

# Dye Penetrant Testing - PT

تستهای غیر مخرب

رنگهای نفوذی

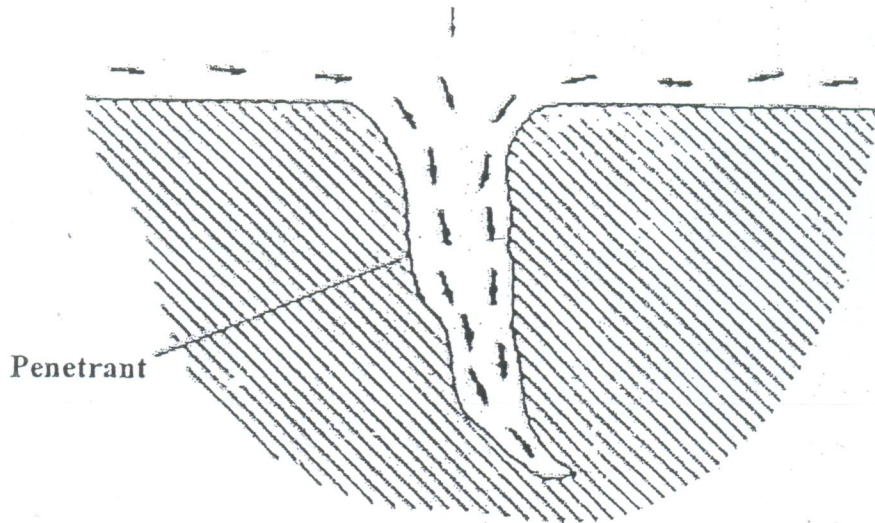
بهار ۸۷

# فهرست

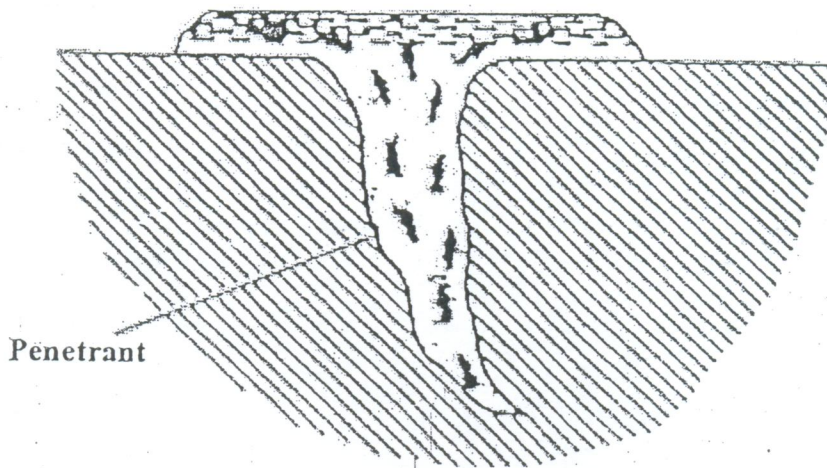
۱	بخش ۱
۹	بخش ۲
۱۵	بخش ۳
۲۱	بخش ۴
۲۷	بخش ۵
۳۳	بخش ۶
۴۲	استاندارد

## بخش ۱

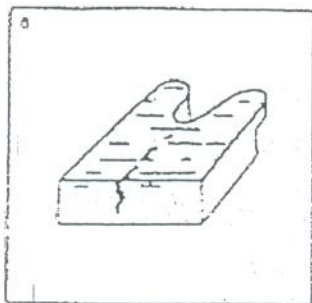
آزمایش رنگهای نفوذی یکی از روشهای آزمایشات غیر مخرب برای یافتن عیوب سطحی میباشد که بر اساس قانون موئنگی Capillary Action استوار میباشد. در روش رنگهای نفوذی، رنگ بر روی سطح قطعه ریخته شده و با دادن زمان لازم برای نفوذ، رنگ بداخل گسستگی های سطحی هرچند کوچک یا باریک بدلیل قدرت موئنگی Capillary Action نفوذ میکند.



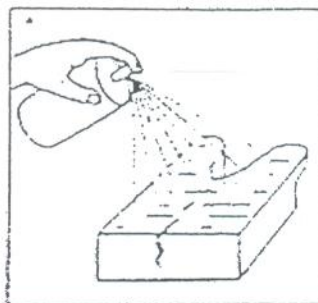
بعد از گذشت زمان لازم برای نفوذ کامل رنگ بداخل گسستگی، سطح قطعه را از وجود رنگ اضافی پاک نموده و مجدداً با کمک از قانون موئنگی Capillary Action بطور معکوس رنگ از داخل گسستگی خارج میکند.



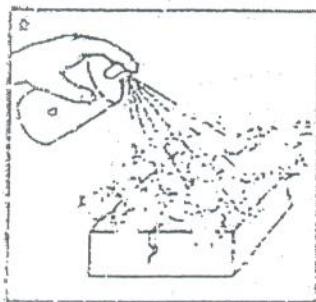
برای اطمینان از داشتن دید کافی، رنگهای نفوذی یا دارای رنگدانه بوده که بتوان آنرا در زیر نور طبیعی براحتی مشاهده نمود، یا دارای رنگدانه با خاصیت فلورسنت میباشد که میتواند در زیر نور سیاه Black Light ( ماورا بنفش - Ultraviolet Light ) آنرا دید.



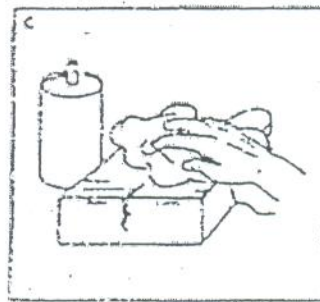
۲- زمان لازم برای نفوذ رنگ بداخل گسستگی داده میشود



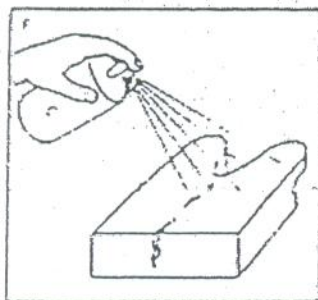
۱- رنگ بروی سطح پاشیده میشود



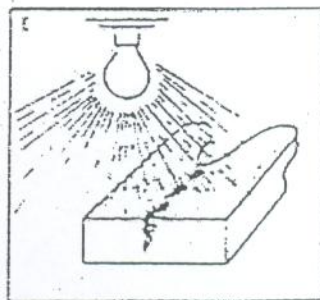
۴- آشکار ساز برای جذب رنگ داخل گسستگی بروی سطح پاشیده میشود



۳- رنگ اضافی از روی سطح پاک میشود



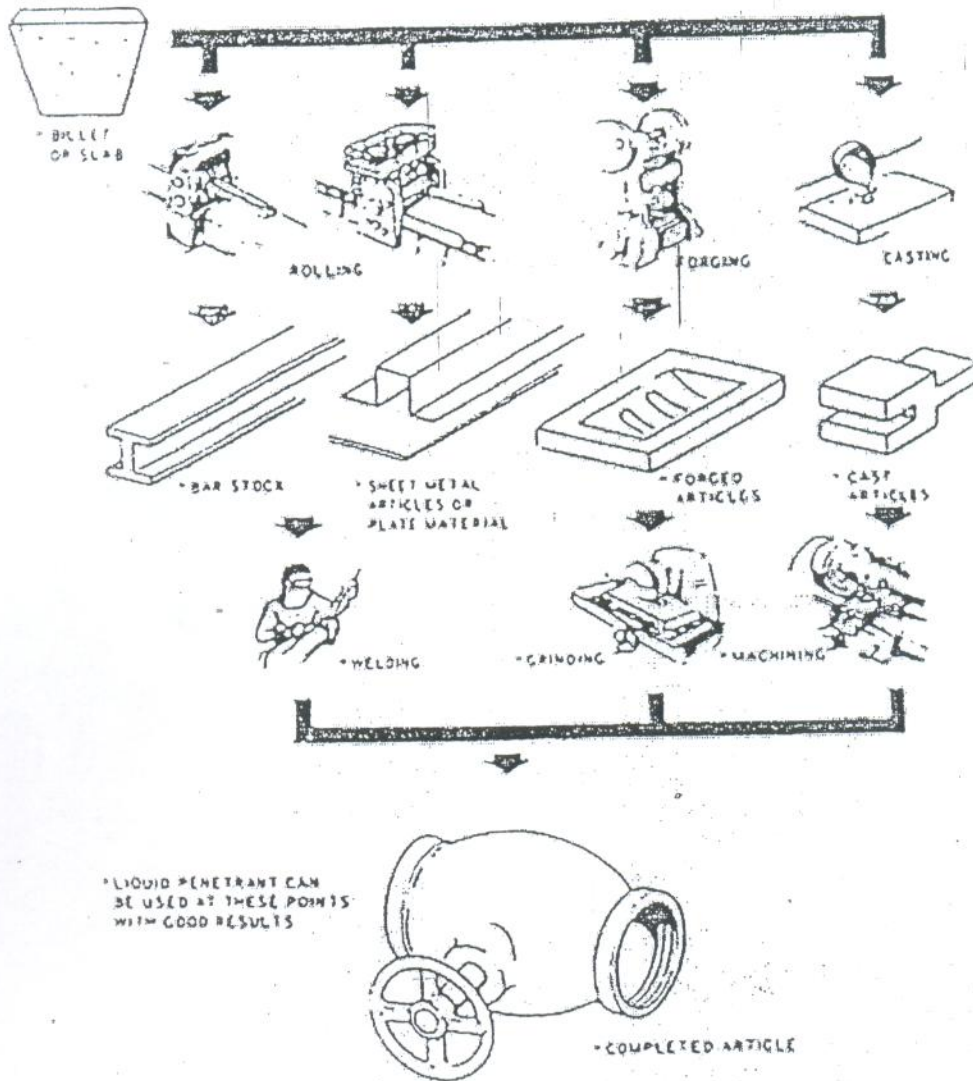
۶- قطعه را کاملا تمیز میکنیم Post Cleaning



۵- تفسیر علائم بوجود آمده انجام میشود

عیوبی که در مراحل اولیه تولید در زیر سطح قرار داشته اند ممکن است در مراحل بعدی کار دهانه باز بروی سطح داشته باشند.

ناخالصی های غیر فلزی و تخلخل در شمش میتواند باعث بوجود آمدن عیوبی از قبیل درز Seams، روی هم خوابیدگی در پرسکاری Forging Laps، بسته شدن سرد Cold Shot، در قطعات ساخته شده از ورق ها و شمش ها Slabs & Billet میشوند، مطابق شکل زیر:

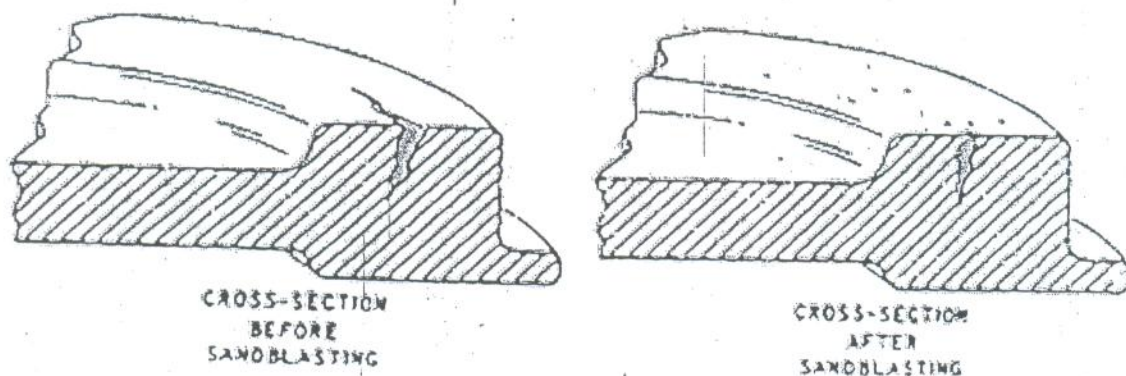


هر عاملی را که میتواند باعث جلوگیری از نفوذ رنگ نفوذی بداخل گسستگی شود را باید برطرف نمود.

لیست مواد آلوده کننده که میبایست تمیز گردند عبارتند از: آشغال، گریس، زنگ زدگی، اسید، و حتی آب.

مواد تمیز کننده مورد استفاده باید قابلیت تبخیر شدن سریعی را داشته باشند تا پراحتی و سرعت از داخل گسستگی ها تبخیر شده تا اینکه باعث رقیق شدن رنگ نفوذی نشوند. تمیز نمودن سطوح به روش سندبلاست یا شات بلاست در این آزمایش توصیه نمیگردد.

عیوبی که دهانه باز بروی سطح داشته اند با این روشها ممکن است دهانه آنها بسته شوند.



در اوایل ابداء، این آزمایش به نام آزمایش نفت و پودر سفید مشهور بوده؛ از آنجائیکه با ریختن نفت یا گازوئیل بروی سطوح و پاشیدن پودر سفید ریلهای خطوط راه آهن را تست میکردند. همچنین در ۴۰ سال اخیر بتدریج نشان داده شده است که این روش، یک روش مطمئن و قابل اطمینان و همچنین دقیق برای مشخص نمودن عیوب سطحی میباشد.

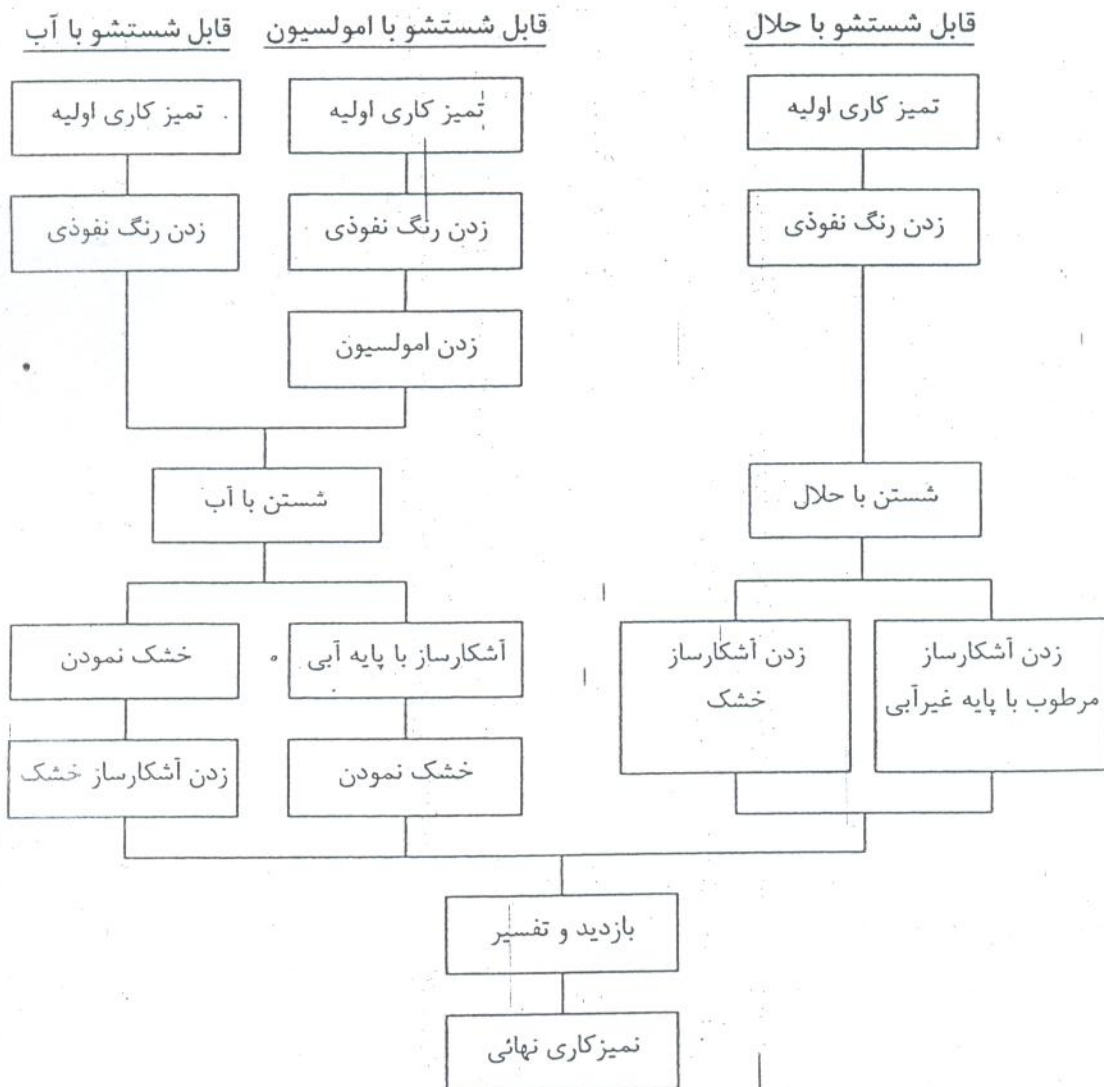
رنگهای نفوذی مورد استفاده در آزمایشات غیرمخرب با توجه به نوع رنگ دانه های این رنگهای نفوذی به دسته های زیر تقسیم بندی شده اند.

- ۱- رنگهای نفوذی قابل رویت که دارای رنگدانه میباشد (معمولا قرمز)
- ۲- رنگهای نفوذی فلورسنت که دارای رنگ فلورسنت میباشد
- ۳- رنگهای نفوذی با حساسیت دوگانه که هم دارای رنگدانه و هم رنگ فلورسنت میباشد

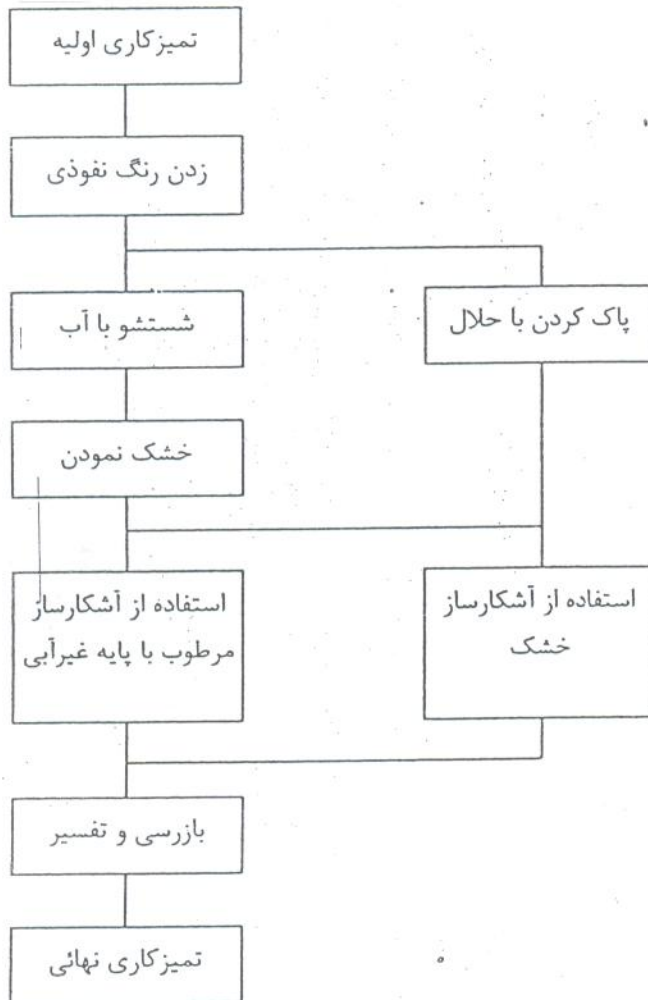
رنگهای نفوذی را نیز میتوان با توجه به روشهای مختلف پاک نمودن رنگ اضافی سطوح دسته بندی و طبقه بندی نمود.

- ۱- رنگهای نفوذی قابل شستشو با آب **Water Washable** که یا خود دارای ماده امولسیون میباشند یا با آب ب راحتی شسته میشوند.
- ۲- رنگهای نفوذی امولسیون شونده **Post - Emulsified** که احتیاج به یک ماده امولسیون خارجی داشته تا آن رنگ را قابل شستشو با آب سازد.
- ۳- رنگهای نفوذی قابل شستشو با حلال **Solvent Removable** که میبایست رنگ را بکمک یک حلال از روی سطح پاک نمود.

نمودار زیر مراحل مختلف انجام آزمایش رنگهای نفوذی را با رنگ قابل رویت و فلورسنت نشان میدهد.



رنگهای نفوذی با حساسیت دوگانه طبق مراحل زیر اجراء میگردد.





انتخاب بهترین نوع اجرای آزمایش که در صفحات قبل توضیح داده شد بستگی دارد به:

۱. حساسیت مورد نیاز
۲. تعداد قطعاتی که باید آزمایش گردد
۳. شرایط سطح قطعه مورد آزمایش
۴. شکل هندسی قطعه مورد آزمایش
۵. دسترسی به آب، الکتریسیته، هوای تحت فشار، محل مناسب برای آزمایش، و ....

آزمایش رنگ نفوذی را میتوان با موفقیت بر روی اکثر فلزات از قبیل آلومینیوم، منیزیم، برنج، مس، آهن ریختگی، آهن زد زنگ، تیتانیوم و اکثر آلیاژها انجام داد.

میتوان این آزمایش را بر روی دیگر مواد از قبیل سرامیک، پلاستیک، لاستیک ها، قطعات ساخته شده با فلزات پودری و شیشه نیز انجام داد.

آزمایش رنگ نفوذی را نمیتوان بر روی قطعاتی که دارای عیوب زیر سطحی میباشند یا قطعاتی که دارای سطحی متخلخل و ناصاف میباشند انجام داد.

## بخش ۲

در این بخش درباره تجهیزات و موادی که در تکنیک های مختلف آزمایش رنگهای نفوذی و تمیز کاری اولیه و نهائی مورد نیاز میباشد، بحث خواهیم نمود.

تمیز کاری مناسب به ۲ دلیل در آزمایش رنگهای نفوذی بسیار مهم و ضروری بنظر میرسد:

۱. اگر قطعه تمیز و خشک نشده باشد، آزمایش رنگ نفوذی بی اثر خواهد بود.
۲. اگر پس از پایان آزمایش رنگ نفوذی بطور کامل از روی قطعه پاک نگردد، این رنگ ممکن است تاثیر منفی بر روی قطعه داشته باشد. (کلرین و سولفور میتوانند بر روی بعضی از آلیاژها خوردگی بوجود آورند).

تانک های غوطه وری **Immersion Tanks** و مواد شوینده **Detergents** راه کارهای مناسبی برای اطمینان از پاک شدن فیزیکی و شیمیائی سطح قطعه مورد آزمایش میباشد.

تبخیر جهت چربی زدائی **Vapor Degreasing** برای برطرف نمودن روغن، گریس، و مواد مشابه ارگانیکی که باعث آلودگی میشوند، بسیار موثر میباشد. همچنین تعدادی از آلیاژها حساس به بعضی از مواد داخل این مواد چربی زدا میشوند و در صورت رسیدن این مواد به آلیاژهای ذکر شده، میتواند باعث تخریب ساختار آن قطعه یا آلیاژ گردد.

تمیز نمودن بوسیله بخار **Steam Cleaning** روشی مناسب برای تمیز نمودن قطعات حجیم و بزرگ میباشد.

تمیز نمودن بوسیله حلال **Solvent Cleaning** را میتوان در تانکهای غوطه وری یا در روش پاک نمودن بوسیله دستمال استفاده نمود. تمیز نمودن بکمک حلال به نسبت روشهای قید شده در بالا دارای تاثیر کمتری میباشد.

زنگ زدگی و پوسته های روی سطح **Rust and Surface Scale** را میتوان با استفاده از اسیدها یا مواد زنگ بر آلفا کالینی با توجه به دستورالعمل سازنده برطرف و پاک نمود.

پاک نمودن رنگ **Paint Removal** را معمولا بوسیله تانک های گرم با مواد حل کننده رنگ یا حلال های رنگ برنده انجام داد.

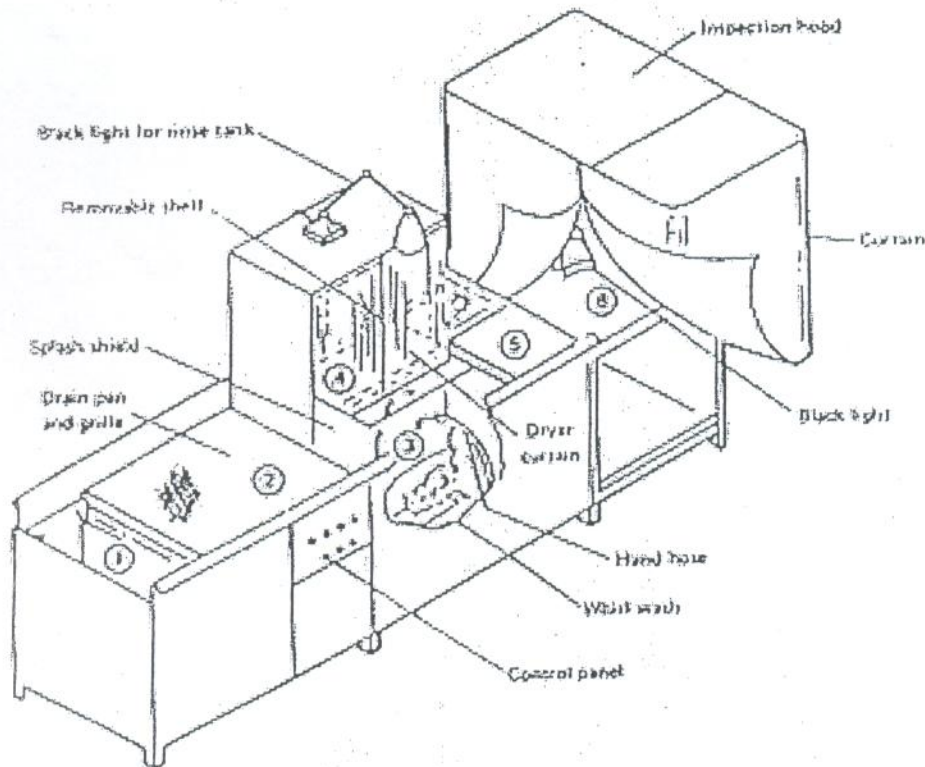
اسیدشوئی **Etching** روشی است موثر، برای تمیز نمودن قطعاتی که سنگ زده شده یا ماشین کاری شده باشند. در این روش با استفاده از اسید یا مواد آلفا کالین سعی در باز نمودن دهانه عیوب سطحی که توسط براده یا ذرات فلز پوشیده شده باشد میگردد.

باید از روشهای زیر جهت تمیز کاری سطوح اجتناب گردد از قبیل سندبلاست، شات بلاست، برس سیمی، سوهان، پارچه های پرزدار و غیره. این روشها باعث بسته شدن دهانه عیوب بدلیل له شدن سطحی قطعات میگردد.

این تجهیزات ثابت مورد استفاده در آزمایش رنگهای نفوذی، در اندازه های مختلف میباشد که معمولاً بستگی به اندازه قطعه مورد آزمایش دارد.

همچنین نوع تکنیک آزمایش میتواند تاثیر گذار باشد. تجهیزات ثابت شامل اجزاء زیر میباشد:

۱. ایستگاه تمیزکاری اولیه (معمولاً در محلی خارج از محل آزمایش قرار دارد) Pre Cleaning Station
۲. ایستگاه رنگ نفوذی ( مخزن ) Penetrant Station
۳. ایستگاه ریزش رنگ اضافی از روی سطح Drain Station
۴. ایستگاه امولسیون ( مخزن ) Emulsification Station
۵. ایستگاه شستشو ( مخزن ) Rinse Station
۶. ایستگاه آشکارسازی ( مخزن ) Developing Tank
۷. ایستگاه خشک شدن قطعه ( معمولاً Oven ) Drying Station
۸. ایستگاه بازرسی و تفسیر (شامل اطاقک یا میز با نور مناسب ) Inspection Station
۹. تمیزکاری ثانویه (معمولاً در محلی خارج از محل آزمایش قرار دارد) Post Cleaning Station



### تجهیزات آزمایش رنگ های نفوذی ( متحرک )

رنگهای نفوذی قابل رویت و فلورسنت در کیت هائی Kits تهیه شده که میتوان از آنها در مناطق اطراف و سایت ها و یا زمانی که قسمت کوچکی از یک قطعه بزرگ باید آزمایش گردد مورد استفاده قرار گیرد.

#### کیت رنگ نفوذی قابل رویت معمولا شامل

۱. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی مایع حلال
۲. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی رنگ نفوذی قابل رویت
۳. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی آشکارساز مرطوب با پایه غیر آبی
۴. برس و پارچه جهت تمیز کاری

#### کیت رنگ نفوذی فلورسنت معمولا شامل

۱. ترانسفورمر و نور سیاه (ماورا بنفش) قابل حمل
۲. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی مایع حلال
۳. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی رنگ نفوذی فلورسنت
۴. قوطی های اسپری تحت فشار حاوی آشکارساز مرطوب با پایه غیر آبی
۵. برس و پارچه جهت تمیز کاری

### تجهیزات نور سیاه Black Light

در زمان استفاده از رنگ نفوذی فلورسنت مورد نیاز میباشد، زیرا این لامپ قادر به تولید نوری با طول موج مناسب بوده و باعث درخشش رنگ فلورسنت میگردد.

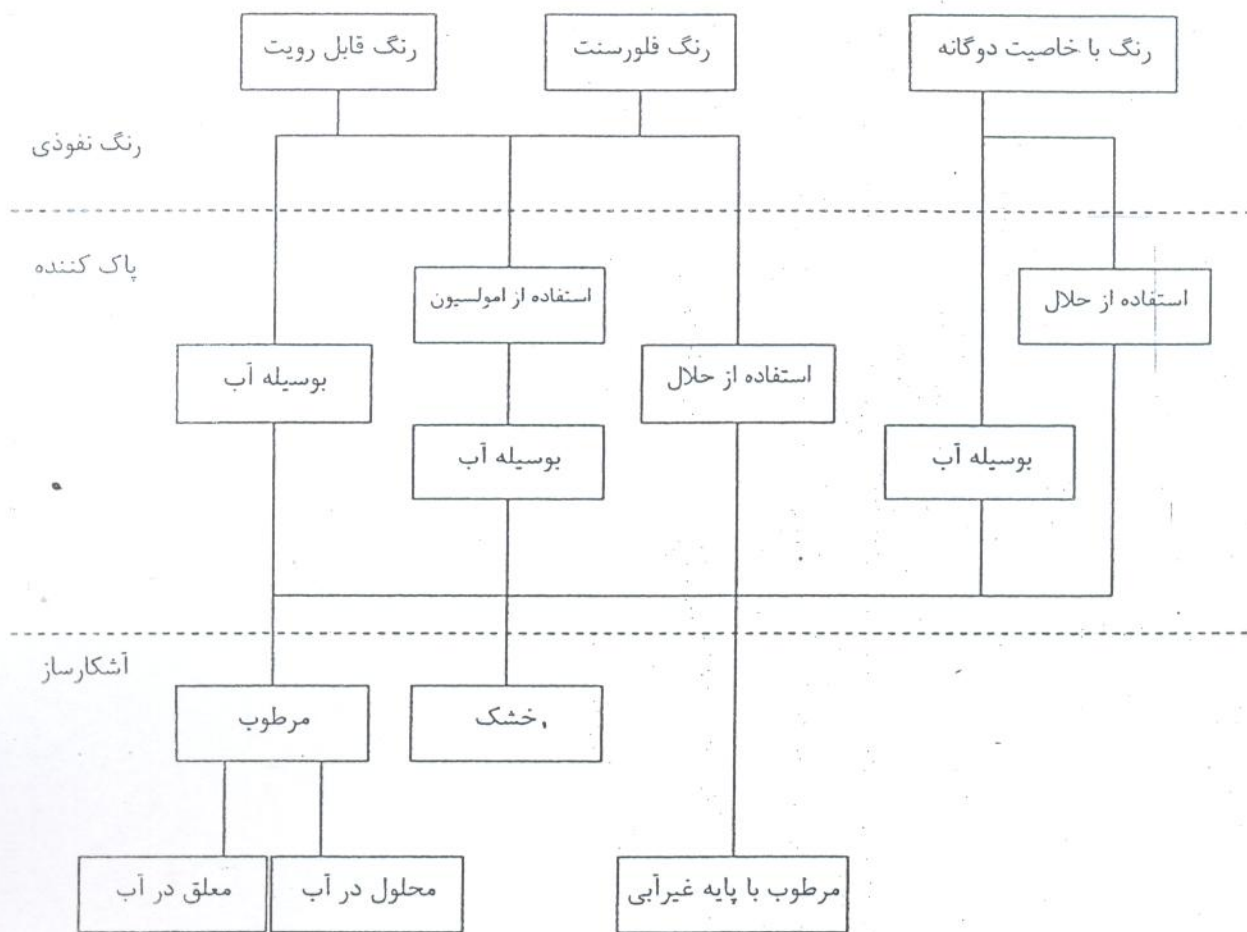
از یک فیلتر به رنگ قرمز- بنفش پر رنگ استفاده میگردد تا تنها آندسته از طول موج هائی از نور سیاه را عبور دهد که باعث تحریک و درخشش مواد فلورسنت رنگ نفوذی شود. حداقل ۵ دقیقه زمان لازم است تا لامپ سیاه پس از روشن شدن گرم شده و قادر به انتشار نور سیاه با طول موج مناسب برسد.

نور سیاه، نوری با طول موج مخصوصی را تولید میکند که بین نور قابل رویت و ماوراء بنفش میباشد. این فیلتر نباید دارای ترک بوده یا شکسته شده باشد. این نور هیچ خطری را برای چشم انسان ندارد.

لازم به ذکر است که توصیه میشود که قبل از هر بار استفاده، فیلتر لامپ سیاه چک شود تا از صحت و عدم وجود ترک در آن اطمینان حاصل شود.

مواد رنگ نفوذی را میتوان به طرق مختلف مورد استفاده قرار داد. رنگهای نفوذی بصورت باز یا در قوطی های تحت فشار موجود میباشند.

نمودار زیر طرق مختلف استفاده از رنگهای نفوذی را نشان میدهد. میبایست همیشه توجه خاص داشت تا این مواد طبق دستورالعمل سازنده مورد استفاده قرار گیرد.



### مواد در آزمایش رنگهای نفوذی

مواد نفوذی معمولاً به یک گروه مشخصی از مواد محدود میشود. این گروه از مواد رنگهای نفوذی را میتوان برای بدست آوردن بهترین نتایج، به طرق و روشهای مختلف به شرح زیر استفاده نمود:

- ۱ رنگهای نفوذی قابل شستشو با آب = دارای ماده امولسیون در داخل خود بوده که این باعث میشود که این رنگ به آسانی با ریزش آب شسته شود. این رنگ نفوذی هم بصورت رنگ قابل رویت و هم فلورسنت موجود میباشد.
- ۲ رنگهای نفوذی قابل شستشو بعد از امولسیون = دارای نفوذ بالائی میباشد. این نوع رنگ نفوذی یک رنگ نفوذی روغنی از نوع قابل رویت یا فلورسنت میباشد که با اضافه نمودن ماده امولسیون قبل از شستن و پاک نمودن آن از روی قطعه میتوان این رنگ روغنی را قابل شستشو با آب نمود.
- ۳ رنگهای نفوذی قابل شستشو با حلال = یک رنگ نفوذی روغنی بوده که در خود ماده امولسیون را دارا نمیشد و برای پاک نمودن این نوع رنگ نفوذی احتیاج به حلال مخصوص آن رنگ میباشد.

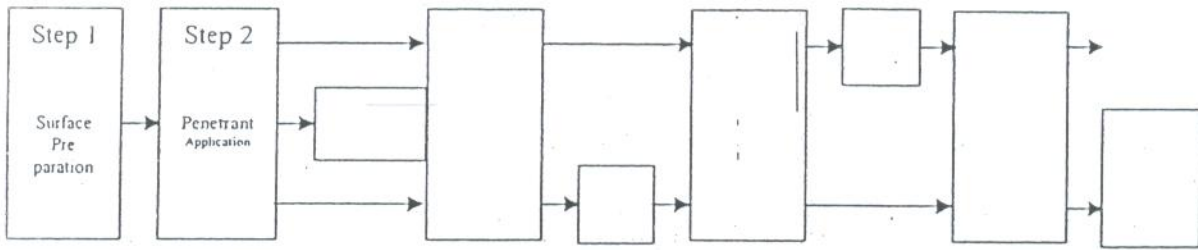
- ۴ مواد امولسیون = وقتی این ماده بر روی رنگ نفوذی که روی قطعه زده شده اضافه می‌گردد، ماده امولسیون با رنگ نفوذی مخلوط شده و رنگ را قابل شستشو با آب مینماید. بدلیل نفوذ ضعیف ماده امولسیون، این ماده قادر به پاک نمودن علائم از روی سطح قطعه نخواهد بود.
- ۵ پاک کننده ها (حلال ها) = این مواد طوری طراحی و تهیه گردیدند که برای رنگهای نفوذی مشخصی میتوان از آنها استفاده نمود. این مواد بصورت باز (کلی) یا در قوطی های تحت فشار در بازار موجود میباشد.
- ۶ آشکارسازهای خشک = موادی هستند بصورت پودر بسیار سبک سفید رنگ، با قابلیت جذب بالا که میتوان آنها هم همراه با رنگ نفوذی قابل رویت و هم با رنگ نفوذی فلورسنت استفاده نمود. وظیفه این ماده جذب رنگ نفوذی از داخل گسستگی و تشکیل تصویر علائم بر روی سطح قطعه میباشد.
- ۷ آشکارسازهای مرطوب با پایه آبی = عملکردی مشابه با آشکارسازهای خشک داشته به استثنای اینکه این ماده مخلوطی از پودر آشکارساز با آب میباشد.
- ۸ آشکارسازهای مرطوب با پایه غیر آبی = تفاوت این آشکارساز با آشکارساز مرطوب با پایه آبی در اینست که پودر آشکارساز بجای مخلوط بودن در آب، مخلوط در مایعی با سرعت تبخیر بسیار بالا میباشد.
- ۹ پائین بودن مقدار سولفور و کلرین = مواد نفوذی باید طوری طراحی و تولید شوند که به ساختار بعضی از آلیاژهای نیکل و تیتانیوم بدلیل وجود سولفور و کلرین صدمه وارد نکنند.

#### اقدام احتیاطی جهت امنیت Safety Precautions

- عموماً موادی که در ساختار رنگهای نفوذی استفاده گردیده میتواند قابل اشتعال و همچنین میتوانند باعث آسیب و ایجاد حساسیت های پوستی گردد.
- بعلاوه اشعه ماوراء بنفش تولید شده توسط لامپ سیاه میتواند باعث صدمه به چشم گردد، که اگر از فیلتر مناسب استفاده شود از انتشار اشعه های خطرناک نور سیاه جلوگیری میگردد.
- آتش - بسیاری از مواد رنگهای نفوذی قابل اشتعال میباشد. ایمنی در کار الزام مینماید که نقطه احتراق این مواد بیشتر از ۱۲۰ درجه فارانهایت (۴۸ درجه سانتیگراد) باشد.
- حساسیت پوستی - ایجاد حساسیت در پوست را میتوان با جلوگیری از تماس بيمورد بدن با این مواد و استفاده از دستکش، روپوش و کرم های محافظ دست براحتی کنترل نمود.
- آلودگی هوا - پودر آشکارساز غیر سمی میباشد، اما از استنشاق بیش از حد این مواد باید خودداری گردد. سیستم تهویه مطبوع در زمان استفاده از آشکارساز پودر خشک و بخارهای بوجود آمده در محلهایی که بسته و دارای جریان هوا نمیشد الزامی و حیاتی میباشد.

### بخش ۳

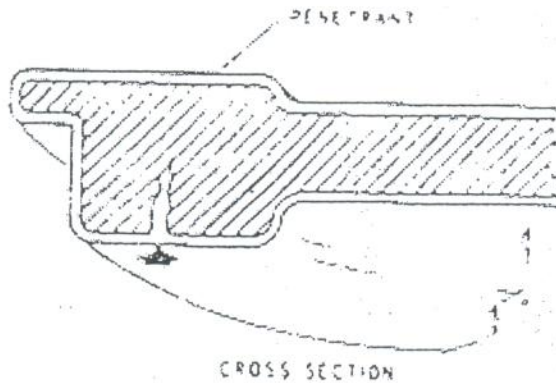
در این بخش درباره نفوذ بر روی سطح و نحوه استعمال رنگ نفوذی بحث خواهیم نمود.



#### تمیز نمودن Cleaning

موثر بودن آزمایش رنگ نفوذی بستگی به قدرت و قابلیت رنگ نفوذی در نفوذ بداخل گسستگی های سطحی دارد. قبل از استفاده از رنگ نفوذی میبایست تمامی رنگ سطح قطعه، کربن، روغن، اکسیدها، آب، کثیفی، و هر ماده ای که سطح قطعه را پوشانده باشد را کاملاً پاک نمود.

رنگ نفوذی قرار گرفته به روی سطح بخودی خود داخل شکاف یا گسستگی های روی سطح نمیرود. رنگ بدلیل عمل موئینگی Capillary Action بداخل گسستگی کشیده میشود. به همین دلیل است که رنگ نفوذی زده شده به روی سطح زیر قطعه که در جهت مخالف نیروی جاذبه زمین میباشد، بداخل گسستگی نفوذ میکند.



در زیر روشهای تمیز نمودن سطح را که قبلاً توضیح دادیم در یک فهرست قرار میدهم:

۱. تمیز نمودن به کمک مواد شستشو Detergent Cleaning
۲. تمیز نمودن به کمک بخار Vapor Degreasing
۳. تمیز نمودن به کمک بخار آب Steam Cleaning
۴. تمیز نمودن به کمک امواج ماورا صوت Ultrasonic Cleaning
۵. تمیز نمودن زنگ و پوسته های سطحی Rust and Surface Scale Removal
۶. تمیز نمودن رنگ Paint Removal
۷. اسید شویی Etching

## استعمال رنگ نفوذی

تقریباً هر مایعی را میتوان بعنوان یک ماده نفوذی در نظر گرفت، اما مواد نفوذی عصر حاضر باید دارای شرایط زیر باشند:

- ۱- قابلیت نگه داشتن رنگ بصورت مخلوط در خود
- ۲- قابلیت پخش شدن بکنواخت بر روی سطح قطعه
- ۳- قابلیت حمل رنگ بداخل گسستگی های باز بروی سطح
- ۴- قابلیت بازگرداندن رنگ از داخل گسستگی به روی سطح
- ۵- قابلیت پاک شدن آسان، در مواقع مورد لزوم یا دلخواه

رنگهای نفوذی مدرن دارای ۲ نوع مختلف میباشند:

۱- قابل رویت **Visible** - رنگ قابل رویت که براحتی در زیر نور محیط، در روز قابل دید میباشد. این نوع از رنگ نفوذی را معمولاً رنگ نفوذی قابل رویت مینامیم.

۲- فلورسنت **Fluorescent** - تقریباً یک رنگ بدون رنگدانه که در زیر نور سیاه **Black Light** از خود نور قابل رویت متصاعم میکند.

رنگ با حساسیت دوگانه شامل هر دو نوع رنگ میباشد؛ قابل رویت برای آزمایش در زیر نور طبیعی و رنگ فلورسنت برای دید در زیر نور سیاه و مشخص نمودن عیوب کوچک و ریز.

رنگ نفوذی قابل رویت یا فلورسنت را میتوان به روش های زیر مورد استفاده قرار داد:

۱. اسپری **Spray** - معمولاً با استفاده از پمپ با فشار باین قوطی اسپری تحت فشار انجام میگردد
۲. برس **Brush** - معمولاً با استفاده از برس، فرچه یا پارچه کتان انجام میگردد
۳. فروبردن **Immersion** - در این روش کل قطعه را در داخل تانک رنگ نفوذی فرو برده میشود
۴. ریختن **Pouring** - در این روش رنگ نفوذی بر روی قطعه ریخته میشود

## زمان نفوذ **Penetration (Dwell) Time**

یکی از مهمترین و حساسترین بخش آزمایش رنگهای نفوذی، آن دوره زمانی است که به رنگ نفوذی اجازه داده میشود به روی سطح قطعه باقی بماند.

گسستگی های ترک مانند احتیاج به زمانی بیش از ۳۰ دقیقه برای نفوذ رنگ نفوذی و تشکیل علائم دارند. همچنین دیگر گسستگی های عمومی به زمانی در حدود ۳ تا ۵ دقیقه دارند. درجه حرارت رنگ نفوذی و قطعه تاثیر مستقیم بر روی زمان نفوذ دارد.

گرم کردن قطعه تا درجه حرارت ۷۰ درجه فارانهایت یا بیشتر باعث تحرک بیشتر رنگ نفوذی و کوتاه شدن زمان نفوذ میگردد. در ضمن مینبایست مراغب بود تا قطعه بیش از اندازه گرم نگردد، زیرا این امر باعث تبخیر رنگ نفوذی از داخل گسستگی ها میگردد.



زمان نفوذ به مدت زمانی بستگی دارد که رنگ نفوذی بر روی سطح قطعه مرطوب باقی میماند. بعضی اوقات لازم میشود که در زمان نفوذ Dwell Time رنگ نفوذی اضافی به روی سطح زده شود. سازندگان رنگهای نفوذی، زمان مناسب جهت نفوذ رنگهای مختلف ساخته شده را اعلام میکنند.

### مراحل آزمایش رنگهای نفوذی

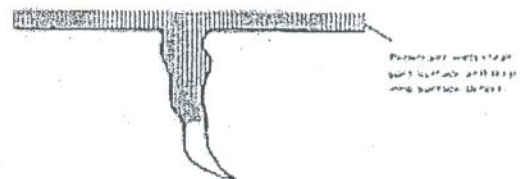
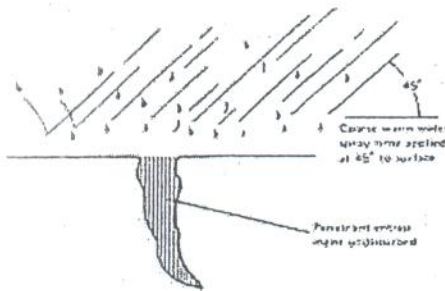
ما در بخشهای قبل درباره ۲ نوع رنگ نفوذی یکی قابل رویت و یکی فلورسنت توضیح دادیم. برای هر دو دسته تقسیم بندی بیشتری نیز وجود دارد:

- ۱- قابل شستشو با آب ( قابل رویت یا فلورسنت ) Water Washable
- ۲- قابل شستشو با اضافه نمودن امولسیون ( قابل رویت یا فلورسنت ) Post Emulsification
- ۳- قابل شستشو با حلال ( قابل رویت یا فلورسنت ) Solvent Removable

### رنگهای نفوذی قابل شستشو با آب | Water Washable Penetrants

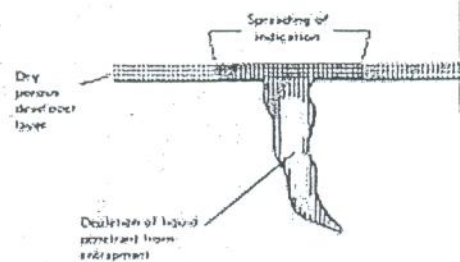
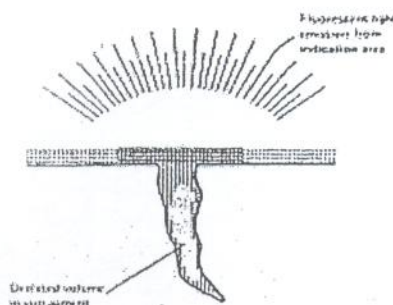
این نوع رنگ در داخل خود دارای ماده امولسیون بوده و رنگ نفوذی براحتی با ریختن آب شسته میشود. البته باید مواظب بود تا فشار زیاد یا حجم زیاد آب باعث شسته شدن رنگ نفوذی داخل گسستگی نشود. درجه حرارت آب بیش از ۱۱۰ درجه فارنهایت توصیه نمیگردد، زیرا این امر میتواند باعث سرعت بخشیدن به تبخیر رنگ نفوذی گردد.

در شکل زیر مراحل مختلف آزمایش با رنگ نفوذی قابل شستشو با آب را مشاهده میکنید



a. رنگ فلورسنت یا قابل رویت بداخل گسستگی نفوذ میکند

b. اسپری آب رنگ اضافی سطح را پاک میکند

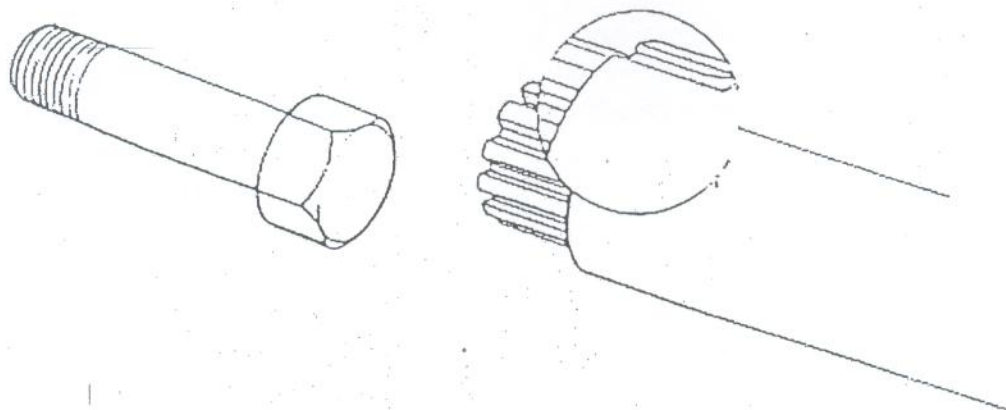


c. آشکارساز زده شده روی سطح رنگ را از داخل گسستگی بخود جذب میکنند

d. علامت بوجود آمده در زیر نور طبیعی یا نور سیاه مشاهده میگردد

رنگهای نفوذی قابل شستشو با آب معمولا برای قطعاتی با سطوح زبر و خشن یا قطعاتی که دارای رزوه (دندانه) یا شیار هستند، بسیار مناسب بوده و ترجیح داده میشود.

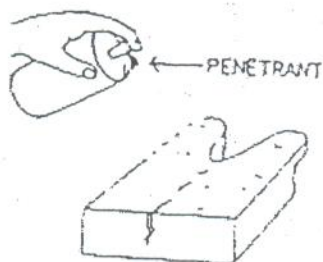
این رنگهای نفوذی با داشتن ماده امولسیون در داخل خود بسیار آسان از داخل سوراخهای مسدود یا محلتهائی که دسترسی به آن نقاط سخت میباشد مناسب میباشند، اما این نوع رنگ دارای حساسیت پائین در مشخص نمودن عیوب با عمق کم یا عریض میباشد.



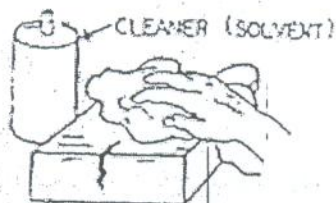
### رنگهای نفوذی قابل شستشو با حلال Solvent Removable Penetrants

این نوع از رنگهای نفوذی دارای مزیتی همچون قابل حمل بودن این مواد بوده و میتوان آنها را در محیط های بیرون از کارگاه ها بدون نیاز به استفاده از تجهیزات سنگین و مختلف مورد استفاده قرار داد.

این نوع رنگها بسیار مناسب برای بازرسی قطعات در مرحله نگهداری **Maintenance** و برای بازرسی بخشی از قطعات بزرگ میباشد. این رنگ را معمولا با استفاده از قوطی اسپری های تحت فشار استفاده کرده، که این خود باعث قابل حمل بودن این روش آزمایش میگردد.



بعد از مدت زمان مشخص برای نفوذ **Dwell Time**، رنگ نفوذی اضافی را از روی سطح بوسیله دستمال های جاذب و سپس با دستمال آغشته با حلال کاملا پاک مینمائیم. حلال را هیچگاه بطور مستقیم بر روی سطح قطعه آغشته به حلال نباید ریخت زیرا این امر ممکن است باعث شسته شدن یا آلوده شدن رنگ نفوذی داخل گسستگی ها گردد.



### Post Emulsification Penetrants - رنگهای نفوذی با اضافه نمودن امولسیون

این نوع تکنیک در ۲ مرحله انجام میگیرد، ماده امولسیون را معمولا با فرو بردن یا غوطه ور کردن قطعه در داخل ماده امولسیون به روی سطح قطعه زده میشود و زمان نفوذ در امولسیون معمولا بین ۱ تا ۴ دقیقه میباشد؛ البته طبق دستورالعمل سازنده و نوع عیبی که مورد نظر میباشد. در نتیجه ماده رنگ نفوذی مخلوط با ماده امولسیون با استفاده از آب از روی قطعه پاک و شسته میشود.

#### ۱. رنگ نفوذی قابل شستشو با آب Water Washable

مزایا Advantage	معایب Disadvantage
به آسانی با آب شسته میشود مناسب برای قطعات کوچک با تعداد زیاد مناسب برای سطوح زبر و نا صاف مناسب برای شیارها و دنده های پیچ (رزوه ها) مناسب برای عموم عیوب روشی سریع و یک مرحله ای با مقایسه با دیگر روشها ارزان میباشد	نامناسب برای یافتن خراشها و عیوب مشابه با عمق کم نامناسب برای سطوح آنودیزه شده Anodized Surface اسیدها و کرومات ها Chromates بر روی حساسیت این رنگ تاثیر میگذارد براحتی شسته میشود رنگ نفوذی در معرض آلودگی به آب میباشد

#### ۲. رنگ نفوذی قابل شستشو با حلال Solvent Removable

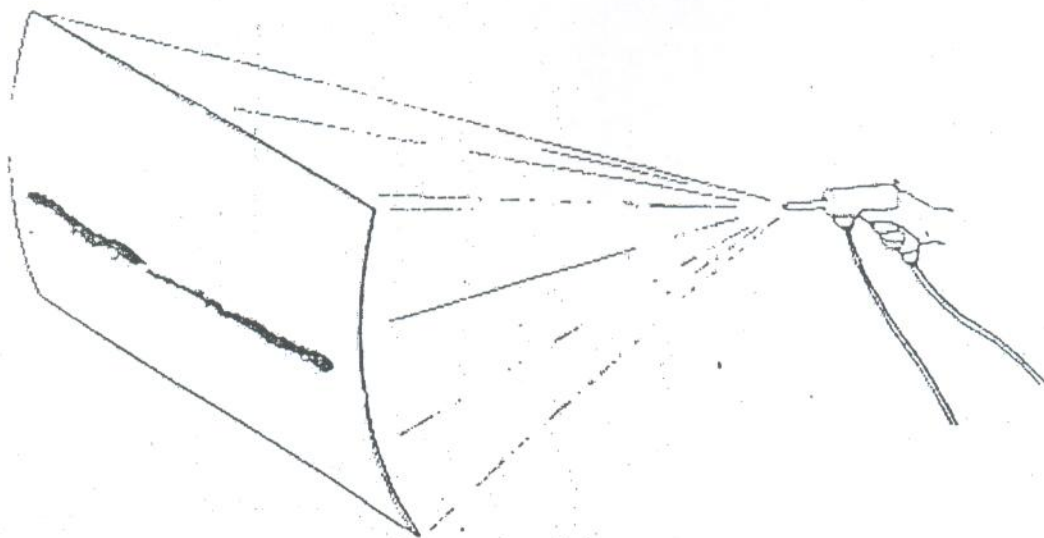
مزایا Advantage	معایب Disadvantage
قابل حمل میباشد Portability احتیاج به آب ندارد مناسب برای سطوح آنودیزه شده مناسب برای آزمایش منطقه ای Spot Checking	این مواد قابل اشتعال میباشد پاک کردن رنگ اضافی از روی سطح، زمان بر میباشد قابل استفاده در محل های در بسته نمیباشد استفاده از آن سخت برای سطوح زبر مثل منیزیم ریختگی میباشد

#### ۳. رنگ نفوذی با اضافه نمودن امولسیون Post Emulsification

مزایا Advantage	معایب Disadvantage
دارای حساسیت بسیار بالا برای عیوب بسیار باریک میباشد مناسب برای عیوب کم عمق و عریض میباشد براحتی بعد از عملکرد امولسیون با آب شسته میشود زمان نفوذ کوتاه میباشد براحتی نمیتوان بیش از حد سطح را شستشو داد	انجام آزمایش در دو مرحله انجام میشود برای استفاده از امولسیون احتیاج به تجهیزات میباشد شستن این رنگ از داخل سوراخهای مسدود، شیارها، دنده ها (رزوه ها) و سطوح زبر مشکل میباشد

## تکنیک نشتی Leak - Through Technique

از رنگ نفوذی در این تکنیک در جهت مشخص نمودن نشتی و سوراخهای راه به در در مخازن، لوله ها، استوانه ها و قطعات ریختگی توخالی استفاده میگردد.  
شکل زیر این تکنیک را نشان میدهد.



## ثبت و به تصویر کشیدن علائم Fixing and Recording Indications

۱. عکس گرفتن Photographs - معمولاً از فیلم سیاه و سفید یا رنگی یا حتی استفاده از دوربین های دیجیتال برای ثبت علائم تشکیل شده استفاده میگردد.

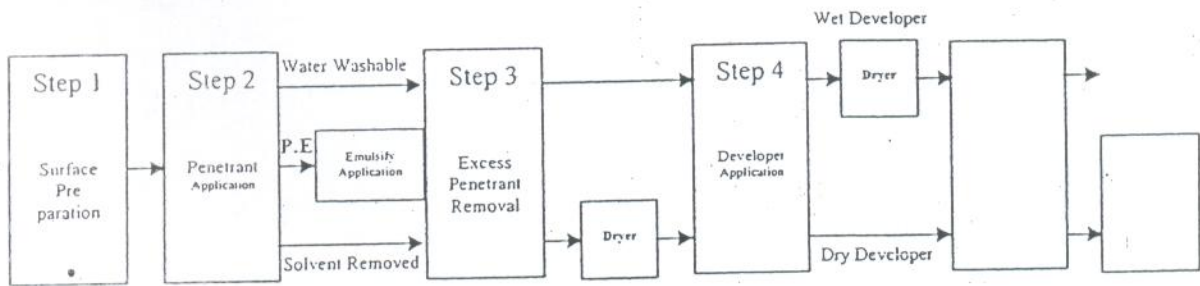
۲. موم و ورقه های پلاستیکی مخصوص - با استفاده از این مواد میتوان رنگ تراوش کرده را جذب و یا سفت شدن، علائم بوجود آمده را حفظ نمایند.

a. لاک های مخصوصی وجود دارد که میتوان آنها را با استفاده از اسپری و با پاشیدن آن به روی علائم تشکیل شده و سفت شدن این لاک، یک تصویر ثابتی از آن علائم را بر روی این لاک سفت شده بوجود آورد.

b. مواد ثابت کننده مخصوصی نیز وجود دارد که با پاشیدن آن به روی علائم تشکیل شده باعث سفت شدن آن شده و با گذاردن چسب شفاف بر روی آن میتوان آن علائم را ثبت و حفظ نمود.

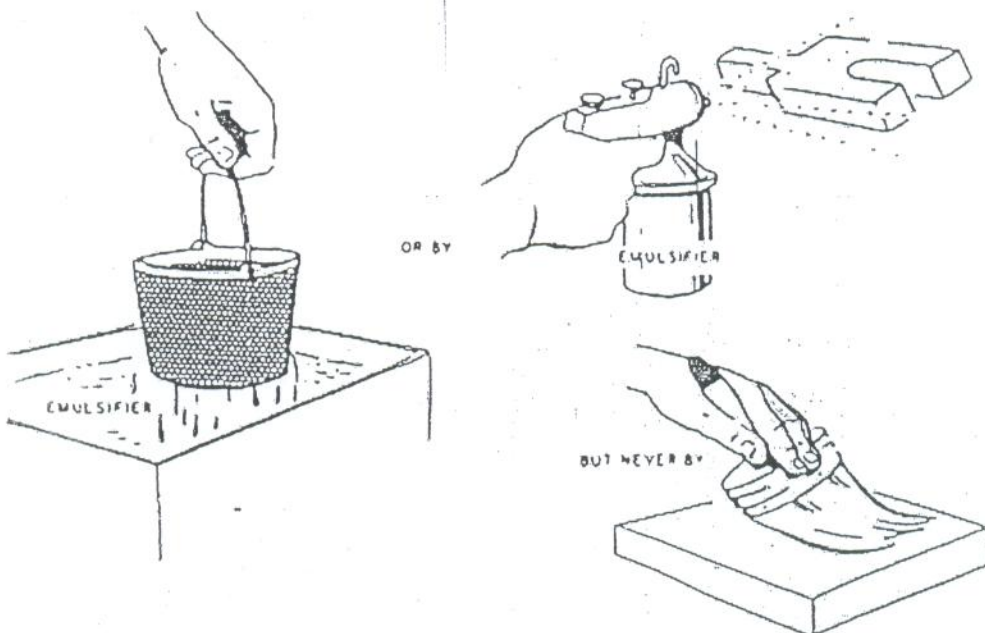
## بخش ۴

در این بخش درباره عمل امولسیون، پاک نمودن رنگ اضافی و نحوه استفاده از آشکارساز بحث خواهیم نمود.

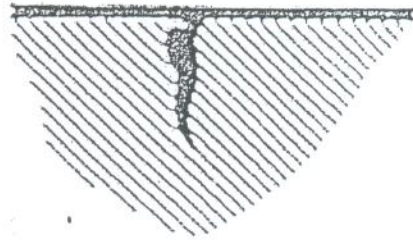
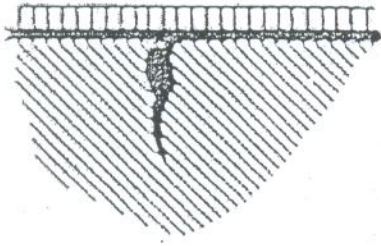


### رنگ نفوذی با اضافه نمودن امولسیون Post Emulsify Penetrant

در این نوع از رنگ نفوذی مرحله امولسیون با فرو بردن قطعه در داخل ماده امولسیون قبل از شستن سطح قطعه انجام میگردد. ماده امولسیون باعث تاثیر در رنگ نفوذی شده و آنرا قابل شستشو با آب میکند. ماده امولسیون را با روش فرو بردن یا اسپری کردن به روی رنگ نفوذی سطح قطعه زده میشود. اما زدن ماده امولسیون بوسیله برس نباید انجام گیرد. موهای برس و فشار بیش از حد برس ممکن است باعث وارد شدن ماده امولسیون بداخل گسستگی شود.

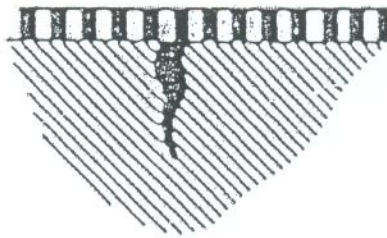
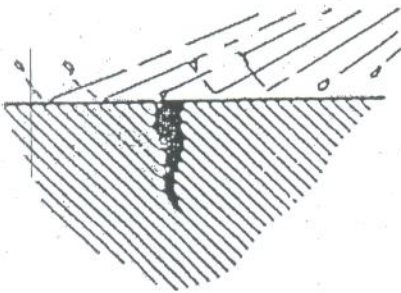


اشکال زیر مراحل انجام این آزمایش را مرحله به مرحله نشان میدهد:



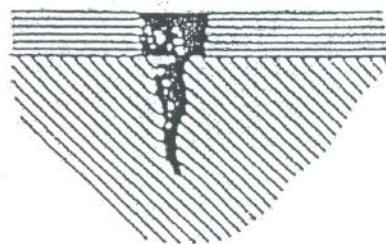
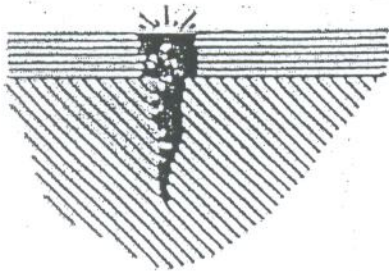
۱. رنگ فلورسنت بداخل گسستگی نفوذ میکند

۲. ماده امولسیون به روی رنگ زده میشود



۳. رنگ روی سطح با ماده امولسیون ترکیب میشود

۴. رنگ ترکیب شده، توسط اسپری آب شسته میشود



۵. آشکارساز رنگ نفوذ کرده داخل گسستگی را بیرون میکشد

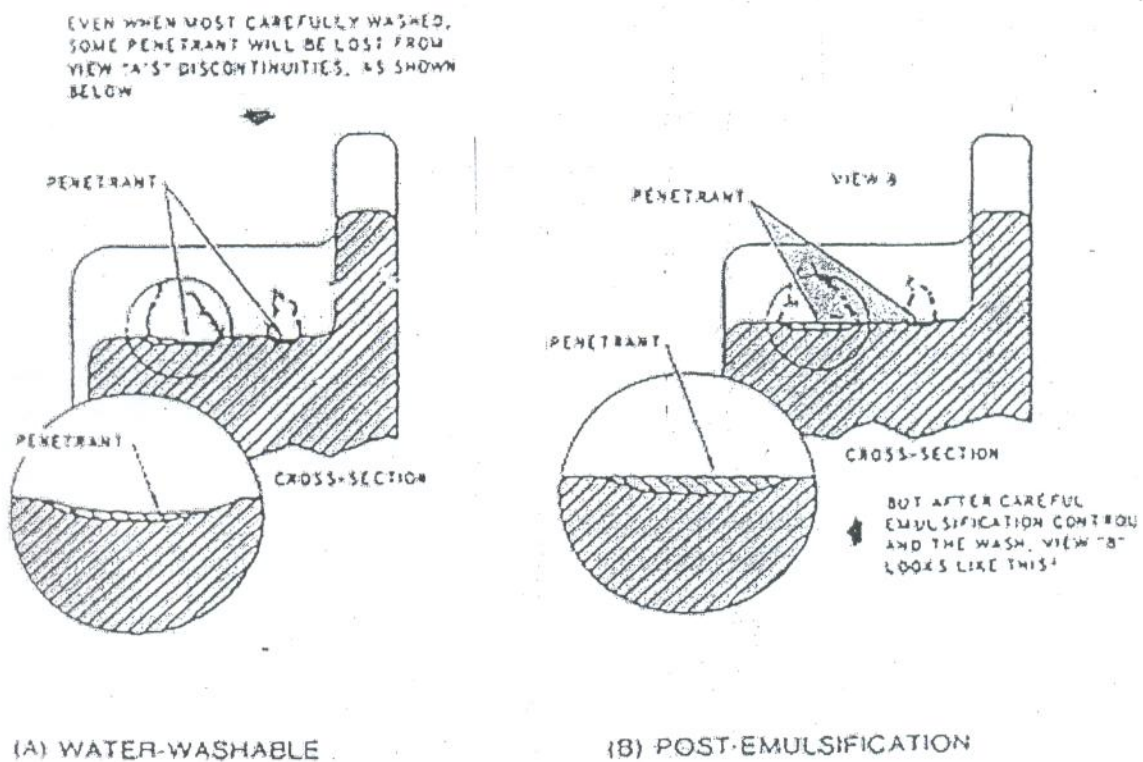
۶. با تابش نور سیاه بروی سطح باعث تابش رنگ فلورسنت میگردد

اگر زمان امولسیون بسیار کوتاه باشد، تمام رنگ روی سطح با ماده امولسیون ترکیب نگردیده و از روی سطح پاک نخواهد شد و این میتواند باعث پوشاندن عیوب موجود در قطعه گردد.

اگر زمان امولسیون بسیار طولانی باشد، رنگ نفوذ کرده بداخل گسستگی نیز با این ماده ترکیب گردیده و در زمان شستشو رنگ روی سطح براحتی پاک گردیده و تشکیل علائم صورت نخواهد گرفت.

با استفاده از این نوع رنگ، عمل شستشوی سطح قطعه با آب کمتر مشکل ساز خواهد شد.

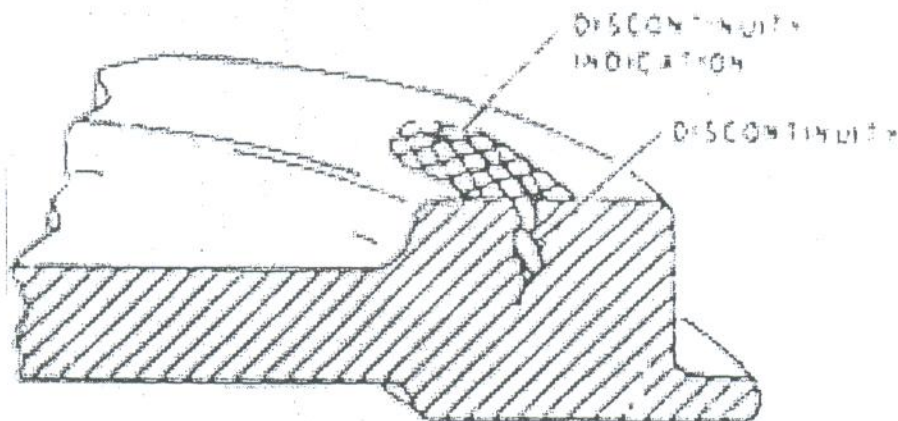
در شکل های زیر تفاوت شستشوی سطح قطعه بین رنگ قابل شستشو با آب Water Washable و رنگ قابل شستشو با ماده امولسیون Post-Emulsification را مشاهده مینمایید.



استعمال ماده آشکارساز

بعضی از علائم ممکن است قبل از استعمال ماده آشکارساز قابل رویت باشند، اما باید این مرحله را بدرستی و کامل انجام داد تا تمامی علائم احتمالی تشکیل شده قابل رویت گردند.

پودر جاذب پاشیده شده به روی سطح قطعه ای که آزمایش بر روی آن انجام گرفته و رنگ اضافی سطح آن کاملاً پاک گردیده است، آشکار سازی را انجام میدهد. رنگ نفوذی از داخل گسستگی بدلیل نیروی بسیار قوی موئینگی Capillary Action پودر آشکار ساز، بیرون می آید.



همانطوریکه در شکل بالا نشان داده شد، تصویر تشکیل شده عیب توسط آشکار ساز بسیار بزرگتر از اندازه واقعی عیب و گسستگی میباشد. امروزه عموماً از ۲ نوع آشکار ساز مورد استفاده قرار میگیرد- نوع مرطوب **Wet** و نوع خشک **Dry**.

#### ۱. آشکار ساز مرطوب **Wet Developer**

a. آشکار ساز مرطوب با پایه غیر آبی **Nonaqueous** در داخل محلول حلال گونه ای معلق بوده و معمولاً این مخلوط در داخل قوطی های تحت فشار به بازار ارائه میگردد.

b. نوع دیگر آشکار ساز مرطوب مخلوطی از پودر با پایه آبی **Aqueous** میباشد.

این نوع از آشکار سازها را معمولاً با رنگ نفوذی قابل شستشو با آب یا رنگ نفوذی قابل شستشو با امولسیون و نحوه استفاده از آن با روشهای غوطه وری یا اسپری انجام میگردد. زمان کوتاهی برای تبخیر آب موجود در مایع آشکار ساز داده میشود تا لایه ای نازک از پودر سفید را بروی سطح تشکیل دهد، اگر از گرمخانه **Oven** استفاده گردد. دمای این گرمخانه ها نمایست از ۲۲۵ درجه فارنهایت تجاوز نماید زیرا درجه حرارت بسیار بالا باعث تبخیر رنگ نفوذی داخل گسستگی میشود.

#### ۲. آشکار ساز خشک **Dry Developer**

آشکار ساز خشک یک پودر بسیار سبک **Fluffy** بوده که در داخل هیچ محلولی قرار ندارد. آشکار ساز خشک مستقیماً به روی قطعه پاشیده میشود. این عمل را معمولاً به کمک فشار کمی از هوا و یا اینکه قطعه مستقیماً در ظرف محتوی پودر خشک آشکار ساز فرو برده میشود.

بسیار مهم میباشد که قبل زمان پاشیدن پودر خشک آشکار ساز، سطح قطعه کاملاً خشک باشد. از پودر خشک بیشتر برای رنگ نفوذی فلورسنت استفاده میگردد.



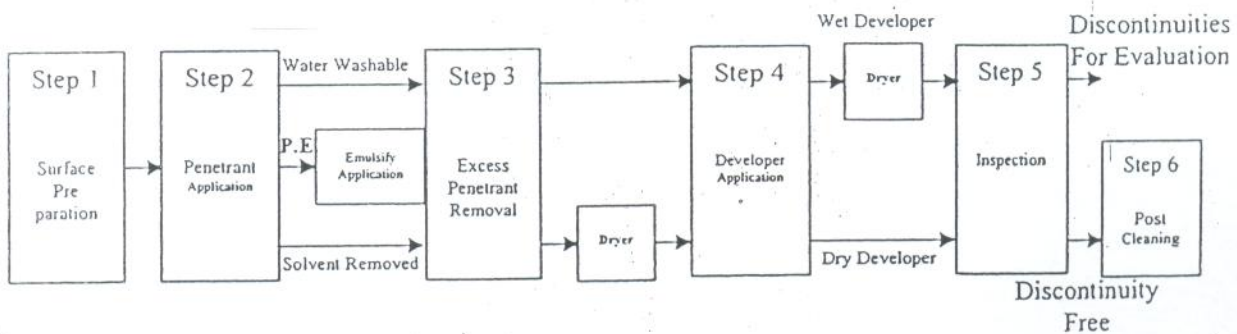
مزایای استفاده از آشکارساز مرطوب

بسیار مناسب برای سطوح صاف میباشد، زیرا پودر خشک بر روی این سطوح براحتی باقی نمیماند. زمانیکه بدنبال عیوبی با عمق کم و عریض میباشیم، آشکارساز مرطوب میتواند لایه نازک و یکنواخت تری را بر روی این سطوح تشکیل دهد.

مزایای استفاده از آشکارساز خشک

مناسب برای سطوح زبر و خشن و در مناطقی با زوایای تیز، سوراخ ها، و دنده پیچ ها و غیره. آشکارساز مرطوب لایه ضخیم تری از آشکارساز را روی سطح قطعه تشکیل میدهد.

در این بخش درباره عمل امولسیون، پاک نمودن رنگ اضافی و نحوه استفاده از آشکارساز بحث خواهیم نمود.



### بازرسی Inspection

در بازرسی از قطعات نور مناسب اولین عامل مهم و اساسی میباشد که میبایست مورد توجه قرار گیرد.

۱. اگر از رنگ فلورسنت استفاده شود، به یک اتاق یا کیوسک با یک نور ضعیف و کم با یک لامپ نور سیاه که دارای شدت مناسب باشد، احتیاج میباشد.
۲. اگر از رنگ قابل رویت استفاده گردد، احتیاج به نور کافی و طبیعی میباشد.

### علائم مشخص در آزمایش رنگ نفوذی Typical Indications in Penetrant Inspection

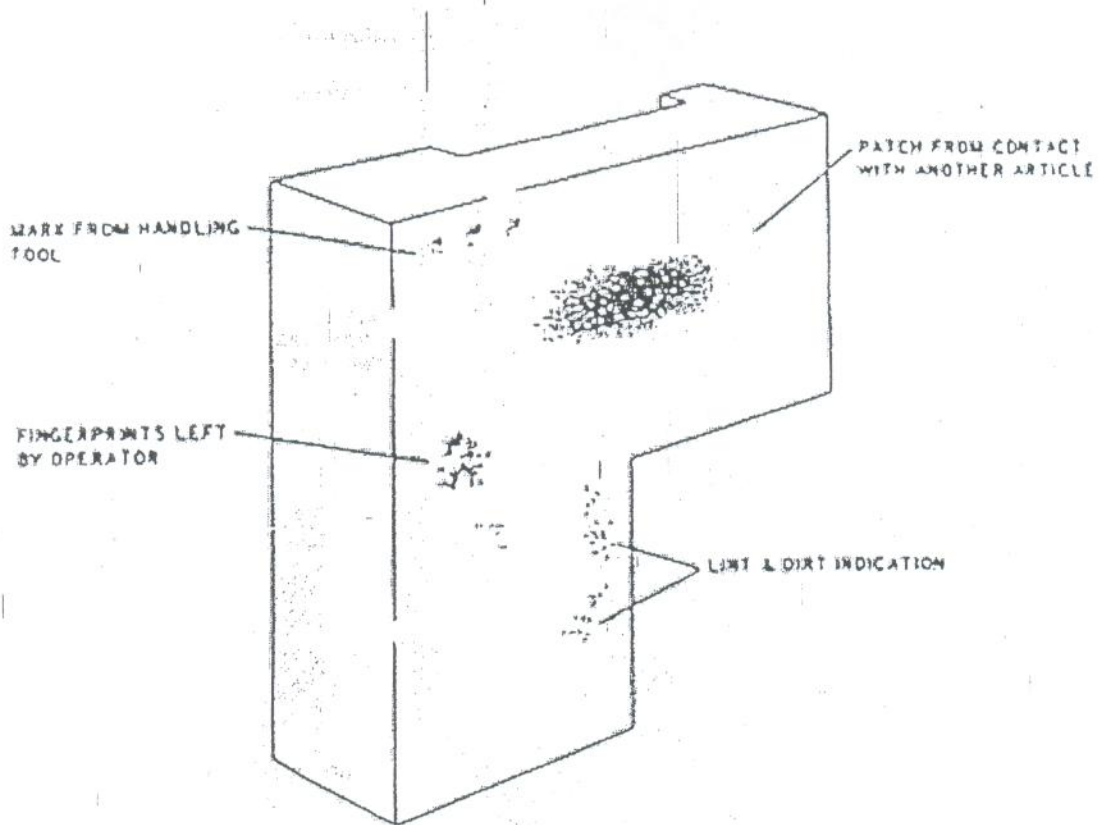
تمامی علائم یافت شده در متد آزمایش رنگهای نفوذی بدلیل وجود عیوب سطحی میباشد، اما این علائم دلیلی بر خرابی یا سالم بودن قطعه نخواهد بود.

### علائم غیر حقیقی False Indication

دلایل اصلی تشکیل علائم غیر حقیقی شستن ناکافی سطح قطعه Poor Washing میباشد. اپراتور بخوبی میتواند با استفاده از نور سیاه در زمان آزمایش با رنگ فلورسنت مشخص نماید که چه زمانی شستن سطح قطعه کافی میباشد.

برای جلوگیری از تشکیل عیوب غیر حقیقی میبایست مراقب بود تا سطح مورد آزمایش آلوده نگردد. بعضی از منشا های این آلودگی ها عبارتند از:

- a. رنگ نفوذی بجا مانده بر روی دست اپراتور
- b. آلودگی آشکار ساز
- c. آلوده شدن سطح قطعه مورد آزمایش با رنگ تراوش کرده علائم از قطعات قبلی
- d. رنگ نفوذی بجا مانده بر روی میز کار بازرس



Typical False Indications

#### علائم بدون ارتباط با عیب Nonrelevant Indications

این علائم بدلیل وجود گسستگی های روی سطح قطعه که بخاطر مدل و شکل قطعه میباشد، تشکیل میشوند. این علائم بخاطر قرار گرفتن دو قطعه بر روی هم، شیار موجود در قطعه، درزهای قطعه و دیگر موارد مشابه بوجود می آید. علائم بدون ارتباط با عیب نیز شامل پوسته های سطحی بر اثر زنگ زدگی و سطوح ناصاف و زیر قطعات ریختگی و نودرکاری شده میباشد.

#### علائم حقیقی True Indications

علائم حقیقی علائمی میباشد که بر اثر گسستگی روی سطح بوجود آمده و مفسر آنرا جزء علائم غیر واقعی یا علائم بدون ارتباط با عیب تشخیص ندهد.

علائم حقیقی باید از نظر منشاء بوجود آمدن و اینکه چه تاثیری بر روی مقاومت قطعه خواهد داشت باید مورد بررسی قرار گیرند. علائم حقیقی را میتوان به ۵ بخش اصلی تقسیم نمود:

۱. خط پیوسته **Continuous Line** - این نوع از علائم معمولاً بدلیل وجود ترک ها **Cracks**، بسته شدن سرد **Cold Shuts**، روی هم خوابیدگی در پرسکاری **Forging Laps**، خراشها **Scratches**، یا رد قالب **Die Marks** تشکیل میگردد.

۲. خط نا پیوسته **Intermittent Line** - این علائم میتواند توسط عیوب قید شده در بالا بوجود آید به این شرط که دارای دهانه ای بسته یا سطح قطعه له شده **Peened**، ماشینکاری شده **Machined**، یا سنگ زده **Ground** شده باشد.

۳. مدور **Round** - معمولاً بر اثر وجود تخلخل **Porosity** باز به روی سطح بوجود می آید.

۴. نقطه های کوچک **Small Dots** - علائم بسیار ریز مدور بدلیل ماهیت متخلخل قطعه **Porous Nature**، ساختار کریستالی بزرگ قطعه **Coarse Grain**، یا ترکهای انقباضی میکروسکوپی **Micro shrinkage** بوجود می آید.

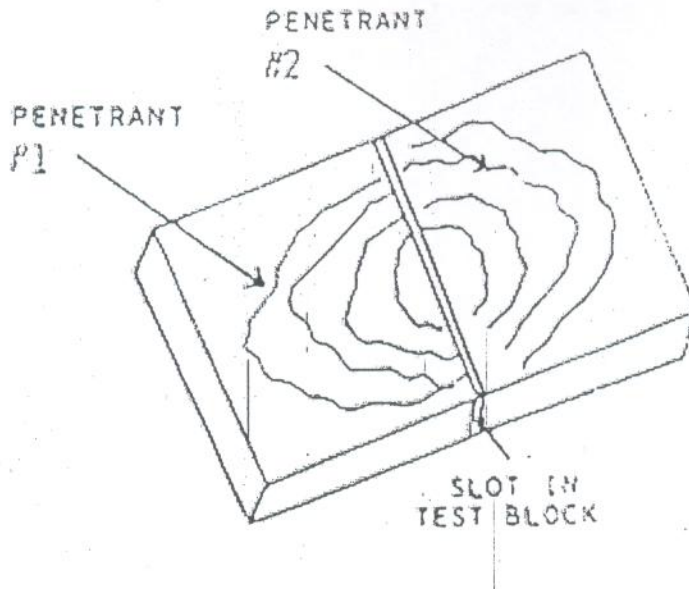
۵. علائم منتشر شده یا ضعیف **Diffused or Weak** - تفسیر این علائم بسیار دشوار میباشد و در اغلب موارد قطعه میبایست تمیز و مجدد آزمایش گردد. در بسیاری از موارد مشخص میگردد که این علائم منتشر شده و ضعیف، علائم غیر واقعی بوجود آمده بدلیل انجام نادرست آزمایش میباشد.

**Depth Determination of Penetrant Discontinuities** تخمین عمق عیوب در تست رنگ نفوذی هر چه عمق عیب بیشتر باشد مقدار رنگ نفوذ کرده بداخل گسستگی بیشتر و به همین دلیل علائم بزرگتر و پر رنگ تر خواهد بود.

**Post Cleaning** تمیزکاری نهائی بعد از اینکه قطعه مورد بازرسی دقیق قرار گرفت، بسیار مهم میباشد که آنرا کاملاً تمیز نمود. تمیزکاری نهائی معمولاً شامل همان مراحل است که برای تمیزکاری اولیه انجام میدهیم.

**Quality Control of Penetrant Test Material** کنترل کیفیت مواد آزمایشات رنگهای نفوذی بلوکهای آزمایش آلومینیومی - این یک وسیله بسیار مناسب برای ارزیابی کلی رنگهای نفوذی میباشد. از این وسیله فقط برای مقایسه استفاده میگردد، نه برای ارزیابی همه جانبه. این بلوک ها غیر یکنواخت بوده و عمق و عرض ترکها بدون کنترل بوجود آمده است. اندازه این بلوک ها میتواند متغیر باشد اما معمولاً اندازه ای برابر با ۳ اینچ طول و ۲ اینچ عرض از جنس آلومینیوم 2024-T.3 بوده و ضخامت این بلوک در حدود ۳/۸ اینچ (تقریباً ۱۰ میلیمتر) میباشد.

برای بوجود آوردن ترک روی سطح این قطعات، آنها حرارت داده و سپس با سرد کردن بسیار سریع آن Quenching روی سطح این بلوک ها ترک ایجاد مینماییم. با حرارت دادن مجدد، عملیات Quenching بر روی آن یا بدقت تمیز نمودن، میتوان از این بلوکها مجدداً استفاده نمود.

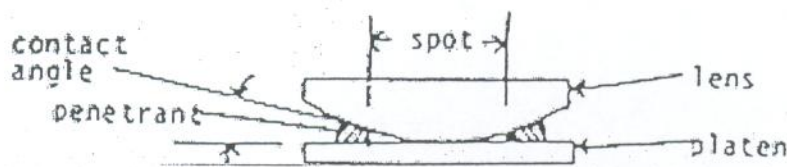


آزمایش حساسیت **Sensitivity Test** - از آنجائیکه روش آزمایش ارزیابی آسانی از رنگهای نفوذی موجود نمیشد، برای اندازه گیری حساسیت رنگهای نفوذی آزمایش بسیار ساده مقایسه ای کافی میباشد. مقداری از رنگ نفوذی مورد استفاده در آزمایش را بر روی یک سمت این بلوک آلومینیومی قرار داده و مقداری از رنگ نفوذی تازه و نو نیز در سمت دیگر بلوک قرار داده میشود. با بازرسی چشمی میتوان مشخص نمود که رنگ نفوذی مورد استفاده در آزمایش بقدری آلوده گردیده است که احتیاج به تعویض آن باشد یا خیر.

### آزمایش هلالی **Meniscus Test**

این روشی عملی برای ارزیابی و مشخص نمودن درصد غلظت رنگ نفوذی در یک لایه نازک از رنگ نفوذی میباشد. در این آزمایش از یک شیشه مسطح **Flat Glass** و یک شیشه که از یکسو محدب **Convex** و از طرف دیگر مسطح میباشد، استفاده میگردد. یک نقطه شفاف و غیر فلورسنت در اطراف ناحیه برخورد بوجود می آید. زاویه برخورد، نشان دهنده قابلیت تر کنندگی سطح آن مایع را نشان میدهد.

قطر منطقه تماس **Diameter of Spot** از رنگ نفوذی شفاف مبنائی برای اندازه گیری ضخامت لایه نازک بوجود آمده از رنگ نفوذی بوده و میتوان برای مقایسه غلظت رنگ نفوذی استفاده نمود. تابش نور ماورابنفش یا آلودگی ناخواسته رنگ با مواد اسیدی یا آلکانی تاثیر در مقدار غلظت و تغییر قطر ناحیه برخورد **Spot** خواهد داشت.



آزمایش بلوک سرامیکی **Ceramic Block Test** - شامل یک صفحه از سرامیک بدون لعاب بوده که روی سطح این سرامیک هزاران سوراخ میکروسکوپی و ترک موجود میباشد. این بلوک را با علامت گذاری به دو ناحیه تقسیم کرده و مقدار کمی از رنگ نفوذی را در یک طرف این بلوک و رنگ مرجع را در طرف دیگر این بلوک قرار میدهیم. بعد از گذشت زمان نفوذ مناسب **Dwell Time** این دو ناحیه را مورد بازرسی چشمی قرار داده و این دو ناحیه با هم مقایسه میگردد. کاهش تعداد یا درخشش علائم سوراخها در زمان مقایسه رنگ مرجع و قدیمی میباشد بدقت مورد بررسی قرار گیرد.

آزمایش مقدار آب **Water Content Test** - در استاندارد ASTM در بخش D-95 آزمایشی را تشریح نموده که در آن مقدار ۱۰۰ میلی لیتر از رنگ نفوذی را به همراه ۱۰۰ میلی لیتر از ماده **Xylene** بدون هیچگونه رطوبت را درون فلاسک شیشه ای ریخته و میجوشانیم. مقدار بخار بوجود آمده را جمع آوری کرده و با اندازه گیری آن مقدار درصد آب موجود را اندازه گیری میکنیم. اگر مقدار درصد آب موجود از مقدار توصیه شده توسط سازنده تجاوز نماید، رنگ نفوذی را میباشد تعویض نمود.

### آزمایش چسبندگی **Viscosity Test**

با استفاده از دستگاه ویسکومتر مقدار چسبندگی رنگ نفوذی اندازه گیری میشود تا این مقدار از محدوده مشخص شده توسط سازندگان تجاوز نماید. استاندارد مرجع **ASTM D-445** میباشد.

### آزمایش کمرنگ شدن رنگ فلورسنت **Fluorescent Penetrant Fade Test** - در این آزمایش از بلوک

آزمایش آلومینیومی برای انجام آزمایش مقایسه در کنار هم استفاده میشود.

رنگ فلورسنت در هر دو بلوک کنار هم قرار گرفته زده میشود. یک طرف را تحت تابش نور استاندارد ماورا بنفش بمدت یک ساعت قرار میدهیم و در این مدت، سطح بلوک کناری را پوشیده نگه میداریم. سپس درخشش رنگ فلورسنت هر دو بلوک با هم مقایسه میگردد و اگر درخشش این دو ناحیه بطور مشخص تغییر کرده باشد رنگ نفوذی میباشد تعویض گردد.

### آزمایش قابلیت شستشوی رنگ نفوذی **Water Washability Test** - این آزمایش برای ارزیابی قدرت

امولسیون با مقایسه دو ناحیه با مقدار متفاوتی از رنگ نفوذی و ماده امولسیون انجام میشود.

یک بلوک مخصوص از جنس استیل را در زاویه ۷۵ درجه ای قرار میدهیم و دو نوع مخلوط **Blend** از رنگ نفوذی را بروی سطح آن میریزیم تا به آرامی از سطح بلوک سرازیر شوند. بعد از ۵ دقیقه زمان بلوک شسته شده و برای مشخص نمودن مقدار رنگ باقی مانده مورد بازرسی قرار میگیرد.

### آشکارسازها **Developers** :

آشکار ساز خشک را میتوان به آسانی با بازرسی چشمی مورد آزمایش قرار داد تا مطمئن شویم که پودر بسیار نرم و پودری، تبدیل به پودری مرطوب بهم چسبیده بصورت گوله **Lumpy** نگردیده است. آشکارساز مرطوب را معمولا بوسیله رطوبت سنج **Hydrometer** اندازه گیری نموده تا مطمئن شویم مقدار غلظت پودر در داخل محلول برابر دستورالعمل سازنده میباشد.

## بخش ۶

در این بخش درباره انواع عیوبی که در آزمایش رنگهای نفوذی با آن برخورد میکنیم، بحث خواهیم کرد.

عیوب و گسستگی ها را میتوان به ۳ دسته تقسیم نمود، عیوب ذاتی **Inherent**، عیوب زمان ساخت **Processing**، و عیوب زمان سرویس **Service**

۱. عیوب ذاتی **Inherent** - این عیوب بدلیل وجود عیوب در داخل فلز مذاب میباشد.

**Inherent Wrought Discontinuities** عیوب ذاتی مواد خام

این عیوب بستگی به نوع ذوب فلز و نحوه سرد شدن قالب اولیه **Ingot** قبل از عملیات نوردکاری آن برای درست کردن شمش و پروفیل میباشد.

**Inherent Cast Discontinuities** عیوب ذاتی قطعات ریختگری

این عیوب وابسته به نوع ذوب، عمل ریخته گری و نحوه انجماد قالب های ریخته گری میباشد که بدلائل ناکافی بودن فلز مذاب، نامناسب بودن راه گاه ها، ریختن فلز مذاب با درجه حرارت بالا و محبوس شدن هوا داخل قالب بوجود می آید.

۲. عیوب زمان ساخت **Processing** - این عیوب بدلائل مختلف در رابطه با عملیات ساخت از قبیل ماشینکاری **Machining**، شکل دادن به قطعات **Forming**، کشش **Extruding**، نوردکاری **Rolling**، جوشکاری **Welding**، تنش زدائی **Heat Treating**، و ورق کاری **Plating** بوجود می آید.

۳. عیوب زمان کار **Service** - این عیوب وابسته به انواع مختلف شرایط کاری از قبیل خوردگی بر اثر تنش، خستگی و غیره میباشد.

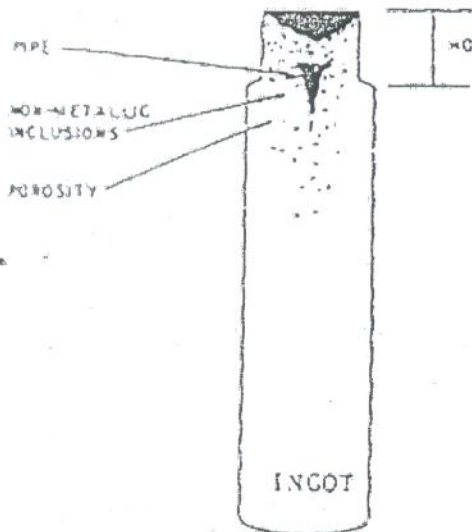
توجه داشته باشیم زمانی که از آزمایش رنگ نفوذی استفاده میکنیم فقط میتوانیم عیوبی را که به سطح راه دارند را مشخص نماییم. همچنین در زمان ساخت قطعات، بسیاری از عیوب هستند که در زیر سطح قرار دارند و بر اثر ماشینکاری، سنگ زدن و کارهای مشابه دهانه ای باز به روی سطح پیدا میکنند.

توجه داشته باشیم که هر گسستگی را نمیتوان یک عیب دانست. هر علائمی که توسط کارشناس **NDT** مشخص میگردد را یک گسستگی نامیده میشود تا زمانی که با ارزیابی و تفسیر آنرا یک عیب برای آن قطعه بنامیم.

در زیر فهرستی از انواع عیوب Typical Discontinuities را که با انجام آزمایشات غیر مخرب میبایست مشخص شوند را مشاهده مینمائید.

گسستگی هائیکه در داخل قالب ریخته شده Ingot در زمان عملیات تولید آهن محصور شده اند میتوانند باعث تولید گسستگی های متعددی در قطعات در حال ساخت گردد.

گسستگی های داخل قالب ریخته شده Ingot به ۳ دسته تقسیم میگردد:



۱. تخلخل Porosity - بدلیل محصور شدن هوا در داخل فلز مذاب بوجود میآید.

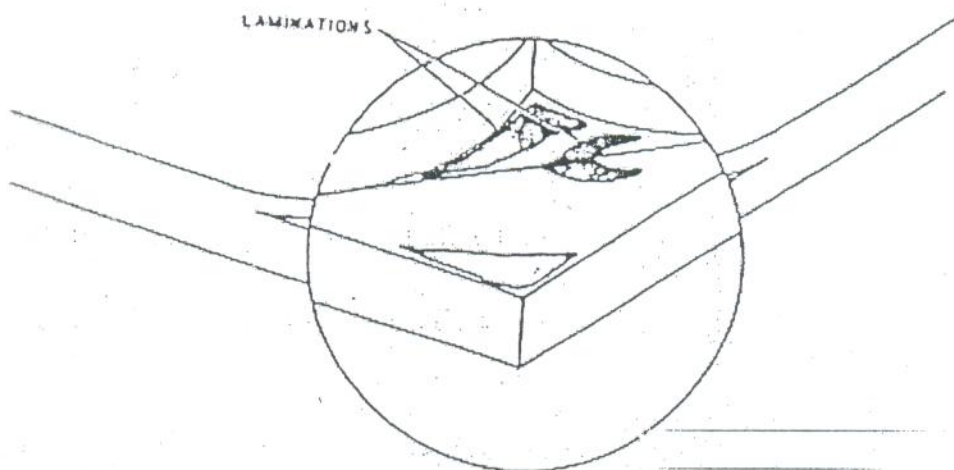
۲. ناخالصی های غیر فلزی Nonmetallic Inclusion - بدلیل وجود ناخالصی هائیکه اتفاقاً درون فلز مذاب مخلوط گردیده است.

۳. حفره های لوله ای Piping - بدلیل انقباض در مرکز قالب در زمان انجماد بوجود می آید.

از آنجائیکه اکثر عیوب ذکر شده در قسمت Hot Top میباشد معمولاً این بخش را بریده و دور می اندازند.

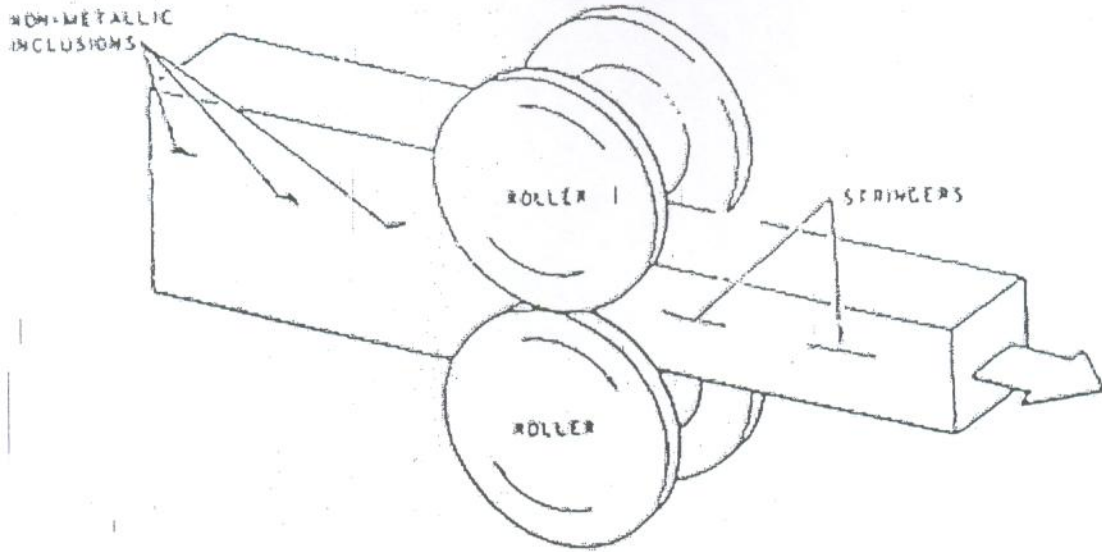
زمانیکه قالب ریخته شده را برای تولید قطعات دیگر مثل شمش، یا پروفیل مورد استفاده قرار میدهیم گسستگی های موجود در قالب اولیه ممکن است از نظر شکل و اندازه تغییر کنند.

زمانیکه شمش Billet پهن شود، ناخالصی های غیرفلزی باعث بوجود آمدن عیب تورق Lamination میگردد. حفره های هوایی و تخلخل نیز میتواند همانطوریکه در شکل زیر نشان داده شده است، باعث بوجود آمدن این عیب گردند.

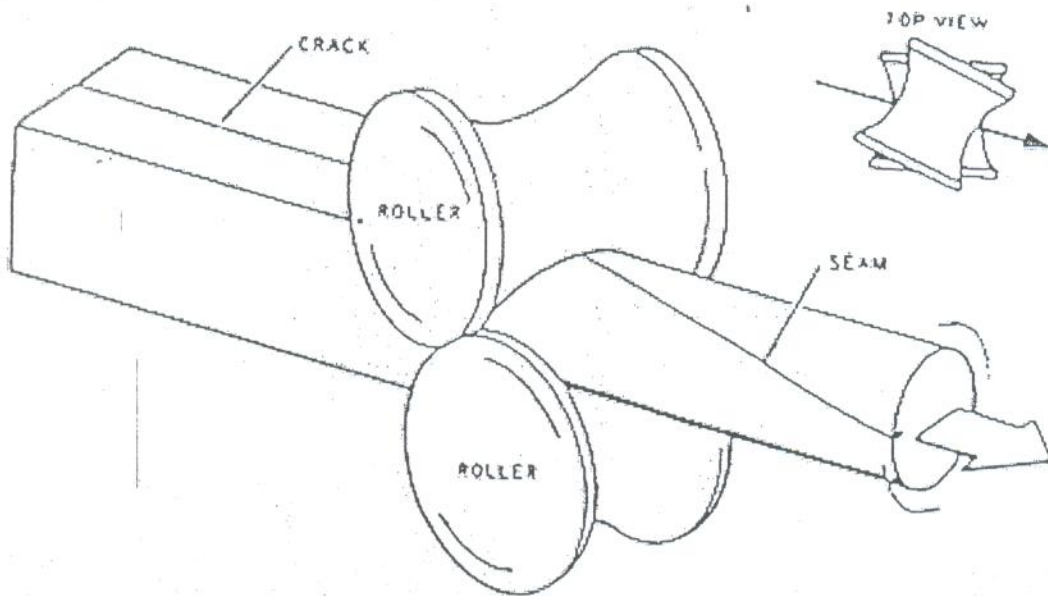




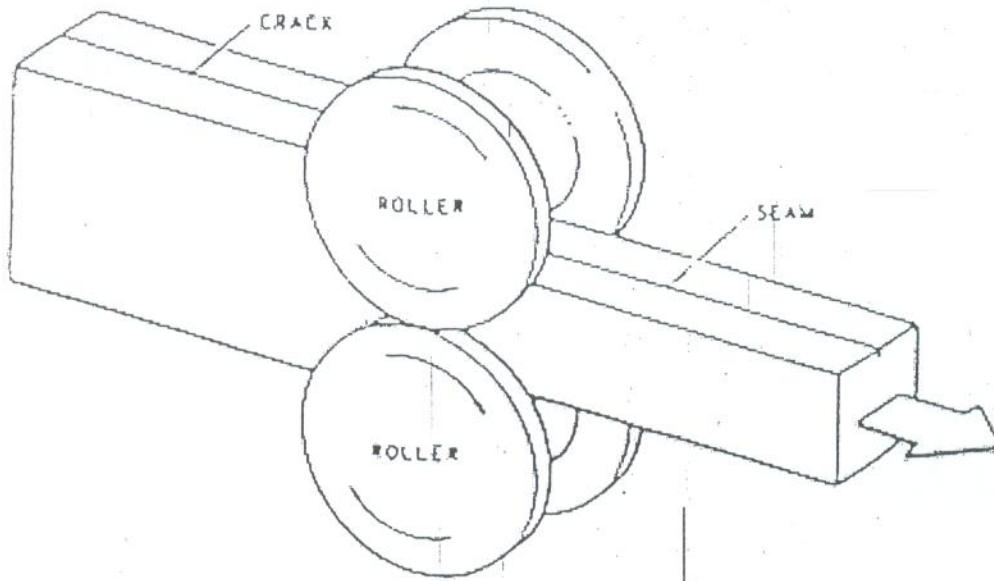
زمانیکه شمش Billet نوردکاری شده تا به فرم های دیگر تبدیل شود، ناخالصی های غیرفلزی فشرده شده و به گسستگی با طول بلندتر و نازک تر تبدیل شده که آنرا Stringer نامیده میشود.



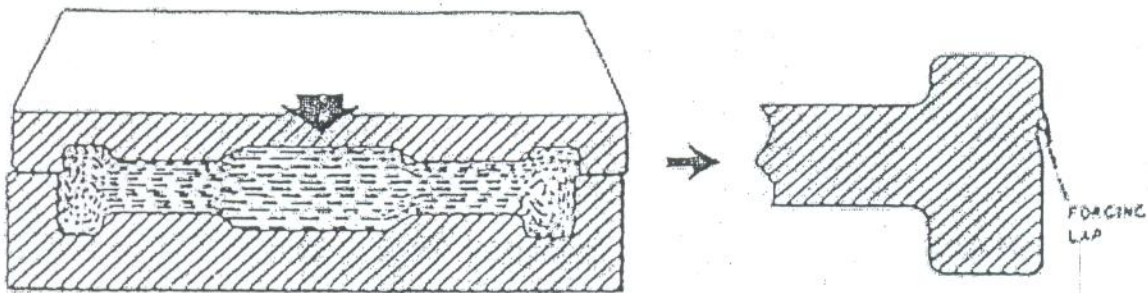
زمانی که شمش چهارگوش را به یک میلگرد توپر تبدیل میکنیم ناهمواری سطح باعث بوجود آمدن عیب درز Seam میگردد. درز Seam تا خوردن فلز در نتیجه نوردکاری نادرست یا بوسیله یک ترک در شمش چهارگوش مطابق شکل زیر بوجود می آید.



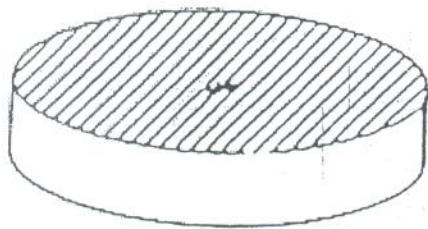
عیب درز Seam نیز میتواند بدلیل تبدیل آن به یک شمش چهارگوش کوچکتر نیز بوجود آید، همانند شکل زیر:



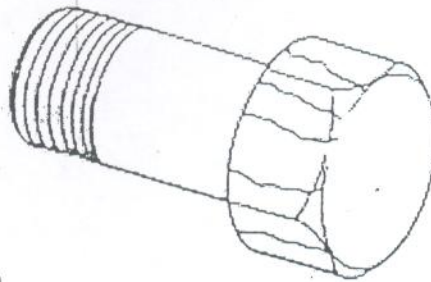
عیوب پرسکاری زمانی بوجود می آید که فلز بسیار داغ شده و برای شکل گرفتن به فرم مشخصی چکشکاری یا پرسکاری میشود. یک قطعه پرسکاری شده دارای دانه بندی محکم و بهم فشرده ای میباشد، زیرا کریستالهای آن قطعه جابجا گردیده تا اینکه قطعه شکل قالب را بخود بگیرد. روی هم خوابیدگی در پرسکاری **Forging Lap** بدلیل خوابیدگی فلز بر روی سطح قطعه پرسکاری شده بوجود می آید. معمولا این عیب زمانی بوجود می آید که مقداری از فلز، بین دو قسمت قالب پرس قرار میگیرد (پلیسه).



ترکیدگی پرسکاری **Forging Burst** زمانی بوجود می آید که این پرسکاری در درجه حرارت نامناسب انجام شود. ترکیدگی میتواند داخلی یا باز بروی سطح باشد همانند شکل زیر:



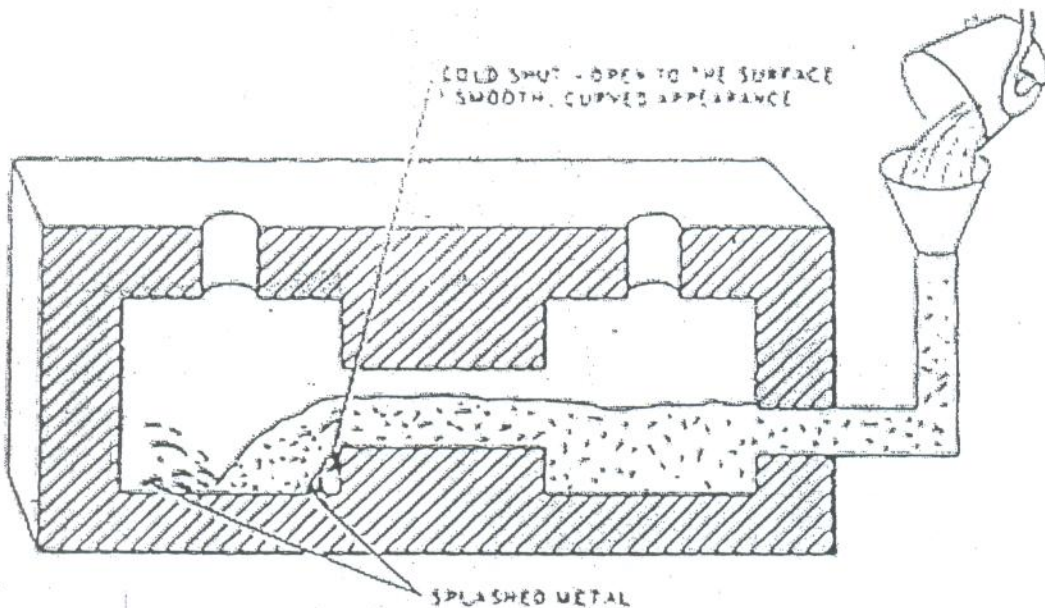
INTERNAL  
BURST  
(SUBSURFACE)



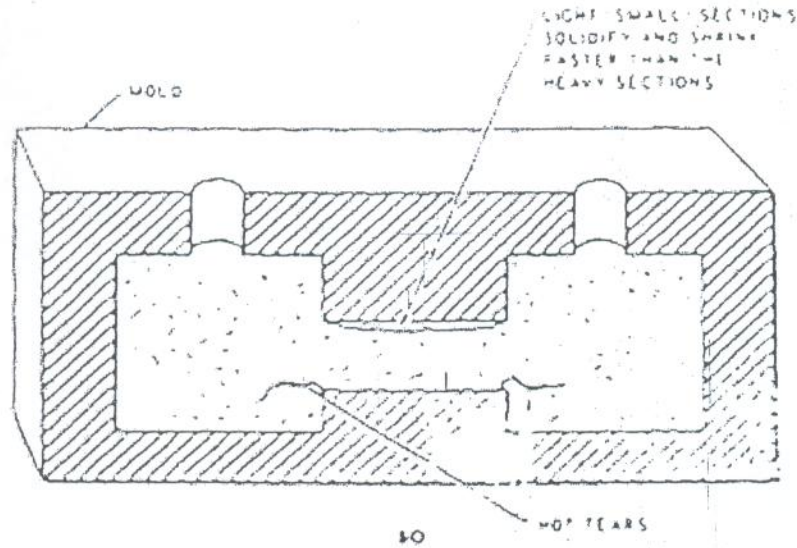
EXTERNAL  
BURST OR CRACK  
(OPEN TO THE SURFACE)

گسستگی های ریخته گری **Casting Discontinuities** زمانی بوجود می آید که فلز مذاب بداخل قالب ریخته شده و صبر نمود تا جامد گردد.

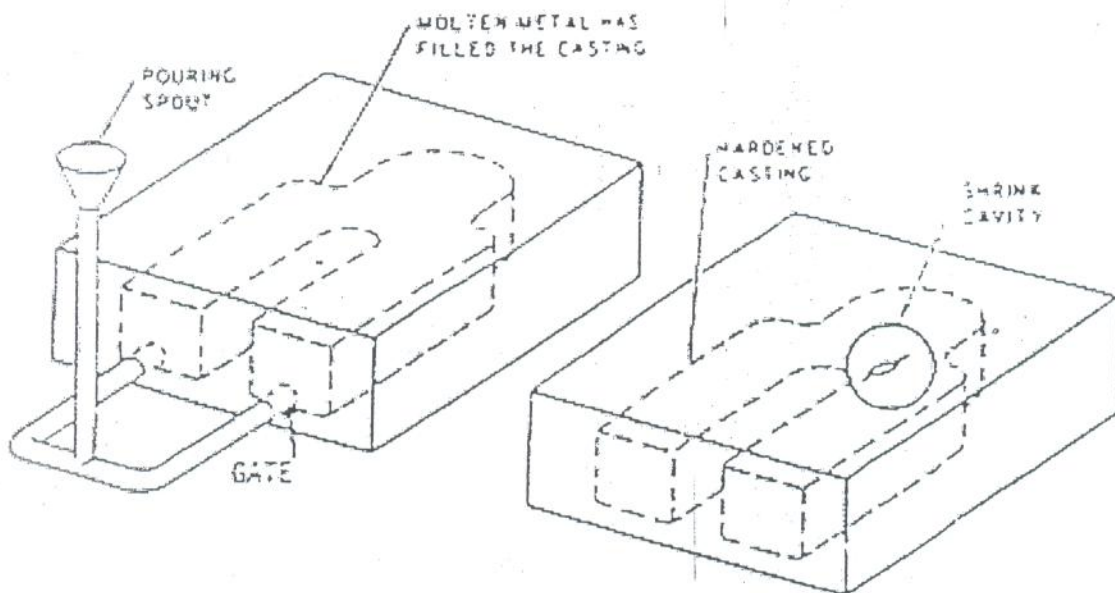
بسته شدن سرد **Cold Shuts** نیز وقتی فلز مذاب بر روی فلز منجمد شده ریخته شود، مثل شکل زیر:



ترک گرم (ترکهای انقباضی) Hot Tears (Shrinkage Cracks) زمانی بوقوع میبویند که انقباض غیریکتواخت بین دو ناحیه نازک و ضخیم قطعه مطابق شکل زیر بوجود می آید:



حفره های انقباضی Shrinkage Cavities معمولاً بدلیل فقدان فلز مذاب کافی برای پر کردن فضای خالی بوجود آمده بخاطر انقباض بوجود می آید. بسیار شبیه به حفره های لوله ای در قالب ها Ingots.

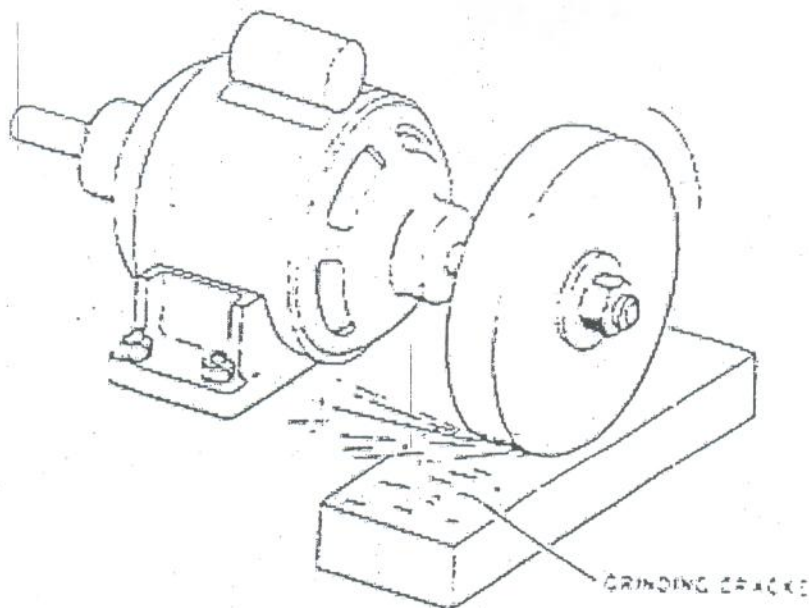


انقباضهای میکروسکوپی Micro shrinkage یک سری سوراخهای بسیار ریز زیرسطحی میباشد که در محل ورودی دهانه قطعه ریختگی بوجود می آید. این انقباضهای میکروسکوپی نیز زمانی بوقوع میبویند که فلز مذاب میبایست از یک بخش نازک به یک بخش ضخیم جاری شود.

حفره های دمیده شده **Blow Holes** سوراخهای کوچکی در سطح قطعه ریختگی میباشد که بر اثر گاز یا بخار آب بدنه قالب بوجود می آید. آب موجود در ماسه بصورت بخار آزاد میگردد.

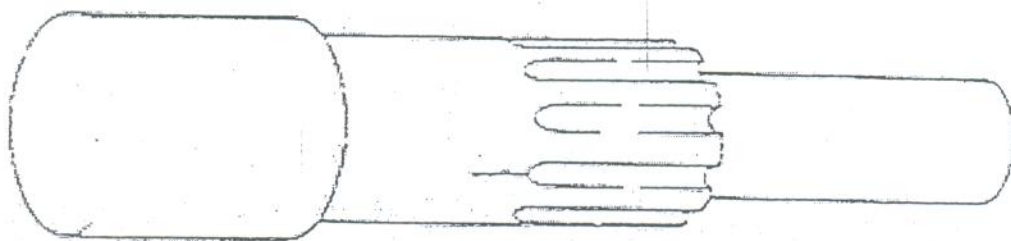
تخلخل **Porosity** توسط گازهای محصور شده در فلز مذاب بوجود می آید. تخلخل معمولاً زیر سطحی بوده اما ممکن است که در سطح قطعه نیز بوجود آید که این بستگی به شکل قالب دارد.

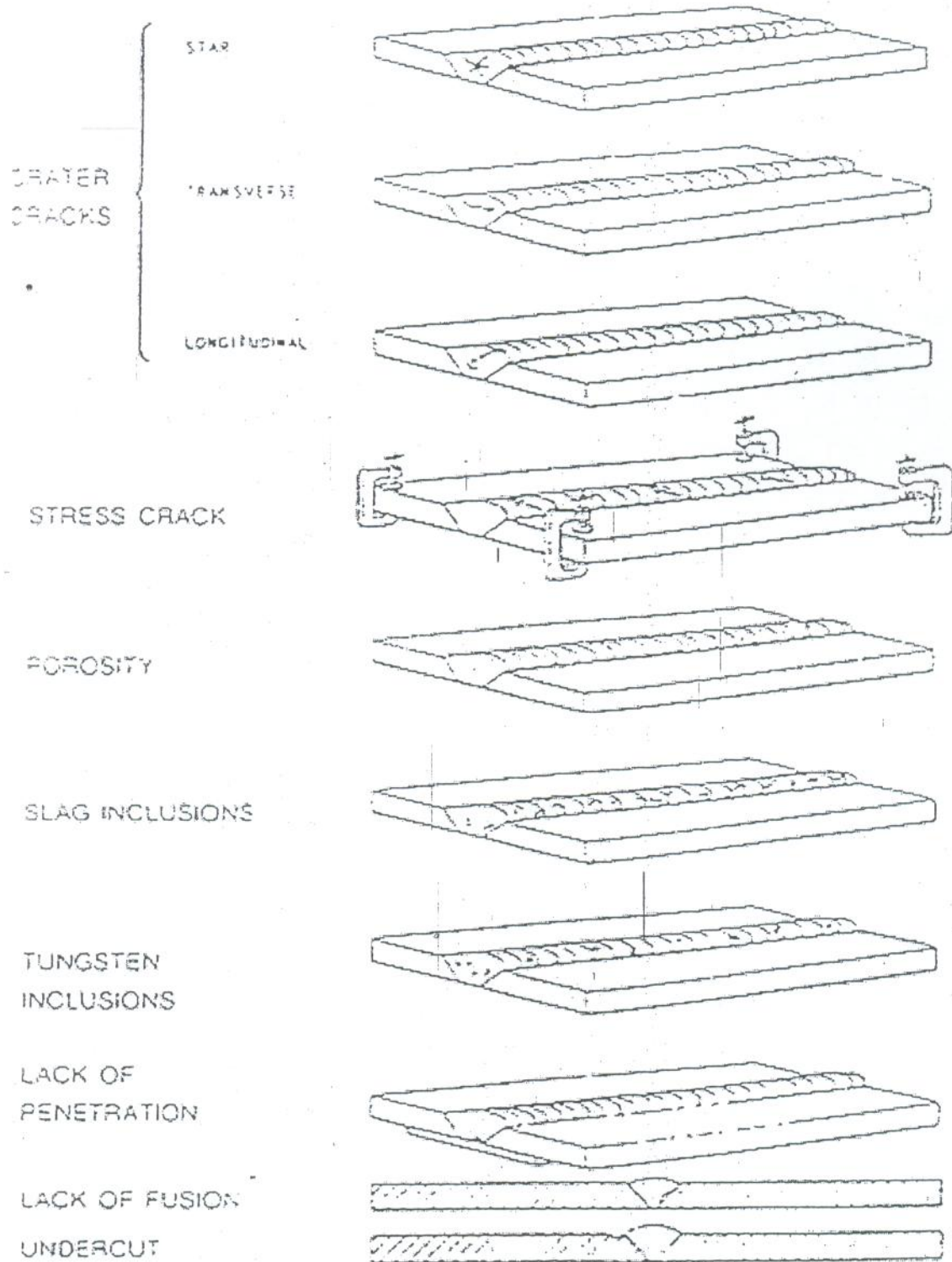
ترکهای سنگ کاری **Grinding Crack** گسستگی های زمان ساخت میباشد که بدلیل تنش **Stress** بر اثر بوجود آمدن حرارت بیش از حد بین سنگ و فلز بوجود می آیند. ترکهای سنگ کاری معمولاً عمود بر جهت چرخش سنگ بوجود می آیند.



ترکهای عملیات حرارتی **Heat Treat Crack** معمولاً بر اثر تنش بعلت گرم و سرد شدن بوجود می آید. سرد شدن غیر یکنواخت بین ناحیه نازک و ضخیم میتواند باعث بوجود آمدن این نوع از ترکها شود. ترکهای عملیات حرارتی دارای جهت مشخصی نمیشد و معمولاً از گوشه های تیز منشاء میگیرد که به این نواحی نقاط تمرکز تنش میگوینم.

ترکهای خستگی **Fatigue Cracks** یکی از گسستگی های زمان ساخت میباشد که دهانه باز بروی سطح داشته و از نقاط تمرکز تنش منشاء میگیرد. ترکهای خستگی فقط زمانی بوجود می آید که قطعه در حال سرویس و کار باشد، اما ممکن است بر اثر وجود تخلخل، ناخالصی ها یا دیگر گسستگی ها در قطعات فلزی با تنش بالا بوجود آیند.





# ARTICLE 6

## فهرست

۱	..... مقدمه	T-600
۱	..... دامنه	T-610
۱	..... عمومی	T-620
۱	..... دستورالعمل	T-621
۲	..... وسایل	T-630
۲	..... موادهای نفوذی	T-631
۲	..... احتیاجات	T-640
۲	..... کنترل آلودگی ها	T-641
۳	..... آماده سازی سطح	T-642
۴	..... خشک شدن بعد از آماده سازی	T-643
۴	..... دستورالعمل / تکنیک	T-650
۴	..... تکنیک ها	T-651
۴	..... تکنیک های درجه حرارت های استاندارد	T-652
۴	..... تکنیک ها در درجه حرارت های غیر استاندارد	T-653
۶	..... محدودیت های تکنیک	T-654
۶	..... آزمایش	T-670
۶	..... استفاده از رنگ نفوذی	T-671
۶	..... زمان نفوذ	T-672
۶	..... تمیز کردن رنگ اضافی	T-673
۷	..... خشک نمودن بعد از پاک کردن رنگ اضافی	T-674
۷	..... آشکار سازی	T-675
۸	..... تفسیر نهانی	T-676
۹	..... تمیزکاری نهانی	T-677
۹	..... ارزیابی	T-680
۹	..... ثبت و بایگانی نتایج	T-690
۵	..... شکل	T-653.2
۹	..... جدول	T-672

ضمیمه اجباری

۱۰	..... Appendix 1
۱۰	..... I-610 دامنه
۱۰	..... I-620 احتیاجات عمومی
۱۰	..... I-630 احتیاجات

حد قبولی و ردی

۱۱	..... Appendix 8
۱۱	..... 8-1 دامنه
۱۱	..... 8-2 تائیدیه توانائی پرسنل برای آزمایش تستهای غیرمخرب
۱۱	..... 8-3 ارزیابی علائم
۱۲	..... 8-4 حد قبولی استاندارد
۱۲	..... 8-5 احتیاجات برای رفع عیوب



# ARTICLE 6

## Liquid Penetrant Examination

Asme Sec 5 Part 5

### Introduction T-600 مقدمه

متد P.T یک روش موثر برای یافتن گسستگی ها نیست که دهانه باز به سطح قطعات آهنی بدون تخلخل یا مواد دیگر می باشد. انواع گسستگی هائی را که میتوان با این روش یافت عبارتند از ترکها Cracks، درزها seams، روی هم افتادگی ها laps، روی هم خوابیدگی سرد cold shuts، تخلخل porosity و عیوب تورق laminations. اصول این آزمایش بدین صورت است که رنگ نفوذی بر روی سطح مورد آزمایش زده شده و اجازه داده میشود تا به داخل گسستگی ها نفوذ کند، سپس تمامی رنگ اضافی پاک گردیده و قطعه خشک می گردد و آشکارساز developer زده می شود. آشکارساز Developer عملکردی دو گانه دارد، هم به عنوان جذب کننده رنگ مانده داخل گسستگی و هم روشن کننده پس زمینه، که باعث بالا رفتن وضوح علائم P.T می گردد. انواع رنگ نفوذی در P.T شامل رنگ قابل رویت زیر نور سفید و هم رنگ فلورسنت قابل رویت زیر نور ماورا بنفش میباشد.

### Scope T-610 دامنه

T-610.1 زمانی که کدهای مرجع، این نوع آزمایش را درخواست کنند، یکی از روشها یا تکنیک های P.T در این آرتیکل مورد استفاده قرار میگیرد. در لیست قید شده استاندارد S.E در زیر مطالبی را که ممکن است در Specific Procedure مورد توجه قرار گیرد را بیان نموده است.

- (a) SE-165 استاندارد عملکرد برای روش آزمایش رنگهای نفوذی L.P water washable
- (b) S.E-1209 روش آزمایش استاندارد برای روش آزمایش رنگهای نفوذی فلورسنت از نوع W.W
- (c) S.E-1219 روش آزمایش استاندارد برای روش آزمایش رنگهای نفوذی فلورسنت از نوع S.R
- (d) S.E-1220 روش آزمایش استاندارد برای روش آزمایش رنگهای نفوذی قابل رویت از نوع S.R

T-610.2 وقتی کدهای مرجع به این آرتیکل اشاره میکنند، روش آزمایش رنگهای نفوذی توضیح داده شده در این آرتیکل به همراه احتیاجات قید شده در آرتیکل 1 مجموعاً مورد استفاده قرار میگیرد.

T-610.3 معنی واژه های استفاده شده در این آرتیکل در Appendix 1 این آرتیکل توضیح داده شده است.

### General T-620 عمومی

#### Procedure T-621 دستورالعمل

T-621.1 اقدامات اولیه - آزمایش P.T باید طبق Procedure انجام شود. این دستورالعمل ها باید حداقل اطلاعات

زیرا دارا باشد.

- (a) نوع مواد، مدل و اندازه قطعات مورد آزمایش و دامنه extend آزمایش.
- (b) نوع (شماره یا حرف designation شناسائی اگر موجود میباشد) هر کدام از رنگ ها، پاک کننده رنگ نفوذی، امولسیون ها و آشکارسازها developers

(3) هر نمونه sample مواد حلال یا پاک کننده برای آنالیز بدین صورت انجام میدهیم که مقدار ۱۰۰ گرم از این مواد را در درون شیشه محذب آزمایش Petri Dish بقطر ۱۵۰ میلیمتر در درجه حرارت  $194^{\circ}\text{F}$  تا  $212^{\circ}\text{F}$  (90  $^{\circ}\text{C}$ -100) برای مدت ۶۰ دقیقه حرارت میدهیم.

احتیاط : داشتن تهویه مطبوع برای خروج گاز منتشر شده الزامی می باشد.

(4) آنالیز رسوب باقی مانده باید بدین ترتیب باشد: اگر وزن این رسوب کمتر از 0.005 گرم باشد، این مواد بدون ادامه آزمایش دیگر قابل قبول می باشد. اگر وزن رسوب باقی مانده 0.005 گرم یا بیشتر باشد دستورالعمل گفته شده در بند (3) (a) بالا باید مجدداً تکرار شده و آنالیز رسوب باقی مانده طبق SD-129 یا SD-1552 آزمایش گردد. متعاقباً این مواد ممکن است مطابق SD-129 تجربه شده و طبق روش (b) در SD-516 آنالیز گردد. سولفور موجود نباید بیشتر از ۱٪ از وزن رسوب باقی مانده باشد.

(b) وقتی که استیل ضد زنگ Austenitic یا تیتانیوم مورد آزمایش میباشد، تمامی مواد ها باید برای مقدار کلرین و فلورین موجود، طبق بندهای زیر جداگانه آزمایش گردد:

(1) هر نمونه sample مواد نفوذی با استثنای تمیز کننده ها، برای آنالیز بدین صورت انجام میدهیم که مقدار ۵۰ گرم از این مواد را در درون شیشه محذب آزمایش Petri Dish بقطر ۱۵۰ میلیمتر در درجه حرارت  $194^{\circ}\text{F}$  تا  $212^{\circ}\text{F}$  (90  $^{\circ}\text{C}$ -100) برای مدت ۶۰ دقیقه حرارت میدهیم.

احتیاط : داشتن تهویه مطبوع برای خروج گاز منتشر شده الزامی می باشد.

(2) اگر وزن رسوب باقی مانده 0.0025 گرم یا بیشتر باشد دستورالعمل قید شده در (1) (b) بالا باید تکرار شود. این رسوب باید طبق SD-808 آنالیز گردیده و مقدار آن نباید بیشتر از ۱٪ وزن رسوب باشد. یا متعاقباً رسوب باید برای مقدار کلورین مطابق SE-165، Annex 2 و برای فلورین مطابق SE-165، Annex 3 آنالیز گردیده و کل وزن کلورین و فلورین موجود نباید بیشتر از ۱٪ وزن باشد.

(3) هر نمونه sample حلال ها یا تمیز کننده ها برای آنالیز بدین صورت انجام میدهیم که مقدار ۱۰۰ گرم از این مواد را در درون شیشه محذب آزمایش Petri Dish بقطر ۱۵۰ میلیمتر در درجه حرارت  $194^{\circ}\text{F}$  تا  $212^{\circ}\text{F}$  (90  $^{\circ}\text{C}$ -100) برای مدت ۶۰ دقیقه حرارت میدهیم.

احتیاط : داشتن تهویه مطبوع برای خروج گاز منتشر شده الزامی می باشد.

(4) اگر وزن رسوب باقی مانده 0.005 گرم یا بیشتر باشد دستورالعمل قید شده در (3) (b) بالا باید تکرار شود. این رسوب باید طبق SD-808 آنالیز گردیده و مقدار آن نباید بیشتر از ۱٪ وزن رسوب باشد. یا متعاقباً رسوب باید برای مقدار کلورین مطابق SE-165، Annex 2 و برای فلورین مطابق SE-165، Annex 3 آنالیز گردیده و کل وزن کلورین و فلورین موجود نباید بیشتر از ۱٪ وزن باشد.

(c) بعنوان یک جایگزین Alternative برای (a) و (b) بالا، میتوان از SE-165، Annex A4 برای محاسبه یونها بوسیله جدا نمودن عناصر رنگی یون Ion Chromatography استفاده نمود، که میتوان از این روش برای اندازه گیری سریع و طبقه بندی شده Anions های عمومی مثل کلورین و فلورین و سولفات بهره برد.

#### Surface Preparation T-642 آماده سازی سطح

(a) عموماً نتیجه مطلوب آزمایش زمانی بدست می آید که سطح قطعه به صورت as - rolled ، as - welded ، as - Cast یا as - forged باشد. در مواقعی که تا همواری سطح باعث مخدوش شدن علائم عیوب شود، آماده سازی سطح با سنگ کاری، ماشین کاری یا روش های دیگر نیز میتواند انجام گیرد.

توجه : موقعیت سطح کار قبل از آزمایش می تواند تاثیر بروی نتیجه آزمایش داشته باشد. برای شرایط کلی مربوط به سطح کار-آرتیکل ۲۴ - SE-165 Annex A1 را مطالعه نمایند.

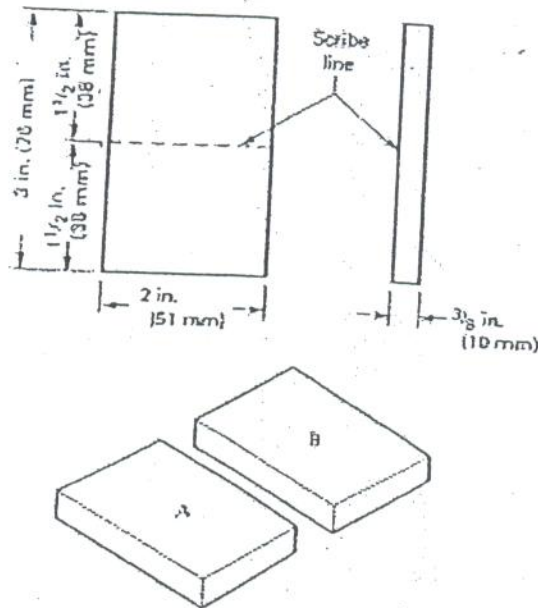
## Liquid Penetrant Comparator T-653.2 بلوک مقایسه ای رنگ نفوذی

بلوک های مقایسه رنگ نفوذی باید از جنس آلومینیوم Type 2024، ASTM B 209 با ضخامت 3/8 اینچ ساخته شده باشد و باید دارای سطح تقریبی 2 x 3 اینچ باشد. در مرکز هر سطح محوطه ای تقریبی به قطر 1 اینچ باید با رنگ نسوز تا درجه حرارت 950°F (510°C) مشخص شود.

این محوطه مشخص شده باید با شعله یا گاز یا وسایل مشابه تا درجه حرارت بین 950-975°F (510-224°C) حرارت داده شود. قطعه را باید سپس بلافاصله در آب سرد فرو برد که بدین ترتیب یک شبکه ای از ترک های نازک در هر سطح را بوجود بیاورد.

این بلوک سپس با حرارت دادن تا درجه حرارت 300°F (149°C) باید خشک گردد. بعد از سرد شدن بلوک باید به دو نیم تقسیم گردد. یک قسمت به عنوان بلوک A و بلوک دیگر B تا در مراحل آزمایش از یکدیگر متمایز باشند؛ شکل T-653.2 تصویری از بلوک A و B را نشان می دهد و بلوک ها به دو نیم تقسیم گردیده تا به عنوان بلوک A و B شناخته شوند.

بلوک های جداگانه 2 x 3 اینچ (52-76 mm) را می توان با استفاده از روش حرارت و سرد کردن طبق مراحل بالا تهیه نمود. این بلوک های مقایسه با ترک های بسیار مشابه می تواند مورد استفاده قرار گیرد. بلوک ها باید با A و B علامت گذاری گردد.



شکل T-653.2 بلوک مقایسه ای رنگ نفوذی

(توجه: اندازه های داده شده فقط برای راهنمایی میباشد و اندازه قطعی نمیشود)

## Comparator Application T-653.2 موارد استفاده از بلوکهای مقایسه ای

(a) اگر خواستید آزمایش قابل قبولی از رنگ نفوذی در درجه حرارت کمتر از 60°F (16°C) داشته باشید، روش ارائه شده باید برای بلوک B به اجرا گذارده میشود، بعد از اینکه بلوک و تمامی مواد را تا آن درجه حرارت سرد نموده و در همان درجه نگهداری نموده تا اینکه مقایسه به اتمام برسد.

روش استاندارد که قبلا به اثبات رسیده است باید در درجه حرارت بین 50-125°F (10-52°C) بر روی بلوک A انجام گیرد. علائم بوجود آمده از ترک ها در بلوک A و B با هم مقایسه میگردد. اگر علائم بدست آمده در بلوک B برابر با نتایج بلوک A که در درجه حرارت (50-125°F) (10-52°C) بوجود آمده مطابق باشد، روش پیشنهادی قابل قبول برای انجام می باشد.

### Post Emulsify Penetrant T-673.2 رنگ نفوذی امولسیون

برای رنگ نفوذی امولسیون، امولسیون Emulsifier باید بوسیله اسپری یا فرو بردن قطعه بداخل امولسیون استفاده گردد. زمان امولسیون Emulsification بسیار مهم می باشد و این زمان با نا همواری سطح قطعه و همینطور نوع Emulsifier مورد استفاده رابطه مستقیم دارد. این زمان میبایست با انجام آزمایش عملی تایید گردد. بعد از پایان یافتن عملیات امولسیون Emulsification مخلوط می بایست با اسپری آب پاک گردد با همان روشی که برای رنگ نفوذی قابل شستشو با آب بیان گردید.

### Solvent Removal Penetrant T-673.3 رنگ نفوذی قابل شستشو با حلال

رنگ نفوذی اضافی قابل شستشو با حلال را می توان بوسیله پارچه بدون پرز یا کاغذ جذب کننده پاک نمود و این عمل را تکرار نمود تا هیچ اثری از رنگ بروی قطعه باقی نماند. باقی مانده اثرات رنگ را می توان با پارچه یا کاغذ جذب کننده مرطوب به حلال، به آرامی با مالیدن به سطح پاک نمود. برای جلوگیری از خروج رنگ از داخل گسستگی باید از استفاده زیاد حلال خودداری نمود. پاشیدن حلال به سطح کار پس از استفاده رنگ و قبل از آشکارشدن علائم Developing ممنوع می باشد.

### Drying After Excess Penetrant Removal T-674 خشک نمودن بعد از پاک کردن رنگ اضافی

(a) برای روش رنگ نفوذی قابل شستشو با آب یا رنگ نفوذی امولسیونی سطح را می توان بوسیله جذب با وسایل و مواد تمیز یا بوسیله جریان هوای خشک نمود، درحالی که حرارت سطح قطعه از  $125^{\circ}\text{F}$  ( $52^{\circ}\text{C}$ ) تجاوز نکند.  
(b) برای روش رنگ نفوذی قابل شستشو با حلال سطح را میتوان با تبخیر، خشک کردن، پاک کردن یا هوای فشرده خشک نمود.

### Developing T-675 آشکار سازی

آشکار ساز Developer می بایست بلافاصله بعد از پاک کردن رنگ زده شود. این زمان نمی بایست بیشتر از زمان قید شده در دستورالعمل Procedure باشد. ضخامت نا کافی لایه آشکار ساز Developer ممکن است باعث شود تا جذب رنگ از داخل گسستگی کامل انجام نپذیرد، برعکس ضخامت زیاد لایه آشکار ساز ممکن است که علائم را کاملاً مخدوش کند.  
با رنگ نفوذی قابل رویت فقط باید از آشکار ساز مرطوب Wet Developer استفاده نمود. با رنگ نفوذی فلورسنت میتوان از آشکار سازهای Developer خشک یا مرطوب استفاده نمود.

### Dry Developer Application T-675.1 طرز استفاده آشکار ساز خشک

آشکار ساز خشک را می بایست فقط باید برای سطوح خشک استفاده نمود و آنرا بوسیله برس، تفنگ پودر پاش، حباب دستی یا وسایل مشابه طوری استفاده نمود تا پودر به نرمی و بطور یکنواخت تمامی سطح مورد آزمایش را بپوشاند.

### Wet Developer Application T-675.2 طرز استفاده آشکار ساز مرطوب

قبل از استفاده از نوع مخلوط آشکار ساز مرطوب بروی سطح، آشکار ساز باید کامل تکان داده شود تا کاملاً غلظت در تمامی سطح مخلوط یکنواخت گردد.

(a) استفاده از آشکار ساز مرطوب آبی Aqueous developer -- آشکار ساز آبی را می توان بر روی سطح خشک یا تر استفاده نمود. میتوان آن را به روش فرو بردن قطعه، برس، اسپری یا طرق دیگر که بتواند لایه ای نازک را بر روی تمامی

(d) شدت Intensity نورسیاه را باید با شدت سنج نور سیاه UV Meter اندازه گیری نمود و شدت آن باید حداقل  $1000 \mu W/cm^2$  بر روی سطح قطعه مورد آزمایش باشد. مقدار تابش نور سیاه را حداقل هر ۸ ساعت و یا هر وقت که محل کار تغییر کند باید اندازه گیری نمود.

حداقل زمان نفوذ Minimum Dwell Time Table T-672

زمان نفوذ Dwell (دقیقه)		نوع گستگی	شکل	مواد
آشکارساز	رنگ نفوذی			
۷	۵	Cold Shuts. تخلخل Porosity. عدم ذوب LOF. ترکها Cracks (همه انواع آن)	جوش ها و قطعات ریختگی	آلومینیوم-منیزیم، استیل، برنج و برنز، نیتابوم، و آلیاژهای با تحمل درجه حرارت بالا
۷	۱۰	روی هم خوابیدگی Laps. ترکها Cracks (همه انواع آن)	مواد خام، پرسکاری شده ورق، تور دکاری	
۷	۵	عدم ذوب LOF. تخلخل Porosity Cracks (همه انواع آن)	تمامی اشکال	ابزار با نوک کاربید Carbide
۷	۵	Cracks (همه انواع آن)	تمامی اشکال	پلاستیک
۷	۵	Cracks (همه انواع آن)	تمامی اشکال	شیشه
۷	۵	Cracks (همه انواع آن)	تمامی اشکال	سرامیک

توجه: برای درجه حرارت بین  $50-125^{\circ}F$  ( $10-52^{\circ}C$ )

#### Post-examination Cleaning T-677 تمیزکاری نهائی

زمانی که طبق دستورالعمل تمیزکاری نهائی خواسته شده باشد، میبایست در اولین فرصت با روشی که به روی قطعه تاثیر منفی نداشته باشد، اینکار انجام گیرد.

#### Evaluation T-680 ارزیابی

(a) تمامی علائم را باید با توجه به دامنه قبولی Acceptance Standard بخش کدهای مرجع ارزیابی نمود.  
(b) گستگی های موجود در سطح با تراوش رنگ مشخص می شوند، همچنین ناهمواری های ناحیه ای سطح به خاطر ماشین کاری ها یا نوع سطح کار می تواند علائم غیر واقعی بوجود آورد.  
(c) محدوده های عریضی از فلورسنت یا رنگ دانه های رنگ نفوذی که می تواند علائم را مخدوش کند قابل قبول نمی باشد و چنین محدوده هائی باید تمیز گردیده و مجدداً آزمایش گردد.

#### Documentation / Records T-690 ثبت و بایگانی نتایج

T-690.1 مدارک یا رپورت ها می بایست مطابق با بخش کد های مرجع باشد.

# APPENDIX 8

## انواع روش ها در آزمایش رنگهای نفوذی PT

توجه: استفاده درست از این روش آزمایش احتیاج به مهارت خاص و تکنیک و تفسیر نتایج دارد. احتیاجات مشخص شده در اینجا احتیاج به پرسنل متخصص دارد.

### 8-1 SCOPE دامنه

- (a) در هر جاییکه در این بخش از آزمایش رنگهای نفوذی صحبت گردیده منظور همان روشی خواهد بود که در این ضمیمه Appendix به آن اشاره شده است.
- (b) برای احتیاجات این متدها، دستورالعملها و تائیدیه تکنیکها از آرتیکل ۶ بخش ۵ استفاده می گردد.
- (c) آزمایش رنگهای نفوذی می بایست مطابق با دستورالعمل کاری Written Procedure انجام شده و مطابق با احتیاجات T-150 بخش ۵ و تائید بوسیله سازنده باشد.

### 8-2 Certificate of competency of non destructive examination personnel

تائیدیه توانائی پرسنل برای آزمایش تستهای غیرمخرب:

سازنده Manufacturer می بایست افرادی را که آزمایش رنگهای نفوذی را انجام میدهند الزامات قید شده در زیر را دارا میباشند:

- (a) دید فرد یا با تصحیح (عینک) اگر لازم باشد در حدی باشد تا این که شخص قادر به خواندن چارت استاندارد حروف درجه ۲ Jeager No. 2 در فاصله ای که از ۱۲ اینچ (305mm) کمتر نباشد و قابلیت تشخیص و تفاوت گذاری بین رنگ ها را داشته باشد. این آزمایش دید افراد باید هر ساله چک شود.
- (b) شخص می بایست دارای دانش فنی لازم بوده و قادر به انجام تکنیک های رنگهای نفوذی برای کارهائی که شخص برای آن کار مجاز شده (واجد شرایط) باشد با از قبیل انجام آزمایش و تفسیر و ارزیابی نتایج، بجز مواردیکه روش آزمایش بیش از یک متد را در برگیرد و شخص ممکن است برای یک یا چند متد از این عملیات واجد شرایط باشد.

### 8-3 Evaluation of Indication ارزیابی علائم

- علائم یک عیب ممکن است بزرگتر از اندازه عیب اصلی بوجود آورنده آن باشد؛ همچنین اندازه این علائم مرجعی برای ارزیابی قبولی خواهد بود. فقط علائم با اندازه های بیشتر از  $1/16$  اینچ می بایست مورد توجه Relevant قرار گیرد.
- (a) علائم خطی علائمی هستند که طول آن بیشتر از سه برابر عرض باشد.
  - (b) علائم گرد یا مدور علائمی است مدور یا بیضی شکل با طولی برابر یا کمتر از سه برابر عرض آن.
  - (c) هر علائمی که مشکوک یا سوال برانگیز می باشد، می بایست مجدداً آزمایش گردیده تا صحت آن ثابت گردد.



شرکت مهندسين مشاور بينا پرتو

BINA PARTO Co.  
TECHNICAL INSPECTION & NDTLIQUID PENETRANT  
EXAMINATION REPORT

Report No. :

Code of Report: BP -  
GFR - 011

Date Of Inspection :

87/ /

Page 1 of 1

Project :

Location :

Standard :

AWS D1.1

CONSUMABLES : Solvent Method

Penetrant : BYCOTEST

Cleaner : BYCOTEST

Developer : BYCOTEST

Exp . DATE : 2009

Exp . DATE : 2009

Exp . DATE : 2009

Weld Identification.										Acc. Criteria		Remark			
Item No.	NO	Butt (B) Fillet (F)	Part 1 To Part 2	Joint Type	تراز	Length	Cleaning Condition	Type Of Defect	In	Out	Before Repair		After Repair		
											Acc.	Rej.	Acc.	Rej.	
1															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
Total Length : m					Inspection Length : m					Percent of inspection : %					

توضیحات :

Equipments used for inspection :

تجهيزات بکارگرفته شده در بازرسی : گیج ، ذره بین ، متر ، خط کش ، ست PT

## Legends of defects

LOF	Lack Of Fusion	PO	Porosity	ITT	Insufficient Throat Thickness	SG	Sagging
UC	Under cut	CR	Crack	ECP	End Crater Pipe	CC	Crater Crack
UF	Under fill	US	Under Size	M	Misalignment	LOP	Lack Of Penetration
SL	Slag Inclusion	OL	Overlap	CO	Concavity	BT	Burn Through

Inspector	Authorized By	Contractor	Client
Name :	Name :	Name :	Name :
Signature :	Signature:	Signature :	Signature :

Notes:

Note1- The inspection results relate exclusively to the parts inspected.

Note2- Inspection report shall not be reproduced with out the approval of the inspection body and the client.

یادآوری ۱ - نتایج بازرسی منحصرأمرتبط با قطعات بازرسی شده می باشد .

یادآوری ۲ - گزارش بازرسی نباید بدون تائید سازمان بازرسی کننده و کارفرما تکثیر شود .

تلاظت :