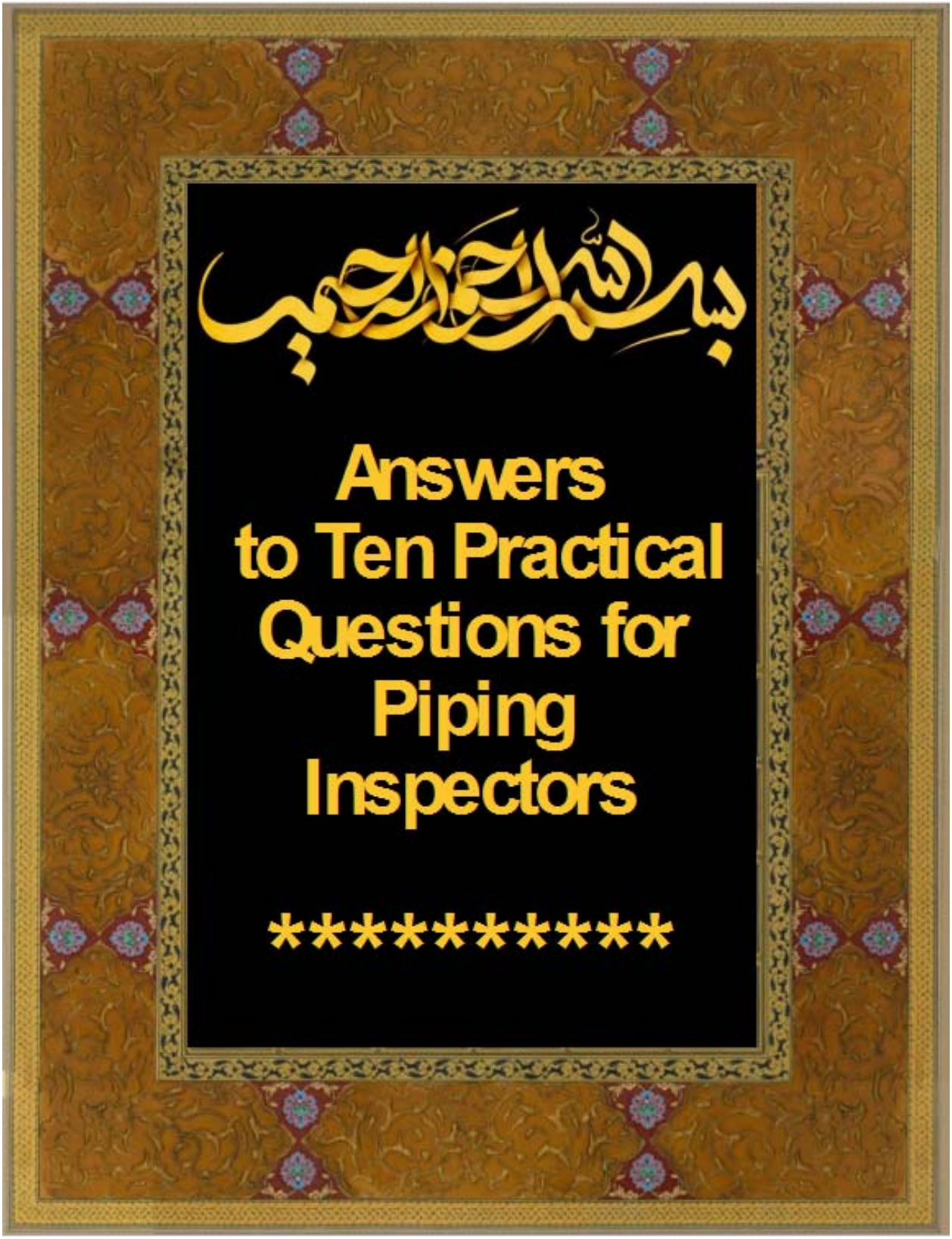
۱۰ سؤال کاربردی برای بازرسان Piping

۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۰


بسم الله الرحمن الرحيم
Answers
to Ten Practical
Questions for
Piping
Inspectors
****

فهرست مطالب

پیشگفتار ۶
سؤال ۱: هدف از حضور بازرس پایپینگ کارفرما در پروژه چیست؟ ۷
● - بازرس کارفرما حین ساخت باید دارای چه ویژه گی باشد؟ ۸
● - بازرس کارفرما حین سرویس باید دارای چه ویژه گی باشد؟ ۹
سؤال ۲- نحوه‌ی تست پکیج بندی خطوط لوله در یک سایت را به ترتیب و کامل شرح دهید. ۱۳
● - لوپ بندی (LOOPING) ۱۳
(A) - بر اساس LINE LIST ۱۳
(B) - بررسی مسیر خط ۱۳
(C) – مشخص نمودن اولین نقطه در لوپ؛ ۱۳
(D) – شروع یا خاتمه یک لوپ ۱۳
(E) – نامگذاری لوپ تست ۱۴
۱- شیوه سنتی ۱۴
۲- براساس SUB SYSTEM ۱۴
● - گیجهای فشار (PRESSURE GAUGES) ۱۶
● - وضعیت گیج (GAGE) فشار سنج مطابق PARA.UG-102 (B)(C) در مخازن تحت فشار ۱۶
● - وضعیت گیج (GAGE) فشار سنج مطابق بعضی از PROJECT SPECIFICATION ها ۱۷
● – مشخصات فنی ثبت شده روی یک گیج (GAUGE) ۱۸
● - کلاس دقت گیج های فشار سنج (ACCURACY CLASSES) ۲۰
* - کلاس های دقت (گیجها) در استاندارد EN 837-1 ، فصل ۶ ..... ۲۰
سؤال ۳- در یک تست پکیج چند نوع پانچ داریم؟ لطفاً شرح دهید. ۲۳
سؤال ۴- تفاوت P&ID و ISO DWG را به اختصار شرح دهید. ۲۵
سؤال ۵- نحوه‌ی تست سرجوش آخر در یک سیستم PIPING چگونه می باشد؟ ۳۲
سؤال ۶- تفاوت گیج های روغنی و خشک در چیست؟ ۳۷
* - انواع گیج های صنعتی (GAUGES) : ۳۸
* - دسته بندی گیج ها (GAUGES) : ۳۸
سؤال ۷- تفاوت بین عملیات CLEANING با FLUSHING در چیست؟ کامل تشریح نمایید. ۴۰

● - بحث CLEANING و FLUSHING در استاندارد ASME B31.3-2018 ..... ۴۰
● - نتیجه‌ی CLEANING و FLUSHING در استاندارد ASME B31.3-2018 ..... ۴۲
■ - تمیزکاری خطوط PIPING به روش CLEANING ۴۲
● - الزامات تمیزکاری داخلی خطوط PIPING ۴۲
● - متد و روشهای اصلی تمیز کاری CLEANING خطوط PIPING ۴۳
۱ - تمیز کاری با استفاده از هوا [CLEANING WITH AIR (BLOWING OR AIR FLUSHING)] ۴۳
● - روش اول: دمیدن مستمر هوا (CONTINUOUS BLOWING OF AIR) ۴۳
● - روش دوم: کاهش فشار بطور سریع و ناگهانی (QUICK DECOMPRESSION) ۴۳
۲ - تمیز کاری با استفاده از بخار (CLEANING WITH STEAM) ۴۳
۳ - تمیز کاری با استفاده از آب [CLEANING WITH WATER (WATER FLUSHING)] ۴۴
۴ - تمیز کاری با استفاده از روش مکانیکی (MECHANICAL CLEANING): ۴۵
● - روش اول: تمیزکاری با دست (HAND CLEANING) ۴۵
● - روش دوم: تمیزکاری با استفاده از پیگ (PIPE CLEANING WITH PIGS) ۴۵
● - روش سوم:تمیزکاری با استفاده از سندبلاست (SAND BLASTING) ۴۹
۵ - تمیز کاری با استفاده از روش شیمیایی (CHEMICAL CLEANING) ۵۰
* - روشهای انجام عملیات PICKLING ۵۱
● - با استفاده از برس.(BRUSHING, USING A PICKLING PASTE/GEL) ۵۱
● - با استفاده از اسپری (SPRAYING, USING A PICKLING SOLUTION) ۵۲
● - با استفاده از غوطه ور کردن (IMMERSION/CIRCULATION IN/WITH A PICKLING BATH) ۵۲
● - مقایسه بین DESCALING, PICKLING, PASSIVATION & CLEANING ۵۵
● - DESCALING ۵۵
● - PICKLING ۵۶
● - PASSIVATION ۵۷
● - CLEANING ۵۷
■ - تمیزکاری خطوط PIPING به روش FLUSHING ۵۸
* - مشکلات خاص در تمیز کاری با استفاده از هوا ۵۸
۱ - (مشکل تأمین) هوا با سرعت و نرخ حجم بالا ۵۸
۲ - (مشکل حجم) حجم بالایی از هوا (LARGE VOLUMES OF AIR) ۵۸
۳ - (مشکل کارکرد) تمیزکاری با فلاشینگ هوا کارکردی خطرناک دارد. ۵۸
۴ - (مشکل کیفیت هوا) (AIR QUALITY) ۵۸
* - متد و روشهای اصلی تمیز کاری فلاشینگ خطوط PIPING ۵۸

- تمیز کاری با استفاده از هوا (AIR FLUSHING) ۵۸
۱- روش اول: استفاده از یک شیری که سریع باز شود (A QUICK OPENING VALVE) ۵۹
۲- روش دوم: کاهش فشار بطور سریع و ناگهانی با (A RUPTURE DISK) ۵۹
* راپچر دیسک (RUPTURE DISK) یا دیسک انفجاری (دیسک پاره شونده) چیست؟ ۶۰
۳- روش سوم: با استفاده از پارگی لایه های پلاستیک ۶۳
- عملیات RUPTURE با چند بار فشار هوا انجام می شود؟ ۶۴
- در عملیات RUPTURE از چند لایه پلاستیک استفاده می شود؟ ۶۵
- دستورالعمل روش تمیزکاری با فلاشینگ هوا (AIR FLUSHING PROCEDURE) ۶۶
- تمیز کاری با استفاده از فلاشینگ آب (WATER FLUSHING) ۶۸
- مشکلات خاص در تمیز کاری با استفاده از فلاشینگ آب ۶۸
- مشکل سرعت کم: (SLOW VELOCITY) ۶۸
- مشکل حجم و شدت جریان آب: (VOLUME AND FLOW RATE OF WATER) ۶۸
- مشکل کثیفی آب در دسترس: (DIRTY WATER DISPOSAL) ۶۹
- مشکل وزن آب: (WEIGHT OF WATER) ۶۹
- مشکل عامل خوردگی: (CORROSION FACTOR) ۶۹
- مشکل کیفیت آب: (QUALITY OF THE WATER) ۶۹
- دستورالعمل روش تمیزکاری با استفاده از فلاشینگ آب (WATER FLUSHING) ۶۹
- بازرسی و کنترل شدت جریان (TO CHECK THE FLOW RATE) ۷۰

■- تفاوتهای مابین دو روش CLEANING و FLUSHING ۷۰

سؤال ۸- تفاوت بین LOOP و EXPANSION JOINT و کاربرد آنها را توضیح دهید ۷۱

* انواع و اقسام اتصالات انبساطی (EXPANSION JOINTS) ۷۷
- اتصال انبساطی نوع SLIP-TYPE ۷۷
- اتصال انبساطی نوع *BALL-TYPE* ۷۹
- اتصال انبساطی نوع *BELLOWS-TYPE* EXPANSION JOINTS ۸۱
- اتصال انبساطی نوع *RUBBER-TYPE* EXPANSION JOINTS ۸۳

سؤال ۹- در B31.3 موانع هیدروتست یا نیوماتیک تست PIPING را شرح دهید ۸۵

سؤال ۱۰- در تست نیوماتیک میزان انرژی ذخیره شده و فاصله ایمنی مجاز چقدر است؟ ۸۷

■ – حداکثر انرژی ذخیره شده‌ی مجاز ۸۷

■ – حداقل فاصله ایمنی برای تست نیوماتیک براساس میزان TNT ۹۰

پیشگفتار

«صلوات بر محمد و آل محمد» سرّ هدایت بندگان به سوی نور

*****

موضوع بحث این نوشته، پاسخ به بعضی از سؤالات کاربردی پایپینگ (Piping) است که معمولاً پرسنل واحد بازرسی فنی پایپینگ با این سؤالات روبرو می شوند. مبحث جامع پایپینگ (Piping) بسیار گسترده و مطالب مربوط به آن یقیناً طیف گسترده ای از مطالب را شامل می شود که در این رابطه خوشبختانه کتابهای مفصل و بسیاری نوشته شده است.

نوشته‌ی موجود قصد دارد به پاره ای از سؤالات روزمره که بازرسان بخش پایپینگ با آنها مواجه هستند بصورت کاربردی بپردازد و توضیحاتی برای روشن شدن جواب این سؤالات ارائه دهد. امید است برای دوستان مفید باشد. در همین ابتدا از دوستان ارجمندم آقای مهندس عظیم کوشکی و آقای مهندس صابرپور که مرا در تهیه و اصلاح این مبحث یاری کردند کمال تشکر را دارم و صمیمانه از راهنمایی ها و همکاری ایشان در ارائه هر چه بهتر این نوشته قدردانی می کنم.

تمام تلاش ما بر این اساس بود که نوشته ای مفید ارائه کنیم ولی ممکن است نواقصی دیده شود. لذا از تمام دوستان خواهشمندم ما را در رفع نواقص این نوشته یاری کنند. از تمام دوستان بسیار سپاسگزارم.

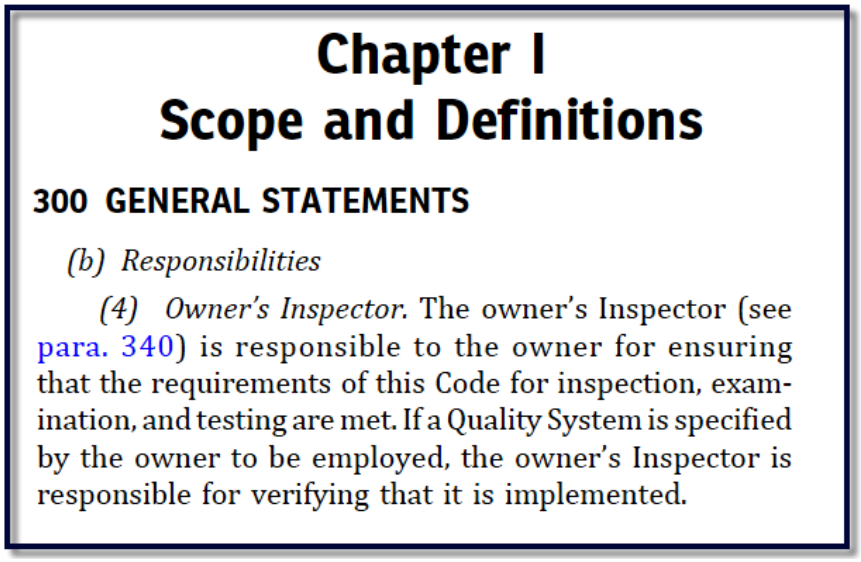
Arbab_Taghavi@yahoo.com

با آرزوی سلامتی برای شما سروران عزیز

برادر کوچک شما منوچهرتقوی

۳۰ / اردیبهشت ماه / ۱۴۰۰

سؤال ۱: هدف از حضور بازرس پایپینگ کارفرما در پروژه چیست؟



Chapter I
Scope and Definitions

300 GENERAL STATEMENTS

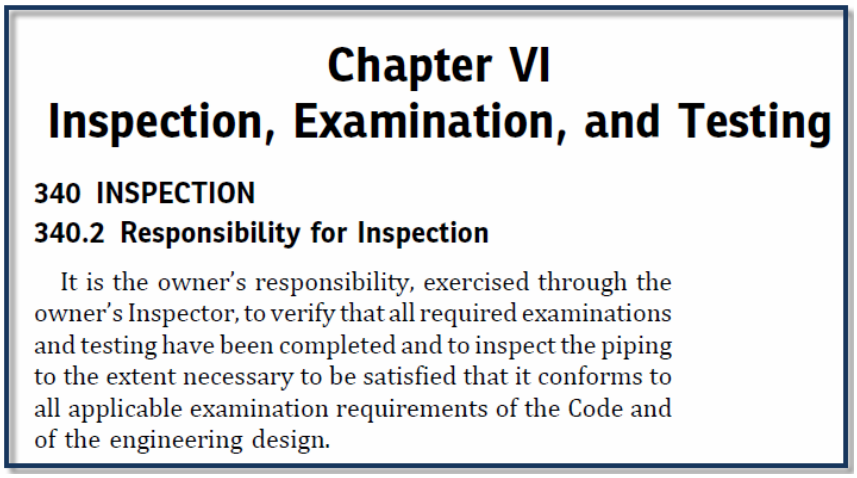
(b) *Responsibilities*

(4) *Owner's Inspector.* The owner's Inspector (see para. 340) is responsible to the owner for ensuring that the requirements of this Code for inspection, examination, and testing are met. If a Quality System is specified by the owner to be employed, the owner's Inspector is responsible for verifying that it is implemented.

شکل-۱: پاراگراف 300 (b) (4) از استاندارد ASME B31.3-2018

جواب-۱: در بخش ۱ از استاندارد ASME B31.3-2018 که مربوط به محدوده و تعاریف است، در رابطه با مسئولیت بازرس کارفرما اظهار نظر شده است.

ترجمه: پاراگراف [300 (b)(4)] بازرس کارفرما: مسئولیت بازرس کارفرما برای این منظور است که کارفرما اطمینان کند که الزامات این کُد (B31.3) برای بازرسی، آزمایشات و تستها برآورده می شود. چنانچه از طرف کارفرما سیستم کنترل کیفی مشخص شده باشد، بازرس کارفرما مسؤلیت دارد که بکارگیری و انجام آنرا بررسی کند.



Chapter VI
Inspection, Examination, and Testing

340 INSPECTION

340.2 Responsibility for Inspection

It is the owner's responsibility, exercised through the owner's Inspector, to verify that all required examinations and testing have been completed and to inspect the piping to the extent necessary to be satisfied that it conforms to all applicable examination requirements of the Code and of the engineering design.

شکل-۲: پاراگراف 340.2 از استاندارد ASME B31.3-2018

در بخش ۶ از استاندارد ASME B31.3-2018 که مربوط به بازرسی، آزمایشات و تستها می باشد، در رابطه با مسئولیت بازرسی اظهار نظر شده است.

ترجمه: پاراگراف (340.2) مسئولیت بازرسی: این مسئولیت کارفرماست که از طریق بازرس کارفرما اعمال می شود ، تحقیق کند که تمام آزمایشات و تستهای مورد نیاز Piping تکمیل و بازرسی شده اند و مطابق با استاندارد و مشخصات فنی مهندسی پروژه مورد رضایت هستند.

بنابراین در واقع این دیدگاه و نقش نظارتی بازرس Piping است که با بازرسی و نظارت مرتب و منظم خود اطمینان ایجاد می کند که کارها براساس کُدها و استانداردها و مشخصات فنی مهندسی پروژه در حال اجرا می باشند. که نقش بسزایی در کیفیت کار، صرفه جویی در زمان و جلوگیری از دوباره کاری هایی که باعث کندی پیشرفت کار می باشد دارد.

- بازرس کارفرما حین ساخت باید دارای چه ویژه گی باشد؟

در استاندارد ASME B31.3-2018-Para. 340.4 در مورد صلاحیتهای بازرس کارفرما مطلبی قید شده که ترجمه این پاراگراف در زیر آمده:

ترجمه: پاراگراف ASME B31.3-Para. 340.4 صلاحیتهای بازرس کارفرما

340.4 Qualifications of the Owner's Inspector

(a) The owner's Inspector shall be designated by the owner and shall be the owner, an employee of the owner, an employee of an engineering or scientific organization, or the employee of a recognized insurance or inspection company acting as the owner's agent. **The owner's Inspector shall not represent nor be an employee of the piping manufacturer, fabricator, or erector unless the owner is also the manufacturer, fabricator, or erector.**

پاراگراف 340.4 : صلاحیتهای بازرس کارفرما

بازرس کارفرما باید توسط کارفرما تعیین شود و وقتی بازرس استخدام کارفرما باشد یا استخدام یک سازمان مهندسی یا علمی باشد یا استخدام یک شرکت بیمه یا شرکت بازرسی شناخته شده ای باشد که به عنوان نماینده کارفرما عمل می کند بایستی بعنوان کارفرما محسوب گردد. بازرس کارفرما نباید نماینده و یا در استخدام سازنده گان یا نصابان سیستم لوله کشی باشد ، مگر اینکه کارفرما نیز (خودش) سازنده ، تولید کننده یا نصب کننده باشد.

توضیحی در مورد این بخش از پاراگراف: در مورد مطلب فوق در حقیقت یکی از مسائل مهم قراردادی پروژه های حال حاضر که بطور کلی در پالایشگاههای گازی کشور با پیمانکاران بسته می شود به نوعی می توان به این بند از استاندارد استناد کرد. در پالایشگاههای گازی در عسلویه متاسفانه قرارداد بازرسی شخص ثالث (TPA) که به نوعی حافظ منافع کارفرما می باشد با پیمانکاران منعقد می شود که لازم است مسئولین محترم در این زمینه تجدید نظر بفرمایند و رویه پتروشیمی ها را مد نظر قرار دهند. زیرا وقتی پیمانکار غذا، خوابگاه، ایاب و ذهاب، صدور مجوز اضافه کاری، صدور گیت پاس و همچنین پرداخت حقوق واحد بازرسی شخص ثالث (TPA) را تأمین کند، مطمئناً به همین تعداد می تواند برای رسیدن به خواسته هایش اهرم فشار داشته باشد. این موضوع برای صنعت پالایشگاهی اصلاً مناسب نیست. بهتر است کارفرماهای محترم مستقیماً با شرکتهای بازرسی شخص ثالث (TPA) قرارداد انعقاد کند. تا از بسیاری از احتمالات نامناسب در روند کار پروژه ها جلوگیری شود.

(b) The owner's Inspector shall meet one of the following requirements:

(1) Have at least 10 years of experience in the design, fabrication, or examination of industrial pressure piping. Each 20% of satisfactorily completed work toward an accredited engineering degree shall be considered equivalent to 1 year of experience, up to 5 years total.

(ب) بازرس کارفرما باید دارای یکی از شرایط زیر باشد:

(۱) حداقل ۱۰ سال تجربه در زمینه طراحی ، ساخت یا بازرسی لوله کشی صنعتی تحت فشار داشته باشد. هر ۲۰ درصد از کارهایی که به طور رضایت بخشی انجام شده باشد نسبت به مدرک مهندسی معتبر معادل ۱ سال تجربه و در مجموع تا ۵ سال تجربه در نظر گرفته می شود.

(2) Have a professional engineering registration or nationally recognized equivalent with at least 5 years of experience in the design, fabrication, or examination of industrial pressure piping.

(۲) دارای (مدرک) مهندسی حرفه ای ثبت شده یا معادل ملی شناخته شده با حداقل ۵ سال تجربه در زمینه طراحی ، ساخت یا بررسی لوله کشی فشار صنعتی باشد.

(3) Be a certified welding inspector or a senior certified welding inspector as defined in AWS QC1, Specification for AWS Certification of Welding Inspectors, or nationally recognized equivalent with at least 5 years of experience in the design, fabrication, or examination of industrial pressure piping.

(۳) چنانچه یک بازرس جوش یا بازرس ارشد جوش که مطابق با مشخصات تعیین شده در استاندارد AWS QC1 که مربوط به تأیید صلاحیت بازرسان جوشکاری می باشد، تأیید صلاحیت شده باشند یا معادل شناخته شده ملی با حداقل ۵ سال تجربه در طراحی ، ساخت یا آزمایشات صنایع لوله کشی فشار داشته باشند.

(4) Be an authorized piping inspector as defined in API 570, Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems, with at least 5 years of experience in the design, fabrication, or examination of industrial pressure piping.

(۴) بازرس لوله کشی صنعتی همانطور که در کد API 570 که مربوط به بازرسی لوله کشی صنعتی همچون بازرسی حین سرویس ، ریتینگ (دسته بندی) ، تعمیر و تعویض سیستم های لوله کشی است، مشخص نموده است، بایستی حداقل ۵ سال تجربه در زمینه طراحی ، ساخت یا آزمایش لوله کشی صنعتی تحت فشار را داشته باشد.

(c) In delegating performance of inspection, the owner's Inspector is responsible for determining that a person to whom an inspection function is delegated is qualified to perform that function.

(ج) در تفویض عملکرد بازرسی ، بازرس کارفرما وظیفه دارد تشخیص دهد شخصی که وظیفه بازرسی به او تفویض شده است صلاحیت انجام آن کار را داشته باشد.

- بازرس کارفرما حین سرویس باید دارای چه ویژه گی باشد؟

در پاراگراف ASME B31.3-2018-Para. 340.4 (b) (4) به استاندارد API 570 اشاره شده که این استاندارد مربوط به بازرسی حین سرویس سیستم های لوله کشی می باشد. در استاندارد API 570 در

ضمیمه "A" : Annex A (informative) Inspector Certification گواهی بازرس (فنی) چنین آمده:

A.1 Examination

An examination to certify inspectors within the scope of API 570 shall be based on the current API 570 inspector certification body of knowledge as published by API.

پاراگراف A.1 :آزمایش

آزمون تأیید صلاحیت بازرسان در محدوده استاندارد API 570 بایستی براساس جدیدترین ویرایش سازمان صادر کننده گواهینامه بازرسی مطابق با استاندارد API 570 باشد که توسط API منتشر شده است.

A.2 Certification

An API 570 authorized piping inspector certification will be issued when an applicant has successfully passed the API 570 certification exam and satisfies the criteria for experience and education. Education and experience, when combined, shall be equal to at least one of the following:

پاراگراف A.2 :گواهی

وقتی متقاضی با موفقیت در آزمون گواهی API 570 موفق شد و معیارهای تجربه و تحصیلات را پاس کرد ، گواهی بازرس لوله کشی مجاز API 570 صادر می شود. تحصیل و تجربه ، در صورت ترکیب ، حداقل با یکی از موارد زیر برابر است:

a) a Bachelor of Science degree in engineering or technology, plus one year of experience in supervision of inspection activities or performance of inspection activities as described in API 570;

الف) مدرک کارشناسی مهندسی یا فناوری ، به علاوه یک سال تجربه در نظارت بر فعالیت های بازرسی یا عملکرد فعالیت های بازرسی ، همانطور که در API 570 شرح داده شده است.

b) a two-year degree or certificate in engineering or technology, plus two years of experience in the design, construction, repair, inspection, or operation of piping systems, of which one year must be in supervision of inspection activities or performance of inspection activities as described in API 570;

ب) مدرک کاردانی در مهندسی یا تکنولوژی ، به علاوه دو سال تجربه در طراحی ، ساخت ، تعمیر ، بازرسی یا بهره برداری از سیستم های لوله کشی ، که یک سال آن باید شامل نظارت بر فعالیت های بازرسی یا انجام فعالیت هایی که در API 570 شرح داده شده است، باشد.

c) a high school diploma or equivalent, plus three years of experience in the design, construction, repair, inspection, or operation of piping systems, of which one year must be in supervision of inspection activities or performance of inspection activities as described in API 570;

ج) دیپلم دبیرستان یا معادل آن ، به علاوه سه سال تجربه در زمینه طراحی ، ساخت ، تعمیر ، بازرسی یا بهره برداری از سیستم های لوله کشی ، که یک سال آن باید شامل نظارت بر فعالیت های بازرسی یا انجام فعالیت هایی که در API 570 شرح داده شده است، باشد.

d) a minimum of five years of experience in the design, construction, repair, inspection, or operation of piping systems, of which one year must be in supervision of inspection activities or performance of inspection activities as described in API 570.

د) حداقل پنج سال تجربه در زمینه طراحی ، ساخت ، تعمیر ، بازرسی یا بهره برداری از سیستم های لوله کشی ، که یک سال آن باید در نظارت بر فعالیت های بازرسی یا انجام فعالیت های بازرسی باشد که در استاندارد API 570 شرح داده شده است.

A.3 Recertification

A.3.1 Recertification is required three years from the date of issuance of the API 570 authorized piping inspector certificate. Recertification by examination will be required for authorized piping inspectors who have not been actively engaged as authorized piping inspectors within the most recent three-year certification period and for authorized piping inspectors who have not previously passed the exam. Exams will be in accordance with all provisions contained in API 570.

پاراگراف A.3 :گواهی مجدد

پاراگراف A.3.1 برای گواهی مجدد، لازم است سه سال از تاریخ صدور گواهی مجاز بازرس لوله طبق استاندارد API 570 گذشته باشد. برای بازرسان مجاز لوله کشی که در آخرین دوره صدور گواهینامه سه ساله به عنوان بازرسان مجاز لوله کشی فعالیت نداشته اند و برای بازرسان لوله کشی مجاز که قبلاً آزمون را پاس نکرده اند ، مجوز مجدد توسط آزمون لازم است. امتحانات مطابق با کلیه مفاد مندرج در API 570 خواهد بود.

A.3.2 "Actively engaged as an authorized piping inspector" shall be defined as a minimum of 20 % of time spent performing inspection activities or supervision of inspection activities, or engineering support of inspection activities, as described in the API 570, over the most recent three year certification period.

پاراگراف A.3.2 " یک بازرس، زمانی بعنوان بازرس فعال و مجاز لوله کشی شناخته می شود،" که حداقل باید ۲۰ درصد از زمان خود را برای انجام فعالیتهای بازرسی یا نظارت بر فعالیتهای بازرسی یا پشتیبانی مهندسی از فعالیتهای بازرسی ، همانطور که در API 570 مشخص شده است. بیشترین مدت دوره صلاحیت سه ساله می باشد.

Note: Inspection activities common to other API inspection documents (NDE, record-keeping, review, of welding documents, etc.) may be considered here.

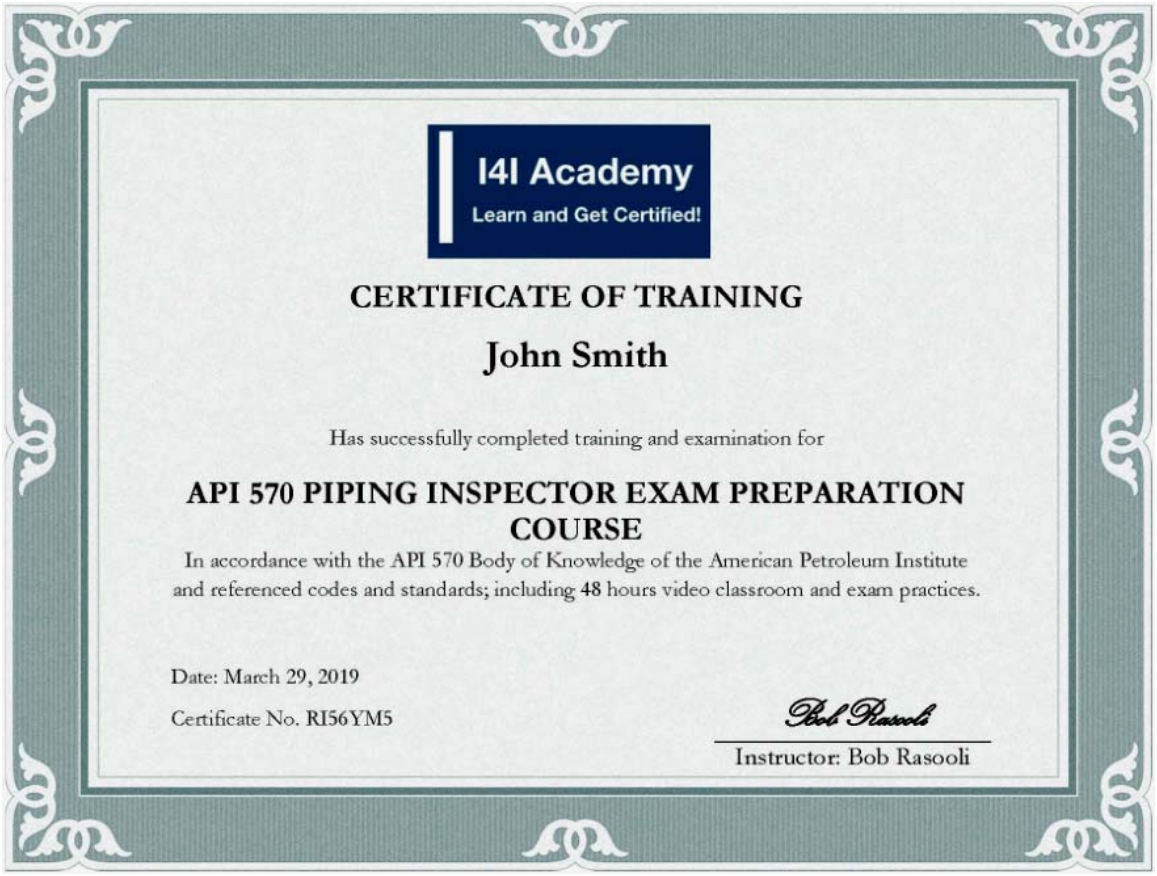
توجه: فعالیتهای بازرسی معمول در سایر اسناد بازرسی API ، (NDE ثبت سوابق ، بررسی ، اسناد جوشکاری و غیره) را می توان در اینجا در نظر گرفت.

A.3.3 Once every other recertification period (every six years), inspectors actively engaged as an authorized piping inspector shall demonstrate knowledge of revisions to API 570 that were instituted during the previous six years. This requirement shall be effective six years from the inspector's initial certification

date. Inspectors who have not been actively engaged as an authorized piping inspector within the most recent three-year certification period shall recertify as required in A.3.1.

پاراگراف A.3.3 وقتی بازرسان براساس دوره دیگری از تأیید مجدد (هر شش سال) ، بعنوان یک بازرس فعال و مجاز لوله کشی شناخته می شوند ، باید دانش و الزاماتی که طی شش سال گذشته در ویرایش های استاندارد API 570، ایجاد شده است بکار گیرد. این شرط از تاریخ تأیید اولیه بازرس بمدت شش سال لازم الاجرا است. بازرسانی که به عنوان بازرس مجاز لوله کشی می باشند چنانچه در سه سال اخیر بطور فعال مشغول بکار نباشند ، همانطور که در پاراگراف A.3.1 آمده است بایستی مجدداً تایید صلاحیت شوند.

- نمونه ای از گواهینامه بازرس (Inspector Certification)



سؤال ۲- نحوه‌ی تست پکیج بندی خطوط لوله در یک سایت را به ترتیب و کامل شرح دهید.

جواب-۲: (با تشکر از دوست عزیز مهندس جُنگ دوست) مراحل تشکیل تست پکیج Test Package

- **لوپ بندی (Looping)**

یکی از مسائل حائز اهمیت در پکیج ؛ مشخص بودن مدار تست (Looping) در نقشه های P&ID و همچنین ISO DWG می باشد که برای نشان دادن این مؤلفه به پارامترهای اساسی اشاره می نمائیم:

(A) - بر اساس Line List

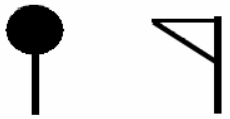
از ابتدائی ترین لاین براساس حروف الفبا و به ترتیب اعداد؛ خط را انتخاب می نماییم. ابتدا تمامی مشخصات را با لاین لیست و نقشه های ایزومتریک مقایسه نموده و احیاناً اگر مغایرتی در باره فشارها و یا مبداء و مقصد خط مشاهده شود ابتدا به رفع این مشکلات باید پرداخت و بعد از حصول اطمینان از صحت داده ها شروع به انجام دیگر فعالیتها مینمائیم.

(B) - بررسی مسیر خط

مسیرکلیه خطوط از لحاظ تجهیزات، خطوط اصلی و انشعابات آن، تغییر کلاسها بررسی شوند.

(C) – مشخص نمودن اولین نقطه در لوپ؛

بوسیله علائم Flag or Blind استفاده شود. از این علائم با توجه به سلیقه فرد استفاده میشود ولی بهتر است از Flag استفاده شود، زیرا نوک تیز Flag شروع یا خاتمه لوپ تست را مشخص می نماید.



(D) – شروع یا خاتمه یک لوپ

شروع یا خاتمه یک لوپ می تواند از:

- محل اتصال Flange به یک یا چند تجهیز باشد.
- محل اتصال Flange به Flange خطوط UG (Under Ground) باشد.
- بعد و یا قبل از یک Valve با تغییر کلاس خط همراه باشد.
- تا ابتدای محدوده‌ی کاری (Butter Limit) شرکت دیگر باشد.
- با توجه به متریال و کار اجراء شده‌ی پیمانکار می تواند لوپ را تغییر داده و در اصطلاح بصورت (Partial Test) تست انجام شود.

*- نکاتی که در این مرحله می بایست رعایت کرد:

(a) – کلیه خطوطی که به Flange تجهیز نصب می شوند، می بایست بوسیله Flag یا Blind محدوده تست مشخص شود.

(b) - کلیه خطوطی که از Above Ground به Under Ground می روند، می بایست در این مقطع جدا شوند.

(c) – در ادامه مسیر اگر به تغییر کلاس متریال برخورد نمودیم که تغییر فشار را در بر دارد با توجه به علائم تغییر کلاس جهت Flag را مشخص می نمائیم. لازم به ذکر است اگر این تغییر کلاس با توجه به کلاس قبلی

متریال از لحاظ فشار در یک Range باشند را می توان با هم ادغام نمود (البته بشرطی که شماره لاین و سرویس آن تغییر نکند.)

(d) – محدوده کاری هر شرکت به شرکت دیگر، یا Unit to Unit دیگری را در اصطلاح Butter Limit می گویند. که در هر دو حالت لوپهای تست جدا می گردند.

(e) – نقاط Vent & Drain ها بدرستی نمایش داده شوند و با بررسی دقیق از روی نقشه های P&ID و همچنین ISO DWG برای خطوطی که تعبیه نشده اند، با هماهنگی واحد مهندسی، تغییرات را انجام داده و در زمان راه اندازی با صلاحدید ناظرین پیش راه اندازی اقدام به Sealing نمودن آنها نمود.

(f) - نقاط High Point & Low Point را برای نصب Pressure Gauges مشخص نمایند. (به ازای هر ۱۰ متر اختلاف ارتفاع 1 bar به فشار تست افزوده می گردد.)

(g) – نقطه آبگیری Filling در پایین ترین نقطه مشخص شود.

(h) – برای خطوط {Trim Line (Vent or Drain) یا هر انشعاب غیر خطی} می بایست تست پکیجی مخصوص آن تجهیز تعریف نمود.

(E) – نامگذاری لوپ تست

۱- شیوه سنتی

براساس این روش که حتی امروزه نیز در بعضی از پروژه های نفتی و گازی از آن استفاده می گردد. تمامی مشخصات را دفتر فنی پایپینگ (Piping) یا دفتر فنی هیدروتست مشخص می نماید. برای بهتر درک کردن این روش به مثال زیر توجه نمائید:

12”– SL – 122 – 10000 – DO3S

Symbol + Unit + Line No. + Piping Class

برای جمع بندی تست پکیجهای یک واحد میبایست Table: Test Package List را تهیه نمود. اینکار جهت تسریع در تمامی موارد اطلاعاتی تست پکیج می باشد.

جدول-۱: Table- Test Package List

THE TEST PACKAGE LIST UNIT:.....													
Row	Test Package No.	P & ID No.	Location		Test Pressure		Pressure		Media	ISO DWG			Remark
			From	To	Type Test	Pressure	Oper.	Design		No.	Rev.	Sheet	
1	122-PG-10000-01	P&ID-1516-122-038-001A	Line 122-10001	PUMP 122-02A	H	45	18	30	Water	24"-122-PS-10000	4	1/4	
		P&ID-1516-122-038-001A	Line 122-10002	PUMP 122-03A	H	45	18	30	Water	24"-122-PS-10000	4	2/4	
		P&ID-1516-122-038-001A	Line 122-10003	PUMP 122-02A	H	45	18	30	Water	24"-122-PS-10000	4	3/4	
		P&ID-1516-122-038-001A	Line 122-10004	PUMP 122-03A	H	45	18	30	Water	24"-122-PS-10000	4	4/4	

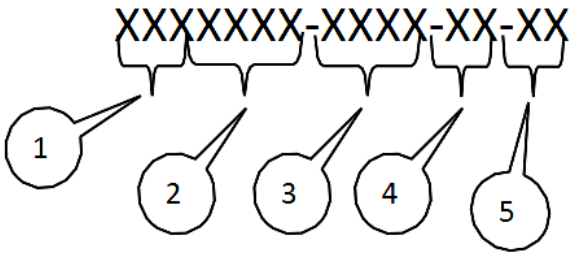
۲- براساس Sub System

چندین سال است که از نرم افزار ICPS جهت معرفی Sub System های تست استفاده می شود. براساس اعلام این اطلاعات؛ کلیه لوپهای تست معرفی میگردند. به مثال زیر توجه شود:

10”-L-121-12000-B01-H

برای نشان دادن شماره لوپ این خط براساس Sub System ارائه شده از جانب واحد ICPS بدین طریق عمل می نمائیم:

Sub System No. 12107-20



این شماره 1210720-L-01-00 تحت شماره تست پکیج معرفی می شود.

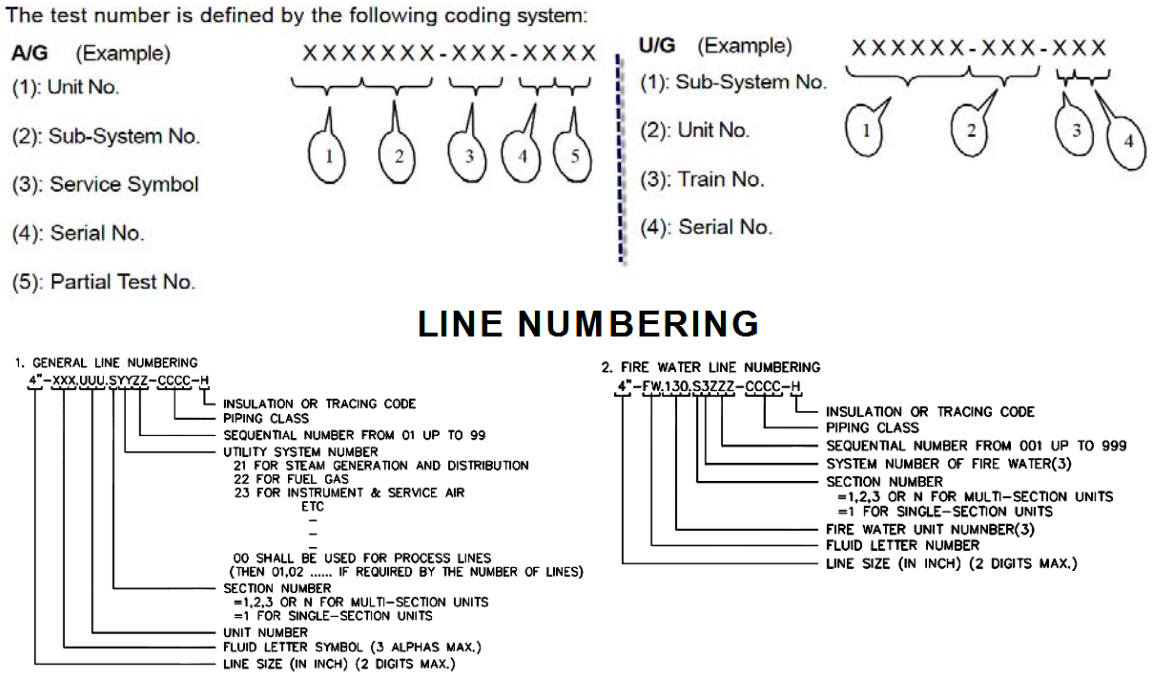
۱- XXX نشان دهنده‌ی شماره‌ی Unit می باشد.

۲- XXXX نشان دهنده‌ی شماره‌ی Sub System می باشد.

۳- XXXX نشان Symbol سرویس لاین می باشد.

۴- XX نشان دهنده‌ی شماره‌ی تست پکیج می باشد.

۵- XX جهت معرفی تست های Partial یا تست خطوط VENDOR و یا برای خطوط U.G استفاده می شود.



شکل-۳: نحوی شماره گذاری خطوط براساس Sub System

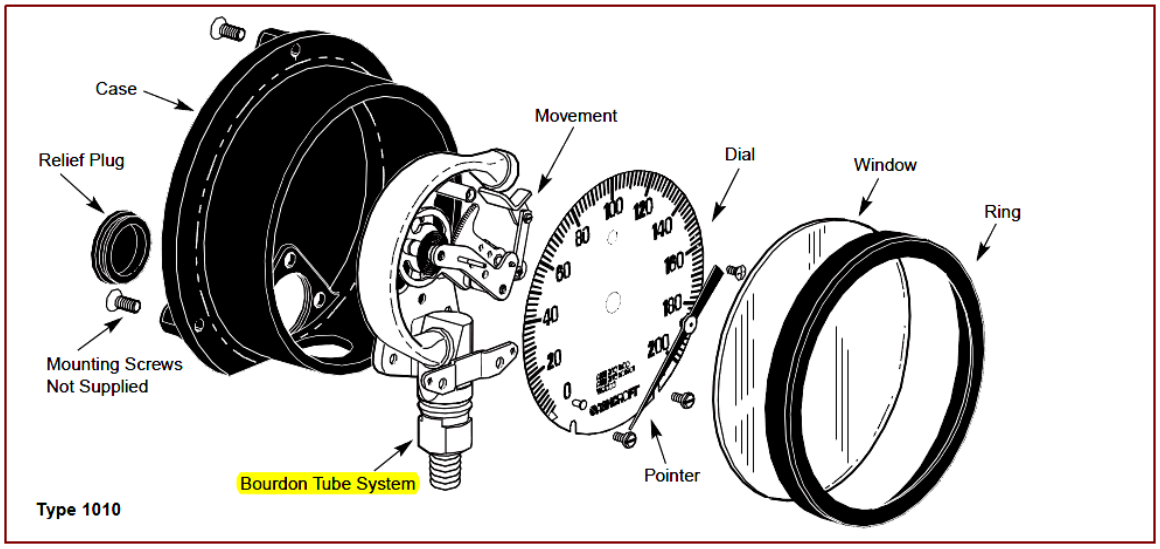
کلیه مدارکی که می بایست در تست پکیج قرار گیرد در انتهای این دستورالعمل مشاهده خواهید نمود. این مدارک ابتدا توسط پیمانکار براساس دستورالعمل پروژه در تست پکیج قرار می گیرد و جهت تأیید به واحدهای مختلف مانند:

- دفتر فنی هیدروتست،
- واحد مهندسی کارگاهی،
- واحد کنترل کیفی،
- واحد پیش راه اندازی
- کارفرمای عالیه

لازم به ذکر است که هر کدام از این واحدها وظیفه مشخصی را در قبال تأیید و تکمیل تست پکیج اجرا می نمایند که براساس سیکل گردش تست پکیج مراحل و وظیفه هر واحد بطور کامل مشخص گردیده است.

- **گیجهای فشار (Pressure Gauges)**

براساس استاندارد و دستورالعمل پروژه ها باید از فشار سنجهایی استفاده شود که تیوب داخلی انها شبیه عصا (Bourdon tube) و براساس کُد BS1780 باشد.



شکل-۴: نمونه ای از گیج فشار سنج نوع Bourdon tube

توجه مهم: برای انتخاب گیجهای فشار سنج بهتر است از راهنمایی های استاندارد ASME B40.100 استفاده کرد.

ASME B40.100: Pressure Gauges and Gauge Attachments 2013

قطر این فشار سنجها 100 mm معرفی گردیده که برای هر تست از دو عدد استفاده می شود و می بایست یک عدد هم جهت ذخیره (Spare) در نظر گرفت البته چنانچه از منیفولد (Manifold) نیز استفاده می شود یک عدد دیگر هم اضافه می شود.

این فشار سنجها می بایست توسط شرکت معتبری که کارفرما آنرا معرفی می نماید؛ کالیبره شوند و از میزان رده درستی آنان اطمینان حاصل پیدا کرد. محدوده‌ی فشاری این گیج های فشار سنج مطابق استاندارد ASME Section VIII-Div. 1 به شرح ذیل است:

- وضعیت گیج (Gage) فشار سنج مطابق Para.UG-102 (b)(c) در مخازن تحت فشار

UG-102 TEST GAGES

(b) Dial indicating pressure gages used in testing shall be graduated over a range of about double the intended maximum test pressure, but in no case shall the range be less than 1½ nor more than 4 times that pressure. Digital reading pressure gages having a wider range of pressure may be used, provided the readings give the same or greater degree of accuracy as obtained with dial pressure gages.

(c) All gages shall be calibrated against a standard dead-weight tester or a calibrated master gage. Gages shall be recalibrated at any time that there is reason to believe that they are in error.

شکل-۵: وضعیت گیج اندازه گیری فشار تست در مخازن تحت فشار

محدوده‌ی فشار سنج مطابق پاراگراف UG-102 می بایست از 1.5 برابر فشار تست کمتر نباشد و نیز از 4 برابر فشار تست نیز بیشتر نباشد و هنگامی که گیج دچار مشکل میگردد باید مجدداً تنظیم (Recalibrated) شود.

توجه ویژه: در این پاراگراف اشاره ای به محدویت زمانی و تعداد دفعات استفاده نشده است.

- وضعیت گیج (Gage) فشار سنج مطابق بعضی از Project specification ها

در بعضی از مشخصات فنی پروژه ها برای هر گیج فشار سنجی محدودیت زمانی و تعداد دفعات استفاده لحاظ شده مطابق زیر:

Clause.7 Procedure

7.6 Equipment and materials for pressure test

7.6.1 Pressure gauge, pressure recorder and temperature recorder

7.6.1.1 Pressure gauges shall be of the Bourdon tube type, complying with BS 1780. The nominal diameter of each gauge shall be 100mm.

Sub clause .7.6.1.5

Gauge shall be recalibrated after 2 month or 4 time. ← Added

شکل-۶: وضع کردن بعضی محدودیتها برای استفاده از گیجهای فشار سنج در خلال انجام هیدروتست

ترجمه: گیج (فشار سنج) باید بعد از ۲ ماه یا ۴ بار استفاده مجدداً کالیبراسیون شود.

شکل-۷: نمونه ای از گیج های فشار سنج با روغن و بدون روغن یا پارافین

وقتی خط لوله ای تست می شود چنانچه هنگام بالا رفتن فشار، خط لوله دچار ارتعاش یا لرزان می شود یا به عبارتی خط دارای Vibration است باید از گیج حاوی روغن استفاده نمود تا در هنگام قرائت فشار تست،

بازرس دچار اشتباه قرائت نشود و همچنین گیج نیز از آسیبهای ناشی از لرزشهای شدید از تنظیم خارج نگردد زیرا وجود مایع (گلیسرین یا پارافین) در مانیتور گیج باعث می شود که مقدار فشار گیج در حین لرزشهای مستمر و آنی، عقربه‌ی گیج دقیق و صحیح قرائت شود. معمولاً در مشخصات فنی پروژه ها برای مشخصات ابعادی و جنس گیج های فشار تست (Pressure Guages) به استاندارد BS 1780 استناد می شود. این استاندارد، گیج ها را به سه دسته تقسیم می کند: گیج های فشاری، گیج های خلاء و گیج های ترکیبی خلاء و فشاری. حوزه یا دامنه کاری استاندارد BS 1780-1985 مطابق زیر است:

مشخصات (Specification)

۱- حوزه کاربردی (Scope)

1 Scope

BS 1780 : 1985

This British Standard specifies requirements for indicating pressure gauges, vacuum gauges and combined vacuum and pressure gauges (compound gauges), of the bourdon tube type (with C, helical or spiral tube forms) from 50 mm to 300 mm nominal size with ranges up to 1000 bar*. The standard applies to gauges suitable for industrial and marine use with common industrial fluids, such as air, oil, water and steam.

*1 bar = 10^5 Pa. A reading of zero bar is atmospheric pressure.

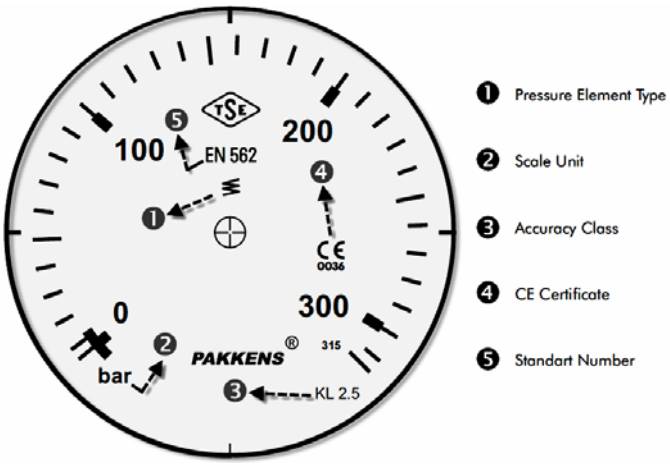
شکل-۸: دامنه کاربردی (Scope) استاندارد BS 1780-1985

الزامات مشخص شده‌ی این استاندارد انگلیسی برای تعیین کردن گیج های فشاری، گیج های خلاء و گیج های ترکیبی خلاء و فشاری در انواع تیوبهای نوع عصایی (تیوب با شکل هایی مانند حرف انگلیسی C ، مارپیچ حلزونی و مارپیچ فنری) با ابعاد دایره ای به قطر ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتری و بازده تا ۱۰۰۰ بار فشار است. معمولاً گیج مورد استفاده در انجام هیدروتست خطوط لوله (Piping) ۱۰۰ میلیمتری و در خطوط لوله انتقال (Pipe Line) در صورتیکه زمان تست بیشتر از ۱۲ ساعت باشد از گیج با قطر ۳۰۰ میلیمتری استفاده می شود که در حقیقت یک ثبت کننده (Recorder) برای مراحل فشار تست است.

کاربرد این استاندارد، گیج های مناسب برای استفاده های صنعتی و دریایی با مایعات معمول صنعتی مانند هوا ، روغن ، آب و بخار اعمال می شود.

توجه مهم : استاندارد BS EN 837-1-1998 جایگزین استاندارد BS 1780 شده است.

● – مشخصات فنی ثبت شده روی یک گیج (Gauge)



شکل-۹: مشخصات فنی یک گیج

شکل-۹ مشخصات فنی که بایستی مطابق با استاندارد EN562 برروی یک گیج قید شود را نشان داده است.

۱)- (Pressure Element Type) نوع المان فشار

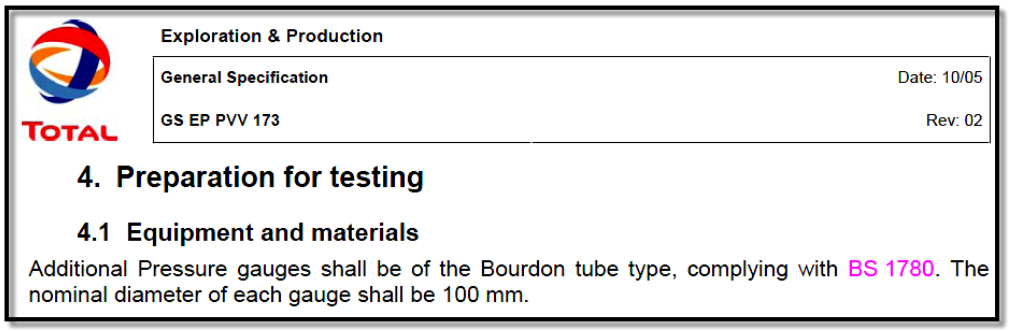
۲)- (Scale Unit) واحد مقیاس (اندازه گیری ... ,bar, psi, kpa, Mpa)

۳)- (Accuracy Class) کلاس درجه دقت

۴)- (CE Certificate) گواهینامه تأییدیه از اروپا (تضمین کیفیت)

۵)- (Standard Number) شماره استاندارد (EN 562)

معمولاً در مشخصات فنی پروژه ها برای گیج های مورد استفاده در هیدروتست شرایط متفاوتی وجود دارد اما چون مشخصات فنی شرکت TOTAL در بیشتر پالایشگاههای گازی عسلویه مورد استفاده قرار می گیرد به برخی از این شرایط اشاره می شود مطابق شکل ۱۰:



Exploration & Production

General Specification	Date: 10/05
GS EP PVV 173	Rev: 02

4. Preparation for testing

4.1 Equipment and materials

Additional Pressure gauges shall be of the Bourdon tube type, complying with BS 1780. The nominal diameter of each gauge shall be 100 mm.

شکل-۱۰: وضعیت گیج بر اساس مشخصات فنی شرکت TOTAL

ترجمه: پاراگراف ۴- آماده سازی برای تست (هیدروتست)

پاراگراف ۴,۱- مواد و تجهیزات (لازم برای هیدروتست)

بعلاوه، گیجهای فشاری باید مطابق استاندارد BS 1780 از نوع Bourdon Tube Type باشند (مطابق شکلهای ۱۱ و ۱۲ باشد) و قطر اسمی هر گیجی باید ۱۰۰ میلیمتر باشد.

شکل-۱۱: نمونه ای از گیج فشار سنج

شکل-۱۲: نمونه ای دیگر از گیج فشار سنج

●- کلاس دقت گیج های فشار سنج (**Accuracy classes**)

Accuracy classes

The accuracy class is the error limit in percent of the measuring range. The error limit applies to both positive and negative deviations, based on the measured value. EN 837-1, chapter 6 specifies the error limits of Bourdon tube pressure gauge, EN 837-3, chapter 6 specifies the error limits of capsule pressure gauges and diaphragm pressure gauges.

کلاسهای دقت

کلاس دقت ، حد خطا در درصد دامنه اندازه گیری است. محدودیت خطا بر اساس مقدار اندازه گیری شده برای انحرافات مثبت و منفی اعمال می شود. استاندارد EN 837-1 ، فصل ۶ محدودیت های خطای فشار سنج لوله بوردون تیوب، EN 837-3 ، فصل ۶ محدودیت های خطای فشار سنجهای کپسول و فشار سنجهای دیافراگم را مشخص می کند.

کلاس های اندازه گیری فشار 0.1 تا 0.6 در درجه اول برای اندازه گیری دقیق در آزمایشگاه ها و کارگاه ها استفاده می شود. فشار سنج های کلاس 1.0 و 1.6 فشار در ماشین آلات و تأسیسات تولید را اندازه گیری می کنند. از فشار سنجهای کلاسهای 2.5 و 4 برای اهداف نظارت بدون نیاز به دقت خاصی استفاده می شود.

*- کلاس های دقت (گیجها) در استاندارد EN 837-1 ، فصل ۶

6 Accuracy classes

The accuracy class stating the limits of permissible error is expressed as a percentage of the span. The following accuracy classes are defined: 0,1; 0,25; 0,6; 1; 1,6; 2,5 and 4 (see table 1).

For gauges with a pointer stop, the accuracy class will cover 10 % to 100 % of the range. For gauges with a free zero, the accuracy class will cover 0 % to 100 % of the range and zero shall be used as an accuracy check point.

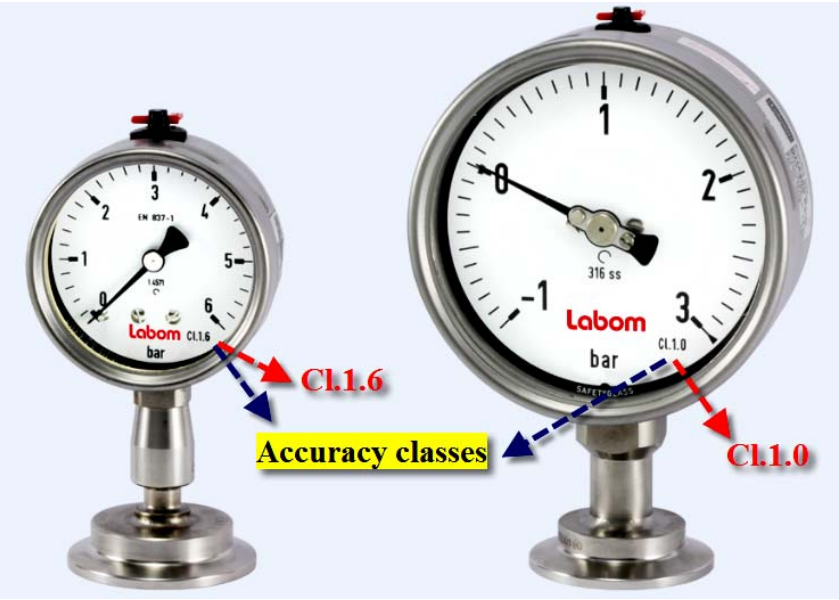
ترجمه: فصل 6 از استاندارد (EN 837-1) کلاس دقت:

کلاس دقت بیان حدود خطای مجاز به صورت درصدی از دامنه اندازه گیری بیان می شود. کلاسهای دقت در ادامه تعریف شده است: [0,1; 0,25; 0,6; 1; 1,6; 2,5 and 4] (جدول ۱ را ببینید.) برای گیج هایی که دارای نشانگر هستند ، کلاس دقت 10 تا 100 درصد دامنه را پوشش می دهد. برای گیج هایی که صفر آزاد دارند ، کلاس دقت 0% تا 100% دامنه را پوشش می دهد و از صفر به عنوان نقطه بررسی دقت استفاده می شود.

جدول-۲: اندازه اسمی در مقایسه با کلاس دقت در استاندارد BS EN 837-1

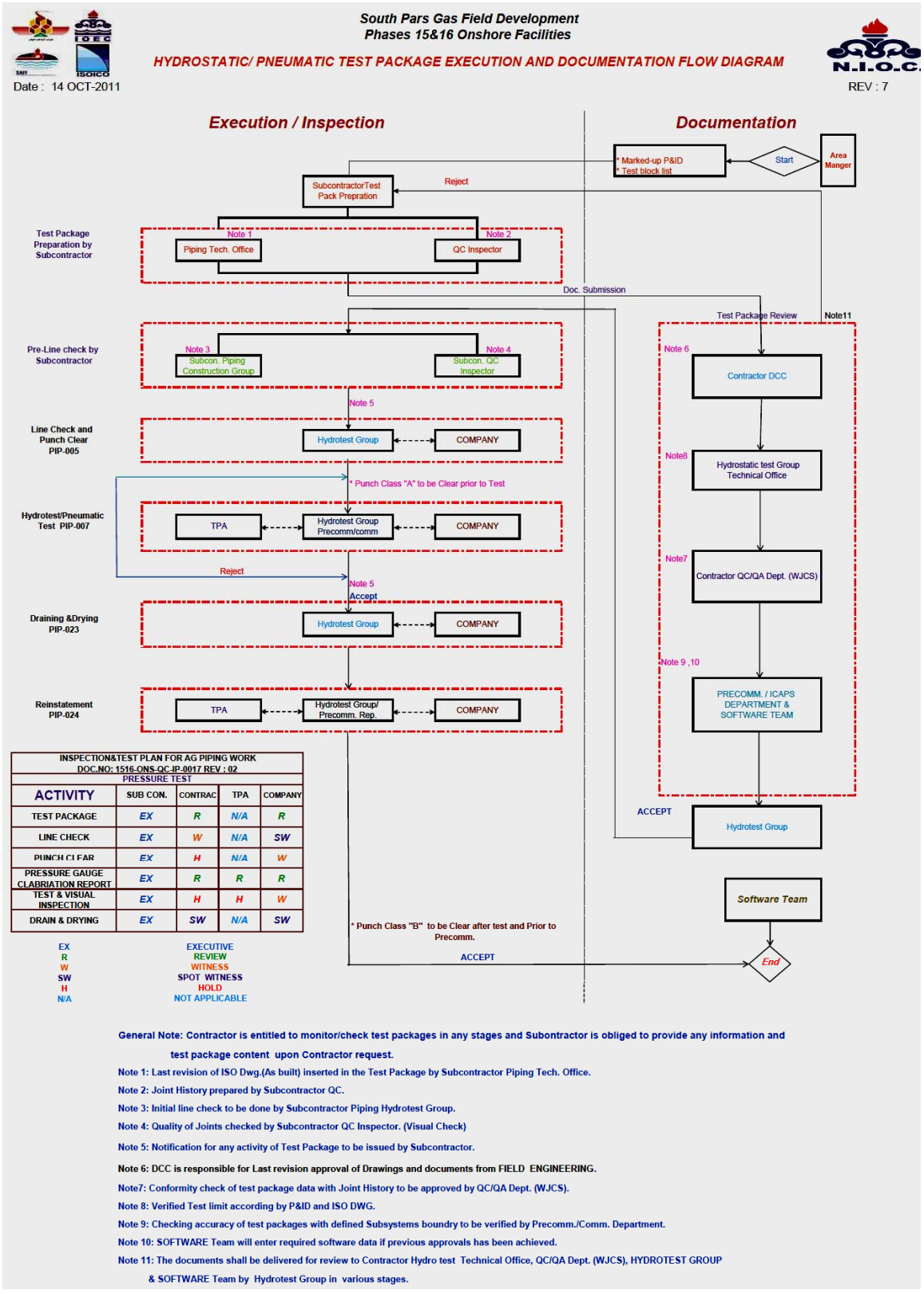
Table 1. Nominal size compared to the accuracy class

Nominal size	Accuracy class						
	0,1	0,25	0,6	1	1,6	2,5	4
40 and 50					X	X	X
63				X	X	X	X
80				X	X	X	X
100			X	X	X	X	
150 and 160		X	X	X	X		
250	X	X	X	X	X		



شکل-۱۳: نمونه ای از عدد شاخص Accuracy classes در گیج فشار سنج

فلو دیاگرام (Flow Diagram) مراحل گردش تست پکیج



شکل-۱۴: مراحل گردش تست پکیج

سؤال ۳- در یک تست پکیج چند نوع پانچ داریم؟ لطفاً شرح دهید.

جواب ۳- یکی از مسائل مهم در بخش هیدروتست، قسمت Line Check آن می باشد. براساس فعالیتهای مختلف؛ آنها را معمولاً به ۴ بخش تحت عنوان پانچ تقسیم می کنند و این پانچ ها در دسته های: A, B, C & D دسته بندی می شوند و در فرمت مخصوص تحت عنوان پانچ لیست ارائه می شوند.

جدول-۳: نمونه ای از فرمت پانچ لیست

	PROJECT NAME	N.I.O.C.

PUNCH LIST

System No.:	Subsystem No.:	Test Package No.:
Subcontractor.:	Description: AG ☐ UG ☐	Page: 1 of 1

No.	ISO DWG	Description	Category A	B	C	Completion Date	Subcontractor Date	Subcontractor Sign	Construction Rep. Date	Construction Rep. Sign	Pre-com Rep. Date	Pre-com Rep. Sign	TPA /Company Date	TPA /Company Sign
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

A: Work shall be completed befor hydrotest.
B: Work shall be completed after test but befor pre commissioning
C: Work shall be completed after pre commissioning certificate and defect items for commissioning checklist

NOTE

SUBCONTRACTOR	CONTRACTOR (CONSTRUCTION REP.)	PRE-COMM. REP.	TPA /COMPANY
Name:			
Sign.:			
Date:			

**- دسته بندی پانچ لیست ها

- Punch "A" شامل فعالیتهائی می شوند که قبل از اجرای عملیات هیدروتست می بایست از نظر ناظرین رفع شده باشند. (بطور کلی؛ تمامی فعالیتهای کار گرم تماماً انجام شده باشند چونکه هر کاری از این دست که باقی مانده باشد جزوه این دسته از پانچها یعنی "Punch "A محسوب می شوند.)

- Punch "B" شامل فعالیتهائی می شوند که بعد از اجرای عملیات تست می بایست از نظر ناظرین رفع شده باشند. بطور نمونه: جهت Hand wheel ولوها مطابق نقشه و موقعیت سایت جهت Operation باشد.

- Punch "C" شامل فعالیتهائی می شوند که توسط گروه پیش راه اندازی اعمال شده و پیمانکار موظف به انجام آنان می باشد. بطور نمونه: تطابق نقشه ISO با سایت و در صورت نیاز تهیه آخرین As Built مطابق کار .

*- Punch "D" شامل فعالیتهائی می شوند که توسط گروه راه اندازی اعمال شده و قبل از Start Up تمامی آنها می بایست به اتمام رسیده باشند.

جدول-۴: نمونه ای از پانچ ها

ردیف	شرح پانچ خطوط رو زمینی (Above Ground)	واحد مربوطه	نوع پانچ
۱	خط نیاز به VENT یا DRAIN دارد (باتوجه به نظر مهندسی)	پایپینگ	A
۲	شماره جوش ساپورتهای # و # کامل نشده است (یک یا چند پاس اضافه گرد)	QC	A
۳	لاین در یک راستا نمی باشد (BEND شده است)	پایپینگ	A
۴	شماره سرجوشهای # و # کامل نمی باشد	QC	A
۵	لاین بدرستی روی ساپورت ننشسته است (FIX گردد)	پایپینگ	B
۶	فاصله خطوط نسبت به هم و نسبت به استراکچر CENTER TO CENTER رعایت نشده است .	پایپینگ	B
۷	نقطه عمودی خطوط خارج از LEVEL می باشد(OUT OF ALIGNMENT)	پایپینگ	A
۸	شماره فلنج سرجوش شماره # دو هول و LEVEL نمی باشد (اصلاح گردد)	پایپینگ	A
۹	جهت ولوها مطابق آیزومتریک نمی باشد(غیرجوشی)	پایپینگ	B
۱۰	جهت ولوها مطابق آیزومتریک نمی باشد(جوشی)	پایپینگ	A
۱۱	سرجوش شماره # و شماره # که به تجهیز متصل می شوند MISS MATCH می باشند	پایپینگ	A
۱۲	کلیه ولوهای ابزار دقیق قبل از تست برداشته شوند	پایپینگ	A
۱۳	فلاپر چک ولو برداشته شود	پایپینگ	A
۱۴	هرنوع پوششی اعم از رنگ و غیره از روی سرجوشها برداشته شود	QC	A
۱۵	خال جوشها (ARC STRIKE) و SPATTER اطراف سرجوش بایدنه لوله سنگ زنی شود	QC	A
۱۶	RATING یا کلاس فلنجها . SCH فیتینگ ها باید مطابق B.O.M باشد	پایپینگ	A
۱۷	جهت HAND VAIL ولوها مطابق نقشه و موقعیت سایت OPERATION باشد	پایپینگ	B
۱۸	NUT - BOLT - GASKET خط مورد نظر تکمیل گردد(مطابق B.O.M)	پایپینگ	B
۱۹	شماره خط استنلس استیل یا کربن استیل برخور دارد (از TEFLON SHEET یا STEEL SHIM PLATE استفاده شود) .	پایپینگ	A
۲۰	فاصله خط یا خطوط دیگر جهت عایق رعایت نشده است	پایپینگ	B
۲۱	جنس متریال استفاده شده مطابق آیزومتریک نمی باشد (NACE-LTCS)	QC	A
۲۲	موقعیت ECC FLATE REDUCER یا آیزو چک شود	پایپینگ	A
۲۳	SEAM WELD لوله های درز دار باید حداقل ۱۵ و حداکثر ۳۰ درجه با هم فاصله داشته باشند	پایپینگ QC	A
۲۴	SEAM WELD لوله های درز دار نباید روی استراکچر یا ساپورتهایی مانند SADDLE یا SHOE قرارداده شود	پایپینگ QC	A
۲۵	VENT HOLE پدها ی ساپورت و پایپینگ کار شود	QC	A
۲۶	MESH STRAINER قبل از انجام تست برداشته شود .	پایپینگ	A
۲۷	SLOP خط رعایت شود	پایپینگ	A
۲۸	ROOT PASS ORIFICE FLANGE سنگ زنی شود (فرمت مربوطه ATTACH گردد)	QC	A
۲۹	لاین کار شده مطابق آیزومتریک نمی باشد (AS BUILT گردد)	پایپینگ	A
۳۰	JACK BOLT در فلنجهای RING TYPE JOINT چک شود (ORIANTATION)	پایپینگ	A
۳۱	تمام ساپورتهای موقت اطراف LINE برداشته شود	QC	B
۳۲	تمام ساپورتهای موقت جوش شده روی لوله برداشته شود (درصورت نیاز PT گردد)	QC	A
۳۳	موقعیت TAPPING های ORIFICE FLANGE مطابق سیال چک شود	پایپینگ	A
۳۴	نشمینگاه ساپورت کامل شود	پایپینگ	B

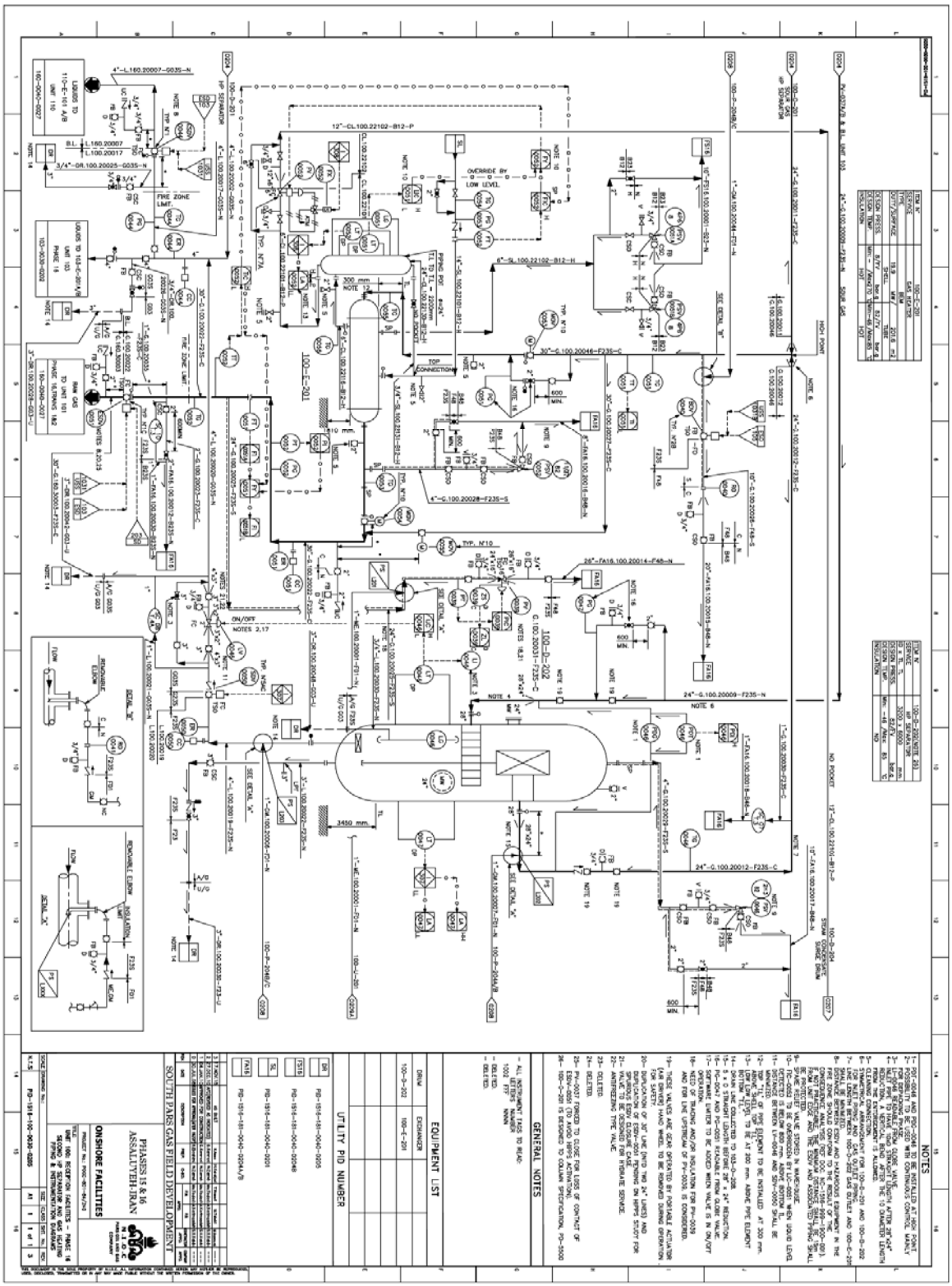
جدول-۵: نمونه ای از پانچ ها

ردیف	شرح پانچ خطوط رو زمینی (Above Ground)	واحد مربوطه	نوع پانچ
۳۵	خط بین سرجوش و سرجوش DENT شده است (MECHANICAL DAMAGE)	QC	A
۳۶	INSULATION KIT نصب شود	پایپینگ	B
۳۷	سرجوش شماره TIE-IN می باشد پس از تست رادیوگرافی گردد	QC	B
۳۸	سرجوش شماره RECAP شده . NDT و PWHT آن قبل از تست مجدداً انجام شود	QC	A
۳۹	LEVEL GAUGE / LEVEL TRANSMITER قبل از تست برداشته شود	پایپینگ	A
۴۰	شماره TAG NO ولو مطابق با آیزومتریک نمی باشد	پایپینگ	B
۴۱	انشعابات VENT و DRAIN پس از تست CAP یا PLUG گردند	پایپینگ	B
۴۲	COLOR CODE یا پانچ متریال قابل ردیابی نمی باشد	QC	A
۴۳	GAP برای SOCKET WELD FLANGE رعایت نشده (کم یا زیاد)	QC	A
۴۴	شماره ساپورتهای (GUIDE) کار نشده است	QC	B
۴۵	فرمت ALIGNMENT فلنجها پیوست گردد	پایپینگ	B
۴۶	SPATTER و جرقه های جوش داخل و اطراف GUIDE تمیز کاری شود	QC	B
۴۷	NDT و PWHT خط کامل نشده است	QC	A
۴۸	بین سرجوش ۱ و ۲ یک سرجوش روی خط اضافه شده است (در آیزو و JOINT HISTORY اضافه گردد)	QC	A
۴۹	MIRROR PLATE یا EMBEDDED PLATE کار نشده است	QC	A
۵۰	VALVEباید بعد از تست نصب گردد		B
۵۱	SHIM PLATE زیر خط قرار داده شود		B
۵۲	بین سرجوش # . # نشیمنگاه ساپورت اضافه گردد		A/B
۵۳	CAP مربوط به DRAIN یا VENT باید SEAL گردد		B/C
۵۴	VENT HOLE برای REINFORCE PAD انجام گیرد		A
۵۵	جهت CHECK VALVE مطابق با ISO و جهت جریان سیال باشد		A
۵۶	بعد از انجام تست جهت STRAINER MESH و VALVEهای REMOVE شده جهت نصب با جهت جریان سیال مطابقت داشته باشد		B
۵۷	SUPPORT بین سرجوش # . # با DETAIL های مربوط به ساپورت مغایرت دارد .		A/B
۵۸	مغایرت متریال با ISO		A
۵۹	LINE LIST باید تاییدیه مهندسی داشته باشد		A
۶۰	مغایرتISO (REV) با فرم TEST PACKAGE به شماره # . #		A
۶۱	مغایرت TEST PRESSURE در ISO با TEST PACKAGE یا LINE LIST		A
۶۲	مغایرت P & ID با ISO		A
۶۳	ISO , P & ID مهر دفتر فنی یا مهندسی داشته باشد		A

سؤال ۴- تفاوت P&ID و ISO DWG را به اختصار شرح دهید.

جواب ۴- مدارک P&ID (Piping & Instrumentation Diagram) و ISO DWG از مدارک مهم و اساسی در یک سیستم لوله کشی صنعتی فرآیندی می باشند که هر کدام موارد مختلفی را بیان می کنند. در اینجا با بیان مواردی که جزو حوزه فعالیت این مدارک هستند به تفاوتهای آنها پی می بریم.

*- نمونه ای از نقشه های P&ID لطفاً با دقت ملاحظه شود.

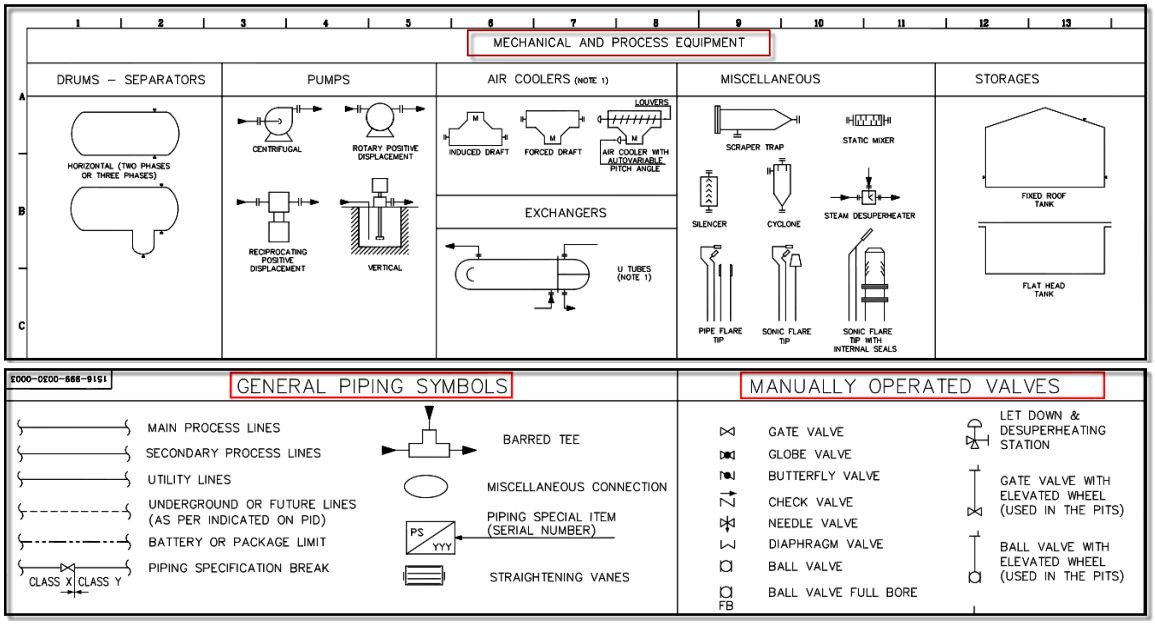


شکل-۱۵: نمونه ای از یک مدرک P&ID

مواردی که در نقشه های P&ID به آنها اشاره می شود:

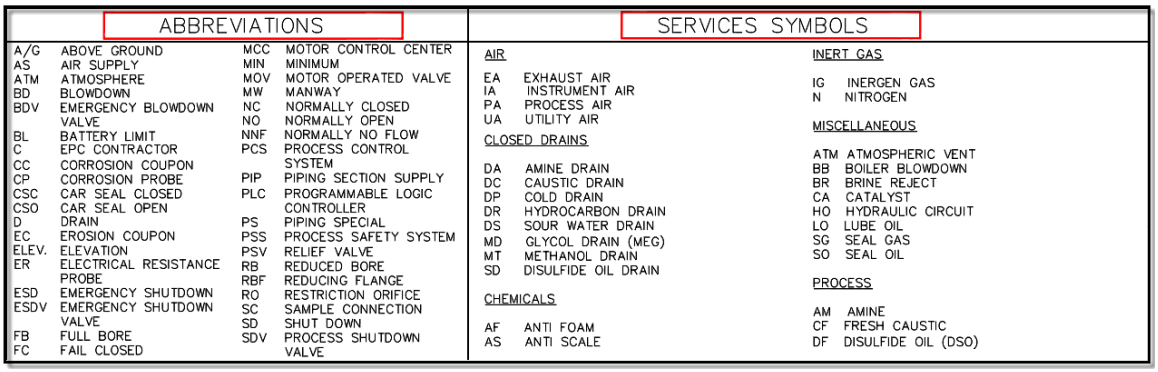
❋- Legend علائم و اختصارات، که در این بخش علائم و نشانه ها و همچنین مخفف ها تعریف می شوند آنهم به شرح زیر:

●- علائم و نشانه ها (Symbols): تمامی علائم و نشانه ها در این قسمت مشخص می شوند. علائمی همچون شکل شماتیک تجهیزات، علائم مربوط به پمپ و شیرآلات، بطور نمونه:



شکل-۱۶: نمونه ای از علائم و نشانه ها که در P&ID استفاده می شود

●- مخفف ها (Abbreviations): مخفف نام تجهیزات، سرویس ها، مثل نمونه زیر:



شکل-۱۷: نمونه ای از مخفف نام تجهیزات، سرویس ها که در P&ID استفاده می شود

❋- جدول مشخصات: در این جدول که در سمت راست پایین نقشه های P&ID موجود است و شامل مواردی همچون: شماره نقشه، سایز نقشه مثلاً A1 ، کلاس، شماره Sheet ، شماره بازنگری، نام کارفرما، نام مجری طرح، نام ناظر طرح، تهیه کننده و تأیید کننده

❋- اطلاعاتی در مورد تجهیزات فرآیندی مثل (Drums, Separators, Pumps, Compressors & …)

❋- شماره، سایز و کلاس خطوط مثل (20”-FA16.100.20015.B48-N)

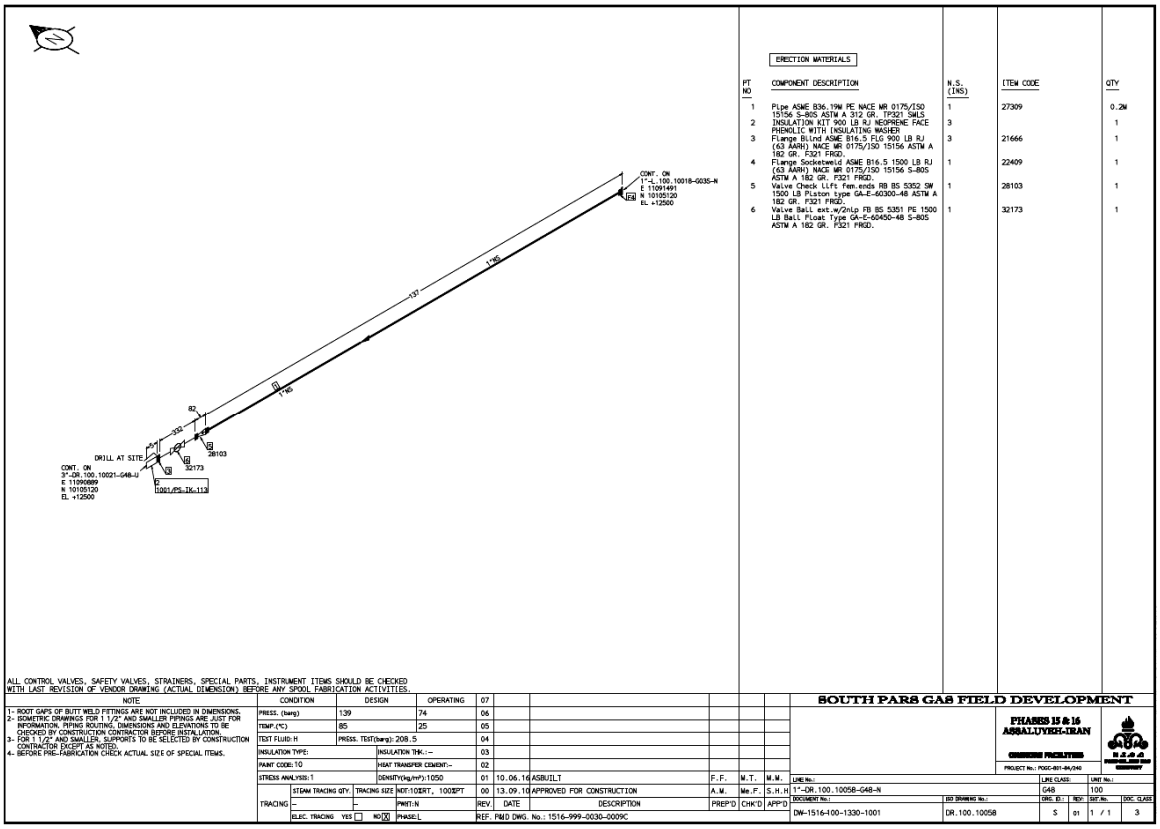
❋- وضعیت عایق خطوط مثل (A = Acoustic Insulation, B = Solar Insulation protection)

❋- انتخاب ولو های مورد نیاز (از لحاظ فرآیندی) مثل:(Ball Valve, Gate Valve, Globe Valve & …)

❋- اتصال خطوط به تجهیزات یا به خطوط دیگر مثل:
(Above Ground Connected to Under Ground)

❋- ابزار دقیق مثل:
(LT = Level Transmitter, LG = Level Gauge, PT = Pressure Transmitter)

❋- نمونه ای از نقشه های ISO-Piping Isometric لطفاً با دقت ملاحظه شود.



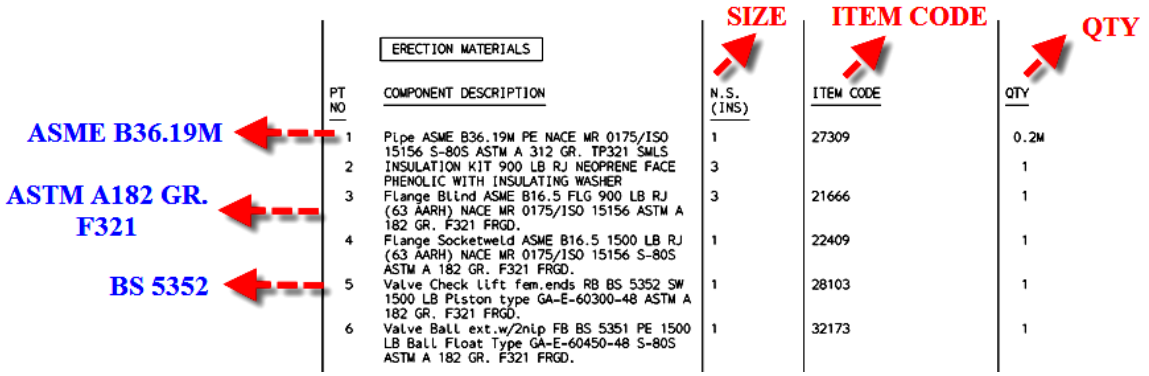
شکل-۱۸: نمونه ای از ISO-Piping Isometric

مواردی که در نقشه های (سه بعدی) بدون مقیاس ISO - Piping Isometric که می توان گفت اجرایی ترین نقشه های پایپینگ هستند به شرح زیر هستند:

❋- Bill of Material در ISO

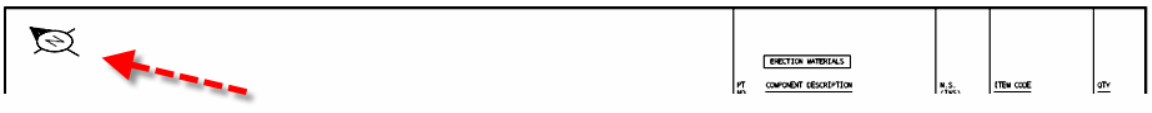
مشخصات متریال که در بعضی از نقشه ها تحت عنوان:
Erection Materials یا Fabrication Materials آمده، شامل (سایز ، ITEM CODE و تعداد)

❋- مشخص نمودن کُد ها و استانداردهای مربوط به متریالهایی که در قسمت Material Take Off (M.T.O) لیست شده اند.



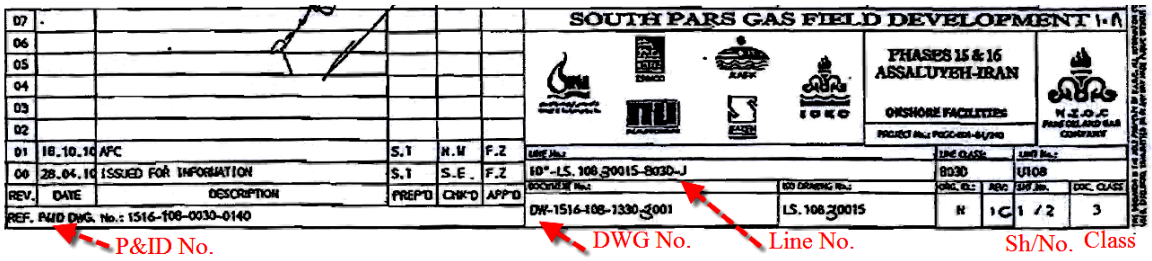
شکل-۱۹: نمونه ای از Bill of Material در ISO

❋- مشخص کردن جهت شمال (North direction)



شکل-۲۰: نمونه ای از مشخص کردن جهت شمال در ISO - Piping Isometric

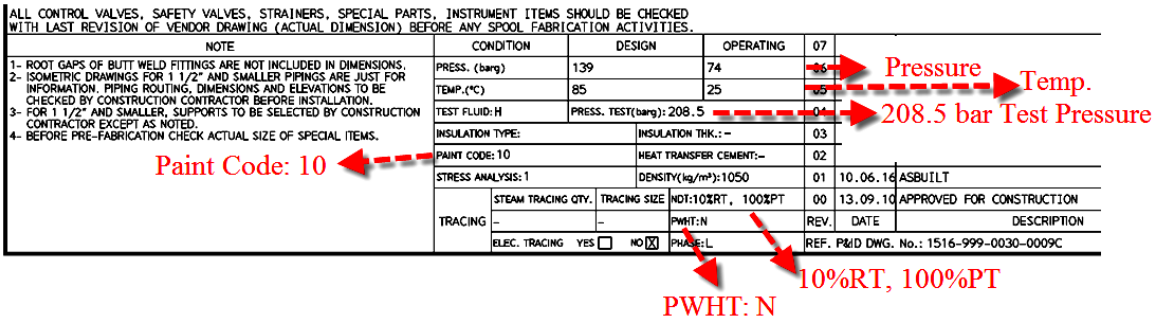
❋- جدول مشخصات نقشه: در اینگونه نقشه ها مثل سایر نقشه ها مشخصاتی از جمله شماره نقشه، شماره Sheet ، شماره کلاس، شماره خط، شماره P&ID ، شماره بازنگری، تاریخ تهیه، تاریخ تأیید برای ساخت، نام طراح، نام شرکت مجری، نام کارفرما،



شکل-۲۱: نمونه ای از جدول مشخصات نقشه Piping Isometric

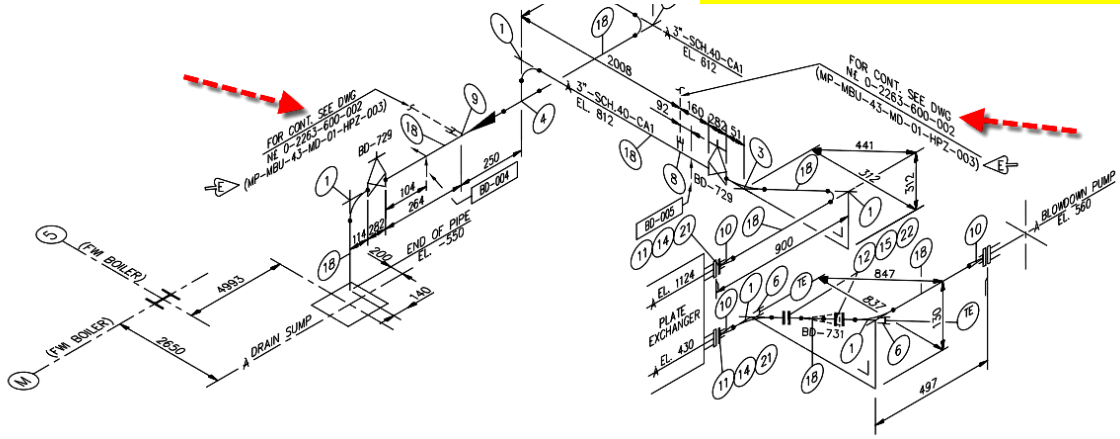
❋- جدول مشخصات فنی: در این جدول که ممکن است در پروژه ها نسبت به یکدیگر تفاوتهایی داشته باشند مشخصات فنی منجمله:

درصد رادیوگرافی، فشار طراحی، فشار کاری، فشار تست، دمای طراحی، دمای کاری، نیاز یا عدم نیاز به تنش زدایی، مشخص کردن نوع عایق، مشخص کردن سیستم رنگ، و غیره



شکل-۲۲: نمونه ای از جدول مشخصات فنی در Piping Isometric

❋- در ابتدا و انتهای خط موجود در ISO شماره نقشه های بعدی مشخص می شود.



شکل-۲۳: نمونه ای از نقشه Piping Isometric که محدوده ها را مشخص نموده

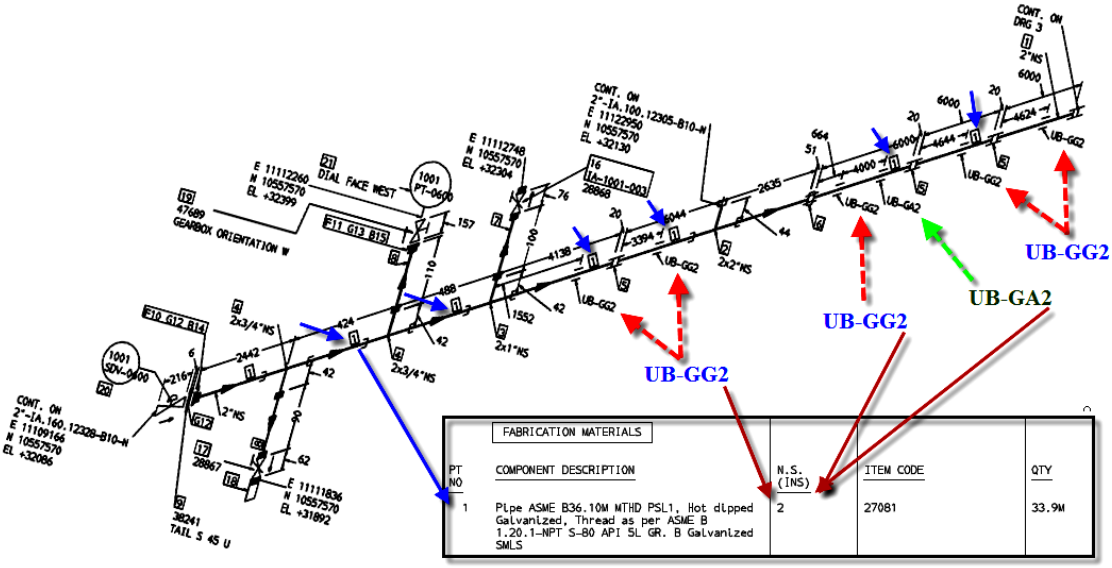
❋- ابعاد، اندازه و طول مسیر خط

❋- مشخص کردن نقاط جوشی یا رزوه ای (به اصطلاح Joint گذاری)

❋- مشخص کردن نوع اتصالات برای ساخت و نصب (Fabrication & erection items)

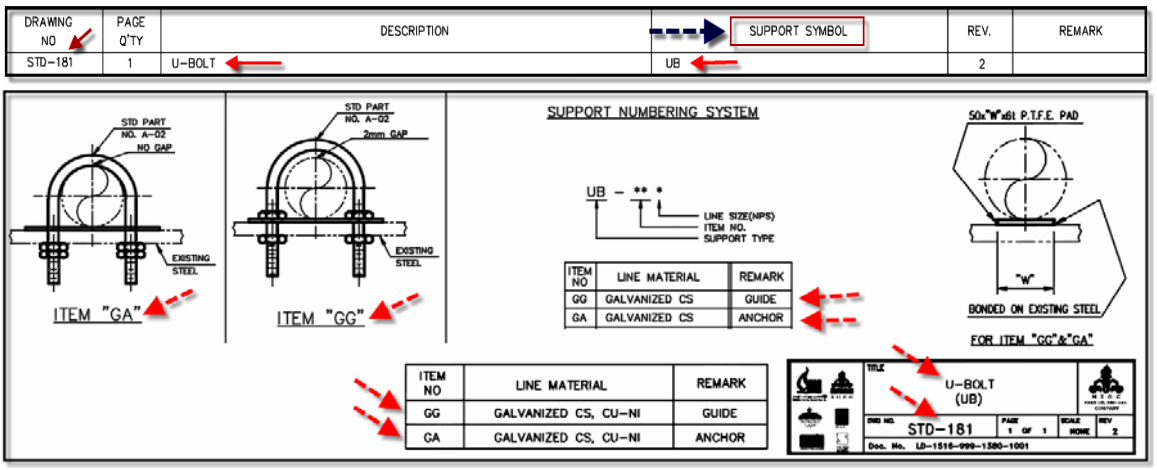
❋- مشخص کردن ارتفاع خطوط (All connections coordination & elevations)

❋- مشخص کردن فاصله ساپورتها و نوع ساپورتها (به تصاویر زیر دقت شود)



شکل-۲۴: نمونه ای از نقشه Piping Isometric که در آن فاصله ساپورتها و نوع ساپورتها دیده می شود

با مراجعه به مدرک CONSTRUCTION STANDARDS PIPING SUPPORTS و با رجوع به جدول لیست سمبل های ساپورتها (Support Symbol) سمبل UB را پیدا کرده در نتیجه شماره نقشه (Drawing No.) این نوع ساپورت مشخص می شود یعنی STD-181 و با مراجعه به این نقشه نوع و جنس ساپورت مشخص می شود. که در اینجا نوع ساپورت یو بلت است و از جنس گالوانیزه و برای سایز 2 in. است. و GG از نوع Guide و GA از نوع Anchor است.



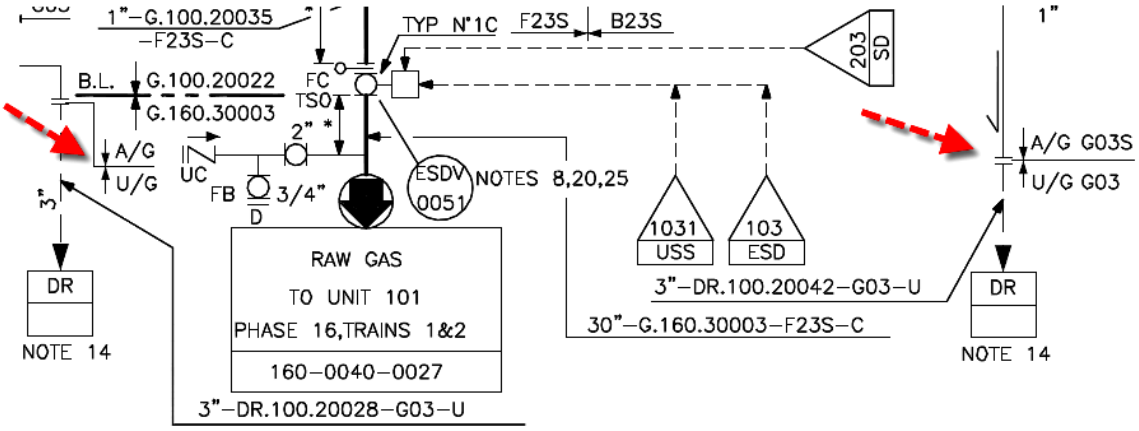
شکل-۲۵: نمونه ای از نقشه های ساپورت

نتیجه: مدرک P&ID بصورت کلی موارد زیر را مشخص می کند:

- موقعیت خط،
- برخورد خطوط با تجهیزات ثابت یا دوار،
- موقعیت تجهیزات ثابت یا دوار،
- موقعیت تجهیزات ابزار دقیق مثل:

(Flow meter, Level transmitter, Level switch, Flow transmitter) ،

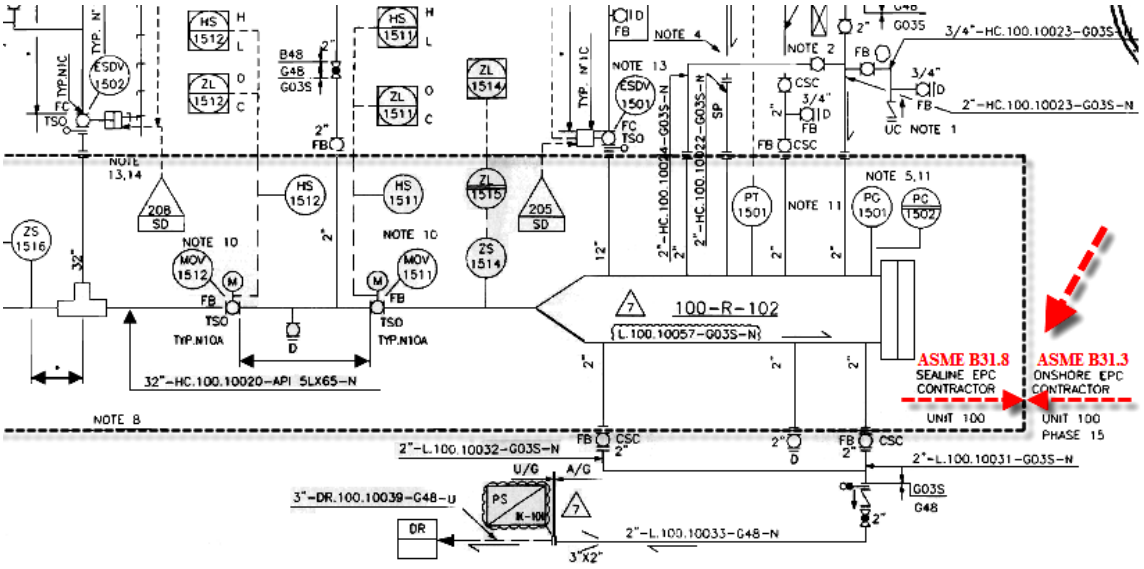
- مشخص کردن محل برخورد خطوط UG با خطوط AG
- مشخص کردن شماره، کلاس و سایز خطوط و کلیه اقلام شیرالات چه معمولی و چه کنترلی



شکل-۲۶: بخشی از یک P&ID که در آن محل برخورد خطوط UG با خطوط AG را نشان می دهد

در مدرک P&ID چنانچه لازم باشد محدوده‌ی کاربرد دو استاندارد مثل ASME B31.3 & B31.8 در مجاورت هم نیز بطور شفاف بصورت مرز بندی مشخص می شوند.

ASME B31.3: Process Piping
ASME B31.8: Gas Transmission and Distribution Piping Systems



شکل-۲۷: بخشی از یک P&ID که در آن محدوده‌ی دو استاندارد B31.8 & B31.3 مشخص شده است

در صورتی که در مدرک ISO به جزییات بیشتری می پردازد مثل:

- مشخص کردن کلیه متریالهایی که استفاده شده است،
- مشخص کردن محل اتصالات (Joints) جوشی و رزوه ای،
- مشخص کردن اطلاعاتی از جمله درصد رادیوگرافی،
- مشخص کردن وضعیت تنش زدایی،
- مشخص کردن وضعیت سیستم رنگ،
- مشخص کردن وضعیت نوع عایق،
- مشخص کردن میزان فشار طراحی،
- مشخص کردن میزان فشار هیدروتست،
- مشخص کردن وضعیت نوع ساپورتها،
- مشخص کردن وضعیت فاصله ساپورتها از هم و

مطالبی از این دست.

سؤال ۵- نحوه‌ی تست سرجوش آخر در یک سیستم Piping چگونه می باشد؟

نحوه‌ی تست سرجوش آخر در یک سیستم Piping چگونه می باشد؟ کامل تشریح نمایید.

جواب ۵- در استاندارد ASME B31.3 سرجوش آخر یک سیستم Piping را تحت عنوان:

Closure Welds معرفی می کند. در بعضی از استانداردها به (Tie-in Points) نیز معروف می باشد.

حتی در مدرک Interpretation مربوط به استاندارد B31.3 نیز به همین نام معرفی شده است.

در پاراگراف 345.2.3 Special Provisions for Testing در قسمت (c) Closure Welds چنین آمده:

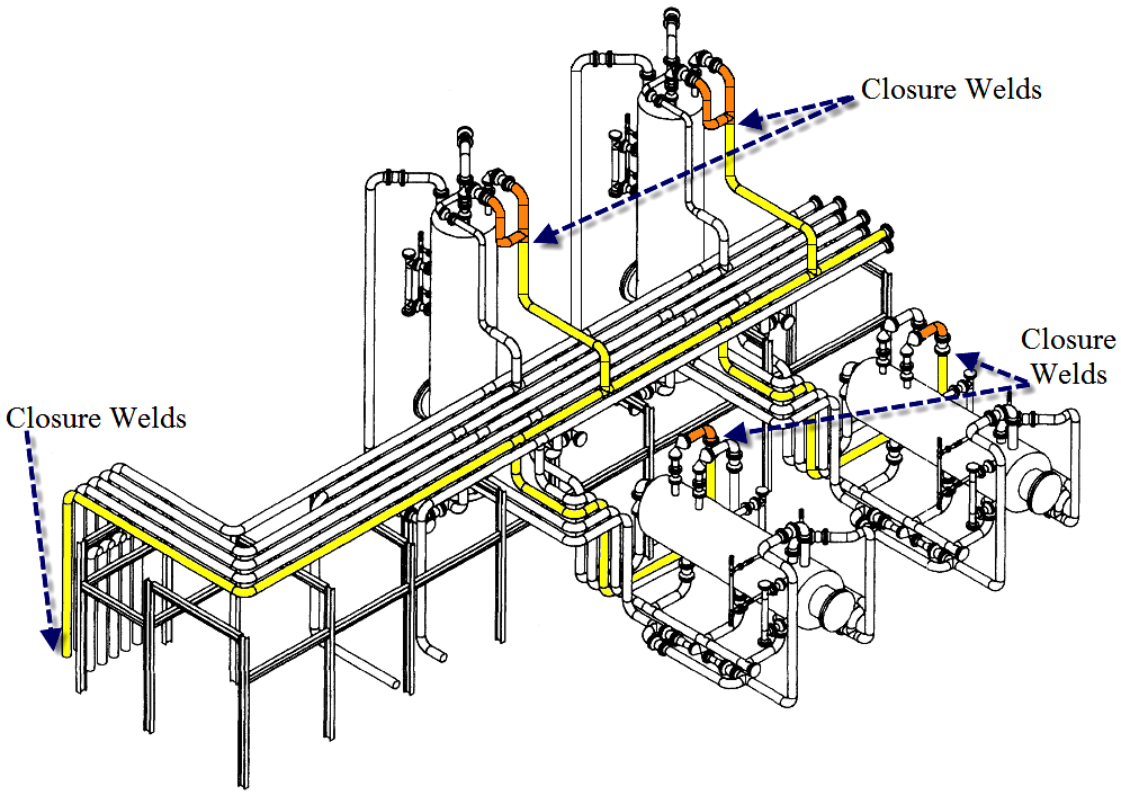
345.2.3 Special Provisions for Testing

(c) Closure Welds. The final weld connecting piping systems or components that have been successfully tested in accordance with para. 345 need not be leak tested provided the weld is examined in-process in accordance with para. 344.7 and passes with 100% radiographic examination in accordance with para. 344.5 or 100% ultrasonic examination in accordance with para. 344.6.

شکل-۲۸: پاراگراف 345.2.3 در استاندارد ASME B31.3-2018

ترجمه: پاراگراف 345.2.3-(c) – جوشهای انتهایی : جوشهای پایانی خط (Closure Welds or Tie-in) سیستم های لوله کشی که طبق پاراگراف 345 با موفقیت تست شده اند نیازی به تست نشتی ندارند مشروط بر اینکه این جوشها مطابق با پاراگراف 344.7 در حین ساخت مورد آزمایش(In Process Examination) قرار گیرند. آزمایشات رادیوگرافی مطابق پاراگراف 344.5 یا آزمایشات اولتراسونیک مطابق با پاراگراف 344.6 بایستی بطور 100% در مورد آنها انجام شود.

برای اینکه اتصالات انتهایی یا (Closure Welds) بصورت شفاف تر مشخص شوند به توضیحات تکمیلی در این زمینه توجه شود.



شکل-۲۹: نمونه ای از جوشهای انتهایی در یک پایپینگ سیستم

*- نکاتی که در باره Closure Welds ها باید به آنها توجه داشت:

جوش Closure Welds or (Tie-in) جوش انتهایی یا پایانی یک خط Piping است. طبق تصویر فوق چنانچه یک خط به دو یا چند بخش (Section) تقسیم شود و قسمتها جداگانه تست شوند سپس مجددا به یکدیگر وصل شوند و یک خط یکپارچه را تشکیل دهند سرجوشهای محل اتصال این بخشهایی که قبلاً تست شده اند نیازی به تست مجدد ندارند فقط کافی است که اینچنین سرجوشها بصورت 100%→RT یا هم بصورت 100%→UT مورد آزمایشات غیرمخرب قرار گیرند تا از سالم بودن جوشهای آنها اطمینان حاصل شود. این مطلب در Interpretation: 20-07 سؤال دوم بصراحت قید شده است.

Interpretation: 21-36

Subject: ASME B31.3-2004, Para. 345.2.3(c), Leak Testing of Closure Welds
Date Issued: April 13, 2007
File: 07-508

Question (1): If a piping system is divided into subassemblies with each subassembly tested in accordance with para. 345.1, and reassembled as a piping system, do the connecting welds need to be tested in accordance with para. 345.1 7

Reply (1): See Interpretation 20-07.

Interpretation: 20-07

Subject: ASME B31.3-2002 Edition, Para. 34S.2.3(c), Testing of Closure Welds
Date Issued: October 20, 2004
File: B31-04-00438

Question (1): In accordance with ASME B31.3-2002 Edition, if piping subassemblies meet the requirements specified in para. 34S.2.3(c), are there any fluid service limitations to piping subassemblies for which closure welds are performed?

Reply (1): No.

Question (2): Does ASME B31.3-2002 Edition permit a completed piping system, consisting of piping subassemblies, to have more than one closure weld if all subassemblies have been tested in accordance with para. 345.2.3 and all closure welds are examined in accordance with para. 34S.2.3(c)?

Reply (2): Yes.

●- Closure Welds می توانند جوش آخرین فلنج یک خط باشند به شرطی که 100% تست RT یا تست UT بر روی آنها انجام شده باشد. مطابق Interpretation: 17-28 سؤال دوم

Interpretation: 17-28

Subject: ASME 831.3-1999 Edition, Para. 345.2.3(c), Special Provisions for Testing of Closure Welds
Date Issued: November 16, 1999
File: 831-99-025

Question (2): Can weld connecting a flange to a piping system be considered a closure weld?

Reply (2): Yes, but if the weld is to be examined in accordance with para. 345.2.3(c), the flange, as well as the piping system must have been successfully tested.

- Closure Welds نمی تواند Socket Weld یک انشعابی باشد که قادر به انجام تست رادیوگرافی یا اولتراسونیک از آن جوش نباشیم. مطابق Interpretation: 25-34

Interpretation 25-34

Subject: Para. 345.2.3(c), Special Provisions for Testing, Closure Welds (B31.3-2014)

Date Issued: September 23, 2015

File: 15-1723

Question: Does ASME B31.3-2014, para. 345.2.3(c) permit the use of a socket weld that cannot be 100% examined in accordance with paras. 344.5 or 344.6 as a closure weld?

Reply: No.

- Closure Welds می تواند Branch Attachment Weld یک انشعابی باشد که قادر به انجام تست رادیوگرافی یا اولتراسونیک از آن جوش باشیم. مطابق Interpretation: 25-17 سؤال پنجم

Interpretation 25-17

Subject: Paras. 341.4.1(b), 345.2.3(c), and 345.2.6, and Figs. 328.5.4D and 328.5.4E, Branch Attachment Welds and Radiography (B31.3-2012)

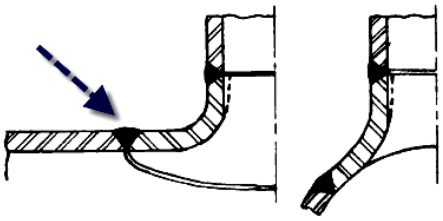
Date Issued: September 25, 2014

File: 14-1383

Question (5): May welds connecting a contour outlet fitting to the run pipe and to the branch pipe, as shown in Fig. 328.5.4E, sketch (1), both be considered closure welds per para. 345.2.3(c)?

Reply (5): Yes; see Interpretation 22-16.

Fig. 328.5.4E Acceptable Details for Branch Attachment Suitable for 100% Radiography



(1) Contour Outlet Fitting

شکل-۳۰: شکل 328.5.4E

Interpretation: 22-16

Subject: ASME B31.3-2006, Para. 345.2.3(c), Closure Welds

Date Issued: May 1. 2008

File: 08-596

Question (1): Does the Code permit a piping system consisting of piping subassemblies and/ or components to have more than one closure weld?

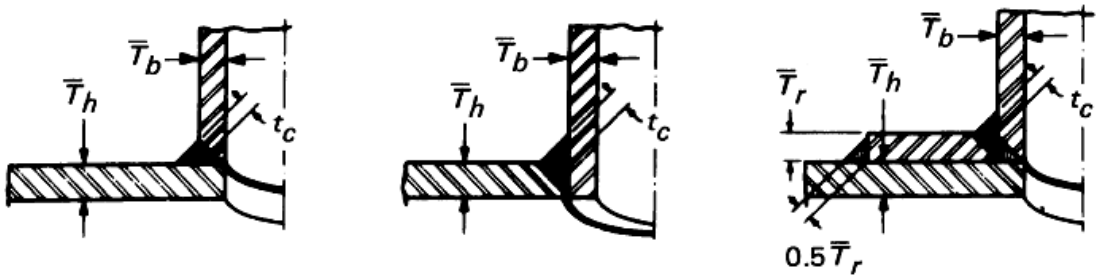
Reply (1): Yes.

Question (2): Does the Code permit the leak test requirement of para. 345 to be replaced by 100% radiographic or ultrasonic examination?
Reply (2): No.

- Closure Welds نمی تواند Branch Attachment Weld یک انشعابی باشد که قادر به انجام تست رادیوگرافی یا اولتراسونیک از آن جوش نباشیم. مطابق Interpretation: 25-17 سؤال دوم

Interpretation 25-17
Subject: Paras. 341.4.1(b), 345.2.3(c), and 345.2.6, and Figs. 328.5.4D and 328.5.4E, Branch Attachment Welds and Radiography (B31.3-2012)
Date Issued: September 25, 2014
File: 14-1383
Question (2): May branch connection welds that cannot be fully examined by radiography or ultrasonic examination, such as those shown in Fig. 328.5.4D, be considered closure welds in accordance with para. 345.2.3(c)?
Reply (2): No.

Fig. 328.5.4D Acceptable Details for Branch Attachment Welds



شکل-۳۱: شکل 328.5.4D

- Closure Welds ها می توانند بیشتر از یکی باشند یعنی از نظر تعداد محدودیتی ندارند. مطابق Interpretation: 22-16 سؤال اول

Interpretation: 22-16
Subject: ASME B31.3-2006, Para. 345.2.3(c), Closure Welds
Date Issued: May 1. 2008
File: 08-596
Question (1): Does the Code permit a piping system consisting of piping subassemblies and/ or components to have more than one closure weld?
Reply (1): Yes.

- برای Closure Welds ها نیاز به تأیید کارفرما می باشد؟ مطابق Interpretation: 21-10 نیازی به تأیید کارفرما نمی باشد.

Interpretation: 21-10
Subject: ASME B31.3-2004, Para. 34S.2.3(c), Leak Testing of Closure Welds
Date Issued: March 29, 2006
File: 06-388
Question: Does ASME B31.3-2004 require the owner's approval to apply the closure weld provisions described in para. 345.2.3(c)?
Reply: No.

- آیا برای Closure Welds ها از لحاظ نوع سرویس محدودیتی وجود دارد؟ خیر. مطابق Interpretation: 20-07 سؤال اول محدودیت سرویس ندارند.

Interpretation: 20-07
Subject: ASME B31.3-2002 Edition, Para. 34S.2.3(c), Testing of Closure Welds
Date Issued: October 20, 2004
File: B31-04-00438
Question (1): In accordance with ASME B31.3-2002 Edition, if piping subassemblies meet the requirements specified in para. 34S.2.3(c), are there any fluid service limitations to piping subassemblies for which closure welds are performed?
Reply (1): No.

سؤال ۶- تفاوت گیج های روغنی و خشک در چیست؟
محدودیتهای استفاده از گیج براساس استاندارد را تشریح نمایید.

جواب ۶- گیج های فشار سنج در انواع و ابعاد مختلف تولید و به بازار ارائه می شوند که براساس نوع کاربرد نوع مناسب فشار سنج انتخاب می شوند.
استاندارد ASME B40.100 مشاوره مناسب را برای انتخاب فشار سنج صحیح به کاربران ارائه می دهد.
ASME B40.100: Pressure Gauges and Gauge Attachments 2013
استاندارد BS EN 837-1 بخش یک آن در رابطه با Bourdon tube pressure gauges می باشد که این نوع گیج کاربرد وسیعی در صنایع دارد.
BS EN 837-1-1998- Pressure Gauges
Part 1: Bourdon tube pressure gauges - Dimensions, metrology, requirements and testing
- انواع گیج ها: این استاندارد گیج ها را به سه دسته تقسیم می کند: گیج های فشاری، گیج های خلاء و گیج های ترکیبی خلاء و فشاری.
Pressure gauges, Vacuum gauges, combined vacuum and pressure gauges (compound gauges)

- ابعاد گیج ها در این استاندارد 40 mm ~ 250 mm می باشد.
- محدوده‌ی فشار این گیج ها تا 1600 bar

- در پاراگراف 9.8.1 Gauges for use with oxygen به صراحت قید شده که گیج هایی که برای اکسیژن استفاده می شوند باید عاری از روغن و گریس باشند و روی مانیتور نمایش (Dial) گیج باید علامت ضربدر روی جا روغنی نمایش داده شود و کلماتی در همین زمینه تحت عنوان No lubrication نیز نوشته شود.

9.8.1 *Gauges for use with oxygen*

Bourdon tubes and other parts in contact with the gas shall be free of oil and grease. Only lubricants suitable for use in oxygen at maximum working pressure shall be used. The dial shall be marked with the word 'oxygen' written in English and the international symbol for 'no lubrication' as shown below (ISO 7000 symbol 0248 with prohibition sign).

شکل-۳۲: پاراگراف 9.8.1 از استاندارد BS EN 837-1-1998

استاندارد EN 562 در رابطه با:

Gas welding Equipment - Pressure gauges used in welding, cutting and allied processes

می باشد که این نوع گیج ها کاربرد وسیعی در تجهیزات جوشکاری دارند. محدوده فشاری این گیجها تا فشار 300 bar می باشند.

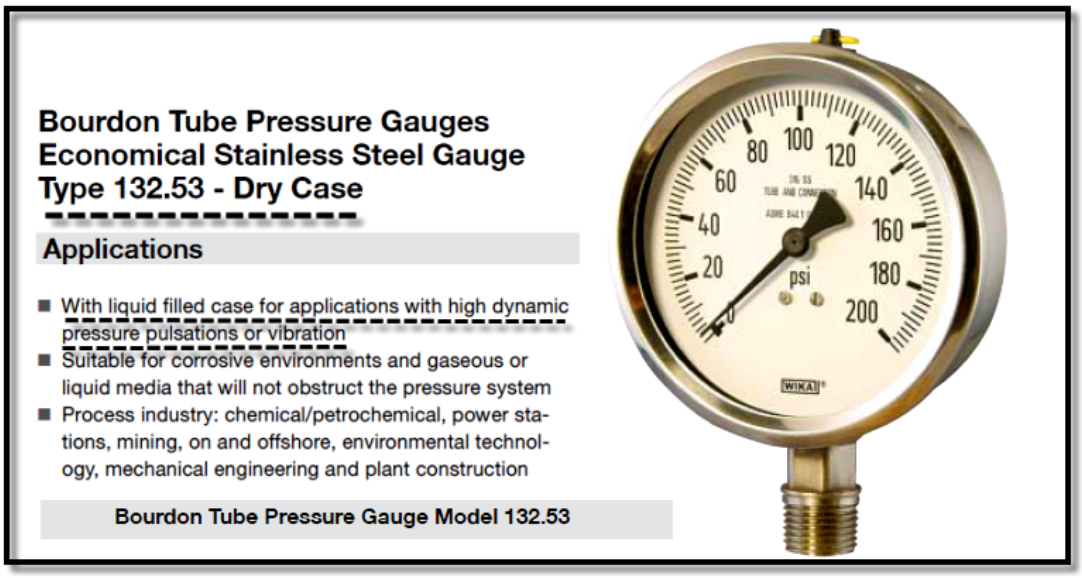
*- انواع گیج های صنعتی (Gauges) :

gauge absolute pressure, gauge acetylene, gauge ammonia, gauge chemical, gauge compound, gauge differential, gauge duplex, gauge flush mounted, gauge hydraulic, gauge liquid filled, gauge liquid level, gauge oxygen, gauge pressure, gauge receiver, gauge refrigerant, gauge retard, gauge single, gauge specific service, gauge temperature compensated, etc.

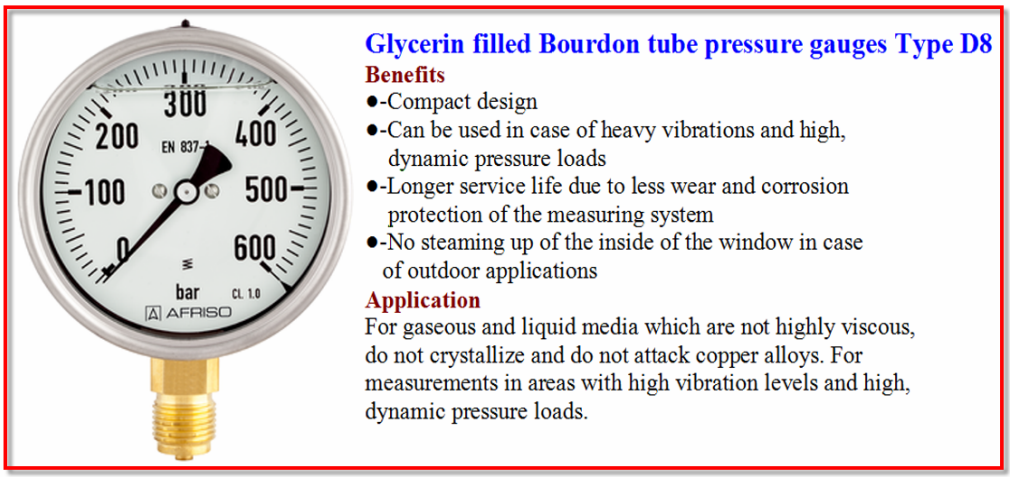
ترجمه: گیج فشار مطلق، گیج استیلن ، گیج آمونیاک ، گیج مواد شیمیایی ، گیج ترکیب ، گیج دیفرانسیل ، گیج دوبل ، گیج مایع سنج نصب شده ، گیج هیدرولیک سنج ، گیج مایع سنج پر شده ، گیج سطح مایع ، گیج اکسیژن سنج ، گیج فشار سنج ، گیج گیرنده سنج ، گیج مبرد سنج ، گیج کاهش سنج ، گیج تک سنج ، گیج سرویس خاص ، گیج دما سنج جبران شده و غیره.

*- دسته بندی گیج ها (Gauges) :

گیج ها انواع مختلفی دارند اما گیج خشک Dry Case و تر Wetted Parts دو نوع متداول می باشند.



شکل-۳۳: گیج Bourdon Tube Type نوع خشک (Dry)



شکل-۳۴: گیج Bourdon Tube Type نوع تر (Wet)

فشارسنجهای بوردون تیوب پر از گلیسیرین نوع -D8

مزایا

- طراحی کم حجم و سبک
- می تواند در صورت لرزش های سنگین و بارهای فشار دینامیکی و زیاد استفاده شود
- مدت عمر بیشتر به دلیل کمتر بودن سایش و خوردگی در سیستم اندازه گیری
- در صورت استفاده در فضای باز ، داخل پنجره بخار نمی گیرد (منظور شیشه آن را بخار نمی گیرد)

کاربرد

برای محیط های گازی و مایع که گرانروی بالایی ندارند ، متبلور نمی شوند و به آلیاژهای مس حمله نمی کنند. برای اندازه گیری با ارتعاشات بالا و بارهای ناشی از فشار دینامیکی کاربرد دارند.

سؤال ۷- تفاوت بین عملیات Cleaning با Flushing در چیست؟ کامل تشریح نمایید.

جواب ۷- کلیه خطوط Piping systems در مراحل ساخت (Construction) با توجه به مدت زمان اجراء از زمان شروع تا زمان پایان و آماده شدن برای مرحله‌ی عملیات هیدروتست، ممکن است، اشیایی در داخل این خطوط باقی بماند. این اشیاء بسته به سایز لوله متفاوت می باشد. هر چه سایز لوله بزرگتر باشد اشیاء باقی مانده هم بزرگتر است. بطور مثال در لوله های سایز بزرگ ممکن است اشیائی مثل کابل انبر جوش، قوطی الکترود، ماسک جوشکاری، دستکش و کلاه جوشکاری، تخته، ته مانده الکترودهای مصرف شده، پیچ و مهره، ظروف یکبار مصرف غذا، بطری های خالی آب معدنی، تکه های برش شده لوله هدر در محل انشعاب گیری، خاک، ماسه و سنگریزه، و غیره در مرحله ساخت باقی بماند که برای اجتناب از انسداد (blockages) خطوط و همچنین جلوگیری از آسیب رسیدن به اجزاء حساس که در خطوط Piping systems هستند مثل Orifice plates، توربین، کمپرسور و پمپ ها و Valve seats می بایست قبل از هیدروتست عملیات Cleaning یا Flushing انجام شود. البته باید توجه کرد که همین عملیات Cleaning یا Flushing نیز می بایست قبل از قرار گرفتن خطوط در سرویس مجدداً انجام شود زیرا گروه راه اندازی و بهره بردار خطوط Piping را پس از Cleaning یا Flushing نهایی تحویل می گیرد.

برای جواب به این سؤال لازم است قبل از ورود به توضیح این دو مقوله به استاندارد ASME B31.3-2018 توجه ای شود و ضمن بررسی این دو موضوع، دیدگاه این استاندارد که مربوط به سیستم لوله کشی فرآیندی صنایع می باشد جویا شویم.

- بحث Cleaning و Flushing در استاندارد ASME B31.3-2018

در استاندارد ASME B31.3-2018 در پاراگراف 335.9 Cleaning of Piping مستقیماً به این موضوعات اشاره شده. بنابراین همین پاراگراف را دنبال می کنیم.

در ادامه از مدارک دیگر مثل TOTAL Specification و استاندارد NORSOK standard L-004 نیزاستفاده می کنیم.

- پاراگراف 335.9 Cleaning of Piping

335.9 Cleaning of Piping

This Code does not prescribe mandatory procedures for flushing and cleaning. However, for potential hazards that may result from performing such procedures refer to Appendix F, para. F335.9 for precautionary considerations.

شکل-۳۵: پاراگراف 335.9 Cleaning of Piping در ASME B31.3-2018

ترجمه: این کُد (ASME B31.3-2018) دستورالعمل اجباری برای تمیزکاری (Cleaning) و فلاشینگ (Flushing) تجویز نمی کند. بهرحال؛ بخاطر خطر بالقوه که ممکن است از انجام چنین دستورالعملهایی

نتیجه شود؛ رجوع شود به ضمیمه پیوست "F" پاراگراف F335.9 برای ملاحظات پیشگیرانه ای که باید به آنها توجه کرد.

*- پاراگراف F335.9 Cleaning of Piping

F335 ASSEMBLY AND ERECTION

F335.9 Cleaning of Piping

The following are some general considerations that may be evaluated in determining the need for cleaning of piping:

(a) requirements of the service, including possible contaminants and corrosion products during fabrication, assembly, storage, erection, and testing.

(b) for low temperature service, removal of moisture, oil, grease, and other contaminants to prevent sticking of valves or blockage of piping and small cavities.

(c) for strong oxidizer fluid service (e.g., oxygen or fluorine), special cleaning and inspection. Reference may be made to the Compressed Gas Association's Pamphlet G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service.

(d) purging, flushing, or blowing down unwanted dirt, debris, and residual fluid from the inside of a piping system should be performed with caution and control. It is left to the discretion, knowledge, and responsibility of the owner or designer as to the degree of caution and control necessary for a safe work environment. The fluid selected for the purpose of purging, flushing, or blowing down shall preferably be inert. However, for cases in which the use of a flammable or toxic fluid is unavoidable, e.g., when displacing residual testing or flushing fluid with the service fluid, the implementation of additional precautionary considerations may be necessary. Those precautionary considerations should include

(1) the discharge of liquids to a safe collection point

(2) the discharge of flammable liquids away from ignition sources and personnel

(3) venting of gases to a safe outdoor location

(4) venting of flammable gases away from ignition sources and personnel

(5) further protection of personnel via controlled access of the work area, including perimeter warning signs for personnel not involved in the purging process

(6) for precautionary requirements and recommendations regarding the displacement of flushing and testing fluids using a flammable gas, refer to ANSI Z223.1/NFPA 54, National Fuel Gas Code

شکل-۳۶: پاراگراف F335.9 Cleaning of Piping در ASME B31.3-2018

ترجمه: پاراگراف F335 مونتاژ و نصب

*- پاراگراف F335.9 تمیزکاری (سیستم) لوله کشی

بعضی از ملاحظات متداول که در زیر آمده ممکن است در باره تعیین نیاز لوله کشی به تمیزکاری مورد ارزیابی قرار گیرند:

(a)- الزامات سرویس، شامل امکان آلوده شدن و ایجاد خوردگی در خلال ساخت، مونتاژ، ذخیره کردن، نصب کردن و انجام آزمایش و تست کردن.

(b)- برای سرویس های دمای پایین، رطوبت، روغن، گریس و هرگونه آلودگی برای ممانعت از چسبیدن یا گیر کردن شیرها و یا مسدود شدن سیستم لوله کشی و حفره های کوچک، برداشته یا حذف شوند.

(c)- برای سرویسی که سیال آن اکسید کننده‌ی قوی می باشد، (مثل اکسیژن یا فلورین) تمیزکاری و بازرسی خاصی می طلبد. مرجعی که ممکن است برای این کار تهیه شود، می تواند مدرک زیر باشد، یعنی:

رساله‌ی چاپی G-4.1 که مربوط به انجمن گاز متراکم شده برای تمیزکاری تجهیزی که برای سرویس اکسیژن می باشد.

Compressed Gas Association's Pamphlet G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service

(d)- پاکسازی (Purging)، فلاشینگ یا دمیدن هوا (blowing) جهت بردن خاک یا آشغالهای نامطلوب، خرده ریزه های باقی مانده و پس مانده های ته نشین شده از سیال که در داخل سیستم لوله کشی هستند بطرف پایین، و با احتیاط های لازم بنا به صلاحدید و دانش و آگاهی و مسئولیت کارفرما یا طراح مطابق با درجه‌ی هشدار و کنترل های لازم برای ایمنی محیط کار و محیط زیست، رها شوند. سیال انتخاب شده برای

هدف پاکسازی فلاشینگ یا دمیدن بطرف پایین (منظور سمت تخلیه) با نوع بی اثر انجام شود. (یعنی برای پاکسازی (Purging)، فلاشینگ یا دمیدن هوا (blowing) از گاز بی اثری مثل نیتروژن استفاده شود.).

بهر حال، برای موارد اینچنینی که ناچاراً از سیال های قابل اشتعال یا کشنده استفاده می شود، مثل زمانی که تست باقی مانده جانشین شود یعنی سیال فلاشینگ با سیال سرویس جابجا شود که برای اجرای آن ممکن است ملاحظات پیشگیرانه‌ی اضافی لازم داشته باشد. این ملاحظات پیشگیرانه می تواند شامل:

(1)- مایعات تخلیه شده در محلی ایمن جمع آوری شود.

(2)- تخلیه مایعات قابل اشتعال می بایست دور از پرسنل و منابع نگهداری مایعات قابل اشتعال انجام شود.

(3)- تخلیه گازها در مکانی امن و بیرون و در هوای آزاد انجام شود.

(4)- تخلیه گازهای قابل اشتعال می بایست دور از پرسنل و منابع نگهداری گازهای قابل اشتعال انجام شود.

(5)- از طریق دسترسی به محل کار پرسنل و با نصب علائم هشدار دهنده در پیرامون محیط کار پرسنل از آنها محافظت بیشتری بعمل آید البته طوری که آنها درگیر فرآیند پاکسازی نشوند.

(6)- برای الزامات پیشگیرانه و پیشنهاداتی راجع به جابجایی فلاشینگ طوری که در آزمایشات از سیالهای قابل اشتعال استفاده شود به مرجع استاندارد زیر مراجعه شود:

ANSI Z223.1/ NFPA 54, National Fuel Gas Code

●- نتیجه‌ی Cleaning و Flushing در استاندارد ASME B31.3-2018

از مبحث فوق چنین نتیجه می شود که استاندارد ASME B31.3-2018 دستورالعمل خاصی بصورت الزامات در مورد عملیات های Cleaning و Flushing ارائه نداده است بلکه توصیه هایی در ضمیمه‌ی "F" در این زمینه شده است. سرفصل این ضمیمه:

APPENDIX F-GUIDANCE AND PRECAUTIONARY CONSIDERATIONS

اشاره به همین موضوع دارد یعنی: راهنما و ملاحظات پیشگیرانه. بنابراین؛ تقریباً بعنوان راهکار از جنبه‌ی رعایت اصول ایمنی در این زمینه پیشنهاداتی ارائه می دهد. در همین راستا در این باره استانداردهایی را نیز پیشنهاد داده است.

❋- ادامه‌ی بررسی تفاوت بین Cleaning و Flushing از نظر جایگاه این دو روش تمیزکاری در صنعت

برای مشخص شدن تفاوت بین Cleaning و Flushing ابتدا می بایست این دو روش تمیزکاری خطوط Piping را بتفکیک شناخت بنابراین ابتدا این دو روش را بطور خلاصه تعریف و در جمع بندی به تفاوت آنها اشاره می کنیم.

■- تمیزکاری خطوط Piping به روش Cleaning

●- الزامات تمیزکاری داخلی خطوط Piping

- الزامات تمیزکاری داخلی خطوط Piping را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

❋- دسته اول: برداشتن یا زدودن تمام مواد رها شده در خطوط مثل (loose materials) ، لایه های اکسید باقی مانده روی سطح داخلی لوله ناشی از نورد لوله در کارخانه (Mill scale) ، زنگ (Rust) ، سرباره های

جوش (Welding slag) ، چربی (Grease) ، و بطور کلی تمام اشیایی که احتمال دارد در خلال بهره برداری جدا شوند، می بایست برداشته شوند.

*- دسته دوم: برداشتن یا زدودن تمام مواد رها شده در خطوط (loose materials) ، و تمام موارد چسبیده شده به سطح داخل خطوط Piping که در خلال بهره برداری جدا می شوند، می بایست برداشته شوند.

- تمیزکاری خطوط زیر جزو دسته اول هستند:

- خطوط مکش (Suction piping) مربوط به تمام کمپرسورها (Compressors)
- خطوط مکش (Suction piping) مربوط به Gas expanders
- تمامی خطوط کنترل روغن، روان سازی روغن و Seal Gas

- تمیزکاری تمامی خطوط فرآیندی (All process lines) جزوه دسته‌ی دوم هستند. خطوط فرآیندی مثل:

- خطوط هوای ابزار دقیق (Utility Lines)
- خطوط آب آتش نشانی (Fire Water Lines)

- متد و روشهای اصلی تمیز کاری Cleaning خطوط Piping

۱- تمیز کاری با استفاده از هوا [Cleaning with air (blowing or air flushing)]

۲- تمیز کاری با استفاده از بخار (Cleaning with steam)

۳- تمیز کاری با استفاده از آب (Cleaning with water)

۴- تمیز کاری با استفاده از روش مکانیکی (Mechanical cleaning)

۵- تمیز کاری با استفاده از روش شیمیایی (Chemical cleaning)

۱- تمیز کاری با استفاده از هوا [Cleaning with air (blowing or air flushing)]

این روش به دو صورت انجام می شود:

- روش اول: دمیدن مستمر هوا (Continuous blowing of air)
- روش دوم: کاهش فشار بطور سریع و ناگهانی (Quick decompression)

- روش اول؛ هوا بطور مستمر (Continuous blowing of air) از یک منبع (کمپرسور با ظرفیت بالا) با سرعت بالا در سرتاسر شبکه دمیده می شود تا مواد رها شده در شبکه را جابجا کرده و با خود منتقل نماید. در این روش در خلال دمیده شدن هوا بدلیل سرعت بالای هوا روی سطح داخلی شبکه ساییدگی ملایمی (light erosion) اتفاق می افتد. که با در نظر گرفتن عملیات تمیزکاری سودمند است.

- روش دوم؛ هوا با فشار به داخل خط تزریق می شود و مرتب ذخیره می شود و به اصطلاح فشار می گیرد و در یک زمان مشخص که فشار مناسب پیدا کرد با قطع تزریق هوای فشرده موجب تخلیه ناگهانی هوای فشرده ذخیره شده در شبکه می شویم؛ این عمل باعث می شود که جریان هوای موجود در شبکه با سرعت بالا تخلیه شود و مواد رها شده در شبکه را جابجا کرده و با خود به بیرون منتقل نماید. در این روش بدلیل سرعت بالای هوا روی سطح داخلی شبکه ساییدگی ملایمی (light erosion) اتفاق می افتد که باعث بر طرف شدن زنگ و لایه های اکسید روی سطح داخلی شبکه می شود.

۲- تمیز کاری با استفاده از بخار (Cleaning with steam)

جایی که بخار در دسترس می باشد، از بخار هم مثل هوا بصورت مستمر (continuous blowing) برای تمیز کاری می توان استفاده کرد بشرطی که آن خط در برابر دمای بخار مورد استفاده مقاوم باشد. استفاده از

بخار مزیتی دارد که مابین دو دمیدن کاری بخار یک تغییر دمایی ایجاد می شود و لوله خنک می شود. این اختلاف دمایی باعث شکسته شدن زنگها و لایه های اکسید سطح لوله می شود که بسیار آسان از سطح لوله جدا و در دمیدن بخار بعدی به بیرون منتقل می شوند.

۳- تمیز کاری با استفاده از آب [Cleaning with water (water flushing)]

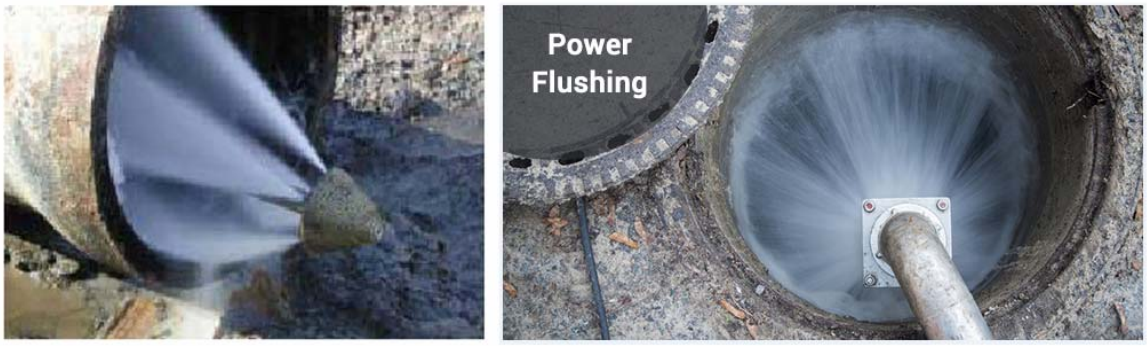
این نوع تمیزکاری به سه روش انجام می شود:

- روش اول: گردش و دوران آب (Circulation of water)
- روش دوم: پاشش آب (Water spray)
- روش سوم:آب با فشار بالا (High pressure water)

- روش اول: تمیزکاری با این روش بوسیله گردش و دوران آب در سرتاسر لوله با سرعت بالا (۳ تا ۴ متر بر ثانیه) انجام می شود. برای بدست آوردن این سرعت باید از یک پمپ مخصوص با گردش بالا و فشار کم (large flow, small pressure) استفاده کرد.

این روش برای تمیزکاری و انتقال اشیاء باقی مانده در داخل لوله مناسب می باشد اما برای برداشتن زنگ و لایه های اکسید مناسب نمی باشد. باید توجه داشت که آب می تواند باعث کاهش ضخامت جداره لوله شود (آب با یونهای کلر Chloride ions در متریالهای استنلس استیل و آب دریا Seawater در متریالهای کربن استیل). بنابراین می بایست از آب با کیفیت بالا استفاده کرد.

- روش دوم: استفاده از پاشش آب معمولاً فقط برای تمیزکاری سطح از گرد و خاک استفاده می شود. در خطوط Piping برای لوله های سایز متوسط و بالا از این روش استفاده می شود. در بعضی از شرایط خاص؛ Air flushing و Water flushing همزمان با هم انجام می شود به این صورت که هوا با فشار (3 bar g) به درون آب تزریق می شود تا تلاطم آب (turbulence) افزایش یابد و چونکه نظارت (monitoring) بر انجام اینکار دشوار است و بخوبی امکان پذیر نیست می بایست بسیار با دقت و فقط برای شرایط خاص انجام شود.



شکل-۳۷: نمونه ای از پاشش آب برای تمیزکاری سطح داخل پایپینگ از گرد و خاک

- روش سوم: تمیزکاری با استفاده از جریان آب پر فشار (High pressure water) برای برداشتن خرده ریزه های جامد جا مانده در لوله هایی که دسترسی به داخل آنها مشکل باشد استفاده می شود.

شکل-۳۸: نمونه ای از Cleaning with water (water flushing)

۴- تمیز کاری با استفاده از روش مکانیکی (Mechanical cleaning):

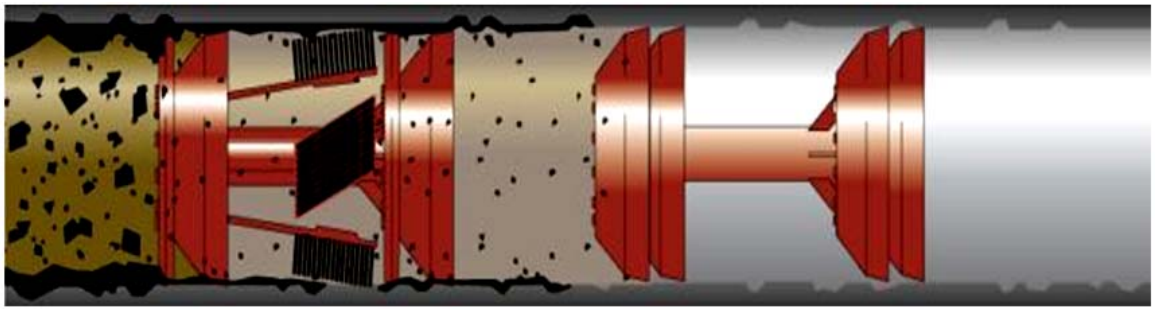
این نوع تمیزکاری به سه روش انجام می شود:

- روش اول: تمیزکاری با دست (Hand cleaning)
- روش دوم: تمیزکاری با استفاده از پیگ (Pipe cleaning with pigs)
- روش سوم:تمیزکاری با استفاده از سندبلاست (Sand blasting)

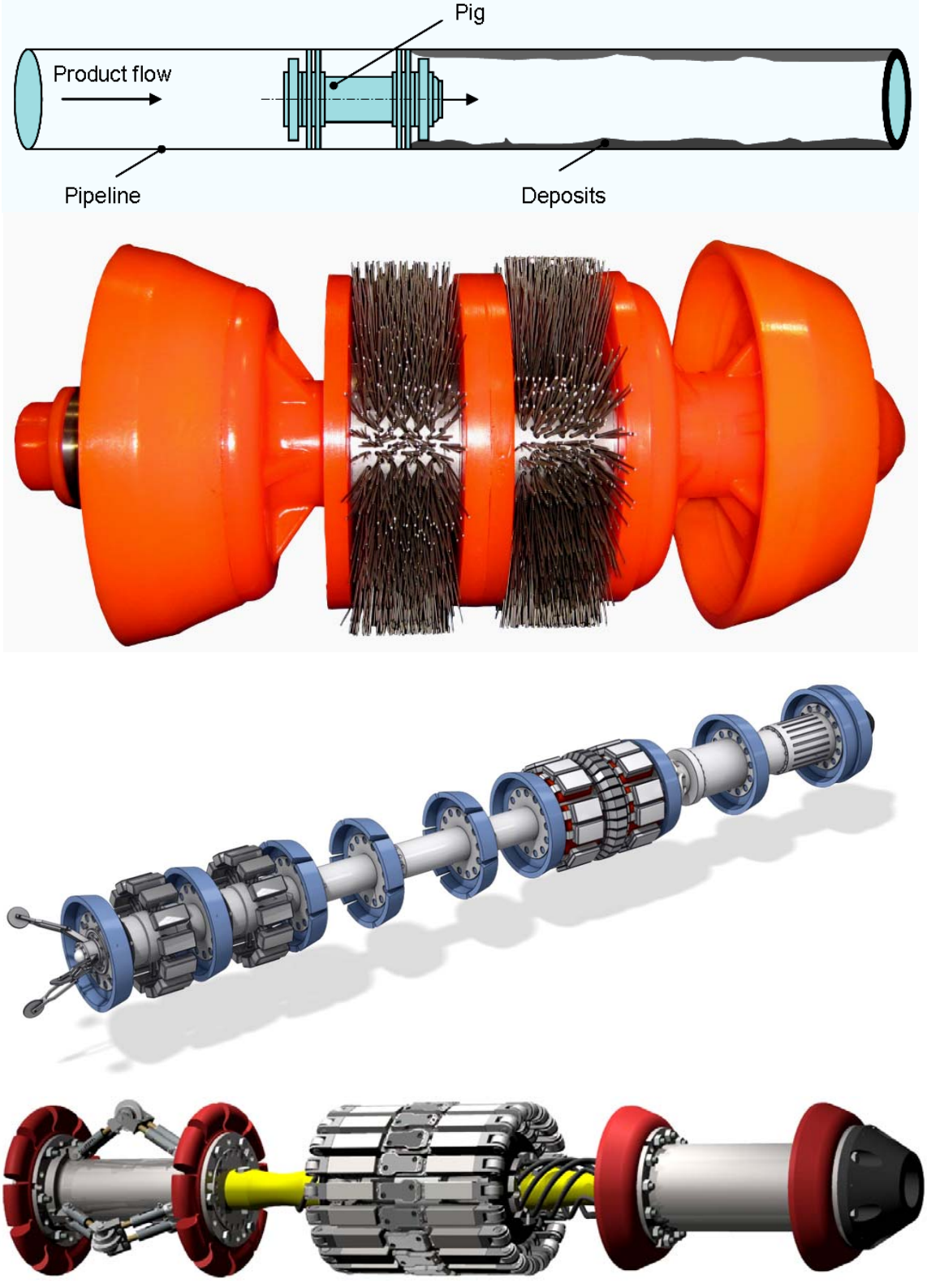
- روش اول: هرگاه سایز لوله بزرگ باشد، بطوریکه شخص به راحتی بتواند در داخل لوله تردد کند می تواند از ابزارهای دستی مثل برس دستی (metallic brush) برای تمیزکاری استفاده کند. سپس زنگهای افتاده شده را بوسیله (final blowing) دمیدن نهایی هوا یا هم با استفاده از جارو برقی (vacuum cleaner) از داخل لوله برداشت.

شکل-۳۹: نمونه برس برای تمیزکاری با دست

- روش دوم: تمیزکاری با استفاده از پیگ (Pig) شرایط خاص دارد. از جمله اینکه لوله برای حرکت پیگ در سرتاسر لوله طراحی شده باشد چونکه بیشتر پیگ ها (بجز پیگ های خاص کروی) امکان عبور از فیتینگهای زانویی را ندارند. پیگ های مخصوص تمیز کاری بر روی سطح آنها برس های فلزی مناسب تمیزکاری وجود دارد.



شکل-۴۰: نمونه تمیزکاری با استفاده از پیگ (Pig)



شکل-۴۱: چند نمونه از پیگ هایی که برای تمیزکاری از آنها استفاده می شود.

شکل-۴۲: چند نمونه دیگر از پیگ هایی که برای تمیزکاری از آنها استفاده می شود.

- بعضی از انواع پیگ ها به شکل کروی هستند. یکی از اهداف استفاده از پیگ کروی (Sphere Pig) این است که محدودیت عبور از فیتینگها مثل زانو را نداشته باشند و در Piping هم بتوان از آنها استفاده کرد.

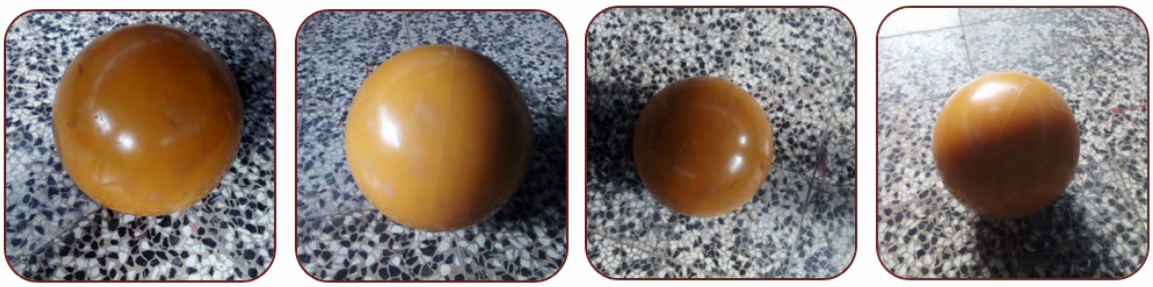
شکل-۴۳: پیگ کروی (Sphere Pig)

- پیگ کروی (Sphere Pig) (برگرفته ازسایت Pig PIC/پیگ (توپک) - شرکت توسعه صنایع دانش بنیان شگرف)

برای پر و خالی کردن خطوط لوله از آب در تست فشار (هیدرواستاتیک) ، تمیز کردن انواع رسوبات و دوده ، جداسازی جریان و دو مایع متفاوت در خطوط لوله مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع پیگ ها از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ مطابق استاندارد IPS-M-PI-170 طراحی و تولید می شوند که قابلیت عبور از زوایای خم کمتر D ۱/۵ و خم های تند در خطوط لوله را دارند. این نوع پیگ ها به دلیل تمام پلی یورتان بودن دارای انعطاف پذیری بالا و سایز شدن می باشند.

بنا به سفارش متقاضی این شرکت توان ارایه موارد زیر را برای این نوع پیگها دارد که عبارتند از:

- قابلیت طراحی و تولید پیگ های کروی توپر از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ
- قابلیت نصب آهنربا مجهز به سیستم Flush



شکل-۴۴: نمونه های پیگ کروی

- توضیحاتی اضافه در مورد کاربرد پیگ در صنعت:

پیگ ها برای پاک کردن خطوط از سیال، جداسازی محصولات و فرآوده های انتقالی از یک خط، پرکردن خط لوله با سیال، تمیز کردن رسوبات و اجسام جامد، برس زدن و کاربردهای مختلف درخطوط لوله استفاده می شوند.

- پیگ تمیز کننده (Cleaning Pig)

برای پر و خالی کردن خطوط لوله از آب در تست فشار (هیدرواستاتیک) ، تمیز کردن انواع رسوبات و دوده ، مایعات گازی و رسوبات گلی، ماسه ای در خطوط لوله مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع پیگ ها از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ مطابق استاندارد شرکت ملی نفت ایران IPS-M-PI-170 طراحی و تولید می شوند که قابلیت عبور از زوایای خم D ۱/۵ الی D ۳ در خطوط لوله را دارند. جنس کاپ ها و دیسک ها از الاستومرهای پلی یورتان با قدرت فیزیکی و مکانیکی بالا می باشد.

بنا به سفارش متقاضی این شرکت توان ارایه موارد زیر را برای این نوع پیگها دارد که عبارتند از:

- قابلیت نصب انواع کاپ های Conical ، Heavy Duty از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ
- قابلیت نصب انواع دیسک های Seal Disc ، Guide Disc از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ
- قابلیت نصب انواع ۲ ، ۳ یا ۴ کاپه ، دیسک یا ترکیبی از انواع کاپ و دیسک
- قابلیت نصب آهنربا مجهز به سیستم Flush
- قابلیت نصب صفحه ردیاب پیگ جهت بستن ردیاب پیگ به بدنه پیگ

- قابلیت نصب ضربه گیر در پیگ برای جلوگیری از صدمات ناشی از برخورد پیگ با درب ریسیور
- قابلیت نصب چرخ بر روی بدنه پیگ
- قابلیت نصب برس دوار ، پایه دار و فنردار از سایز ۴ الی ۵۶ اینچ از جنس Stainless Steel ، Carbon Steel
- قابلیت نصب Bypass و Plug جهت شستشوی برس ها
- روش سوم:تمیزکاری با استفاده از سندبلاست (Sand blasting)

برای لوله های سایز مختلف خصوصاً لوله های با قطر بالا چه قبل از نصب و چه بعد از نصب با استفاده از تجهیزاتی که برای سندبلاست داخل لوله طراحی و ساخته شده است می توان سطح داخلی لوله ها را با روش سند بلاست تمیز کرد.

شکل-۴۵: تمیزکاری داخل لوله با استفاده از سندبلاست

در این روش با توجه به تجهیزات پیشرفته می توان به راحتی اینکار را انجام داد اما لازم است به نظرات و پیشنهادات سازنده آموزشی سازنده توجه کرد.

به نمونه های از این تجهیزات و روش کاربرد آنها برای سندبلاست داخل لوله ها با سایزهای مختلف دقت شود:

شکل-۴۶: تمیزکاری داخل لوله با استفاده از سندبلاست

شکل-۴۷: تمیزکاری داخل لوله با استفاده از سندبلاست

۵- تمیز کاری با استفاده از روش شیمیایی (Chemical cleaning)

این نوع تمیزکاری به دو روش انجام می شود:

- روش اول: تمیزکاری با مواد شیمیایی بدون پوشش اضافی

(Chemical cleaning without further coating)

- روش دوم: تمیزکاری با مواد شیمیایی با پوشش محافظ نهایی

(Chemical cleaning with final protective coating)

- روش اول: تمیزکاری با مواد شیمیایی بدون پوشش اضافی: از این روش بطور عمده از مواد شیمیایی برای تمیزکاری خطوط روغن زنی و گریس کاری تجهیزات دوار و متحرک (lubrication lines) استفاده می شود.

مراحل اصلی این روش به شرح ذیل هستند:

- شستشوی با آب سرعت بالا (Rinsing with water at high velocity)
- پاک کردن مواد روغنی به وسیله ضد چربی (موادی با خاصیت قلیایی) (Alkaline degreasing)
- اسید شویی با اسیدی که اثر زیانبار آن بازدارنده شده (Pickling with inhibited acid)
- شستشوی و خنثی سازی (Rinsing and neutralization)
- پر کردن روان کننده یا روغن (Lubricant filling)

نمونه های روش تمیزکاری Piping با مواد شیمیایی تحت عنوان Pickling

شکل-۴۸: تمیزکاری داخل لوله با استفاده از مواد شیمیایی تحت عنوان Pickling

شکل-۴۹: تمیزکاری داخل لوله با استفاده از مواد شیمیایی تحت عنوان Pickling

*- روشهای انجام عملیات Pickling

●- با استفاده از برس.(Brushing, using a pickling paste/gel)

شکل-۵۰: انجام عملیات Pickling با استفاده از برس

- با استفاده از اسپری (Spraying, using a pickling solution)

Spray pickling

شکل-۵۱: انجام عملیات Pickling با استفاده از اسپری

- با استفاده از غوطه ور کردن (Immersion/circulation in/with a pickling bath)

Bath pickling.

شکل-۵۲: انجام عملیات Pickling با استفاده از غوطه ور کردن

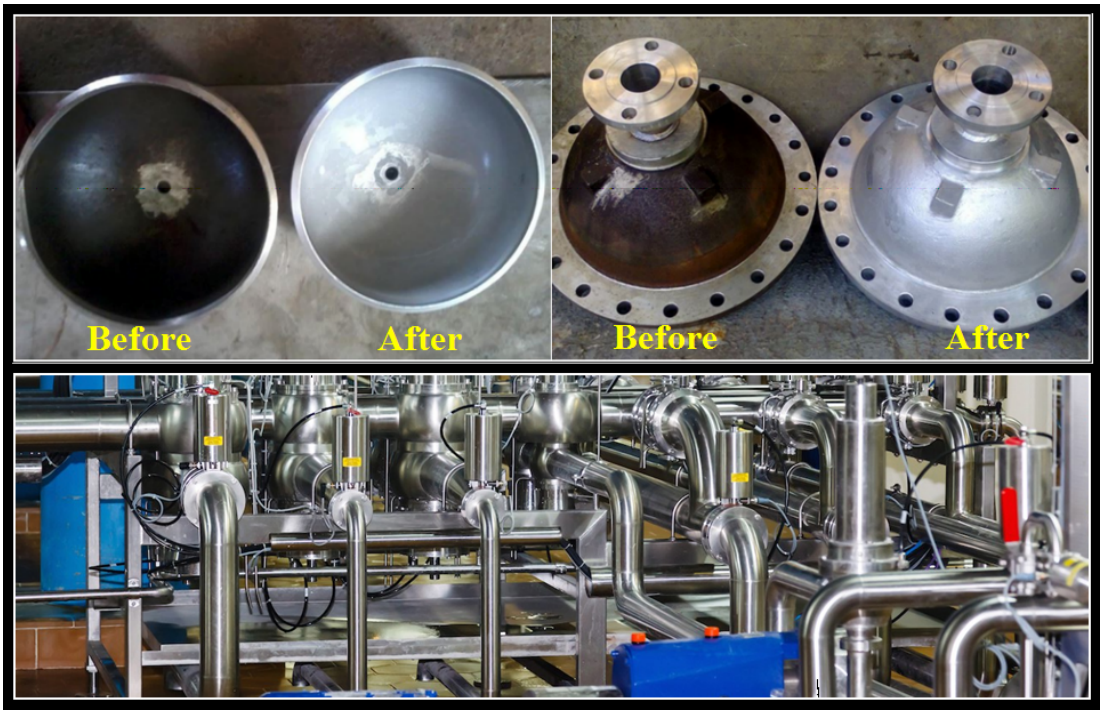
شکل-۵۳: انجام عملیات اسید شویی و مقایسه قبل و بعد

- روش دوم: تمیزکاری با مواد شیمیایی با پوشش محافظ نهایی: از این روش بطور عمده از مواد شیمیایی برای تمیزکاری خطوط فشار بالای بویلر ها استفاده می شود.

مراحل اصلی این روش به شرح ذیل هستند:

- شستشوی با آب سرعت بالا (Rinsing with water at high velocity)
- پاک کردن مواد روغنی به وسیله ضد چربی (موادی با خاصیت قلیایی) (Alkaline degreasing)
- اسید شویی با اسیدی که اثر زیانبار آن بازدارنده شده (Pickling with inhibited acid)
- شستشوی و خنثی سازی (Rinsing and neutralization)
- رویین کردن، حفاظت سطح فلز پایه (از عوامل و شرایط مخرب محیطی و شیمیایی) (Passivation)
- برداشتن سیلیس های روی سطح فلز به روش شیمیایی (Silica chemical removing)

نمونه های روش تمیزکاری Piping با مواد شیمیایی تحت عنوان Passivation



شکل-۵۴: نمایی از انجام عملیات Passivation با مقایسه قبل و بعد از انجام

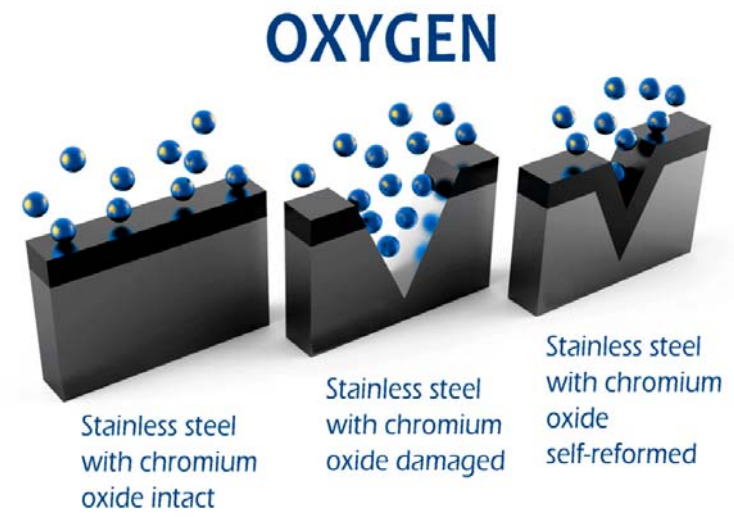
شکل-۵۵: نمایی از انجام عملیات Passivation با مقایسه قبل و بعد از انجام

- برای اینکه کلماتی همچون (Descaling, Pickling, Passivation & Cleaning) بهتر و شفاف تر مشخص شوند؛ لازم است مطالب زیر بررسی شوند:

■- مقدمه:

مقاومت به خوردگی فولادهای ضدزنگ به خاطر تشکیل ترکیب اکسیدی Passive غنی از کرم میباشد که بطور طبیعی بر روی سطح فولاد تشکیل میشود. حالت فوق شرایط نرمال و طبیعی فولاد ضدزنگ بوده و به حالت Passive معروف است. فولاد ضدزنگ بطور طبیعی توانایی ترمیم لایه Passive آسیب دیده را دارد به شرط آنکه سطحی تمیز در معرض مقادیر کافی اکسیژن به خاطر تشکیل لایه اکسید کرم (غنی از کرم) را دارا باشد. لایه Passive بطور خودبخود و پیوسته تشکیل شده و به ضخامت خود می افزاید (شکل۵۶). بطور طبیعی اگر شرایط فوق برای فولاد محیا باشد لایه Passive باقی مانده و اگر هم سطح فولاد در اثر عوامل مکانیکی (ماشین کاری، برشکاری و...) آسیب ببیند، قادر به ترمیم خود خواهد بود (در حضور مقادیر کافی اکسیژن).

در شکل زیر، فولادهای ضدزنگ دارای توانایی بی نظیری نسبت به ترمیم لایه محافظ بوده و اگر اکسیژن به میزان کافی در محیط حاضر باشد، لایه آسیب دیده، به سرعت ترمیم میگردد. این فولادها احتیاج به هیچ پوششی جهت محافظت در برابر خوردگی ندارند و به طور طبیعی لایه ای محافظ را به همراه دارند.



شکل-۵۶: شماتیکی از انجام عملیات Passivation

وجود کروم در این فولادها، سبب تشکیل لایه Passive میگردد. بر اساس تعریف EN 10088 ، فولاد ضدزنگ بایستی حداقل 10.5% Cr و ماکزیمم 1.2%C را دارا باشد. با اضافه کردن عناصری نظیر نیکل، مولیبدن، نیتروژن و تیتانیم (یا نیوبیوم)، خواص مقاومت به خوردگی این فولادها به نحو چشمگیری بهبود می یابد. عناصر فوق سبب می شوند فولاد در محدوده وسیعی از محیطها و در مقابل انواع خوردگی ها مقاوم بوده و همچنین خواصی چون شکل پذیری، استحکام، تافنس و غیره؛ بهبود یابد (گریدهای مختلف فولادهای ضدزنگ با خواصی متفاوت).

نمیتوان انتظار داشت که فولادی در تمام محیطها مقاومت به خوردگی مطلوبی داشته باشد بلکه بر اساس نوع فولاد (ترکیب شیمیایی) محیطهایی وجود دارند که در آن لایه Passive آسیب دیده و قادر به ترمیم خود نمی باشد، در چنین حالتی سطح اکتیو شده و خوردگی رخ میدهد. در فولادهای ضدزنگ، سطح اکتیو در مکانهای کوچک و عاری از اکسیژن رخ میدهد مانند اتصالات، شیار، سطوح جوش معیوب وغیره؛ که نتیجه آن خوردگی شیاری (Crevice Corrosion) و یا حفره ای Pitting میباشد.

- مقایسه بین Descaling, Pickling, Passivation & Cleaning

گاهی اوقات واژه های فوق اشتباه گرفته می شوند اما فرآیندهایی کاملاً مشخص می باشند. روشن شدن تفاوت های بین فرآیندهای فوق که برای فولادهای ضدزنگ صورت می پذیرد، ضروری میباشد.

- Descaling

فرآیند فوق شامل حذف اکسیدهای (قابل رویت) چسبیده به سطح فولاد میباشد. این اکسیدها تیره (خاکستری تیره) رنگ میباشند. این اکسیدها عموماً در حین ساخت فولاد بوجود می آیند که برای حذف آنها دو مرحله وجود دارد، ابتدا حذف مکانیکی و سپس حذف باقیمانده ذرات از روی سطح بلافاصله پس از عملیات فوق، سطح جدید ماده زیر (Scale) اسید شویی میگردد. فرآیند فوق باید به تنهایی و جداگانه صورت پذیرد.

اگر چه ممکن است در فرآیندهای مربوط به ساخت فولاد نظیرعملیات حرارتی و یا جوشکاری، مقادیری ناچیز Scale بوجود آید اما در مرحله Descaling ، معمولاً بیش از آنچه در بالا توضیح داده شد، کاری صورت نمی پذیرد (ضروری نمی باشد).

- Pickling

واژه‌ی Pickling عبارت است از برداشتن لایه نازکی از فلز از روی سطح فولاد ضدزنگ. معمولاً برای Pickling فولادهای ضدزنگ ، مخلوطی از اسید نیتریک و اسید هیدروفلوریک استفاده میگردد. این عملیات معمولاً برای برداشتن لایه تیره ناشی از جوشکاری استفاده میشود

شکل-۵۷: انجام عملیات اسید شویی و مقایسه قبل و بعد

شکل-۵۸: انجام عملیات اسید شویی و مقایسه قبل و بعد

در شکل فوق Scale های بوجود آمده بر روی Cap جوش و همچنین لایه تیره بوجود آمده در نواحی اطراف جوش که با عملیات Pickling می توان آن را حذف نمود.

- روشهای Pickling

روشهای متنوعی برای Pickling فولادهای ضدزنگ وجود دارد. مهمترین اسیدها برای این کار نیز اسید نیتریک و اسید هیدروفلریک می باشند. اصلی ترین روشهایی که برای Pickling فولادهای ضدزنگ (پس از ساخت در کارخانه) و مخصوصاً برای قطعات بزرگ استفاده می شود عبارتند از:

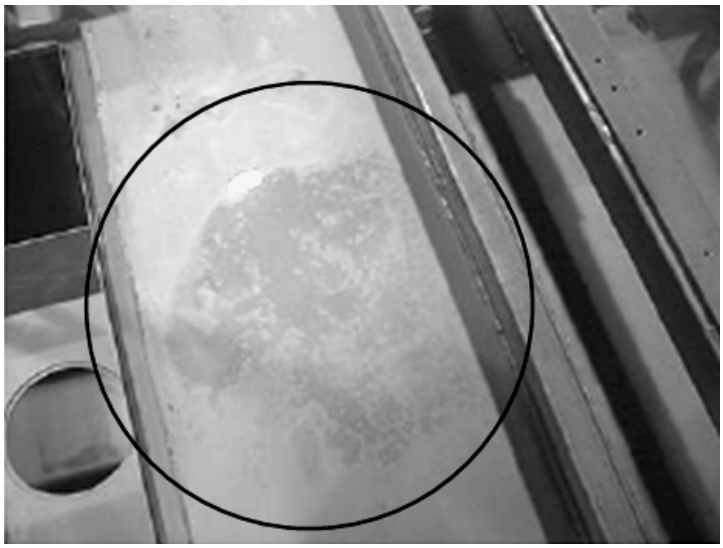
- با استفاده از برس
- غوطه وری
- اسپری کردن

- Passivation ●

لایه Passive در حالت طبیعی بر روی سطح فولاد تشکیل می گردد اما گاهی نیاز است برای کمک به تشکیل آن از اسیدهای اکسیدکننده استفاده شود. بر خلاف عملیات Pickling هیچ فلزی از روی سطح برداشته نمی شود. با کمک عملیات Passivation (استفاده از اسید) کیفیت و ضخامت لایه Passive بطور چشمگیری بهبود می یابد. عملیات Pickling و Passivation بایستی پشت سر هم انجام شوند (و نه همزمان) چرا که اسید نیتریک به تنهایی تنها به تشکیل لایه Passive کمک می کند و برای عملیات Pickling کافی نمی باشد. چنانچه این عملیات لازم باشد باید مطابق استاندارد ASTM A 967 انجام شود.

- Cleaning ●

ترکیبات روغنی، گریس و یا غیرآلی نمیتوانند به تنهایی و با استفاده از اسید از روی سطح برداشته شوند. بنابراین برای اطمینان از تشکیل لایه Passive مناسب که در حین سرویس متضمن مقاومت به خوردگی فولاد باشد، بایستی ترکیبی از عملیات چربی زدایی، تمیزکاری، Pickling و Passivation پس از ساخت و هرگونه عملیات نظیر ماشین کاری، جوشکاری و عملیات حرارتی، بر روی سطح فولاد صورت پذیرد. اگر هرگونه آلودگی نظیر چربی، روغن و غیره، بر روی سطح باشد، قبل از اسید شویی بایستی از روی سطح تمیز گردد.



شکل-۵۹: وجود چربی و روغن بر روی سطح وعدم انجام تمیزکاری قبل از عملیات Pickling

■- تمیزکاری خطوط Piping به روش Flushing

❋- مشکلات خاص در تمیز کاری با استفاده از هوا

مشکلات خاص در تمیز کاری با استفاده از هوا (Specific problems of air flushing) به شرح زیر هستند:

۱- (مشکل تأمین) هوا با سرعت و نرخ حجم بالا

- (مشکل تأمین) هوا با سرعت و نرخ حجم بالا (High velocities and large flows)

در این روش از تمیزکاری هوا با سرعت (30 to 70 m/s) در سرتاسر لوله جریان می یابد. اگر با روش (continuous blowing) یعنی دمیدن مستمر و پیوسته در یک لوله ای به قطر .18 in انجام شود، لازم است چنانچه سرعت جریان (30 m/s) در نظر گرفته شود نرخ جریانی (flow rate) حدود ($17,000\ m^3/h$) مورد نیاز می باشد. این شدت جریان بالا آنهم بصورت مستمر از هوا بندرت در سایت قابل دسترسی می باشد. در ضمن پیدا کردن کمپرسور موقت که چنین حجمی از هوا را نیز تأمین کند به سادگی امکان پذیر نیست.

۲- (مشکل حجم) حجم بالایی از هوا (Large volumes of air)

در این روش اگر از متد کاهش سریع فشار (Quick Decompression) قرار است استفاده شود نیاز به حجم بالای از هوای ذخیره شده می باشد که بالا رفتن فشار چنین حجمی به زمان زیادی نیاز دارد.

۳- (مشکل کارکرد) تمیزکاری با فلاشینگ هوا کارکردی خطرناک دارد.

(Air flushing is a hazardous operation)

مقدار انرژی زیادی هنگام خروج چنین حجمی از هوا ایجاد می شود، بنابراین؛ دستورالعمل ایمنی خاصی می بایست در نظر گرفت. بطور کلی؛ عملیات فلاشینگ هوا می بایست در شب یا در زمانی که کار کردن در سایت متوقف شده، انجام شود.

۴- (مشکل کیفیت هوا) (Air quality)

در بعضی از موارد کیفیت هوای مورد استفاده در عملیات فلاشینگ هوا مهم است و می بایست عاری از روغن و هوای خشک باشد. (ممکن است خشک کننده‌ی موقت هوا و جدا کننده‌ی روغن مورد نیاز باشد.)

باید توجه کرد با توجه به خطرات هنگام خروج هوای ذخیره شده در شبکه خطوط Piping می بایست به فاصله حداقل ۳۰ متر از محل خروج هوا فاصله ایمنی رعایت شود. می بایست انجام این کار با اخد مجوز کار Specific work permits از واحد ایمنی سایت همراه باشد.

❋- متد و روشهای اصلی تمیز کاری فلاشینگ خطوط Piping

●- تمیز کاری با استفاده از هوا (Air flushing)

●- تمیز کاری با استفاده از آب (Water flushing)

❋- تمیز کاری با استفاده از هوا (Air flushing) این روش به دو صورت انجام می شود:

۱- روش اول: استفاده از یک شیری که سریع باز شود (A quick opening valve)

۲- روش دوم: کاهش فشار بطور سریع و ناگهانی با (A Rupture disk)

۳- روش سوم: با استفاده از پارگی لایه های پلاستیک

۱- روش اول: استفاده از یک شیری که سریع باز شود (A quick opening valve)

توجه ویژه: در خطوط پایپینگ دارای سایز کوچک از روش لایه های پلاستیک برای عملیات Rupture استفاده نمی شود بلکه از شیری که سریع باز شود "quick opening valve" مثل (Globe Valve) که برای تخلیه سریع فشار بکار برده می شود.

شکل-۶۰: نمونه ای از انجام Rupture در پایپینگ سایز کوچک با اشتفاده از Globe Valve

۲- روش دوم: کاهش فشار بطور سریع و ناگهانی با (A Rupture disk)

در این روش می توان از صفحه های مخصوص برای این کار یعنی نوع Tension Disk هم استفاده کرد.

- وضعیت Tension Disk از دیدگاه راهنمای شرکت گروه تکنولوژی KLM

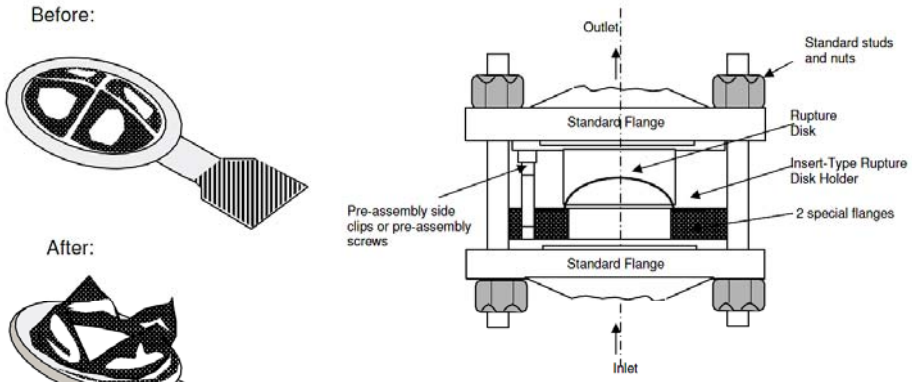
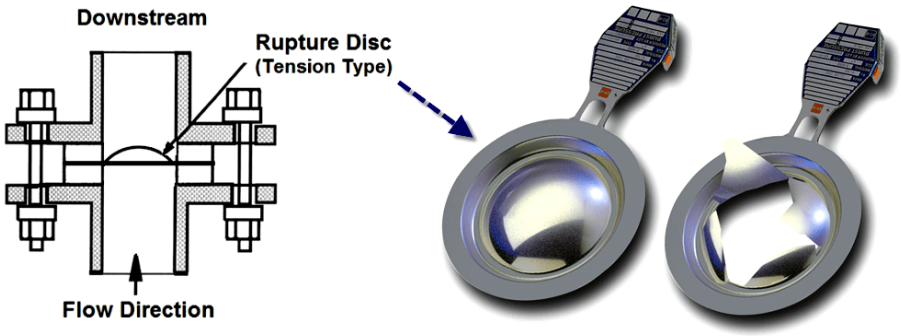


Figure 5: Forward-Acting Solid Metal Rupture Disk Assembly

KLM Technology Group

www.klmtechgroup.com

Process Equipment Design Guidelines Chapter Ten
PRESSURE RELIEF VALVE
SELECTION AND SIZING
(ENGINEERING DESIGN GUIDELINES)



شکل-۶۱: نمونه ای از Rupture Disk قبل و بعد از استفاده در Flushing

*- راپچر دیسک (Rupture Disk) یا دیسک انفجاری (دیسک پاره شونده) چیست؟

راپچر دیسک (Rupture Disk) یا دیسک انفجاری (دیسک پاره شونده)، یکی از تجهیزات ایمنی و حساس کنترل فشار است که به منظور تخلیه فشار در سیستم‌های تحت فشار یا خلاء اضافی کاربرد دارد. طراحی این وسیله به نحوی است که در فشار بحرانی از قبل تعریف شده، با دقت بالا در کسری از ثانیه عمل کرده و باعث تخلیه فشار اضافی و جلوگیری از انفجار سیستم می‌شوند. به‌کارگیری دیسک پاره شونده در موارد بسیاری، ضروری است. برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- زمانی که احتمال افزایش ناگهانی فشار در سیستم وجود دارد.
- احتمال عمل نکردن سایر تجهیزات در سیستم وجود دارد.
- سیستم نیاز به تخلیه آنی دارد.
- نشتی در سیستم به هیچ وجه مجاز نباشد.
- جهت عملیات Flushing با هوا هم استفاده می شود.

II. Non Reclosing Pressure Relief Devices

(A) Rupture Disk

Rupture disk structure consists of a thin diaphragm held between flanges. It is a device designed to function by the bursting of a pressure-retaining disk (Figure 5). This assembly consists of a thin, circular membrane usually made of metal, plastic, or graphite that is firmly clamped in a disk holder. When the process reaches the bursting pressure of the disk, the disk ruptures and releases the pressure.

II- تجهیزات رها کننده فشار غیر قابل استفاده مجدد

(A) دیسک پاره شونده

ساختار **دیسک پاره شونده** شامل یک دیافراگم نازک است که بین فلنج ها نگه داشته شده است. دستگاهی است که برای عملکرد با ترکیدن دیسک نگهدارنده فشار، طراحی شده است (شکل ۶۱). این مجموعه از یک غشاء دایره ای و نازک تشکیل شده است که معمولاً از فلز ، پلاستیک یا گرافیت ساخته شده و محکم در یک نگهدارنده دیسک بسته می شود. هنگامی که فرآیند به فشار ترکیدن دیسک می رسد ، دیسک پاره می شود و فشار را آزاد می کند.

Rupture disks can be installed alone or in combination with other types of devices. Once blown, rupture disks do not reseat; thus, the entire contents of the upstream process equipment will be vented. Rupture disks are commonly used in series (upstream) with a relief valve to prevent corrosive fluids from contacting the metal parts of the valve. In addition, this combination is a re-closing system. The burst pressure tolerance at the specified disk temperature shall not exceed ± 2 psi for stamped burst pressure up to and including 40 psi and ± 5% for stamped burst pressure above 40 psi[6].

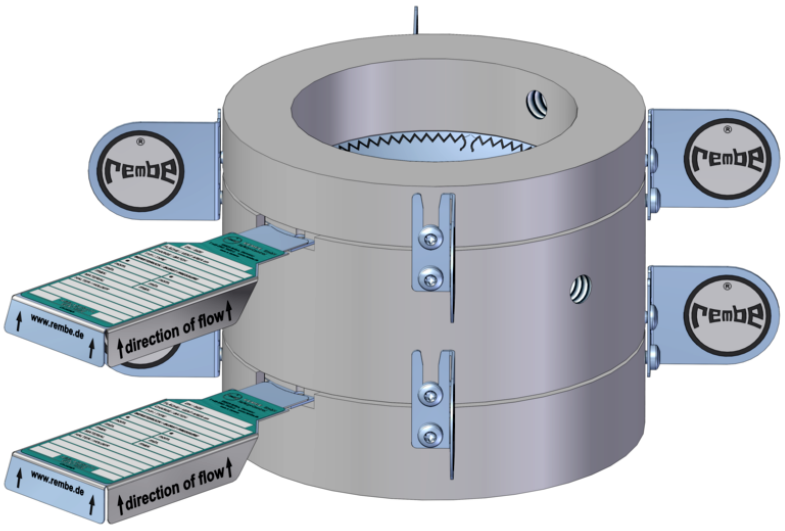
دیسک های پاره شونده را می توان به تنهایی یا در ترکیب با انواع دیگر دستگاه ها نصب کرد. پس از دمیدن ، دیسک های پاره شونده دوباره بکار برده نمی شوند. بنابراین ، تمام محتوای تجهیزات فرآیند بالادست تخلیه می شوند. دیسکهای پاره شونده معمولاً بصورت مجموعه (بالادست) با شیر اطمینان استفاده می شوند تا

از تماس مایعات خورنده با قسمتهای فلزی شیر جلوگیری کنند. علاوه بر این ، این مجموعه یک سیستم با قابلیت دوباره بستن است. تلورانس فشار ترکیدن در دمای مشخص شده دیسک برای فشارهای استامپ شده (تعیین شده) تا 40 psi نباید از 2 psi ± و برای فشارهای تعیین شده‌ی بالای 40 psi نباید بیشتر از 5% ± شود.

Rupture disks can be used in any application, it can use single, multiple and combination used with other pressure relief valve (either installed at the inlet / outlet of a pressure relief valve). Rupture disk is installed at inlet of pressure relief valve when to provide corrosion protection for the pressure relief valve and to reduce the valve maintenance. When it installed at outlet of a pressure relief valve, it is functioning to protect the valve from atmospheric or downstream fluids. When used in highly corrosive fluid, two rupture disks are requiring installing together. It can use for process with high viscosity fluid, including nonabrasive slurries. The advantages and disadvantages of rupture disks show in following table.

دیسک های پاره شونده را می توان در هر کاربردی استفاده نمود ، می توان از آنها بصورت تک ، چندتایی یا ترکیبی همراه با سایر دریچه های شیر اطمینان (که در ورودی / خروجی شیر اطمینان نصب شده اند) استفاده شود. دیسک پاره شونده در ورودی شیر اطمینان برای محافظت از خوردگی و کاهش تعمیر شیر اطمینان نصب و استفاده نمود. هنگامی که در قسمت خروجی شیر اطمینان نصب می شود ، عملکرد آن برای محافظت از شیر اطمینان در برابر سرویس ها یا مایعات پایین دست است. هنگامی که در مایع بسیار خورنده استفاده می شود ، دو دیسک پاره شونده نیاز به نصب با هم دارند. این می تواند برای فرآیند با سیال با ویسکوزیته بالا ، از جمله محلول های غیر ساینده استفاده شود. مزایا و معایب دیسک های پاره شونده.

Double disc assembly Rupture disc holder



شکل-۶۲: نمونه ای از Rupture Disk دوتایی

استفاده از دو دیسک پاره شونده به صورت ترکیبی باعث می شود روند پس از، از بین رفتن یک دیسک با خیال راحت عملیات ادامه یابد زیرا این فرآیند هنوز توسط دیسک دوم (بسته) ایمن است. به همین دلیل ،

فرایندهای تولیدی که از محیط های سمی یا خورنده استفاده می کنند یا دارای فشار برگشت متغیر یا زیاد هستند ، اغلب توسط دو دیسک پاره شونده نصب شده به صورت سری محافظت می شوند. اینها را می توان به صورت جداگانه یا با ظرافت بیشتری در یک نگهدارنده دیسک پاره شونده مونتاژ دو دیسک نصب کرد. همچنین استفاده از انواع مختلف دیسک پاره شونده به صورت ترکیبی امکان پذیر است.

در جدول زیر نشان داده شده است

جدول-۶: مزایا و معایب Rupture Disk ها

Table 2 : Advantages and disadvantages of rupture disks[9]

Advantages	Disadvantages
Instaneous full opening	Non-reclosing (vent until inlet and outlet pressures equalize)
Zero leakage	Requires high margin between operating and opening pressures
Very large sizes easily and relatively economically available	Can fail by fatigue due to pulsations of pressure
Wide range of materials easily available	Burst pressure highly sensitive to temperature
Economical when exotic materials are imposed for the process	No possibility to check the burst pressure in the field
Virtually no maintenance	Requires depressurizing equipment for replacement after bursting
Full pipe bore (almost) Low pressure drop Low cost	Tolerance usually ± 5%

مزایا (Advantages) :

- باز شدن فوری و آنی
- عدم نشتی
- اندازه های بسیار بزرگ به راحتی و از نظر اقتصادی در دسترس هستند.
- طیف گسترده ای از مواد به راحتی در دسترس است.
- مقرون به صرفه هنگامی که مواد نامتعارف برای فرآیند اعمال می شوند.
- بدون تعمیر و نگهداری بالقوه
- سوراخ لوله کامل (تقریبا) افت فشار کم و کم هزینه

معایب (Disadvantages) :

- غیر احتراق (دریچه تا فشار ورودی و خروجی برابر شود)
- نیاز به حاشیه زیاد بین فشارهای عملیاتی و بازشو دارد
- بدلیل خستگی در اثر ضربان های ناشی از فشار می تواند شکست بخورد یا به اصطلاح Fail کند.
- فشار انفجار به دما بسیار حساس است.
- در میدان (سایت) امکان بررسی فشار انفجار وجود ندارد
- برای جایگزینی پس از ترکیدن به تجهیزات فشار دهنده نیاز دارد
- تلورانس معمولاً 5% ± است.

۳- روش سوم: با استفاده از پارگی لایه های پلاستیک

در این روش می توان از صفحه های چند لایه پلاستیک استفاده کرد.

شکل-۶۳: نمونه ای از اجرای Flushing با هوا و استفاده از پلاستیک

*- مراحل نصب پلاستیک چند لایه جهت عملیات Rupture

و در نهایت پارگی پلاستیک پس از عملیات Rupture

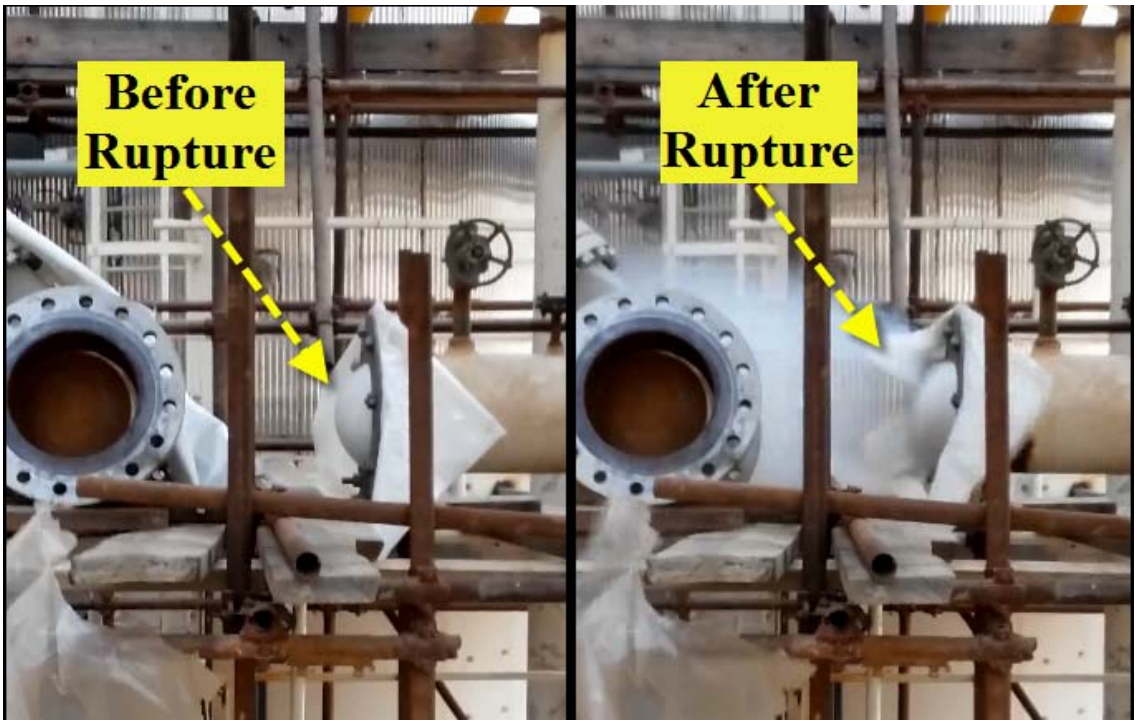
شکل-۶۴: نمونه ای از آماده سازی نصب چند لایه پلاستیک بر روی فلنج انتهایی جهت Rupture

پس از اعمال فشار و در نهایت رسیدن به فشار لازم جهت Rupture گروه انجام عملیات Flushing با اعلام خطر که معمولاً آژیر خطر است به پرسنل حاضر در محل کار هشدارهای لازم را اعلام می کنند و در این زمان لایه های پلاستیک نصب شده بر روی فلنج خروجی سیستم پایپینگ عمل Rupture با صدای مهیبی اتفاق می افتد و در این زمان گرد و خاک زیادی به همراه اشیاء باقی مانده در خط پایپینگ به بیرون پرتاب می شوند و با تکرار این عمل در چندین نوبت در نهایت به لوله پایپینگ تمیزی جهت انجام عملیات هیدروتست منتهی می شود.

شکل-۶۵: نمونه ای از پاره گی لایه های پلاستیک نصب شده روی فلنج انتهایی جهت Rupture

در رابطه با عملیات Rupture با استفاده از چند لایه پلاستیک سوالاتی مطرح می شود از جمله:

- عملیات Rupture با چند بار فشار هوا انجام می شود؟
- در عملیات Rupture از چند لایه پلاستیک استفاده می شود؟



شکل-۶۶: نمونه ای دیگر از پاره گی لایه های پلاستیک نصب شده روی فلنج انتهایی جهت Rupture

پاسخ به سوالات مطرح شده در رابطه با Rupture با پلاستیک مطابق زیر:

- عملیات Rupture با چند بار فشار هوا انجام می شود؟

تأمین هوای فشرده توسط کمپرسور انجام می شود. میزان فشار هوایی که برای Rupture در عملیات فلاشینگ نیاز است 7 bar است.

کمپرسور Airman ژاپن – موتور ساخت میتسوبیشی
کمپرسور ایرمن ژاپن کمپرسوری است اسکرو که ساخت هواساز و مونتاژ ساخت کمپانی Airman ژاپن میباشد. موتور دستگاه از نوع دیزلی و ساخت کمپانی میتسوبیشی ژاپن میباشد.

شکل-۶۷: نمونه ای از کمپرسور تأمین کننده هوای فشرده

جدول-۷: مشخصات دو نمونه از کمپرسورهای ایرمن ژاپن

کمپرسور Airman ژاپن – موتور ساخت میتسوبیشی ژاپن – واحد هواساز ساخت ایرمن ژاپن			
مدل کمپرسور	F.A.D	فشار کاری	مدل موتور
	m3/min	Bar	
PDS 130S-6B4	3.7	7.1	SHIBAURA
PDS 185S-6C2	5	7.1	YANMAR

● - در عملیات Rupture از چند لایه پلاستیک استفاده می شود؟

در رابطه با تعداد لایه های پلاستیک مورد نیاز برای عملیات Rupture به عوامل متعددی بستگی دارد:

- فشار هوای مورد استفاده برای Rupture که معمولاً 7 bar است.
- سایز لوله ای که قرار است Rupture شود. قاعده ای تعریف شده مبنی بر اینکه به ازای هر اینچ سایز دو لایه پلاستیک در نظر گرفته شود مثلاً سایز 8 in. = 16 Sheet یا 20 in. = 40 Sheet
- ضخامت پلاستیک مورد استفاده برای Rupture . ضخامت پلاستیک مورد استفاده برای Rupture که در سایتهای پالایشگاهی و پتروشیمی مورد استفاده قرار می گیرد در حد 300 ~ 150 میکرون است.

شکل-۶۸: رولهٔ پلاستیک مورد استفاده در Rupture

شکل-۶۹: ضخامت یک لایه پلاستیک مورد استفاده در Rupture ۱۰۰ میکرون (0.1 mm)

شکل-۷۰: ضخامت دو لایه پلاستیک مورد استفاده در Rupture ۲۰۰ میکرون (0.2 mm)

- دستورالعمل روش تمیزکاری با فلاشینگ هوا (Air flushing procedure)

قبل از انجام تمیزکاری با هوا می بایست موارد زیر چک شوند:

- وجود لوله و اسپول های ساخته شده‌ی (dummy spools) اضافی در صورت نیاز
- وجود ساپورتها (Supports) ، کلمپ ها (clamps) و نگهدارنده ها (restraints)
- (تجهیزات و اسباب لازم جهت) محافظت از محیط زیست (Environment protection)

و همچنین داشتن یک مجوز از بخش ایمنی برای انجام و شروع کار تمیزکاری با هوا.

انجام تمیزکاری به روش دمیدن (هوای) مستمر (Continuous blowing method) مراحل انجام:

- شروع بکار کمپرسور (Start the compressor)
- باز کردن شیر تخلیه بر روی لوله اصلی (هدر) جهت تمیزکاری با استفاده از هوا (Open the valves …)
- اجازه دادن به عبور جریان هوا در سرتاسر شبکه براساس شدت جریان محاسبه شده.
- اگر شیر مابین شبکه ای که قرار است با هوا تمیزکاری شود از نوع شیر کروی (globe valve) باشد، و کمپرسور اجازه تغییر سریع نرخ جریان (quick changes of flow rates) را دارد، این تغییرات نرخ جریان در خط ممکن است، از طریق، تغییرات سرعت باعث جدایش خیلی سریع زنگ (rust) و لایه اکسید (scale) از روی سطح فلز شود. برای آلودگی های معمولی انجام تمیزکاری به روش دمیدن (هوای) مستمر (Continuous blowing) با سرعت ثابت سودمند است.

انجام تمیزکاری به روش کاهش سریع فشار (Quick decompression method) مراحل انجام:

در ابتدا بازرسی شود شبکه ای که قرار است با این روش تمیزکاری شود (از خطوط دیگر) جدا شده باشد.

- اگر از یک شیر تخلیه سریع استفاده می شود، و اگر برای شبکه فشار حداقل 6 bar طراحی شده است و اجازه داده می شود که فشار هوا در شبکه تا 6 bar فشار بگیرد، سپس برای باز کردن شیر تخلیه تمامی موارد ایمنی چک و بررسی شوند. اگر لازم باشد می بایست این عمل (فشار گیری و تخلیه‌ی سریع) به دفعات متعدد تکرار شود تا تمیزکاری به صورت مطلوب انجام شود.

توجه: اگر شبکه تاب و تحمل 6 bar فشار را ندارد، فشار باید بنا به درخواست با دقت کنترل شود (چنانچه لازم است یک گیج فشار سنج برای شبکه نصب شود) تا هرگز؛ فشار مجاز سیستم، افزایش نیابد.

- اگر از روش پارگی یک صفحه (Rupture disk) استفاده می شود، بعد از اینکه تمامی موارد ایمنی چک و بازرسی شد، اجازه داده شود که هوا در شبکه جریان یابد (ذخیره شود) و همچنین بطور پیوسته بالا آمدن فشار موجود در شبکه چک و کنترل شود، و وقتی که بر اثر افزایش فشار صفحه پاره شد، ورود هوای فشرده به داخل شبکه متوقف شود. اگر لازم باشد می بایست این عمل (افزایش فشار و پارگی صفحه نگهدارنده فشار) به دفعات متعدد تکرار شود تا تمیزکاری به صورت مطلوب انجام شود.

❋- معیارهای پاکیزه گی و تمیزکاری

معیارهای اصلی:

- رنگ هوای ابری خروجی (Color of the cloud at the air outlet)

در زمان شروع عملیات دمیدن هوا یا (Air blowing) رنگ هوای ابری خروجی قهوه ای است (در واقع رنگ زنگ) است. اما (در پایان عملیات Air blowing) رنگ آن روشن و درخشان می شود.

این رنگ روشن و درخشان تا زمانی که عملیات (Air blowing) طول بکشد باید ادامه داشته باشد.

- رنگ یک ورقه سفید ثابت شده بطور عمود به جریان خروجی

معمولاً از یه ورق آلومینیومی یا گالوانیزه استفاده می شود. در ابتدای عملیات blowing بر اثر ضربات هوا رنگی که روی این ورقهای آلومینیومی یا گالوانیزه دیده می شود رنگ قهوه ای است که اثرات زنگ را بخوبی

نشان می دهد. به مرور که از ابتدای عملیات blowing می گذرد بتدریج رنگ قهوه ای به رنگ روشن و شفاف تغییر می کند که نتیجه اجرای خوب عملیات blowing است. باید توجه کرد برای هر عملیات blowing این ورق آلومینیومی یا گالوانیزه می بایست عوض شود.

- تعداد ضربات بر یک ورقه استاندارد:

وقتی یک خط لازم است به خوبی تمیز شود (مثل خطوط lines upstream توربین ها) این ورق می بایست بر روی لوله اگزوز "tail pipe" قرار بگیرد. تعداد ضربات (نگاه کنید به ورق استاندارد در شکل Figure C) سه دقیقه بعد از blowing فرض شود.

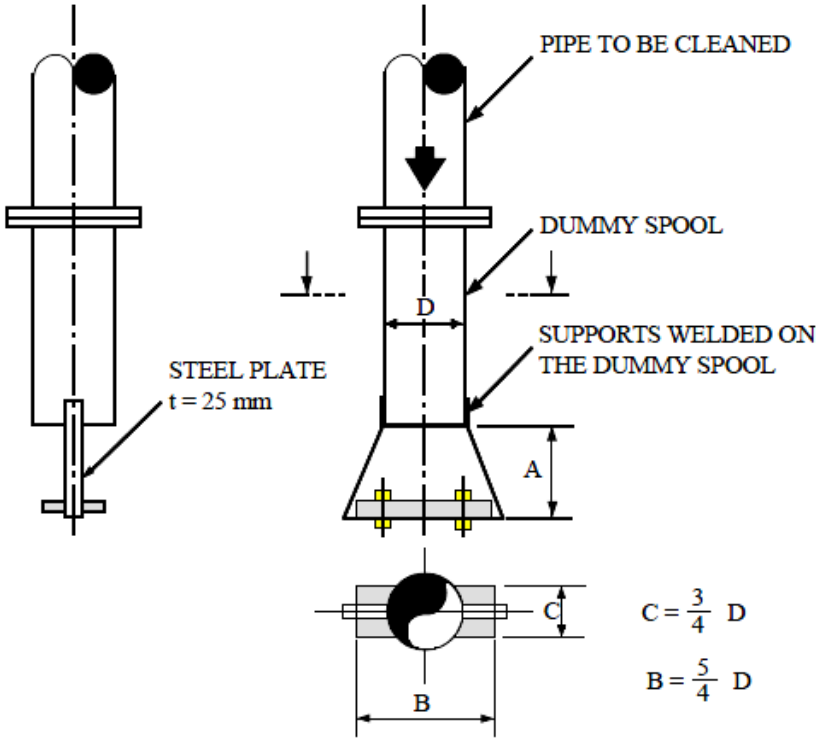


Figure C

شکل-۷۱: نحوی کنترل صحت عملیات Air blowing

- تمیز کاری با استفاده از فلاشینگ آب (Water flushing)
- مشکلات خاص در تمیز کاری با استفاده از فلاشینگ آب (Specific problems of water flushing)
- مشکل سرعت کم: (Slow velocity)

سرعت آب در سرتاسر لوله بطور نرمال فقط در حدود 3 to 4 m/s است و بندرت بیشتر می شود که نسبت به (Air blowing) دمیدن هوا خیلی کمتر می باشد.

- مشکل حجم و شدت جریان آب: (Volume and flow rate of water)

برای لوله های با قطر بالا، برای رسیدن شدت جریان آب به یک سطح قابل قبول به یک سرعت بالا نیاز است، برای مثال؛ برای یک لوله با سایز .24 in برای اینکه به سرعت آب به 3 m/s برسد به جریان آبی حدود 3000 m^3/h نیاز است، بنابراین؛ اگر عملیات فلاشینگ آب حداقل ده دقیقه طول بکشد به میزان 500 m^3 آب نیاز است.

- مشکل کثیفی آب در دسترس: (Dirty water disposal)

معمولاً برای شدت جریان بالای آب، آبگذر (محل تخلیه آب) در نظر نمی گیرند. یک انشعاب اضافی بطور موقت و همچنین یک محل ذخیره سازی میانی، ممکن است نیاز باشد.

- مشکل وزن آب: (Weight of water)

برای خطوطی که برای گاز طراحی شده اند، وزن لوله‌ی پر از آب برای آویز ها (Hangers) و ساپورتها (Supports) می تواند بسیار سنگین باشد. (این موضوع می بایست قبل از هر عملیات فلاشینگ چک و بررسی شود.)

- مشکل عامل خوردگی: (Corrosion factor)

آب خام یا آب دریا می توانند در برخی شرایط باعث خوردگی متریال شوند. در سیستم های لوله کشی و مخازن استنلس استیل باید از یونهای کلراید اجتناب شود. آب دریا (جهت استفاده) می بایست حاوی مواد بازدارنده (inhibited) باشد. بطور متداول ممکن است از آب دریا برای عملیات تمیزکاری فلاشینگ اولیّه استفاده کرد اما برای تمیزکاری فلاشینگ نهایی می بایست از آب دریایی که حاوی مواد بازدارنده (inhibited) باشد؛ استفاده کرد.

- مشکل کیفیت آب: (Quality of the water)

فقط باید از آب پاک (clean water) استفاده کرد. آب خام یا آب دریا می بایست تماماً در حد اندازه‌ی ۱۰۰ میکرون فیلتر شوند

- دستورالعمل روش تمیزکاری با استفاده از فلاشینگ آب (Water flushing)

قبل از انجام تمیزکاری با آب همراه با فشار می بایست موارد زیر بازبینی شوند:

- وجود لوله و لوله های آب آتش نشانی (hose pipes) و همچنین اسپول های ساخته شده‌ی (dummy spools) اضافی خصوصاً برای عملکرد فلاشینگ نیاز است.
- وجود ساپورت ها، آویزه ها، پدها و فلنجهای پمپ ها (supports, hangers, pads, pump flanges) و غیره.
- (تجهیزات و اسباب لازم جهت) محافظت از محیط زیست (Environment protection) در محل خروج آب

اگر شدت جریان آب، لازم و مهم می باشد، و اگر قصد استفاده از آب سیستم خنک کننده یا از سیستم آب آتش نشانی می رود، از متصدیان بهره برداری این شبکه ها پرسیده شود چنانچه امکان انجام فلاشینگ با این سیستم ها باشد، برای مصرف کننده های دیگر ایجاد مزاحمت نمی شود. (به اصطلاح با توجه به اهمیّت این دو سیستم یعنی سیستم خنک کننده و سیستم آب آتش نشانی می بایست برداشت آب از این سیستمها با مجوز مسئولین این واحدها باشد.)

وقتی انجام عملیات فلاشینگ با استفاده از آب سیستمهای فوق الذکر مجاز شناخته شود، از یک دریچه که نزدیک شیر ورودی می باشد آب به درون شبکه منتقل شود. مطابق درخواست این فرایند به آهستگی انجام شود تا اشتباهی رخ ندهد. وقتی تمامی این مراحل بدرستی انجام شد؛ شیر باز شود تا آن جریان مورد انتظار بدست آید.

- بازرسی و کنترل شدت جریان (To check the flow rate)

- اگر از آب شبکه خنک کننده بعنوان تغذیه کننده‌ی آب عملیات فلاشینگ استفاده می شود، از جریان سنجی (flowmeter) که بر روی این شبکه قرار گرفته برای بدست آوردن شدت جریان استفاده شود، (از اختلاف قبل و در خلال عملیات فلاشینگ)

- اگر از منبع دیگری استفاده می شود، می بایست یک گیج فشار (pressure gauge) بر روی ورودی شبکه ای که قرار است عملیات فلاشینگ انجام شود، نصب شود (در قسمت پایین دستی downstream شیر ورودی قرار گیرد.) و جریان می بایست بوسیله‌ی یک نشانگر (Acting) که بر روی شیر ورودی (inlet valve) قرار می گیرد، تنظیم شود، تا سقف اتلاف (یا کاهش آب) برابر با یکی از سرعت های محاسبه شده در زیر باشد.

سرعت می بایست معادل کمترین عدد بین 60 m/s و سرعت حاصله از 1.5 برابر حداکثر شدت جریان فرآیند باشد (برای خطوط فرآیند گاز). خطوط فرآیند مایع که بطور کلی بوسیله آب فلاشینگ می شوند، اگر الزامی برای فلاشینگ توسط هوا وجود داشته باشد، سرعت 30 m/s باید بکار برده شود.

- مدت استمرار فلاشینگ (Duration of the flushing)

- دست کم، زمان مورد نیاز برای باز کردن تمامی دریچه های تخلیه (Vents, Drains)، و خطوط ضربه ای (impulse lines) (وقتی که ابزار دقیق ها جدا شده اند)

- معمولاً: زمان مورد نیاز برای خروج آب براساس تمیزکاری مطابق ورود آن باشد.

وقتی هدر اصلی از شبکه فرضاً تمیز شده باشد، جریان آب متوقف و شبکه برای فلاشینگ اتصالات و انشعابات آماده شود. وقتی فلاشینگ شبکه بطور رضایتمندی انجام شد، اگر لازم بود مسیر گردش (آب فلاشینگ) باید با آب پاک شستشوی شود. سپس تجهیزاتی که از سیستم فلاشینگ برداشته شده بودند مجدداً نصب شوند (دقت شود که هنگام نصب این تجهیزات خط مورد نظر آلوده نشود) و چنانچه لازم است با آبی که حاوی مواد بازدارنده (inhibited water) (از خوردگی) می باشد، خط مورد نظر پر شود.

- تفاوتهای مابین دو روش Cleaning و Flushing

نتیجه: پس از توضیحات مفصل در رابطه با عملیات تمیزکاری (Cleaning) و عملیات فلاشینگ (Flushing) به تفاوتهای این دو روش تمیزکاری بطور تیتر وار در زیر اشاره می شود:

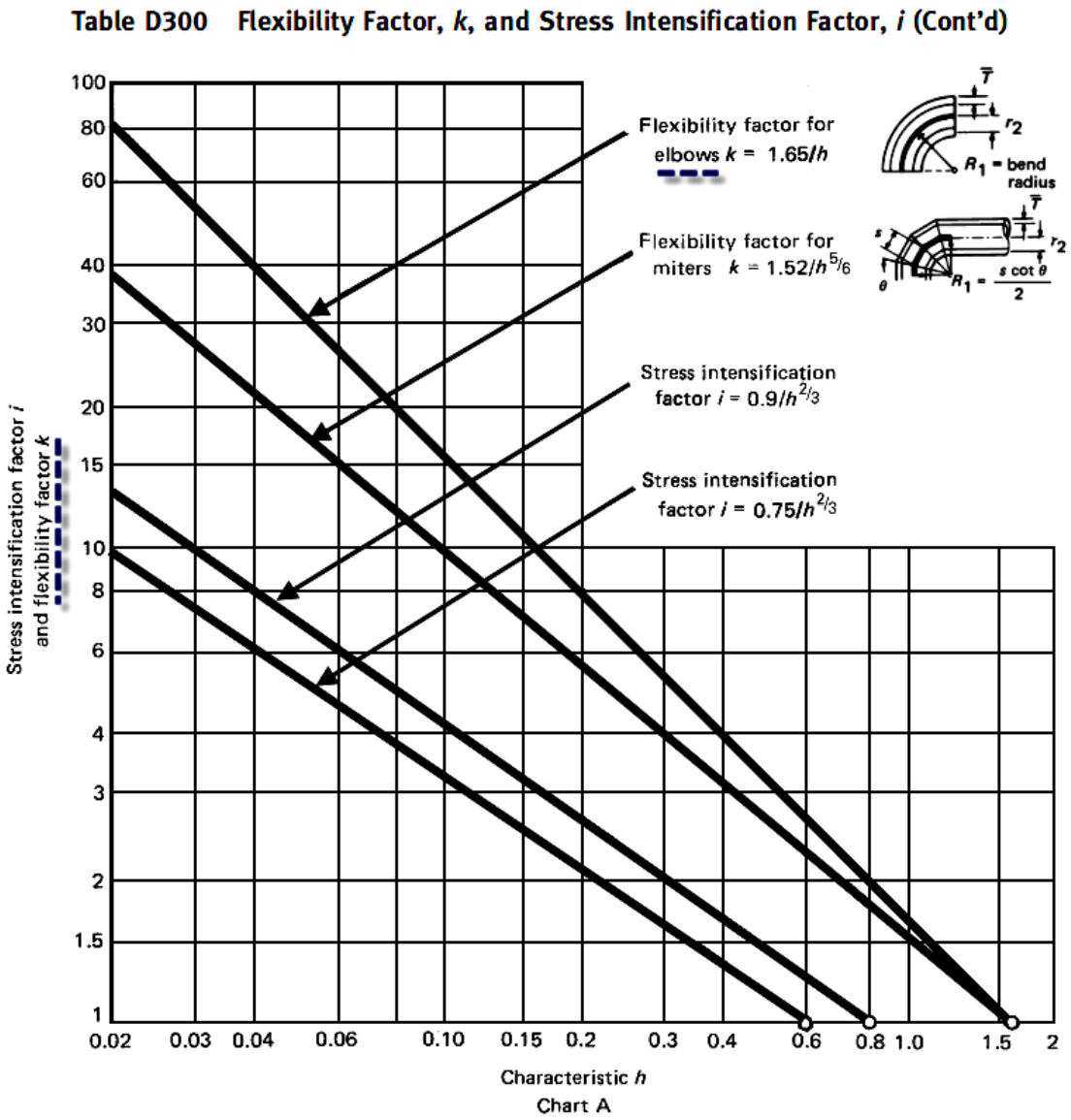
- عملیات تمیزکاری (Cleaning) بدون اعمال فشار نیز امکان پذیر است در صورتیکه اجرای عملیات فلاشینگ همواره با فشار همراه است.

- عملیات تمیزکاری (Cleaning) به روشهای متعددی با هوا، آب، مواد شیمیایی و ابزارهای مکانیکی انجام پذیر است در صورتیکه اجرای عملیات فلاشینگ محدود به استفاده از سیال (مایع یا گاز) به همراه فشار است. حداقل فشار فلاشینگ (60 MPa) و محدوده شدت جریان ۱۰۰ لیتر تا ۱۵۰ لیتر در دقیقه باشد. (Range 100 liters to 150 liters per min.) و وقتی عملیات فلاشینگ هوا انجام می شود حداقل سرعت هوا باید ۳۵ متر بر ثانیه باشد. (Minimum velocity shall be 35 m/s)
(منبع این محدوده ها: NORSOK Standard L-004)
- عملیات تمیزکاری (Cleaning) معمولاً از یک سیال استفاده می شود در صورتیکه در اجرای عملیات فلاشینگ امکان استفاده‌ی همزمان از دو سیال (آب و هوا) نیز وجود دارد.
- عملیات تمیزکاری (Cleaning) دارای خطرات جانبی کمتری نسبت به اجرای عملیات فلاشینگ می باشد.
- عملیات تمیزکاری (Cleaning) می تواند شامل سطوح داخلی و همچنین سطوح بیرونی تجهیز و خطوط لوله باشد، در صورتیکه اجرای فلاشینگ فقط مختص سطوح داخلی تجهیز و خطوط لوله می باشد.
- عملیات تمیزکاری (Cleaning) بستگی به نوع تمیزکاری؛ ممکن است نیازی به اخذ مجوز دپارتمان ایمنی (HSE) سایت نباشد در صورتیکه هرگونه عملیات فلاشینگ نیاز به اخذ مجوز دپارتمان ایمنی (HSE) سایت می باشد.

سؤال ۸- تفاوت بین Loop و Expansion Joint و کاربرد آنها را توضیح دهید.

جواب ۸- معنی لغوی Loop یعنی حلقه، خمیدگی، پیچ و پیچ خوردن. در سیستم های لوله کشی چه (Piping) و چه خط لوله انتقال (Pipeline) با بحث ضریب انعطاف پذیری در سیستم لوله کشی روبرو هستیم. با توجه به اینکه مشخصاً ضریب انعطاف پذیری لوله های مستقیم کمترین مقدار و اتصالات زانویی ۹۰ درجه بیشترین ضریب انعطاف پذیری را دارا می باشند به همین دلیل برای کم کردن میزان تنش وارده به سیستم لوله کشی که منجر به تغییر شکل لوله از وضعیت راست و مستقیم به حالت کج می شود، با استفاده از اضافه کردن زانوهای ۹۰ درجه در قالب Loop های ساخته شده از فیتینگ های زانویی در مسیر خط لوله این تنش ها را کم می کنند. Loop ها می توانند در قالب شکلهایی همچون U شکل یا حلقه ای تهیه شوند که هدف از ایجاد آنها افزایش ضریب انعطاف پذیری کل سیستم piping می باشد که به همراه خود کاهش تنش های وارده به سیستم را دارد.

در استاندارد ASME B31.3 که مربوط به سیستم لوله کشی فرآیندی می باشد، در ضمیمه D این استاندارد میزان ضریب انعطاف پذیری انواع اتصالات مشخص شده است. که در نمودار Chart A این ضمیمه بیشترین میزان ضریب انعطاف پذیری مربوط به زانوهای ۹۰ درجه می باشد که نشان داده شده است.



شکل-۷۲: میزان ضریب انعطاف پذیری انواع اتصالات براساس B31.3-2018

Loop ها به شکلهای متفاوتی در مسیر خط لوله ایجاد می شوند. به شکلهای زیر که انواع Loop ها را نشان می دهد دقت شود:

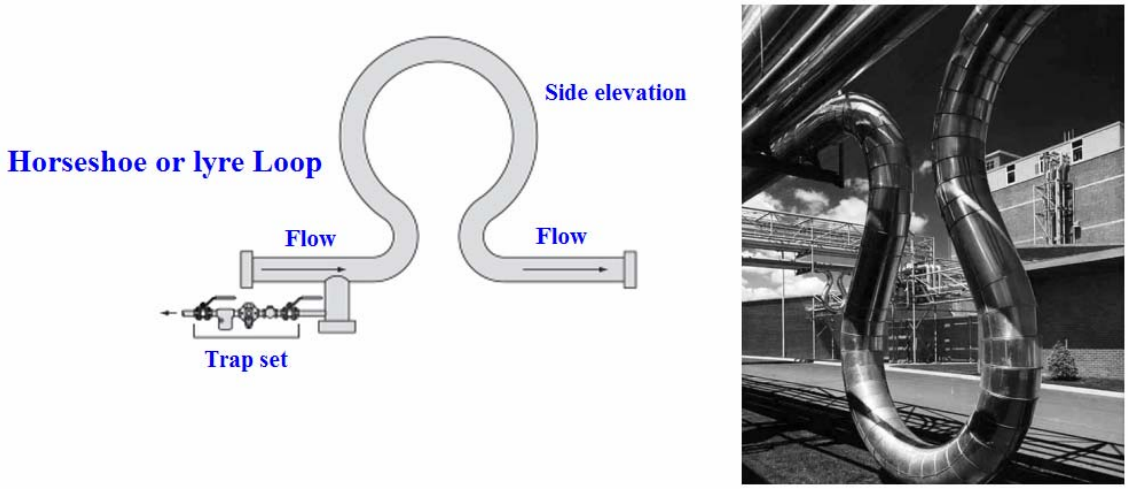
شکل-۷۳: انواع Loops

شکل-۷۴: انواع Loops

ضریب افزایش تنش در اتصالات Stress Intensification Factor (SIF)

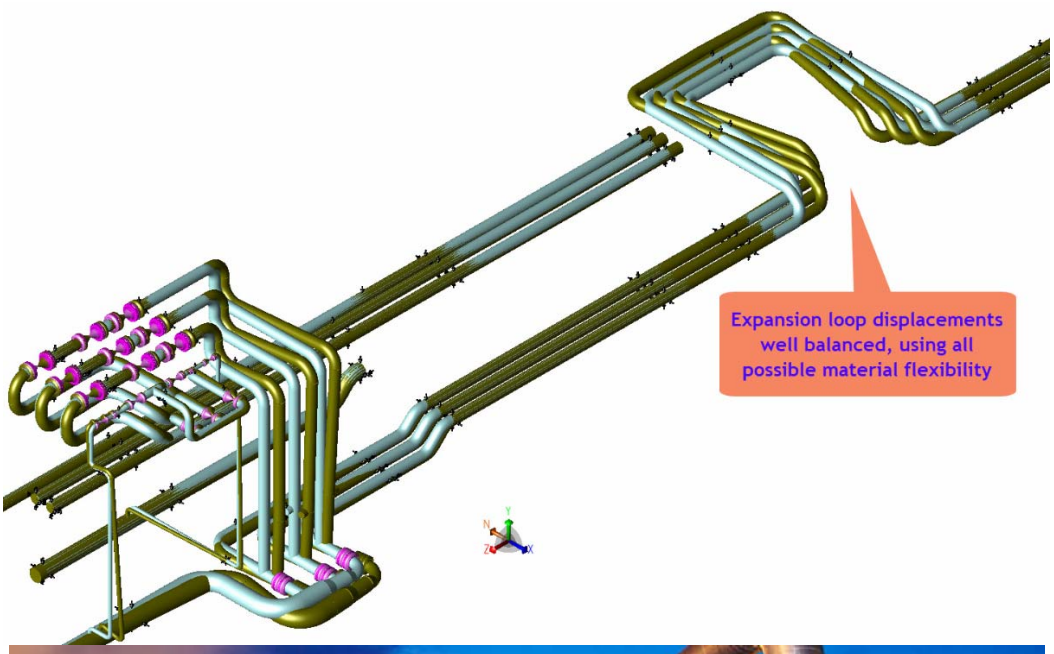
در ضمیمه D استاندارد (ASME B31.3) میزان ضریب انعطاف پذیری اتصالاتی همچون زانو های ۹۰ درجه به مراتب بیشتر از ضریب انعطاف پذیری لوله های مستقیم می باشد این به این معنی می باشد که اتصالاتی همچون زانو های ۹۰ درجه در برابر تنش های وارده امکان تغییر شکل بالاتری دارند و همین تغییر شکل دلیلی است بر اینکه مقدار تنش های موضعی به محلهایی مثل لبه ها و گوشه ها نسبت به جاهای دیگر اینگونه اتصالات بیشتر اعمال گردد که ممکن است سبب گسیختگی و جدایش در قطعه شود. برای جلوگیری از چنین پدیده ای استاندارد (ASME B31.3) فاکتوری را تحت عنوان فاکتور افزایش تنش در اتصالات Stress Intensification Factor (SIF) بیان کرده است. با بکار گرفتن این فاکتور در محاسبات تحلیل تنش مقدار تنش مجاز قابل قبول در مورد اتصالات، در شرایط یکسان نسبت به لوله همجنس آنها کاهش میابد و با تطبیق شرایط تنش وارده بر سیستم با این مقادیر کاسته شده، می بایست محاسبات تنش ها به گونه ای باشد که تنش ها، در حدود مجاز قرار گیرد. برای این منظور در سیستم های لوله کشی از روشهای متعددی همچون loop یا هم Expansion Loop استفاده می شود تا تنش وارده به سیستم را کاهش دهند.

با روش تغییر جهت حال چه عمودی باشد چه افقی یا با استفاده از زانوهای ۹۰ درجه باشد یا ۴۵ درجه یا هم این تغییر جهت به شکل دایره ای باشد در هر صورت باعث کاهش تنش وارده به سیستم piping می شوند.



شکل-۷۵: شماتیکی از یک Loop دایره ای

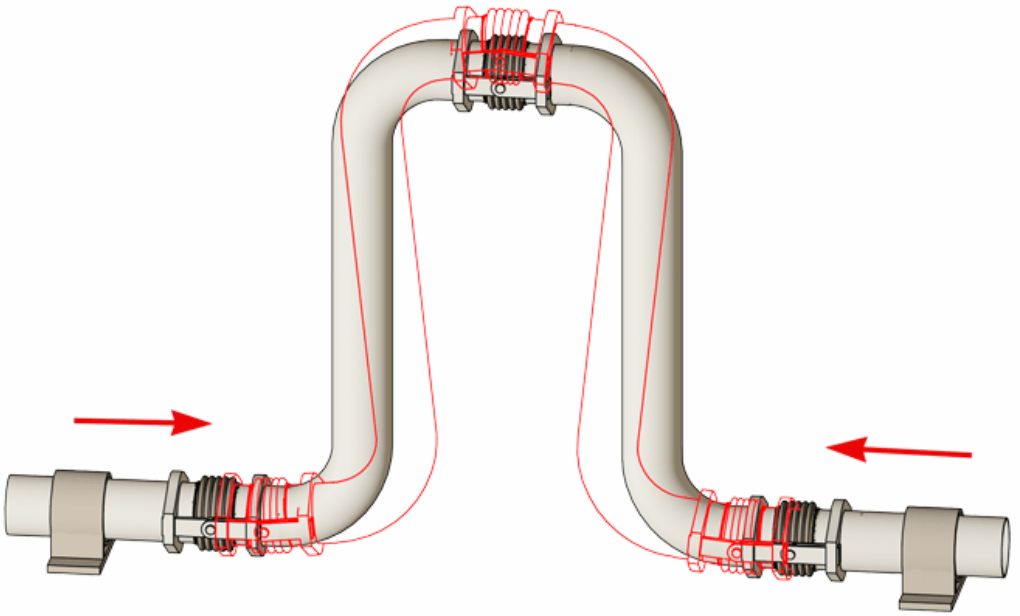
*- شکلهایی از ایجاد لوپ در Piping



شکل-۷۶: مجموعه ای از Loops در یک سیستم لوله کشی

اتصالات Expansion Loop

در بعضی موارد بنا به صلاحدید طراح در سیستم های Piping و خطوط انتقال Pipeline از لوپ هایی ترکیبی یعنی لوپ هایی که اتصالات انبساطی (Expansion Loop) هم دارند استفاده می شود.



شکل-۷۷: نمایی از Expansion Loop در یک سیستم لوله کشی

بنابراین: در طراحی سیستم piping معمولاً با بکار گیری و استفاده از زانوها، خمش ها، لوپ های انعطاف پذیر؛ انعطاف پذیری مناسبی در سیستم های piping ایجاد می شود تا تنش های وارده از طریق انقباض و انبساط حرارتی خطوط لوله مهار و کم شوند.

حال سؤال اینجاست چه موقع از Expansion Joints استفاده می شود؟

Expansion Joint. In piping design, elbows, bends, and pipe expansion loops normally provide adequate flexibility for piping thermal expansion and contraction. However, in some cases this flexibility may not be adequate. As a solution, expansion joints may be used to absorb the expansion and contraction of pipe.

Source: *PIPING HANDBOOK*-Seventh Edition

ترجمه: اتصالات انبساطی (Expansion Joints) : در طراحی سیستم piping معمولاً با بکار گیری و استفاده از زانوها، خمش ها، لوپ های انعطاف پذیر؛ انعطاف پذیری مناسبی در سیستم piping برای (مهار) انقباض و انبساط حرارتی سیستم piping ایجاد می شود. بهرحال: در بعضی از اوقات ممکن است این انعطاف پذیری کافی و مناسب نباشد بعنوان یک راه حل ممکن است از اتصالات انبساطی (Expansion Joints) برای جذب انبساط و انقباض های خطوط piping استفاده شود.

بطور کلی اتصالات انبساطی (Expansion Joints) برای کاربردهای زیر استفاده می شوند:

۱- در جایی که جابجایی حرارتی تولید تنش اضافی در آرایش نرمال سیستم piping می کند.

۲- در جایی که فضای مناسب کافی وجود نداشته باشد.

۳- در جایی که واکنش های انتقال دهنده بوسیله ساپورتها و مهار کننده ها، بارهای بزرگی بر روی استرکچرهای ساپورت کننده ایجاد می کنند.

۴- در جایی که واکنش ها به تجهیز انتهایی بیش از حد مجاز هستند.

وقتی در piping از اتصالات انبساطی (Expansion Joints) استفاده می شود، فشار نیروها نمی توانند بطور طولانی بوسیله تنش در جداره لوله بالانس شوند و فشار نیروها باید بوسیله ساپورت و مهارکننده های لوله محدود شوند. انواع متعددی از اتصالات انبساطی (Expansion Joints) در دسترس می باشند.

از اتصال انبساطی آکاردئونی فلزی (Metal bellows expansion joint) بطور عادی بیشترین استفاده را در سیستم های لوله کشی فرآیندی یا نیروگاهی می شود.

نمونه ای از اتصال انبساطی آکاردئونی فلزی (Metal bellows expansion joint)

شکل-۷۸: نمونه ای از Expansion Joints

اتصالات انبساطی، قابلیت انتقال نیروهای فشاری بالا را ندارند. معمولاً در دو طرف اتصالات انبساطی مهار های نگهدارنده ای نصب می شود تا از کشیده شدن و جدایش اتصال بوسیله نیروی فشاری ممانعت شود. نیروی فشاری ایجاد شده در اتصال انبساطی برابر است با فشار داخلی ضربدر حداکثر سطح مقطع که به آن اعمال می شود. از اینرو، یک اتصال انبساطی انعطاف پذیری یک سیستم piping را افزایش می دهد. قابلیت انعطاف پذیری (میزان فنریت) یک اتصال انبساطی می بایست در آنالیز تحلیل تنش سیستم piping ثبت شود.

❋- انواع و اقسام اتصالات انبساطی (Expansion Joints)

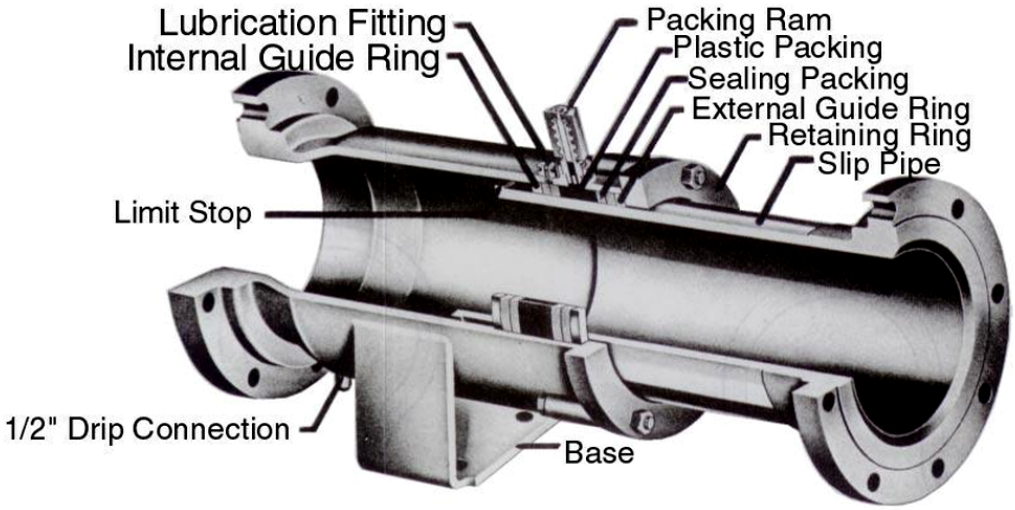
اتصالات انبساطی در شکلها و طرح های مختلفی در دسترس هستند که بنا به صلاحدید مهندس طراح سیستم piping نوع آن انتخاب می شود. اقسام مختلف اتصالات انبساطی (Expansion Joints):

۱- اتصال انبساطی نوع *Slip-type* expansion joints
۲- اتصال انبساطی نوع *Ball-type* expansion joints
۳- اتصال انبساطی نوع *Bellows-type* expansion joints
۴- اتصال انبساطی نوع *Rubber-type* expansion joints

● - اتصال انبساطی نوع Slip-type

■ - اتصالات انبساطی نوع Slip-type

شکل-۷۹: نمونه ای از Expansion Joints از نوع Slip-type



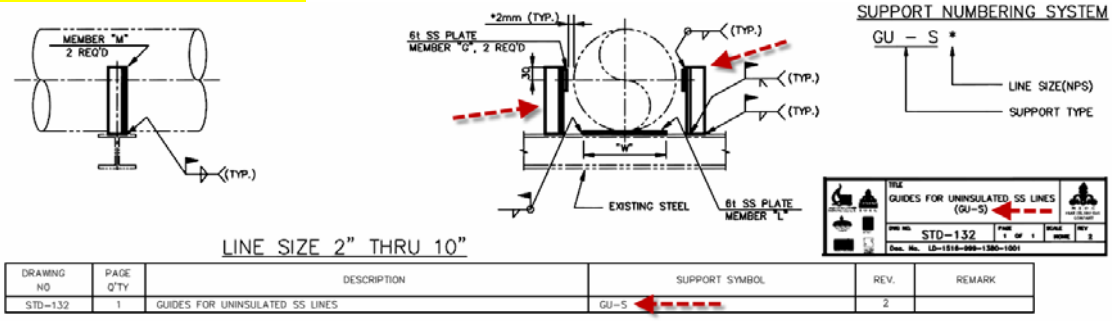
شکل-۸۰: نمونه ای از Expansion Joints از نوع Slip-type

اتصال انبساطی نوع Slip-type یک پوسته تلسکوپی دارد که در بدنه می باشد. با قرار گرفتن یک پکینگ (Packing) مابین پوسته و بدنه نشتی آن کنترل می شود. نشتی آن کم است و می توان آنرا در بسیاری از کاربردها به صفر نزدیک کرد. (در این نوع از اتصال انبساطی) از اینکه آب بندی کامل و عاری از نشتی باشد، نمی توان اطمینان پیدا کرد.

بنابراین؛ اینگونه اتصالات انبساطی از قاعده قانون نشتی صفر (عدم نشتی) خارج می باشند. پکینگ (Packing) (که برای آب بندی پوسته و بدنه بکار گرفته می شود) بدلیل جابجایی متناوب پوسته وقتی که به سیستم پایپینگ متصل می شود و در معرض انبساط و انقباض پایپینگ قرار می گیرد سبب فرسایش و استهلاک آن می شود. بنابراین؛ لازم است از اینگونه اتصالات حال چه بر اثر فشرده شدن آب بند (Gland) مربوط به پکینگ (Packing) بر اثر سفت کردن یا چه بر اثر جایگزینی یا تدارک مجدد پکینگ (Packing) مراقبت و نگهداری دوره ای بعمل آید.

وقتی در اتصال نشتی مشاهده شود، لازم است پکینگ Packing رینگ تعویض شود و قسمت آب بند (Gland) که قابل تنظیم می باشد، تا جایی که محدود شده سفت شود.

*- کاربرد: اتصال انبساطی از نوع Slip-type بطور ویژه برای خطوطی مناسب است که مستقیم باشند. جابجایی محوری (axial) آن مقدار بزرگی است. این اتصالات تحمل انحراف جانبی (lateral offset) یا چرخشی زاویه دار (Angular rotation) را ندارند. از اینرو مواردی همچون سفت شدن (جام کردن)، سائیدگی دلایلی هستند که امکان نشتی مطابق پیچیدگی پکینگ را بدنبال دارند. بنابراین؛ استفاده از (ساپورتهای) راهنما (Guides) برای تراز و تنظیم کردن لوله اساسی می باشد. (منظور از Guide مطابق زیر)



شکل-۸۱: نمونه ای از طرح ساپورت نوع Guide

- اتصال انبساطی نوع *Ball-type*

شکل-۸۲: نمونه ای از Expansion Joints از نوع Ball-type

اتصال انبساطی نوع Ball، از یک کاسه یا بوشن (Socket) و یک کره تشکیل شده است. با استفاده از یک مکانیزم و طرز کاری که مابین این دو (کاسه و کره) قرار داده شده، آب بندی می شوند. متریال آب بندی آنها سفت و محکم است و در بعضی از طراحی ها از یک عامل درزگیر قابل انعطاف ممکن است به فضای مابین کره و حفره، تزریق شود.

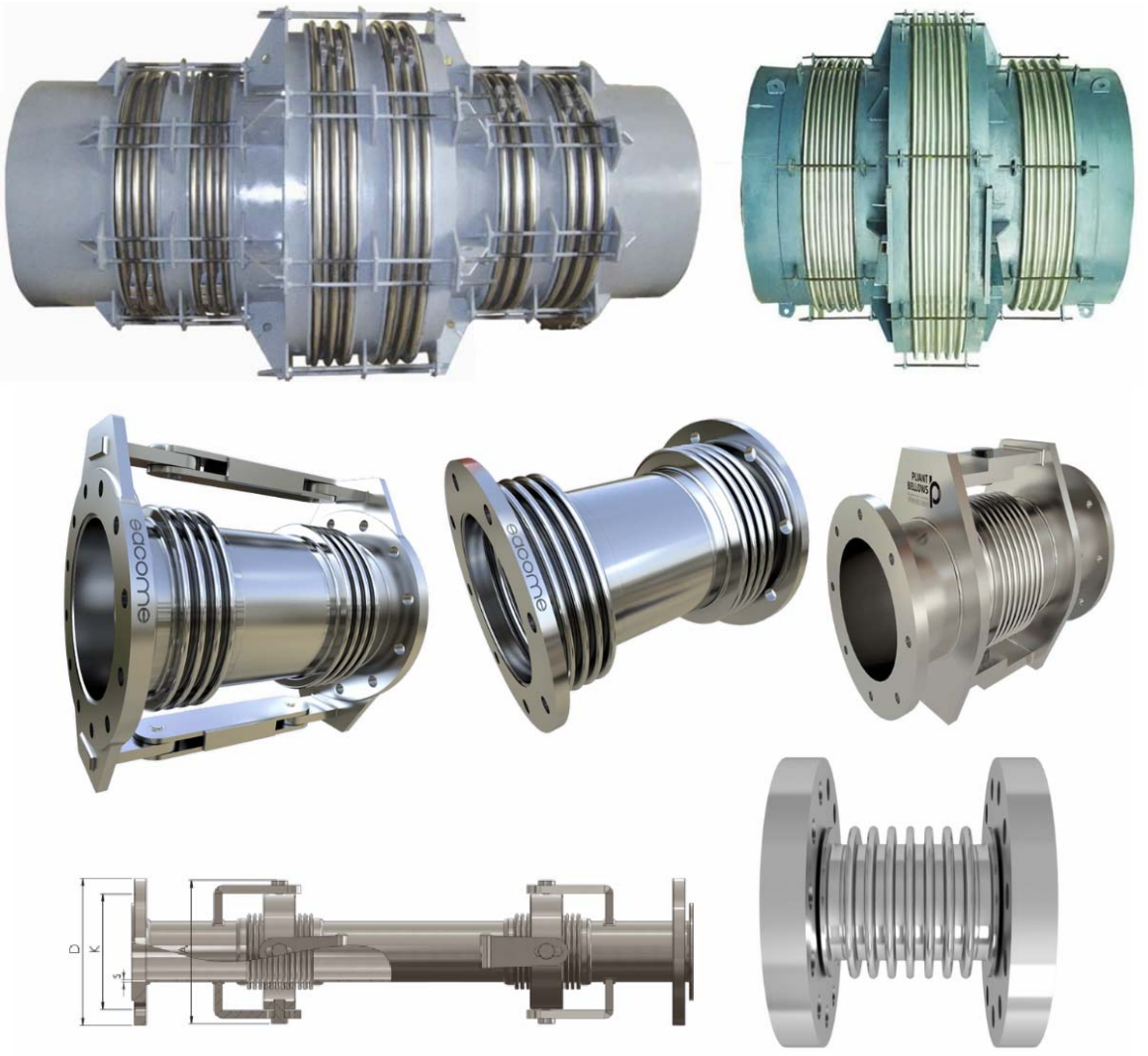
این اتصالات توانایی جذب گردش های زاویه ای و چرخشی را دارند. هرچند که آنها نمی توانند خود را به جابجایی در امتداد محور طولی انطباق دهند. بنابراین؛ باید یک متعادل کننده یا خنثی کننده (مثل اتصال انبساطی *Slip-type*) در خط لوله یا piping نصب کرد تا جابجایی محوری خط لوله را جذب کند.

■- اتصالات انبساطی نوع Ball

شکل-۸۳: نمونه ای از Expansion Joints از نوع Ball-types

شکل-۸۴: نمونه ای دیگر از Expansion Joints از نوع Ball-types

- اتصال انبساطی نوع *Bellows-type* expansion joints



شکل-۸۵: نمونه های Expansion Joints از نوع Bellows-type

اتصال انبساطی نوع آکاردئونی Bellows، اینگونه اتصالات فاقد پکینگ هستند. بنابراین، آنها پتانسیل نشتی یا در بعضی اوقات مشکلات آلودگی سیال را که مربوط به اتصال نوع Slip می باشد را ندارند. همچنین آنها نیاز به تعمیر و نگهداری دوره ای (روغنکاری و تعویض پکینگ) که مربوط به نوع Slip بودند را ندارند.

اتصال انبساطی نوع آکاردئونی Bellows، بوسیله ابزاری از آکاردئونهای قابل انعطاف که فشرده شده یا کشیده شده، انبساط و انقباض ها را جذب می کنند. آنها همچنین توانایی تطبیق دادن خود در تغییرات جهتی بوسیله ترکیبات مختلفی از فشردن شدن از یک سمت و کشیده شدن سمت مخالف دارند. از اینرو آنها می توانند خود را در انحرافات جانبی و چرخش های زاویه دار گوشه ای که به سیستم piping متصل می شوند، تنظیم کنند.

اما بهرحال آنها توانایی جذب جابجایی های پیچشی (Torsional movement) را ندارند. بطور نمونه، اتصالات آکاردئونی ها فلز چین خورده و موج داده شده هستند که به قطعات انتهایی جوش شده اند. برای آماده

کردن شرط انعطاف پذیری این آکاردئونی فلزی بطور قابل توجه ای (نسبتاً زیادی) نازک تر از piping مربوطه هستند. بنابراین، اینگونه اتصالات انبساطی مخصوصاً مستعد پاره شدن و از هم گسستن در فشار بالا می باشند.

یک اتصال آکاردئونی همچنین می تواند بدلیل خستگی فلز، اگر مجموع تعداد سیکل های خم شدنها از طول عمر خستگی طراحی شده (چرخه عمر) تجاوز کند یا خم شدنهای زیادی در طرفین (فشردگی در یک طرف و کشیدگی در طرف مقابل) از حدود طراحی شده تجاوز کنند. در این صورت خراب می شوند.

■- نمونه های اتصالات انبساطی نوع آکاردئونی Bellows

شکل-۸۶: نمونه های Expansion Joints از نوع Bellows-type

شکل-۸۷: نمونه های Expansion Joints از نوع Bellows-type

- اتصال انبساطی نوع *Rubber-type* expansion joints

شکل-۸۸: نمونه ای از Expansion Joints از نوع Rubber-type

اتصال انبساطی نوع لاستیکی Rubber ، در طراحی شبیه اتصالات آکاردئونی هستند. بجز آنکه آنها از لاستیک مصنوعی تقویت شده بوسیله‌ی مفتول فلزی ساخته شده اند. آنها بیشتر مناسب سرویس آب سرد جایی که می بایست جابجایی زیادی را جذب کنند مثل گردش سیستم آب چگالنده.

شکل-۸۹: نمونه های دیگر از Expansion Joints از نوع Rubber-type

■- نمونه های اتصالات انبساطی نوع لاستیکی Rubber

شکل-۹۰: نمونه های دیگر از Expansion Joints از نوع Rubber-type

***- نتیجه: از مطالب فوق که در رابطه با Loop و Expansion Joints قید شده است، مشخص می شود که معمولاً در بیشتر جاهایی که لازم است تنش مربوط به انبساط و انقباض حرارتی به حداقل رسانده شود در

piping و در خطوط انتقال pipeline از Loop استفاده می شود. این Loop ها می توانند با تغییر جهت چه بصورت افقی و چه عمودی با استفاده از زانوهای ۹۰ درجه یا زانوهای ۴۵ درجه انجام می شوند. در بعضی موارد با استفاده از لوله های خمشده بصورت دایره ای ایجاد می شوند.

حال در جاهایی که امکان ایجاد Loop ها امکان پذیر نباشد از اتصالات انبساطی تحت عنوان Expansion joints استفاده می شوند که در طرح ها و نوع های متنوعی تولید می شوند و به صلاحدید طراح نوع آن انتخاب می شود. در مطالب فوق در باره انواع آنها بحث شده است. تنوع و کاربردهای اتصالات انبساطی Expansion joints در صنعت بمراتب بیشتر از Loop ها می باشند.

سؤال ۹- در B31.3 موانع هیدروتست یا نیوماتیک تست piping را شرح دهید.

جواب ۹- در پاراگراف 345 از استاندارد ASME B31.3 یک اصطلاح عام برای تست نشت یابی تحت عنوان Leak Test بکار می رود که این اصطلاح به شش روش برای کنترل و اطمینان از عدم نشتی در کل یک سیستم Piping اطلاق می شود. این روشها به شرح ذیل هستند:

- تست هیدرواستاتیک (Hydrostatic leak test) پاراگراف (**345.4**)
- تست هوا (Pneumatic leak test) پاراگراف (**345.5**)
- تست ترکیبی از هیدرواستاتیک و تست هوا (Combination hydrostatic-pneumatic leak test) پاراگراف (**345.6**)
- سرویس تست (Initial service leak test) پاراگراف (**345.7**)
- آزمایشات در دست اقدام (In-Process Examination) پاراگراف (**344.7**)
- تست جایگزین (Alternative Leak Test) پاراگراف (**345.9**)

باید توجه داشت که در استاندارد ASME B31.3 اولویت با تست هیدرواستاتیک (Hydrostatic leak test) می باشد که این موضوع در ابتدای پاراگراف 345 قید شده است مطابق زیر:

345.1 Required Leak Test

Prior to initial operation, and after completion of the applicable examinations required by para. 341, each piping system shall be tested to ensure tightness. The test shall be a hydrostatic leak test in accordance with para. 345.4 except as provided herein.

ترجمه:

*- پاراگراف 345.1 (Required Leak Test) : تست نشتی مورد نیاز:

قبل از عملیات بهره برداری اوّلیه (Precommissioning) و بعد از تکمیل شدن آزمایشات مورد نیاز مندرج در پاراگراف 341 هر سیستم لوله کشی باید تست شود تا از استحکام آن اطمینان حاصل گردد. تست نشتی باستثناء موارد زیر باید بوسیله آب (Hydroststic Leak Test) و مطابق با پاراگراف 345.4 انجام شود.

پس می توان نتیجه گرفت که از دیدگاه استاندارد اولویت تست همان تست آب یا هیدرواستاتیک و تست هوا در مرحله‌ی بعدی می باشد. اما در همین پاراگراف 345 موانع و مشکلاتی که ممکن است مانع انجام هیدرواستاتیک تست یا نیوماتیک تست شوند را مشخص کرده است. این مشکلات به شرح زیر هستند:

345.1 *(c)* Where the owner considers both hydrostatic and pneumatic leak testing impracticable, the alternative specified in para. 345.9 may be used if both of the following conditions apply:

(1) a hydrostatic test would

(a) damage linings or internal insulation

(b) contaminate a process that would be hazardous, corrosive, or inoperative in the presence of moisture

(c) require significant support modifications for the hydrostatic test load or

(d) present the danger of brittle fracture due to low metal temperature during the test

(2) a pneumatic test would

(a) present an undue hazard of possible release of energy stored in the system or

(b) present the danger of brittle fracture due to low metal temperature during the test

ترجمه:

345.1(c) – وقتی کارفرما در یابد که تست نشتی بوسیله آب "هیدرو استاتیک" و نیز تست نشتی بوسیله هوا " نیوماتیک" غیر قابل اجراء می باشد، مشروط بر اینکه هر دو مورد زیر وجود داشته باشند، می تواند جایگزینی در پاراگراف 345.9 را مورد استفاده قرار دهد.

(1)- چنانچه انجام تست نشتی (hydrostatic test) :

(-a) به پوشش یا عایق بندی داخلی آسیب برساند.

(-b) مستعد خطر زیاد و موجب خورندگی و آلودگی باشد یا انجام هیدروتست بعلت وجود رطوبت بی اثر و غیر عملی باشد.

(-c) بعلت فشار هیدروتست در تکیه گاههای مورد نیاز (support)، تغییرات قابل توجه ای ایجاد گردد یا:

(-d) بعلت دمای پایین فلز در حین انجام هیدروتست خطر شکست ترد وجود داشته است.

(2)- چنانچه در انجام تست نشتی بوسیله هوا یا گاز (Pneumatic)

(-a) با خطر ناشی از امکان آزاد شدن انرژی نهفته در سیستم تحت فشار، مواجه باشد.

(-b) یا در خلال تست، خطر شکست ترد لوله ها به علت درجه حرارت پایین وجود داشته باشد.

بنابراین؛ موارد قید شده در فوق، مواردی هستند که در استاندارد B31.3 جزو موانع انجام تستهای هیدرواستاتیک و نیوماتیک مشخص شده اند. علاوه بر موارد فوق می توان علت عدم دسترسی به آب را یکی دیگر از موانع تست هیدرواستاتیک دانست و برای تست نیوماتیک (تست هوا) عدم دسترسی به تأمین کمپرسور با ظرفیت بالا از هوا برای تأمین فشارهای بالا نیز نام برد.

سؤال ۱۰- در تست نیوماتیک میزان انرژی ذخیره شده و فاصله ایمنی مجاز چقدر است؟

براساس استاندارد ASME B31.3 هنگام انجام تست نیوماتیک در یک سیستم لوله کشی باید به میزان انرژی ذخیره شده و خطرات آن دقت ویژه ای شود. میزان انرژی ذخیره شده و فاصله ایمنی در چنین تستهایی بطور مفصل در استاندارد ASME PCC-2 توضیح داده شده است.

خطرات تست هوا (Pneumatic test) **براساس استاندارد** ASME PCC-2-2018

■ – حداکثر انرژی ذخیره شده‌ی مجاز

***- پاراگراف (e) 6.2

501-6.2 Pneumatic Pressure Test of Pressure Vessels or Piping (18)

(e) The maximum calculated stored energy of any vessel or piping system being pneumatically pressure tested should not be greater than 271 000 000 J (200,000,000 ft-lb). When calculating the stored energy for a vessel, the total volume shall be considered. When calculating the stored energy of a piping system, a maximum volume based on a length of 8 pipe diameters may be considered for any single failure analyzed.

(f) If the calculated stored energy is greater than 271 000 000 J (200,000,000 ft-lb), then one of the following shall occur:

(1) The system shall be divided into smaller volumes such that each subsystem has a stored energy not greater than 271 000 000 J (200,000,000 ft-lb).

(2) A minimum distance shall be calculated per Mandatory Appendix 501-III, eq. (III-1), and this distance shall be adhered to.

(3) A barricade per (h) shall be installed.

شکل-۹۱: حداکثر انرژی ذخیره شده‌ی مجاز در استاندارد ASME PCC-2-2018

*- پاراگراف (e) 6.2: حداکثر انرژی نهفته (انرژی ذخیره شده) محاسبه شده برای مخازن یا سیستم لوله کشی که تست هوا (Pneumatic test) می شوند نبایستی بیشتر از 271 میلیون ژول باشد. اگر انرژی نهفته (انرژی ذخیره شده) محاسبه شده بیشتر از 271 میلیون ژول باشد بایستی یکی از شرایط زیر انجام گردد:

(1)- سیستم بایستی به سیستم های کوچکتر تقسیم شود بطوریکه انرژی نهفته سیستم های کوچکتر بیشتر از 271 میلیون ژول نباشد.

(2)- حداقل فاصله بایستی مطابق با ضمیمه الزامی III ، بر اساس معادله‌ی (III-1) محاسبه شود و این فاصله بایستی بطور مناسب رعایت شده باشد.

(3)- یک سنگر موقتی (مانع) بایستی مطابق پاراگراف 6.2(g) نصب شود

Mandatory Appendix 501-II

(18) **Stored Energy Calculations for Pneumatic Pressure Test**

501-II-1 GENERAL

The stored energy of the equipment or piping system should be calculated and converted to equivalent kilograms (pounds) of TNT (Trinitrotoluene) using the following equations:

$$E = [1/(k-1)] \times P_{at} \times V\left[1 - (P_a/P_{at})^{[(k-1)/k]}\right] \quad \text{(II-1)}$$

where

E = stored energy, J (ft-lb)
k = ratio of specific heat for the test fluid
P_a = absolute atmospheric pressure, 101 kPa (14.7 psia)
P_{at} = absolute test pressure, Pa (psia)
V = total volume under test pressure, m^3 (ft^3)

When using air or nitrogen as the test medium (k = 1.4), this equation becomes

$$E = 2.5 \times P_{at} \times V\left[1 - (P_a/P_{at})^{0.286}\right] \quad \text{(II-2)}$$

and

$$\text{TNT} = \frac{E}{4\,266\,920}(\text{kg}) \quad \text{(II-3)}$$

where

***- بخش 5.1 ضمیمه اجباری II (محاسبه انرژی ذخیره شده برای فشار تست نیوماتیک)

انرژی نهفته (ذخیره شده) تجهیزات یا سیستم لوله کشی بایستی محاسبه شوند و با استفاده از معادلات زیر به معادل کیلو گرم TNT تبدیل گردند. (یعنی در واقع معادل انفجار TNT بدست می آید)

*- با استفاده از فرمول (II-2) مقدار انرژی ذخیره شده را در یک مخزن یا یک خط لوله که قرار است تست نیوماتیک بر روی آنها اجرا شود، محاسبه می کنیم.

مثال: محاسبه مقدار انرژی ذخیره شده با استفاده از فرمول (II-1)

$$E=2.5 \times P_{at} \times V \left[1 \left(P_a/P_{at}\right)^{0.286}\right]$$

Where:

E = stored energy in kJ

Pa = absolute atmospheric pressure, 100 kPa

Pat = absolute test pressure in kPa

V = total volume under test pressure in m^3

Size of Pipeline = 32 in.

OD = 812.8 mm

Thickness = 28.8 mm

ID = 755.2 mm → 0.7552 M

R = 0.3776 M

Length ~ 300 m

$V = A \times L \rightarrow (R \times R \times \pi) \times L \rightarrow 0.4479 \times 300 = 134\ m^3$

$V = 134\ m^3$

DP = (Design Pressure) = 139 bar

TP = (Test Pressure) = 139 × 1.1 = 153 bar

P_a = 101 kPa

P_{at} = 153 bar → (1 bar = 101 kPa) → 153 × 100 = 15300 kPa

$$E=2.5 \times P_{at} \times V \left[1 \left(P_a/P_{at}\right)^{0.286}\right]$$

E = 2.5 × 15300 × 134 × 0.762

E = 3905631 kJ → 3905631000 J → > Max. 271 000 000 J

***- براساس فرمول (II-2) مقدار انرژی ذخیره شده‌ی این خط 32 in. با توجه به طول آن که 300 m بود از مقدار مجاز بسیار بیشتر است. E = 3905631 kJ → 3 905 631 000 J → Max. 271 000 000 J

*- بنابراین با توجه به نتیجه معادله‌ی محاسبه شده، ریسک تست هوای این خط 32 in. بالا است. حال بایستی آزاد شدن این انرژی را که معادل انفجار مقداری TNT است محاسبه شود یا به تعبیری معادل انفجار TNT آنرا محاسبه نمود. بنابراین با استفاده از فرمول (II-3) داریم:

$$\text{TNT} = \frac{E}{4\,266\,920}\ (\text{kg}) \qquad \text{(II-3)}$$

$$\text{TNT} = \frac{3{,}905{,}631{,}000\ \text{J}}{4{,}266{,}920} \longrightarrow 915\ \text{Kg}$$

*- نتیجه محاسبه نشان می دهد چنانچه در خلال تست هوا در خط .32 in به طول 300 m درخط جوش یا در بدنه آن نشتی وجود داشته باشد، انفجاری رخ می دهد که معادل انفجار 915 Kg مواد منفجره یعنی همان TNT می باشد. برای اینکه عمق فاجعه‌ی چنین رخدادی بیشتر مشخص شود به عکسهایی که از انفجار یک خط لوله .36 in در حین انجام تست هوا (نیوماتیک تست) در یک پالایشگاه در کشور چین رخ داده، توجه نمایید:

شکل-۹۲: خرابی های ناشی از انفجار تست هوا در لوله ”36 روزمینی

شکل-۹۳: خرابی های ناشی از انفجار تست هوا در لوله ”36 روزمینی

■ – حداقل فاصله ایمنی برای تست نیوماتیک براساس میزان TNT

خسارات وارده به تاسیسات یک پالایشگاه در چین در حین انفجار خط .36 in در حین تست نیوماتیک

***- توجه: در چنین تستهایی (تست هوا یا نیوماتیک تست) حتماً می بایست فاصله ایمنی رعایت شود که این فاصله با توجه به مقدار TNT محاسبه شده تعیین می شود.

*- برای بدست آوردن فاصله ایمنی به Article 501, Mandatory Appendix III که مربوط به محاسبه فاصله ایمنی برای تست نیوماتیک است، مراجعه کنید.

Mandatory Appendix 501-III
Safe Distance Calculations for Pneumatic Pressure Test

501-III-1 BLAST WAVE DISTANCE

The minimum distance between all personnel and the equipment being tested shall be the greater of

(a) the following:

(1) R = 30 m for $E \le 135\ 500\ 000$ J

(2) R = 60 m for 135 500 000 J < $E \le 271\ 000\ 000$ J

(3) R = 100 ft for E < 100,000,000 ft-lb

(4) R = 200 ft for 100,000,000 < $E \le$ 200,000,000 ft-lb

(b) the following equation:

$$R = R_{\text{scaled}}(2\text{TNT})^{1/3} \qquad \text{(III-1)}$$

where

E = stored energy as calculated by Mandatory Appendix 501-II, eq. (II-1) or eq. (II-2)

R = actual distance from equipment

R_{scaled} = scaled consequence factor; value for eq. (III-1) shall be 20 m/kg$^{1/3}$ (50 ft/lb$^{1/3}$) or greater

TNT = energy measured in TNT, kg (lb), determined from Mandatory Appendix 501-II, eq. (II-3) or eq. (II-5)

For systems where E > 271 000 000 J (200,000,000 ft-lb), the required distance shall be calculated by eq. (III-1).

If the minimum calculated distance cannot be obtained, an alternative value for R_{scaled} may be chosen based on Table 501-III-1-1 for use in eq. (III-1). See also para. 501-6.2(g).

For example, to prevent lung damage, the distance a person is from the equipment should result in an R_{scaled} value of more than 6 m/kg$^{1/3}$ (15 ft/lb$^{1/3}$). Note the structural damage that can occur, which shall be considered.

501-III-2 FRAGMENT THROW DISTANCE

(a) When fragments of vessel or piping are at risk of being created and impacting personnel, the minimum distance between all persons and the equipment being tested shall be as shown in Table 501-III-2-1.

(b) If the distances in Table 501-III-2-1 are not achievable, the distance may be evaluated using methods available in the public domain.

Table 501-III-1-1 Alternative Values for R_{scaled}

R_{scaled}, m/kg$^{1/3}$	R_{scaled}, ft/lb$^{1/3}$	Biological Effect	Structural Failure
20	50	...	Glass windows
12	30	Eardrum rupture	Concrete block panels
6	15	Lung damage	Brick walls
2	5	Fatal	...

شکل-۹۴: فرمول محاسبه فاصله ایمنی در تست نیوماتیک ASME PCC-2-2018

***- پاراگراف III-1- فاصله منطقه‌ی پرفشار (منطقه مستعد انفجار)

حداقل فاصله میان پرسنل و تجهیزاتی که تحت تست نیوماتیک قرار گرفته اند بایستی بیشتر از :

(a) - به شرح ذیل:

(1) – مقدار R برابر است با ۳۰ متر برای $E \le 135\ 500\ 000$ J

(2) – مقدار R برابر است با ۶۰ متر برای 135 500 000 J < $E \le 271\ 000\ 000$ J

(3) – مقدار R برابر است با ۱۰۰ فوت برای E < 100,000,000 ft-lb

(4) – مقدار R برابر است با ۲۰۰ فوت برای 100,000,000 < $E \le$ 200,000,000 ft-lb

(b) – به شرح معادله زیر:

$$R = R_{\text{scaled}}\,(2\text{TNT})^{1/3} \qquad \text{(III-1)}$$

*- توجه: مقدارهای فرمول فوق را در تصویر فوق می توان دید.

برای سیستم هایی که انرژی نهفته آنها بیشتر از ۲۷۱ میلیون ژول می باشد فاصله الزامی بایستی بوسیله‌ی معادله (III-1) محاسبه گردد. چنانچه حداقل فاصله محاسبه شده را نمی توان بدست آورد ممکن است یک مقدار و اندازه جایگزین برای R_{scaled} انتخاب کرد.

براساس Table 501-III-1-1 برای استفاده در معادله (III-1) همچنین پاراگراف 501-6.2(g) از این فصل (Article 501 Pressure and Tightness Testing of Piping and Equipment) را ببینید.

برای مثال، برای جلوگیری از صدمه ناگهانی، برای فاصله میان یک شخص با تجهیزات بایستی یک R_{scaled} بیشتر از $6\ m/kg^{1/3}$ را بدست آورد. توجه شود که صدمات سازه ای که می توانند ایجاد گردند، بایستی مد نظر قرار گیرند.

***- پاراگراف III-2- فاصله نسبت به قطعات خرد شده و پرتاب شده

(a) – چنانچه ریسک خرد شدن و پرتاب شدن مخازن یا قطعات لوله کشی و برخورد آنها با پرسنل وجود دارد حداقل فاصله میان کلیه پرسنل و تجهیزاتی که تحت تست نیوماتیک قرار گرفته اند بایستی مطابق با آنچه که در جدول III-2 نشان داده شده است، باشد.

(b) – چنانچه فاصله های مندرج در جدول III-2 قابل وصول نباشند ممکن است فاصله را با استفاده از روشهای موجود در منابع عمومی مربوطه، ارزیابی نمود.

شکل-۹۵: تخریب در هنگام تست نیوماتیک در خط لوله

شکل-۹۶: تخریب در هنگام تست نیوماتیک در مخزن ذخیره ای

Table III-2 Minimum Distances for Fragment Throw Considerations

TNT Equivalent (kg)	Minimum Distance (m)	TNT Equivalent (lb)	Minimum Distance (ft)
0 to 3	50	0 to 5	140
3 to 5	60	5 to 10	180
5 to 10	70	10 to 20	220
10 to 15	80	20 to 30	250
15 to 20	90	30 to 40	280
20 to 25	95	40 to 50	300
25 to 35	105	50 to 75	340
35 to 50	120	75 to 100	380
50 to 65	130	100 to 125	400
65 to 80	140	125 to 150	430
80 to 100	150	150 to 200	470
100 to 120	160	200 to 250	510
120 to 150	170	250 to 300	540
150 to 200	190	300 to 400	590
200 to 250	205	400 to 500	640
250 to 300	215	500 to 600	680
300 to 350	225	600 to 700	710
350 to 400	240	700 to 800	750
400 to 450	245	800 to 900	780
450 to 500	255	900 to 1,000	800
500 to 600	270	1,000 to 1,200	850
600 to 700	285	1,200 to 1,400	940
700 to 800	300	1,400 to 1,800	980
800 to 900	310	1,800 to 2,000	1,010
900 to 1 100	330	2,000 to 2,500	1,090
1 100 to 1 300	350	2,500 to 3,000	1,160
1 300 to 1 500	365	3,000 to 4,000	1,270
1 500 to 1 900	395	4,000 to 5,000	1,370
1 900 to 2 300	420	5,000 to 6,000	1,460
2 300 to 2 800	450	6,000 to 7,000	1,540
2 800 to 3 300	475	7,000 to 8,000	1,600
3 300 to 3 800	500	8,000 to 9,000	1,670
3 800 to 4 400	525	9,000 to 10,000	1,730
4 400 to 5 000	530	10,000 to 12,000	1,750
5 000 to 5 500	535	12,000 to 14,000	1,770
5 500 to 6 500	545	14,000 to 16,000	1,800
6 500 to 7 500	570	16,000 to 18,000	1,880
7 500 to 8 500	590	18,000 to 20,000	1,950
8 500 to 10 000	605	20,000 to 25,000	2,000

GENERAL NOTE: Based on American Table of Distances for Storage of Explosives, published by the Institute of Makers of Explosives. Lengths are for inhabited buildings, unbarricaded.

شکل-۹۷: فاصله ایمنی در تست نیوماتیک براساس وزن مواد معادل (TNT) ASME PCC-2-2018

***- منابع**

1- ASME B31.3-2018
2- API 570-2018- Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems
3- BS 1780- British Standard 'Specification for Bourdon tube pressure and vacuum gauges
4- ASME B40.100: Pressure Gauges and Gauge Attachments 2013
5- BS EN 837-1-1998- Pressure Gauges-Part 1: Bourdon tube pressure gauges – Dimensions, Part 1: Bourdon tube pressure gauges - Dimensions, metrology, requirements and testing metrology, Requirements and testing
6- EN 562-Gas welding Equipment - Pressure gauges used in welding, cutting and allied processes
7- TOTAL Specification
8- NORSOK standard L-004
9- Compressed Gas Association's Pamphlet G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service
10- KLM-Technology Group, Process Equipment Desgin Guidelins Chapter Ten
11- پیگ کروی- (Sphere Pig) برگرفته ازسایت شرکت توسعه صنایع دانش بنیان شگرف
12- IPS-M-PI-170
13- EN 10088
14- Piping Handbook – Seventh Edition
15- ASME PCC-2-2018
16- Pictures from Internet
17- EN 837-1
18- EN 837-3