

آشنایی مقدماتی با دانش پایپینگ در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

مقدمه

لوله کشی در زمینه های مختلف صنعتی کاربرد دارد مثلاً در کارخانه هایی که برای تامین و راه اندازی یک فرایند شیمیایی خاص مثل تصفیه خانه ها، پالایشگاه ها و... می باشند که بصورت اختصار به Process Plant نامیده می شود و یا در زمینه های دیگر صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد.

لوله کشی فرایندی جهت انتقال سیالات بین واحدهای ذخیره و واحدهای فرایندی و دیگر واحدها استفاده می شود. لوله کشی سرویس، جهت انتقال بخار، هوا، آب و غیره جهت فراهم آوردن امکانات جهت انجام فرایند به نحو مطلوب استفاده می شود. به لوله کشی سرویس ذکر شده اصطلاحاً Utility Piping می گویند.

برنامه ریزی، طرح و ساخت یک Plant :

هنگامیکه یک کارفرما تصمیم به ساخت یک Plant جدید، یا توسعه یک Plant موجود را می گیرد، اقدام به استخدام یک شرکت مهندسی جهت کارهای طراحی و ساخت نموده، یا در صورتیکه بخش مهندسی شرکت مزبور بزرگ باشد خود اقدام به طراحی و کنترل پروژه می کند و جهت اجرای کار از یک یا چند پیمانکار استفاده می کند. طراحی و ساخت یک Plant صنعتی مسئولیت پیچیده ای است که معمولاً توسط شرکت های متخصص به صورت مشاور صورت می گیرد.

فصل اول

تجهیزات مورد نیاز لوله کشی

اینک به تفصیل به معرفی اجزای مورد کاربرد در طراحی Piping می‌پردازیم.

1-1- لوله (Pipe):

لوله‌ها از اصلی ترین قسمت ها و اجزا می‌باشند که باعث پیوند بین دستگاهها و ایجاد مسیر می‌شوند. لوله‌ها معمولا توسط " سایز نامی لوله یا NPS " و ضخامت جداره برحسب No Schedule ، " مشخصه API " یا وزن مشخص می‌شوند.

سایزهای متداول لوله‌ها $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 , $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 2 , $2\frac{1}{2}$, 3 , $3\frac{1}{2}$, 4 , 5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 , 16 , 18 , 20 , 24 اینچ می‌باشند

که سایزهای $\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ اینچ بسیار کم استفاده می‌شوند چون معمولا برای خرید آنها باید

سفارشی خرید کرد. سایزهای زیر $\frac{1}{2}$ اینچ را Tube می‌گویند. سایزهای $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$ اینچ معمولا

برای خطوط ابزار دقیق یا سرویس و سایز خطوط متصله به تجهیزات می‌باشند.

طول لوله‌ها بصورت 6 یا 12 متری می‌باشد و به شاخه معروف است. هر سایز لوله با ضخامت

جداره‌های مختلفی ساخته می‌شود که دارای سه استاندارد مختلف می‌باشد.

الف) ANSI

ب) ASME

ج) API



شکل 1- لوله

نکته دیگر ضخامت یا اصطلاحاً گوشت لوله می‌باشد که آن را با Sch نشان می‌دهند. روشهایی برای محاسبه ضخامت بر اساس دما و فشار طراحی وجود دارد و از آنجا از روی جداولی ضخامت بدست آمده را بر اساس سایز نامی لوله پیدا کرده و عدد Sch مناسب را می‌خوانیم. مثلاً Sch 40 مسئله دیگر جنس لوله‌ها می‌باشد که شامل:

(الف) لوله‌های فولادی

(ب) لوله‌های آهنی

(ج) لوله‌های پلاستیکی

(د) لوله‌های شیشه‌ای

(ه) لوله‌های از جنس آلیاژ

لوله‌های فولادی معمولاً کربن استیل هستند. از انواع کربن استیل ها می‌توان به A 53, A 106 با گریدهای A 105, A 283, B, C, A و... اشاره کرد. کربن های استیل ها براحتی در همه جا پیدا می‌شوند. از جمله دیگر لوله‌ها می‌توان به لوله‌های Stainless Steel اشاره کرد که نسبتاً گران هستند.

از Stainless Steel ها به خاطر مقاومت زیادشان در فرایندهای شیمیایی، انتقال حرارت خوب و مقاومت کششی بالا در دماهای زیاد استفاده می‌شود. از انواع آن می‌توان به انواع آن یعنی S306, SS316, SS310 و ... اشاره کرد.

در جدول صفحه بعد نحوه انتخاب جنس لوله در شرایط سرویس و بر حسب دما از استانداردها آمده است.

به طور خلاصه می‌توان گفت وقتی در یک سیستمی با دمای پایین یا یک سیال با خوردگی کم و یا در یک شرایطی که در لوله استرس کمی تولید می‌شود می‌توان از لوله‌های کربن استیل استفاده کرد.

لوله‌های آهنی از چدن یا چدن داکتیل ساخته می‌شوند. استفاده اصلی آنها در خطوط آب، گاز و فاضلاب می‌باشد.

لوله‌های پلاستیکی نیز جهت انتقال سیالات خورنده بکار می‌روند و مخصوصاً برای انتقال گازهای خورنده یا خطرناک و اسیدهای معدنی بسیار مناسب می‌باشند.

این لوله‌ها از جنس PVC، پلی اتیلن، پلی پروپیلن و... ساخته می‌شوند. البته استاندارد ANSI برای این لوله‌ها چندین Sch نیز معرفی کرده است. نکته مهم دیگر در لوله‌ها، Ending آنها می‌باشد. به طور کلی انتهای لوله می‌تواند بصورت‌های زیر باشد:

Plained End (الف)

Beveled End (ب)

Thread End (ج)

جدول 1- نحوه انتخاب جنس لوله بر حسب سرویس

Service	ASME Class	Temperature range		Piping material
		°F	°C	
Hydrocarbon processes				
Crude feed/Sour hydrocarbons	150	-20 to 200	-29 to 95	Carbon steel
Fractionation/Light hydrocarbons	150	-20 to 650	-29 to 343	Carbon steel
Catalytic cracking product	150	-20 to 900	-29 to 482	Type 316 SS or low alloy 5 Cr
Catalytic cracking regeneration	150	-20 to 1280	-29 to 693	Refractory lined CS or type 316 SS
Flare header	150	-50 to 750	-45 to 400	Killed carbon steel (low temp grade)
Fuel gas	150	-20 to 500	-29 to 260	Carbon steel
Hydrofiner feed product	300	-20 to 800	-29 to 427	Low alloy (1¼ Cr) or type 316 L SS
Propane	300	-50 to 250	-45 to 120	Killed carbon steel (low temp grade)
Methane feed	300	-20 to 925	-29 to 496	Low alloy (1¼ Cr)
Catalytic reformer/Hydrogen	600	-20 to 1100	-29 to 595	Low-alloy (1¼ or 2¼ Cr)
Ethane	600	-300 to 500	-184 to 260	Type 304L SS
Hot oil heating	600	-20 to 750	-29 to 399	Type 304 SS
Hydrocracker/Hydrocarbon	1500	-20 to 850	-29 to 454	Low alloy (1¼ Cr to 2¼ Cr)
Other Systems				
Acetic acid	150	-50 to 160	-45 to 70	Type 304 stainless steel
Caustic (15% by weight)	150	-20 to 150	-29 to 65	Monel
Chloride/Chlorine (Dry)	150	-20 to 125	-29 to 50	Carbon steel
Hydrochloric acid	150	-50 to 150	-45 to 65	Hastelloy
Liquid sulfur	150	-20 to 500	-29 to 260	Carbon steel jacketed or traced pipe
Hydrocarbons/Wet chlorine	300	-20 to 500	-29 to 260	Inconel or plastic-lined steel
Utilities				
Instrument air	150	-20 to 150	-29 to 65	Carbon steel galvanized/SS tubing
Nitrogen/Utility air	150	-20 to 300	-29 to 149	Carbon steel
Potable water	150	-20 to 120	-29 to 50	Carbon steel—galvanized
Firewater	150	-20 to 500	-29 to 260	Carbon steel
Low-pressure steam/condensate	150	-20 to 500	-29 to 260	Carbon steel
Boiler feed water	300	-20 to 500	-29 to 260	Carbon steel
High-pressure steam	600	-20 to 750	-29 to 399	Carbon steel

Plained یعنی اینکه انتهای آن صاف باشد و هیچ نوع خمش یا برآمدگی یا فرورفتگی در آن دیده نشود. Beveled یعنی آنکه انتهای آن ماشین کاری و پخ شده باشد به طوری که با راستای عمودی تقریباً زاویه 30 درجه تولید شده باشد و Thread یعنی اینکه سر آن رزوه شده باشد.

به طور کلی باید گفت هر گاه از لوله های کربن استیل استفاده کردید باید از استاندارد ANSI/ASME B36.10 و هر گاه از لوله های Stainless Steel استفاده کردید از استاندارد ANSI/ASME B36.19 باید استفاده کنید.

در فصل 5 در قسمت ضمايم جداول استانداردها برای لوله های استیل و PVC آمده است. از موارد دیگری که در زمینه لوله ها می توان به آن اشاره کرد مسئله Covering and Lining می باشد و به معنی آن است که اگر قرار باشد در بیرون لوله یا در داخل لوله کارهایی انجام دهیم از قبیل عایق بندی، رنگ کردن، گالوانیزه کردن و ... باید آنها را قید کنیم. عایق بیرونی می تواند از جنس فلزی، غیر فلزی، یا پلاستیکی باشد. مثلاً برای آب آشامیدنی معمولاً لوله های چدنی یا گالوانیزه استفاده می شود که این یک نوع Covering می باشد.

روشهای اتصال لوله:

روشهای اتصال که برای اغلب لوله های کربن استیل و Stainless Steel بکار می رود عبارتند از:

الف) Butt Welded (جوش لب به لب)

ب) Socket Welded (جوش ساکتی)

ج) Screwed (پیچی)

د) Bolted Flange (فلنج پیچ دار)

ه) Bolted Quick Couplings (کوپلینگ پیچ دار)

اتصالات Butt Welded برای سایزهای بزرگتر از 2 اینچ بکار می روند. این اقتصادی ترین روش برای آب بندی در اتصال لوله های قطور می باشد.

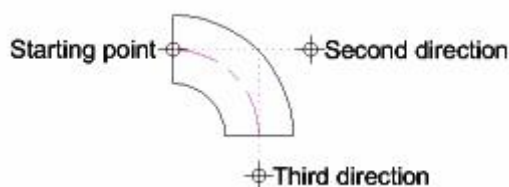
اتصالات Socket Welded معمولاً برای سایز های کوچکتر از 2 اینچ بکار می روند. این روش در این سایزها آب بندی آنها را تضمین می کند. این یک فاکتور با ارزش به هنگام انتقال سیالات مشتعل شونده، سمی یا رادیواکتیو می باشد. اتصالات فلنجی پیچ دار جهت اتصال به مخازن و تجهیزات فلنج دار، شیرآلات و خطوط فرایندی که نیاز به تمیز شدن متناوب دارند، بکار می روند.

2-1- اتصالات (Fitting):

یکی دیگر از اجزای مهم می باشند که در علم Piping به کار می رود. از جمله این اتصالات می توان به موارد زیر اشاره کرد:

Elbow - 1-2-1

زانویی جهت تغییر مسیر لوله ها به کار می روند. آنها معمولاً 30 یا 45 یا 90 درجه ساخته می شوند. وقتی زاویه آن 45 درجه باشد به آن Elbow 45 واگر زاویه آن 90 درجه باشد 90 Elbow می گویند.



شکل 2- زانویی

اگر $R = OD$ باشد به آن Short Radius Elbow یا S.R.E می گویند و اگر $R = 1.5 OD$ باشد به آن Bend یا Long Radius Elbow یا L.R.E می گویند. اگر $R > 1.5 OD$ باشد به آن Socket Welded می گویند. از نوع S.R.E برای سایزهای زیر 2 اینچ و در لوله کشی های از نوع Thread و استفاده می شود. از نوع L.R.E معمولاً برای سایزهای 2 اینچ و بالاتر از 2 اینچ و در لوله کشی های از نوع Butt Welded استفاده می کنند. موارد ذکر شده در صنعت چندان رعایت نشده و از موارد S.R.E و L.R.E برای موارد مخالف هم نیز به استفاده می شوند. نکته مهم این است که معمولاً THK یا ضخامت زانویی ها را بر اساس THK لوله ای که به آن اتصال داده می شود تعیین می کنند.



شکل 3- زانویی 90 درجه

اگر بخواهیم از زانویی در سایزهای کوچک استفاده کنیم باید بر اساس Rating، آنها را بیان کنیم. مثلا 3000# یا 6000#.



شکل 4- S.R.E

1-2-2 Tee (سه راهی):

سه راهی ها وسایلی هستند که برای انشعاب گیری و در بعضی موارد جهت تغییر مسیر سیال در لوله ها بکار می روند. این سه راهی ها دارای دو قسمت اصلی اند:

Header -1

Branch -2 (نافی)

Header در واقع آن قسمتی است که دارای اندازه یکسان می باشد و Branch سر دیگر است که اندازه آن از سایز Header کمتر و یا مساوی آن است.



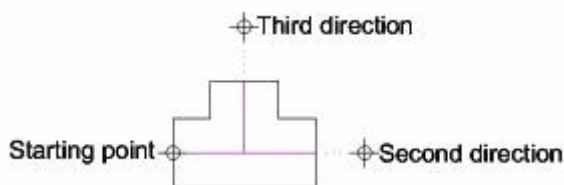
شکل 5- سه راهی

چهار نوع سه راهی وجود دارد.

Equal Tee -1

در این مورد هر سه سر یعنی Header و Branch دارای یک سایز می باشد و برای انشعاب

گیری 90 درجه از لوله اصلی به کار می روند. مانند: Equal Tee 6



شکل 6- Equal Tee

2- Reducing Tee

در این حالت قطر لوله Branch از قطر Header کوچکتر است. در واقع ما از یک سایز اصلی، یک انشعاب با سایز کوچکتر گرفتیم. این نوع انشعاب نیز برای انشعاب گیری 90 درجه از لوله اصلی بکار برده می شود. قابل ذکر است که در سه راهی های Bull head قطر Branch از قطر لوله اصلی بزرگتر است که این مورد به ندرت در صنایع بکار می رود و تنها بر اساس سفارش ساخته می شود. هیچ کدام از این سه راهی ها نیاز به تقویت ندارند.



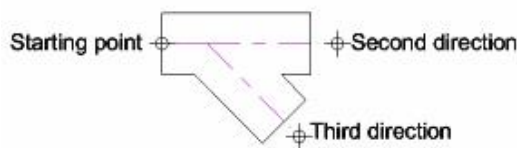
شکل 7 - Reducing Tee

نکته اصلی در مورد این سه راهی های کاهنده این است که معمولاً قطر انشعاب نمی تواند کمتر از نصف قطر لوله اصلی باشد. مانند Tee 6*4

3- Equal Lateral θ Tee

این نوع سه راهی ها مانند نوع 1 هستند و تنها فرقشان با آنها این است که در این حالت دیگر زاویه بین Branch و Header، 90 درجه نمی باشد و θ می باشد. این نوع سه راهی ها در واقع امکان انشعاب گیری با زوایای دلخواه را در جاهایی که مقاومت کم در برابر جریان اهمیت دارد، ایجاد می کند. Lateral های با زاویه های غیر از 45 درجه را معمولاً با سفارش تهیه می کنند. در مواردی

که لازم است استحکام محل اتصال با استحکام لوله برابر باشد باید از تقویت کننده ها



شکل 8- Equal Lateral Tee

استفاده کرد.

4- Reduce Lateral Tee:

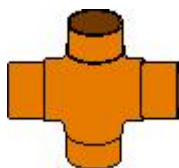
مانند حالت نوع 2 می باشد با این تفاوت که در این حالت دیگر زاویه بین انشعاب و لوله اصلی، 90 درجه نمی باشد و θ می باشد. این نوع سه راهی ها در واقع امکان انشعاب گیری با زوایای دلخواه را در جاهاییکه مقاومت کم در برابر جریان اهمیت دارد، ایجاد می کند.

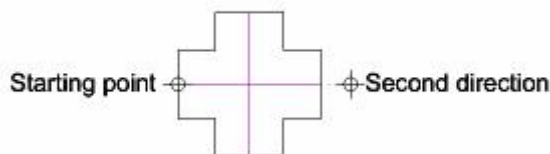
در مورد سه راهی ها باید اشاره کرد که برای سایز های 2 اینچ و بالاتر از طریق Butt Welded و برای سایز های زیر 2 اینچ از روش Socket Welded استفاده می شود. نکته قابل توجه این است که اگر یک سر یک سه راهی Butt Welded باشد دیگر حق نداریم سر دیگر سه راهی را Socket Welded کنیم چون این کار غلط محض است. عکس این عمل نیز غیر قابل انجام شدن می باشد.

استانداردی که در آن می توان اطلاعات در مورد سه راهی ها پیدا کرد ANSI/ASME B16.11 می باشد.

1-2-3 Cross (چهارراهی):

چهارراهی ها وسایلی برای انشعاب دادن می باشند. چهارراهی ها هم به صورت Equal یا به صورت Reduce ساخته می شوند و از این نوع بسیار کم استفاده می شود. موارد عمومی کاربردشان جاهایی است که با کمبود فضا و جا روبرو هستیم، می باشد.





شکل 9 - چهارراهی

Reducer (کاهنده): 4-2-1

وسایلی هستند که جهت اتصال دو لوله با قطرهای مختلف بکار می‌روند. اگر قرار باشد یک لوله با قطر بزرگ را به یک لوله با قطر کوچک اتصال دهیم به آن Reducer می‌گویند و اگر بخواهیم یک لوله کوچک را به یک لوله بزرگ اتصال دهیم به آن Expander می‌گوئیم. نکته قابل توجه در Reducer ها این است که آنها خود نیز دو نوعند:

1- Concentric Reducer:

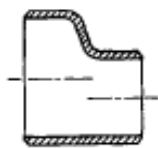
که محور ورودی و خروجی یکی می‌باشد و در واقع Reducer از دو طرف به یک اندازه کاهش قطر می‌یابد.



شکل 10 - Concentric Reducer

2- Eccentric Reducer:

که محور ورودی و خروجی یکی نمی‌باشد و در واقع Reducer از یک طرف شروع به کاهش قطر می‌کند. هر کدام از دو مورد 1 و 2 دارای کاربردهای خاص خود می‌باشند. مثلاً وقتی در مورد پمپ ها کار می‌کنیم باید قبل از پمپ و در قسمت Suction پمپ اگر قرار باشد از Reducer استفاده کنیم از نوع Eccentric استفاده کنیم و یا در Safety valve ها، بهتر است از Reducer های نوع Concentric استفاده کنیم.



شکل 10 - Eccentric Reducer

در ضمن کوچکترین سایز یک Reducer باید 2 اینچ باشد. چون وقتی در سایزهای کوچکتر از 2 اینچ بخواهیم از Reducer استفاده کنیم باید از نوع خاصی به نام Swage استفاده کنیم. در مجموع استاندارد مورد استفاده از Reducer ها، ANSI/ASME B16.9 می باشد. یک مثال از Reducer چنین است: 4*6 اینچ.

Swage Nipple - 5-2-1

برحسب نوع، این اتصال برای دو مورد کاربرد دارد. همانطور که می دانیم اینها وسایلی هستند که برای اتصال دو لوله با سایزهای مختلف در سایزهای 2 اینچ و کمتر بکار می روند. 1- قطعاتی که اتصال آنها از نوع Socket Welded در سایزهای مختلف می باشد. این نوع Swage Nipple دارای دو سر تخت Plained End جهت داخل شدن به سرهای از نوع Socket End می باشند. 2- اتصال از نوع یک سر Socket و اتصال Butt Welding با سایز بزرگتر در سر دیگر در این نوع Swage Nipple، سر بزرگتر پخ زده شده و سر دیگر جهت قرار گرفتن در یک آیتیم Socket Ended صاف می شود. مثلاً می گوئیم: (Sch 80)*1(Sch 40)

این ها نیز مانند Reducer ها دارای دو نوع Concentric و Eccentric می باشند. استاندارد مورد استفاده از Swage Nipple ها، ANSI/ASME B16.9 می باشد.

Coupling - 6-2-1

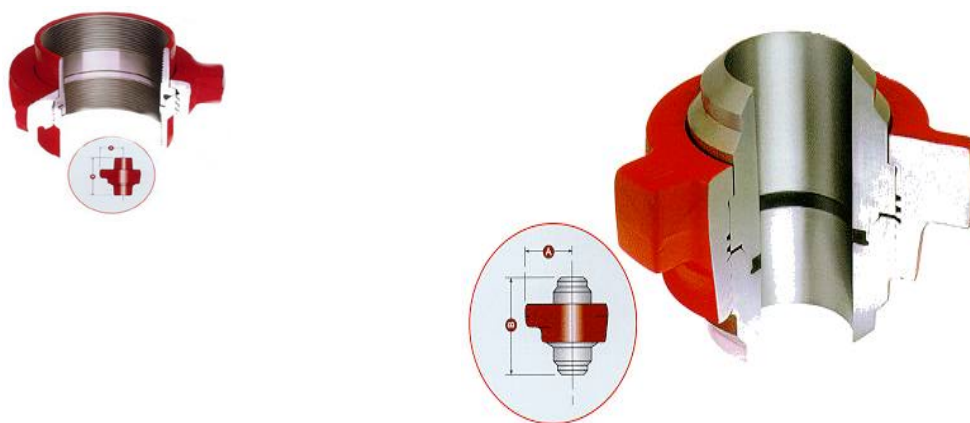
از این و سایل معمولاً برای اتصال لوله های کوچکتر از 2 اینچ استفاده می کنند. در واقع سیستم کاربردی شان فقط در مورد Socket Welding و Thread Welding می باشد و در سیستم های Butt Welded بکار نمی رود. بسته به کاربرد به صورت Half Coupling و Full Coupling بکار می روند.

Half Coupling ها جهت ایجاد اتصالات پیچی 90 درجه روی لوله‌ها جهت نصب ابزار دقیق، یا جهت نازل‌های مخازن به کار می‌روند. حرارت جوش می‌تواند باعث شکنندگی رزوه‌های این اتصال کوتاه گردد، در نتیجه نیاز به شکل دهی دارند.

Full Coupling از Half Coupling بهتر است، اما آن نیز جهت اتصال به لوله نیاز به شکل دهی دارد. از این نوع نیز در موارد مورد استفاده در Half Coupling استفاده می‌شود.

Coupling ها نیز به صورت Reduce ساخته می‌شوند. در ضمن یادآور می‌شویم اگر در سیستم گالوانیزه کار می‌کنیم باید از Coupling های کلاس #2000 و اگر در کلاس Steel کار می‌کنیم از کلاسهای API, #9000, #6000, #3000 استفاده کنیم.

استانداردی که در مورد Coupling ها موجود می‌باشد ANSI/ASME B16.11 می‌باشد.



شکل 11 - چند شکل از Coupling

Union - 7-2-1

معمولا جهت نگهداری و اتصال استفاده می‌شود. این یک اتصال پیچی طراحی شده برای استفاده در سیستم‌های Socket-Welded می‌باشد. Union باید بطور محکم قبل از آنکه سرها جوش داده شوند پیچ شود، تا انحراف از نشیمنگاه به حداقل برسد. بطور کلی Union اتصالاتی هستند که امکان نصب آسان، جدا کردن یا جایگزینی، شیر آلات یا مخازن را در سیستم‌های لوله کشی فراهم می‌کند. مثلا جهت جدا کردن یک شیر حداقل یک Union قابل تنظیم نیاز است و جهت جدا کردن لوله کشی از یک مخزن با اتصالات پیچی، هر یک از خروجی‌های مخزن باید دارای یک Union بین شیر و مخزن باشند. معمولا اتصالات Ground Forced در این مورد ترجیح داده

می شوند، گر چه صورتهای دیگر نیز موجود می باشند. مانند Coupling ها در حالت گالوانیزه در کلاس #2000 و در حالات غیر گالوانیزه در کلاس های #9000, #6000, #3000 ساخته می شوند. استاندارد بکار رفته در این مورد MSS-SP83 می باشد.



شکل 12- Union

1-2-8: Bousing

یک وسیله اتصال کاهنده است که جهت اتصال یک لوله کوچکتر به یک نازل یا اتصال پیچی بزرگتر بکار می رود. کاربرد عمده آن در اتصالات ابزار دقیق است. با سوراخکاری و قلاویزکاری قطعات فرج شده می توان اتصالات کاهنده را به هر میزان کاهندگی تولید نمود. این ابزار در خطوط پر فشار بکار نمی روند. انواع آنها بر اساس شکلشان مانند Round, Hexagonal و... تقسیم می شود.

معمولاً اینها دارای کلاس #2000 هستند و در این کلاس کاربرد بیشتری دارند. استاندارد مربوطه بوشینگ ANSI/ASME B16.11 می باشد.

1-2-9: Olet

و سایلی برای انشعاب گیری هستند (از شعبات 90 درجه ای یا عمود بر لوله اصلی). این قطعات مانند سه راهی ها ایفای نقش می کنند در واقع اینها مانند Reduce Tee عمل می کنند با این تفاوت که از نظر ظاهری با آنها تفاوت دارند. به عنوان مثال ما می خواهیم یک انشعاب 8*10 اینچ بگیریم. در این حالت بهترین حالت این است که از Reduce Tee استفاده کنیم. اگر به جداول استانداردها نگاه کنیم می بینیم امکان استفاده از Weldolet نیز وجود دارد اما از نظر Piping این کار باعث استرس و تمرکز تنش در لوله فرعی می شود. یا مثلاً می خواهیم از یک انشعاب 10 اینچ یک انشعاب 2 اینچ بگیریم. اگر به استاندارد مراجعه کنیم می بینیم هم سه راهی 2*10 و هم

Olet (2*10) وجود دارد. اینجا بهتر است از Olet استفاده شود چون استرس موجود قابل هضم می باشد. به طور کلی از Olet وقتی که سایز (قطر) لوله انشعاب کمتر از نصف قطر لوله اصلی می باشد استفاده می شود.



شکل 13 - Olet

Olet ها کلاً به سه دسته Sockolet, Weldolet و Threadolet تقسیم می شود. از این نمونه ها به ترتیب می توان به انشعاب مثلاً 2*10 و 1*10 اینچ اشاره کرد.

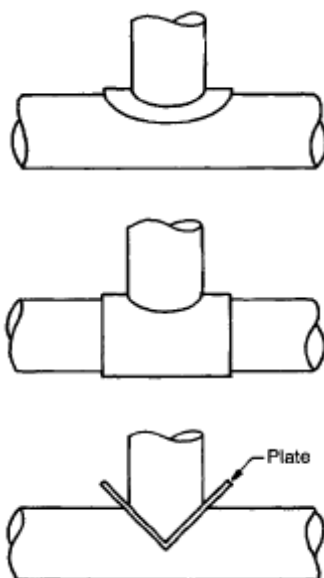
1-2-10-Latrolet

وسایلی مانند Olet ها هستند با این تفاوت که انشعاب تحت زاویه 45 درجه گرفته می شود و مانند Olet ها به سه دسته Thread, Socketwelded Latrolet, Buttwelded Latrolet تقسیم می شوند. Sweep Olet ک انشعاب 90 درجه کاهنده بر روی لوله اصلی ایجاد می کند. این نوع انشعاب در ابتدا جهت لوله های دارای تنش تسلیم بالا که در خطوط انتقال نفت و گاز به کار می روند تولید گردید. ضمن ایجاد آرایش جریان مناسب، موجب حداقل گسترش تنش نیز می شوند.

تذکر:

یکی از روشهای دیگر در انشعاب گیری، روش Pipe to Pipe می باشد. این اتصال از نوع لوله به لوله می باشد و روشی برای جوش مستقیم یک لوله فرعی به پهلوی لوله اصلی است. این روش معمول ترین و کم هزینه ترین روش جوشکاری یک انشعاب هم سایز یا کوچکتر در لوله های 2 اینچ و بالا تر می باشد. این روش توسط دو حالت Set-in و Set-on قابل اجراست. معمولاً این روش نیاز به تقویت دارد. تقویت کننده یک تکه فلز اضافی در محل انشعاب گیری از جدار لوله یا مخزن می باشد. افزودن فلز موجب جبران تصفیف ساختاری در اثر وجود سوراخ، می گردد. این عمل (Pipe to Pipe) می تواند توسط مدل های معمولی یا دور پوش تقویت شود. رینگ های ساخته شده از ضایعات صفحات نیز جهت تقویت انشعابهایی از نوع lateral جوشی و اتصالات Butt-welded

مخازن بکاربرده می‌شوند. اتصالات جوشی کوچک را می‌توان با افزایش جوشکاری تقویت نمود. معمولاً در قطعات تقویت کننده یک سوراخ کوچک جهت تخلیه گازهای حاصل از جوشکاری تعبیه می‌شود. در غیر اینصورت این گازها محبوس خواهند شد. در ضمن این سوراخ خروجی جهت تست نشتی اتصال نیز بکار می‌رود.



شکل 14 - نمونه هایی از Pipe to pipe

Flange - 11-2-1

فلنج‌ها یکی از مهمترین اجزاء موجود در Piping می‌باشد. فلنج‌ها جهت اتصال دو لوله یا لوله به نازل یا لوله به اجزاء دیگر موجود در سیستم Piping بکار می‌رود. در واقع اتصالات فلنجی توسط متصل کردن دو عدد و فلنج با پیچ با یک و اشر بین آنها به منظور آب بندی شکل می‌گیرد. فلنج‌ها از سایز $\frac{1}{2}$ تا 60 اینچ در صنایع موجود هستند و به سان لوله‌ها، برای فلنج‌ها نیز مشابه آنها سایز داریم. از نظر کلاس، فلنج‌ها در کلاسهای 125# (که در تاسیسات کاربرد دارند)، 150#، 300#، 400#، 600#، 900#، 1500#، 2500#، 5000#، 10000#، 15000#، 20000# وجود دارند. باید متذکر شویم که معمولاً فلنج کلاس 400# چندان در صنعت بکار نمی‌رود و به جای آن از کلاس 300# یا 600# استفاده می‌کنیم. فلنجی با کلاس بالاتر از 5000# معمولاً در جاهای با

فشار بسیار بالا نظیر چاههای گاز کاربرد دارند. از نظر جنس فلنجها مانند لوله دارای یک متریال مشخص می‌باشند و آنها می‌توانند کربن استیل، مونل و ... باشند. فلنجها می‌توانند مانند لوله‌ها در حالات Butt welded یا Socket welded و یا Thread welded به لوله‌ها اتصال پیدا کنند.



شکل 15- فلنج

فلنج‌های Butt welded با توجه به شکل و کارایی شان به 5 دسته تقسیم می‌شوند.

الف) فلنج welding neck معمولی و بلند:

فلنج Welding neck معمولی به همراه اتصالات Butt welding به کار می‌روند و فلنج‌های Welding neck بلند عمدتاً جهت مخازن و نازل‌های تجهیزات و به ندرت برای لوله‌ها به کار می‌روند. و برای مکان‌هایی که دمای زیاد و تنش برشی، فشاری و ارتعاشی وجود دارد مناسب می‌باشد.



شکل 16 - فلنج welding neck

ب) فلنج Socket welded:

این نوع فلنج معمولاً در اتصالات لوله‌ها و در سیستم Socket welding به کار می‌رود. البته به ندرت پیش می‌آید که از این نوع فلنج برای تجهیزات استفاده شود.

ج) فلنج Thread welded:

این نوع فلنج مانند فلنج Socket welded در اتصالات لوله‌ها به کار می‌رود. در ضمن این فلنج‌ها در سیستم Thread welded به کار می‌رود.

د) فلنج Slip on:

جهت فلنج کردن لوله مناسب می باشد. فلنج های Slip on را می توان با زانوییهای Reducer L.R.E و Sawage ها (نه در کاربردهای معمول) به کار برد. جوش داخلی کمی بیشتر از جوش Butt welded در معرض خوردگی قرار می گیرد. این فلنج مقاومت کمی در برابر شوک و ارتعاش دارد. این نوع فلنج باعث از بین رفتن یکپارچگی هسته می شود. قیمت آن از فلنج Welding neck ارزان تر است. مقاومت آن تحت فشار داخلی تقریباً یک سوم مقاومت فلنج Welding neck مشابه می باشد. لوله یا اتصالات در فاصله ای به اندازه ضخامت جداره منهای $\frac{1}{16}$ نسبت به صورت فلنج تنظیم می گردند.

ه) فلنج Lap joint:

در مواردی که از لوله های گران قیمت نظیر لوله های Stainless Steel استفاده می شود اگر از فلنج Welding neck استفاده شود بسیار غیر اقتصادی و گران تمام می شود لذا برای حل این مشکل در فلنج Stub End, Joint را از جنس لوله گران قیمت می سازند و فلنج را از جنس کربن - استیل و چون تنها Stub End به لوله اصلی جوش می خورد از لحاظ مسائل خوردگی نیز مشکلی پیش نمی آید کاربرد دیگر این فلنج در جاهایی است که تنظیم سوراخهای پیچ و دشوار است. از نظر صورت فلنج ها، با توجه به سازندگان فلنج ها، با توجه به سازندگان فلنج هایی تولید می شود که دارای شیارها و زبانه های مختلفی که بصورت جفت بکار می روند، موجود هستند. از این انواع، تنها 4 نوع بصورت عمده کاربرد دارند و در پایان دو نوع دیگر را به طور خلاصه بیان می کنیم.



شکل 17 - فلنج Lap joint

الف) Flat Face:

عمده ترین استفاده آن برای اتصال به فلنج های غیر فولادی، پمپها و سایر تجهیزات و نیز جهت اتصال چدنی با کلاس 125# می باشد. این نوع فلنج ها به همراه واشرهایی بکار می روند که

قطر خارجی آنها با فلنج برابر است و این مساله موجب کاهش خطر ناشی از شکستن فلنج های چدنی، برنزی یا پلاستیکی می شود.

ب) Raised Face:

این نوع فلنج ها تقریباً در 80٪ موارد بکار می رود. این نوع رایج دارای ارتفاعی برابر $\frac{1}{16}$ اینچ برای فلنج های کلاس #150, 300 و $\frac{1}{4}$ اینچ برای کلاسهای #900 و #600 می باشد. فلنج های چدنی کلاس #250 و اتصالات فلنجی نیز ارتفاعی برابر $\frac{1}{16}$ اینچ دارند.

ج) Ring-joint Facing:

گرانترین نوع صورت فلنج می باشد و بهترین نوع صورت برای سرویسهای با دما و فشار بالا می باشد عمده کاربرد اینها برای لوله ها و تجهیزات از کلاس #900 به بالا می باشد. هر جفت فلنج مشابه به هم می باشند این نوع فلنج در هنگام نصب و کار گذاری کمتر آسیب می بیند چرا که سطح صورت فلنج پایین تر از واشر آن قرار گرفته است. کاربرد این نوع فلنج ها در حال افزایش است چرا که استفاده از O-Ring های فلزی تو خالی به عنوان آب بندی در فرآیندهای شیمیایی مورد قبول واقع است.

د) Lap-Joint Flange:

جهت تطبیق با لوله داخلی آن به شکل داده شده است. ترکیب فلنج و لوله داخلی آن شکلی مشابه Raised Face می باشد و در مواردی مورد استفاده قرار می گیرد که تنش های خمشی شدید وجود نداشته باشد. این نوع برای فلنج های Laped joint به کار می روند و برای لوله ها قابل استفاده است. این نوع کلاس #150, 300 و #600 قابل استفاده است.

و) Tange & Groove:

اینها نیازی به Gasket ندارند و معمولاً استفاده نمی شوند. در ضمن آببندی خوبی داشته اما افت فشار زیاد ایجاد می کنند.

Large Male & Female:

در صنعت چندان به کار نمی‌روند و در صنایع آبرسانی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما نکته دیگر در مورد فلنج‌ها "Finishing" یا پرداخت می‌باشد. واژه پرداخت اشاره به نوع صورت ایجاد شده توسط ماشینکاری صورت فلنج که در تماس با واشر است، می‌باشد. در نوع اصلی پرداخت برای صورت فلنج‌های فولادی فرجی از نوع Raised Face معمولاً به نحوی ماشین کاری می‌شوند که یک سری شیارهای هم مرکز یا مارپیچی روی صورت آنها ایجاد شود. پرداخت شیاردار مارپیچی معمول تر و در دسترس تر می‌باشد و سازندگان به آن گاهی Standard Finish یا Stock نیز می‌گویند. گام شیارها و نوع پرداخت سطح بر حسب سایز و کلاس فلنج تغییر می‌کند. برای فلنج‌های فولادی Raised Face, گام شیارها از 24 تا 40 در هر اینچ متغیر است. این شیارها با استفاده از یک ابزار برنده که حداقل شعاع نوک آن 0/06 اینچ است ایجاد می‌شوند. حداکثر زبری سطح پرداخت 125-500 میکرون است.

پرداخت مسطح یا صاف معمولاً به صورت سفارشی ساخته می‌شود و با دو کیفیت مختلف می‌باشد.

1- پرداخت ماشینی بسیار ریز، که اثر ابزار بر روی آن نمی‌باشد.

2- پرداخت آئینه ای، که بدون نیاز به واشر قابل استفاده می‌باشد.

نکته 1- اگر لوله دارای ضخامت A باشد، فلنج آن هم باید ضخامت A داشته باشد.

نکته 2- پرداخت نوع صاف و شیبدار تنها در مورد فلنج‌های با صورت Raised Face می‌باشد.

اما در مورد استاندارد و فلنج‌ها، باید گفت برای سایزی $\frac{1}{2}$ تا 24 اینچ، استاندارد ANSI B16.5 و

برای سایزهای 26 تا 60 اینچ، از استاندارد ANSI 1316.47 که جدیدتر از API 60S و

MSS-SP.44 می‌باشد، استفاده می‌شود.

Gasket -12-2-1 (واشر):

از واشرها جهت ایجاد یک آببندی بین دو سطح جهت جلوگیری از نشت جریان استفاده می‌کنند.

انواع واشرهای معمول جهت استفاده با فلنج‌های Flat-Face, Rasied-Face به ترتیب عبارتند

از Ring type, Full-Face type. مواد معمول مورد استفاده در واشرها عبارتند از آربست فشرده

(به ضخامت $\frac{1}{16}$ اینچ) و فلز غنی شده از آربست (با شیارهای مارپیچ به ضخامت 0/175 اینچ). واشر

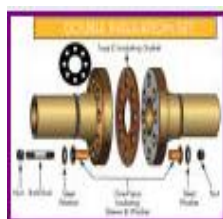
از جنس فلز غنی شده مخصوصاً اگر جهت تعمیر و نگهداری نیاز به باز کردن مداوم فلنچها داشته باشد بسیار مفید خواهد بود، چرا که واشر به راحتی جدا خواهد شد و اغلب می‌توان مجدداً از آن استفاده نمود. انتخاب واشر بر حسب عوامل زیر صورت می‌گیرد:

1- دما، فشار و خوردگی سیال

2- نیاز به باز و بسته کردن فلنچ جهت تعمیر و نگهداری

3- ضرورت‌های محیطی

4- هزینه



شکل 18- فلنچ همراه با Gasket

ممکن است نیاز باشد که قطعات قابل تنظیم یک خط از لحاظ الکتریکی از خط دیگر ایزوله شوند و این امر می‌تواند با کار گذاشتن یک اتصال فلنجی حاوی یک واشر عایق صورت می‌گیرد. واشر یک عایق الکتریکی بین صورت فلنچها ایجاد می‌کند و بوش‌ها و واشرها نیز پیچ‌ها را از یک یا هر دو فلنچ ایزوله می‌کند.

نکته: برای واشرها، کلاس واشر را مانند کلاس فلنچها می‌گیرند.

استاندارد مورد استفاده در واشرها ANSI B16.21, ANSI B16.20 می‌باشد.

Bolt & Nut - 13-2-1 (پیچ و مهره):

پیچ و مهره نیز از اجزای مورد استفاده در فلنچها و Piping می‌باشد.

دو نوع پیچ موجود می‌باشد:

1- نوع Stud Bolt

2- نوع Machine Bolt

در نوع Stud Bolt ازدومهره استفاده می‌شود ولی در نوع Machine Bolt مثل پیچ و مهره معمولی است که قسمتی یا همه آن دنده شده است و تنها از یک مهره استفاده می‌شود. مزیت‌های Stud Bolt نسبت به Machine Bolt عبارتند از :

- 1- Stud Bolt با سایز و جنس نامتعارف را می‌توان به راحتی تهیه کرد.
 - 2- در صورت پیدایش خوردگی، Stud Bolt را می‌توان از هر قسمت و جایی به راحتی درآورد.
 - 3- با سایر پیچ‌های موجود در سایت اشتباه گرفته نمی‌شوند.
- پیچ‌ها از نظر سر دارای شکل‌های دایره‌ای، مربعی و چند ضلعی هستند و در ضمن مهره‌ها نیز از نظر شکل در تنوع مختلف موجود هستند.



شکل 19 - پیچ و مهره

استاندارد پیچ‌ها و مهره‌ها تقریباً مانند هم هستند. برای پیچ‌ها استاندارد موجود ANSI/ASME B18.2.1 و برای مهره‌ها استاندارد ANSI/ASME B18.2.2 استفاده می‌شود.

1-3- ساپورت‌ها:

ساپورت‌ها وسایلی هستند برای ثابت نگه‌داشتن لوله‌ها یا تجهیزات در داخل سایت برای جلوگیری از ارتعاش و حرکت می‌باشد .
انواع ساپورت‌ها به قرار زیر است:

Resting-1

معمولاً وزن لوله‌کشی را توسط ساپورت‌های ساخته شده از فولاد ساختمانی یا فولاد و بتن مهار می‌کند .

Hanger-2

وسیله‌ای جهت معلق نگه‌داشتن لوله (معمولاً یک خط) که از فولاد ساختمانی، بتن یا چوب ساخته می‌شود . معمولاً ارتفاع Hanger قابل تنظیم می‌باشد.

Anchor-3:

یک ساپورت سخت که از حرکت و دوران لوله در کلیه جهات در اثر حرارت، ارتعاش و غیره جلوگیری می‌کند. این وسیله می‌تواند از ورق فولادی، براکت‌ها، فلنج‌ها، و مفتول‌ها و غیره ساخته شود. اتصال Anchor به لوله ترجیحا باید دور تا دور لوله و بصورت جوشی باشد، چرا که این امر باعث توزیع یکنواخت تر تنش در جدار لوله می‌شود.

Tie-4:

ترکیبی از یک یا چند مفتول، میله و غیره جهت مقید کردن حرکت لوله‌کشی.

Guide-5:

وسیله‌ای جهت جلوگیری از تغییر مکان جانبی لوله و آزاد گذاشتن آن در حرکت طولی.

Shoe-6:

یک قطعه فلزی که به زیر لوله متصل می‌شود و بر روی فولاد ساپورت‌بندی قرار می‌گیرد. عمدتاً جهت کاهش تنش ناشی از اصطکاک خطوط در معرض حرکت بکار می‌روند. امکان عایق‌کاری لوله در حضور آنها نیز وجود دارد.

Saddle-7:

یک اتصال جوشی برای لوله‌هایی که نیاز به عایق‌بندی داشته و در معرض حرکت طولی یا پیچش (ناشی از تغییر درجه حرارت) قرار دارد.

Hanger-8 با بار ثابت:

این وسیله شامل یک فلز کوپلی و مکانیزم اهرمی در محفظه می‌باشد. حرکت لوله‌کشی، در دامنه قیده‌ها، تغییری در نیروی فنرنگهدارنده لوله کشی بوجود نخواهد آورد و هیچ نیروی اضافی به سیستم لوله‌کشی وارد نخواهد شد.

Hanger-9 و ساپورت فنری متغیر:

این وسایل شامل یک فنر کوپلی در یک محفظه می‌باشند. وزن لوله‌کشی بر روی فنر فشرده شده قرار می‌گیرد. فنر اجازه مقدار محدود شده‌ای حرکت ناشی از حرارت را می‌دهد. یک Hanger فنری متغیر نگهدارنده یک خط عمودی، موجب کاهش نیروی بالابرنده آن بهنگام انبساط خط به سمت آن می‌شود. یک ساپورت فنری متغیر موجب افزایش نیروی بالابرنده آن بهنگام انبساط خط

به سمت آن می شود. هر دوی آنها موجب اعمال بار روی سیستم لوله کشی می شوند. در مواردیکه این امر نامطلوب باشد، می توان از یک Hanger با بار ثابت استفاده نمود.

فصل دوم

نقشه‌ها و مدارک مورد نیاز در طراحی Piping

در این فصل قصد داریم در باره مفاهیم اصلی و کاربردی در طراحی توضیحاتی بدهیم.

Plot Plan -1-2

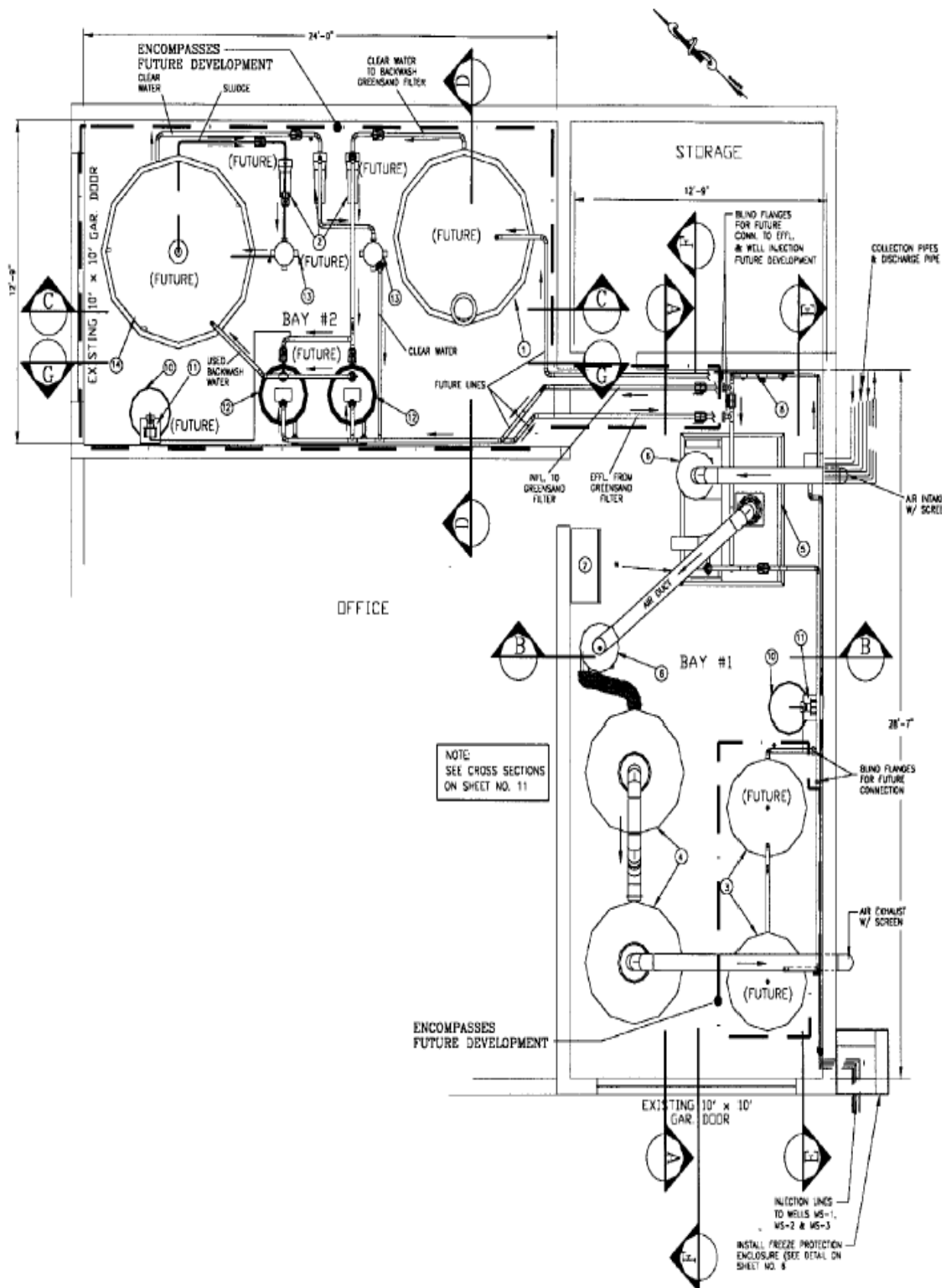
یکی از مدارک های مهم و کلیدی می‌باشد که طی فاز مهندسی ایجاد می‌گردد و از آن برای جانمایی تجهیزات و قسمت‌های مختلف مانند واحدهای پروس، لوله‌کشی و و همچنین ثبت توالی فعالیت‌های عمده مهندسی و ساخت استفاده می‌گردد.

Plot Plan تقریباً تو سط تمام گروه‌های مهندسی در خلال امور مهم پروژه از برآورد و زمان‌بندی گرفته تا ساخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک Plot Plan توسط یک تیم طراحی معمولاً در مرحله مهندسی پروژه بوجود می‌آید و طراح در طول ساخت در قبال آن مسئولیت خواهد داشت. طراحی واحدهای مشابه برای دو کارفرما ممکن است بدلائل متعدد کاملاً متفاوت باشد، از جمله فضای موجود، شرایط آب و هوایی و خاک و نظر کارفرما در مورد عملکرد، نگهداری و ایمنی. به این دلایل، استاندارد نمودن طراحی Plot Plan غیر ممکن است. با این حال چون اکثر کارخانه‌های در حال کار از تجهیزات مشترکی استفاده میکنند مثل مبدل‌های پوسته‌ای، لوله، مخازن تحت فشار، پمپ‌ها، کمپرسورها و... بکار بردن تعدادی قوانین پایه‌ای مقدور می‌باشد که برای اکثر کارفرمایان و مهندسین طراح مناسب باشد.

Plot Plan در واحد پروسس: این بخش احتیاجات عمومی برای آرایش واحد بررسی را مشخص می‌کند. این بخش اطلاعات مورد نیاز برای جانمایی تجهیزات در حال کار و محل‌های قرارگیری آنها را به منظور برآورد احتیاجات اپراتور و دسترس جهت نگهداری، قابلیت ساخت، عملکرد پروسس، امنیت و ایمنی و طراحی مقرون به صرفه در اختیار می‌گذارد.

به طور کلی Plot Plan واحد فرایند عبارت است از یک نقشه آرایش یافته که مشخص کننده محدوده کار یک کارخانه، جاده‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیر صنعتی، تجهیزات و محل‌های قرارگیری آنها، سازه‌های مورد نیاز کارخانه مانند Pipe Rack (سازه‌ای است که لوله‌ها به صورت دسته بر روی آن قرار می‌گیرند) و... که این موارد برای یک فرایند مشخص طراحی میگردد، Plot

Plan نهایی تمام اجزا را با شماره‌های مخصوص مشخص می‌کند و با مقایسه اشکال تجهیزات و امکانات نگهداری را در نماهای عمودی و افقی، دو بعدی نمایش می‌دهد. عموماً، آرایش‌ها و نقشه‌های سه بعدی برای شفافیت و تجسم بهتر بکار برده می‌شود و Plot Plan های ایجاد شده توسط مدل‌های سه بعدی که توسط کامپیوتر ایجاد می‌شود. مزایایی از جمله ایجاد پلان‌های چندگانه



شکل 20- یک Plot Plan

از نواحی‌های مختلف و ارتفاعات و نماهای ایزومتریک بدون صرف زحمت اضافی را دارا می‌باشد. زمینه‌های مختلف استفاده از Plot Plan را در قسمت‌های مختلف پروژه توضیح می‌دهیم.

A- طراحی لوله‌ها: Plot Plan به منظور بررسی جانمایی تجهیزات و سیستم‌های لوله‌کشی فرایند و بررسی عدم برخورد و همچنین برآورد اجناس و مقادیر لوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

B- سازه: Plot Plan به منظور ایجاد نقشه‌های نواحی مختلف از لحاظ ارتفاعی و محل‌های تخلیه و زیرزمینی، طراحی فونداسیون و سازه‌ها، استخرهای انبارها و سوله‌ها، محیط‌های محصور و محیط‌های مسقف و برآورد تمامی اجناس عمده به کار می‌رود.

C- مهندسی ابزار دقیق: Plot Plan جهت تعیین مکانهای ابزار دقیق، اتاقهای کنترل و مسیر سینی کابلها، کنترل خانه اصلی و برآورد اجناس عمده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

D- زمان بندی و کنترل پروژه: Plot Plan جهت زمان بندی فعالیتهای مهندسی در دوره‌های تعیین شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

E- ساخت: Plot Plan جهت زمان بندی مراحل ساخت تمام تجهیزات کارخانه، مطالعات مربوط به طنابها و کابل‌های مورد استفاده در جابجائیهای تجهیزات و بار برداریهای عظیم، بررسی قابلیت‌های ساخت و فضاهای لازم جهت هدایت در طول دوره ساخت.

مراحل ایجاد Plot Plan:

ایجاد Plot Plan یک علم دقیق نمی‌باشد چون جانمایی کارخانه باید در ابتدای پروژه قبل از نهایی شدن تمام نیازها و ابعاد و اندازه تجهیزات، سیستم‌ها، پیش از اینکه تمام مسائل مربوط به طراحی حل گردد، انجام می‌شود. آرایش Plot Plan بازتاب توانایی طراح در پیش‌بینی مسائل مکانیکی و در نظر گرفتن دسترسی‌های لازم جهت عملکردها، نگهداری به موازات تجربه کلی طراح در مورد نیازمندیهای Plant Design است. هدف نهایی، ایجاد یک نقشه مطمئن و مقرون به صرفه است که حداقل 25 سال مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، مهم است که هر نقصی تشخیص داده شود و در فاز ایجاد Plot Plan از پروژه کنار گذاشته شود چرا که به محض شروع به کار تصحیح آنها هزینه بر خواهد داشت.

Plot Plan ها معمولاً در چند مرحله ایجاد می‌گردند، از برداشت اولیه تا سندهای اندازه‌گذاری شده کامل در مرحله ساخت.

پس از انعقاد قرارداد، Plot Plan پیشنهادی به منظور تامین اطلاعات جدید اصلاح می‌گردد و توسط کارفرما بررسی و تأیید می‌شود. این سند اساس فاز جانمایی کارخانه پروژه گشته و طرح Plot Plan نامیده می‌شود. Plot Plan پیشنهادی طی فاز برآوردی پروژه ایجاد گردیده و برای برآورد اجناس عمده استفاده شده است. هم چنین از آن بعنوان پیشنهاد نمایش آرایش واحد برای کارفرما استفاده شده است. Plot Plan پیشنهادی بر پایه اطلاعات محدود می‌باشد و معمولاً تنها تجهیزات اصلی، و محلهای قرارگیری، و ابعاد کلی را نشان می‌دهند.

2-2- BFD (دیاگرام بلوکی فرآیند):

این کلمه مخفف Block Flow Diagram می‌باشد. این دیاگرام کلید ارتباطات اولیه میان واحدهای پروسس، کارخانه‌های جانبی و تجهیزات ذخیره‌سازی را نشان می‌دهد. اگر چه این سند و مدرک چندان مهم نیست ولی یک مدرک مفید برای نقشه جانمایی تجهیزات می‌تواند باشد.

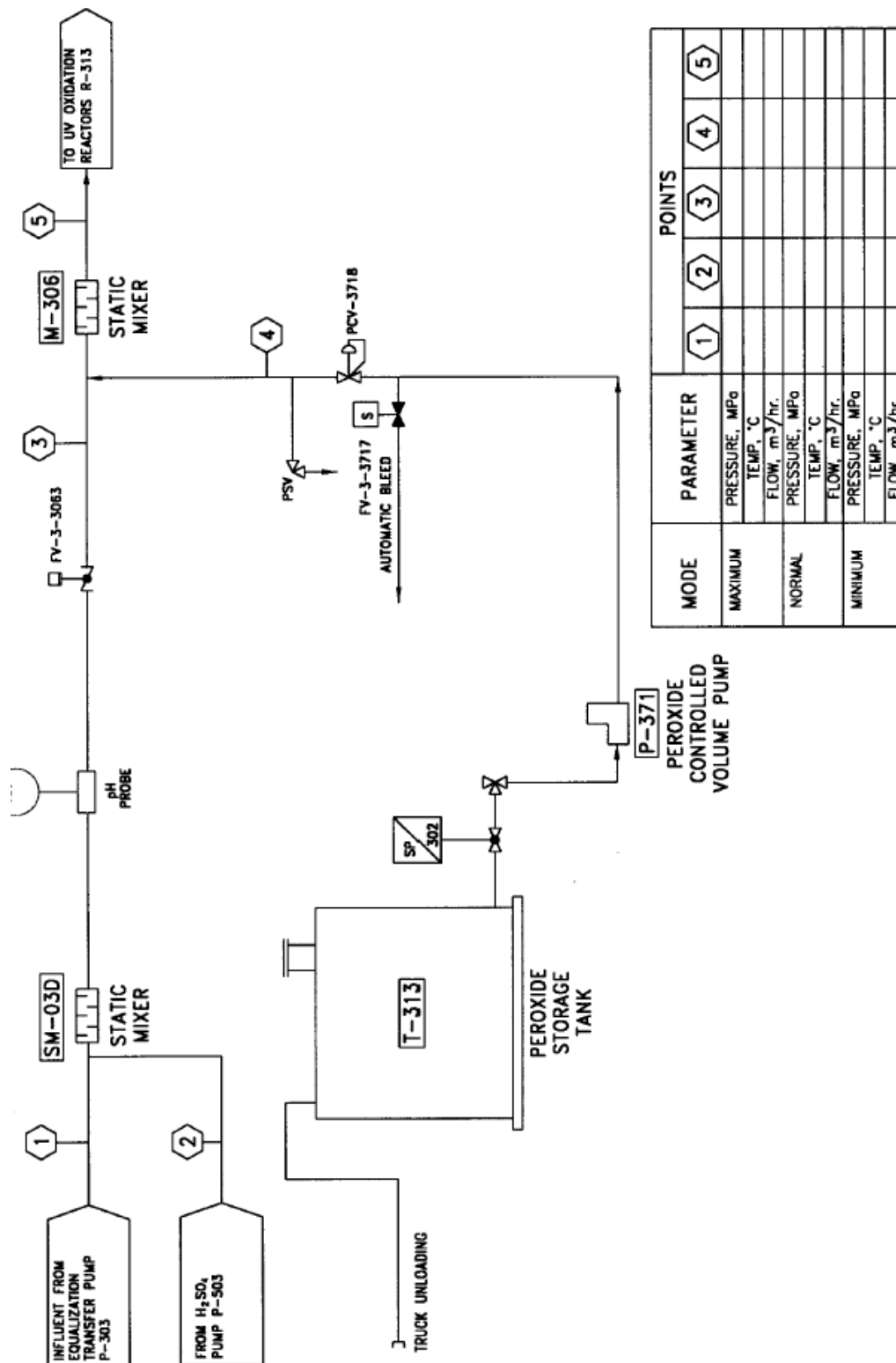
2-3- PFD (دیاگرام فرآیند):

این کلمه مخفف کلمه Process Flow Diagram می‌باشد. این نقشه به طور خلاصه فرایند کارخانه و همه موارد اصلی تجهیزات در یک پالایشگاه یا یک کارخانه و چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر به وسیله لوله‌ها، داکت‌ها و نقاله‌ها را نشان می‌دهد. این نقشه تعداد تجهیزات، دبی جریان، فشار عملکرد و درجه حرارتی که برای تهیه دیاگرامهای مکانیکی جریان مانند (P&ID) مورد استفاده قرار می‌گیرد، را نمایش می‌دهد. این نقشه همچنین برای آماده سازی طراحی مقدماتی کارخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدرک توسط مهندسین شیمی باید تهیه شود.

مثال: PFD واحد جذب یا PFD واحد Prepration در پروژه Ucf

1. Major Equipment Symbols, Names, Identification Number
2. Process Piping
3. Control Valves and Other Valves that Affect Operations
4. System Interconnections
5. System Ratings and Operational Variables
 - maximum, average, minimum flow
 - maximum, average, minimum pressure
 - maximum, average, minimum temperature
6. Fluid Composition

جدول 2- مواردی که باید در PFD داده شود.



شکل 21- نمایی از یک PFD

2-4- P & ID (دیاگرام لوله‌کشی به همراه ابزار دقیق):

این کلمه مخفف کلمه Piping & Instrument Diagram می‌باشد. این نقشه به صورت شماتیک شامل فرایند مورد نیاز، تجهیزات به کار رفته و لوله‌های به کار رفته همراه با نامگذاری و سایزهای آنها مشخصات مربوط به کلاسهای طراحی و مصالح لوله‌کشی، شامل شیرها، فلنج‌ها و آیتم‌های ابزار دقیق و عایق کاری و ... را نمایش می‌دهد.

به طور کلی این دیاگرام مشخصات فرآیندی تجهیزات، اجزاء و اقلام مورد نیاز در سیستم لوله‌کشی، نیازهای ابزار دقیق و محلهای قرار گیری آنها نحوه اتصالات لوله‌ها را بین تجهیزات مختلف، سیستم عایق بندی، سایز لوله‌ها، کلاسهای مختلف کاری بر اساس نوع سرویس و فشار کاری یا اصطلاحاً Rating، خطوط شیبدار و مقدار شیب، جهت جریان و... را بر اساس شماره خطها نشان می‌دهد. P&ID همچنین سیستمهای نگهداری مورد نیاز که برخی نیازهای طراحی را بر سیستم تحمیل می‌کند را نشان می‌دهد. در P&ID ابعاد دقیق نمی‌باشند اما باید اجزاء از لحاظ شماتیک نسبت به هم، همخوانی داشته باشند. هر خط در دیاگرام جریان معمولاً با یک شماره واحد مشخص می‌شود که در Line List پروژه مشخص می‌شود.

بطور خلاصه شماره خطوط باید این اطلاعات را به بیننده P&ID بدهد؛

1- قطر اسمی لوله

2- سرویس داخل لوله

1. Mechanical Equipment, Names and Numbers
2. All Valves and Identification
3. Instrumentation and Designations
4. All Process Piping, Sizes and Identification
5. Miscellaneous Appurtenances including Vents, Drains, Special Fittings, Sampling Lines, Reducers and Increases
6. Direction of Flow
7. Class Change
8. Interconnections
9. Control Inputs/Outputs and Interlocks

جدول 3- مواردی که باید در P&ID داده شود.

3- شماره خط که با اعداد مشخص می‌شوند

4- کلاس کاری

مثال: P&ID واحد جذب یا P&ID واحد Prepration در پروژه Ucf.

5-2- Line List or (Pipe List)

جدولی است که در آن تمام لوله‌های موجود در واحد را در یک لیست تهیه می‌کنند و سپس در مورد تمامی لوله‌ها، اطلاعات مربوطه‌اش نظیر: متریال، ضخامت، مسیر ورودی و انتهایی و جنس فلنج و واشر و پیچ و مهره و... را در آن نشان می‌دهد.

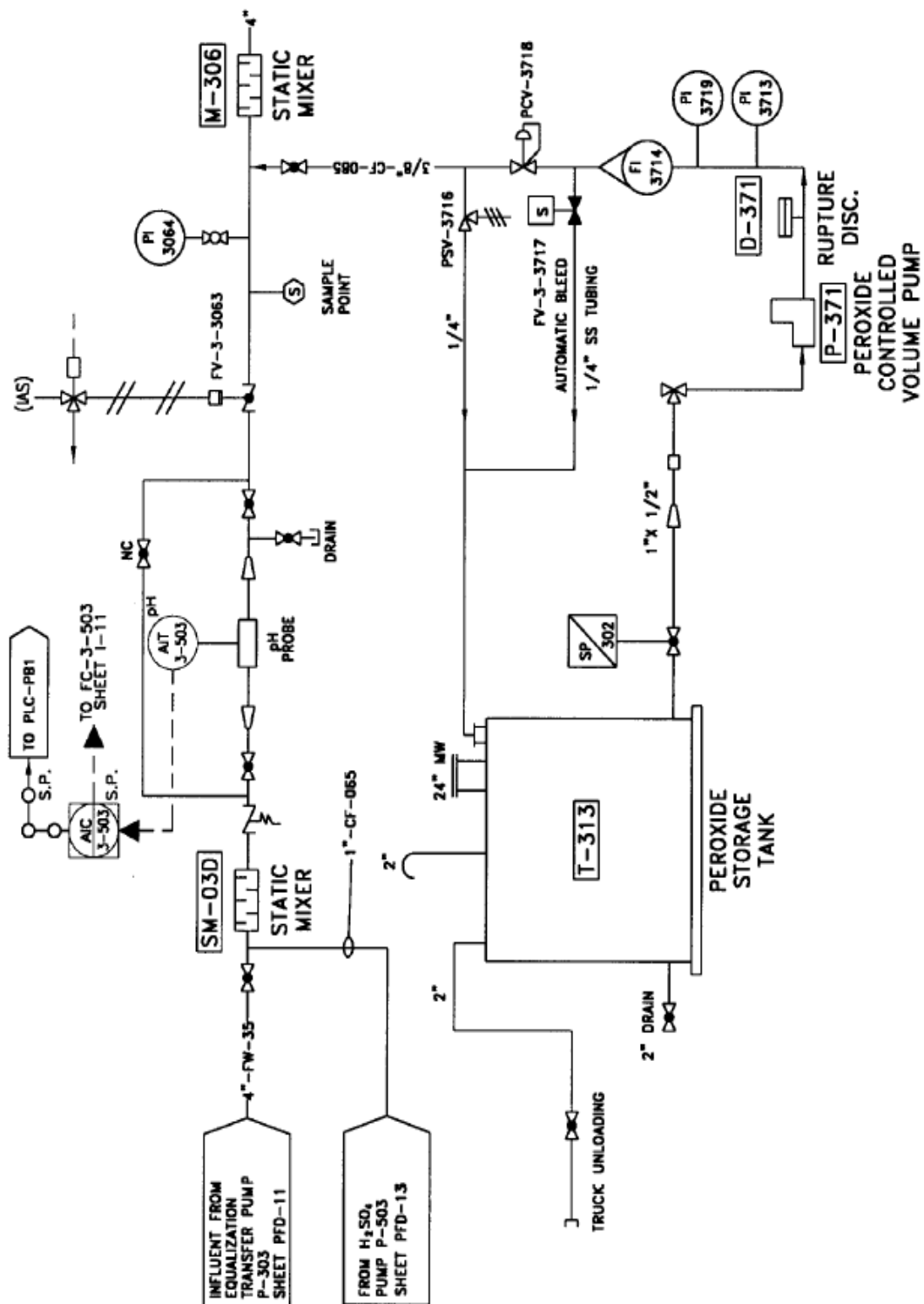
در Pipe List که یک سند مهم (مدرک مهم) در هر واحد کارخانه می‌باشد، می‌توان به طور دلخواه بعضی از موارد را حذف کرد و یا به آن موارد دیگری را بیافزایند. در خط مربوطه اگر شیر یا اتصالات یا اجزاء دیگر وجود داشته باشد، می‌تواند یادداشت شود و اگر بخواهیم می‌توانیم عایق‌بندی آن را نیز در Pipe List بیاوریم. در ضمیمه شماره یک Pipe List از استاندارد آورده‌ایم.

به طور کلی در Line List اعداد نشانگر شماره خط در P&ID به منظور مشخص شدن در لیست خط در نظر گرفته می‌شوند. لیست خط شامل تمام خطوط پروژه می‌شود که با توجه به سیستم

مربوطه و سپس با توجه به سیستم مربوطه و سپس با توجه به اعداد نشانگر طبقه بندی می شوند. این لیست تمام پارامترهای طراحی خط مربوطه شامل قطر لوله، ضخامت دیواره، نوع سیال، دمای طراحی و دمای عملیاتی و طراحی، جنس، ضخامت عایق و استاندارد بکار رفته را در بر می گیرد. معمولاً در پروژه ها نیز لیستی از شیرهای مورد استفاده را نیز تهیه می کنند.

مشخصات طراحی سیستم Piping معیار مناسب جهت طراحی و ساخت سیستم های لازم پروژه را تعیین می کند. این مشخصات تعیین می کند که چه استانداردی، چه ماده ای و چه روش ساختی و چه اجزایی در سیستم بکار روند.

ماده و یا جنس بکار رفته شده باید از دو منظر در مشخصات سیستم Piping معین شود. یکی از لحاظ تنشهای مجاز برای هر ماده و دیگری از لحاظ مساله خوردگی که در طراحی سیستم Piping بسیار حائز اهمیت است. خوردگی عبارتست از هر گونه تغییر نامطلوب در ماده ناشی از فرآیندهای شیمیایی و یا فرآیندهای الکترو شیمیایی با محیط و یا خرابی موارد در تعاملات خالص مکانیکی. خلاصه اینکه وامانگی ناشی از خوردگی زمانی اتفاق می افتد که سیستم Piping نتواند وظیفه اصلی خود را انجام دهد.



شکل 22- نمونه ای از یک P&ID که برای PFD بالا کشیده شده است.

پیچیدگی پدیده خوردگی از لحاظ عواملی چون عوامل محیطی، الکتروشیمیایی و متالوژی قابل توجه است. بسته به ترکیب عوامل محیطی، بار گذاری مکانیکی، تعداد متنوعی از مکانیزم های خرابی ناشی از خوردگی ممکن است در آن واحد به وجود آید.

نرخ خوردگی به عوامل زیر بستگی دارد:

- 1-دما: در تمامی حالات افزایش دما موجب افزایش نرخ خوردگی می شود.
- 2- سرعت: عموماً افزایش سرعتی که سیال از سطح یک فلز عبور می کند نرخ خوردگی را افزایش می دهد.

3- ترکیب سیال: این عامل در نرخ خوردگی هر ماده ای بسیار موثر است. خصوصیات شیمیایی سیال نظیر PH سیال، مواد غیر محلول و وجود کاهنده یا اکسید کننده ها باید مد نظر قرار گیرند.

2-6 Equipment List (لیست تجهیزات):

این مدرک تجهیزات را که باید در محدوده واحد فرایند و یا واحدهای جانبی قرار گیرند، همراه با شماره بندی و توضیحات فرایندی لیست می کند. این مدرک توسط مهندسی پروژه تکمیل می گردد.

2-7 Piping Specification

در انجام پروژه های طراحی کارخانه ها و یا پالایشگاههای فرایندی در قسمت های مختلف نیاز به تهیه مدارکی با عنوانهای مختلف می باشد که این مدارک محدودیتهای کاری را در طراحی و یا خرید و بر اساس مسائل اقتصادی منطقه و یا به صورت منظم و هماهنگ شدن نفرات تیمها و یا مسائل فنی ایجاد می کند که این مدارک زیاد می باشند و هر جایی که این مدارک باشند کار را برای نفرات بعدی به نوعی ساده تر می کند. از جمله این مدارک PMS ، Insulation ، Painting ، Spec ، Supporting Spec می باشد.

هر کدام از این مدارک بر اساس استانداردهای مختلف طراحی نوشته می شوند. در واقع جهت:

- 1- جلوگیری از اتلاف وقت نفرات فعال در پروژه در رجوع تک تک آنها به استانداردها
- 2- سلیقه ای کار نشدن پروژه و یکدست و تیپ بودن کار
- 3- مسائل و محدودیتهای اقتصادی منطقه در موجود بودن امکانات ساخت و یا خرید
- 4- جلوگیری از اشتباه فنی در مسائل حائز اهمیت Spec های مختلف در قسمت مهندسی پروژه

2-8- نقشه‌های طراحی Piping:

بر اساس P&ID و Plot Plan طراحی شده و Spec های مورد نیاز و نقشه‌های طراحی Piping تهیه می‌شوند. این نقشه‌ها مسیر و شکل دقیق سیستم Piping را نشان می‌دهد و اصلی‌ترین اسناد مورد استفاده توسط مهندس Piping انجام می‌پذیرد. این نقشه‌ها معمولاً شامل نماهای Elevation Plan می‌شوند. این نماها، لوله‌ها و مخازن اصلی و همچنین چگونگی عبور لوله از ساختمان را نشان می‌دهد. ولی از طرف دیگر نمای Plan تفاوت ارتفاع را به خوبی نشان نمی‌دهد. بنابراین برای مشخص شدن مسیر Piping هر دو نمای Plan و Elevation لازم است. زمانی که مسیر Piping مشخص شد باید با اندازه‌گذاری نسبت به نقاط مبنا روی نقشه تعیین گردد. معمولاً Piping نسبت به دیوار و یا ستون ساختمان که محل آنها ثابت می‌باشد اندازه‌گیری می‌شود.

مبنای دیگر در سیستم Piping موقعیت شمال (Plant North Arrow) است. موقعیت شمال در نقشه‌های Piping نمایش داده شده و بعنوان یک جهت ثابت مبنا برای طرح Piping به کار می‌رود. البته جهت شمالی نشان داده شده در نقشه‌های لزوماً جهت شمالی واقعی نیست بلکه بصورت قراردادی این طور فرض می‌شود. موقعیت شمال معمولاً موازی با یک سری خطوط ستونهای ساختمانی انتخاب می‌شود و مرسوم است که مسیر Piping در حد امکان موازی یا عمود بر موقعیت شمال باشد تا بتوان بیشترین استفاده را از سازه‌های ساختمان بعنوان تکیه‌گاه Support کرد.

2-9- نقشه‌های ایزومتریک Piping:

با اینکه گروه‌های طراح Piping در مراحل اولیه از نقشه‌های Piping بعنوان منبع استفاده می‌کنند، برخی لازم می‌بینند که از نقشه‌های ایزومتریک استفاده کنند. نقشه‌های ایزومتریک در واقع همانطور که از نامشان پیداست نمایش سه بعدی از سیستم Piping است که در نقشه‌های Piping دو بعدی نمایش داده شده بودند ایزومتریک Piping زمانی استفاده می‌شود که نمایش مفهومی و طرح کلی مهمتر از ابعاد دقیق اشل است. این نقشه‌ها در نصب و راه‌اندازی Piping و مدل‌های تحلیل تنش استفاده می‌شوند.

نقشه ایزومتریک ابعاد را نسبت به مرکز لوله می‌دهد. ارتفاع خط مرکزی لوله در یک نقطه از لوله داده می‌شود. هر موقع ابعاد ارتفاع لوله تغییر کند. یک اندازه عمودی بعنوان مبنا لازم است. ابعادی که در طول لوله هستند. ابعادی که در طول هستند، با مولفه‌های موازی با محور اصلی ساختمان مشخص می‌شوند. ابعاد Piping نسبت به خطوط ستونی معین می‌شوند. ایزومتریک خطوط لوله‌ای را به طور کامل بین تجهیزات نشان می‌دهد و برای اسمبلی و ساخت لوله‌ها بکار می‌رود و در شکل کامل شده آن ایزومتریک ممکن است اطلاعاتی مناسب در مورد ساخت لوله و احداث سیستم Piping در برداشته باشد. به همین دلیل وقتی توسط گروه‌های طراحی، تحلیل، ساخت و احداث استفاده می‌شوند، نمایش بسیار بهتری از شکل سیستم Piping نسبت به نقشه‌های Elevation فراهم می‌کنند.

تکیه‌گاه‌های لوله‌ها برای مقاومت در برابر بارگذاری‌های وارده بکار می‌روند و شرایط طراحی Piping ممکن است از حالت ساده بارگذاری وزن تا بارگذاری‌های پیچیده‌ای از قبیل بارهای گذرای ناشی از زمین‌لرزه و یا پارگی لوله تغییر کند. انتخاب اولیه مکان تکیه‌گاهها و نوع آنها بر اساس بارهای طراحی، اندازه لوله، شکل سیستم و موقعیت اولیه تکیه‌گاهها بایستی روی ایزومتریک مشخص شود تا توسط تحلیل کننده تنش لوله‌ها استفاده شود. انواع مختلف تکیه‌گاهها و معیار جاگذاری آنها را بعداً توضیح می‌دهیم. چنانچه در حین تحلیل تنش، ساخت و یا نصب، مکان، جهت عمل و یا نوع یک تکیه‌گاه تغییر کند، نقشه ایزومتریک باید در قبال این تغییر اصلاح شود.

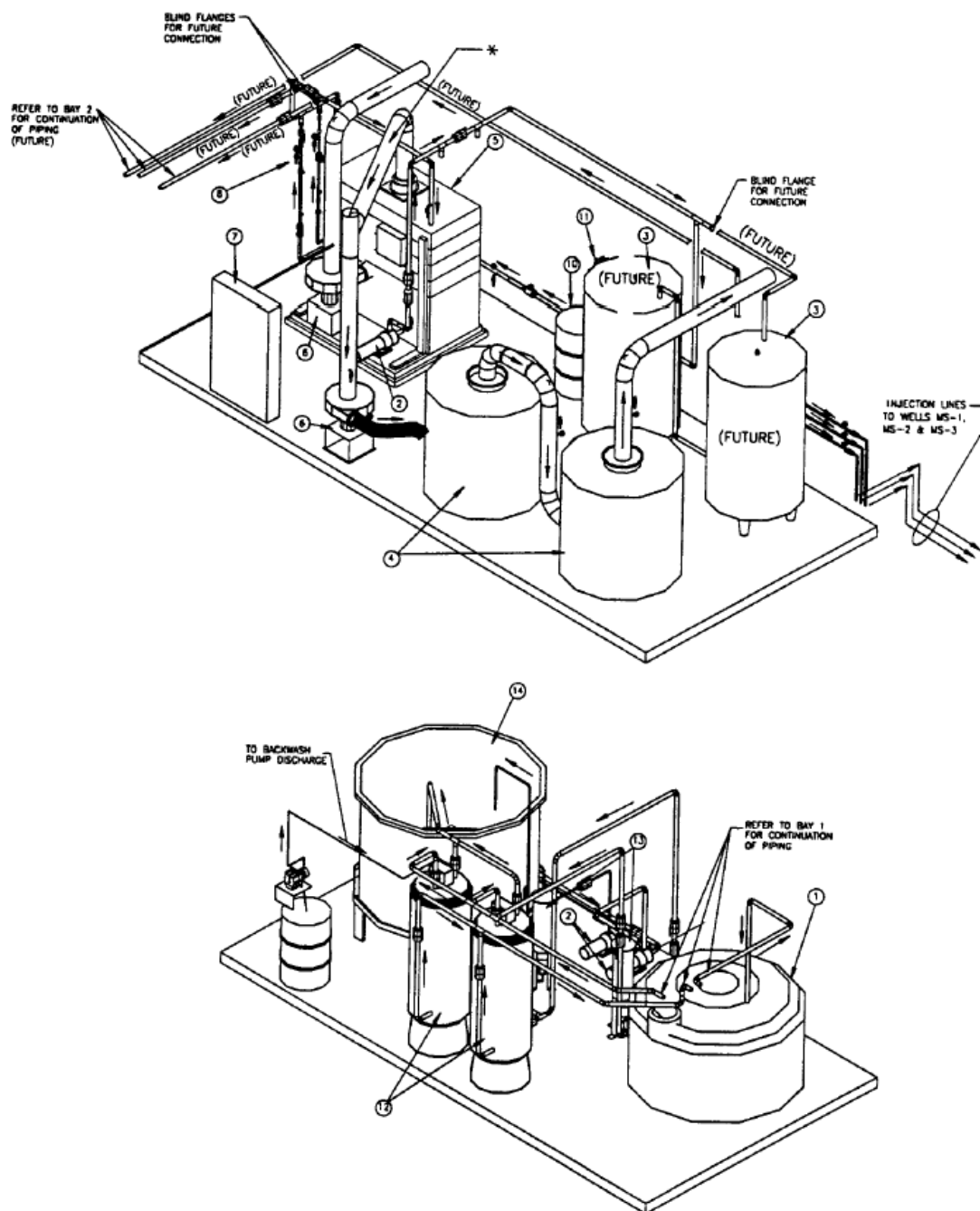
2-10- ایزومتریک سایپورت:

موقعیت ساختمانها و در جهت حداقل کردن تعداد تکیه‌گاهها و قیود انجام می‌گیرد. ایزومتریک تنش با استفاده از نقشه‌های Piping ایزومتریک بعنوان مرجع ساخته می‌شود. این نقشه‌های ایزومتریک در واقع مدلهایی برای کار تحلیل تنش هستند و بایستی تمام اطلاعات لازم برای این کار را فراهم کنند. اساس بارهای طراحی، اندازه لوله، شکل سیستم و موقعیت اولیه تکیه‌گاهها بایستی روی ایزومتریک مشخص شود تا توسط تحلیل کننده تنش لوله‌ها استفاده شود.

تحلیل کننده تنش از ایزومتریک Piping بعنوان یک مرجع برای شکل دادن ایزومتریک تنش استفاده می‌کند. تکیه‌گاههای اولیه روی ایزومتریک Piping مشخص می‌شوند. درحالیکه مسئول آنالیز تنش اصلاً مقید به استفاده از آن نیست و بسیار بهتر است که حداقل تعداد

تکیه‌گاهها استفاده شود، بطوریکه معیار تنش ارضا گردد. لذا تکیه‌گاههای نشان داده شده در ایزومتریک Piping تنها مکانهایی را نشان می‌دهند که تکیه‌گاههای مورد نیاز به آسانی در آنجا قابل نصب هستند.

تکیه‌گاهها (یا قیود) معمولا با توجه به تابع و راستای عملکرد تقسیم‌بندی می‌شوند. جهات اصلی قیود آنهایی هستند که در محورهای سه‌گانه لوله اثر می‌کند. هر چند که قیود مورب با مولفه‌هایی بیش از این سه جهت نیز گاهی پیدا می‌شوند. محورهای محلی (Cal 10) برای یک لوله در صفحه



شکل 20-نمایی از یک Iso Piping

افقی به صورت زیر است :

(الف) عمودی: جهت اعمال وزن

(ب) محوری: موازی راستای لوله (گاهی بنام محور طولی)

(ج) جانبی: عمود بر راستای لوله (گاهی به نام محور عرضی)

تابع عملکرد نشانگر درجه قید بر حسب مقاومت به حالت‌های مختلف بارگذاری است. برای مثال یک فنر در برابر بار وزن نیرو وارد می‌کند در حالیکه مقاومت بسیار کمی نسبت به بارهای حرارتی و یا دینامیکی مقاومت دارد و در بابر وزن یا بار حرارتی قیدی ایجاد نمی‌کند، در حالیکه یک قید صلب تمام بارها را تحمل می‌کند.

نام تابع عملکرد یک تکیه گاه بیان کننده این است که قید مربوطه چه تعداد درجه آزادی را مقید کرده است. مثلاً تکیه گاه‌های که فقط تحمل بارهای عمودی به سمت پایین را دارند معمولاً به نام Hanger یا آویزی معروفند. تکیه گاه‌هایی که حرکت در تمام شش درجه آزادی (سه درجه انتقالی و سه درجه دورانی) را مقید می‌کنند معمولاً به نام Anchor معروفند و هر قید دیگری بین 1 تا 7 درجه آزادی به نام Restraint شناخته می‌شود.

Support ممکن است از انواع مختلفی از اجزاء، تهیه شوند هر چند که نمایش آنها در ایزومتریک تنش مستقل از جنس به کار رفته است. معمولاً یک قید Anchor را با یک مثلث و یا با یک * نشان می‌دهیم. قیود از نوع Anchor معمولاً در آغاز و پایان تحلیل تنش مورد نیاز هستند. این تکیه گاه‌ها در مکان‌هایی مانند گذر از لوله به دستگاه، ساختمان و یا در ادامه لوله‌ها در سیستم Piping استفاده می‌شود. نیروها و ممان‌های وارده از یک طرف به قید Anchor می‌توان مساله را به دو یا چند مساله کوچکتر و قابل حل تر تبدیل کرد. البته از استفاده این چنین از این قیود باید تا حد امکان اجتناب کرد تا هزینه بالایی در بر نداشته باشد. شخصی که مسئول تحلیل تنش Piping است از ایزومتریک تنش کامل شده بعنوان مدلی برای تحلیل انجام شده استفاده می‌کند. باز هم یادآوری می‌کنیم که هر گاه تغییر عمده ای در شکل سیستم یا تکیه گاه‌ها رخ دهد، لازم است ایزومتریک تصحیح گشته و گاهی تحلیل تنش دوباره انجام می‌شود.

در مواردی حساس مثلاً پروژه‌ای که امنیت هسته‌ای Piping و تجهیزات متصله به آنها مطرح است، عمدتاً دو گزارش بعد از انجام تحلیل تنش لازم است. اولی گزارش زلزله است که برای استاندارد مربوط به طراحی در برابر زلزله لازم است و گزارش دوم، گزارش تنش می‌باشد و برای کد استاندارد ASME مطابق با NC-3200 لازم است.

فصل سوم

نحوه ارتباط Piping کار با دیگر افراد در پروژه

در این فصل قصد داریم به طور مختصر نحوه ارتباط Piping کار را با دیگر افراد در پروژه بیان کنیم. می دانید که برای یک پروژه گروه های طراحی، ابزار دقیق، Equipment کار و گروه Piping کار وجود دارد و باید بین این افراد یک سری مدارک و اسناد رد و بدل شود تا بتوانند درانجام پروژه بدون مشکل کار را به پایان ببرند. در ذیل به شرح آنها می پردازیم:

3-1- ارتباط پروسس با گروه Piping:

پروسس (گروه طراح) این اطلاعات را باید به گروه Piping بدهد:

1- Non-Mechanized P&ID

در آن تنها تجهیزات و مسیر و ابزار دقیق و سائیز خطوط وجود دارند ولی هنوز در آن تعیین کلاس نشده است.

2- Process Data For Line LList Creation

3- Psv Reaction Forces

4- Special Piping Design Consideration

که شامل مشخصات سیال، خوردگی، فرسایش و موارد مورد نیاز آنها.

5- Steam Tracing _Tracer No. & Size

3-2- ارتباط Piping با گروه Process (طراح):

گروه پاپینگ پس از گرفتن اسناد و مدارک بالا از گروه طراح و پس از مطالعه و کار بر روی اسناد، باید مدارک زیر را جهت اطلاع و تأیید گروه طراح، به آنها ارجاع دهد:

1- Mechanized P&ID

P&ID مکانیزه شده که اینک بر اساس Line List و شرایط عملیاتی داده شده بود باعث شد تا گروه Piping بر اساس استانداردها کلاس کاری را در هر خط لوله و دستگاهی تهیه و بر اساس سلیقه کلا P&ID را شماره گذاری کند و اطلاعات کاملی در آن ذکر کند.

2- Pipe THK Ttable For Each Piping Class Asper PMS

گروه Piping بر اساس دما و فشار طراحی و شرایط سیال اینک ضخامت لوله‌ها را تعیین کرده و با تغییراتی سعی در دسته بندی آنها و یکسان سازی ضخامت‌ها برای جلوگیری از تنوع ضخامت‌ها می‌کند.

3- Psv Inlet & Out Llet Piping Configuration

در مورد شیرهای کنترل ایمنی خطوط مربوطه ورودی و خروجی را محاسبه و طراحی می‌کنند.

4- Pump Suction & Discharge Piping Configuration

نحوه اتصالات لوله به پمپ‌ها را تعیین و طراحی می‌کنند.

5- Flare Net Work Piping Configuration

6- Piping Data For Line List Creation

اطلاعات مربوط به پایپینگ را در Line List اولیه دارد و در واقع یک Line List نهایی تولید می‌کنند.

3-3 ارتباط Equipment کار با Piping

اینک به بررسی اطلاعاتی که یک Equipment کار باید به گروه Piping کار بدهد می‌پردازیم:

1- All Equipment Estimated Dimension For Early Plot Plan

باید ابعاد و اندازه‌های دستگاه را بدهد تا گروه پایپینگ بر آن اساس تصمیم به چیدن دستگاهها در سایت و فضای در اختیارگیرند. در واقع اگر فضا محدود باشد، سایت دو یا چند طبقه می‌شود تا طراحی صحیح صورت بگیرد. معمولاً پترو شیمی‌ها دارای سایت‌های چند طبقه‌اند.

2- Fixed Equipment Mechanical Data Sheet For Piping Design

اگر در سایت یا پروژه، ما Fixed Equipment داریم (نظیر وسل، مخازن، تانک) باید داده‌های مکانیکی آنها را به گروه Piping بدهند تا در مورد آنها گروه Piping به یک طراحی صحیح در

چیدن و فونداسیون برسند. (این طراحی شامل تعیین نوع عایق، نوع ساپورت‌ها و اطلاعات کامل درباره دستگاهها و نازل‌های آنها می باشد)

Recommended Rotary Equipment Nozzle Orientation For Piping –3

:Design

در این سند گروه Equipment کار برای دستگاههای روتاری (نظیر پمپ ها، کمپرسورها، Air Cooler ها و...) در مورد چگونگی و جهت نازل ها و به طور کلی Nozzle Arrangement پیشنهاد می دهند.

Recommended Package Equipment Nozzle Orientation For Piping –4

:Design

در این سند گروه Equipment کار برای دستگاههای package (نظیر injection units, dryer و...) در مورد چگونگی و جهت نازل ها و به طور کلی Nozzle Arrangement پیشنهاد می دهند.

:All Equipment Nozzle Size & Rating –5

داده های مربوط به نازل از قبیل سایز و کلاس را برای تک تک نازل های دستگاهها را به گروه Piping بدهند.

.Vendor Drawing –6

:Equipment Painting & Insulation M.T.O –7

در آن مشخصات عایق کاری و رنگ کاری و در یک کلامه Coating مربوط به Equipment داده می شود.

4-3- ارتباط Piping کار با گروه Equipment

اطلاعاتی که یک Piping کار اینک باید یک Equipment کار بدهد به شرح زیر است:

:Nozzle Orientation Base On Piping Design –1

بر اساس طراحی پاپینگ در مورد نازل ها و جهت شان به Equipment کار اطلاعات دهد.

:Ladder & Plat Form Data –2

گروه Piping کار باید در مورد Plat Form ابعاد و اندازه دهد و محل آنها را نیز تعیین و اعلام کند. همچنین در مورد نردبان‌های موجود، ابعاد و اندازه، محل قرارگیری آنها گروه Equipment کار را مطلع کند.

3- Installation Pedestal:

در مورد ساپورت دستگاهها اطلاعات دهد.

4- Pipe Supporting Information:

در مورد نوع Support ها اطلاعات دهد. در ضمن اگر Support روی Plat Form باشد در مورد Loading و ابعاد و جهت نصب Support بحث کند و اطلاعات بدهد.

5- Angle Refrence & Plant North:

در مورد شمال جغرافیایی و شمال نقشه که قبلا توضیح دادیم (زوایای مورد نیاز) به این گروه اطلاعات بدهد.

6- Saddle:

تعیین اینکه از چه نوع و ارتفاع نصب چه باشد اطلاعات می دهد.

7- Nozzle Loading Refrence Or Data:

3-5- گروه Piping با Civil:

گروه Piping بنا به اقتضای کار خود همواره با گروه Civil نیاز باید در ارتباط باشد اطلاعات زیر توسط گروه Piping به گروه Civil داده شود تا در مجموع هماهنگی ها باعث شود پروژه سیر منطقی خود را بپیماید:

1- نقشه plot plan.

2- Under Ground Piping Layat:

باید نقشه ای که در آن مسیر حرکت لوله و ارتفاع آن از سطح زمین در دل خاک را نشان می دهد جهت جاوگیری از کننده کاری های دوباره و یا احتمالا برخورد با کارهای Civil به گروه Civil تحویل دهند در مجموع مسایلی که در آن مسایل زیرزمینی مطرح می شود باید توسط گروه به Civil اطلاع داد.

3-6- ارتباط Piping کار با ابزار دقیق:

اطلاعاتی که یک Piping کار باید به ابزار دقیق بدهد شامل موارد زیر است:

1- PMS For Instrument Material Selection:

این بخش کاملاً واضح است یعنی باید Piping کار یک PMS جهت انتخاب سریال ابزار دقیق تهیه کند.

2- Location Of Instrument Base On Piping Plan Drawing

3-7- ارتباط ابزار دقیق با گروه Piping:

اطلاعاتی که یک ابزار دقیق کار باید به گروه Piping بدهد شامل موارد زیر است:

1- Instrument Installation Detail & Hook-Up Drawing

2- Equipment Trim Line Instrument Installation Level

فصل چهارم

معرفی نرم افزارهای مورد استفاده در Piping

نرم افزارها همواره یکی از مواردی هستند که می توانند به شخص در چک کردن نتایج کمک کنند. نرم افزارها در یک حالت می توانند مشخص کننده این باشند که کار انجام شده و طراحی صورت گرفته تا چه حد صحیح بوده و در حالت دیگر می تواند صحت طراحی های جزئی را مورد مطالعه قرار دهد.

یکی از مسائلی که در حدود سالهای قبل مطرح بود این بود که گروه Piping پس از انجام کارها بایستی با محاسبات و انجام کارهای دستی و ترسیمی که وقت زیادی را می گرفت و هم دقت چندان بالایی هم نداشتند طراحی ها را چک می کردند. اما با گسترش علم نرم افزاری، سرانجام نرم افزارهایی تولید شد که به واسطه آن بر اساس استاندارد گروه Piping کارهای خود را با آن چک کنند که هم وقت کمتری می گرفت و هم می توانست مانند یک جعبه ابزار یک مهندس Piping را حمایت کند.

در زیر قصد داریم به تعدادی از نرم افزارهای موجود اشاره کنیم و توضیحاتی مختصر بدهیم:

Auto Cad -1-4

این نرم افزار در زمینه ترسیم اشکال مخازن Plot Plan و تهیه P&ID و PFD و BFD به کار می رود .

این نرم افزار تنها مشخص کننده اجزاء و قطعات و مدارک می باشد. در واقع می توان گفت با Cad Auto فقط نقاشی می کنیم. در ضمن Auto Cad دو بعدی می باشد. هر چند حالت سه بعدی دارد ولی نمی تواند در حل مسایل Piping کمکی کند.

Auto Plant -2-4

این نرم افزار بر خلاف Auto Cad که دارای نقاشی است دارای روح است و آن روح همان Data base مربوطه است که به نقاشی روح می دهد. این نرم افزار می تواند اجزاء موجود در Piping را با هر شکلی و اندازه و سائیزی به صورت سه بعدی و با اندازه های حقیقی (که توسط استاندارد در آن قبلاً تعریف شده) ترسیم کرد. گروه Piping هر کدام روی قسمتی می تواند کار

کند گروهی روی Piping، گروهی روی Structure و گروهی روی Equipment های پروژه یا واحد کار می کنند و سپس این نرم افزار با توانایی های خاصی که دارد می تواند همه را با هم جمع کند یا اصطلاحاً لینک کند. در اینجا اگر لوله ای با Structure بر خورد کند تداخل لوله نشان داده می شود و گروه می تواند کارهایشان را که طراحی قبلی داشته تصحیح کنند. در واقع در Auto Plant می توانیم گردش کنیم و از تمامی جهات و زوایا کار طراحی شده را ببینیم. در ضمن می توانیم با امکانات نرم افزار و چک کردن نهایی با دستوراتی خاص از آن آیزو گرفت.

Cad Worx -3-4

این نرم افزار نیز در زمینه Piping دارای کاربرد است این نرم افزار مانند Auto Plant می باشد و تنها از لحاظ Stress Analyze از Auto Plant قوی تر می باشد. اما در دیگر موارد از Auto Plant ضعیف تر می باشد.

PDMS -4-4

این نرم افزار نیز مشابه Auto Plant می باشد با این تفاوت که کاربران آن معتقدند از Auto Plant قویتر است و امکانات بالاتری دارد. این نرم افزار آخرین دستاورد نرم افزاری در زمینه Piping می باشد. در ضمن به نظر می رسد نرم افزارهای دیگری وجود داشته باشد ولی اینها از مهمترین و اصلی ترین نرم افزارها می باشند. نرم افزارهای دیگری هستند ولی هر کدام به صورت تفکیکی می تواند کار کند مثلاً نرم افزارهای زیر:

Pipsys -5-4

که در زمینه لوله کشی است و در مورد افت فشارها و تعیین دبی با توجه به لوله ها و شرایط حرکت لوله ها بحث می کند.

SAP 2000 -6-4

در زمینه طراحی کلی سازه ها نظیر سازه های پتروشیمی ها پالایشگاهها و تاسیسات به کار می رود. در این نرم افزار می توان استرس ساختمانها را از لحاظ عمرانی محاسبه کرد و تست کرد. این نرم افزار توسط مهندسين عمران به کار می رود.

Pipe Flow -7-4

در مورد افت فشارها و تعیین دبی و حتی تعیین قطر لوله ها...توانایی دارد.

Piping Fluid Flow System -8-4

در مورد افت فشارها و تعیین دبی و تنظیمات همراه با کنترل ها و... می توان اطلاعات کسب کرد.
دراین نرم افزار اکثر اجزاء موجود در Piping به جز Structure وجود دارد.

Pump Flow -9-4

در مورد طراحی پمپ ها و میزان همه و مسایل مربوطه آنها صحبت می کند.

CAEASR II -10-4

این نرم افزار در حال حاضر قوی ترین نرم افزار تحلیل تنش استاتیک و دینامیک بارها و گشتاورهای
وارد بر سیستم پایپینگ می باشد.

فصل پنجم

ضمائم

1- جدول استفاده از کدها و استانداردها

ASME Pressure Piping Code	
B31.1	Power Piping
B31.3	Process Piping
ASME Boiler and Pressure Vessel Code	
Section II	Materials, Part D
Section VIII	Boiler & Pressure Vessel Code—Pressure Vessels, Division 1
Section IX	Welding and Brazing Qualifications
ASME Standards	
B1.20.1	Pipe Threads, General Purpose (Inch)
B16.1	Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings
B16.3	Malleable-Iron Threaded Fittings, Class 150 and 300
B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings
B16.9	Factory-Made Wrought Steel Butt-welding Fittings
B16.10	Face-to-Face and End-to-End Dimension of Ferrous Valves
B16.11	Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded
B16.20	Metallic Gaskets for Pipe Flanges-Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed
B16.21	Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges
B16.24	Bronze Pipe Flanges and Flanged Fittings, Class 150 and 300
B16.25	Butt Welding Ends
B16.28	Wrought Steel Buttwelding Short Radius Elbows and Returns
B16.34	Valves—Flanged, Threaded, and Welding End
B16.36	Steel Orifice Flanges, Class 300, 600, 900, 1500 and 2500
B16.39	Malleable Iron Threaded Pipe Unions, Class 150, 250 and 300
B16.42	Ductile Iron Threaded Pipe Unions
B16.47	Large Diameter Steel Flanges, NPS 26 Through NPS 60
B16.48	Steel Line Blanks
B36.10M	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
B36.19	Stainless Steel Pipe
ANSI/AWWA Standards	
C110	Ductile Iron and Gray Iron Fittings, 3 in. Through 48 in. for Water and Other Liquids
C111	Rubber Gasket Joints for Cast-Iron and Ductile-Iron Pressure Pipe and Fittings
C115	Flanged Cast-Iron and Ductile-Iron Pipe with Threaded Flanges
C151	Ductile Iron Pipe, Centrifugally Cast in Metal Molds or Sand-Lined Molds, for Water or Other Liquids
C504	Rubber Seated Butterfly Valves
API Standards	
594	Wafer and Wafer-Lug Check Valves
599	Steel and Ductile Iron Plug Valves
600	Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted and Pressure Seal Bonnets
602	Compact Steel Gate Valves—Flanged, Threaded, Welding, and Extended-Body Ends
603	Class 150, Cast, Corrosion-Resistant, Flanged-End Gate Valves
608	Metal Ball Valves, Flanged, Threaded, and Welding End
609	Butterfly Valves, Lug-Type and Wafer-Type Valves
610	Centrifugal Pumps for Petroleum, Heavy Duty Chemical, and Gas Industry Service
611	General-Purpose Steam Turbines for Refinery Service

ادامه جدول بالا

API Standards (Continued)	
617	Centrifugal Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services
618	Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services
650	Atmospheric Storage Tanks
660	Shell and Tube Heat Exchangers for General Refinery Service
661	Air-cooled Heat Exchangers for General Refinery Service
674	Positive Displacement Pumps
RP 686	Recommended Practice for Machinery Installation and Installation Design
API Specification	
5L	Specification for Line Pipe
ASTM Standards and Specifications ⁽¹⁾	
A53	Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless
A106	Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service
A193/A193M	Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service
A312/A312M	Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
A320/A320M	Alloy Steel Bolting Materials for Low-Temperature Service
A333/A333M	Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service
A335/A335M	Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service
A358/A358M	Electric-Fusion Welded Austenitic Chromium-Nickel Alloy Pipe for High-Temperature Service
A426	Centrifugally Cast Ferritic Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service
A451	Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service
A494/A494M	Castings, Nickel and Nickel-Alloy
A671	Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures
A672	Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for High-Pressure Services at Moderate Temperatures
A691	Carbon and Alloy Steel Pipe, Electric-Fusion Welded for High-Pressure Service at High Temperatures
B165	Nickel-Copper Alloy (UNS N04400) Seamless Pipe and Tube
B167	Nickel-Chromium-Iron Alloy (UNS N06600) Seamless Pipe and Tube
B241/B241M	Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube
B407	Nickel-Iron-Chromium Alloy Seamless Pipe and Tube
B423	Nickel-Iron-Chromium-Molybdenum-Copper Alloy (UNS N08825 and N08221) Seamless Pipe and Tube
B705	Nickel-Alloy (UNS N06225 and N08825) Welded Pipe
F436/F436M	Hardened Steel Washers
MSS Standards	
SP44	Steel Pipe Flanges
SP-45	Bypass and Drain Connections
Pipe Fabrication Institute (PFI) Specification	
ES-5	Cleaning of Fabricated Piping
ES-7	Minimum Length and Spacing of Welded Nozzles
ES-24	Pipe Bending Methods, Tolerances, Process and Material Requirements

Note: (1) Refer to Appendix A and Table 326.1 of ASME B31.3 for a more complete listing of ASTM Standard and Specifications.

2- جدول استاندارد برای لوله های استیل

ANSI B36.10	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.
AWWA C200	Steel Water Pipe 6 In. and Larger.
AWWA C203	Coal Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipe—Enamel and Tape—Hot Applied.
AWWA C204	Chlorinated Rubber-Alkyd Paint System for the Exterior of Aboveground Steel Water Piping.
AWWA C205	Cement-Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe—4 In. and Larger—Shop Applied.
AWWA C206	Field Welding of Steel Water Pipe.
AWWA C207	Steel Pipe Flanges for Waterworks Service—4 In. through 144 In.
AWWA C208	Dimensions for Steel Water Pipe Fittings.
AWWA C209	Cold-Applied Tape Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines.
AWWA C210	Liquid Epoxy Coating System for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.
AWWA C213	Fusion-Bonded Epoxy Coatings for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.

3- جدول استاندارد برای لوله های PVC

ANSI B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
ANSI/ASTM D 1785	Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, 120.
ANSI/ASTM D 2241	Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe (SDR-PR).
ANSI/ASTM D 2464	Threaded Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe.
ANSI/ASTM D 2466	Socket-Type Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40.
ANSI/ASTM D 2467	Socket-Type Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80.
ANSI/ASTM D 2672	Bell-End Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe.
ANSI/ASTM D 2740	Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Tubing.
ANSI/ASTM D 2749	Standard Symbols for Dimensions of Plastic Pipe Fittings.
ANSI/ASTM F 412	Definition of Terms Relating to Plastic Piping Systems.
ANSI/AWWA C900	Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe 4 In.
ASTM D 2774	Underground Installation of Thermoplastic Pressure Piping.
UNI B-1	Thermoplastic Pipe Joints, Pressure and Non-pressure Application.
UNI-B-3	Installation of Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe.

4- جدول استاندارد برای Fitting های استیل

ASTM A 105	Forgings Carbon Steel for Piping Components.
ASTM A 181	Forgings Carbon Steel for General Purpose Piping.
ASTM A 182	Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings and Valves and Parts for High-Temperature Service.
ASTM A 216	Carbon Steel Castings Suitable for Fusion Welding for High-Temperature Service.
ASTM A 234	Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures.