

## آزمایش غیر مخرب مایعات نافذ:

### (Liquid Penetrant Nondestructive Test)

اساس آزمایش و بازرسی با رنگهای نافذ بسیار ساده است، ابتدا یک مایع رنگی نافذ ( Liquid Dye Penetrant ) بر روی قطعه مورد آزمایش پاشیده می‌شود. این مایع رنگی به مدت زمان کافی بر روی سطح قطعه باقی می‌ماند تا به درون هر نوع عیب و یا گسیختگی متصل به سطح نفوذ نماید. پس از گذشت مدت زمان نفوذ، رنگ نافذ باقیمانده بر روی سطح قطعه پاک می‌گردد و سپس رنگ نفوذ کرده از درون عیوب توسط ماده پودری شکل سفید رنگی به نام پودر ظاهر کننده (Developer) به روی سطح بازگردانده می‌شود و علائمی را تشکیل می‌دهد که نشان دهنده عیوب می‌باشند.

کاربرد: کاربرد اصلی رنگهای نافذ در عیب یابی از سطح قطعات غیر مغناطیسی (و مغناطیسی) که با روش بازرسی پودر مغناطیسی ترک‌یابی از آنها ممکن نیست.

### آزمایش « مایعات نافذ » در پنج مرحله به شرح زیر اجرا می‌گردد:

#### مرحله اول: تمیز کردن و آماده‌سازی قطعات برای آزمایش:

سطح قطعه باید تمیز و خشک باشد. یکی از بهترین روشها شستشوی قطعه با بخار آب تحت فشار است. چون با گرم شدن قطعه، آلودگیها و یا آب درون ترک بیرون می‌آید. فقط در صورت گرم شدن میتوان مطمئن شد که آبی درون ترک وجود ندارد. بطور معمول می‌توان با اسپری تمیز کننده " Cleaner " و تنظیف مخصوص سطح قطعه را کاملاً تمیز و خشک نمود. باید دقت کرد که کمترین آلودگی از قبیل روغن، گریس و زنگ‌زدگی روی قطعه مورد آزمایش نباشد.

#### مرحله دوم: استعمال رنگ نافذ:

لازمه انجام این مرحله از آزمایش پوشاندن سطح قطعه از رنگ نافذ می‌باشد. رنگهای نافذ می‌بایستی به مدت زمان کافی روی سطح باقی بمانند تا قادر باشند بدرون عیوب نفوذ نمایند.

روشهای گوناگون استعمال رنگ:

می‌توان قطعه مورد آزمایش را درون مخزن رنگ نافذ فرو برد و سپس آنرا در محلی قرار داد تا رنگ اضافی از روی آن جاری گردد. دقت شود که حبابهای هوا روی سطح قطعه محبوس نگردند. که در این صورت مانع پوشیده شدن آن قسمت از سطح قطعه توسط رنگ نافذ می‌گردند.

در مورد قطعات بزرگتر می‌توان از تلمبه و شیلنگ مخصوصی که در اغلب مخازن رنگهای نافذ تعبیه شده‌اند استفاده نمود و رنگ نافذ را بر روی سطح قطعه جاری ساخت.

- بطور معمول از اسپری مایع نافذ ( Liquid Penetrant ) استفاده کرد و مایع نافذ را به شکل یکنواخت بر روی سطح قطعه پاشید. مدت زمان نفوذ: مدت زمانی که مایع نافذ بر روی قطعه باقی میماند از عوامل مؤثر انجام بازرسی موفق و مفید میباشد، مدت زمان نفوذ مایع نافذ بدرون عیوب مختلف در قطعات با جنسهای مختلف متفاوت میباشد. نفوذ رنگ در ترکهای مویی و ظریف به مدت زمان بیشتری نسبت به ترکهای عریضتر نیازمند میباشد. بطور کلی در هر پروژه مدت زمان نفوذ مایع نافذ را میبایست با توجه به دستورالعمل ارائه شده توسط ناظر آن پروژه در نظر گرفت.

### مرحله سوم: تمیز کردن رنگ نافذ از روی سطح قطعه:

در این سطح قطعه می‌بایست از رنگ نافذ اضافی کاملاً پاک گردد تا علائم گمراه کننده بر روی سطح قطعه باقی‌نماند، در عین حال نباید رنگ نفوذ کرده به درون عیوب پاک گردد.

روشهای مختلف تمیز کردن رنگ نافذ:

- تمیز کردن سطح با وسایل تنظیف: در این روش سطح قطعه کاملاً تمیز نمی‌شود و کار به کندی انجام می‌گردد. تنها مزیت این روش اطمینان از عدم پاک‌شدن رنگ نافذ از درون عیوب می‌باشد.
- شستشو به وسیله ماده پاک کننده (Cleaner): با این روش سطح قطعه کاملاً تمیز می‌گردد. ولی احتمال شستشوی مایع نافذ از درون عیوب نیز می‌باشد. باید دقت شود پس از استعمال مایع پاک کننده بلافاصله توسط تنظیف سطح قطعه پاک‌گردد.
- شستشو با آب: آب همانند مایع پاک کننده رنگ نافذ درون عیوب را حل نمی‌کند. اما بعضی از مایعات نفوذ کننده Water-Washable نیستند و توسط آب پاک نمی‌گردند که در این موارد حتماً باید از Cleaner استفاده کرد.

### مرحله چهارم: ظهور:

پس از تمیز و خشک کردن سطح قطعه مورد آزمایش می‌باید عمل ظهور انجام گیرد. در این مرحله روشهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- ظهور خشک: پودر ظهور خشک بطور یکنواخت بر روی سطح پراکنده می‌گردد و باعث ظهور رنگ نافذ درون عیب می‌شود.
  - ظهور تر: در این روش، پودر ظهور به صورت معلق در آب و در مخازن مخصوصی که دائماً توسط مخلوط‌کن به هم زده میشوند نگهداری می‌گردند و با پاشیدن مایع ظهور بر روی قطعه عمل ظهور انجام می‌پذیرد.
  - به شکل معمول مایع ظاهر کننده Developer را می‌توان توسط اسپری به قطعه تمیز و خشک شده پاشاند. نحوه اسپری باید به شکل یکنواخت باشد که مایع ظاهر کننده شُره نکند.
- مدت زمان لازم برای ظهور علائم، نصف مدت زمانی است که برای نفوذ رنگ نافذ در نظر گرفته شده است.

### مرحله پنجم: بازرسی:

- در این مرحله چنانچه معایبی در قطعه وجود داشته باشد، بصورت خطوط و یا علائم قرمز رنگ در زمینه سفید دیده میشود.
- هنگام بازرسی باید نور کافی وجود داشته باشد.
  - در مورد بازرسی با مایعات نافذ فلئورسانس، محل بازرسی باید کاملاً تاریک بوده و محیط تمیز و دارای تهویه مناسب باشد. در این حالت باید نور سیاه Black Light در دسترس باشد. (نور سیاه تشعشعات نور نامرئی با طول موجی نزدیک به اشعه ماوراء بنفش می‌باشد و دارای خاصیتی است که مواد و رنگهای فلئورسانس در اثر تابش آن مرئی می‌گردند).
  - خستگی چشم باعث از دست رفتن دقت کافی و بازدهی بازرسی می‌گردد. بنابراین نباید بازرسی در مدت زمانهای طولانی انجام پذیرد.
- علائم کاذب: علائمی که در اثر باقی ماندن رنگ نافذ روی سطح قطعه تشکیل می‌گردند و عیب محسوب نمی‌گردند. سطوحی که صیقلی نیستند یا دارای آلودگی و زنگ‌زدگی اند و یا خار و زوایای تیز دارند باعث ایجاد علائم کاذب می‌گردند و بازرسی باید دقت کند و آنها را از علائم واقعی عیوب تمیز دهد.

جدول شماره ۱  
مدت زمان نفوذ رنگ در عیوب برخی از مواد

جنس قطعه	نوع عیب	مدت زمان نفوذ (دقیقه)
آلومینیوم ریخته شده	تخلخل	۵-۱۵
منگنز جوشکاری شده	تخلخل - عدم امتزاج	۱۰-۳۰
فولادهای ضد زنگ	ترک‌های ناشی از خستگی	۲۰-۳۰
شیشه	ترک خوردگی	۵-۳۰
ابزار تراشکاری	ترک‌های ناشی از سنگ زدن	۱۰-۲۰
پلاستیک	ترک خوردگی	۲-۳۰
فولادها	ترک خوردگی	۱۰-۳۰

معمولاً فقط کافی است که لایه‌ای از رنگ نافذ سطح قطعه مورد آزمایش را بپوشاند. زیرا این لایه از رنگ نافذ جهت نفوذ به درون اغلب عیوب کافی می‌باشد و نیازی به نگهداری قطعه درون مخزن رنگ نافذ نمی‌باشد. در مواردی که مدت زمان نفوذی بیش از ۳۰ دقیقه مورد نیاز باشد ممکن است رنگ نافذ از حالت مایع خارج گشته و خشک شود. بنابراین لازم است که استعمال مجدد رنگ نافذ جهت رقیق کردن لایه رنگ انجام پذیرد.

در صورتیکه زمان لازم برای نفوذ رنگ طولانی باشد (بیش از یک ساعت) ترجیح در آن است که قطعه را به صورت غوطه‌ور در مخزن رنگ نافذ نگهداری نمود. چنین مواردی بندرت پیش می‌آید و اگر هم اتفاق افتد در رابطه با بازرسی با رنگ‌های نافذ فلئورسانس می‌باشد.