آشنایی با لوله و اتصالات

منابع و مراجع

۱. **انتقال مایعات و طراحی خطوط مایع روحانی – احمد**
۲. **اصول طراحی پایپینگ قند چی – علیرضا**
۳. THE PIPING GUIDE DENISE WISTHANCE
۴. POWER HYDRAULICS MICHEL PINCH
۵. **اصول طراحی خطوط لوله**

تقسیم بندی لوله ها

لوله ها به دو دسته کلی تقسیم می شوند.

الف: تیوب(Tube): دسته ای از لوله ها که بر اساس قطر خارجی و ضخامت جدار آن بر حسب BWG(Birmingam Wire Size) ساخته می شوند و در مبدلهای حرارتی ، خطوط ابزار دقیق و اتصالات کوچک بر روی کمپرسورها ،بویلرها و یخچالها نصب می شوند .

ب: پایپ (PIPE):دسته ای از لوله ها که بر اساس اندازه اسمی و ضخامت جداره برحسب SCH شناخته می شوند. از این دسته از لوله ها در صنایع مختلف مانند نفت، گاز ، پتروشیمی و... استفاده می شود.

انواع لوله ها

از منظر طرز تهیه لوله ها در ۴ دسته شناسایی می شوند.

۱. لوله های بدون درز
۲. لوله ها آهن گری شده
۳. لوله های جوشکاری شده
۴. لوله های ریخته گری شده

لوله های بدون درز SEAMLESS

به ۴ روش ساخته می شوند.

الف: روش سمبه زنی دورانی گرم(Hot Rotary Piercing): در این روش شمش فولاد را تا دمای ۱۲۰۰-۱۳۰۰ گرم نموده و د رچهار مرحله (سوراخ زنی Piercing Mill بوسیله دوران شمش مابین دو غلطک و سمبه) ،(تکمیل کننده سوراخPlug rolling Mill) ،(مدور سازی داخل Reeling Mill) و (بخش سایز کننده Sizing Mill بوسیله دو غلطک چرخانجهت ایجاد ضخامت مناسب) لوله شاخته می شود.

روش دوم:(Pilger Mill Process): در این روش لوله های سوراخ شده را مابین دو غلطک فرم دار در حالت گرم جندین مرتبه حرکت می دهنددر این فرآیند بدلیل آنکه سایز داخلی لوله بوسیله سمبه تثبیت می شود، قطر خارجی بوسییله زائده روی غلطکها حاصل می شود.

روش سوم:Push Bench Process: در این روش ابتدا صفحات پهن و ضخیم را بوسیله سمبه گرد و بصورت نعلبکی در آورده و سپس بوسیله نبه هایی آنها را از درون سوراخهایی عبور می دهند.در اینصورت صفحه به لوله تبدیل می شود.

روش چهارم: Extrusion Process: در این روش شمش را تا دمای ۱۲۵۰ درجخ گرم نموده و با قرار دادن آن درون یک محفظه و فشار یک سمبه لوله را سوراخ نموه و در نهایت مجعم لوله و سنبه را از درون یک سوراخ هدایت می نمایند تا قطر خارجی مورد نظر جهت لوله حاصل شود

لوله هاي آهنگري شده

این دسته از لوله ها را از ۱۰ تا ۳۰ اینچ می سازند. این لوله ها به دو روش ساخته می شوند؛

الف: لوله های فورج و سوراخ شده Forfed & Bored Pipe:
شمشهای داغ را بوسیله پرس بصورت استوانه های تا ۱ اینچ بزرگتر از اندازه مورد نظر سوراخ نموده و بوسیله دوران آنها را سایز می نمایند. درنهایت بوسیله سنبه آنها را سوراخ می نمایند.

ب: لوله های فورج شده پوک Hollow Forged Pipe: ابتدا شمشهای داغ را سوراخ نموده و سپس شمش سوراخ دار از روی سمبه ها و رینگها عبور داده تا بطور همزمان قطر خارجی و داخلی حاصل شود. انجام عملیات اصلاحی از خصوصیات این روش است.

لوله های جوشکاری شده SEAM PIPE

لوله هایی که از روش جوشکاری صفحات حاصل می شوند دارای درز بوده و بر اساس درز حاصل شده به دو خانواده لوله با درز مستقیم و لوله با درز مارپیچ تا سایز ۵۶ اینچ نیز ساخته می شوند. این دسته از لوله ها بدلیل سهولت ساخت و استفاده در صنایع مختلف نفت و گاز مورد استفاد ه دارند.

لوله های ساخته شده بدلیل آنکه در فرآیند جوشکاری نا همگن هستند نیازمند مراقبت و حفاظت در برابر خرابیهای مختلف هستند.

لوله هاي ريخته گري شده

این دسته از لوله ها جهت ساخت لوله های چدنی و فولادی مناسب هستند. لوله های چدنی را بصورت افقی ، عمودی ، ریخته گری گریز از مرکز در قالب ماسه ای و ریخته گری گریز از مرکز در قالب فلزی ریخته گری می کنند.

لوله های فولادی را معمولا بوسیله روش گریز از مرکز می سازند.

استاندارد رایج در ساخت لوله ها سری ASA,A21 می باشد

تقسيم بندي لوله ها از نظر استقامت فشاري

لوله ها به سه روش تقسیم می شوند

الف: روش وزنی: این روش قدیمی ترین روش می باشد.برای هر لوله با قطر اسمی مشخص قطر مشخصی را بصورت استاندارد شده(STD) قرارداد نموده اند. لوله های را که یک برابر قوی شده باشد با نام XS و لوله ای را که دو برابر قوی شده باشد را XXS می نامند. این روش مورد تائید ASME و ASTM می باشد.

ب: روش برنامه ای - در این روش از حاصل تقسیم ۱۰۰۰برابر فشار کاری لوله بر تنش مجاز آن استفاده می شود. عدد حاصل را گرد نموده و با نام Scheduale Number می شناسند.این روش مورد تائید ANSI میباشد.

ج:ورش کدینگ – در این روش ابتدا استاندارد معرفی شده و سپس گرید لوله بر اساس حداکثر تنش نقطه تسلیم معرفی می شود.براین اساس لوله ها را با گریدهای A,B,X42,X46,X52,X56,X60,X65,X70,U89,U100 مشخص می نمایند.

مثلا لوله ای با مشخصات API – 5LS – X60

لوله ای است که بصورت اسپیرال ساخته شده و مقاومت تنش تسلیم آن 60000PSI می باشد.

محاسبه تنش در خطوط لوله

برای محاسبه حداکثر فشار قابل تحمل در لوله های واقعی از رابطه بارلو استفاده می شود.

$$P=2*St/D$$

در رابطه فوق P معرف فشار خط لوله، S معرف تنش تسلیم ماکزیمم، t ضخامت جداره لوله و D معرف قطر خارجی لوله است.

تحلیل استاندارد ANSI از محاسبه فشار خط لوله:

قسمتهایی از لوله که تحت تاثیر تنش مماسی یا تنش متجاوز از ۲۰٪ حداقی جاری شدن مخصوص هستند می بایستی با فشاری لااقل ۱.۲۵ برابر فشار طراحی تست شوند.درصوصرتی که فشار قسمتی از خط لوله بیشتر از ۷۰٪ تنش تسلیم نهایی را سبب شود در اینصورت می بایست تمهیدات مناسبی را در نظر داشت.

تحلیل استاندارد ANSI

بر اساس این استاندارد موارد زیر حاصل می شود.

الف: درصورتی که فشار خط لوله کمتر از ۲۰٪ تنش نهایی را شامل شود انجام تست ضرورتی ندارد

ب: در صورتی که فشار خط لوله از ۲۰٪ تنش نهایی بیشتر اعمال نماید می بایست خط لوله را با فشاری برابر با۱.۲۵ فشار طراحی تست نمود.در اینصورت $Pi<(2*0.8*s*t)/D$ خواهد شد.

درصورتیکه لوله نیاز به جوشکاری داشته باشد فاکتور جوش E نیز در رابطه فوق وارد می شود.

$$Pi<(2*0.8*s*t*E)/D$$

تحلیل استاندارد API

مقررات API در خصوص خطوط لوله سخت گیرانه تر می باشد. بر اساس این استاندارد عمر بهره برداری از خطوط لوله نیز به عنوان یکی از فاکتورهای طراحی اهمیت دارد. اگر لوله مورد نظر دچار فرسایش شود در اینصورت حداکثر مجاز فرسایش ۱۲.۵٪ می باشد. اما بدلیل اینکه ممکن است لوله با ضخامتی کمتر از ضخامت استاندارد شده ساخته شود در انصورت ضریب ایمنی ۹۰٪ را برای ضخامت خواهیم داشت؛

$$Pi<(2*0.72*s*E*t)/D$$

فاکتور ایمنی جوش را استاندارد ASTM مشخص می نماید.

استانداردهای طراحی خطوط لوله

متداول ترین و مطمئن ترین استاندارد برای طراحی خطوط لوله استاندارد ANSI – B31 می باشد.کدهای رایج این استاندارد عبارتند از:

۱. برای لوله های امداد رسانی ANSI B31-1
۲. برای لوله های هوا و گاز داخل موسسات صنعتی و کارگاهها ANSI B31-2
۳. برای لوله های داخل پالایشگاهها ANSI B31-3
۴. برای لوله های خطوط لوله مایع ANSI B31-4
۵. برای لوله های تبرید و سرد کننده ANSI B31-5
۶. برای لوله های صنایع شیمیایی ANSI B31-6
۷. برای لوله های گاز ANSI B31-8

کاربرد لوله های مختلف در صنعت

لوله های فولادی را معمولا در خطوط فرآیند بکار برده و در خطوطی که نیاز به جوشکاری و خمش دارند و تبادلات حرارتی و محدوده های حرارتی بالا دارند متناسب با استاندارد ASTAM A-106 و ASTM A-53 ساخته می شوند.

چنانچه این دسته از لوله ها در مصارف عادی مانند خطوط بخار ،آب و گاز بکار روند از استاندارد ASTM A-120 تبعیت می کنند. این استاندارد برای خمش ،سرمایش و دماهای بالا مناسب نیست.

اتصالات

- اتصالات امکان تغییر جهت لوله ،تغییر قطر آن و یا گرفتن انشعاب از خط اصلی را ایجاد می کند.
- اتصالات پیچی دارای مشخصه های کلاس فشاری ۲۰۰۰ ،۶۰۰۰،۳۰۰۰ می باشند اتصالات socket – welding دارای مشخصه های فشاری ۹۰۰۰،۶۰۰۰،۳۰۰۰می باشند

	خصوصیات لوله SCH/MFR's			
کلاس فشار	2000	3000	6000	9000
اتصالات پیچی	80/xs	160	xxs	
اتصالات ساکتی		80/xs	160	xxs

تجهیزات سیستم لوله کشی به روش جوشکاری لب به لب

بهترین روش اتصال برای لوله های با قطر بالا همراه با آب بندی بسیار زیاد است. اما ممکن است بدلیل وجود گرده جوش در داخل بر جریان سیال تاثیر گذار باشد.

در این روش دو تجهیز با فاصله مناسب از یکدیگر بصورت خال جوش اتصال یافته و سپس جوشکاری کامل می شوند.انواع این اتصالات عبارتند از :

زانوئی ۹۰ درجه با شعاع بلند

زانوئی ۹۰ درجه با شعاع کوتاه

زانوئی ۴۵ درجه

بازگشت دهنده ۹۰درجه بلند

بازگشت دهنده ۹۰درجه کوتاه

زانوئی همراه با کاهنده قطر بلند

Swage جهت اتصال لوله های کوچکتر از نوع پیچی با ساکت بکار می روند.

Miter بر حسب نیاز لوله ساخته می شوند و جزو اتصالات می باشند.

انواع فلانچها که جهت اتصال دو تجهیز بصورت اتصال پیچ و مهره بکار می رود.

فلانچ کاهنده: جهت تغییر سایز خط لوله مناسب است. این فلانچ بصورت زیر معرفی می شوند.

RED FLG NPS 6*4 class 150 SO

انواع رزوه لوله:

استاندارد ANSI/ASME 1.20.1 برای معرفی انواع رزوه مناسب است.

NPT رزوه لوله مخروطی

NPTR رزوه جهت اتصال عناصر مکانیکی صلب(رزوه مستقیم)

NPSC رزوه جهت اتصالات کوپلینگهای داخلی

NPSM رزوه جهت اتصالات ازادبرای فیکسچرها

NPSLرزوه اتصالات مکانیکی همراه با قفل کن

NPSH رزوه برای اتصالات نرم برای کوپلینگ شلنگها

و...

استانداردهای رایج در اتصالات و شیرها

API-6A خصوصیات رزوه های اتصالات ،شیرهاو فلانچها

API-6C خصوصیات دروازه های استیل فلانچ شده، شیرهای توپی و...

API-6D خصوصیات دروازه های استیل برای شیرهای یک طرفه

ANSI B16-10 ابعاد پشت به پشت شیرهای آهنی

API 602 شیرهای دروازه ای بافولاد کربنی فشرده شده

MSS SP-6 خصوصیت پرداخت سطوح شیرها و اتصالات آهنی

MSS-25 سیستم استاندارد علامت گذاری شده MSS برای شیرها و اتصالات و فیتینگها

اتصالات در سیستم پایپینگ

۱. اتصالات پیچی در آهن اسفنجی: این اتصال در کلاسهای ۱۵۰ و ۲۵۰ توصیه می شود.
۲. اتصالات پیچی چدن مالیبل:این اتصال در کلاسهای ۱۵۰ و ۳۰۰توصیه می شود.
۳. اتصالات پیچی برنج و برنز ریختگی: این اتصال در کلاسهای ۱۵۰ و ۲۵۰ توصیه می شود.
۴. اتصالا رزوه ای لحیمی: برای تیوبهای مسی و سیستمهای آبی کاربرد دارد.
۵. اتصالات فلانچی چدن خالکستری: این اتصال در کلاسهای ۸۰۰،۲۵۰،۱۲۵،۲۵ توصیه می شود.
۶. اتصالات فلانچی آلیاژهای نیکل و فولادهای فورج شده:این اتصال در کلاسهای ۲۵۰۰،۱۵۰۰،۹۰۰،۶۰۰،۴۰۰،۳۰۰،۱۵۰ توصیه می شود.
۷. اتصالات رزوه ای وجوش داخلی فولاد فورج شده:در این دسته از مواد اتصالات رزوه ای برای کلاسهای ۶۰۰۰،۳۰۰۰،۲۰۰۰ و برای جوش داخلی کلاسهای ۶۰۰۰،۳۰۰۰و۹۰۰۰ مناسب هستند.

نقشه ها در پایپینگ

نقشه ها شامل:

جانمایی سیستم پایپینگ

نقشه های ساخت (نقشه های همراه با جزئیات دقیق)

جداول تجهیزات

نقشه تکیه گاهها

نقشه های ایزومتریک

آنالیز طراحی

شامل طراحی سیستمهای پایپینگ فرآیند‌است. شامل:

الف: محاسبات مهندسی

ب: تعاریف سیستم.شامل اصول طراحی،دستورالعمل فرآیند،مفاهیم کنترل و درجه های عملکردیاجزا و سیستم.

اطلاعات کافی برای تهیه نمودار جریانPFD و نمودارهای لوله کشی وابزار دقیق(P&ID) را دراختیار قرار می دهد.

PFDچیست؟ نوعی نمودار جهت نمایش وابستگی بین اجزا اصلی سیستم

P&IDچیست؟ نوعی نمودار جهت نمایش ارتباط میان سیستم پایپینگ و ابزار دقیق و تجهیزات