



FRP - تست آکوستیک امیشن

FRP چیست؟

استفاده از پلیمر تقویت شده با الیاف (Fiber Reinforced Polymer-FRP) برای مخازن و لوله‌کشی در صنایع فرآوری شیمیایی (chemical processing industry-CPI) در دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. از همان اوایل استفاده از FRP برای تجهیزات مقاوم در برابر خوردگی، چالش‌هایی را به وجود آورد. زیرا مهندسان مجبور بودند روش‌های طراحی و ساخت جدیدی را متناسب با رفتار مواد ایجاد کنند. متأسفانه، میراث اولیه این چالش‌ها، خرابی‌های متعدد FRP بود که گاهی اوقات کارگران را مجروح می‌کرد. علیرغم مزایای صنعتی غیرقابل انکار FRP برای CPI، در اوایل دهه ۱۹۷۰ برخی از مالکان مهم مخازن FRP استفاده از آن را تا بهبود قابلیت اطمینان آن متوقف کردند.

از آن زمان، تلاش‌های مهندسی نقص‌های طراحی اولیه را برطرف کرده و منجر به استانداردهای طراحی و ساخت خوبی شده‌است. برای ادامه استفاده از مخازن FRP، یک روش آزمایش غیرمخرب (NDT) برای ارزیابی ساختار FRP و اطمینان از اینکه مراحل راه‌اندازی نهایی آزمایش هیدرولیک و آزمایش اثبات آسیبی ایجاد نکرده است، مورد نیاز بود. در دهه ۱۹۷۰، بررسی آکوستیک امیشن به عنوان یک روش آزمایشی آغاز شد. این بررسی توسط کمیته انتشار آکوستیک از پلاستیک تقویت شده (CARP-Committee on Acoustic Emission from Reinforced Plastic)، از جمله مشارکت تامین کنندگان مواد، کاربران، تامین کنندگان تجهیزات تست و سازندگان FRP تکمیل شد.

نتیجه مطالعات CARP رویکردی بود که براین اثر متمرکز بود:

"نسبت Felicity" نسبت تنش است که در آن سطح خاصی از انتشار صوتی در مقایسه با تنش اعمال شده قبلی که در آن همان سطح گسیل صوتی رخ داده است، رخ می‌دهد. اینکه چگونه آسیب به FRP ناشی از یک بار آزمایشی - مانند پر کردن آب - می‌تواند انتشار صوتی پلیمر تقویت شده با الیاف را هنگامی که بار برداشته و سپس دوباره اعمال می‌شود، تغییر دهد. اغلب می‌توان با نسبت Felicity کمتر از ۱۰۰ مواجه شد.

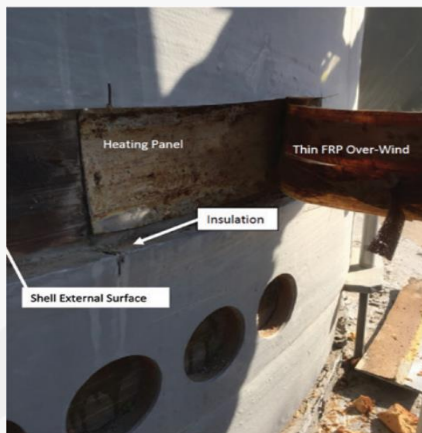
مثال موردی

این مطالعه شامل یک مخزن است که تحت آزمایش AE مطابق با "روش استاندارد برای بررسی انتشار آکوستیک مخازن / مخازن با رزین پلاستیکی تقویت شده با فایبرگلاس (FRP) قرار گرفته است. یک مخزن FRP که برای ذخیره‌سازی اسید فسفریک استفاده می‌شود، پس از ۱۰ سال کارکرد بدون هیچ گونه مشکل نگهداری، نشستی یا آسیب خارجی، نیاز به آزمایش AE دارد. برای جلوگیری از تجزیه اسید، حرارت دادن برای حفظ دما در سطح مورد نیاز ضروری بود. مخزن دارای پانل‌های گرمایش الکتریکی خارجی بود که توسط یک پوشش FRP در جای خود نگه داشته می‌شد.

بین پانل‌ها، نوار نازک FRP (با ضخامت حدود ۱ میلی متر) با پوسته در تماس بود و احتمالاً به پوسته متصل می‌شد. روی پانل‌ها، عایق قرار داده شد. هیچ دسترسی به سطح بیرونی پوسته مخزن وجود نداشت زیرا با عایق زیر روکش پوشیده شده بود. شکل



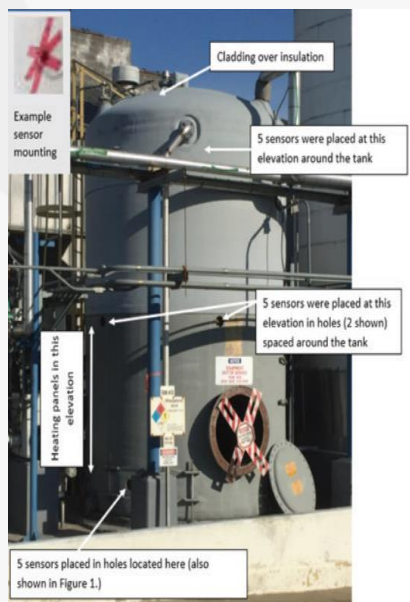
۱ ساختار بیرونی مخزن را نشان می‌دهد. این اولین بار بود که آزمایش AE روی این مخزن انجام شد. هیچ آزمایش AE برای این تانک در زمانی که جدید بود تکمیل نشد. بازرسی آزمون AE توسط یک مرجع گواهی کننده واجد شرایط بود.



شکل ۱: ساختار خارجی پوسته مخزن

برای تست AE سنسورها را بر روی پوسته مخزن قرار میدهند. در این حالت، آنها باید روی سطح بیرونی مخزن قرار گیرند. آنها را نمی‌توان در همان محل پدهای گرمایش یا روی عایق قرار داد. برای ایجاد تماس با پوسته، سوراخ‌هایی در عایق بریده شد تا دسترسی مستقیم به پوسته فراهم شود. سه مورد از این سوراخ‌ها در شکل ۱ قابل مشاهده است.

شکل ۲ تقریباً محل قرارگیری سنسورها را نشان می‌دهد. سوراخ‌های عایق در ارتفاع وسط و سطح پایین قابل مشاهده است. توجه داشته باشید که پانل‌های گرمایش بین ردیف پایین سنسورها (ردیف ۱) و ردیف وسط سنسورها قرار داشتند.

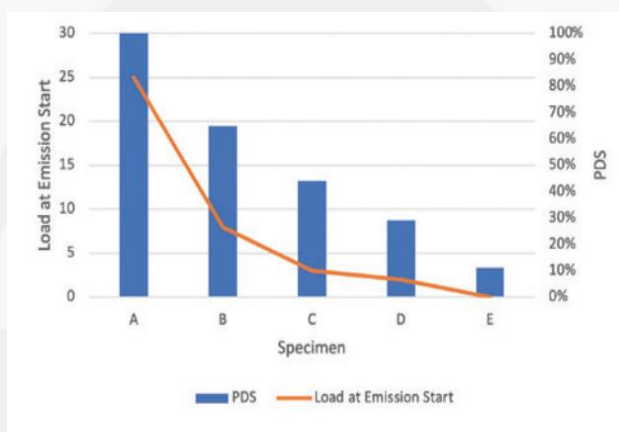


شکل ۲: قراردادن سنسور



کاربرد آزمون آکوستیک امیشن برای FRP

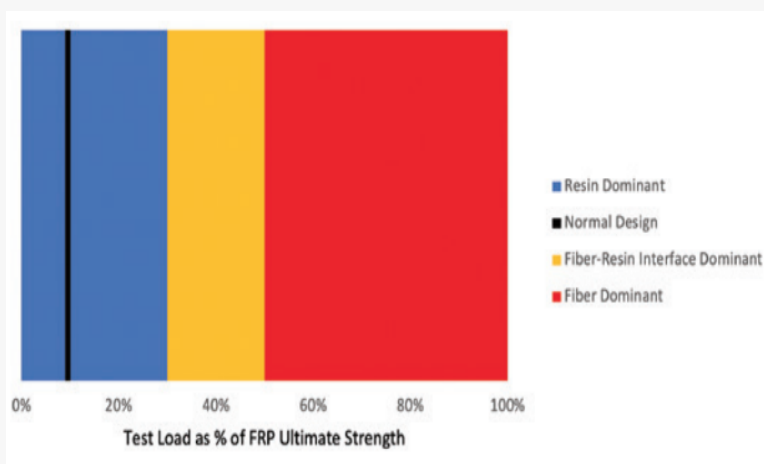
همانطور که در بالا مورد بحث قرار گرفت، روش های AE برای مخازن پلیمر تقویت شده با الیاف با تلاش متمرکز برای ارائه روش های غیر مخرب برای ارزیابی ساختاری FRP توسعه یافتند. برخی از اولین نتایج گزارش شده در شکل ۳ مشخص است. نتایج آزمایش ۴ نمونه FRP را نشان می دهد که بین ۱ روز تا ۱ سال در یک حمام شیمیایی غوطه ور شده بودند. همه نمونه ها در خمش ۳ نقطه ای، مشابه ASTM D790 بارگذاری شدند، در حالی که برای تشعشعات صوتی نظارت می شدند.



شکل ۳: مقایسه بار شروع انتشار و PDS

بسیاری از مطالعات اولیه که نشان می دهند چگونه AE می تواند به طور موثر عیوب ساختاری در FRP را تشخیص دهد، این کار را در درجه اول با خم کردن نمونه های FRP انجام دادند. نتایج در شکل ۳، FRP به شدت آسیب دیده که منجر به بارهای بسیار کم در شروع انتشار شده است. به طور معمول، انتظار می رود که FRP آزمایش شده برای تشعشعات صوتی به اندازه نمونه های C، D یا E به شدت آسیب نبیند.

AE به طور موفقیت آمیزی برای ارزیابی آسیب به موانع خوردگی استفاده نشده است و استانداردهای موجود به این موضوع رسیدگی نمی کنند. منطقی است انتظار داشت که هیچ کاهشی در بازرسی های داخلی مخزن در اثر استفاده از AE ایجاد نشود. از زمان استقرار اولیه آزمایش AE برای FRP، تحقیقات برای یافتن پیشرفت ها و بهبود نتایج ادامه دارد. این تحقیق اغلب بارهایی را گزارش می کند که به عنوان کسری از استحکام نهایی یا شکست FRP مورد آزمایش اعمال می شود. شکل ۴ این را خلاصه می کند و شامل سطح نرمال تنش است که برای طراحی مخزن و لوله FRP با استفاده از استانداردها و کدهای مدرن استفاده می شود.



شکل ۴: بارهای اعمال شده در تحقیقات AE

تأثیر آکوستیک امیشن بر قابلیت اطمینان FRP

از زمانی که تست AE و کدها و استانداردهای بهبود یافته ایجاد شد، قابلیت اطمینان مخازن پلیمر تقویت شده با الیاف در CPI بهبود چشمگیری داشته است. علیرغم مثال ذکر شده در بالا، استفاده غالب از آزمایش AE برای آزمایش و واجد شرایط بودن مخازن FRP جدید بوده است، به ویژه زمانی که ASME RTP-1 و ASME B&PV بخش X در طول طراحی و ساخت استفاده می‌شوند. هنگام آزمایش یک مخزن جدید FRP در حین آزمایش هیدرولیک یا آزمایش فشار، گذراندن آزمون AE دلیل قطعی این است که مخزن از نظر ساختاری سالم است. برای FRP در حین خدمت، گذراندن آزمون AE نیز دلیلی بر این است که مخزن از نظر ساختاری سالم است.

در انطباق با الزامات آزمایش AE در مخازن جدید، سازندگان یاد گرفته‌اند که چگونه با استفاده از روش‌های ساخت بهبودیافته، موفقیت آزمایش را به حداکثر برسانند. این روش‌ها شامل بهترین روش‌ها برای نصب اتصالات و تا حد امکان، پیوست‌های خارجی مانند عایق یا پانل‌های گرمایش در مثال بالا است. مهم است که اتصالات خارجی در طول آزمایش AE نصب نشوند تا احتمال شکست آزمون به دلیل چیزی غیرمرتبط با سلامت ساختاری واقعی مخزن، کاهش یابد.