اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

آشنایی با استانداردهای NACE

سیروس یحیی پور ASME Authorized Inspector

Sirus.yahyapour@gmahl.com

چکیده

کوته نوشت NACE از حروف اول **The National Association of Corrosion Engineers** تشکیل شده است. تلاش های اولیه برای تشکیل این انجمن در سال ۱۹۳۴توسط یازده تن از مهندسان خوردگی در صنعت خط لوله آمریکا آغاز شد. هدف NACE کاهش هزینه هنگفت ناشی از خوردگی، حفاظت از محیط زیست و گسترش دانش مهندسی خوردگی است. امروزه این انجمن که **NACE International** نام دارد . به‌عنوان معتبرترین مرجع خوردگی در سراسر جهان شناخته می شود و استانداردهای زیادی در این زمینه منتشر کرده است. استانداردهای NACE پرکاربردترین استاندارد خوردگی در واحدهای نفت و گاز کشور ما است. در این بررسی، مشخصات فولادهای NACE و استاندارد MR0175-2003 که مهمترین مرجع خوردگی در محیط ترش و مرطوب صنایع نفت است، مورد بررسی مختصر قرار خواهد گرفت.

واژه های کلیدی

خوردگی عمومی،خوردگی تنشی، گاز ترش،خوردگی هیدروژنی، سولفید هیدروژن، گاز کربنیک

مقدمه

در آغاز قرن 20، دانش اندکی در مورد علم کنترل خوردگی موجود بود. با این حال در دهه بعد گام های قابل توجهی در کاهش خوردگی در اثر حفاظت کاتدیک (CP)، که بنحو گسترده ای در خطوط لوله زیر زمینی بکار می رفت، به دست آمد . در سال 1930 گروهی یازده نفری از مهندسان خطوط لوله صنایع نفت آمریکا، تشکلی بنام انجمن ملی خوردگی را بنیاد نهادند. با افزایش دانش در مورد نحوه کارکرد حفاظت کاتدی، اطلاعاتی بدست آمد، که در خانه ها و تاسیسات مجاور خطوط لوله که از طریق جریان الکتریکی حفاظت کاتدی می شدند،خوردگی رخ داده است . به زودی مشخص شد که جریان های الکتریکی سرگردان Stray Current نشت یافته در اطراف، می تواند سبب خوردگی ساختمانهای مجاور شود. در سال 1938 برای تجمیع اطلاعات بدست آمده و تدوین روشهای استاندارد برای نصب و نگهداری سیستم های CP، در هوستون تگزاس، انجمن حفاظت کاتدیک تشکیل شد. در سال 1940، انجمن برق صنایع نفت PIEA از کار این گروه حمایت و آنها را بخود ملحق کرد و گروه به بخش حفاظت کاتدی PIEA تبدیل شد . اما اعضای اولیه بسرعت تشخیص دادند که ایجاد یک انجمن مستقل و مخصوص برای خوردگی و کنترل آن لازم است . در 9 اکتبر 1943، اعضای بخش مذکور توافق کردند که NACE ایجاد شود . در سال 1945، NACE با 268 عضو، تحت قانون تگزاس، رسما به عنوان یک انجمن فنی غیرانتفاعی ثبت شد . در سال 1946، تعداد اعضای بخش هوستون که اولین ارگان رسمی NACE بود به 801 عضو افزایش یافت در سال 1947 مناطق جنوب شرقی و شمال مرکزی، به NACE پیوستند که پنج منطقه و 17 بخش را تحت پوشش قرار می داد و بیش از 1700 عضو داشت. بتدریج، NACE به پیشروترین ارگان جهانی پیشگیری از خوردگی، تدوین استانداردهای کنترل، آموزش و صدور گواهینامه تبدیل شده است. اعضای NACE شامل مهندسان و پژوهشگران حرفه ای که در طیف وسیعی از حوزه های مربوط به خوردگی و صنایع

وابسته به آن فعالیت دارند هستند. دامنه کارهای NACE که در طول سال های اولیه شکل گیری ، بر بحث حفاظت کاتدی CP و خط لوله متمرکز بود امروزه به محدوده هایی نظیر تولید نفت و گاز، فرایندهای شیمیایی، پالایشگاه ها، پوشش های محافظ داخلی و خارجی، روش های دیگر کنترل خوردگی مانند انتخاب مواد در ساخت دستگاه ها، مواد شیمیایی ممانعت کننده از خوردگی و طراحی گسترش یافته است . با افزایش دانش عمومی و نگرانی از آثار پر هزینه و مخرب خوردگی، اعضای NACE بشدت افزایش یافته است . این انجمن در حال حاضر" NACE بین المللی" نامیده می شود و چهار حوزه و 80 بخش در امریکای شمالی ، چهار حوزه بین المللی با 62 بخش و نزدیک به 36000 عضو از 130 کشور جهان دارد. علاوه بر دفتر مرکزی NACE بین المللی در هوستون، دفاتری در سن دیگو کالیفرنیا ، شانگهای چین؛ کوالالامپور مالزی، آلخبار عربستان سعودی و سائو پائولوی برزیل هم فعال هستند.

سیستم نام‌گذاری استانداردهای NACE

مطابق شکل بالا سیستم نام‌گذاری استانداردهای NACE ترکیبی از اعداد و حروف است:

XX XX XX-XX

دو کاراکتر اول، مشخص کننده گروهی است که استاندارد مربوطه در آن قرار دارد. استانداردهای NACE به سه دسته تقسیم می‌شوند.

1) MR : Material Requirement ملاحظات مواد

استانداردهای **MR** مربوط به مواد مورد استفاده در محیط های خورنده هستند. به‌عنوان مثال MR0175 مربوط به الزام فولادها در محیط حاوی H2S در صنایع بالادستی است و استاندارد MR01033 برای فولاد کربنی در محیط ترش در صنایع پائین‌دستی نظیر پالایشگاه ها، تدوین شده است.

2) TM : Test Method روشهای آزمایش

استانداردهای TM شامل روش‌های آزمایش هستند . به‌عنوان مثال روش انجام آزمایش‌های SSC یا SOHIC در این استانداردها طرح می‌شوند.

3) RP : Recommended Practice توصیه های عملی

از سال ۲۰۰۷ به بعد برخی از انتشارات RP به SP: Standard Practice تبدیل شده اند. استاندارد **SP** بر اساس تجربه های موفق در یک مورد خاص تدوین می گردد ، مثل حفاظت کاتدی لوله‌های مدفون در خاک یا روش های ممانعت از ترک‌دار شدن فولاد، در حین سرویس که استاندارد شده اند.

XX XX XX - XX

چهار رقم بعدی نشان‌دهنده توالی و سال انتشار استاندارد است. مثلا شماره‌ی استاندارد SP0170 مشخص می‌کند که این استاندارد، اولین بار در سال ۱۹۷۰ منتشر شده است. استاندارد SP0472 نشان می دهد که چهارمین انتشار این استاندارد در سال ۱۹۷۲ انتشار یافته است.

XX XX XX - XX

دو کاراکتر آخر، نشان دهنده‌ی سالی است که آخرین ویرایش، بر روی استاندارد انجام شده است. به عنوان مثال آخرین ویرایش استاندارد RP0175-2003 در سال 2003 منشر شده است.

تفاوت فولادهای NACE با فولادهای معمولی

فولادها در NACE هیچ طبقه بندی استانداردی ندارند و در صنایع نفت، فولاد براساس دستگاه، انتخاب می شود . مثلا فولاد مخازن تحت فشار بر اساس یکی از کدهای ASME Sec VIII و در سیستم خطوط لوله بر اساس B31.8 و یا ASME B31.4 و... تعیین می گردد. آنچه که به تسامح فولاد NACE گفته می شود، این معنا است که فولادها علاوه بر انجام آزمون استانداردهای مبنا، تست های اضافی که مثلا در MR0175 برای محیط ترش و مرطوب در نظر گرفته شده را هم با موفقیت پاس کرده اند.

در استاندارد MR0175 برای فولادهای کربنی،کم آلیاژ و آلیاژی که در محیط ترش(H2S) و مرطوب استفاده می شوند، تست هایی الزامی است. در چنین محیط هایی احتمال وقوع عیوب زیر و یا ترکیبی از آنها وجود دارد .

SSC: Sulfide Stress Cracking

SCC - Stress corrosion cracking

SOHIC: Stress oriented Hydrogen Induced Cracking

GHSC – Galvanically-induced hydrogen stress cracking

SZC: Soft Zone Cracking

HIC: Hydrogen Induced Cracking

SWC: Stepwise Cracking

بند7 قسمت1 استاندارد MR0175 به فولادهای پیش تایید شده Prequalified اختصاص دارد. مطابق این استاندارد فولادهای پیش تایید شده تنها برای SSC مقاوم هستند و در مورد سایر عیوب احتمالی، لازم است که طراحان بر اساس تجربه و یا منابع راهنمای NACE، تصمیم بگیرند.

فولادهای پیش تایید Prequalified

برخی از مواد در استاندارد MR0175 به عنوان مواد از قبل پذیرفته **Prequalified** مشخص شده اند . در این مقاله صرفا به فولادهای کربنی می پردازیم . برای اطلاع از فولادهای کم آلیاژ، آلیاژی و چدنها به استاندارد مذکور مراجعه شود .

پذیرش فولادهای کربنی شروطی دارد که مهمترین آن عبارت است از:

الف) ماکزیمم سختی HRC 22

ب) تنش زدایی فولاد پس از تغییر شکل سرد بیش از 5٪ نظیر نورد و فورجینگ سرد یا فرایندهای مشابه .

در فولادهای A53 Gr b,A106 Gr b, & API 5L Gr X42 و فولادهای با استحکام پایینتر و ترکیب شیمیایی مشابه، تغییر شکل در اثر کارسرد تا 15 ٪ قابل قبول است به شرطی که سختی نواحی تغییر شکل یافته از 190HB تجاوز نکند .

پ) عدم استفاده از فولادهای خوش تراش Free-Machining

فولادها اگر با عناصری نظیر آنتیموآن و BORE در حالت مذاب محلول یا مخلوط شوند، چون این عناصر در حالت جامد نامحلول هستند، پس از سرد شدن بصورت ذرات ریز در ساختار آلیاژ باقی می مانند و در حین تراشکاری سبب تشکیل براده های ناپیوسته و کوچک خواهند شد . به این فولاد ها خوش تراش گفته می شود.

چ) عملیات حرارتی فولادها در حالت نورد گرم، آنیل شده و ... انجام گیرد

ح) سختی ناحیه جوش نبایستی از HV 250 بیشتر شود. در غیر این صورت به عملیات حرارتی پس گرمایش PWHT در دمای 620 درجه سانتیگراد نیاز است.

خ) کنترل حداکثر گوگرد و کربن .

بیشینه مقادیر قابل پذیرش سختی برای جوش‌های فولاد کربنی. فولاد کربن– منگنزدار و کم آلیاژ

روش‌های آزمایش سختی	موقعیت‌های آزمایش سختی برای تأیید دستورالعمل جوشکاری	بیشینه سختی قابل پذیرش
ویکرز HV 10 یا HV 5 یا راکول HR 15N	ریشه جوش[۲]: فلزپایه، HAZ و فلزجوش ریشه به صورتی که در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است	250 HV 70.6 HR 15N
	فلزپایه و HAZ برای جوش‌های روکشی به صورتی که در شکل ۶ نشان داده شده است، همچنین به زیربند ب از بند الف-۲-۱-۵ مراجعه شود	250 HV 70.6 HR 15N
	رویه جوش[۳]: فلزپایه، HAZ و فلزجوش مربوط به رویه جوش در معرض قرار نگرفته[۴] به صورتی که در شکل های ۲ و ۴ نشان داده شده است	275 HV[a] 73.0 HR 15N
راکول HRC، به بند ۷-۳-۳-۲ مراجعه شود	به صورتی که در شکل ۵ نشان داده شده است	22 HRC
	فلزپایه و HAZ جوش‌های روکشی به صورتی که در شکل ۶ نشان داده شده است، به زیربند ب از بند الف-۲-۱-۵ مراجعه شود	22 HRC

[a] بیشینه باید 250 HV یا 70.6 HR باشد مگر اینکه:
- کاربر تجهیز یا حد جایگزین برای سختی روی جوش موافق باشد،
- فلزات پایه، ضخامت بیشتر از 9 mm داشته باشند و
- رویه جوش مستقیماً در معرض محیط ترش نباشد.

گاز ترش در محیط مرطوب

گاز ترش، گاز طبیعی مرطوب با مقدار قابل توجه‌ای گاز H2S است . گازهای ترش در حالت گازی و خشک چندان خورنده نیستند، اما اگر گازهای H2S و CO2 با آب تماس یابند، مقدار PH آنها افت کرده و محیط مرطوب و اسیدی یا باصطلاح ترش می شود.

فولادها در تماس با محلولهای اسیدی اگر دچار خوردگی عمومی شوند ضخامت آنها بصورت نسبتا یک نواخت کاهش خواهد یافت. این نوع خوردگی معمولا چندان خطرناک نیست و در حین طراحی دستگاه، مقداری ضخامت اضافی برای این امر را در نظر می گیرند. اما اگر خوردگی به شکل ترک در ساختار فولادها رخ دهد نتیجه خوردگی می تواند فاجعه بار باشد. به همین علت در تست های NACE تنها رفتار فولاد را در برابر تولید ترک های ناشی از HIC و SSC برای محیطهای ترش و مرطوب آزمایش و ارزیابی می کنند.

در واقع معیار تعیین کننده برای خورندگی گاز ترش ، خطر بالقوه ایجاد ترک در فولاد است . ترک در فولادها در اثر تماس انها با محیطهای حاوی سولفید هیدروژن و به طور کلی از جذب هیدروژن و نفوذ آن به داخل فلز، ناشی می شود. در خلال خوردگی اسیدی آهن، هیدروژن اتمی تولید می شود . در حالت عادی هیدروژن های اتمی به سرعت به هیدروژن مولکولی تبدیل می شوند. در حضور H2S ، تشکیل مولکولهای هیدروژن ناشی از واکنش خوردگی مختل می شود و در نتیجه میزانی از هیدروژن اتمی جذب فولاد می گردد . در میان تمام عناصر فقط برای کربن و هیدروژن این امکان وجود دارد که به علت کوچکی اندازه اتم، در حال جامد وارد ساختار کریستالی فولاد شوند. به این ترتیب H2S نقش محرک را برای جذب هیدروژن ایفا می کند . هیدروژن های مولکولی همان حباب های کوچکی هستند که بر روی فلز در حال خورده شدن ظاهر می گردند .

تسریع در جذب هیدروژن به داخل فولاد ویژگی تمامی عناصر حاضر در گروه های پنجم و ششم جدول تناوبی نظیر ارسنیک ، فسفر و انتیموان است اما سولفید هیدروژن، قویترین این محرک هاست که به طور اجتناب ناپذیری در گازهای ترش وجود دارد. هیدروژن جذب شده در داخل دانه ها و یا مرز دانه های فولاد به هیدروژن مولکولی تبدیل می شود و در حین تبدیل، مقادیر عظیمی انرژی آزاد می کند. انرژی آزاد شده سبب ترکهایی می شود که به ترک ناشی از هیدروژن HIC موسوم است.

در فولادهای کربنی و کم الیاژی، ترک تنشی ناشی از هیدروژن HSC تنها از تاثیر همزمان تنش و غلظت بالای هیدروژن بوجود می ایند. اما در کنار ترک ناشی از تنش ، نوع دیگری از ترک بدون نیاز به تنش، به شکل تاول یا ترک های داخلی نیز احتمال دارد، در فولاد ایجاد شود . ترک برداری هیدروژنی فولاد، به طور کلی به درجه خلوص و همگنی آلیاژ بستگی دارد و هر چقدر فولاد یکنواخت تر باشد حساسیت ان نسبت به ترک ناشی از هیدروژن کاهش می یابد. چون در مورد فولادهای فریتی، حساسیت الیاژ به HIC در دمای اتاق به حداکثر مقدار خود می رسد، این فولادها را می توان بدون نیاز به سامانه های تولید گرما و سرما یا اتوکلاوهای تحت فشار آزمایش کرد . استاندارد TM0177 به تست های مقاومت فولادها، در برابر SSC و SCC می پردازد و استاندارد TM0284 مقاومت خطوط لوله و ظروف تحت فشار را به ترک خوردگی HIC ارزیابی می کند.

به علت تفاوت جذب هیدروژن در آزمایشگاه در مقایسه با شرایط بهره برداری، و خورندگی شدید محلولهایی که در آزمایش بکار می روند، جذب هیدروژن نمونه های فولادی در محیط های آزمایشگاهی بیشتر از شرایط واقعی است. در نتیجه ارزیابی های ناشی از آزمایش ها محافظه کارانه و سختگیر ترند . بنابراین نتایج آزمون های آزمایشگاهی را نمی توان بصورت مستقیم برای طراحی، مثلا برای تعیین ضرایب ایمنی بکار برد و این نتایج بیشتر برای مقایسه عملکرد فولادها مناسبند .

با توجه به اینکه گازهای ترش تنها در محیط های مرطوب خورنده هستند، در صورتی که خشک کردن گاز مقدور باشد، روشی موثر برای کاهش احتمال ترک برداشتن است. روش دیگر کنترل ترک، استفاده از ممانعت کننده ها است . برای کنترل ترک های

ناشی از تنش، نظیر ترک ناشی از هیدروژن، کاهش بارهای سیکلی یا کم کردن فشار بهره برداری موثر است . در هر حال از آلیاژهایی که مقاومت انها در آزمونهای ازمایشگاهی به اثبات نرسیده، نباید استفاده کرد.

عوامل مؤثر بر رفتار فولادهای کربنی و کم آلیاژ در محیط‌های حاوی H_2S

رفتار فولادهای کربنی و کم آلیاژ در محیط‌های حاوی H_2S می‌تواند متأثر از برهم کنش‌های پیچیده‌ای از پارامترها بوده که شامل موارد زیر است:

الف- ترکیب شیمیایی، روش ساخت، شکل محصول ، استحکام، سختی مواد و اختلافات موضعی آن، میزان کار سرد، شرایط عملیات حرارتی، ریزساختار، یکنواختی ریزساختار، اندازه دانه و تمیز بودن ماده،

ب- فشار جزئی H_2S یا غلظت معادل در فاز آبی،

پ- غلظت یون کلراید در فاز آبی،

ت- قدرت اسیدی (pH) فاز آبی،

ث- حضور گوگرد یا سایر اکسیدکننده‌ها،

ج- قرارگرفتن در معرض سیالات غیر تولیدی ،

چ- دمای در معرض‌قرار گرفتن ،

ح- تنش کششی کل (تنش اعمالی به علاوه تنش پسماند)،

خ- زمان در معرض‌گذاری .

این عوامل باید هنگام استفاده از این استاندارد جهت انتخاب مواد مناسب برای محیط‌های حاوی H_2S در سیستم‌های تولید نفت و گاز در نظر گرفته شوند.

استاندارد MR0175 / ISO15156 – 2009

ترجمه فارسی این استاندارد تحت عنوان استاندارد ملی شماره 9626 در سه جلد منتشر شده است .
قسمت 1: اصول کلی انتخاب مواد مقاوم به ترک خوردگی
قسمت 2: فولاد کربنی و کم آلیاژ مقاوم به خوردگی و استفاده از چدنها
قسمت 3: آلیاژهای مقاوم به خوردگی و سایر آلیاژهای مقاوم به ترک خوردگی

خوردگی فلزات مورد استفاده در میادین نفت وگاز، به علت قرار گرفتن آنها در معرض سیال های حاوی H2S ، منجر به تهیه اولین ویرایش استاندارد NACE MR0175 شد . در ویرایش‌های اولیه و بعدی استاندارد NACE MR0175 محدوده فشار جزئی H2S معین گردید، که بالاتر از آن باید احتیاط‌هایی در برابر خوردگی تنشی سولفیدی SSC در نظر گرفته شود . همچنین راهنمایی هایی برای انتخاب و مشخصات مواد مقاوم به SSC در موقعی که H2S از آستانه مورد نظر، بالاتر می‌رود، ارایه شد . در ویرایش‌های اخیر استاندارد NACE MR0175 برای چندین آلیاژ مقاوم به خوردگی، محدوده کاربردی مربوط به ترکیب و pH محیطی، دما و فشارهای جزئی نیز الزام هایی ارایه گردیده است.

بصورت جداگانه، فدراسیون خوردگی اروپا، نشریه EFC 16 را در سال 1995 و نشریه EFC 17 را در سال 1996 انتشار داد. این مدارک، تکمیل کننده استانداردهای NACE هستند اما دامنه کاربرد و جزییات آنها متفاوت است.

در سال 2003، برای اولین‌بار، سه قسمت از استاندارد NACE MR0175 / ISO 15156 منتشر شد . این‌استاندارد با به‌کارگیری منابع بالا، الزام ها و توصیه‌هایی برای ارزیابی کیفی و انتخاب مواد در محیط‌های حاوی H2S مرطوب در سامانه‌های تولید نفت و گاز فراهم کرده اند. این استاندارد با روش‌های آزمایش NACE TM0177 و NACE TM0284 تکمیل می شود.

فولادهای کربنی، کم آلیاژ، آلیاژی و چدنهای انتخاب شده در این استاندارد، نسبت به ترک خوردگی در محیط های ترش حاوی سولفید هیدروژن مقاومند. اما لزوما در تمام شرایط کاری از مقاومت برخوردار نیستند. مسئولیت انتخاب مواد مناسب با شرایط کاری به عهده کاربر است.

هدف و دامنه کاربرد

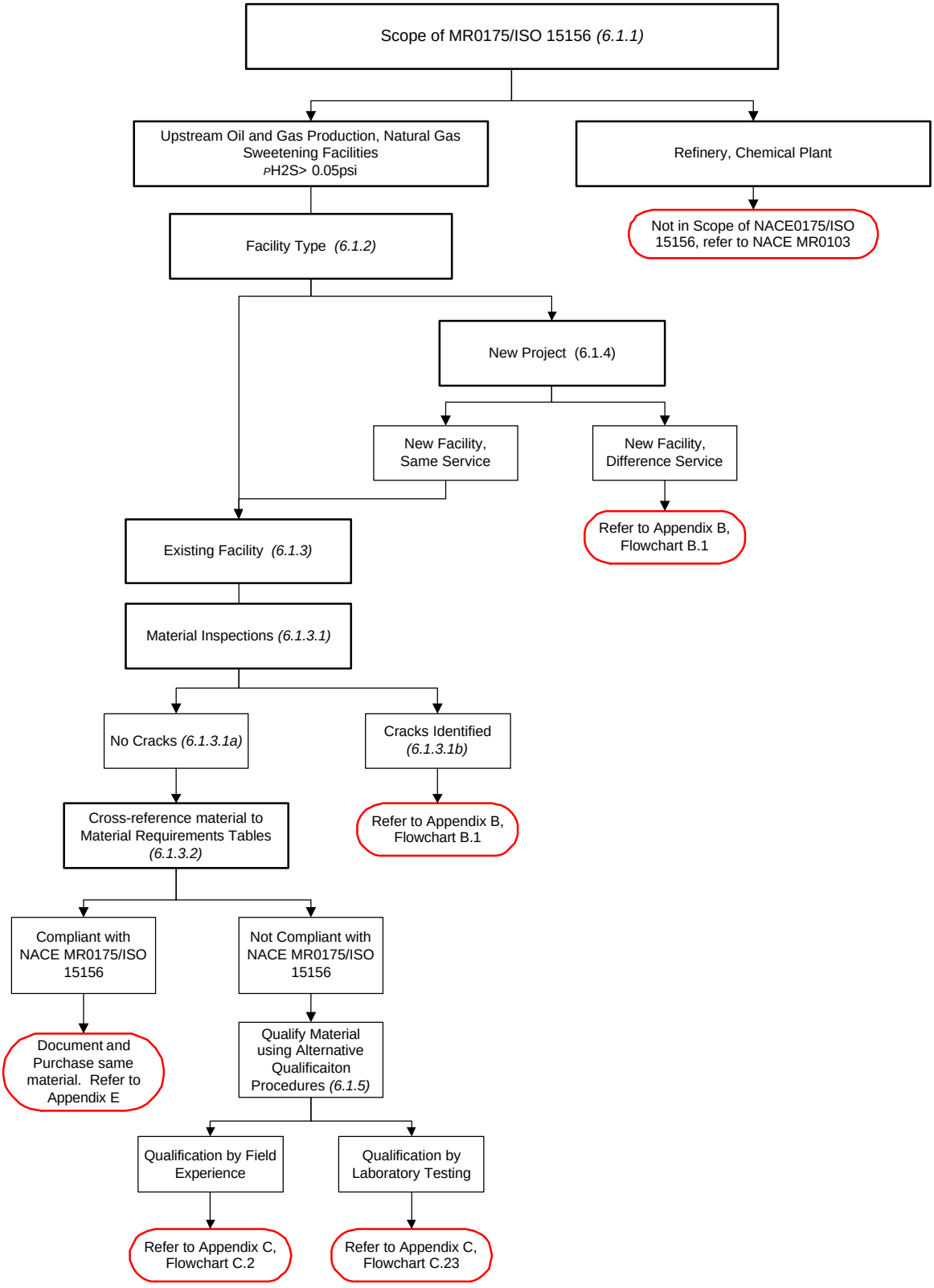
هدف این استاندارد تشریح اصول کلی و ارائه الزام ها و توصیه هایی برای انتخاب و ارزیابی کیفی Qualification فولاد های مورد استفاده در تجهیزات تولید نفت، گاز و تأسیسات جمع آوری Treatment plants است که در محیط های حاوی سولفید هیدروژن کار می کنند . خرابی چنین تجهیزاتی می تواند سلامتی وایمنی عموم مردم و کارکنان یا محیط زیست را به مخاطره اندازد . این استاندارد میتواند به عنوان رااهنمایی برای جلوگیری از آسیب های پرهزینه ناشی از خوردگی تجهیز مورد نظر نیز به کار برده شود. این استاندارد مکملی است، برای الزام های مواد، که در کدها و استانداردهای طراحی، ارائه می شوند . اما جایگزین آنها نیست . این استاندارد، کلیه ساز و کار ایجاد ترک خوردگی ناشی از وجود سولفید هیدروژن از جمله موارد زیر را در بر میگیرد:

ترک خوردگی تنشی سولفید Sulfide stress cracking ،
ترک خوردگی تنشی Stress corrosion cracking ،
ترک خوردگی هیدروژنی Hydrogen-induced cracking ،
ترک خوردگی پلکانی Stepwise cracking ،
ترک خوردگی هیدروژنی عمود بر راستا تنش Stress-oriented hydrogen-induced cracking ،
ترک خوردگی ناحیه نرم Soft zone cracking
ترک خوردگی تنشی اهیدروژنی ناشی اتصال گالوانیکی Galvanically induced hydrogen stress cracking ،

در جدول ۱ فهرست تجهیزاتی که در این استاندارد کاربرد دارند از جمله موارد استثنا آورده شده است، این فهرست کامل نیست.

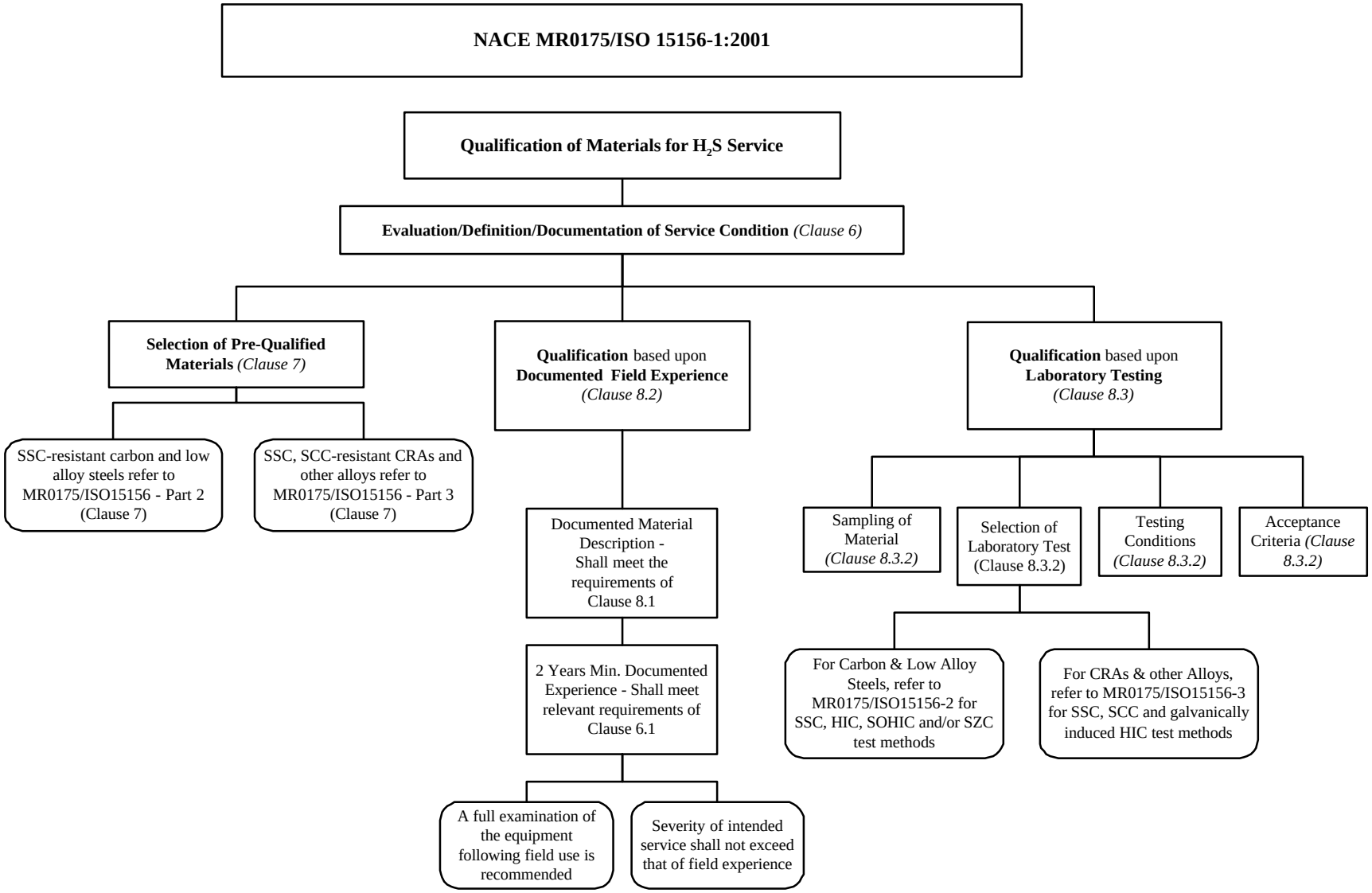
جدول ۱- فهرست تجهیزات

برای مواد تجهیزات زیر قابل کاربرد می‌باشد	استثناهای مجاز
تجهیزات حفاری، ساختمانی چاه و خدمات سرچاهی	- تجهیزاتی که فقط در معرض سیالات حفاری با ترکیبات تحت کنترل قرار دارند - مته‌های حفاری - تیغه‌های برشی فوران‌گیر - سامانه‌های رایزر حفاری - رشته‌ی حفاری - سیم چاه پیمایی و تجهیزات مربوط به آن - لوله جداری سطحی و میانی
چاه‌ها، شامل تجهیزات زیرسطحی، تجهیزات فرازآوری گاز، تأسیسات سرچاهی و تاج سرچاهی	پمپ‌های مکنده و میله‌های مکنده پمپ‌های الکتریکی شناور سایر تجهیزات فرازآوری لوله‌گیرها
خطوط لوله‌ی جریانی، خطوط لوله جمع‌آوری، تأسیسات میدانی و واحد فرآورش میدانی	تأسیسات ذخیره و حمل نفت خام که در فشار کل مطلق کمتر از 0.45 MPa (65 psi) مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند
تجهیزات انتقال آب	تأسیسات انتقال آبی که در فشار کل مطلق کمتر از 0.45 MPa (65 psi) مورد بهره برداری قرار می‌گیرند تجهیزات تزریق آب و دفع آب
کارخانه‌ی تصفیه‌ی گاز طبیعی	----------
خطوط لوله‌ی انتقال مایعات، گازها و سیالات چندفازی	خطوط لوله‌ی انتقال گاز به منظور مصارف عمومی تجاری و خانگی
برای همه تجهیزات بالا	اجزای بارگذاری شده در حالت فشاری
روان کننده‌های خطوط کابل و ابزارهای متصل به آن جزء موارد استثناء مجاز نیستند. برای پمپ‌های مکنده و میله‌های مکنده می توان از استاندارد NACE MR0176 به عنوان مرجع استفاده نمود.	

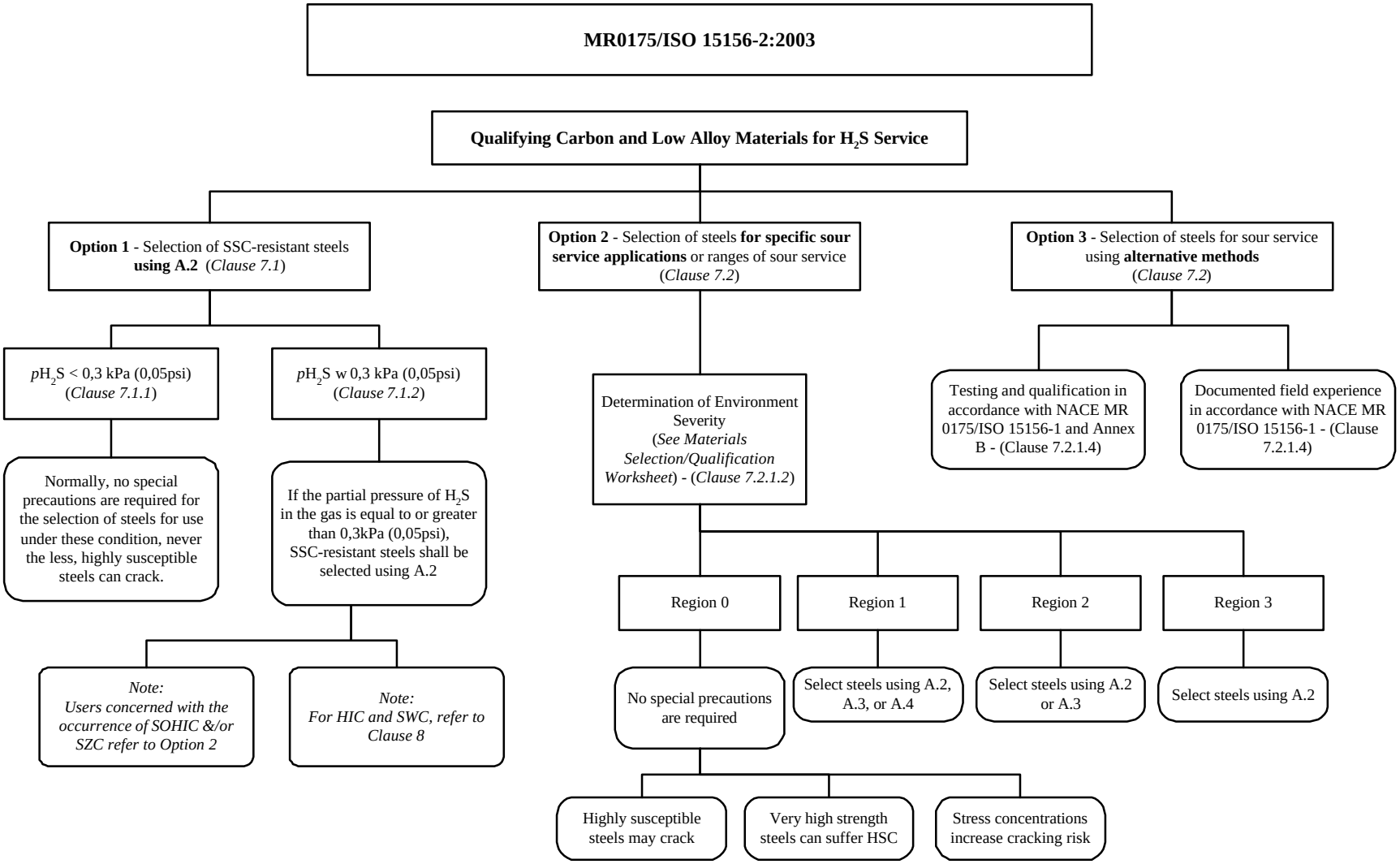

Scope of MR0175/ISO 15156 (6.1.1)
Upstream Oil and Gas Production, Natural Gas Sweetening Facilities
pH2S> 0.05psi
Refinery, Chemical Plant
Not in Scope of NACE0175/ISO 15156, refer to NACE MR0103
Facility Type (6.1.2)
New Project (6.1.4)
New Facility, Same Service
New Facility, Difference Service
Refer to Appendix B, Flowchart B.1
Existing Facility (6.1.3)
Material Inspections (6.1.3.1)
No Cracks (6.1.3.1a)
Cracks Identified (6.1.3.1b)
Refer to Appendix B, Flowchart B.1
Cross-reference material to Material Requirements Tables (6.1.3.2)
Compliant with NACE MR0175/ISO 15156
Not Compliant with NACE MR0175/ISO 15156
Document and Purchase same material. Refer to Appendix E
Qualify Material using Alternative Qualificaiton Procedures (6.1.5)
Qualification by Field Experience
Qualification by Laboratory Testing
Refer to Appendix C, Flowchart C.2
Refer to Appendix C, Flowchart C.23

Appendix B: Flow Charts- NACE MR0175/ISO15156 layout

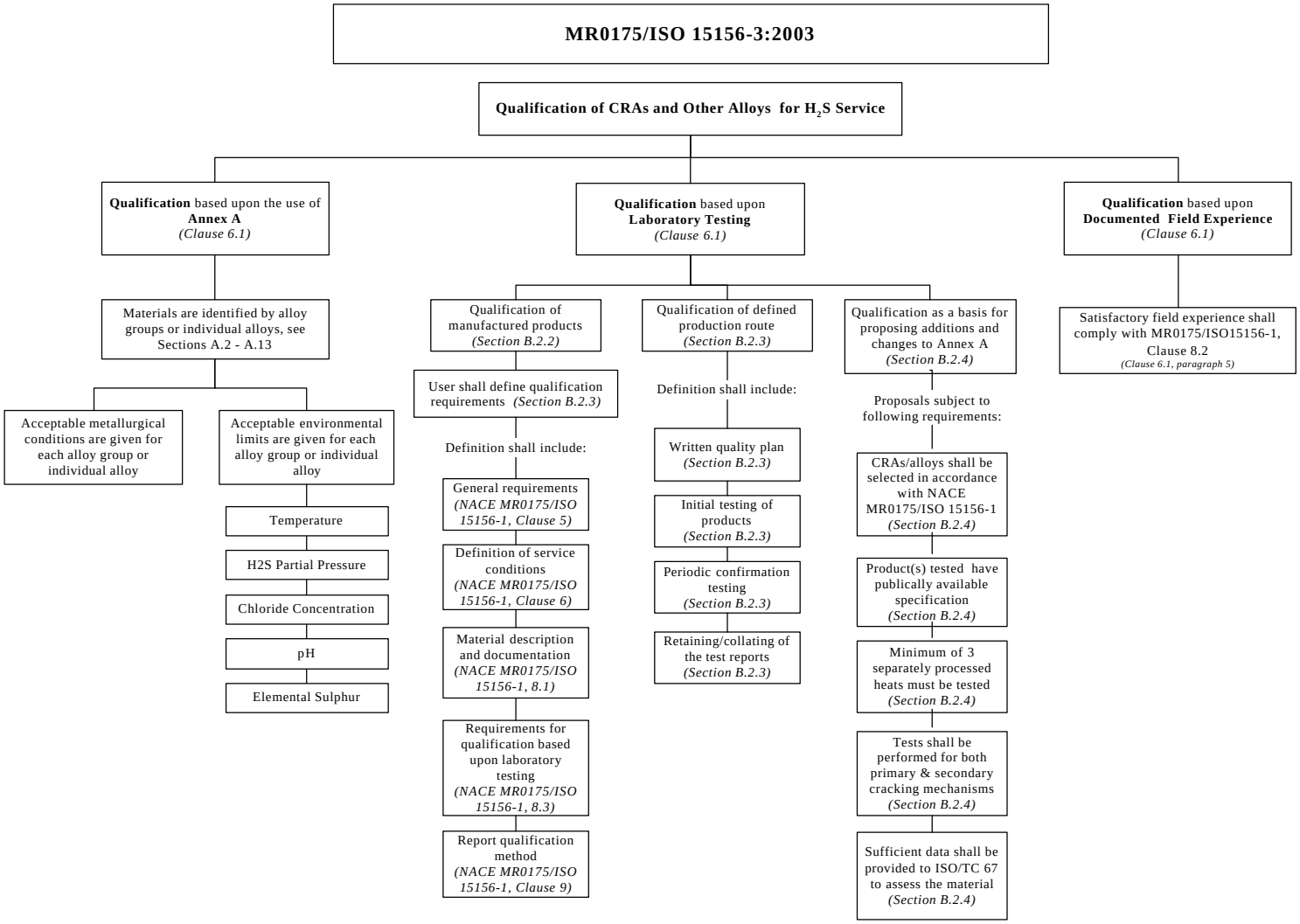
B.1. MR0175/ISO15156 – Part 1: 2001



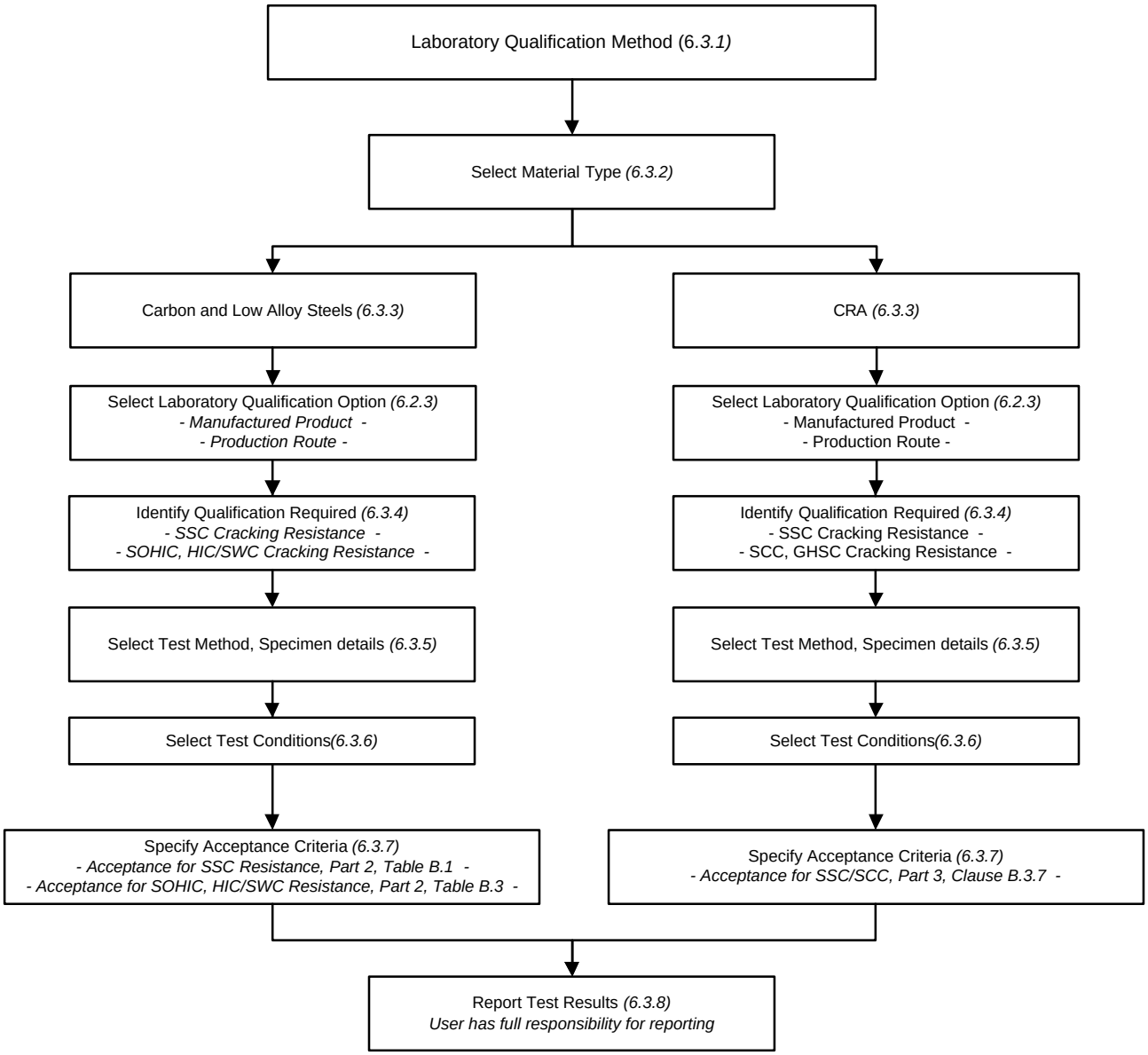
B.2. MR0175/ISO15156 – Part 2: 2003



B.3. MR0175/ISO15156 – Part 3: 2003



C.3. Qualification by Laboratory Testing - *refer to Section 6.3 of this document*



آزمونهای خوردگی NACE

NACE بطور اختصاصی تعدادی از روش های استاندارد تست خوردگی را توسعه داده است.

آزمایشهای NACE

TM-01-69 روش آزمونهای غوطه وری برای خوردگی فلزات را پوشش می دهد و مشابه استاندارد ASTM G31 است.

TM-01-74 تست های استاندارد برای ارزیابی پوشش های محافظ سطوح فلزی را بصورت غوطه وری ارائه داده است.

TM-01-77 A & TM-01-77 D شامل روش های آزمایش برای تجزیه و تحلیل خوردگی تنشی در محیط های حاوی H2S است . این روش ها با تمرکز بر تست کشش، شاخص هایی برای تعیین مقاومت در برابر ترک خوردگی تنشی، از جمله ترک خوردگی تنشی سولفیدی SCC در دمای اتاق و خوردگی تنشی در محیط های مرطوب اسیدی حاویH2S در دما و فشار بالا ارائه داده اند .

TM-02-84 روش بررسی مقاومت خط لوله فولادی در برابر ترک خوردگی پلکانی Stepwise cracking را ارائه می دهد . آزمون استاندارد، شامل ارزیابی فولادهای مخازن تحت فشار و خط لوله به منظور بررسی جذب هیدروژن ناشی از قرار گرفتن در محیط مرطوب حاوی H2S است .

TM-01-90 استاندارد آزمایش آلیاژهای آلومینیومی است که به عنوان آند در فرایند حفاظت کاتدی استفاده می شود . آزمون شامل روش تضمین کیفیت برای غربالگری آند و تعیین ظرفیت فعلی و ویژگی های بالقوه در شرایط آزمایشگاهی است . این استاندارد دارای سه روش، از جمله: کنترل از دست دادن وزن، ایجاد گاز هیدروژن، و روشهای ارزیابی بالقوه آند است.

TM-01-93روش اندازه گیری کیفیت ممانعت کننده های Inhibitor خوردگی است . اساس این روش از استاندارد ASTM D 3263 گرفته شده که یک روش ساده برای ارزیابی عملکرد ممانعت کننده های از خوردگی است ، البته شامل پارامترهای متعددی دیگری است که در ASTM D3263 وجود ندارد .

لیست انتشارات NACE

ANSI/NACE No. 13/SSPC-ACS-1 Industrial Coating and Lining Application Specialist Qualification and Certification

ANSI/NACE SP0607-2007/ISO 15589-2 (MOD), Petroleum and natural gas industries—Cathodic protection of pipeline transportation systems

ANSI/NACE Standard RP0104-2004, The Use of Coupons for Cathodic Protection Monitoring Applications

MR0103-2005 (Chinese), Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments

MR0103-2007, Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments

MR0174-2007, Selecting Inhibitors for Use as Sucker-Rod Thread Lubricants

MR0176-2006, Metallic Materials for Sucker-Rod Pumps for Corrosive Oilfield Environments

NACE MR0175/ISO 15156, Petroleum and natural gas industries—Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production

NACE No 10/SSPC-PA 6 (Chinese), Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Linings Applied to Bottoms of Carbon Steel Aboveground Storage Tanks

NACE No. 1/SSPC-SP 5 (SPANISH) Limpieza Abraviva a Metal Blanco

NACE No. 1/SSPC-SP 5, White Metal Blast Cleaning

NACE No. 10/SSPC-PA 6, Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Linings Applied to Bottoms of Carbon Steel Aboveground Storage Tanks

NACE No. 11/SSPC-PA 8, Thin-Film Organic Linings Applied in New Carbon Steel Process Vessels

NACE No. 12/AWS C2.23M/SSPC-CS 23.00, Specification for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel

NACE No. 2/SSPC-SP 10, Near-White Metal Blast Cleaning

NACE No. 3/SSPC-SP 6, Commercial Blast Cleaning

NACE No. 4/SSPC-SP 7, Brush-Off Blast Cleaning

NACE No. 5/SSPC-SP 12, Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating

NACE No. 6/SSPC-SP 13, Surface Preparation of Concrete

NACE No. 8/SSPC-SP 14, Industrial Blast Cleaning

NACE RP0300/ISO 16784-1, Corrosion of metals and alloys—Corrosion and fouling in industrial cooling water systems—Part 1

NACE SP0199-2009 (Formerly RP0199), Installation of Stainless Chromium-Nickel Steel and Nickel-Alloy Roll-Bonded and Explosion-Bonded Clad Plate in Air Pollution Control Equipment

NACE VIS 7/SSPC-VIS 4, Guide and Visual Reference Photographs for Steel Cleaned by Waterjetting

NACE VIS 9/SSPC-VIS 5, Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Wet Abrasive Blast Cleaning

NACE/ASTM G 193-2009, Standard Terminology and Acronyms Relating to Corrosion

RP0102-2002, In-Line Inspection of Pipelines

RP0105-2005, Liquid-Epoxy Coatings for External Repair, Rehabilitation, and Weld Joints on Buried Steel Pipelines

RP0170-2004, Protection of Austenitic Stainless Steels and Other Austenitic Alloys from Polythionic Acid Stress Corrosion Cracking During Shutdown of Refinery Equipment

RP0176-2003 (Chinese), Corrosion Control of Steel Fixed Offshore Structures Associated with Petroleum Production

RP0180-2001, Cathodic Protection of Pulp and Paper Mill Effluent Clarifiers

RP0189-2002, On-Line Monitoring of Cooling Waters

RP0192-98, Monitoring Corrosion in Oil and Gas Production with Iron Counts

RP0193-2001, External Cathodic Protection of On-Grade Carbon Steel Storage Tank Bottoms

RP0196-2004, Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks

RP0198-2004, The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials—A Systems Approach

RP0205-2005, Recommended Practice for the Design, Fabrication, and Inspection of Tanks for the Storage of Petroleum Refining Alkylation Unit Spent Concentrated Sulfuric Acid at Ambient Temperatures

RP0274-2004, High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings

RP0281-2004, Method for Conducting Coating (Paint) Panel Evaluation Testing in Atmospheric Exposures

RP0285-2002, Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection

RP0287-2002, Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast-Cleaned Steel Surfaces Using a Replica Tape

RP0288-2004, Inspection of Linings on Steel and Concrete

RP0291-2005, Care, Handling, and Installation of Internally Plastic-Coated Oilfield Tubular Goods and Accessories

RP0292-2003, Installation of Thin Metallic Wallpaper Lining in Air Pollution Control and Other Process Equipment

RP0296-2004, Guidelines for Detection, Repair, and Mitigation of Cracking of Existing Petroleum Refinery Pressure Vessels in Wet H2S Environments

RP0297-2004, Maintenance Painting of Electrical Substation Apparatus Including Flow Coating of Transformer Radiators

RP0303-2003, Field-Applied Heat-Shrinkable Sleeves for Pipelines: Application, Performance, and Quality Control

RP0304-2004, Design, Installation, and Operation of Thermoplastic Liners for Oilfield Pipelines

RP0375-2006, Field-Applied Underground Wax Coating Systems for Underground Pipelines: Application, Performance, and Quality Control

RP0388-2001(Chinese), Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Carbon Steel Water Storage Tanks

RP0391-2001, Materials for the Handling and Storage of Commercial Concentrated (90 to 100%) Sulfuric Acid at Ambient Temperatures

RP0392-2001, Recovery and Repassivation After Low pH Excursions in Open Recirculating Cooling Water Systems

RP0394-2002, Application, Performance, and Quality Control of Plant-Applied, Fusion-Bonded Epoxy External Pipe Coating

RP0395-1999, Fusion-Bonded Epoxy Coating of Steel Reinforcing Bars

RP0399-2004, Plant-Applied, External Coal Tar Enamel Pipe Coating Systems: Application, Performance, and Quality Control

RP0402-2002, Field-Applied Fusion-Bonded Epoxy (FBE) Pipe Coating Systems for Girth Weld Joints: Application, Performance, and Quality Control

RP0491-2003, Worksheet for the Selection of Oilfield Nonmetallic Seal Systems

RP0495-2003, Guidelines for Qualifying Personnel as Abrasive Blasters and Coating and Lining Applicators in the Rail Industries

RP0497-2004, Field Corrosion Evaluation Using Metallic Test Specimens

RP0602-2002, Field-Applied Coal Tar Enamel Pipe Coating Systems: Application, Performance, and Quality Contro

RP0692-2003, Application of a Coating System to Exterior Surfaces of Steel Rail Cars

RP0775-2005, Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations

SP0100-2008 (formerly RP0100), Cathodic Protection to Control External Corrosion of Concrete Pressure Pipelines and Mortar-Coated Steel Pipelines for Water or Waste Water Service

SP0106-2006, Control of Internal Corrosion in Steel Pipelines and Piping Systems

SP0107-2007, Electrochemical Realkalization and Chloride Extraction for Reinforced Concrete

SP0108-2008, Corrosion Control of Offshore Structures by Protective Coatings

SP0109-2009, Field Application of Bonded Tape Coatings for External Repair, Rehabilitation, and Weld Joints on Buried Metal Pipelines

SP0169-2007 (formerly RP0169), Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems

SP0176-2007 (formerly RP0176), Corrosion Control of Submerged Areas of Permanently Installed Steel Offshore Structures Associated with Petroleum Production

SP0177-2007 (formerly RP0177), Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems

SP0178-2007 (formerly RP0178), Design, Fabrication, and Surface Finish Practices for Tanks and Vessels to Be Lined for Immersion Service

SP0181-2006 (formerly RP0181), Liquid-Applied Internal Protective Coatings for Oilfield Production Equipment

SP0185-2007 (formerly RP0185), Extruded Polyolefin Resin Coating Systems with Soft Adhesives for Underground or Submerged Pipe

SP0186-2007 (formerly RP0186), Application of Cathodic Protection for External Surfaces of Steel Well Casings

SP0187-2008 (formerly RP0187), Design Considerations for Corrosion Control of Reinforcing Steel in Concrete.

SP0188-2006 (formerly RP0188), Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates

SP0191-2008 (formerly RP0191), Application of Internal Plastic Coatings for Oilfield Tubular Goods and Accessories

SP0195-2007 (formerly RP0195), Corrosion Control of Sucker Rods by Chemical Treatment

SP0197-2009 (formerly RP0197) Standard Format for Computerized Electrochemical Polarization Curve Data Files

SP0200-2008 (formerly RP0200), Steel-Cased Pipeline Practices

SP0206-2006 (Chinese), Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas (DG-ICDA)

SP0207-2007, Performing Close-Interval Potential Surveys and DC Surface Potential Gradient Surveys on Buried or Submerged Metallic Pipelines

SP0273-2007 (formerly RP0273), Handling and Proper Usage of Inhibited Oilfield Acids

SP0286-2007 (formerly RP0286), Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines

SP0290-2007 (formerly RP0290), Impressed Current Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Atmospherically Exposed Concrete Structures

SP0294-2006 (formerly RP0294), Design, Fabrication, and Inspection of Tanks for the Storage of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum at Ambient Temperatures

SP0295-2008 (formerly RP0295), Application of a Coating System to Interior Surfaces of New and Used Rail Tank Cars

SP0298-2007 (formerly RP0298), Sheet Rubber Linings for Abrasion and Corrosion Service

SP0302-2007 (formerly RP0302), Selection and Application of a Coating System to Interior Surfaces of New and Used Rail Tank Cars in Molten Sulfur Service

SP0308-2008, Inspection Methods for Corrosion Evaluation of Conventionally Reinforced Concrete Structures

SP0386-2007 (formerly RP0386), Application of a Coating System to Interior Surfaces of Covered Steel Hopper Railcars in Plastic, Food, and Chemical Service

SP0387-2006 (formerly RP0387), Metallurgical and Inspection Requirements for Cast Galvanic Anodes for Offshore Applications

SP0388-2007 (formerly RP0388), Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces

SP0390-2009 (formerly RP0390), Maintenance and Rehabilitation Considerations for Corrosion Control of Atmospherically Exposed Existing Steel-Reinforced Concrete Structures

SP0398-2006 (formerly RP0398), Recommendations for Training and Qualifying Personnel as Railcar Coating and Lining Inspectors

SP0403-2008 (formerly RP0403), Avoiding Caustic Stress Corrosion Cracking of Carbon Steel Refinery Equipment and Piping

SP0407-2007, Format, Content, and Guidelines for Developing a Materials Selection Diagram

SP0408-2008 Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Buried or Submerged Concrete Structures

SP0487-2007 (formerly RP0487), Considerations in the Selection and Evaluation of Rust Preventives and Vapor Corrosion Inhibitors for Interim (Temporary) Corrosion Protection

SP0490-2007 (formerly RP0490), Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coating of 250 to 760 μm (10 to 30 mil)

SP0492-2006 (formerly RP0492), Metallurgical and Inspection Requirements for Offshore Pipeline Bracelet Anodes

SP0499-2007 (formerly TM0299-99), Corrosion Control and Monitoring in Seawater Injection Systems

SP0502-2008 (formerly RP0502), Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology

SP0507-2007 External Corrosion Direct Assessment (ECDA) Integrity Data Exchange (IDX) Format

SP0508-2008 Methods of Validating Equivalence to ISO 8502-9 on Measurement of the Levels of Soluble Salts

SP0572-2007 (formerly RP0572), Design, Installation, Operation, and Maintenance of Impressed Current Deep Anode Beds

SP0575-2007 (formerly RP0575), Internal Cathodic Protection (CP) Systems in Oil-Treating Vessels

SP0590-2007 (formerly RP0590), Prevention, Detection, and Correction of Deaerator Cracking

SP0592-2006 (formerly RP0592), Application of a Coating System to Interior Surfaces of New and Used Rail Tank Cars in Concentrated (90 to 98%) Sulfuric Acid Service

SP0690-2009 Standard Format for Collection and Compilation of Data for Computerized Material Corrosion Resistance

SP0892-2007 (formerly RP0892), Coatings and Linings over Concrete for Chemical Immersion and Containment Service

SSPC-VIS 2, Standard Method of Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces

TM0101-2001, Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Tank Systems

TM0102-2002, Measurement of Protective Coating Electrical Conductance on Underground Pipelines

TM0103-2003, Laboratory Test Procedures for Evaluation of SOHIC Resistance of Plate Steels Used in Wet H2S Service

TM0103-2003, Laboratory Test Procedures for Evaluation of SOHIC Resistance of Plate Steels Used in Wet H2S Service

TM0104-2004, Offshore Platform Ballast Water Tank Coating System Evaluation

TM0105-2005, Test Procedures for Organic-Based Conductive Coating Anodes for Use on Concrete Structures

TM0106-2006, Detection, Testing, and Evaluation of Microbiologically Influenced Corrosion (MIC) on External Surfaces of Buried Pipelines

TM0108-2008, Testing of Catalyzed Titanium Anodes for Use in Soils or Natural Waters

TM0109-2009, Aboveground Survey Techniques for the Evaluation of Underground Pipeline Coating Condition

TM0169-2000, Laboratory Corrosion Testing of Metals

TM0172-2001, Determining Corrosive Properties of Cargoes in Petroleum Product Pipelines

TM0173-2005, Methods for Determining Quality of Subsurface Injection Water Using Membrane Filters

TM0174-2002, Laboratory Methods for the Evaluation of Protective Coatings and Lining Materials on Metallic Substrates in Immersion Service

TM0177-2005, Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H2S Environments

TM0183-2006, Evaluation of Internal Plastic Coatings for Corrosion Control of Tubular Goods in an Aqueous Flowing Environment

TM0185-2006, Evaluation of Internal Plastic Coatings for Corrosion Control of Tubular Goods by Autoclave Testing

TM0186-2002, Holiday Detection of Internal Tubular Coatings of 250 to 760 μm (10 to 30 mils) Dry-Film Thickness

TM0187-2003, Evaluating Elastomeric Materials in Sour Gas Environments

TM0190-2006, Impressed Current Laboratory Testing of Aluminum Alloy Anodes

TM0192-2003, Evaluating Elastomeric Materials in Carbon Dioxide Decompression Environments

TM0193-2000, Laboratory Corrosion Testing of Metals in Static Chemical Cleaning Solutions at Temperatures Below 93 °C (200 °F)

TM0194-2004, Field Monitoring of Bacterial Growth in Oil and Gas Systems

TM0197-2002, Laboratory Screening Test to Determine the Ability of Scale Inhibitors to Prevent the Precipitation of Barium Sulfate and/or Strontium Sulfate from Solution (for Oil and Gas Production Systems

TM0198-2004, Slow Strain Rate Test Method for Screening Corrosion-Resistant Alloys (CRAs) for Stress Corrosion Cracking in Sour Oilfield Service

TM0199-2006, Standard Test Method for Measuring Deposit Mass Loading (Deposit Weight Density) Values for Boiler Tubes by the Glass-Bead-Blasting Technique

TM0204-2004, Exterior Protective Coatings for Seawater Immersion Service

TM0208-2008, Laboratory Test to Evaluate the Vapor-Inhibiting Ability of Volatile Corrosion Inhibitor Materials for Temporary Protection of Ferrous Metal Surfaces

TM0284-2003 (Chinese), Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking

TM0284-2003, Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking

TM0294-2007, Testing of Embeddable Impressed Current Anodes for Use in Cathodic Protection of Atmospherically Exposed Steel-Reinforced Concrete

TM0296-2002, Evaluating Elastomeric Materials in Sour Liquid Environments

TM0297-2008, Effects of High-Temperature, High-Pressure Carbon Dioxide Decompression on Elastomeric Materials

TM0298-2003, Evaluating the Compatibility of FRP Pipe and Tubulars with Oilfield Environments

TM0304-2004, Offshore Platform Atmospheric and Splash Zone Maintenance Coating System Evaluation

TM0374-2007, Laboratory Screening Tests to Determine the Ability of Scale Inhibitors to Prevent the Precipitation of Calcium Sulfate and Calcium Carbonate from Solution (for Oil and Gas Production Systems)

TM0384-2002, Holiday Detection of Internal Tubular Coatings of Less Than 250 μm (10 mils) Dry-Film Thickness

TM0397-2002, Screening Tests for Evaluating the Effectiveness of Gypsum Scale Removers

TM0399-2005, Standard Test Method for Phosphonate in Brine

TM0404-2004, Offshore Platform Atmospheric and Splash Zone New C

TM0404-2004, Offshore Platform Atmospheric and Splash Zone New Construction Coating System Evaluation

TM0497-2002, Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems

TM0498-2006, Evaluation of the Carburization of Alloy Tubes Used for Ethylene Manufacture

TM0499-2009, Immersion Corrosion Testing of Ceramic Materials

منابع

1- سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد ملی شماره 9626، سه (جلد) .1393

2- Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), A *Guide on the Use of International Standard, MR0175/IsO15156.*ppt

3- Good fellow, Ray. Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), *NACE Corrosion Engineer's Reference Book*, nd.

4- NACE International, *"History of NACE International"*. 2009.

5- NACE International, *"List of NACE Standards"*, 2009.