

Spis treści

1 Wstęp	3
2. Budowa miernika	7
3. Przygotowanie do pomiarów.....	11
4. Pomiar	16
5. Obsługa menu operacyjnego	36
6. Serwis.....	38
7. Transport i przechowywanie miernika	38

1 Wstęp

MT200 jest cyfrowym miernikiem przeznaczonym do pomiarów grubości materiałów. Działając na podobnej zasadzie jak echosonda, miernik dokonuje pomiarów grubości materiałów z dokładnością aż do 0,01mm (lub 0,001cali). Miernik sprawdza się przy pomiarach grubości różnorodnych materiałów metalicznych i niemetalicznych.

1.1 Specyfikacja techniczna

- 1) Wyświetlacz: matryca 128x64 z podświetleniem.
- 2) Zakres pomiarowy: 0,75~300mm (dla stali).
- 3) Zakres prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w mierzonym środowisku: 1000~9999 m/s.
- 4) Rozdzielczość: 0,1/0,01mm wybierana
- 5) Dokładność: \pm (0,5% odcz. + 0,04mm),
- 6) Jednostki: metryczne/anglosaskie (wybierane).
- 7) Próbkowanie: 4 pomiary/sek. dla trybu pomiarów pojedynczych; 10 pomiarów/sek. dla trybu pomiarów ciągłych (scan mode).
- 8) Pamięć: do 100 zbiorów wyników (do 100 wyników pomiarów w każdym zbiorze).
- 9) Możliwość uprzedniego ustawienia limitu górnego i dolnego. Automatyczny alarm w momencie, gdy odczyt przekroczy jeden z limitów.
- 10) Zasilanie i czas pracy: Baterie alkaliczne 1,5V , 2x AA (LR06), standardowo 100 godzin (bez podświetlenia).

-
- 11) Komunikacja: przy pomocy opcjonalnego kabla
 - 12) Wyłączana obudowa urządzenia wykonana z aluminium nadaje się do użytkowania w trudnych warunkach
 - 13) Wymiary 77 x 33 x 131mm. (szer x gł x wys)
 - 14) Masa: 345g

1.2 Funkcje główne

- 1) Pomiar grubości szerokiego spektrum materiałów, zarówno metali jak i tworzyw sztucznych, ceramiki, szkła oraz innych materiałów, w których rozchodzi się fala ultradźwiękowa.
- 2) Dostępne są 4 sondy dedykowane dla zastosowań szczególnych, takich jak: pomiar grubości materiałów chropowatych lub o wysokiej temperaturze.
- 3) Funkcja Probe-zero, Funkcja kalibracji prędkości rozchodzenia fali dźwiękowej.
- 4) Funkcja kalibracji w dwóch punktach.
- 5) Dwa tryby pracy: tryb pojedynczy oraz tryb ciągły (scan mode)
- 6) Wskaźnik statusu sprzęgnięcia.
- 7) Wskaźnik stanu baterii.
- 8) Funkcja "uśpienia" oraz automatycznego wyłączenia (APO), aby wydłużyć czas pracy baterii.
- 9) Opcjonalne oprogramowanie do analizy zapisanych danych pomiarowych na PC.

1.3 Metoda pomiarów

Ultradźwiękowy miernik grubości wyznacza grubość materiałów mierząc dokładnie czas jaki potrzebny jest impulsowi ultradźwiękowemu generowanemu przez sondę na: pokonanie danej struktury, odbicie się od jej dna oraz powrót do sondy. Zmierzona wartość jest dzielona przez 2 a następnie pomnożona przez prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w danym ośrodku. Wynik jest wyrażony poprzez następującą zależność:

$$H = \frac{V \times t}{2}$$

Gdzie: H – Grubość testowanego materiału
v – Prędkość fali ultradź. w danym ośrodku
t – Zmierzony czas w jakim impuls przebył drogę.

1.4 Konfiguracja

Tabela 1-1

Konfiguracja	Nr.	Element	Ilość	Uwagi
Standard-owa	1	Miernik	1	
	2	Sonda	1	Model: N05/90°
	3	Zel sprzęgający	1	
	4	Pokrowiec	1	
	5	Instrukcja obsługi	1	
	6	Wkrętak		
	7	Baterie alkaliczne	2	AA
	8			
Opcjonalne	1	Sonda: N02		Patrz tab. 3-1
	2	Sonda: N07		
	3	Sonda: HT5		
	5	Oprogramowanie DataPro	1	Dla PC
	6	Kabel komunikacyjny	1	

1.5 Warunki użytkowania i przechowywania

Temperatura pracy: $-20 \sim +60^{\circ}\text{C}$;

Temperatura przechowywania: $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

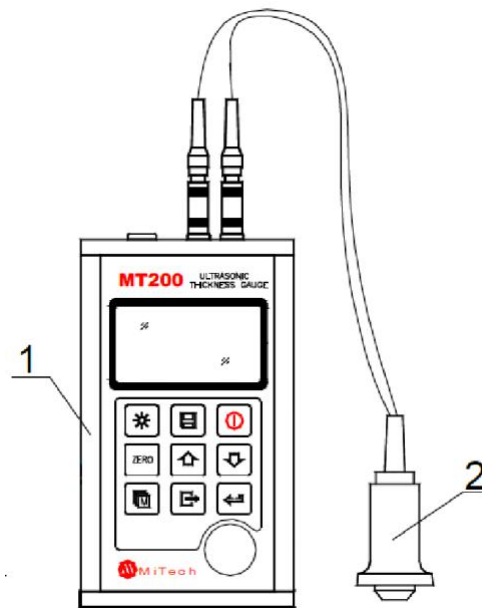
Wilgotność wzgl. $\leq 90\%$;

Miernik należy chronić przed wibracjami, silnymi polami magnetycznymi, środkami żrącymi oraz zapyleniem.

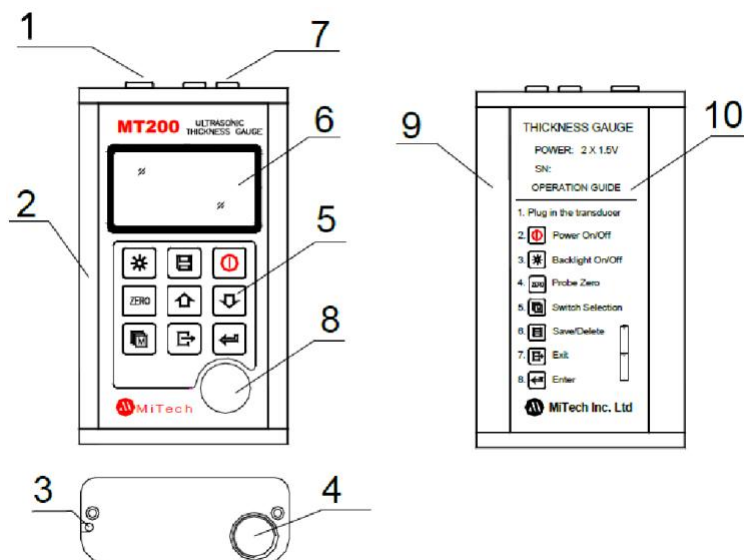
2. Budowa miernika

2.1 Widok miernika

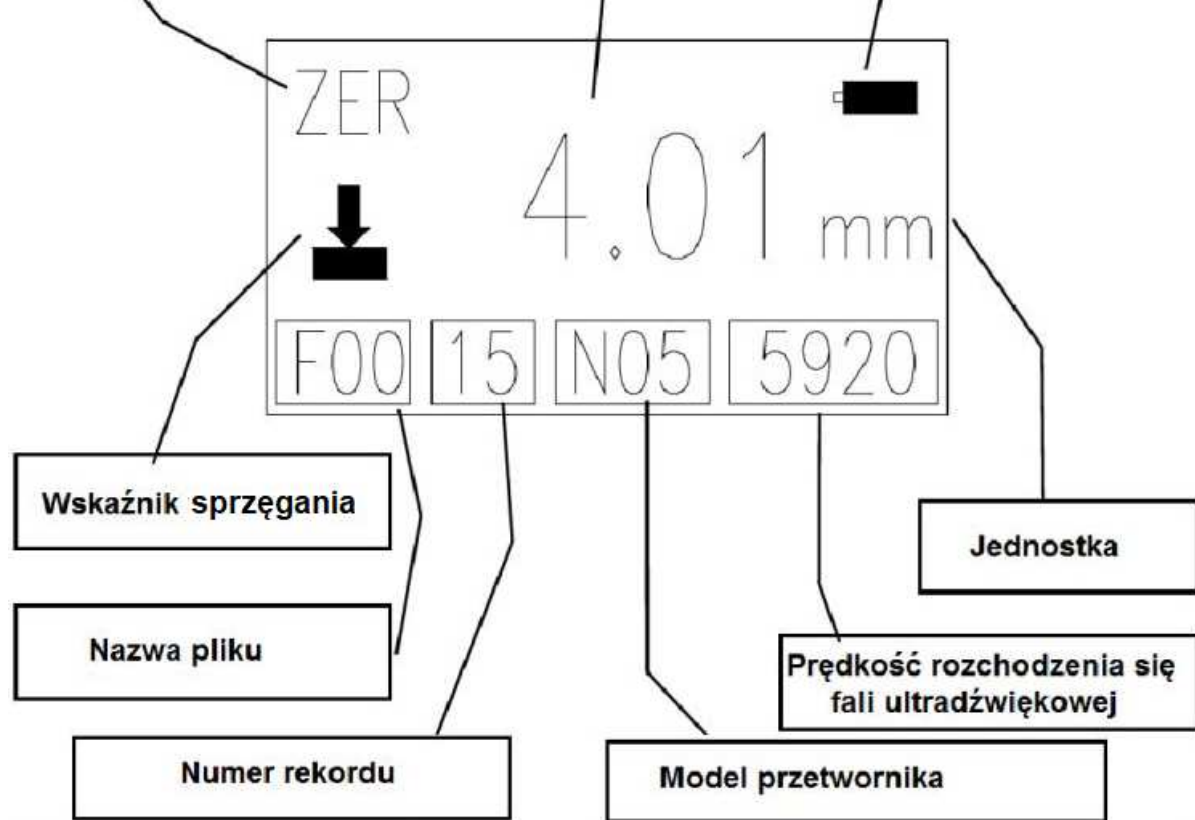
1. Miernik
2. Sonda



2.2 Elementy miernika



1	Port komunikacji	6	Wyświetlacz LCD
2	Aluminiowa obudowa miernika	7	Złącza sondy (bez polaryzacji)
3	Otwór na pasek	8	Punkt kalibracji zera
4	Pokrywa baterii	9	Tył obudowy
5	Klawiatura	10	Etykieta



Stan baterii: Sygnalizacja stanu naładowania baterii.

Status sprzęgania: Informacja o stanie sprzęgnięcia sondy z badaną próbką. Jeżeli miernik dokonuje pomiaru – wskaźnik pojawi się na wyświetlaczu. Jeżeli wskaźnik nie pokaże się – oznacza to, iż pomiar będzie niestabilny, a uzyskane wyniki pomiarów będą obarczone dużym błędem.

Wskaźnik statusu: Informacja na temat bieżących operacji

FIL: wybór pliku

MEM: wyświetlanie danych zapisanych w pamięci

PRB: ustawienie sondy

VEL: zmiana prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej

CAL: status kalibracji prędkości

DPC: status kalibracji w dwóch punktach

ZER: status kalibracji prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej (probe-zero)

SCA: wskazanie trybu ciągłego pomiarów

Nazwa pliku: wyświetlenie aktualnej nazwy pliku

Numer rekordu: wskazanie bieżącego numeru rekordu, w czasie gdy jest on podświetlony lub całkowitej ilości rekordów, gdy nie jest on podświetlony










Model sondy: bieżące ustawienie modelu sondy w mierniku

Prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej: bieżące ustawienie prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej

Wynik pomiaru: wyświetlenie bieżącego, pojedynczego odczytu grubości. ↑ oznacza, że przekroczony został górny limit wartości pomiarowej, oznacza, że przekroczony został dolny limit wartości pomiarowej.

Jednostka: gdy pojawia się mm, miernik wyświetla wartość grubości w milimetrach, a prędkość fali ultradźwiękowej wyrażona jest w m/s; gdy pojawia się symbol in, miernik wyświetla wartość grubości w calach, a prędkość fali ultradźwiękowej wyrażona jest w inch/us.

2.4 Opis klawiatury

	Włączanie/wyłączanie miernika		Wyjście z bieżącego ustawienia
	Włączanie/wyłączanie podświetlenia		Enter
	Kalibracja zera		Plus lub przewijanie do góry
	Przełączanie wybieranych elementów		Minus lub przewijanie w dół
	Zapisywanie lub usuwanie danych		

3. Przygotowanie do pomiarów

3.1 Wybór sondy

Miernik jest zaprojektowany do pomiarów grubości szerokiego spektrum materiałów: metali, szkła a także tworzyw sztucznych. Różne rodzaje materiałów wymagają użycia różnych sond pomiarowych. Wybór właściwej sondy jest czynnikiem krytycznym dokładnego i stabilnego pomiaru. Poniższe wskazówki wskażą użytkownikowi istotne właściwości sond, które należy respektować przy ich wyborze.

Generalnie, najlepszą sondą pomiarową jest taka sonda, który wysyła wystarczającą falę

ultradźwiękową do mierzonego materiału, aby odebrać stabilne echo. Występuje kilka czynników, które mają wpływ na rozchodzenie się fali ultradźwiękowej w czasie przechodzenia jej przez dany materiał, oto one:

Początkowa siła sygnału.

Im silniejszy jest sygnał wprowadzony do materiału mierzonego tym silniejsze będzie uzyskane echo. Początkowa siła sygnału jest czynnikiem związanym z wielkością emitera fali ultradźwiękowej w sondzie. Im większa jest powierzchnia emitera tym silniejszy sygnał jest w stanie wyemitować. W ten sposób, tzw. "1/2 calowa" sonda wyemituje silniejszy sygnał niż "1/4 calowa" sonda.

Absorpcja oraz rozproszenie.

Fala ultradźwiękowa przechodząc przez materiał jest częściowo absorbowana. Dodatkowo, jeżeli mierzony materiał ma strukturę ziarnistą fala ultradźwiękowa będzie rozpraszana. Obydwa te zjawiska redukują siłę sygnału i utrudniają odbiór echa sygnału. Wyższa częstotliwość fali ultradźwiękowej jest bardziej tłumiona oraz rozpraszana niż częstotliwość niższa.

Niższe częstotliwości charakteryzują się jednak mniejszym stopniem kierunkowości rozchodzenia się. Dlatego też wyższa częstotliwość jest dedykowana do dokładnej lokalizacji ew. uszkodzeń mierzonego materiału.

Geometria sondy.

Kształt sondy może warunkować jej zastosowanie do danych pomiarów. Niektóre sondy są

zbyt duże aby zastosować je w miejscach gdzie dostęp jest utrudniony lub powierzchnia pomiarowa zbyt mała – należy zastosować sondę o małym polu pomiaru. Pomiar na powierzchniach profilowanych, takich jak np. powierzchnie cylindrów wymagają zastosowanie sondy z polem pomiarowym dostosowanym do mierzonych elementów.

Temperatura materiału.

Gdy trzeba dokonać pomiarów elementów gorących należy zastosować dedykowany rodzaj sond, w których zastosowano specjalne materiały i technologię produkcji warunkującą dobre właściwości pomiarowe przy wysokich temperaturach. W przypadku pomiaru materiałów o wysokich temperaturach należy szczególną uwagę zwrócić na kalibrację przyrządu (kalibracja zera oraz kalibracja do wzorca grubości).

Dobór właściwej sondy jest kluczowym czynnikiem osiągnięcia poprawnych wyników. Może się zdarzyć, iż konieczne będą eksperymentalne pomiary z różnymi sondami o różnych charakterystykach i na tej podstawie dobranie tego najwłaściwszego.

Sonda to najważniejsza część miernika, wysyłająca i odbierająca sygnały ultradźwiękowe wykorzystywane przez układy mikroprocesorowe miernika do obliczania grubości materiału. Sonda jest podłączana do miernika za pomocą dwóch kabli zakończonych złączami współosiowymi, które można podłączać z gniazdami zamiennie. Nie wpływa to na wynik pomiaru.

Sonda musi być używana zgodnie z jej przeznaczeniem, aby w efekcie uzyskać właściwe i stabilne wyniki pomiarów. Poniżej znajduje się krótki opis sondy oraz sposób jej użycia:



Rysunek po lewej stronie pokazuje dolną część typowej sondy pomiarowej. Dwa widoczne półokręgi na polu pomiarowym są oddzielone barierą. Jeden z półokręgów pola pomiarowego jest odpowiedzialny za generowanie fali ultradźwiękowej do mierzonego materiału – drugi, za odbiór echa pomiarowego. W czasie pomiarów powierzchnia znajdująca się bezpośrednio pod dwoma półokręgami jest miejscem, gdzie dokonywany jest pomiar grubości materiału. Rysunek po prawej stronie pokazuje górną część sondy, którą należy w czasie pomiarów docisnąć kciukiem lub palcem wskazującym do mierzonego materiału. Nacisk powinien być na tyle silny aby sonda nie przesuwiała się po powierzchni materiału.

Tabela 3-1 Dobór sondy

Model	Częst MHZ	Diam mm	Zakres pomiarowy	Dolny limit	Opis
N02	2.5	14	3.0mm~ 300.0mm (w stali) 40mm (w żeliwie szarym HT200)	20	Dla pom. cienkich, silnie tłumiących oraz rozproszonych materiałów
N05	5	10	1.2mm~ 230.0mm (w stali)	Φ20mm× 3.0mm	Normalne pomiary
N05 /90°	5	10	1.2mm~ 230.0mm (w stali)	Φ20mm× 3.0mm	Normalne pomiary
N07	7	6	0.75mm~ 80.0mm (w stali)	Φ15mm× 2.0mm	Dla rurek cienkościennych oraz o dużej krzywiznie ścian
HT5	5	14	3~200mm (w stali)	30	Dla pomiarów mat. o wysokiej temperaturze (niższej niż 300°C)

3.2 Stan powierzchni oraz ich przygotowanie do pomiarów

W każdym przypadku pomiarów metodą ultradźwiękową, przygotowanie mierzonej powierzchni jest czynnikiem kluczowym. Niejednorodna, nierówna powierzchnia stanowi przeszkodę dla fal ultradźwiękowych i w rezultacie może zafałszować wynik pomiaru. Powierzchnia, na której dokonuje się pomiaru powinna być


czysta, wolna od rdzy i innych wad (np. złuszczeń). W przypadku wystąpienia wymienionych zanieczyszczeń należy je usunąć (np. Szczotką metalową). W przypadku wystąpienia silniejszych zabrudzeń można użyć szlifierki rotacyjnej lub ściernicy, mając jednak na uwadze, że powstanie żłobień i nierówności w materiale do pomiaru utrudni prawidłowe sprzęgnięcie sondy.

Pomiary materiałów o skrajnie chropowatych powierzchniach, takich jak niektóre odlewy metali mogą być bardzo utrudnione. Wspomniane powierzchnie mogą zachowywać się jak wiązka światła, która pada na zmrożone szkło. Wiązka zostaje rozproszona we wszystkich kierunkach.

Dodatkową przeszkodą w pomiarach materiałów o powierzchniach nierównych jest fakt, iż bardzo łatwo wówczas o zarysowanie sondy. Sonda powinna być regularnie kontrolowana pod kątem ewentualnych uszkodzeń lub rys. Jeżeli pole pomiarowe sondy będzie nierówne, fala ultradźwiękowa nie będzie falą prostopadłą do powierzchni materiału. Wpływa to niekorzystnie na wyniki pomiarów. Dodatkowo będzie stanowiło utrudnienie we właściwym zlokalizowaniu nieregularności w mierzonym materiale.


4. Pomiary

4.1 Włączanie /wyłączenie On/Off

Miernik włączany jest przez naciśnięcie przycisku 

Gdy miernik włączany jest po raz pierwszy, przed

ukazaniem się głównego ekranu pomiarów, na ekranie wyświetli się typ, informacja na temat producenta oraz numer seryjny miernika.

Gdy miernik jest włączony, wyłącza się go przez naciśnięcie przycisku . Miernik wyposażony jest w pamięć nieulotną, która będzie dostępna nawet, jeżeli wyłączymy miernik.



4.2 Ustawienia sondy

Model sondy należy wybrać przed przystąpieniem do pomiarów. Dzięki temu użytkownik może wybrać dostępną sondę o odpowiedniej częstotliwości i średnicy w zależności od zastosowania. W celu wyboru sondy należy postępować zgodnie z poniższymi krokami.

1) W ekranie pomiarów nacisnąć wielokrotnie przycisk




, aby aktywować zakładkę **Transducer model**


2) Przy pomocy przycisków  i  wybrać odpowiedni model sondy.

3) Nacisnąć przycisk , aby wyjść z menu


Model sondy można zmienić również z poziomu menu operacyjnego. Szczegóły na temat menu operacyjnego znajdują się w rozdziale 5.

4.3 Kalibracja zera

Przycisk  jest używany do zerowania wskazań miernika. Jeżeli miernik nie jest skalibrowany do zera, wyświetlacz może wskazywać pewne wartości (błąd wewnętrzny), które będą wpływać na wynik pomiaru. Po dokonaniu kalibracji zera – wartości te są zmierzone i automatycznie odejmowane od bieżących pomiarów. Kalibrację zera przeprowadza się w następujący sposób:

- 1) Upewnić się, że miernik jest włączony oraz wyłączona jest funkcja kalibracji w dwóch punktach. Funkcja kalibracji zera jest nieaktywna w trybie kalibracji w dwóch punktach
- 2) Umieścić wtyk sondy w mierniku. Upewnić się, że jest on solidnie włożony. Sprawdzić czy pole pomiarowe sondy jest czyste.
- 3) Zmienić model sondy, na ten, który aktualnie jest podłączony do miernika
- 4) Należy nanieść warstwę środka sprzęgającego na powierzchnię czołową metalowej płytki testowej
- 5) Umieścić sondę pomiarową na płytce testowej i upewnić się, że sonda płasko przylega do płytki.
- 6) Gdy sonda płasko przylega do dysku nacisnąć klawisz , aby rozpocząć procedurę kalibracji. Miernik wyświetli wskaźnik "ZER" w polu statusu, w czasie gdy zliczany jest punkt zero.
- 7) Gdy na ekranie zniknie wskaźnik "ZER" należy usunąć sondę z płytki testowej.

Po wykonaniu powyższej procedury miernik obliczy błąd wewnętrzny i będzie go kompensował przy późniejszych pomiarach. Gdy jest przeprowadzana kalibracja zera, miernik stosuje do tej procedury prędkość fali ultradźwiękowej (ustawionej fabrycznie), stosowanej dla wykonanej wyżej kompensacji zera z użyciem płytki testowej, nawet gdy poprzednio została wprowadzona inna prędkość fali ultradźwiękowej przy przeprowadzeniu bieżących pomiarów. Zaleca się przeprowadzanie opisywanej tu procedury kalibracji każdorazowo po włączeniu przyrządu oraz po zmianie sondy. Dzięki temu użytkownik będzie miał pewność, że miernik ma poprawnie skalibrowane zero.

Nacisnąć przycisk  podczas procedury kalibracji zera aby ją przerwać i powrócić do trybu prowadzenia pomiarów.

4.4 Kalibracja prędkości fali dźwiękowej




Aby miernik dokonywał poprawnych pomiarów niezbędna jest poprawna kalibracja prędkości fali dźwiękowej. Różne rodzaje materiałów mają różną zdolność do przenoszenia fali dźwiękowej. Jeżeli miernik nie jest poddany poprawnej kalibracji – dokonywane pomiary obarczone będą błędem. Kalibracja w jednym punkcie jest najprostszym sposobem kalibracji optymalizującym liniowość pomiarów. Kalibracja w dwóch punktach pozwala osiągnąć większą dokładność, zwłaszcza na niższych zakresach pomiarowych poprzez kalibrację zera oraz prędkości fali dźwiękowej.


Uwaga: Kalibracja w jednym oraz w dwóch punktach nie

może być przeprowadzana na materiałach pokrytych farbą bądź powłoką. Nieusunięcie farby lub powłoki będzie skutkowało kalkulacją prędkości fali ultradźwiękowej wielu materiałów, która może być inna od rzeczywistej prędkości fali ultradźwiękowej mierzonego materiału.

4.4.1 Kalibracja do wzorca grubości










Uwaga: Niniejsza procedura wymaga wzorca o znanej grubości (zmierzonego innym sposobem).


- 1) Przeprowadzić kalibrację zera.
- 2) Nałożyć żel sprzęgający na wzorzec grubości.
- 3) Umieścić sondę pomiarową na wzorcu. Należy upewnić się, że sonda płasko przylega do powierzchni wzorca. Na wyświetlaczu pojawi się pewna wartość a wskaźnik sprzęgnięcia powinien pokazać stabilny pomiar.
- 4) Jeżeli uzyskano stabilny odczyt, należy odsunąć sondę pomiarową od wzorca. Jeśli odczytana grubość zmieniła się po odsunięciu sondy należy powtórzyć pomiar zgodnie z pkt 3.
- 5) Za pomocą klawiszy  oraz  należy dopasować wyświetlaną grubość do grubości wzorca.
- 6) Nacisnąć przycisk . Miernik wyświetli wyliczoną wartość prędkości fali ultradźwiękowej bazując na wprowadzonej wartości wzorca grubości.








-
- 7) Nacisnąć przycisk , aby opuścić tryb kalibracji.
Miernik jest skalibrowany i gotowy do prowadzenia pomiarów.

4.4.2 Kalibracja do znanej prędkości fali dźwiękowej

Uwaga: Niniejsza procedura wymaga od operatora znajomości wartości prędkości fali dźwiękowej w materiale, który ma być mierzony. Prędkości fali dźwiękowej w poszczególnych materiałach znajdują się w załączniku A .

- 1) W ekranie pomiarów nacisnąć wielokrotnie przycisk , aby przejść do parametru "prędkość fali dźwiękowej".
 - 2) Przy pomocy przycisku  przełączyć między ustawionymi, najczęściej używanymi prędkościami fali dźwiękowej. Za pomocą przycisków  i , dostosować prędkość fali dźwiękowej do prędkości fali dźwiękowej mierzonego materiału.
 - 3) Nacisnąć przycisk , aby opuścić tryb kalibracji.
Miernik jest gotowy do prowadzenia pomiarów.
Drugą metodą przeprowadzenia kalibracji jest ustawienie w mierniku znanej wartości prędkości fali dźwiękowej.
- 1) Podświetlić parametr " Test Set > Velocity Set", a

następnie nacisnąć przycisk , aby przejść do ekranu ustawiania prędkości fali dźwiękowej.

- 2) Nacisnąć wielokrotnie przycisk  aby przejść do cyfry, która ma zostać zmieniona. Przy pomocy przycisków  i , zwiększać lub zmniejszać wartość, do momentu dopasowania jej prędkości fali dźwiękowej do mierzonego materiału. Funkcja auto-powtarzania jest wbudowana, więc jeśli zostanie przytrzymany jeden z przycisków ( lub ), wartość będzie się zwiększać/zmniejszać w szybszym tempie
- 3) Nacisnąć przycisk , aby potwierdzić zmianę lub przycisk , aby anulować kalibrację.

Aby osiągnąć możliwie największą dokładność pomiarów zalecane jest kalibrowanie miernika zawsze względem tego samego wzorca grubości. Zawartość różnych materiałów (i tym samym prędkość fali dźwiękowej) we wzorcach grubości może się zmieniać w zależności od producenta. Kalibracja względem tego samego wzorca pozwala na pewność, iż miernik został skalibrowany możliwie dokładnie.

4.5 Prowadzenie pomiarów

Gdy na wyświetlaczu ukaże się odczyt, pozostaje on na ekranie do czasu dokonania następnego pomiaru.

Aby dokonywać poprawnych odczytów grubości materiałów, pomiędzy powierzchnią sondy a mierzonym materiałem nie może być wolnych przestrzeni (powietrza). W tym celu stosuje się żel sprzęgający, który pozwala na swobodne przejście fali dźwiękowej z sondy do materiału mierzonego i z powrotem. Należy pamiętać, aby przed przystąpieniem do pomiarów nanieść kroplę żelu sprzęgającego na mierzoną powierzchnię. Po naniesieniu żelu należy przycisnąć solidnie sondę pomiarową do mierzonej powierzchni – na wyświetlaczu powinien pojawić się symbol sprzęgnięcia a na wyświetlaczu pojawi się wynik pomiaru, jeżeli miernik został właściwie skalibrowany, wprowadzona została właściwa prędkość fali dźwiękowej – to odczyt będzie odzwierciedlał grubość mierzonego materiału (pod sondą pomiarową).

Jeżeli symbol sprzęgnięcia pulsuje lub nie pojawia się – należy upewnić się, że naniesiona została odpowiednia ilość żelu sprzęgającego oraz czy sonda płasko przylega do mierzonego materiału. Jeżeli nadal nie ma stabilnego wskazania sprzęgnięcia – może być konieczna wymiana sondy pomiarowej.

na inny, właściwy, co do wielkości lub częstotliwości dla materiału, który jest mierzony.

Gdy do mierzonego materiału jest przyłożona sonda pomiarowa, miernik dokonuje czterech pomiarów na sekundę, pokazując wynik na wyświetlaczu. Gdy sonda jest odsunięta od powierzchni materiału – ostatni wynik pozostaje na wyświetlaczu.






UWAGA!

Istnieje możliwość, że cienka warstwa żeluz sprzegajacego pozostanie na sondzie po jej usunięciu z mierzonego materiału. Gdy dojdzie do takiego zdarzenia miernik może wykonać pomiar z uwzględnieniem grubości żeluz sprzegajacego, co wpłynie na wskazanie grubości mierzonego materiału. Zjawisko to jest widoczne, gdy inna jest grubość przy sondzie przystawionej do materiału i inna, gdy sonda zostanie od materiału odsunięta. Przy pomiarze materiałów pokrytych grubą warstwą powłok lub farby istnieje ryzyko, że miernik wykona pomiar grubości tej warstwy, zamiast właściwego materiału. Odpowiedzialność za prawidłowe użytkowanie miernika i właściwe rozpoznanie wyżej opisanych zjawisk spoczywa wyłącznie na użytkowniku.

4.6 Kalibracja w dwóch punktach

Uwaga: niniejsza procedura wymaga od operatora znajomości grubości materiału w dwóch mierzonych punktach.

1) W podmenu **Test Set** > **2-Point Cal** nacisnąć

-
- przycisk , aby włączyć tryb kalibracji w dwóch punktach. Następnie wyjść z menu i przejść do ekranu pomiarów. W polu wskaźnika statusu na głównym ekranie pomiarów pojawi się komunikat "DPC".
- 2) Nacisnąć przycisk , aby rozpocząć kalibrację. W polu wskaźnika statusu pojawi się komunikat "NO1", sygnalizujący kalibrację pierwszego punktu.
 - 3) Nałożyć żel sprzęgający.
 - 4) Przyłożyć sondę pomiarową do pierwszego/drugiego punktu kalibracyjnego. Upewnić się, że sonda przylega płasko do mierzonej powierzchni. Na wyświetlaczu pojawi się wartość grubości (prawdopodobnie niepoprawna). Na ekranie powinien pojawić się wskaźnik sprzęgnięcia.
 - 5) Jeżeli wynik pomiaru jest stabilny należy odsunąć sondę od mierzonego punktu- jeżeli po odsunięciu sondy zmieniła się wartość odczytu należy powtórzyć pomiar zgodnie z pkt 4.
 - 6) Za pomocą klawiszy  oraz , dopasować wartość wyświetlaną do znanej wartości grubości materiału.
 - 7) Nacisnąć przycisk  w celu potwierdzenia, w polu wskaźnika statusu pojawi się komunikat "NO2" sygnalizujący kalibrację drugiego punktu.


8) Powtórzyć kroki opisane w punktach 3-7. W polu wskaźnika statusu pojawi się ponownie komunikat "DPC"

Miernik jest gotowy do pomiarów w zakresie grubości, który został wprowadzony.

4.7 Tryb pomiarów ciągłych

Gdy niezbędne jest zbadanie większej powierzchni materiału oraz znalezienie punktu, w którym grubość jest mniejsza niż w pozostałych miejscach należy zastosować tryb pomiarów ciągłych (Scan mode). W trybie pojedynczym miernik wykonuje 4 pomiary na sekundę. W trybie pomiarów ciągłych miernik dokonuje 10 pomiarów na sekundę, a wskazania wyświetlane są na ekranie. Gdy sonda jest w kontakcie z mierzonym materiałem, miernik rejestruje najniższą zmierzoną wartość. Sonda przesuwając się po powierzchni może na chwilę „zgubić” sygnał – takie zdarzenie będzie ignorowane. Jeżeli sonda straci sygnał na więcej niż dwie sekundy – na wyświetlaczu pokaże się najniższa zmierzona wartość grubości.







W menu "Test Set" > "Work Mode" Nacisnąć przycisk

 aby przełączyć między trybem pomiarów pojedynczych a trybem pomiarów ciągłych.

4.8 Ustawianie limitów

Funkcja ustawiania limitów pozwala użytkownikowi na zdefiniowanie alarmu dźwiękowego i wizualnego, gdy w

trakcie pomiarów przekroczona zostanie określona wartość (limit dolny lub górny). Jeśli przekroczona zostanie wartość ustawiona przez użytkownika, brzęczyk wyda sygnał dźwiękowy (jeśli funkcja brzęczyka jest aktywna). Dzięki funkcji limitów pomiary są prowadzone szybciej i bardziej efektywnie, ponieważ wyeliminowana jest konieczność ciągłego śledzenia wyników pomiaru na wyświetlaczu. Funkcje aktywuje i deaktywuje się w następujący sposób:

- 1) W podmenu **Test Set** -> **Tolerance Limit** nacisnąć przycisk , aby przejść do ekranu ustawiania limitu.
- 2) Przy pomocy przycisków ,  oraz  zmienić dolną i górną wartość limitu na żadaną.
- 3) Przy pomocy przycisku  zatwierdzić zmianę i powrócić do poprzedniego ekranu lub nacisnąć przycisk , aby anulować zmianę.


Jeśli ustawiona wartość limitu przekracza zakres pomiarowy, miernik zasygnalizuje potrzebę zmiany ustawień. Jeśli wartość limitu dolnego przewyższa wartość limitu górnego, wartości zostaną zamienione automatycznie.

4.9 Zmiana rozdzielczości

Model MT200 umożliwia zmianę rozdzielczości pomiaru pomiędzy 0.1mm i 0.01mm.

W podmenu nacisnąć przycisk aby przełączyć między "High" (wysoka rozdzielczość – 0,01mm) a "Low" (niska rozdzielczość – 0,1mm)





4.10 Zmiana jednostek

W podmenu **Test Set** -> **Unit** nacisnąć przycisk  aby przełączyć między jednostką metryczną a anglosaską.

4.11 Zarządzanie pamięcią.





4.11.1 Zachowywanie wyników pomiarów.

Pamięć przyrządu składa się ze 100 zbiorów, w każdym ze zbiorów można zapisać do 100 wyników pomiarów. Aby zachować wyniki pomiarów, należy wykonać następujące kroki:

- 1) Nacisnąć przycisk  aby aktywować pole **File Name** na ekranie głównym.
- 2) Za pomocą przycisków  oraz  wybrać żądany zbiór docelowy do zapisu danych.
- 3) Po ukazaniu się odczytu na ekranie nacisnąć przycisk , aby zapisać wartość pomiarową w bieżącym zbiorze.


Jeśli aktywna jest funkcja **Auto Save**, wartość pomiarowa zostanie automatycznie zapisana w bieżącym zbiorze po wykonaniu nowego pomiaru.

4.11.2 Przeglądanie zapamiętanych wyników

Naciskać przycisk  do momentu podświetlenia pozycji **Record No** na ekranie pomiarowym. Przy pomocy przycisku  lub , zmienić numer rekordu. Miernik automatycznie odczyta zapamiętane wartości z wybranego numeru rekordu oraz wyświetli je w polu "Thickness reading". W celu usunięcia wyświetlanego aktualnie rekordu należy nacisnąć przycisk .


Zapamiętane dane można również wyświetlić z Poziomego menu operacyjnego w podmenu



Memory Manager -> **View Mem Data**. Nacisnąć przycisk

, aby aktywować ekran przeglądania pamięci miernika.




F00	05	5 %
F01	00	0 %
F02	00	0 %
F03	00	0 %
F04	00	0 %
F05	00	0 %
F06	00	0 %
↓F07	00	0 %

Na jednym ekranie wyświetlanych jest 8 zbiorów z ich nazwą, ilością zarejestrowanych rekordów i procentem ilości danych, jakie zostaną wyświetlone na jednym ekranie. Przy pomocy przycisków

i  przewijać do góry/w dół.

Nacisnąć przycisk , aby zakończyć przeglądanie danych lub przycisk , aby wyświetlić szczegóły wybranego zbioru.

F00	05	5 %
F01	00	0 %
F02	00	0 %
F03	00	0 %
F04	00	0 %
F05	00	0 %
F06	00	0 %
↓F07	00	0 %


Nacisnąć przycisk  lub , aby przenieść podświetlenie na pozycję, której szczegóły mają zostać wyświetlone. Nacisnąć przycisk , aby wyświetlić szczegóły na temat zbioru.

4.00	5.01	6.01
7.00	8.01	






Na ekranie wyświetlonych jest 5 rekordów znajdujących się w zbiorze F00.

4.11.3 Kasowanie danych z wybranych zbiorów

Prześć do ekranu menu  **Memory Management** i podświetlić element . Następnie nacisnąć


przycisk . Dzięki tej funkcji użytkownik może usunąć wybrany zbiór danych uprzednio zapisany w pamięci miernika.

4.11.4 Kasowanie wszystkich zbiorów danych

Przejsć do ekranu menu  **Memory Management**  i podświetlić element  **Delete All Data** . Następnie nacisnąć przycisk . Po zatwierdzeniu usunięte zostaną wszystkie dane pomiarowe przechowywane w pamięci miernika.

4.12 Ustawienia systemowe

W ekranie menu głównego podświetlić element






▢ **System Set**▢ i nacisnąć przycisk , aby przejść do podmenu.

1) Jeśli funkcja ▢ **Auto Save**▢ jest ustawiona jako <ON> miernik automatycznie zapisuje dane do bieżącego zbioru po pomiarze.

2) Jeśli funkcja ▢ **Key Sound**▢ jest ustawiona jako <ON>, przy każdym naciśnięciu przycisku miernik wyda krótki sygnał dźwiękowy.

3) Jeśli funkcja ▢ **Warn Sound**▢ jest ustawiona jako <ON>, miernik wyda dłuższy sygnał dźwiękowy przy wartości


pomiarowej nie mieszczącej się w limicie tolerancji.

4) Ustawienia jasności LCD: Nacisnąć przycisk  w menu **System Set** > **LCD Brightness**, aby przejść do ekranu ustawiania jasności wyświetlacza. Naciskać przycisk , aby rozjaśnić ekran lub , aby go przyciemnić. Nacisnąć przycisk , aby potwierdzić zmianę lub  aby anulować.


4.13 Informacje na temat systemu


Funkcja "Informacje na temat systemu" umożliwia wyświetlenie informacji na temat miernika i jego oprogramowania

4.14 Podświetlenie

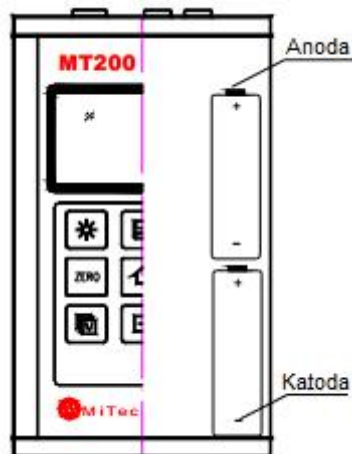
Funkcja podświetlenia ułatwia pracę w warunkach niedostatecznego światła. Włączanie/wyłączanie podświetlenia wyświetlacza odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku  (miernik musi być włączony) Używanie podświetlenia skraca żywotność baterii.

4.15 Baterie

Do zasilania miernika niezbędne są dwie baterie alkaliczne AA (LR06). Częściowe rozładowanie baterii jest sygnalizowane poprzez symbol . Im więcej jest

ciemnoszarego elementu, tym mniej rozładowana jest bateria. Całkowite rozładowanie jest sygnalizowane poprzez pulsujący symbol . Oznacza to, iż należy wymienić baterie na nowe.

Przed wymianą baterii zapoznać się z poniższym rysunkiem. Przy wymianie baterii zwrócić uwagę na poprawną polaryzację.



Procedura:


1. Wyłączyć miernik
2. Zdjąć pokrywę komory baterii i wyjąć 2 baterie
3. Włożyć 2 nowe baterie
4. Założyć z powrotem pokrywę komory baterii
5. Włączyć miernik w celu sprawdzenia jego działania.

Jeśli miernik nie będzie w użyciu przez dłuższy czas, należy wyjąć z niego baterie. Zaleca się wymianę baterii jeśli wskaźnik stanu naładowania sygnalizuje połowiczne wyczerpanie.

4.16 Autowylączenie (Auto Power Off)

W celu wydłużenia żywotności baterii miernik jest wyposażony w funkcje autowylączenia. Jeżeli przyrząd jest nieużywany przez 5 minut – wyłączy się automatycznie. Funkcja jest aktywna nawet jeżeli baterie nie są w pełni naładowane.

4.17 Resetowanie ustawień

Aby przywrócić ustawienia fabryczne należy nacisnąć podczas włączania przyrządu przycisk . Nastąpi skasowanie wszystkich danych znajdujących się w pamięci miernika. Czynność może być pomocna jeśli pewne parametry miernika uległy zniekształceniu.

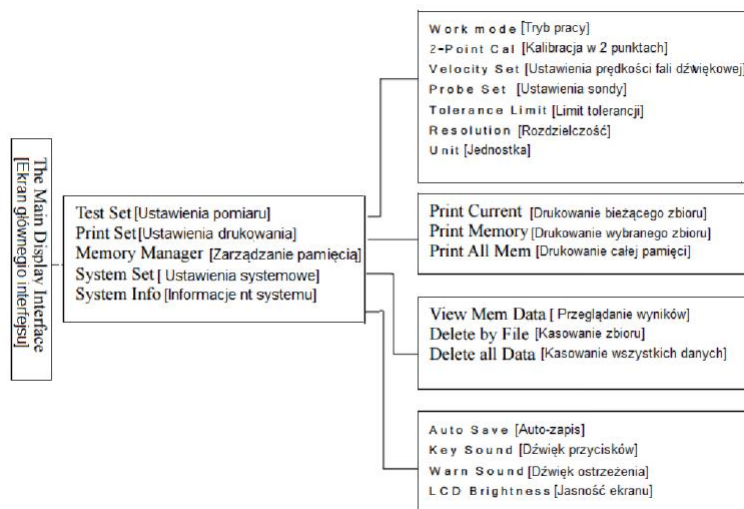
4.18 Połączenie z komputerem

Miernik jest wyposażony w port komunikacyjny służący do współpracy z komputerem lub pamięcią zewnętrzną. Dane pomiarowe przechowywane w mierniku mogą być przesłane do miernika za pośrednictwem portu komunikacyjnego. Szczegółowe informacje na temat przesyłu danych za pomocą oprogramowania znajdują się w instrukcji obsługi oprogramowania.

5. Obsługa menu operacyjnego


Zarówno ustawianie parametrów systemu jak i innych dodatkowych funkcji może być przeprowadzane za pomocą menu operacyjnego. W ekranie pomiarowym nacisnąć

przycisk , aby przejść do menu głównego.




5.1 Przejście do menu głównego

Będąc w głównym ekranie pomiarowym należy nacisnąć


przycisk , aby przejść do menu głównego. Aby wrócić do poprzedniego ekranu należy ponownie nacisnąć przycisk

.




5.2 Przejście do podmenu

Nacisnąć przycisk , aby przejść do ekranu podmenu (przedtem wybrać odpowiednią pozycję menu).


5.3 Zmiana parametru

Nacisnąć przycisk , aby zmienić wartość parametru (przedtem wybrać parametr na ekranie zmiany parametrów)


5.4 Wpisywanie wartości numerycznej

Należy użyć przycisku , aby przełączyć na wartość numeryczną, która ma zostać zmieniona. Za pomocą przycisków  / , aby zwiększyć/zmniejszyć wartość numeryczną na ekranie, do momentu, gdy osiągnie ona żądaną wartość.

5.5 Zapisywanie i wyjście

Nacisnąć przycisk , aby zatwierdzić zmianę i wrócić do poprzedniego ekranu.

5.6 Anulowanie i wyjście

Nacisnąć przycisk , aby anulować zmianę i wrócić do poprzedniego ekranu.

6. Serwis

Jeżeli miernik pracuje niepoprawnie, jest uszkodzony lub jego akcesoria są uszkodzone należy skontaktować się z punktem sprzedaży (wraz z kartą gwarancyjną).

7. Transport i przechowywanie miernika

Miernik należy chronić przed wibracjami, silnymi polami magnetycznym, środkami agresywnymi, zabrudzeniami itp. Przechowywać w temp. zgodnej ze specyfikacją.

Załącznik A – Prędkości fal dźwiękowych

Materiał	Prędkość fali	
	In/us	m/s
Aluminium	0,250	6340-6400
Stal węglowa	0,233	5920
Stal nierdzewna	0,226	5740
Brąz	0,173	4399
Miedź	0,186	4720
Żelazo	0,233	5930
Żelazo, odlewy	0,173-0,229	4400 – 5820
Ołów	0,094	2400
Nylon	0,105	2680
Srebro	0,142	3607
Złoto	0,128	3251
Cynk	0,164	4170
Tytan	0,236	5990

Cyna	0,117	2960
Żywice epoksydowe	0,100	2540
Lód	0,157	3988
Nikiel	0,222	5639
Plexiglas	0,106	2692
Polistyren	0,092	2337
Porcelana	0,230	5842
PVC	0,094	2388
Szkło kwarcowe	0,222	5639
Guma wulkanizowana	0,091	2311
Teflon	0,056	1422
Woda	0,058	1473

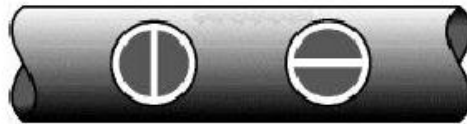
Załącznik B

Pomiar rur

Gdy dokonuje się pomiarów grubości ścian rur ważna jest orientacja sondy w czasie pomiaru. Jeżeli średnica mierzonej rurki jest większa niż ok. 10cm należy dokonywać pomiarów taka by szczelina sondy była

zorientowana prostopadle do osi podłużnej rurki. Dla Mniejszych średnic rurek należy dokonać dwóch pomiarów: jeden pomiar gdy szczelina sondy jest umieszczona prostopadle do osi podłużnej rurki oraz drugi pomiar, w którym szczelina sondy jest umieszczona równolegle do osi podłużnej rurki. Jako wynik pomiaru należy wybrać mniejszą z odczytanych wartości.

Orientacja sondy



prostopadła równoległa

Pomiar grubości gorących materiałów

Prędkość fali dźwiękowej rozchodzącej się w materiale zależy również od temperatury materiału. Wraz ze wzrostem temperatury prędkość fali się obniża. W większości zastosowań temperatura mierzonych materiałów nie przekracza 100°C – dla tych pomiarów temperatura nie wpływa znacząco na pomiary. Temperatura powyżej 100°C zaczyna mieć istotny wpływ na uzyskiwane wyniki pomiarów. Niezbędna jest kalibracja w stosunku do znanego wzorca grubości, wzorec ten dodatkowo winien mieć temperaturę maksymalnie zmierzoną do materiału, którego grubość

mierzymy. Pozwoli to na zachowanie specyfikowanej dokładności pomiaru.

W przypadku pomiarów grubości materiałów bardzo gorących niezbędne jest zastosowanie specjalnej sondy pomiarowej (HT5). Należy wówczas zwrócić uwagę, aby kontakt sondy HT5 z mierzona gorącą powierzchnią był możliwie krótki gdyż sonda rozgrzewając się również może mieć wpływ na dokładność pomiarów.

Pomiar grubości materiałów laminowanych

Materiały laminowane są unikalne w ich gęstości, co sprawia że prędkość fali dźwiękowej może różnić się znacząco w zależności od konkretnego elementu. Niektóre materiały laminowane mogą mieć różną prędkość fali dźwiękowej nawet w obrębie tego samego elementu. Jedynym sposobem na przeprowadzenie wiarygodnych pomiarów jest przeprowadzanie procedury kalibracji na próbce materiału o znanej grubości. Najlepiej jeśli próbka materiału pochodzi z tego samego elementu, który ma być mierzony (lub przynajmniej z tej samej partii). Dzięki indywidualnej kalibracji każdego mierzonego elementu wpływ odchylenia prędkości fali dźwiękowej powinien zostać zminimalizowany.

Zjawiskiem, na które należy również zwrócić uwagę przy pomiarach materiałów laminowanych jest występowanie pustych przestrzeni czy pęcherzy, które może spowodować przedwczesne odbicie wiązki ultradźwiękowej. Zjawisko to zostanie odzwierciedlone przez nagły spadek

grubości w miejscu gdzie powierzchnia materiału wygląda normalnie. Mimo, że zjawisko to ujemnie wpłynie na dokładność pomiaru całkowitej grubości materiału, jest ono pomocne przy wykrywaniu pustych przestrzeni w laminatach.

Odpowiedniość materiałów

Ultradźwiękowe pomiary grubości materiałów opierają się na przesyłaniu fali dźwiękowej przez mierzony materiał. Nie wszystkie materiały dobrze przewodzą fale dźwiękowe. Ultradźwiękowy pomiar grubości sprawdza się przy pomiarach materiałów takich, jak metale, plastik, czy szkło. Materiały, których pomiar może nastąpić trudności to: niektóre materiały odlewnicze, beton, drewno, włókno szklane, niektóre gumy.

Substancje sprzęgające

Przy wszystkich zastosowaniach konieczne jest zastosowanie substancji sprzęgającej, która pozwala na swobodne przejście fali dźwiękowej z sondy na testowany materiał. Standardowo jako substancja sprzęgająca używany jest żel o wysokiej lepkości. Dźwięk emitowany przy ultradźwiękowych pomiarach grubości nie przenosi się skutecznie przez powietrze.

Do sprzęgania można stosować różnorodne substancje sprzęgające. Glikol propylenowy sprawdza się w większości zastosowań. W zastosowaniach trudnych, gdzie wymagane jest maksymalne przewodzenie dźwięku, zaleca się stosowanie gliceryny. Należy mieć jednak na względzie, że gliceryna ułatwia rozwój korozji na niektórych metalach

(absorpcja wody), przez co może nie być pożądaną substancją sprzęgającą. Inne substancje sprzęgające przy pomiarach grubości w normalnych temperaturach to woda, różne oleje i tłuszcze, żele i płyny silikonowe. Pomiary przy podwyższonej temperaturze wymagają zastosowania specjalnie opracowanych substancji sprzęgających dla wysokich temperatur.

Nieodłącznym zjawiskiem przy ultradźwiękowych pomiarach grubości jest przypadek, gdy miernik użyje drugie echo zamiast pierwszego z dna mierzonego materiału (przy użyciu standardowej metody echa). Takie zdarzenie spowoduje, że odczyt grubości będzie dwa razy wyższy niż powinien. Odpowiedzialność za prawidłowe stosowanie urządzenia oraz rozpoznanie tego typu zjawisk spoczywa wyłącznie na użytkowniku miernika.

