سیلندرهای گاز - افزایش طول عمر با آزمون آکوستیک امیشن

در آینده یکی از چالش‌های صنعت گاز، حفظ ایمن سیلندرهای گاز حمل و نقل و ذخیره سازی بدون متحمل شدن هزینه‌های گزاف بازرسی خواهد بود.

آزمایش آکوستیک امیشن به عنوان جایگزینی برای آزمایش متداول اثبات هیدرواستاتیک مورد پذیرش است. زیرا یکپارچگی مخزن تحت فشار را بدون خارج کردن آن از سرویس ارزیابی می‌کند. بر خلاف آزمایش هیدرواستاتیکی، آزمون AE ، مکان‌های احتمالی خرابی قریب الوقوع را نشان می‌دهد و از قبل در مورد شکست هشدار می‌دهد.

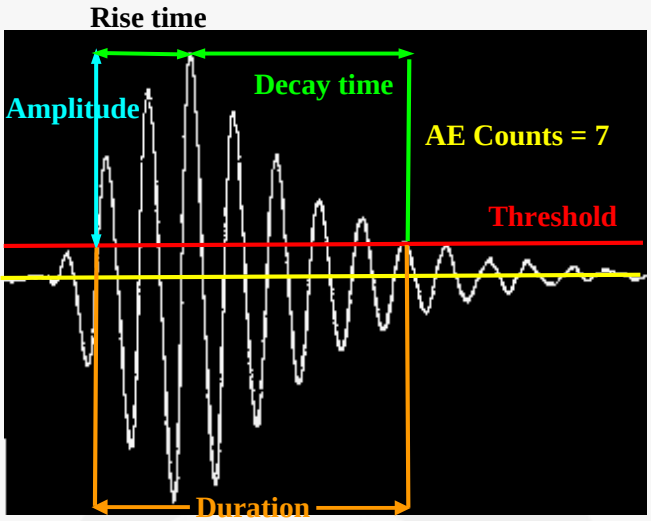
AE یک ارزیابی از کل مخزن را ارائه می‌دهد. هر ناحیه‌ای که رفتار غیرقابل قبولی نشان دهد را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های معمولی NDT مانند ذرات مغناطیسی یا بازرسی اولتراسونیک بررسی کرد. AE مدتی است که در کاربردهای مختلف به عنوان یک ابزار NDT استفاده می شود. استفاده از آن برای نظارت بر تجهیزات تحت فشار کاربرد گسترده‌ای در مخازن استوانه‌ای یا کروی و همچنین لوله‌کشی دارد.

سازه‌ها معمولاً در حین نظارت، برای تحریک رشد ناپیوستگی‌هایی که AE از منابعی مانند انتشار ترک و تغییر شکل الاستیک و پلاستیک سازه منتشر می‌کنند، تحت فشار قرار می‌گیرند. هزینه نسبتاً بالای تجهیزات و آموزش‌های تخصصی مورد نیاز برای بهره‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها ممکن است استفاده از آن را در گذشته محدود کرده باشد. اما در زمان‌های اخیر، به نظر می‌رسد که افراد بیشتری برای کاهش هزینه‌های عملیاتی خود، با حذف موارد غیر ضروری، آماده استفاده از این فناوری هستند.

آکوستیک امیشن

در اصل تشخیص و مکان‌یابی AE مبتنی بر تشخیص امواج الاستیک است که در نتیجه آزاد شدن ناگهانی انرژی در یک ماده هستند. سنسورهایی که برروی سطح نصب میشوند این پالس انرژی را تشخیص می‌دهند. این سنسورها که معمولاً دارای فرکانس تشدید ۱۵۰ کیلوهرتز هستند، با استفاده از یک ماده کوپلنت، برای بهبود انتقال AE به سنسور، به صورت صوتی به سطح نصب می‌شوند. با اندازه‌گیری تفاوت در زمان رسیدن سیگنال از یک رویداد می‌توان مکان آن را تعیین کرد.

سیگنال تولید شده توسط یک سنسور هنگام تشخیص ضربه AE معمولاً شبیه آنچه شکل ۱ نشان می‌دهد است. سیگنال دارای ویژگی‌های بسیاری است که معمولاً برای مشخص کردن آن استفاده می‌شود. این ویژگی‌ها دامنه، مدت زمان، زمان افزایش، زمان فروپاشی، تعداد AE و انرژی هستند.



شکل ۱: یک پالس AE که ویژگی‌های معمولی را نشان می‌دهد.

کالیبراسیون سیستم قبل از آزمایش لازم است تا اطمینان حاصل شود که همه سنسورها کار می کنند و حساسیت هر کانال مورد استفاده مشابه است. کالیبراسیون معمولاً با استفاده از شکستن مداد سربی با قطر ۰,۳ میلی‌متر H۲ (شکل۲) یا با پالس الکترونیکی سیستم با استفاده از سنسورهای مناسب، مانند سنسورهای PAC R15I AST (تست خودکار سنسور) انجام می‌شود.

شکل۲: نصب سنسور و کالیبراسیون

بازرسی سیلندر گاز

فواصل بازرسی اجباری

در تجهیزات تحت فشار باید هر ۲ سال یکبار بازرسی خارجی و هر ۱۰ سال یکبار بازرسی داخلی انجام شود. AE ممکن است در هر بازه زمانی استفاده شود، اما معمولاً در فاصله ۱۰ ساله استفاده می‌شود. برای مخزن‌های قابل حمل با محتویات بسیار مضر یا مضر، ۵ بازرسی سالیانه مورد نیاز است. AE معمولاً هر ۵ سال یکبار همراه با معاینه بصری هر ۱۰ سال استفاده می‌شود.

کاربرد AE در بازرسی سیلندرهای گاز

تاکنون کاربرد اصلی AE تعیین یکپارچگی ساختاری سیلندرهای گاز فولادی بدون درز برای انتقال هیدروژن، هلیوم یا ذخیره سازی CNG بوده است که هر ۵ سال یکبار نیاز به بازرسی دارند. این کار به شرح زیر مجاز است:

تست آزمون آکوستیک امیشن

- تست انتشار آکوستیک (AET) جایگزینی برای آزمایش هیدرولیک برای تعیین یکپارچگی لوله‌ها تعریف شده است.
- روش آزمایش باید مطابق با ASTM E1419 یا معادل آن مانند CGA C-18 Method A10 باشد. این لوله‌ها همچنین باید در هر آزمایش AE مورد بررسی قرار گیرند.
- این استاندارد استفاده از تکنیک‌های پیشرفته AE را که فراتر از الزامات ASTM E1419 یا CGA C-18 هستند، محدود نمی‌کند. روش آزمایش اجازه می‌دهد تا لوله ها در محل آزمایش شوند.

معیارها و سوابق پذیرش

معیارهای پذیرش آنهایی هستند که در استانداردهای اشاره شده مشخص است. مخزن‌هایی که باید آزمایش شوند نیاز به آماده سازی بسیار کمی دارند. در طول آزمایش، تمام منابع احتمالی نویز صوتی خارجی مانند لرزش، اصطکاک یا خروج گاز باید حذف شوند. آزمایش بر اساس ENPR004.1، رویه نظارت بر انتشار صوتی سیلندرهای ذخیره گاز CNG فولادی، برای سیلندرهای CNG و ENPR005.1، رویه نظارت بر انتشار صوتی سیلندرهای گاز فشرده بدون درز فولادی، برای سیلندرهای هیدروژن و هلیوم انجام شده است. در ISO 16148 سنسورها بر روی دو سر سیلندر (شکل۳) نصب شده‌اند. در حال حاضر حداکثر ۱۲ سیلندر در یک زمان ممکن است بررسی شود.

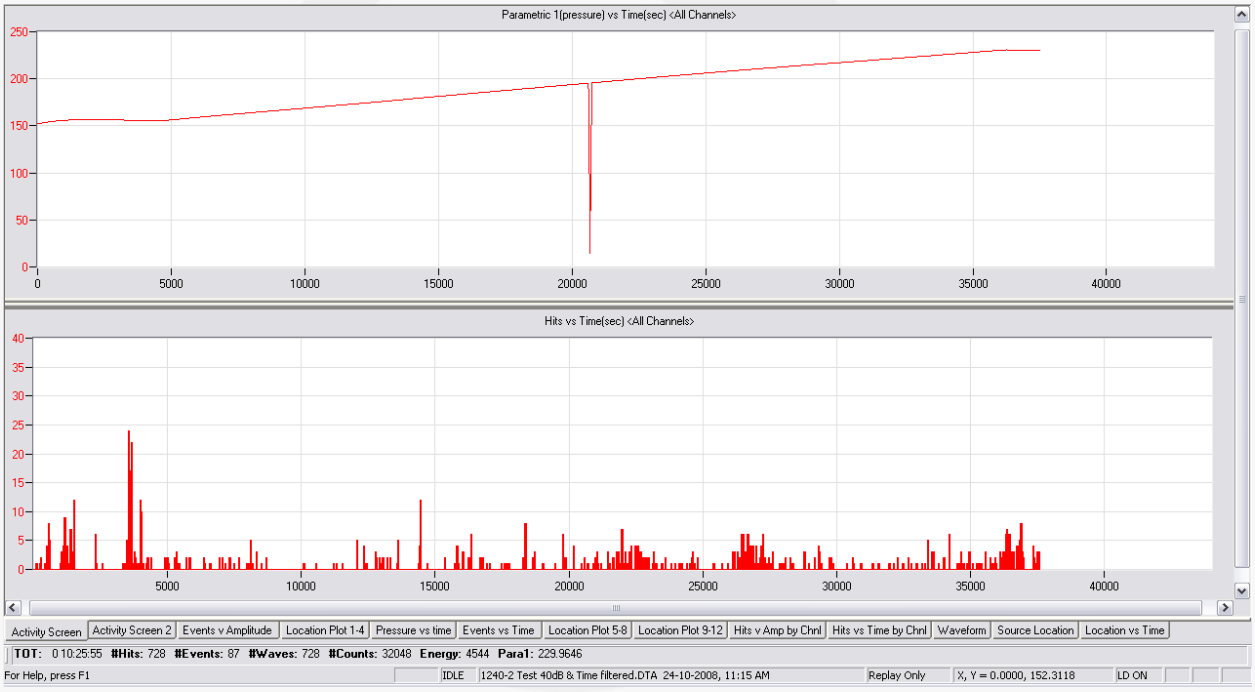
شکل۳: سنسورهای نصب شده روی سیلندر ساکن

سپس سنسورها به رایانه متصل می‌شوند و با استفاده از مداد سربی استاندارد (شکل۲) کالیبره می‌شوند. کالیبراسیون روی همه سیلندرها انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که همه سنسورها کار می‌کنند و در سطح حساسیت مشابهی در محدوده ±3 dB قرار دارند. سرعت صدا در دیواره سیلندر با شکستن یک مهره سربی در خارج از فاصله سنسور در نزدیکترین سیلندر تعیین می‌شود. تفاوت در زمان رسیدن سیگنال در یک فاصله اندازه‌گیری شده برای محاسبه سرعت استفاده می‌شود. سپس میرایی یا افت صدا در طول سیلندر با شکستن سرب مدادی و ثبت دامنه سیگنال های دریافتی در فواصل مختلف از یک سنسور انتخاب شده تعیین می شود. از این شکستگی‌های مداد سربی نیز برای تایید صحت نرم افزار مکان‌یابی استفاده می‌شود.

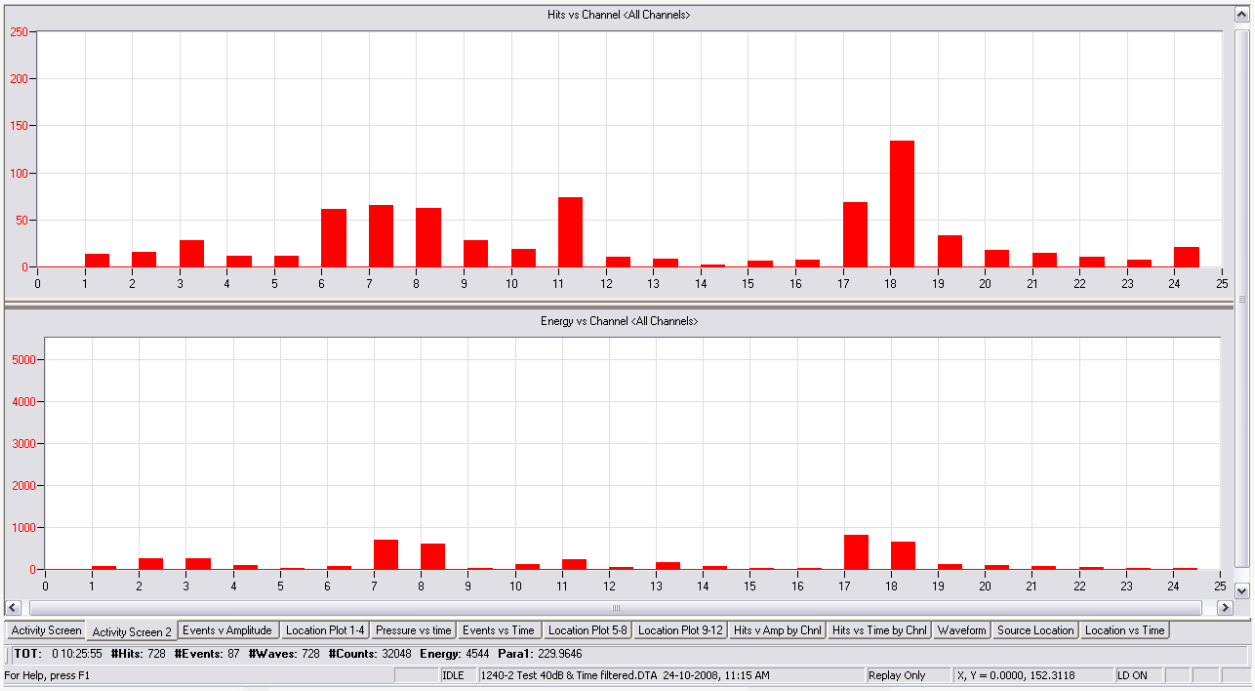
مکان بر اساس تفاوت در زمان رسیدن ضربه AE از یک منبع به دو سنسور است و دقت باید در محدوده ٪۵± از فاصله سنسور باشد تا معیارهای تعیین شده در ISO 161481 عمل عمومی در گاز را برآورده کند. بررسی‌های AE باید با نرخ‌های فشاری انجام شود که اجازه می‌دهد تغییر شکل مخزن در تعادل با بار اعمال شده باشد. نرخ های فشار بیش از حد بالا باعث ایجاد نویز بیش از حد پس زمینه می‌شود. روش معمول فعلی استفاده از نرخ هایی است که تقریباً ۳۵ بار در ساعت یا ۵۰۰ psi/h (۳,۴۵ مگاپاسکال در ساعت) است. نرخ‌های بالاتری ممکن است استفاده شود مشروط بر اینکه AE پس زمینه شناسایی نشود. سپس تجهیز تا ۱۰ درصد بالاتر از فشار کاری معمولی تحت فشار قرار می‌گیرد و به مدت ۱۵ دقیقه در آن فشار نگه داشته می‌شود تا آزمایش کامل شود.

هرگونه ناپیوستگی تحریک شده توسط فشار اعمال شده، AE ایجاد می‌کند که ممکن است توسط سنسورها شناسایی شود. ناپیوستگی‌های غیرفعال، که توسط فشار تحریک نمی‌شوند، AE ایجاد نمی‌کنند زیرا غیرفعال هستند و در سرویس منتشر نمی‌شوند. سپس داده‌های ثبت‌شده برای تعیین اینکه آیا معیارهای خاصی را با توجه به تعداد رویدادها (ضربه‌های مکان‌یابی شده) در فاصله ۲۰ سانتی‌متری ثبت‌شده در طول دوره بارگذاری و نگهداری، برآورده می‌کنند، تجزیه و تحلیل می‌شوند. داده‌های معمولی پایان گزارش آزمون در شکل های ۴ تا ۶ نشان داده شده است.

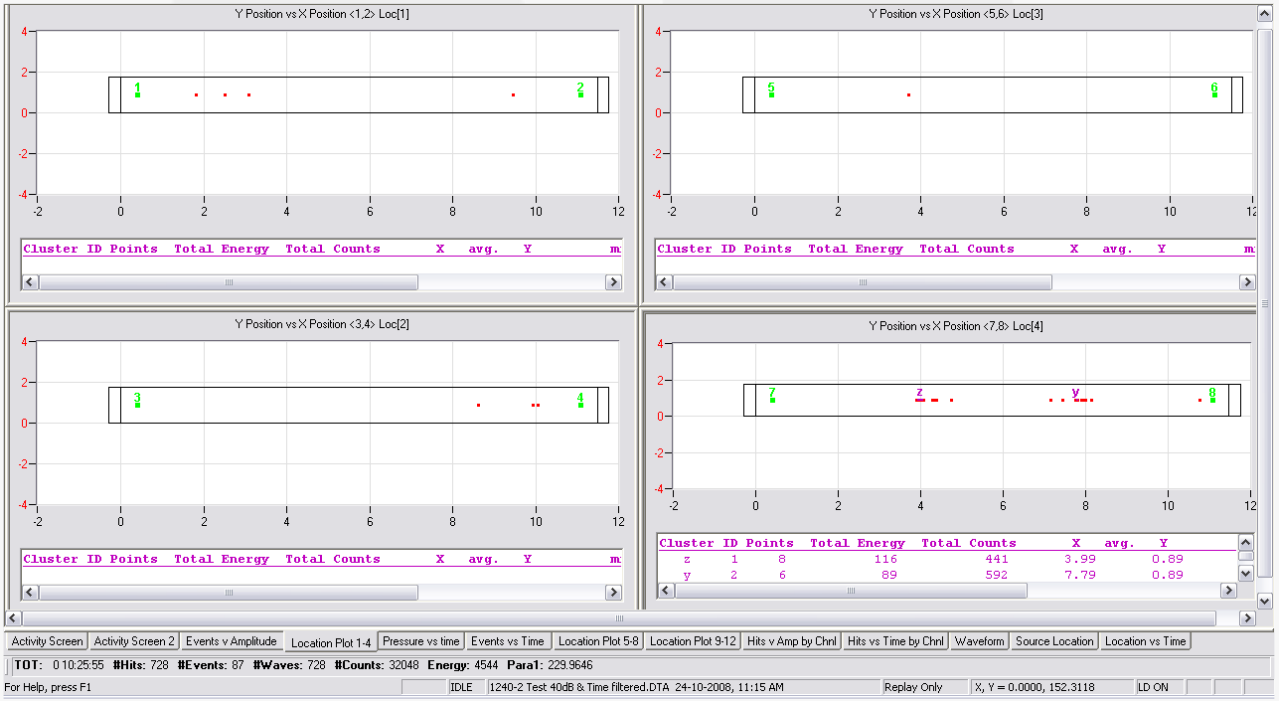
فشار تست به طور پیوسته ثبت می‌شود، همانطور که همه سیگنال‌های AE و رویدادهای واقع شده ثبت می‌شوند. بازرسی بهتر است به صورت مخفی انجام شود زیرا هم باران و هم باد با سرعت بالای ۱۵ کیلومتر در ساعت باعث ایجاد صدای بیش از حد پس زمینه می‌شوند و بنابراین از آزمایش جلوگیری می‌کنند. هر آزمایش بسته به تعداد سیلندرها، فشار راه اندازی، عملکرد کمپرسور و نرخ فشار قابل دستیابی تا یک روز طول می‌کشد.



شکل۴ نتایج آزمایش: شکل بالا - فشار در مقابل مدت زمان آزمایش و شکل پایین - ضربه های AE از همه سنسورها در مقابل زمان



شکل۵: شکل بالا- بازدیدها در مقابل کانال، شکل پایین- انرژی در مقابل کانال



شکل۶: نمایش رویدادهای AE واقع شده (قرمز) برای استوانه‌های۱ تا ۴. به دسته‌های z و y به استوانه ۴ توجه کنید.

نتیجه گیری

آزمایش AE به عنوان جایگزینی برای آزمایش اثبات هیدرواستاتیک متداول پذیرفته شده است زیرا یکپارچگی سیلندر را بدون خارج کردن آن از خط ارزیابی می‌کند. AE یک ابزار بسیار مفید در تعیین یکپارچگی ساختار مخازن تحت فشار مانند سیلندر گاز است زیرا کل ساختار در یک آزمایش ارزیابی می‌شود و فقط ناپیوستگی‌های فعال در آن قرار دارند. AE ناپیوستگی های فعال و موقعیت آنها را در امتداد سیلندر نشان می‌دهد. سپس با استفاده از تکنیک‌های NDT معمولی مانند اولتراسونیک ارزیابی می‌شوند. AE همچنین نشت‌ها را قبل از اینکه با روش‌های دیگر شناسایی شود، شناسایی می‌کند و در نتیجه از انتشار گاز خطرناک در حین کار اطمینان حاصل می‌کند.