بازرسی و پایش خطوط لوله با استفاده از روش التراسونیک دوربرد
GUIDED WAVES (GUL- Wave Maker G4)

❖ آشنایی با روش:

بازرسی و پایش خطوط لوله به روش امواج هدایت‌شونده، فن‌آوری نوینی است که بسیار پر سرعت، کارآمد و کم‌هزینه می‌باشد. در این روش با استفاده از امواج هدایت شونده، عیوبی از قبیل ترک و خوردگی در فواصل طولانی از خطوط لوله ردیابی و نمایش داده می‌شوند. در روش‌های متداول از قبیل ضخامت‌سنجی با استفاده از امواج التراسونیک، تنها ناحیه‌ی کوچکی در زیر پروب تست می‌شود و این روش برای بازرسی خطوط لوله روشی است بسیار کُند و هزینه بر، که بایستی بصورت متناوب محل مشخصی از سازه را انتخاب و تست نمود و امیدوار بود که محل تست شده نمایندهٔ تمام لوله باشد. روش‌های سُنتی در مکان‌هایی که که خط لوله قابل دسترس نباشد مانند خط لوله‌های واقع در ارتفاع، زیر عایق و مدفون، کاربرد ندارند و در بازرسی لوله‌های عایق‌دار، بایستی عایق به طور کامل از روی سازه برداشته شود.

بررسی و ارائه گزارش مستند از مساحت وسیعی از سازه و با استفاده از یک پروب بسیار جالب خواهد بود، این عمل با استفاده از امواج هدایت شونده در طول خط لوله امکان‌پذیر می‌باشد.

دستگاه Wave Maker G4 از مجموعه‌ای از ترانسدیوسرها (اصطلاحا بعنوان حلقه نام برده می‌شوند) که بصورت منظم در کنار هم قرار گرفته‌اند، جهت انجام بازرسی استفاده می‌کند. در این روش حلقه بدور لولهٔ آمادهٔ تست بسته شده، سپس اپراتور دستگاه ، تست اولیه‌ای جهت حصول اطمینان از کالیبره بودن ترانسدیوسرها و همچنین اطمینان از متراژ لوله‌هایی که تحت پوشش موج‌های پیچشی قرار می‌گیرند انجام می‌دهد.

لازم بذکر است که برای انجام بازرسی امواج هدایت‌شونده نیاز به استفاده از ماده واسط متداول در روش سنتی التراسونیک نمی‌باشد.

❖ توانمندی‌ها:

۱. قابلیت آزمون خطوط لوله با جنس مغناطیسی و غیرمغناطیسی
۲. حساسیت بسیار بالا در تشخیص خوردگی و انواع عیوب لوله
۳. تعیین مکان دقیق عیب در راستای طول لوله به همراه جانمایی دقیق ساعت قرارگیری عیب در محیط لوله
۴. توانایی آزمون خطوط لوله با قطر و ضخامت‌های مختلف
۵. انجام آزمون در دمای محیط تا $^{\circ c}$۱۸۰درجه (در دماهای بالای $^{\circ c}$۷۰ درجه از حلقه‌های ویژه‌ای استفاده می‌شود.)
۶. با تمیزکاری حدود ۲۰ سانتیمتر از محیط لوله و نصب حلقه در آن ناحیه امکان تست در هر طرف از حلقه از ۱ الی ۲۰۰ متر وجود دارد.
۷. زمان مورد نیاز برای انجام تست و گردآوری اطلاعات از هر موضع مورد آزمایش در حدود **چند دقیقه** است.
۸. متراژ لوله‌های تحت پوشش امواج برای لوله‌های مدفون حدود ۱ تا ۲۰ متر از هر طرف حلقه و برای لوله‌های روی زمین حدود ۴۰ تا ۲۰۰ متر از هر طرف حلقه تخمین زده شده‌است. (مقدار مؤثر اتشار امواج پیچشی اولتراسونیک به عوامل مختلفی از قبیل نوع خاک برای سازه‌های مدفون، نوع عایق ، وضعیت لوله ، قطر لوله، نوع ساپورت‌ها و همچنین نوع عیب موجود در لوله بستگی دارد.)

❖ کاربردها:

۱. قابلیت بازرسی و پایش خطوط لوله که از نظر بروز عیوب و انواع خوردگی‌ها از حساسیت و ریسک خطر بالایی برخوردار هستند.
۲. خطوط لوله‌هایی که دسترسی مستقیم به آنها وجود ندارد.
مانند: خطوط لوله زیر زمینی، داخل غلاف، زیر دریایی، زیر جاده، نزدیک به هم، محصور در پشت دیواره‌ها، زیر عایق، واقع در ارتفاع بسیار بلند و....
۳. خطوط لوله‌هایی که امکان بازرسی آنها توسط توپک هوشمند[1] وجود ندارد مانند بخش‌هایی از خطوط لوله که مکان مخصوص ورود و خروج توپک هوشمند برای آن تعبیه نشده‌است، خطوط لوله با قطر پایین، اتصالات و شیرها، جایی که توپک هوشمند با سرعت پایین نتواند حرکت کند و...
۴. قابلیت بازرسی خطوط لوله با دمای بالا

❖ شاخص‌های اقتصادی:

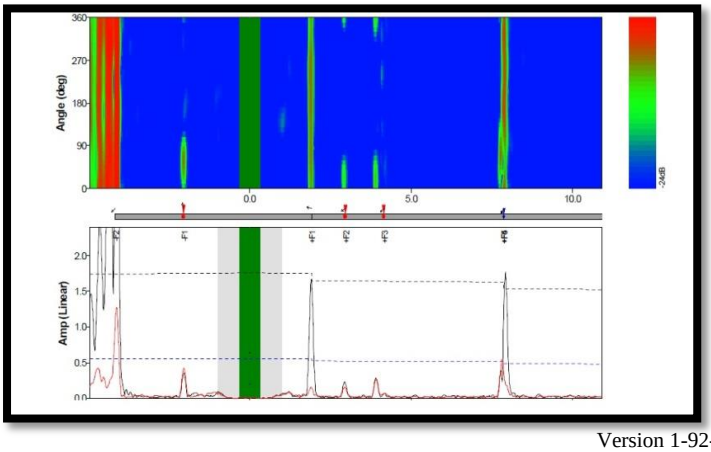
۱. عدم نیاز به نصب داربست کلی برای خطوط لوله در ارتفاع
۲. عدم نیاز به برداشتن کلی عایق ، رنگ و پوشش قیر اندود
۳. عدم نیاز به خاک‌برداری کلی برای بازرسی خطوط لوله زیر زمینی
۴. قابلیت بازرسی حین سرویس
۵. پایین آمدن زمان بازرسی به دلیل سرعت بالای این روش (چندصد متر در روز برای خطوط لوله در سایت‌ها و چندین کیلومتر در روز برای خطوط لوله انتقال)
۶. برای خطوط لوله رو زمینی و زیر زمینی به ترتیب نیاز به تمیز کاری ۲۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر از محیط لوله جهت نصب حلقه است. لذا به همین دلیل نیازی به تمیزکاری داخلی (در بازرسی به روش توپک هوشمند) و تمیزکاری خارجی کلی (در ضخامت سنجی التراسونیک) نمی‌باشد.

❖ گزارش‌دهی:

برای استفاده صنعتی از این سیستم، نرم‌افزاری تولید شده است که داده‌های ارسالی در محدوده فرکانسی خاصی را پردازش می‌کند و در مدت چند دقیقه گزارش را آماده می‌سازد گزارش اولیه شامل نمودارهای تست به دو صورت می‌باشد نمودارهای A-Scan و C- Scan

A-Scan : این نمودار اصلی تست می‌باشد و به صورت Distance-Amplitude است که موقعیت عیوب را در راستای خط لوله با توجه به بزرگی آن مشخص می‌کند.

C- Scan : این نمودار به صورت Distance – Clock می باشند که شدت و موقعیت محیطی عیوب را در راستای خط لوله و به صورت نمای بالایی به صورت رنگی نمایش می‌دهد. در هنگام مانیتورینگ عیوب هر دو نمودار را خواهیم داشت.



گزارش نهایی بازرسی به روش امواج هدایت شونده شامل سه بخش اصلی می‌باشد که اطلاعات مربوط به هر بخش به شرح ذیل می‌باشد:

بخش اول

در این بخش (صفحات ابتدایی هر گزارش) اطلاعات اصلی در مورد آزمون موجود می‌باشد که شامل موارد زیر است:

مشخصات کارفرما ، مجری ، پروژه و قطعه مورد آزمون

مشخصات در خواست کار ، شماره گزارش ، تاریخ اجرا

مشخصات کامل قطعه مورد آزمون مانند جنس ، ضخامت، .....

مشخصات دستگاه ، رینگ‌های مورد استفاده

مشخصات استاندارد ، آیین‌نامه بازرسی ، روش بازرسی و ....

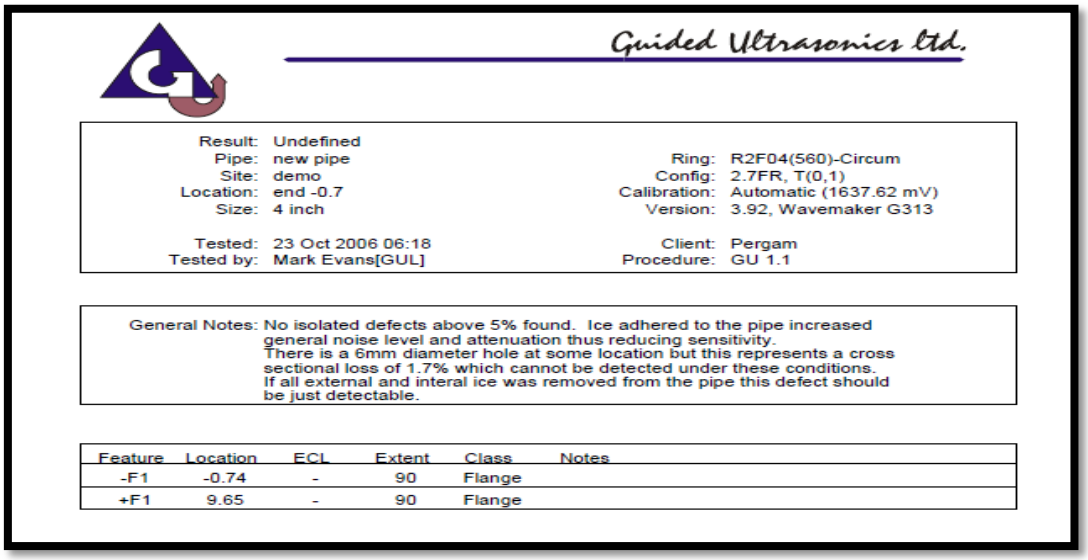
گراف سیگنال ارسال شده در قطعه مورد آزمون که درآن اطلاعات موقعیت‌یابی عیوب و مکان نصب سنسور مشخص شده است.

حجم کار انجام شده

تفسیر و نتیجه آزمون

بخش دوم

در این بخش اطلاعات خلاصه‌ای از کلیه علائم موجود در گراف سیگنال مورد آزمون بصورت جدول گردآوری شده است.

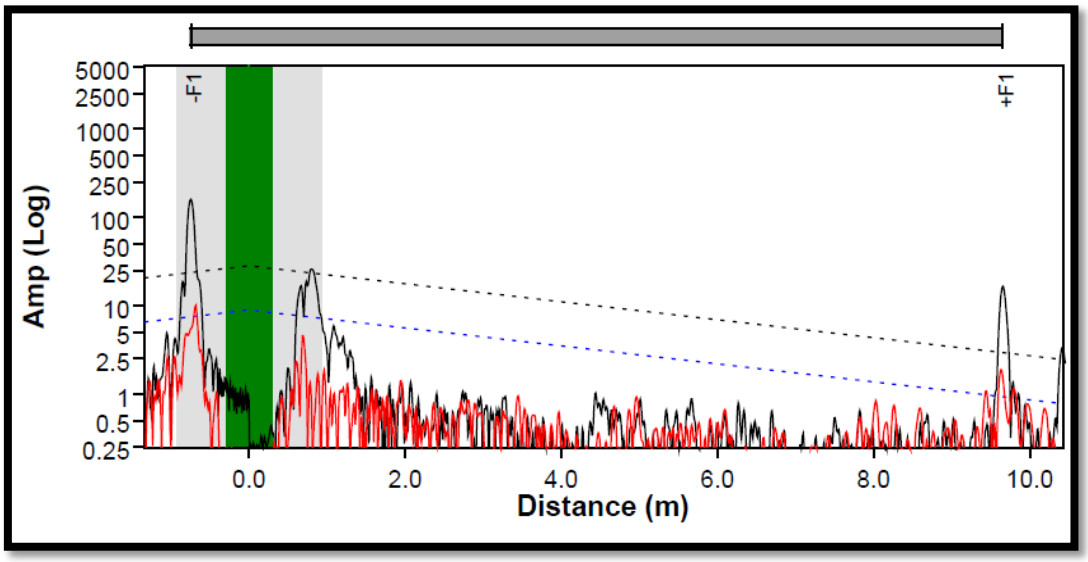


Guided Ultrasonics ltd.

Result:	Undefined		
Pipe:	new pipe	Ring:	R2F04(560)-Circum
Site:	demo	Config:	2.7FR, T(0,1)
Location:	end -0.7	Calibration:	Automatic (1637.62 mV)
Size:	4 inch	Version:	3.92, Wavemaker G313
Tested:	23 Oct 2006 06:18	Client:	Pergam
Tested by:	Mark Evans[GUL]	Procedure:	GU 1.1

General Notes: No isolated defects above 5% found. Ice adhered to the pipe increased general noise level and attenuation thus reducing sensitivity. There is a 6mm diameter hole at some location but this represents a cross sectional loss of 1.7% which cannot be detected under these conditions. If all external and interal ice was removed from the pipe this defect should be just detectable.

Feature	Location	ECL	Extent	Class	Notes
-F1	-0.74	-	90	Flange	
+F1	9.65	-	90	Flange	



بخش سوم

در این بخش ایزومتریک قطعه بازرسی شده بصورت شماتیک نشان داده شده است. مکان نصب سنسور توسط مثلث و حجم بازرسی شده توسط خط چین مشخص شده است.