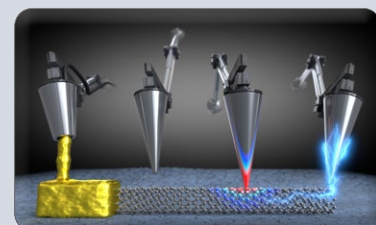


مقایسات بین آزمایشگاهی، آزمون مهارت، چرا و چگونه؟



روش آزمون غربالگری با بالا چیست؟ (بخش اول: معرفی، ساز و کار، کاربرد)



استفاده از میکروسکوپ پروبی روبشی در ساخت ترانزیستورهای تک الکترونی



ارزیابی عملکرد دستگاه اسپکتروفتومتر در اندازه‌گیری میزان نیتریت و نیترات در میوه‌ها و سبزیجات به طریق بیناب‌سنجی مولکولی



مقایسه کیفیت روش‌های آرایه فازی و تمرکز کامل، در ارزیابی عیوب داخلی قطعات فلزی

مروری بر روش‌های اندازه‌گیری زاویه تماس مایعات

مجال برای ارتقای دانش و تخصص مدیران و کارشناسان آزمایشگاه‌ها

در سال ۱۳۹۹ ده عنوان استاندارد ملی به همت اعضای شبکه آزمایشگاهی تدوین شد

نویسندگان

مجید شاه‌سنائی*^۱مازیار نادراصلی^۲ناصر زمانی^۲

*mjdsanaee@gmail.com

مقایسه کیفیت روش‌های آرایه‌فازی و تمرکز کامل، در ارزیابی عیوب داخلی قطعات فلزی

چکیده

در این پژوهش کیفیت ارزیابی و اندازه‌گیری عیوب داخلی نمونه‌های فلزی با روش‌های تراسونیک معمولی، آرایه‌فازی و روش تمرکز کامل با یکدیگر مقایسه شدند. روش UT نیازهای اولیه را در ارزیابی عیوب برآورده می‌نمود ولی با توجه به تنوع عیوب ایجاد شده روش‌های نوین PAUT و TFM ارائه شدند که بسیار موفقیت‌آمیز هستند. ارزیابی TFM بهبود قابل توجهی در عملکرد بررسی عیوب به روش تراسونیک ایجاد کرده است. به‌منظور مقایسه کیفیت روش‌های ذکر شده از دستگاه M2M Gekko استفاده شد. این دستگاه توانایی مقایسه و ارزیابی عیوب با روش‌های تراسونیک، آرایه‌فازی، زمان پرواز پراش و روش تمرکز کامل به‌صورت جداگانه را دارد. مطابق با استاندارد ASTM E2491 نمونه با عیوب مشخص و اندازه و فواصل مختلف از یکدیگر آماده‌سازی شد و ارزیابی این عیوب با روش‌های ذکر شده به‌صورت جداگانه به‌منظور شناسایی، اندازه‌گیری و مقایسه آن‌ها انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که روش تراسونیک، عیوب با اندازه کوچکتر که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند را به‌صورت یک عیب واحد نشان می‌دهد. روش آرایه‌فازی توانایی تمایز این عیوب را از یکدیگر دارد ولی روش زمان پرواز پراش اندازه‌گیری، بررسی و تشخیص نوع عیوب را با دقت بالا دارد. ما همچنین به موارد صنعتی خواهیم پرداخت تا مزایای روش تمرکز کامل را نشان دهیم.

واژه‌های کلیدی

بازرسی پیشرفته، خوردگی، جوشکاری،
تراسونیک، TFM، PAUT، UT.



امواج التراسونیک بیش از ۶۰ سال است که در زمینه‌های صنعتی و پزشکی کاربرد دارد. آزمایش التراسونیک^۴ یکی از پرکاربردترین آزمون‌های غیرمخرب برای بازرسی، کنترل ابعادی و خواص مواد است. طی سال‌های اخیر، آزمون التراسونیک آرایه‌های فازی^۵ برای ایجاد تصاویر با کیفیت از انواع عیوبی که در حین ساخت یا سرویس‌دهی قطعات فلزی ایجاد شده‌اند، توسعه یافته است و مزایای بسیاری از نظر احتمال تشخیص و هزینه‌های بازرسی نشان داده است [۱]. طی دهه گذشته، PAUT برای اطمینان از کیفیت اجزای حیاتی ایمنی در هوافضا، تولید برق و صنایع نفت و گاز استفاده شده است. در واقع، آزمون التراسونیک و تصاویر حاصل از آن قابلیت تجسم ترک‌ها، تخلخل‌ها و دیگر عیوب زیرسطحی نمونه مورد آزمون را ارائه می‌دهد. امروزه، محققین بر افزایش تشخیص و تمایز عیوب از یکدیگر، دقت و نسبت سیگنال به صدا و بازرسی اجزای پیچیده‌تر صنعتی مانند آن‌هایی که از مواد با میرایی بالا و مواد ناهمسانگرد ساخته شده‌اند، متمرکز هستند [۲-۵]. بنابراین، فناوری PAUT به دلیل انعطاف‌پذیری و پیشرفت عمده در بهره‌وری، سال‌هاست که مورد قبول بوده و در بسیاری از برنامه‌های آزمون‌های غیرمخرب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش می‌تواند داده‌های اولتراسونیک را به‌عنوان تصاویر بخشی^۶ یا خطی^۷ نمایش دهد که در همان لحظه می‌تواند موقعیت عیب را تعیین و آن را تفسیر نمود. امروزه، روش تمرکز کامل^۸ با جمع‌آوری تمامی داده‌های PAUT [۶] با توالی انتقال موج ماتریس کامل^۹ [۷] مورد توجه بسیاری از صنایع است؛ زیرا اجازه می‌دهد دامنه وسیعی از بازرسی‌ها و روند بازسازی تصویربرداری آسان باشد. تجمع و تمرکز سیگنال‌های صوتی که TFM نامیده می‌شود یکی از راه‌های مسلم و ثابت شده برای پردازش و تصویربرداری قطعات صنعتی ساخته شده و یا حین سرویس‌دهی است [۸].

در نرم‌افزار دستگاه^{۱۰}، روش تصویربرداری روش تمرکز کامل (TFM) را می‌توان برای هر داده به‌دست آمده استفاده کرد. برای تولید یک تصویر در منطقه‌ای از نمونه، روی مجموعه داده‌هایی که از جمع‌آوری FMC ثبت شده استفاده می‌شود. سپس، حداکثر اطلاعات حاصل از آرایه‌های ترکیب شده که در روش تمرکز از چندین کانال که با انرژی فراصوت با استفاده از پراب از هر جای نمونه به داخل ارسال شده است را ارائه می‌دهد، به این ترتیب عیوب از چند جهت قابل مشاهده هستند که تصویر کاملی از اندازه و موقعیت عیب را ارائه می‌دهد. الگوریتم تمرکز کامل انرژی فراصوت شامل جمع‌بندی منسجم تمام سیگنال‌های FMC برای تمرکز در هر نقطه از منطقه مورد بررسی^{۱۱} در یک نمونه است [۹].

روش آزمون

با $2/5^\circ$ جدایی بین دو سوراخ آخر آرایه. ستون عمودی 16 سوراخ در قطر $0/1$ میلی‌متر با $0/3$ میلی‌متر جدایی بین هر سوراخ. همچنین حاوی ردیف 12 سوراخ با زاویه 45° نسبت به سطح با قطر $1/5$ میلی‌متر و با فاصله 5 میلی‌متر از یکدیگر هستند. این سوراخ‌ها به‌منظور ارزیابی قدرت تفکیک و کیفیت تصویر قابل تشکیل در روش‌های ذکر شده استفاده می‌شود و می‌توان آن‌ها را به‌عنوان عیب موجود در نمونه که می‌تواند در اثر ساخت و یا حین سرویس‌دهی تشکیل شده باشد، در نظر گرفت. آرایه‌های 18 تایی که فاصله بین آن‌ها به‌صورت زاویه‌ای است، به‌منظور مقایسه عملکرد روش‌های مختلف ارزیابی، مورد بررسی قرار گرفتند. دستگاه مورد استفاده مدل گیکو^{۱۲} بوده که تصویر آن در شکل (۲) قابل مشاهده است. این دستگاه قابل حمل بوده و دارای 64 کانال برای ارسال صوت در نمونه است. همچنین

به‌منظور انجام ارزیابی ویژه‌گی‌های عملکرد روش‌های PAUT، UT و TFM از بلوک کالیبراسیون ساخته شده مطابق با استاندارد [۱۰] استفاده شد. تصویر نمونه مورد آزمون در شکل (۱) قابل مشاهده است و به‌عنوان یک بلوک پایه برای تعیین تغییرات عملکرد بلندمدت تجهیز استفاده می‌شود، ابعاد آن برای طول، عرض و ضخامت به ترتیب برابر $25 \times 100 \times 150$ میلی‌متر است. این بلوک حاوی 4 سوراخ زاویه‌ای 30° ، 45° ، 60° و 75° با قطر $1/5$ میلی‌متر، آرایه‌ای از 18 سوراخ در شعاع 25 میلی‌متر با قطر 1 میلی‌متر با جدایی زاویه‌ای بین سوراخ‌ها $0/5$ درجه با $2/5$ درجه جدایی بین دو سوراخ آخر آرایه است. آرایه‌ای از 18 سوراخ در شعاع 50 میلی‌متر با قطر $0/2$ میلی‌متر و جدایی زاویه‌ای بین سوراخ‌ها $0/5^\circ$

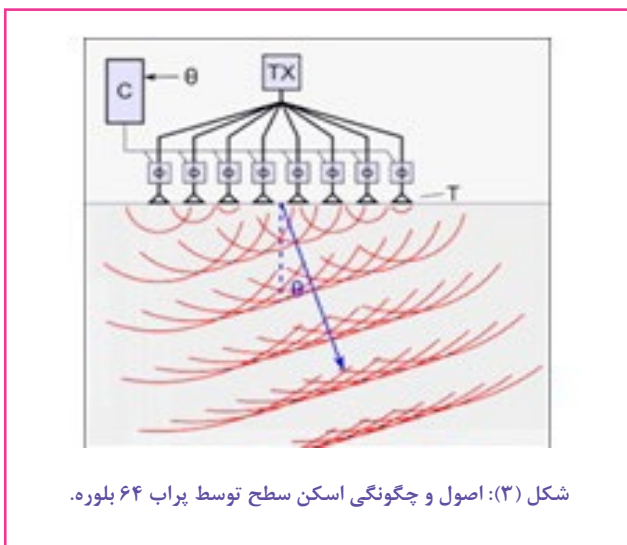
سوراخ‌های بزرگتر C (Coarse) نمونه مورد آزمایش را نشان می‌دهند.

■ ارزیابی به روش PAUT

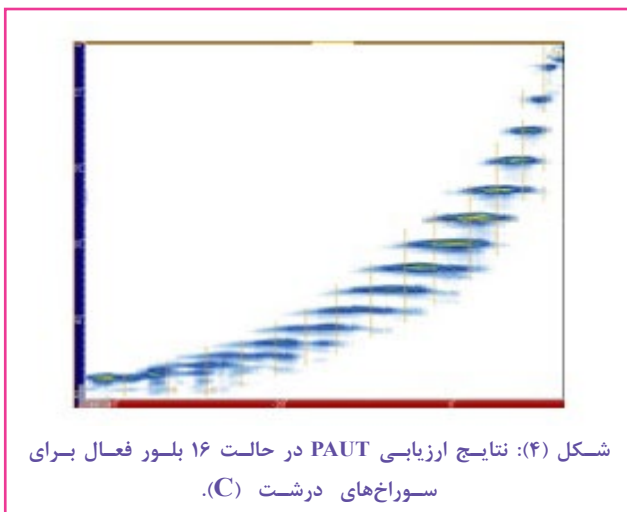
همان‌طور که از تصاویر قابل مشاهده است، هر چه تعداد بلورهای فعال از ۱۶ به ۶۴ افزایش می‌یابد کیفیت تصویر افزایش و اندازه‌گیری سوراخ‌ها به اندازه واقعی نزدیک‌تر شده‌اند.



شکل (۲): مقدار انرژی منتشر شده در نمونه براساس تعداد نشان یا کانال و مقدار اسکن نمونه

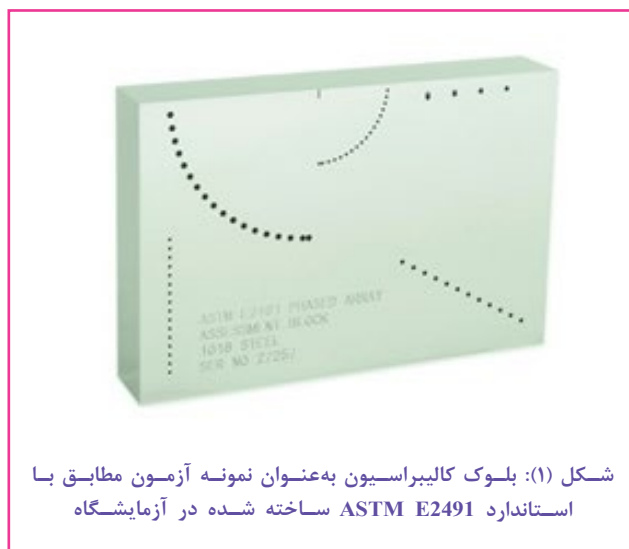


شکل (۳): اصول و چگونگی اسکن سطح توسط پراب ۶۴ بلوره.



شکل (۴): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۱۶ بلور فعال برای سوراخ‌های درشت (C).

۴ کانال UT معمولی به‌منظور انجام روش‌های پرواز پراش و اکو پالس دارد.



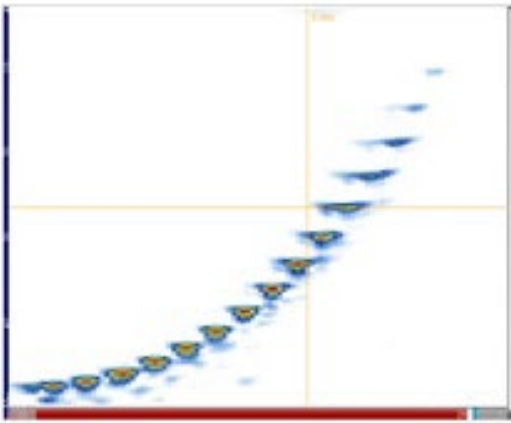
شکل (۱): بلوک کالیبراسیون به‌عنوان نمونه آزمون مطابق با استاندارد ASTM E2491 ساخته شده در آزمایشگاه

به‌منظور مقایسه روش‌های اندازه‌گیری و شناسایی عیوب، تنظیمات دستگاه روی چهار حالت ۱۶، ۳۲ و ۶۴ کاناله به‌عنوان ارزیابی PAUT و همچنین روش TFM که در آن دستگاه در تمام نقاط تصویر انرژی را متمرکز کرده و نتیجه پایداری را به‌صورت یک تصویر کامل ارائه می‌دهد. شکل (۳) نشان دهنده چگونگی تبادل اطلاعات با توجه به مقدار انرژی را نشان می‌دهد. تنظیمات ۱۶ کاناله (شکل ۳-الف)) با استفاده از پراب ۶۴ بلوره در ۴۹ مرحله نمونه را پایش می‌کند و دستگاه ۳۲ کاناله (شکل ۳-ب)) نمونه را در ۳۳ مرحله با استفاده از پراب ۶۴ بلوره پایش خواهد کرد و همین‌طور دستگاه ۶۴ کاناله (شکل ۳-ج)) با پراب ۶۴ بلوره در یک مرحله تمام اطلاعات مورد نیاز را از نمونه استخراج می‌کند؛ همچنین اصول و چگونگی ارسال موج به نمونه در شکل (۴) قابل مشاهده است. هر قدر تعداد کانال‌های دستگاه که ارسال صوت را به نمونه انجام می‌دهند بیشتر باشد، عمق نمونه مورد بررسی بیشتر و همچنین کیفیت تصویر ارائه شده از عیوب واضح‌تر و تشخیص آن راحت‌تر خواهد شد.

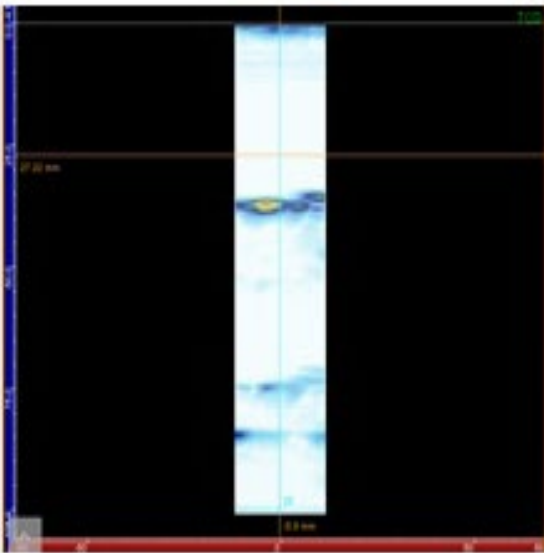
همچنین PAUT به یک پراب نیاز دارد که بتواند بلورهای تولید شده در دستگاه را به نمونه (ماتریس) ارسال و دریافت کند. بنابراین، برای این پژوهش از یک نمونه پراب Eko Scan ۶۴/۶۴ استفاده شده‌است.

■ بحث و نتایج

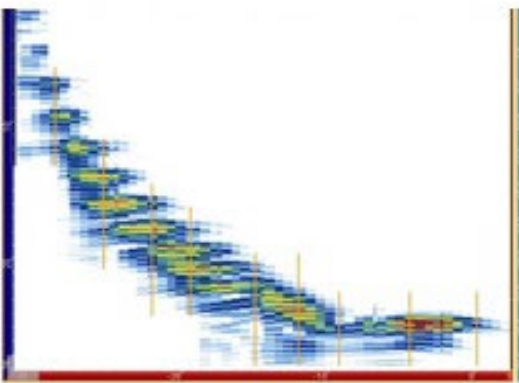
برای نشان دادن قابلیت شناسایی و اندازه‌گیری عیوب و مقایسه آن‌ها با یکدیگر نمونه مورد آزمایش با روش‌های PAUT، TFM مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل‌های (۵) تا (۷) تصاویر ایجاد شده با روش‌های ذکر شده برای آرایه‌ای از



شکل (۶): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۶۴ بلور فعال برای سوراخ‌های درشت (C)



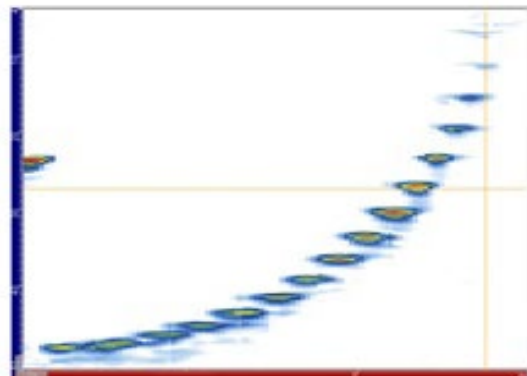
شکل (۷): نمونه‌ای از یک عیب ناشی از هیدروژن در یک تجهیز صنعتی (مبدل حرارتی) که با روش PAUT شناسایی شده‌است.



شکل (۸): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۱۶ بلور فعال برای سوراخ‌های ریز (F)

به‌طور معمول برای ارزیابی انواع عیوب، چالش اصلی انتخاب آرایه برای دستیابی به سطح عملکرد مورد نیاز است. این نیاز به عملکرد می‌تواند شامل مشخصات حداقل اندازه عیب قابل تشخیص، دقت اندازه‌گیری عیب^{۱۳}، حداکثر زاویه فرمان، عمق نفوذ، دامنه زاویه بازرسی، حجم بازرسی شده از هر موقعیت یا سرعت بازرسی باشد [۱]. برای عیوب خطرناک مانند تخریب‌های ناشی از هیدروژن^{۱۴} که منجر به خارج شدن ناگهانی تجهیزات از سرویس خواهد شد، تعیین اندازه دقیق عیوب برای ارزیابی عمر سرویس‌دهی تجهیزات بسیار حائز اهمیت است. از این رو، تعدادی از عیوب مانند ترک‌ها، حمله دمایی بالای هیدروژن، ترک ناشی از هیدروژن، انواع خوردگی‌های موضعی فقط از طریق ارزیابی با PAUT همراه با ۶۴ بلور فعال قابل اندازه‌گیری و ارزیابی هستند. با مقایسه شکل (۷) با شکل‌های (۶) و (۵) عملکرد مورد نیاز تا حدودی برآورده شده‌است. شکل (۸) نمونه‌ای از عیب واقعی ناشی از هیدروژن^{۱۴} را در یک تجهیز تحت فشار نشان می‌دهد.

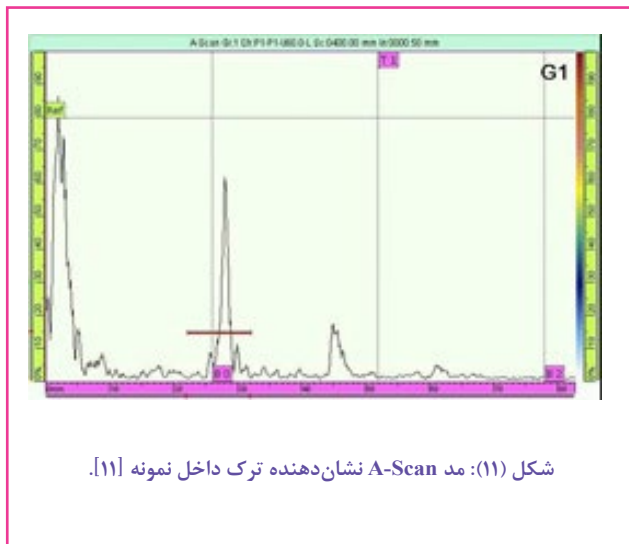
برای مقایسه دقیق‌تر کیفیت روش PAUT، آرایه سوراخ‌های ریزتر (F) نیز با تعداد بلورهای فعال ۱۶، ۳۲ و ۶۴ مورد ارزیابی قرار گرفتند که در شکل‌های (۹) تا (۱۱) قابل مشاهده بوده و تفاوت کیفیت تصاویر و ارزیابی‌های عیوب با اندازه کوچکتر مشهود است. در اینجا هم با افزایش تعداد بلورهای فعال از ۱۶ به ۶۴، کیفیت تصویر افزایش و اندازه‌گیری و تعیین نوع عیب با دقت بالاتری همراه است. این افزایش کیفیت و دقت به دلیل کنترل عوامل صوتی است که امکان تشخیص عیوبی مانند ترک‌هایی که در جهت مناسب نسبت به پراب قرار ندارند^{۱۴} را فراهم می‌کند، در حالی که با کاهش تعداد نشانه‌های فعال پراب یا کاهش تعداد بلورهای آن در حرکت و زاویه محدودیت وجود دارد، بنابراین امکان تفکیک و تشخیص چنین عیوبی با کاهش بلورهای فعال پراب را ندارند.



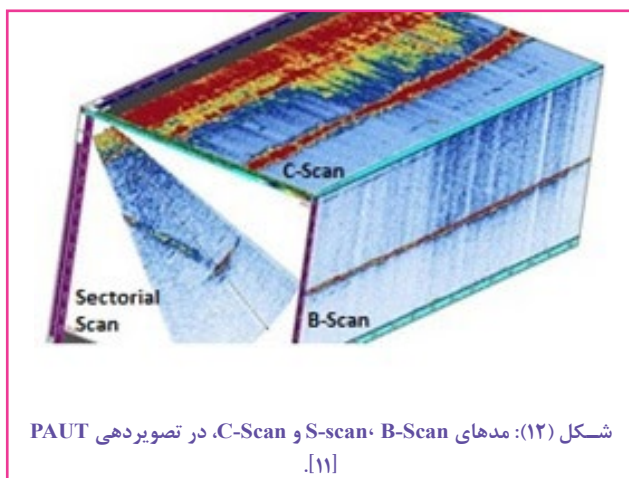
شکل (۵): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۳۲ بلور فعال برای سوراخ‌های درشت (C).

B-Scan: نمای دوبعدی است که اطلاعات ذخیره شده فراصوت را از محورهای عرض و عمق قطعه و همچنین از محورهای طول و عمق قطعه را نمایش می‌دهد (شکل (۱۳)).

S-Scan: در این حالت دسته امواج با تغییر در نقطه کانونی و زمان تاخیر در یک بازه زاویه منتشر و بلورها بدون تغییر باقی می‌مانند (شکل (۱۳)).



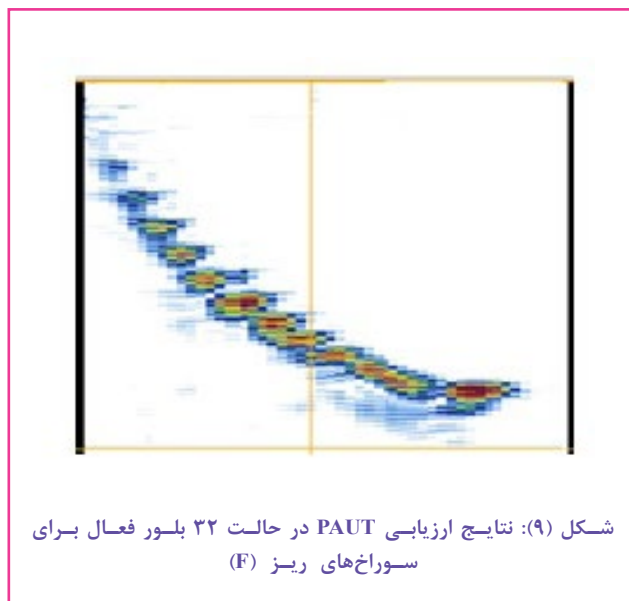
شکل (۱۱): مد A-Scan نشان‌دهنده ترک داخل نمونه [۱۱].



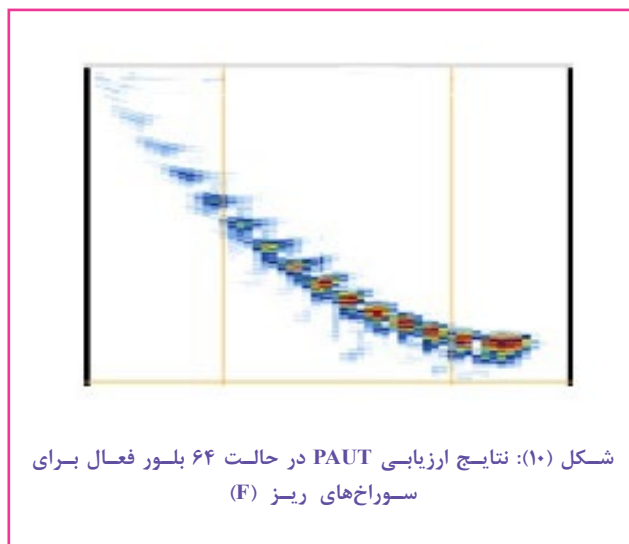
شکل (۱۲): مدهای B-Scan، S-Scan و C-Scan، در تصویردهی PAUT [۱۱].

■ ارزیابی به روش TFM و مقایسه آن

در حال حاضر، پیشرفته‌ترین آرایه‌های فازی، ترکیبی از فرمان و تمرکز انرژی هستند تا پرتو بتواند روی هر نقطه از ساختار قطعه یا نمونه مورد آزمون متمرکز شود که به صورت استاتیک است. در چنین سیستمی، امکان جابجایی کانون در تعدادی از مناطق در زمان واقعی وجود دارد اما تعداد مناطق به دلیل زمان صرف شده برای ارسال یک پرتو با شکل متفاوت برای تمرکز در هر منطقه بازرسی محدود است. سیستم‌هایی که در آرایه‌های فازی تمرکز دینامیک دارند این مشکل تا حدودی مرتفع خواهد شد. نمایی از روش TFM در شکل (۱۴) -



شکل (۹): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۳۲ بلور فعال برای سوراخ‌های ریز (F)



شکل (۱۰): نتایج ارزیابی PAUT در حالت ۶۴ بلور فعال برای سوراخ‌های ریز (F)

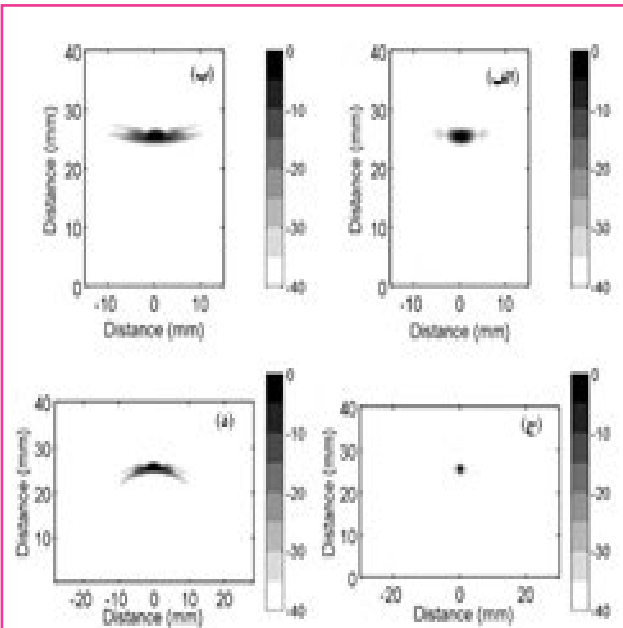
همان‌طور که در شکل (۴) چگونگی هدایت و تمرکز امواج توسط سیستم PAUT نشان داده شده‌است، دلیل اینکه کیفیت تصاویر و دقت اندازه‌گیری عیوب افزایش یافته این است که تمامی بلورهای پراب^{۱۷} با استفاده از یک پالس الکتریکی یکسان و به صورت تاخیری تهیج می‌شوند. با کنترل زمان تاخیر، می‌توان نقطه تمرکز و همچنین زاویه هدایت امواج را کنترل کرد. همچنین کیفیت و دقت تصاویر ذکر شده به عواملی مانند تداوم پالس^{۱۸} عمق فوکوس یا تمرکز موج بستگی دارد.

در PAUT تصاویر حاصل از ناپیوستگی‌ها یا عیوب موجود داخل نمونه در نماهای مختلف قابل ثبت هستند؛ مانند:

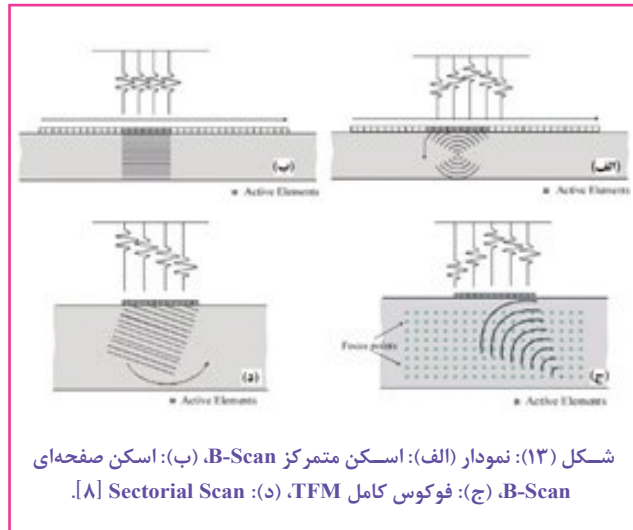
A-SCAN: نمایی که از دریافت شدت پالس‌های فراصوت با زمان‌های ارسال و یا بازگشت متفاوت است که فقط نشان‌دهنده مسیر طی شده صوت است (شکل (۱۲)).

C-Scan: نمایی دوبعدی است که اطلاعات ذخیره شده فراصوت بوده و محورهای عرض و طول را نمایش می‌دهد (شکل (۱۳)).

(ج) نشان داده شده است.



شکل (۱۴): مقایسه تصاویر حاصل از (الف): اسکن متمرکز B-Scan، (ب): اسکن صفحه‌ای B-Scan، (ج): فوکوس کامل TFM و (د): Sectorial Scan.



شکل (۱۳): نمودار (الف): اسکن متمرکز B-Scan، (ب): اسکن صفحه‌ای B-Scan، (ج): فوکوس کامل TFM، (د): Sectorial Scan [۸].

همان‌طور که از شکل (۱۴-ب) قابل مشاهده است برای اسکن صفحه‌ای فقط تعدادی از بلورهای ارسال کننده انرژی فعال هستند در صورتی که در روش TFM تمامی بلورهای ارسال انرژی فعال بوده و ارزیابی را می‌توان به صورت نقطه‌ای در داخل نمونه انجام داد.

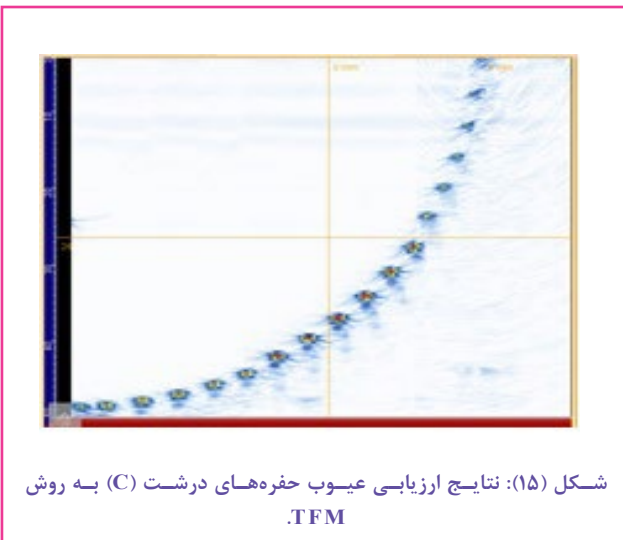
در واقع، الگوریتم TFM پس از پردازش با اولین توصیف منطقه هدف (در صفحه X، Z) به یک شبکه ادامه می‌یابد. سپس، سیگنال‌های موجود در تمام بلورهای آرایه برای ایجاد منطقه کانونی در هر نقطه از شبکه ساختار قطعه جمع می‌شوند. شدت تصویر $I(X, Z)$ در هر ناحیه از اسکن با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$I(X, Z) = \left| \sum h_{tx,rx} \left(\frac{\sqrt{(x_{tx}-x)^2 + (x_{rx}-x)^2 + z^2}}{c_1} \right) \right|$$

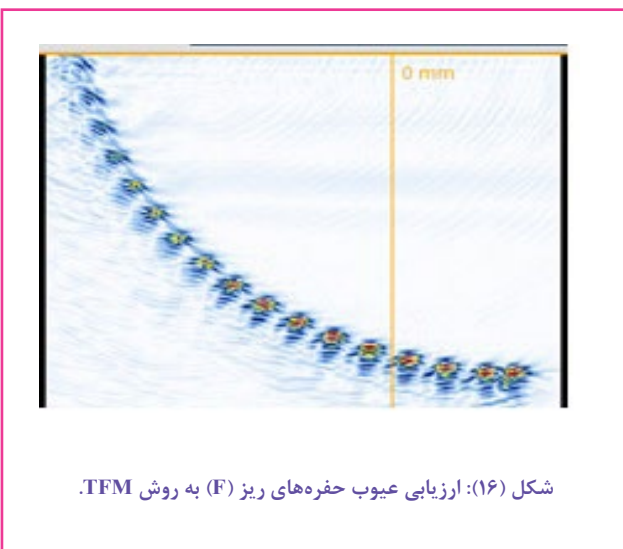
بنابراین، شکل (۱۵)، تصاویر فوکوس شده و B-Scan پردازش شده در صفحه $x-z$ برای شکل (۱۴) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در بخش قبل بیان شد، هنگام اعمال فوکوس، وضوح تصویر افزایش یافته است.

شکل (۱۶) نتایج ارزیابی روش TFM برای نمونه بلوک استاندارد و حفره‌های با اندازه بزرگتر را نشان می‌دهد. در این روش، تشخیص عیوب با دقت چندین برابر بالاتر از روش‌های مرسوم است که شناسایی نوع عیب و تحلیل سازوکار تشکیل آن را فراهم خواهد کرد.

شکل (۱۷) ارزیابی حفره‌های ریزتر و با فاصله کمتر از یکدیگر با روش TFM را نشان می‌دهد. در روش‌های قبلی تفکیک پذیری حفره‌های با اندازه کوچک به سختی انجام شده است و گاهی مواقع، تفکیک دو حفره انتهایی نزدیک به هم را به خوبی تفکیک نکرده است. در صورتی که با روش TFM تفکیک تمامی حفره‌ها در عمق یکسان و اندازه یکسان در مقایسه با روش‌های قبلی به خوبی انجام داده است [۱۲].




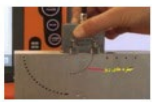
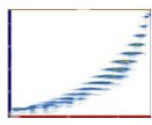
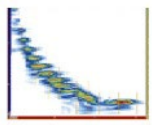
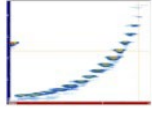
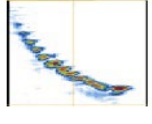
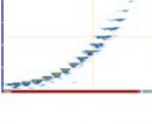
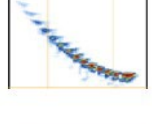


شکل (۱۵): نتایج ارزیابی عیوب حفره‌های درشت (C) به روش TFM.



شکل (۱۶): ارزیابی عیوب حفره‌های ریز (F) به روش TFM.

کافی است. هنگامی که تجهیزات در مسیر/حالت دیگری پردازش می‌شوند، داده‌های FMC ذخیره می‌شوند، به طوری که نرم‌افزار پردازش TFM می‌تواند چندین مسیر/ حالت را بازسازی کند. ■ یک مدل دقیق از مولفه‌ها می‌تواند با داده‌های FMC تولید شود که قدرت تفکیک را بهبود می‌بخشد و تابعی از تعریف آرایه و موقعیت شبکه است.

عملکرد بالای روش TFM انعطاف‌پذیری بیشتری را برای اصلاح عدم دانش در نواحی مورد ارزیابی و ویژگی‌های ریزساختاری آن، افزایش وضوح، بهبود پروفایل نشانه‌های داخل قطعه و غیره ایجاد می‌کند.

	Coarse Pores	Fine Pores
المان فعال		
۱۶		
۳۴		
۶۴		
TFM		

شکل (۱۸): مقایسه نتایج حاصل در روش‌های مختلف ارزیابی عیوب.

در این پژوهش، مقایسه روش‌های مختلف تراسونیک شامل PAUT به ترتیب با ۶۴، ۳۲ و ۱۶ کانال فعال و روش TFM نسبت به یکدیگر به‌منظور مقایسه قدرت شناسایی و ارزیابی انواع عیوب تشکیل شده داخل تجهیزات صنعتی (فلزی) مانند مخازن ذخیره، ظروف تحت فشار، خطوط لوله انتقال و غیره انجام شد.

شکل (۱۸) مقایسه دقیق بین روش‌های مختلف ارزیابی را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد و نتایج آن به شرح زیر است:

■ روش PAUT نسبت به روش‌های معمولی، قدرت تفکیک بالاتر و زمان پایش کمتری دارد. ■ هر چه تعداد بلورهای فعال از ۱۶ به ۶۴ افزایش می‌یابد، قدرت تفکیک و اندازه‌گیری عیوب نیز افزایش می‌یابد.

■ ارزیابی PAUT بسیار سریع‌تر از روش‌های مرسوم بوده و حداقل ۵۰ درصد بیشتر از روش‌های مرسوم است که منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های ارزیابی می‌شود.

■ قابلیت تصویربرداری از زوایای مختلف عیوب و همچنین ایجاد تصور سه‌بعدی از آن‌ها به‌منظور شناسایی عیوب در روش PAUT و TFM قابل انجام است.

■ روش TFM در مقایسه با روش PAUT، دارای قدرت تفکیک بسیار بالاتری بوده و قدرت اندازه‌گیری و شناسایی عیوب ۰/۴ میلی‌متر به بالاتر را دارد.

شناسایی و اندازه‌گیری عیوب ناشی از انواع خوردگی‌ها مانند HTHA، HIC، انواع ترک‌ها، ناپیوستگی‌های ناشی از ساخت و همچنین عیوب جوش به راحتی و با دقت بالا با روش TFM قابل انجام است.

مزیت‌های TFM نسبت به روش‌های مرسوم و همچنین روش PAUT عبارتند از:

■ تنها یک اطلاعات دریافتی از FMC یا اسکن کامل زمینه برای ایجاد تصاویر مختلف

پی نوشت

۱. کارشناس ارشد خوردگی و حفاظت از مواد، شرکت مهندسين مشاور آزمون فولاد
۲. کارشناس ارشد بازرسی پیشرفته، مدیر بخش پایش خوردگی شرکت مهندسين مشاور آزمون فولاد
۳. کارشناس بازرسی، شرکت مهندسين مشاور آزمون فولاد
4. Ultrasonic Testing (UT)
5. Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT)
6. Sectorial
7. Linear
8. Total Focusing Method (TFM)
9. Full Matrix Capture (FMC)
10. Capture
11. Region of Interest
12. Gekko
13. Defect sizing accuracy
14. Hydrogen damage
15. Hydrogen Induced Cracking (HIC)
16. Misoriented
17. Array elements
18. Pulse duration

مراجع

- [1] Drinkwater, B.W. and P.D. Wilcox, Ultrasonic arrays for non-destructive evaluation: A review. NDT & E International, 2006. 39(7): p. 525-541.
- [2] Gong, P., P. Song, and S. Chen, Ultrafast synthetic transmit aperture imaging using Hadamard-encoded virtual sources with overlapping sub-apertures. IEEE transactions on medical imaging, 2017. 36(6): p. 1372-1381.
- [3] Tiran, E., et al., Multiplane wave imaging increases signal-to-noise ratio in ultrafast ultrasound imaging. Physics in Medicine & Biology, 2015. 60(21): p. 8549.
- [4] Villaverde, E.L., S. Robert, and C. Prada, Ultrasonic imaging in highly attenuating materials with Hadamard codes and the decomposition of the time reversal operator. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 2017. 64(9): p. 1336-1344.
- [5] Ribay, G., et al. UT data reconstruction in anisotropic and heterogenous welds. in 8th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components Abstracts. 2010.
- [6] Holmes, C., B. Drinkwater, and P. Wilcox, The post-processing of ultrasonic array data using the total focusing method. Insight-Non-Destructive Testing and Condition Monitoring, 2004. 46(11): p. 677-680.
- [7] Long, R., J. Russell, and P. Cawley, Ultrasonic phased array inspection using full matrix capture. Insight-Non-Destructive Testing and Condition Monitoring, 2012. 54(7): p. 380-385.
- [8] Holmes, C., B.W. Drinkwater, and P.D. Wilcox, Post-processing of the full matrix of ultrasonic transmit-receive array data for non-destructive evaluation. NDT & E International, 2005. 38(8): p. 701-711.
- [9] Reverdy, F., et al. Real-time Total Focusing Method on a portable unit, applications to hydrogen damage and other industrial cases. in 12th European Conference on Non-Destructive Testing (ECNDT 2018), Gothenburg, Sweden. 2018.
- [10] ASTM, E., 2491-08. Standard Guide for Evaluating Performance Characteristics of Phased-Array Ultrasonic Testing Instruments and Systems. 2008, US.
- [11] Chartier, C., Phased Array Ultrasonic Detection & Sizing of In-Service Cracks in Heavy Walled Reactor Nozzles-Part 1. NDT. net, 2009: p. 1-9.
- [12] Ciorau, P., Contribution to crack sizing by phased array ultrasonic techniques: part 2: comparison with optical, magnetic particles, fracture mechanics and metallography for last significant crack tip. CINDE Journal, 2007. 28(6): p. 15-20

Author

Majid Shahsanai^{1*}Maziar Nader asli², Nasser Zamani³* mjdsanaee@gmail.com

1. Master of Corrosion and Protection of Materials, Azmoneh Foolad Consulting Engineers Company
2. Master of Advanced Inspection, Director of Corrosion Monitoring Department of Azmoneh Steel Consulting Engineers
3. Inspection expert, Azmoneh Steel Consulting Engineers Company


Comparison the quality of internal defects evaluation of metal parts with fuzzy array and full focus methods

Abstract

In this study, the evaluation quality of metal samples internal defects in conventional ultrasonic methods, fuzzy array and full focus method were compared. The UT method met the basic needs in the evaluation of defects, but due to the variety of defects, PAUT and TFM methods were successfully introduced. TFM evaluation has significantly improved the performance of ultrasonic defects. Gekko M2M device was used to compare the quality of the mentioned methods. This device has the ability to compare and evaluate defects with ultrasonic methods, fuzzy arrays, diffraction flight time and full focus method separately. According to ASTM E2491 standard, samples with specific defects and different sizes and distances from each other were prepared and the evaluation of these defects was performed separately by the mentioned methods in order to identify, measure and compares them. The results show that the ultrasonic method represents the defects with smaller size that are placed next to each other as a single defect. The fuzzy array method has the ability to distinguish these defects from each other, but the flight time diffraction method measures, examines and detects the type of defects with high accuracy. We will also cover industrial cases to demonstrate the benefits of the full focus method

Keywords

Advanced inspection, corrosion, welding, ultrasonic, UT, PAUT, TFM.



A review on methods of measuring the contact angle of liquids



Inter Laboratory Comparisons,
Proficiency Testing ,
Why and How?



What is the High-Throughput
Screening (HTS) test method?
Part One: Introduction,
Mechanism and Application



Spectrophotometer application
in measuring nitrite and nitrate
content in fruits and vegetables
and their products through
molecular interferometry.



Comparison the quality of
internal defects evaluation of
metal parts with fuzzy array and
full focus methods



Scanning Probe Microscope
application in the fabrication of
Single Electron Transistors