بخش ۶ استاندارد

ASME B31.3 2012 Chapter VI
(Revision of ASME B31.3 2010)

بازرسی، آزمایشات و سنجش

By: Mohsen Hadavi

مقدمه

پس از یک دهه فعالیت در پروژه های نفت و گاز ، بر اساس تجربه بر آن شدم تا یکی از کلیدی ترین منابعی که در خصوص بازرسی پایپینگ بارها و بارها به آن مراجعه نمودم را به زبان فارسی ترجمه کنم. البته واضح است که در خصوص پایپینگ چه در بخش طراحی ، چه اجرا و چه بازرسی منابع بیشماری موجود می باشد. هر کدام محتوی نکات علمی و تجربی فراوان بوده که رسیدگی به همگی آنها زمان و همت مضاعفی می طلبد. اما بخش ششم استاندارد ASME B31.3 که با عنوان بازرسی و سنجش در این منبع درج گردیده است، دارای نکات عمومی و بسیار کاربردی می باشد که کلیه همکاران در بخش بازرسی می بایست بر این بخش اشراف داشته باشند.

امید است که این ترجمه راهگشای یاران و همکاران گرامی گردد. اگرچه هیچ حرکتی بدون عیب و نقص نیست و در همینجا از کلیه اساتید و صاحب نظران تقاضا دارم هر گونه نقد سازنده ، چه در خصوص ترجمه و چه در زمینه ی پایپینگ بر این ترجمه وارد می باشد را به اطلاع این کمترین رسانده تا علاوه بر فراگیری آن اقدام به اصلاح نمایم.

محسن هادوی

Hadavi.mohsen@gmail.com

09390104881

۳۴۰. بازرسی

۳٤۰.۱- کلیات

این کد بین آزمایش[۱] و بازرسی[۲] تفاوت قائل شده است . (۳٤۱ را ببینید) بر این اساس بازرسی ، به فعالیتهایی که توسط بازرس (کارشناس) کارفرما به منظور تامین خواسته های کارفرما از پیمانکار انجام می شود ، اطلاق می گردد. در این کد هرگاه واژه ی بازرس به کار رفته باشد منظور بازرس کارفرما و نماینده او می باشد.

۳٤۰.۲- مسئولیت بازرسی

بازرسی که توسط خود کارفرما تایید شده است می بایست اطمینان حاصل کند تا کلیه آزمایشات و سنجش[۳] های در نظر گرفته شده ، انجام گردد. همچنین در هر کجا که برای بحث پایپینگ، بازرسی مورد نیاز بوده است کلیه ی الزاماتِ آزمایشات به نحو رضایت بخشی بر آورده شده باشد، الزاماتی که بر اساس طراحی مهندسی بدست آمده است. مسئولیت این بازرسی به عهده کارفرما خواهد بود.

---

[۱] - Examination (منظور آزمايشات مخرب و غير مخرب مي باشد)
[۲] - Inspection
[۳] - Testing

۳۴۰.۳ – حقوق[۴] بازرس کارفرما

بازرس کارفرما و یا نماینده ی او باید[۵] حق دسترسی به کلیه مکانهایی که فعالیتی در ارتباط با نصب و اجرای پایپینگ صورت میگیرد، داشته باشد. این مکانها شامل تولید[۶]، ساخت[۷]، عملیات حرارتی[۸]، مونتاژ[۹]، نصب[۱۰]، آزمایشات و سنجش های مربوط به پایپینگ می باشد. ایشان می بایست حق ممیزی و ارزیابی هر متد آزمایشی که توسط واحد مهندسی به منظور بازرسی پایپینگ طراحی شده است راداشته باشند. همچنین باید کلیه گواهینامه ها و سوابقی که جهت اطمینان کارفرما از روند کار تهیه شده است ، جهت بازبینی در دسترسی بازرس قرار گیرد تا مطالب گفته شده در ۳۴۰.۲ رعایت گردد.

۳۴۰.۴ – شرایط احراز[۱۱] بازرس کارفرما

(a) بازرس کارفرما باید از طرف کارفرما مشخص گردد. به این صورت که یا نفری تحت استخدام کارفرما باشد، یا از سازمانی علمی یا مهندسی تحت قرارداد کار فرما باشد و یا شرکت بازرسی یا تضمین کیفیتِ شرایط احراز شده توسط کارفرما باشد. بازرس کارفرما نباید نماینده و یا تحت قرارداد پیمانکار اجرایی پایپینگ اعم از ساخت ، نصب و تولید باشد. مگر اینکه خود کارفرما اجراکننده ، سازنده و یا نصب کننده باشد.

(b) بازرس کارفرما باید یکی از الزامات زیر را برآورده سازد:

(۱) حداقل ۱۰ سال تجربه در طراحی ، ساخت و یا آزمایشات پایپینگ تحت فشار; هر ۲۰ ٪ از فعالیت در راستای اخذ یک مدرک مهندسی معتبر می تواند معادل یک سال تجربه در نظر گرفته شود و این مقدار مجموعا تا پنج سال تجربه را می تواند پوشش دهد.

(۲) شماره ثبت شده ی مهندسی حرفه ای[۱۲] و یا معادل ملی آن علاوه بر حداقل پنج سال سابقه تجربه در طراحی ، ساخت و یا آزمایشات صنعتی مربوط به پایپینگ تحت فشار;

(۳) بازرس جوش تایید شده[۱۳] یا بازرس جوش گواهینامه دار آنگونه که در استاندارد AWS QC1 (استاندارد تایید بازرسین جوش)[۱۴] تعریف شده است. و یا بازرس جوش تایید شده

---

[۴] - Rights

[۵] - Shall (از واژه هاي كليدي كد)

[۶] - Manufacture

[۷] - Fabrication

[۸] - Heat treatment

[۹] - Assembly

[۱۰] - Erection

[۱۱] - Qualifications

[۱۲] - Professional Engineering Registration

[۱۳] - Certified

[۱۴] - با مراجعه به AWS QC1 جهت تعريف Certified Inspector تعريف هاي سه گانه ي بازرس تاييد شده را ملاحظه مي‌كنيم و اين تعاريف خود ارجاع دارد به بندهاي 5.3, 6.1 و 6.2 از استاندارد AWS B5.1 و همچنين بند 5.2 همان استاندارد AWS QC1.

بر اساس موازین ملی معادل با استاندارد یاد شده علاوه بر حداقل پنج سال تجربه در طراحی ، ساخت و یا آزمایشات صنعتی مربوط به پایپینگ تحت فشار;

(٤) بازرس پایپینگ دارای سلسله مراتب[۱۵] همانگونه که در استاندارد API 570 (کد بازرسی پایپینگ : در حال سرویس، کلاس بندی، تعمیر و تحولات در سیستمهای پایپینگ)[۱۶] تعریف شده است علاوه بر حداقل پنج سال تجربه در طراحی ، ساخت و یا آزمایشات صنعتی مربوط به پایپینگ تحت فشار;

(c) نماینده ی بازرسی کارفرما شخص بازرس را سنجیده و پس از اینکه شرایط احراز شد مسئولیت دارد تا نمایندگی بازرسی مربوطه را به بازرس مناسب اعطا کند.

۱۵ - Authorized

۱۶ - Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair and Alteration of Piping System

۳۴۱. آزمایش

۳٤۱.۱ – کلیات

اقدامات مربوط به کنترل کیفیت که بوسیله تولید کننده (تنها برای اجزا[۱۷]) ، سازنده و نصب کننده اجرا می گردد تحت عنوان آزمایش می آید. در این کد به کسی که آزمایشات کنترل کیفیت را انجام می دهد اوپراتور[۱۸] گفته می شود.

۳٤۱.۲ – مسئولیت آزمایش

علی رغم حضور بازرس ، مسئولیت در خصوص موارد زیر از عهده ی تولید کننده، سازنده و نصب کننده سلب نمی گردد:

(a) تهیه اقلام ، متعلقات و قطعات و فضای ماهرانه کار مطابق با الزامات گفته شده در پاراگراف ASME B31.3 300 (b)(3) و همچنین طبق الزامات طراحیِ مهندسی;

(b) اجرای آزمایشات انجام شده ;

(c) تهیه سوابق و نتایج قابل استفاده برای بازرس از آزمایشات و تست های انجام شده.

---

۱۷ - Components

۱۸ - Examiner

۳۴۱.۳ – الزامات مربوط به آزمایش

۳۴۱.۳.۱ – کلیات: قبل از آغاز عملیات نصب پایپینگ ، هر سیستمی که شامل متعلقات و سازو و کار مربوطه می باشد، بر اساس الزامات قابل اجرای پاراگراف ۳۴۱ می بایست آزمایش گردد. نوع و گستره ی هر گونه آزمایش اضافی که بوسیله ی مهندس طراح الزام گردیده است و معیار پذیرش[۱۹] آن نیز باید ارائه شده باشد، الزاما مشخص می گردد. اگر سرجوشی[۲۰] بنابر پاراگراف ۳۴۱.۴ و یا تشخیص مهندس طراح شامل انجام آزمایشات نگردد، پس از انجام نشتی سنجی[۲۱] که بر اساس الزامات پاراگراف ۳۴۵ اجرا می شود، مورد پذیرش[۲۲] واقع می گردد.

(a) برای اقلامی که با P No.3 ، P No.4 و P No.5 مشخص شده اند آزمایشات می‌بایست پس از تکمیل هر گونه عملیات حراتی انجام شوند.

(b) برای یک اتصال انشعابی جوش داده شده ، هر گونه آزمایشات و تعمیرات متعاقب در صورت نیاز، می بایست قبل از نصب و جوشکاری پَدِ تقویتی[۲۳] و یا سَدِل[۲۴] آن انجام گردد.

۳۴۱.۳.۲ – معیار پذیرش: معیار پذیرش باید در طراحی مهندسی بیان شده باشد. همچنین معیار پذیرش می بایست حداقل الزامات گفته شده ذیل را برآورده سازد (علاوه بر آن در پاراگراف ۳۴۴.۶.۲ مختص آزمایش امواج اولتراسونیک[۲۵] جوش و یا هر کجای دیگر در این کد معیاری بیان گردیده است می بایس**j** مد نظر قرار گیرد) :

(a) در جدول ۳۴۱.۳.۲ معیار پذیرش (حدودِ عیوب) برای جوش بیان شده است. شکل ۳۴۱.۳.۲ شامل عیوب متداول در جوش را نگاه کنید.

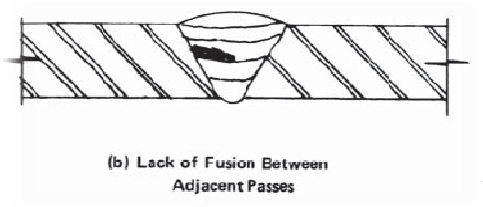
(b) معیار پذیرش برای قطعات ریختی در پاراگراف ۳۰۲.۳.۳[۲۶] آمده است.

۳۴۱.۳.۳ – قطعات معیوب: آیتمی که یک یا چند مورد عیب دارد (منظور عیبی است که در این کد گفته شده و یا عیبی به غیر از عیوب رایج) باید تعمیر و یا تعویض گردد. قطعه ی تعمیر یا تعویض شده باید با همان متد آزمایش قبلی آزمایش گردد. بدیهی است کلیه معیارهای پذیرش ، گستره ی آزمایش و موارد مربوطه کاملا مشابه آزمایش اولیه می باشد.

---

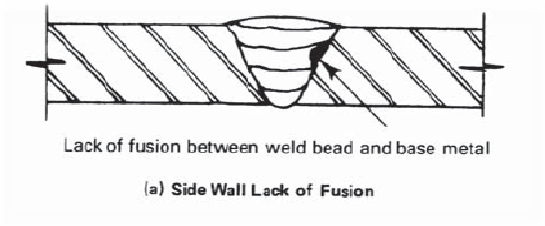
[۱۹] - Acceptance Criteria
[۲۰] - Joint
[۲۱] - Leak Test
[۲۲] - Accepted
[۲۳] - Reinforcing Pad
[۲۴] - Saddle
[۲۵] - Ultrasonic Examination
[۲۶] - مربوط به بخش ۲ استاندارد ASME B31.3 مي باشد.

شکل ۳۴۱.۳.۲ عیوب متداول در جوش



(b) Lack of Fusion Between Adjacent Passes

عدم ذوب بین دو پاس نزدیک به هم

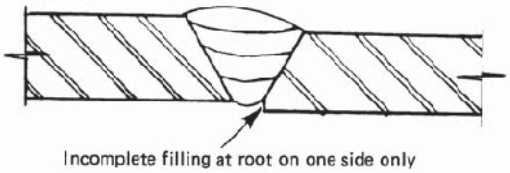


(a) Side Wall Lack of Fusion

عدم ذوب بین در فصل مشترک جوش و فلز پایه

(g) Excess External Reinforcement

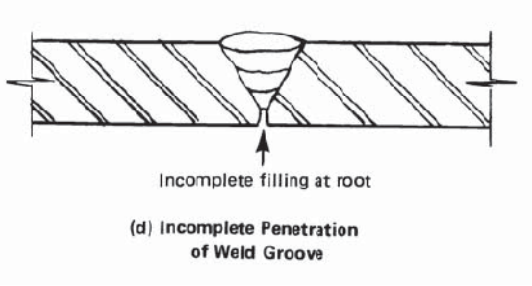
اضافه جوش در قسمت تقویت



(c) Incomplete Penetration due to Internal Misalignment

پُر و ذوب شدن ناقص در پاس ریشه در یک سر

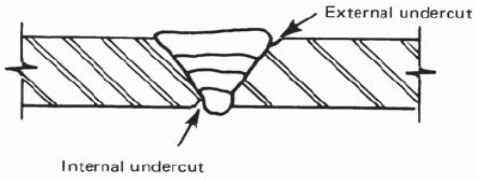
نفوذ ناقص در اثر ناترازی داخل لوله



(d) Incomplete Penetration of Weld Groove

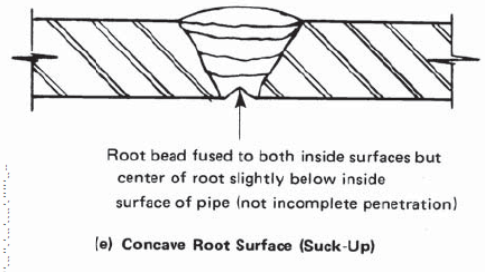
پُر و ذوب شدن ناقص در پاس ریشه

نفوذ ناقص پاس ریشه



(f) Undercut

آندرکات



(e) Concave Root Surface (Suck-Up)

پاس ریشه کاملا دو طرف را ذوب کرده اما مرکز پاس ریشه کمی از دو لبه سطح پایینتری دارد. (با نفوذ ناقص تفاوت دارد)

تقعر در سطح پاس ریشه (مکش)

جدول ۳۴۱.۳.۲ معیارهای پذیرش جوش با متدهای آزمایش متنوع برای ارزیابی عیوب جوش

روشهای آزمایش				نوع عیب جوش	معیارهای A تا M برای انواع جوش در شرایطِ سرویسهای مختلف[۲۷] (Note.1) (جدول معیار های پذیرش را ببینید)									
					انواع جوش در:									
					سرویس نوع D				شرایط سرویس همراه با سیکل سخت دائمی			سرویس نرمال و سرویس سیال نوع M		
تست مایع نافذ[۲۸] (PT)	تست ذرات مغناطیسی[۲۹] (MT)	رادیوگرافی (RT)	تست چشمی[۳۰] (VT)		اتصال انشعابی (Note.2)	فیلت (Note.4)	جوش طولی (Note.3)	جوش محیطی ، جوش لبه ی ماتیر، اتصال انشعابی (Note.2)	فیلت (Note.4)	جوش طولی (Note.3)	جوش محیطی ، جوش لبه ی ماتیر، اتصال انشعابی (Note.2)	فیلت (Note.4)	جوش طولی (Note.3)	جوش محیطی ، جوش لبه ی ماتیر، اتصال انشعابی (Note.2)
✓	✓	✓	✓	ترک[۳۱]	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
...	...	✓	✓	ذوب ناقص[۳۲]	A	N/A	A	C	A	A	A	A	A	A
...	...	✓	✓	نفوذ ناقص[۳۳]	B	N/A	A	C	A	N/A	A	A	N/A	B
...	...	✓	...	تخلخل داخلی[۳۴]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	D	D	N/A	E
...	...	✓	...	آخال داخلی ، ذرات تنگستن، آخال های طویل[۳۵]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	F	F	N/A	G
...	...	...	✓	آندرکات[۳۶]	H	H	A	I	A	A	A	A	H	H
...	...	...	✓	تخلخل یا آخال سطحی[۳۷] (Note.5)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
...	...	...	✓	سنگ زنی سطح جوش[۳۸]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	J	J	J	N/A	N/A
...	...	...	✓	تقعر در ریشه (مکش)[۳۹]	K	N/A	K	K	K	K	K	K	N/A	K
...	...	...	✓	تقویت جوش یا بیرون زدگی از داخل[۴۰]	M	M	M	M	L	L	L	L	L	L

[۲۷] - جهت آشنايي با سرويسهاي مختلف تعريف شده در ASME B31.3 به پاراگراف ۳۰۰.۲ اين كد مراجعه كنيد. همچنين در شكل M300 يا همان ضميمه ي M كد (كه به پيوست مي باشد) مي توان از طريق فلوچارت ارائه شده انواع سرويسها را تشخيص داد.

[۲۸] - Liquid Penetrate

[۲۹] - Magnetic Particle

[۳۰] - Visual

[۳۱] - Crack

[۳۲] - Lack of Fusion

[۳۳] - Incomplete penetration

[۳۴] - Internal Porosity

[۳۵] - Internal slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication

[۳۶] - Undercutting

[۳۷] - Surface porosity or exposed slag inclusion

[۳۸] - Surface Finish

[۳۹] - Concave root surface (suck up)

[۴۰] - Weld reinforcement or internal protrusion

نکات عمومی:

(*a*) عیوب جوشی که بوسیله ی یک یا بیش از یک نوع از روشهای آزمایش داده شده، ارزیابی می شوند همانگونه که در پاراگرافهای ۳٤۱.٤.۱ ، ۳٤۱.٤.۲ ، ۳٤۱.٤.۳ ، M۳٤۱.٤ بیان گردیده است، و یا توسط مهندسین طراح مشخص گردیده اند.

(*b*) (N/A) نشان می دهد در این کد معیار پذیرشی در نظر گرفته نشده است و یا این نوع عیب جوش نیازی به ارزیابی ندارد.

(*c*) ✓ این علامت نشان دهنده ی این است که عموما این نوع عیب بوسیله ی متد آزمایش گفته شده ارزیابی می شود.

(*d*) (...) نقطه چین نشان می دهد عموما برای این نوع عیب چنین متد آزمایشی استفاده نمی شود.

Note. ها:

۱) معیار پذیرش داده شده برای آزمایشِ مورد نیاز است . معیار پذیرش سخت گیرانه تر می‌تواند در طراحی مهندسی مشخص گردد. پاراگراف های ۳٤۱.۵ و ۳٤۱.۵.۳ را نیز ببینید.

۲) جوش اتصالات انشعابی مشتمل بر جوشهایی که در معرض فشار و تنش هستند و روی جوش ساخته می شوند.

۳) جوشهای نفوذی طولی شامل درزهای مستقیم یا مارپیچی[۴۱] جوشهایی که مطابق با یک استاندارد که در جدول A-1 لیست شده اند یا مطابق با جدول ۳۲٦.۱ مشمول این معیارها نمی شوند. به منظور آزمایش این سرجوشها یک نشتی سنجی جایگزین الزام می گردد. پاراگراف ۳٤۵.۹ را ببینید.

٤) جوش فیلت شامل جوشهای اتصال ساکتی[۴۲] (نری – مادگی)، جوشهای آب بندی[۴۳] ، جوشکاری فلنج Slip-On ، تقویت انشعاب و جوش ساپورت ها می شود.

۵) عیوب ارزیابی شده تنها برای جوشهایی با ضخامت اسمی کوچکتر مساوی پنج میلیمتر ≤5mm (3/16in)

٦) هنگامی که دو مقدار محدود کننده با کلمه ی (and) می آید ، جهت انتخاب معیار پذیرش ، مقدار کمتر مد نظر قرار می گیرد. جایی که بین دو مقدار کلمه ی (or) قرار میگیرد مقدار بیشتر ، جهت معیار پذیرش انتخاب می گردد. $\overline{T}_w$ عبارت است از ضخامت اسمی

---

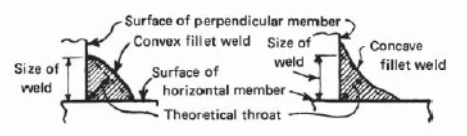
۴۱ - Spiral (helical)
۴۲ - Socket weld
۴۳ - Seal weld

دیواره‌ی قطعه ای که ضخامت کمتری دارد و در اتصال جوش نفوذی لب به لب [۴۴] با قطعه ای دیگر قرار دارد.

۷) ریشه ی جوش لب به لبی که به علت نداشتن گپ[۴۵] کافی در فضایی تنگ قرار گیرد مورد پذیرش نیست .

۸) برای جوشهای نفوذی ارتفاع[۴۶] از سطحی نزدیک به جوش محاسبه می گردد که مقدار کمتری داشته باشد.

تقویت جوش و بیرون زدگی داخلی در یک جوش مجاز می باشد. برای جوشهای فیلت تقویت همان ارتفاع از گلویی تئوریک محاسبه می گردد. شکل A ۳۲۸.۵.۲ . بدیهی است در حالت فیلت بیرون زدگی داخلی نداریم.



۹) تنها در جوشهای آلیاژهای آلومینیومی ، بیرون زدگی داخلی از مقادیر زیر نباید تجاوز کند:

a) بیش از ۱.۵ میلیمتر برای ضخامت های کوچکتر مساوی با ۲ میلیمتر(۵/۱۶ in)

b) بیش از ۲.۵ میلیمتر برای ضخامت های بزرگتر از ۲ میلیمتر و کوچکتر از ۶ میلیمتر

برای تقویت بیرونی جوش در خصوص ضخامت های بالاتر به جدول در مقابل حرف نشانه L مراجعه شود.

[۴۴] - Butt weld
[۴۵] - Gap
[۴۶] - Height

توضیحات مربوط به حروف نشانه در جدول ۳۴۱.۳.۲

مقداری که مورد پذیرش قرار میگیرد	معیار	
	تحلیل	نشانه
صفر (کوچکترین میزان مشاهده شده باعث می‌گردد سر جوش مورد بحث پذیرفته نشود[۴۷])	مقدار یا گستره ی عیب	A
کمتر یا مساوی با یک میلیمتر (and) کمتر یا مساوی با $\overline{T}_w$ ۰.۲ (پس هر مقدار که کمتر بود)	عمق نفوذ ناقص	B
در هر ۱۵۰ میلیمتر طول جوش ، کمتر یا مساوی با ۳۸ میلیمتر	مجموع طول نفوذ های ناقص	
کمتر از $\overline{T}_w$ ۰.۲	عمق ذوب و نفوذ ناقص	C
در هر ۱۵۰ میلیمتر طول جوش ، کمتر یا مساوی با ۳۸ میلیمتر	مجموع طول ذوب های ناقص و نفوذهای ناقص	
کد BPV[۴۸] ، بخش هشتم ، قسمت یک، ضمیمه‌ی ٤ را ببینید[۴۹].	اندازه و میزان توزیع تخلخل داخلی	D
برای $\overline{T}_w$ کوچکتر مساوی با ٦ میلیمتر همانگونه که در D گفته شد محاسبه شود.	اندازه و میزان توزیع تخلخل داخلی	E
برای $\overline{T}_w$ بزرگ تر از ٦ میلیمتر ، به اندازه یک و نیم برابر میزان D محاسبه شود.		
آخال، ذرات تنگستن یا آخال های طویل		F
کمتر از یک سوم از مقدار $\overline{T}_w$	طول عیب مستقل[۵۰]	
بیشتر از ۲.۵ میلیمتر (and) و کمتر از یک سوم از مقدار $\overline{T}_w$	عرض عیب مستقل[۵۱]	
کمتر از $\overline{T}_w$ در هر ۱۲ $\overline{T}_w$ طول جوش	مجموع طول ها	

ادامه در صفحه بعد

۴۷ - Reject
۴۸ - Boiler & Pressure Vessel Code منظور همين كدهاي مربوط به ساخت مخازن ذخيره پرفشار و پايپينگ مي باشد.
۴۹ - BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4
۵۰ - Individual length
۵۱ - Individual width

مقداری که مورد پذیرش قرار میگیرد	معیار	
	تحلیل	نشانه
آخال، ذرات تنگستن یا آخال های طویل		G
کمتر از نصف مقدار $\overline{T}_w$	طول عیب مستقل	
بیشتر از ۳ میلیمتر (and) و کمتر از نصف مقدار $\overline{T}_w$	عرض عیب مستقل	
در هر ۱۵۰ میلیمتر طول جوش کمتر از چهار برابر مقدار $\overline{T}_w$	مجموع طول ها	
کمتر از یک میلیمتر (and) و کمتر از یک چهارم مقدار $\overline{T}_w$	عمق آندرکات	H
کمتر از ۱/۵ میلیمتر (and) و {یک میلیمتر (or) یا یک چهارم$\overline{T}_w$ }. پس مقدار های داخلی گیومه هر کدام بیشتر بود با عدد ۱/۵ مقایسه شده ، هر کدام کمتر بود انتخاب می شود.	عمق آندرکات	I
حداقل کمتر از ۵۰۰ R_a مطابق با استاندارد ASME B46.1	زبری[۵۲] سطح	J
مجموع طول ضخامت ها که شامل تقویت جوش هم می گردد بزرگتر و یا مساوی با $\overline{T}_w$	عمق تقعر در سطح ریشه[۵۳]	K
ارتفاع (mm (in	برای mm (in) $\overline{T}_w$	ارتفاع تقویت جوش یا بیرون زدگی داخلی (Note.8) در هر صفحه در خلال جوش باید در محدوده ی ارتفاع قابل قبول در جدول روبرو باشد مگر در مواردی که در (Note.9) گفته شده باشد. فلز جوش باید با شیب کند در سطح قطعه ادغام شده باشد.	L
≤1.5 (1/16)	≤ 6 (1/4)		
≤ 3 (1/8)	> 6 (1/4) , ≤ (1/2)		
≤ 4 (5/32)	> 13 (1/2) , ≤ 25 (1)		
≤ 5 (/16)	> 25 (1)		
دوبرابر مقادیر L (Note. 9) , (Note. 8)		ارتفاع تقویت جوش یا بیرون زدگی داخلی	M

[۵۲] Roughness -
[۵۳] Depth of root surface concavity -

۳٤۱.۳.٤- نمونه گیری تصاعدی جهت آزمایش(پنالتی)

هنگامی که آزمایش به صورت نقطه ای[٥٤] و یا تصادفی[٥٥] در یک سری سرجوش ، عیبی نمایان کند آنگاه:

a) از یک سری جوش اولیه (منظور تعمیر نشده) مشخص که توسط یک جوشکار ، جوشکاری شده اند می بایست دو سر جوش دیگر با همان متد آزمایش ، مورد آزمایش قرار گیرند.

b) اگر مواردی که در *a)* الزام شده جهت آزمایش ، قابل پذیرش بودند، مورد معیوب گفته شده می بایست آنگونه که در پاراگراف ۳٤۱.۳.۳ توصیف شده است تعمیر و یا تعویض گردد و ما بقی سرجوشهای این سری که دو سر جوش اضافه از میان همان سرجوش ها انتخاب شده بود قابل پذیرش می باشند; اما

c) اگر یکی از آن دو سرجوش گفته شده در *a)* معیوب تشخیص داده شد ، مجددا دو سرجوش دیگر باهمان روش مورد آزمایش قرر میگیرد.

d) حال اگر هیچکدام از موارد گفته شده در *c)* معیوب نبوده و قابل پذیرش بودند، مورد یا موارد معیوب طبق پاراگراف ۳٤۱.۳.۳ تعمیر یا تعویض گردیده و کلیه سرجوش های دیگر قابل پذیرش می باشند; اما

e) اگر حتی در یکی از موارد گفته شده در *c)* عیبی دیده شد کلیه ی آیتمهایی که در این نمونه گیری تصاعدی مورد نظر می باشند، می بایست :

۱) آنگونه که الزام شده اند تعمیر ، تعویض و مجددا آزمایش شوند; و نیز

۲) بطور کامل (یعنی همه ی سرجوشها) آزمایش شده و در صورت نیاز هر کدام تعمیر یا تعویض شوند و نهایتا پس از تعمیر یا تعویض طبق الزامات کد با همان روش قبلی آزمایش گردند.

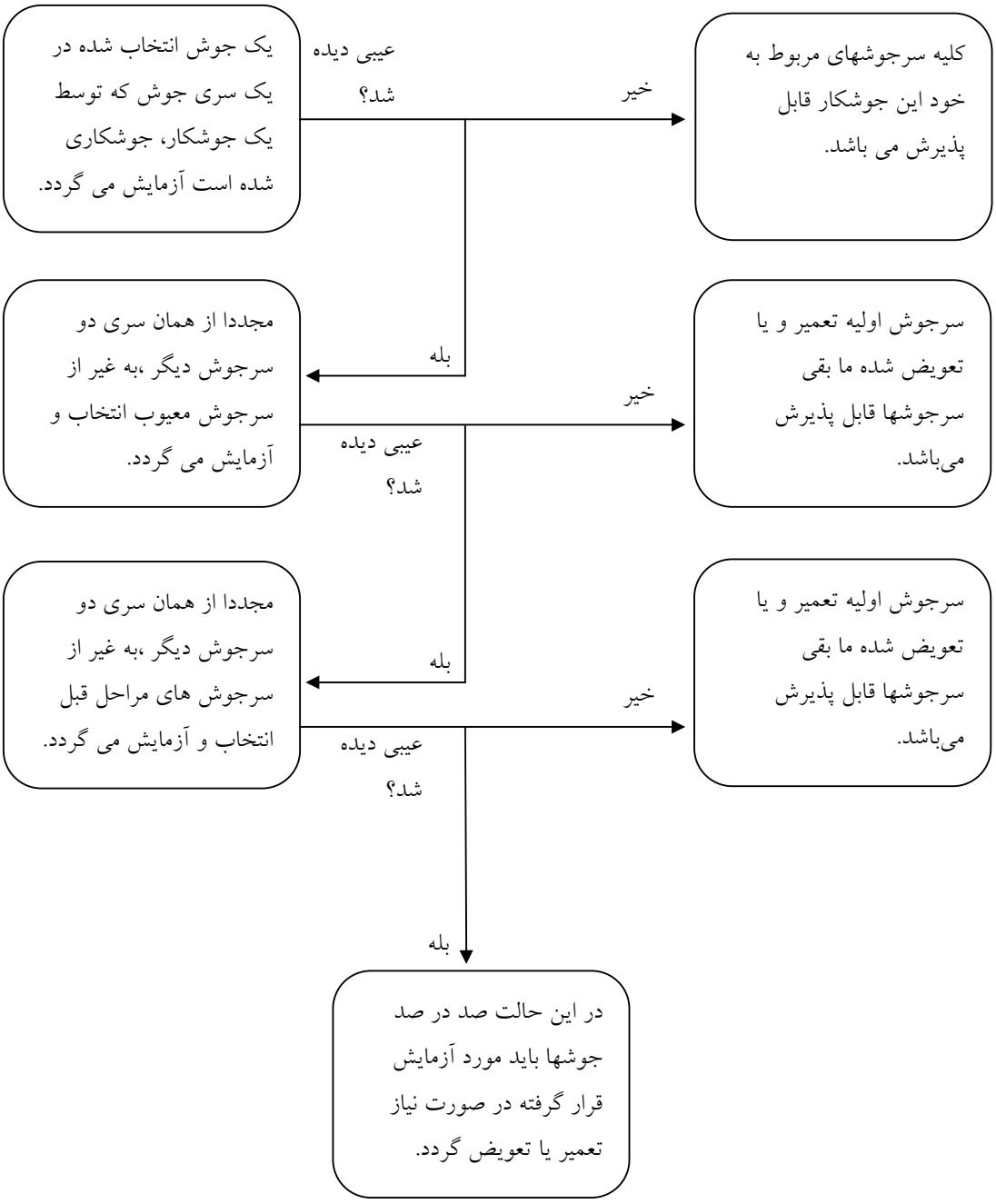
f) اگر یک یا چند مورد از سرجوشهای گفته شده که مورد تعمیر یا تعویض قرار گرفتند، پس از آزمایش مجدد همان عیبی که درگام اول دیده شده بود را در برداشته باشد ، روش تصاعدی نمونه گیری مطابق با *a)* و *c)* و *e)* با توجه به عیبی که در جوش تعمیر شده یافت گردیده الزام نمی باشد و در این صورت می بایست مورد معیوب تا آنجا که طبق ۳٤۱.۳.۳ مورد پذیرش واقع شود تعمیر و یا تعویض گردد. حال آنکه بر روی ما بقی سرجوشها آزمایش نقطه ای یا تصادفی (هر کدام قابل اعمال بود) باید انجام گردد.

---

[٥٤] - Spot

[٥٥] - Random

توضیح: به منظور فهم آسان تر موارد گفته شده ی بالا به فلو چارت زیر توجه شود:[۵۶]



[۵۶] - توضیح مترجم

۳۴۱.۴– دامنه آزمایشات مورد نیاز

۳٤۱.٤.۱ – آزمایش – سرویس سیال معمولی[۵۷]. خطوط پایپینگی که به منظور جریان سیالهای معمولی اجرا می شود ، باید در دامنه ای که گفته خواهد شد مورد آزمایش قرار گیرد. بدیهی است اگر دامنه ای گسترده تر توسط طراحی واحد مهندسی مد نظر قرار گرفته باشد، دامنه‌ی آزمایش بر آن اساس خواهد بود. معیارهای پذیرش مطابق با آنچه در پاراگراف ۳٤۱.۳.۲ و نیز در جدول ۳٤۱.۳.۲ آمده است برای این نوع سیال انتخاب می شود مگر اینکه مورد خاصی اضافه گردد:

a) آزمایش چشمی[۵۸]: براساس پاراگراف ۳٤٤.۲ ، حداقل موارد زیر می بایست مورد آزمایش چشمی قرار گیرد:

۱) اقلام و قطعات به تعداد کافی که به صورت اتفاقی انتخاب شده اند مورد مشاهده و آزمایش چشمی شخص آزمایش کننده قرار گیرند تا از مطابقت با مشخصات فنی اطمینان حاصل شده و عاری بودن اقلام از عیوبی که به چشم می آیند مسجل گردد.

۲) حداقل ۵٪ از جوشهای یک جوشکار یا اوپراتور جوش می بایست در این آزمایش ارائه گردد.

۳) ۱۰۰٪ جوشهای طولی که برای ساخت قطعات انجام می گردد باید مورد آزمایش قرار گیرد مگر اینکه اقلام یا قطعات بر اساس لیست استاندارد ساخته شده باشند. (متعلق به اقلام لیست شده[۵۹] شده باشند.) پاراگراف ۳٤۱.۵.۱*(a)* را مشاهده کنید. برای جوشهای طولی می بایست فاکتور اتصال طولی[۶۰] برابر با ۰/۹ رعایت گردد.

٤) آزمایش چشمی به صورت راندوم از اتصالات پیچ و مهره و روزه ای نیز توسط آزمایش کننده صورت می گیرد تا الزامات مربوط به پاراگراف ۳۵۵ برآورده گردد. هرگاه مقرر شود تست پنوماتیک اعمال شود، کلیه روزه ها ، پیچ ها و اتصالات مکانیکی دیگر می بایست مورد آزمایش قرار گیرند.

۵) در خلال نصب پایپینگ آزمایش چشمی به صورت راندم در مورد همطرازی خط[۶۱]، ساپورت ها و کلد اسپرینگ[۶۲] انجام گردد.

---

[۵۷] - Normal fluid service

[۵۸] - Visual examination

[۵۹] - Listed Material با مراجعه به جدول A-1 متریال لیست شده اعم از لوله ها ، فلنج ها، فیتینگ ها ، ورقها و کلیه محصولات تولید شده بر اساس استاندارد مشاهده مي گردد.

[۶۰] - E_j یا Longitudinal joint factor که براي آشنايي با اين فاکتور مي توان به پاراگراف و جدول ۳۰۲.۳.۴ مراجعه نمود.

[۶۱] - Alignment

٦) آزمایش پایپینگ بعد از زمان نصب برای پیدا کردن عیوبی که نیاز به تعمیر و یا تعویض دارند و یا مشاهده ی عدم انطباق های دیگر با طراحی.

b) دیگر آزمایشها:

۱) بیش از ۵٪ از جوشهای نفوذی محیطی و مایتر[٦٣] هایی که جوش کاری نفوذی روی آنها انجام شده است به طور کامل (دورتادور جوش) به صورت راندم انتخاب شده و باید رادیو گرافی (بر اساس پاراگراف ۳٤٤.۵) و یا آزمایش اولتراسونیک (براساس ۳٤٤.٦) شوند. هنگامی که دسته ای از سرجوشها در نظر گرفته می شود، همگی باید حاصل کار یک جوشکار یا اوپراتور جوشکاری مشخص باشد. همچنین این سرجوشها باید طوری انتخاب شود که ماکزیمم مقدار همپوشانی با جوشهای طولی را دارا باشد. دست کم باید ۳۸ میلیمتر اطراف سرجوش با فصل مشترک جوش های طولی مورد آزمایش واقع شود. اگر طبق طراحی مهندسی و یا طبق نظر بازرس، آزمایش سرجوش در حالت درون فرآیندی[٦٤] مجاز باشد طبق پاراگراف ۳٤٤.۷ این کار می تواند به عنوان جایگزین انجام گردد.

۲) باید بیش از ۵٪ از سرجوشهای لیحم کاری شده به صورت درون فرایندی طبق پاراگراف ۳٤٤.۷ مورد آزمایش قرار گیرند. سرجوشهای لحیم کاری شده که مورد آزمایش هستند جهت اطمینان از کیفیت کار لحیم کار[٦٥]ی که قرار است جوینتهای کار شده در محصول نهایی را لحیم کاری کند می‌باشد.

c) گواهینامه ها و سوابق: آزمایش کننده باید از طریق گواهینامه ها و سوابق اطمینان حاصل کند که اقلام و قطعات دقیقا از درجه و گرید[٦٦] مشخص شده باشند . همچنین از انطباق الزام شده مدارک اقلام و قطعات در خصوص عملیات حرارتی[٦٧] ، آزمایشات و سنجش های اولیه برروی این اقلام مطمئن گردد.

۳٤۱.٤.۲ – آزمایش – سرویس سیال دسته ی D[٦٨]. پایپینگ و اجزاء پایپینگ برای سیالهای دسته ی D می بایست همانگونه که در طراحی مهندسی مد نظر است بر اساس پاراگراف ۳٤٤.۲

---

٦٢ - Cold spring جهت توضیح بیشتر به پاراگراف ۳۱۹.۲.۴ مراجعه گردد.
٦٣ - Miter
٦٤ - In-process
٦٥ - Brazer
٦٦ - Grade
٦٧ - Heat treatment
٦٨ - Category D fluid service

بر حسب ضرورت تا جایی مورد آزمایش چشمی قرار گیرند تا آزمایش کننده از مطابقت الزامات کد و طراحی مهندسی با اقلام ، قطعات و فضای کار اجرایی اطمینان حاصل کند. معیار پذیرش این دسته از سیالها در پاراگراف و جدول ۳٤۱.۳.۲ بیان گردیده است.

۳٤۱.٤.۳ – آزمایش – سرویس سیال تحت شرایط سیکلی شدید[۶۹]. پایپینگی که به منظور قرار گرفتن در شرایط شدید سیکلی اجرا می گردد باید به اندازه ای که در اینجا گفته می شود و یا هر اندازه و دامنه ی بیشتری که در طراحی مهندسی بیان شده باشد مورد آزمایش قرار گیرد. برای این نوع شرایط نیز در پاراگراف ۳٤۱.۳.۲ معیارهای پذیرش آورده شده اند. مگر مواردی که استثناء باشند.

a) آزمایش چشمی: الزامات پاراگراف *a)*۳٤۱.٤.۱ به همراه موارد زیر باید اعمال گردند:

۱) کلیه قطعات ساخت باید مورد آزمایش قرار گیرند.

۲) اتصالات رزوه ای ، پیچی و مهره ای و کلیه اتصالات باید آزمایش گردند.

۳) کلیه اجزاء پایپینگ باید به منظور اطمینان از وضعیت ابعاد و همطرازی خطوط و قطعات ، ساپورتها ، گاید ها و نقاط کلداسپرینگ چک شود تا در هنگام شروع به کار سیستم ، بهره برداری و توقف کار سیستم مهار کامل بوده و از پیچیدگیها و شوک های غیرقابل پیش بینی جلوگیری به عمل آید.

b) آزمایشات دیگر:

کلیه جوش های محیطی نفوذی و مایترها ، همچنین جوش کلیه اتصالات انشعابی ساخته شده قابل مقایسه با مواردی که در شکل ۳۲۸.۵.٤E نشان داده شده اند باید ۱۰۰٪ (به طور کامل همه ی جوشها ی نفوذی) بر اساس پاراگراف ۳٤٤.۵ رادیو گرافی یا بر اساس پاراگراف ۳٤٤.٦ مورد آزمایش اولتراسونیک قرار گیرند. (این موضوع می تواند در طراحی مهندسی نیز مشخص گردیده باشد.) کلیه جوش های نری مادگی (ساکتی) و انشعاباتی که رادیوگرافی یا اولتراسونیک نمی شوند می بایست بوسیله ی متد ذرات مغناطیسی (MT) و یا مایع نافذ (PT) بر اساس پاراگراف های ۳٤٤.۳ و ۳٤٤.٤ آزمایش شوند.

c) براساس پاراگراف ۳٤٤.۷ آزمایش درون فرآیندی که با آزمایشات غیر مخرب مناسب این کار صورت می گیرد می تواند جایگزینی برای الزامات بند *b)* گفته شده در بالا باشد.

---

[۶۹] - Severe cyclic conditions

این کار بر مبنای بررسی یکایک جوشها ذکر شده در طراحی مهندسی و یا طبق تشخیص بازرس انجام می گردد.

d) صدور گواهینامه و سوابق: الزامات بند*(c)* ۳٤۱.٤.۱ اعمال می گردد.

۳٤۱.٤.٤ – آزمایش جهت سرویس سیالهایی با دمای افزایش یافته[۷۰]: مانند سرویس های قبلی پایپینگ به کار رفته در این نوع سرویس به صورت زیر و یا اگر در طراحی مهندسی نیاز به آزمایشات بیشتری لحاظ شده باشد ، آزمایش می گردد: معیارهای پذیرش در اینجا همانند آنچه برای سرویس مورد نیاز برای سیال معمولی در جدول و پاراگراف ۳٤۱.۳.۲ بیان گردید می باشد مگر اینکه در مواردی شرایط سرویس تحت سیکل شدید لحاظ گردد یا اینکه مورد خاصی تعیین شود.

a) آزمایش چشمی: الزامات پاراگراف *a)*۳٤۱.٤.۱ با در نظر گرفتن استثنائات زیر باید اعمال گردند:

۱) کلیه قطعات ساخت باید مورد آزمایش قرار گیرند.
۲) اتصالات رزوه ای ، پیچی و مهره ای و کلیه اتصالات باید آزمایش گردند.
۳) کلیه اجزاء پایپینگ باید به منظور اطمینان از وضعیت ابعاد و همطرازی خطوط و قطعات ، ساپورتها ، گاید ها و نقاط کلداسپرینگ چک شود تا در هنگام شروع به کار سیستم ، بهره برداری و توقف کار سیستم مهار کامل بوده و از پیچیدگیها و شوک های غیرقابل پیش بینی جلوگیری به عمل آید.

b) آزمایشات بیشتر[۷۱]. الزامات مربوط به آزمایش در پاراگراف *(b)* ۳٤۱.٤.۱ با در نظر گرفتن استثنائات زیر اعمال می گردد:

۱) اگر قطعات ساخته شده در مشخصات فنی لیست شده نباشند، کلیه آنهایی که شامل درز طولی و مارپیچ جوش هستند و دارای .P-No های ٤ و ٥ می‌باشند ، باید ۱۰۰٪ بر اساس پاراگراف ۳٤٤.٥ آزمایش رادیوگرافی روی آنها انجام گردد و یا بنابر پاراگراف ۳٤٤.٦ ، ۱۰۰٪ آزمایش اولتراسونیک را پشت سر گذارند.
۲) جوشهای ساکتی و جوش اتصالات انشعابی که فلز آنها داری .P-No های ٤ و ٥ می باشد و قابلیت انجام آزمایشات رادیوگرافی و اولتراسونیک روی

---

۷۰ - Elevated Temperature Fluid Service
بر اساس پاراگراف ۳۰۰-۲ که مربوط به تعاريف مي باشد، در اين نوع سرويس فلزبه كار رفته در پايپينگ متحمل دمايي برابر يا بيش از دماي T_{cr} مي باشد كه اين دما در جدول ۳۰۲-۳-۵ تشريح گرديده است.

۷۱ - Additional examination

آنها نیست، باید بر اساس پاراگرافهای ۳٤٤.۳ و ۳٤٤.٤ آزمایش ذرات مغناطیسی و یا آزمایش مایع نافذ روی آنها صورت گیرد.

c) آزمایشات بیشتر که برای جوشهای فلزی بدون فیلر متال[۷۲] در فولادهای ضدزنگ آستنیتی و آلیاژ های نیکل بالای آستنیتی الزام می گردد. لوله هایی که بصورت فلزی (بدون فیلرمتال) جوش داده می شوند باید تحت آزمایش غیر مخرب الکتریکی بر اساس مشخصات فنی متریال قرار گیرند. اتصالات انبساطی[۷۳] که با این روش جوشکاری می‌گردند نیز بر طبق پاراگراف *(c)* ۳۰۲.۲.۲ X باید آزمایش گردند.

d صدور گواهینامه و سوابق: الزامات بند*(c)* ۳٤۱.٤.۱ اعمال می گردد.

۳٤۱.۵ – آزمایشات تکمیلی

هریک از روشهای آزمایش شرح داده شده در پاراگراف ۳٤٤ می تواند در طراحی مهندسی به منظور تکمیل آزمایشات الزام شده در پاراگراف ۳٤۱.٤ مشخص گردند. دامنه ای این آزمایشات تکمیلی و معیارهای پذیرش آنها در صورتی که متفاوت با آنچه در ۳٤۱.۳.۲ بیان گردیده است باشد، باید در طراحی مهندسی منظور گردد.

۳٤۱.۵.۱ – انجام رادیوگرافی به صورت نقطه ای

a) به منظور حصول اطمینان از داشتن فاکتور اتصال E_j برابر با ۰/۹ برای جوشهای طولی نفوذی رادیوگرافی نقطه ای مطابق با پاراگراف ۳٤٤.۵ الزام می باشد. در این آزمایش در هر ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) جوش انجام شده توسط یک جوشکار و یا اوپراتور جوشکاری، باید حداقل ۳۰۰ میلی متر (یک فوت) مورد ارزیابی قرار گیرد. معیار پذیرش آنچه که در خصوص سرویس سیال معمولی در جدول ۳٤۱.۳.۲ بیان گردیده است می باشد.

b) پیشنهاد می گردد برای هر جوشکار یا اوپراتور جوشکاری ، دامنه ی آزمایش کمتر از یک شات از هر ۲۰ سرجوش نباشد. معیار های پذیرش نیز همانگونه که در جدول ۳٤۱.۳.۲ زیر ستون مربوط به سرویس سیال معمولی برای نوع جوینت آزمایش شده بیان گردیده است می باشد، مگر در مواردی که غیر از این مشخص گردد.

c) نمونه گیری تصاعدی جهت آزمایش. همانگونه که در پاراگراف ۳٤۱.۳.٤ مشخص گردید، اعمال گردد.

d) موقعیت های مورد آزمایش. موقعیت و نقاطی از جوش ها که به منظور انجام آزمایش رادیوگرافی نقطه ای انتخاب می شوند باید بوسیله بازرس تایید گردند.

---

[۷۲] - Autogenous welds without filler metal

[۷۳] - Autogenously welded expansion joint bellows

۳۴۱.۵.۲ – سختی سنجی

دامنه ی سنجش سختی در صورتی که الزام شده باشد ، باید مطابق با پاراگراف ۳۳۱.۱.۷ بوده به استثناء مواردی که در طراحی مهندسی مشخص گردند.

۳۴۱.۵.۳ – آزمایشاتی به منظور رفع شک در موارد مشکوک

در صورتی که مشاهدات مشکوکی موجود باشد هریک از روشهای آزمایش می تواند به کار برده شود. معیار پذیرش باید آنچه برای روش آزمایش بکار رفته الزام شده است باشد.

۳۴۲ . پرسنل آزمایش کننده (به طور رایج اوپراتورهای NDT)

۳٤۲.۱ – شرایط احراز و گواهینامه ی پرسنل

آزمایش کننده یا همان اوپراتور باید تجربه و دوره ی آموزشی متناسب با نیاز های آزمایش مورد نظر را داشته باشد[۷٤]. لذا کارفرما (یا شرکتی که اوپراتورها را استخدام نموده است) باید سوابق آموزشی اوپراتور های تحت استخدام را گواهی کرده، نتایج و تاریخ های گواهینامه های مربوط به احراز شرایط مورد نظر را به بازرس نشان داده و این سوابق را در دسترس وی نگهداری نماید.

۳٤۲.۲ – الزام ویژه

برای انجام آزمایشات درون فرایندی ، همان اوپراتور هایی که در هنگام ساخت آزمایشات را انجام داده اند نباید در اینجا نیز آزمایشات را اجرا نمایند.

[۷٤] - براي اين منظور راهكار پيشنهادي (Recommended practice) SNT-TC-1A براي گواهي و احراز شرايط پرسنل انجام آزمايشات غير مخرب مي تواند به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گيرد.

۳۴۳ . رویه آزمایش

کلیه آزمایش ها باید مطابق با رویه ای نوشته شده اجرا گردند که با یکی از متدهای بیان شده در پاراگراف ۳٤٤ شامل متدهای ویژه (پاراگراف ۳٤٤.۱.۲) منطبق باشد. رویه ها آنگونه که در کد مربوط به ساخت مخازن ذخیره پرفشار و پایپینگ[۷۵] مقاله T150-1 بخش پنجم الزام گردیده باشد. شرکت مجری آزمایشات باید رویه های بکار گرفته شده در آزمایشات ، تاریخ صدور رویه ها و شرایط احراز این رویه ها را ارائه نموده و آنها را نگهداری نموده طوری که به آسانی در دسترس بازرس قرار گیرد.

[۷۵] - BPV Code, Section V, Article 1,T150

۳۴۴ . گونه های آزمایش

۳٤٤.۱- کلیات

۳٤٤.۱.۱- متد ها. کلیه آزمایش هاییکه در این استاندارد، طراحی مهندسی و یا بوسیله بازرس مرتبط الزام می گردد باید با آنچه از این به بعد آمده است مطابق باشد مگر آنچه در ۳٤٤.۱.۲ مشروط شده باشد.

۳٤٤.۱.۲- متدهای ویژه. اگر متدی که استفاده می شود در بندهای بعدی مشخص نشده باشد ، متد و معیارهای پذیرش آن می بایست در طراحی مهندسی با جزئیات کافی مشخص گردد تا اجازه ی بررسی شرایط احراز رویه های ضروری و اوپراتورها (آزمایش کنندگان) صادر شود.

۳٤٤.۱.۳- تعاریف. واژگان زیر در خصوص کلیه انواع آزمایشات کاربرد دارند:

آزمایش ۱۰۰٪. آزمایش به طور کامل برای کلیه انواع آیتمهایی که در یک سری کار پایپینگ[۷٦] در نظر گرفته شده است.

آزمایش تصادفی[۷۷]. آزمایش کامل درصدی از آیتم های کار شده .

---

[۷٦] - منظور از يك سري كار پايپينگ آن مقدار از كار پايپينگ مي باشد كه در اين كد الزام شده تا مورد آزمايش قرار گيرند. گستره‌ي اين سري در نظرگرفته شده مي بايست در توافقي كه فيمابين بخشهاي ساخت پيش از شروع كار تدوين مي گردد بيان گردد. ممكن است انواع مختلفي از آيتمهاي متفاوت در سري كاري هاي پايپينگ مد نظر قرار گيرد. به اين منظور استاندارد مؤسسه ي ساخت لوله ES-48، آزمايشات تصادفي (random examinations) براي مثال انتخاب سري ها (lot selection) را ملاحظه كنيد.

[۷۷] - بوسيله ي آزمايشات تصادفي و نقطه اي نمي توان از كيفيت كل كار ساخته شده اطمينان حاصل كرد. آيتمهايي كه در يك سري كار پايپينگ در نظر گرفته شده است و چنين آزمايشاتي بر روي آنها انجام نمي‌گيرد ممكن است داراي عيوبي باشند كه بوسيله آزمايشات بيشتر مشخص گردند. مخصوصا اگر الزام گردد كليه عيوب جوشي كه به وسيله راديوگرافي قابل تشخيص هستند از اين سري كار پايپينگ مورد آزمايش حذف شوندو لذا در اينجا راديوگرافي ۱۰۰% مي بايست لحاظ گردد.

آزمایش نقطه ای. قسمتی مشخص از یک نوع آیتم مشخص که در یک سری کار پایپینگ در نظر گرفته شده است به صورت نقطه ای آزمایش می گردد. برای مثال بخشی از طول جوش‌های آیتمی از یک پایپینگ عایق کاری گردیده با جکت[۷۸] که در کارگاه ساخته شده است.

آزمایش های نقطه ای تصادفی. آزمایش بخشی از سرجوش هایی که به طریق تصادفی در یک سری کار پایپینگ مورد آزمایش قرار می گیرند.

۳٤٤.۲ – آزمایش چشمی

۳٤٤.۲.۱ – آزمایش چشمی عبارت است از مشاهده ی قسمت هایی از قطعات ، اتصالات و دیگر اجزاء پایپینگ که قابلیت مشاهده را پیش ، در خلال و یا پس از تولید، ساخت، مونتاژ، نصب، آزمایش و یا سنجش . چنین آزمایشی شامل بازنگری و تحقیق در الزامات کد و طراحی مهندسی برای اقلام مورد استفاده، قطعات، ابعاد، اتصالات، آماده سازی، همترازی، جوشکاری، اتصالات چشمی، لحیم کاری، پیچ و مهره ها، رزوه ها و دیگر روش های اتصال، ساپورتها، مونتاژ قطعات و نصب آنها می باشد.

۳٤٤.۲.۲ – متد آزمایش. آزمایش چشمی باید مطابق با گفتار نهم از بخش ۵ کد ساخت بویلر و پایپینگ[۷۹] انجام گردد. به غیر از آزمایشات چشمی درون فرآیندی که در بند ۳٤٤.۷ بیان شده است، سوابق مشاهدات چشمی مستقل الزام نیستند.

۳٤٤.۳ – آزمایش ذرات مغناطیسی MT

آزمایش قطعات ریختگی در بند ۳۰۲.۳.۳ پوشش داده شده است. آزمایش MT برای جوشها و قطعاتی که با روشی غیر از ریخته گری ساخته شده اند باید مطابق با گفتار هفتم از بخش ۵ کد ساخت بویلر و پایپینگ انجام گردد.

۳٤٤.٤ – آزمایش مایع نافذ PT

آزمایش قطعات ریختگی در بند ۳۰۲.۳.۳ پوشش داده شده است. آزمایش PT برای جوشها و قطعاتی که با روشی غیر از ریخته گری ساخته شده اند باید مطابق با گفتار ششم از بخش ۵ کد ساخت بویلر و پایپینگ انجام گردد.

۳٤٤.۵ – رادیوگرافی RT

---

[۷۸] - Jacketed piping

[۷۹] - BPV code, Section V, Article 9

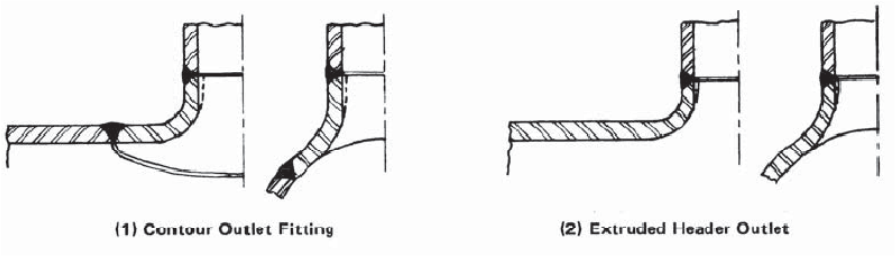
۳٤٤.٥.١ – متد. آزمایش قطعات ریختگی در بند ۳۰۲.۳.۳ پوشش داده شده است. آزمایش RT برای جوشها و قطعاتی که با روشی غیر از ریخته گری ساخته شده اند باید مطابق با گفتار دوم از بخش ۵ کد ساخت بویلر و پایپینگ انجام گردد.

۳٤٤.٥.٢ – دامنه انجام آزمایش رادیوگرافی:

a) رادیو گرافی ۱۰۰ ٪ . مگر در موارد خاصی که در طراحی مهندسی مشخص گردیده باشد تنها برای جوشهای محیطی و جوش مایترهای نفوذی و برای اتصال انشعابات ساخته شده که با شکل ۳۲۸.٥.٤E مطابقت داشده باشد ، انجام می گیرد.

شکل ۳۲۸.٥.٤ E جزئیات قابل قبول برای ضمیمه انشعاب مناسب برای ۱۰۰٪ رادیوگرافی

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



b) رادیوگرافی راندوم (تصادفی). تنها برای جوشهای محیطی و جوش مایترهای نفوذی اعمال می گردد.

c) رادیوگرافی نقطه ای . آزمایش رادیوگرافی نقطه ای مستلزم یک تک شات در قسمتی از یک سرجوش مشخص می باشد. این کارطبق بند ۳٤٤.٥.١ انجام می شود. حداقل الزامات برای جوشهای محیطی و جوش مایترهای نفوذی به عبارت است از:

۱) برای سایز کمتر یا مساوی با ٦٥ میلیمتر (۲ ۱/۲ اینچ) یک پرتو دهی کامل دورتادور جوش؛

۲) برای سایز بیش از ٦٥ میلیمتر از داخل دور تادور به اندازه ۱٥۲ میلیمتر (٦ اینچ) .

برای جوشهای طولی نیز حداقل به اندازه ی ۱٥۲ میلیمتر رادیوگرافی الزام می باشد.

۳٤٤.٦ – آزمایش اولتراسونیک (UT)

۳٤٤.٦.۱ – متد. آزمایش اولتراسونیک قطعات ریختگی در پاراگرافت ۳۰۲.۳.۳ توضیح داده شده است که در این پاراگراف در مورد دیگر فورم های تولیدشده صحبتی نشده است. این آزمایش باید مطابق با گفتار چهارم از بخش پنجم کد ساخت بویلر و پایپینگ انجام پذیرد. اگر در بندهای *a)* و *b)* که در زیر می آیند جهت کالیراسیون بلوک های مشخص شده در جداول ٤۳۲.۲.۱ -T و ٤۳٤.۳ -T مجاز شمرده شده باشند ، می توان آنها را از این قاعده مستثنی کرد.

a) هنگامی که بلوک های کالیبراسیون اصلی مطابق با جدول ٤۳۱.۱.۵ -T عملیات حرارتی نشده باشند ، روش عرضی باید به گونه ای به کار گرفته شود که پاسخ های بلوک کالیبراسیون اصلی با قطعه مورد آزمایش مرتبط گردد. روش عرضی با دقت در اختلاف بین پاسخ های دریافت شده از همان بازتاب دهنده ی مرجع در بلوک کالیبراسیون اصلی و قطعه و تصحیح این اختلاف کامل می گردد.

b) بازتاب دهنده ی مرجع ی تواند یک شکاف V شکل[۸۰] باشد (که متعاقبا باید زدوده شود.) یا یک واحد یافت پرتوهای زاویه ای نیز می تواند همانند یک بازتاب دهنده عمل کند، و یا هر نوع بازتاب دهنده ی دیگر. این ها می توانند در کامل کردن روش عرضی کمک کنند.

c) هنگامی که روش عرضی به عنوان یک روش جایگزین انتخاب می شود، باید شرایط زیر به عنوان حداقل در نظر گرفته شود:

۱) برای سایزهای کوچکتر یا مساوی با ۲ اینچ (۵۰ میلیمتر) ، یک سرجوش در هر ۱۰ سرجوش مورد آزمایش قرار گرفته;

۲) برای سایزهای بزرگتر از ۲ اینچ (۵۰ میلیمتر) و کوچکتر مساوی با ۱۸ اینچ (٤۵۰ میلیمتر) در هر یک و نیم متر جوش یه متر;

۳) برای سایز های بزرگتر از ۱۸ اینچ (۵۰ میلیمتر) کلیه سرجوش ها باید مورد استفاده قرار گیرند.

d) هر نوع متریال ، هر نوع سایز و هر ضخامت دیواره ای باید جداگانه در روش عرضی در نظر گرفته شود. علاوه بر آن روش عرضی بر روی هر نوع جوش باید حداقل دو بار مورد استفاده قرار گیرد.

e) هنگامی که روش عرضی مورد استفاده است ، به منظور مانیتور کردن[۸۱] عیوب سطح روش عرضی باید طوری تغییر کند تا انعکاس حاصل از این روش تصحیح گردد.

---

۸۰ - V-notch

۸۱ - Monitoring

۳٤٤.٦.۲ – معیار پذیرش. یک عیب از نوع خطی غیر قابل پذیرش است اگر دامنه ی نشان داده شده از سطح مرجع بیشتر شود و (and) طول آن بیش از مقادیر زیر گردد:

a) برای $\overline{T}_w$ کوچکتر مساوی با ۱۹ میلیمتر (3/4 in) به اندازه ی ٦ میلیمتر (1/4 in)

b) برای $\overline{T}_w$ بزرگتر از ۱۹ میلیمتر و کوچکتر مساوی با ۵۷ میلیمتر (2 1/4in) به اندازه ی یک سوم $\overline{T}_w$

c) برای $\overline{T}_w$ بزرگتر از ۵۷ میلیمتر به اندازه ی ۱۹ میلیمتر

۳٤٤.۷ – آزمایشات مرحله ای[۸۲]

۳٤٤.۷.۱ – تعریف. آزمایشات مرحله ای به آزمایشات زیر گفته می شود در جایی که قابل اعمال باشد:

a) آماده سازی جوینت و اطمینان از تمیزی (منظور عدم آلودگی به روغنها و دیگر آلاینده های موجود در محیط کار می باشد.)

b) پیش گرم (طبق رویه ی جوشکاری (WPS[۸۳])

c) فیت آپ، تمیزی جوینت (منظور زدایش کلیه سرباره های ناشی از تک بندی[۸٤])، همراستایی داخل لوله[۸۵] قبل از اعمال جوشکاری.

d) کنترل متغیرهای مشخص شده در رویه ی جوشکاری از جمله فلز پر کننده[۸٦]:

۱) برای جوشکاری موقعیت جوشکاری[۸۷] و الکترود

۲) برای لحیم کاری موقعیت لحیم کاری، فلاکس، دمای لحیم کاری، رطوبت مناسب و عملکرد مجرای هویه

e) در مورد جوشکاری کنترل شرایط پاس ریشه ی جوش بعد از تمیز کاری (اعمال وایربرس بر روی جوش) – در قسمتهای بیرون لوله و اگر دسترسی باشد داخل لوله – و اگر در طراحی مهندسی مشخصا تاکید شده باشد کنترل این قسمت بوسیله ی تست ذرات مغناطیسی و یا مایع نافذ.

f) در خصوص جوشکاری ، کنترل زدایش کامل سرباره جوش و شرایط بین پاسی

---

[۸۲] In-Process examination -
[۸۳] Welding Procedure Specification -
[۸٤] Tack welding -
[۸۵] Internal Alignment -
[۸٦] Filler metal -
[۸۷] Welding position -

g) کنترل ظاهر جوش نهایی.

۳٤٤.۷.۲ – روش آزمایش. آزمایش به صورت مشاهده (چشمی) انجام می گیرد همانگونه که در پاراگراف ۳٤٤.۲ آمده است مگر اینکه روشهایی اضافه تر در طراحی مهندسی لحاظ گردیده باشد.

۳۴۵ . سنجش

۳٤٥.۱ – نشتی سنجی مورد نیاز

پیش از آغاز بهره برداری[۸۸] و پس از به اتمام رساندن کلیه آزمایشهایی که در پاراگراف ۳٤۱ الزام گردیده اند، هر سیستم پایپینگی می بایست جهت اطمینان از انسجام[۸۹] سیستم تست گردد. چنین سنجشی باید بوسیله انجام نشتی سنجی هیدرواستاتیک[۹۰] مطابق با پاراگراف ۳٤٥.٤ صورت
می پذیرد. به غیر از مواردی که در زیر می آید:

a) بر اساس نظر کارفرما، یک سیستم پایپینگ که دارای طبقه بندی سیال نوع D می باشد ، می تواند مطابق با پاراگراف ۳٤٥.۷ در هنگام شروع سرویس اولیه تست گردد. این مورد جایگزین نشتی سنجی هیدرواستاتیکی خواهد بود.

---

[۸۸] - Operation
[۸۹] - Tightness
[۹۰] - Hydrostatic leak test

b) در جایی که کارفرما انجام نشتی سنجی هیدروستاتیک را غیر عملی بداند، اعمال نشتی سنجی پنوماتیک[۹۱] مطابق با پاراگراف ۳۴۵.۵ مجاز می باشد و یا می توان با تشخیص اینکه در کجا ها انرژی گاز فشرده شده می تواند مخرب باشد و نیز در کجا ها انجام تست هیدروستاتیک مقدور نباشد از ترکیبی از این دو تست مطابق با پاراگراف ۳۴۵.۶ برای سنجش انسجام کل سیستم بهره برد.[۹۲]

c) در جاییکه کارفرما تشخیص دهد در هیچ کجای سیستم نه انجام تست هیدروستاتیک و نه پنوماتیک عملی نمی باشد ، در صورتیکه که هر دو شرط زیر برقرار باشد می توان جایگزین مشخص شده در پاراگراف ۳۴۵.۹ را مورد استفاده قرار داد. اما دو شرط عبارتند از:

۱) سنجش هیدروستاتیکی :

a) عایقکاری و پوشش داخلی لوله را صدمه می زند.

b) بر اثر حضور رطوبت ، فرآیندی باعث آلودگی، خوردگی، ایجاد خطر و یا غیر قابل تاثیر شدن سیستم پایپینگ شکل می گیرد.

c) به منظور کنترل اضافه بار حاصل از تست هیدروستاتیکی ملزم به اعمال تغییرات اساسی در ساپورتها باشیم.

d) خطر شکست ترد در اثر انجام تست هیدروستاتیک به دلیل پایین آمدن دمای فلز در هنگام تست ممکن باشد.

۲) سنجش پنوماتیکی:

a) امکان وجود خطری اضافه در اثر تخلیه[۹۳] ناگهانی انرژی ذخیره شده در سیستم باشد و یا

b) امکان خطر شکست ترد در اثر دمای پایین فلز در خلال تست باشد.

d) مگر در مواردی که در طراحی مهندسی مشخص گردیده باشد خطوطی که به هوای باز راه دارند مانند خطوط تخلیه هوا[۹۴] و یا تخلیه سیال[۹۵] در مسیر خروج سیال پس از آخرین شیر انسدادی[۹۶] نیاز به اعمال نشتی سنجی ندارد.

۳۴۵.۲ – الزامات عمومی برای نشتی سنجی:

الزامات پاراگراف ۳۴۵.۲ برای بیش از یک نوع نشتی سنجی اعمال می شود.

---

[۹۱] - Pneumatic leak test

[۹۲] - توضیح اینکه در یک سیستم پایپینگ که مشتمل بر خطوط مختلف و اجزا متفاوت می باشد، می توان با جدا کردن مناطق با قابلیت تست متفاوت از انسجام کل سیستم اطمینان حاصل نمود. (مترجم)

[۹۳] - Release

[۹۴] - Vent

[۹۵] - Drain

[۹۶] - Shutoff Valve

۳٤٥.۲.۱ – محدودیت ها بر روی فشار.

a) تنش بیش از استحکام تسلیم. اگر فشار تست باعث تولید تنش فشاری اسمی و یا تنش طولی بیش از استحکام تسلیم در دمای تست گردد، فشار تست می بایست تا بیشینه فشاری که از میزان استحکام تسلیم در دمای تست بیشتر نگردد، کاهش یابد.

b) انبساط سیال مورد استفاده برای تست[۹۷]. اگر الزاما فشار تست برای مدت زمان مشخصی نگه داشته شود و سیال در معرض انبساط حرارتی قرار گیرد، تدابیری جهت جلوگیری از اعمال فشار اضافه باید در نظر گرفته شود.

c) پیش تست پنوماتیکی. یک پیش تست با استفاده از هوا در فشاری کمتر از Kpa۱۷۰ (psi۲۵) می تواند قبل از اعمال تست هیدروستاتیک صورت گیرد تا نشتی های عمده مشخص گردد.

۳٤٥.۲.۲ – دیگر الزامات نشتی سنجی:

a) آزمایش (مشاهده) نشتی. تست نشتی سنجی باید حداقل به مدت ۱۰ دقیقه نگهداشته شود و در این حین کلیه ی جوشها و اتصالات (نظیر فلنج ها و شیرآلات) کنترل گردد.

b) عملیات حرارتی. انجام نشتی سنجی می بایست بعد از به اتمام رسیدن کلیه عملیات حرارتی صورت پذیرد.

c) تست دما پایین. در هنگام تست در صورتی که دمای فلز نزدیک به دمای استحاله به حالت داکتیل و ترد قرار می گردد باید در نظر گرفته شود.

۳٤٥.۲.۳ – تدابیر ویژه جهت نشتی سنجی:

a) اجزاء پایپینگ و قطعات مونتاژی. اجزاء پایپینگ و قطعات مونتاژی می تواند بصورت جداگانه و یا همزمان با سیستم پایپینگ در معرض نشتی سنجی قرار گیرد.

b) جوینتهای فلنجی. اتصالات فلنجی که برای متصل کردن اجزاء پایپینگ به کار می رود و قبلا تست شده اند و فلنج هایی که در آنها یک فلنج Blind جهت مسدود کردن تجهیز و یا سیستم پایپینگ به کار رفته است بر اساس پاراگراف ۳٤٥.۱ در خلال نشتی سنجی نیاز به تست ندارند.

c) جوش خاتمه[۹۸]. آخرین سرجوش که سیستم پایپینگ یا اجزاء آن را به یکدیگر متصل می کند و بصورت موفقیت آمیز مطابق با پاراگراف ۳٤٥ تست شده است به نشتی سنجی نیاز ندارد به شرطی که مطابق با پاراگراف ۳٤٤.۷ به صورت مرحله ای آزمایش شده باشد علاوه بر اینکه بر

---

[۹۷] - Test medium

[۹۸] - Closure weld به این نوع سرجوش Golden Weld نیز گفته میشود.

اساس پارگراف ۳٤٤.۵ به صورت ۱۰۰٪ رادیوگرافی شده و یا بر اساس ۳٤٤.٦ به طور ۱۰۰٪ مورد آزمایش امواج اولتراسونیک قرارگرفته باشد.

۳٤۵.۲.٤ – سیستم پایپینگی که تحت فشار خارجی می باشد. سیستم پایپینگی که علاوه بر فشار داخلی سیال در معرض فشار خارجی نیز می باشد می بایست با فشاری برابر با ۱/۵ برابر اختلاف فشار داخلی و خارجی نشتی سنجی گردد. اما این فشار تست از Kpa ۱۰۵ (۱۵ psi) نباید کمتر باشد.[۹۹]

۳٤۵.۲.۵ – سیستم پایپینگ غلاف دار[۱۰۰].

a) لوله ی داخلی که سیال اصلی از آن عبور می کند می بایست بر مبنای هرکدام از فشارهای طراحی داخلی و خارجی که بحراتی تر هستند نشتی سنجی گردد. در صورتیکه دسترسی به جوینتهای لوله ی داخلی ضرورت داشته باشد همانگونه که در پاراگراف ۳٤۵.۳.۱ گفته شده است نشتی سنجی باید پیش از آنکه غلاف گذاری لوله یا به اصطلاح ژاکتینگ کامل گردد، انجام پذیرد.

b) غلاف یا همان لوله ی بیرونی می بایست مطابق با پاراگراف ۳٤۵.۱ بر مبنای فشار طراحی لوله ی ژاکت نشتی سنجی گردد مگر اینکه در طراحی مهندسی به طریقی دیگر مشخص شده باشد.

۳٤۵.۲.٦ – تعمیرات و یا اقدامات پس از نشتی سنجی. اگر پس از نشتی سنجی اقدامات و یا تعمیراتی بر روی لوله لازم باشد، پایپینگ می بایست مجددا پس از انجام اقدامات و تعمیرات تست گردد. مگر در مواقعی که موارد اقدامی و تعمیری بسیار جزئی بوده و کارفرما از الزامات آنها چشم پوشی کند. این موضوع با در نظرگرفتن تدابیر احتیاطی جهت اطمینان از کیفیت کار ساخت خواهد بود.

۳٤۵.۲.۷ – سوابق تست . سوابقی که می بایست در خلال نشتی سنجی هر سیستم پایپینگ ثبت گردد شامل موارد زیر می باشد:

۱) تاریخ تست

۲) مشخصات سیستم پایپینگ مورد تست

۳) سیال مورد استفاده جهت نشتی سنجی

٤) فشار تست

---

[۹۹] - گاهی سیستم پایپینگ درون محفظه ، مخزن و یا تجهیزی قرار دارد که خود آن مخزن دارای فشار سیال مربوط به خود می باشد در این حالت لوله در معرض فشار خارجی و هم فشار داخلی قرار دارد. (توضیح مترجم)

[۱۰۰] - Jacketed Piping این مورد در حالاتی است که لوله ی اصلی که سیال از آن عبور می کند به دلایل مختلف از جمله حفظ دمای سیستم داخل یک لوله با قطر داخلی بیشتر قرار میگیرد و جریانی از بخار یا هوای داغ که خود دارای فشار می باشد از روی لوله عبور می کند. (توضیح مترجم)

۵) گواهی های انجام آزمایشات بوسیله ی بازرس آزمایش کننده

در صورتیکه بازرس در گواهینامه ای اذعان و تایید نماید که نشتی سنجی سیستم مورد نظر بر اساس کد صورت گرفته و با موفقیت به اتمام رسیده است نیازی به نگهداری از سوابق تست نمی باشد.[۱۰۱]

۳۴۵.۳ – آماده سازی جهت نشتی سنجی

۳۴۵.۳.۱- جوینتهایی که در معرض تست واقع می شوند. کلیه ی جوینتها، سرجوشها (شامل جوش هایی که اجزاء پایپینگ محتوی فشار را به سازه متصل می نمایند) و کلیه نواحی اتصال می بایست بدون عایق کاری و پوشش باشند. به این دلیل که این نواحی قابلیت مشاهده شدن در حین نشتی سنجی را داشته باشند. بدیهی است جوینتهایی که بر اساس این کد قبلا تست شده باشند از این موضوع مثتثنی خواهند بود و لذا می توان آنها را رنگ، پوشش و عایق کاری نمود. در صورتیکه نشتی سنجی حساس[۱۰۲] مطابق با پاراگراف ۳۴۵.۸ الزام نشده باشد پس از نشتی سنجی می توان سرجوش ها را رنگ لایه ی اول[۱۰۳] و پوشش دهی نمود.

۳۴۵.۳.۲ – ساپورتهای موقت. سیستم پایپینگ طراحی شده برای گاز و بخار باید بوسیله ساپورتهای موقت[۱۰۴] تجهیز گردند تا وزن حاصل از سیال (عموما آب) که برای نشتی سنجی به کار می رود برای سیستم مشکلی ایجاد ننماید.

۳۴۵.۳.۳ – اتصالات انبساطی در سیستم پایپینگ.

a) اتصالات انبساطی مهار نشده در سیستم پایپینگ برای تحمل ضربات ناگهانی نیروی حاصل از اعمال فشار ، به انکر ساپورت[۱۰۵] اصلی بیرون از سیستم وابسته هستند. لذا مگر در مواردی که مطابق با پاراگراف *(c)* ۳۴۵.۳.۳ محدود شده اند، سیستم پایپینگی که شامل اتصالات انبساطی کنترل نشده است باید بدون مهاری موقتی نشتی سنجی شود و بر اساس پاراگراف ۳۴۵ اعمال فشار تست به اندازه ی ۱/۵ برابر فشار طراحی اتصالات انبساطی می باشد. اگر فشار تست الزام شده بیش از ۱/۵ برابر فشار طراحی اتصالات انبساطی بوده و انکرساپورت های اصلی جهت تحمل ضربات ناگهای نیروی حاصل از اعمال فشار در تست طراحی نشده باشند، باید اتصالات

---

[۱۰۱] - اصولا در پروژه ها با صدور certificate همراه با گراف مربوط به فشارگذاری ، نگهداری فشار و فشار برداری پرونده ی هر سیستم پایپینگ تکمیل می گردد. (توضیح مترجم)

[۱۰۲] - Sensitive leak test

[۱۰۳] - Primer

[۱۰۴] - Temporary support

[۱۰۵] - Anchor support یکی از انواع مهم ساپورت

انبساطی در هنگام تست از سیستم پایپینگ حذف گردند و یا مهاری های موقت جهت تحمل این گونه ضربات حاصل از فشار اضافه شوند.

b) اتصالات انبساطی فلزی وزشی[۱۰۶] (یعنی محکم شده[۱۰۷]، دارای مفصل لولایی[۱۰۸] و موازنه شده جهت فشار و غیره) که به خودی خود دارای مهار می باشند، سخت افزاری دارند که جهت تحمل ضربات ناشی از نیروی فشار اعمالی طراحی شده است. به جز مواردی که در پاراگراف*(c)* ۳۴۵.۳.۳ یاد شده است، سیستم پایپینگ مشتمل بر این نوع اتصالات انبساطی

می بایست مطابق با پاراگراف ۳۴۵ نشتی سنجی شوند. یک اتصال انبساطی این چنینی که بوسیله ی سازنده مطابق با ضمیمه ی X قبلا در کارگاه تست گردیده است می تواند در هنگام نشتی سنجی از سیستم پایپینگ حذف گردد. در صورتیکه الزام شده باشد نشتی سنجی حساس مطابق با پاراگراف ۳۴۵.۸ انجام گردد، اتصالات انبساطی مذکور باید در هنگام تست از سیستم حذف شوند. سخت افزارهای مهاری برای کلیه انواع اتصالات انبساطی باید جهت ضربات حاصل از نیروی اعمال فشار تست طراحی شده باشند.

c) هنگامی که اتصالات انبساطی ذکر شده در بالا نصب شده اند و سیستم پایپینگ طبق پاراگراف ۳۴۵ در معرض نشتی سنجی باشد، اگر فشار تست مذکور بیش از فشاری باشد که قبلا سازنده ی اتصالات بر اساس ضمیمه ی X آنها را نشتی سنجی نموده است ، فشار تست کنونی می بایست به اندازه ی فشار تست سازنده اتصالات کاهش یابد.

۳۴۵.۳.۴ – حدود پایپینگ تست شده. تجهیزاتی که نباید در معرض نشتی سنجی قرارگیرند می بایست از سیستم پایپینگ منفصل شده و یا بوسیله ی فلنج های مسدود کننده (Blind flg) در خلال تست از سیستم ایزوله گردند. در چنین مواردی می توان از شیر[۱۰۹] استفاده نمود به شرطی که مکانیزم انسدادی مناسبی در مقابل فشار تست داشته باشد.

۳۴۵.۴ – نشتی سنجی هیدروستاتیکی (هیدروتست)

۳۴۵.۴.۱ – سیال مورد استفاده در هیدروتست[۱۱۰]. بجز در مواردی که تشخیص داده شود یخ زدن آب موجب خرابی لوله می گردد و یا استفاده از آب باعث تاثیرات نامطلوبی بر روی پایپینگ و فرآیند می گردد، باید از آب به عنوان سیال هیدروتست استفاده نمود. (پاراگراف

---

۱۰۶ - Metallic bellows expansion joints
۱۰۷ - Tied
۱۰۸ - Hinged
۱۰۹ - Valve
۱۱۰ - Test fluid

F345.4.1 را ببینید.) در صورتیکه نتوان از آب به عنوان سیال هیدروتست استفاده کرد می توان یک سیال مناسب غیرسمی را به کار برد. اگر مایع قابل اشتعال باشد نقطه تغییرات فشار بخار[۱۱۱] باید حداقل ٤٩ درجه ی سانتیگراد باشد. همچنین باید ملاحظاتی جهت جلوگیری از آلودگی محیط در نظر گرفته شود.

۳٤٥.٤.۲ – فشار تست. به جز مواردی که در پاراگراف ۳٤٥.٤.۳ گفته شده است ، فشار هیدروتست در هرسیستم پایپینگ فلزی باید بر اساس موارد زیر در نظر گرفته شود:

a) فشار تست از ۱/٥ برابر فشار طراحی کمتر نباشد.

b) هنگامی که دمای طراحی بیشتر از دمای تست باشد، کمینه فشار مورد نظر برای تست در سیستم مورد نظر باید بر اساس معادله ی (٢٤) محاسبه گردد. هنگامیکه سیستم پایپینگ شامل چند نوع متریال با دمای طراحی های متفاوت باشد برای استفاده از معادله ی (٢٤) باید متریال کلیه ی اجزاء را در نظر گرفت به غیر از پایپ ساپورت ها و پیچ و مهره ها. ماکزیمم مقدار محاسبه ی شده ی P_T می بایست به عنوان مینیمم مقدار فشار نشان داده شده در گیج در هنگام تست در نظر گرفته شود.

معادله (٢٤) $$P_T = 1.5\, PR_r$$

در جاییکه :

P = فشار طراحی برای لوله ی داخلی

P_T = مینیمم فشار جهت تست

S_T/S = نسبت برای متریال لوله یا اجزاء پایپینگ که در لیست متریال ریتینگ نیستند[۱۱۲]. این مقدار نمی تواند بیش از ٦/٥ باشد . برای متریال اجزاء که در لیست ریتینگ هستند، این مقدار برابر است با نسبت ریتینگ فشار در دمای تست قطعه بر ریتینگ فشار در دمای طراحی قطعه که در این صورت نیز مقدار بیش از ٦/٥ قابل قبول نمی باشد.

= مقدار تنش مجاز متریال قطعه در دمای طراحی (جدول ۱ – A را ببینید)

= مقدار تنش مجاز متریال قطعه در دمای تست.

به طور جایگزین، مبنای محاسبه ی فشار تست در یک سیستم پایپینگ از جنس کربن استیل که دارای استحکام تسلیم کوچکتر مساوی با ۲۹۰ Mpa (٤٢ Ksi) باشد، می تواند بر اساس R_r قرار گیرد. این فشار برای کلیه لوله ها، فیتینگ ها، فلنج ها و شیرآلات (به غیر از ساپورت ها و پیچ و مهره ها) محاسبه می گردد.

---

[۱۱۱] - Flash point

[۱۱۲] - Rating

c) به منظور جلوگیری از ایجاد تنش فشاری و یا تنش طولی بیش از استحکام تسلیم می بایست ماکزیمم فشار محاسبه شده برای موارد گفته شده در بالا طوری انتخاب شود که از تنش تسلیم و ۱/۵ برابر ریتینگ فشار قطعات در دمای تست کمتر باشد. پاراگراف ۳۰۲.۲.۳ بخش های *(f)* و *(e)* را ببینید. همچنین برای اتصالات انبساطی به ضمیمه ی X مراجعه نمایید.

۳٤٥.٤.۳ – هیدروتست پایپینگ همراه با مخازن[۱۱۳] به عنوان یک سیستم[۱۱٤]

a) هنگامی که فشار تست سیستم پایپینگ که شامل مخزن نیز می شود برابر با فشار تست مخزن و یا کمتر از آن باشد می توان سیستم را با فشار تست پایپینگ تست نمود.

b) هنگامی که فشار تست پایپینگ از فشار تست مخزن بیشتر باشد، و ملاحظاتی در خصوص ایزوله کردن مخزن از کل سیستم دیده نشده باشد، پایپینگ و مخزن می تواند همراه با هم با فشار تست مخزن هیدروتست شود. این به شرطی است که ابتدا مورد تایید کارفرما قرار گرفته باشد و سپس فشار تست مخزن از ۷۷٪ فشار تست پایپینگ کمتر نباشد. فشار تستی که بر اساس پاراگراف *(b)* ۳٤٥.٤.۲ محاسبه گردیده است.

۳٤٥.٥ – نشتی سنجی پنوماتیک

۳٤٥.٥.۱ – اقدامات احتیاطی. نشتی سنجی پنوماتیک خطر آزاد شدن ناگهانی انرژی ذخیره شده در گاز تحت فشار قرار گرفته را در بر دارد. بنابراین در خلال تست می بایست مراقبت های ویژه ای به منظور به حداقل رساندن احتمام گسیختگی صورت پذیرد. در این رابطه دمای تست از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد و مهندس در هنگام انتخاب متریال می بایست این موضوع را مد نظر قرار دهد. پاراگرافهای *(c)* ۳٤٥.۲.۲ و ضمیمه ی F و F۳۲۳.٤ و F۳٤٥.٥.۱ را نگاه کنید.

۳٤٥.٥.۲ – تجهیزات رهاسازی فشار[۱۱٥]. یک تجهیز رهاسازی فشار باید تدارک دیده شده باشد. سِت فشار[۱۱٦] آن نباید در فشاری بالاتر از تست تنظیم گردیده باشد. اما این مقدار نمی بایست از ۳٤٥ Kpa (٥۰ psi) و یا از ۱۰٪ فشار تست کمتر در نظر گرفته شود.

۳٤٥.٥.۳ – سیال مورد استفاده در تست. اگر به غیر از هوا سیالی به عنوان سیال تست مورد استفاده قرار گیرد، این سیال نباید قابل اشتعال و سمی باشد.

۳٤٥.٥.٤ – فشار تست. فشار تست نباید از ۱/۱ فشار طراحی کمتر باشد. اما از مقادیر زیر نیز نمی تواند بیشتر باشد:

a) ۱/۳۳ برابر فشار طراحی

---

[۱۱۳] - Vessels

[۱۱٤] - موارد گفته شده در این پاراگراف تاثیری بر روی الزامات تست فشار طبق کد و استاندارد مربوط به مخازن ندارد.

[۱۱٥] - Pressure relief device

[۱۱٦] - Pressure set

b) فشاری که باعث ایجاد تنش فشاری یا طولی به میزان بیش از ۹۰٪ تنش تسلیم برای هرکدام از اجزای سیستم در دمای تست گردد.

۳۵۵.۵.۵ – رویه[۱۱۷]. افزایش فشار باید به آرامی و به تدریج صورت گیرد. در مرحله ی اول افزایش فشار تا رسیدن به فشار ۱۷۰ Kpa (۲۵ psi) و یا نصف فشار تست هر کدام که کمتر بود، ادامه پیدا می کند. پس از رسیدن به فشار گفته شده آزمایش معمول طبق پاراگراف *(a)* ۳٤۱.٤.۱ که شامل آزمایش (مشاهده) کلیه ی جوینتهای تحت فشار می باشد انجام گردد. سپس مجددا فشار را به آرامی در چندین مرحله زیاد می کنیم تا به فشار تست برسیم. در هر مرحله به اندازه ی کافی به سیستم زمان می دهیم تا تنش وارد شده در سیستم به صورت یکپارچه در همه جا منتشر شده و در یک نقطه متمرکز نگردد.

۳٤٥.٦ – ترکیب هیدروتست و پنوماتیک تست.

اگر در سیستمی مجبور باشیم از هر دو حالت هیدروتست و پنوماتیک تست برای نشتی سنجی بهره گیریم، الزامات ۳٤٥.٥ می بایست برآورده شود و فشار در قسمتی که هیدروتست داریم (قسمت هایی از سیستم که با سیال مایع تحت فشار است) از حدود گفته شده در ۳٤٥.٤.۲ بیشتر نشود.

۳٤٥.۷ – نشتی سنجی جهت آغاز بهره برداری.

این سنجش تنها برای پایپینگ با سیال نوع D در صورتی که نظر کارفرما باشد انجام می گیرد. پاراگراف *(a)* را ببینید.

۳٤٥.۷.۱ – سیال مورد استفاده جهت تست. سیال تست همان سیال در سرویس می باشد.

۳٤٥.۷.۲ – رویه. در خلال بهره برداری یا در آغاز آن، فشار باید به تدریج در چند مرحله افزایش یابد تا جاییکه فشار در سرویس حاصل گردد. در هر مرحله می بایست به اندازه کافی به پایپینگ تحت فشار زمان داده شود تا تمرکز تنش ایجاد نگردد. همانگونه که در پاراگراف ۳٤٥.٥.٥ شرح داده شده است کنترل اولیه کل سیستم انجام می شود. خواه سیال گاز و یا بخار باشد.

۳٤٥.۷.٤ – آزمایشهای مربوط به نشتی. آزمایش برای مشاهده ی نشتی بر اساس آنچه که در پاراگراف *(a)* ۳٤٥.۲.۲ الزام شده است باید انجام گردد. این کار در هنگامی است که سیستم پایپینگ تحت فشار بهره برداری می باشد. صرف نظر کردن از آزمایش نشتی در جوینتها و اتصالاتی که قبلا طبق کد نشتی سنجی شده اند قابل قبول می باشد.

---

[۱۱۷] - Procedure

۳٤٥.۸ – نشتی سنجی حساس

بر اساس کد BPV ، بخش پنجم مقاله ی ۱۰ ، ضمیمه ی I و یا هر متد نشتی سنجی که حساسیت بزرگتر مساوی با $۱۰^{-۳}$ ml/s در شرایط تست داشته باشد، این تست به صورت تست همراه با حباب – تکنیک فشار مستقیم[۱۱۸] صورت می گیرد.

هنگامی که تست همراه با حباب – تکنیک فشار مستقیم انجام میگیرد:

a) فشار تست حداقل باید ۱۰۵ Kpa (۱۵ psi) در گیج و یا ۲۵٪ از فشار تست طراحی هرکدام که کمتر بود باشد.

b) افزایش فشار باید به آرامی و به تدریج صورت گیرد. در مرحله ی اول افزایش فشار تا رسیدن به فشار ۱۷۰ Kpa (۲۵ psi) و یا نصف فشار تست هر کدام که کمتر بود، ادامه پیدا می کند. کنترل های اولیه در هر گام از افزایش فشار باید صورت پذیرد. سپس مجددا فشار را به آرامی در چندین مرحله زیاد می کنیم تا به فشار تست برسیم. در هر مرحله به اندازه ی کافی به سیستم زمان می دهیم تا تنش وارد شده در سیستم به صورت یکپارچه در همه جا منتشر شده و در یک نقطه متمرکز نگردد.

۳٤٥.۹ – نشتی سنجی جایگزین.

متد های نشتی سنجی و رویه های که در ادامه می آید می تواند با در نظر گرفتن شرایط گفته شده در پاراگراف *(c)* ۳٤٥.۱ مورد استفاده قرار گیرند:

۳٤٥.۹.۱ – سرجوشهای لوله و فیتینگ های کار شده بوسیله سازنده ی قطعات، که مورد نشتی سنجی هیدروستاتیکی یا پنوماتیکی منطبق با این کد قرار نگرفته اند باید به صورت زیر آزمایش گردند:

a) سرجوشهای نفوذی محیطی ، طولی و یا اسپیرال (مارپیچی) باید بر اساس پاراگراف ۳٤٤.٥ ، ۱۰۰٪ رادیوگرافی و یا طبق پاراگراف ۳٤٤.٦ به طور ۱۰۰٪ تست امواج اولتراسونیک بر روی آنها انجام گردد.

b) کلیه جوشهای مربوط به متعلقات سازه ای سیستم که در بند فوق الذکر پوشش داده نشده اند باید طبق پاراگراف های ۳٤٤.۳ و ۳٤٤.٤

[۱۱۸] - Direct pressure technique