



E.K.A Nafta Co.

NDT-Engineering Course

Liquid Penetrant Testing ASNT Level I&II

ASME BPVC. Sec.V -2013 Article. 6

ASME BPVC Sec. VIII – Div.1-2013 Mandatory App. 8

**IRAN-Tehran
August 2015**

گفتار ۶: آزمون مایعات نافذ

ترجمه و ویرایش: محمد گنجی

T-610 هدف و دامنه کاربرد:

هنگامی باید روش‌های آزمون مایع نافذ را بر اساس این گفتار انجام داد که کد مرجع این را مشخص کرده و به این گفتار ارجاع داده باشد. در حالت کلی این گفتار با SE-165 با عنوان روش آزمون استاندارد برای تست مایع نافذ مطابقت دارد. این سند، جزئیاتی را که در دستورالعمل انجام تست مایعات نافذ باید مد نظر گرفته شود، ارائه می‌دهد.

هنگامی که کد مرجع، جهت انجام تست مایعات نافذ به این گفتار ارجاع داده باشد، باید روش آزمون مایع نافذ تشریح شده در این گفتار، همراه با گفتار 1 با عنوان الزامات عمومی (General Requirements) به کار رود. تعاریف اصطلاحات مورد استفاده در این گفتار، در ضمیمه اجباری 1 همین گفتار و نیز در ضمیمه اجباری گفتار 1 آمده است.

T-620 کلیات

روش مایعات نافذ یکی از روش‌های موثر برای تشخیص ناپیوستگی‌های سطحی موجود در مواد و فلزات غیر متخلخل است. ناپیوستگی‌های قابل تشخیص در این روش عبارتند از: ترک‌ها (Cracks)، درزهای نورد (Seams)، دندان‌شدن‌های فورجینگ (Laps)، سرد جوشی‌ها (Cold shuts)، تورق (Lamination) و تخلخل‌ها (Porosities).

اساس کار این روش به این گونه است که در ابتدا مایع نافذ (Penetrant) بر سطح مورد نظر اعمال و زمان لازم برای نفوذ به ناپیوستگی‌ها داده می‌شود.

سپس مایع نافذ اضافی را پاک کرده، اجازه می‌دهیم قطعه خشک شود. پس از آن ماده آشکار ساز (Developer) بر روی سطح اعمال می‌گردد.

نقش آشکار ساز جذب مایع نافذ حبس شده درون ناپیوستگی هاست. همچنین اختلاف رنگ پس زمینه (کنتراست) را با مایع نافذ برای وضوح بهتر نشانه‌ی ناپیوستگی‌ها افزایش می‌دهد. رنگدانه‌های موجود در مایع نافذ در دو نوع مختلف هستند که

عبارتند از: (۱) قابل مشاهده زیر نور مرئی (۲) فلورسنتی (قابل مشاهده تحت نور فرابنفش)

T-621 الزامات دستورالعمل مکتوب

1.1 T-621 الزامات: تست مایع نافذ حتما باید بر اساس دستورالعمل مکتوب اجرا شود که این دستورالعمل نیز حتما باید حداقل، اطلاعات موجود در جدول T-621 را دارا باشد و همچنین حتما باید برای هرکدام از الزامات، یک مقدار واحد یا محدوده‌ی مقادیری مشخص در نظر بگیرد.

2.2 T-621 تایید صلاحیت دستورالعمل: بعد از اینکه صلاحیت دستورالعمل توسط کد مرجع تایید شد، تغییر در الزامات با مراجعه به جدول T-621 به اینصورت خواهد بود که با تغییر متغیرهای ضروری¹ باید صلاحیت دستورالعمل مجددا اثبات شود در حالی که تغییر در متغیرهای غیرضروری² نیاز به اثبات مجدد صلاحیت دستورالعمل ندارد. با این وجود تغییر در همه‌ی متغیرها اعم از ضروری و غیرضروری نیاز به ارائه ویرایش جدید دستورالعمل و یا ضمیمه شدن به دستورالعمل نوشته شده دارند.

T-630 تجهیزات

منظور از اصطلاح مواد نافذ (penetrant materials) که در این گفتار استفاده شده، تمامی مواد نافذ، امولسیفایرها، حلال‌ها یا تمیز کننده‌ها، آشکار سازها و ... است. دسته بندی و تشریح مایعات نافذ و نواع مواد آن‌ها در SE-165 از گفتار 24 آورده شده است.

T-640 الزامات گوناگون

1.1 T-641 کنترل آلاینده‌ها: استفاده کننده از این استاندارد حتما باید گواهی تایید مبنی بر مجاز بودن میزان آلاینده‌ها برای مواد نافذ مورد استفاده روی آلیاژهای پایه نیکل، فولادهای زنگ نزن آستینی یا دوپلکس و تیتانیوم را اخذ کند. در گواهی حتما بایستی کد مربوط به ترکیب شیمیایی مایع نافذ (Batch Number) و نتایج حاصل از تست آن‌ها مطابق با ضمیمه اجباری (II) در این گفتار، آورده شود. قابل ذکر است

¹ . essential variable

² . nonessential variable

کثیفی، گریس، پرز، پوسته، سرباره جوشکاری، جرقه‌های جوشکاری، رنگ، روغن و یا هرگونه ماده خارجی که ممکن است باعث بسته شدن دهانه باز ناپیوستگی‌های سطحی قطعه شده و یا تداخلی در آزمایش ایجاد کنند، تمیز گردد.

(C) تمیز کننده‌های معمول عبارتند از مواد شوینده،

که این یافته‌ها در صورت نیاز کد مرجع حتما باید نگهداری و بایگانی شوند.

T-642 آماده سازی سطح:

(a) به طور کلی ممکن است بتوان با آزمایش روی سطح خود قطعه جوشکاری شده، نورد شده، ریخته‌گری

توجه:

جدول T-621 الزامات دستورالعمل تست مایعات نافذ		
الزامات	متغیر ضروری	متغیر غیر ضروری
<ul style="list-style-type: none"> • شناسایی و هرگونه تغییر در نوع یا گروه مواد نافذ شامل: آشکارسازها و امولسیفایرها ... • آماده سازی سطح (عملیات نهایی و تمیزکاری، شامل نوع حلال تمیزکننده) • روش اعمال مایع نافذ • روش حذف مایع نافذ اضافی از روی سطح • غلظت امولسیفایر (آب دوست یا چربی دوست) و زمان توقف در مخازن غوطه وری و مدت زمان متلاطم سازی در امولسیفایرهای آب دوست • غلظت امولسیفایرهای آب دوست در روش اسپری کردن آن‌ها • روش اعمال آشکارساز • حداقل و حداکثر دوره زمانی بین مراحل و وسایل کمکی جهت خشک کردن • کاهش دادن زمان انتظار جهت نفوذ مایع نافذ (Penetrant Dwell Time) • افزایش دادن زمان انتظار عملکرد آشکارساز (زمان تفسیر) (Developer Dwell Time/Interpretation time) • حداقل شدت نور • دمای سطح قطعه اگر خارج از محدوده ۴۰ تا ۱۲۵ درجه فارنهایت (یا به عبارتی خارج از محدوده ۵ تا ۵۲ درجه سلسیوس) باشد و یا خارج از محدوده دمایی‌ای باشد که قبلا برای آن تایید صلاحیت شده. • اثبات یا تایید عملکرد، در صورتی که نیاز شود. • الزامات صلاحیت پرسنل • مواد، شکل‌ها یا اندازه‌هایی که باید تست شوند و گستره‌ی آزمایش • تمیز کاری پس از آزمایش 	<ul style="list-style-type: none"> * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * 	<ul style="list-style-type: none"> * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

حلال‌های آلی، محلول‌های پوسته زدا و رنگ زداها. روش‌های گریس زدایی و تمیز کاری اولتراسونیک نیز ممکن است استفاده شوند.

(d) حلال‌های تمیز کننده باید الزامات T-641 را برآورده کنند. انتخاب یک روش مناسب جهت تمیز کاری یکی از مراحل مهم فرآیند تست است.

شده و یا آهنگری شده بتوان به نتایج رضایت بخشی دست یافت. با این حال اگر در سطح قطعه بی‌نظمی‌هایی وجود داشته باشد که باعث پوشیده شدن نشانه‌های مربوط به ناپیوستگی‌ها شود، در آن صورت آماده سازی سطح به روش‌های سنگ زنی، ماشین کاری یا دیگر روش‌ها بلامانع است.

(b) قبل از هر بار انجام تست مایعات نافذ، سطح مورد تست و منطقه مجاور آن تا فاصله یک اینچ (25mm) بایستی کاملا خشک شده و از هرگونه

T-643 خشک کردن بعد از آماده سازی:

بعد از تمیزکاری، سطوح حتما باید خشک شوند. این خشک شدن می‌تواند توسط تبخیر معمولی یا با فشار هوای خنک یا گرم انجام شود. حداقل بازه زمانی لازم به میزانی است که از تبخیر محلول‌های تمیز کننده قبل از انجام تست اطمینان حاصل شود.

T-650 تکنیک

T-651 تکنیک‌ها

خواه از ماده نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی استفاده کنیم یا از ماده نافذ فلورسنتی، ماده نافذ باید همراه یکی از فرایندهای زیر استفاده گردد:

- (۱) قابل شستشو با آب^۳
- (۲) پس از قابل امولسیون سازی^۴
- (۳) قابل زدودن توسط حلال^۵

استفاده از مواد نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی یا فلورسنتی در ترکیب با هر کدام از سه روش بالا، مجموعاً شش تکنیک آزمایش مایعات نافذ را بوجود می‌آورند.

T-652 تکنیک‌هایی برای دماهای استاندارد

بعنوان محدوده دمایی استاندارد، دمای مایع نافذ و سطح قطعه در حین انجام آزمایش نباید کمتر از ۴۰ درجه فارنهایت (۵ درجه سانتی‌گراد) و بیشتر از ۱۲۵ درجه فارنهایت (۵۲ درجه سانتی‌گراد) باشد. حرارت دادن یا سرد کردن موضعی قطعه جهت نگهداری دمای قطعه در محدوده دمایی ۵ تا ۵۲ درجه سانتی‌گراد در حین آزمایش مجاز می‌باشد. در صورت عدم امکان انجام آزمایش در محدوده دمای استاندارد، دماها و زمان‌های دیگر ممکن است بتوانند استفاده گردند، به شرطی که دستورالعمل انجام تست برای این شرایط خاص، بر مبنای T-653 تهیه شده و تایید صلاحیت گردد.

T-653 تکنیک‌هایی برای دماهای غیر استاندارد.

در صورتی که انجام آزمایش در محدوده دمایی استاندارد عملی نباشد، دستورالعمل آزمایش نوشته شده برای دماهای پایین‌تر یا بالاتر، نیاز به تایید صلاحیت مواد پنترن و همچنین پروسه آزمایش، مطابق با ضمیمه اجباری III همین گفتار دارد.

T-654 محدودیت‌های تکنیک

انجام تست مایعات نافذ به روش فلورسنت بعد از روش تست مایعات نافذ زیر نور مرئی مجاز نیست. ترکیب کردن مواد نافذ از خانواده‌های متفاوت یا مارک‌های تجاری مختلف مجاز نیست. آزمایش مجدد با مایعات نافذ قابل شستشو با آب ممکن است موجب کاهش نشانه‌های مرزی به دلیل آلودگی شود.

T-660 کالیبره کردن

نورسنج‌ها چه برای نور مرئی و چه فلورسنت (نور سیاه)، حتما باید حداقل سالی یکبار یا زمانی که تعمیر می‌شوند، کالیبره گردند. حتی اگر نورسنج برای مدت یک سال یا بیشتر استفاده نشود، قبل از استفاده، کالیبره کردن آن ضروریست.

T-670 بازرسی

T-671 اعمال مایعات نافذ

مایع نافذ را می‌توان بوسیله وسایل مناسب با روش‌هایی از قبیل نیمه غوطه وری، برس زنی یا اسپری روی قطعه اعمال کرد. در صورت اعمال مایع نافذ بوسیله اسپری کردن از نوع هوای فشرده، بایستی دریچه یا فیلترهایی در بخش انتهایی و نزدیک به دهانه خروجی هوا قرار گیرد تا مانع از آلوده شدن ماده نافذ بوسیله روغن، آب، خاک و یا هرگونه رسوب احتمالی شود.

T-672 زمان (انتظار) نفوذ مایع نافذ

زمان انتظار نفوذ حتما مایع نافذ یک پارامتر مهم و بحرانی است. حداقل زمان نفوذ باید طبق جدول T-672 بوده و یا برای کاربردهای خاص تایید صلاحیت گردد.

³ Water washable

⁴ Post-emulsifying

⁵ Solvent removable

T-673 زدودن مایع نافذ اضافی

توجه: جهت کسب اطلاعات بیشتر به SE165 مراجعه گردد.

T-673.3 مایع نافذ قابل شستشو با حلال:

مایع نافذ اضافی در این روش را باید با دستمال کشیدن‌های متوالی توسط یک پارچه و یا کاغذ جاذب رطوبت تا برطرف شدن همه اثرات آن پاک کرد. آنگاه اثرات باقیمانده را باید با دستمال کشیدن‌های آهسته‌ی پارچه یا کاغذ جاذبی که با حلال مرطوب شده است، پاک کرد. برای کاهش احتمال پاک کردن مایع نافذ از درون ناپیوستگی‌ها، بایستی از استفاده بیش از حد حلال اجتناب کرد. پاشیدن مستقیم حلال روی سطح، پس از اعمال مایع نافذ و قبل از اعمال آشکار ساز، ممنوع می باشد.

T-674 خشک کردن بعد از زدودن مایع نافذ اضافی:

(a) برای روش‌های قابل شستشو با آب یا امولسیون سازی می‌توان سطح را با تمیز کاری توسط مواد تمیز یا با استفاده از جریان هوای سیرکوله (فشرده) خشک نمود. بشرط اینکه دمای سطح از ۵۲ درجه سانتی‌گراد افزایش نیابد.

(b) برای روش قابل شستشو بوسیله حلال، سطح می‌تواند با تبخیر معمولی، تمیز کاری توسط مواد تمیز، دستمال کشیدن و یا اعمال هوای فشرده خشک شود.

T-675 آشکارسازی

آشکارساز باید بلافاصله بعد از زدودن مایع نافذ اضافی اعمال شود. این فاصله زمانی نباید از میزان اشاره شده در دستورالعمل بیشتر باشد. ضخامت ناکافی پوشش آشکارساز ممکن است که نتواند مایع نافذ را از درون ناپیوستگی‌ها بیرون بکشد و برعکس ضخامت اضافی پوشش ممکن است باعث پوشاندن (ماسک کردن) نشانه‌ها گردد.

برای مایعات نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی، فقط باید از آشکارسازهای خیس استفاده شود. برای مایعات نافذ فلورسنسی می‌توان از هر دو نوع آشکارسازهای خیس یا خشک استفاده کرد.

بعد از گذشت مدت زمان نفوذ مایع نافذ، تمام مایع نافذ باقیمانده روی سطح باید زدوده شود. باید دقت لازم را بکار برد تا حتی‌المقدور هیچ گونه مایع نافذی از درون ناپیوستگی‌ها زدوده نشود.

T-673.1 مایعات نافذ قابل شستشو با آب:

مایع نافذ قابل شستشو با آب بایستی بوسیله اسپری آب زدوده شود. فشار آب نباید از 50 psi (350 kpa) بیشتر و دمای آب نیز نباید از 43° C (110° f) بیشتر باشد.

T-673.2 مایع نافذ قابل شستشو با آب پس از

امولسیون سازی:

(a) امولسیون سازی چربی دوست: بعد از پایان زمان نفوذ مایع نافذ، مایع نافذ اضافی روی سطح، حتما باید معلق سازی (امولسیفای شدن) قطعه با غوطه‌وری قطعه در امولسیفایر یا قرار دادن قطعه درون ظرف حاوی ماده امولسیفایر انجام گیرد. زمان امولسیون سازی تابع نوع امولسیفایر و شرایط سطح قطعه است. زمان واقعی امولسیون سازی باید بطور تجربی تعیین گردد. بعد از طی زمان امولسیون سازی، مخلوط حاصله باید بوسیله غوطه وری در آب یا شستشو با آب از روی سطح پاک گردد. دما و فشار آب حتما باید بر اساس توصیه سازنده امولسیفایر باشد.

(b) امولسیون سازی آب دوست: بعد از پایان زمان نفوذ مایع نافذ و قبل از امولسیون سازی، ابتدا باید قطعات بوسیله اسپری آب، همانند روش مایعات نافذ قابل شستشو با آب، آب‌کشی شوند. این مدت بهیچ عنوان نباید بیش‌تر از یک دقیقه شود. پس از آن، مایع نافذ اضافی روی سطح، باید بوسیله غوطه‌وری یا اسپری امولسیفایر آب دوست، امولسیون سازی شود. غلظت امولسیفایر آب دوست حتما باید مطابق با توصیه سازنده باشد. بعد از امولسیون سازی قطعه، مخلوط حاصله حتما باید بوسیله روش غوطه‌وری در آب و یا آب‌کشی پاک شود. دما و فشار آب حتما باید مطابق با پیشنهاد یا توصیه سازنده باشد.

T-675.1 اعمال آشکارساز خشک

آشکارساز خشک حتما باید روی سطوح خشک توسط برس نرم، حباب‌های پودر پاش دستی، تفنگ پاشش پودر یا دیگر وسایل که بتوانند پودر را بصورت یکنواخت روی سطح بپاشند اعمال گردد.

T-675.2 اعمال آشکارساز تر:

قبل از اعمال مخلوط معلق آشکار ساز خیس روی سطح، برای اطمینان از توزیع مناسب و یکنواخت ذرات، مخلوط آشکارساز را باید حسابی تکان داده و بهم زد تا کاملا یکنواخت گردد.

a اعمال آشکارساز پایه آبی:

این آشکارسازها را می‌توان هم روی سطوح خشک و هم تر بکار برد. اعمال آن حتما باید با غوطه‌ور کردن، برس زنی، اسپری یا وسایل دیگری که لایه‌ای نازک را روی سطح آزمایش ایجاد می‌کنند، باشد. زمان خشک شدن را می‌توان با اعمال هوای گرم کاهش داد، با این شرط که دمای سطح قطعه به بالاتر از ۵۲ درجه افزایش نیابد. همچنین خشک کردن با پارچه مجاز نمی‌باشد.

b اعمال آشکار ساز پایه غیر آبی:

این نوع از آشکارسازها را باید حتما با اسپری اعمال کرد، مگر آنکه بدلیل ملاحظاتی ایمنی یا عدم دسترسی، این روش اعمال، امکان‌پذیر نباشد. در این صورت ممکن است با برس اعمال شود. برای مایع نافذ قابل شستشو با آب یا قابل شستشو با آب پس از امولسیون سازی، آشکارساز صرفا باید بر روی سطح خشک اعمال شود. برای مایع نافذ قابل شستشو با حلال آشکارساز باید بلافاصله بعد از حذف مایع نافذ اضافی اعمال شود. همچنین خشک کردن حتما باید با تبخیر معمولی انجام شود.

T-675.3 زمان انتظار آشکارسازی

زمان انتظار آشکارسازی برای تفسیر نهایی، بلافاصله بعد از اعمال آشکارساز خشک و برای آشکارسازهای تر، بلافاصله بعد از خشک شدن آن شروع می‌شود.

جدول T-672
حداقل زمان انتظار^۶

زمان توقف مایع نافذ (۱)	نوع ناپیوستگی	فرآیند تولید	ماده
۵	سرد جوشی، تخلخل، عدم ذوب و ترک‌ها	ریخته‌گری و جوشکاری	آلومینیوم، منگنز، فولاد، برنز، برنج، تیتانیوم و آلیاژهای دما بالا
۱۰	دندانه شدن فورجینگ (آهن‌گری)، ترک	شمش ریزی، اکستروژن، ورق آهن‌گری، ورق	ابزارهای نوک کاربیدی
۵	عدم ذوب، تخلخل، ترک‌ها	لحیم کاری یا جوشکاری شده	پلاستیک
۵	ترک‌ها	کلیه فرآیندهای تولید	شیشه
۵	ترک‌ها	کلیه فرآیندهای تولید	سرامیک

نکته:
این جدول برای محدوده دمایی ۱۰ تا ۵۲ درجه سانتی‌گراد است. برای محدوده دمایی ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد، حداقل زمان‌های قید شده در جدول، حتما باید دوبرابر شود.

⁶ Dwell time

T-676 تفسیر

(a) آزمایش حتما باید در منطقه ای کاملا تاریک انجام شود.

(b) شخص آزمایش گر باید حداقل ۵ دقیقه قبل از اجرای آزمایش در منطقه تاریک قرار گیرد تا چشمش با محیط سازگاری پیدا کند. لنز یا عینک آزمایش گر نباید حساس به نور باشد.

(c) حداقل مورد نیاز توان نور سیاه در سطح قطعه، برابر با $1000\mu\text{m}/\text{cm}^2$ در طی روند آزمایش است.

(d) پیشنهاد می شود انعکاس دهنده ها یا فیلترها قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرند و در صورت نیاز تمیز شوند. فیلترهای دارای ترک یا شکستگی حتما باید با سرعت تعویض گردند.

(e) هرگاه منبع نور تغییر کند یا دچار مشکل شود و یا هنگام تکمیل آزمایش یا سری آزمایشات، شدت نور سیاه حتما باید قبل از استفاده، با دستگاه سنجش شدت نور سیاه اندازه گیری شود.

T-677 تمیز کاری پس از پایان آزمایش

هنگامی که دستورالعمل ساخت مقید به تمیز کاری نهایی کرده باشد، پیشنهاد می شود این تمیز کاری بلافاصله پس از انجام آزمایش، ارزیابی و ثبت نتایج انجام گیرد؛ با استفاده از روشی که اثر منفی روی قطعه نگذارد.

T-680 ارزیابی

(a) همه نشانه ها باید بر اساس معیار پذیرش کدهای مرجع ارزیابی گردند.

(b) ناپیوستگی های سطحی با خروج (بیرون جهیدن) مایع نافذ شکل می گیرند؛ بهر حال وجود یک سری بی نظمی های سطحی به دلیل اثرات ماشین کاری یا دیگر شرایط سطحی، ممکن است نشانه های غلطی را ایجاد کنند.

(c) نواحی وسیع رنگی یا فلورسنتی که می توانند باعث پوشاندن نشانه ناپیوستگی ها بشوند قابل قبول نیستند و این نواحی حتما باید تمیز شده و آزمایش روی آن ها مجددا تکرار شود.

T-676.1 تفسیر نهایی: بازه زمانی تفسیر نهایی، اصلا نباید

زودتر از ۱۰ دقیقه و نباید دیرتر از ۶۰ دقیقه، البته با پیش فرض رعایت الزامات T-675.3 باشد. اگر میزان خروج مایعات نافذ نتایج آزمایش را تغییر ندهد، زمان های بیشتر نیز مجاز است. اگر سطح مورد آزمایش به اندازه ای بزرگ باشد که انجام کامل آزمایش با رعایت زمان فوق امکان پذیر نباشد، قطعه را باید قسمت بندی کرده و آزمایش را قسمت به قسمت انجام داد.

T-676.2: شناسایی و تشخیص نشانه ها:

اگر مایع نافذ بیش از حد به درون آشکارساز نفوذ کند، به سختی می توان نوع ناپیوستگی ها را ارزیابی کرد. در چنین شرایطی مشاهده از فاصله نزدیک به نحوه شکل گیری نشانه ها، هنگام اعمال آشکارساز، می تواند به شناسایی نشانه ها و همچنین تشخیص گستره آن ها کمک کند.

T-678.3 مایعات نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی:

با این نوع از مایع نافذ، آشکارساز پوشش یکنواخت و سفیدی را روی سطح قطعه ایجاد می کند. ناپیوستگی های سطحی با خارج شدن مایع نافذ و نفوذ آن ها در آشکارساز، بصورت نشانه های قرمز پرتنگ دیده می شوند. نشانه های صورتی کم رنگ ممکن است نشان دهنده تمیز کاری بیش از حد باشند. تمیز کاری ناکافی ممکن است باعث پس زمینه اضافی و تداخل در امر تفسیر شود. حداقل شدت روشنایی 100fc (1000lx) روی سطح قطعه نیاز است برای این که اطمینان حاصل کنیم از دقت کافی، هنگام ارزیابی نشانه ها. نیاز است که منبع نور، تکنیک مورد استفاده و اندازه گیری میزان نور موجود، صرفا یک بار بررسی شده و بصورت مکتوب در فایل بایگانی و نگهداری شوند.

T-676.4 مایعات نافذ فلورسنتی:

با این نوع از مایعات نافذ، فرآیند، اساسا مشابه T-676.3 است، با این استثناء که آزمایش تحت نور فرابنفش که آن را نور سیاه نیز می نامند انجام می پذیرد.

T-690 مستند سازی

T-691 ثبت نشانه ها

T-691.1 نشانه های قابل قبول: نشانه های قابل قبول
حتما باید مطابق با دستورات و الزامات کد مرجع ثبت و بایگانی
شوند.

T-691.2 نشانه های غیر قابل قبول: نشانه های غیر قابل
حتما باید ثبت گردند. حداقل نکاتی که در مورد این نشانه ها
حتما باید ذکر گردد، نوع نشانه ها (خطی یا گرد بودنشان)
موقعیت و اندازه (طول یا قطر و یا تراز قرارگیری) می باشد.

T-692 ثبت نتایج آزمایش

برای هر آزمایش، اطلاعات زیر حتما باید ثبت گردند:

- (a) شماره دستورالعمل و مرتبه ویرایش
- (b) نوع مایع نافذ (از باب قابل مشاهده زیر نور مرئی یا فلورسنت بودن)
- (c) نوع (شماره یا مخفف حروفی) مایع نافذ، تمیزکننده، امولسیون ساز و آشکارساز مورد استفاده
- (d) مشخصات پرسنل آزمایش گر و در صورت اعلام نیاز توسط کد مرجع، سطح صلاحیت آن ها
- (e) نقشه یا ثبت نشانه ها طبق T-691
- (f) ماده و ضخامت
- (g) تجهیزات نوری
- (h) تاریخ آزمایش

ضمیمه اجباری ۱: فهرست واژه‌های آزمایش مایعات نافذ

I-610 هدف و دامنه کاربرد:

در این ضمیمه اجباری، شاخص‌های استاندارد و معانی این شاخص‌ها که در گفتار 6 که مربوط به آزمایش مایعات نافذ است استفاده شده‌اند، ارائه می‌گردد.

I-620 الزامات عمومی

- (a) اصطلاحات فنی استاندارد برای آزمایشات غیرمخرب (ASTM E1316) به تطبیق و تصویب رسیده توسط کمیته SE-1316.
- (b) تعاریف شاخص‌های لیست شده در I-630(a) در قسمت SE-1316 Section G آورده شده است.
- (c) برای شاخص‌های عمومی، مانند نشانه، عیب، ناپیوستگی، ارزیابی و غیره، به گفتار ۱، ضمیمه اجباری ۱ مراجعه کنید.
- (d) پاراگراف I-630(b) لیست شاخص‌ها و تعاریفی که بر آنچه در SE-1316 و مشخصات فنی کد ساخت آمده، علاوه می‌شوند را ارائه می‌دهد.

I-630 الزامات

- (a) این شاخص‌های SE-1316 همراه با آنچه در این گفتار خوانده‌ایم، استفاده می‌گردند: نور سیاه (Black Light)، بیرون‌ریزی (Bleed-out)، پاک کردن (Blotting)، تمیز کاری (Clean)، آلودگی (Contaminant)، کنتراست (Contrast)، آشکارساز (Developer)، آشکارساز خیس پایه آبی (Developer aqueous)، آشکارساز خشک (Developer dry)، آشکارساز خیس پایه غیر آبی (Developer nonaqueous)، زمان آشکارسازی (Developing time)، زمان خشک شدن (Drying time)، زمان انتظار (Dwell time)، امولسیون کننده (Emulsifier)، خانواده (Family)، فلوروسنس (Fluorescence)، امولسیون سازی بیش از حد (Overemulsification)، مایع

نافذ (Penetrant)، مقایسه کننده مایع نافذ (Penetrant comparator)، مایع نافذ فلورسنت (Penetrant fluorescent)، مایع نافذ قابل شستشو با آب (Penetrant water washable)، تمیز کاری پایانی (Post cleaning)، امولسیون سازی بعدی (Post emulsification)، تمیز کاری قبل از تست (Precleaning)، آب پاشی (Rinse)، حلال پاک کننده (Solvent remover).

(b) شاخص‌های کد که در زیر آمده که در ارتباط با این گفتار مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

شدت نور سیاه (Black light intensity). یک کمیت مقداری از تابش فرابنفش

مایع نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی (Clor contrast penetrant). مایع نافذ غیر فلورسنتی با نفوذ بسیار بالا که باعث مشاهده آسان نشانه‌ها تحت نور سفید در مدت آزمایش می‌شوند.

مایع نافذ قابل شستشو با آب پس از امولسیون سازی (Post-emulsification penetrant). یک نوع مایع نافذ که در ترکیب آن هیچ امولسیون کننده‌ای وجود ندارد، ولی به مرحله جداگانه امولسیون سازی جهت تسهیل زدودن مایع نافذ روی سطح توسط آب نیاز دارد.

مایع نافذ قابل زدودن بوسیله حلال (Solvent removable penetrant). یک نوع مایع نافذ که جهت زدودن اضافات آن از حلال پایه غیر آبی استفاده می‌شود.

ضمیمه اجباری II: کنترل آلاینده‌ها در تست مایعات نافذ

II-610 هدف و دامنه کاربرد

این ضمیمه شامل الزامات کنترل آلاینده همه مواد تست مایعات نافذ است که بر روی آلیاژهای پایه نیکل، فولادهای زنگ نزن آستینی و تیتانیوم انجام می‌گیرد.

II-640 الزامات

II-641 آلیاژهای پایه نیکل:

هنگام آزمایش آلیاژهای پایه نیکل، همه مواد تست حتما باید از نظر محتوای سولفور مطابق با SE-165, Annex 4, جداگانه آنالیز شوند. بعنوان روش جایگزین، مواد را می‌توان طبق SD-129 تجزیه کرده و مطابق با SD-516 آنالیز کرد. محتوای سولفوری نباید بیشتر از ۰.۱٪ وزنی باشد.

II-642 فولادهای زنگ‌نزن آستینی یا دوپلکس و

تیتانیوم:

هنگام تست این مواد، همه مواد تست حتما باید از نظر محتوای هالوژن مطابق با SE-165, Annex 4, جداگانه آنالیز شوند. بعنوان روش جایگزین، مواد را می‌توان مطابق با SD-808 یا SE-165, Annex 2 برای تشخیص میزان کلرین، و یا مطابق با SE-165, Annex 3 برای تشخیص میزان فلورین، تجزیه و آنالیز کرد. درصد وزنی مجموع هالوژن‌ها نباید بیش‌تر از ۰.۱٪ وزنی باشد.

II-690 مستند سازی:

گواهی‌نامه حاصل از مواد نافذ حتما باید شامل Batch No. سازنده و همچنین نتایج تست بدست آمده مطابق با II-640 باشد. این ثبت نتایج، حتما باید بعنوان الزامات کد مرجع، جهت مواقع لازم، نگهداری شوند.

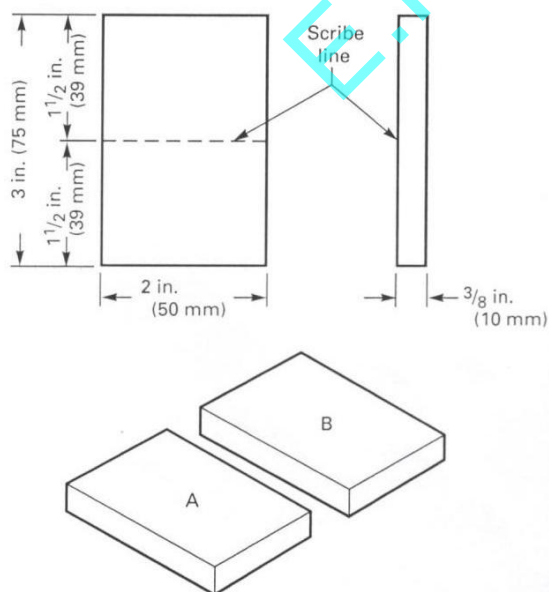
III-640 الزامات

III-641 بکارگیری (عملکرد) بلوک‌های مقایسه‌ای

III-641.1 دمای زیر ۵ درجه سلسیوس (۴۰ درجه فارنهایت).

اگر خواسته ما این باشد که مایع نافذ در دماهای کمتر از ۵ درجه سلسیوس تایید صلاحیت گردد، باید دستورالعمل پیشنهادی را بر روی بلوک B صورت داد؛ البته بعد از این‌که بلوک و کلیه مواد نافذ را تا آن دمای مورد نظر سرد کرد. این دما باید تا پایان زمان آزمایش برقرار بماند. حال باید دستورالعمل استاندارد را که قبلا برای استفاده در محدوده دمایی ۵ تا ۵۲ درجه سلسیوس اثبات (تایید صلاحیت) شده را نیز بر روی بلوک A اجرا کرد. اکنون باید نشانه‌های ترک‌ها بین دو بلوک با هم مقایسه گردند. اگر نشانه‌های بدست آمده در بلوک B همان‌گونه که در بلوک A بدست آمده‌اند، ظاهر گردند، آن‌گاه این دستورالعمل پیشنهادی برای دمای مورد نظر را می‌توان تایید صلاحیت شده تلقی کرد. یک دستورالعمل تایید شده برای دمای کمتر از ۵ درجه سلسیوس، می‌تواند برای بازه دمایی از همان دما تا دمای ۵ درجه تایید صلاحیت شده در نظر گرفته شود.

Figure III-630
Liquid Penetrant Comparator



GENERAL NOTE: Dimensions given are for guidance only and are not critical.

ضمیمه اجباری III: تکنیک‌هایی برای دماهای غیر استاندارد

III-610 هدف و دامنه کاربرد:

هنگامی که انجام آزمایش در دماهای ۵ تا ۵۲ درجه سانتی‌گراد عملی نیست، لازم است که دستورالعمل آزمون جهت این دما مطابق با این ضمیمه تایید صلاحیت گردد.

III-630 مواد:

بلوک‌های مقایسه‌ای مایعات نافذ باید ساخته شوند. این بلوک‌ها الزاما باید از جنس آلومینیوم ASTM B 209 Type 2024 و با ضخامت 9.5mm و با ابعاد تقریبی 50 میلی‌متر در 75 میلی‌متر باشند. در مرکز هر سطح (روی) بلوک، ناحیه‌ای با قطر حدودا یک اینچ یا 25mm را باید با یک مداد شمعی یا رنگ نشان دهنده دمای ۵۱۰ درجه سلسیوس (۹۵۰ درجه فارنهایت) علامت‌گذاری کرد. ناحیه مشخص شده را حتما باید در محدوده ۵۱۰ تا ۵۲۴ درجه سلسیوس (۹۵۰ تا ۹۷۵ درجه فارنهایت) توسط یک مشعل جوشکاری یا چراغ بنزن یا هر وسیله مشابه حرارت داد؛ سپس بلافاصله باید قطعه را در آب سرد کونچ کرد، که این باعث می‌شود که شبکه‌ای از ترک‌های ریز در هر دو روی بلوک ایجاد شود.

سپس قطعه را باید با حرارت دادن تا دمای حدود ۱۴۹ درجه سلسیوس (۳۰۰ درجه فارنهایت) خشک کرد. بعد از سرد شدن، باید بلوک را به دو نیم تقسیم کرد. نیمی از بلوک را تحت عنوان بلوک A و نیم دیگر را تحت نام بلوک B برای عملیات بعدی نام می‌دهیم. شکل III-630 بلوک‌های مقایسه‌ای A و B را نشان می‌دهد. بعنوان جایگزین می‌توان دو بلوک جداگانه را، هر کدام با ابعاد ۵۰ در ۷۵ میلی‌متر مطابق آنچه بالا گفته شد ساخته، حرارت‌دهی و کونچ کرد. از دو بلوک با طرح ترک‌های تقریبا منطبق با هم می‌توان استفاده کرد. بلوک‌ها حتما باید تحت نام A و B نام‌گذاری گردند.

III-641.2 دماهای بیشتر از ۵۲ درجه.

اگر دمای پیشنهادی بالاتر از ۵۲ درجه باشد، بلوک B را باید در طول آزمایش، در این دما نگهداری کرد. نشانه ترک ها باید مطابق III-641.1 بین بلوک‌های B (که تا پایان آزمایش در همان دمای خاص بوده) و A (که در دمای استاندارد بوده است) با یکدیگر مقایسه گردند.

برای تایید یک دستورالعمل برای دماهای بالاتر از ۵۲ درجه سلسیوس، حتما باید مرز بالایی و پایینی برای محدوده دمایی در نظر گرفته شود و دستورالعمل برای این محدوده دمایی تایید صلاحیت گردد. [بعنوان مثال برای تایید صلاحیت یک دستورالعمل برای بازه دمایی ۵۲ تا ۹۳ درجه سلسیوس (۱۲۶ تا ۲۰۰ درجه فارنهایت)، قابلیت مایع نافذ برای آشکارسازی نشانه‌ها روی بلوک مقایسه‌ای، باید بر روی هر دو دما اثبات گردد.]

III-641.3 تکنیک‌های جایگزین برای مایع نافذ قابل

مشاهده زیر نور مرئی.

بعنوان جایگزینی برای الزامات مطرح شده در پاراگراف‌های III-641.1 , III-641.2 هنگام استفاده از مایعات نافذ قابل مشاهده زیر نور مرئی، این اجازه وجود دارد که از یک بلوک مقایسه‌ای تکی، هم برای دمای استاندارد و هم غیر استاندارد استفاده کرد و برای مقایسه از عکس‌برداری از بلوک در هر دو موقعیت و سپس مقایسه نشانه‌ها استفاده کرد.

(a) اگر از تک بلوک و تکنیک عکس‌برداری برای مقایسه استفاده می‌شود، جزئیات فرآیند (حتی‌المقدور) آن‌گونه که در بخش‌های III-641.1 , III-641.2 بیان شده انجام شود. بلوک باید بین دو مرحله فرآیند به طور کامل تمیز شود. عکسها را باید بعد از اتمام کار در دماهای استاندارد و غیر استاندارد تهیه کرد تا نشانه ترک ها بین عکس‌های دو فرایند مورد مقایسه قرار گیرند. معیارهای مشابه برای محدوده پذیرش جهت تعیین صلاحیت مطابق با III-641.1 باید بکار گرفته شود.

(b) برای تهیه عکس‌های مناسب برای مقایسه باید از تکنیک‌های مشابه عکس‌برداری استفاده شود.

ضمیمه اجباری ۸ - روش‌های تست مایعات نافذ

8-1 هدف و دامنه کاربرد

نشانه یک ناپیوستگی ممکن است بزرگ‌تر از خود ناپیوستگی‌ای باشد که آن را بوجود آورده؛ بهرحال، ساینز نشانه‌ها پایه و اساس ارزیابی است.

(a) این ضمیمه، هنگامی که این بخش از استاندارد، بخواهد تست PT را بکار گیرد، روش‌های انجام را تشریح می‌کند.

صرفاً، نشانه‌ای که بُعد اصلی آن بیش از 1.5mm باشد، نشانه مربوط (Relevant indication) در نظر گرفته می‌شود.

(b) Article 6 از Sec V لزوماً باید بکار گرفته شود جهت جزئیات الزامات انواع روش‌ها، دستورالعمل‌ها و تایید صلاحیت‌ها؛ به جز استثنائاتی که در این ضمیمه به طور مشخص به آن‌ها اشاره شده است.

(a) نشانه خطی نشانه‌ای است که طولش بیش از سه برابر عرضش باشد.

(c) تست مایعات نافذ مطابق حتماً باید مطابق با دستورالعمل تایید شده انجام پذیرد. دستورالعملی که توسط سازنده، مطابق با الزامات T-150 SECTION V تایید صلاحیت شده باشد.

(b) نشانه گرد نشانه‌ای است که طولش مساوی یا کوچک‌تر از سه برابر عرضش باشد.

(d) مستنداتی که نشانگر این هستند که آزمون‌های مورد نیاز انجام شده و نتایج، قابل قبول می‌باشند، حتماً بایستی در دسترس بازرس باشند.

(c) نشانه‌های مشکوک یا پرسش برانگیز باید برای چک کردن مربوط یا نامربوط بودنشان، حتماً دوباره تست گردند.

8-4 استاندارد (محدوده) پذیرش

حتماً باید این محدوده پذیرش‌های استاندارد ذکر شده در زیر بکار گرفته شوند، مگر این‌که محدودیات استاندارد دیگری بدلیل استفاده از مواد خاص یا کاربردهای خاص ذکر شده در این قسمت از استاندارد (ASME Sec VIII – Div. 1) محدود پذیرش دیگری را اجبار کرده باشد.

8-2 تایید صلاحیت پرسنل آزمون‌های غیر مخرب

سازنده حتماً باید آزمون‌گر مایعات نافذ را تایید کند؛ به گونه‌ای که الزامات زیر را برآورده کند:

کلیه سطوح مورد آزمایش باید عاری باشند از:

- (a) هر گونه نشانه خطی مربوط (relevant)؛
- (b) هر گونه نشانه گرد بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر؛
- (c) چهار یا بیشتر نشانه گرد مربوط (Relevant) در یک خط، به گونه‌ای که فاصله لب به لب آن‌ها از هم از یک و نیم میلی‌متر بیشتر نباشد.

(a) شخص آزمون‌گر باید (حتی در صورت نیاز با استفاده از عینک، لنز یا هر گونه عملی که باعث اصلاح و بهبود بینایی او شود) توانایی خواندن نمودار استاندارد Jaeger Type No. 2 را از فاصله ۱۲ اینچی (یا ۳۰۰ میلی‌متری) داشته باشد. همچنین این فرد بتواند رنگ‌ها و اختلاف کنتراست بین رنگ‌ها را تشخیص دهد. این الزامات باید سالیانه چک شوند.

8-5 الزامات تعمیر

ناپیوستگی‌های غیر قابل قبول برای حذف یا کاهش سایش‌شان تا میزان قابل قبول حتماً باید تعمیر شده و دوباره آزمایش شوند. هنگامی که برای رفع یک ناپیوستگی تنها تکه‌کاری و یا سنگ‌زنی کفایت کند و نیاز به جوش کاری بعدی نباشد، نواحی تمیز شده حتماً باید دقت شود تا با نواحی اطرافش یکنواخت گشته و از ایجاد هر گونه شکاف، تیزی یا گوشه‌های تیز

(b) آزمون‌گر دارای مهارت در آن تکنیکی از تست مایعات نافذ که در آن تایید صلاحیت شده باشد. شامل انجام آزمون، تفسیر و ارزیابی نتایج، بجز در جاهایی که روش آزمون شامل چند مدل عملیات متفاوت باشد و ایشان صرفاً در ورد یکی از آن‌ها تایید صلاحیت شده باشد.

اجتناب شود. چنانچه بعد از رفع ناپیوستگی، به جوشکاری مجدد نیاز باشد، سطوح مورد نظر باید کاملا تمیز گشته و جوشکاری مطابق دستورالعمل تایید شده انجام پذیرد.

(a) عملیات بر روی نشانه‌های غیر مربوط (Nonrelevant). هر نشانه غیر مربوطی را باید یک ناپیوستگی تلقی گردد، مگر آن که بوسیله تست مجدد با همان شرایط قبل یا انجام دیگر تست‌های و/یا بوسیله شرایط سطحی اطمینان یابیم که هیچ ناپیوستگی غیر قابل قبولی وجود ندارد.

(b) آزمایش روی قسمت‌هایی که عیوب آن‌ها زدوده (برطرف) شده است. بعد از رفع عیب و قبل از جوشکاری جهت تعمیر، ناحیه مورد تعمیر بوسیله روش‌های مناسب باید دوباره تست گردد تا اطمینان حاصل شود که عیب برطرف گشته و یا سایز آن تا حد یک ناپیوستگی قابل قبول کاهش یافته است.

(c) تست مجدد نواحی تعمیر یافته. بعد از این که تعمیر بطور کامل انجام شد، ناحیه تعمیر شده حتما باید با محیط اطراف یکنواخت گردد تا از ایجاد گوشه‌ها و درزهای تیز جلوگیری شود و سپس بوسیله روش مایعات نافذ و سایر روش‌هایی که اصولا برای آن ناحیه کاربرد دارند، تست مجدد انجام پذیرد. استثنائی که وجود دارد اینست که چنانچه عمق ناحیه تعمیری از حداقل قابل تشخیص توسط روش رادیوگرافی کمتر باشد، رادیوگرافی می‌تواند حذف گردد.



با توجه به استقبال متخصصان و علاقمندان عرصه جوش و تست های غیر مخرب به اطلاع میرساند
تبت نام جهت برگزاری دوره همزمان با گروه های دیگر مهیا گردیده است.

خدمتی دیگر به متخصصان و علاقمندان به حرفه بازرسی فنی

شرکت مهندسی نفتا کیفیت آزما

برگزار میکند:

دوره میان مدت بی نظیر

تربیت متخصص تست های غیر مخرب جوش

(NDT Engineering - 10th)

با سرمایه گذاری بی نظیر

ویژه پنجشنبه و جمعه ها

هزینه دوره آموزشی : ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال

www.weld-eng.ir

جهت کسب اطلاعات بیشتر و دریافت جزئیات و سرفصل دوره و گواهینامه های آموزشی پایان دوره میتوانید به سایت
مراجعه و یا با شماره های مذکور تماس حاصل فرمایید: ۰۲۱۶۶۵۱۳۲۷۲ - ۰۹۳۸۲۵۵۷۱۵۴ - فکس ۰۲۱۸۹۷۷۳۸۲۳

❖ آدرس محل برگزاری: تهران - خیابان آزادی - مترو آزادی - خیابان شادمان (شادمهر) - بعد از نصرت غربی
پلاک ۲۳۳، واحد ۴ - شرکت نفتا کیفیت آزما (نماینده تایید شده آکادمی بین المللی QAL انگلستان)