

# تئوری آزمایشگاه تست جوش

مهندس رضائی مقدم

آزمایشات تست جوش به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

- آزمایشات مخرب

- آزمایشات غیر مخرب

آزمایشات مخرب:

آزمایشاتی هستند که پس از انجام ، قطعه کارایی اولیه خود را از دست می دهد این روش ها اغلب رفتار مواد را تحت اعمال نیرو تا مرز شکست نشان می دهند.

انواع آزمایشات مخرب :

۱- تست کشش ۲- تست سختی ۳- تست ضربه ۴- تست سلامت ۵- تست خستگی ۶- آزمایشات مخرب جهت تعیین خواص شیمیایی

۷- آزمایشات متالوگرافی

## ۱- آزمایش کشش:

پس از آزمون سختی، آزمون کشش معمولی ترین روش برای تعیین خواص مکانیکی معین ماده است. نمونه ای با شکل استاندارد در گیره های دستگاه قرار می گیرد و نیروی محوری توسط سیستم بارگذاری هیدرولیکی یا مکانیکی بر آن اعمال می شود. مقدار نیرو توسط عقربه صفحه مدرج یا به صورت دیجیتال بر روی صفحه نمایشگر رایانه متصل به دستگاه کشش، نشان داده می شود. در صورتی که سطح مقطع اولیه نمونه معلوم باشد، تنش حاصل از هر میزان نیرو را میتوان محاسبه کرد.

تغییر شکل یا کرنش را در یک طول معین که معمولاً ۵ سانتی متر است توسط یک صفحه ی عقربه دار که کشیدگی سنج نام دارد، اندازه میگیرند. کرنش واحد را نیز میتوان از تقسیم تغییر طول اندازه گیری شده بر طول اولیه نمونه به دست آورد. گاهی با استفاده از کرنش سنجهای برقی میتوان کرنش کل را اندازه گرفت.

خواص کششی: خواصی که طی آزمون کشش به دست می آیند، به ترتیب عبارتند از:

حد تناسب: مشخص شده است که در بیشتر مواد ساختاری، بخش اول نمودار تنش-کرنش تقریباً به صورت خطی است که در شکل با OP نشان داده شده است. در این گستره تنش و کرنش باهم متناسب اند. با هر مقدار افزایش تنش، کرنش نیز به همان نسبت، افزایش می یابد. مقدار تنش در آخرین نقطه تناسب، P را حد تناسب می نامند.

حد کشسان: اگر بار کم اعمال شده بر نمونه ای را قطع کنیم، عقربه کشیدگی سنج به صفر باز خواهد گشت که نشان دهنده کشسان بودن کرنش در اثر آن میزان نیرو است. اگر با افزایش پیوسته و سپس قطع نیرو کشیدگی سنج را بررسی کنیم، در نهایت به نقطه ای می رسیم که دیگر عقربه کشیدگی سنج به صفر باز نخواهد گشت که نشان دهنده ایجاد تغییر شکل دائمی در ماده است. بنابراین حد کشسان را به صورت حداقل تنشی که طی آن اولین تغییر شکل پایدار روی می دهد، تعریف می کنیم. در اغلب مواد ساختاری، حد کشسان، عددی نزدیک به مقدار حد تناسب است.

نقطه تسلیم: با افزایش نیرو و گذشتن از حد کشسان تنش به حدی می رسد که ماده بدون افزایش نیرو به صورت پیوسته، شروع به تغییر شکل می کند. تنش در نقطه Y در شکل ۵ را نقطه تسلیم می نامند. این پدیده فقط در بعضی از مواد داکتیل روی می دهد. در عمل ممکن است تنش به سرعت افت کند و در نتیجه ما نقطه تسلیم بالا و پایین خواهیم داشت. چون تعیین نقطه تسلیم نسبتاً ساده است و تغییر شکل دائمی حاصل نیز مقداری کم است، این نکته در طراحی اجزایی از ماشین آلات که با تغییر شکل دائم خراب می شوند بسیار مهم است. البته این مسأله فقط در مورد موادی صدق می کند که نقطه تسلیم مشخصی دارند.

استحکام تسلیم: بیشتر مواد غیر آهنی و فولادهای استحکام بالا، نقطه تسلیم مشخصی ندارند. برای این مواد حداکثر استحکام مفید، استحکام تسلیم آنها است. استحکام تسلیم، تنشی است که ماده در آن تنش، حد مشخصی انحراف از رابطه خطی تنش-کرنش پیدا می کند. این مقدار معمولاً با روش کرنش قراردادی تعیین می شود.

استحکام نهایی: اگر نیروی وارد بر نمونه آن قدر افزایش یابد که تنش و کرنش زیاد شوند، به نقطه M یا تنش حداکثر می رسیم، این مطلب در شکل ۵ در قسمتی از منحنی XY مربوط به مادای داکتیل دیده می شود. استحکام نهایی یا استحکام کششی، حداکثر تنشی است که قطعه آن را تحمل می کند و این تنش بر اساس سطح مقطع اولیه نمونه است. مواد ترد هنگام رسیدن به استحکام نهایی می شکنند در حالی که مواد داکتیل به افزایش طول ادامه می دهند.

استحکام شکست: در مواد داکتیل تا رسیدن به استحکام نهایی، تغییر شکل در سراسر طول نمونه یکنواخت است. در تنش حداکثر، تغییر شکل موضعی یا گلوئی شدن در نمونه روی میدهد و با کاهش سطح مقطع، نیرو نیز افت میکند. تغییر طول در اثر گلوئی شدن

غیریکنواخت است و سریعاً منجر به رسیدن به نقطه پارگی می شود. که استحکام شکست حاصل تقسیم نیروی شکست بر سطح مقطع اولیه است، استحکام شکست همیشه کمتر از استحکام نهایی است. در مواد ترد، استحکام نهایی و استحکام شکست، یکی است. داکتیل بودن: داکتیل بودن مواد از میزان تغییر شکل ممکن تا حد شکست مشخص می شود. این کمیت در آزمون کشش با دو اندازه گیری به دست می آید.

ازدیاد طول: این مقدار با چسباندن قطعات نمونه بعد از آنکه شکست رخ داد و اندازه گیری فاصله بین نشانه های سنجه اولیه به دست می آید:

درصد ازدیاد طول: که ، طول نهایی نمونه، طول اولیه نمونه (که معمولاً ۵ سانتی متر است). در بیان درصد ازدیاد طول، طول اولیه نمونه باید مشخص باشد، زیرا با تغییر این مقدار، درصد ازدیاد طول نیز تغییر می کند.

کاهش سطح مقطع: این کمیت نیز با اندازه گیری سطح مقطع حداقل نیمه های شکسته شده نمونه کششی و از رابطه زیر، به دست می آید:

درصد کاهش سطح مقطع: مدول کشسانی یا مدول یانگ : با توجه به قسمت خطی منحنی تنش- کرنش، شیب، ثابت و تا قبل از حد تناسب برابر نسبت تنش به کرنش است و مدول کشسانی یا مدول یانگ نام دارد.

مدول کشسانی که مشخص کننده سفتی یک ماده است، با واحد کیلوگرم بر میلی متر مربع یا نیوتن بر میلی متر مربع اندازه گیری می شود.

گاهی اوقات هدف اصلی از انجام آزمایش کشش روی نمونه جوشکاری شده، مقایسه عملکرد ناحیه جوش نسبت به فلز پایه می باشد دو نمونه از تست کشش جوش در شکل روبرو نمایش داده شده است.

## ۲- آزمایش سختی:

تعریف خاصیت سختی، به جز در رابطه با آزمون ویژه ای که برای تعیین مقدار آن به کار می رود، مشکل است. مقدار سختی را نمیتوان مانند استحکام کششی مستقیماً در طراحی به کار برد، زیرا مقدار سختی به تنهایی اهمیت ندارد.

سختی خاصیت اساسی ماده نیست و به خواص کشسان و مومسان آن ارتباط دارد. مقدار سختی به دست آمده در یک آزمون ویژه، فقط مقداری برای مقایسه مواد یا عملیات انجام شده است. طریقه آماده سازی نمونه و آزمون، معمولاً ساده است و نتایج را میتوان برای تخمین دیگر خواص مکانیکی به کار برد. سختی سنجی، به طور گسترده ای برای بازرسی و کنترل به کار میرود. عملیات گرمایی یا کار روی فلز، معمولاً به تغییر سختی منجر می شود. اگر طی فرآیند مشخصی روی یک ماده معین عملیاتی انجام شود که به سخت شدن ماده بیانجامد، سختی سنجی، وسیله سریع و ساده ای برای بازرسی و کنترل آن ماده و فرآیند است.

آزمونهای مختلف سختی سنجی، به سه دسته تقسیم می شوند:

سختی کشسان

مقاومت در برابر برش یا سایش

مقاومت در برابر فرو رفتن

سختی کشسان : این نوع سختی توسط یک اسکروسکوپ اندازه گیری می شود. به این طریق که وزنه ای نوک الماسی در اثر وزن خود از ارتفاع معینی رها می شود و پس از برخورد به نمونه تا ارتفاع دیگری می جهد. دستگاه یک صفحه مدرج دارد که ارتفاع برگشت وزنه را به طور خودکار نشان می دهد. وقتی وزنه را به نقطه رهاش می بریم، مقدار معینی انرژی پتانسیل دارد. در هنگام رهاشدن، این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می شود تا وزنه به نمونه برخورد کند. در این لحظه مقداری از انرژی به صورت تغییر شکل نمونه جذب آن و بقیه صرف برگشت وزنه می شود. ارتفاع برگشت توسط عدیی در مقیاس دلخواه نشان داده می شود، به طوری که هر چه ارتفاع برگشت بیشتر باشد، عددی بزرگتر و قطعه سخت تر است. در این آزمون در واقع روشی برای اندازه گیری برجهندگی ماده، یعنی انرژی قابل جذب در گستره کشسان ماده است.

مقاومت در برابر برش یا سایش : در آزمون خراش، مقیاس شامل ۱۰ ماده مختلف معدنی است که به ترتیب افزایش سختی مرتب شده اند و عبارتند از شماره ۱، تالک، شماره ۲، گچ و غیره تا شماره ۱۰ الماس. اگر ماده نامعلومی توسط ماده شماره ۶ خراشیده شود، ولی توسط شماره ۵ خراشیده نشود سختی آن بین ۵ و ۶ است. این آزمون در متالورژی رایج نیست، اما هنوز در کانی شناسی به کار میرود. وقتی سختی کانیها توسط روشهای دیگر سختی سنجی بررسی می شود، میتوان دریافت که در این بررسی مقادیر سختی بین ۱ و ۹ فشرده شده اند در حالی که فاصله زیادی از لحاظ سختی بین ۹ و ۱۰ وجود دارد.

در آزمون سوهان، نمونه آزمون توسط سوهانی با سختی معین، سوهان زده می شود تا معلوم میشود تا معلوم شود سایش مشهودی صورت می گیرد. آزمونهای مقایسه ای توسط سوهان، به شکل، اندازه و سختی سوهان و نیز سرعت، فشار و زاویه سوهان زنی و همچنین ترکیب شیمیایی و عملیات گرمایی نمونه آزمون بستگی دارد. این آزمون عموماً در صنعت و برای قبول یا رد (ماده یا عملیات انجام شده) به کار میرود. در بسیاری از موارد، به ویژه در مورد فولادهای ابزار، وقتی فولاد به گونه مناسب عملیات گرمایی شود، چنان سخت می شود که هیچ سوهانی نمیتواند سطح نمونه را بساید. میتوان چرخه های عملیات گرمایی ای یافت که ماده را در مقابل سوهانکاری مقاوم کند. یک کنترلگر میتواند به سرعت با کشیدن سوهان روی سطح فلز، تعداد زیادی از قطعات عملیات گرمایی شده را بررسی و کیفیت عملیات را ارزیابی کند.

مقاومت در برابر فرورفتن : این آزمون غالباً با اثرگذاری بر نمونه ای انجام می شود که بر تکیه گاه صلبی قرار می گیرد؛ فرورونده نیز با شکل ثابت و مشخص، نسبت معکوس دارد یا با میانگین بار وارد بر سطح اثر متناسب است. روشهای معمول آزمون سختی معمول

آزمون سختی شامل سختی برینل (فرورونده ساچمه ای)، سختی راکول (فرورونده ساچمه ای و فرورونده الماسی)، ویکرز (فرورونده هرمی مربع القاعده) و روش نوپ.

### ۳- آزمایش ضربه:

در انواع تست های ضربه از نمونه مخصوصی که یک شیار روی سطح آن ماشین کاری شده است استفاده می شود و نیرو به صورت ناگهانی وارد می شود.

با ید به خاطر داشت که دمای قطعه تاثیر به سزایی در آزمایش دارد بنابراین آزمایش در یک دمای معین انجام می شود.

اگر چه آزمایشات ضربه متنوعی وجود دارد ولی معمول ترین آنها تست چارپی میباشد. قطعه استاندارد که در این آزمایش استفاده می شود شمش با ۵۵ میلیمتر طول و سطح مقطعی به ابعاد  $10 \times 10$  میلیمتر می باشد روی یکی از سطوح بلند شیار با عمق ۲ میلیمتر با دقت ماشین کاری می شود به طوری که در قسمت انتهایی شیار قوسی به شعاع ۰,۲۵ میلیمتر وجود دارد.

در این آزمایش مقدار انرژی لازم برای شکست اندازه گیری می شود هم چنین می توان با انجام آزمایش در دماهای مختلف دمای تبدیل شکست ترد به نرم را به دست آورد.

### ۴- آزمایشات سلامت:

این نوع آزمایشات به منظور تعیین سلامت فلز و عاری بودن آن از ناپیوستگی ها طراحی شده است که به منظور تایید صلاحیت جوشکار نیز به کار می رود.

آزمایشات سلامت از نوع مخرب به سه دسته تقسیم بندی می شوند:

الف) آزمایش خمش ب) آزمایش شکست شکاف دار ج) آزمایش شکست در جوش های نبشی

الف) آزمایش خمش: به سه دسته تقسیم می شوند: خمش سطحی، خمش ریشه و خمش جانبی

نامگذاری نوع آزمایش بر مبنای قسمتی از جوش می باشد که تحت کشش قرار گرفته است

در این آزمایش قسمتی از جوش که باید تحت کشش قرار بگیرد رو به سمت پایین روی ماتریس قرار گرفته و سمبه تا جاییکه نمونه ۱۸۰ درجه خم شود به آن نیرو وارد می کند

محدوده پذیرش در آزمایش خمش معمولا به سائز و یا تعداد ناپیوستگی های مشخص شده بروی سطح محدب بستگی دارد که در کدها و استانداردهای مختلف به طور دقیقی مطرح شده است.

ب) آزمایش شکست شکاف دار: این آزمایش تقریباً به طور انحصاری در صنعت خطوط لوله مورد استفاده قرار می گیرد. در این آزمایش با شکستن نمونه از محل جوش در مورد سلامت آن قضاوت می شود بطوریکه سطح شکست می تواند به منظور حضور ناپیوستگی ها مورد ارزیابی قرار گیرد. گسترش شکست از طریق ایجاد شیار با اره از دو یا سه سطح نمونه ، در ناحیه جوش محدود می گردد. پس از آماده سازی نمونه و شیارزنی آن با اره نونه توسط ماشین آزمایش کشش کشیده می شود. گاهی اوقات دو انتهای نمونه مهار شده و با چکش به مرکز آن ضربه وارد می شود و گاهی یک طرف نمونه مهار شده و طرف دیگر تحت ضربه قرار می گیرد در این آزمایش نحوه شکستن نمونه اهمیتی ندارد زیرا هدف اصلی شکستن نمونه از محل جوش به منظور بررسی حضور یا عدم حضور عیوب در سطح مقطع جوش است.

ج) آزمایش شکست در جوش های نبشی: پس از آماده سازی نمونه با اعمال ضربه شکست اتفاق می افتد و سطح شکست به منظور اطمینان از ذوب کامل ریشه اتصال، عدم وجود ذوب ناقص فلز پایه و عدم وجود حفرات گازی با سایز بزرگتر از ۳/۳۲ اینچ بررسی می شود.

#### ۵- آزمایش خستگی:

توسط این آزمایش استحکام خستگی یک فلز تعیین میگردد و نمونه تحت بارگذاری متناوب قرار می گیرد و آزمایش تحت تنش های مختلف انجام می شود تا نهایتاً حداکثر تنشی که در مقادیر کمتر از آن فلز عمر خستگی نامحدود دارد مشخص گردد. در این روش آماده سازی سطح نمونه به دلیل جوانه زنی ترک خستگی از سطح نمونه، بسیار مهم است. نحوه بارگذاری در این آزمایش ممکن است به صورت خمش مسطح ، خمش دورانی، پیچشی، کشش محوری، فشار محوری یا ترکیبی از این نیروها باشد.

#### ۶- آزمایشات مخرب جهت تعیین خواص شیمیایی:

سه روش متداول برای تعیین ترکیب فلز پایه یا فلز جوش عبارتند از:

الف) طیف سنجی ب) احتراق ج) آنالیز شیمیایی تر

آزمایش خوردگی را نیز می توان در گروه آزمایش های شیمیایی تقسیم بندی نمود.

## ۷-آزمایش متالوگرافی:

این آزمایش شامل نمونه برداری از یک فلز و پولیش کردن آن تا درجات بالا می باشد سپس با چشم غیر مسلح یا بزرگنمایی آن را مورد بررسی قرار می دهند. این آزمایش به دو گروه ماکرو و میکرو تقسیم بندی می شوند. این دو گروه از دیدگاه مقدار بزرگنمایی دارند. آزمایشات ماکرو اغلب با بزرگنمایی های ۱۰ برابر یا کمتر سروکار دارد در حالی که آزمایشات میکرو بزرگنمایی ۱۰۰ یا بیشتر دارد.

خصوصیات متفاوتی از فلز در آزمایش ماکرو قابل دستیابی است. در یک نمونه ماکرو تهیه شده از مقطع جوش می توان خصوصیات از قبیل عمق ذوب، عمق نفوذ، گلویی موثر، سلامت جوش، شکل هندسی جوش و تعداد پاس ها را مورد ارزیابی قرار داد .  
نمونه های میکرو نیز جهت تعیین خصوصیات مختلف فلز از جمله ریز ساختارهای اصلی، درصد ناخالصی ها، درصد عیوب میکروسکوپی و طبیعت ترک مورد استفاده قرار می گیرند

آزمایش های غیر مخرب :

مهمترین محدودیت آزمایش های مخرب، از بین رفتن قطعه پس از انجام تست می باشد. بنابراین نمی توان از آنها جهت ارزیابی تمام قطعات تولیدی استفاده کرد. به منظور اطمینان از کیفیت تک تک قطعات بدمن وارد شدن آسیب به آنها باید از روش های غیر مخرب استفاده کرد در این قسمت به روش های متداول غیر مخرب به همراه مزایا، محدودیت ها و کاربردهی هر روش اشاره می شود. این روش ها عبارتند از:

۱-آزمون ذرات مغناطیسی ۲-آزمون پرتو نگاری(ایکس و گاما) ۳-بازرسی با مواد نافذ: ۴-آزمون فرا صوتی

### ۱-بازرسی با مواد نافذ:

بازرسی با مایعات نافذ یکی از روشهایی است که می تواند برای عیب یابی تعداد وسیعی از قطعات مورد استفاده قرار گیرد، به شرطی که عیبهها به صورت ترک در سطح قطعه ظاهر شوند. اساس روش بر این است که مایع نافذ بر اثر جاذبه موئینگی به درون ترکهای سطحی نفوذ کرده و پس از یک مرحله ظهور، هر عیبی که به شکل ترک یا شکستگی در سطح قطعه وجود دارد، با چشم رویت می شود. برای بهتر دیده شدن این ترکها، مایع نافذ معمولاً به رنگهای روشن و قابل دید بوده و یا به ماده فلورسنت آغشته می شود. در حالت اول معمولاً برای رنگین نمودن مایع از رنگ قرمز استفاده می شود که با نور روز یا نور مصنوعی قابل دید باشد، ولی در حالت دوم برای دیدن ترکها و درزها باید از نور فرابنفش استفاده شود. امروزه، بازرسی با مایع نافذ، یکی از مهمترین روشهای صنعتی است که برای مشخص نمودن انواع مختلف عیبههای سطحی مواد و قطعات، مانند ترکها، بریدگیها و نواحی مکهای سطحی، مورد استفاده قرار می گیرد. این روش تقریباً برای هر نوع ماده و در هر اندازه ای، چه بزرگ با شکل پیچیده و چه ساده، قابل استفاده است و معمولاً برای بازرسی تولیدات ریختگی و کار شده فلزات آهنی و غیرآهنی، آلیاژها، سرامیکها، ظروف شیشه ای و مواد پلیمر به کار می رود.

مراحل انجام آزمایش مایع نافذ

۱. آماده سازی سطح
۲. اعمال مایع نافذ
۳. تمیز کاری
۴. اعمال ماده ظهور
۵. بازرسی



انواع مایع نافذ:

۱. مایع نافذ فلورسنسی

۲. مایع نافذ بارنگ مشخص

انواع مواد ظهور :

۱. خشک (پودر)

۲. حل شده در آب معلق در آب

۳. حل شده در یک حلال معلق در یک حلال

مزایا :

۱. عیوب سطحی شناسایی می شود.

۲. به شکل جنس قطعه بستگی ندارد .

۳. ساده و ارزان است .

۴. شکل و اندازه تقریبی عیب مشخص است .

محدودیت ها:

۱. عیوب زیر سطحی را نشان نمی دهد .

۲. تغییر رنگ دائمی نیست .

۳. مواد مصرفی سمی است .

۴. در ماندن باعث خوردگی می شود .

## ۲- آزمایش ذرات مغناطیسی:

بازرسی با ذرات مغناطیسی، روش حساسی برای ردیابی عیوب سطحی و برخی نقصهای زیر سطحی قطعات فرو مغناطیسی است. پارامترهای اساسی فرآیند به مفاهیم نسبتاً ساده‌ای بستگی دارد. هنگامی که یک قطعه فرومغناطیسی، مغناطیس می‌شود، ناپیوستگی مغناطیسی که تقریباً در راستای عمود بر جهت میدان مغناطیسی واقع است، موجب ایجاد یک میدان نشتی قوی می‌شود. این میدان نشتی در رو و بالای سطح قطعه مغناطیس شده حضور داشته و می‌تواند آشکارا توسط ذرات ریز مغناطیسی دیدپذیر شود. پاشیدن ذرات خشک یا ذرات مرطوب با یک مایع محلول بر روی سطح قطعه، موجب تجمع ذرات مغناطیسی روی خط گسل خواهد شد. بنابراین پل مغناطیسی تشکیل شده، موقعیت، اندازه و شکل ناپیوستگی را نشان می‌دهد.

یک قطعه را می‌توان با به کاربردن آهنرباهای دائم، آهنرباهای الکتریکی و یا عبور یک جریان قوی از درون یا برون قطعه، مغناطیس کرد. با توجه به این که با روش آخر می‌توان میدانهای مغناطیسی با شدت زیاد در داخل قطعه ایجاد کرد، این روش به صورت گسترده‌ای در کنترل کیفی محصول به کار می‌رود زیرا این روش حساسیت خوبی برای شناسایی عیوب قطعات و آشکارسازی آنها عرضه می‌دارد

روشهای مغناطیس کردن قطعات :

۱. ایجاد شدن میدان مغناطیسی به صورت دایره ای

۲. ایجاد شدن میدان مغناطیسی به صورت طولی

انواع جریان مغناطیس کننده :

۱. جریان متناوب

۲. جریان مستقیم

روشهای ایجاد میدان مغناطیسی:

۱. روش بکارگیری یوک

۲. روش بکارگیری هادی مرکزی

۳. روش تماس مستقیم

ذرات مغناطیسی :

از نظر رنگ:

۱. رنگی هستند قرمز , زرد, سیاه و ...

۲. با پوششی از مواد فلورسنت می باشند

از نظر سیال حامل :

۱. معلق در هوا (روش خشک )

۲. معلق در مایع (روش تر )

از نظر اندازه :

۱. ذرات درشت

۲. ذرات ریز

از نظر شکل:

۱. دراز و باریک

۲. کروی شکل

مزایا:

۱. برای ترکهای خیلی ریز

۲. برای ناپیوستگی های زیر سطحی

۳. حساسیت بازرسی بالاست

۴. درضمن تولید ودرانتهای کاردرحین کارقطعه قابل انجام است

معایب:

۱. برای مواد فرو مغناطیس است

۲. جهت جریان باید عمود بر ترک باشد

۳. معمولا دویاچند مرتبه باید انجام شود

۴. بسته به عمق ترک میدان باید قویتر باشد

### ۳- آزمایش ماوراء صوت

در این روش، امواج صوتی با بسامد ۰/۵ تا ۲۰ مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه بازتابیده می شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج، می توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول، محل عیب را مشخص می کند. روشهای فراصوتی به طور گسترده ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می روند ولی می توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.

مزایا:

۱. این روش متداول ترین آزمون است

۲. مکان دقیق عیب را نمایش میدهد

۳. کلیه عیوب را نشان می دهد (سطحی و زیر سطحی)

۴. LOP & LOF را به راحتی نمایش میدهد

۵. قابلیت اتصال به کامپیوتر و پرینتر را دارد

۶. در کلیه مناطق قابل استفاده است

۷. بلافاصله نتایج آزمون مشخص می‌گردد

۸. آلودگی زیست محیطی ندارد

۹. برای انسان خطر آفرین نیست

معایب :

۱. نسبت PT,MT بسیار گران است

۲. اپراتور به تخصص بالایی نیز دارد

۳. در تشخیص عیوب بزرگ مشکل دارد (بزرگتر از اندازه پراپ)

#### ۴- آزمون پرتو نگاری:

در این آزمون از دو پرتو ایکس و گاما استفاده می‌گردد.

نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز (میکروسکوپی) جوش را نشان می‌دهد.

فیلم به دست آمده از پرتو نگاری با اشعه ایکس را ایکس نگار و فیلم حاصله از اشعه گاما را گاما نگار مینامند.

مزایا:

۱. این روش میتواند وجود، اندازه و مکان عیب را مشخص کند

۲. مدارک قابل مستند دارد

۳. عیوب با هر اندازه‌های را نمایش می‌دهد

۴. به آماده سازی اولیه زیادی نیاز ندارد

محدودیت ها :

۱. بسیار گران است

۲. برای موجودات ضرر دارد

۳. نتیجه آزمایش مدتی طول می‌کشد (عکسبرداری، ظهور، ثبوت، تفسیر)

۴. نیاز به تخصص دارد