

تعاریف:

- جوشکاری: فرایندی که در آن دو یا چند قطعه فلزی با اعمال حرارت یا فشار یا حرارت باضافه فشار به یکدیگر متصل میشوند به نحوی که فلز موجود بین این قطعات حالتی پیوسته مییابد.
- آزمون غیرمخرب: عملیاتی که بازرسی و یا آزمون (تست) قطعات، و یا مجموعه ای از قطعات را با استفاده از روشهایی که بر کارآیی نهایی آنها تاثیر نمی گذارند شامل میشود.

جوشکاری و آزمون غیرمخرب

Welding and Nondestructive Evaluation

دکتر فرهنگ هنرور
دانشکده مهندسی مکانیک
گروه ساخت و تولید

انواع فرآیندهای جوشکاری

انواع روش های جوشکاری بر اساس شرایط کاری تقسیم بندی می شوند. به طور مثال این تقسیم بندی می تواند بر اساس حالت برهم کنش مواد در حین جوشکاری (مذاب، جامد) یا منابع انرژی استفاده شده برای جوشکاری باشد.

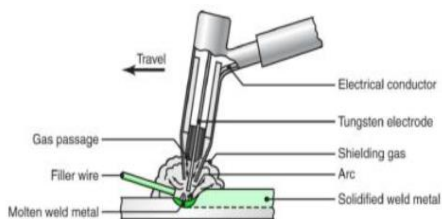
انواع فرآیندهای جوشکاری بر اساس حالت برهم کنش مواد

- فرایندهای جوشکاری ذوبی (Fusion Welding)
- فرایندهای جوشکاری حالت جامد (Solid State Welding)

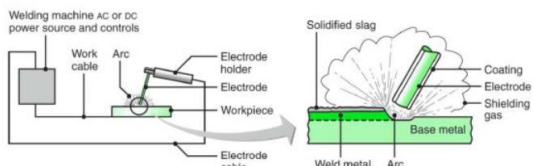
مقدمه

- جوشکاری کاربرد وسیعی در ساخت تجهیزات، قطعات و سازه ها دارد و به روشهای متنوعی انجام میشود.
- جوشکاری ممکن است با استفاده از فلز پرکننده انجام شود.
- قطعاتی که به هم جوش میشوند ممکن است همجنس و یا غیرهمجنس باشند.
- آزمون غیرمخرب نیز به روشهای متنوعی قابل انجام است.
- جوشکاری و آزمون غیرمخرب باید توسط افراد آموزش دیده و دارای گواهینامه تخصصی انجام شوند.

جوشکاری الکتروود تنگستنی با گاز محافظ (ذوبی)

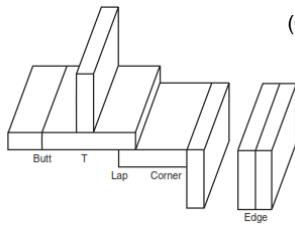


جوشکاری قوسی با الکتروود دستی (ذوبی)





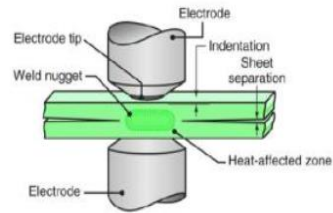
اتصالات مورد استفاده در جوشکاری



- اتصال لب به لب (Butt joint)
- اتصال سپری (T-joint)
- اتصال روی هم (Lap joint)
- اتصال گوشه‌ای (Corner joint)
- اتصال لبه‌ای (Edge joint)



جوشکاری مقاومتی (مالت جامد)



سر فصل های بخش جوشکاری

- مقدمه ای بر جوشکاری
- جوشکاری قوس - الکترود دستی (SMAW) Shielded Metal Arc Welding
- جوشکاری قوسی زیر پودری (SAW) Submerged Arc Welding
- جوشکاری سرباره الکتریکی Electroslag Welding
- جوشکاری الکترود تنگستنی با گاز محافظ خنثی (GTAW or TIG) Gas Tungsten Arc Welding
- جوشکاری قوس - فلز با گاز محافظ خنثی (Metal Inert Gas Welding - MIG)
- جوشکاری قوس - فلز با گاز محافظ فعال (Metal Active Gas Welding - MAG)
- جوشکاری مقاومتی (Resistance Welding)
- جوشکاری با گاز (Gas Welding)
- جوشکاری حالت جامد، اصطکاکی، آهنگری، فشار سرد
- عیوب جوش
- طراحی در جوشکاری



اهمیت آزمونهای غیرمخرب



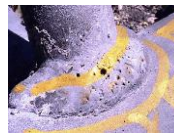
آزمونهای غیرمخرب

- آزمون غیرمخرب Nondestructive Testing
- ارزیابی غیرمخرب Nondestructive Evaluation
- بازرسی غیرمخرب Nondestructive Inspection
- آزمایش غیرمخرب Nondestructive Examination
- ویژگی‌یابی غیرمخرب Nondestructive Characterization

- آزمون غیرمخرب در زندگی روزمره:
- بازرسی چشمی، ضربه به میوه ها، ظروف سفالی و ...



ماهیت عیوب در قطعات صنعتی



- ناپیوستگی (discontinuity): عدم پیوستگی ماده در اثر وجود ترک، تخلخل و ... در سطح یا درون ماده
- عیب (defect): ناپیوستگی که اندازه آن از حد قابل قبول بزرگتر باشد





تکنیهای رایج انجام آزمون غیرمغرب

- مایع نافذ (Liquid Penetrant Testing-PT)
- ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle Testing-MT)
- فراصوتی (Ultrasonic Testing-UT)
- پرتونگاری (Radiography Testing-RT)
- جریان گردابی (Eddy Current Testing-ET)

سایر تکنیکها

- چشمی (Visual Testing-VT)
- حرارت نگاری (Thermographic Testing-TT)
- بخش آوایی (Acoustic Emission - AE)



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



سر فصل های بخش NDT

- مقدمه ای بر آزمون های غیرمغرب
- آزمون فراصوتی - Ultrasonic Testing (UT)
- آزمون مایع نافذ - Penetrant Testing (PT)
- آزمون ذرات مغناطیسی - Magnetic Particle Testing (MT)
- آزمون پرتونگاری - Radiographic Testing (RT)
- آزمون جریان گردابی - Eddy Current Testing (ET)



تکنیهای رایج انجام آزمون غیرمغرب



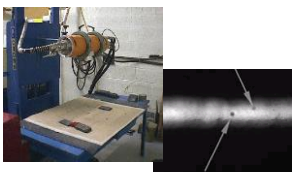
- روش مایع نافذ (PT): نفوذ مایع نافذ به درون عیوب سطحی قطعه و آشکارساختن این عیوب.



- روش ذرات مغناطیسی (MT): قطعه آهنریا میشود و عیوب سطحی و زیرسطحی آن با پاشیدن ذرات مغناطیس روی قطعه آشکار میگرددند



تکنیهای رایج انجام آزمون غیرمغرب



- روش پرتونگاری (RT): تابش اشعه های ایکس یا گاما به قطعه و تهیه تصویری از ساختار سطحی و داخلی آن.

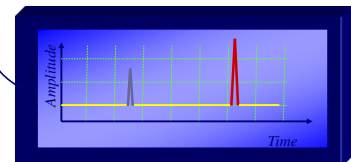
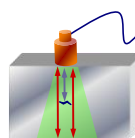


- روش جریان گردابی (ET): ایجاد جریانهای گردابی (ادی) بر روی سطح قطعه و تشخیص عیوب سطحی و زیر سطحی.



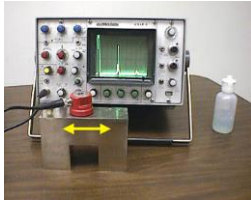
آزمون فراصوتی (آلتراسونیک)

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





دستگاههای آزمون فراصوتی



عیب یاب فراصوتی
(flaw detector)



ضخامت سنج فراصوتی
(thickness gauge)



بازرسی چشمی (VT) Visual Testing



ابتدایی ترین و رایج ترین روش بازرسی غیرمخرب است. ابزار لازم شامل بوریسکوپ، فایبرسکوپ، ذره بین، دوربین های ویدیویی و روبات های دوربین دار می باشد.

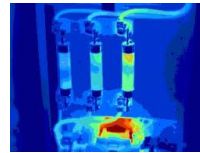


بازرسی چشمی (VT)



حرارت نگاری فروسرخ (IR Thermography)

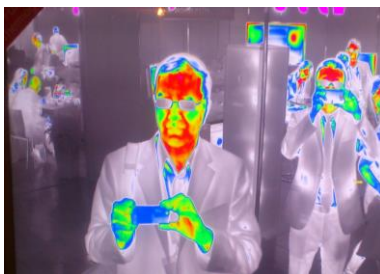
اجسامی که گرم هستند از خود اشعه فروسرخ (مادون قرمز) ساطع می کنند. دوربین های حرارت نگاری توزیع دما در سطح جسم را نشان می دهند. می کنند.



دوربین حرارت
نگاری

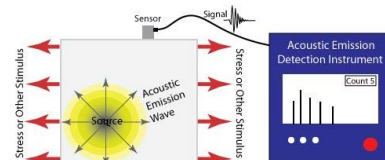


WCNDT, Munich, Germany – June 2016



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. امواج ایجاد شده در جسم منتشر شده و توسط حسگرهای AE دریافت می شوند. با تحلیل سیگنال های بدست آمده می توان نوع عیب و محل آنرا شناسایی نمود. AE روشی غیرعامل است.





مجریان آزمونها

- سطح یک (Level I): کالیبراسیون دستگاه، انجام آزمون و ارزیابی نتایج طبق دستورالعمل کتبی
- سطح دو (Level II): آماده سازی و کالیبراسیون دستگاه، تفسیر و ارزیابی نتایج بر طبق استاندارد و تنظیم گزارشات
- سطح سه (Level III): ارائه روش انجام آزمایش، تفسیر استانداردها و ارائه رهنمود در مورد چگونگی انجام آزمایش، آشنایی با روشهای معمول انجام آزمونهای غیرمخرب

-
- استانداردهای آموزش:
- ISO 9712: International
 - SNT-TC-1A (ASNT): USA
 - BS EN ISO 9712: United Kingdom
 - DIN EN ISO 9712: Europe (Germany)