



DZIENNIK URZĘDOWY MIAR I PROBIERNICTWA

Warszawa, dnia 12 czerwca 1995 r.

Nr 14

TREŚĆ:

Poz.

ZARZĄDZENIA

- 76 - Nr 71 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych wzorcowych przetwornikach drgań 457
- 77 - Nr 72 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań 460
- 78 - Nr 73 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych użytkowych przetwornikach drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetwornikach drgań o masie do 300 g 469
- 79 - Nr 74 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania piezoelektrycznych użytkowych przetworników drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetworników drgań o masie do 300 g 472

76

ZARZĄDZENIE NR 71 PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR z dnia 8 czerwca 1995 r.

w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych wzorcowych przetwornikach drgań

Na podstawie art.8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o piezoelektrycznych wzorcowych przetwornikach drgań, stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać piezoelektryczne wzorcowe przetworniki drgań podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar

Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 71
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 8 czerwca 1995 r. (poz. 76)

PRZEPISY METROLOGICZNE O PIEZOELEKTRYCZNYCH WZORCOWYCH PRZETWORNIKACH DRGAŃ

Postanowienia ogólne

- § 1. Przepisy dotyczą piezoelektrycznych wzorcowych przetworników przyspieszenia prostoliniowych periodycznych lub przypadkowych drgań mechanicznych:
- 1) wzorcowanych łącznie z przedwzmacniaczami, zwanych dalej "wzorcowymi zestawami pomiarowymi",
 - 2) wzorcowanych bez przedwzmacniaczy, zwanych dalej "przetwornikami".
- § 2.1. Piezoelektryczny wzorcowy przetwornik drgań jest to przyrząd pomiarowy o wysokiej dokładności i stabilności, stosowany podczas sprawdzania przetworników użytkowych metodą porównawczą, przetwarzający przyspieszenie drgań mechanicznych na inną wielkość (np. ładunek, napięcie), której wartość można zmierzyć lub zarejestrować.
2. Wzorcowy zestaw pomiarowy jest to urządzenie pomiarowe składające się z przetwornika współpracującego z przedwzmacniaczem ładunkowym i łącznie z nim wzorcowanego.
 3. Wzorcowe zestawy pomiarowe, po dołączeniu urządzenia wskazującego, są stosowane jako kontrolne tory pomiarowe podczas sprawdzania przetworników użytkowych metodą porównawczą.
 4. Czułość znamionowa przetwornika jest to czułość określona w warunkach odniesienia dla sygnału odniesienia.
 5. Charakterystyka częstotliwościowa przetwornika jest to zależność czułości przetwornika od częstotliwości sygnału wejściowego przy stałej wartości tego sygnału.
 6. Błąd względny charakterystyki częstotliwościowej przetwornika jest to różnica między czułością wyznaczoną dla wybranej częstotliwości sygnału wejściowego a czułością znamionową w stosunku do tej czułości znamionowej.
 7. Charakterystyka przetwarzania przetwornika jest to zależność czułości przetwornika od wartości sygnału wejściowego przy stałej częstotliwości tego sygnału.
 8. Błąd względny charakterystyki przetwarzania przetwornika jest to różnica między czułością wyznaczoną dla wybranej wartości sygnału wejściowego a czułością znamionową w stosunku do tej czułości znamionowej.
- § 3.1. Do każdego przetwornika i wzorcowego zestawu pomiarowego powinna być dołączona dokumentacja techniczna wytwórcy zawierająca przynajmniej następujące dane:
- 1) czułość przetwornika oraz czułość wzorcowego zestawu pomiarowego i warunki, w jakich zostały wyznaczone,
 - 2) maksymalną względną czułość poprzeczną przetwornika,
 - 3) charakterystykę częstotliwościową przetwornika,
 - 4) masę przetwornika,
 - 5) parametry konieczne ze względu na współpracę z innymi przyrządami (np. pojemność).
2. Wytwórca powinien podać warunki właściwego stosowania, w tym warunki zasilania (jeśli istnieje taka potrzeba), ciśnienie atmosferyczne, zewnętrzne zakłócające pola magnetyczne i elektryczne.
- § 4. Piezoelektryczne wzorcowe przetworniki drgań powinny odpowiadać wymaganiom norm:
- 1) PN-75/M-53527 - "Przyrządy do pomiaru drgań mechanicznych. Nazwy i określenia",
 - 2) PN-82/N-01350 - "Drgania. Terminologia",
 - 3) ISO/5347-0-1987 - "Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups".

Konstrukcja i wykonanie

- § 5.1. Konstrukcja i wykonanie przetwornika oraz współpracującego z nim przedwzmacniacza (jeśli jest zastosowany) powinny zapewniać ich poprawne funkcjonowanie oraz możliwość transportowania i przechowywania bez powodowania zmian ich właściwości metrologicznych w warunkach określonych w § 8.
2. Przetwornik powinien być wyposażony w elementy umożliwiające zamocowanie go do obiektu mierzonych i połączenie z przyrządami współpracującymi. Zaleca się mocowanie przetwornika za pomocą wkrętu z gwintem M5 (lub jego odpowiednika 10-32 NF).
 3. Przetwornik oraz współpracujący z nim przedwzmacniacz (jeśli jest zastosowany) nie powinny mieć wgnieceń, rys na obudowie i podstawie oraz uszkodzeń kabla sygnałowego i elementów mocujących.

Oznaczenia

- § 6.1. Na obudowie lub podstawie przetwornika oraz na obudowie przedwzmacniacza wzorcowanego łącznie z przetwornikiem powinny być umieszczone przynajmniej następujące trwałe oznaczenia:
- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
 - 2) typ fabryczny,
 - 3) numer fabryczny,
 - 4) nadany znak zatwierdzenia typu.
2. Dla każdego przetwornika powinien być jednoznacznie określony kierunek głównej osi czułości.

Charakterystyki metrologiczne

- § 7.1. Czułość znamionowa przetwornika nie powinna różnić się więcej niż o $\pm 5\%$ od czułości podanej przez wytwórcę.
2. Błąd pomiaru sygnału odniesienia, przeprowadzonego w warunkach odniesienia dla wzorcowego zestawu pomiarowego, liczony względem wartości poprawnej, nie powinien przekraczać $\pm 2\%$ dla różnych wartości wzmocnień przedwzmacniacza.
 3. Błąd względny charakterystyki przetwarzania:
 - 1) przetwornika, liczony względem czułości znamionowej, nie powinien przekraczać $\pm 1\%$,
 - 2) wzorcowego zestawu pomiarowego, liczony względem wartości uzyskanej dla sygnału odniesienia, nie powinien przekraczać $\pm 1\%$.
 4. Błąd względny charakterystyki częstotliwościowej:
 - 1) przetwornika, liczony względem czułości znamionowej, nie powinien przekraczać $\pm 5\%$,
 - 2) wzorcowego zestawu pomiarowego, liczony względem wartości uzyskanej dla sygnału odniesienia, nie powinien przekraczać $\pm 5\%$.
 5. Maksymalna względna czułość poprzeczna przetwornika nie powinna przekraczać 3% wartości czułości znamionowej.

Warunki właściwego stosowania

- § 8.1. Przetwornik i wzorcowy zestaw pomiarowy powinny umożliwiać poprawne pomiary w następujących warunkach otoczenia:
- 1) temperatura: $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$,
 - 2) maksymalna wilgotność względna: 80% w temperaturze otoczenia 25 °C ,
 - 3) ciśnienie atmosferyczne, warunki zasilania, zewnętrzne zakłócające pola magnetyczne i elektryczne w granicach określonych przez wytwórcę.

2. Opakowanie przetwornika i wzorcowego zestawu pomiarowego powinno chronić je przed uszkodzeniem, zabrudzeniem, zakurzeniem oraz zapewniać możliwość przechowywania i transportu w następujących warunkach:
 - 1) temperatura otoczenia: $-25\text{ °C} + 55\text{ °C}$,
 - 2) maksymalna wilgotność względna: 90 % w temperaturze otoczenia 30 °C ,
 - 3) drgania udarowe o przyspieszeniu $\leq 98\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (dotyczy transportu).

Okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej

- § 9.1. Okres ważności świadectwa uwierzytelnienia przetwornika i wzorcowego zestawu pomiarowego wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia tego miesiąca, w którym uwierzytelnienie zostało dokonane.
2. Świadectwo uwierzytelnienia traci ważność w przypadku uszkodzenia przetwornika, przedwzmacniacza lub kabla sygnałowego.
 3. Termin, do którego przetworniki i wzorcowe zestawy pomiarowe zatwierdzonego typu mogą być wprowadzone do obrotu lub użytkowania, określony jest w decyzji o zatwierdzeniu typu.

Postanowienia przejściowe

- § 10. Przetworniki i wzorcowe zestawy pomiarowe, których typ nie został zatwierdzony, użytkowane i legalizowane przed dniem wejścia w życie niniejszych przepisów, mogą być nadal uwierzytelniane, jeśli spełniają ich wymagania.

77

ZARZĄDZENIE NR 72 PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR z z dnia 8 czerwca 1995 r.

w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań z wymaganiami przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych wzorcowych przetwornikach drgań, wprowadzonych zarządzeniem nr 71 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 14, poz. 76), zwanych dalej "przepisami o przetwornikach wzorcowych".
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar
Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 72
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 8 czerwca 1995 r. (poz. 77)

INSTRUKCJA SPRAWDZANIA PIEZOELEKTRYCZNYCH WZORCOWYCH PRZETWORNIKÓW DRGAŃ

Przedmiot sprawdzania

- § 1. Instrukcja dotyczy sprawdzania piezoelektrycznych wzorcowych przetworników przyspieszenia prostoliniowych periodycznych lub przypadkowych drgań mechanicznych:
- 1) wzorcowanych łącznie z przedwzmacniaczami, zwanych dalej "wzorcowymi zestawami pomiarowymi",
 - 2) wzorcowanych bez przedwzmacniaczy, zwanych dalej "przetwornikami".

Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane do sprawdzania

- § 2.1. Do sprawdzania piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań stosuje się:
- 1) wzbudnik drgań o:
 - a) zakresie częstotliwości co najmniej 8 Hz ÷ 50 kHz,
 - b) wartości przyspieszenia układu drgającego wzbudnika nie mniejszej niż $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,
 - c) powierzchni mocowania przetwornika, która powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-91/N-01356 "Drgania. Piezoelektryczne przetworniki do pomiaru drgań mechanicznych oddziałujących na organizm człowieka",
 - 2) generator przebiegów sinusoidalnych o:
 - a) zakresie częstotliwości co najmniej 8 Hz ÷ 50 kHz,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych częstotliwości: $\pm 1 \%$ częstotliwości przebiegu generowanego,
 - c) błędach granicznych dopuszczalnych stałości częstotliwości: $\pm 0,1 \%$ częstotliwości przebiegu generowanego w czasie dokonywania pomiarów,
 - d) błędach granicznych dopuszczalnych napięcia wyjściowego: $\pm 0,1 \%$ wartości generowanej w czasie dokonywania pomiarów,
 - e) zmianach napięcia wyjściowego nie przekraczających $\pm 0,3 \text{ dB}$ w całym zakresie częstotliwości w ustalonych warunkach,
 - f) współczynnika zawartości harmonicznych nie przekraczającym $0,2 \%$ w zakresie częstotliwości pracy,
 - g) stosunku szumu do sygnału użytecznego nie przekraczającym $0,5 \%$,
 - 3) wzmacniacz mocy o:
 - a) mocy wyjściowej nie mniejszej niż 75 W,
 - b) zakresie częstotliwości co najmniej 8 Hz ÷ 50 kHz,
 - c) współczynnika zawartości harmonicznych nie przekraczającym 1% przy maksymalnej mocy w zakresie częstotliwości pracy,
 - d) błędach granicznych dopuszczalnych stałości wzmocnienia: $\pm 0,1 \%$ wzmocnienia w czasie dokonywania pomiarów,
 - e) błędzie częstotliwościowej charakterystyki wzmocnienia nie przekraczającym $\pm 0,2 \text{ dB}$,
 - 4) przetwornik kontrolny przyspieszenia drgań mechanicznych:
 - a) o zakresie częstotliwości co najmniej 1 Hz ÷ 5 kHz,
 - b) o błędzie charakterystyki częstotliwościowej, liczonym względem czułości znamionowej, nie przekraczającym $\pm 2 \%$ w zakresie częstotliwości 1 Hz ÷ 5 kHz,

- c) o czułości znamionowej określonej z niepewnością standardową względną nie przekraczającą $\pm 1\%$, zaleca się stosowanie przetwornika typu 8305 firmy Brüel-Kjaer lub innego o zbliżonych parametrach, który po zamocowaniu na nim badanego przetwornika umożliwia zastosowanie porównawczej metody sprawdzenia,
 - 5) przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego o:
 - a) zakresie częstotliwości $0,3 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych wzmocnienia: $\pm 0,5\%$ wzmocnienia,
 - 6) woltomierz o:
 - a) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru napięcia: $\pm 0,5\%$ wartości mierzonej w zakresie częstotliwości $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - c) zakresie mierzonych napięć co najmniej $10 \text{ mV} \div 10 \text{ V}$,
 - 7) przedwzmacniacz sprawdzanego przetwornika o:
 - a) zakresie częstotliwości $0,3 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych wzmocnienia: $\pm 0,5\%$ wzmocnienia,
 - 8) rejestrator poziomu drgań, zsynchronizowany z generatorem sygnałowym:
 - a) o zakresie częstotliwości co najmniej $200 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) o błędach granicznych dopuszczalnych liniowości: $\pm 0,25 \text{ dB}$ w zakresie pomiarów,
 - 9) częstościomierz o:
 - a) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru częstotliwości: $\pm 0,1\%$ wartości mierzonej w zakresie częstotliwości $8 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$.
2. Przetwornik kontrolny i przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego powinny być wywzorcowane łącznie.
 3. Zaleca się kontrolowanie za pomocą oscyloskopu oraz miernika zniekształceń nieliniowych przebiegu sygnałów elektrycznych w torze wytwarzania i pomiaru drgań.

Warunki sprawdzania

- § 3.1. Warunki odniesienia przy sprawdzaniu przetworników i wzorcowych zestawów pomiarowych są następujące:
- 1) temperatura otoczenia: $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$,
 - 2) zmiany temperatury przetwornika: max 1 °C ,
 - 3) wilgotność względna: $65\% \pm 15\%$,
 - 4) ciśnienie atmosferyczne: $1000 \text{ hPa} \pm 40 \text{ hPa}$,
 - 5) zakłócające pole magnetyczne i elektryczne w granicach określonych przez wytwórcę.
2. Parametry sygnału odniesienia są następujące:
- | | |
|------------------------------------|--|
| - częstotliwość | - 80 Hz (dopuszcza się 160 Hz), |
| - wartość skuteczna przyspieszenia | - $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. |

Przebieg sprawdzania

- § 4. Sprawdzanie piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań obejmuje czynności:

Lp.	Czynność	Wymagania zgodne z przepisami o przetwornikach wzorcowych	Metoda sprawdzania według instrukcji	Obowiązek wykonania czynności podczas	
				zatwierdzania typu	uwierzytelniania
1	Ogłędziny zewnętrzne	§ 3, § 5, § 6	§ 5	+	+
2	Sprawdzenie czułości znamionowej	§ 7 ust.1	§ 6	+	+
3	Sprawdzenie błędu pomiaru sygnału odniesienia	§ 7 ust.2	§ 7	+	+
4	Sprawdzenie charakterystyki przetwarzania	§ 7 ust.3	§ 8	+	+
5	Sprawdzenie charakterystyki częstotliwościowej	§ 7 ust.4	§ 9	+	+
6	Sprawdzenie względnej czułości poprzecznej	§ 7 ust.5	§ 10	+	-

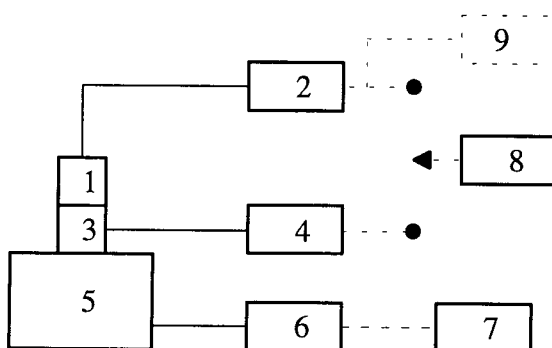
Ogłędziny zewnętrzne

§ 5.1. Podczas ogłędzin zewnętrznych piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań należy sprawdzić:

- 1) konstrukcję, jakość wykonania, stan techniczny i opakowanie oraz dokumentację techniczną,
 - 2) czy na obudowie przetwornika oraz na obudowie przedwzmacniacza umieszczone są właściwe oznaczenia,
 - 3) czy przetwornik wyposażony jest w kabel sygnałowy oraz odpowiednie elementy mocujące i łączące.
2. W przypadku piezoelektrycznych wzorcowych przetworników drgań nie spełniających wymagań określonych w ust.1 należy zaniechać dalszych czynności sprawdzania.

Sprawdzanie czułości znamionowej przetwornika

§ 6.1. Pomiar należy przeprowadzić metodą porównawczą w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1 - przetwornik sprawdzany, 2 - przedwzmacniacz, 3 - przetwornik kontrolny,
4 - przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego, 5 - wzбудnik, 6 - wzmacniacz mocy,
7 - generator przebiegów sinusoidalnych, 8 - woltomierz, 9 - częstotściomierz.

2. Przetwornik sprawdzany należy poddać drganiom o parametrach określonych w § 3 ust. 2 w układzie wytwarzania drgań (przyrządy 5, 6, 7).
3. Wartość przyspieszenia drgań ustalana jest w kontrolnym torze pomiarowym (przyrządy 3, 4, 8); kierunki nominalnych wektorów czułości przetwornika kontrolnego i sprawdzanego powinny pokrywać się z kierunkiem wymuszeń wzбудnika.

4. Czułość znamionową przetwornika sprawdzanego S_z , wyrażoną w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$, należy obliczyć według wzoru :

$$S_z = S_k \cdot \frac{U}{U_k} \cdot \frac{K}{K_k}$$

gdzie:

- S_k - czułość przetwornika kontrolnego w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$,
 - U - napięcie wyjściowe z przedwzmacniacza w torze sprawdzanym w mV,
 - U_k - napięcie wyjściowe z przedwzmacniacza w torze kontrolnym w mV,
 - K - współczynnik wzmocnienia przedwzmacniacza w torze sprawdzanym,
 - K_k - współczynnik wzmocnienia przedwzmacniacza w torze kontrolnym.
5. W przypadku przetworników pracujących z zewnętrznym przedwzmacniaczem można wskazania woltomierza przyłączonego do toru sprawdzanego sprowadzić - za pomocą pokręteł przedwzmacniacza przetwornika sprawdzanego - do wartości odczytanej w torze kontrolnym i bezpośrednio określić wartość czułości przetwornika sprawdzanego. Przed przystąpieniem do tej czynności należy ustalić wartość przyspieszenia drgań.
6. Czułość znamionowa powinna być zgodna z wymaganiami § 7 ust.1 przepisów o przetwornikach wzorcowych.

Sprawdzanie błędu pomiaru sygnału odniesienia

- § 7.1. Sprawdzanie błędu pomiaru sygnału odniesienia dotyczy wzorcowych zestawów pomiarowych.
2. Pomiar sygnału odniesienia należy przeprowadzić w układzie pomiarowym przedstawionym w § 6 ust.1 na rysunku, przy czym przedwzmacniaczem (2) w torze sprawdzanym staje się przedwzmacniacz wzorcowego zestawu pomiarowego.
 3. Przetwornik sprawdzany należy poddać drganiom o parametrach określonych w § 3 ust. 2 w układzie wytwarzania drgań (przrządy 5, 6, 7).
 4. Wartość przyspieszenia drgań ustalana jest w kontrolnym torze pomiarowym (przrządy 3, 4, 8); kierunki nominalnych wektorów czułości przetwornika kontrolnego i sprawdzanego powinny pokrywać się z kierunkiem wymuszeń wzbudnika.
 5. Przy różnych wartościach wzmocnienia przedwzmacniacza (2) należy odczytać wskazania woltomierza oraz obliczyć błędy wskazań względem wartości poprawnej.
 6. Błędy nie powinny przekraczać wartości podanych w § 7 ust. 2 przepisów o przetwornikach wzorcowych.

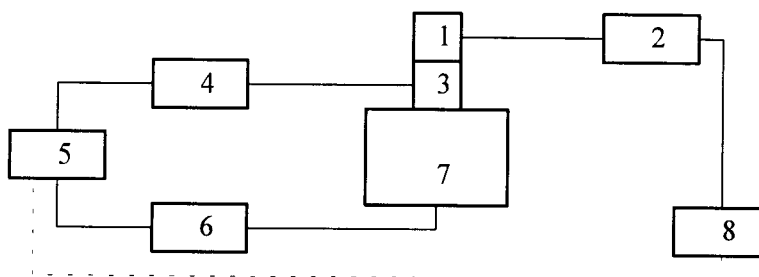
Sprawdzanie charakterystyki przetwarzania

- § 8.1. Pomiar należy przeprowadzić w układzie pomiarowym przedstawionym w § 6 ust.1 na rysunku; w przypadku sprawdzania wzorcowych zestawów pomiarowych przedwzmacniaczem (2) w torze sprawdzanym staje się przedwzmacniacz wzorcowego zestawu pomiarowego.
2. Wartość przyspieszenia drgań ustalana jest w kontrolnym torze pomiarowym (przrządy 3, 4, 8).
 3. Pomiary należy wykonać dla częstotliwości 80 Hz (dopuszcza się 160 Hz) i dwóch wartości skutecznych przyspieszenia większych i dwóch mniejszych od $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; wartości te powinny obejmować jak najszerszy zakres przyspieszeń wybranych z szeregu: $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
 4. Dla każdej z wybranych wartości przyspieszenia wyznacza się czułość przetwornika zgodnie z metodą podaną w § 6 i oblicza się błąd względem czułości znamionowej.
 5. W przypadku wzorcowych zestawów pomiarowych dla każdej z wybranych wartości przyspieszenia wyznacza się wartość napięcia wyjściowego z przedwzmacniacza i oblicza się błąd względem wartości wyznaczonej dla $f = 80 \text{ Hz}$ (dopuszcza się 160 Hz) oraz dla $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

6. Błędy charakterystyki przetwarzania przetwornika i wzorcowego zestawu pomiarowego nie powinny przekraczać wartości podanych w § 7 ust. 3 przepisów o przetwornikach wzorcowych.

Sprawdzanie charakterystyki częstotliwościowej

- § 9.1. W układzie przedstawionym w § 6 ust. 1 na rysunku przeprowadza się punktowe wyznaczenie czułości przetwornika dla co najmniej 10 częstotliwości tercjowych z częstotliwościowego zakresu pracy przetwornika oraz dla wartości skutecznej przyspieszenia drgań $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; w przypadku sprawdzania wzorcowych zestawów pomiarowych przedwzmacniaczem (2) w torze sprawdzanym staje się przedwzmacniacz wzorcowego zestawu pomiarowego.
2. Dla każdej z wyznaczonych wartości czułości należy obliczyć błąd względem czułości znamionowej.
 3. W przypadku wzorcowych zestawów pomiarowych dla częstotliwości wymienionych w ust. 1 wyznacza się wartość napięcia wyjściowego z przedwzmacniacza (2) i oblicza błąd względem wartości wyznaczonej dla $f = 80 \text{ Hz}$ (dopuszcza się 160 Hz) oraz dla $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
 4. Rejestrację charakterystyki częstotliwościowej przetwornika dla częstotliwości co najmniej od 200 Hz wykonuje się w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1 - przetwornik sprawdzany, 2 - przedwzmacniacz, 3 - przetwornik kontrolny,
4 - przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego, 5 - generator przebiegów sinusoidalnych,
6 - wzmacniacz mocy, 7 - wzbudnik, 8 - rejestrator poziomy drgań.

5. W przypadku sprawdzania wzorcowych zestawów pomiarowych przedwzmacniaczem (2) w torze sprawdzanym staje się przedwzmacniacz wzorcowego zestawu pomiarowego.
6. W układzie wytwarzania drgań (przyrządy 5, 6, 7) należy wytworzyć drgania o stałej wartości przyspieszenia.
7. Zmieniając częstotliwość drgań wzbudnika należy zarejestrować w formie wykresu za pomocą rejestratora poziomy drgań wartość sygnału wyjściowego z toru sprawdzanego.
8. Błędy charakterystyki częstotliwościowej przetwornika i wzorcowego zestawu pomiarowego nie powinny przekraczać wartości podanych w § 7 ust. 4 przepisów o przetwornikach wzorcowych.

Sprawdzanie względnej czułości poprzecznej przetwornika

- § 10.1. Względną czułość poprzeczną należy wyznaczyć w układzie pomiarowym przedstawionym w § 6 ust. 1 na rysunku; w przypadku sprawdzania wzorcowych zestawów pomiarowych przedwzmacniaczem (2) w torze sprawdzanym staje się przedwzmacniacz wzorcowego zestawu pomiarowego.
2. Wzbudnik powinien być wyposażony w uchwyt umożliwiający zamocowanie przetwornika sprawdzanego w taki sposób, aby kierunek jego nominalnego wektora czułości był prostopadły do kierunku drgań wzbudnika; uchwyt powinien umożliwić obrót przetwornika sprawdzanego wokół jego osi, pokrywającej się z kierunkiem nominalnego wektora czułości.

3. Dla drgań o częstotliwości 80 Hz i wartości skutecznej przyspieszenia $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ należy wyznaczyć wartość U_1 napięcia wyjściowego z przetwornika, gdy jego nominalny wektor czułości pokrywa się z osią drgań wzbudnika.
4. Przetwornik sprawdzany mocuje się w uchwycie i dokonuje pomiaru napięcia wyjściowego U_2 dla kolejnych położeń przetwornika podczas obrotu wokół osi o 360° (co 45° lub mniej) przy tych samych wartościach częstotliwości i przyspieszenia drgań.
5. Maksymalną względną czułość poprzeczną przetwornika S_{pop} określa się według wzoru:

$$S_{pop} = \frac{U_{2max}}{U_1} \cdot 100\%$$

gdzie:

- U_{2max} - maksymalna wartość napięcia wyjściowego z przetwornika sprawdzanego uzyskana podczas obracania go w uchwycie w zakresie do 360° , wyrażona w mV,
 - U_1 - wartość napięcia wyjściowego z przetwornika, gdy jego nominalny wektor czułości jest zgodny z osią drgań wzbudnika, wyrażona w mV.
6. Maksymalna względna czułość poprzeczna nie powinna przekraczać wartości podanej w § 7 ust. 5 przepisów o przetwornikach wzorcowych.

Dokumentowanie wyników sprawdzenia

- § 11.1. Wyniki sprawdzenia piezoelektrycznego wzorcowego przetwornika drgań wpisuje się do zapiski sprawdzenia, której wzór przedstawiono w załączniku do instrukcji.
2. Jeżeli sprawdzany piezoelektryczny wzorcowy przetwornik drgań wraz z kablem sygnałowym odpowiada wymaganiom przepisów o przetwornikach wzorcowych, należy wystawić świadectwo uwierzytelnienia.

Załącznik do instrukcji
sprawdzania piezoelektrycznych
wzorcowych przetworników drgań

.....
(pieczęćka urzędu)

ZAPISKA SPRAWDZANIA

Nr zgłoszenia

Zgłaszający

Przetwornik typu nr fabr. wytwórca

Przedwzmacniacz typu nr fabr. wytwórca

Pomiary wykonał (a)

Data

Wyniki sprawdzenia

1. Czułość znamionowa S_z dla częstotliwości $f = \dots$ Hz i wartości skutecznej przyspieszenia
 $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$S_z = \dots \text{ pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$$

$$\text{Czułość podana przez wytwórcę } S_w = \dots \text{ pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$$

$$\text{Względna różnica czułości } \frac{S_z - S_w}{S_w} \cdot 100\% = \dots$$

2. Pomiar sygnału odniesienia

$$\text{Częstotliwość } f = \dots \text{ Hz, przyspieszenie } a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Wzmocnienie przedwzmacniacza			
Wskazanie woltomierza	mV			
Wartość poprawna	mV			
Błąd	%			

3. Charakterystyka przetwarzania

$$\text{Częstotliwość } f = \dots \text{ Hz} \quad \text{Wzmocnienie przedwzmacniacza} \dots$$

a	czułość S lub napięcie U	B
$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	%

Błąd charakterystyki przetwarzania B :

- przetwornika $B = \frac{S - S_z}{S_z} \cdot 100\%$,
- wzorcowego zestawu pomiarowego $B = \frac{U - U_z}{U_z} \cdot 100\%$,

gdzie:

- S - czułość w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$ zmierzona dla kolejnych wartości przyspieszenia a ,
- S_z - czułość znamionowa w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$,
- U - napięcie w mV zmierzone dla kolejnych wartości przyspieszenia a ,
- U_z - napięcie w mV zmierzone dla $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

4. Charakterystyka częstotliwościowa

Przyspieszenie $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Wzmocnienie przedwzmacniacza

f	czułość S lub napięcie U	B
Hz	%

f	czułość S lub napięcie U	B
Hz	%

Błąd charakterystyki częstotliwościowej B :

- przetwornika $B = \frac{S - S_z}{S_z} \cdot 100\%$,
- wzorcowego zestawu pomiarowego $B = \frac{U - U_z}{U_z} \cdot 100\%$,

gdzie:

- S - czułość w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$ zmierzona dla kolejnych wartości częstotliwości f ,
- S_z - czułość znamionowa w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$,
- U - napięcie w mV zmierzone dla kolejnych wartości częstotliwości f ,
- U_z - napięcie w mV zmierzone dla $f = \dots\dots\dots \text{Hz}$.

**ZARZĄDZENIE NR 73
PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR
z dnia 8 czerwca 1995 r.**

w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych użytkowych przetwornikach drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetwornikach drgań o masie do 300 g

Na podstawie art. 8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o piezoelektrycznych użytkowych przetwornikach drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetwornikach drgań o masie do 300 g, zwanych dalej "przetwornikami użytkowymi", stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać przetworniki użytkowe podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar

Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 73
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 8 czerwca 1995 r. (poz. 78)

**PRZEPISY METROLOGICZNE O PIEZOELEKTRYCZNYCH UŻYTKOWYCH
PRZETWORNIKACH DRGAŃ I ELEKTRODYNAMICZNYCH UŻYTKOWYCH
PRZETWORNIKACH DRGAŃ O MASIE DO 300 g**

Postanowienia ogólne

- § 1. Przepisy dotyczą przetworników użytkowych do pomiaru prostoliniowych periodycznych lub przypadkowych drgań mechanicznych.
- § 2.1. Przetwornik użytkowy jest to przyrząd pomiarowy, przetwarzający przyspieszenie lub prędkość drgań mechanicznych na inną wielkość (np. ładunek, napięcie), której wartość można zmierzyć lub zarejestrować.
2. Czułość znamionowa przetwornika użytkowego jest to czułość określona w warunkach odniesienia dla sygnału odniesienia.
3. Charakterystyka częstotliwościowa jest to zależność czułości przetwornika użytkowego od częstotliwości sygnału wejściowego przy stałej wartości tego sygnału.
4. Błąd względny charakterystyki częstotliwościowej jest to różnica między czułością wyznaczoną dla wybranej częstotliwości sygnału wejściowego a czułością znamionową w stosunku do tej czułości znamionowej.
5. Charakterystyka przetwarzania jest to zależność czułości przetwornika użytkowego od wartości sygnału wejściowego przy stałej częstotliwości tego sygnału.

6. Błąd względny charakterystyki przetwarzania jest to różnica między czułością wyznaczoną dla wybranej wartości sygnału wejściowego a czułością znamionową w stosunku do tej czułości znamionowej.
- § 3.1. Do każdego przetwornika użytkowego powinna być dołączona dokumentacja techniczna wytwórcy zawierająca przynajmniej następujące dane:
- 1) czułość przetwornika użytkowego oraz warunki, w jakich została wyznaczona,
 - 2) maksymalną względną czułość poprzeczną,
 - 3) zakres częstotliwości oraz odpowiadający mu błąd względny charakterystyki częstotliwościowej,
 - 4) masę,
 - 5) inne parametry konieczne ze względu na współpracę z innymi przyrządami (np. pojemność).
2. Wytwórca powinien podać warunki właściwego stosowania, w tym warunki zasilania (jeśli istnieje taka potrzeba), ciśnienie atmosferyczne, zewnętrzne zakłócające pola magnetyczne i elektryczne.
- § 4. Przetworniki użytkowe powinny odpowiadać wymaganiom norm:
- 1) PN-91/N-01356 - "Drgania. Piezoelektryczne przetworniki do pomiaru drgań mechanicznych oddziałujących na organizm człowieka",
 - 2) PN-75/M-53527 - "Przyrządy do pomiaru drgań mechanicznych. Nazwy i określenia",
 - 3) PN-82/N-01350 - "Drgania. Terminologia".

Konstrukcja i wykonanie

- § 5.1. Konstrukcja i wykonanie przetwornika użytkowego powinny zapewniać jego poprawne funkcjonowanie oraz możliwość transportowania i przechowywania bez powodowania zmian jego właściwości metrologicznych w warunkach określonych w § 8.
2. Przetwornik użytkowy powinien być wyposażony w elementy umożliwiające zamocowanie go do obiektu mierzonyego i połączenie z przyrządami współpracującymi; zaleca się mocowanie za pomocą wkrętu M3, M5 lub M8.
 3. Przetwornik użytkowy nie powinien mieć wgnieceń, rys na obudowie i podstawie oraz uszkodzeń kabla sygnałowego i elementów mocujących.

Oznaczenia

- § 6.1. Na obudowie lub podstawie przetwornika użytkowego powinny być umieszczone przynajmniej następujące trwałe oznaczenia:
- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
 - 2) typ fabryczny,
 - 3) numer fabryczny,
 - 4) nadany znak zatwierdzenia typu.
2. Dla każdego przetwornika użytkowego powinien być jednoznacznie określony kierunek głównej osi czułości.

Charakterystyki metrologiczne

- § 7.1. Czułość znamionowa przetwornika użytkowego nie powinna różnić się więcej niż o $\pm 10\%$ od czułości podanej przez wytwórcę.
2. Błąd względny charakterystyki przetwarzania przetwornika użytkowego, liczony względem czułości znamionowej, nie powinien przekraczać $\pm 5\%$.

3. Błąd względny charakterystyki częstotliwościowej przetwornika użytkowego, liczony względem czułości znamionowej, nie powinien przekraczać $\pm 10\%$.
4. Maksymalna względna czułość poprzeczna przetwornika użytkowego nie powinna przekraczać 10% wartości czułości znamionowej.
5. Względna czułość na nagłe zmiany temperatury przetwornika użytkowego nie powinna przekraczać $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{°C}^{-1}$.

Warunki właściwego stosowania

- § 8.1. Przetwornik użytkowy powinien umożliwiać poprawne pomiary drgań w następujących warunkach otoczenia:
- 1) temperatura: $-10\text{ °C} \div 50\text{ °C}$,
 - 2) maksymalna wilgotność względna: 90% w temperaturze otoczenia 30 °C ,
 - 3) ciśnienie atmosferyczne, warunki zasilania, zewnętrzne zakłócające pola magnetyczne i elektryczne w granicach określonych przez wytwórcę.
2. Opakowanie przetwornika użytkowego powinno chronić go przed uszkodzeniem, zabrudzeniem, zakurzeniem oraz zapewniać możliwość przechowywania i transportu w następujących warunkach:
- 1) temperatura otoczenia: $-25\text{ °C} \div 55\text{ °C}$,
 - 2) maksymalna wilgotność względna: 95% w temperaturze otoczenia 30 °C ,
 - 3) drgania udarowe o przyspieszeniu $\leq 98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (dotyczy transportu).

Okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej

- § 9.1. Okres ważności świadectwa uwierzytelnienia przetwornika użytkowego wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia tego miesiąca, w którym uwierzytelnienie zostało dokonane.
2. Świadectwo uwierzytelnienia traci ważność w przypadku uszkodzenia przetwornika użytkowego lub kabla sygnałowego.
 3. Termin, do którego przetworniki użytkowe zatwierdzonego typu mogą być wprowadzone do obrotu lub użytkowania, określony jest w decyzji o zatwierdzeniu typu.

Postanowienia przejściowe

- §10. Przetworniki użytkowe, których typ nie został zatwierdzony, użytkowane i legalizowane przed wejściem w życie niniejszych przepisów, mogą być nadal uwierzytelniane, jeśli spełniają ich wymagania.

79

**ZARZĄDZENIE NR 74
PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**

z dnia 8 czerwca 1995 r.

w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania piezoelektrycznych użytkowych przetworników drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetworników drgań o masie do 300 g

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania piezoelektrycznych użytkowych przetworników drgań, zwanych dalej "przetwornikami piezoelektrycznymi" i elektrodynamicznych użytkowych przetworników drgań o masie do 300 g, zwanych dalej "przetwornikami elektrodynamicznymi", stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości przetworników piezoelektrycznych i przetworników elektrodynamicznych z wymaganiami przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych użytkowych przetwornikach drgań i elektrodynamicznych użytkowych przetwornikach drgań o masie do 300 g, wprowadzonych zarządzeniem nr 73 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 8 czerwca 1995 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 14, poz. 78), zwanych dalej "przepisami o przetwornikach użytkowych".
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes
Głównego Urzędu Miar

Krzysztof Mordziński

Załącznik do zarządzenia nr 74
Prezesa Głównego Urzędu Miar
z dnia 8 czerwca 1995 r. (poz. 79)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA PIEZOELEKTRYCZNYCH UŻYTKOWYCH
PRZETWORNIKÓW DRGAŃ I ELEKTRODYNAMICZNYCH UŻYTKOWYCH
PRZETWORNIKÓW DRGAŃ O MASIE DO 300 g**

**Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane
do sprawdzania**

- § 1.1. Do sprawdzania przetworników piezoelektrycznych i przetworników elektrodynamicznych stosuje się:
- 1) wzbudnik drgań o:
 - a) zakresie częstotliwości co najmniej 8 Hz ÷ 50 kHz,
 - b) wartości przyspieszenia układu drgającego wzbudnika nie mniejszej niż 10 m·s⁻²,
 - c) powierzchni mocowania przetwornika, która powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-91/N-01356 "Drgania. Piezoelektryczne przetworniki do pomiaru drgań mechanicznych oddziałujących na organizm człowieka",
 - 2) generator przebiegów sinusoidalnych o:

- a) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych częstotliwości: $\pm 1 \%$ częstotliwości przebiegu generowanego,
 - c) błędach granicznych dopuszczalnych stałości częstotliwości: $\pm 0,1 \%$ częstotliwości przebiegu generowanego w czasie dokonywania pomiarów,
 - d) błędach granicznych dopuszczalnych stałości napięcia wyjściowego: $\pm 0,1 \%$ wartości generowanej w czasie dokonywania pomiarów,
 - e) zmianach napięcia wyjściowego nie przekraczających $\pm 0,3 \text{ dB}$ w całym zakresie częstotliwości w ustalonych warunkach,
 - f) współczynnika zawartości harmonicznych nie przekraczającym $0,2 \%$ w zakresie częstotliwości pracy,
 - g) stosunku szumu do sygnału użytecznego nie przekraczającym $0,5 \%$,
- 3) wzmacniacz mocy o:
- a) mocy wyjściowej nie mniejszej niż 75 W ,
 - b) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - c) współczynnika zawartości harmonicznych nie przekraczającym 1% przy maksymalnej mocy w zakresie częstotliwości pracy,
 - d) błędach granicznych dopuszczalnych stałości wzmocnienia: $\pm 0,1 \%$ wzmocnienia w czasie dokonywania pomiarów,
 - e) błędzie częstotliwościowej charakterystyki wzmocnienia nie przekraczającym $\pm 0,2 \text{ dB}$,
- 4) przetwornik kontrolny przyspieszenia drgań mechanicznych, spełniający wymagania przepisów metrologicznych o piezoelektrycznych wzorcowych przetwornikach drgań:
- a) o zakresie częstotliwości co najmniej $5 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$,
 - b) o błędzie charakterystyki częstotliwościowej, liczonym względem czułości znamionowej, nie przekraczającym $\pm 5 \%$ w zakresie częstotliwości $5 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$,
 - c) o czułości znamionowej określonej z niepewnością standardową względną nie przekraczającą $\pm 1 \%$;
zaleca się stosowanie przetwornika typu 8305 firmy Brüel-Kjaer lub innego o zbliżonych parametrach, który po zamocowaniu na nim sprawdzanego przetwornika umożliwia zastosowanie porównawczej metody sprawdzenia,
- 5) przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego o:
- a) zakresie częstotliwości $0,3 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych wzmocnienia: $\pm 0,5 \%$ wzmocnienia,
- 6) woltomierz o:
- a) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru napięcia: $\pm 0,5 \%$ wartości mierzonej w zakresie częstotliwości $8 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - c) zakresie mierzonych napięć co najmniej $10 \text{ mV} \div 10 \text{ V}$,
- 7) przedwzmacniacz sprawdzanego przetwornika o:
- a) zakresie częstotliwości $0,3 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych wzmocnienia: $\pm 0,5 \%$ wzmocnienia,
- 8) rejestrator poziomu drgań, zsynchronizowany z generatorem sygnałowym:
- a) o zakresie częstotliwości co najmniej $200 \text{ Hz} \div 50 \text{ kHz}$,
 - b) o błędach granicznych dopuszczalnych liniowości: $\pm 0,25 \text{ dB}$ w zakresie pomiarów,
- 9) częstościomierz o:
- a) zakresie częstotliwości co najmniej $8 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$,
 - b) błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru częstotliwości: $\pm 0,1 \%$ wartości mierzonej w zakresie częstotliwości $8 \text{ Hz} \div 5 \text{ kHz}$.
2. Przetwornik kontrolny i przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego powinny być wywzorcowane łącznie.

3. Zaleca się kontrolowanie za pomocą oscyloskopu oraz miernika zniekształceń nieliniowych przebiegu sygnałów elektrycznych w torze wytwarzania i pomiaru drgań.

Warunki sprawdzania

§ 2.1. Warunki odniesienia przy sprawdzaniu przetworników piezoelektrycznych i przetworników elektrodynamicznych są następujące:

- 1) temperatura otoczenia: $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$,
- 2) zmiany temperatury przetwornika: max 1 °C ,
- 3) wilgotność względna: $65\% \pm 15\%$,
- 4) ciśnienie atmosferyczne: $1000\text{ hPa} \pm 40\text{ hPa}$,
- 5) zakłócające pole magnetyczne i elektryczne w granicach określonych przez wytwórcę w dokumentacji technicznej.

2. Parametry sygnału odniesienia są następujące:

- 1) dla przetworników piezoelektrycznych:
 - częstotliwość - 80 Hz (dopuszcza się 160 Hz),
 - wartość skuteczna przyspieszenia - $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (dopuszcza się $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$),
- 2) dla przetworników elektrodynamicznych:
 - częstotliwość - 80 Hz ,
 - wartość skuteczna prędkości - $1\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Przebieg sprawdzania

§ 3. Sprawdzanie przetworników piezoelektrycznych i przetworników elektrodynamicznych obejmuje czynności:

Lp.	Czynność	Wymagania zgodne z przepisami o przetwornikach użytkowych	Metoda sprawdzania według instrukcji	Obowiązek wykonania czynności podczas	
				zatwierdzania typu	uwierzytelniania
1	Oględziny zewnętrzne	§ 3, § 5, § 6	§ 4	+	+
2	Sprawdzenie czułości znamionowej	§ 7 ust.1	§ 5	+	+
3	Sprawdzenie charakterystyki przetwarzania	§ 7 ust.2	§ 6	+	+
4	Sprawdzenie charakterystyki częstotliwościowej	§ 7 ust.3	§ 7	+	+
5	Sprawdzenie względnej czułości poprzecznej (dla przetworników piezoelektrycznych)	§ 7 ust.4	§ 8	+	-
6	Sprawdzenie względnej czułości na nagłe zmiany temperatury (dla przetworników piezoelektrycznych)	§ 7 ust.5	§ 9	+	-

Oględziny zewnętrzne

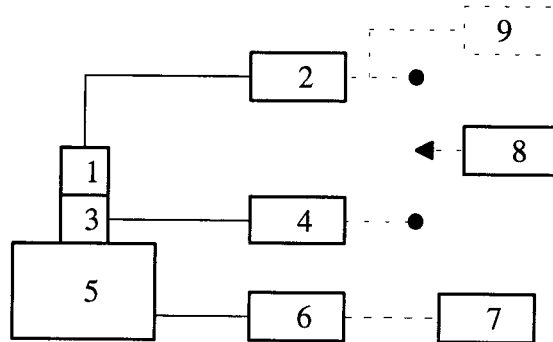
§ 4.1. Podczas oględzin zewnętrznych przetworników piezoelektrycznych i przetworników elektrodynamicznych należy sprawdzić:

- 1) konstrukcję, jakość wykonania, stan techniczny i opakowanie przetwornika oraz dokumentację techniczną,
- 2) czy na obudowie lub podstawie przetwornika umieszczone są właściwe oznaczenia,

- 3) czy przetwornik wyposażony jest w kabel sygnałowy oraz odpowiednie elementy mocujące i łączące.
2. W przypadku przetworników nie spełniających wymagań określonych w ust.1 należy zaniechać dalszych czynności sprawdzania.

Sprawdzanie czułości znamionowej przetwornika

§ 5.1. Pomiar należy przeprowadzić metodą porównawczą w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1 - przetwornik sprawdzany, 2 - przedwzmacniacz przetwornika sprawdzanego (jeśli jest zastosowany),
3 - przetwornik kontrolny, 4 - przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego, 5 - wzбудnik,
6 - wzmacniacz mocy, 7 - generator przebiegów sinusoidalnych, 8 - woltomierz, 9 - częstotściomierz.

2. Przetwornik sprawdzany należy poddać drganiom o parametrach określonych § 2 ust. 2 w układzie wytwarzania drgań (przrzędy 5, 6, 7).
3. Wartość przyspieszenia lub prędkości drgań ustalana jest w kontrolnym torze pomiarowym (przrzędy 3, 4, 8); kierunki nominalnych wektorów czułości przetwornika kontrolnego i sprawdzanego powinny pokrywać się z kierunkiem wymuszeń wzбудnika.
4. Czułość znamionową przetwornika piezoelektrycznego S_z , wyrażoną w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$, należy obliczyć według wzoru :

$$S_z = S_k \cdot \frac{U}{U_k} \cdot \frac{K}{K_k}$$

gdzie:

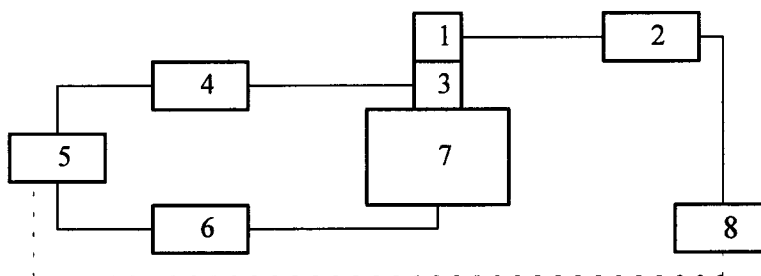
- S_k - czułość przetwornika kontrolnego w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$,
 - U - napięcie wyjściowe z przedwzmacniacza w torze sprawdzanym w mV,
 - U_k - napięcie wyjściowe z przedwzmacniacza w torze kontrolnym w mV,
 - K - współczynnik wzmocnienia przedwzmacniacza w torze sprawdzanym,
 - K_k - współczynnik wzmocnienia przedwzmacniacza w torze kontrolnym.
5. W przypadku przetworników piezoelektrycznych, pracujących z zewnętrznym przedwzmacniaczem, można wskazania woltomierza przyłączonego do toru sprawdzanego sprawdzić - za pomocą pokręteł przedwzmacniacza przetwornika sprawdzanego - do wartości odczytanej w torze kontrolnym i bezpośrednio określić wartość czułości przetwornika sprawdzanego. Przed przystąpieniem do tej czynności należy ustalić wartość przyspieszenia drgań.
 6. W przypadku sprawdzania przetworników elektrodynamicznych po ustaleniu prędkości drgań wartość czułości wyznacza się na podstawie tej ustalonej wartości prędkości drgań i odpowiadającego jej wskazania woltomierza.
 7. Czułość znamionowa powinna być zgodna z wymaganiami § 7 ust. 1 przepisów o przetwornikach użytkowych.

Sprawdzanie charakterystyki przetwarzania

- § 6.1. Pomiar należy przeprowadzić w układzie pomiarowym przedstawionym w § 5 ust. 1 na rysunku. Wartość przyspieszenia lub prędkości drgań ustalana jest w kontrolnym torze pomiarowym (przrządy 3, 4, 8).
- § 2. W przypadku przetworników piezoelektrycznych pomiary czułości należy wykonać dla częstotliwości 80 Hz (dopuszcza się 160 Hz) i dwóch wartości skutecznych przyspieszenia większych i dwóch mniejszych od wartości przyspieszenia, przy której wyznaczono czułość znamionową; wartości te powinny obejmować jak najszerszy zakres przyspieszeń wybranych z szeregu: $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
3. Dla każdej z wybranych wartości przyspieszenia wyznacza się czułość przetwornika zgodnie z metodą podaną w § 5 i oblicza się błąd względem czułości znamionowej.
4. W przypadku przetworników elektrodynamicznych pomiary czułości należy wykonać dla częstotliwości 80 Hz i dla wartości skutecznych prędkości drgań $0,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, $0,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, $2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, $5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.
5. Dla każdej z wyznaczonych wartości czułości należy obliczyć błąd względem czułości znamionowej.
6. Błędy charakterystyki przetwarzania nie powinny przekraczać wartości podanych w § 7 ust. 2 przepisów o przetwornikach użytkowych.

Sprawdzanie charakterystyki częstotliwościowej

- § 7.1. W układzie przedstawionym w § 5 ust. 1 na rysunku przeprowadza się punktowe wyznaczenie czułości przetwornika dla co najmniej 10 częstotliwości tercjowych z częstotliwościowego zakresu pracy przetwornika określonego przez wytwórcę w dokumentacji technicznej.
2. Dla przetworników piezoelektrycznych wartość skuteczna przyspieszenia drgań wynosi $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (dopuszcza się $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), a dla przetworników elektrodynamicznych wartość skuteczna prędkości drgań wynosi $1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. Dla każdej z wyznaczonych wartości czułości należy obliczyć błąd względem czułości znamionowej.
4. Rejestrację charakterystyki częstotliwościowej przetworników piezoelektrycznych dla częstotliwości co najmniej od 200 Hz wykonuje się w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1 - przetwornik sprawdzany, 2 - przedwzmacniacz (jeśli jest zastosowany), 3 - przetwornik kontrolny, 4 - przedwzmacniacz przetwornika kontrolnego, 5 - generator przebiegów sinusoidalnych, 6 - wzmacniacz mocy, 7 - wzbudnik, 8 - rejestrator poziomu drgań.

5. W układzie wytwarzania drgań (przrządy 5, 6, 7) należy wytworzyć drgania o stałej wartości przyspieszenia (lub prędkości - dla przetworników elektrodynamicznych); zmieniając częstotliwość drgań wzbudnika należy zarejestrować w formie wykresu za pomocą rejestratora poziomu drgań wartość sygnału wyjściowego z toru sprawdzanego.
6. Błędy charakterystyki częstotliwościowej przetwornika w częstotliwościowym zakresie pracy określonym przez wytwórcę nie powinny przekraczać wartości podanych w § 7 ust. 3 przepisów o przetwornikach użytkowych.

Sprawdzanie względnej czułości poprzecznej przetwornika

- § 8.1. Względną czułość poprzeczną przetwornika piezoelektrycznego należy wyznaczyć w układzie pomiarowym przedstawionym w § 5 ust. 1 na rysunku.
2. Wzbudnik powinien być wyposażony w uchwyt umożliwiający zamocowanie przetwornika sprawdzanego w taki sposób, aby kierunek jego nominalnego wektora czułości był prostopadły do kierunku drgań wzbudnika; uchwyt powinien umożliwić obrót przetwornika sprawdzanego wokół jego osi, pokrywającej się z kierunkiem nominalnego wektora czułości.
 3. Dla drgań o częstotliwości 80 Hz i wartości skutecznej przyspieszenia $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ należy wyznaczyć wartość U_1 napięcia wyjściowego z przetwornika, gdy jego nominalny wektor czułości pokrywa się z osią drgań wzbudnika.
 4. Przetwornik sprawdzany mocuje się w uchwycie i dokonuje pomiaru napięcia wyjściowego U_2 dla kolejnych położeń przetwornika podczas obrotu wokół osi o 360° (co 45° lub mniej) przy tych samych wartościach częstotliwości i przyspieszenia drgań.
 5. Maksymalną względną czułość poprzeczną przetwornika S_{pop} określa się według wzoru:

$$S_{pop} = \frac{U_{2max}}{U_1} \cdot 100\%$$

gdzie:

- U_{2max} - maksymalna wartość napięcia uzyskana podczas obracania sprawdzanego przetwornika w uchwycie w zakresie do 360° , wyrażona w mV,
 - U_1 - wartość napięcia wyjściowego z przetwornika, gdy jego nominalny wektor czułości jest zgodny z osią drgań wzbudnika, wyrażona w mV.
6. Maksymalna względna czułość poprzeczna nie powinna przekraczać wartości podanej w § 7 ust. 4 przepisów o przetwornikach użytkowych.

Sprawdzanie względnej czułości na nagłe zmiany temperatury przetwornika

- § 9.1. Przetwornik sprawdzany należy zamocować do aluminiowego bloku o masie co najmniej dziesięciokrotnie większej od masy przetwornika.
2. Wyjście przedwzmacniacza przetwornika należy podłączyć do urządzenia rejestrującego (oscylloskop z pamięcią lub rejestrator).
 3. Sprawdzania dokonuje się przez nagłe zanurzenie przetwornika w wodzie o temperaturze niższej o $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ od temperatury przetwornika przed zanurzeniem; po zanurzeniu przetwornika zmiana temperatury wody nie powinna przekroczyć $1 \text{ }^\circ\text{C}$.
 4. Po zanurzeniu przetwornika w wodzie należy odczytać zarejestrowaną maksymalną wartość napięcia U_{max} na wyjściu przedwzmacniacza przetwornika.
 5. Względną czułość przetwornika na nagłe zmiany temperatury $S_{\Delta T}$, wyrażoną w $\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, należy obliczyć ze wzoru:

$$S_{\Delta T} = \frac{U_{max}}{\Delta T} \cdot \frac{C}{S_z}$$

gdzie:

- U_{max} - maksymalna zarejestrowana wartość napięcia w mV,
- ΔT - różnica temperatur przetwornika przed zanurzeniem i po zanurzeniu w wodzie w $^\circ\text{C}$,
- S_z - czułość znamionowa przetwornika w $\text{pC} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2$,
- C - pojemność przetwornika sprawdzanego (z kablem sygnałowym) w nF.

6. Względna czułość na nagłe zmiany temperatury powinna być zgodna z wymaganiami § 7 ust. 5 przepisów o przetwornikach użytkowych.

Dokumentowanie wyników sprawdzenia

- §10.1. Wyniki sprawdzenia przetwornika drgań wpisuje się do zapiski sprawdzenia, której wzór przedstawiono w załączniku do instrukcji.
2. Jeżeli sprawdzany przetwornik wraz z kablem sygnałowym odpowiada wymaganiom przepisów o przetwornikach użytkowych, należy wystawić świadectwo uwierzytelnienia.

Załącznik do instrukcji
sprawdzania piezoelektrycznych użytkowych
przetworników drgań i elektrodynamicznych użytkowych
przetworników drgań o masie do 300 g

.....
(pieczęćka urzędu)

ZAPISKA SPRAWDZANIA

Nr zgłoszenia

Zgłaszający

Przetwornik typu nr fabr. wytwórca

Pomiary wykonał (a)

Data

Wyniki sprawdzenia

1. Czułość znamionowa S_z dla częstotliwości $f = \dots$ Hz i wartości skutecznej przyspieszenia

$$a = \dots \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

lub wartości skutecznej prędkości v równej $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$

$$S_z = \dots,$$

Czułość podana przez wytwórcę $S_w = \dots,$

$$\text{Względna różnica czułości } \frac{S_z - S_w}{S_w} \cdot 100\% = \dots$$

2. Charakterystyka przetwarzania

Częstotliwość $f = \dots$ Hz

a lub v	S	B
.....	%

gdzie: B - błąd charakterystyki przetwarzania $B = \frac{S - S_z}{S_z} \cdot 100\%$,

S - czułość zmierzona dla kolejnych wartości przyspieszenia a lub prędkości v .

3. Charakterystyka częstotliwościowa

Przyspieszeniem · s⁻² lub prędkośćcm · s⁻¹

<i>f</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
Hz	%

<i>f</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
Hz	%

gdzie: *B* - błąd charakterystyki częstotliwościowej $B = \frac{S - S_z}{S_z} \cdot 100\%$,
S - czułość zmierzona dla kolejnych wartości częstotliwości *f*.

Redakcja: Biuro Prawne Głównego Urzędu Miar, 00-139 Warszawa, ul. Elektoralna 2.
Druk, prenumerata i kolportaż: Wydawnictwa Normalizacyjne „ALFA” - „WERO” Sp. z o.o.
00-511 Warszawa, ul. Nowogrodzka 22
Pojedyncze egzemplarze Dziennika Urzędowego można nabywać
w Centralnej Księgarni Norm, 00-820 Warszawa, ul. Sienna 63, tel. 620 70 23

Tłoczono z polecenia Prezesa Głównego Urzędu Miar