC Forms

فرم تحویل Fit Up

فرم تحویل جوشکاری روزانه

فرم تحویل سند بلاست و رنگ آستری

فرم تحویل رنگ میانی

فرم تحویل رنگ نهایی

فرم تحویل عایقکاری

فرم تحویل Wrapping

فرم تحویل رادیوگرافی و NDT

فرم تحویل ورق های تقویتی

فرم معرفی جوشکاران برای آزمایش

فرم تحویل تنش زدایی

فرم اجازه رادیو گرافی

فرم تحویل ساپورت ساخته شده

فرم تحویل نصب ساپورت

فرم های Test Package

برگه روی جلد

برگ فهرست مدارک

گزارش تست خطوط

چک لیست

فرم رفع عیب قبل از تست

فرم فلاشینگ خط

گواهی کالیبره فشار سنج ها

فرم رفع نواقص بعد از تست

خلاصه Joint History

فرم Technical Inquiry

تغییرات Modification

□ هر تغییری در نقشه ها و مدارک و فرم ها باید با علائمی نظیر ابر Revision Cloud یا مثلث Revision Training مشخص Highlight شود.

□ تمام مدارکی که پس از تغییر از جریان طراحی یا اجرا خارج می شوند، باید با عبارت Void مهر شوند و بر اساس نظامی تدوین شده، بایگانی گردند.

□ در بایگانی مدارک باید لیست به روز شده تمام مدارک به همراه شماره تمام مدارک خارج شده از جریان پروژه وجود داشته باشد.

نقشه های Isometric

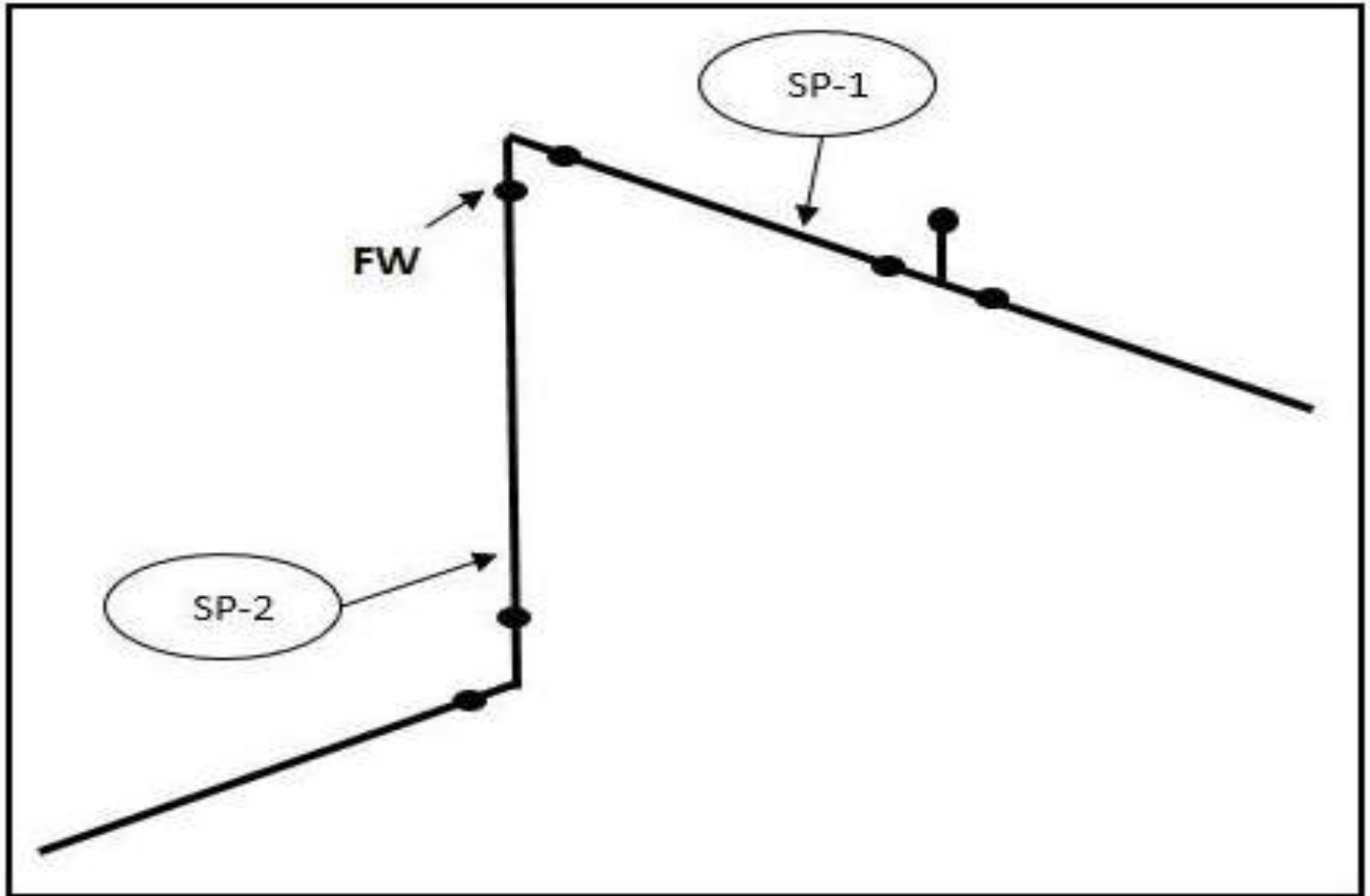
□ نقشه ISO سه بعدی و بدون مقیاس است و مسیر خط، طول خط، اجزا، اتصالات و انواع روش های اتصال (جوش، فلنج یا رزوه) را نشان می دهد.

□ نقشه های ISO ابتدا باید با نقشه های PFD و P & ID از نظر کلاس، مسیر، طول و اجزا تشکیل دهنده کنترل گردد تا اختلاف های احتمالی پیدا شود.

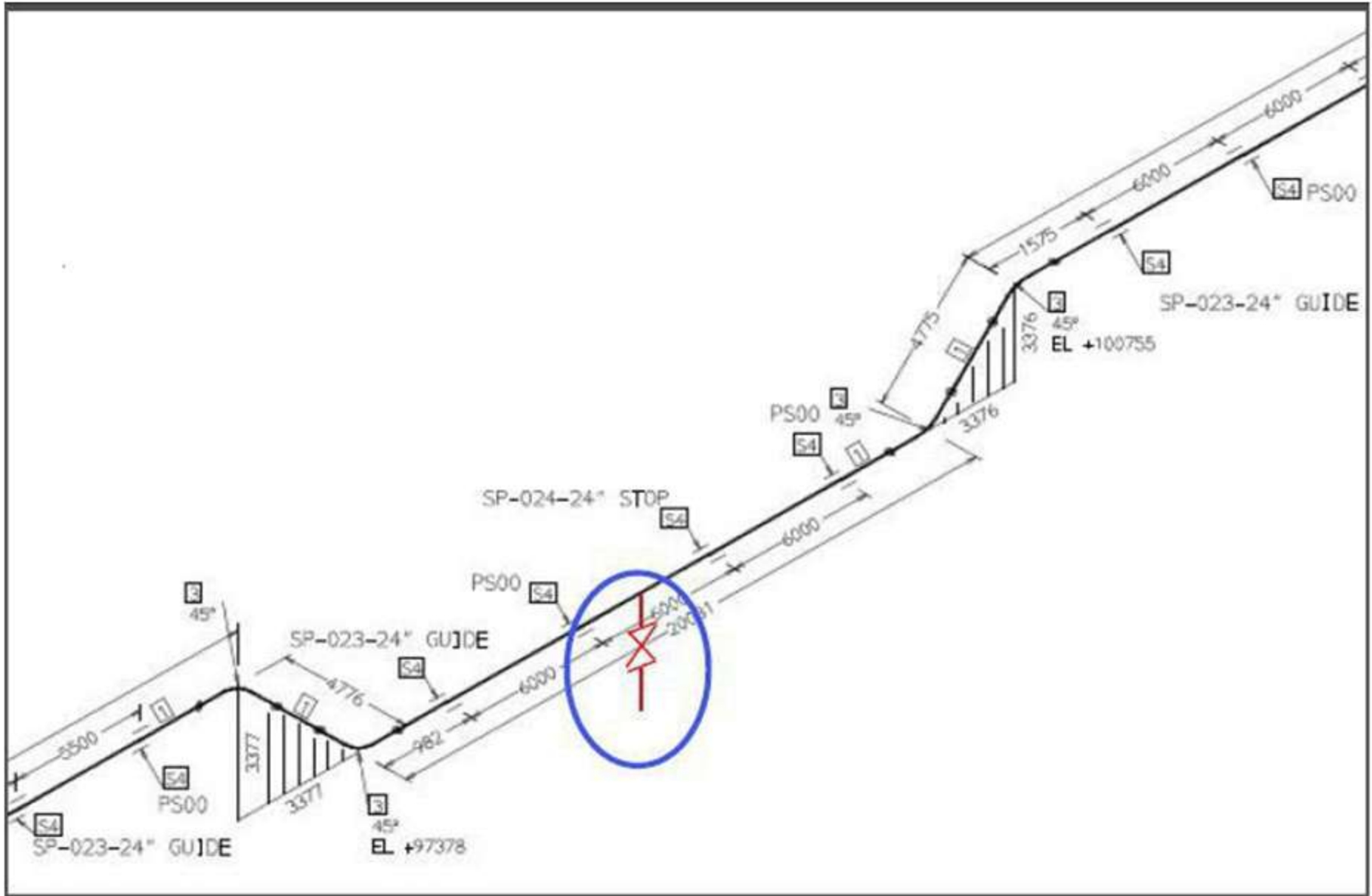
□ سرجوش گذاری برای ساده شدن اجرا به Shop Weld و Field تقسیم می شوند.

□ انتخاب محل FW و اندازه Spool به ابعاد، وزن، محل نصب، ارتفاع نصب و ... دارد و باید از قبل به توان جراثقال یا ابزار لازم برای نصب توجه کامل داشت.

Isometric

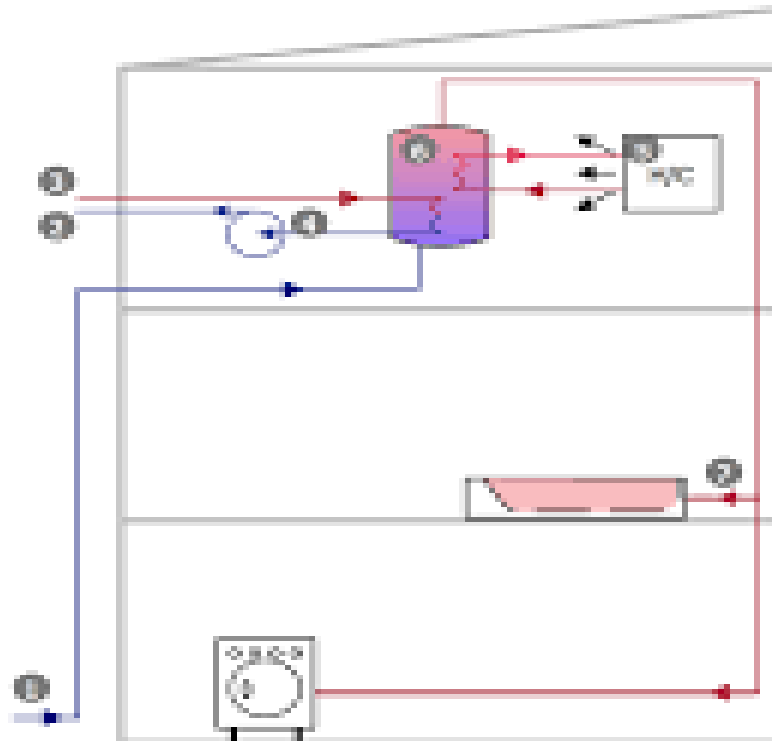


Isometric



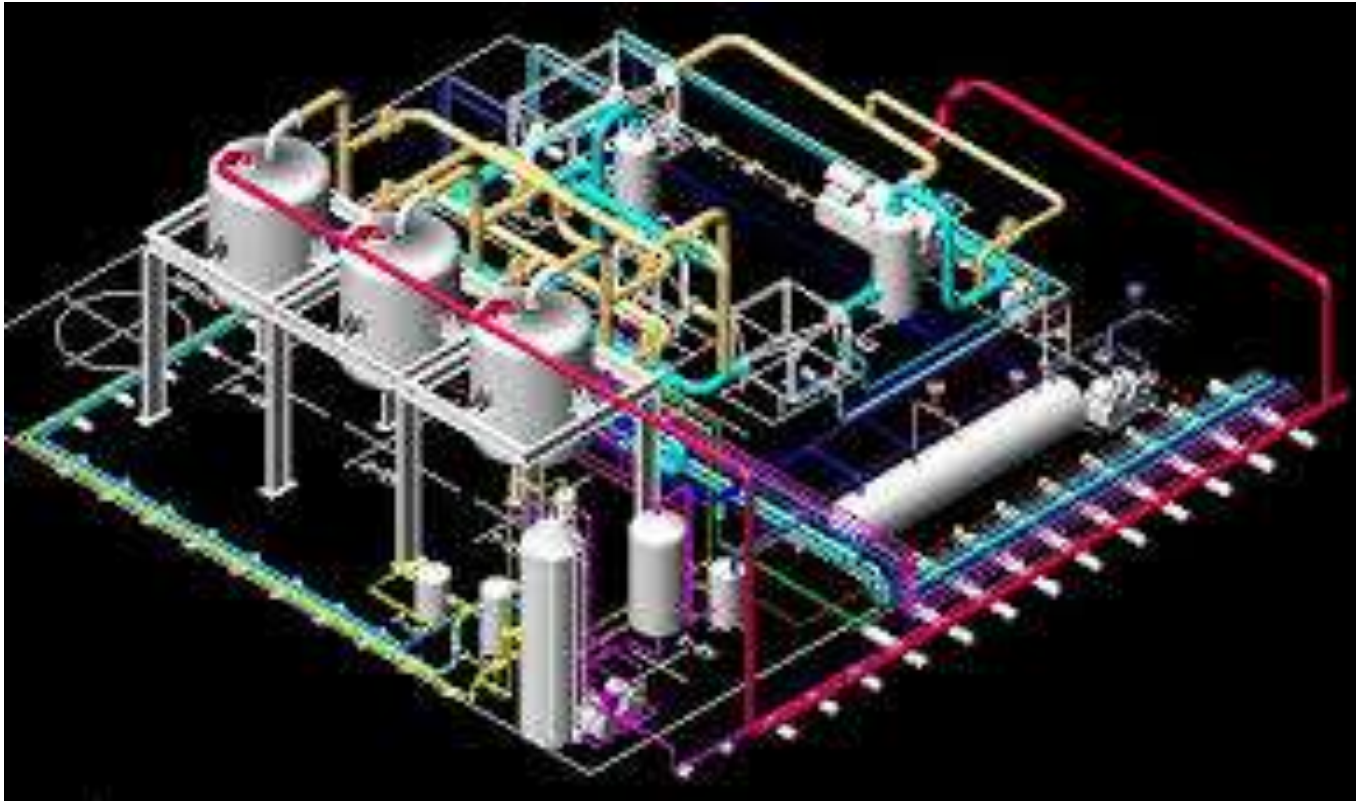
Piping Plan or Piping Layout

□ این نقشه ها در دوره طراحی تفصیلی و توسط سازمان طراح تهیه می شود و مکمل نقشه های ISO است. این مدرک لوله کشی را در ترکیب با تکیه گاه ها، تجهیزات و اسکلت های فلزی بطور یکجا نشان می دهد و در ساخت و نصب سیستم لوله کشی و طراحی Support مدرکی حیاتی است.



Plant 3D Model

- تهیه مدل سه بعدی واحد فرایندی یا Utility کمک زیادی به درک طراحان از مشکلات و موانع خواهد کرد.
- معروف ترین و کارآمد ترین نرم افزار مدل سه بعدی در حال حاضر PDMS است.



سخن پایانی

- استاندارد شامل تمام شرایط سیال، تنش و فرمول های مورد نیاز طراحی نیست و جانشین تجربه طراح نمی شود.
- هر شرکت طراحی باید مشخصه Spec طراحی خود را در پروژه بر اساس شرایط تدوین کند. Spec می تواند در بخشی از موارد سخت گیرانه تر از استاندارد باشد، اما اگر اساس استاندارد را تغییر دهد یا الزام های آسانتری را بنحو وسیعی جایگزین کند، طراح مجاز نخواهد بود، برای طراحی خود، به استاندارد ارجاع دهد.
- مشخصه طراحی Design Spec در واقع جدا کردن آن بخش هایی از استاندارد است که در طراحی پروژه ای معین کاربرد ندارند.
- استاندارد Handbook نیست و نمی توان ملاحظه های الزامی آن را دست چین کرد.
- هیچ شخصی صرفا با یاد گیری استاندارد، به طراحی مجرب تبدیل نمی شود. اما اگر طراح شناخت دقیقی از استاندارد نداشته باشد، قطعا طراحی معیوبی ارائه خواهد کرد.

منابع

۱. برخی از تصویرهای فایل از آقایان مهندسان احسان سلیمی، صالح سجودی، کیامرث مکوندی، محمد شریعت و یوسف اکبری گرفته شده است

2. *ASME B31.3 Process Piping*. ASME, 2015.

3. Chermisinoff, Nicholas P, *Handbook of Process Equipments*, Butterworth, 2000.

4. Frikken, Don, *A Comparison B31.3 versus B31.1*, 2008.

5. Nayyar, Mohinder. L, *Piping Handbook*. Seventh Edition, Mcgraw-Hill, nd.

6. Rao, K.R, *Companion Guide to the ASME Boiler & Pressure Vessel & Piping Codes*. Third Edition, ASME, 2009.