

روش تست غیر مخرب

ضرورت بازرسی

در ماده یا قطعه در حین ساخت، انواع نقصها با اندازه های متفاوت ممکن است به وجود آید که ماهیت و اندازه دقیق این نقص، کارکرد آتی قطعه را تحت تاثیر قرار می دهد. نقصهای دیگری مانند ترکهای ناشی از خستگی یا خوردگی، در حین کار با ماده نیز ممکن است به وجود آید. بنابراین برای آشکارسازی نقصها در مرحله ساخت و همچنین برای آشکارسازی و مشاهده آهنگ رشد آنها در حین عمر کاری هر قطعه یا مجموعه باید وسایل قابل اعتمادی در اختیار داشت.

انواع سیستمهای بازرسی

• تستهای مخرب (DT)

در این نوع تست آزمایشهای مختلف بر روی نمونه های استاندارد تهیه شده از قطعات مورد آزمون انجام می شود و پس از انجام تست نمونه از بین می رود.

معایب روش: سرعت پایین

پر هزینه بودن

ارائه اطلاعات فقط مربوط به نمونه ها

• تستهای غیر مخرب (NDT)

تست یا بازرسی غیر مخرب به روش هایی از بازرسی اطلاق می شود که در آنها کارایی یک قطعه بدون تغییر یا از بین رفتن آن قطعه، مورد بررسی قرار می گیرد.

تفاوتهای DT و NDT:

1) در روش های DT پس از اعمال آزمایش، قطعه کارایی

خود را از دست می دهد

2) در روش های DT نمی توان تمام محصولات را تحت آزمایش قرار داد و باید به صورت random تعدادی از نمونه ها را تحت آزمایش قرار داد.

3) در روش های DT نیاز به تهیه نمونه استاندارد وجود دارد که برای آزمایش های مختلف متفاوت است. آزمایشهای DT و NDT در عرض یکدیگر قرار ندارند و انجام یک تست باعث بی نیازی از تست دیگر نمی شود.

تلفظهای دیگر: غیر مخرب

تست های غیر مخرب (NDT) روش های غیر تهاجمی در تشخیص درستی از اجزاء یک ماده یا ساختار یا اندازه گیری برخی کمیت های تجسمی از یک شی است. در مقایسه با تست های مخرب، NDT روش تشخیص بدون وارد کردن آسیب، تنش یا خرابی در آزمایش شی است. معمولاً در آزمایش خراب کردن یک جسم هزینه زیادی صرف می شود و همچنین در عین حال در بسیاری اوضاع نا مناسب است.

NDT، بازیگر یک نقش مهم در تضمین هزینه موثر عملیات ایمنی و قابلیت اطمینان از کارخانه با استفاده از نتیجه گیری در انجمن است. NDT در اندازه های بزرگ از فضاهای صنعتی قابل استفاده است و در تقریباً هر مرحله در تولید یا سیکل عمر بسیاری از اجزاء مورد استفاده است. کاربرد اصلی آن در جو زمین، تولید نیروی قوی، قطعات خودرو، راه آهن، پتروشیمی و بازارهای خط لوله است. NDT بیشترین استفاده کاربردی را در جوشکاری دارد. آن در جوشکاری یا قالب یک ماده یا شیی جامد خیلی سخت گیر است، برای آن که هیچگونه ریسکی در انجام ندادن وظیفه اش، همچنین در آزمایش ساخت و تولید و هنگام استفاده در اغلب موارد ضروری ندارد.

NDT اصلی فقط برای ایمنی عملی است. علت این است که امروزه هزینه های زیادی را برای حفظ شیوه هایی که در

ان از کیفیت فرایند اطمینان حاصل می شود قبول کرده اند. مایه تاسف است که NDT بی حرکت مانده و در خیلی فضاهایی که وابسته به حیات انسان یا بوم شناسی است نمی تواند استفاده شود زیرا برای اینها خطر ناکه است. شاید در کم بودن هزینه پرداختی کمی برتری داشته باشد. از ادعاهای پی در پی که از حوادث ناشی از بکار گیری NDT می شود، این یک شکل از مدیریت ریسک غیر قابل قبول است. حادثه بدی شبیه به حادثه راه آهن در Eschede آلمان در سال 1998 فقط یک نمونه از این قبیل است، خیلی نمونه های دیگر نیز از این قبیل وجود دارند. برای انجام دادن تست NDT این خیلی مهم است که شرح دهیم کدام باید مورد قبول باشد و کدام را باید رد کنیم. یک تولید کاملاً بی عیب تقریباً شدنی نیست، به این دلیل مشخصات آزمایش ها ضروری هستند. امروزه تعداد زیادی از استانداردها و تنظیمات قابل قبول وجود دارد. آنها توصیف حدود بین وضعیت های خوب و بد هستند، به استثناء اغلب اوقاتی که روش های مخصوص NDT مورد استفاده است.

قابل اطمینان بودن یک روش NDT ، پی امدی بسیار ضروری است ، اما یکی از روش های مقایسه قابل توجه است ، اگر به برخی از وظیفه های آن مراجعه شود. هر روش NDT دارای مجموعه ای از فواید و ضررها است و از این رو برخی از آنها بهتر از دیگری برای یک کاربرد خاص هستند. توسط استفاده از عیبار کردن مصنوعی ، ابتدا حساسیت یک آزمایش سیستم را مشخص می کنند . اگر حساسیت آن کم باشد آزمایش شی دارای ضعف است و مورد تایید همیشگی نیست. اگر که همچنین حساسیت آن بالا باشد ، اجزائی با عیوب کوچک رد شده اند ، که آنها تمایل دارند باشند اگر در قابلیت استفاده مجدد اجزاء اهمیت داشته

باشند . با روش های اماری این ممکن است که از یک میدان مشکوک چشم پوشی کرد.

روش هایی از قبیل احتمال کشف (POD) یا روش ROC (عملیات وابسته به خصوصیات) مثالهایی از تحلیل استاتیکی روش ها هستند . همچنین صورتی از خطاهای انسانی وجود دارد که ما را در محاسبه نمودن هنگامی که قابلیت اطمینان کلی را تعیین می کنیم ، متحیر می سازند.

مهارت فنی کارکنان نیز صورت مهمی از ارزیابی غیر مخرب می باشد. NDT روش های فنی سخت اعتماد کردن در مهارتهای انسانی و شناسایی برای تعیین کردن ارزیابی و تفسیری از نتایج آزمایش است . آموزش درست و مناسب و مورد تایید کارکنان NDT برای آن است که یک ضرورتی در تضمین کردن مقدمات روش های کاملاً استئمار شده هستند . در انجا یک تعداد از انتشارات بین المللی است و شامل استاندارد های منطقه ای در تائید کردن صلاحیت کارکنان می باشد . در EN473 (اصول کلی صلاحیت و تایید کارکنان NDT) اتحادیه اروپا رشد یافتگی مخصوصی دارد برای این که با SNT-TC-1A آمریکا برابری کند .

بیشتر از 9 روش مشترک NDT مهم در زیر نشان داده شده اند که از مرجع گرفته شده اند .

در استفاده های زیادی که از آنها داریم ، عبارتند از : ET,ECT,AE,RT,UT -بعلاوه روشهای اصلی NDT ، روش های فنی دیگر آن قابل استفاده اند. از قبیل ترسیم تصویر لیزری، امواج کوچک الکترو مغناطیسی و خیلی بیشتر از آن و روشهای جدید تغییرات بوجود آمده دائمی و پیشرفته .

کاربرد ها و محدودیت های NDT

1) روش مایع نافذ : (Liquid penetrant)

با مایع نافذ از قدیمی ترین ، اقتصادی ترین و ساده ترین روش کشف عیوب سطحی غیر قابل تشخیص با چشم غیر مسطح می باشد .

اساس این روش آزمایش مبتنی بر قابلیت نفوذ بعضی از مایعات با استفاده از خاصیت موئینگی به داخل حفره ها و ترکهای خیلی نازک استوار است . بنا بر این برای آشکار سازی نقص هایی که سبب شکستن سطح کار شده اند ، به کار می رود ، این مایعات کشش سطحی کم و قابلیت تر کنندگی خوب نسبت به ماده آزمایش شونده دارند و قادرند روی سطح این مواد قشر نازکی تشکیل دهند .

روش بازرسی با مواد نفوذ کننده شش مرحله اساسی دارد و عبارتند از :

آماده سازی سطح .

کاربرد مواد نفوذ کننده و اعمال زمان برای نفوذ .

برداشت مواد نافذ اضافی .

کاربرد مواد ظهور و اعمال زمان برای ظهور .

مشاهده و بازرسی .

تمیز کاری نهایی .

انواع روشها :

فرآیند بازرسی با مایع نفوذ کننده نسبتاً ساده است ، زیرا شامل هیچ نوع سیستم الکترونیکی نیست ، و تجهیزات مورد نیاز ارزانتر از دیگر تجهیزات سیستم های آزمون های غیر مخرب است . معمولاً اجرای روشها و استاندارد های بازرسی برای قطعات تولیدی خاص ساده تر از روشهای پیچیده تر دیگر است . این روش برای بازرسی همه نوع مواد بجز مواد متخلخل به کار می رود ، و درپاره ای موارد ، حساسیت آن بیش از بازرسی به وسیله ذرات مغناطیسی است . بازرسی با مواد نفوذ کننده در واقع

برای همه قطعات با هر اندازه و شکلی مناسب است و برای کنترل کیفی تولیدات نیمه تمام و تمام شده و همچنین بازرسی مستمر قطعات در حین کار به کار می رود. این مورد را ممکن است در محل انجام داد، و بدین ترتیب از پیاده کردن قطعات مجموعه های پیچیده بزرگ جلوگیری کرد، و یا برای، مثلاً، بازرسی قطعات خارج از دید در حین تعمیرات اساسی هواپیما به کار برد.

در عمل مواد نفوذ کننده را به وسیله یکی از روشهای متداول بر روی سطح قطعه به کار میبرند. روش برگزیده به اندازه، شکل و تعداد قطعات مورد بازرسی بستگی دارد. بازرسی قطعه در محل نیز یکی از عوامل گزینش می باشد. مایعات نافذ، چه مرئی، چه فلورئوسنت می توانند بوسیله هر یک از راه های ذیل اعمال شوند:

- *مالیدن*: معمولاً با کهنه، پارچه پنبه ای، تمظیف یا برس اعمال می شود.

- *غوطه وری*: کل نمونه به داخل یک مخزن مایع نافذ، فرو برده می شود.

- *پاشش*: معمولاً با استفاده از پمپ مدار بسته کم فشار یا از قوطی های پاششی فشار، مایع نافذ روی سطح پاشیده می شود.

- *ریختن*: مایع نافذ با یک وسیله به سادگی روی سطح ریخته می شود

معمولاً برای بازرسی چندین قطعه نسبتاً کوچک بهتر است از روش فرو بردن کامل به درون مخزن حاوی مایع نفوذکننده استفاده شود. قطعات را باید پیش از غوطه وری کاملاً خشک کرد زیرا آب یا حلالهای تمیز کننده به جا مانده با آلوده شدن به ماده نفوذ کننده از نفوذ آن جلوگیری میکنند. در حین غوطه وری قطعه، باید دقت شود که

حبابهای هوا ایجاد نشوند و تمام سطوح بازرسی کاملاً خیس شوند. معمولاً قطعات را به مدت معینی در مایع فرو می‌برند و سپس بیرون می‌آورند. در خلال این مرحله، باید دقت شود که مایع نفوذ کننده از تمام منافذ خارج شده باشد. قطعاتی را که آثار ماده نفوذ کننده بر روی سطحشان وجود دارد، پس از خشک کردن باید دوباره غوطه‌ور ساخت.

معمولاً از شیوه سیلابی برای بررسی سطوح بزرگ قطعات ساده استفاده می‌شود. معمولاً ماده نفوذ کننده را با فشار پایینی که موجب ذره‌ای شدن سیال نمی‌شود، بر روی سطح می‌پاشند. باید مطمئن شد که ماده نفوذ کننده تمام سطح مورد بررسی را پوشانده، و سطح در تمام مدت نفوذ مرطوب باشد.

هنگامی که تنها بررسی قطعات تکی یا بازرسی قطعات در محل لازم است، ماده نفوذ کننده را به وسیله قلم مو یا از طریق قوطی افشان‌کداری (اسپری) به کار می‌برند. برای قطعات پیچیده تر از قلم مو استفاده شود. هنگام استفاده از شیوه سیلابی از خشک شدن ماده نفوذ کننده بر روی سطح باید جلوگیری کرد.

کاربرد ها:

- در مواد پر منفذ استفاده می‌شود.
- می‌تواند در جوشکاری، لوله‌سلی، جوشکاری برنج، ریخته‌گری، ورق‌کاری، فورج و قسمت‌های آلومینیومی پره‌های توربین و دیسک و چرخ‌دنده‌ها کاربرد داشته باشد.

محدودیت ها:

- نیاز درستی به تست سطح دارد.
- بیشتر سطوح شکننده را معیوب می‌سازد.

• برای تست سطح امکان دارد نیاز به پیش پاک سازی و تمیز کردن الودگی ها داشته باشیم.

• خطر بخار شدن وجود دارد.

• عیوب کم عمق و خیلی سفت به سختی پیدا می شوند.

• عمق درز ها (عیوب) نشان داده نمی شود.

آشکار سازی نقصهای زیر سطحی به روش های بازرسی دیگر نیاز دارد. نا همواری های سطحی و تخلخل مواد از عوامل دیگر عدم کارایی این سیستم اند. این مورد، به ویژه می تواند نشانه های غلط به وجود آورد، زیرا هر گونه خلل و فرج را به عنوان نقص بالقوه ای ثبت خواهد

(2) ذرات آهن ربایی: (Magnetic particle)

زمون ذرات مغناطیسی یکی از روش های آزمون های غیر مخرب برای تشخیص عیوب قطعات آهنی است. در این روش ذرات آهن بر روی ماده ای با خاصیت آهنربایی ریخته می شود و میدان مغناطیسی در آن القا می شود. در صورت وجود خراش و یا ترکی بر روی سطح و یا در نزدیکی سطح، در محل عیب قطب های مغناطیسی تشکیل می شود و یا میدان مغناطیسی در آن ناحیه دچار اعوجاج می گردد. این قطب های مغناطیسی باعث جذب ذرات آهن می شوند. در نتیجه وجود عیب را می توان از تجمع ذرات آهن تشخیص داد.

عموماً قبل از انجام آزمایش، خاصیت آهنربایی قطعات مورد آزمایش می بایستی زدوده شود. بطور کلی این روش اقتصادی بوده و انجام آن از آزمون فراصوت و آزمون مایعات نافذ آسان تر می باشد.

اصول: پارامترهای اصلی این روش مبتنی بر مفهوم های نسبتاً ساده ای است. در اصل، اگر قطعه مورد آزمایش از جنس مغناطیس شونده باشد و از آن مغناطیس عبور داده شود. خطوط قوای مغناطیس در برخورد با ناپیوستگی ها (تقریباً) عمود بر جهت میدان تغیر مسیر

می دهند و میدان نشت قویی را به وجود می آورند . این میدان نشت در سطح و بالای قطعه مغناطیسه قرار دارد ، حال چنانچه ذرات ریز مواد مغناطیس شونده بصورت خشک یا معلق در مایع یر روی سطح قطعه پاشیده شود ، در محل وجود عیب ، تجمع نموده پل مغناطیسی که به این ترتیب تشکیل می شود ، محل ، اندازه و شکل ناپیوستگی را تعیین می کند .

برای آزمایش ذرات مغناطیسی ، سطح قطعه بایستی نسبتاً صاف باشد . چه در غیر اینصورت در اثر نا صافی و شیارهای سطحی ، ذرات پل میزنند و احتمالاً ترک در زیر پوشش آنها مخفی می ماند . گاهی از رنگ سفید زود خشک شونده زمینه سفیدی بوجود آورده میشود تا براده سیاه در متن سفید به خوبی مشاهده گردد . گاهی هم براده ها را رنگ می زنند تا راحت تر دیده شوند . اگر براده با رنگ فلئورسنت آغشته گردند در زیر تابش نور ماوراء نفش به وضوح دیده می شوند .

خاصیت مغناطیس را در قطعه به وسیله آهنرباهای دائم ، آهنرباهای الکتریکی ، یا با گذراندن جریانهای قوی از درون یا پیرامون آن می توان القاء کرد .

این شیوه به سبب امکان تولید میدانهای مغناطیسی شدید در درون قطعات ، در عملیات کنترل کیفیت کاربرد گسترده ای دارد . این روش در تشخیص و آشکار سازی ترکها حساسیت خوبی دارد . چرخ دنده ها محورها و قطعات مشابه را پس از زمایش مغناطیس زدائی می کنند تا ضمن کار و یا تراش براده ها و ذرات را جذب ننمایند .

انواع روشها :

تشخیص عیوب در قطعه توسط بازرسی ذرات مغناطیسی به روشهای پیوسته و پسماند، میدانهای مغناطیسی، میدان

حلقوي، ميدان مغناطيسي طوي، ميدان مغناطيسي چرخنده انجام ميشود.

مزايای آزمایش با ذره مغناطيسي

الف - قابل اعتمادترین متد برای پیدا کردن ترکها سطحی، خصوصاً ترکهای خیلی ظریف و کم عمق می باشد.
ب - علائم وجود و یا عدم وجود عیب روی خود قطعه ظاهر می شود

ج - کنترل سریع بوده و انجام آن آسان می باشد.
اپراتور می تواند طرز کار را بدون آموزش طولانی یا خیلی فنی به آسانی بیاموزد.

د- محدودیتی برای اندازه یا شکل قطعه مورد آزمایش وجود ندارد.

ه - ترکها اگر با ماده خارجی دیگری پر شده باشند نیز در این روش پیدا می شوند.

و - در حالت عادی پاک کردن قبلی نمونه لازم نیست.

ز - پوشش نازک رنگ یا سایر پوشش های غیر مغناطيسي مانع کار نخواهد شد.

ر - در این متد از تجهیزات الکترومکانیکی استفاده می شود که پرداخت و ظرافت چندانى لازم نداشته و می تواند در کارگاه ساخته شود. نگهداری آن نیز آسان است.

ط- این متد می تواند بطور خود کار بکار رود و نسبتاً ارزان است.

کاربرد ها:

• مواد فرو مغناطيسي

• درز های (عیوب) سطوح بزرگ و کوچک می تواند نشان

داده شود.

• می تواند در جوش کاری ها، لوله کشی گاز، میله ها، ریخته گری ها، ورق کاری ها، فورج، اکستروژن، قطعات موتور، شافت ها و چرخ دنده ها کاربرد داشته باشد.

محدودیت ها:

• پیدا کردن عیوب، محدود به میدان توانایی و رهبری است.

• نیاز به تمیز کاری و سطوح نسبتا صاف دارد.

• به مقداری لوازم نصبی نگهداری شده (جانبی) برای تعدادی از شیوه های مغناطیس کننده نیاز دارد.

• توانایی آزمایش قطعات به مغناطیس زدایی نیاز دارد که می تواند برای برخی اشکال سخت باشد.

• عمق عیوب نمی تواند مشخص شود.

3) جریان مخالف: (Eddy current)

در این روش با استفاده از یک میدان مغناطیسی متغیر در یک ماده رسانا جریان الکتریکی گردابی القا می شود و این جریان الکتریکی اندازه گیری می شود. وجود گسستگی هایی مانند ترک در ماده باعث ایجاد وقفه در این جریان می شود و بدین طریق می توان به وجود چنین عیبی پی برد. در ضمن مواد مختلف دارای رسانایی الکتریکی نفوذپذیری متفاوتی هستند. بنابراین می توان بعضی از مواد را با این روش رده بندی نمود.

کاربرد ها:

• فلزات، الیازها و رساناهای الکتریکی.

• مواد طبقه بندی شده.

• درز های سطوح بزرگ و کوچک می تواند نشان داده شود.

• در لوله کشی گاز، سیم، گیره ها، ریل ها، روکش های غیر فلزی، اجزاء الکتریکی هواپیما، پره های

توربین، دیسک ها و شافت های انتقال دهنده نیرو در خودرو استفاده می شود.

محدودیت ها :

- پراب (میله بازرسی) مخصوصی نیاز دارد.
- بایستی پراب روبروی قطعه بسته شود ، هرچند که محل تماسی ندارد.
- نفوذ کمی دارد (به طور مثال 5 میلی متر)
- به علت متغیر های پارامتری کنترل نشده ، نشانه های معیوبی دارد.

4) ما فوق صوت: (Ultrasonics)

آزمون فراصوت (Ultrasonic Testing (UT)) یکی از روش های آزمون های غیر مخرب است. در این روش امواج فراصوت با فرکانس بالا و با دامنه کم به داخل قطعه فرستاده می شوند. امواج فراصوت ارتعاشات مکانیکی هستند که توسط ترانسدیوسرهای پیزوالکتریک در ماده الاستیک ایجاد می شوند. فرکانس امواج فراصوت عموماً بین ۰/۱ مگاهرتز تا ۵۰ مگاهرتز است. در اکثر کاربردهای صنعتی از فرکانس ۰/۵ مگاهرتز تا ۱۵ مگاهرتز استفاده می شود. این امواج پس از برخورد به هر گسستگی بازتابیده می شوند و قسمتی از این امواج به سمت حسگر رفته و حسگر آن را دریافت می کند. از روی دامنه و زمان بازگشت این امواج می توان به مشخصه های این گسستگی پی برد. از کاربردهای این روش می توان به اندازه گیری ضخامت و تشخیص عیوب موجود در قطعات نام برد. یکی از امتیازات مهم این روش توانایی آن در تشخیص عیوب بسیار کوچک به علت استفاده از فرکانس بالا و در نتیجه طول موج بسیار کوچک است.

اصول : در این روش صوت از میان محیط های جامد به راه های مختلف منتشر می شود، و تغییرات را بر روی صفحه دستگاه التراسونیک نمایان می سازد و به این طریق اپراتور عیوب داخلی قطعه مورد آزمایش را تشخیص می دهد.

کاربرد ها:

- فلزات ، غیر فلزات و کامپوزیت ها .
- درزهای زیر سطحی کوچک سطوح می توانند کشف شوند.
- در جوشکاری ،لوله کشی گاز ، مفصل ها ،ریخته گری ها ، ورق کاری ها ،فورج محور ها،اجزاء بنیادی بتن،لوله ها یا مجراهای سنگین،هواپیما و قطعات موتور می تواند بکار رود.
- در تعیین ضخامت و خواص مکانیکی استفاده می شود.
- نظارت تعمیراتی بر خوردگی ها و خرابی ها دارد.

محدودیت ها :

- معمولا محل تماس ان مستقیم یا با واسطه است.(مانند تست غوطه وری یا e.g)
- پراب های مخصوصی برای کاربرد ها مورد نیاز است .
- حساسیت محدودی توسط فرکانس بکار رفته دارد و مقدار مواد علت قابل توجه پراکندگی ان است.
- پراکندگی توسط آزمایش ساختار فلز می تواند دلیلی بر معیوب بودن نشانه ها شود.
- کاربرد ان در خیلی از مواد اسان نیست .

(5) پرتو نگاری نورتون: (Radiography neutron)

کاربرد ها :

- فلزات، غیر فلزات، کامپوزیت ها و فلزات الیازی

• در مواد آتش‌زا، رزین‌ها، پلاستیک‌ها، مواد آلی، ساختارهای لانه زنبوری، مواد رادیو اکتیو، مواد با چگالی آلی و فلزات حاوی هیدروژن کارایی دارد.

محدودیت‌ها:

- دستیابی برای قرار دادن نمونه آزمایش در میان منبع و کشف‌کننده
- اندازه قسمت ساکن دستگاه منبع نوترون (راکتور) برای منبع نیروهای معقول خیلی بزرگ است.
- موازی قرار می‌گیرد، صاف می‌کند یا در غیر اینصورت تغییر دادن پرتو دشوار است.
- اتفاقات تشعشعی
- بیشتر شکاف‌ها می‌توانند جهت‌یابی موازی در پرتو افکندن برای کشف داشته باشند.
- کاهش حساسیت با افزایش ضخامت.

رادیوگرافی

آزمون رادیوگرافی به استفاده از امواج گاما و ایکس، که قابلیت نفوذ در بسیاری از مواد را دارند، برای بررسی مواد و تشخیص عیوب محصولات گفته می‌شود. در این روش اشعه ایکس و یا رادیواکتیو به سمت قطعه هدایت می‌شود و پس از عبور از قطعه بر روی فیلم منعکس می‌شود. ضخامت و مشخصه‌های داخلی باعث می‌شوند نقاطی در فیلم تاریک‌تر و یا روشن‌تر دیده شوند.

اصول: اساس بازرسی رادیوگرافی بر مبنای دو اصل می‌باشد نفوذ و جذب، در این روش باید برای هر قطعه انرژی انتخاب شود که علاوه بر اینکه قابلیت نفوذ و عبور از قطعه را داراست مقداری از آن انرژی به ذرات داخل قطعه برخورد کرده و جذب آن قطعه شود.

(6) رادیو گرافی اشعه x : (Radiography x-ray)

کاربرد ها :

- فلزات، غیر فلزات، کامپوزیت ها و فلزات الیازی
- در همه اشکال و صورت ها استفاده می شود: ریخته گری، جوشکاری، سوار کردن های الکترونیکی، جو زمین، وسایل دریایی و قطعات اتومبیل.

محدودیت ها :

- نیاز به دست یابی به هر دو طرف در آزمایش قطعه
- ولتاژ، اندازه نقطه وابستگی و زمان بحرانی اشکار
- اتفاقات تشعشعی
- بیشتر شکافها می توانند جهت یابی موازی در پرتو افکندن برای کشف داشته باشند .
- کاهش حساسیت با افزایش ضخامت .

(7) پرتو نگاری گاما: (Radiography gamma)

کاربرد ها :

- معمولا در مواد کلفت و یا متراکم استفاده می شود.
- در همه اشکال و صورت ها استفاده می شود: ریخته گری، جوشکاری، سوار کردن های الکترونیکی، جو زمین، وسایل دریایی و قطعات اتومبیل.
- هر جا که ضخامت زیاد است یا دسترسی به مولد های تولید اشعه x محدود است استفاده می شود .

محدودیت ها :

- اتفاقات تشعشعی
- بیشتر شکاف ها می توانند جهت یابی موازی در پرتو افکندن برای کشف داشته باشند .
- کاهش حساسیت با افزایش ضخامت.
- نیاز به دستیابی به هر دو طرف در آزمایش قطعه .

• حساسیت اشعه x را ندارد .

(8) آزمون انتشار امواج صوتی

آزمون انتشار امواج صوتی (Acoustic Emission) یکی از روش‌های آزمون‌های غیر مخرب است. وقتی که ماده‌ای جامد تحت تنش می‌باشد، عیوب موجود در آن باعث ایجاد امواج صوتی با فرکانس بالا می‌گردند. این امواج در ماده منتشر شده و می‌توان توسط حسگرهای خاصی آنها را دریافت کرد و با تجزیه و تحلیل این امواج می‌توان نوع عیب، مکان و شدت آن را تعیین نمود. روش‌های فراصوتی کاربرد بسیار گسترده‌ای در تعیین نقص‌های درونی مواد دارند، با وجود این از آنها می‌توان برای تعیین ترک‌های زیر سطحی نیز استفاده کرد. آزمون‌های فراصوتی، افزون بر بازرسی قطعات تکمیل شده، برای بازرسی کنترل کیفیت مراحل مختلف تولید قطعاتی همچون لوحه‌ای نورد شده نیز به کار می‌روند. معمولاً از این روش‌ها برای بازرسی قطعات و مجموعه‌های در حین کار نیز استفاده می‌شود.

اصول: در این روش صوت از میان محیط‌های جامد به راه‌های مختلف منتشر می‌شود، و تغییرات را بر روی صفحه دستگاه التراسونیک نمایان می‌سازد و به این طریق اپراتور عیوب داخلی قطعه مورد آزمایش را تشخیص می‌دهد.

انواع روشها:

وجود نقص را در ماده با استفاده از امواج فراصوتی به وسیله روش عبوری یا بازتاب می‌توان آشکار ساخت.

کاربرد:

روش‌های فراصوتی کاربرد بسیار گسترده‌ای در تعیین نقص‌های درونی مواد دارند، با وجود این از آنها می‌توان برای تعیین ترک‌های زیر سطحی نیز استفاده کرد. آزمون

هاي فراصوتي ، افزون بر بازرسي قطعات تکميل شده ، براي بازرسي کنترل کيفيت مراحل مختلف توليد قطعاتي همچون لوحه اي نورد شده نيز به کار مي روند . معمولاً از اين روش ها براي بازرسي قطعات و مجموعه هاي در حين کار نيز استفاده مي شود .

مزيا:

- در اين روش محدوديت ضخامت بسيار کم مي باشد.
 - نياز به دستزي به دو طرف قطعه نمي باشد.
- محدوديت ها:
- محدوديت عمده اين روش مهارت اپراتور مي باشد.
 - روشهاي قديمي از دقت کمي برخوردار مي باشد.

(9) بازرسي چشمي

بازرسي چشمي عبارتست از کنترل روز به روز وضعيت قطعات مورد ساخت و رسيدگي از نظر پذيرش آنها طبق مشخصات ، معمولاً نخستين مرحله در بررسي هر قطعه ، بازرسي چشمي آن است. بازديد يا بازرسي چشمي يکي از مهمتريين و متداول ترين روش بازرسي به شمار مي آيد.

پارامترهاي مهم در بازرسي چشمي عبارتند از شدت نور محيط و نوع نور محيط ، شرايط سطح و آماده سازي سطح مانند تميز کاري قطعه ، زاويه نور نيز خيلي اهميت دارد ، چون بعضي از عيوب سطحي فقط تحت تابش نور صحيح (تابش نور تحت زاويه مناسب) آشکار مي شوند .

تمام عيوب ظاهري اعم از عيوب سطحي ، ترکهاي سطحي ، نادرستي شکل ، انحرافات در اندازه و غيره را مي توان با بازرسي چشمي پيدا کرد. بازرسي چشمي به عنوان يک روش بازرسي غير مخرب بازرسي غير مخرب ، براي مواد خام و محصولات نيمه تمام يا تمام شده مورد استفاده مي باشد . با بازرسي چشمي حين توليد ، همينطور دربررسي نهائي مي توان از روي شکل هندسي ، ابعاد و خصوصيات سطحي رنگ

، شفافیت و علائم مشخصه دیگر در مورد محصول داوری نمود .
بازرسی چشمی صحیح قطعات و بررسی شکل ظاهری آنها چه با
چشم غیر مسطح ، چه با ذره بین یا اندسکوپ انجام شود ،
در تشخیص عیوب متالورژیکی حائز اهمیت است و می تواند
مبنای برنامه ریزی برای بازرسی های بعدی باشد .
بعلاوه بازرسی چشمی اطلاعات مفیدی بدست می دهد که گاهی
اوقات این اطلاعات برای حل مسئله کفایت می کند .

مزایا:

بازرسی چشمی ساده و ارزان است و به وسایل و دستگاه
های گرانبه قیمت احتیاج ندارد از شرایط سطحی قطعه و
ارزیابی دقیق ظاهر آن خیلی چیزها روشن می شود .

محدودیت:

با چشم غیر مسلح تنها نقص های نسبتاً بزرگ که باعث
شکستگی پوسته شده اند ، آشکار می شود کارایی بازرسی
چشمی را با استفاده از ذره بین با قدرت کم و
میکروسکوپ می توان افزایش داد .
آزمایش پل

بار افزایشی روی پل های بزرگ راه بواسطه افزایش پیدا
کردن ترافیک وسایل نقلیه سنگین ، ساخوردگی و مشکلاتی
با دوام ساختاری را به انسداد ترافیک با تعقیب کردن
خسارات سخت اقتصادی ممکن است که رهبری بکنند . وسایل
ارزیابی شرط موثر و قابل اعتماد یک قسمتی مهم از سعی
های در حال پیشرفت برای ارزیابی کردن و نگهداری کردن
ساختارهای پل هستند . در کشور های زیادی در دنیا پل
ها و سازه های بتونی به طور عادی حداقل هر دو سال یک
بار معاینه شده اند . بیشتر بازرسی های خارج ، بصری
انجام شده اند ، بنابراین خسارات تنها موقعی شناخته
شده اند که وخامت قابل رویت باشد . در المان فاصله یک
تست ساده می بایستی ، خارج هر 3 سال و یک بازرسی هر 6

سال بر طبق **Din1076** انجام داده شده باشد . هر ساله پل های زیادی در جهان فرو می ریزند و این فقط نا مرغوب بودن یا عقب افتادگی کشور ها نیست . خیلی از مردم زندگی خودشان را در مصیبت های تازه در آگوست 2007 در **Minneapolis** و در سپتامبر 2006 در کانادا از دست دادند . یک گروه آموزشی جدید از بررسی صنعت حمل و نقل دریافتند که 27% از خانواده پل ها دارای ساختار معیوبی هستند . ایالات متحده حدود 600/000 پل دارد که 17/000 ان رسیدگی شده اند . حدود 1500 تا در بین سالهای 1966 تا 2005 متلاشی شدند، بر طبق **Jean-louis briaud** بیشتر پل های قدیمی از خستگی ،برخورد با کشتی یا طراحی اشتباه متلاشی شده اند .



تست غیر مخرب می تواند ابزار موثری در بازرسی و تشخیص وضعیت حساسیت هایی از یک پل باشد . این می تواند آگاهی از غیر ممکن را تامین کند که بتوان نتیجه گیری از مشاهدات صرفا دیداری (بصری) نمود . جذری از هر دو روش های بصیری و بازرسی غیر مخرب می تواند راه حلی برای تشخیص وضعیت کلی پل و مدیریت ان باشد . برخی آزمایش های ساده غیر مخرب از قبیل صدای چکش ، آزمایش برگشت چکش ،رنگ نفوذ کننده و آزمایش

ذرات مغناطیسی می تواند به اسانی در مجتمع بازرسی بصیری قرار گیرند .

نتیجه یک بازرسی خوب ، بهتر شدن پرونده اطلاعاتی پل و توصیه های بنیادی قرار شده از لحاظ فنی خیلی بیشتری را برای بازرسی و نگهداری بیشتر حق تقدم خواهد داد و خیلی قدر دانی های دیگر از باقی ماندن زندگی های افراد . بار اول یک نمایش کامل شرایط پل روی هم رفته معلوم کرده شده است . تصمیمات مناسب و با صرفه در ارتباط با مرمت یا جایگزینی ممکن از عضو های پل یا ساختاری کامل می تواند درست کرده شود .

پیشرفهای اخیر در فنون NDT ویژگیهای کارکردی ان را از بسیاری از روش های NDT بهبود داده اند و قابل اعتماد بودن به سستم را رهبری کرده اند .

افزایش استفاده پیدا شده از روش های NDE به چندین عامل از قبیل توانایی سیستم ها برای با دقت شناسایی کردن میدانی که بدتر شده ، قابلیت حمل و نقل و استفاده آسان تر از سیستم های بازرسی کننده بستگی خواهد داشت . بازرسی های بنیادی اولیه و کلی توسط NDE به اتمام رسیده است .

پلها تقریبا در صدها نوع متفاوت ساخته می شوند و همچنین از مواد مختلف زیادی در پشتیبانی اجزاء استفاده می کنند . اما همه انها در یک روش NDT مورد استفاده نیستند . برای برخی ها میکروموج یا رادار نافذ زمین می تواند برای عرشه های بتن ارمه مورد استفاده قرار گیرد اما برای آزمایش کردن جوش اعضاء فولادی مناسب نیست . هم انجا موارد بسیاری هستند که تحقیق بیشتر را برای درست کردن روش های NDT مناسب احتیاج دارند .

مقداری از گزارش های کاربرد روش های NDT برای آزمایش پل مکررا اعلام شده است . چندین روش قابل دسترسی

هستند یا اینکه در دست تحقیقند ویا برای بازرسی بیشتر مورد استفاده هستند تا نیازشان را نشان دهند . آنها عبارتند از:

- آزمایش انعکاس ضربه برای شناخت ماهیت بتن
- انعکاس ضربه برای معلوم کردن کلفتی بتن
- نشت شار مغناطیسی برای شناسایی کردن خوردگی در رشته ها و بار ها در ساختار های کشیده شده در بتن
- روش تشدید هسته ای مغناطیسی ،که می تواند محل حضور اب را معلوم کند.این تعیین توزیع سوراخ و اندازه سوراخ مثل درمان کردن بتن فعال می شود.
- تکنولوژی های تصویر سازی مادون قرمز برای پیدا کردن عیب ها در قسمت های بتنی پل ها .
- استاندارد ASTM و E837 برای معلوم کردن استرس های واقع در محل طبیعی خودشدر عضوهای ساختار فولادی.
- مبدل ها را برای ضبط کردن کشیدگی های القاء شده فشار بیاورید.
- نگاشت بلقوه ساده ترین فن الکتروشیمیایی استفاده شده برای بدست آوردن اطلاعات خوردگی جایگاه است. این فن به طور کیفی روی دیسک ،خوردگی تقویت ساختارهای بتن ارمه را به اطلاع می رساند.سطح شکستگی و یا لایه لایه شدگی می تواند به یک منطقه قابل توجه تبدیل شود و یا اینکه در همان محل باقی بماند.
- پخش صوتی نظارت کردن ،یک نقش خیلی موثر را در افزایش دادن ایمنی می تواند اجرا کند. متقاعد کردن به قابلیت دسترسی و در حال ساده کردن هزینه های مرمت و تعمیر پل ها .

- یک کاربرد پذیرفته شده و خوب در GPR ارزیابی دقیق پل است که مجوبی ساختارهای بتن ارمه دیگر را ارایش می کند . GPR توانایی استفاده کردن بدون نیازمندیبه پوشش اسفالت را دارد .
- آزمایش کردن فرا صوتی اجازه می دهد که تصوری از تدارک دیدن بارهای تقویت شده عمودی داشته باشیم (مجرای زرد پی)
- UT کسری ها را از روش رادار می تواند جبران کند .
- کاربرد های سر هم رادار، انعکاس ضربه و انعکاس فراصوتی برای ارزیابی ساختار های بتن پس از کشیده شدن است .
- آزمایش مایع بصیری که در باز بینی چشمی رنگ ،شکستگی های مویی را می توان مشاهده کرد .
- فرا صوتی در حال آزمایش کردن جوش ها،عضو های فولادی پیچ ها و پرچ ها
- غواص ها اسکلت های زیر آبی بتن را معاینه می کنند که می باید توسط سایش صدمه دیده باشند .
- استقرایی ماگنت برای ارزیابی کابلها و سیمها استفاده شده است .
- تکنولوژی های لیزر اندازه گیر برای اندازه گیری مسافت بنیاد قرار داده شده، کاربردهای زیادی در زیر بنای شاهراه دارد.کاربردها برای این تکنولوژی ،اندازه گرفتن انحرافات پل را زیر بارگیری مدرج (کالیبره)شامل می شود که رفتار ساختاری را ارزیابی می کند .شردن تغییر شکل های دور از صفحه در تنیدگی نمایان در رگه های تیر اهن سازه ساخته شده چنانچه در ساختارهای بزرگ مثل تکیه گاه ها باشد.

- سیستم های پل دیدبانی از حس گرهای حس کننده جریان گردابی یا پخش صوتی استفاده می کنند. عموماً این ابزار ها وقف شده اند.
- سیستم های کسب داده های کنترل از راه دور که اطلاعات را روی رفتاری از یک ساختار با زمان زیاد جمع بکند. سیستم های شناسایی پخش های صوتی، صداهای صادر شده از ماده های شامل خرپاهای بتن و کابلهای فولادی در یک پل رامی توان ارزیابی کرد. شکافها می توانند ماهها قبل شناخته شوند قبل از اینکه روی سطح پدیدار شوند .
- روش های ترموگرافی برای ارزیابی کردن پلهای مرکب و تعمیر آنها
- هر دو آزمایش فراصوتی و عکس رادیویی سابقاً، پل های فولادی را در طی ساخت معاینه می کردند که کیفیت جوش را متقاعد بسازند.
- آزمایش فراصوتی دوتایی، یک ابزار بازرسی موثر می تواند باشد که می بایست در مکان پرتونگاری زیر شروط مطمئن استفاده شده باشد .
- اندازه سرعت فراصوتی می تواند بصورت یک ابزار کنترل کیفیت در طی سازه استفاده شود و همچنین آزمایش فراصوتی می تواند برای بازرسی ضمن خدمت پلهای شفته گرد واکنش پذیر، استفاده شود (RPC)
- مبدلهای الکترو مغناطیسی صوتی، سیم های شکسته شده را در داخل یک رشته می تواند شناسایی کند.
- حس کننده خستگی الکتروشیمیایی می تواند در مشخص کردن عیوب مورد استفاده باشد اگر فعالانه بزرگ کردن شکاف های خستگی حاضر باشد. یک حس کننده EFS اول به محل حساس خستگی روی ساختار پل یا فلزی

تقاضا داده شده است و سپس آن را به یک الکترولیت تزریق می کنند که نقطه یک ولتاژ کوچک تقاضا داده می شود تا یک الگوریتم به صورت خودکار ، سطح فعالیت شکاف خستگی را در محل بازرسی نشان دهد.

- از هزاران رشته تکنولوژی حس کننده چشمی، یک تکنولوژی امید بخش برای تشکرات سلامت نظارت کردن بر سازه ها با مشخصه منحصر بفرد اندازه گیری کشیدگی و درجه حرارت توزیع شده در فیبرهای نوری بوسیله هزینه پایین است .
 - اشعه ایکس، توموگرافی را برای تعیین تکثیر شکاف در بتن مورد استفاده قرار می دهد.
 - اشعه ایکس، توموگرافی را برای تعیین در صد و توزیع نا معلوم در بتن به شمار می آورد .
 - تحلیل فعال ساز جدیدتر و بیرنگ گاما برای تعیین شناسه های متمرکز و عمق کاربرد بتن
 - فن اندازه گیری پراکندگی نوترون در اَبپوشی سیمان مورد استفاده است .
 - روش فرا صوتی برای اندازه گیری مستقیم قدرت بار اتصالات پیچ خورده بکار می رود این ،یک فن ابتکاری برای اندازه گیری مستقیم استرس های واقعی پیچ است.
 - سیستم اندازه گیری گیره ای رباتیک، این قابلیت را پیشنهاد می کند که مختصات فضایی نقاط جدا را در یک پل ،بدون این که ساختاری را لمس بکند آن را اندازه گیری کند.
- تکنولوژی باور نکردنی خارج انجاست که در نظارت کردن و تشخیص دادن مسائل را یاری کنند و تحقیق

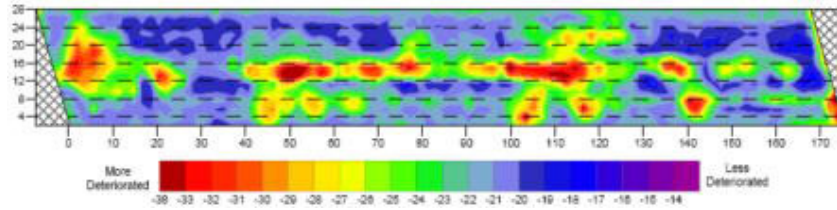
ادامه می یابد تا وقتی که تکنولوژی های جدید را توسعه دهند که زیر بنای پل ها را حفظ کنند . پلهای بزرگ نیاز بیشتری به یک بازرسی مقرر دارند . هنگامی که پل بزرگ را می گیرند ، به آزمایش های بیشتری نیاز دارند .

چه چیزی ناپیداست؟ خیرها می گوید : پول نقد کوتاه مدت و یک تعهد بلند مدت توسط دولتها ، برای سرمایه گذاری کردن در بیشتر تکنولوژی های جدید و نوآوری تحقیق است .

تصویر:



جمع آوری داده های GPR



نقشه بدتر شدن داده های GPR از لحاظ سطح



آزمایش با انعکاس صدا (چپ) و GPR (راست)



خوردگی ناشی از ترک مویی در چندلایه‌هاز فولاد می‌تواند صفحات را خم کند و یا میان بتن و فولاد خوردگی بوجود آورد. عیوب سطحی ممکن است که در بازرسی عادی نا معلوم باشند اما تست غیر مخرب فراصوتی می‌تواند از عیوب ناپیدا

فدراسیون اروپایی برای تست غیر مخرب (EFNDT)

توصیف:

فدراسیون اروپایی برای آزمایش تست غیر مخرب در ماه مه 1998 در کوپنهاگن در هفتمین کنفرانس اروپایی برای تست غیر مخرب پایه گذاری شده بود. 27 جامعه ملی NDT موافقت کردند که یک سازمان قوی را روی سطح اروپایی نصب کنند. عضویت کامل در جامعه های NDT ملی در هر کشور باز است.

به عضویت بپیوندید، دنیای وسیعی باز می شود. شما فرم کاربر را از زیر مجموعه های کلیدی پیدا خواهید کرد. اهداف اصلی EFNDT عبارتند از:

- گروه های کار قوی برای توسعه دادن نتایجی که بایستی توضیح مسائل NDT را به سازمانهای صنعتی و عمومی بدهند.
- برای تاسیس کردن یک سیستم اروپایی صلاحیت کارکنان مد نظر است.
- پایه گواهی دادن به کارکنان استانداردهای ISO9712 و EN473 است که بوسیله عضوهای EFNDT بنیاد قرار داده می شود.
- صلاحیت و گواهی پایه اختیار قرار دادن در ردیف ISO17024 را با EN45013 دو جانبه تاسیس کردند.
- در نصب کردن یک برنامه گواهی اروپایی علاوه بر EFNDT وجود دارد:
- یک کمک برای دسته بندی قدرت های NDT متفاوت در اروپا
- یک ترفیع کیفیت جمعی در NDT برای بهره برداری تمام اعضاء EFNDT، کاربران NDT و جوامع پهن تر.
- یک نمایش کارایی برای قوی کردن اعتماد در NDT

- یک راهنما برای همکاری NDT عمومی در رابطه پایانی با فهمیدن آمریکایی، یک سیستم اروپایی صلاحیت کارکنان که بوسیله EFNDT معنی می دهد.

گواهی کارکنان در تست غیر مخرب (PCN)

توصیف:

طرح PCN جهانی، یک طرح را برای کفایت گواهی کارکنان NDT شناخت. بطوریکه مقالات خواسته شده در استانداردهای اروپایی EN45013 و en473 و استاندارد بین المللی iso9712 قرارداد داده شده است. طرح PCN در 98، در پاسخ به درخواست صنعت بریتانیا توسعه داده شده بود که یک برنامه گواهی ملی را برای کفایت کارکنان NDT پیاده سازی بکنند. با هدف جایگزین کردن طرح های خاص با شعاع زیاد که در آن زمان وجود داشت، که اغلب این طرح ها گران و نا کار آمد بودند همان روش NDT نتیجه داد.

تمرینات توصیه شده SNT-TC-1A

توصیف:

در سال 1968، جامعه امریکایی برای آزمایش غیر مخرب اولین تمرینات توصیه شده SNT-TC-1A را منتشر کرد. سند توسعه داده شده بود که رهنمودها را برای کارفرمایان تهیه کند که برای نصب کردن برنامه های NDT خودشان سه سطح فهرست شده مرحله ای که دارای مراحل یک تا سه صلاحیت بودند را استفاده کنند. نام سند و تعداد کمیته های فنی که سند را توسعه داده بودند واقعیتی برای پایه قرار دادن ASNT در آن زمان بود.

از وقتیکه ASNT، SNT-TC-1A را منتشر کرد خیلی از کارفرمایان به اشتباه فکر کردند که کارکنان آنها زیر نظر SNT-TC-1A باید عهده دار وظایف باشند (ASNT تضمین شده) و در واقع آنها طبق SNT-TC-1A تضمین شده اند. تنها کارکنانی که نشستند و امتحانات را پیگیری کردند و بوسیله ASNT کارشان را اداره کردند و گواهی ASNT دریافت کردند، امکان داشت که کارفرمایان از آنها استفاده کنند.

کارکنان بنیاد قرار داده شده، کار فرمایانی در سطح NDT هستند که دارای مرحله های دو و سه هستند و یا اینکه اغلب آنها یکی از مراحل دو یا سه را می توانند مکالمه کنند. اگر در سطح 3 امتحان نشدند، آنها را معمولاً در 2 گروه برای تشخیص دادن اینکه آیا گواهی را یاد گرفته اند یا نه فرا می خواندند.

بالاخره این یک ترم توهین آمیز نیست. همانگونه که قبل از 1988 منصوب کردن اجازه داده شده بود. هنوز کارکنانی در صنعت وجود دارند که در سطح 3 بدون امتحان منصوب شده اند، زیرا در رهنمود های انتشارات SNT-TC-1A قبل از 1988 این اجازه داده شده بود. کارفرمایان امروز می توانند سطوح 3 را مکالمه کنند یا اینکه گواهی 3 را دریافت کنند.