روش انتخاب سنسور آکوستیک امیشن

سنسور اولین بخش در زنجیره اندازه گیری AE را تشکیل می‌دهد و از این رو از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به پیشرفت اخیر فناوری مدارهای الکترونیکی، پردازش سیگنال پیشرفته امکان پذیر است. سنسور آکوستیک امیشن مهمترین ابزار برای اندازه‌گیری سیگنال AE است. یک سیستم اندازه‌گیری فقط می‌تواند سیگنال‌هایی را پردازش کند که سنسور AE دریافت کرده است. یک سنسور AE حرکت سطح ناشی از یک موج الاستیک را به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند که می‌تواند توسط تجهیزات اندازه‌گیری پردازش شود. عنصر پیزوالکتریک سنسور آکوستیک امیشن باید ضعیف‌ترین حرکات سطحی را بگیرد (یعنی حساسیت بالایی داشته باشد) و این حرکت را به بهترین نحو به ولتاژ الکتریکی تبدیل کند. سنسورهای AE را می‌توان در یک فرکانس خاص (که تشدید نیز نامیده می شود) یا با یک پاسخ فرکانس وسیع (باند وسیع) بسیار حساس طراحی کرد. مدل‌های ویژه سنسور AE برای دماهای بالا و همچنین سنسورهای دارای گواهی ATEX برای نصب در مناطق خطرناک نیز موجود است.

راهنمای انتخاب سنسور آکوستیک امیشن

Vallen Systeme GmbH سنسورهای مختلفی را برای انواع برنامه‌ها ارائه می دهد. انتخاب یک سنسور مناسب برای یک برنامه AE خاص برای موفقیت اندازه گیری بسیار مهم است. در بیشتر موارد، معیار اصلی برای انتخاب سنسور آکوستیک امیشن باید پاسخ فرکانسی باشد که متناسب با کاربرد باشد. در برخی کاربردهای خاص، الزامات قانونی و محیطی (مانند دمای بالا، سفتی آب/روغن، نصب منطقه خطرناک) ممکن است محدودیت‌های شدیدتری در انتخاب سنسور آکوستیک امیشن نسبت به پاسخ فرکانسی ایجاد کند. این مقاله نکات مفیدی در مورد چگونگی انتخاب یک سنسور AE مناسب برای هر برنامه ارائه می‌دهد.

شرایط محیطی

اکثر سنسورهای آکوستیک امیشن برای شرایط محیطی معمولی که در طول آزمایش میدانی یا در آزمایشگاه با آن مواجه می‌شوند، مشخص شده‌اند. با این حال برخی از کاربردها بر روی سطوح داغ ماشین آلات نیاز به سنسورهای AE ویژه دارند. استفاده از سنسورهای AE خارج از محدوده دمایی مشخص شده می‌تواند باعث آسیب دائمی به سنسور یا خراب کردن سیگنال سنسور شود. برای محیط‌های با دمای بالا، تنها چند سنسور آکوستیک امیشن ممکن است مناسب باشند و محدوده دما باید اولین معیار برای محدود کردن انواع سنسور AE باشد. برخی از کاربردها نیاز به سنسورهای AE مناسب برای نصب در مناطق خطرناک یا سنسورهای AE مقاوم در برابر آب/ روغن دارند.

محدوده فرکانس

میرایی در واحد فاصله با فرکانس افزایش می‌یابد. اکثرا ، فرکانس‌های بالای ۴۰۰ کیلوهرتز بی معنی هستند و به منظور به حداقل رساندن نویز الکترونیکی قطع می‌شوند. برخی از پیش تقویت‌کننده‌های استاندارد و پردازنده‌های سیگنال قادر به پردازش فرکانس تا ۲,۲ مگاهرتز هستند (مانند AMSY-6). طبقه‌بندی در فرکانس پایین، استاندارد و بالا دلخواه است و برنامه‌هایی وجود دارند که از کلاس‌های فرکانس متفاوت بسته به وجود نویز پس‌زمینه (حرکت به فرکانس‌های بالاتر) یا فاصله سنسور وسیع (حرکت به

فرکانس‌های پایین‌تر) استفاده می‌کنند. با این حال، برای اکثر برنامه‌ها، این طبقه بندی برای دریافت یک نمای کلی سریع مفید است. سنسورهای AE که به طور یکنواخت به باند بسیار وسیعی از فرکانس‌ها پاسخ می‌دهند، به عنوان سنسورهای باند پهن شناخته می‌شوند.

اکثر سنسورهای AE از نوع تشدید هستند که به این معنی است که آنها در فرکانس تشدید خود حساس هستند. این سنسورهای AE ممکن است دارای باندهای فرکانسی دیگری باشند که حساسیت آنها کم است. فرکانس تشدید عامل تعیین کننده ای است که برای کاربرد این سنسورهای AE می‌توان استفاده کرد.

یافتن محدوده فرکانس مناسب برای یک برنامه خاص باید عواملی مانند مواد، اندازه نمونه و نویز پس زمینه را در نظر بگیرد. میرایی وابسته به فرکانس است: هر چه فرکانس بیشتر باشد، میرایی در واحد فاصله بیشتر است. معمولاً فاصله سنسور AE را می‌توان هنگام حرکت به فرکانس‌های پایین‌تر افزایش داد. از سوی دیگر، نویز پس‌زمینه، مانند ماشین‌های تولید، معمولاً در محدوده فرکانس پایین‌تر (<۱۰۰ کیلوهرتز) برجسته‌تر است. بنابراین هنگام حرکت به فرکانس های بالاتر می‌توان از تحریک کاذب جلوگیری کرد.

Application	20-100 kHz	100-400 kHz	>400 kHz
Corrosion screening of flat bottom storage tanks	x		
Leakage detection in water/oil pipelines	x		
Hot reheat pipe crack detection		x	
Integrity testing of pressure vessels		x	
Partial discharge detection	x	x	
Integrity testing of metallic structures		x	

تعیین محدوده فرکانس صحیح سنسورهای AE برای یک تست یکپارچه

موج الاستیک معمولاً قبل از رسیدن به سنسور آکوستیک امیشن به شدت تحت تأثیر مکانیسم های انتشار قرار می‌گیرد. محتوای فرکانس موج به ویژه تحت تأثیر مکانیسم منبع و همچنین ماده ای است که موج از طریق آن منتشر می شود. ماده ای که در آن موج الاستیک منتشر می شود تأثیر بسیار ناهمگنی بر توزیع فرکانس دارد. همچنین انتشار موج می‌تواند تحت تأثیر ویژگی‌های ماکروسکوپی جسم آزمایشی قرار گیرد. محدوده فرکانس صحیح برای یک کاربرد خاص را می‌توان در صورت امکان به صورت تجربی تعیین کرد. یک سنسور AE پهن باند بسیار مسطح و تجهیزات اندازه‌گیری AE مورد نیاز است. سنسور پهن باند AE باید روی جسم نصب شود. برش‌های سربی مدادی برای تحریک امواج الاستیک که سنسور آکوستیک امیشن می‌گیرد استفاده می‌شود. شکل موج سیگنال‌های اندازه‌گیری شده را می‌توان برای محتوای فرکانس اولیه آنها با انجام (FFT) بر روی سیگنال‌ها مشخص کرد. FFT ها باید در بازه‌های زمانی سیگنال که دارای بالاترین دامنه هستند انجام شود. انتخاب سنسور AE توسط محتوای

فرکانس اولیه شناسایی شده توسط FFT ها هدایت می‌شود. یک سنسور AE (باند پهن یا رزونانس) باید پاسخ قابل توجهی در محدوده فرکانس‌های برانگیخته با بالاترین دامنه داشته باشد.

اندازه سنسور AE و پاسخ فرکانس

اندازه عنصر پیزوالکتریک بر فرکانس رزونانس سنسور آکوستیک امیشن تأثیر می‌گذارد. به طور کلی فرکانس رزونانس برای عناصر پیزو کوچکتر بیشتر است. بنابراین فرکانس رزونانس مورد نظر تأثیر عمده‌ای بر اندازه سنسور دارد. یعنی هرچه محدوده فرکانس سنسور آکوستیک امیشن کمتر باشد اندازه آن بزرگتر است.

نصب سنسورهای آکوستیک امیشن

یک سنسور آکوستیک امیشن باید محکم روی سطح سازه تحت آزمایش نصب شود. نصب باید اطمینان حاصل کند که یک سنسور AE نمی‌تواند در طول آزمایش حرکت کند و اطمینان حاصل شود که تلفات انتقال از طریق رابط بین سطح جسم آزمایش و وجه حساس سنسور AE حداقل است. روش‌های نصب را می‌توان به دو گروه دسته‌بندی کرد: پایه‌های فشاری و پایه‌های چسب.

استفاده از کوپلنت

کوپلنت اعمال شده بین سطح جسم آزمایشی و بخش حساس سنسور آکوستیک امیشن به طور موثر حساسیت سنسور را افزایش می‌دهد. یک کوپلنت باید با توجه به محیط (مانند دما، فشار، ترکیب جو یا محیط مایع) انتخاب شود. مهمتر از همه، یک کوپلنت باید از نظر شیمیایی با سطح جسم مورد آزمایش سازگار باشد (به عنوان مثال، خوردگی نداشته باشد).

دسته بندی سنسورها

سنسورهای آکوستیک امیشن را می‌توان به سنسورهایی با پیش تقویت‌کننده یکپارچه و سنسورهای بدون پیش تقویت‌کننده یکپارچه طبقه‌بندی کرد. با توجه به طبقه بندی به ۳ فرکانس سنسورهای فرکانس پایین، فرکانس استاندارد و فرکانس بالا در دسترس هستند. علاوه بر این، سنسورهایی برای محدوده فرکانس وسیع نیز در دسترس هستند. سنسورهای AE را می‌توان به محیطی که در آن نصب می‌شود طبقه‌بندی کرد: سنسورهای محیط استاندارد، سنسورهای ضد آب، سنسورهای دمای بالا و سنسورهای مناطق خطرناک انفجار (سنسورهای دارای گواهینامه ATEX).

سنسورهای AE نیز ممکن است در سنسورهای بزرگ و کوچک دسته بندی شوند. معمولا سنسورهای فرکانس بالا کوچک هستند در حالی که سنسورهای فرکانس پایین بزرگ هستند. سنسورهای فرکانس بالا همیشه بدون پیش تقویت‌کننده یکپارچه تولید می‌شوند. سنسورهای فرکانس پایین و سنسورهای فرکانس استاندارد معمولاً بدون پیش تقویت کننده یکپارچه (اندازه متوسط) و با پیش تقویت کننده یکپارچه (بزرگ) در دسترس هستند. Vallen Systeme GmbH از یک قرارداد نام‌گذاری پیروی می‌کند که امکان شناسایی محدوده فرکانس و عملکرد سنسورها و همچنین محیط کاربردی که در آن یک سنسور می‌تواند نصب شود را می‌دهد.