

آزمون غیر مخرب جوش الکتروپیوژن اتصالات لوله های پلی اتیلن به روش تصویر برداری اولتراسونیک

منبع: نشریه NDT ،

ترجمه غلامحسین نژاد شمسی، مسئول آزمایشگاه مکانیک و متالورژی
آزمایشگاه پژوهشهای فنی و صنعتی مدیریت پژوهش و فناوری

پلی اتیلن یکی از موادی است که اخیراً استفاده از آن در صنایع و ساخت لوله به طرز چشمگیری گسترش یافته است. قابل ذکر است که علیرغم آنکه مدت کوتاهی از استفاده از این نوع لوله میگذرد ولی هر ساله هزاران کیلومتر لوله پلی اتیلن در جهان مورد استفاده قرار میگیرد در این گزارش، یک روش ابداعی جدید جهت انجام تست غیر مخرب بر روی جوشهای الکتروپیوژن معرفی گردیده و نمونه های تست شده ارائه میگردد.

روش مذکور روش آزمایش التراسونیک با استفاده از تکنولوژی پراب های ردیفی (ULTRASONIC ARRAY TECHNOLOGY) است. در این روش از پالس های التراسونیک ردیفی جهت تصویر برداری (IMAGING) از مقطع جوش الکتروپیوژن استفاده میگردد،

با یک التراسوند ردیفی ۵ مگا هرتزی میتوان سایز های مختلفی از لوله های پلی اتیلن را تست نمود. همچنین با استفاده از فرکانس ۳/۵ مگا هرتزی میتوان میزان نفوذ بیشتری داشت و یا جهت دستیابی به قدرت تفکیک پذیری بالاتر (RESOLUTION) در ضمانت های بالا و پایین از فرکانس ۷/۵ مگاهرتز استفاده نمود. به این ترتیب تصویر هایی بصورت زمان واقعی (REAL TIME) و با قدرت تفکیک پذیری یک میلیمتر خواهیم داشت. در این تصاویر محل قرار گیری سیم های حرارتی در فصل مشترک جوش (FUSION INTERFACE) بصورت واضح مشهود است همچنین میتوان خصوصیات ابعادی جوش مثل ضخامت، محل سیم های حرارتی و فاصله آنها (WIRE GAP) و نیز طول منطقه جوش و منطقه سرد (COLD ZONE) را اندازه گیری نمود.

با کمک این روش میتوان عیوبی مثل حفره، فصل مشترک نامطلوب جوش، وجود اجسام خارجی در جوش (INCLUSION) و محل سیم های مقاومتی در جوش را تشخیص داد و از حرکت آنها در حین جوشکاری اطلاع حاصل نمود. از آنجائیکه التراسونیک یک وسیله غیر مخرب است این روش آزمون میتواند در حین سرویس نیز کاربرد داشته باشد.

در این روش ابتدا ترانسدیوسرهای ردیفی در سطح بیرونی جوش قرار گرفته و در مدت یک ثانیه از محل جوش تصویر برداری میگردد. تصویر برداری التراسونیک یک روش قابل اعتماد برای تست غیر مخرب جوش لوله های پلی اتیلن میباشد.

مقدمه

تقاضا برای استفاده از لوله های پلی اتیلن در زمینه های مختلف رو به گسترش است. خاصیت ضد خوردگی لوله های پلی اتیلن مزیت بزرگی است که باعث طولانی شدن مدت سرویس دهی آن میگردد. لذا لوله کشی پلی اتیلن شدیداً وابسته به کیفیت جوش است. خصوصاً در صنعت انتقال گاز که مباحث دقت لازم جهت نصب و اجراء صحیح صورت پذیرد تا از بروز نشتی و انفجار جلوگیری گردد و آمار حوادث به حداقل برسد. تلاشهای قبلی برای داشتن اتصال خوب بیشتر روی کنترل پروسس جوشکاری و اجراء صحیح آن استوار بوده است لیکن جهت دستیابی به درصد عیوب جوش نزدیک به صفر انجام آزمونهای غیر مخرب موکداً توصیه شده است. گرچه روش های شناخته شد و مشهودی در رابطه با آزمونهای غیر مخرب جوش پلی اتیلن وجود ندارد ولی در این مقاله میخواهیم به معرفی و امکان انجام یک روش آزمون غیر مخرب جوش الکتروپیوژن لوله های پلی اتیلن بپردازیم.

در بررسیهای بعمل آمده در سال ۱۹۹۳، تخمین زده شده که تعداد اتصالات الکتروپیوژن مورد استفاده سالیانه بیش از پانزده میلیون عدد است و این میزان در حال رشد میباشد.

شکل 1.a: یک جوش الکتروپیوژن را که در آن لوله پلی اتیلن توسط یک کاپلر به هم متصل شده اند را نشان میدهد.

شکل 1.b: نیز سطح مقطع یک کاپلر الکتروپیوژن را نشان میدهد.

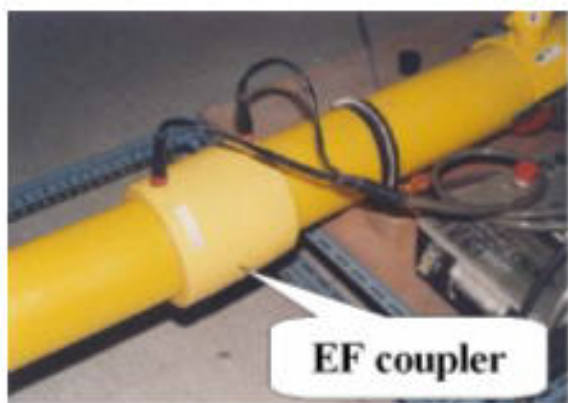
همانگونه که در شکل می بینید سیم های مقاومتی بین کاپلر و لوله قرار دارند فاصله بین این سیم ها معمولاً کم است (۳-۱ میلیمتر) و اساس کار جوش الکتروپیوژن بر این پایه استوار است که با عبور جریان برق از سیم های مقاومتی، آنها گرم شده و در اثر گرما بوجود آمده سطح داخلی کاپلر و سطح بیرونی لوله ذوب گردیده و در هم ممزوج میشوند. آنگاه پس از قطع جریان برق مجدداً منجمد گشته و اتصال بین کاپلر و لوله ایجاد میگردد.

در این بررسی از تکنیک التراسونیک جهت داشتن تصویری از سطح مقطع اتصال الکتروپیوژن استفاده شده است.

در استفاده از امواج التراسونیک برای بازرسی جوش الکترو پیوژن، مشکل ترین قسمت مسئله، تشخیص و تمیز دادن سیم های مقاومتی فصل مشترک جوش از عیوب جوش میباشد.

در روش جدید از تکنیک التراسونیک متمرکز (**ULTRA SONIC FOCUSING**)
 و سیستم فازبندی ردیفی التراسونیک (**ULTRASONIC PHASED**)
 (**ARRAY**) و ترانسدیوسر ۹۶ الممتی ردیفی (**96**)

(**ELEMNTS OF ARRAY TRANSDUCER**) استفاده شده است همچنین از یک
 اسکنر الکترونیکی نیز بهره جسته ایم تا از سطح مقطع جوش الکترونیوژن تصویری دوبعدی
 واقعی (**REAL TIME**) بدست آید . سپس انواع مختلفی از نمونه ها که دارای نقص بوده
 تحت آزمون قرار گرفتند تا از طریق آن این نوع روش جدید آزمون غیر مخرب معرفی گردد .



(a)



(b)

شکل ۱

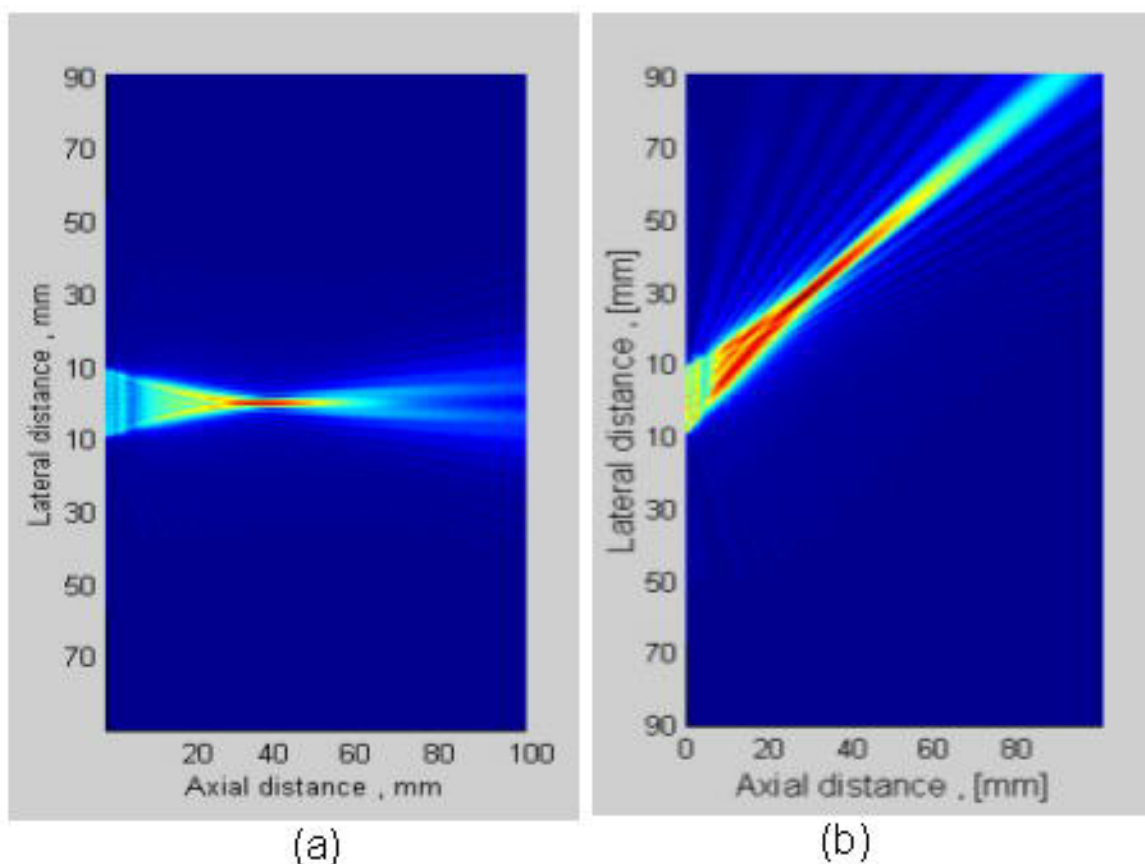
- تکنولوژی التراسونیک ردیفی :

روش التراسونیک ردیفی یک پدیده و تکنیک ارتقاء یافته جدید در رابطه با آزمونهای غیر مخرب
 است که مطالعات اولیه آن اخیراً انجام شده است . یک امتیاز عمده این روش نسبت به روشهای
 قدیمی التراسونیک ، توانایی کنترل الکترونیکی شعاع تابش بصورت زمان واقعی
 (**REAL TIME**) است . بنابراین تصویر دو بعدی واقعی میتواند بدست آید .

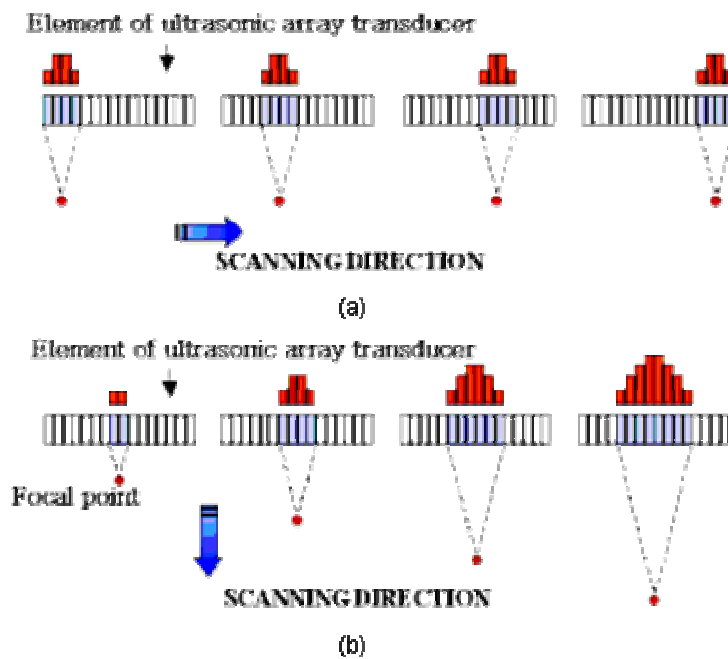
تصویر ۲ : نتایج شبیه سازی شده آزمون توسط تابش کنترل شده الکترونیکی شعاع تابش
 التراسونیک را برای تمرکز (**FOCUSING**) و هدایت (**STEERING**) نشان میدهد.
 در این روش قابلیت تمرکز بطرز چشمگیری ، میزان تفکیک (**RCSOLUTION**) بازرسی را
 افزایش میدهد .

شکل ۳ : شماتیک الکترونیکی شعاع التراسونیک را نشان میدهد : در تصویر **3.a** نمای جانبی
 جوش و **3b** می شوند .

توانایی اسکن الکترونیکی نقطه کانونی (**FOCAL POINT**) و مسیر شعاع تابش منجر به ایجاد تصویر واقعی میگردد. اینکار باعث افزایش نفوذ و دریافت متمرکز امواج نیز میگردد. اساساً تکنولوژی ردیفی التراسونیک به مقدار زیادی به الکترونیک التراسونیک ردیفی ، ارسال و دریافت حسگرهای ردیفی (**ARRAY SENSOR**) وابسته است. در این روش تصاویری در بعدی واقعی حاصل میگردد که تفسیر نتایج آن بسیار راحتتر از روش های قدیمی **UT** و **A&SCAN** میباشد.



شکل ۲



شکل ۳

اصول تجربی کارودستگاه:

براساس سوابق تجربه استفاده از روش **A-scan** موجود می باشد. سرعت متوسط امواج در پلی اتیلن 2.24 km/s میباشد. همچنین میرایی (attenuation) آن 3.5 dB/s برای 1 MHz و 6 dB برای 3.5 MHz اندازه گیری شده است. با یک دستگاه قدیمی 5 MHz غیر متمرکز و پراب تکی فرستنده و گیرنده معمولی **PANAMETRICS 5800** امکان تشخیص امواج برگشتی (**back wall echoes**) لوله های پلی اتیلن با ضخامت بیش از دو سانتیمتر مشکل می باشد. همچنین امواج برگشتی المنتهای حرارتی

آنقدر ناچیز و از درجه تفکیک پذیری کمی برخوردار هستند که نمی توانند اشکالات المنتها را مشخص نمایند. زیرا همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده فواصل آنها بسیار کم است.

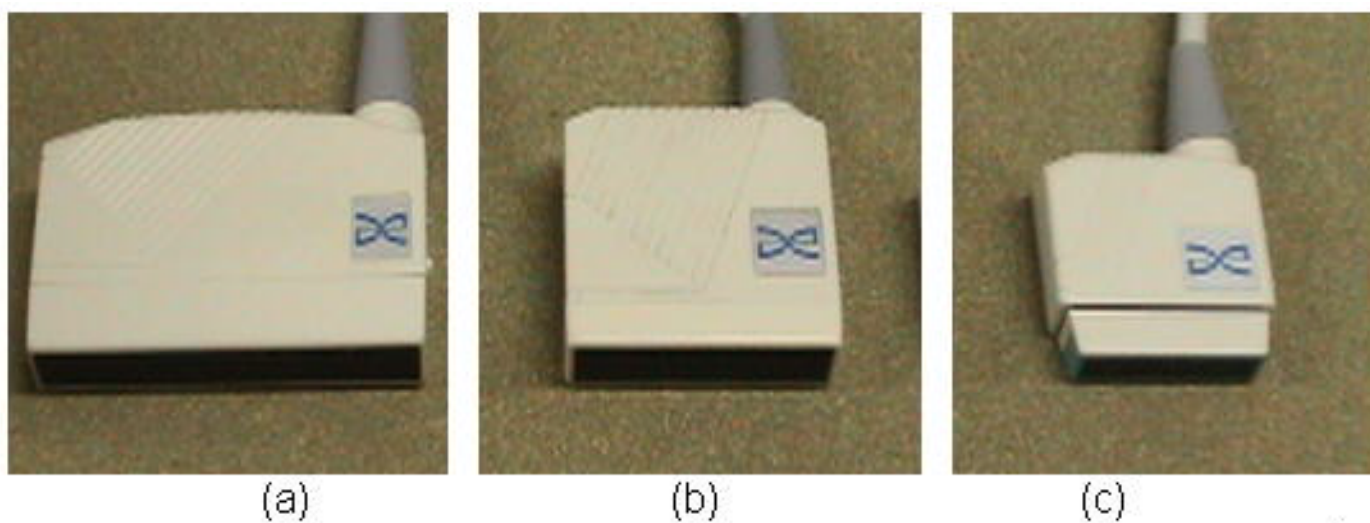
میزان میرایی صوتی (**ACOUSTIC IMPEDANCE**) لوله های پلی اتیلن

$2329.6 * 10^3 \text{ Pa S/m}$ میباشد .

در این بررسی برای آزمون غیر مخرب لوله های پلی اتیلن وجوش الکترو فیوژن از یک سیستم التراسونیک زمان واقعی و ترانس دایوسر ردیفی بهره جسته ایم .

شکل ۴ ترانسدیوسر ردیفی التراسونیک ۹۶ الممتی را نشان می‌دهد. فرکانس مرکزی ترانسدیوسرها جهت ایجاد نفوذ و قدرت تفکیک بالا **3.5 MHz** ، **7.5 MHz** میباشد. شکل ۵: یک سیستم التراسونیک ردیفی بنام **AIM 33** را که با باتری کار میکند نشان می‌دهد. در این دستگاه از ترانسدیوسرهای ردیفی **96** و الممتی استفاده شده است. این دستگاه قادر به تصویر سازی دو بعدی و سائز نمودن صفحه نمایش (**SCREEN SIZING**) و ضبط تصاویر میباشد و میتوان آنرا به یک پرینتر یا کامپیوتر شخصی وصل نمود.

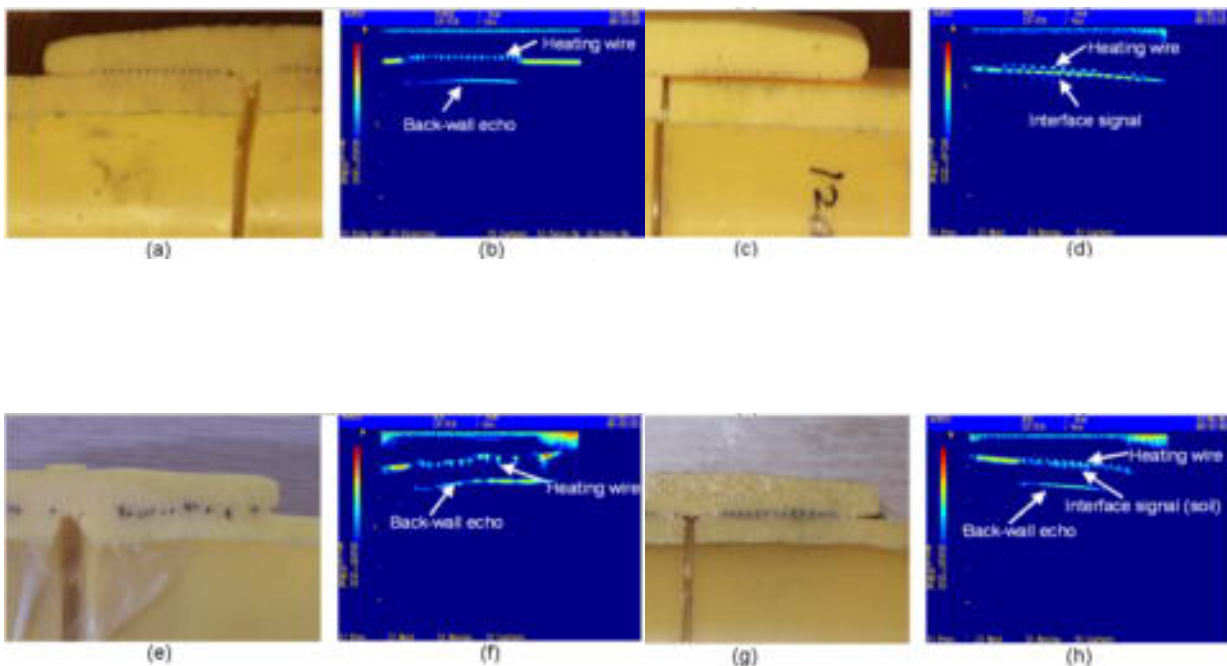
شکل ۴



شکل ۵

بازرسی اتصالات الکترونیوژن :

همانگونه که در شکل ۵ نشان داده شده ، بازرسی از طریق سطح خارجی اتصال الکترونیوژن صورت میگیرد . در این روش امواج التراسونیک در سیستم التراسونیک ردیفی از طریق ترانسدیوسرهای ردیفی متمرکز ارسال میگردد . سیم های الممتی حرارتی این امواج را منعکس می نماید این امواج بصورت تصویر **UT** (التراسونیک) دریافت می گردد . اگر درجه تفکیک پذیری شعاعهای التراسونیک (**ULTRASONIC BEAM**) خوب باشد . سیم های الممت بصورت مجراء قابل تشخیص وحتى قابل شمارش خواهند بود . در چنین شرایطی چنانچه در تصویر (**IMAGE**) جدایشی در فصل مشترک جوش دیده نشود آن جوش مطلوب خواهد بود قابل ذکر است که چنانچه در فصل مشترک جوش جدایش داشته باشیم امواج التراسونیک از محل جدایش برگشت می نماید وبه این ترتیب علائم نامطلوب جوش ظاهر می گردد همچنین از طریق مشاهده تصویر میتوان جابجایی سیم های مقاومتی ویا حبس شدن حباب یا ناخالصی در فصل مشترک جوش را تشخیص داد.



شکل ۶

نتایج تجربی :

شکل **6.a** : فصل مشترک یک جوش خوب را نشان می دهد . همانگونه که مشاهده میکنید تمامی سیم ها بطور مجزا قابل تشخیص است ولی جدایش در فصل مشترک جوش دیده نمی شود زیرا امواج التراسونیک بخوبی از فصل مشترک جوش عبور کرده است .

شکل های **d** و **6c** فصل مشترک نامطلوب جوش را نشان می دهد . همانگونه که می بینید سیم های مقاومتری حرارتی نیز در تصویر دیده میشود .

شکل های **6 c** و **6f** سطح مقطع یک جوش الکتروپیوژن که در هر مرحله جوشکاری بیش از اندازه گرم شده اند (**OVER HEAT**) را نشان میدهد .

همانگونه که می بینید علائم جابجایی در ردیف سیم المنت ها دیده میشود .

شکل های **6h** و **6g** یک جوش الکتروپیوژن را نشان می دهد که ذرات خاک در فصل مشترک جوش دیده می شوند . همچنین تصویر حاصل از آزمایش التراسونیک را می بینید که در آن این ذرات خاک دیده می شوند .

نتیجه گیری :

تکنولوژی ردیفی ، قدرت تفکیک و نفوذ خوبی را برای انجام آزمون غیر مخرب جوشهای الکتروپیوژن فراهم می کند . در تصاویر بدست آمده از این جوش سطح مقطع جوش و سیم های المنت بصورت مجزا قابل تشخیص هستند لذا چنانچه ذرات خاک در جوش محبوس شده یا نوع جوش مطلوب نباشد می توان از روی تصویر بدست آمده آنرا تشخیص داد لذا تکنولوژی ردیفی روش قابل اعتمادی برای انجام آزمون غیر مخرب جوشهای الکتروپیوژن میباشد .