

API-1104 TRANSLATION (PREPARED BY MEHDI ZEIDI)
بازرس فنی - اداره کل بازرسی فنی و خوردگی فلزات ستاد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

API-1104

"Welding of Pipeline and Related Facility"

"NINETEENTH EDITION, SEPTEMBER 1999"

"جوشکاری خطوط لوله و تسهیلات وابسته آن"

«بسمه تعالی»

مقدمه :

آنچه که پیش رو دارید ترجمه متن استاندارد API-1104 (ویرایش نوزدهم به تاریخ سپتامبر ۱۹۹۹) در ارتباط با جوشکاری خطوط لوله و تسهیلات وابسته می‌باشد. همانگونه که مستحضرید، متن یک استاندارد به مثابه متن یک قانون بوده و تک تک کلمات و جملات بکاررفته در آن هدف خاصی را پیگیری می‌نماید که با از قلم افتادن یا اضافه شدن حتی یک کلمه، مطلب اصلی دستخوش تحریف می‌گردد. لذا ترجمه چنین متونی از حساسیت خاصی برخوردار است. با عنایت به این مهم در ترجمه متن این استاندارد، مبنا بر ترجمه جمله به جمله و نه پاراگراف بوده است و هر جمله بطور جداگانه ترجمه گردیده است، بدین نحو که ابتدا یک جمله، به صورت تحت‌اللفظی ترجمه شده سپس ترجمه تحت‌اللفظی متناسب با ساختارهای دستور زبان فارسی و با بیشترین استفاده از معنی همان لغات بکار رفته در متن اصلی و ضمن رعایت صد در صدی انتقال مفهومی که جمله به زبان اصلی پیگیری نموده، به صورت جمله ای روان و شیوا نگارش شده است. در پایان پس از طی مراحل یاد شده بین تمامی جملات و پارگرافها به منظور انسجام و یکپارچگی مطلب ارتباط منطقی برقرار شده است.

بدیهی است خواندن یک متن به زبان اصلی و درک مفهوم آن برای خوانندگان به مراتب سهل تر از آن است که قصد شود همین متن به زبان فارسی ترجمه گردد، اینجاست که تنگناهای ترجمه و دشواریهای کار رخ می‌نمایند. بی گمان هر ترجمه ای هر چند دقیق، ساده و روان باز هم در انتقال صد در صدی مفاهیم بیان شده در متن زبان اصلی عاجز می‌باشد، علی‌ایحال این ترجمه اثری است در حد بضاعت علمی اینجانب امید که مورد پسند واقع گردد.

با تشکر - مهدی زیدی

بازرس فنی اداره کل بازرسی فنی و خوردگی فلزات (ستاد)

شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

اهواز - فروردین ۱۳۸۷

1. General

1.1 Scope

این استاندارد جوشکاری با گاز و قوس الکتریکی برای ایجاد جوشهای لب به لب، گوشه‌ای و سوکتی در لوله‌های از جنس فولادهای کربنی و کم آلیاژ بکار رفته در سیستم‌های تراکم، پمپاژ و انتقال نفت خام، محصولات نفتی، سوخته‌های گازی، دی اکسید کربن و نیتروژن و هر جا قابل اجرا باشد جوشکاری سیستم‌های توزیع را نیز پوشش می‌دهد. این استاندارد همچنین برای هر دو حالت جوشکاری سیستم‌های در حال احداث و یا سیستم‌های در حال بهره‌برداری بکار می‌رود. جوشکاری ممکن است با یکی از روشهای OAW, PAW, FCAW, GMAW, GTAW, SAW, SMAW یا flash butt welding یا ترکیبی از این روشها با استفاده از یکی از تکنیکهای جوشکاری دستی، نیمه اتوماتیک و یا تکنیک جوشکاری تمام اتوماتیک یا ترکیبی از این تکنیکها انجام گیرد. جوش ممکن است با یکی از وضعیتهای جوشکاری ثابت یا چرخان یا ترکیبی از دو وضعیت جوشکاری ثابت و چرخان تولید شده باشد.

این استاندارد همچنین دستورالعمل آزمایشات پرتونگاری (RT)، ذرات مغناطیسی (MT)، مایعات نافذ (PT) و آلتراسونیک (UT) و نیز معیارهای پذیرش را برای ارزیابی کیفیت جوشهای تولیدی که بوسیله روشهای مخرب و یا بازرسی‌های غیر مخرب RT، MT، PT، UT و VT آزمایش شده‌اند را شامل می‌شود. مقادیر موجود در این استاندارد در هر دو سیستم اندازه‌گیری Inch-Pound یا SI بطور جداگانه بیان شده‌اند. هر سیستم اندازه‌گیری بطور مستقل از دیگری و بدون هرگونه ترکیب کردن مقادیر در هر حال استفاده می‌شود.

روشهایی غیر از آنچه در فوق تصریح شده می‌توانند برای گنجانده شدن در این استاندارد مورد رسیدگی قرار بگیرند. اشخاصی که میل به گنجاندن روشهای غیر از موارد گفته شده در فوق را در این استاندارد دارند، باید دست کم اطلاعات زیر را برای کمیته رسیدگی کننده ارائه دهند:

- (a) توصیفی از فرآیند جوشکاری
- (b) متغیرهای ضروری پیشنهادی
- (c) مشخصات دستورالعمل جوشکاری (WPS)
- (d) روشهای بازرسی جوش
- (e) انواع عیوب جوش و محدوده پذیرش پیشنهادی
- (f) دستورالعمل تعمیر

خواست این استاندارد این است که همه کارهای انجام شده مطابق با این استاندارد باید الزامات حداقلی این استاندارد و یا فراتر از آن را برآورده کند.

2. Referenced publication

جهت مشاهده مراجع و منابع مورد استفاده در این استاندارد به متن اصلی استاندارد مراجعه شود.

3. Definition of terms

3.1 General

اصطلاحات جوشکاری بکار رفته در این استاندارد در AWS A3.0 تعریف شده‌اند. اضافات و اصلاحات در بخش 3.2 این استاندارد آمده است.

3.2 Definition

3.2.1 Automatic welding

به جوشکاری با تجهیزاتی که تمام عملیات جوشکاری بدون تنظیم کردن قوس یا الکتروود و صرفاً با راهبری و پیگیری (کنترل) تجهیزات انجام می‌شود و شخص اپراتور ملزم به داشتن مهارت در جوشکاری دستی نمی‌باشد جوشکاری اتوماتیک می‌گویند.

3.2.2 Company

شرکت مالک یا موسسه مهندسی که عهده‌دار اجرای پروژه می‌باشد را کمپانی می‌گویند. کمپانی می‌تواند از طریق بازرسین و سایر نمایندگان معرفی شده و مجاز عمل نماید.

3.2.3 Contractor

به پیمانکار اصلی و هر پیمانکار فرعی گفته می‌شود که در انجام اجرای پروژه‌ای بر طبق این استاندارد شرکت می‌نماید.

3.2.4 Defect

هر عیبی که بزرگی اندازه‌اش جهت رد کردن آن بر مبنای قراردادهای موجود در این استاندارد کافی باشد را Defect می‌گویند.

3.2.5 Imperfection

هر ناپیوستگی یا بی‌قاعدگی که بوسیله یکی از روشهای طرح شده در این استاندارد قابل کشف باشد را Imperfection می‌گویند.

3.2.6 Indication

نشانه بدست آمده بوسیله آزمایشات غیر مخرب را Indication می‌گویند.

3.2.7 Internal concavity

لایه‌ای از جوش که در دو طرف، جدار دهانه‌های پخ‌زده شده لوله‌ها را بطور صحیح ذوب و کاملاً در آن نفوذ کرده باشد ولی مرکز آن مختصری پایین‌تر از سطح داخلی جدار لوله‌ها قرار گرفته باشد را Internal concavity می‌گویند. مقدار Internal concavity برابر است با فاصله عمودی بین خط مماس بر سطح جداره لوله و پایین‌ترین نقطه روی سطح لایه جوش.

3.2.8 Position welding

عملیات جوشکاری که در آن لوله یا قطعه کار، ثابت نگه داشته می‌شود.

3.2.9 Qualified welder

به جوشکاری که توانایی‌اش جهت ایجاد جوش ضمن برآورده کردن الزامات گفته شده در بخش ۵ و ۶ اثبات شده است Qualified welder گفته می‌شود.

3.2.10 Qualified welding procedure

به یک دستورالعمل مشروح که مورد آزمایش قرار گرفته و ثابت گردیده که توانایی تولید جوشهای بی عیب همراه با خواص مکانیکی مناسب را دارد می‌گویند.

3.2.11 Radiographer

به شخصی که عملیات پرتو نگاری را انجام می‌دهد.

3.2.12 Repair

به هر کار دوباره‌ای که بر روی جوش کامل شده نیازمند عملیات جوشکاری مجدد به منظور اصلاح عیوبی که بوسیله یکی از روشهای بازرسی چشمی یا آزمون‌های غیرمخرب کشف شده‌اند و اندازه‌شان فراتر از حدود پذیرش این استاندارد است Repair گفته می‌شود.

3.2.13 Roll welding

به عملیات جوشکاری که در آن لوله یا قطعه کار در حالیکه فلز جوشکاری در محور بالای لوله و یا نزدیک به آن گذاشته می‌شود، چرخانده شود Roll welding می‌گویند.

3.2.14 Root bead

اولین پاس جوش یا لایه نخ مانندی از جوش که در آغاز کار جوشکاری، دو قطعه لوله یا یک قطعه لوله و یک قطعه fitting و یا دو قطعه fitting را به هم متصل کند root bead گفته می‌شود.

3.2.15 Semiautomatic welding

به عملیات جوشکاری با تجهیزاتی که تنها میزان تغذیه فلز الکتروود را کنترل می‌کند، گفته می‌شود. در این روش پیشروی جوشکاری با دست کنترل می‌گردد.

3.2.16 Shall

Shall اصطلاحی است که یک الزام اجباری را نشان می‌دهد. اصطلاح should یک تکنیک پیشنهادی است (اجباری ندارد).

3.2.17 Weld

یک جوش کامل شده دو قطعه از لوله یا یک قطعه لوله و یک قطعه fitting یا دو قطعه fetting را بهم متصل می‌کند.

3.2.18 Welder

به شخصی که جوش را ایجاد می‌نماید جوشکار (welder) گفته می‌شود.

4. Specification

4.1 Equipment

دستگاهها و تجهیزات جوشکاری اعم از جوشکاری با گاز یا قوس الکتریکی باید از لحاظ ابعاد و نوع برای جوشکاری قطعه موردنظر مناسب بوده و باید وضعی داشته باشند که علاوه بر استاندارد و قبولی جوشها استمرار عملیات و ایمنی نفرات تامین گردد. تجهیزات جوشکاری با قوس الکتریکی باید آمپر و ولتاژی در محدوده دستورالعمل جوشکاری تایید شده داشته باشند. در دستگاههای جوشکاری با گاز مشخصات شعله

و اندازه سر مشعل باید مطابق با دستورالعمل جوشکاری تایید شده باشد. هر دستگاهی که مطابق با شرایط لازم کار نمی کند باید تعمیر و یا تعویض گردد.

4.2 Materials

4.2.1 Pipe and fittings

این استاندارد برای جوشکاری لوله ها و اتصالاتی که مطابق با مشخصات زیر می باشند استفاده می شود:

a) API specification 5L

b) Applicable ASTM specification

این استاندارد همچنین برای موادی که خواص شیمیایی و مکانیکی آنها از یکی از مشخصات فهرست شده در آیتم های a و b تبعیت می کند بکار برده می شود ولو اینکه این مواد مطابق با این مشخصات تولید نشده باشند.

4.2.2 Filler metal

4.2.2.1 Type and size

فلز پر کننده باید با یکی از مشخصات زیر مطابقت کند.

- a) AWS A5.1
- b) AWS A5.2
- c) AWS A5.5
- d) AWS A5.17
- e) AWS A5.18
- f) AWS A5.20
- g) AWS A5.28
- h) AWS A5.29

از فلز پر کننده هایی که با مشخصات فوق مطابقت نمی کنند نیز ممکن است استفاده شود مشروط بر اینکه یک دستورالعمل جوشکاری که در بر گیرنده تایید استفاده از آنها باشد تهیه گردد.

4.2.2.2 Storage and handling of filler metals and fluxes

حمل و نقل مواد فوق باید به گونه ای باشد که به مواد و بسته های محتوی آن هیچگونه آسیبی نرسد. در مواردی که از سیستم های روباز برای حمل و نقل استفاده می گردد، لازم است در مقابل فساد محافظت

شده و در ضمن در مورد الکترودهای پوشش‌دار می‌بایست در مقابل تغییرات زیاد رطوبت محافظت گردند. مصرف الکترودها و فلاکس‌های محافظ آسیب دیده و فاسد شده به هیچ وجه مجاز نیست.

4.2.3 sheilding gases

4.2.3.1 Type

گازهای محافظ چندین نوع را شامل می‌شوند که عبارتند از گازهای خنثی، گازهای فعال و یا ترکیبی از دو نوع گاز فوق. درجه خلوص و خشکی این گازها تاثیر بسیار زیادی روی نحوه جوشکاری داشته و باید برای جوشکاری و الکترودهای مشخص، مناسب و مطلوب باشند. تایید گازهای محافظ بکار رفته جهت هر جوشکاری ضروری است.

4.2.3.2 Storage and Handling

گازهای محافظ باید در همان ظروف تحویلی، نگهداری شده و نباید در معرض درجه حرارت زیاد قرار گیرند. از مخلوط کردن این گازها در ظروفشان موکدا خودداری گردد. در صورتیکه درجه خلوص گازها نامعلوم و ظروف محتوی گاز صدمه دیده باشد، مصرف گاز ممنوع است.

5. Qualification of welding procedures for welds containing filler-metal additives

5.1 Procedure qualification

قبل از شروع جوشکاری باید یک دستورالعمل به صورت مشروح جهت بدست آوردن خواص مکانیکی (از قبیل مقاومت، چکش‌خواری و سختی و ...) و کیفیت مناسب جوش تهیه و تایید گردد. کیفیت جوشها باید به کمک آزمایشهای تخریبی بررسی گردد. این دستورالعمل باید جز به جز به طور کامل اجرا گردد، به استثنای مواردی که کمپانی تغییرات مشخصی را توصیه کند (به قسمت 5.4 رجوع شود)

5.2 Record

جزئیات هر دستورالعمل تایید شده، باید ثبت گردد. این سند باید نتایج کامل آزمایشات تایید کیفیت را نشان دهد. فرمهای مشابه آنچه که در 2 و 1 fig نشان داده شده، جهت این کار استفاده می‌شود. این سند باید تا زمانیکه دستورالعمل مورد استفاده قرار می‌گیرد، نگهداری گردد.

5.3 Procedure specification

5.3.1 General

دستورالعمل باید حاوی اطلاعات مشخص شده در 5.3.2 باشد.

5.3.2 Specification information

5.3.2.1 Process

مشخصات روش یا روشهای ترکیبی مورد استفاده باید معین شده باشد. استفاده از روش جوشکاری دستی، نیمه اتوماتیک و یا اتوماتیک یا هر ترکیبی از این روشها باید مشخص شده باشد.

5.3.2.2 Pipe and fitting materials

جنس موادی که مطابق دستورالعمل استفاده می شوند باید معین شود. استاندارد API 5L لوله ها و همچنین استاندارد ASTM مواد را جهت پذیرش، گروه بندی می کند. مشروط بر اینکه بر روی ماده ای که بالاترین مقدار مشخص شده برای نقطه تسلیم مینیمم در یک گروه را دارد، آزمایش تایید کیفیت صورت گیرد.

5.3.2.3 Diameters and wall thickness

محدوده قطر و ضخامت دیواره لوله ها که در دستورالعمل استفاده می شوند، باید تعیین شده باشد. مثال هایی جهت گروه بندی پیشنهادی در قسمت 6.2.2 آیت d و e نشان داده شده است.

5.3.2.4 Joint design

دستورالعمل باید شامل یک شکل ساده از طرح اتصال که نشان دهنده زوایه پخ یا اندازه سطح شکاف (root face) و اندازه فاصله بین ریشه (root opening) یا فضای بین عضوهای مجاور، باشد. شکل و اندازه جوشهای گوشه ای نیز باید نشان داده شوند و در صورت استفاده از پشت بند، نوع آن باید تعیین گردد.

5.3.2.5 Filler metal and number of beads

اندازه و شماره گروه بندی الکترود و حداقل تعداد لایه های مورد نیاز و ترتیب آنها باید تعیین شده باشد.

5.3.2.6 Electrical characteristics

باید نوع و قطبیت جریان تعیین شود و همچنین باید محدوده ولتاژ و آمپراژ برای هر الکتروود، مفتول و یا سیم نشان داده شود.

5.3.2.7 Flame characteristics

دستورالعمل باید مشخص کند که آیا شعله خنثی یا کربن دهنده یا اکسید کننده است. اندازه اوریفیس نوک مشعل برای هر اندازه‌ای از مفتول یا سیم باید تعیین گردد.

5.3.2.8 Position

دستورالعمل باید نوع جوشکاری اعم از جوشکاری ثابت و یا جوشکاری چرخان را تعیین کند.

5.3.2.9 Direction of welding

دستورالعمل باید مشخص کند که آیا جوشکاری در جهت سربالا و یا در جهت سرپایین انجام می‌شود.

5.3.2.10 Time between passes

دستورالعمل باید حداکثر فاصله زمانی بین پایان جوشکاری پاس ریشه و آغاز پاس دوم و همچنین حداکثر فاصله زمانی بین تکمیل پاس دوم و آغاز سایر پاسها را تعیین نماید.

5.3.2.11 Type and removal of lineup clamp

دستورالعمل باید نیاز و یا عدم نیاز به clamp و در صورت نیاز داشتن، نوع خارجی و یا داخلی‌اش را تعیین نماید و در صورت استفاده از clamp، می‌بایست حداقل مقداری از پاس ریشه بر حسب درصدی از آن که باید قبل از برداشتن clamp جوشکاری آن کامل شود را مشخص نماید.

5.3.2.12 Cleaning and/ or grinding

دستورالعمل باید مشخص کند که آیا ابزار برقی یا دستی جهت تمیزکاری یا سنگ‌زنی یا هر دو مورد نیاز است.

5.3.2.13 Pre and post heat treatment

روشها، دما، روشهای کنترل دما و محدوده دمای محیط برای عملیات پیشگرم و پسگرم باید مشخص شده باشد.

5.3.2.14 Shielding gas and flow rate

ترکیب درصد گاز محافظ و محدوده نرخ جریان (دبی) آن باید تعیین شده باشد.

5.3.2.15 Shielding flux

نوع فلاکسهای محافظ باید تعیین شده باشد.

5.3.2.16 Speed of travel

محدوده سرعت جوشکاری باید برحسب mm/min یا $inch/min$ برای هر پاس مشخص شده باشد.

5.4 Essential variables

5.4.1 General

وقتی یکی از متغیرهای ضروری لیست شده در 5.4.2 تغییر کند، باید یک دستورالعمل جوشکاری بعنوان یک دستورالعمل جدید تهیه و بطور کامل تایید شده باشد. اگر تغییر در مواردی خارج از آنچه در 5.4.2 آمده است صورت گیرد، دستورالعمل نیاز به تایید کیفیت مجدد ندارد. مشروط بر اینکه در دستورالعمل به منظور نشان دادن تغییرات تجدیدنظر شود.

5.4.2 Change requiring requalification

5.4.2.1 Welding process or method of application

تغییر در فرآیند جوشکاری یا روش کاربردی که دستورالعمل بر مبنای آن بنا نهاده شده (به 5.3.2.1 رجوع شود) یک متغیر ضروری می باشد.

5.4.2.2 Base material

تغییر در فلز پایه یک متغیر ضروری می باشد. وقتی مواد جوشکاری از دو گروه جداگانه مواد باشند، دستورالعمل باید برای گروه با مقاومت بیشتر بکار رود. برای این منظور در این استاندارد همه مواد باید بصورت زیر گروه بندی شوند:

(a) spec.min.yield strength کوچکتر و مساوی 42000 psi (290 MPa)
 (b) spec.min.yield strength بزرگتر از 42000 psi (290 MPa) و کوچکتر از 65000 psi (448 MPa)
 (c) برای مواد با spec.min.yield strength بزرگتر مساوی 65000 psi هر گزینی باید جداگانه مورد آزمایش کیفیت قرار گیرد.

5.4.2.3 Joint design

یک تغییر کلی در طرح اتصال (بعنوان مثال از V به U) یک متغیر ضروری می باشد. تغییرات کوچک در زاویه پخ یا سطح شیار جوشکاری، متغیر ضروری نمی باشد.

5.4.2.4 Position

تغییر وضعیت جوشکاری از چرخشی به ثابت و یا برعکس یک متغیر ضروری می باشد.

5.4.2.5 Wall thickness

تغییر ضخامت جداره از یک گروه به گروه دیگر یک متغیر ضروری است.

5.4.2.6 Filler metal

تغییرات در فلز پرکننده یک متغیر ضروری محسوب می شود.
 (a) تغییر فلز پرکننده از یک گروه به گروه دیگر (رجوع شود به Tab.1)
 (b) برای لوله ها با spec.min.yield strength بزرگتر و مساوی 65000 psi (448 MPa) تغییر در گروه بندی AWS برای الکترودها (به 5.4.2.2 رجوع شود)
 تغییر در فلز پرکننده که از میان گروه فلزهای پرکننده انتخاب می شود ممکن است سبب شود که گروه بندی مواد مطابق آنچه در قسمت 5.4.2.2 آمده است انجام شود. بین فلز پرکننده و فلز مبنا باید از نقطه نظر خواص مکانیکی سازگاری وجود داشته باشد.

5.4.2.7 Electrical characteristics

تغییر جریان از DC مثبت به DC منفی یا برعکس و یا تغییر نوع جریان از DC به AC و یا برعکس یک متغیر ضروری می باشد.

5.4.2.8 Time between passes

افزایش حداکثر فاصله زمانی بین پایان جوشکاری پاس ریشه و آغاز جوشکاری پاس دوم یک متغیر ضروری محسوب می‌شود.

5.4.2.9 Direction of welding

تغییر در جهت جوشکاری از عمودی سربالای یا برعکس، یک متغیر ضروری محسوب می‌شود.

5.4.2.10 shielding gas and flow rate

تغییر گاز محافظ از نوعی به نوع دیگر یا از یک ترکیب معین به ترکیب دیگری یک متغیر ضروری محسوب می‌شود. همچنین افزایش یا کاهش عمده در محدوده دبی گاز محافظ یک متغیر ضروری محسوب می‌گردد.

5.4.2.11 shielding flux

به جدول ۱ پاورقی a رجوع شود.
تغییر در فلاکس محافظ یک متغیر ضروری محسوب می‌شود.

- پاورقی a: هر ترکیبی از فلاکس‌ها و الکترودهای ذکر شده در گروه ۴ می‌توانند صحت یک دستورالعمل را نشان دهند. این ترکیب را می‌توان با شماره گروه‌بندی کامل AWS مشخص نمود. مثلاً F7A0-EL12 یا F6A2-EM12K تنها می‌توان از گروهی که دارای شماره گروه‌بندی مشابه AWS باشد بجای دیگری استفاده کرد و در این مورد هیچ بررسی مجددی لازم نیست.

5.4.2.12 Speed of travel

تغییر در محدوده سرعت جوشکاری یک متغیر ضروری محسوب می‌گردد.

5.4.2.13 Preheat

کاهش در حداقل دمای پیشگرم مشخص شده یک متغیر ضروری محسوب می‌شود.

5.4.2.14 Post-Weld Heat Treatment (PWHT)

عملیات پس‌گرم اضافی یا تغییر در محدوده یا مقادیر مشخص شده در دستورالعمل یک متغیر ضروری می‌باشد.

5.5 Welding of test joints-butt welds

برای جوشکاری اتصالات آزمایشی جهت جوشهای لب به لب، دو قطعه لوله باید مطابق با همه جزئیات گفته شده در دستورالعمل بهم متصل شوند.

5.6 Testing of welded joints- butt welds

5.6.1 Preparation

برای آزمایش اتصال جوش لب به لب باید نمونه‌های آزمایش از محل اتصال و در موقعیتهای نشان داده شده در fig.3 بریده شوند (به sec.13 مربوط به الزامات مورد نیاز برای آزمایش روش جوشکاری flash welding مراجعه شود). حداقل تعداد نمونه‌های آزمایش و آزمایشاتی که باید بر روی آنها انجام شود در Tab.2 داده شده است. نمونه‌های آزمایش باید مانند آنچه در fig.4,5,6,7 نشان داده شده است، تهیه شوند. برای لوله‌ها با قطر خارجی کمتر از 2.375 in (60.3 mm) و جهت بدست آوردن تعداد مورد نیاز از نمونه‌های آزمایش دو جوش آزمایشی باید انجام شود. نمونه‌های آزمایش باید قبل از اینکه مورد آزمایش واقع شوند تا دمای محیط با هوا خنک گردند. برای لوله‌ها با قطر خارجی کوچکتر یا مساوی با 1.315 in (33.4 mm) یک نمونه آزمایش با اندازه کامل می‌تواند به جای چهار نمونه آزمایش nick-break و root-bend با اندازه کاهش یافته جایگزین شود. نمونه آزمایش با اندازه کامل باید مطابق با 5.6.2.2 آزمایش شده و باید الزامات 5.6.2.3 را برآورده نماید.

5.6.2 Tensile-strength test

5.6.2.1 Preparation

نمونه‌های آزمایش tensile-strength (fig.4) باید تقریباً به طول 9 in (230 mm) و عرض 1 in (25 mm) باشند. آنها می‌توانند با ماشین یا با اکسیژن بریده شده باشند و هیچ آماده سازی دیگری نیاز نیست مگر اینکه لبه‌ها دندانه دار شده باشند و یا موازی نباشند. در صورت ضرورت نمونه‌های آزمایش باید ماشینکاری شوند به طوریکه لبه‌ها صاف و موازی گردند.

5.6.2.2 Method

نمونه های آزمایش Tensile-strength باید با استفاده از تجهیزاتی که توانایی اندازه گیری باری که شکست در آن رخ می دهد را دارا بوده و تحت بار کششی، شکسته گردند. مقاومت کششی Tensile-strength باید بوسیله تقسیم ماکزیمم بار در هنگام شکست بر کوچکترین سطح مقطع نمونه آزمایش که قبل از اعمال بار اندازه گیری می شود، محاسبه شود.

5.6.2.3 Requirements

مقاومت کششی (Tensile-strength) جوش که شامل منطقه ذوب هر نمونه آزمایش می باشد باید بزرگتر یا مساوی با Spec. Min. T.S فلز لوله بوده ولی نیاز نیست که بزرگتر یا مساوی با مقاومت کششی واقعی فلز لوله باشد. اگر نمونه آزمایش در بیرون از جوش و منطقه ذوب و در نقطه ای درون فلز پایه لوله شکسته شود و حداقل مقاومت کششی الزام شده توسط دستورالعمل را بر آورده نماید، جوش باید به همان اندازه ای که الزامات را بر آورده می کند پذیرفته شود.

اگر نمونه در جوش یا منطقه ذوب شکسته شود و مقاومت مشاهده شده بزرگتر یا مساوی با Spec. Min. T.S فلز لوله باشد و الزامات درستی 5.6.3.3 را بر آورده کند، جوش باید به همان اندازه ای که الزامات را بر آورده کرده پذیرفته شود.

اگر نمونه آزمایش پایین تر از Spec. Min. T.S فلز لوله شکسته شود جوش باید کنار گذاشته شده و باید یک آزمایش جوش جدید انجام گردد.

5.6.3 Nick-break test

5.6.3.1 Preparation

نمونه های آزمایش Nick-break (fig.5) باید تقریباً به طول 9 in (230 mm) و عرض 1 in (25 mm) بوده و می توانند با ماشین یا با اکسیژن بریده شده باشند.

باید بوسیله یک اره آهن بر در هر دو طرف سطح نمونه ها و در مرکز جوش، شکاف ایجاد شود و هر شکاف باید تقریباً به عمق (3 mm) $\frac{1}{8}$ " باشد. نمونه های آزمایش Nick-break که به این روش از جوشهای

ایجاد شده با روشهای کاملاً اتوماتیک و نیمه اتوماتیک تهیه می گردند ممکن است به جای جوش از میان لوله بشکنند. وقتی تجربه آزمایش قبلی انتظار شکست از درون فلز لوله را نشان بدهد می توان در سطح

گرده تقویتی خارجی جوش شکافی که عمقش بیشتر از (1.6 mm) $\frac{1}{16}$ " نبود و از سطح جوش اصلی

اندازه گیری می شود، ایجاد نمود. با نظر کمپانی نمونه های آزمایش Nick-break برای تایید دستورالعمل

مورد استفاده در روشهای جوشکاری نیمه اتوماتیک و اتوماتیک را می‌توان قبل از شکافدار کردن، ماکرواچ نمود.

5.6.3.2 Method

نمونه های آزمایش Nick-break باید در یک ماشین کشش، محکم شده و با نگهداری دو انتها و ضربه زدن به مرکز آن یا با نگهداری یک سر و ضربه زدن به سر دیگر با چکش، شکسته شوند. مناطق آشکار شده شکستگی باید پهنایی به اندازه حداقل (19 mm) $\frac{3}{4}$ " داشته باشند.

5.6.3.3 Requirements

سطوح آشکار شده هر نمونه آزمایش Nick-break باید نفوذ کامل و ذوب کامل را نشان بدهد بزرگترین بعد هر تخلخل نباید از $\frac{1}{16}$ " (1.6 mm) تجاوز نماید و ترکیب سطح همه تخلخل ها نباید از ۲٪ کل مساحت سطح آشکار شده تجاوز کند. سرباره های حبس شده نباید عمقی بیشتر از $\frac{1}{32}$ " (0.8 mm) و طولی بیشتر از $\frac{1}{8}$ " (3 mm) یا نصف ضخامت اسمی جداره هر کدام کوچکتر است را داشته باشند. باید حداقل (13 mm) $\frac{1}{2}$ " جدایش بین سرباره های حبس شده مجاور وجود داشته باشد. ابعاد باید (should) همانطوریکه در fig.8 نشان داده شده است اندازه گیری شود.

5.6.4 Root and face bend test

5.6.4.1 Preparation

نمونه های آزمایش root-bend و face-bend (fig.6) باید تقریباً طولی برابر 9 in (230 mm) و عرضی برابر 1 in (25 mm) داشته باشند و لبه های طولی آنها باید گرد شده باشد. آنها می‌توانند با ماشین یا اکسیژن بریده شوند. گرده تقویتی جوش در پاس نهایی و پاس ریشه باید همسطح با سطوح نمونه ها برداشته شود. این سطوح باید صاف بوده و هر خراشی که وجود دارد باید کوچک و متقاطع با جوش باشد.

5.6.4.2 Method

نمونه های آزمایش root-bend و face-bend باید در یک دستگاه guided-bend test jig مشابه آنچه که در fig.9 نشان داده شده خم شوند. هر قطعه باید بنحوی که محل جوشکاری شده در وسط باشد روی دهانه گیره قرار گیرد. نمونه های آزمایش در آزمایش face-bend باید به شکلی در گیره قرار بگیرند که لایه سطحی رو به شکاف باشد و نمونه های آزمایش در آزمایش root-bend باید به شکلی در گیره قرار

بگیرند که لایه ریشه رو به شکاف باشد. پلانجر باید بسوی درون شکاف تا زمانی که انحنای نمونه آزمایش تقریباً U شکل شود، نیرو وارد کند. اگر بعد از خمش هیچگونه ترک یا دیگر ناپیوستگی‌ها (imperfection) در هیچ جهتی و با اندازه بزرگتر از $\frac{1}{8}$ " (3 mm) یا نصف ضخامت اسمی جداره هر کدام کوچکتر است، در جوش یا بین جوش و منطقه ذوب وجود نداشته باشد آزمایش خمش (bend-test) باید قابل پذیرش در نظر گرفته شود. ترک‌هایی را که در خلال آزمایش و در شعاع خارجی جوش در امتداد لبه‌های نمونه آزمایش سرچشمه گرفته اند و اندازه شان در هر جهتی که اندازه گیری شوند کمتر از $\frac{1}{4}$ " (6 mm) گردد، نباید به عنوان یک عیب در نظر گرفته شوند، مگر اینکه بصورت ناپیوستگی‌های مشهود دیده شوند. هر نمونه آزمایش که تحت آزمایش خمش (bend-test) قرار می‌گیرد، باید این الزامات را برآورده نماید.

5.6.5 Side bend test

5.6.5.1 Preparation

نمونه‌های آزمایش side-bend (fig.7) باید تقریباً به طول 9 in (230 mm) و عرض $\frac{1}{2}$ " (13 mm) باشند و لبه‌های طولی آنها باید گرد شده باشد. آنها باید با ماشین بریده یا می‌توانند با اکسیژن تا عرض تقریباً $\frac{3}{4}$ " (19 mm) بریده شده و سپس تا عرض $\frac{1}{2}$ " (13 mm) سنگ زنی و ماشینکاری شوند. لبه‌ها باید صاف و موازی باشند. گرده تقویتی جوش در پاس رو و پاس ریشه باید همسطح با سطوح نمونه آزمایش برداشته شود.

5.6.5.2 Method

نمونه‌های آزمایش side-bend باید در دستگاه guided-bend test jig مشابه آنچه که در fig.9 نشان داده شده است خم شوند. هر نمونه آزمایش باید بشکلی که محل جوشکاری شده در وسط و سطح جوش عمود بر دهانه شکاف باشد روی گیره‌ها قرار گیرد. پلانجر باید به سوی دورن شکاف تا هنگامیکه انحنا نمونه آزمایش تقریباً U شکل شود نیرو وارد نماید.

5.6.5.3 Requirements

هر نمونه آزمایش side-bend باید الزامات آزمایش root-bend و face-bend را که در 5.6.4.3 مشخص شده است برآورده نماید.

5.7 Welding of test joints-fillet welds

برای جوشکاری اتصال آزمایشی برای یک جوش گوشه ای، یک جوش گوشه ای باید به صورت یکی از شکلهای نشان داده شده در fig.10 مطابق با همه جزییات گفته شده در دستورالعمل ایجاد شود.

5.8 Testing of welded joints-fillet welds

5.8.1 Preparation

برای آزمایش اتصال جوش گوشه ای نمونه های آزمایش باید در موقعیتهای نشان داده شده در fig.10 از محل اتصال بریده شوند. حداقل چهار نمونه آزمایش مانند آنچه در fig.11 نشان داده شده باید برداشته و آماده سازی گردد. نمونه های آزمایش می توانند با ماشین یا با اکسیژن بریده شوند. آنها باید (should) به عرض حداقل 1 in (25 mm) و اندازه طول کافی بطوریکه بتوانند در جوش شکسته شوند، باشند. برای لوله ها با قطر خارجی کمتر از 2.375 in (60.3 mm) جهت بدست آوردن تعداد مورد نیاز از نمونه های آزمایش ممکن است ایجاد دو جوش آزمایشی ضرورت داشته باشد. نمونه های آزمایش باید قبل از شروع آزمایش تا دمای محیط با هوا خنک گردند.

5.8.2 Method

نمونه های آزمایش جوش گوشه ای باید بوسیله هر روش مناسبی، در جوش شکسته شوند.

5.8.3 Requirements

سطوح آشکار شده هر نمونه آزمایش جوش گوشه ای باید نفوذ کامل و ذوب کامل را نشان بدهد و:

- (a) بزرگترین بعد هر حفره گازی نباید از $1\frac{1}{16}$ " (1.6 mm) تجاوز کند.
- (b) ترکیب سطوح کلیه حفره های گازی نباید از ۲٪ مساحت سطح آشکار شده تجاوز نماید.
- (c) سرباره های حبس شده نباید عمقی بیشتر از $\frac{1}{32}$ " (0.8 mm) و طولی بیشتر از $\frac{1}{8}$ " (3 mm) یا نصف ضخامت اسمی جداره، هر کدام کوچکتر است را دارا باشند.
- (d) باید بین سرباره های حبس شده مجاور حداقل $\frac{1}{2}$ " (12 mm) جدایش وجود داشته باشد. ابعاد باید (should) همانطوریکه در fig.8 نشان داده شده اندازه گیری گردند.

6. Qualification of welders

6.1 General

هدف از آزمون تایید صلاحیت جوشکار مشخص شدن توانایی جوشکاران در ایجاد جوشهای لب به لب (butt welds) و جوشهای گوشه ای (fillet welds) بدون عیب با استفاده از دستورالعمل جوشکاری بوده که قبلاً تهیه شده است. قبل از ایجاد هر نوع جوش تولیدی، جوشکاران باید مطابق با الزامات کاربردی گفته شده در 6.2 الی 6.8 تایید صلاحیت گردند. هدف این استاندارد این است که یک جوشکار که بطور رضایتبخش مراحل آزمون تایید صلاحیت را به پایان می‌رساند به عنوان یک جوشکار تایید صلاحیت شده معرفی نماید، مشروط بر اینکه برای هر جوشکار، تعداد نمونه های آزمایش الزام شده توسط 6.5، برداشته شده و آزمایش نموده و محدوده پذیرش 5.6 برآورده گردد. قبل از شروع آزمون تایید صلاحیت باید به منظور تنظیم تجهیزات جوشکاری مورد استفاده، به جوشکار وقت کافی داده شود. اگر جوشکار در آزمون تایید صلاحیت قبول و برای انجام جوشکاری تولیدی مجاز شود، باید همان تکنیک جوشکاری و همان سرعت پیشروی جوشکاری بکار برده شده در آزمون تایید صلاحیتش را استفاده نماید. آزمون تایید صلاحیت جوشکاران باید در حضور نماینده مورد قبول شرکت انجام شود. یک جوشکار باید به طوریکه در 6.2.1 مشخص شده است بوسیله انجام دادن یک جوش آزمایشی بر روی بخش هایی از محل اتصال دو قطعه لوله بصورت سر به سر بهم متصل شده یا بر روی کل محل اتصال دو قطعه لوله بطور سر به سر به هم متصل شده تایید صلاحیت گردد. هنگامی که بخش هایی از محل اتصال دو قطعه لوله بصورت سر به سر به هم متصل شده جهت ایجاد جوش آزمایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد این بخش ها باید طوری نگهداری شوند که انواع جوش تخت، عمودی و بالاسری تولید شود.

※ تذکر: در حالتی که جهت ایجاد جوش های آزمایشی از بخش هایی از محل اتصال دو قطعه لوله بصورت سر به سر به هم متصل شده استفاده می‌نماییم، این بخش ها باید بگونه ای انتخاب شوند که هر سه نوع جوش تخت، عمودی و بالاسری تولید شوند.



× بخش های منتخب جهت ایجاد جوش آزمایشی

متغیرهای ضروری مربوط به دستورالعمل جوشکاری (WPS) با متغیرهای ضروری آزمون تایید صلاحیت جوشکار (welder test) یکسان نمی‌باشند. متغیرهای ضروری برای آزمون تایید صلاحیت جوشکار (welder test) در 6.2.2 و 6.2.3 مشخص شده است.

6.2 Single qualification

6.2.1 General

برای تایید صلاحیت یگانه (single)، یک جوشکار می‌بایست با استفاده از دستورالعمل تایید شده، یک جوش آزمایشی برای اتصال دو قطعه لوله (بصورت سر به سر به هم متصل شده) ایجاد نماید. هنگامی که جوشکار در حال تایید صلاحیت شدن برای حالت ثابت است محور لوله‌ها باید در صفحه افق، صفحه قائم یا با شیب کوچکتر و مساوی 45° از صفحه افق، قرار گرفته باشد. جوشکاری که آزمون تایید صلاحیت یگانه (single) را برای اتصالات انشعابی، جوش‌های گوشه‌ای یا دیگر پیکر بندی‌های مشابه می‌گذراند باید از دستورالعمل ویژه‌ای پیروی نماید. تغییر در متغیرهای ضروری توصیف شده در 6.2.2 تایید صلاحیت مجدد جوشکار را الزامی می‌نماید. اگر جوش الزامات 6.4 و همچنین 6.5 یا 6.6 (یکی از دو تا) را بر آورده نماید باید پذیرفته شود.

6.2.2 Scope

جوشکاری که آزمون تایید صلاحیت جوشکار، توصیف شده در 6.2.1 را بطور موفقیت آمیز به پایان می‌رساند در محدوده متغیرهای ضروری توصیف شده در زیر باید تایید صلاحیت شده محسوب گردد. اگر هر یک از متغیرهای ضروری زیر تغییر یابند جوشکاری که دستورالعمل جدید را استفاده می‌نماید باید تایید صلاحیت مجدد گردد.

(a) تغییر از یکی از فرآیندهای جوشکاری به فرآیند جوشکاری دیگری یا ترکیب فرآیندها به شرح زیر:

(۱) تغییر از یک فرآیند جوشکاری به فرآیند جوشکاری دیگر، یا

(۲) تغییر در ترکیب فرآیندهای جوشکاری مگر اینکه جوشکار در آزمون تایید صلاحیت جداگانه‌ای هر یک از فرآیندهای جوشکاری مورد استفاده در ترکیب فرآیندهای جوشکاری را بکار برده و تایید صلاحیت شده باشد.

(b) تغییر در جهت جوشکاری از عمودی سر بالا به عمودی سر پایین یا برعکس.

(c) تغییر در طبقه بندی فلز پر کننده از گروه ۱ یا ۲ به گروه ۳ یا از گروه ۳ به گروه ۱ یا ۲ (ببینید Table.1).

(d) تغییر از یک گروه قطر خارجی به گروه دیگری. این گروهها به شرح زیر تعریف می‌شوند:

(۱) قطر خارجی کمتر از 2.375 in (60.3 mm)

(۲) قطر خارجی از 2.375 in (60.3 mm) تا 12.750 in (323.9 mm)

(۳) قطر خارجی بزرگتر از 12.750 in (323.9 mm)

(e) تغییر از یک گروه ضخامت جداره به گروه دیگری. این گروه ها به شرح زیر تعریف شده اند:

(۱) ضخامت اسمی جداره لوله کوچکتر از 0.188 in (4.8 mm)

(۲) ضخامت اسمی جداره لوله از 0.188 in (4.8 mm) تا 0.750 in (19.1 mm)

(۳) ضخامت اسمی جداره لوله بزرگتر از 0.750 in (19.1 mm)

(f) تغییر در وضعیت عملیات جوشکاری، که قبلاً جوشکار برای آن تایید صلاحیت شده (مثلاً تغییر از گردان به ثابت و بالعکس و یا تغییر از عمودی به افقی یا بالعکس). جوشکاری که آزمون تایید صلاحیت جوش لب به لب در وضعیت ثابت و با شیب محور لوله برابر با 45° از صفحه افق بطور موفقیت آمیز می‌گذراند برای انجام جوش های لب به لب و جوشهای Lap fillet در همه وضعیت ها باید تایید صلاحیت شده محسوب گردد.

(g) تغییر در طرح اتصال (بعنوان مثال حذف تسمه پشت بند (backing strip) یا تغییر از پخ V شکل به پخ U شکل)

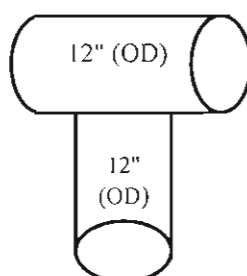
6.3 Multiple qualification

6.3.1 General

برای تایید صلاحیت چندگانه (multiple qualification) جوشکار باید دو آزمایش شرح داده شده زیر را با استفاده از دستورالعمل های جوشکاری تایید شده با موفقیت بگذراند. برای آزمایش اول جوشکار باید روی یک اتصال ثابت که محور لوله آن افقی یا مورب با زاویه ای کوچکتر یا مساوی با 45° با افق است یک جوش لب به لب ایجاد نماید. این جوش لب به لب باید بر روی لوله ای به قطر خارجی حداقل

6.625 in (168.3 mm) و ضخامت جداره حداقل 0.25 in (6.4 mm) بدون تسمه پشت بند (backing strip) ایجاد شود. جوش در صورتی قابل قبول است که الزامات گفته شده در 6.4 و همچنین الزامات گفته شده در 6.5 یا 6.6 را برآورده نماید. نمونه های آزمایش می توانند از جوش آزمایشی در موقعیت های نسبی نشان داده شده در fig.12 برداشته شوند یا اینکه می توانند در موقعیت های نسبی نشان داده شده در fig.12 انتخاب شوند، اما بدون اینکه بالای لوله را مرجع قرار دهیم یا آنها می توانند از موقعیت هایی که با فواصل مساوی اطراف تمام محیط لوله فاصله بندی شده اند انتخاب گردند. ترتیب انواع نمونه های آزمایشی مجاور برای اقطار مختلف لوله باید مانند آنچه که در fig.12 نشان داده شده است، باشد. برای آزمایش دوم جوشکار باید طراحی، برش، فیت کردن و جوشکاری یک اتصال انشعابی با اندازه کامل را انجام دهد. این آزمایش باید بر روی لوله با قطر خارجی حداقل 6.625 in (168.3 mm) و ضخامت اسمی جداره حداقل 0.25 in (6.4 mm) انجام گیرد. یک سوراخ با اندازه کامل باید از لوله ای که از روی آن انشعاب می گیریم بریده شود. جوش باید به صورتی ایجاد شود که محور لوله اصلی، افقی و محور لوله انشعابی به صورت عمود بر لوله اصلی و به سمت پایین امتداد یافته باشد. جوش تکمیل شده باید ظاهری نمیز، یکنواخت و ماهرانه را نشان دهد. جوش باید نفوذ کامل را در اطراف سراسر محیط لوله نشان بدهد. لایه های ریشه که کامل شده اند نباید burn-through هایی بزرگتر از $\frac{1}{4}$ " (6 mm) داشته باشند. مجموع بزرگترین ابعاد burn-through هایی که تعمیر نشده اند در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش نباید از $\frac{1}{2}$ " (13 mm) تجاوز نماید. چهار نمونه ی آزمایش Nick-Break باید در موقعیت های نشان داده شده در fig.10 از جوش برداشته شوند آنها باید مطابق با 5.8.1 و 5.8.2 تهیه شده و آزمایش گردند. سطوح آشکار شده باید الزامات 5.8.3 را برآورده نماید.

※ تذکر: اتصال انشعابی با اندازه کامل، یعنی اندازه لوله منشعب شده برابر با اندازه لوله اصلی (لوله ای که از آن انشعاب می گیریم) است. بعنوان مثال: به انشعاب 12 in از لوله 12 in یک اتصال انشعابی با اندازه کامل گفته می شود.



یک اتصال انشعابی با اندازه کامل

6.3.2 Scope

یک جوشکار که بطور موفقیت آمیز آزمون تایید صلاحیت جوش لب به لب، توصیف شده در 6.3.1 بر روی لوله ای با قطر خارجی بزرگتر یا مساوی با 12.750 in (323.9 mm) و یک جوش اتصال انشعابی با اندازه کامل بر روی لوله ای با قطر خارجی بزرگتر یا مساوی با 12.750 in (323.9) به اتمام می‌رساند، باید برای جوشکاری در همه وضعیت ها، در همه ضخامت های جداره، طرح های اتصال و فیتینگ ها و بر روی همه قطرهای لوله (قطر خارجی)، تایید صلاحیت شده محسوب شود. یک جوشکار که بطور موفقیت آمیز الزامات جوش لب به لب و جوش اتصال انشعابی گفته شده در 6.3.1 بر روی لوله ای با قطر خارجی کوچکتر از 12.750 in (323.9 mm) را انجام می‌دهد، باید برای جوشکاری در همه وضعیت ها، همه ضخامت های جداره، طرح های اتصال و فیتینگ ها و همه قطرهای لوله (قطر خارجی) کوچکتر یا مساوی با قطر لوله مورد استفاده در آزمون تایید صلاحیتش، تایید صلاحیت شده محسوب گردد. اگر هر یک از متغیرهای ضروری زیر در دستورالعمل جوشکاری تغییر یابند جوشکاری که دستورالعمل جدید را استفاده می‌کند باید تایید صلاحیت مجدد شود.

(a) تغییر از یکی از فرایندهای جوشکاری به فرایند جوشکاری دیگری یا ترکیب فرایندها به شرح زیر:

(۱) تغییر از یک فرایند جوشکاری به فرایند جوشکاری دیگر، یا

(۲) تغییر در ترکیب فرایندهای جوشکاری مگر اینکه جوشکار در آزمون تایید صلاحیت جداگانه‌ای هر یک از فرایندهای جوشکاری مورد استفاده در ترکیب فرایندهای جوشکاری را بکار برده و تایید صلاحیت شده باشد.

(b) تغییر در جهت جوشکاری از عمودی سربالا به عمودی سرپایین یا بر عکس.

(c) تغییر در طبقه بندی فلز پر کننده از گروه ۱ یا ۲ به گروه ۳ یا از گروه ۳ به گروه ۱ یا ۲ (بینید Tab.1).

6.4 Visual Examination

به منظور برآورده نمودن الزامات آزمون چشمی (VT) جهت یک جوش آزمایشی تایید شده، جوش باید عاری از ترکها، نفوذ ناکافی و burn through بوده و باید ظاهری تمیز و ماهرانه را ارائه دهد. عمق سوختگی های کنار جوش (under cut) مجاور پاس نهایی و بر روی سطح خارجی لوله نباید بیشتر از $\frac{1}{32}$ " (0.8 mm) یا 12.5% از ضخامت جداره لوله هر کدام کوچکتر است، باشد و نباید بیشتر از 2 in (50 mm) سوختگی کنار جوش (under cut) در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته از جوش

وجود داشته باشد. هنگام استفاده از جوشکاری نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک میزان ریزش سیم الکتروود از پایین شکاف به سمت داخل لوله باید در یک مقدار حداقل نگهداری شود. عدم موفقیت در بر آورده کردن الزامات این بخش باید دلیل کافی برای حذف کردن آزمایشات اضافه باشد.

6.5 Destructive testing

6.5.1 Sampling of test butt welds

برای آزمایش جوشهای لب به لب، نمونه ها باید از هر جوش آزمایشی بریده شوند. اگر جوش آزمایشی یک جوش محیطی کامل باشد fig.12 موقعیتهایی از لوله را به منظور برداشتن نمونه های آزمایش نشان می دهد. اگر جوش آزمایشی متشکل از بخشهایی از محل اتصال دوطبقه لوله باشد باید تعداد تقریباً مساوی نمونه از هر بخش برداشته شود. تعداد نهایی نمونه ها و آزمایشاتی که باید بر روی هر کدام از آنها انجام شود در Table.3 نشان داده شده است. نمونه ها باید قبل از آزمایش بوسیله هوا تا دمای محیط خنک شوند. برای لوله ها با قطر خارجی کوچکتر یا مساوی با 1.315 in (33.4 mm) یک نمونه بریده شده از لوله و با اندازم کامل می تواند بجای نمونه های آزمایشی root-bend و nick-break جایگزین شده و این نمونه بریده شده با اندازه کامل باید مطابق با 5.6.2.2 آزمایش شده و باید الزامات 6.5.3 را برآورده نماید.

6.5.2 Tensile-strength, Nick-break and Bend-test procedure of butt welds

نمونه های آزمایش باید برای آزمایش های Tensile-Strength ، Nick-Break ، Bend-Test ، تهیه شده و باید آزمایشات توصیف شده در 5.6 انجام شود. به هر حال به منظور تایید صلاحیت جوشکار محاسبه مقاومت کششی (Tensile Strength) نمونه ها (Coupons) ضروری نمی باشد. در مواردی که نمونه ها برای آزمایش Nick-Break طراحی شده باشند حتی می توان آزمایش Tensile-Strength را حذف نمود.

6.5.3 Tensile-Strength Test Requirements for Butt Welds:

در آزمایش Tensile-Strength اگر هر یک از نمونه های بریده شده با اندازه کاهش یافته یا نمونه بریده شده با اندازه کامل، در جوش یا در محل تقاطع جوش و فلز پایه شکسته شوند و نتوانند الزامات درستی 5.6.3.3 را برآورده نمایند، جوشکار باید رد صلاحیت گردد.

6.5.4 Nick- break Test Requirements for Butt Welds:

در آزمایش Nick-Break در صورتی که هر یک از نمونه ها Imperfection هایی فراتر از موارد مجاز شمرده شده به وسیله 5.6.3.3 را نشان بدهد جوشکار باید رد صلاحیت گردد.

6.5.5 Bend-Test Requirements for Butt Welds:

در آزمایشات خمش (Bend Tests) در صورتی که هر یک از نمونه ها Imperfection هایی فراتر از موارد مجاز شمرده شده به وسیله 5.6.4.3 یا 5.6.5.3 را نشان بدهند جوشکار باید رد صلاحیت گردد. ممکن است جوشهای بر روی لوله ها با مقاومت بالا به طور کامل به صورت U شکل خم نشوند، این جوشها را باید قابل قبول در نظر گرفت، اگر نمونه های آزمایش که ترک خورده اند، شکسته و جدا گردند و سطوح پدیدار شده آنها الزامات 5.6.3.3 را برآورده نمایند.

اگر یکی از نمونه های آزمایش خمش (Bend Test) نتواند این الزامات را برآورده نماید و بر اساس نظر کمپانی Imperfection های مشاهده شده نمایشگر جوش نباشند می توان یک نمونه اضافی که در موقعیتی مجاور موقعیت نمونه رد شده در آزمایش، از لوله بریده می شود را جایگزین نمونه آزمایش نمود. اگر نمونه اضافی نیز Imperfection هایی فراتر از محدوده های مشخص شده را نشان بدهد باید جوشکار رد صلاحیت گردد.

6.5.6 Sampling of Test Fillet Welds

برای آزمایش جوشهای گوشه ای نمونه ها باید از هر جوش آزمایشی بریده شوند. اگر جوش آزمایشی یک جوش محیطی کامل باشد fig.10 موقعیت هایی از لوله را به منظور برداشتن نمونه های آزمایش نشان می دهد. اگر جوش آزمایشی متشکل از بخش هایی از محل اتصال دوقطه لوله باشد باید تعدادی نمونه تقریباً مساوی از هر بخش برداشته شود. نمونه ها باید قبل از آزمایش بوسیله هوا تا دمای محیط خنک شوند.

6.5.7 Test Method and Requirement for fillet welds

نمونه های آزمایش جوش گوشه ای باید تهیه شده و آزمایش باید همانطور که در 5.8 توصیف شده انجام شود.

6.6 Radiography-Butt welds only

6.6.1 General

بر اساس نظر کمپانی کیفیت جوش لب به لب را می توان به جای آزمایشات مشخص شده در 6.5 به وسیله پرتونگاری سنجید.

6.6.2 Inspection Requirements

از هر یک از جوش های آزمایشی باید پرتونگاری انجام گیرد، اگر هر یک از جوش های آزمایشی الزامات 9.3 را برآورده نکند باید جوشکار رد صلاحیت گردد.

بازرسی به روش پرتونگاری نباید به منظور مکان یابی مناطق بی عیب یا مناطق حاوی Imperfection ها و متعاقب آن آزمایش نمودن چنین مناطقی برای تایید یا رد صلاحیت نمودن جوشکار، مورد استفاده قرار گیرد.

6.7 Retesting

با نظر مشترک کمپانی و نمایندگان پیمانکار می توان به جوشکاری که به دلیل شرایط اجتناب ناپذیر و یا شرایطی و رای اختیار وی در آزمون تایید صلاحیت قبول نشده است، یک فرصت دوباره ای به منظور تایید صلاحیت شدن داد. تا زمانی که جوشکار مدرکی از آموزش های بعدی اش که مورد قبول کمپانی بوده را ارائه ننماید هیچ گونه آزمون مجددی علاوه بر مورد فوق الذکر نباید از وی بعمل آید.

6.8 Records

باید سندی از آزمون های بعمل آمده از هر جوشکار و از جزییات نتایج هر آزمون نگهداری شود. باید یک فرم مشابه آنچه در Fig.2 نشان داده شده مورد استفاده قرار گیرد. (باید) (should) این فرم به منظور متناسب شدن با نیازهای کمپانی های خاص توسعه یابد ولی می بایست (must) به منظور نشان دادن اینکه آزمون تایید صلاحیت، الزامات این استاندارد را برآورده نموده است دارای جزییات کافی باشد. باید یک لیست از جوشکاران تایید صلاحیت شده و دستورالعمل های مورد استفاده آنها نگهداری گردد. اگر هر سوالی درباره صلاحیت جوشکار به وجود بیاید ممکن است وی ملزم به تایید صلاحیت مجدد شود.

7. Design and preparation of a joint for production welding

7.1 General

لوله ها باید بوسیله جوشکاران تایید صلاحیت شده ای که از دستورالعمل های تایید شده استفاده می نمایند جوشکاری شوند. سطوحی که جوشکاری می شوند باید صاف، یکنواخت و عاری از تورق، اشک جوش، پوسته، سرباره، چربی، رنگ و دیگر مواد زیان آوری که تاثیرات مضر بر جوشکاری دارند، باشند. طرح اتصال و فاصله بین سرهای مجاور باید مطابق دستورالعمل مورد استفاده باشد.

7.2 Alignment

همترازی (در یک راستا بودن) سرهای مجاور باید بگونه ای باشد که انحراف (offset) بین سطوح را به حداقل ممکن برساند. برای سرهای لوله با ضخامت اسمی یکسان این انحراف نباید از (3 mm) $\frac{1}{8}$ " تجاوز نماید. اختلافات بزرگتر در صورتی مجاز است که این اختلاف در اثر اختلاف ابعاد انتهای لوله ها که در محدوده تلورانس های مشخصات خرید لوله قرار می گیرد به بار آمده باشد و این قبیل اختلافها ذاتاً بطور یکنواخت پیرامون محیط لوله توزیع شده باشند. چکش کاری لوله ها برای بدست آوردن طرز قرارگیری مناسب (fit up) باید به حداقل ممکن برسد.

7.3 Use of lineup clamp for butt welds

گیره های همترازی باید برای جوشهای لب به لب و مطابق با دستورالعمل، بکار رفته باشند. وقتی که جدا کردن گیره همترازی قبل از تکمیل کردن پاس ریشه مجاز می باشد باید بخش تکمیل شده پاس ریشه به صورت قطعات تقریباً مساوی باشد که بطور تقریباً مساوی در گرداگرد محیط محل اتصال فاصله بندی شده اند. به هر حال وقتی از یک گیره همترازی داخلی استفاده می کنیم و وضعیت بگونه ای است که گیره به سختی از تکان خوردن لوله جلوگیری می کند یا اگر جوش بیش از حد تحت تنش قرار می گیرد پاس ریشه باید قبل از اینکه گیره همترازی برداشته شود کامل گردد. در اتصال با گیره همترازی خارجی بخشهای پاس ریشه که جوشکاری شده اند باید بطور یکنواخت اطراف محیط لوله فاصله بندی شده و باید قبل از ترخیص گیره همترازی مجموع طولی حداقل برابر با ۵۰٪ طول محیط لوله را دارا باشد.

7.4 Bevel

7.4.1 Mill Bevel

همه پخ سازی ها در سرهای لوله باید مطابق با طرح اتصال بکار رفته در دستورالعمل باشد.

7.4.2 Field bevel

سرهای لوله را می توان در محل بوسیله ابزار ماشینی یا ماشین برش با اکسیژن پخ سازی نمود. در صورت تجویز کمپانی می توان از برش دستی با اکسیژن نیز استفاده نمود. سرهای پخ زده شده باید نسبتاً صاف و یکنواخت بوده و ابعاد آنها باید مطابق با دستورالعمل باشد.

7.5 Weather conditions

جوشکاری نباید وقتی که کیفیت جوشهای تکمیل شده بوسیله شرایط آب و هوایی حاکم آسیب می بیند انجام شود. شرایط آب و هوایی شامل ولی نه محدود به رطوبت هوا، وزش شن ها یا بادهای شدید می باشد. سپرهای محافظ در برابر بادهای در صورت امکان می توانند مورد استفاده قرار بگیرند. در مورد مساعد یا نا مساعد بودن شرایط جوی نمایندگان کمپانی مربوطه تصمیم خواهند گرفت.

7.6 Clearance

وقتی لوله در بالای سطح زمین جوشکاری می شود فاصله باز گرداگرد لوله در محل جوش نباید (should not) کمتر از 16 in (400 mm) باشد. وقتی لوله ها درون یک خندق جوشکاری می شوند پهنای گودال باید به اندازه کافی بزرگ بوده که دستیابی به محل اتصال را برای جوشکار یا جوشکاران میسر بسازد.

7.7 Cleaning between beads

پوسته و سرباره باید از روی لایه و شیار جوش زدوده شوند. ابزارهای برقی وقتی که دستورالعمل ایجاب می کند باید مورد استفاده قرار گیرند در غیر اینصورت تمیزکاری می تواند با ابزارهای دستی یا با ابزارهای برقی انجام شود. وقتی تکنیک جوشکاری نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک بکار رفته است تخلخل خوشه ای سطحی، شروع لایه ها و نقاط مرتفع باید قبل از اینکه فلز جوش بر روی آنها رسوب داده شود بوسیله سنگ زنی زدوده شوند. در صورت درخواست کمپانی رسوبات شیشه ای سنگین (heavy glass deposits) باید قبل از اینکه فلز جوش روی آنها رسوب داده شود زدوده شوند.

7.8 Position welding

7.8.1 Procedure

برای کلیه جوشکاری های ساکن باید قسمتهای اتصالی کاملاً ثابت بوده و در اطراف محل جوش فضای کافی جهت کار کردن جوشکاران وجود داشته باشد.

7.8.2 Filler and finish beads

برای جوشکاری ثابت تعداد لایه های پر کننده و نهایی باید به اندازه ای بوده که جوش کامل شده سطح مقطعی یکنواخت و اصولی اطراف تمام محیط لوله داشته باشد. در هیچ نقطه ای نباید سطح بالای جوش پایین تر از سطح خارجی لوله قرار گیرد و نباید (nor should) بیشتر از 1.6 mm ($\frac{1}{16}$ ") بالاتر از فلز پایه

قرار گرفته باشد. دو لایه نباید در یک نقطه یکسان شروع شوند. سطح جوش کامل شده باید (should) تقریباً $\frac{1}{8}$ " (3 mm) پهن تر از عرض شیار اصلی باشد. جوش کامل شده باید کاملاً برسکاری و تمیزکاری شده باشد.

7.9 Roll Welding

7.9.1 Alignment

با نظر کمپانی جوشکاری چرخان باید مجاز شمرده شود مشروط بر اینکه همترازی با استفاده از تیر پایه ها یا یک چار چوب ساختمانی با تعداد کافی از بلبرینگ ها برای جلوگیری کردن از خم شدن طول لوله نگهداری شده، تامین شود.

7.9.2 Filler and finish beads

برای جوشکاری چرخان تعداد پاسهای پر کننده و نهایی باید به اندازه ای باشد که جوش کامل شده سطح مقطعی یکنواخت و اصولی اطراف تمام محیط لوله داشته باشد. در هیچ نقطه ای نباید سطح بالای جوش پایین تر از سطح بیرونی لوله بیفتد و نباید (nor should) بیشتر از $\frac{1}{16}$ " (1.6 mm) بالاتر از فلز پایه قرار گرفته باشد. سطح جوش کامل شده باید (should) تقریباً $\frac{1}{8}$ " (3 mm) پهن تر از عرض شیار اصلی باشد. مادامیکه جوشکاری پیشروی می کند باید لوله بچرخد تا جوشکاری در قسمت بالا یا نزدیک به قسمت بالای لوله انجام شود. جوش کامل شده باید کاملاً برسکاری و تمیزکاری شود.

7.10 Identification of welds

هر جوشکار باید کارش را مطابق با روشی که بوسیله شرکت تعیین شده است کد گذاری نماید (بشناساند).

7.11 Pre and post heat treatment

وقتی مواد یا شرایط آب و هوایی یکی یا هر دو عملیات حرارتی فوق را ضروری نماید، دستورالعمل باید شیوه عملیات حرارتی پیشگرم و پسگرمی که باید متابعت شود را مشخص نماید.

8. Inspection and testing of production welds

8.1 Rights of inspection

شرکت باید حق بازرسی همه جوشها بوسیله روشهای غیر مخرب یا بوسیله برداشتن (جدا کردن) جوشها و تحت آزمایشات مکانیکی قرار دادن آنها را داشته باشد. بازرسی می تواند در حین جوشکاری یا بعد از اینکه جوش کامل شد انجام شود. تکرار (فراوانی) بازرسی ها باید همانطوری که بوسیله شرکت مشخص گردیده، باشد.

8.2 Method of inspection

آزمایشات غیر مخرب می تواند مشتمل بر بازرسی پرتونگاری یا روش دیگری که بوسیله شرکت مشخص شده است، باشد. روش مورد استفاده باید نشانه های ناپیوستگی که بتوانند بطور صحیح تفسیر و ارزیابی شوند را تولید نماید. جوشها باید بر اساس sec.9 یا با نظر کمپانی بر اساس Appendix A ارزیابی شوند. در مورد اخیر برای تعیین کردن اندازه ناپیوستگی ها بازرسی مفصل تری مورد نیاز است. آزمایشات مخرب باید مشتمل بر برداشتن جوشهای کامل شده، بریدن جوشها به صورت نمونه های آزمایشی و آزمایش کردن نمونه های آزمایش باشد. نمونه های آزمایش باید مطابق با 6.5 تهیه شده و باید الزامات مطابق با 6.5 را برآورده نمایند. شرکت باید حق پذیرش یا رد کردن هر جوشی که الزامات مختص به روش مورد استفاده در بازرسی آن را برآورده نمی کند، داشته باشد. هر جوشکاری که یک جوش را که در مطابقت با الزامات تعیین شده رد می شود، ایجاد کند ممکن است برای کارهای آینده سلب صلاحیت گردد. اپراتورهای تجهیزات بازرسی غیر مخرب ممکن است ملزم به اثبات قابلیت دستورالعمل بازرسی برای کشف کردن عیوب و توانایی اپراتورها برای تفسیر درست نشانه های داده شده بوسیله تجهیزات، باشند.

8.3. Qualification of inspection personnel

نفرات بازرسی جوش باید بوسیله تجربه و آموزش برای وظیفه بازرسی مشخص شده ای که انجام می دهند تایید صلاحیت شده باشند و تایید صلاحیت آنها باید برای شرکت قابل قبول باشد. اسناد این تایید صلاحیتها باید بوسیله شرکت نگهداری شده و شامل موارد زیر، اما نه محدود به آنها می باشد:

- (a) آموزش و تجربه
- (b) کارآموزی
- (c) نتایج آزمونهای تایید صلاحیت

8.4 Certification of nondestructive testing personnel

8.4.1 Procedures

نفرات آزمایشات غیر مخرب باید برای سطوح ۱ و ۲ یا ۳ مطابق با پیشنهادات انجمن آزمایشات غیر مخرب آمریکا (ASNT)، تکنیک پیشنهادی شماره SNT-TC-1A ACCP یا هر دستورالعمل ملی اعطای گواهینامه پذیرفته شده ای که برای روشهای آزمایش مورد استفاده در بازرسی جوش مورد قبول شرکت باشد، تصدیق گردند. تنها نفرات سطح ۲ و ۳ باید نتایج آزمایشات را تفسیر نمایند.

8.4.2 Record

یک سند از نفراتی که برای آزمایشات غیر مخرب تصدیق شده اند باید بوسیله کمپانی نگهداری شود. سند باید شامل نتایج آزمونهای اعطای گواهینامه، گارانتی گواهینامه سازمان و نفرات و تاریخ گواهینامه باشد. بر اساس نظر کمپانی و یا در صورت بوجود آمدن هر سؤالی درباره توانایی نفرات آزمایشات غیر مخرب، ممکن است آنها ملزم به تصدیق مجدد شوند. نفرات آزمایشات غیر مخرب سطح ۱ و ۲ باید حداقل هر ۳ سال و نفرات سطح ۳ آزمایشات غیر مخرب باید حداقل هر ۵ سال تصدیق مجدد شوند.

9. Acceptance standards for nondestructive testing

9.1 General

معیارهای پذیرش ارائه شده در این بخش برای ارزیابی عیوب مشخص شده بوسیله پرتونگاری، تست ذرات مغناطیسی، آزمایش مایعات نافذ و آزمایش آلتراسونیک و هم چنین بازرسی چشمی (VT)، به کار می رود. استفاده از آزمایشات غیر مخرب برای تعیین کیفیت جوشهایی که باید به وسیله آزمایشات مخرب گفته شده مطابق 8.1 تایید کیفیت شوند، ممنوع است.

9.2 Rights of rejection

همه روشهای آزمایشات غیر مخرب به اطلاعات بدست آمده از علاماتی که این عیوب تولید کرده اند محدود می شوند. کمپانی مربوطه می تواند جوشهایی را که ظاهراً از نظر این استاندارد قبولی می گیرند، ولی مطابق با نظر کمپانی عمق یک عیب در جوش ممکن است برای جوش مضر باشد را رد کند.

9.3 Radiographic testing

9.3.1 Inadequate penetration without high- low

نفوذ ناکافی در حالت همترازی (IP) عبارتست از پرنشدن کامل pass ریشه جوش. این شرایط به صورت شماتیکی در fig.13 نشان داده شده است. IP در صورت وجود داشتن یکی از موارد زیر عیب محسوب می‌شود:

a) طول علامت (نشانه) (Indication) ایجاد شده بوسیله یک IP منفرد از 1 in (25mm) بیشتر باشد.

*تذکر: از این پس هر جا گفته می‌شود اندازه عیب منظور اندازه علامتی است که آن عیب در آن روش NDT تولید می‌نماید، نه اندازه واقعی خود عیب موجود در قطعه. به عنوان مثال در آزمایش رادیوگرافی طول ترک یعنی طول نشانه ای که ترک در آزمایش رادیوگرافی ایجاد می‌نماید. یعنی طول تصویر ترک که در فیلم رادیوگرافی ظاهر می‌شود مدنظر است، نه طول واقعی ترک موجود در قطعه.

b) مجموع طول IP های موجود در هر 12 in طول پیوسته جوش بیش از 1 in (25mm) شود.
c) برای جوشهای با طول کمتر از 12 in (300mm) مجموع طول IP ها از 8% طول جوش بیشتر شود.

9.3.2. Inadequate penetration due to high- low

نفوذ ناقص در اثر عدم همترازی (IPD)، عبارتست از شرایطی که در آن سطوح لوله ها و یا متعلقات و اتصالات آن بدرستی مقابل هم قرار نگرفته باشند. این شرایط به صورت شماتیکی در fig.14 نشان داده شده است. IPD در صورت وجود یکی از موارد زیر عیب محسوب می‌شود:

a) طول یک IPD منفرد بیش از 2 in (50mm) باشد.
b) مجموع طولهای IPD در هر 12 in طول پیوسته جوش بیش از 3 in (75mm) باشد.

9.3.3. Inadequate cross penetration

ICP عبارتست از یک عیب زیرسطحی بین اولین pass داخلی و اولین pass خارجی. این شرایط به صورت شماتیکی در fig.15 نشان داده شده است. ICP در صورت وجود یکی از موارد زیر عیب محسوب می‌شود:

a) طول یک ICP منفرد بیش از 2 in (50mm) باشد.
b) مجموع طول ICP ها در هر 12 in طول پیوسته جوش بیش از 2 in (50mm) باشد.

9.3.4. Incomplete fusion

IF عبارتست از یک عیب سطحی بین فلز جوش و فلز پایه که به سطح راه دارد. این شرایط به طور شماتیکی در fig.16 نشان داده شده است. IF در صورت داشتن یکی از موارد زیر عیب محسوب می‌شود:

- (a) طول یک IF منفرد بیش از 1 in (25 mm) باشد.
- (b) مجموع طول IF ها در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش بیش از 1 in (25 mm) باشد.
- (c) برای جوشهای با طول کمتر از 12 in (300mm)، مجموع طول IF ها بیش از 8% طول جوش باشد.

9.3.5. Incomplete fusion duo to cold lap

ذوب ناقص در اثر سرد بودن لایه‌ها، IFD، عبارتست از یک عیب بین دو لایه مجاور جوش یا بین لایه جوش و فلز مبنا که به سطح راه نداشته باشد. این شرایط به صورت شماتیکی در fig.17 نشان داده شده است. IFD در صورت وجود یکی از شرایط زیر عیب محسوب می‌شود:

- (a) طول یک IFD منفرد بیش از 2in (50mm) باشد.
- (b) مجموع طول IFD ها در هر 12 in طول پیوسته جوش بیش از 2 in (50 mm) باشد.
- (c) مجموع طول IFD ها بیش از 8 % طول جوش باشد.

9.3.6. Internal Concavity

فرورفتگی داخلی یا IC در قسمت 3.2.7 تعریف شده و به صورت شماتیکی در fig.18 نشان داده شده است. اگر دانسیته تصویر رادیوگرافی مربوط به عیب IC از دانسیته تصویر رادیوگرافی لاغرتین فلز مبنا مجاور تجاوز نکند هر طولی از IC مورد پذیرش است و برای نواحی که دانسیته تصویر رادیوگرافی عیب IC بیشتر از دانسیته تصویر رادیوگرافی لاغرتین فلز مبنا مجاور شود، در این حالت محدوده پذیرش BT قابل اعمال است.

9.3.7. Burn- through

9.3.7.1

منظور از سوختگی درون لوله، BT، نواحی معیوبی از لایه ریشه جوش است که نفوذ بیش از حد باعث فرو ریختن حوضچه مذاب به داخل لوله شده و جوش pass ریشه از سطح داخلی لوله بیرون می‌زند.

9.3.7.2

برای لوله با قطر خارجی بزرگتر و مساوی 2.375 in (60.3 mm)، در صورت وجود داشتن یکی از شرایط زیر، BT یک عیب محسوب می‌شود:

- (a) اندازه بزرگترین بعد BT بیش از 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") بوده و دانسیته تصویر BT بیش از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور شود.
- (b) اندازه بزرگترین بعد BT بیش از کمترین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال بوده و دانسیته تصویر BT بیش از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور شود.
- (c) در هر 12 in طول پیوسته جوش یا طول کل جوش هر کدام کمتر است، مجموع بزرگترین ابعاد BT های جداگانه که دانسیته تصویر آنها بزرگتر از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور است، برابر با 13mm ($\frac{1}{2}$ ") شود.

9.3.7.3

برای لوله ها با قطر خارجی کمتر از 2.375in (60.3 mm)، در صورت وجود داشتن یکی از شرایط زیر، BT یک عیب محسوب می‌شود:

- (a) اندازه بزرگترین بعد BT بیش از 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") بوده و دانسیته تصویر BT بیش از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور شود.
- (b) اندازه بزرگترین بعد BT بیش از اندازه کمترین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال بوده و دانسیته تصویر BT بیش از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور باشد.
- (c) بیش از یک BT از هر اندازه‌ای وجود داشته باشد و دانسیته تصویر BT های اضافه بر یکی، از دانسیته تصویر لاغرتین فلز مبنای مجاور بیشتر شود.

9.3.8. Slag inclusion

slag inclusion عبارتست از مواد جامد غیر فلزی که درون فلز جوش و یا بین فلز جوش و فلز مبنای محبوس شده‌اند. سرباره‌های حبس شده خطی (ESIS) که به صورت خطوط پیوسته و یا خط چین می‌باشند، معمولاً در منطقه ذوب یافت می‌شوند. سرباره‌های حبس شده مجزای غیرخطی (ISIS) در اشکال نامنظم، ممکن است در هر منطقه‌ای از جوش یافت شوند. به منظور ارزیابی این سرباره‌ها وقتی تصویر رادیوگرافی این سرباره اندازه‌گیری می‌شود، بزرگترین بعد این تصویر، به عنوان طول آن تصویر در نظر گرفته می‌شود.

9.3.8.2

برای لوله‌های با قطر خارجی بزرگتر و یا مساوی 2.375 in (60.3 mm) سرباره‌های حبس شده به عنوان یک عیب محسوب می‌شود، اگر یکی از شرایط زیر موجود باشد:

- a) طول یک ESI بیشتر از 2 in (50 mm) باشد.
- b) مجموع طولهای ESI در هر 12 in (300mm) طول پیوسته جوش بیشتر از 2 in (50 mm) شود.
- c) عرض یک ESI بیشتر از $\frac{1}{16}$ " (1.6 mm) شود.
- d) مجموع طولهای ISI ها در هر 12 in (300mm) طول پیوسته جوش بیشتر از $\frac{1}{2}$ " (13 mm) شود.
- e) عرض یک ISI بیش از $\frac{1}{8}$ " (3 mm) شود.
- f) بیشتر از چهار ISI با ماکزیمم عرض $\frac{1}{8}$ "، در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش وجود داشته باشد.
- g) مجموع طولهای ESI و ISI بیشتر از 8% طول جوش باشد.

9.3.8.3

برای لوله‌های با قطر خارجی کمتر از 2.375 in (60.3 mm) سرباره حبس شده، به عنوان یک عیب در نظر گرفته می‌شود، اگر یکی از شرایط زیر موجود باشد:

- a) طول یک ESI بیشتر از 3 برابر لاغرتین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال باشد.
- b) عرض یک ESI بیشتر از $\frac{1}{16}$ " (1.6 mm) باشد.
- c) مجموع طولهای ISI ها دو برابر لاغرتین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال و عرض آن بیشتر از نصف لاغرتین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال باشد.
- d) مجموع طول ESI ها و ISI ها بیشتر از 8% طول جوش شود.

9.3.9 Porosity

9.3.9.1

گازهای حبس شده در حوضچه مذاب که شانس بالا آمدن به سطح را قبل از منجمد شدن فلز جوش ندارند، سبب تشکیل تخلخل در جوش می‌شوند. تخلخل معمولاً به شکل کروی ولی با آرایش خطی یا

نامنظم می‌باشد، از قبیل تخلخل لوله‌ای (سوراخ کرمی). وقتی تصویر رادیوگرافی یک porosity اندازه‌گیری می‌شود، ماکزیمم بعد این تصویر به منظور ارزیابی معیارهای پذیرش 9.3.9.2 الی 9.3.9.4 استفاده می‌شود.

9.3.9.2

تخلخلهای منفرد یا پراکنده (P) به عنوان یک عیب محسوب می‌شوند، چنانچه یکی از شرایط زیر را دارا باشند:

- (a) اندازه یک تخلخل منفرد بیش از $\frac{1}{8}$ " (3 mm) باشد.
- (b) اندازه یک تخلخل منفرد بیش از 25% لاغرترین ضخامت اسمی جداره در محل اتصال باشد.
- (c) توزیع تخلخلهای پراکنده بیش از تمرکز مجاز نشان داده شده در fig.19 و fig.20 باشد.

9.3.9.3

تخلخلهای خوشه‌ای (CP) که در تمام پاسها بجز پاس نهایی پدید می‌آیند باید توسط معیارهای پذیرش 9.3.9.2 ارزیابی گردند و CP هایی که در پاس نهایی پدید می‌آیند به عنوان یک عیب در نظر گرفته می‌شوند، اگر یکی از شرایط زیر را دارا باشند:

- (a) قطر خوشه بیش از $\frac{1}{2}$ " (13 mm) باشد.
- (b) مجموع طول CP های موجود در هر 12in (300mm) طول پیوسته جوش بیشتر از $\frac{1}{2}$ " (13 mm) شود.
- (c) اندازه تخلخلهای منفرد موجود در تخلخل خوشه‌ای بیش از $\frac{1}{16}$ " (2 mm) شود.

9.3.9.4

تخلخل Hollow- Bead (H.B) عبارتست از تخلخل خطی طولانی که در پاس ریشه اتفاق می‌افتد. HB به عنوان یک عیب محسوب می‌شود، چنانچه یکی از شرایط زیر را دارا باشد:

- (a) طول یک HB منفرد بیش از $\frac{1}{2}$ " (13 mm) شود.
- (b) مجموع طول HB ها در هر 12in (300mm) طول پیوسته جوش بیشتر از 2 in (50 mm) شود.
- (c) فاصله بین HB های منفرد با طول بزرگتر از $\frac{1}{4}$ " (6 mm)، کمتر از 2 in (50 mm) باشد.
- (d) مجموع طول کلیه HB ها بیش از 8% طول جوش شود.

9.3.10 Cracks

در صورتیکه ترک (C) یکی از شرایط زیر را داشته باشد، به عنوان یک عیب محسوب می‌شود:

(a) هر ترک در هر اندازه و در هر مکانی از جوش به غیر از ترکهای چاله‌ای کم عمق و ترکهای ستاره‌ای.

(b) ترکهای چاله‌ای کم عمق یا ترکهای ستاره‌ای با طول بیشتر از $\frac{5}{32}$ " (4 mm).

***نکته:** ترکهای چاله‌ای کم عمق یا ترکهای ستاره‌ای عموماً در اطراف نقطه پایانی هر لایه جوش، بوجود آمده و نتیجه انقباض فلز جوش در هنگام انجماد است.

9.3.11 Under cutting

سوختگی کنار جوش عبارتست از شیار ذوب شده ای در فلز مبنا و مجاور ناحیه پنجه جوش toe یا ریشه جوش که توسط فلز جوش پر نشده و خالی باقی مانده است. سوختگی کنار جوش مجاور پاس رو EU و سوختگی کنار جوش مجاور پاس ریشه IU، در صورت وجود یکی از شرایط زیر عیب محسوب می‌شود:

(a) در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش مجموع طول هر ترکیبی از EU و IU ها بیش از 2 in (50 mm) شود.

(b) مجموع طول هر ترکیبی از EU و IU ها بیش از $\frac{1}{6}$ طول جوش شود.

9.3.12 Accumulation of imperfections

باستثنا عیوب عدم نفوذ کامل به دلیل high- low و سوختگی کنار جوش، هر تجمعی از عیوب (AI)، در صورت داشتن شرایط زیر به عنوان یک عیب محسوب می‌شود:

(a) مجموع طول عیوب در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش بیشتر از 2 in (50 mm) شود.

(b) مجموع طول عیوب بیشتر از 8% طول کل جوش شود.

9.3.13 Pipe or fitting imperfections

عیوب موجود در لوله ها و اتصالات که بوسیله آزمایش پرتونگاری آشکار می‌شوند، باید به کمپانی گزارش شوند. چگونگی نمایش دادن موقعیت عیوب مشاهده شده در گزارش مربوطه، باید مطابق دستورالعمل کمپانی تنظیم باشد.

9.7. Visual acceptance standards for undercutting

9.7.1 General

سوختگی کنارجوش در قسمت 9.3.11 توضیح داده شده است. معیارهای پذیرش گفته شده در قسمت 9.7.2 به عنوان مکمل افزوده می شود. اما نباید الزامات بازرسی چشمی که در هر جای دیگری یافت می شوند در این استاندارد جایگزین شود.

9.7.2. Acceptance standards

وقتی روشهای بازرسی چشمی و وسایل مکانیکی برای مشخص کردن عمق سوختگی کنار جوش که در مجاورت پاس رو و یا پاس ریشه می باشد، به کار برده می شوند، ابعاد بدست آمده نباید از مقادیر گفته شده در جدول ذیل بیشتر باشد. وقتی که هر دو روش اندازه گیری مکانیکی و رادیوگرافی در دسترس هستند، باید روشهای اندازه گیری مکانیکی به عنوان روشهای تعیین کننده استفاده شود.

عمق عیب Undercut	مقدار طول مورد پذیرش از عیب
عمق عیب undercut $< 0.8 \text{ mm}$ ($\frac{1}{32}$ ") و یا 12.5% از ضخامت جداره لوله، هر کدام کوچکتر است.	مورد قبول نیست
عمق عیب undercut $< 0.4 \text{ mm}$ ($\frac{1}{64}$ ") و یا 6%-12.5% از ضخامت جداره لوله، هر کدام کوچکتر است.	2 in (50 mm) در هر 12 in (300 mm) طول پیوسته جوش یا $\frac{1}{6}$ طول کل جوش، هر کدام کوچکتر است.
عمق عیب undercut $\geq 0.4 \text{ mm}$ ($\frac{1}{64}$ ") و یا 6% از ضخامت جداره لوله، هر کدام کوچکتر است.	مورد قبول، صرف نظر از طول عیب.

10. Repair and removal of defects

10.1 Authorization for repair

10.1.1 Cracks

ترک ایجاد شده در جوش باید برداشته (جدا) شود. مگر اینکه مطابق با 9.3.10 مجاز شمرده شده و یا اینکه تعمیر ترک توسط کمپانی بلا اشکال باشد. ترکها را می توان تعمیر نمود مشروط بر اینکه، طول ترک کمتر از 8% طول جوش بوده و یک دستورالعمل جوشکاری تعمیری تایید شده نیز موجود باشد.

10.1.2 Defects other than cracks

عیوب پاس ریشه و پاسهای پرکننده را می توان با اجازه قبلی کمپانی تعمیر نمود. عیوب پاس رو می توانند بدون اجازه قبلی از کمپانی تعمیر شوند. هرگاه تعمیر جوش با استفاده از فرآیند جوشکاری متفاوت از فرآیند جوشکاری که در تولید جوش اصلی (جوش اولیه) به کار رفته انجام گیرد و یا تعمیر جوش در منطقه ای که قبلاً نیز تعمیر جوش در آن صورت گرفته انجام شود (تعمیر مجدد) نیاز به یک دستورالعمل جوشکاری تعمیری تایید شده می باشد.

10.2. Repair Procedure

وقتی یک دستورالعمل جوشکاری تعمیری مورد نیاز باشد، این دستورالعمل باید تهیه شده و به منظور اثبات توانایی تولید یک جوش با خواص مکانیکی مناسب و بدون عیب، نیاز به تایید نمودن این دستورالعمل می باشد. این اطمینان بوسیله آزمایشات مخرب حاصل می شود. نوع و تعداد این آزمایشات باید در شرح کار کمپانی آمده باشد. دستورالعمل تعمیر، حداقل می بایست شامل موارد زیر باشد:

10.2.10

روش کشف عیب.

10.2.2.

روش برداشتن عیب.

10.2.3

برای حصول اطمینان از کامل بودن فرآیند برداشت عیب، شکاف تعمیری باید مورد آزمایش قرار گیرد.

10.2.4

الزامات پیش گرم و عملیات حرارتی بین پاسی.

10.2.5

فرآیند جوشکاری و سایر مشخصات موجود در بخش 5.3.2.

10.2.6

الزامات تستهای غیرمخرب بین پاسی.

10.3 Acceptance criteria

10.3.1

محل‌های تعمیر شده باید با همان روشی که قبلاً جهت بازرسی آنها به کار رفته بازرسی شوند. در صورت درخواست کمپانی ممکن است کل جوشی که ناحیه تعمیر شده بخشی از آن است، با استفاده از یکی از روش‌های مجاز برای بازرسی جوش‌های تولیدی (قسمت 8.2 و 8.1) بازرسی مجدد شود. جوش‌های تعمیری باید الزامات استانداردهای پذیرش در بخش 9 را برآورده نمایند.

10.4 Supervision

تعمیر باید تحت نظارت یک تکنسین دارای تجربه در تکنیک‌های تعمیر جوش انجام گیرد.

10.5 Welder

جوش باید توسط یک جوشکار تایید صلاحیت شده ایجاد شود.

11. Procedures for nondestructive testing

11.1 Radiographic test methods

11.1.1 General

بخش 1-11 الزامات تولید کردن تصاویر پرتونگاری بر روی فیلم یا دیگر واسطه‌ها به واسطه استفاده از اشعه X یا γ را ارائه می‌دهد. یک دستورالعمل مشروح برای تولید تصاویر باید تهیه شده و ثبت گردد. فیلم رادیوگرافی تولید شده بوسیله این دستورالعمل باید دانسیته (رجوع شود به 11.1.10)، وضوح، کنتراست درخواست شده بوسیله این استاندارد را داشته باشد. تصاویر تولید شده به وسیله دیگر سیستم‌ها باید حساسیت لازم برای معین کردن قطر سیم یا سوراخ‌های اساسی نفوذسنج‌های مربوطه را به طور واضح داشته باشند. معیارهای زیر باید جهت ارزیابی تصاویر استفاده شوند:

(a) یک تصویر قابل قبول عاری از هر گونه مه گرفتگی (fog) و اختلالات ناشی از مراحل فرآوری تصویر که می‌تواند تصویر عیوب واقعی را بپوشاند.

(b) نفوذسنج و قطر سوراخ‌ها یا سیم‌های ضروری آن تعیین شده باشد.

(c) یک سیستم تشخیص عیوب رضایت بخش.

(d) یک تکنیک و روش کارگذاری (set up) قابل قبول.

(e) مطابقت با استانداردهای مورد پذیرش.

همه الزامات ارجاع داده شده برای ارزیابی کیفیت تصاویر حاصله باید به طور یکسان برای اشعه X و γ به کاربرده شود. استفاده از بازرسی رادیوگرافی و تکرار استفاده از آن باید بر اساس نظر کمپانی باشد. کمپانی و پیمانکار عملیات رادیوگرافی باید بر روی دستورالعمل یا دستورالعمل‌های رادیوگرافی مورد استفاده قبل از انجام عملیات رادیوگرافی توافق کنند. شرکت باید پیمانکار را برای نشان دادن اینکه دستورالعمل پیشنهادی تصاویر قابل پذیرشی را تولید می‌کند، ملزم نماید و باید پیمانکار را ملزم به استفاده از این دستورالعمل‌ها برای عملیات رادیوگرافی بنماید.

11.1.2 Detail of procedure

11.1.2.1 General

جزئیات هر دستورالعمل رادیوگرافی باید ثبت شود. یک کپی از این سند باید برای کمپانی جهت سوابقش تهیه شود. ثبت جزئیات می‌تواند به صورت نوشتن در یک فرم، طرح یا هر دو باشد. دست کم هر دستورالعمل باید جزئیات کاربردی فهرست شده در 11.1.2.2 و 11.1.2.3 را شامل شود.

11.1.2.2 Film radiography

یک دستورالعمل برای رادیوگرافی با فیلم باید حداقل جزئیات زیر را شامل شود:

- (a) منبع تشعشع: نوع منبع تشعشع، اندازه منبع موثر یا نقطه کانونی و نرخ ولتاژ تجهیزات اشعه X.
- (b) صفحات تشدید کننده: نوع و محل قرار دادن صفحات و اگر سرب استفاده شده باشد ضخامت آنها (Lead screen).
- (c) فیلم: مارک فیلم یا نوع آن یا هر دو و تعداد قاب‌های نگهدارنده یا جعبه‌های حاوی فیلم، برای تکنیک‌های فیلم ترکیبی روش دیدن فیلم باید مشخص شده باشد.
- (d) هندسه تابش: آیا تابش به صورت تابش تک دیواره/ بازدید تک دیواره (SWE/SWV)، تابش دو دیواره/ بازدید تک دیواره (DWE/SWV) یا تابش دو دیواره/ بازدید دو دیواره (DWE/DWV)، فاصله منبع یا نقطه کانونی با فیلم و موقعیتهای وابسته فیلم، جوش، منبع، نفوذسنج‌ها و فاصله یا نشانگرهای مرجع و تعداد تابش‌های مورد نیاز جهت رادیوگرافی یک جوش کامل.
- (e) شرایط تابش: آیا تابش بر حسب میلی آمپر یا کیوری بر زمان است، ولتاژ اشعه X یا ولتاژ و آمپراژ ورودی و زمان تابش.
- (f) فرآوری: آیا به صورت اتوماتیک است یا دستی، زمان و دمای ظهور عکس و زمان تثبیت یا شستشو، ثبوت و شستشوی نهایی و جزئیات خشک کردن.

stop bath: محلولی (آبگونه ای اسیدی) که برای تثبیت عکس و فیلم به کار می‌رود.

(g) **مواد:** نوع و محدوده ضخامت موادی که برای دستورالعمل مناسب هستند.

(h) **نفوذسنج ها:**

برای نفوذسنج های نوع سوراخی: نوع، جنس، شماره شناسایی و سوراخ های اساسی (ضروری) و جنس لایه فلزی فاصله پر کن (shim) و ضخامت آن.

برای نفوذسنج های نوع سیمی: نوع، جنس، مجموعه حروف شناسایی ASTM و قطر سیم های اساسی (ضروری).

(i) **پوشش های حرارتی:** جنس، ضخامت و فاصله بین طرفی از سپر حرارتی که سمت فیلم است تا سطح لوله.

11.1.2.3 Other imaging media

یک دستورالعمل رادیوگرافی که در آن از واسطه های تصویرساز غیر از فیلم استفاده می شود باید دست کم شامل جزییات زیر باشد:

(a) **منبع تشعشع:** نوع منبع تشعشع، اندازه منبع موثر یا نقطه کانونی و محدوده ولتاژ تجهیزات اشعه X.

(b) سیستم مورد استفاده در جمع آوری تصاویر.

(c) سیستم مورد استفاده در فرآوری تصاویر.

(d) سیستم مورد استفاده در دیدن تصاویر.

(e) سیستم مورد استفاده در ذخیره سازی تصاویر.

(f) **هندسه تابش:** آیا تابش به صورت SWE/SWV، DWE/SWV یا DWE/DWV، آیا رادیوگرافی به صورت رادیوگرافی در حال حرکت یا رادیوگرافی در حال سکون، پایدن سرعت (scanning) در رادیوگرافی در حال حرکت، فاصله بین منبع یا نقطه کانونی تا سطح رادیوگرافی و موقعیتهای وابسته سطح رادیوگرافی، جوش، منبع، نفوذسنج ها و فاصله ها یا نشانگر های مرجع، مقدار بزرگ نمایی هندسی، مقدار بزرگ نمایی کلی مورد استفاده برای دیدن و تعداد تصاویر مورد نیاز برای رادیوگرافی یک جوش کامل.

(g) **شرایط تابش:** آیا تابش بر حسب میلی آمپر یا کیوری بر زمان است، ولتاژ اشعه X یا ولتاژ و آمپراژ ورودی و هر جا قابل اجرا باشد زمان تابش را مشخص نماید.

(h) مواد: نوع و محدوده ضخامت موادی که برای این دستورالعمل مناسب هستند.

(i) نفوذسنج ها:

برای نفوذسنج های نوع سوراخی: نوع، جنس، شماره شناسایی و سوراخ های ضروری و جنس ورقه فلزی فاصله پر کن (shim) وضخامت آن.

برای نفوذسنج های نوع سیمی: نوع، جنس، مجموعه حروف شناسایی ASTM و قطر سیم های ضروری.

(j) پوشش های حرارتی: جنس، ضخامت و فاصله بین طرفی از سیر حرارتی که سمت واسطه تصویرساز است تا سطح لوله.

11.1.3 Exposure geometry

11.1.3.1 Film radiography

وقتی یک منبع رادیوگرافی به منظور تابش به یک جوش لب به لب، درون یک لوله و در مرکز آن قرار می گیرد، برای بازرسی رادیوگرافی یک جوش کامل یک تابش کافی است (SWE/SWV).

وقتی یک منبع رادیوگرافی در بیرون از لوله و در فاصله ای بیشتر از 0.5 in (13mm) از سطح جوش قرار می گیرد، برای بازرسی رادیوگرافی یک جوش کامل باید حداقل ۳ تابش با فاصله جدایش ۱۲۰° ایجاد شود (DWE/SWV).

وقتی که منبع رادیوگرافی در خارج از لوله و با فاصله ای بیشتر از 0.5 in (۱۲ mm) از سطح جوش قرار می گیرد، برای بازرسی رادیوگرافی یک جوش کامل باید حداقل ۴ تابش با زاویه جدایش ۹۰° ایجاد شود (DWE/SWV).

وقتی که قطر لوله در برگیرنده جوش برابر با 3.5 in (88.9 mm) یا کمتر است روش DWE/DWV می تواند مورد استفاده قرار گیرد. وقتی این دستورالعمل مورد استفاده قرار گرفته و پرتوهای رادیویی دچار انحراف شده به طوری که بخشهای فیلم سایید و سورش سایید جوش در بعضی ناحیه های مورد ارزیابی قرار گرفته به وسیله روش رادیوگرافی نتوانند همدیگر را ببوشانند، برای بازرسی رادیوگرافی یک جوش کامل باید حداقل ۲ تابش با زاویه جدایش ۹۰° ایجاد شود. وقتی بخش های سورش سایید و فیلم سایید جوش روی هم قرار می گیرد، برای بازرسی یک جوش کامل باید حداقل ۳ تابش با زاویه جدایش ۶۰° ایجاد شود.

وقتی که یک قطر کوچکتر و ضخامت جداره نازکتر لوله پرتونگاری می شود، به منظور به حداقل رساندن انحراف تصاویر عیوب موجود در انتهای رادیوگرافی باید تابش های اضافی ایجاد شود.

حداقل فاصله بین منبع یا نقطه کانونی و طرفی از شیء رادیوگرافی شده که سمت منبع می باشد به وسیله فرمول زیر مشخص می گردد (واحد های ثابت اندازه گیری به کار برده شود):

$$D=St/k$$

که در آن:

D: حداقل فاصله بر حسب اینچ بین منبع یا نقطه کانونی و طرفی از شیء رادیوگرافی شده که سمت منبع می باشد (طرف source side شیء رادیوگرافی شده).

S: اندازه منبع موثر یا نقطه کانونی بر حسب اینچ.

t: ضخامت جوش بر حسب اینچ که شامل ارتفاع گرده تقویتی جوش به اضافه فاصله بین طرفی از جوش که سمت فیلم می باشد (طرف film side جوش) تا فیلم است.

k: ضریب نا آشکاری هندسی

وقتی که برای روش های SWE/SWV و DWE/SWV ، t تعیین می شود ضخامت جداره تکی و ارتفاع گرده تقویتی جوش باید به کار برده شود. وقتی که برای روش های DWE/DWV ، t تعیین می گردد قطر خارجی جوش (که عبارت است از قطر خارجی لوله به اضافه دو برابر متوسط ارتفاع تاج جوش) باید به کار برده شود. معمولاً برای مواد با ضخامت کوچکتر یا مساوی با 2 in (50.8 mm) مقدار k برابر است با 0.02 in (0.5 mm) . مقبولیت نهایی هندسه تابش باید مبنی بر توانایی دیدن تصاویر نفوذسنج های تعیین شده و قطر سیم ها یا سوراخ های ضروری آن باشد.

11.1.3.2 Other imaging media

مقبولیت نهایی هندسه تابش باید مبنی بر توانایی دیدن تصاویر نفوذسنج های تعیین شده و قطر سیم ها و سوراخهای ضروری آن باشد. برای پرتونگاری در حال حرکت، هندسه تابش باید در ماکزیمم سرعت پویش مورد استفاده در حین بازرسی رادیوگرافی یک جوش کامل، ارزیابی شود.

11.1.4 Type of penetrameters

نفوذسنج ها باید در تطابق با الزامات ASTM E 1025 یا fig.21 یا هر دو برای نفوذسنج های نوع سوراخی یا ASTM E 747 برای نفوذسنج های نوع سیمی باشند. شرکت باید مجموعه الزامات مورد استفاده را تعیین نماید. نفوذسنج ها باید از ماده ای که پرتونگاری آن شبیه به پرتونگاری ماده جوش داده شده است، ساخته شده باشند.

11.1.5 Selection of penetrameters

11.1.5.1 Hole type penetrameters

ماکزیمم ضخامت نفوذسنج های نوع سوراخی مورد استفاده، بر مبنای ضخامت جداره لوله یا جوش و شماره شناسایی آن که در Table 5 برای نفوذسنج های ASTM E 1025 و در Table 6 برای نفوذسنج های fig.21 آورده شده است، می باشد. هر گاه انتخاب نفوذسنج بر مبنای ضخامت جوش باشد، لایه های

فلزی فاصله پرکن (shim) باید از همان جنسی که پرتونگاری آن مشابه پرتونگاری جنس لوله بوده، باشد و ضخامتش با متوسط بلندی جوش، معادل گردد. اگر انتخاب نفوذسنج بر مبنای ضخامت دیواره لوله باشد، نباید از shim استفاده شود. بر اساس نظر پیمانکار رادیوگرافی می‌توان از نفوذسنج‌هایی نازک‌تر از آنهاییکه در بالا مشخص شده‌اند استفاده نمود، مشروط بر اینکه حساسیت رادیوگرافی مورد نیاز فراهم شده باشد.

تصاویر رادیوگرافی شکل نفوذسنج‌های نوع سوراخی، شماره شناسایی و سوراخ‌های ضروری، باید همگی به صورت واضح ظاهر شوند. اندازه قطر سوراخ‌های ضروری برای ASTM E 1025 و نفوذسنج‌های fig.21 باید برابر با 2T باشد. برای نفوذسنج‌های fig.21 نیازی نیست که اندازه قطر این سوراخ که معادل 2T است کوچکتر از $1\frac{1}{16}$ " (1.6mm) باشد.

11.1.5.2 Wire Type Penetrameters

قطر سیم‌های ضروری مورد استفاده بر مبنای ضخامت جوش می‌باشد که برای نفوذسنج‌های سیمی ASTM E 747 در Tab.7 نشان داده شده است. بر مبنای نظر پیمانکار رادیوگرافی می‌توان از نفوذسنج‌های سیمی با قطر کوچکتر از آنهایی که در بالا مشخص شده‌اند استفاده نمود مشروط بر این که حساسیت رادیوگرافی مورد نیاز فراهم گردد. تصاویر رادیوگرافی شماره شناسایی نفوذسنج نوع سیمی و مجموعه حروف ASTM باید به صورت واضح ظاهر شوند.

تصویر سیم‌های ضروری (منظور از سیم ضروری سیمی است که اندازه قطرش آن را جز دسته سیم‌هایی که دیدن آن ضروری می‌باشد، قرار می‌دهد) باید به وضوح در سرتاسر تمام منطقه مورد توجه ظاهر شود.

11.1.6 Placement of Penetrameters

11.1.6.1 Film

به استثنای آنچه که در زیر و در آیت C قید گردیده است، نفوذسنج‌ها باید در تماس با لوله قرار داده شوند.

a) نفوذسنج نوع سوراخی: وقتی یک جوش کامل در یک تابش تکی و با استفاده از یک منبع درون لوله رادیوگرافی می‌شود، حداقل چهار نفوذسنج به صورت موازی با جوش قرار داده می‌شوند و تقریباً به طور مساوی اطراف محیطی که باید به کار برده شوند، فاصله بندی می‌گردند. برای روش DWE/DWV یک نفوذسنج باید در طرفی از لوله که در سمت منبع بوده و در مجاورت جوش به طوری که تصویر آن و تصویر جوش بر روی هم قرار نگیرند، قرار داده شود. برای روش‌های DWE/SWV و SWE/SWV که برای بازرسی کامل از جوش به چندین تابش نیاز بوده و طول فیلمی که تفسیر می‌شود بزرگتر از 5in (130mm) می‌باشد، دو نفوذسنج به صورت موازی با جوش و بر روی صفحه فیلم مورد استفاده قرار داده می‌شوند که یکی از آن‌ها باید در فاصله حدوداً 1in (25mm) از انتهای طول فیلم تفسیر شده

و دیگری در مرکز فیلم قرار داده شود. وقتی طول فیلمی که تفسیر می‌شود کوچکتر و یا مساوی 5in (130mm) باشد باید یک عدد نفوذسنج بر روی صفحه فیلم به صورت موازی با جوش و در مرکز طول فیلم قرار داده شود. وقتی یک جوش تعمیر شده رادیوگرافی می‌شود باید حداقل یک عدد نفوذسنج در مجاور هر منطقه تعمیر شده، قرار گرفته شده باشد.

(b) **نفوذسنج های نوع سیمی:** تعداد و محل نفوذسنج های نوع سیمی باید مشابه آنچه برای نفوذسنج های نوع سوراخی توصیف شد باشد. به استثنای آن که سیم ها باید به طور متقاطع با جوش و عمود بر طول آن قرار گرفته شده باشند.

(c) **پوشش های حرارتی:** نفوذسنج می تواند به جای این که در تماس با لوله بوده بر روی یک سپر حرارتی قرار داده شود مشروط بر این که مقبولیت این قبیل گمارش نفوذسنج قبل از آزمایش NDT اثبات شده باشد.

11.1.6.2 Other imaging media

برای واسطه های تصویرسازی غیر از فیلم گمارش نفوذسنج باید مشابه آنچه در بند 11.1.6.1 الزام گردیده، باشد. نفوذسنج ها می توانند در بالای سطح لوله یا در موقعیتی بین سطح لوله و پرتونگار به وسیله تجهیزاتی متعلق به دستگاه پرتونگاری یا اسکن، نگه داشته شوند. مقبولیت نهایی اینگونه گمارش نفوذسنج ها باید قبل از عملیات رادیوگرافی تولیدی (رادیوگرافی انبوه) یا استفاده از نصب نفوذسنج هایی در تماس با سطح لوله و بطور همزمان با آن، نصب نفوذسنج هایی در مجاورت نفوذسنج های اخیر که بوسیله تجهیزاتی در بالای سطح لوله قرار می گیرند (نگهداری می شوند)، تایید شود.

11.1.7 Production radiography

تنها پرتونگارهای سطح ۲ و ۳ می بایست تصاویر رادیوگرافی جوش های تولیدی را تفسیر کنند. پرتونگاران باید همه عیوبی را که در تصاویر مشاهده می کنند به کمپانی گزارش نمایند، مگر این که کمپانی الزام نماید که همه ناپیوستگی های (imperfections) مشاهده شده، گزارش شود. پرتونگار باید مشخص نماید که آیا جوش مورد نظر الزامات بخش ۹ را برآورده می کند یا خیر. وضعیت نهایی جوش را باید کمپانی معین نماید.

11.1.8 Identification of images

تصاویر باید به کمک استفاده از شماره های سری، حروف سری، علامت ها یا دیگر روش های شناسایی به وضوح قابل شناسایی باشند به طوری که بتوان به سرعت و با دقت محل یک جوش مناسب و هر ناپیوستگی موجود در آن را تعیین نمود. شرکت می تواند دستورالعمل مورد استفاده جهت شناسایی را مشخص نماید. هر گاه که برای بازرسی یک جوش از بیش از یک تصویر استفاده گردد، باید علامت های

شناسایی بر روی هر تصویر نمایان شود و دو لبه تصاویر مجاور روی هم بیفتد. آخرین نشانگر مرجع بر روی هر انتهای تصویر باید بر روی تصاویر مجاور مناسب ظاهر شود، به طوری که ثابت نماید که هیچ بخشی از جوش حذف شده است.

11.1.9 Storage of film and other imaging media

11.1.9.1 Film

همه فیلم‌های خام باید در مکانی تمیز و خشک و محلی که شرایط آن بر روی امولسیون اثرات زیان آور نگذارد، ذخیره و انبار شود. اگر هر سوالي درباره وضعیت فیلم‌های خام به وجود بیاید، باید لایه‌هایی از جلو و عقب هر بسته یا یک طولی از فیلم که اندازه اش مساوی با محیط هر رول اصلی است، به روش معمولی و بدون تابش نور یا اشعه فرآوری شود. اگر فیلم فرآوری شده اثری از مه آلودگی (fog) را نشان بدهد، باید تمام جعبه یا رولی که فیلم آزمایشی از آن جدا گردیده دور انداخته شود، مگر این که آزمایش‌های اضافی ثابت نماید که فیلم باقیمانده در جعبه یا رول عاری از مه آلودگی پیش از تابش با دانسیته انتقالی بیشتر از 0.3 H&D برای فیلم‌های پایه شفاف یا دانسیته بازتابی بیشتر از 0.05 H&D برای فیلم‌های پایه کدر است.

* نکته: H&D به روش Hurter-Driffeld برای معین کردن مقدار سیاهی فیلم اشاره می کند.

11.1.9.2 Other imaging media

واسطه های تصویرساز غیر از فیلم باید در تطابق دقیق با توصیه های سازنده، ذخیره و انبار شود.

11.1.10 Film density

11.1.10.1 Film density

به استثنای نواحی متمرکز شده کوچک که به وسیله شکل های نامنظم جوش به بار آمده اند، دانسیته انتقالی مطابق H&D در منطقه مورد توجه برای فیلم های پایه شفاف نباید کمتر از 1.8 و بیشتر از 4 باشد. دانسیته بازتابی مطابق H&D برای فیلم های پایه کدر نباید کمتر از 0.5 و بیشتر از 1.5 باشد. دانسیته انتقالی مطابق با H&D ممکن است به خاطر مناطق متمرکز شده کوچک، از این حدود مشخص شده تجاوز نماید ولی به هر حال مینیمم دانسیته نباید کمتر از 1.5 و ماکزیمم دانسیته نباید بیش از 4.2 باشد. دانسیته بازتابی مطابق با H&D نباید کمتر از 0.25 و بیشتر از 1.8 باشد.

11.1.10.2 Film viewing equipment

تجهیزات مورد استفاده برای دیدن فیلم پرتونگاری (وسیله روشنایی) باید از نوع high intensity با قابلیت تغییر در شدت نور تولیدی باشد و باید قابلیت دیدن فیلم با دانسیته مطابق با محدوده مشخص شده در 11.1.10.1 را دارا باشد و همچنین باید دارای تجهیزاتی به منظور جلوگیری از تابش نوری که از اطراف لبه بیرونی فیلم رادیوگرافی یا از میان بخش های کم دانسیته فیلم رادیوگرافی بیرون آمده و برای تفسیر فیلم رادیوگرافی ایجاد مزاحمت می نماید، باشد.

11.1.10.3 Film viewing facilities

تسهیلات دیدن باید روشنایی پس زمینه ملایم و با شدتی که موجب ایجاد بازتاب های آزاردهنده، سایه یا درخشندگی زیاد بر روی فیلم رادیوگرافی نمی شود را فراهم نماید.

11.1.11 Image processing

در صورت درخواست کمپانی، فیلم یا دیگر واسطه های تصویرسازی باید پردازش، نگهداری و انبار شوند به طوری که تصاویر برای مدت حداقل ۳ سال پس از تولیدشان قابل تفسیر کردن باشند.

11.1.12 Image processing area

منطقه فرآوری تصویر و همه لوازم مربوطه باید همواره تمیز نگهداری شود.

11.1.13 Radiation protection

پرتونگار مسوولیت حفاظت و نظارت بر هر شخصی که با اشعه و یا در نزدیکی منبع تشعشع کار می کند را بر عهده دارد. حفاظت و نظارت باید از مقررات قابل اجرای فدرال، ایالتی و محلی تبعیت کند.