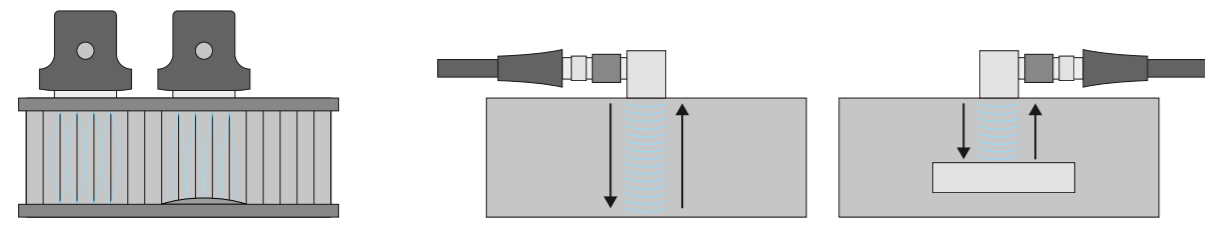


Technika badania spójności – podstawowe informacje

Często zadawane pytania

Czy badanie zespojenia przebiega tak samo jak badanie ultradźwiękowe?

Skądże! Podczas badania ultradźwiękowego generowane są impulsy ultradźwiękowe, które nie mogą rozchodzić się w powietrzu. W badaniu zespojenia są wykorzystywane impulsy akustyczne, które mogą rozchodzić się w powietrzu.



Jakie materiały są często badane?

Często badane są połączenia w kompozytach o strukturze plastra miodu, polimerach wzmocnionych włóknami węglowymi, we włóknach szklanych oraz spoiwa łączące metal z metalem.



Gdzie można znaleźć takie materiały?

Materiały te są powszechnie stosowane w przemyśle lotniczym, kolejowym, pojazdach użytkowych i łodziach rekreacyjnych.

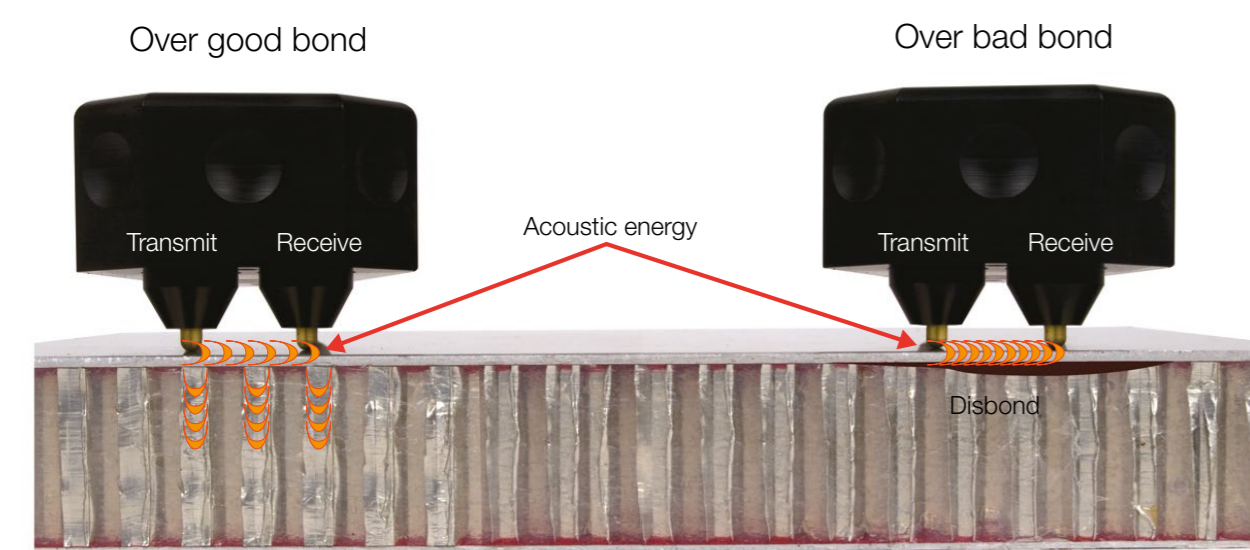


5 metod inspekcji

Tryb badania Pitch-Catch

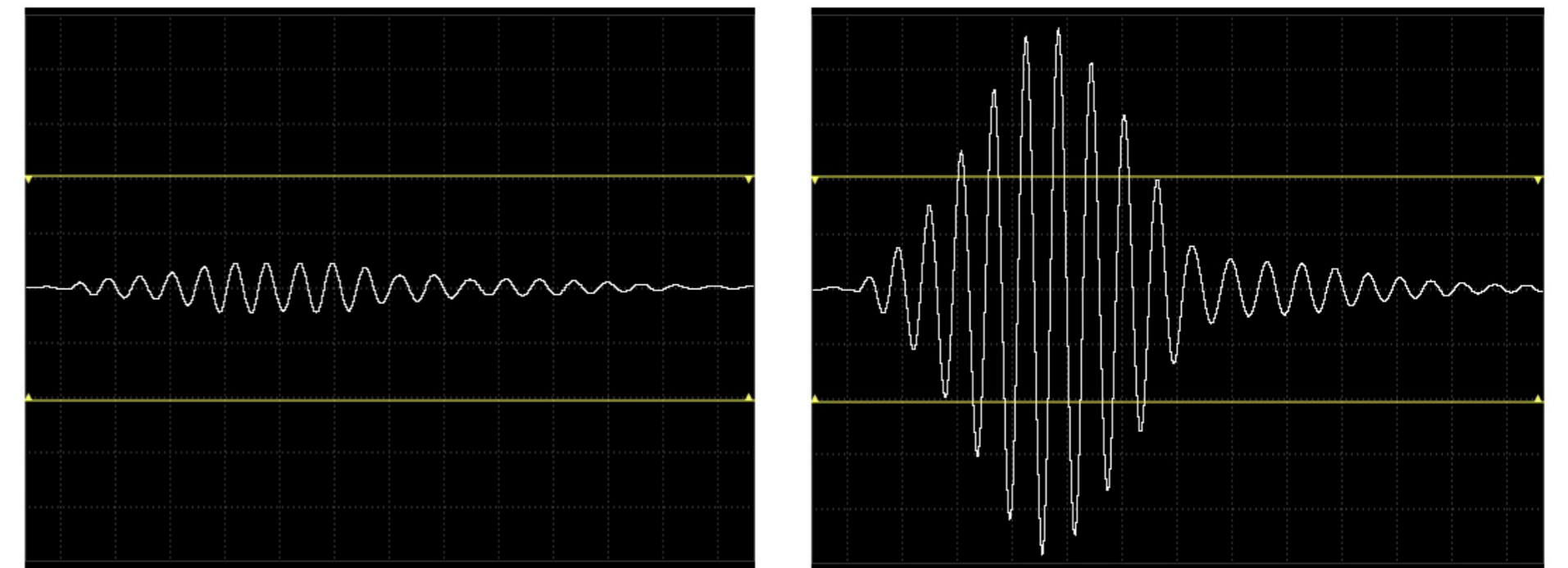
W trybie badania Pitch-Catch wykorzystywana jest akustyczna głowica dwuprzetwornikowa działająca punktowo, bez środka sprężającego. W tym trybie jeden przetwornik nadaje (pitch) impuls energii akustycznej do badanej części, a drugi przetwornik odbiera (catch) dźwięk rozchodzący się po badanej części między końcówkami (przetwornikami) głowicy. Stan zespojenia znajdującego się pod dwoma końcówkami głowicy wpływa na własności energii akustycznej przenoszonej pomiędzy tymi końcówkami; własności te mogą być wyświetlane w postaci zmiany fazy i amplitudy.

Jeśli stan zespojenia jest dobry, część energii akustycznej jest tłumiona przez strukturę znajdującą się pod badaną powierzchnią, w wyniku czego na przyrządzie wyświetlana jest mniejsza amplituda sygnału. Jeśli stan zespojenia jest zły (doszło do odspojenia), fale przemieszczają się pomiędzy przetwornikami nadawczym (pitch) a odbiorczym (catch), a wytłumienie energii przez zespoloną strukturę jest nieznaczne. Powoduje to wyświetlenie większej amplitudy sygnału. W trybie Pitch-Catch użytkownik może wybrać jedną z trzech metod inspekcji: metoda RF, metoda impulsowa i metoda przemiatania.



Pitch-Catch: metoda RF

Jeśli w trybie pitch-catch wybrano metodę RF, odbierany sygnał omija detektor amplitudy lub fazy i amplitudy. Inspekcja jest wykonywana przy stałej częstotliwości określonej podczas konfiguracji badania. Częstotliwość jest tak dobrana, aby zapewnić maksymalny ruch uginający dla danej grubości warstwy i rodzaju materiału. Za pomocą zmiennego odstępu czasowego wybierany jest cykl impulsów, przy którym podczas przesuwania głowicy z obszaru z prawidłowym zespojeniem do obszaru z odspojeniem obserwowana jest największa zmiana amplitudy. Amplituda będzie większa przy obszarze z odspojeniem, ponieważ ruch dla płyty lub warstwy jest ograniczony przy zespojeniu, a energia jest wytłumiana przez materiał bazowy spoiwa.

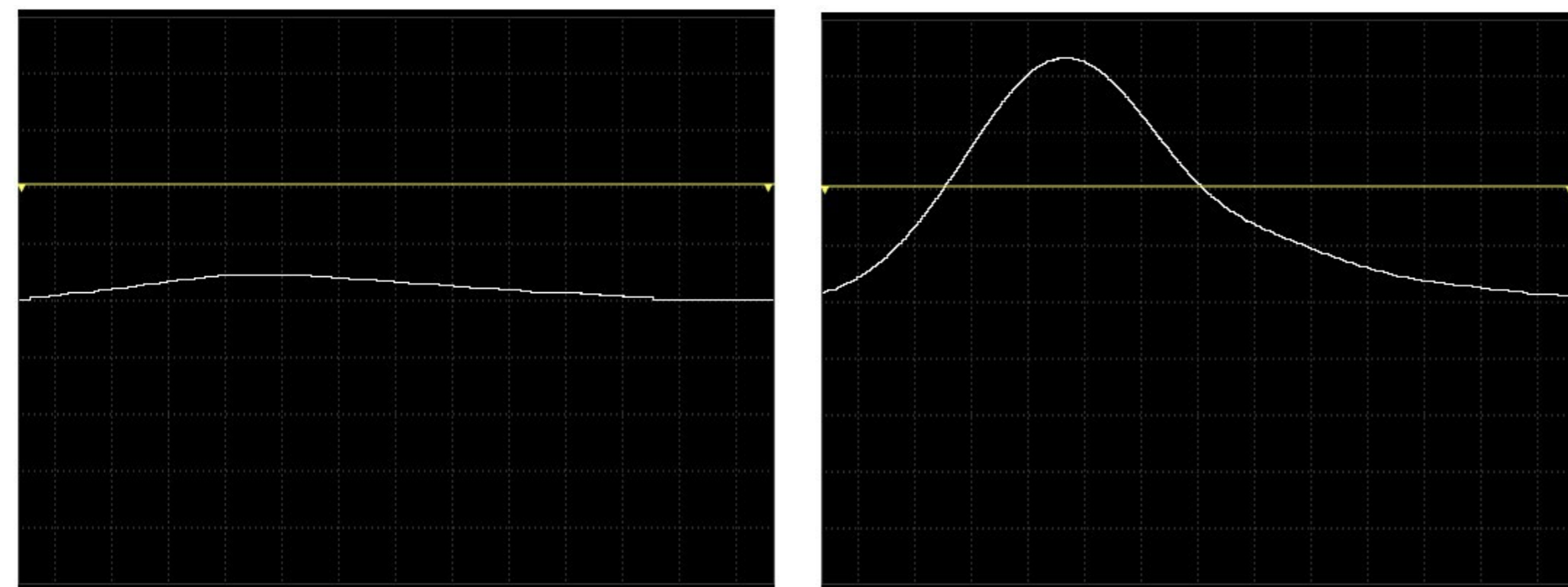


Sygnal RF – prawwidlowe zespojenie

Sygnal RF – odspojenie

Pitch-Catch: metoda impulsowa

W tej metodzie wykorzystywana jest ta sama technika, co w metodzie RF, ale odbierany sygnał jest wysyłany do detektora amplitudy lub fazy i amplitudy. Detektor ten generuje zewnętrzną obwiednię sygnału, co powoduje wygładzenie sygnału. Wykrywana jest różnica amplitudy i/lub fazy pomiędzy spojeniem w dobrym i złym stanie. Podobnie jak w przypadku metody RF, użytkownik ustawia optymalny odstęp czasowy wzdłuż sygnału, aby monitorować moment, w którym wada w największym stopniu wpływa na odbierany sygnał.



Sygnal impulsu – prawwidlowe zespojenie

Sygnal impulsu – odspojenie

Pitch-Catch: metoda przemiatania (Swept)

Częstotliwość jest przemiatana w określonym zakresie, co powoduje, że wyświetlana trajektoria kołowa jest większa dla materiału, w którym występuje odspojenie. Trajektorja kołowa przedstawia fazę i amplitudę sygnału w całym zakresie częstotliwości. Jedną z istotnych zalet tej metody jest to, że efekt oddalenia głowicy od powierzchni (tzw. efekt lift-off) można odróżnić od sygnału wskazującego na odspojenie. W odróżnieniu od metody RF lub impulsowej, w metodzie przemiatania częstotliwość nie jest stała; inspekcja odbywa się przy zdefiniowanym zakresie przemiatania częstotliwości i zdefiniowanym zakresie powtórzeń.

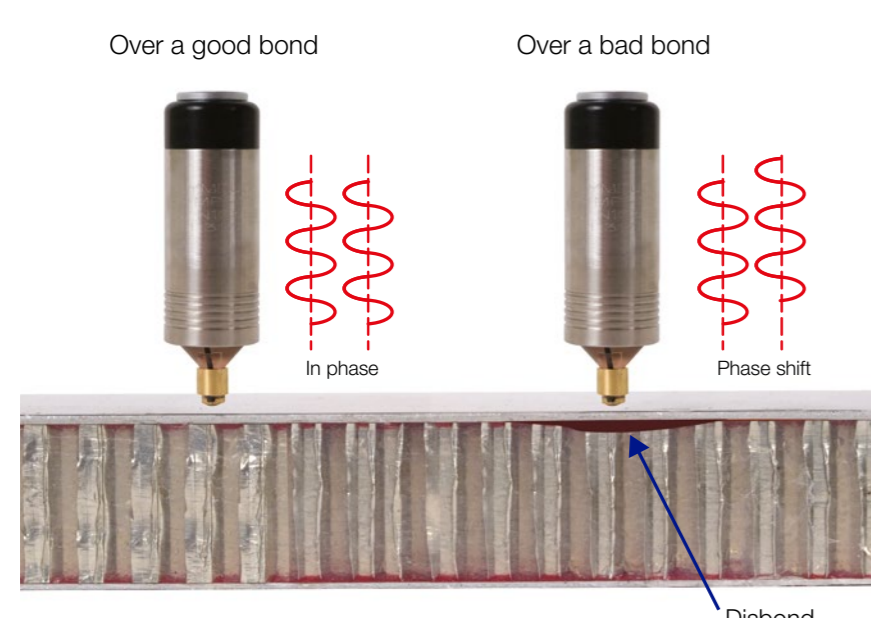
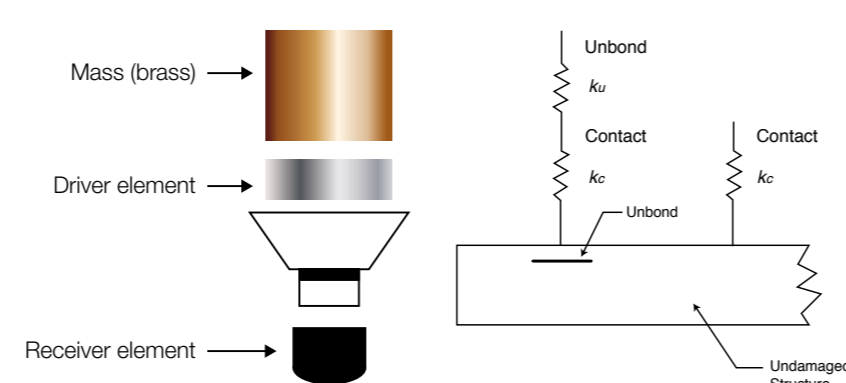
W metodzie przemiatania stosowanej w trybie Pitch-Catch do aktywacji przetwornika nadawczego stosowane są częstotliwości z zakresu od 5 kHz do 100 kHz. Energia w postaci fali płaskiej jest przenoszona przez badaną część pomiędzy dwoma końcówkami głowicy. Wykrywane są sygnały zwrotne, a widok fazy i amplitudy wskazuje, w jaki sposób prawidłowe zespojenia i odspojenia wpływają na ścieżkę dźwięku. Częstotliwość przemiatania generuje kołowy wzór z niewielkimi pętlami rezonansowymi, idealny dla stożkowego, aluminiowego rdzenia.



Tryb MIA

W metodzie testowej MIA (analiza impedancji mechanicznej) wykorzystywana jest dwuprzetwornikowa głowica z jedną końcówką. Przetwornik nadawczy generuje fale dźwiękowe, a przetwornik odbiorczy wykrywa wpływ zmian stanu wiązania w badanej części na obciążeniu głowicy. Podczas konfiguracji testu nadawana częstotliwość jest przemiatana w zakresie od 2 kHz do 50 kHz w celu ustalenia częstotliwości optymalnej dla danego testu. Następnie wykonywany jest test przy stałej częstotliwości. W metodzie tej nie jest wymagane stosowanie środka sprężającego, a powierzchnia styku jest mała, co sprawia, że jest ona odpowiednia do badania powierzchni nieregularnych lub zakrzywionych. Metoda ta dobrze nadaje się do wykrywania odspojień, zmiężdżeń rdzenia i wad wewnątrz struktur kompozytowych. Metoda ta jest stosowana do skanowania ciągłego lub mechanicznego z wykorzystaniem obciążenia sprężyny lub stałego nacisku na końcówkę głowicy.

Na obciążenie przetwornika odbiorczego na dole głowicy wpływa sztywność próbki, która zmienia się od wysokiej (prawidłowa spójna) do niskiej (odspojenie). Model sprężyny, opracowany przez P. Cawleya, opisuje impedancję mierzoną w górnej części sprężyny (sztywność sprężyny), co oznacza, że sztywność sprężyny w przypadku odspojenia jest różnicą pomiędzy sztywnością stykową a sztywnością wady. W przypadku kompozytu, w którym występują prawidłowe zespojenia, sztywność sprężyny jest równa sztywności stykowej. Ze względu na to, że pomiary dokonuje się poprzez porównanie sztywności, wyniki są lepsze w przypadku sztywnych konstrukcji, ponieważ w przypadku kompozytów elastycznych wartości sztywności dla zespojenia i odspojenia różnią się w mniejszym stopniu. Sztywność wady zależy od rozmiaru i grubości odspojenia. Impedancja zmienia się wraz z częstotliwością, dlatego, aby zapewnić dobrą jakość wyników, kluczowe jest wybranie odpowiedniej częstotliwości do testu.



Tryb rezonansowy

Ultradźwiękowa głowica kontaktowa działająca z częstotliwością rezonansową jest przykładana do części wraz ze środkiem sprężającym.

Wykonywana jest analiza zmian impedancji elektrycznej w czujniku w celu wykrycia odspojień. Metoda ta dobrze sprawdza się do badania wielu materiałów z odspojeniami oraz materiałów rozwarstwionych. W wielu przypadkach głębokość odspojenia jest związana z obrotem fazy sygnału. Do tego testu wymagany jest płynny środek sprężający i specjalne głowice, co może ograniczyć lub utrudnić jego stosowanie.

W metodzie rezonansowej wykorzystywane są specjalne ultradźwiękowe głowice kontaktowe o wąskim paśmie. Metoda ta opiera się na pomiarze zmiany impedancji silnie rezonującego przetwornika ultradźwiękowego wysokiej jakości po sprzężeniu akustycznym z materiałem. Na impedancję elektryczną przetwornika wpływa impedancja akustyczna badanej części, a impedancja akustyczna w konkretnym kompozycie zmienia się przy braku zespojenia.

