

موضوع تحقیق :

**انواع بازرسی و آزمایش برای
کنترل کیفیت جوشکاری**

محقق: سعید همایونی بورا

استاد: دکتر مجید الیاسی

درس: روشهای تولید کارگاه

۲	ازمون چشمي.....
۳	قبل از جوشكاري.....
۴	نقاط نگهداري.....
۴	روشهاي جوشكاري.....
۵	مواد پايه.....
۵	مونتاز اتصالات.....
۷	در حين جوشكاري.....
۸	پاس ريشه جوش.....
۸	بيش گرمي و دمائي بين جوش.....
۹	ازمايش بين لايهاي.....
۱۰	ناپيوستگي ها.....
۱۲	عمليات جوشكاري بعد از جوشكاري.....
۱۳	ازمايش ابعاد پاياني.....
۱۳	ازمايش غير مخرب.....
۱۸	ازمايش پرتو نگاري و تفسير فيلم.....
۱۹	ازمايش فراصوتي.....
۱۹	بازرسي با ذرات مغناطيس.....
۲۰	ازمايش جريان گردابي.....
۲۲	ازمون مايع نافذ.....
۲۳	منابع و ماخذ.....

آزمون چشمی:

در بسیاری از برنامه های تدوین شده توسط سازنده! جهت کنترل کیفیت محصولات، از آزمون چشمی به عنوان اولین تست و یا در بعضی موارد به عنوان تنها متد ارزیابی بازرسی، استفاده می شود. اگر آزمون چشمی بطور مناسب اعمال شود، ابزار ارزشمندی می تواند واقع گردد.

بعلاوه یافتن محل عیوب سطحی، بازرسی چشمی می تواند بعنوان تکنیک فوق العاده کنترل پروسه برای کمک در شناسایی مسائل و مشکلات مابعد ساخت بکار گرفته شود.

آزمون چشمی روشی برای شناسایی نواقص و معایب سطحی می باشد. نتیجتاً هر برنامه کنترل کیفیت که شامل بازرسی چشمی می باشد، باید محتوی یک سری آزمایشات متوالی انجام شده در طول تمام مراحل کاری در ساخت باشد. بدین گونه بازرسی چشمی سطوح معیوب که در مراحل ساخت اتفاق می افتد، میسر میشود.

کشف و تعمیر این عیوب در زمان فوق، کاهش هزینه قابل توجهی را در بر خواهد داشت. بطوری که نشان داده شده است بسیاری از عیوبی که بعدها با روشهای تست پیشرفته تری کشف می شوند، با برنامه بازرسی چشمی قبل، مین و بعد از جوشکاری به راحتی قابل کشف می

باشند. سازندگان فایده یک سیستم کیفیتی که بازرسی چشمی
منظمی داشته است را بخوبی درک کرده اند.
میزان تاثیر بازرسی چشمی هنگامی بهتر می شود که یک سیستمی
که تمام مراحل پروسه جوشکاری (قبل، مین و بعد از جوشکاری) را
بپوشاند، نهادینه شود.
!

قبل از جوشکاری.

قبل از جوشکاری، یک سری موارد نیاز به توجه بازرسی چشمی دارد که
شامل زیر است:
!



۱. مرور طراحی ها و مشخصات **Wps**!
۲. چک کردن تاییدیه پروسه‌ها و
پرسنل مورد استفاده! **PQR** !!
۳. بنانهادن نقاط تست
۴. نصب نقشه ای برای ثبت نتایج
۵. مرور مواد مورد استفاده
۶. چک کردن ناپیوستگی های فلز پایه
۷. چک کردن فیت آپ و تراز بندی اتصالات جوش
۸. چک کردن پیش گرمایی در صورت نیاز

!

اگر بازرس توجه بسیار دقیقی به این آیتم های مقدماتی بکند، می تواند از بسیاری مسائل که بعدها ممکن است اتفاق بیافتد، جلوگیری نماید. مساله بسیار مهم این است که بازرس باید بداند چه چیزهایی کاملاً مورد نیاز می باشد. این اطلاعات را می توان از مرور مستندات مربوطه بدست آورد. با مرور این اطلاعات، سیستمی باید بنا نهاده شود که تضمین کند رکوردهای کامل و دقیقی را می توان بطور عملی ایجاد کرد.

!

نقاط نگهداری.

باید بنا نهادن نقاط تست یا نقاط نگهداری جایی که آزمون باید قبل از تکمیل هر گونه مراحل بعدی سافت انجام شود، در نظر گرفته شود. این موضوع در پروژه های بزرگ سافت یا تولیدات جوشکاری انبوه، بیشترین اهمیت را دارد.

!

روشهای جوشکاری.

مرحله دیگر مقدماتی این است که اطمینان حاصل کنیم آیا روشهای قابل اعمال جوشکاری، ملزومات کار را برآورده می سازند یا نه؟ مستندات مربوط به تایید یا صلاحیت های جوشکاران هر کدام بطور جداگانه باید مرور شود. طرازی ها و مشخصات معین می کند که چه فلزهای پایه ای باید به یکدیگر متصل شوند و چه فلز پرکننده باید مورد استفاده قرار گیرد. برای جوشکاری سازه و دیگر کاربردهای بمرانی، جوشکاری بطور معمول بر طبق روشهای تایید شده ای که

متخیرهای اساسی پروسه را ثبت می کنند و بوسیله جوشکارانی که برای پروسه ، ماده و موقعیتی که قرار است جوشکاری شود، تایید شده اند، انجام می گیرد.

در بعضی موارد مرامل اضافی برای آماده سازی مواد مورد نیاز می باشد. بطور مثال در جاهایی که الکترودهای از نوع کم-هیدروژن مورد نیاز باشد، وسایل ذخیره آن باید بوسیله سازنده در نظر گرفته شود.

!

!مواد پایه.

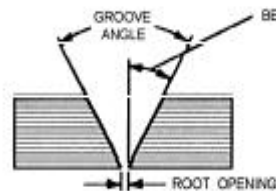
۴

قبل از جوشکاری ، شناسایی نوع ماده و یک تست کامل از فلزات پایه ای مربوطه باید انجام گیرد. اگر یک ناپیوستگی همچون جدالایی صفحه ای! وجود داشته باشد و کشف نشده باقی بماند روی صحت ساختاری کل جوش احتمال تاثیر دارد. در بسیاری از اوقات جدالایی در طول لبه ورقه قابل رویت می باشد بخصوص در لبه هایی که با گاز اکسیژن برش داده شده است.

!مونتاز اتصالات.

برای یک جوش، بمرانی ترین قسمت ماده پایه، نامیه ای است که برای پذیرش فلز جوشکاری به شکل اتصال، آماده سازی می شود. اهمیت مونتاز اتصالات قبل از جوشکاری را نمی توان به اندازه کافی تاکید کرد. بنابراین آزمون پیشمی مونتاز اتصالات از تقدم

بالایی برافوردار است. مواردی که قبل از جوشکاری باید در نظر گرفته شود شامل زیر است:



۱. زاویه (شیار)
(**Groove angle**)

۲. دهانه ریشه (**Root opening**)

۳. ترازبندی اتصال (**Joint alignment**)

۴. پشت بند (**Backing**)

۵. الکترودهای مصرفی (**Consumable insert**)

۶. تمیز بودن اتصال (**Joint cleanliness**)

۷. خال جوش ها (**Tack welds**)

۸. پیش گرم کردن (**Preheat**)

هر کدام از این فاکتورها رفتار مستقیم روی کیفیت جوش بوجود آمده، دارند. اگر مونتاژ ضعیف باشد، کیفیت جوش احتمالاً زیر حد استاندارد خواهد بود. دقت زیاد در طول اسمبل کردن یا سوار کردن اتصال می تواند تاثیر زیادی در بهبود جوشکاری داشته باشد. اغلب آزمایش اتصال قبل از جوشکاری عیوبی را که در استاندارد محدود شده اند را آشکار می سازد، البته این اشکالات، محللهایی می باشند که در طول مراحل بعدی بدقت می توان آنها را بررسی کرد. برای مثال، اگر اتصالی از نوع **T (T-joint)** برای جوشهای گوشه

میں جوشکاری.

(۱)!!! کیفیت یاس (پیشہ)

حوش ()!!

root bead weld !!!!!!!!!!!!!!!

(۲) آماده سازی ریشه اتصال قبل از هوشکاری طرف دوه

(۳)!!! ییش گرمی و دماهای میان یاسی

(۴)!!! توالی یاسهای جوش

(۵)!!! لایه های بعدی جهت کیفیت جوش معلوم

(۶)!!! تمیز نمودن بین یاسها



(۷)!!! پیروی از پروسیجر کاری همچون ولتاژ، آمپر، ورود
مرارت، سرعت.

!
!
!

هر کدام از این فاکتورها اگر نادیده گرفته شود سبب بوجود آمدن
ناپیوستگی هایی می شود که می تواند کاهش جدی کیفیت را در بر
داشته باشد.

!

پاس ریشه جوش.

شاید بتوان گفت بحرانی ترین قسمت هر جوشی پاس ریشه جوش
می باشد. مشکلاتی که در این نقطه وجود دارد...

در نتیجه بسیاری از عیوب که بعدها در یک جوش کشف می شوند
مربوط به پاس ریشه جوش می باشند. بازرسی چشمی خوب روی پاس
ریشه جوش می تواند بسیار موثر باشد. وضعیت بحرانی دیگر ریشه
اتصال در درزهای جوش دو طرفه هنگام اعمال جوش طرف دوم بوجود
می آید. این مساله معمولا شامل جداسازی سرباره (slag) و دیگر
بی نظمی ها توسط تراشه برداری (chipping)، رویه برداری
مرارتی (thermal gouging) یا سنگ زنی (grinding) می
باشد. وقتی که عملیات جداسازی کاملا انجام گرفت آزمایش منطقه
گودبرداری شده قبل از جوشکاری طرف دوم لازم است. این کار به خاطر
این است که از جداسدن تمام ناپیوستگی ها اطمینان حاصل

شود. اندازه یا شکل شیار برای دسترسی راحت تر به تمام سطوح امکان تخییر دارد.

!

پیش گرمی و دماهای بین پاس.

پیش گرمی و دماهای بین پاس می توانند بحرانی باشند و اگر تفصیص یابند قابل اندازه گیری می باشند. محدودیت ها اغلب بعنوان می نیمم، ماکزیمم و یا هر دو بیان می شوند. همچنین برای مساعدت در کنترل مقدار گرما در منطقه جوش، توالی و جای تک تک پاسها اهمیت دارد. بازرس باید از اندازه و محل هر تخییر شکل یا پروکیدگی (**shrinkage**) سبب شده بوسیله حرارت جوشکاری آگاه باشد. بسیاری از اوقات همزمان با پیشرفت گرمای جوشکاری اندازه گیری های تصمیمی گرفته می شود تا مسائل کمتری بوجود آید.

!

آزمایش بین لایه ای .

برای ارزیابی کیفیت جوش هنگام پیشروی عملیات جوشکاری، بهتر است که هر لایه بصورت چشمی آزمایش شود تا از صحت آن اطمینان حاصل شود. همچنین با این کار می توان دریافت که آیا بین پاسها بخوبی تمیز شده اند یا نه؟ با این عمل می توان امکان روی دادن ناخالصی سرباره در جوش پایانی را کاهش داد. بسیاری از این گونه موارد احتمالا در دستورالعمل جوشکاری اعمالی، آورده شده اند.

در این گونه موارد، بازرسی چشمی که در طول جوشکاری انجام می گیرد اساسا برای کنترل این است که ملزومات روش جوشکاری رعایت شده باشد.

!

بعد از جوشکاری.

بسیاری از افراد فکر می کنند که بازرسی چشمی درست بعد از تکمیل جوشکاری شروع می شود. به هر حال اگر همه مراحل که قبلا شرح داده شد، قبل و مین جوشکاری رعایت شده باشد، آخرین مرحله بازرسی چشمی به راحتی تکمیل خواهد شد. از طریق این مرحله از بازرسی نسبت به مراحل که قبلا طی شده و نتیجتا جوش رضایت بخشی را بوجود آورده اطمینان حاصل خواهد شد. بعضی از مواردی که نیاز به توجه خاصی بعد از تکمیل جوشکاری دارند عبارتند از:

(۱) ظاهر جوش بوجود آمده

(۲) اندازه جوش بوجود آمده

(۳) طول جوش

۹

(۴) صحت ابعادی

(۵) میزان تغییر شکل

(۶) عملیات مرارتی بعد از جوشکاری

هدف اساسی از بازرسی جوش بوجود آمده در آخرین مرحله این است که از کیفیت جوش اطمینان حاصل شود. بنابراین آزمون چشمی چندین چیز مورد نیاز می باشد. بسیاری از کدها و استانداردها میزان

نایپوستگی هایی که قابل قبول هستند را شرح می دهد و بسیاری از این نایپوستگی ها ممکن است در سطح جوش تکمیل شده بوجود آیند.
!

نایپوستگی ها .

بعضی از انواع نایپوستگی هایی که در جوشها یافت می شوند عبارتند از:

(۱)!!! تفلفل

(۲)!!! ذوب ناقص

(۳)!!! نفوذ ناقص در درز

(۴)!!! بریدگی(سوفتگی) کناره جوش

(۵)!!! رویهم افتادگی

(۶)!!! ترکها

(۷)!!! نافالسی های سرباره

(۸)!!! گرده جوش اضافی(بیش از حد)

!!

در حالی که ملزومات کد امکان دارد مقادیر محدودی از بعضی از این نایپوستگی ها را تایید نماید ولی عیوب ترک و ذوب ناقص هرگز پذیرفته نمی شود.

برای سازه هایی که تحت بار فستگی و یا سیکلی (**Cyclic**) می باشند، فطر این نایپوستگی های سطحی افزایش می یابد. در اینگونه

شرایط، بازرسی چشمی سطوح، پر اهمیت ترین بازرسی است که می توان انجام داد.

وجود سوختگی کناره (**Undercut**)، رویهم افتادگی (**Overlap**) و کنترل نامناسب سبب افزایش تنش می شود؛ بار فستگی می تواند سبب شکستهای ناگهانی شود که از این تخریب حالتی که بطور طبیعی روی می دهد، زیاد می شود. به همین خاطر است که بسیاری اوقات کنترل مناسب یک جوش می تواند بسیار با اهمیت تر از اندازه واقعی جوش باشد، زیرا جوشی که مقداری از اندازه واقعی کمتر باشد، بدون ناخالصی ها و نامنظمی های درشت، می تواند بسیار رضایت بخش تر از جوشی باشد که اندازه کافی ولی کنترل ضعیفی داشته باشد.

برای تعیین اینکه مطابق استاندارد بوده است، بازرس باید کنترل کند که آیا همه جوشها طبق ملزومات طراحی از لحاظ اندازه و محل (موقعیت) صحیح می باشند یا نه؟ اندازه جوش گوشه ای (**Fillet**) بوسیله یکی از چندین نوع سنجه های جوش برای تعیین بسیار دقیق و صحیح اندازه تعیین می شود.

در مورد جوشهای شیار (**Groove**) باید از لحاظ گرده جوش مناسب دو طرف درز را اندازه گیری کرد. بعضی از شرایط ممکن است نیاز به ساخت سنجه های جوش خاص^۱ داشته باشند.

!

عملیات حرارتی بعد از جوشکاری.

به لحاظ اندازه، شکل، یا نوع فلز پایه ممکن است عملیات حرارتی بعد از جوش در روش جوشکاری اعمال شود. این کار فقط از طریق اعمال حرارت (گرمای) در محدوده دمایی بین پاس یا نزدیک به دمای آن، صورت می گیرد تا از لحاظ متالورژیکی خواص جوش بوجود آمده را کنترل نمود. حرارت دادن در درجه حرارت دمای بین پاس، سافتنار بلوری را به استثناء موارد خاص تحت تاثیر قرار نمی دهد. بعضی از حالات ممکن است نیاز به عملیات تنش زدایی حرارتی داشته باشند. بطوری که قطعات جوش خورده بتدریج در یک سرعت مشخص تا محدوده تنش زدایی تقریباً 1100°F تا 1200°F (590°C تا 650°C) درجه سانتی گراد) برای اکثر فولادهای کربنی گرماده می شود.

بعد از نگهداری در این دما به مدت یک ساعت برای هر اینچ از ضخامت فلز پایه، قطعات جوش خورده تا دمای حدود 600°F (315°C) درجه سانتی گراد) در یک سرعت کنترل شده سرد می شود. (بازرس در تمام این مدت مسئولیت نظارت بر انجام کار را دارد تا از صحت کار انجام شده و تطابق با ملزومات روش کار اطمینان حاصل نماید.)

آزمایش ابعاد پایانی. ۱۲

اندازه گیری دیگری که کیفیت یک قطعه جوشکاری شده را تحت تاثیر قرار می دهد صحت ابعادی آن می باشد. اگر یک قسمت جوشکاری شده بخوبی جفت و جور نشود، ممکن است غیر قابل استفاده شود اگرچه جوش دارای کیفیت کافی باشد. ممرات جوشکاری ، فلز پایه را تغییر شکل داده و می تواند ابعاد کلی اجزاء را تغییر دهد. بنابراین، آزمایش ابعادی بعد از جوشکاری ممکن است برای تعیین متناسب بودن قطعات جوشکاری شده برای استفاده موردنظر مورد نیاز واقع شود.

آزمونهای غیر مخرب (Testing Non Destvuctive)

مهندسين معمولاً عادت دارند خواص یک ماده را روی نمونه های مخصوصی که از همین ماده تهیه شده اند با آزمونهای استاندارد ارزیابی کنند. اطلاعات بسیار ارزشمندی از این آزمونهای به دست می آید که شامل خواص کششی، فشاری، برشی و ضربه ای ماده مورد نظر است. اما این آزمونها ماهیت تفریبی دارند. بعلاوه خواص ماده به گونه ای که با آزمونهای استاندارد تا حد تفریب تعیین می شود، به یقین راهنمای روشنی در مورد مشخصات کارایی قطعه ای نیست که بخش پیچیده ای از یک مجموعه مهندسی را تشکیل می دهد. در طی تولید و حمل و نقل امکان دارد که انواع عیوب با اندازه های

مختلف در ماده یا قطعه به وجود آیند. ماهیت و اندازه دقیق هر عیب روی عملیات بعدی آن قطعه تاثیر خواهد داشت. عیوب دیگری نیز مانند ترکهای حاصل از فستگی یا خوردگی ممکن است در طی کار قطعه ایجاد شوند. بنابراین برای آشکار سازی وجود عیبه‌ها در مرحله تولید و نیز جهت تشفیص و تعیین سرعت رشد این نقصها در طول عمر قطعه یا دستگاه ، داشتن وسائل مطمئن ضروری است.

منشا بعضی عیوب که در مواد و قطعات یافت می‌شوند، عبارتند از :

- عیوبی که ممکن است طی سافت مواد خام یا تولید قطعات ریختگی به وجود آیند (ناخالصیهای سرباره، مفردهای گازی، مفردهای انقباضی، ترکهای تنش و ...)

- عیوبی که ممکن است طی تولید قطعات به وجود آیند (عیوب ماشینکاری، عیوب عملیات حرارتی، عیوب جوشکاری، ترکهای ناشی از تنشهای پسماند و ...)

- عیوبی که ممکن است طی مونتاژ قطعات به وجود آیند (کم شدن قطعات، مونتاژ نادرست، ترکهای ناشی از تنش اضافی و ...)

- عیوبی که در مدت کاربری و حمل و نقل به وجود می‌آیند (فستگی، خوردگی، سایش، خزش، ناپایداری حرارتی و ...)

روشهای مختلف آزمونهای غیرمخرب در عمل می‌توانند به راههای بسیار متفاوتی در عیب یابی به کار روند. اعتبار هر روش آزمون

غیرمخرب سنجشی از کارایی آن روش در رابطه با آشکارسازی نوع و شکل و اندازه بخصوص عیبه‌ها است.

بعد از آن که بازرسی تکمیل شد، احتمال معینی وجود دارد که یک قطعه عاری از یک نوع عیب با شکل و اندازه بخصوص باشد. هر قدر این احتمال بالاتر باشد اعتبار روش به کار رفته بیشتر خواهد بود. اما باید این واقعیت را به خاطر داشت که بازرسیهای غیرمخرب برای اغلب قطعات به وسیله انسان انجام می‌گیرد و در اصل دو نفر همیشه نمی‌توانند یک کار تکراری مشابه را بطور دقیق همانند یکدیگر انجام دهند. از این رو باید یک ضریب عدم یقین در برآورد اعتبار بازرسی به حساب آورده شود و ارزش تصمیماتی رد و یا قبول قطعه باید از رویدادهای آماری تخمین زده شود.

نقش بازرسی غیرمخرب این است که با میزان اطمینان معینی ضمانت نماید که در زمان بکارگیری قطعه برای بار طراحی، ترکهایی به اندازه بمرانی شکست در قطعه وجود ندارند. همچنین ممکن است لازم باشد که با اطمینان، عدم وجود ترکهای کوچکتر از مد بمرانی را نیز ضمانت کند.

اما رشد ترکهای کوچکتر از مد بمرانی. بویژه در مورد قطعاتی که در معرض بارهای فستگی قرار دارند و یا در محیطهای فورنده کار می‌کنند، اهمیت دارد، بطوریکه این گونه قطعات، قبل از این که شکست ناگهانی در آنها اتفاق بیفتد، به یک حداقل عمر کار مفید

برسند. در برخی حالتها، بازرسیهای مرتب و متناوب جهت اطمینان از نرسیدن ترکها به اندازه بمرانی ممکن است ضروری باشد. بکارگیری ایده‌های مکانیک شکست در طراحی، برای توانایی روشهای مختلف آزمونهای غیرمخرب در آشکارسازی ترکهای کوچک، مد و مرز تعیین می‌کند. اختلاف بین کوچکترین ترک قابل آشکارسازی و اندازه بمرانی آن، میزان ایمنی یک قطعه است.

در هر برنامه خاص بازرسی، تعداد عیوب شناسایی شده (هر چند زیاد)، با تعداد واقعی آنها مطابقت پیدا نمی‌کند، بنابراین احتمال شناسایی یک قطعه سالم و بدون عیبه‌ای با اندازه‌های گوناگون کاهش می‌یابد. اما هنگامی که قطعات بسیار مهم مورد نظر هستند، سعی بر این است تا حد امکان عیبه‌ای بیشتری شناسایی شوند و تمایل به قبول تمام نشانه‌های وجود عیبه‌ها زیاد است. زیرا اگر قطعه‌ای در طی بازرسی مردود و غیرقابل مصرف معرفی شود، بهتر از آن است که هنگام استفاده منجر به شکست فاجعه آمیز شود. مسلّم است مهندسی که ایده‌های مکانیک شکست را مورد استفاده قرار می‌دهد، علاقه‌مند است که بداند به چه اندازه عیبه‌ها را در هنگام بازرسی مورد نظر داشته باشد. انتخاب روش با این بررسی اولیه تعیین می‌شود و تمام پارامترهای دیگر در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرند. برای مثال بازرسی ترکهای مربوط به فستگی قطعات

فولادی به روش فراصوتی که نسبتاً

براهتی قابل اجرا است، در مقابل تجزیه و تحلیل به روش جریان گردابی برای آشکارسازی ترکهایی به طول ۱/۵ میلیمتر، کنار گذاشته می شود زیرا احتمال آشکارسازی این ترکها با فراصوتی ۵۰ درصد و با جریان گردابی ۸۰ درصد است.

یکی از فایده های بدیهی و روشن به کار بردن صمیح آزمونهای غیرمخرب، شناسایی عیوبی است که اگر بدون تشفیص در قطعه باقی بمانند، موجب شکست فاجعه آمیز قطعه و در نتیجه بروز خسارتهای مالی و جانی فراوان خواهند شد. استفاده از این روشهای آزمون می تواند فواید زیادی از این بابت، در بر داشته باشد. بکارگیری هر یک از سیستمهای بازرسی متحمل هزینه است، اما اغلب استفاده موثر از روشهای بازرسی مناسب موجب صرفه جویی های مالی قابل ملاحظه ای خواهد شد. نه فقط نوع بازرسی، بلکه مراحل بکارگیری آن نیز مهم است. بکارگیری روشهای آزمون غیرمخرب روی قطعات ریختگی و آهنگری کوچک بعد از آنکه کلیه عملیات ماشینکاری روی آنها انجام گرفت، معمولاً بیهوده خواهد بود. در اینگونه موارد باید قبل از انجام عملیات ماشینکاری پرهزینه قطعات بدقت بازرسی شوند و قطعاتی که دارای عیوب غیرقابل قبول هستند، کنار گذاشته شوند. باید توجه داشت کلیه معایبی که

در این مرحله تشخیص داده می‌شوند، نمی‌توانند موجب مردود شدن قطعه از نظر بازرسی باشند. ممکن است قطعه‌ای دارای ناپیوستگی‌ها و ترک‌های سطحی بسیار ریز باشد که در مراحل ماشینکاری از بین بروند.

آزمایش پرتو نگاری و تفسیر فیلم Radiographic Testing and Film Interpretation

تابش الکترومغناطیسی با طول موجهای بسیار کوتاه، یعنی پرتو ایکس یا پرتو گاما از درون مواد جامد عبور می‌کند اما بخشی از آن، توسط محیط جذب می‌شود. مقدار جذب پرتو در هنگام عبور از ماده به چگالی و ضخامت ماده و همچنین ویژگیهای تابش بستگی دارد. تابش عبوری از درون ماده می‌تواند به وسیله یک فیلم یا کاغذ حساس آشکار شده و روی صفحه فلورسنت مشاهده شود، یا این که توسط دستگاههای حساس الکترونیکی نشان داده شود. اگر بخواهیم دقیقتر بگوییم، عبارت پرتو نگاری به معنی فرایندی است که در نتیجه آن، تصویری روی فیلم ایجاد شود، بررسی این فیلم را تفسیر

می‌گوییم.

بعد از این که فیلم عکس گرفته شده پرتو نگاری ظاهر شد، تصویری سایه روشن با چگالی متفاوت مشاهده می‌شود. قسمت‌هایی از فیلم که بیشترین مقدار تابش را دریافت کرده‌اند، سیاه‌تر دیده می‌شوند. همچنین پیشتر گفته شد، مقدار تابش جذب شده توسط ماده، تابعی از چگالی و ضخامت آن خواهد بود

. همچنین وجود عیوب خاص، مانند مفردها و تفل‌ها درون ماده، بر مقدار تابش جذب شده تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین پرتو نگاری می‌تواند برای آشکار سازی انواع فاضی از عیوب در بازرسی مواد و قطعات به کار رود.

استفاده از پرتو نگاری و فرآیندهای مربوط به آن باید به شدت کنترل شود، زیرا قرار گرفتن انسان در معرض پرتو می‌تواند منجر به آسیب بافت بدن شود.

آزمایش فراصوتی (Ultrasonic Testing)

در این روش، امواج صوتی با بسامد ۵/۰ تا ۲۰ مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می‌شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه باز تابیده می‌شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج، می‌توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد

شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول، محل عیب را مشخص می‌کند.

روشهای فراصوتی به طور گسترده‌ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می‌روند ولی می‌توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.

بازرسی با ذرات مغناطیسی (**Magnetic Particle Testing**)

بازرسی با ذرات مغناطیسی، روش مساسی برای ردیابی عیوب سطحی و برخی نقصهای زیر سطحی قطعات فرو مغناطیسی است. پارامترهای اساسی فرآیند به مفاهیم نسبتاً ساده‌ای بستگی دارد. هنگامی که یک قطعه فرومغناطیسی، مغناطیس می‌شود، ناپیوستگی مغناطیسی که تقریباً در راستای عمود بر جهت میدان مغناطیسی واقع است،

موجب ایجاد یک میدان نشتی قوی می‌شود. این میدان نشتی در رو و بالای سطح قطعه مغناطیس شده مضمور داشته و می‌تواند آشکارا توسط ذرات ریز مغناطیسی دیدپذیر شود. پاشیدن ذرات خشک یا

ذرات مرطوب با یک مایع محلول بر روی سطح قطعه، موجب تجمع ذرات مغناطیسی روی خط گسل خواهد شد. بنابراین پل مغناطیسی تشکیل شده، موقعیت، اندازه و شکل ناپیوستگی را نشان می‌دهد. یک قطعه را می‌توان با به کاربردن آهنرباهای دائم، آهنرباهای الکتریکی و یا عبور یک جریان قوی از درون یا برون قطعه، مغناطیس کرد. با توجه به این که با روش آخر می‌توان میدانهای مغناطیسی با شدت زیاد در داخل قطعه ایجاد کرد، این روش به صورت گسترده‌ای در کنترل کیفی محصول به کار می‌رود زیرا این روش حساسیت فوبی برای شناسایی عیوب قطعات و آشکارسازی آنها عرضه می‌دارد

آزمایش جریان گردابی (Eddy Current Testing)

اساس روشهای آزمون الکترومغناطیسی بر این است که وقتی یک سیم پیچ حامل جریان متناوب، نزدیک ماده‌ای تقریباً رسانا قرار داده شود، جریانهای گردابی یا ثانویه در آن ماده القا خواهد شد. جریانهای القایی، میدانی مغناطیسی ایجاد خواهند کرد که در جهت مخالف میدان مغناطیسی اولیه اطراف سیم پیچ است.

تأثیر متقابل بین میدانها موجب ایجاد یک نیروی ضد محرکه الکتریکی در سیم پیچ شده و در نتیجه سبب تخیر مقدار مقاومت

ظاهری سیم پیچ خواهد شد. اگر ماده از نظر ابعاد و ترکیب شیمیایی یکنواخت باشد. مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر نزدیک سطح قطعه در کلیه نقاط سطح قطعه یکسان خواهد بود، به غیر از تغییر اندکی که نزدیک لبه‌های نمونه مشاهده می‌شود. اگر ماده ناپیوستگی داشته باشد، توزیع و مقدار جریانهای گردابی مجاور آن تغییر می‌کند و در نتیجه کاهش در میدان مغناطیسی در رابطه با جریانهای گردابی به وجود می‌آید، بنابراین مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر تغییر خواهد کرد.

از روی تحلیل این آثار می‌توان در مورد کیفیت و شرایط قطعه کار نتیجه‌گیری کرد. این روشها بسیار متنوع هستند و با وسیله و روش آزمون مناسب، می‌توان آنها را برای آشکارسازی عیوب سطحی و زیر سطحی قطعات و تعیین ضخامت پوشش فلزات به کار برد و اطلاعاتی در زمینه مشخصات ساختاری مانند اندازه دانه بندی و شرایط عملیات حرارتی به دست آورد. همچنین می‌توان خواص فیزیکی مانند رسانایی الکتریکی تراوایی مغناطیسی و سختی فیزیکی را تعیین کرد

آزمون مایع نافذ (PT):

اصول :

قابل رویت نمی باشند ترکهای سطحی و منافذی که با چشم عادی

بوسیله آزمون مایع نافذ شناسایی میشوند. این روش در شناسایی

منافذ جوش کاربرد فراوانی دارد. قابل ذکر است که فولادهای

(MT) آهنی که از روش ذرات مغناطیسی آستنیتیک و فلزات غیر

ارزیابی میشوند نمیتوان آنها را تست نمود از روش مایع نافذ

آزمون مایع نافذ را به دو طریق ، با استفاده از رنگ مرئی و

فلورسنت میتوان انجام داد. بدین صورت که ابتدا سطح قطعه مورد

مینماییم (سطح باید عاری از هرگونه شئی خارجی نظر را تمیز و خشک

داخل ترکها نفوذ نماید مثل براده ها باشد تا مایع نافذ بقبوی

سطح موردنظر را می **(penetrant)** سپس بوسیله مایع نافذ

پوشانیم که میتوان این عمل را با اسپری نمودن نافذ و یا غوطه ور

نافذ انجام داد. بر اثر خاصیت موئینگی نافذ به ساختن قطعه درون

از نفوذ آن اطمینان حاصل درون ترکها نفوذ میکند و برای اینکه

نماییم مدتی را صبر کرده (مدود ۳۰ دقیقه) و سپس ماده نافذ

اضافی را از روی سطح پاک میکنیم

میباشد را روی که پودر سفید رنگی (**Developer**) ظاهر کننده

سطح فوق اسپری میکنیم . ظاهر کننده باعث میشود مایع نافذ از

بیرون کشیده شود و در نتیجه رنگ بر روی سطح پس میزند ترکها

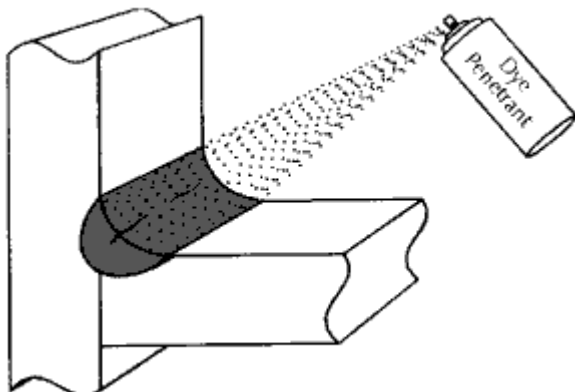
تحت نور سفید (در صورت استفاده از سپس بوسیله بازرسی چشمی

از (رنگ فلورسنتی) (رنگ مرئی) و یا نور ماورابنفش (در صورت استفاده

نشانه های رنگی ایجاد شده را مشاهده نموده و محل عیوب و ترکها

مشخص میگردد

استفاده های عمومی



شناسایی و تشخیص محل

سطحی در مواد بدون عیوب

فلل و فرج

کاربردها

شناسایی ترک و منفذ در جوش

سطحی در ریخته گری شناسایی عیوب

تنش شناسایی ترک ناشی از فستگی در اجسام تحت

محدودیتها

جسم باید تقریبا سطح غیر متخلخل و صافی داشته باشد

منابع و مآخذ:

سایت: تخصصی صنعت جوش (جوشکاران جوان):

www.iwk.ir

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

پاییز ۱۳۸۶