دستورالعمل ساخت ونصب مخزن تحت فشار

مراحل ساخت ونصب مخزن تحت فشار

مقدمه:

مخزن تحت فشار محفظه یا ظرفی است که مطابق تعاریف و محدوده کاری ASME SEC VIII بوده که بر اساس فشار داخلی یا فشار خارجی طراحی می گردد. معیار تبعیت از این استاندارد بیشتر بودن فشار داخلی مخزن از ۱۵pounds/in^2 یا ۱/۳ Kilo Pascal می‌باشد. در مخازن تحت فشار خارجی این فشار می‌تواند ناشی از خلأ بین جاکت و دیواره مخزن باشد.

برجهای فرآیندی، مخازن، محفظه‌های کروی، راکتورها، مبدل‌های حرارتی و... از انواع مخازن تحت فشار می‌باشند.

این نوع مخازن از لحاظ ظاهری به اشکال مختلف طراحی می‌شوند. بطور مثال ممکن است استوانه‌ای با عدسی‌های مختلف از قبیل (Hemispherical، Ellipsoidal،Torispherical و Flat) و یا کروی ساخته شوند.

مخازن از لحاظ موقعیت نصب به دو نوع افقی(با استفاده از Saddle) و عمودی (با استفاده از Lug، Leg، Skirt) دسته‌بندی می‌شوند.

کلیات

۲-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از بازرسی و ارزیابی تجهیزات تطابق مشخصات ساخت با درخواست موردنظر مشتری می‌باشد. برای نیل به این هدف می‌بایست بازرسی‌ها بموقع و از محل‌های مناسب صورت پذیرد. معمولاً در انجام پروژه‌های بزرگ از شرکت‌ها و زیرمجموعه‌های مختلفی جهت ساخت و بازرسی مخازن استفاده می‌شود. بدین ترتیب که معمولاً شرکت‌های طراحی بندرت سازنده تجهیزات نیز می‌باشند. لذا این مسئله باعث ایجاد مسئولیت‌های تجاری و قانونی مختلف در یک پروژه می‌گردد. برای اطمینان از تطابق تجهیزات با نیازمندی‌های استاندارد و خواسته‌های موردنظر، انجام بازرسی و کنترل نمودن تجهیزات امری اجتناب‌ناپذیر است که این مسئولیت بر عهدهٔ شرکت‌های معتبر بازرسی می‌باشد.این شرکت‌ها با توجه به استاندارد ISO 17020 به اشکال مختلف قابل تعریف می‌باشند.

دامنه کاربرد این دستورالعمل مطابق با تعاریف و محدوده ذکر شده در ASME SEC.VIII می‌باشد.

۲-۲- مدارک مرتبط (مراجع و منابع)

*Pressure Vessel Handbook (Sixth Edition) by Eugene F. Megyesy

*API RP 572," Inspection of Pressure Vessel"

* Guidebook for the Design of ASME Section VIII (Second Edition) by James R. Farr

* AWS (D10.4), "Recommended Practice for Welding Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steel Piping & Tubing".

*AWS (CM CH-2), "Welding Inspector Responsibilities".

*AWS (B1.11), "Guide for the Visual Examination of Welds".

*ASME SEC.VIII, "Rules for Construction of Pressure Vessels".

* ASME SEC.V, "Nondestructive Examination".

*DIN28011, "Torispherical Dished Ends"

* ANSI Z49.1, "Safety in Welding, Cutting and Allied Processes".

*ASTM A380," Standard Practice for Cleaning, Decaling, and Passivation of Stainless Steel Parts".

*ASTM A967," Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts".

*ASTM D3359," Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test"

۲-۳- مسئولیت‌ها و اختیارات

۲-۳-۱ مسئولیت بازرس

اجرای بازرسی مطابق با دستورالعمل و رعایت کلیه موارد بر طبق استاندارد

۲-۳-۲ مسئولیت مدیر بخش بازرسی فنی

در اختیار قراردادن لوازم و تجهیزات بازرسی و فراهم کردن امکانات جهت اجرای بازرسی

تعاریف

۳-۱- اصطلاحات

- فشار کاری(Operating Pressure): فشار کاری مخزن در حین کار کردن را گویند.

- فشار طراحی (Design Pressure): این فشار حدود ۱۰٪ یا ۳۰ psi(هر کدام که بزرگتر باشند) بیشتر از فشار کاری در نظر گرفته می‌شود.

- ماکزیمم فشار کاری مجاز(Maximum Allowable Working Pressure): به ماکزیمم فشار قابل تحمل جهت ضعیف‌ترین قسمت مخزن اطلاق می‌شود.

- فشار هیدروتست(Hydrostatic Test Pressure): ۱/۵ برابر ماکزیمم فشار مجاز کاری یا فشار طراحی (در صورتی که نتوان ماکزیمم فشار مجاز کاری را تعیین کرد) اطلاق می‌شود.

- کلاسه بندی اتصالات جوش(Weld Joint Category):

کلاسه بندی اتصالات جوش بر اساس UW-3 و ASME SEC.VIII مدنظر می‌باشد. این کلاسه‌بندی در ساخت تجهیزات بکار می‌رود و منظور نوع جوش(Butt, Fillet, Lap Joint) نمی‌باشد. از این تعریف در مشخص نمودن درجهٔ بازرسی و موقعیت جوش وتعیین میزان NDT استفاده می‌شود. در این دسته‌بندی از ۴ گروه نام برده می‌شود که عبارتند از:

- گروه A: این دسته شامل تمامی جوش‌های طولی(Longitudinal Weld) بر روی مخزن یا اتصالاتی نظیر نازل‌ها و جوش پوسته به عدسی(Circumferential) می‌باشد.

- گروه B: این دسته تمامی جوش‌های محیطی (بغیر از جوش محل اتصال پوسته به عدسی) را شامل می‌شود.

- گروه C: تمامی جوش‌های فلنج به نازل یا فلنج به پوسته در این گروه جای می‌گیرند.

- گروه D: این گروه جوش‌های محل اتصال نازل به تجهیز را شامل می‌شود.

این اصطلاح که با علامت E نشان داده شده، جهت اتصالات جوشی با نفوذ کامل(CJP) که توسط روش‌های قوسی و یا گازی انجام می‌شود که وابسته به طرح جوش و میزان تست(رادیوگرافی) است. حداکثر مقدار آن برابر با ۱ می‌باشد. مهمترین کاربرد آن در تعیین ضخامت تجهیزمی‌باشد.

- روش‌های ساخت(API RP 572)

قبل از توسعه فرآیند جوشکاری، مرسوم‌ترین روش ساخت توسط پرچ بود که در این روش درزها بصورت Lap joint پرچ می‌گردیدند و بمنظور جلوگیری از نشتی از بتونه استفاده می‌شد. این مسئله در دماهای بالا مشکل‌آفرین بود. بعد از توسعه روش‌های جوشکاری، این روش جایگزین روش پرچ و بتونه گردید و اکنون مرسوم‌ترین روش ساخت مخازن استفاده از جوشکاری می‌باشد.

QC Plan

ITP یا QCP مدرکی است که توسط سازندگان، مشتریان و لایه‌های مختلف بازرسی استفاده می‌شود که فعالیت‌های ساخت، بازرسی و تست‌ها در آن مشخص می‌گردد.

۳-۲- اختصارات و کلید واژه‌ها

تعاریف اختصارات آورده شده شامل:

ASNT: American Society for Non-Destructive Testing

ASME: American Society of Mechanical Engineers

ASTM: American Society of Testing and Materials

DIN: Dutch's Institute for Nurmung

API: American Petroleum Institute

NDT: Non-Destructive Testing

OSHA: Occupational Safety and Health Administration

ANSI: American National Standards Institute

ITP: Inspection Test Plan

QCP: Quality Control Plan

VT: Visual Examination

PWHT: Post Weld Heat Treatment

MAWP: Maximum Allowable Working Pressure

پیش‌نیازها

۴-۱- ایمنی

از آنجائیکه محیط کاری بازرسین جوش مشابه محیط‌های کاری جوشکاران می‌باشد، این افراد نیز ممکن است در معرض خطرات زیادی قرار گیرند. این خطرات عبارتند از شوک الکتریکی، سقوط از ارتفاع، خطراتی که چشم و سیستم بینایی را تهدید می‌کنند، از جمله اشعه ماوراء بنفش، ذرات موجود در هوا، دود و بخار و در نهایت اشیائی که از ارتفاع سقوط می‌کنند.

بازرسین ممکن است هر لحظه در معرض این خطرات قرار بگیرند، بنابراین نباید ایمنی نادیده گرفته شود. بازرسین در چنین شرایطی می‌بایست تدابیر ایمنی از جمله استفاده از عینک و کلاه ایمنی، لباس کار مناسب و سایر تجهیزات ایمنی را مدنظر قرار دهد.

عملیات جوشکاری و برشکاری می‌باید در مناطق امن صورت گیرد و چنانچه نیاز به اجرای کار در مناطق غیرامن باشد، باید دستورالعمل‌های ویژه مورد استفاده قرار گیرد.

جهت کسب اطلاعات بیشتر به استاندارد ایمنی در جوشکاری، برشکاری و فرآیندهای وابسته(ANSI Z49.1) که توسط انجمن جوشکاری آمریکا منتشر شده و همچنین سازمان ایمنی و سلامت شغلی آمریکا (OSHA) مراجعه شود.

۴-۲- اسناد و مدارک مورد نیاز

بازرسی جوش جهت انجام فعالیت‌های بازرسی به دسته‌ای از اطلاعات، اسناد و مدارک مرتبط نیاز دارد اگر چه عملیات بازرسی جوش در صنایع گوناگون از جنبه‌های مختلف دارای اشتراک است، ولی در هر صنعتی الزامات ویژه‌ای وجود دارد که آنرا از دیدگاه بازرسی منحصربفرد نموده است. بازرسین جوش بدون کسب اطلاع کافی از طراح و یا مهندس جوش قادر به ارزیابی دقیق سازه‌ها و تجهیزات جوشی نیستند.

بسیاری از اسناد، خود دارای معیار پذیرش می‌باشند. تعدادی از اسنادی که در ارتباط با فعالیت بازرسی مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل: نقشه‌ها، کدها، استانداردها و مشخصات(Specification) می‌باشند. همچنین اسناد مربوط به قرارداد نیز در این رابطه حائز اهمیت می‌باشند زیرا در قرارداد نوع استاندارد و یا کد، مشخص می‌باشد.

این اطلاعات به شرح ذیل می‌باشند:

سایز و شکل هندسی قطعه

جنس فلز پایه و انتخاب فلز پرکننده

جزئیات فرآیند ساخت محصول

فرآیند جوشکاری

آزمایشات غیرمخرب مورد استفاده

میزان و درصد بازرسی

محدوده پذیرش عیوب

ملزومات تأیید صلاحیت پرسنل

دستورالعمل جوشکاری و تأیید آن

ملزومات کنترل مواد

۴-۳- ابزار مورد نیاز AWS (B1.11)

انجام بازرسی و کیفیت آن متکی به تجهیزات و ابزارآلات بازرسی می‌باشد. برای مثال برخی از این وسایل در ذیل آمده است:

۱- متر

۲- کولیس و ریزسنج

۳- آمپرمتر و ولتمتر

۴- گیج‌های حرارتی یا تجهیزات نشان‌دهنده حرارتی دیجیتال

۵- گیج‌های جوشکاری

۶- فایبراسکوپ و بروسکوپ

۷- ذره‌بین

۸- چراغ قوه

بازرسی مخازن تحت فشار

۵-۱- QCP

QCP سندی است که در آن برای کلیهٔ فعالیت‌های تست و بازرسی برنامه‌ریزی شده است و در آن نقش کلیهٔ سازمان-های بازرسی، نوع تست و فعالیت‌ها، معیار و استاندارد مرجع آنها، مدارک لازم و گاهاً مسئولیت‌ها و چارت‌سازمانی پروژه مشخص شده است. در پیوست(۱) نمونه‌ای از QCP آورده شده است.

۵-۲- بازرسی مواد اولیه، قطعات و اجزاء

آزمایشات مختلف و متنوعی بر روی مواد مهندسی صورت می‌گیرد. برای اینکه بازرسی موفقیت‌آمیز باشد می‌بایست با روش‌های تست و آزمون مطابق استانداردهای مواد آشنا بود. بخش UG4 و UG10 مواد مجاز مصرفی در تجهیزات تحت فشار را مشخص نموده است. بمنظور تست‌های مورد نیاز می‌توان از استاندارد ASME SEC II Part A استفاده کرد. با مطابقت نتایج حاصله از تست و مراجعه به استاندارد مربوطه می‌توان نسبت به پذیرش یا رد مواد اقدام نمود.

- برای بازرسی مواد می‌بایست پس از بازرسی چشمی(VT)، مدارکی نظیر گواهینامه‌ها (Certificate) و نتایج مدرک Mill Test بررسی شوند. در صورت ارائه مستندات کافی، بازرس می‌تواند تا ۱۰٪ از محموله را به عنوان نمونه-های تست بمنظور آزمایشات مورد نیاز مطابق استاندارد انتخاب نماید.(UG-10)

- در صورتی که نمونه‌های یک محموله(Lot) مساوی یا کمتر از ۳ عدد باشد، همگی باید تست شوند.

- ورق‌های فلزی که جهت ساخت مورد استفاده واقع می‌شوند که جهت نورد در آنها قابل تشخیص نمی‌باشد، بایستی دو نمونه طولی و عرضی از هر محموله انتخاب شود. نتیجه تست بایستی نیازهای حداقل مشخص شده در Spec. را تأمین نماید.

- برای تمامی نمونه‌ها از کد مناسب جهت شناسایی آنها استفاده شود.

- جدایش متریال‌ها از یکدیگر، باید انجام گیرد. برای مثال عدم تداخل فولادهای کربنی ساده با فولادهای زنگ‌نزن (Stainless Steel) چه در حالت خام وچه در حین عملیات نورد و فرم‌دهی باید مدنظر قرار گیرد.

- ورق‌های فولادی منطبق با SA36 و SA283 نمی‌بایست در فرآیند Lethal (مواد سمی یا شیمیایی که برای موجودات زنده مضر می‌باشد) بکار گرفته شود. (UCS-6b)

- حداقل ضخامت ورق‌های بکار رفته در ساخت تجهیز برابر با 6mm می‌باشد (Pressure vessel H.B Page 158).

- تمامی ورق‌های موردنظر برای ساخت می‌بایست توسط روش فراصوتی تست تورق(Lamination) شوند.

- اتصالات "2 و کوچکتر می‌بایست از کلاس 6000 انتخاب شوند(Pressure vessel H.B Page 157)

- کلیه فلنج‌های مورد استفاده در ساخت می‌بایست مطابق با استاندارد ANSI B16.5 بوده و مطابق ذیل بکار رود:(Pressure vessel H.B Page 157)

۱- جهت Rating زیر 600Lb از فلنج Raised face استفاده شود.

۲- جهت Rating600Lb و لوله‌های "3 و زیر آن از فلنج Raised face استفاده شود.

۳- جهت Rating600Lb و لوله‌های "4 و بالاتر از فلنج Ring Type Joint استفاده شود.

۴- جهت Ratingهای بیشتر از 600Lb از فلنج Ring Type Joint استفاده شود.

۵-۳- بازرسی جوش‌ها

بازرسی جوش از مهترین مراحل بازرسی ساخت مخازن به حساب می‌آید. این مرحله پس از انجام کارهای قطعه‌زنی، فرم‌دهی و ماشین‌کاری انجام می‌شود. به طورکلی می‌توان گفت عمده‌ترین بخش کار بازرسی در این مرحله می‌باشد.

- قبل از شروع کار می‌بایست WPS و صلاحیت جوشکار به تایید بازرس رسیده باشند (ASME SEC IX).

- هیچگونه عملیات جوشکاری نباید قبل از تایید WPSهای جوشکاری صورت پذیرد (UW-26C).

- هر جوشکار یا اپراتور دستگاه جوش می‌بایست دارای کد شناسایی منحصر به فرد باشد.(UW-37)

- قبل از مونتاژ قطعات به یکدیگر و انجام جوشکاری می‌بایست لبه‌سازی قطعات و طرح اتصال مطابق نقشه‌های مربوطه باشد.

- مطابقت طرح اتصال با موارد قابل قبول در استاندارد ASME SEC. VIII (UW-16.1، UW-13.2 ,13.1UW-16.2).

- کلیه جوشکارانی که قطعاتی که تحت فشار نیستند نظیر قلاب‌های مخزن، ساپورت‌ها و غیره را به قطعات تحت فشار جوشکاری می‌کنند می‌بایست مانند جوشکارانی که قطعات تحت فشار را جوشکاری می‌نمایند طبق استاندارد ASME SEC IX تایید شده باشند (UW-29).

- حداقل سایز گلویی در جوش‌های نبشی (Fillet) نمی‌بایست از مقدار 6mm یا $0.7\ t_{min}$ کمتر باشد (UW-16.1).

- ماکزیمم مقدار گرده جوش‌ها(Reinforcement) نمی‌بایست از مقادیر ذکر شده در ASME بیشتر باشد (UW-35).

- طول ناحیه Tapper شده، که در زمان یکسان نبودن ضخامت‌ها و اصلاح آن بکار می‌رود بایستی حداقل ۳برابر اختلاف سطح دو قطعه باشد (UW-13.3) .

- انجام عملیات جوشکاری از هر نوعی زمانیکه دمای قطعه پایین‌تر از $18^{\circ}c$- باشد مجاز نیست و در مواقعی که دما مابین $18^{\circ}c$- و $0^{\circ}c$ می‌باشد، باید دمای قطعه قبل از جوشکاری حداقل به دمای $16^{\circ}c$ رسانده شود (UW-30) .

- توصیه می‌شود در محوطه‌هایی که سطح قطعات مرطوب و یا پوشیده از یخ ودر هنگام بارش برف یا در جریان باد شدید می‌باشند جوشکاری انجام نشود. مگر اینکه جوشکار و محل جوشکاری به نحوه مناسبی محافظت شوند (UW-30) .

- زمانیکه برای مونتاژ قطعات از خال جوش استفاده می‌شود، خال جوش می‌بایست بطور کامل از منطقه جوش حذف گردد (UW-31).

- محل شروع و پایان هر خط جوش می‌بایست بوسیله سنگ‌زنی یا دیگر روش‌های مناسب آماده شود. خال جوش‌ها چه برداشته شوند و چه در محل خود باقی بمانند باید توسط یک روش تأیید شده مطابق ASME SEC. IX انجام گیرد. در حالیکه خال جوش‌ها در محل باقی می‌مانند، این خال جوش‌ها باید بتوسط جوشکار دارای صلاحیت مطابق با ASME SEC. IX جوشکاری شوند و بازرسی چشمی از این خال جوش‌ها باید انجام گیرد و اگر دارای عیوب هستند باید برطرف شوند (UW-31).

- سطوحی که جوشکاری می‌شوند باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه سرباره، زنگ، روغن، گریس و دیگر مواد خارجی باشد (UW-32a).

- میزان هم‌پوشانی ورق‌ها در جوش‌های Lap Joint حداقل معادل ۴ برابر ضخامت نازک‌ترین ورق می‌باشد.(UW-9-e)

- لبه‌های Opening در متریال‌های با ضخامت 38mm و کمتر نمی‌بایست نزدیکتر از 13mm به جوش‌های نوع A، B و نوع C قرار گرفته باشد در غیر این‌صورت باید مطابق بند UW-14d عملیات پرتونگاری انجام گیرد.

- زمانی که جوش طولی با جوش محیطی در تلاقی می‌باشد می‌بایست جوش طولی به میزان "۴ از هر طرف از محل تلاقی رادیوگرافی شود. در بقیه حالت‌ها محور جوش‌های طولی می‌بایست به‌صورت زیگزاگی بوده یا به میزان ۵ برابر ضخامت ورق ضخیم‌تراز یگدیگر فاصله داشته باشند (UW-9-d).

- جهت Openingهای منفرد که در موقعیت‌های اتصال جوش پوسته به عدسی، یا در موقعیت جوش‌های نوع B یا C باشند، می‌بایست مطابق با استاندارد به طول ۳ برابر قطر Opening از مرکز سوراخ مورد نظر رادیوگرافی انجام شود.(UW-14b)

- در صورت استفاده از متریال‌های فولاد زنگ نزن در ساخت مخزن، بمنظور جلوگیری از تشکیل اکسید در حین جوشکاری باید حتماً از گاز Purge استفاده شود (AWS D10.4).

- بعد از برداشتن عیوب، بایستی شیار توسط روش ذرات مغناطیسی و یا روش مایعات نافذ تست شود(UCS-56f-3).

- بمنظور تعمیر و اصلاح جوش‌ها بر روی متریال‌های P-NO.1 Group NOs.1,2,3 منطقه تعمیر باید می‌نیمم تا دمای ۹۳°C پیشگرم شود و در حین جوشکاری در این دما باشد. بمنظور تعمیر و اصلاح جوش بر روی متریال-های PN-NO-3 Group NO.1,2,3 منطقه تعمیر باید مینیمم تا دمای۱۷۷°c پیشگرم و ماکزیمم دمای بین پاسی نیز ۲۳۲°c باشد(UCS-56f-4).

۴-۵ تلرانس‌های ابعادی

- تلرانس ساخت نمی‌بایست خارج از مقادیر اعلام شده در پیوست ۱ باشد.(Pressure Vessel Page160)

- حداکثر میزان حالت تخت در داخل عدسی‌ها (Torispherical ،Ellipsoidal) در محدوده شعاع r_{crown} برابر ۱۵٪ طول r_{crown} می‌باشد (DIN 28011).

- مقدار ناترازی محورهای مرکزی(عدم هم‌محوری) پوسته و عدسی نمی‌بایست از نصفاختلاف ضخامت عدسی و پوسته بیشتر باشد(UW-13.3).

برای اطلاع از تلرانس‌های ساخت به پیوست ۲ مراجعه شود.

۵-۵ عملیات حرارتی(PWHT)

عملیات حرارتی یا تنش‌گیری بعد از اتمام جوشکاری مخزن، بمنظور کاهش تنش‌های حاصله از جوشکاری انجام میگیرد. این عملیات قبل از انجام تست هیدروستاتیک و بعد از اتمام کلیه تعمیرات انجام می‌شود.(UW-40 e)

قبل از انجام عملیات حرارتی می‌بایست روش و سرعت سرد و گرم کردن قطعه در هنگام انجام عملیات حرارتی مطالعه و بررسی شود.

نیاز به عملیات حرارتی بعد از جوشکاری در بخش‌های UCS-56, UW-2, UCS-68 از ASME SEC.IIIV آورده شده است.

- بمنظور بررسی و اطمینان از انجام صحیح تنش‌زدایی می‌توان از تست سختی کمک گرفت.

-پس از انجام عملیات حرارتی انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد مگر در مواردیکه انجام تعمیرات اجتناب‌ناپذیر باشد. در این صورت پس از تعمیرات، عملیات حرارتی بصورت موضعی انجام می‌گیرد.

برای اطلاع از درجه حرارت و زمان عملیات حرارتی(با توجه به جنس مخزن) به جدول UCS-56 مراجعه شود.

۵-۶-تست‌های غیر مخرب(ASME SEC. V)

جهت بازرسی جوش روش‌های مختلفی وجود دارد که با توجه به مزایا و محدودیت آنها قابل کاربرد در بازرسی جوش می‌باشند.

به غیر از روش چشمی (Visual Inspection) که معیار مشاهده عیب و محدود به عیوب قابل مشاهده به توسط حس بینایی می‌باشد مابقی روش‌ها به دو دسته سطحی و حجمی دسته‌بندی می‌شوند. که عبارتند از:

۵-۶-۱- روش آشکارسازی عیوب سطحی

عیوبی که به سطح راه دارند و یا نزدیک به سطح می‌باشند در این گروه جای دارند و می‌بایست از روش‌های زیر در تشخیص عیب اقدام نمود:

الف- روش MT:

با استفاده از خصوصیت میدان مغناطیسی جهت مواد فرومگنت می‌توان موقعیت عیوب سطحی و نزدیک به سطح را مشخص نمود. در این حالت اختلال در میدان مغناطیسی تشکیل یافته نشانگر وجود عیب است.

ب- روش PT(مایعات نافذ):

در این روش با استفاده از اصل مویینگی می‌توان عیوبی که به سطح راه دارند را آشکار ساخت. در این روش محدودیت جنس و ماده وجود ندارد ولی عیب می‌بایست حتماً به سطح راه داشته باشد.

۵-۶-۲- روش آشکارسازی عیوب حجمی

تست‌های غیرمخرب حجمی به آن دسته از تست‌ها اطلاق می‌شود که موقعیت عیوب داخل قطعه را آشکار می‌سازد. دو روش مرسوم که در این دسته‌بندی قرار دارند عبارتند از تست پرتونگاری و فراصوتی

الف- تست فراصوتی (UT)

در این روش با استفاده از امواج فراصوتی و ارسال امواج و برگشت آنها قابلیت تشخیص و موقعیت عیوب را دارد.

ب- تست پرتونگاری (RT)

در این روش با استفاده از پرتو گاما یا X و گسیل آن به سمت قطعه و ثبت عیوب بر روی فیلم پرتونگاری حضور عیب در قطعه آشکار می‌گردد. در فرآیند ساخت با توجه به نظر طراح و محاسبات انجام شده در طراحی از دو رویه بمنظور پرتونگاری استفاده می‌شود.

روش پرتونگاری کامل:

در این رویه کلیه اتصالات جوشی توسط پرتو گاما یا X تحت آزمون قرار می‌گیرد.

روش Spot:

در این روش با توجه به نظر طراح میزان رادیوگرافی از قطعه مشخص می‌گردد. در این روش مطابق پاراگراف341.3.4 از کد ASME B31.3 که به صورت چارت ذیل درآمده است بر روی جوشکاری و میزان پرتونگاری تصمیم گرفته می‌شود.(قانون پنالتی)

جهت اطلاع بیشتر از روش‌های آزمون‌های غیر مخرب و معیارهای پذیرش آنها، به استاندارد ASME SEC. V & VIII مراجعه شود.

۵-۷- تست نشتی:

این تست بمنظور حصول اطمینان از درستی اتصالات و کیفیت جوش‌های انجام شده بر روی مخزن می‌باشد. که به دو دسته Pneumatic & Hydrostatic تقسیم می‌شود.

این تست پس از انجام مراحل زیر اجرا می‌شود (UG-99):

- تکمیل تمامی اتصالات و پس از انجام تعمیرات

- انجام کلیه تست‌های مخرب و غیرمخرب

- انجام عملیات حرارتی(PWHT) و تنش‌گیری

نکته: توصیه می‌گردد عملیات سندبلاست و رنگ و عایق‌کاری پس از انجام و تأیید تست هیدروستاتیک صورت پذیرد.

۵-۷-۱- تست هیدروستاتیک:

برای انجام این تست می‌بایست مراحل ذیل فراهم شود.

- تأمین فشارسنج‌های مورد نیاز و کنترل نمودن مدارک کالیبراسیون آنها (UW-102)

- رنج یا محدودهٔ مندرج در فشارسنج می‌بایست دو برابر ماکزیمم فشار اعمالی در تست باشد. ضمناً در هیچ شرایطی نمی‌بایست محدوده فشارسنج‌ها از ۱/۵ برابر فشار تست کمتر و از ۴ برابر فشار تست بیشتر باشد (UG-102 b).

- فراهم نمودن Vent و Drain بترتیب در بالاترین و در پایین‌ترین نقطه مخزن جهت خارج نمودن هوا قبل از تست و تخلیه مخزن پس از اجرای تست (UG-99-4).

- تعبیه شیر اطمینان بمنظور جلوگیری از افزایش فشار غیر مجاز بر روی مخزن(می‌بایست شیر زمانی عمل نمایید که فشار از ۱/۳۳ برابر فشار تست تجاوز نماید. این مسئله می‌تواند زمانیکه مخزن در مکان روباز قرار دارد و گرمای محیط باعث بالا رفتن فشار داخل مخزن از میزان مجاز می‌گردد، اتفاق افتد (UG99-4).

- قبل از اعمال فشار می‌بایست تمامی قطعات بر روی مخزن بررسی و کنترل شوند.

- فشار ناشی از تست هیدروستاتیک حداکثر برابر با ۱/۳ فشار کاری ماکزیمم می‌باشد(UG-99-b)

- مخازن تک جداره یا چند جداره که جهت خلأ یا فشار جزئی خلأ طراحی شده‌اند می‌بایست توسط تست هیدروستاتیک و در صورت عدم امکان از تست نیوماتیک استفاده نمود بطوریکه فشار اعمالی نباید از ۱/۳ برابر تفاوت فشار اتمسفر و مینیمم فشار طراحی داخلی کمتر باشد.

- تأیید این تست منوط به عدم مشاهده نشتی و افت فشار می‌باشد.

- مدت زمان نگهداشتن مخزن زیر تست می‌بایست حداقل ۳۰ دقیقه باشد.(Pressure Vessel Handbook page 158)

- در صورتی که دمای طراحی کمتر از دمای تست هیدروستاتیک باشد، می‌بایست جهت تعیین فشار تست از فرمول ذیل استفاده نمود:(Pressure Vessel Handbook)

1.3* Max. Allow. W. Press.*(Stress Value AT Test Temp. / Stress Value AT Design Temp.

۵-۷-۲- تست هوا(Pneumatic Test):

در برخی مواقع می‌توان از تست هوا بجای تست هیدروستاتیک استفاده نمود. این موارد عبارتند از(UG-100a):

- مخزن طوری طراحی شده یا ساپورت شده که نتوان آنرا توسط آب پر نمود.

- نتوان به آسانی آن را خشک و رطوبت‌گیری نمود.

درجه حرارت مخزن در هنگام تست باید ۱۷ °C بالاتر از حداقل دمای طراحی فلز که مخزن با آن ساخته شده است باشد تا احتمال شکست ترد کاهش یابد(UG-100C).

حداکثر فشار اعمالی در این تست، ۱/۱ برابر فشار طراحی می‌باشد.

۵-۸- عملیات اسیدشویی و رویین‌سازی

این عملیات جهت شستشوی شیمیایی رسوبات، اکسیدها و چربی‌های باقیمانده در تجهیز و همچنین تشکیل لایه محافظ بر روی سطح قطعه اجرا می‌شود (بیشتر برای جنس‌های فولادی ضدزنگ، مونل و غیره بکار گرفته می‌شود). زمانی می‌بایست این پروسه انجام شود که تمام عملیات ساخت نظیر جوشکاری، سنگ‌زدن و غیره به پایان رسیده باشد.

مراحل این فرآیند بشکل ذیل می‌باشد:

- چربی‌زدایی(Degreasing)

- اسید شویی(شامل Acid Cleaning, Pickling)

- تشکیل لایه خنثی(Passivation)

لازم به ذکر است در بین هر مرحله مخزن می‌بایست توسط آب با کمترین مقدار TDS شستشو شود. و در پایان، مخزن توسط هوای گرم خشک گردد.

برای اطلاع بیشتر در رابطه با عملیات اسیدشویی و رویین‌سازی فولاد ضد زنگ به استانداردهای ASTM A380, A967 مراجعه شود.

۵-۹- عملیات رنگ و سندبلاست

بعد از انجام کلیه مراحل ساخت، بازرسی، و انجام تست هیدروستاتیک، مخزن جهت سندبلاست و رنگ آماده می‌شود. مراحل انجام عبارتست از:

آماده سازی مناسب قطعه (سندبلاست و نظایر آن)

انتخاب سیستم رنگ متناسب با شرایط سرویس (فشار و دمای کاری) و رعایت ترتیب اجرای لایه‌های رنگ(Primer, Mid Coat, Top Coat)

اعمال صحیح رنگ از لحاظ ترتیب اجرا، ضخامت لایه‌ها

در مرحله آماده‌سازی و قبل از اجرای سندبلاست می‌بایست موارد ذیل را مدنظر قرارداد:

- کلیهٔ سطوح ماشینکاری شده مانند سطح فلنج‌ها، اتصالات رزوه‌ای با پوشش یا درپوش مناسب پوشانده شود.

- کلیهٔ مجراهای باز به داخل مخزن با درپوش مناسب پوشانده شود.

- سوراخ‌هایی که بر روی ورق‌های تقویتی تعبیه شده، می‌بایست بتوسط موادی نظیر گریس پر شوند.

جهت اعمال عملیات سندبلاست ۴ سطح مطابق با استاندارد سوئدی جهت سندبلاست موجود است که به قرار ذیل می‌باشند:

Sa1, Sa2, Sa2 1/2, Sa3

- بمنظور بررسی چسبندگی مناسب رنگ می‌توان از استانداردهای مربوطه از جمله ASTM D3359 (تست شطرنجی) استفاده نمود.

- بمنظور اطمینان از درستی ضخامت لایه رنگ اعمالی از ضخامت سنجی در مراحل تر و خشک استفاده می‌شود.

۵-۱۰- مدارک نهایی جهت تحویل تجهیز

این مدرک به نام Final Book شناخته می‌شود. در این سند موارد ذیل می‌بایست گنجانده شوند:

- قبل از آماده شدن تجهیز بمنظور حمل به مقصد، سازنده می‌بایست حداقل مدارک ذیل را جهت خریدار تهیه نماید:

- کلیه گزارشات اطلاعاتی در رابطه با تجهیز ساخته شده

- نقشه‌های ساخت تجهیز به همراه ابعاد مندرج در آن(As built)

- تهیه چارت یا نمودار فشار در حین هیدرو تست

- تهیه چارت یا نمودار عملیات حرارتی بعد از جوشکاری

۵-۱۱- آماده‌سازی جهت حمل

- بعد از پایان هیدرو تست، تجهیز می‌بایست کاملاً خشک و تمیز و عاری از هرگونه اکسید، گریس، چربی و غیره باشد.

- Openingهایی که توسط فلنج کور بسته نشده‌اند می‌بایست توسط پوشش محافظ و ایمن پوشیده شوند.

- Openingهایی که بصورت رزوه‌ای می‌باشند، می‌بایست بمنظور ممانعت از خراب شدن دنده‌های داخلی با درپوش مناسب Plug شوند.

- برای قطعات داخلی بمنظور جلوگیری از تخریب آنها از حفاظ مناسب استفاده شود.

- سطوح پیچ و مهره‌ها توسط گریس یا روغن ضدآب پوشانده شود.

- قطعات کوچک باید در جعبه یا کیسه حمل شده و متناسب با شماره مخزن و شماره درخواست دارای کد شناسایی باشند.

- هنگام بلند نمودن و حمل مخزن اقدامات احتیاطی رعایت شود.

۵-۱۲- گارانتی و تضمین

سازنده تضمین می‌نماید که تجهیز مطابق Spec و بدور از هرگونه اشتباه در حین طراحی، ساخت و متریال می‌باشد. و هر گونه ایراد و عیبی که در طول سال‌های نخست در حین سرویس بوجود آید بدون دریافت هرگونه وجهی تعمیر یا جایگزین می‌نماید.

۵-۱۳- تعهدات(UG-90,AWS CMW CH2)

آیتم	نوع تعهدات	متعهد			شماره پیگیری در استاندارد ASME SEC. VIII
		پیمانکار(سازنده)	کارفرما(خریدار)	شرکت بازرسی	
۱	تأیید نقشه‌ها		√		Pressure vessel H.B
۲	ارائه مدرک QC Plan	√			
۳	تهیه مدارک WPS, PQR,WQT	√			(UW-18-a)
۴	جوشکاری نمونه‌ها و مسئولیت انجام تست و ثبت نتایج(WPS ,PQR)	√		√	(UW-28-d)
۵	تأیید یا رد نتایج حاصله از آیتم ۴			√	
۶	انجام کلیه تست‌های غیرمخرب و تأییدیه آنها	√		√	(UW-51-2)
۷	انجام بازرسی و تأیید فعالیت‌های انجام شده	√		√	Pressure vessel H.B
۸	تهیه مدارک Shop Drawingبرای تأیید کارفرما	√			Pressure vessel H.B
۹	تهیه Final Book	√			Pressure vessel H.B
۱۰	گارانتی و تضمین ساخت	√			Pressure vessel H.B

شرکت فیدار آب سازه (سهامی خاص)