



آزمونهای غیرمخرب پیشرفته (Advanced Nondestructive Evaluation)

روشهای بازرسی غیرمخرب

مدرس: دکتر فرهنگ هنرور
گروه ساخت و تولید
دانشکده مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



روشهای آزمون غیرمخرب

- چشمی (Visual-VT)
- مایع نافذ (Liquid Penetrant-PT)
- ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle-MT)
- فراصوتی (Ultrasonic-UT)
- جریان گردابی (Eddy Current-ET)
- پرتونگاری (Radiography-RT)
- پخش آوایی (Acoustic Emission-AE)
- حرارت نگاری مادون قرمز (Infrared Thermography-TT)



دسته بندی روشهای NDT

- **عامل (active):** نوعی از انرژی به داخل یا بر روی قطعه ارسال میشود. برای مثال روشهای UT, RT, MT, ET
- **غیر عامل (passive):** وضعیت جسم را بدون ارسال انرژی به داخل یا بر روی آن مورد بررسی قرار میدهد. برای مثال روشهای VT, AE, VA, LT, PT



بازرسی چشمی (VT)



ابتدایی ترین و رایج ترین روش بازرسی غیرمخرب است.

ایزار لازم شامل بروسکوپ، فابرسکوپ، ذره بین و دوربین های ویدیویی میباشد.

دستگاه ویدیویی قابل حمل



Robotic Crawler



بازرسی چشمی (VT)

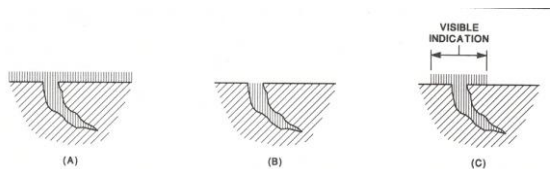


آزمون مایع نافذ (PT)

• عیوب سطحی قطعه در اثر نفوذ مایع به داخل ترکها آشکار میگردد.



اصول کلی انجام



A: اعمال مایع نافذ و نفوذ آن در ترکها در اثر خاصیت مویبگی

B: تمیز کردن مایع از روی سطح

C: اعمال ماده آشکارساز و به سطح آمدن مایع نافذ در اثر خاصیت مویبگی

روشهای اعمال مایع نافذ



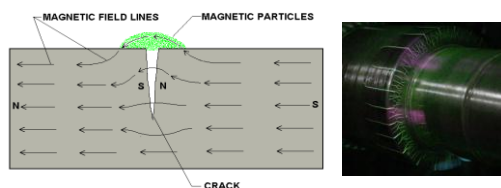
- فروردن قطعه در مایع نافذ
- ریختن مایع بر روی قطعه
- اسپری کردن مایع بر روی قطعه
- اعمال مایع بر روی قطعه با برس

آزمون مایع نافذ

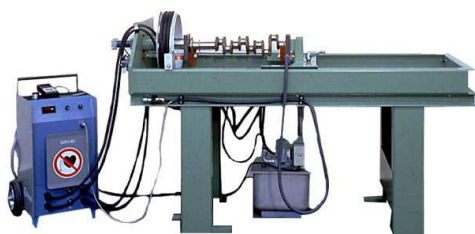


آزمون ذرات مغناطیسی (MT)

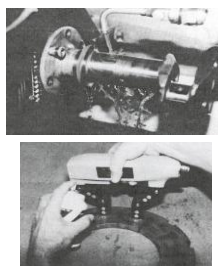
- مغناطیس نمودن قطعه و اعمال ذرات فرومغناطیس بر روی آن
- نشأت شار مغناطیسی موجب ظاهر شدن ترکهای سطحی میگردد.



میز آزمون ذرات مغناطیسی



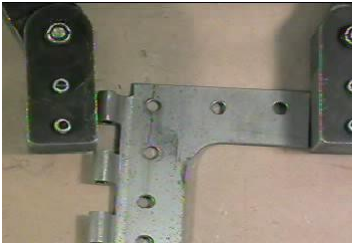
انجام آزمون ذرات مغناطیسی



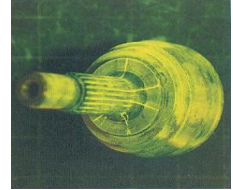
- پاشش مایع حامل ذرات بر روی قطعه

- اسپری ذرات بر روی قطعه

آزمون ذرات مغناطیسی

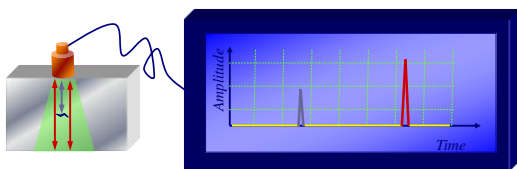


آزمون ذرات مغناطیسی

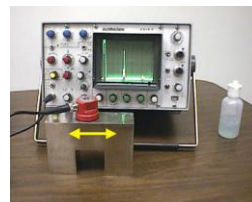


آزمون فراصوتی (آلتراسونیک)

- ارسال امواج صوتی فرکانس بالا (بالتر از 20 kHz) به داخل قطعه و مشاهده و تفسیر امواج دریافتی



دستگاههای آزمون فراصوتی



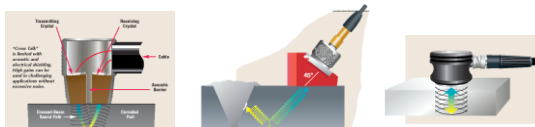
عیب یاب فراصوتی
(flaw detector)



ضخامت سنج فراصوتی
(thickness gauge)

تولید امواج فراصوتی

- معمولاً امواج فراصوتی توسط پروبهای پیزوالکتریک تولید میشوند. این پروبها دارای یک کریستال پیزوالکتریک هستند که در اثر اعمال ولتاژ الکتریکی به ارتعاش در می آید.
- پروبهای فراصوتی میتوانند قائم (نرمال)، زاویه ای و یا دوقلو (dual) باشند.



پروب دوقلو

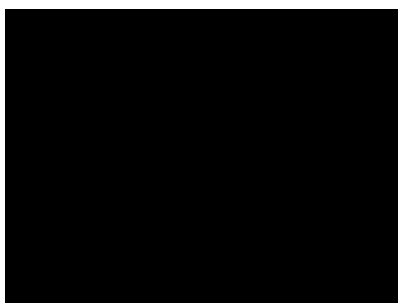
پروب زاویه ای

پروب قائم

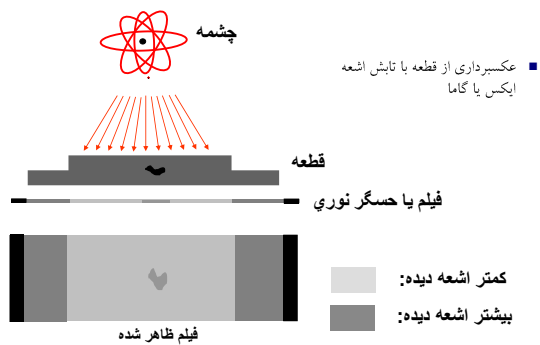
ضخامت سنج فراصوتی



آزمون فراصوتی به روش غوطه وری



آزمون پرتونگاری (RT)





دستگاه اشعه ایکس



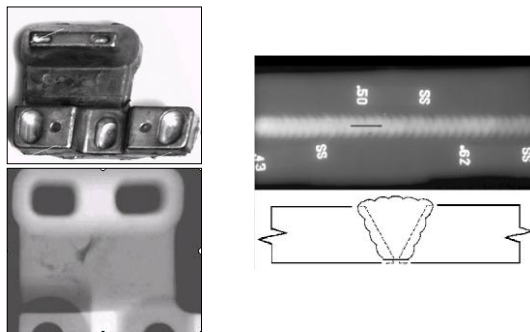
دوربین اشعه گاما



انجام پرتونگاری با اشعه گاما

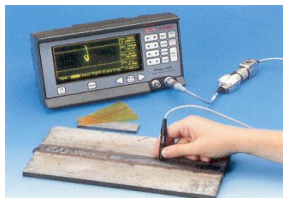


تصاویر پرتونگاری

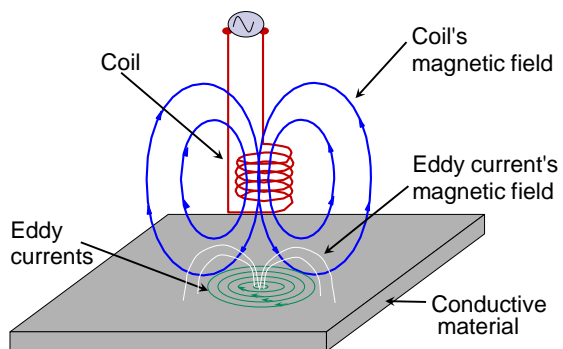


آزمون جریان گردابی (ET)

■ بازرسی عیوب سطحی با ایجاد جریانهای گردابی در سطح قطعه

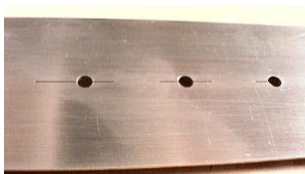


آزمون جریان گردابی



قطعه کالیبراسیون

عیوب مختلفی که در قطعه کالیبراسیون تعبیه شده است.



انجام ET

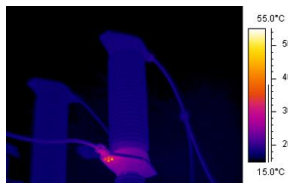


حرارت نگاری فروسرخ (IR Thermography)

اندازه گیری توزیع حرارت روی سطح جسم.



دوربین حرارت نگاری



مراحل حرارت نگاری فعال (Active Thermography)

1. Controlled heating of the specimen, typically by optical absorption on the sample surface
2. Thermal transport of heat into and within the specimen
3. Imaging of the resulting specimen surface temperature distribution using an infrared camera
4. Interpretation of the spatial and temporal features of the temperature distribution to provide information about material and structural properties of the specimen

نقش زمان در حرارت نگاری فعال

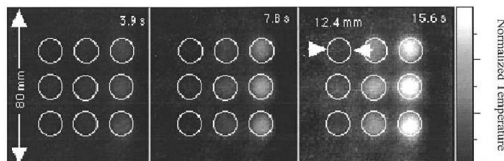
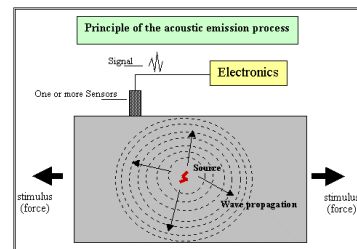


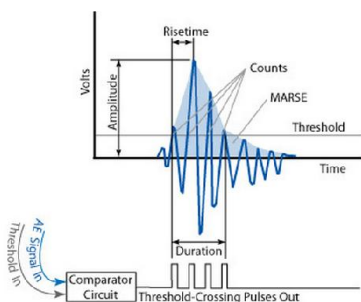
FIGURE 8.1 Infrared images of flat-bottomed holes, 12.4 mm diameter, at depths of 0.8, 1.4 and 2.8 mm, in graphite-epoxy composite panel at different heating times. The locations of the subsurface holes are delineated by the white circles.

پخش آوایی (AE:Acoustic Emission)

آزاد شدن انرژی کشسانی (الاستیک) در نتیجه تغییر شکل محلی بخشی از ماده. این تغییر شکل ممکن است ناشی از لغزش مرز دانه ها روی هم (تغییر شکل پلاستیک) باز شدن ترک و ... باشد.



نمونه ای از سیگنال پخش آوایی



پخش آوایی (Acoustic Emission)

