



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی مکانیک

# آزمون های غیر مخرب:

آزمایش با سیال نافذ

دکتر عبدالواحد کمی

دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه سمنان

# آزمایش با سیال نافذ

در این روش، مبنای کار، نفوذ ماده ای نافذ با دانه بندی بسیار ریز به درون درزها و ترک ها می باشد.

- Liquid Penetrant Testing

- Dye Penetrant Testing

- Dye Check

**Whiting test:** بازرسی خطوط راه آهن با استفاده از نفت سفید به عنوان ماده نافذ و از پودر گچ سفید (کربنات کلسیم) به عنوان ظاهر ساز.

« بازرسی قطعات غیر حساس مانند خطوط راه آهن و آشکارسازی ترک های درشت تر از ۰/۰۵ میلی متر (زمان نفوذ ۱۰ الی ۱۵ دقیقه).



# آزمایش با سیال نافذ

۱- ماده نافذ Penetrant Media

۲- زمان نفوذ Dwell Time

۳- زدودن Removing

۴- ماده ظاهر ساز Developer Media



# مزیت های روش نفوذی

- برای آشکارسازی انواع عیوب سطحی که دهانه آنها به سمت سطح باز بوده و امکان نفوذ نافذ به آنها باشد، قابل استفاده است. (Stress corrosion & fatigue cracks)
- بر روی انواع فلزات فرو مغناطیس و غیرفرومغناطیس و همچنین جامدات غیرفلزی نظیر سرامیک، شیشه و قطعات پلاستیکی کاربرد دارد.
- به دلیل نمایان شدن عیب در سطح قطعه مورد آزمایش، تفسیر نتایج آسان است.
- در مقایسه با سایر آزمایش های غیرمخرب، هزینه آزمایش بسیار کمتر است.
- شکل هندسی قطعات تأثیری در تفسیر نخواهد داشت.



# محدودیت های روش نفوذی

- فقط عیوبی قابل آشکار هستند که منفذی برای رخنه ماده نافذ داشته باشند.
- مواد زائد مانند روغن، گریس و آلودگی ها می توانند مانع آزمایش شوند.
- قطعات رنگ آمیزی شده قابل آزمایش نیستند.
- آزمایش روی قطعاتی مانند چدن و سیمان قابل انجام نیست.
- آزمایش روی سطوح صاف شده با سنگ زنی، ماشینکاری با قلم، ساینده های گرم و چکش کاری قابل اجرا نمی باشد.
- سطوح سردتر از نقطه انجماد مواد آزمایش و همچنین قطعات گرم تر از ۵۰ درجه سانتی گراد با این روش قابل آزمایش نیستند.



# انواع روش های آزمایش با سیال نافذ (ASTM-E165)

الف - مواد نافذ رنگی (Type II) Visible Liquid Penetrant

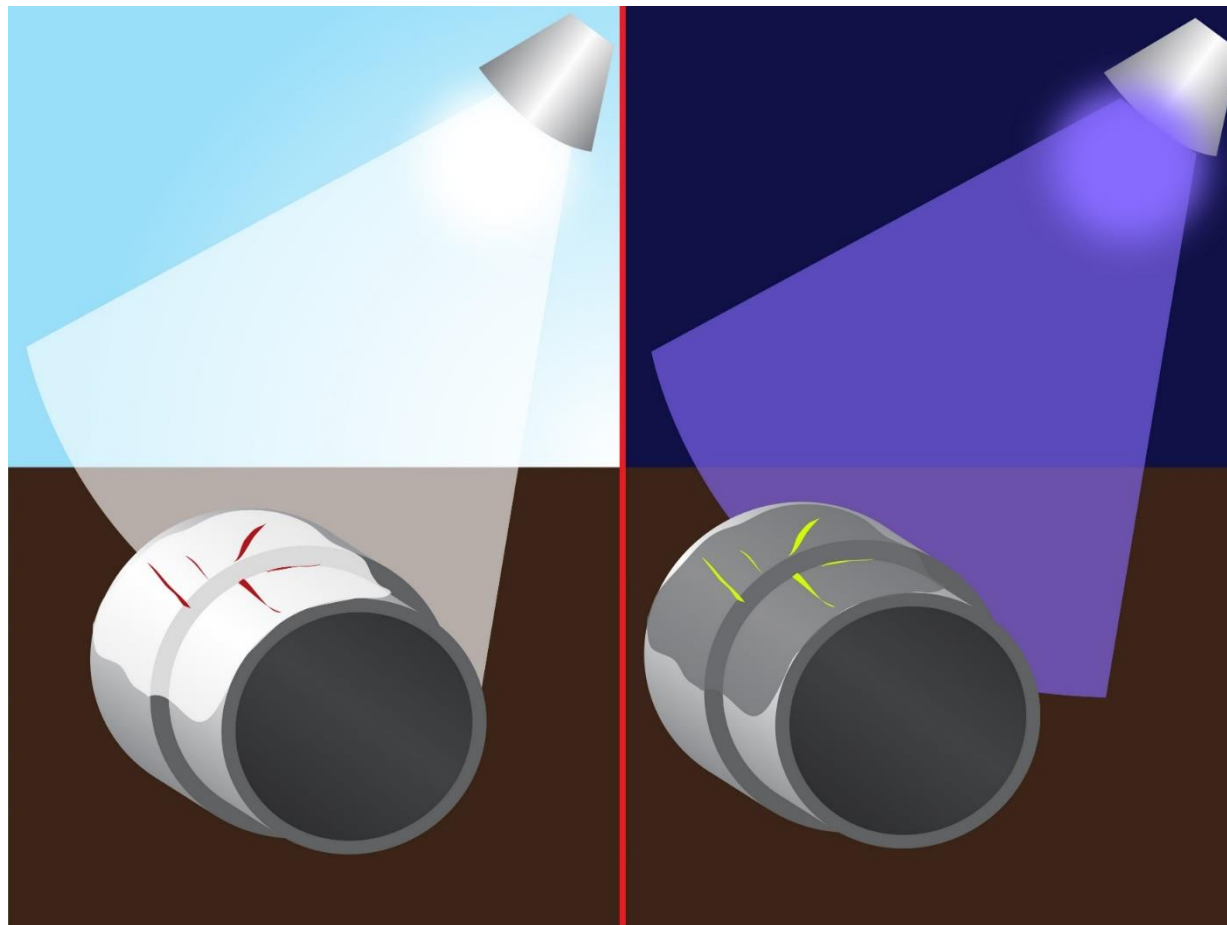
ب - مواد نافذ فلورسنتی (Type I) Fluorescent Liquid Penetrant

**Type I**: رنگ ماده نافذ فقط در تاریکی و به کمک نور ماوراء بنفش قابل رؤیت است.

**Type II**: در شرایط نور روشن شکل عیب به رنگ ماده نافذ دیده می شود.



# انواع روش های آزمایش با سیال نافذ (ASTM-E165)



Type II

Type I



# انواع روش های زدودن سیال نافذ

زدودن ماده نافذ در هر دو نوع آزمایش با سیال نافذ به یکی از چهار حالت زیر امکان پذیر است:

Method A: Water-Washable

Method B: Post-Emulsifiable, Lipophilic

Method C: Solvent Removable

Method D: Post-Emulsifiable, Hydrophilic





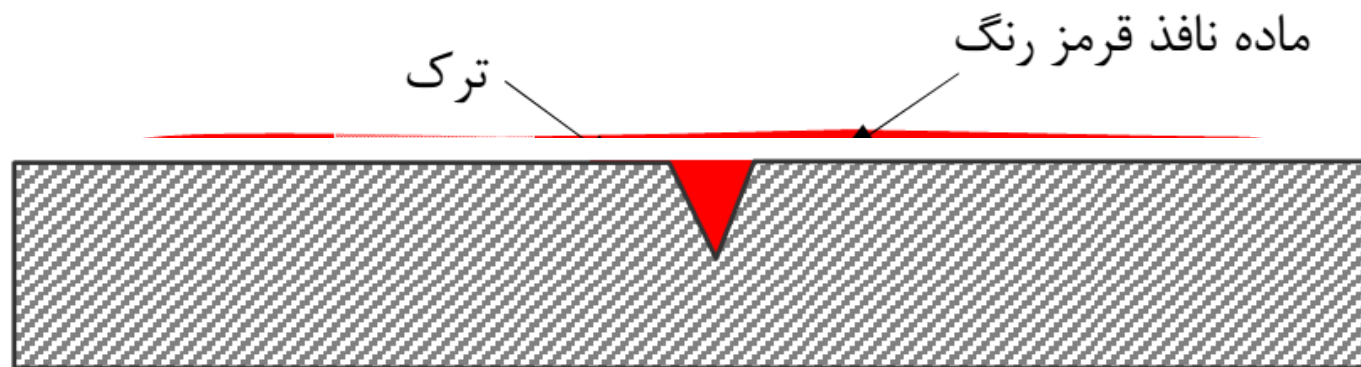
# مراحل آزمایش (مواد نفوذی رنگی)

**1. تمیزکاری:** به کمک مواد حلال و تمیز کننده ، آثار مواد روغنی، زنگ زدگی و هر نوع آلودگی از روی سطح قطعه برداشته می شود.

**2. پاشیدن ماده نافذ**

**3. زمان توقف:** مدت زمانی بین ۵ تا ۶۰ دقیقه (متناسب با درجه حساسیت آزمایش)

**4. پاک نمودن ماده نافذ**



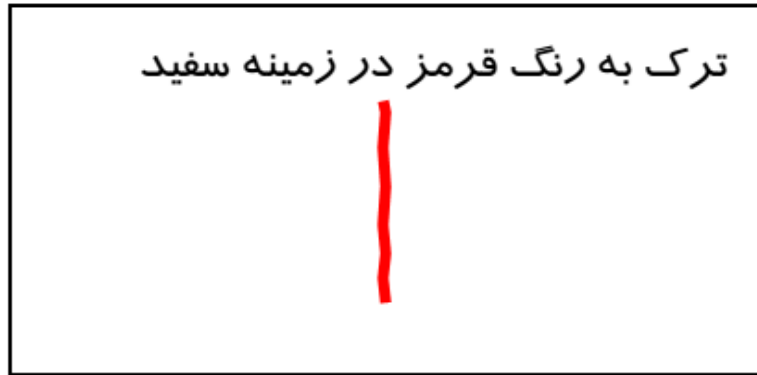
## مراحل آزمایش (مواد نفوذی رنگی)

5. خشک کردن سطح

6. پاشیدن ظاهر ساز: ماده ظاهر ساز به دو حالت پودری (Dry powder developer) و معلق در سیال (Wet developer) وجود دارند.

7. تفسیر علائم: با گذشت زمان و گسترش ماده نفوذی، اندازه نمایان شده بیشتر از اندازه واقعی خواهد شد.

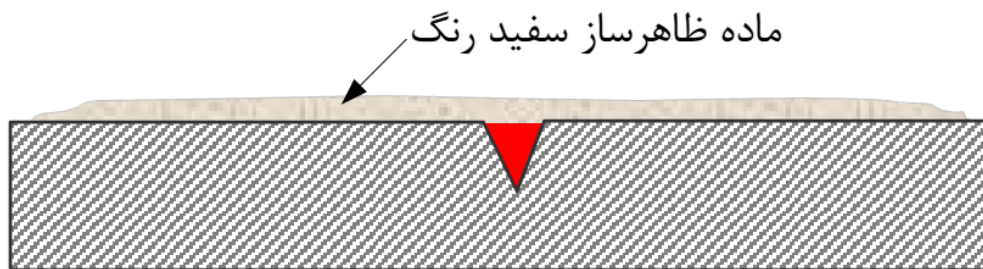
8. پاکسازی نهایی سطح



شکل ۴-۱-الف، نمای بالای قطعه



شکل ۴-۱-ب، نمای برشی قطعه



# آزمایش مواد نفوذی رنگی



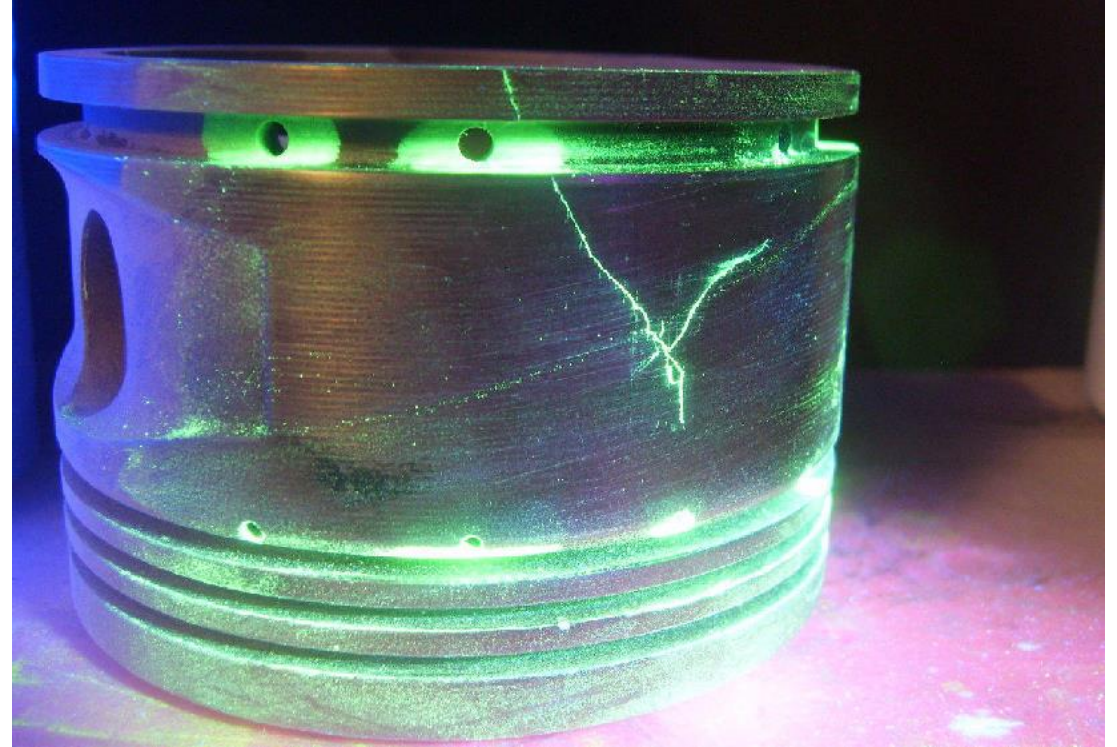
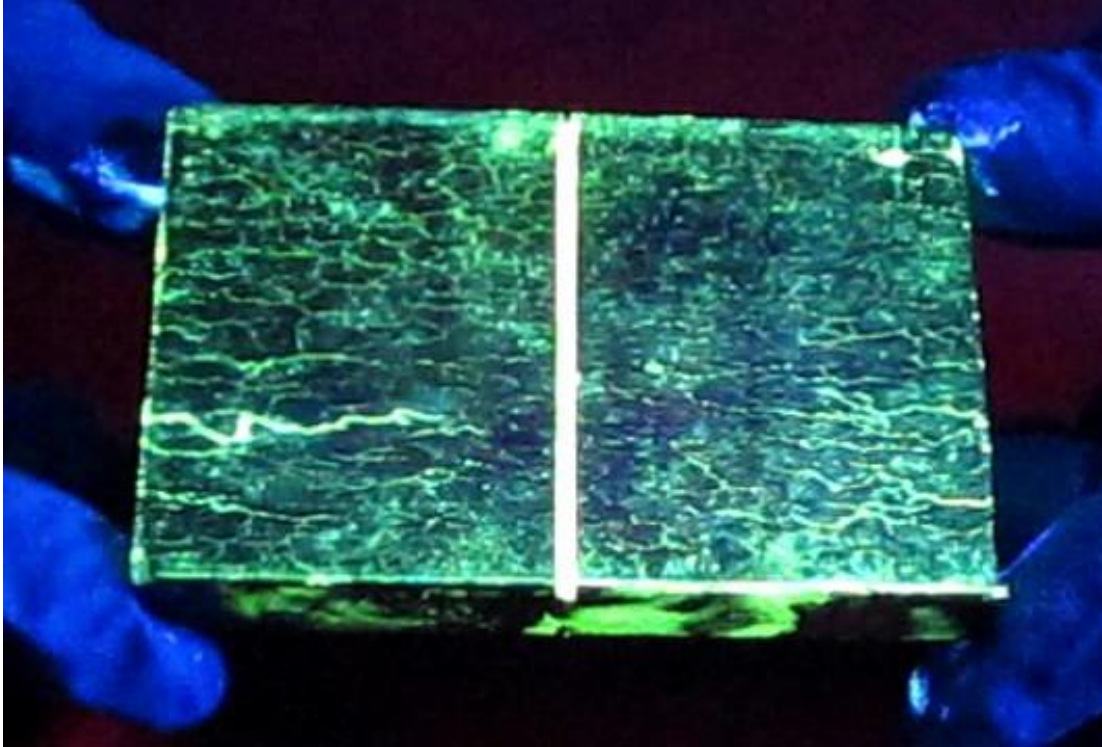
# مراحل آزمایش (با ماده نافذ فلورسنتی)

مراحل مشابه با آزمایش با ماده نافذ رنگی است. با این تفاوت که:

- به جای ماده نافذ قرمز رنگ از ماده نافذی با خاصیت فلورسنتی به رنگ زرد متمایل به بنفش استفاده می شود.
- مشاهده سطح کار بوسیله نور ماوراء بنفش انجام می گیرد و شکل عیب بجای رنگ قرمز به رنگ بنفش دیده خواهد شد.
- **توجه:** آزمایش با مواد نفوذی رنگی در روشنائی نور سفید روز (Day-light) و آزمایش با ماده نافذ فلورسنتی در تاریکی (Darkness) انجام می گیرد.



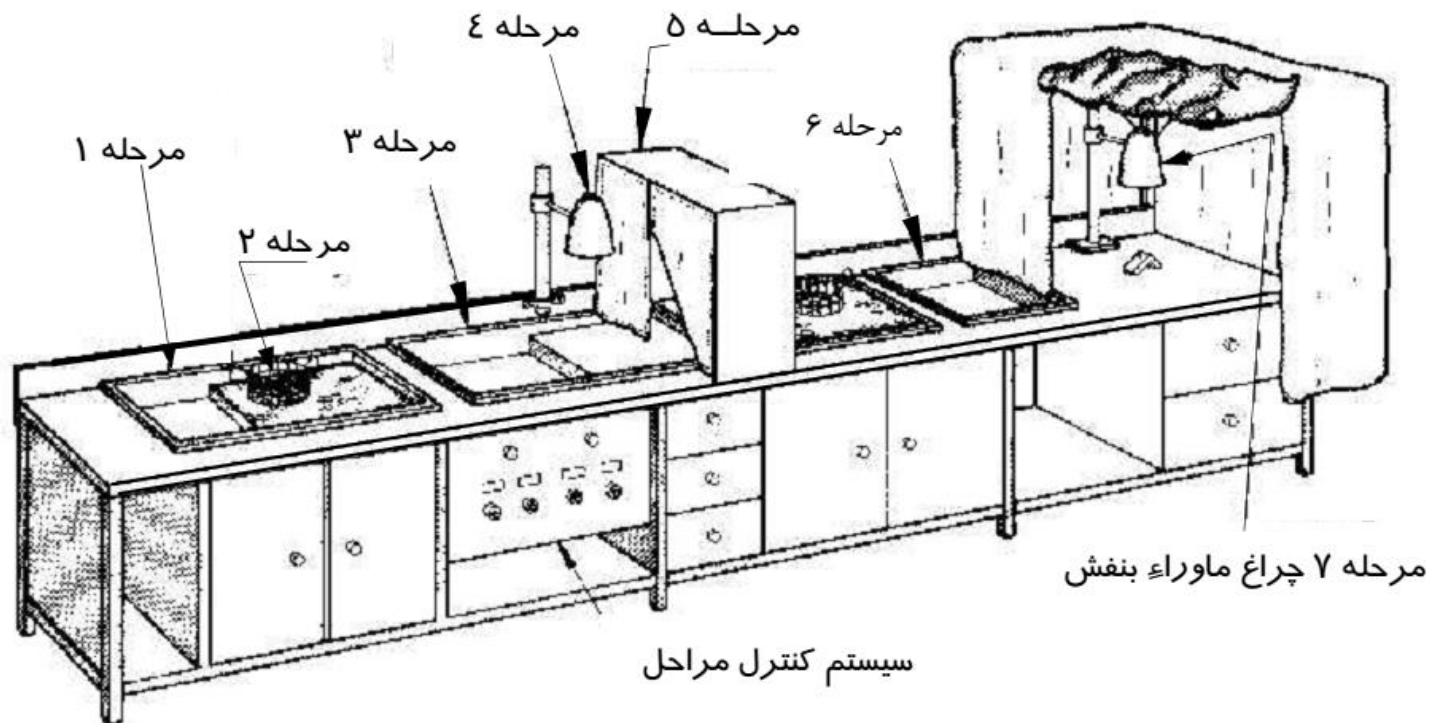
# آزمایش با ماده نافذ فلورسنتی



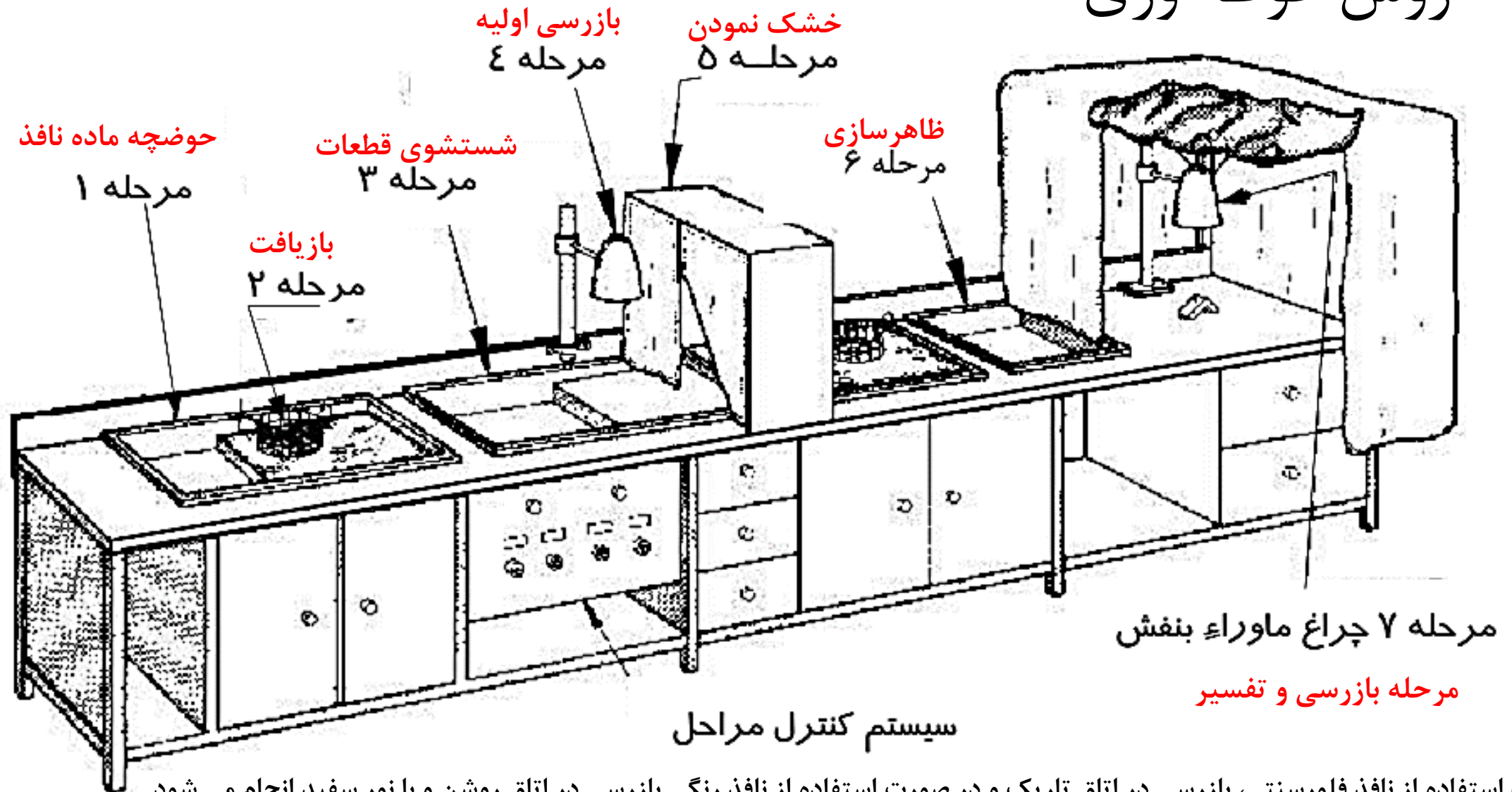


# روش غوطه وری

برای انجام آزمایش های نفوذ در حجم زیاد، خصوصاً در کارگاه ها و کارخانه های تولیدی از روشهای غوطه وری استفاده می گردد تا ضمن کنترل آلودگی محیط کار و صرفه جوئی در هزینه ها، اجرای آزمایش نیز آسانتر گردد.



# روش غوطه وری



در صورت استفاده از نافذ فلورسنتی، بازرسی در اتاق تاریک و در صورت استفاده از نافذ رنگی بازرسی در اتاق روشن و با نور سفید انجام می شود.



# انتخاب روش آزمایش

انتخاب نوع و جنس مواد نافذ، فرآیند زدودن مواد نافذ، نوع ماده ظاهر ساز، روش رؤیت عیوب و روش تفسیر تابع عوامل زیر است:

۱- درجه حساسیت آزمایش

۲- حجم آزمایش و تعداد قطعات

۳- شرایط سطح قطعات مورد آزمایش

۴- شکل هندسی قطعات

۵- قابلیت دسترسی به امکاناتی نظیر برق و آب

۶- نوع عیوب





# خواص مورد نیاز برای ماده نافذ

- ۱- از خاصیت ویسکوزیته کم و موئینگی زیادی برخوردار باشد.
- ۲- نسبت به ماده ظاهر ساز خاصیت جذب داشته باشد.
- ۳- خواص شیمیائی آن در درجه حرارت های متفاوت محیط ثابت بماند.
- ۴- در درجه حرارت کمتر از ۶۰ درجه تبخیر نشود.
- ۵- قابل اشتعال و سمی نباشد (نقطه اشتعال باید کمتر از ۹۵ درجه سانتی گراد باشد).
- ۶- زمان خشک شدن و انجماد طولانی (بیش از ۳۰ دقیقه) داشته باشد.



## خواص مورد نیاز برای ماده نافذ

۷- در زمان زدایش ماده نافذ به آسانی از منفذها خارج نگردد.

۸- در تماس با سطح قطعات مورد آزمایش، مخلوط شدن با ماده ظاهر ساز و مواد تمیز کننده واکنش شیمیایی نشان ندهد.

۹- در زمان نگهداری در انبار خواص خود را حفظ کند، تغییر رنگ ندهد و شفاف بماند.



# انواع مواد نفوذی

## الف - مواد نافذ قابل شستشو با آب

الف - ۱ - ماده نافذ فلورسنتی

- درجه حساسیت آنها در مقابل عیوب ریز و عمیق بسیار خوب می باشد.
- برای عیوب کم عمق و بسیار سطحی مناسب نمی باشد.
- هزینه آزمایش برای کارهای پر حجم و مشابه بسیار کم است اما برای کارهای متنوع و کوچک پرهزینه تر می باشد.
- چون آزمایش در تاریکی انجام می گیرد لذا در اوقات روز به اطاق تاریک نیاز خواهد بود .
- آلودگی و کثیفی محیط کار با مواد فلورسنتی بسیار کمتر است.



# انواع مواد نفوذی

## الف - مواد نافذ قابل شستشو با آب

### الف - ۲ - مواد نفوذی رنگی

- هزینه آزمایش برای کارهای متنوع و کوچک بسیار کم است.
- در مقایسه با نوع فلورسنتی، مدت زمان آزمایش کوتاهتر خواهد بود.
- در مقابل عیوب کم عمق بسیار ضعیف عمل می کند. اما درجه حساسیت آن برای عیوب کوچکی که عمق زیادی دارند بسیار خوب است .
- به اطلاق تاریک نیاز ندارد و در هر موقعیتی انجام می پذیرد.



# انواع مواد نفوذی

## ب - مواد نافذ قابل امولسیون (لیپوفیلیک **Lipophilic**)

ب-۱- مواد نافذ فلورسنتی

- انواع منفذهای ریز و ترک های موئی را که عمق و عرض بسیار کمی دارند، می تواند آشکار نماید .
- برای پاک نمودن ماده نافذ به ماده تعلیق ساز نیاز خواهد بود، به همین دلیل هزینه آزمایش افزایش می یابد.
- زمان تعلیق سازی ماده نافذ کم است. به همین دلیل تمیز نمودن و شستن نقاطی مانند سوراخ های یکطرفه، دندانهای پیچ ها و سطوح ناهموار بسیار مشکل ساز می باشد.



# انواع مواد نفوذی

## ب - مواد نافذ قابل امولسیون (لیپوفیلیک **Lipophilic**)

ب-۲- مواد نافذ رنگی قابل امولسیون

- درجه حساسیت و آشکارسازی ماده نافذ رنگی امولسیون پذیر، نسبت به ماده فلورسنسی امولسیون پذیر بسیار بالاتر است .
- استفاده از این نوع نافذ روی سطوحی با خواص کرومیت و آندیزه بدون اشکال می باشد.



# انواع مواد نفوذی

## ج - مواد نفوذی با حلال

### ج-۱- مواد فلورسنتی با حلال

- ماده نافذ با حلال، مخصوص نقاطی است که مصرف آب محدودیت داشته باشد.
- برای آزمایش موضعی قطعات بزرگ و نقاط تعمیر شده بسیار مناسب است.
- هزینه آزمایش نسبت به سایر مواد نافذ زیادتر و وقت گیرتر می باشد.



# انواع مواد نفوذی

## ج - مواد نفوذی با حلال

### ج-۲- مواد رنگی با حلال

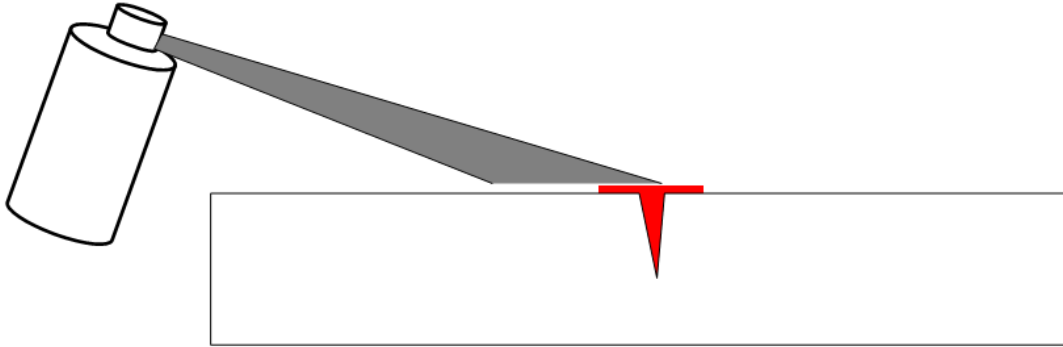
- درجه حساسیت و آشکارسازی این ماده در مقایسه با سایر مواد بهترین بازدهی را دارد و عیوب بسیار ریز را نشان می دهد.
- مناسب ترین ماده برای آزمایش موضعی قطعات با اشکال هندسی متنوع می باشد و برای نقاطی که محدودیت استفاده از آب باشد روش بسیار ایده آلی به شمار می آید.
- قابل استفاده برای سطوحی با خواص آندیزه و قلیائی می باشد.





# زدودن ماده نافذ رنگی

اسپری تمیز کننده نهائی



## الف - ماده نافذ قابل شستشو با آب

روش ۱: شستشو با آب تحت فشاری حدود ۲۰ psi و زاویه کمتر از ۴۵ درجه به طوریکه آب به درون منافذها رخنه نکند.

روش ۲: استفاده از پارچه تنظیف خیس شده، همراه با خشک نمودن سریع.

روش ۳: تمیز نمودن نهائی بوسیله اسپری تمیزکننده تحت زاویه با شیب کمتر از ۴۵ درجه و خشک نمودن سریع با پارچه تنظیف.

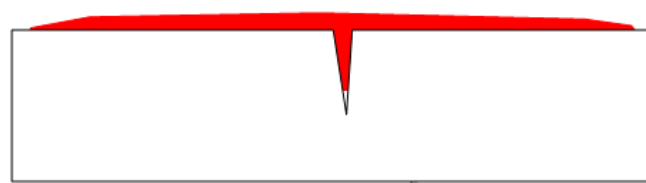
روش ۳ بعد از دو روش ۱ و ۲ نیز قابل اجرا است.



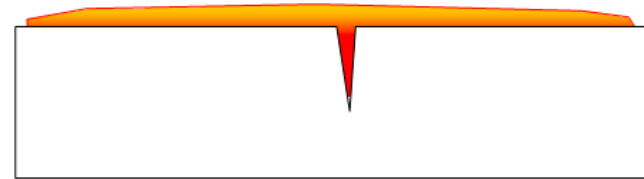
# زدودن ماده نافذ رنگی

## ب - ماده نفوذی با ماده امولسیون

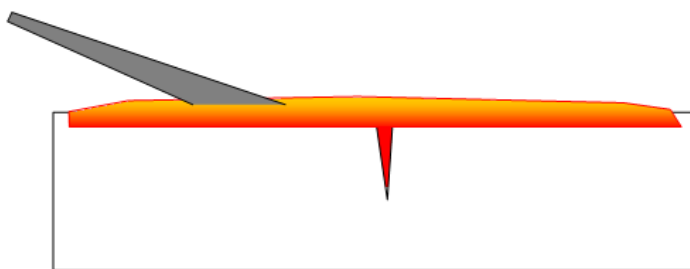
پس از اتمام زمان نفوذ، برای برداشتن ماده نافذ، باید ماده معلق کننده نیز به ماده نافذ افزوده گردد و سپس شستشو انجام شود.



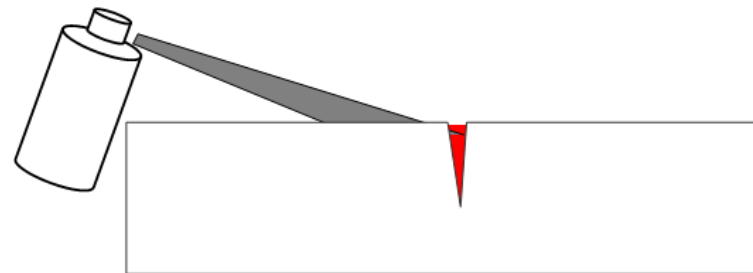
۱ - سطح اغشته به ماده نافذ



۲ - پس پاشیدن ماده تعلیق کننده

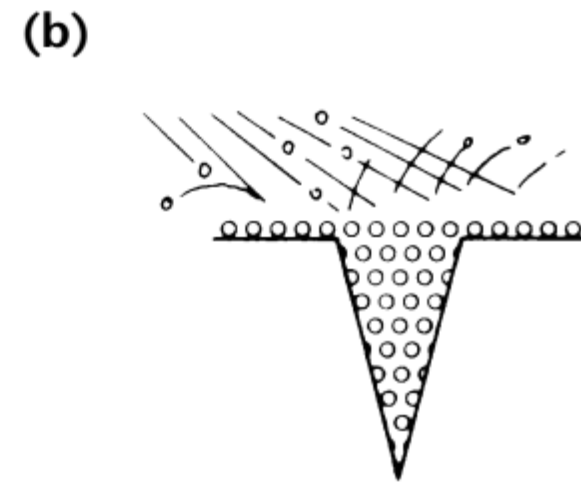
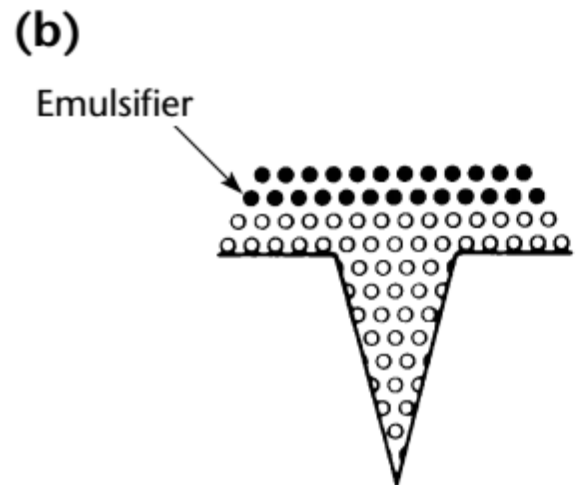
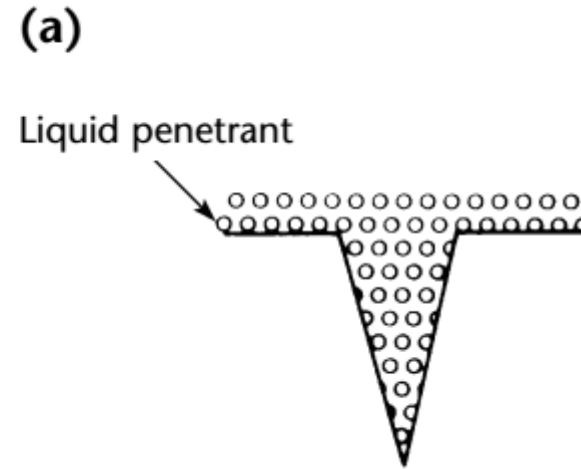
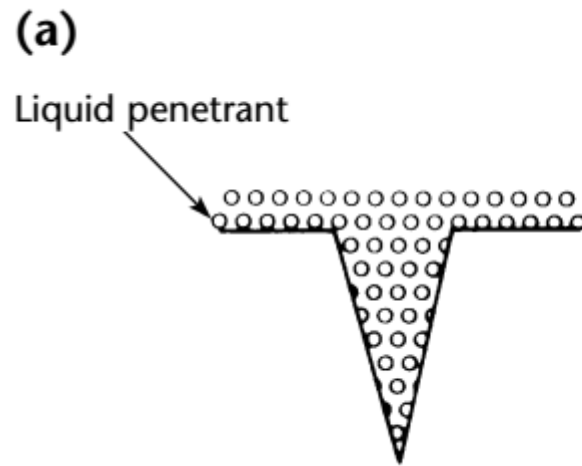


۳ - شستن با فشار آب



۴ - شستشوی نهائی با اسپری

# زدودن ماده نافذ رنگی امولسیون (روش لیپوفلیک و هیدروفلیک)



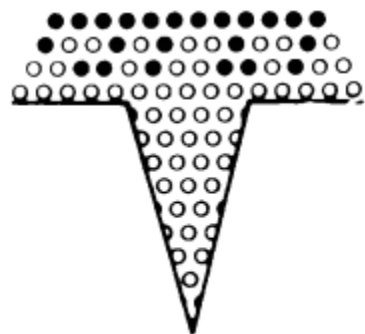
مکانیزم لیپوفلیک

مکانیزم هیدروفلیک

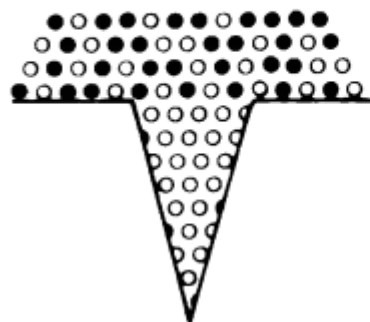


# زدودن ماده نافذ رنگی امولسیون (روش لیپوفلیک و هیدروفلیک)

(c)



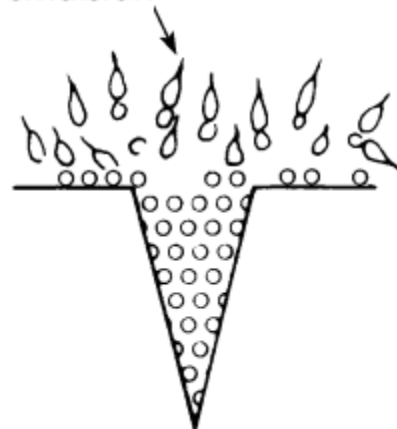
(d)



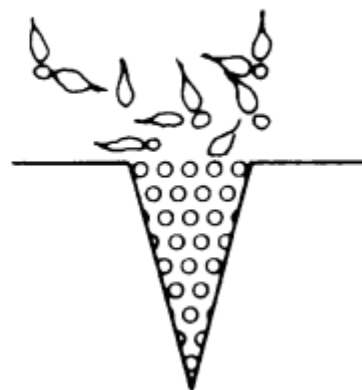
مکانیزم لیپوفلیک

(c)

Emulsifier and  
liquid penetrant  
emulsion



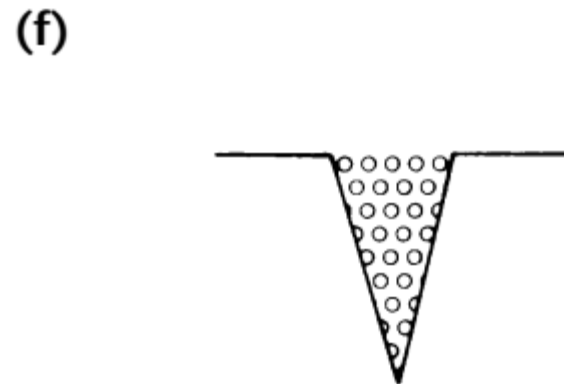
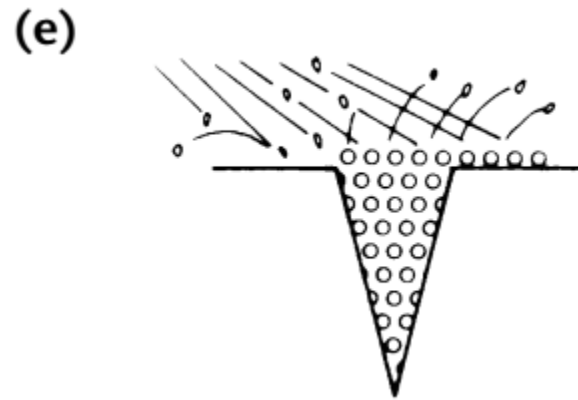
(d)



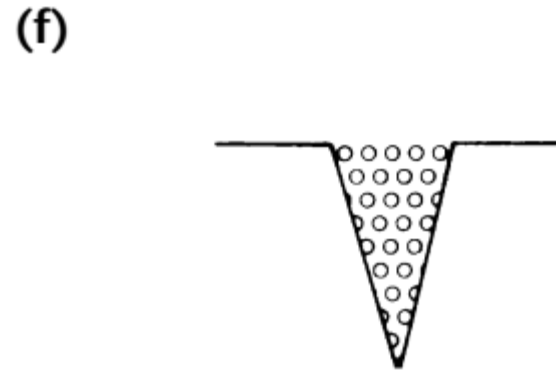
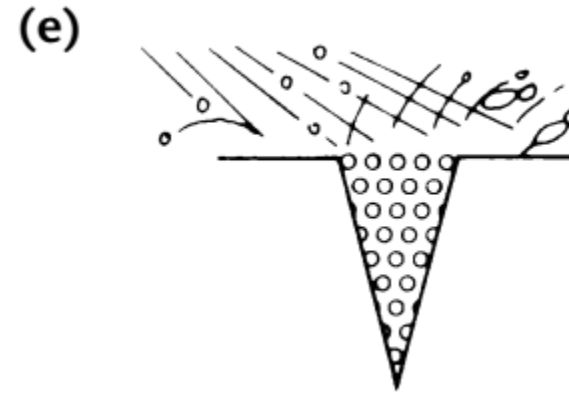
مکانیزم هیدروفلیک



# زدودن ماده نافذ رنگی امولسیونی (روش لیپوفلیک و هیدروفلیک)



مکانیزم لیپوفلیک



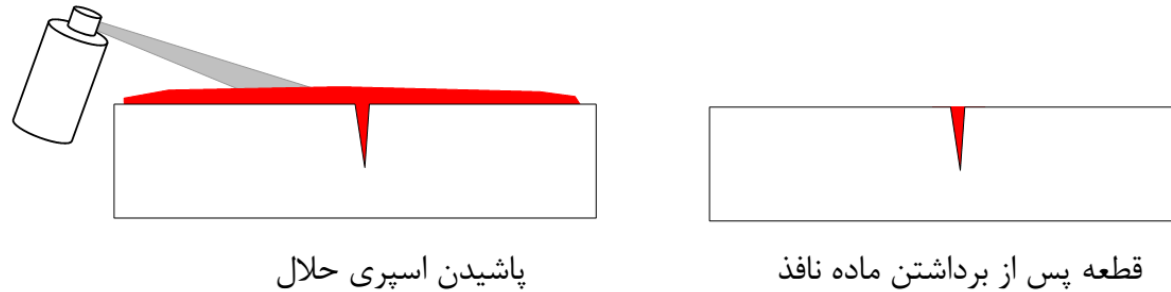
مکانیزم هیدروفلیک



# زدودن ماده نافذ رنگی

## ج - ماده نافذ با حلال

این نوع ماده نافذ حاوی ترکیبات نفتی غیر قابل حل در آب است و مرحله برداشتن آن پس از زمان نفوذ فقط بوسیله ماده حلال (تینر) در دو مرحله زیر انجام می گیرد.



مرحله دو، بوسیله پارچه تمظیف آغشته به ماده حلال در چندنوبت مکرر، ماده نافذ از سطح کار برداشته می شود. پارچه تمظیف باید در تماس با ماده حلال رنگ پس ندهد و اثر نخ های پارچه روی سطح قطعه باقی نماند.



# زدودن ماده نافذ فلورسنتی

مواد نافذ فلورسنتی نیز مانند مواد نافذ رنگی در سه نوع قابل شستشوی با آب، قابل امولسیون و قابل پاک شدن با حلال مخصوص عرضه می شوند.

باید پس از مرحله زدودن و قبل از پاشیدن ماده ظاهر ساز، برای اطمینان از پاک شدن کامل ماده نافذ، سطح کار در زیر نور ماوراء بنفش بازرسی گردد. زیرا در روشنائی روز و نور سفید، رنگ ماده نافذ فلورسنتی بیرنگ دیده می شود و تشخیص آثار پسماند آن غیر ممکن است.



## مواد ظاهر ساز

- ۱- خاصیت جذب ماده نافذ را داشته باشد.
- ۲- دانه بندی ریز و یکنواختی داشته باشد.
- ۳- مانع پراکندگی ماده نافذ (نشت) به اطراف گردد و عیب را شفاف نشان دهد.
- ۴- زمینه سفید و متضاد با ماده نافذ را حفظ کند.
- ۵- با کمترین ضخامت (پوشش)، عمل ظاهر سازی مناسب را انجام دهد.
- ۶- به آسانی مرطوب گردد به طوریکه با کمترین تماس با ماده نافذ اثر آن را نشان دهد.





## مواد ظاهر ساز

۷- سمی و آلوده کننده محیط نباشد.

۸- در زمان استفاده با ماده نافذ فلورسنتی، باعث محو شدن ماده نافذ نگردد.

۹- به آسانی قابل شستن و برطرف شدن باشد.



# انواع ماده ظاهر ساز

الف - ماده ظاهر ساز پودری

ب - ماده ظاهر ساز سیالی / آبدار

ج - ماده ظاهر ساز سیالی غیر آبی



# انواع ماده ظاهر ساز

## الف – ماده ظاهر ساز پودری

این نوع ماده ظاهر ساز به وسیله پودرپاش مخصوص و در موارد نادری با دست روی سطح کار پاشیده می‌شود. استفاده از ماده پودری باید بلافاصله پس از پاک سازی نهائی و قبل از خشک شدن ماده نافذ در درون درزها انجام گیرد.

- به منظور پیش گیری از تجمع پودر در نقاطی از سطح قطعه و خصوصاً روی قطعات مرکب، جابجائی، تکان دادن و ضربه های آرام می تواند به یکنواخت شدن پودر کمک نماید.

- پودر ظاهر ساز همواره باید در مکانی خشک نگهداری شود . بدلیل اهمیت خشک بودن پودر ظاهر ساز، پودر رطوبت دیده باید دور ریخته شود.

- تکرار پاشیدن پودر در نقاطی از سطح که پودر کمتری دارد به شرط دقت و یکنواختی، مشکلی در نتیجه گیری ایجاد نخواهد کرد.



# انواع ماده ظاهر ساز

## ب - ماده ظاهر ساز سیالی / آبدار

این نوع مواد به صورت سیال و معلق در آب است لذا قبل از پاشیدن آن باید سطح کار کاملاً خشک شده باشد. با توجه به خاصیت آبدار بودن، فاصله زمانی بین پاک سازی و ریختن ماده ظاهر ساز می تواند طولانی تر از حالت پودری باشد.



# انواع ماده ظاهر ساز

## ج - ماده ظاهر ساز سیالی غیر آبی

این نوع ماده بصورت سیال در قوطی های پرفشار اسپری عرضه می شوند و نوع فله آن توسط آب پاش مخصوص و تحت فشار انجام می گیرد.

این نوع ظاهر ساز فقط مخصوص مواد نافذ با حلال می باشند.

در زمان استفاده از این نوع مواد، فضای محیط آغشته به مواد گازی خواهد شد، لذا استفاده از آنها در مکان های بسته و بدون تهویه توصیه نمی شود.

به دلیل خواص حلالیت، این نوع ظاهر ساز برای روش غوطه وری قابل استفاده نخواهد بود و هیچ گاه ماده ظاهر ساز غیر آبی به صورت حوضچه تهیه نمی شود.



# بازرسی و تفسیر علائم

بازرسی عینی در سه مرحله زیر انجام می گیرد:

الف- بازرسی اولیه

ب - بازرسی ثانویه

ج- بازرسی نهائی و تفسیر



# بازرسی و تفسیر علائم

**الف- بازرسی اولیه:** شرایط سطح و آماده‌سازی قطعات برای آزمایش برنامه‌ریزی می‌شود.

انواع روش های آماده سازی سطح:

۱- روش ساینده‌های مکانیکی:

- سایش و شستشو با فشار آب

- سایش و شستشو با فشار بخار



## بازرسی و تفسیر علائم

- ۲- روش آلتراسونیک: این روش مخصوص تمیز نمودن قطعات کوچک و متعدد می باشد.
- ۳- مواد شیمیائی: از مواد قلیائی و اسیدی برای برطرف نمودن زنگ زدگی، مواد روغنی و آلودگی های سطحی استفاده می گردد.
- ۴- روش مواد حلال: در این روش به کمک مواد حلال، مواد آلوده و کثیفی روی سطح حل شده و قابل شستشو با آب می گردند.





# بازرسی و تفسیر علائم

## روش های غیر مجاز برای تمیز کردن سطح:

۱- پاشیدن دانه های کروی (ذرات گلوله ای) با فشار (شات بلاست)

۲- پاشیدن دانه های نامنظم با فشار (سند بلاست)

۳- سنگ زنی

۴- برس برقی

۵- سمباده کشی

۶- تراشیدن و فلز برداری با قلم



# بازرسی و تفسیر علائم

## ب - بازرسی ثانویه

این مرحله از بازرسی پس از شستشوی مواد نافذ انجام می‌گیرد. هدف از این بازرسی، اطمینان از برطرف شدن کامل ماده نافذ از سطح کار می‌باشد.

در نوع فلورسنتی چنین بازرسی کاملاً ضروری خواهد بود.

## ج - بازرسی نهائی و تفسیر

هدف از بازرسی نهائی نتیجه‌گیری از مجموعه آزمایش و تفسیر علائمی است که پس از پاشیدن ماده ظاهر ساز روی سطح کار نمایان می‌گردد.



# بازرسی و تفسیر علائم

## شرایط نور و روشنایی

### ۱- مواد نافذ فلورسنتی

اصولاً طول موج پرتوهای ماوراء بنفش برای آزمایش مواد نفوذی بین ۳۰۰۰ تا ۴۲۰۰ آنگستروم است. طول موجهای کمتر باعث آسیب پوستی و چشمی می‌گردند. به صورت کلی قابل رؤیت بودن علائم ظاهر شده به چهار عامل زیر بستگی دارد:

۱ - مقدار ماده نفوذ کرده در منقذها

۲ - غلظت و کیفیت ماده فلورسنتی

۳ - شدت نور ماوراء بنفش

۴ - درجه سیاهی محیط آزمایش



# بازرسی و تفسیر علائم

## شرایط نور و روشنایی

### ۲- مواد نافذ رنگی

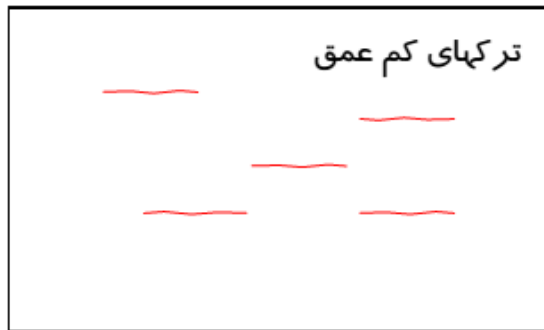
در حین بازرسی باید از نور سفید و حداکثر روشنایی استفاده شود. در صورت آزمایش در شب، حداقل نور برای بازرسی باید ۵۰۰ LUX باشد. توانایی دید مفسر باید در حدی باشد که حروف استاندارد آزمایش دید را از فاصله ۳۰ سانتی متری به وضوح ببیند و تفاوت رنگ‌ها را در حد استاندارد از هم تمیز دهد.



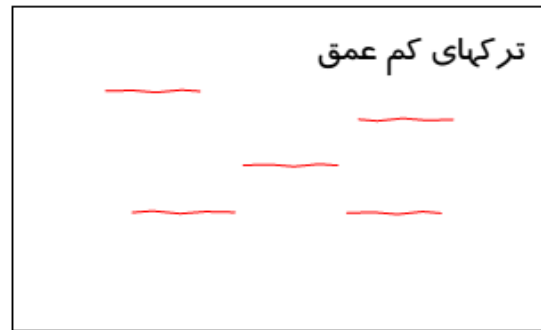
# بازرسی و تفسیر علائم

## تفسیر علائم

۱- خطوطی که بلافاصله و در مدت زمان کوتاهی در سطح نمایان گردند. چنین خطوطی نشان دهنده شیارها و ترکهای بسیار کم عمقی هستند که فضائی برای حفظ ماده نافذ نداشته و بطور سریع جذب ماده پلاستیک می گردند. مانند ترکهای ناشی از خوردگی تنش.



شکل ۱-۳ - الف در ثانیه های اولیه



شکل ۱-۳ - ب، پس از چند دقیقه

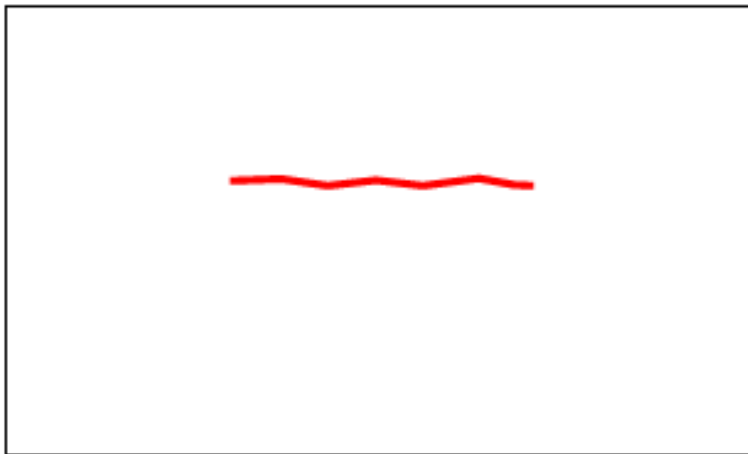
**توجه:** ترکهای ناشی از خوردگی تنش در مرحله ابتدائی فقط با روش ذرات مغناطیسی قابل آشکارسازی هستند.



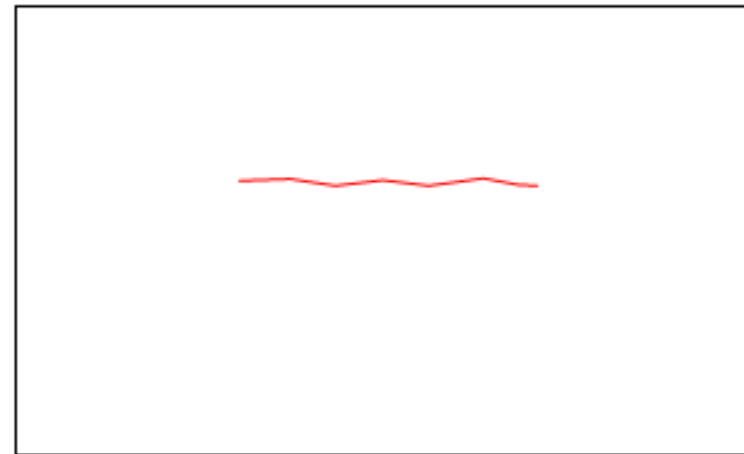
# بازرسی و تفسیر علائم

## تفسیر علائم

۲- خطوطی که بتدریج و با تأخیر در سطح کار ظاهر می شوند. چنین خطوطی نشان دهنده ترک های عمیقی هستند که ماده نافذ به درون آنها رسوب کرده است و تحت اثر ماده ظاهر ساز، به آرامی در سطح کار نمایان می شوند. هرچه مدت زمان بیشتری سپری گردد ماده نافذ بیشتری به سطح کشیده شده و شکل عیب پر رنگ تر و عریض تر دیده خواهد شد.



پس از گذشت زمان بیشتر



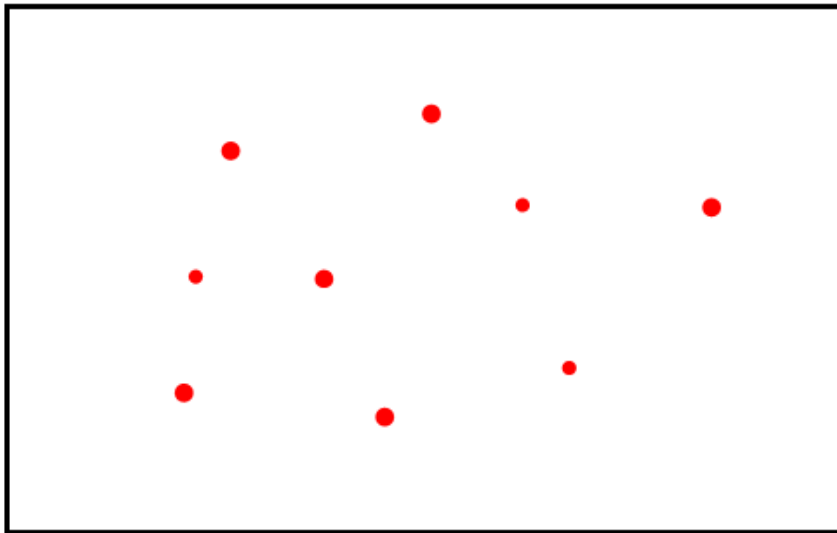
در دقائق اولیه



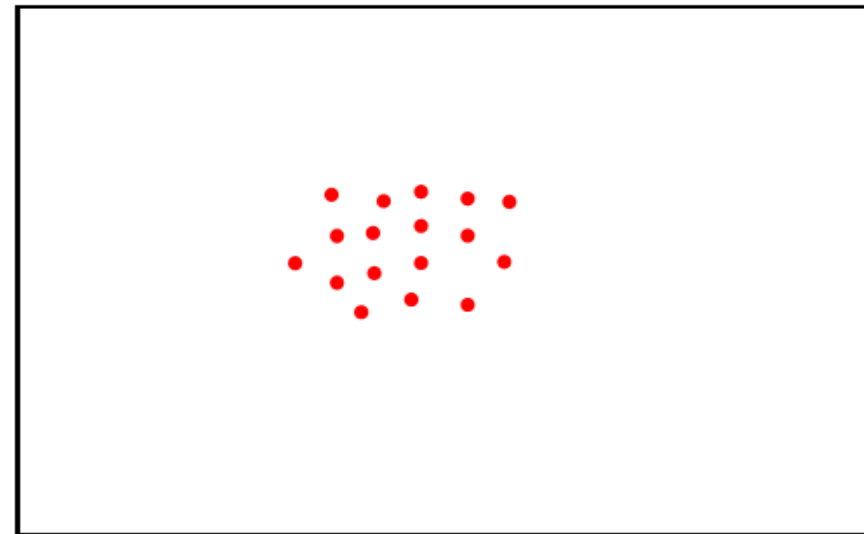
# بازرسی و تفسیر علائم

## تفسیر علائم

۳- دانه های ریزی که بلافاصله در سطح کار نمایان می شوند.



حفره های گازی پراکنده



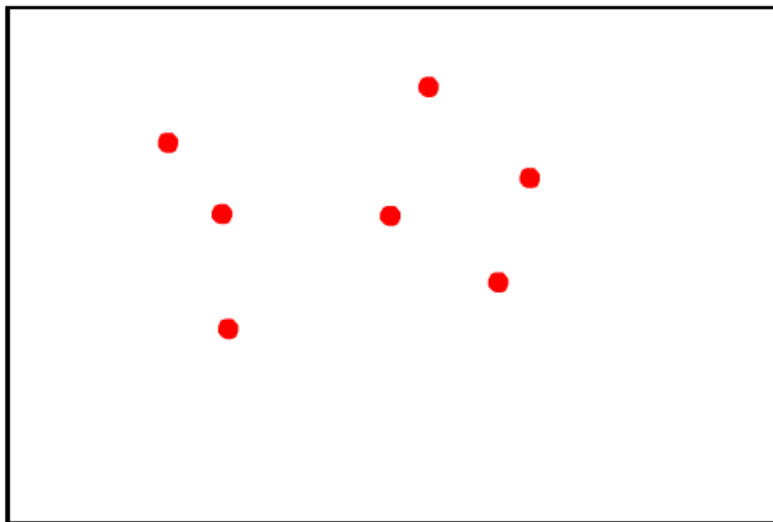
تجمع حفره های گازی



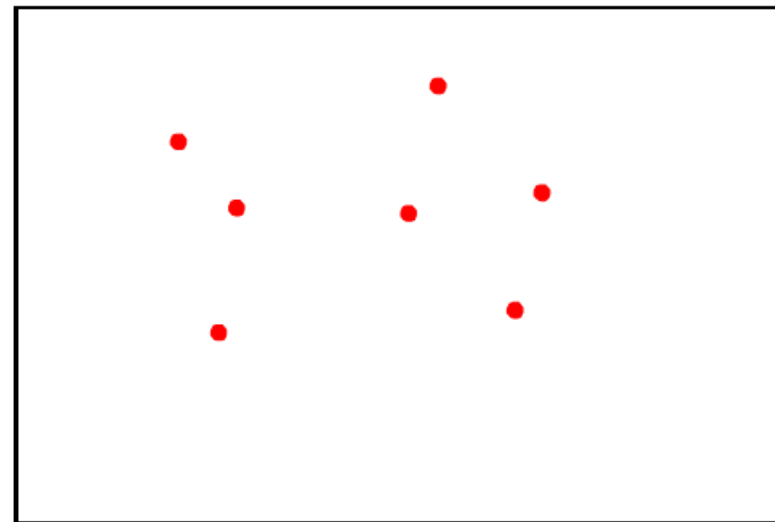
# بازرسی و تفسیر علائم

## تفسیر علائم

۴- دانه های ریزی که بتدریج و با تأخیر در سطح نمایان می گردند. چنین علائمی در نتیجه خروج ماده نافذ از حفره های گازی لوله ای شکل و یا حفره های توخالی در قطعات ریختگی بوجود می آیند که عمق زیادی دارند و به تدریج به سمت سطح کشیده می شوند.



پس از گذشت زمان بیشتر



در دقایق اولیه





# بازرسی و تفسیر علائم

## تخمین عمق عیوب

اگرچه با آزمایش مواد نفوذی عمق عیوب را نمیتوان اندازه گیری نمود ولی می توان از طریق مقایسه درجه غلظت علائم، تخمینی از عمق عیب را بدست آورد. برای اینکار:

پس از انجام آزمایش، بدون استفاده از ماده نافذ، سطح کار مجدداً با ماده ظاهر ساز آغشته گردد. در این حالت چنانچه عیب دارای عمق باشد ماده نافذ پسماند به سمت سطح کار جذب ماده ظاهر ساز خواهد شد. بر اساس تجربه و زمان ظاهر شدن علائم می توان تخمینی از عمق عیب را بدست آورد.



# ساخت نمونه نشانگر

اصولاً برای اطمینان از توانائی مواد نفوذی و ظاهر ساز در نشان دادن عیوب، باید مرجعی به عنوان نمونه نشانگر در اختیار قرار گیرد که به چند طریقه می توان نمونه ای ترک دار با روش عملیت حرارتی تهیه نمود که به دو طریقه آن اشاره می شود:

الف- قطعه ای تخت از جنس فولاد ابزار کوئینچ شده در روغن، تا دمای ۸۱۳ درجه سانتی گراد حرارت داده و بلافاصله در آب سرد غوطه ور می گردد.

ب- قطعه ای تخت از جنس آلومینیوم ۲۰۲۴ تا دمای ۵۱۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شده و سپس در آب سرد انداخته می شود.

پس از این عمل ترک های متعددی در هر دو قطعه دیده خواهد شد.



# ساخت نمونه نشانگر

