

Łukasiewicz - PIAP



100 0 0001311 3

Krajowy System
Automatyki i Pomiarów

POLMATIK

INFORMATOR

zastosowań części pomiarowej
POLMATIK-METRO

METROKIN

Urządzenia do pomiaru
parametrów ruchu

XXVIIa-49

PRZEMYSŁOWY
INSTYTUT
AUTOMATYKI
I POMIARÓW
„MERA-PIAP”



System **POLMATIK** jest realizacją
Uniwersalnego Międzynarodowego
Systemu Automatycznej Kontroli
Regulacji i Sterowania (URS).

INFORMATOR

zastosowań części pomiarowej
POLMATIK-METRO

METROKIN

Urządzenia do pomiaru
parametrów ruchu

Warszawa 1978



MERA-PIAP

GŁÓWNY SPECJALISTA PODSYSTEMU METROKIN

inż. Grzegorz Swiderski
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jeruzolimskie 202, 02-222 Warszawa
tel. 23-70-81 w. 117, telex: 813726 PL

GŁÓWNI KONSTRUKTORZY PODSYSTEMU METROKIN

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Automatyki
i Urządzeń Precyzyjnych MERA-POLTIK
inż. Jerzy Łuszczynski
ul. Piramowicza 11 90-950 Łódź
tel. 637-33
Obrotomierze, prędkościomierze, traktometry i tachografy magnetyczne

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej MERA-LUMEL
dr inż. Zdzisław Tarnowski
ul. Sulechowska 1, 65-950 Zielona Góra
tel. 4811, telex: 043366 PL
Obrotomierze i prędkościomierze elektroniczne

Swidnickie Zakłady Artykułów Technicznych IGLOTECH
mgr inż. Jerzy Maślanko
ul. Westerplatte 56, 58-101 Swidnica
tel. 20-041, telex: 034150 PL
Liczniki mechaniczne

Fabryka Aparatury i Urządzeń Komunalnych POWOGAZ
inż. Leszek Spławski
ul. Janickiego 32/25, 60-542 Poznań
tel. 444-01, telex: 0415347
Taksometry

Instytut Lotnictwa
doc. mgr inż. Józef Fórmaniak
Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa
tel. 46-00-11 w. 266
Wibrometria

Zakłady Urządzeń Automatyki Przemysłowej MERA-ZUAP
mgr inż. Tadeusz Pierzchała
ul. Sobieskiego 64a, 41-200 Sosnowiec
Aparatura strunowa



Łukasiewicz - PIAP



Rp. 1311/3/p

MERA-PIAP TW/413/78/1000 egz.

XXVIIa-49

SPIS TRESCI

| | str. |
|--|------|
| Tablica wstępnego doboru rodzaju urządzenia pomiarowego | |
| 1. Wstęp | 7 |
| 2. Czujniki i przetworniki przemieszczeń | 8 |
| 2.1. Czujniki i przetworniki przemieszczeń liniowych | 8 |
| 2.2. Czujniki i przetworniki przemieszczeń kątowych | 18 |
| 3. Mierniki przemieszczeń | 23 |
| 3.1. Drogomierze liczydłowe | 23 |
| 3.2. Liczniki przemieszczeń (położeń) | 23 |
| 3.3. Taksometry | 25 |
| 4. Czujniki i aparatura do pomiaru drgań mechanicznych | 25 |
| 4.1. Czujniki drgań | 27 |
| 4.2. Aparatura do pomiaru drgań | 50 |
| 5. Czujniki i przetworniki prędkości | 64 |
| 5.1. Czujniki i przetworniki prędkości liniowych | 65 |
| 5.2. Czujniki i przetworniki prędkości kątowych | 65 |
| 6. Mierniki prędkości liniowej i kątowej | 68 |
| 6.1. Obrotomierze | 70 |
| 6.2. Prędkościomierze (szybkościomierze) | 77 |
| 6.3. Traktometry | 83 |
| 6.4. Tachografy | 84 |
| 6.5. Stroboskopy | 88 |
| 7. Przyrządy do pomiaru przyspieszeń | 90 |
| 7.1. Czujniki i przetworniki przyspieszeń | 90 |
| 7.2. Mierniki przyspieszeń | 90 |
| 8. Urządzenia do diagnostyki pojazdów i maszyn | 90 |

| | |
|---|-----|
| 9. Urządzenia laserowe | 95 |
| 9.1. Laserowe mierniki przemieszczeń | 104 |
| 9.2. Laserowe urządzenia sterujące pracą maszyn inżynierskich | 106 |
| 10. Urządzenia do automatycznej rejestracji pracy maszyn | 107 |
| 10.1. Rejestratory pracy maszyn | 108 |
| 10.2. Systemy rejestracji pracy maszyn | 109 |
| 11. Urządzenia kontrolne i regulacyjne stosowane w produkcji | |
| ' przyrządów do pomiaru parametrów ruchu | 111 |
| 11.1. Stanowiska kontrolne | 111 |
| 11.2. Stanowiska regulacyjne | 113 |

1. WSTEP

Do podsystemu METROKIN należą urządzenia umożliwiające przekształcenie przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia na sygnały standardowe elektryczne oraz pomiar, rejestrację i sygnalizację tych wielkości za pomocą środków technicznych zaliczonych do tego systemu, bądź przy użyciu dodatkowo urządzeń należących do podsystemów METROLEKTR i METRODIG, a także urządzeń części MOTO (maszyny elektryczne, w tym selsyny i prądnice tachometryczne). Wszystkie wyroby wymienione w informatorze zaliczono wstępnie do podsystemu METROKIN. Urządzenia pomiarowe podsystemu METROKIN podzielono na następujące grupy:

- Przyrządy i urządzenia lokacji i nawigacji. Ze względu na bardzo szeroki zakres tej grupy przyrządów oraz ich wąskie, specjalistyczne zastosowania, grupa ta nie jest włączona do niniejszego informatora.
- Czujniki i przetworniki przemieszczeń, które podzielono na dwa rodzaje: do przemieszczeń liniowych i do przemieszczeń kątowych. Należą tu różnego typu czujniki i przetworniki drogi, o wyjściu analogowym lub cyfrowym oraz czujniki stykowe.
- Mierniki przemieszczeń. Do tej grupy zaliczono drogomierze liczydłowe, liczniki przemieszczeń mechaniczne oraz taksometry (przyrządy wyliczające opłatę za przejazd taksówką).
- Przyrządy do pomiaru parametrów drgań, do których zaliczono czujniki oraz aparaturę do pomiaru i analizy drgań mechanicznych.
- Czujniki i przetworniki prędkości liniowych i kątowych. Grupa ta obejmuje wyroby, które nie zostały włączone do grupy poprzedniej.
- Mierniki prędkości liniowej i kątowej. Grupa ta obejmuje: obrotomierze, prędkościomierze, traktometry, tachografy oraz stroboskopy. Zaliczono tu przyrządy analogowe i cyfrowe o różnych zasadach działania i dziedzinach zastosowań; w tym także stosowane w motoryzacji. Do grupy tej zaliczono również stroboskopy przeznaczone do obserwacji ruchu mechanicznego.
- Przyrządy do pomiaru przyspieszeń. Grupę tę stanowią czujniki i przetworniki, które nie zostały włączone do grupy 4 (pomiar drgań) oraz mierniki przyspieszenia pracujące samodzielnie lub z czujnikami.

- Urządzenia do diagnostyki pojazdów i maszyn. Zaliczono tu diagnostyczne przyrządy i systemy stosowane do diagnostyki pojazdów mechanicznych i maszyn stacjonarnych, przeprowadzanej poprzez pomiar parametrów ruchu.
- Urządzenia laserowe. Grupa obejmuje odbiorcze urządzenia laserowe służące do pomiaru przemieszczeń, jak również urządzenia sterujące mechanizmami roboczymi maszyn.
- Urządzenia do rejestracji pracy maszyn. Grupa obejmuje różnego typu rejestratory ilości wyrobów oraz czasu i rodzaju pracy maszyn procesografy, jak również systemy urządzeń przeznaczone do równoczesnej, automatycznej rejestracji pracy wielu maszyn.
- Urządzenia kontrolne i regulacyjne, przeznaczone do kontroli i regulacji innych urządzeń pomiarowych, należących do podsystemu METROKIN, w produkcji, kontroli oraz atestacji.

2. CZUJNIKI I PRZETWORNIKI PRZEMIESZCZEŃ

Do grupy tej należą elektromechaniczne i elektroniczne czujniki i przetworniki przemieszczeń i położeń, których sygnał jest wykorzystywany do pomiaru lub sygnalizacji w przyrządach pomiarowych lub w automatyce. Zastosowano tu podział na dwie grupy.

2.1. Czujniki i przetworniki przemieszczeń liniowych

Do tej grupy zalicza się następujące przyrządy:

- { czujniki elektrostatyczne do obrabiarek,
- { czujniki strunowe (tensometry strunowe),
- czujniki i przetworniki stosowane w wibrometrii,
- przetworniki liniowe z wyjściem kodowym,
- inne czujniki (przetworniki) bezdotykowe.

2.1.1. Czujniki elektrostatyczne do obrabiarek

Czujnik elektrostatyczny do kopiowania typu CEK-1 jest przeznaczony do kopiowania płaskiego we współrzędnych x-y na kopiarkach, frezarko-kopiarkach, tokarkach karuzelowych i tokarkach specjalnych, z kopiałów

płaskich albo z detali wzorcowych. Posiada układ dźwigni połączonych z końcówką wodzącą, uruchamiającą styki zamykające obwody elektryczne.

Dane techniczne

| | |
|------------------------------------|---|
| Kierunki przenoszenia siły | wzdłuż osi czujnika (y) w kierunkach poprzecznych do osi czujnika, w płaszczyźnie równoległej do osi podstawy (+x, -x) |
| Liczba par styków | 4 |
| Siła rozwierająca, pierwszy zestaw | około 2,7 kG |
| Napięcie pracy | do 48 V |
| Ciężar | 4,1 kG |

Czujnik ten został opracowany w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, w celu zastąpienia importowanych czujników firmy Heid (Austria).

Sposób zamawiania

Czujniki CEK-1 należy zamawiać bezpośrednio u producenta w Zakładzie Doświadczalnym MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

2.1.2. Czujniki (tensometry) strunowe

Czujniki strunowe są stosowane do pomiarów odkształceń, naprężeń i drogi.

Czujniki strunowe typu SCOWb są przeznaczone do długoletnich pomiarów i obserwacji odkształceń i naprężeń występujących wewnątrz konstrukcji betonowych. Mogą być stosowane między innymi w budownictwie: górniczym (szyby betonowe, sztolnie) i wodno-ładowym (zapory, tamy, tunele, mosty betonowe, podłoża fundamentów doków i pochylni betonowych).

Dane techniczne

| Czujnik typu | SCOWb-50 | SCOWb-150 | SCOWb-250 |
|-------------------|----------|-----------|-----------|
| Objętość betonu | mała | średnia | duża |
| Wielkość kruszywa | mała | średnia | duża |

c.d. danych technicznych

| Czujnik typu | SCOWb-50 | SCOWb-150 | SCOWb-250 |
|---|---|---|---------------------------------------|
| Sygnal wyjściowy | częstotliwość cyfrowy | częstotliwość cyfrowy | częstotliwość cyfrowy |
| Baza pomiarowa czujnika I_C | 50 mm | 150 mm | 250 mm |
| Zakres mierzonych odkształceń względnych | $\pm 0,75\%$ | $\pm 1\%$ | $\pm 1,25\%$ |
| Szywność wzdłużna $\frac{E_C}{E_B}$ | 1 | 1 | 1 |
| Moduł sprężystości wzdłużnej czujnika E_C | $2,2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$ | $2,2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$ | $2,2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$ |
| Współczynnik $\frac{L_C}{d_C}$ | 8,5 | 11 | 11 |
| Czułość pomiaru | $4 \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego | $4 \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego | $4 \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego |
| na specjalne zamówienie | $(2,5 \dots 4) \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego | $(2,5 \dots 4) \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego | $4 \cdot 10^{-6}$ zakresu pomiarowego |
| Odporność na ciśnienie zewnętrzne | 50 kg/cm^2 | 50 kg/cm^2 | 50 kg/cm^2 |
| Temperatura pracy | $-50 \dots +70^\circ\text{C}$ | $-50 \dots +70^\circ\text{C}$ | $-50 \dots +70^\circ\text{C}$ |
| Stabilność pomiaru, trwałość | 20...30 lat | 20...30 lat | 20...30 lat |
| Masa czujnika + kabla | $0,27 + 0,3 \text{ kg}$ | $0,35 + 0,3 \text{ kg}$ | $0,7 + 0,3 \text{ kg}$ |

Z czujnikami typu SCOWb współpracuje strunowy miernik analogowy typu SAM-10 zasilany z przetwornicy SPN-7,2.

Dane techniczne

Strunowy miernik analogowy typu SAM-10

Liczba wejść pomiarowych

do czujników strunowych 10

do współpracy z SAC-600 1

Zakres mierzonych odkształceń strun 0 ... 2,5%

Zakres mierzonych częstotliwości strun 700 ... 1000 Hz

Dokładność pomiaru częstotliwości $\pm 0,2 \text{ Hz}$

Częstotliwość wzorcowa $850 \text{ Hz} \pm 5 \cdot 10^{-5}$

Temperatura pracy -10' ...+25°C
Zasilanie 220V ± 10 %, 50 Hz, lub
z przetwornicy SPN-7,2

Gabaryty

miernika 125 x 280 x 320 mm
pokrowca skórzanego 140 x 290 x 360 mm

Masa

miernika 7,5 kg
miernika z pokrowcem 9,0 kg

Strunowa przetwornica napięcia typu SPN-7,2

Zasilanie 7,2 V prądu stałego
(2 akumulatory RC-12)

Moc wyjściowa 15 VA

Czas pracy ciągłej 6 h

Gabaryty

przetwornicy 240 x 160 x 230 mm
pokrowca skórzanego 260 x 175 x 280 mm

Masa

przetwornicy 9 kg
przetwornicy z pokrowcem 10 kg

Rozwiązanie tranzystorowa, samowzbudna
typu DC-AC

Sposób zamawiania

Zamówienia na czujniki strunowe typu SCOWb, mierniki analogowe SAM-10 oraz przetwornice SPN-7,2 należy kierować do Działu Zbytu producenta, czyli do MERA-ZUAP, ul. Sobieskiego 64A, 41-200 Sosnowiec. W zamówieniu na czujniki należy podać ile procent zakresu pomiarowego należy przeznaczyć na ściskanie (odkształcenia ściskające), a ile procent na rozciąganie (odkształcenia rozciągające). Należy również podać długość kabla, jeśli ma być większa niż 2 m.

2.1.3. Czujniki i przetworniki stosowane w wibrometrii

Są omówione w punkcie 4, Czujniki i aparatura do pomiaru drgań mechanicznych.

2.1.4. Przetworniki liniowe z wyjściem kodowym

Przetworniki tego typu nie są dotychczas produkowane w kraju. Zaleca się stosowanie cyfrowego przetwornika drogi (Digitaler Wegaufnehmer), firmy Philips-Withof (RFN).

Dane techniczne

| | |
|---|---------------------------------------|
| Zakres pomiarowy | 300, 500, 750, 1000, 1500 ... 2000 mm |
| Rozdzielczość | 0,5 mm |
| Nieliniowość | $\leq 0,1$ mm |
| Powtarzalność | |
| przy $V \sim 0$ | 0,1 mm |
| przy $V = 2$ m/s | 0,4 mm |
| Prędkość | ≤ 2 m/s |
| Przyspieszenie | ≤ 30 m \cdot s ⁻² |
| Odległość od przetwornika do układu elektrycznego | 20 m |
| Temperatura pracy | -10 ... +50°C |

Ta sama firma oferuje również współpracujący układ elektroniczny posiadający nastawne 24 punkty przełączania.

Sposób zamawiania

Zamówienia na przetworniki liniowe z wyjściem kodowym należy kierować do PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

2.1.5. Inne czujniki (przetworniki) bezdotykowe

Są to czujniki przeznaczone do sygnalizowania obecności obiektów. Mogą być stosowane jako łączniki drogowe lub krańcowe w układach automatycznego sterowania, jak również jako nadajniki w układach zliczania obiektów lub pomiaru prędkości obiektów. Niektóre z nich (czujniki zbliżeniowe indukcyjne) są wykorzystywane również do pomiaru odległości w zakresie określonym ich czułością. Do podsystemu METROKIN włączono indukcyjne, fotoelektryczne i elektromagnetyczne czujniki bezdotykowe.

Elektroniczne łączniki zbliżeniowe o regulowanej czułości typu ŁZI i CPI. Łączniki te działają na zasadzie indukcyjnej (obciążania obwodu rezonansowego generatora prądami wirowymi, indukowanymi w obiekcie).

Dane techniczne

| Typ łącznika | Jednostka | ŁZI-5-10 | ŁZI-10-15 | ŁZI-15-20 | CPI-1,5 |
|--|-----------|--------------|------------------------------|------------------|---------------|
| Odległość zadziałania | mm | 5...10 | 10...15 | 15...20 | 0...1,5 |
| Rozrzut odległości zadziałania | % | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Histeresa | mm | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,1 |
| Maksymalna częstość zadziałania | Hz | 200 | 150 | 100 | 3000 |
| Napięcie zasilania | V | 24 | 24 | 24 | 12...32 |
| Zakres zmian napięcia | % | +25 | +25 | +25 | |
| Maksymalne tętnienia | % | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Zakres temperatur pracy | °C | -25...+60 | -25...+60 | -25...+60 | -25...+60 |
| Liczba wyprowadzeń | | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Sygnał wyjściowy tłumiony nietłumiony | | 1 mA 2 mA | 0,1 Un 0,9 Un | 0,1 Un 0,9 Un | 10 mA 2 mA |
| Uchyb od zmian temperatury | mm/C | 0,02 | 0,035 | 0,055 | 0,015 |
| Wymiary elementu pobudzającego | mm | φ10x3 | φ15 x 3 | φ20x3 | φ7x2 |
| Stopień ochrony obudowy | | IP-67 | IP-67 | IP-67 | IP-67 |
| Dopuszczalna wilgotność względna | % | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Odporność mechaniczna budowa stopień obciążenia | | | manolityczna E4, Fa5, Fb6 | | |
| Odporność łączników na warunki otoczenia pyłoszczelność wodoszczelność | | | całkowita całkowita | | |

Uwaga: W przypadku użycia jako elementu pobudzającego kształtki stalowej o wymiarach mniejszych od podanych w tabeli, czułość łączników ulega proporcjonalnemu zmniejszeniu.

W przypadku łączników dwuprzewodowych tzn. ŁZI-5-10, CPI-1,5 sygnał wyjściowy uzyskuje się poprzez włączanie w szereg z łącznikiem i źródłem zasilania rezystora o wartości od 0 do 800Ω , zależnie od wartości napięcia wyjściowego potrzebnego do sterowania dalszych obwodów.

Sposób zamawiania

Łączniki zbliżeniowe typu ŁZI+CPI należy zamawiać bezpośrednio u producenta, czyli w Zakładach Mechanizmów Precyzyjnych MERA-POLTIK; ul. Wigury 21 90-950 Łódź.

Przełącznik fotoelektryczny PF-1 jest przeznaczony do pracy w automatycznych układach zabezpieczających, sterujących, sygnalizujących i zliczających. Składa się on z oświetlacza PF1-N, odbiornika PF1-01 (PF1-02) i zasilacza PF1-Z (PF1-Zp). Oświetlacz emituje skupioną wiązkę świetlną, skierowaną w obiektyw odbiornika. Wewnątrz odbiornika jest umieszczony fotoelement reagujący na zmiany strumienia świetlnego oraz układ wzmacniający, dający sygnał przy oświetleniu fotoelementu.

Odbiornik jest produkowany w wersji PF1-01 z sygnałem wyjściowym napięciowym, przystosowanym do współpracy z przełącznikiem elektromagnetycznym oraz w wersji PF1-02 z sygnałem wyjściowym prądowym, przystosowanym do przesyłania na większą odległość.

Oświetlacz i odbiornik są zasilane z zasilacza sieciowego produkowanego w wersji PF1-Zp z przełącznikiem elektromagnetycznym sterowanym sygnałem z odbiornika oraz w wersji PF1-Z bez przełącznika.

Przełącznik posiada wewnętrzną kompensację gwarantującą stałą czułość wahania napięcia zasilającego. Odnacza się odpornością na działanie mgieł, dymów i przelot drobnych ciał, np. owadów. W zależności od potrzeb oraz od wymaganego sygnału, przełącznik PF1 może pracować w kilku układach:

A - Układ podstawowy z sygnałem wyjściowym napięciowym $U = 2,4 \pm 1 \text{ V}$ przy $I = 50 \text{ mA}$

B - Układ podstawowy z przełącznikiem elektromagnetycznym na wyjściu, 1.. 3 pary styków przełącznych 5A/220V lub 10A/220V

- C - Układ podstawowy z sygnałem wyjściowym prądowym $I = 40\text{mA}$ przy $R_{\text{obc}} = 1 \dots 300\Omega$
- D - Układ szeregowy z sygnałem wyjściowym napięciowym $U = 24 \pm 1\text{V}$ przy $I = 50\text{mA}$. Sygnał zanika przy przerwaniu któregośkolwiek strumienia świetlnego.
- E - Układ szeregowy z przekaźnikiem elektromagnetycznym na wyjściu, 1...3 pary styków przełącznych 5 A/220 V lub 10 A/220 V. Sygnał zanika przy przerwaniu któregośkolwiek strumienia świetlnego.
- F - Układ szeregowy z sygnałem wyjściowym prądowym. $I = 40\text{mA}$ przy $R_{\text{obc}} = 0 \dots 300\Omega$. Sygnał zanika przy przerwaniu któregośkolwiek strumienia świetlnego.

Dane techniczne

Oświetlacz PF1-N

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Zasilanie | 6 V |
| Zródło światła | żarówka 6,3 V/4 W |
| Żywotność żarówki | 10000 h |
| Czynna średnica obiektywu | 35 mm |
| Masa | 0,185 kg |
| Obudowa | IP-55 |

Odbiornik PF1-01

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| Odległość od oświetlacza | 3 m |
| Czas zadziałania | 0,02 s |
| Sygnał wyjściowy | 24 V przy $I = 50\text{mA}$ |
| Czynna średnica obiektywu | 35 mm |
| Masa | 0,220 kg |
| Obudowa | IP-55 |

Odbiornik PF1-02

| | |
|--------------------------|---|
| Odległość od oświetlacza | 3 m |
| Czas zadziałania | 0,02 s |
| Sygnał wyjściowy | $I = 40\text{mA}$ przy $R_{\text{obc}} = 0 \dots 300\Omega$ |

| | |
|---------------------------|----------|
| Czynna średnica obiektywu | 35 mm |
| Masa | 0,220 kg |
| Obudowa | IP-55 |

Zasilacz PF1-Zp (z przekaźnikiem)

| | |
|--------------------|---|
| Zasilanie | 220 V ^{+10 %} ; 50 Hz _{-15 %} |
| Napięcie wyjściowe | 6 V lub 24 V przy I = 50 mA |
| Wyposażenie | przekaźnik elektromagnetyczny 1...3 pary styków przełącznych o obciążal- ności 5 A/220 V lub 10 A/220 V |
| Bezpiecznik | 0,315 A |
| Masa | 0,82 kg |
| Obudowa | IP-20 |

Uwaga: Produkcja zasilaczy PF1-Z i PF1-Zp w przygotowaniu.

Sposób zamawiania

Przy zamawianiu należy traktować każdy człon zestawu oddzielnie. W zamówieniu należy określić odległość między oświetlaczem N, a odbiornikiem O1 lub O2. Zamówienia należy kierować do producenta na adres: Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Zakład Doświadczalny, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel. 23-76-46 telex: 813726 PL.

Przetwornik fotoelektryczny FT-1 składa się z mikrożarówki i fototranzystora, umieszczonych w metalowej obudowie. Przetwornik jest typu aktywnego refleksyjnego, czyli wykorzystuje światło emitowane przez własne źródło światła, odbite od przedmiotu. Przedmiot może być wykonany z dowolnego materiału, musi mieć jedynie odpowiednio zróżnicowane barwy, fakturę powierzchni lub kształt, tak aby była zapewniona dostateczna modulacja światła odbitego podczas ruchu przedmiotu.

Dane techniczne

| | |
|--|---------------|
| Zakres pomiarowy | 1 Hz |
| Odległość powierzchni czołowej przetwornika od obiektu | 1,5...5 mm |
| Temperaturowy zakres pracy | -30 ... +85°C |

| | |
|-------------------------------|--------------|
| Amplituda sygnału wyjściowego | ~5V |
| Napięcie zasilania | 4,5...5,5V |
| Gabaryty | φ 29 x 60 mm |
| Masa | ~70 g |

Sposób zamawiania - jak dla przekaźnika PF-1.

Przetwornik elektromagnetyczny EMT-1 działa na zasadzie identycznej jak czujniki reluktancyjne, stosowane do pomiaru drgań (rozdz.5), to znaczy, posiada magnes trwały sprzężony z cewką, w której jest indukowane napięcie podczas zbliżania do przetwornika obiektu ferromagnetycznego (np. obrotów w stalowym kole zębataym), w wyniku zmiany reluktancji obwodu magnetycznego.

Przetwornik może być zastosowany do cyfrowego zliczania impulsów, obrotów i pomiaru prędkości kątowej. Może być również wykorzystany w układach automatyki.

Wiert zewnętrzny M14 (nacięty na obudowie czujnika) oraz nakrętka, umożliwia zamocowanie przetwornika na wsporniku lub płycie posiadającej odpowiedni otwór.

Dane techniczne

| | |
|--|----------------|
| Zakres pomiarowy | 20 Hz...20 kHz |
| Odległość powierzchni czołowej przetwornika od wirującego obiektu, w zależności od prędkości kątowej | 0,5...5 mm |
| Najmniejsza odległość pomiędzy sąsiednimi występami obiektu | 3 mm |
| Temperaturowy zakres pracy | -30 ... +85 °C |
| Dopuszczalny poziom przydźwięku i szumów | 5% |
| Gabaryty | φ 22 x 57 mm |
| Masa | 50 g |

Uwaga:

Przetwornik ten generuje sygnał dopiero przy dostatecznie dużej prędkości obiektu.

Sposób zamawiania - jak dla przekaźnika PF-1



2.2. Czujniki i przetworniki przemieszczeń (położenia) kątowych

Do tej grupy należą 2 rodzaje wyrobów:

przetworniki obrotowo-impulsowe

selsyny (włączone do podsystemu MOTELMASZ)

2.2.1. Przetworniki obrotowo-impulsowe

Służą do zamiany kąta obrotu wałka wejściowego przetwornika na sygnały elektryczne. Współpracują z elektronicznymi licznikami impulsów.

Dane techniczne przetworników obrotowo-impulsowych serii CPP

| Liczba charakteryzująca ilość impulsów na jeden obrót wałka przetwornika | Liczba impulsów na jeden obrót wałka przetwornika przy współpracy z zewnętrznym układem elektronicznym | Zdolność rozdzielcza przetwornika przy współpracy z zewnętrznym układem elektronicznym |
|--|--|--|
| CPPB i CPPC | N | $\frac{360^\circ}{N}$ |
| 4 | 400 | 54' |
| 5 | 500 | 43'12" |
| 6 | 600 | 36' |
| 8 | 800 | 27' |
| 10 | 1000 | 21'36" |
| 12 | 1200 | 18' |
| 16 | 1600 | 13'30" |
| 20 | 2000 | 10'48" |
| 50 | 5000 | 4'19,2" |

Liczba kanałów wyjściowych

2

Kształt napięcia wyjściowego

prostokątny, wypełnienie 50 %

czas narastania impulsu wyjściowego

tn 0,1 μs

czas opadania impulsu wyjściowego

to 0,5 μs

Napięcie zasilające układ elektroniczny

12 V prądu stałego

| | |
|--|---------------------|
| Napięcie zasilające żarówkę | 5,5 V prądu stałego |
| Sygnaly wyjściowe | |
| poziom najniższy (0 logiczne) | max 1,8 V |
| poziom najwyższy (1 logiczne) | max 12 V |
| Pobór mocy | 100 mW |
| Temperatura pracy | max 40°C |
| Moment statyczny | 20 Gcm |
| Częstotliwość graniczna dla sygnalów uzyskiwanych z jednego kanału ($f = \frac{1}{T}$) | 10 kHz |

W czasie obrotu wałka wejściowego, na dwóch wyjściach przetwornika uzyskuje się elektryczne sygnały prostokątne, przesunięte wzajemnie o 1/4 okresu. Dzięki temu jest możliwe wykrywanie kierunku wirowania wałka wyjściowego przy zastosowaniu zewnętrznego układu elektronicznego. Przetworniki serii CPP są zastosowane w odległościowych wskaźnikach położenia i sterowania numerycznego obrabiarek do metali, wagach z odczytem cyfrowym, oraz w geodezji, nawigacji, itp. Wbudowane w przetwornik wzmacniacze, osobne dla każdego kanału, są wykonane na tranzystorach krzemowych oraz elementach wysokostabilnych zapewniających prawidłową pracę w szerokim zakresie temperatur.

Uwaga:

Przetwornik CPPC ma wałek wejściowy o wymiarach 6h5x12. Przetwornik CPPB posiada na wałku koło zębate $m = 0,75$; $z = 21$

Sposób zamawiania

Przetworniki CPPB i CPPC należy zamawiać bezpośrednio u producenta, czyli w Polskich Zakładach Optycznych ul. Grochowska 320, 03-839 Warszawa.

№ . Dane techniczne kodowego przetwornika obrotowo-impulsowego serii PKC

| Parametr | PKC 05 | | PKC 09 | | PKC 14 | | PKC 16 | | PKC 20 | |
|--|---|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|--------|---|
| | I | I | I | I | I | K | I | K | I | K |
| Imp/obrót maksimum ^{x)} | 1500 ^{xx)} | 3000 ^{xx)} | 4500 ^{xx)} | 2 ¹⁰ | 6000 ^{xx)} | 2 ¹² | 10000 ^{xx)} | 2 ¹⁴ | | |
| Liczby wyjść | 2 | 2 | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Maksymalna rozdzielczość | 14'24" | 7'12" | 4'48" | 21'05" | 3'36" | 5'16" | 2'10" | 1'19" | | |
| Wyjścia | dla 0 - 0 ... 0,5 V dla I - 4,5 ... 5 V | | | | | | | | | |
| | cyfrowe | minimum 150 uA | maksimum 30 V | maksimum 30 V | maksimum 30 V | maksimum 30 V | maksimum 30 V | maksimum 30 V | | |
| Częstotliwość maksimum 12 kHz | | | | | | | | | | |
| Temperatura pracy °C -10 ... +50 | | | | | | | | | | |
| Moment bezwładności G cms ² | 0,1 | 0,2 | 0,8 | 0,8 | 3,5 | 3,5 | 8 | 8 | | |
| Moment tarcia statycznego kGcm | 0,04 | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | |
| Ciężar kG | 0,2 | 1,5 | 4,5 | 4,5 | 6 | 6 | 10 | 10 | | |

x) Na specjalne (uzgodnione) zamówienie mogą być wykonane przetworniki o innych liczbach impulsów na 1 obrót
 xx) Podane wartości mogą być osiągnięte po dołączeniu odpowiedniego układu elektronicznego podwajającego częstotliwość.

Sposób zamawiania

Przetworniki PKC należy zamawiać bezpośrednio u producenta, czyli w Zakładzie Doświadczalnym przy Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji UNITRA-PIT, ul. Poligonowa 30, 00-991 Warszawa.

Bezdotykowe przetworniki kąta obrotu typu IH-2/100 i IH-4/250

Przetworniki służą do pomiaru prędkości kątowej, kąta obrotu lub liczby obrotów wykonanych przez wał w pewnym czasie. Przeznaczone są do współpracy z częstotściomierzami oraz licznikami elektronicznymi i elektrycznymi różnych typów. Każde z wyjść przetwornika może współpracować z układami logicznymi TTL pod warunkiem uprzedniego obciążenia danego wyjścia rezystorem 470Ω (10%, 0,25 W). Przetwornik składa się z tarczy z nałożoną na obwodzie warstwą magnetycznego nośnika informacji, czterech hallotronowych głowic odczytujących i układu elektronicznego. Tarcza jest dokładnie ułożyskowana i sprzęgnięta mechanicznie z elementem, którego prędkość kątowa lub kąt obrotu mają być mierzone. Na warstwie magnetycznej wykonany jest zapis odczytywany bezdotykowo przez głowice hallotronowe. Napięcia wyjściowe z głowic mają amplitudy niezależne od prędkości kątowej tarczy. Sygnały te, po przetworzeniu w układzie elektronicznym na falę prostokątną, umożliwiają określenie kierunku wirowania tarczy oraz wytworzenie sygnału o dwukrotnie większej częstotliwości. Przetwornik posiada kilka wyjść różniących się liczbą impulsów przypadających na jeden obrót tarczy. Ważną zaletą przetwornika jest możliwość pracy od zerowych prędkości kątowych.

Dane techniczne bezdotykowego przetwornika kąta obrotu typu IH-2/100

| | |
|--|------------------------------|
| Rozdzielczość przy współpracy z licznikiem jednokierunkowym | 10, 50, 100, 200 imp / obr |
| Maksymalna rozdzielność przy współpracy z licznikiem rewersyjnym | 400 imp/obr |
| Amplituda fali prostokątnej | $14,1 \text{ V} \pm 5 \%$ |
| napięcie wyjściowe w stanie 0 | $\leq 0,2 \text{ V}$ |
| napięcie wyjściowe w stanie 1 | $14,3 \text{ V}$ |
| Współczynnik wypełnienia fali prostokątnej | 0,45... 0,55 |
| Prąd zwarcia wyjścia | $15 \text{ mA} \pm 10 \%$ |
| Rezystancja wyjściowa w stanie 1 | $1 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$ |

Określenie kierunku wirowania

| | |
|--|--|
| napięcie wyjściowe podczas wirowania w prawo | 14,3 V lub $\leq 0,2$ V zależnie od wyjścia |
| napięcie wyjściowe podczas wirowania w lewo | $< 0,2$ V lub 14,3 V zależnie od wyjścia |
| Napięcie zasilania - stałe | +15 V \pm 5 %, 130 mA -15 V \pm 5 %, 200 mA |
| Zakres prędkości obrotowej | 0... 3000 obr/min |
| Zakres temperatury pracy | 0... 55°C |
| Masa | 2,3 kg |
| Wymiary zewnętrzne | ϕ 145 x 100 mm |

Dane techniczne bezdotykowego przetwornika kąta obrotu typu IH-4/250

| | |
|---|--|
| Rozdzielczość przy współpracy z licznikiem jednokierunkowym | 25, 50, 250, 500 imp/obr |
| Maksymalna rozdzielczość przy współpracy z licznikiem rewersyjnym | 1000 imp/obr |
| Amplituda fali prostokątnej | 14,1 V \pm 5 % |
| napięcie wyjściowe w stanie 0 | $\leq 0,2$ V |
| napięcie wyjściowe w stanie 1 | 14,3 V |
| Współczynnik wypełnienia fali prostokątnej | 0,45... 0,55 |
| Prąd zwarcia wyjścia | 15 mA \pm 10 % |
| Rezystancja wyjściowa w stanie 1 | 1 k Ω \pm 5 % |
| Określenie kierunku wirowania | |
| napięcie wyjściowe podczas wirowania w prawo | 14,3 V lub $\leq 0,2$ V zależnie od wyjścia |
| napięcie wyjściowe podczas wirowania w lewo | $\leq 0,2$ V lub 14,3 V zależnie od wyjścia |
| Napięcie zasilania - stałe | +15 V \pm 5 %, 200 mA -15 V \pm 5 %, 250 mA |
| Zakres prędkości obrotowej | 0... 3000 obr/min |
| Zakres temperatury pracy | 0... 55°C |
| Masa | 2,3 kg |
| Wymiary zewnętrzne | ϕ 145 x 100 mm |

Sposób zamawiania

Przetworniki typu IH należy zymawiać bezpośrednio u producenta, czyli w Zakładzie Doświadczalnym ASPAN, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej Polskiej Akademii Nauk, Al. Sztandarów 2, 04-423 Warszawa.

3. MIERNIKI PRZEMIESZCZEŃ

Wyróżniono tu 3 grupy wyrobów:

- drogomierze liczydłowe,
- liczniki przemieszczeń (położeń),
- taksometry.

3.1. Drogomierze liczydłowe

Mechaniczne i elektromechaniczne drogomierze liczydłowe, produkowane w kraju są integralnymi zespołami prędkościomierzy, tachografów i taksometrów, a w związku z tym, są przedstawione przy omawianiu tych wyrobów.

3.2. Liczniki przemieszczeń (położeń)

Liczniki przemieszczeń (położeń) służą do zliczania i wskazywania liczby przemieszczeń lub położeń różnych obiektów zmieniających w sposób ciągły lub skokowy swoje położenie.

Liczniki te można podzielić na 2 rodzaje:

- mechaniczne
- elektromechaniczne i elektroniczne.

3.2.1. Liczniki mechaniczne (liczydłowe) przemieszczeń

Liczniki mechaniczne trójmianowe typu LMT1-a, LMT1-b, LMT1-Wa i LMT1-Wb są przeznaczone do zliczania sygnałów mechanicznych obrotów o kierunku prawym i cyfrowego wskazywania wyniku. Odmiany liczników typu LMT1-Wa i LMT1-Wb są przeznaczone do zliczania wątków na krosnach, przędzarkach, snowarkach i maszynach dziewiarskich.

Zasada działania liczników polega na mechanicznym przetwarzaniu obrotów, podawanych na wałek wejściowy, na obroty bębneków cyfrowych liczydeł mechanicznych. Liczydła mają bębniiki cyfrowe dziesiątkujące, które są opisane cyframi od 0 do 9. Wynik zliczania jest odczytywany w okienkach obudowy, bezpośrednio z liczydeł. Każdy licznik posiada trzy liczydła, które mogą wykonywać operacje zliczania niezależnie.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Wskazanie | |
| licznik typu LMT1-a | 1 obrót/10cyfr |
| licznik typu LMT1-b | 6 obrotów/10cyfr |
| Liczba niezależnych liczydeł | 3 |
| Pojemność każdego liczydła | 999999 |
| Wysokość cyfr | 6,5 mm |
| Zakresy prędkości zliczania | |
| podstawowy | 0... 1500 obr/min |
| pomocniczy krótkotrwały | 1500... 2500 obr/min |
| Trwałość | $9 \cdot 10^8$ obr |
| Warunki pracy | |
| temperatura | -25...+55°C |
| wilgotność | do 95% |
| Odporność mechaniczna | |
| na udary, w opakowaniu | do 12 g |
| na wibracje | do 200 Hz |
| Masa | 600 g |
| Gabaryty | |
| długość | 155 mm |
| szerokość | 100 mm |
| grubość | 63 mm (obudowa 43 mm) |

Sposób zamawiania

Zamówienia na liczniki należy kierować do Działu Zbytu producenta, czyli do Swidnickich Zakładów Technicznych IGLOTECH, ul. Wasterplatte 56, 58-101 Swidnica.

3.2.2. Liczniki elektromechaniczne i elektroniczne przemieszczeń

Liczniki elektromechaniczne i elektroniczne impulsów elektrycznych mogą być wykorzystane do zliczania przemieszczeń, po przyłączeniu do nich odpowiedniego czujnika przemieszczeń generującego impuls podczas zbliżenia do obiektu, (źródłem impulsu może być również uruchamiana mechanicznie para styków elektrycznych). Odpowiednie układy pomiarowe należy więc budować wykorzystując czujniki (przetworniki) należące do podsystemu METROKIN oraz liczniki impulsów wchodzące do podsystemu METROKIN lub METRODIG.

3.3. Taksometry

Stane są taksometry mechaniczne, elektromechaniczne i elektroniczne.

W kraju jest obecnie produkowany taksometr elektroniczny typu POLTAX 2.

Dane techniczne

Taksometr ten ma 5 liczydeł mechanicznych:

liczydło opłat, o zakresie 999,50 zł (0,50 zł jest naniesione na stałe na osłonie liczydła)

liczydło kursów, o zakresie 9999 km

liczydło km ogólnych, o zakresie 9999 km

liczydło km płatnych, o zakresie 9999 km

liczydło jednostek taryfowych, o zakresie 9999 jednostek

Napęd mechaniczny, wałkiem giętkim poprzez reduktor

Liczba taryf 1 ... 3

Rodzaj mechanizmu zegarowego mechaniczny

Naciąg zegara elektryczny, samoczynny

Ciężar 2,8 kG

Gabaryty 160 x 100 x 122 mm

Konstrukcja taksometru umożliwia dokonanie zmiany taryf (jednostek taryfowych)

Producent: POWOGAZ, ul. Janickiego 23/25, 60-542 Poznań.

Sposób zamawiania

Sprzedaż detaliczną taksometrów prowadzi PP POLMOZBYT ul. Czarnowska 22
25-504 Kielce.

4. CZUJNIKI I APARATURA DO POMIARU DRGAŃ MECHANICZNYCH

Pomiar parametrów drgań mechanicznych, ogólnie nazywamy wibrometrią, sprawa się do pomiarów takich parametrów jak: przemieszczenie (amplituda), prędkość, przyspieszenie i częstotliwość. Poza tym, mogą być mierzone: napięcie, faza i przemieszczenia kątowe.

Błąd pomiaru drgań zależy głównie od błędu przetwarzania i wynosi od $\pm 3\%$ do $\pm 15\%$, a przy niektórych pomiarach jeszcze więcej. Już dynamiczne wzorcowanie czujników jest obciążone błędem rzędu od $\pm 2\%$ do $\pm 5\%$. Błę-

dy pomiaru rosną niewspółmiernie w przypadku niedobrania charakterystyki czujnika do charakteru badanego przebiegu. Należy tak dobierać czujnik, by charakterystyka częstotliwościowa i amplitudowa czujnika pokrywała całe widmo częstotliwości drgań mierzonych lub jego istotną część. Te same wymagania musi spełniać współpracująca z czujnikiem elektroniczna aparatura przetwarzająca i wzmacniająca.

Charakterystyka mierzonych parametrów drgań obiektów

| Obiekt badany | Mierzony parametr | Zakres częstotliwości (Hz) | Amplituda przemieszczenia (mm) | Rodzaj czujnika |
|-----------------------------------|--|----------------------------|---|-----------------------------------|
| Człowiek | przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie, częstotliwość | 0 ... 100 | $10^{-4} \dots 10^2$ | sejsmiczny |
| Budowle całe budynki | przemieszczenie, faza, częstotliwość | 4 ... 15 | | sejsmiczny |
| elementy budynków | przemieszczenie, częstotliwość | 1 ... 100 | $5 \cdot 10^{-4}$ | drgań względnych sejsmiczny |
| fundamenty | przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie | 1 ... 100 | $10^{-4} \dots 5$ | drgań względnych sejsmiczny |
| Maszyny maszyny elektryczne | przemieszczenie, prędkość | 10 ... 1000 | $10^{-3} \dots 1$ (0,6...60 mm/s) | sejsmiczny drgań względnych |
| silniki tłokowe | przemieszczenie | 0 ... 100 | $10^{-3} \dots 2$ | sejsmiczny |
| wały silników tłokowych | przemieszczenie kątowe | 10 ... 400 | $1,5^\circ \dots 15^\circ$ | sejsmiczny |
| elementy silnika | przyspieszenie | 0 ... 10000 | | sejsmiczny |
| turbiny gazowe | przemieszczenie, prędkość | 20 ... 700 | $10^{-3} \dots 1$ | sejsmiczny drgań względnych |
| łopatki turbin | naprężenia | 30 ... 6000 | | tensometr |

c.d. charakterystyki mierzonych parametrów

| Obiekt badany | Mierzony parametr | Zakres częstotliwości (Hz) | Amplituda przemieszczenia (mm) | Rodzaj czujnika |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Pojazdy pojazdy drogowe | przemieszczenie, przyspieszenie | 0,3 ... 120 | 0,1...70 | drgań względnych sejsmiczny |
| pojazdy szynowe | przemieszczenie, przyspieszenie | 1...120 | 0,1...10 | sejsmiczny drgań względnych |
| statki | przemieszczenie | 1...50 | 10^{-2} ...10 | sejsmiczny |
| elementy statków | przemieszczenie | 1...50 | 0,1 ... 100 | drgań względnych |
| samoloty | przemieszczenie, prędkość | 1...100 | 0,1...50 | sejsmiczny |

Przedstawione w tabeli charakterystyki mierzonych parametrów drgań obiektów podają zakresy częstotliwości podstawowych. W badaniach niejednokrotnie jest potrzebna znajomość n-harmonicznej i wtedy cały zakres mierzonych częstotliwości rozszerza się n-krotnie.

Drgania dzieli się na 2 rodzaje:

drżania bezwzględne, gdy zmienia się położenie ciała względem jego położenia środkowego,

drżania względne, gdy zmienia się położenie ciała względem innego ciała.

4.1. Czujniki drgań

Doboru czujnika do zadania pomiarowego należy dokonywać z uwzględnieniem następujących czynników:

Dane ogólne

rodzaj parametru, do pomiaru którego jest przeznaczony przyrząd(np. przyspieszenie drgań),

zorientowanie w przestrzeni pomiarowej(np. pionowy-poziomy),

rodzaj systemu(np. czujnik sejsmiczny, czujnik drgań względnych),

zasada pomiaru (np. piezoelektryczny, rezystancyjny),

rodzaj zamocowania (np. położenie, przykręcenie, przyklejenie),
wielkość wyjściowa (np. napięcie zmienne, wskazanie, rezystancja),
rodzaj przyrządu (np. czujnik, wzmacniacz, wskaźnik).

Dane konstrukcyjne

wymiary przyrządu, masa, jak również sposób zamocowania,
kierunek osi głównej i kierunek określonej polaryzacji,
położenie środka ciężkości czujnika, jak również układu sejsmicznego,
maksymalne dopuszczalne obciążenie,
graniczne wartości temperatury otoczenia, względnie badanego obiektu,
pobór mocy, napięcie zasilania, rodzaj prądu,
impedancja wewnętrzna na zaciskach wyjściowych.

Dane dotyczące oddziaływania zwrotnego

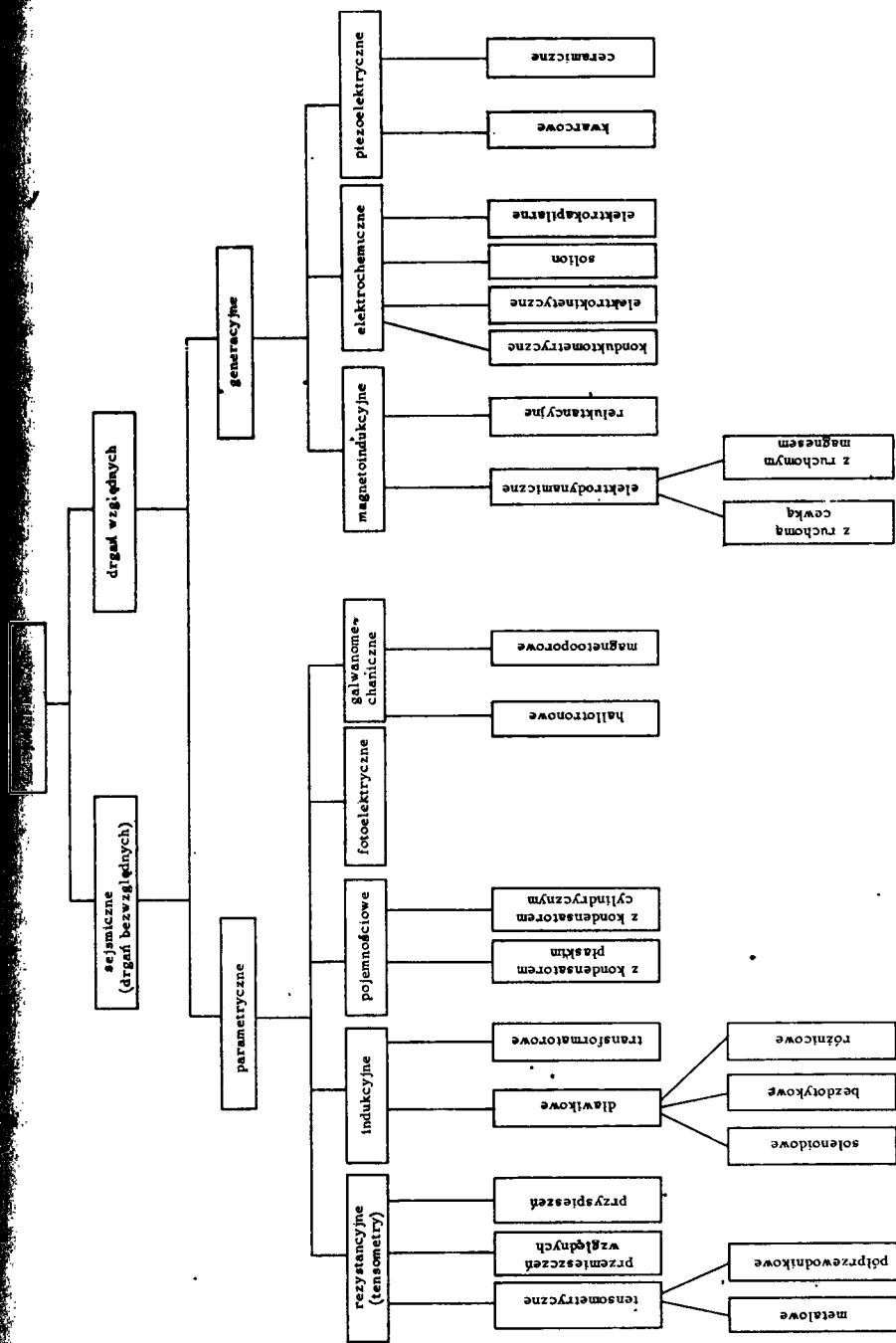
kierunek i maksymalna wartość statycznych, występujących w kierunku
głównym, sił oddziaływania zwrotnego (np. nacisk sprężyn, magnetyczne
siły przyciągające),
masa albo moment bezwładności (w kierunku osi głównej) części przyrządu
zamocowanej do obiektu.

Charakterystyki przenoszenia

czułość podana dla określonej częstotliwości,
zakres częstotliwości pracy z podaniem błędów w stosunku do czułości,
zakres wysterowania amplitudowego,
zależność czułości od warunków otoczenia (temperatura, wilgotność,
ciśnienie),
kąt przesunięcia fazowego dla całego zakresu częstotliwości pracy,
czułość poprzeczna,
współczynnik zniekształceń nieliniowych (liniowość),
częstotliwość rezonansowa układu,
współczynnik tłumienia i jego zależność od temperatury.

Wrażliwość na zakłócenia

wartość i widmo szumów łańcucha pomiarowego,
wrażliwość na zakłócenia polem magnetycznym częstotliwości sieciowej,
wrażliwość na zakłócenia prądami błądzącymi częstotliwości sieciowej,
wrażliwość na zakłócenia akustyczne.



rys.1. Podział czujników drgań

Na rysunku 1 przedstawiono podział czujników drgań na rodzaje, typy i odmiany, według zasady działania oraz cech konstrukcyjnych.

4.1.1. Czujniki generacyjne

Czujnikami generacyjnymi nazywamy te czujniki drgań, w których energia drgań mechanicznych jest przetwarzana na energię elektryczną.

Do grupy tej należą:

- czujniki magnetoindukcyjne,
- czujniki piezoelektryczne,
- czujniki elektrochemiczne.

4.1.1.1. Czujniki magnetoindukcyjne

W kraju, ze względu na dotychczasowy brak własnej produkcji, są używane czujniki magnetoindukcyjne, następujących firm europejskich:

Philips (Holandia) - czujniki elektrodynamiczne sejsmiczne PR 9266 i drgań względnych PR 9267 oraz reluktancyjne czujniki drgań względnych PR 9262; VEB - RFT Messelektronik Dresden (NRD) - czujniki elektrodynamiczne, sejsmiczne typ GDA i reluktancyjne drgań względnych typ MGB - 102.

Dane techniczne czujników elektrodynamicznych sejsmicznych typu PR 9266 S1/S2

| | |
|-----------------------------------|--|
| Charakterystyka częstotliwościowa | praktycznie stała czułość w zakresie częstotliwości 10 ... 1000 Hz |
| Czułość nominalna | 30 mV, przy $v = 1 \text{ mm/s}$ $\pm 3\%$ przy 110 Hz, 20°C i obciążeniu 100 kΩ |
| Częstotliwość własna | 13,7 Hz $\pm 1,5$ Hz |
| Zakres temperaturowy | -20 ... 150°C |
| Współczynnik tłumienia | około 0,6 przy 20°C, około 0,6 przy 100°C (z krótko zwartą cewką dodatkowego tłumienia) |
| Amplituda drgań | maksimum 1 mm |
| Przyspieszenie drgań | maksimum 10 g |
| Oporność cewki | około 2100Ω |
| Gabaryty (max.) | φ 58 x 101 mm |
| Ciężar | czujnik bez przewodu około 490 G |

Ciężar masy sejsmicznej około 21 G

Długość przewodu 2 m

Czujnik ten może być stosowany zarówno przy badaniach maszyn jak i konstrukcji budowlanych w różnych warunkach otoczenia.

Stosunkowo duży sygnał wyjściowy umożliwia bezpośrednie podłączenie mierników wibracji, wzmacniaczy, oscyloskopów, szybkich rejestratorów lub systemów alarmowych. Końcówka S1 lub S2 w symbolu odnosi się do typu zastosowanej podstawy (dla S1 - trójkąt, dla S2 - sześciąt). Czujnik PR 9266 S2 może być zastosowany do pomiarów wzdłuż każdej z trzech głównych osi.

Dane techniczne czujników elektrodynamicznych, drgań względnych, typu PR 9267

Charakterystyka częstotliwościowa czułość $\pm 2\%$ (0 ... 50 Hz),
 $\pm 10\%$ (500 ... 1000 Hz),

bez przesunięcia fazowego
w zakresie 0... 500 Hz

przesunięcie fazowe max 3°
w zakresie 500... 1000 Hz

Czułość nominalna 30 mV przy $v = 1 \text{ m/s}$ ($\pm 2\%$) przy 20°
i obciążeniu 100Ω

Zakres temperatury -20 ... $+150^\circ\text{C}$

Amplituda drgań
długotrwałe do $\pm 1 \text{ mm}$
krótkotrwałe maksimum $\pm 3 \text{ mm}$

Przyspieszenie drgań maksimum 10 g

Prędkość drgań minimum 0,05 mm/s

Oporność cewki około 2100Ω przy 20°C

Indukcyjność cewki 0,1 H

Oporność izolacji $100 \text{ M}\Omega$ przy 100 V

Nacisk sprężyny trzpienia 0 lub 600 G

Dopuszczalna wilgotność względna 95 %

Gabaryty $\phi 58 \times 144 \text{ mm}$

Ciężar czujnik bez przewodu około 580 G

Ciężar masy sejsmicznej około 37 G

Zakres zastosowań podobny jak dla PR 9266. Czujnik PR 9267 może być wykorzystywany również jako wzbudnik drgań.

Dane techniczne czujników reluktancyjnych, drgań względnych, typu PR 9262

| | |
|--------------------|---|
| Czułość | zależy od wielkości szczeliny powietrznej oraz rodzaju materiału, z którego jest wykonany obiekt, na przykład przy szczelinie równej 4 mm, dla obiektu ferromagnetycznego czułość jest około 10 mV/cm/s (producent podaje w prospekcie wykres czułości) |
| Oporność cewki | około 1500Ω |
| Indukcyjność cewki | 0,3 H (przy 500 Hz) |
| Ciężar | około 300 G |
| Gabaryty | φ 22 x 53 mm |

Czujnik może być dostarczony z nakrętką wyposażoną w stożek koncentrujący. Może pracować jako wzbudnik drgań.

Czujnik PR 9262 jest stosowany do pomiaru prędkości względnej małych mas. Specjalne, dodatkowe, stalowe krążki łatwo mocowane do obiektu umożliwiają pomiar drgań obiektów wykonanych z materiałów niemetalowych.

Dane techniczne czujników elektrodynamicznych sejsmicznych, serii DGA

| | DGA 101 | DGA 401/411 | DGA 501 |
|---|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Zakres częstotliwości roboczej (Hz) | 10 ... 1000 | 15 ... 3000 | 25 ... 3000 |
| Częstotliwość własna f_0 (Hz) | 10 | 16 | 26 |
| Współczynnik tłumienia przy 20°C | około 0,6 | około 0,6 | około 0,6 |
| Czułość Bv przy 80 Hz ($\frac{mV}{mm/s}$) | 30 | 30 | 10 |
| Oporność cewki (kΩ) | 2.2 | 1.4 | 1.4 |
| Amplituda maksymalna (mm) | ± 1 przy $f > 25$ Hz | ± 1 przy $f > 110$ Hz | ± 1 przy $f > 110$ Hz |
| Przyspieszenie (m/s^2) | 30 | 500 | 500 |
| Zakres temperaturowy (°C) | -20 ... +100 | -20 ... +100 | -20 ... +100 |

Dane techniczne czujników reluktancyjnych, drgań względnych, typu MGB-102

| | |
|---------|--|
| Czułość | około 10 $\frac{mV}{m/s}$ przy odległości 1 mm, (xl masywnej płyty stalowej) |
|---------|--|

| | |
|----------------------------------|---|
| Czułość w funkcji częstotliwości | stała do 100 Hz 10 % spadek od 100 ... 1000 Hz |
| Zakres temperaturowy | -20 ... + 100°C (czujnik) do + 70°C (przewód) |
| Oporność cewki | 2,2 kΩ |
| Indukcyjność | 680 mH |

Sposób zamawiania

Czujniki importowane należy zamawiać przez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

1.1.2. Czujniki piezoelektryczne

Parametry techniczne czujników piezoelektrycznych, typu CPP

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Zakres pomiarowy | 3000 g (g - przyspieszenie ziemskie) |
| Czułość napięciowa | 25 mV/g |
| Czułość ładunkowa | 0,2 pC/g |
| Czułość poprzeczna | maksimum 5% |
| Roboczy zakres częstotliwości | 0,1...5000 Hz |
| Ciężar | 26 G |
| Współpracujący miernik | MPU-500 |
| Wymiary | φ 13 x 34 mm |

Czujnik piezoelektryczny typu CPP został zaprojektowany do badań drgań konstrukcji lotniczych.

Sposób zamawiania

Czujniki CPP należy zamawiać w Instytucie Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa.

Czujniki piezoelektryczne firmy Brüel and Kjaer (Dania). Firma oferuje 17 odmian czujników, zróżnicowanych pod względem czułości, ciężaru oraz sposobu zamontowania do badanego obiektu. Wszystkie odmiany mogą pracować przy temperaturze otoczenia do 260°C.

Ze względu na łatwą dostępność w Polsce prospektów firmy Brüel and Kjaer, w Informatorze nie podano szczegółowych danych technicznych czujników.

Sposób zamawiania

Czujniki firmy Brüel and Kjaer należy zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

Dane techniczne czujników piezoelektrycznych, firmy Metra Mess- und Frequenztechnik (MMF), Radebeul (NRD)

Zakres pomiarowy przy
częstotliwości 80 ... 10000 Hz 0,004... 0,1 ms⁻²

Niedokładność +1,5... 5%

Masa 1,8... 50 g

Obudowy tych czujników są wykonywane ze stali lub lekkich stopów.

Firma produkuje czujniki serii KD 10, KD 20, KD 30, i KD 90

Sposób zamawiania

Czujniki firmy MMF należy zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.1.2. Czujniki parametryczne

Parametrycznymi czujnikami drgań nazywamy takie czujniki, w których mierzony parametr drgań mechanicznych jest przetwarzany na jeden z parametrów obwodu elektrycznego, na przykład rezystancji, pojemności lub indukcyjności, przy czym nie występuje wytwarzanie energii elektrycznej wskutek działania drgań.

4.1.2.1. Czujniki rezystancyjne

W czujnikach rezystancyjnych wykorzystuje się zależności rezystancji przetwornika elektromechanicznego czujnika włączonego w obwód pomiarowy od jego wymiarów i ich odkształceń.

Przetworniki tensometryczne

Tensometry półprzewodnikowe są wielokrotnie czulsze od tensometrów metalowych, w związku z czym, wykorzystuje się je tam gdzie chodzi o uzyskanie dużej czułości pomiaru, szczególnie do wytwarzania czujników drgań, czujników przyspieszeń i czujników przemieszczeń. Półprzewodnikowe tensometry rezystancyjne charakteryzują się dużym temperaturowym współczynnikiem zmiany

Dane techniczne tensometrów krzemowych, typu AP 15-6-12, produkcji Opravsky Podnik Mesta Gottwaldova (CSSR)

| | |
|--|-----------------------------|
| Długość części aktywnej | $6 \pm 0,3$ mm |
| Oporność nominalna | 120 Ω |
| Tolerancja oporności nominalnej | $\pm 10\%$ |
| Tolerancja oporności w 1/4 tensometru | $\pm 0,5\%$ |
| Dopuszczalna deformacja | $+ 2 \cdot 10^{-3}$ |
| Żywotność zmęczeniowa przy deformacji $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ | 10 000 000 cykli |
| Temperaturowy składnik czułości na odkształcenia | $0,15\% / ^\circ\text{C}$ |
| Zmiana oporności przy zmianie temperatury w granicach 20 ... 30 $^\circ\text{C}$ | $+ 0,08\% / ^\circ\text{C}$ |
| Obciążalność prądowa tensometru w zależności od sposobu odprowadzenia ciepła | 1 ... 35 mA |
| Zakres temperatur pracy | 70 ... 300 $^\circ\text{C}$ |

Tensometry te zostały opracowane przez Vyzkumny a Zkusebni Letecky Ustav Praha, Letnany .

Dane techniczne tensometrów półprzewodnikowych, serii WDH, produkcji VEB-RFT Messelektronik „Otto Schoen” Dresden (NRD)

| Parámetro | Typ | Jednostka | WDH-101 | WDH-111 | WDH-121 | WDH-112 | WDH-122 | WDH-201 | WDH-211 | WDH-221 |
|---|-----|-----------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|
| Typ półprzewodnika | | | Si-p | | | Si-p | | Si-n | | |
| Materiał podłoża | | | żywica epoksydowa | | żywica fenolowa | | żywica fenolowa | żywica epoksydowa | | żywica fenolowa |
| Oporność nominalna | | Ω | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Współczynnik K (wartość nominalna) | | | +124 | +124 | +128 | +150 | +150 | około-112 | około-112 | około-115 |
| Maksymalna nieliniowość dla $\Sigma \leq 1\%$ | | % | $\pm 0,5$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,5$ | $\pm 1,5$ | $\pm 1,5$ | $\pm 1,5$ | $\pm 1,5$ | $\pm 1,5$ |
| Maksymalne dopuszczalne rozciągnięcie | | % | ± 3 | ± 3 | ± 3 | ± 2 | ± 2 | ± 2 | ± 2 | ± 2 |
| Maksymalny prąd pomiarowy | | mA | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Wymiary | | mm | 24 x 12 | 12 x 0,5 | 24 x 12 | 5 x 0,5 | 11 x 4 | 24 x 12 | 12 x 0,7 | 24 x 12 |

Sposób zamawiania

Wyżej wymienione czujniki produkcji zagranicznej należy zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

Dane techniczne czujników przemieszczeń względnych, na tensometrach półprzewodnikowych, typu WWH, produkcji VEB-RFT Messelektronik „Otto-Schoen” Dresden (NRD)

| Parametr | Typ | Jednostka | WWH 141 | WWH 101 | WWH 201 | WWH 301 | WWH 401 | WWH 501 |
|--|-----|-----------|----------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Zakres pomiaru przemieszczenia | | mm | $\pm 1 \dots \pm 10$ | $\pm 1 \dots \pm 20$ | | | | |
| Napięcie zasilania | | V | około 6 (maksimum 7) | | | | | |
| Sygnał wyjściowy przy przemieszczeniu nominalnym | | mV | 100 | | | | | |
| Błąd pomiaru | | % | $\pm 0,3$ | | | | | |
| Wpływ zmiany temperatury w zakresie 5 ... 40°C | | % | około 1 | | | | | |
| Wymiary obudowy | | | | | | | | |
| szerokość | | mm | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 |
| wysokość | | mm | 21,5 | 76 | 83 | 83 | 97 | 162 |
| głębokość | | mm | 75 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Masa bez przewodu (około) | | g | 50 | 120 | 120 | 100 | 100 | 125 |

Rezystancyjne czujniki przyspieszeń

Dane techniczne prototypowych rezystancyjnych czujników przyspieszeń z tensometrami metalowymi, opracowanych przez Instytut Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej

| Zakres pomiarowy (g) | Dopuszczalne przeciążenie (g) | Nominalny sygnał wyjściowy R/R (%) | Częstotliwość własna (Hz) | Gabaryty (mm) |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------|
| $\pm 0,01$ | $\pm 0,25$ | 0,3 | 3 | 75 x 27 x 100 |
| $\pm 0,1$ | $\pm 2,5$ | 0,3 | 28 | 75 x 35 x 47 |
| $\pm 0,5$ | $\pm 12,5$ | 0,3 | 64 | 47 x 20 x 30 |

Sposób zamawiania

Zamówienia na rezystancyjne czujniki przyspieszeń z tensometrami metalowymi należy składać w Instytucie Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej, Pl. Jedności Robotniczej, 00-661 Warszawa.

Dane techniczne rezystancyjnych czujników przyspieszeń, typ BWH z tensometrami półprzewodnikowymi, produkcji VEB-RFT Messelektronik Dresden (NRD)

| Parametr \ Typ | Jednostka | BWH 101 | BWH 201 | BWH 301 | BWH 401 |
|--|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Częstotliwość rezonansowa systemu nie tłumionego | Hz | 60 | 160 | 600 | 1500 |
| Zakres częstotliwości roboczej | Hz | 0...30 | 0...90 | 0...350 | 0...900 |
| Współczynnik przejścia przy zasilaniu 8 V | $\frac{mV}{ms^{-2}}$ | | 1,3 | 0,17 | 0,03 |
| Maksymalne mierzone przyspieszenie | ms^{-2} | 20 | 100 | 1000 | 10000 |
| Gabaryty: szerokość | mm | 29 | 19 | 19 | 19 |
| wysokość | mm | 29 | 19 | 19 | 19 |
| głębokość | mm | 60 | 50 | 50 | 50 |
| Masa | g | 143 | 45 | 40 | 45 |

Sposób zamawiania

Rezystancyjne czujniki przyspieszeń typu BWH (prod. NRD) należy zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.1.2.2. Czujniki indukcyjne

Czujniki indukcyjne pracują na zasadzie zmiany indukcyjności własnej lub wzajemnej, pod wpływem działających drgań mechanicznych.

Czujniki dławikowe pracują na zasadzie zmiany indukcyjności na skutek zmiany szczeliny powietrznej w obwodzie magnetycznym cewki lub zmiany położenia rdzenia w solenoidzie. Ze względu na możliwość uzyskania proporcjonalności zmian indukcyjności własnej w funkcji przesunięcia rdzenia, względnie zmiany szczeliny powietrznej, stosuje się indukcyjne różnicowe przetworniki zbudowane z dwóch solenoidów pracujących w układzie przeciwsobnym.

Parametry techniczne czujników indukcyjnych dławikowych firmy HBM GmbH (RFN)

| Mierzony parametr | Typ | Nominalny zakres pomiarowy | Częstotliwość własna (Hz) | Czułość (mV/V) | Częstotliwość fali nośnej (kHz) |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------------|
| Przemieszczenie drgań liniowe | B21/25 | ± 25 mm | 0,9 | 80 | 5 |
| | B3 | ± 2 mm | 5 | 80 | 5 |
| | B3 z konwertorem B3/z 3576 | ± 100 mm | 0,5 | 80 | 5 |
| | B4h | ± 1 mm | 1 | 80 | 5 |
| | B4z | ± 1 mm | 2 | 80 | 5 |
| Przemieszczenie drgań kątowe | BD | $\pm 3^\circ$ | 3 | 8 | 5 |
| Przyspieszenie | B12/200 | 20 | 200 | 80 | 5 |
| | B12/500 | 100 | 500 | 80 | 5 |
| | B12/1000 | 200 | 1000 | 40 | 5 |
| | B12/2000 | 250 | 2000 | 20 | 5 |

Czujniki bezdotykowe złożone z dwóch czujników dławikowych połączonych przeciwnie względem elementu drgającego wykonanego z materiału ferromagnetycznego, służą do pomiaru przemieszczeń drgań względnych. Drgający element z materiału ferromagnetycznego, umieszczony między tymi dwoma czujnikami, pracuje jako rdzeń zmieniający szczelinę powietrzną. Czujniki mierzą tylko te drgania, których kierunek jest zgodny z osią czujników. Drgania boczne nie są mierzone.

Parametry techniczne czujników bezdotykowych, typu IWB, produkcji VEB-RFT Messelektronik „Otto Schoen” Dresden (NRD)

| Parametr | Typ | IWB 102 | IWB 202 |
|---|-----|--------------------------|-----------------------------|
| Zakres częstotliwości | | 0 ... 1000 Hz | 0 ... 1000 Hz |
| Najmniejsze mierzone przemieszczenie | | $\pm 0,1 \mu\text{m}$ | $\pm 0,2 \mu\text{m}$ |
| Największe mierzone przemieszczenie (przy nieliniowości $\pm 5\%$) | | około $+700 \mu\text{m}$ | około $\pm 200 \mu\text{m}$ |

c.d. danych technicznych

| Parametr \ Typ | IWB 102 | IWB 202 |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| Odległość od obiektu | 0,5 ... 5 mm | 0,5 ... 5 mm |
| Gabaryty | $\phi 14 \times 17$ mm | $\phi 14 \times 40$ mm |
| Masa | 2 x 20 g | około 40 g |

Sposób zamawiania

Czujniki bezdotykowe produkcji NRD należy zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

Czujniki różnicowe z ruchomym rdzeniem zbudowane z dwóch selenoidów połączonych przeciwsobnie, w zależności od konstrukcji czujnika służą do pomiaru:

- przemieszczeń drgań względnych i przesunięć,
- przemieszczeń drgań bezwzględnych,
- przyspieszeń,
- naprężeń (odkształceń) .

Czujniki przemieszczeń drgań względnych i przesunięć są wykonywane w dwóch wersjach: ze sprężyną zwrotną i bez sprężyny zwrotnej.

Czujniki ze sprężyną zwrotną, ustawiającą rdzeń w jednym z położen skrajnych przy pomiarach drgań względnych wymagają tylko jednopunktowego zamocowania, (mocuje się korpus, a trzpień jest dociskany do elementu badanego siłą sprężyny). Zakres częstotliwości pracy tych czujników jest uwarunkowany masą rdzenia i stałą sprężyny; nie przekracza jednak 100Hz. Czujniki tego typu mogą być stosowane do pomiaru przemieszczeń drgań dużych obiektów, w których oddziaływanie układu sprężyna-masa na element drgający może być pominięty.

Czujniki bez sprężyny zwrotnej, są mocowane w dwu punktach: cewki w obudowie do jednego elementu, a rdzeń do drugiego elementu. W tym przypadku element drgający jest obciążony masą trzpienia z rdzeniem. Górna częstotliwość pomiarowa jest ograniczona wytrzymałością mechaniczną rdzenia i zakresem przenoszenia aparatury pomiarowej.

Dane techniczne czujników przemieszczenia typu IWT 102 (ze sprężyną zwrotną), produkcji VEB-RFT Messelektronik „Otto Schoen” Dresden (NRD)

| | |
|---|--------------------------------|
| Zakres częstotliwości roboczej | 0...100 Hz |
| Najmniejsze mierzone przemieszczenie | $\pm 0,15 \mu\text{m}$ |
| Liniowy zakres pomiarowy | $\pm 1 \text{ mm}$ |
| Maksymalna nieliniowość w zakresie 10 do 100% nominalnego przemieszczenia | $\pm 1\%$ |
| Wymiary | $\phi 11 \times 72 \text{ mm}$ |
| Masa | około 65 g |

Dane techniczne czujników przemieszczenia typu IWT 202, 302 i 402 (bez sprężyny zwrotnej), produkcji VEB-RFT (NRD)

| Typ / Parametr | IWT-202 | IWT 302 | IWT 402 |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Zakres częstotliwości roboczej | 0 ... 1000 Hz | 0 ... 1000 Hz | 0 ... 400 Hz |
| Najmniejsze mierzone przemieszczenie | $\pm 0,15 \mu\text{m}$ | $\pm 0,5 \mu\text{m}$ | $\pm 0,5 \mu\text{m}$ |
| Liniowy zakres pomiarowy | $\pm 1 \text{ mm}$ | $\pm 10 \text{ mm}$ | $\pm 100 \text{ mm}$ |
| Maksymalna nieliniowość w zakresie 10 ... 100 % nominalnego przemieszczenia | $\pm 1\%$ | $\pm 1\%$ | $\pm 2\%$ |
| Wymiary | $\phi 11 \times 30 \text{ mm}$ | $\phi 19 \times 101 \text{ mm}$ | $\phi 35 \times 400 \text{ mm}$ |
| Masa (około) | 20 g | 90 g | 1500 g |

Sposób zamawiania

Czujniki przemieszczeń drgań względnych produkcji zagranicznej należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

Czujniki przemieszczeń drgań bezwzględnych. Wykorzystuje się tu układ sejsmiczny: masa-sprężyna-tłumik drgań, o małej częstotliwości drgań własnych, odwzorowujący wiernie przemieszczenie drgań mechanicznych powyżej tej częstotliwości. Zamocowany do masy sejsmicznej rdzeń przemieszczający się w solenoidach połączonych różnicowo, przetwarza przemieszczenie drgań na zmianę indukcyjności. Czujniki tego typu mogą pracować przy małych częstotliwościach.

ciach. Są na ogół ciężkie i duże, więc nadają się do pomiaru drgań dużych obiektów. Zbudowane na tej zasadzie czujniki typu B21/25, B3, B3 z konwer-torem typu Z 3576, B4h i B4z są produkowane przez firmę Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (RFN). Firma ta produkuje również oparty na układzie sejs-micznym czujnik drgań skrętnych przemieszczenia kąowego, typ BD.

Czujniki przyspieszeń. Wykorzystuje się tu układ sejsmiczny, masa-sprę-żyna-tłumik drgań o dużej częstotliwości drgań własnych, przetwarzający przys-pieszenie badanych drgań na przemieszczenie drgań masy sejsmicznej w zakre-się częstotliwości rezonansowej układu. Przemieszczenia te są następnie przetwarzane w przetworniku przemieszczeń drgań. Zakres częstotliwości uży-tecznych zależy od częstotliwości własnej układu sejsmicznego, która z kolei zależy od nominalnej wartości zakresu przyspieszeń. Czujniki budowane na tej zasadzie, (typu B12/200, B12/500, B12/1000 i B12/2000) są produkowane przez firmę Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, (RFN).

Czujniki do pomiaru naprężeń pracują tak samo jak czujniki przemiesz-czeń drgań względnych. Mocowane są również w dwóch punktach, ale na tym samym elemencie i przetwarzają deformacje liniowe tego elementu na zmianę indukcyjności. Producentem czujników tego typu jest firma Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, (RFN).

* Dane techniczne czujników do pomiaru naprężeń, firmy Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (RFN)

| Typ czujnika | Długość bazy pomiarowej l_0 | Nominalne odkształcenie (Δl) | Klasa dokładności | Nominalne odkształcenie względne ($E = \Delta l/l_0$) | Czułość nominalna |
|--------------|-------------------------------|--|-------------------|---|-------------------|
| | mm | mm | | mm/m | |
| D1 | 15 ... 25 | $\pm 0,25$ | 1 | 17... 10 | 17 |
| D3 | 40; 45; 50; 100 | ± 1 | 1 | 25; 22; 20; 10 | 80 |
| D32 | 40; 45; 50; 100 | ± 1 | 1 | 25; 22; 20; 10 | 80 |
| D4 | 25; 50; 75; 100 | ± 10 | 1 | 400; 200; 135; 100 | 80 |

Sposób zamawiania

Czujniki firmy HBM (RFN) należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolim-
skie 44, 00-024 Warszawa.

Czujniki transformatorowe pracują na zasadzie zmiany indukcyjności wz-
ajemnej dwóch cewek: cewki zasilającej i cewki uzwojenia wtórnego transformatora.

Dla uzyskania proporcjonalności między zmianą położenia rdzenia i zmianą in-
dukcyjności wzajemnej; a tym samym wyjściowym sygnałem napięciowym czujni-
ka, uzwojenia wtórne transformatora wykonuje się w postaci dwóch solenoidów
połączonych przeciwsobnie. Na tej zasadzie wykonuje się:

- czujniki przemieszczeń względnych z ruchomym rdzeniem
- bezdotkowe czujniki przemieszczeń względnych liniowych
- czujniki przemieszczeń drgań bezwzględnych.

Czujniki przemieszczeń względnych z ruchomym rdzeniem tak jak czujniki dławikowe, są
wykonywane w dwóch wersjach:

Czujniki ze sprężyną zwrotną i umocowaniem jednopunktowym. Czujniki te
mogą pracować bez sprężyny - wtedy rdzeń należy zamocować do drgające-
go elementu. Do czujników tego rodzaju należą np. OT-06, OT-08, OT-12
i OT-14.

Czujniki bez sprężyny zwrotnej do pomiarów przemieszczeń powyżej ± 20 nm,
dla napięć zasilania o częstotliwości 5000 Hz, są to czujniki typu CPT-25,
CPT-50, CPT-100, CPT-200 oraz czujniki specjalne typu CPTs1, CPTs10,
zasilane napięciem o częstotliwości 100 kHz, do pomiaru wzniosu igły wtrys-
kiwacza i wzniosu zaworów.

Czujniki przemieszczeń względnych liniowych (transformatorowe) serii OT. Czujniki te służą do
pomiaru przemieszczeń liniowych, kinematycznych i statycznych (na przyk-
ład ruchu elementów maszyn, w niektórych badaniach drgań itp.). Współ-
pracują z miernikami wielkości mechanicznych pracującymi na fali noś-
nej 5 kHz, a w szczególności z miernikami typu N101, N104 i RF-401.

Dane techniczne

| Parametr | Typ | Jednostka | | | | | | | |
|---|-----|--------------------|----------------------|---------|---------|----------|----------|-----------|----------|
| | | | OT-12 | OT-05 | OT-14 | OT-06 | OT-08 | OT-32 | OT-33 |
| Zasilanie | | | 5 V, 5 kHz $\pm 5\%$ | | | | | | |
| Pobór prądu | | mA | ≤ 20 | | | | | | |
| Napięcie dla stanu symetrii | | mV | ≤ 10 | | | | | | |
| Nominalny zakres pomiarowy | | mm | ± 1 | ± 2 | ± 5 | ± 10 | ± 15 | ± 50 | ± 10 |
| Napięcie przy przemieszczeniu nominalnym (minimum) | | mV | 1200 | 1500 | | | | 1200 | |
| Temperatura robocza | | $^{\circ}\text{C}$ | -5 ... +40 | | | | | | |
| Masa całkowita około | | g | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 | 700 | 900 |
| Gwint mocujący | | | M10 x 0,75 | | | | | | |
| Największe przyspieszenie przy pomiarze ze sprężyną roboczą | | ms^{-2} | 300 | 400 | 200 | 120 | 120 | 80 | 40 |
| Liniowość | | % | ± 1 | | | | ± 3 | $\pm 1,5$ | |

Czujniki serii OT należy zamawiać bezpośrednio u producenta w Ośrodku Badaawczo-Rozwojowym Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów MERA-ELWRO, ul. Ostrowskiego 30, 53-238 Wrocław.

Czujniki przemieszczeń względnych liniowych serii CPT

Dane techniczne

| | |
|--|--|
| Zakres pomiarowy | $\pm 25\text{ mm}$ (CPT 25), $\pm 50\text{ mm}$ (CPT 50) $\pm 100\text{ mm}$ (CPT 100), $\pm 200\text{ mm}$ (CPT 200) |
| Zasilanie | 1... 5 V; 1000... 10000 Hz |
| Sygnal nominalny | 2500... 5000 mV |
| Poziom sygnału zerowego | $\leq \pm 0,5\%$ |
| Nieliniowość | $\leq \pm 1\%$ |
| Temperaturowy zakres pracy | -60... +50 $^{\circ}\text{C}$ |
| Pobór prądu przy zasilaniu 5 V; 5000Hz | $\leq 15\text{ mA}$ |
| Mocowanie | uchwyt, obejmą |

Czujniki te mogą współpracować z miernikami pracującymi na fali nośnej, a w szczególności z miernikami N101, N104, RF-401 i MPU-556.

Czujniki przemieszczeń względnych liniowych serii CPTs

Czujniki te zaprojektowano do pomiaru wzniosu igły wtryskiwacza. Współpracują one ze wzmacniaczem fali nośnej 100kHz, typu MPU-555.

Dane techniczne

| Typ czujnika | Jednostka | / CPTs ± 1 | CPTs ± 10 |
|------------------------------|-----------|------------|-----------|
| Zakres pomiarowy | mm | ± 1 | ± 10 |
| Wygnął nominalny | mV | 10000 | 2000 |
| Temperaturowy zakres pracy | °C | 0...100 | 0...100 |
| Lineiowość | | | |
| w warunkach normalnych | % | ± 1,5 | ± 1,5 |
| w pełnym zakresie temperatur | | ± 2 | ± 2 |
| Poziom sygnału zerowego | % | +2 | +2 |
| Współczynnik temperaturowy | %, s, °C | 0,1 | 0,1 |
| Prąd pobór przy zasilaniu | | | |
| 5 V; 100 kHz | mA | 21 | 21 |
| Waga | G | 15 | 85 |
| Montaż | | | |
| mocowanie | | M14x1 | 9x7 |
| czujnik | | M3 | M2 |
| przebieg | | | |

Sposób zamawiania

Czujniki CPT i CTPs należy zamawiać u producenta w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej Instytutu Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114 02-256 Warszawa.

Bezdotykowe czujniki przemieszczeń drgań względnych typu OT

Czujniki te przetwarzają zmianę szczeliny między czujnikiem a elementem drgającym, wykonanym z materiału ferromagnetycznego, na zmianę indukcyjności wzajemnej, a tym samym na zmianę napięcia wyjściowego wstępnie zrównoważonego

czujnika transformatorowego. Stosowane są głównie do pomiarów drgań względnych elementów wirujących.

Dane techniczne czujników typu OT-18

| | |
|--|----------------------|
| Zasilanie | 5V; 5 kHz, $\pm 5\%$ |
| Pobór prądu | $\leq 20\text{mA}$ |
| Nominalny liniowy zakres pomiarowy | 0,1 mm |
| Napięcie wyjściowe odpowiadające przemieszczeniu nominalnemu | $\geq 150\text{mV}$ |
| Napięcie wyjściowe dla stanu symetrii transformatora różnicowego | 15mV |
| Liniowość | $\pm 2\%$ |
| Temperatura robocza | -5...+40°C |
| Masa | 40 g |
| Gwint mocujący | M10x1 |

Sposób zamawiania

Czujniki OT-18 należy zamawiać w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej Instytutu Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa.

Czujniki przemieszczeń drgań bezwzględnych typu OT. Czujniki pracują na tej samej zasadzie co czujniki dławikowe opisane poprzednio. Różnią się od nich tylko rodzajem zastosowanego przetwornika elektromechanicznego - w omawianym przypadku jest nim zrównoważony transformatorowy różnicowy przetwornik przemieszczeń drgań względnych.

Dane techniczne czujników typu OT-07

| | |
|--|-----------------------|
| Zakres pomiarowy (amplituda przemieszczenia w poziomie i pionie) | 0,02...2mm |
| Zakres częstotliwości | 4...120Hz |
| Częstotliwość rezonansowa | 3Hz |
| Maksymalne przyspieszenie | 9,31 m/s ² |
| Napięcie zasilające | 5V; 5 kHz $\pm 5\%$ |
| Pobór prądu | $\leq 20\text{mA}$ |
| Zerowe napięcie wyjściowe | $\leq 10\text{mV}$ |

| | |
|---------------------------|--|
| Wzrostłość | 600 mV/mm |
| Liniowość | +1% |
| Thumienie | magnetyczne |
| Stopień tłumienia | 0,64 ± 0,05 |
| Roboczy zakres temperatur | -20 ... +60°C |
| Mocowanie | 4 wkręty M6 w rozstawie 25 x 128 mm |
| Masa | 900 g |

Dane techniczne czujników drgań bezwzględnych, typu OT-20

| | |
|---------------------------|--|
| Zakres pomiarowy | 20, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 m/s ² |
| Zakres częstotliwości | 0...120, 200, 300, 420, 510; 660, 900 Hz |
| Częstotliwość rezonansowa | > 200, 350, 500, 700, 850, 1100, 1500 Hz |
| Napięcie zasilające | 5 V; 5 kHz ± 5% |
| Robór prądu | ≤ 20 mA |
| Zero napięcie wyjściowe | ≤ 10 mV |
| Wzrostłość | 6; 2,4; 1,2; 0,6; 0,4; 0,24; 0,12 mV/ms ⁻² |
| Liniowość | +2% |
| Thumienie | wiskotyczne |
| Stopień tłumienia | 0,64 ± 0,05 |
| Roboczy zakres temperatur | 0...40°C |
| Mocowanie | 2 wkręty M4 w odległości 54 mm |
| Masa | 105 g |

Dane techniczne czujników drgań bezwzględnych, typu OT-25

| | |
|--|----------------------|
| Zakres pomiarowy (amplituda przemieszczenia w pionie i poziomie) | 0,01...1,5 mm |
| Zakres częstotliwości | 20...500 Hz |
| Częstotliwość rezonansowa | 15 Hz |
| Maksymalne przyspieszenie | 100 m/s ² |
| Napięcie zasilające | 5 V; 5 kHz ± 5% |

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| Pobór prądu | $\leq 20\text{mA}$ |
| Zerowe napięcie wyjściowe | $\leq 10\text{mV}$ |
| Czułość | 1000mV/mm |
| Liniiowość | $\pm 1\%$ |
| Tłumienie | powietrzne |
| Stopień tłumienia | $0,64 \pm 0,05$ |
| Roboczy zakres temperatur | $-20 \dots +60^{\circ}\text{C}$ |
| Mocowanie | 2 wkręty M4 w odległości 55mm |
| Masa | 150 g |

Sposób zamawiania

Czujniki typu OT-07, -20, -25 należy zamawiać u producenta w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej Instytutu Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa.

4.1.2.3. Czujniki pojemnościowe

W technice pomiaru drgań są używane dwa rodzaje czujników przetwarzających przemieszczenia na zmianę pojemności. Są to kondensatory płaskie dwupłytkowe zmieniające swoją pojemność na skutek zmiany szczeliny między płytkami i kondensatory cylindryczne o zmiennej powierzchni elektrod czynnych. W czujnikach z kondensatorem płaskim dwupłytkowym funkcję drugiej płytki pełni często badany element. Pojemności tych kondensatorów są małe, a zmiany robocze pojemności są rzędu 10% pojemności własnej. Przetwornik jest z natury nieliniowy, czuły na wpływy termiczne, kłopotliwy w zastosowaniach, gdyż pozostające na skutek drgań obiektu zmiany pojemności kabla połączeniowego (ograniczonego do minimum) mogą być tego samego rzędu co sygnał pomiarowy. Zaletą tych czujników jest szeroki zakres częstotliwości przetwarzania od 0 do 100 kHz (w zależności od zastosowanej aparatury). Stosowane w kraju czujniki pojemnościowe są wytwarzane przez firmę DISA Elektronik A/s Dania.

Typ 51F21 i 51D11 - z elektrodą płaską do pomiaru małych przemieszczeń drgań względnych i elementem mierzonym jako drugą elektrodą.

51D05 - z cylindrycznymi elektrodami, do pomiaru dużych przemieszczeń
względnych.

51D07 - sejsmiczny z kondensatorem cylindrycznym, do pomiaru kąta prze-
szczenia drgań skrętnych.

Parametry techniczne

| Typ | 51F21 | 51D11 | 51D05 | 51D07 |
|---|--|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Parametr | | | | |
| Zakres pomiarowy | według prospektu firmy | 10 mm | 1... 7 cm | $\pm 2^\circ$ |
| Minimalna graniczna temperatura pracy | bez ograni- czenia | -20°C | bez ograni- czenia | bez ograni- czenia |
| Maximalna granica temperatury, powyżej | $+100^\circ\text{C}$ | $+90^\circ\text{C}$ | $+100^\circ\text{C}$ | $+100^\circ\text{C}$ |
| Zmiana pojemności pod wpływem temperatury | $2 \times 10^{-4} \text{ pF}/^\circ\text{C}$ | według prospektu firmy | $0,001 \text{ pF}/^\circ\text{C}$ | według prospektu firmy |
| Pojemność własna | 7 pF | 80 pF | 11...19 pF | według prospektu firmy |
| Masa | 70 g | 400 g | według prospektu firmy | według prospektu firmy |

Sposób zamawiania

Zurijniki firmy DISA (Dania) należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa

4.2. Aparatura do pomiaru drgań

| Czujniki | | Generacyjne | | | | | | Parametryczne | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------|---------------|-------------------|------------|------------------|------------|----------------|---------------------------------|------------|------------------|---------------|
| | | Magneto-indukcyjne | | Piezo-elektryczne | | Elektrochemiczne | | Rezystancyjne | | Indukcyjne | | |
| | | Elektrodynamiczne | Reluktancyjne | Kwarcowe | Ceramiczne | Kapilarne | Kinetyczne | Tensometryczne | Półprzewodnik (piezorezystanc.) | Dławikowe | Transformatorowe | Pojemnościowe |
| Przetwarzany parametr | Przeszczenie (odkształcenie) | | | | | | | X | X | X | X | X |
| | Prędkość | X | X | | | | | | | | | |
| | Przyspieszenie | | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| Rodzaj wykonania | Sejsmiczne | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| | Względne | X | X | | | | | X | X | X | X | X |
| Wzorcowanie | Dynamiczne | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Stacyjne | | | | | | | X | X | X | X | X |
| Elektroniczne przyrządy współpracujące | Wzmacniacze prądu zmiennego | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Integratory i przyrządy różniczkujące | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Wzmacniacz ładunku | | | X | X | | | | | | | |
| | Mostek pomiarowy prądu stałego | | | | | | | X | X | | | |
| | Mostek pomiarowy z falą nośną | | | | | | | X | X | X | X | |
| | Przyrząd z modulacją częstotliwości | | | | | | | | | | | X |

2.1. Przyrządy elektroniczne współpracujące z czujnikami generacyjnymi

W związku z dużą rozpiętością rezystancji wewnętrznej czujników, stosuje się dwa rodzaje elektronicznych przyrządów współpracujących z czujnikami magnetoindukcyjnymi i piezoelektrycznymi.

2.1.1. Przyrządy współpracujące z czujnikami magnetoindukcyjnymi

Przyrządzenia te posiadają stosunkowo małą rezystancję wejściową, dostosowaną do impedancji wewnętrznej czujnika. Producentami tego typu przyrządów są: VEB RFT 'Messelektronik Dresden (NRD) - produkuje próbnik drgań typ VP 102, współpracujący z czujnikami DGA i mierzący maksymalną ekwiwalentną prędkość w zakresie od 1 do 100 mm/s oraz maksymalną wartość przemieszczenia (przez całkowanie prędkości w zakresie od 10 do 1000 μm). Philips (Holandia) - produkuje miernik przemieszczeń drgań w zakresie od 0 do 1000 μm , typu PR 9252, współpracujący z czujnikami PR 9266, PR 9267 i PR 9262.

Dane techniczne miernika drgań typ VP 102

| | |
|--|---|
| Zakres częstotliwości | 15...3000 Hz |
| Zakres pomiarowy prędkości drgań (wartość skuteczna) | 1, 3, 10, 30, 100 mm/s |
| Szczytowe wartości przemieszczenia drgań | 10, 30, 100, 300, 1000 μm |
| Wyjście dla rejestratora | $R_e \geq 5 \text{ k}\Omega$; $U_e \leq 1 \text{ V}$ |
| Gabaryty | 105 x 92 x 215 mm |
| Masa | około 1,5 kg |

Do miernika firma dołącza 1 czujnik typu DGA 401, kabel łączący ZL 169 oraz kabel do oscylografu ZL 126.

Dane techniczne miernika drgań typ PR 9252

| | |
|-----------------------|--|
| Zakresy pomiarowe | 0...10 μm ; 0...30 μm ; 0...100 μm ; 0...300 μm ; 0...1000 μm (szczytowa wartość amplitudy drgań) |
| Zakres częstotliwości | 10...1000 Hz |

Charakterystyka częstotliwościowa
(w zakresie)

30 ... 600 Hz nieliniowość 5 %
10 ... 30 Hz nieliniowość 3,5 %
powyżej 600 Hz nieliniowość 1,5%

Dokładność

według wykresu dołączonego do miernika plus błąd ustroju pomiarowego $\pm 1,5\%$

Zakres temperatur pracy

0...+40°C

Napięcie wyjściowe

około 160 mV przy obciążeniu $\geq 10 \text{ k}\Omega$

Wymiary

130x 220x 100 mm

Masa

2,5 kg (z walizką 4,3 kg)

Sposób zamawiania

Aparaturę importowaną typu VP 102 i PR 9252 należy zamawiać w PHŻ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.2.1.2. Przyrządy współpracujące z czujnikami piezoelektrycznymi ze wzmacniaczami prądu zmiennego

Charakteryzują się one dużą impedancją wyjściową. Stała czasowa układu wejściowego $\tau = R \cdot C$, gdzie R - rezystancja wejściowa, a C - pojemność wejściowa, decyduje o zakresie małych częstotliwości. Im większa jest stała czasowa, tym przyrząd może mierzyć drgania o mniejszych częstotliwościach. Duża impedancja wejściowa sprzyja przedostawaniu się na wejście przyrządu napięć zakłócających, duża pojemność kabla łączącego czujnik z przyrządem zmniejsza czułość napięciową czujnika i wprowadza duże błędy związane z przepadkowymi, szkodliwymi zmianami jego pojemności. W celu zapobieżenia tym niedogodnościom ogranicza się długość kabla (od 1 do 1,5 m) i daje się przed wzmacniacze kablowe - transformatory oporności. Mogą to być zwykłe przedwzmacniacze napięciowe lub ładunku. Przedwzmacniacze te współpracują najszybciej ze wzmacniaczami napięciowymi umożliwiając pomiar przyspieszenia, a także z pojedynczymi i podwójnymi integratorami - pomiar prędkości i przemieszczenia drgań. Do wyrobów tej grupy należą:

- przedwzmacniacze 2616, 2623, 2625 współpracujące z analizatorami częstotliwości, (Brüel i Kjaer - Dania).
- system pomiarowy VM 2, VM 5 i VM 6 (VEB RFT Messelektronik Dresden).

przedwzmacniacz MPU-512, wzmacniacz pomiarowy MPU-516 i pomiarowy wzmacniacz różniczkujący MPU-521 (opracowane w kraju).

Przedwzmacniacz typ MPU-512 jest przeznaczony do współpracy z piezoelektrycznymi czujnikami przyspieszeń, ciśnień i sił. Charakteryzuje się wysoką impedancją wejściową oraz niską wyjściową. Umożliwia to przenoszenie sygnałów badanych przebiegów bez zakłóceń i na znaczne odległości.

Dane techniczne

| | |
|---|-------------------|
| Wejście | |
| rezystancja | 2000 M Ω |
| pojemność równoległa | 6 pF |
| pojemność szeregową | 2,2 nF |
| maksymalne napięcie | 10 V |
| Wzmocnienie napięciowe | 0,995 |
| Linijowość | 0,5% |
| Charakterystyka częstotliwościowa (spadek 0 ... 0,2 dB) | 20000 Hz |
| Wyjście | |
| rezystancja | < 100 Ω |
| napięcie | 10 V |
| rezystancja obciążenia | > 20 k Ω |
| Temperatura pracy | -15...+45°C |
| Zasilanie z zasilacza typ MPU-595 | 36 V |
| Wymiary | ϕ 25 x 75 mm |

Wzmacniacz pomiarowy typ MPU-516. Wzmacniacz ten, w połączeniu z przedwzmacniaczem MPU-512 współpracuje z czujnikami piezoelektrycznymi i magnetoindukcyjnymi i służy do pomiarów w pasmie częstotliwości od 2 do 10 kHz.

Dane techniczne

| | |
|------------------------------|---------------|
| Wejście | |
| rezystancja | 20 k Ω |
| maksymalne napięcie | 10 V |
| maksymalna czułość | 2,5 mV |
| płynna regulacja wzmocnienia | 1 : 3 |
| Linijowość | 1% |

| | |
|---|----------------------------|
| Charakterystyka częstotliwościowa | |
| spadek napięcia 0...0,5 dB | 5...10000 Hz |
| spadek napięcia 0...3 dB | 2...20000 Hz |
| Charakterystyka fazowa, zmiana fazy $0 \pm 10^\circ$ | 20...2000 Hz |
| Wyjście | |
| maksymalne napięcie | 10 V |
| maksymalny prąd | 100 mA |
| rezystancja | 1 k Ω |
| szумы (przy zwartym wejściu) | 10 mV |
| zakłócenia (przy maksymalnej czułości z podłączonym czuj- nikiem piezoelektrycznym na wejściu) | 2,5% |
| Współczynnik temperaturowy wzmocnienia | 0,1%/ $^\circ\text{C}$ |
| Temperatura otoczenia | -15...+45 $^\circ\text{C}$ |
| Zasilanie z zasilacza typ MPU-595 | $\pm 18\text{V}$ |
| Wymiary | 60x160x300 mm |

Pomiarowy wzmacniacz różniczkujący, pojedynczo i podwójnie całkujący, typ MPU-521. Wzmacniacz MPU-521 służy do pomiaru drgań mechanicznych (przyspieszenia, prędkości i przemieszczenia) piezoelektrycznymi czujnikami przyspieszeń i magnetoindukcyjnymi czujnikami prędkości. Przebieg w czasie wyżej wymienionych parametrów drgań lub uderzeń mechanicznych można rejestrować na oscylografie pętlicowym katodowym. Można też bezpośrednio ze wskaźnika wychyłowego odczytywać wartość szczytową i skuteczną każdego z wymienionych parametrów drgań. Pomiarowy wzmacniacz różniczkujący, pojedynczo i podwójnie całkujący typ MPU-521 współpracuje z przedwzmacniaczem typ MPU-512 i jest zasilany z bloku podstawowego typ MPU-595. W tor sygnału wzmacniacza może być włączony filtr dolnoprzepustowy typ MPU-562 lub 565.

Dane techniczne

Zakresy pomiarowe przy zastosowaniu czujnika przyspieszeń o czułości $3\text{mV/m}\cdot\text{s}^{-2}$ i górnej częstotliwości pomiarowej $f_g = 10\text{kHz}$:
 Zakres przyspieszenia $3\cdot 10^{-2} \dots 3000\text{m/s}^{-2}$, w paśmie $2\text{Hz} \dots 10\text{kHz}$

| | |
|-----------------------|---|
| Zakresy prędkości | $10^{-3} \dots 10^2$ m/s; w paśmie 5 Hz...10 kHz |
| | $10^{-4} \dots 10$ m/s; w paśmie, 50 Hz...10 kHz |
| | $10^{-5} \dots 1$ m/s; w paśmie, 500 Hz...10 kHz |
| Zakresy przemieszczeń | $3 \cdot 10^{-4} \dots 3$ m; w paśmie, 5 Hz...10 kHz |
| | $3 \cdot 10^{-5} \dots 3 \cdot 10^{-1}$ m; w paśmie 15,8 Hz...10 kHz |
| | $3 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-2}$ m; w paśmie, 50 Hz...10 kHz |
| | $3 \cdot 10^{-7} \dots 3 \cdot 10^{-3}$ m; w paśmie, 158 Hz...10 kHz |

Zakresy pomiarowe przy zastosowaniu czujnika prędkości o czułości

| | |
|--|---|
| $10 \text{ mV/cm} \cdot \text{s}^{-1}$: | |
| Zakres przyspieszenia | $3 \cdot 10^{-4} \dots 10^2$ m/s ² ; w paśmie, 2 Hz...1000 Hz |
| Zakres prędkości | $10^{-5} \dots 3$ m/s; w paśmie 2 Hz...1000 Hz |
| Zakresy pomieszczeń | $3 \cdot 10^{-7} \dots 3 \cdot 10^{-3}$ m; w paśmie 5 Hz...1000 Hz |
| | $3 \cdot 10^{-8} \dots 10^{-3}$ m; w paśmie 50 Hz...1000 Hz |

Zmacniacz zapewnia dokładność $\pm 5\%$ w wyszczególnionych zakresach częstości dla funkcji: różniczkowanie, wzmocnienie i pojedyncze całkowanie oraz $\pm 10\%$ dla funkcji podwójnego całkowania.

| | |
|--|-----------------------|
| Regulacja wzmocnienia | płynna w zakresie 1:3 |
| Maksymalne napięcie wejściowe | ± 10 V |
| Rezystancja wejściowa | 20 k Ω |
| Maksymalne napięcie wyjściowe | 10 V |
| Maksymalny prąd wyjściowy | 100 mA |
| Rezystancja wyjściowa | 1 Ω |
| Odstęp od poziomu szumów na najmniejszym zakresie | |
| przy pomiarze przyspieszenia | 14 dB |
| przy pomiarze prędkości | 26 dB |
| Temperatura pracy | -15...+45°C |

Zasilanie z zasilacza typ MPU-595 $\pm 18V$
Wymiary 160x120x300mm
Sposób zamawiania

Wzmacniacze typu MPU należy zamawiać w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej Instytutu Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa.

4.2.2. Przyrządy elektroniczne współpracujące z czujnikami parametrycznymi

Czujniki parametryczne, omówione w punkcie 4.1.2., przetwarzają parametry drgań mierzonych na zmianę rezystancji, indukcyjności lub pojemności. Przetwarzanie tych parametrów obwodu elektrycznego na napięcie elektryczne odbywa się najczęściej w:

- układach mostkowych prądu stałego - w przypadku czujników rezystancyjnych
- mostkach prądu zmiennego - w przypadku czujników indukcyjnych i rezystancyjnych,
- układach modulacji częstotliwości - w przypadku czujników pojemnościowych.

4.2.2.1. Mostki pomiarowe prądu stałego i zmiennego

Mostki ze wzmacniaczami prądu stałego mają duże pasmo przenoszenia (do 20 kHz), mogą wzmacniać również szkodliwe, przypadkowe potencjały termiczne, wytworzone na złączach pomiędzy przetwornikiem elektromechanicznym, a wejściem wzmacniacza. Dla mostków i wzmacniaczy prądu zmiennego, zwanych powszechnie wzmocniaczami z falą nośną, przyjęto się napięcie zasilania o częstotliwości 5000 Hz, ograniczające zakres przenoszonych częstotliwości do 1000 Hz. Wzmacniacze z falą nośną są nieczułe na potencjały termiczne i mało wrażliwe na inne zewnętrzne zakłócenia napięciowe, dlatego są chętnie stosowane. Poważną ich wadą, do niedawna, była konieczność fazowego równoważenia mostka. Mostki ze wzmacniaczami prądu stałego i z falą nośną mogą współpracować z czujnikami rezystancyjnymi i indukcyjnymi, jak również z tensometrami, przy pomiarach naprężeń.

Producenci:

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (RFN)

- mostki i wzmacniacze prądu stałego MG 3111, MG 3112, MG-3120, KWS 3020,
- mostki i wzmacniacze prądu zmiennego:

z falą nośną 5000 Hz, dla czujników indukcyjnych MG 3161, MG 3171, KWS 3071,
z falą nośną 5000 Hz, dla czujników rezystancyjnych MG 3170, KWS 3070,
z falą nośną 5000 Hz, dla czujników indukcyjnych i rezystancyjnych KWS/3S-5, KWS/T-5, KWS/6A-5,
z falą nośną 50 kHz, dla czujników indukcyjnych i rezystancyjnych KWS/II-50,
z falą nośną 180 Hz, dla czujników oporowych w zakresie częstotliwości roboczych od 0 do 9 Hz; MG 3150,
z falą nośną 225 Hz, dla czujników oporowych w zakresie częstotliwości roboczych od 0 do 10 Hz; KWS 350.

EB RFT Messelektronik Dresden (NRD)

mostki prądu stałego (bez wzmacniaczy) HLS 101, HLS 102, HLS 122,

HLW 211, HLW 441, HLW 471,

mostek prądu stałego HLS 101 ze wzmacniaczem HLG 10 i wskaźnikiem HLA 40 (zestaw HLW-311),

mostki i wzmacniacze UM 111, UM 131, z falą nośną 5000 Hz, do czujników rezystancyjnych i indukcyjnych.

Zakłady Aparatury Laboratorium Medycznej ZALMED

- dynamiczne mostki tensometryczne TT 4C i TT 6C.

Dynamiczny mostek tensometryczny typ TT-4C

Mostek tensometryczny typu TT-4C jest przeznaczony do pomiarów metodą wychyłową, dynamicznych odkształceń konstrukcji mechanicznych, sił ściskających i rozciągających, momentów gnących i skręcających oraz ich kierunków. Mostek jest szczególnie przydatny przy wykonywaniu pomiarów przebiegów zmiennych, typu periodycznego, aperiodycznego i quasidynamicznego o częstotliwościach od 0 do 1000 Hz. Mostek może współpracować z przetwornikami elektromechanicznymi typu biernego, takimi jak tensometry naprężno-rezystancyjne, indukcyjne i transformatorowe, a więc wszystkimi typowymi czujnikami, przy czym jest możliwa praca w układzie pomiarowym pełnego mostka lub półmostka. Dzięki możliwości zasilania urządzenia z sieci lub baterii zewnętrznej, pomiary przy pomocy mostka mogą być wykonywane w laboratoriach pomiarowych, przemysłowych oraz w warunkach polowych, pojazdach lub innych miejscach poza wionych sieci. Do zapisów i rejestracji pomiarów, mostek ma przewidziane wyjście umożliwiające podłączenie oscylografu pętlicowego, katodowego lub rejestratora o bezpośrednim zapisie.

Dane techniczne

| | |
|--|--|
| Układy wejściowe (rodzaj pomiaru) | PP1, PP2- półmostkowe PP4 - pełny mostek PP5 - półmostkowy indukcyjny PP6 - transformatorowy |
| Rodzaj tensometrów naprężno- -rezystancyjnych | 60...600Ω |
| Rodzaj tensometrów indukcyjnych | 5... 120 mH |
| Częstotliwość nośna | 5000 Hz ± 5 % |
| Napięcie zasilające mostek | 0,5 i 5 V |
| Zakresy pomiarowe(ΔL/L w promilach) | 0,1; 0,3; 1; 3; 10 |
| Zakresy kalibracji(ΔL/L w promilach) | ±0,1; 0,3; 1 |
| Dokładność czułości i kalibracji | ± 2 % |
| Zakresy równoważenia mostka | asymetria oporowa ± 1,2%, asymetria pojemnościowa przy $R_t = 60\Omega \pm 3000 \text{ pF}$ asymetria pojemnościowa przy $R_t = 120\Omega \pm 1000 \text{ pF}$ asymetria pojemnościowa przy $R_t = 600\Omega \pm 250 \text{ pF}$ |
| Wyjście napięciowe | ± 1 V przy $R_t = 1 \text{ k}\Omega$ |
| Wyjście prądowe | ± 15 mA przy $R_t = 10\Omega$ |
| Dokładność liniowości | ± 2 % |
| Charakterystyka przenoszenia | 0...1000 Hz |
| Napięcie zasilania | 220 V; 12 V = ± 10 % |
| Pobór mocy | 8 W (przy zasilaniu 220 V) 8 W (przy zasilaniu 12 V) |
| Wymiary | 180 x 240 x 280 mm |
| Masa | 3 kg |
| Dynamiczny mostek tensometryczny typ TT-6C | |
| Dane techniczne | |
| Liczba kanałów | 6 |
| Układy wejściowe(rodzaj pomiaru) | PP1, PP2 półmostkowe, PP4 - pełny mostek PP5 - półmostkowy indukcyjny PP6 - transformatorowy |

| | |
|--|---|
| Rodzaj tensometrów naprężno-rezystancyjnych | 60...600Ω |
| Rodzaj tensometrów indukcyjnych | 5...120mH |
| Częstotliwość nośna | 5000Hz ± 5% |
| Napięcie zasilające mostek | 0,5 i 5V |
| Zakresy pomiarowe (ΔL/L w promilach) | 0,1; 0,3; 1; 3; 10 |
| Zakresy kalibracji (ΔL/L w promilach) | 0,1; 0,3; 1; 3; 10 |
| Dokładność czułości i kalibracji | ± 2% |
| Zakresy równoważenia mostka | asymetria oporowa ± 1,2% asymetria pojemnościowa przy $R_t = 60\Omega$ ± 3000 pF asymetria pojemnościowa przy $R_t = 120\Omega$ ± 1000 pF asymetria pojemnościowa przy $R_t = 600\Omega$ ± 250 pF |
| Wyjście napięciowe | ± 1V przy $R_o = 1k\Omega$ |
| Wyjście prądowe | ± 15mA przy $R_o = 10\Omega$ |
| Dokładność liniowości | ± 2% |
| Charakterystyka przenoszenia | 0...1000Hz |
| Napięcie zasilania | 220V; 12V - 10% |
| Pobór mocy | 8W (przy zasilaniu 220V) < 8W (przy zasilaniu 12V) |
| Wymiary | 400 x 240 x 280mm |
| Masa | 6kg |

Wyposażenie :

- przedłużacz - szt. 2
- kabel z wtykiem do układu półmostka - szt. 6
- kabel z wtykiem do układu pełnego mostka - szt. 6
- wtyk BNC-50 - szt. 2

Sposób zamawiania

Mostki tensometryczne typu TT-4C i TT-6C należy zamawiać u producenta, tj. w Zakładach Aparatury Laboratoryjno-Medycznej ZALMED, ul. Dzielna 72, 01-029 Warszawa.

4.2.2.2. Wzmacniacze z falą nośną współpracujące z czujnikami transformatorowymi

Czujniki z różnicowym przetwornikiem transformatorowym nie potrzebują dodatkowych przetworników zamieniających zmianę indukcyjności wzajemnej na napięcie. Dokonują tego same, po zasileniu uzwojenia pierwotnego nominalnym napięciem zasilania. Nie współpracują więc z mostkami; mogą współpracować z układami kompensacji napięcia wyjściowego czujnika, w celu ustawienia punktu zerowego czujnika w dowolnym położeniu rdzenia w zakresie pomiarowym. Tak jak w przypadku mostków pomiarowych prądu zmiennego, przyjmuje się częstotliwość napięcia zasilania czujnika 5000 Hz. Dla czujników specjalnych, stosowanych do pomiaru skoków zaworów i igły wtryskiwacza silników wysokoprężnych, przyjęto częstotliwość napięcia zasilającego 100 kHz.

Wzmacniacze z falą nośną współpracujące z czujnikami tego typu produkuje Instytut Lotnictwa.

Wzmacniacz z falą nośną 100 kHz, typu MPU-555

Wzmacniacz z falą nośną 100 kHz, MPU-555 współpracuje z czujnikami transformatorowymi typu CPTS-1 i CPTS-10. Przyrząd jest przeznaczony do pomiaru przemieszczeń względnych ± 1 i ± 10 milimetrów w paśmie częstotliwości od 0 do 20 kHz; szczególnie skoku igły wtryskiwacza oraz skoku zaworu silników wysokoprężnych. Przyrząd wchodzi w skład systemu pomiarowego MPU-500. Przyrząd składa się z przedwzmacniacza z wbudowanym demodulatorem fazoczułym oraz wzmacniacza zawierającego generator napięcia zasilania o częstotliwości 100 kHz, filtr dolnoprzepustowy oraz stopień wzmacniający, o regulowanym wzmacnieniu.

Dane techniczne

| | |
|--------------------------------------|---|
| Zasilanie czujnika | $5V \pm 1\%$; $100\text{ kHz} \pm 1\%$ |
| Rezystancja wyjścia (asymetrycznego) | 10 k Ω |
| Wzmocnienie | 1...10V/V |

Charakterystyka
częstotliwościowa (-1 dB) 0...20000 Hz

Linijowość (układu
elektronicznego) 0,25%

Wyjście

rezystancja 1Ω
napięcie maksymalne $\pm 10V$
prąd maksymalny $\pm 10mA$

Wzrost $-10dB$

Temperatura pracy $-10...+50^{\circ}C$

Zasilanie

napięcie $\pm 15V$
prąd $50mA$

Wymiary

wzmacniacza $46 \times 165 \times 300mm$
przedwzmacniacza $30 \times 60 \times 90mm$

Dane techniczne wzmacniacza z falą nośną typ MPU-556

Częstotliwość generatora
fali nośnej $5kHz \pm 1\%$

Napięcie skuteczne $5V \pm 1\%$

Sposób zamawiania

Wzmacniacze typu MPU należy zamawiać w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej Instytutu Lotnictwa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa.

4.2.2.3. Przyrządy z modulacją częstotliwości współpracujące z czujnikami pojemnościowymi

Do współpracy z czujnikami pojemnościowymi stosuje się przyrządy z modulacją częstotliwości, zwane przetwornikami reaktancji, które przetwarzają zmianę pojemności na napięcie proporcjonalne do tej zmiany. Ponieważ czujniki pojemnościowe płytkowe mają charakterystykę nieliniową, przyrządy te są wyposażone w linearyzatory charakterystyki.

Sposób zamawiania

Przetworniki reaktancji typu 51 E 01 i 51 B 02 z oscylatorem 51 E 02 i członami strojeniowymi 51 E 03 i 51 C 02, produkcji firmy DISA (Dania) należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.2.3. Rejestratory i analizatory – przyrządy do rejestracji i wizualizacji przebiegu drgań

Przetworzone i wzmocnione sygnały drgań charakterystycznych można zdetekować w detektorach wartości szczytowej średniej lub skutecznej i wartość tę wskazać optycznie na wskaźnikach analogowych lub cyfrowych. W takie detektory i wskaźniki były wyposażone niektóre z przyrządów opisywane w punktach 4.2.1 i 4.2.2. W większości wypadków, w celach analizy i dokumentacji badań jest konieczne zarejestrowanie przebiegów badanych drgań. Przebiegi te można zarejestrować wielościeżkowo na taśmie magnetycznej - magnetofonami pomiarowymi lub na taśmie pomiarowej - oscylografami katodowymi, pętlicowymi i strumieniowymi. Przebiegi zarejestrowane na taśmach papierowych mogą być analizowane tylko "ręcznie", dlatego taśm używa się prawie wyłącznie do wizualizacji przebiegów w celach poglądowych i dokumentacji. Wszędzie tam gdzie występuje dalsza analiza drgań, do rejestracji stosuje się magnetofony pomiarowe.

W kraju są używane oscylografy pętlicowe rejestrujące przy pomocy światła ultrafioletowego, produkowane przez: Kombinat VEB Messgerätewerk Zwonitz NRD, ZSRR, Siemens-AG RFN, AB EM Szwecja, Honeywell USA.

Do rejestracji magnetycznej są używane magnetofony pomiarowe firmy Brüel and Kjaer - Dania i Schlumberger - Francja.

Sposób zamawiania ;

Magnetofony importowane należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.2.4. Analizatory częstotliwości

Analizę częstotliwości można przeprowadzić wprost na obiekcie badanym, względnie w laboratorium, na podstawie przebiegów uprzednio zarejestrowanych na taśmach magnetycznych. Rejestracja magnetyczna ma jeszcze i tę zaletę, że dany przebieg można dopasować częstotliwościowo do posiadanego analizatora. Istnieje bowiem możliwość zwiększenia lub zmniejszenia prędkości przesuwu taśmy przy odtwarzaniu, a tym samym odpowiedniej zmiany częstotliwości zarejestrowanego przebiegu.

Do analizy częstotliwościowej przebiegów można używać, w zależności od potrzeb, analizatory z przestrajaniem ciągłym ze stałą szerokością pasma wy-

ierania (2010) i stałą względną szerokością pasma(2107), względnie analiza-
ory przełączane skokowo,tak zwane filtry tarcjowe, tarcjowo- oktawowe i
ktawowe, budowane w zestawach jako spektrometry(2114, 2113) współpra-
ujące z rejestratorem poziomym (2305).

stnieją również układy do szybkiej analizy z wskaźnikiem oscyloskopowym i
możliwością współpracy z maszyną cyfrową (3347). Wszystkie te urządzenia
ytwarza firma Brüel and Kjaer.

Sposób zamawiania.

Wyżej wymienione analizatory częstotliwości należy zamawiać poprzez PHZ
METRONEX, Al.Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

2.5. Analizatory statystyczne

Przy pomiarach drgań stochastycznych, w których rozkłady maksimum i mini-
mum są przypadkowe zarówno co do wielkości jak i rozkładu w czasie, stosuje
się przyrządy umożliwiające przedstawienie statystycznego rozkładu często-
liwości występowania danej wartości w poszczególnych przedziałach wartości
(amplitud) w określonym czasie pomiaru oraz czasu trwania mierzonej wielko-
ści w danym przedziale amplitudowym (co jest szczególnie ważne przy pomia-
rach tensometrycznych, gdzie istotna jest znajomość czasu trwania napręże-
nia na danym poziomie).

Analizatory statystyczne zwane również klasyfikatorami są produkowane przez
firmy:

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH(RFN)- KS 16/T do częstotliwości
40 Hz, z przystawką KS 16/ZU do 400 Hz.

Wibrometer AG,(Austria)- AC-5/A, DA-10/A, EC-10A w zakresie częstot-
liwości od 0 do 25 kHz.

W kraju opracowaniem analizatorów statystycznych zajmuje się Instytut Pod-
staw Elektroniki Politechniki Warszawskiej, Zakład Układów Elektronicznych.

Sposób zamawiania

Analizatory statystyczne produkowane przez firmy HBM i Wibrometer należy
zamawiać w PHZ METRONEX, Al.Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

4.2.6. Przyrządy do wzorcowania i sprawdzania aparatury do pomiaru drgań

Każdy czujnik, przetwornik elektryczny, wzmacniacz, czy rejestrator jest indywidualnie wzorcowany przez wytwórcę i opatrzony metryką zawierającą dane podstawowe. Wszystkie urządzenia pomiarowe muszą być jednak okresowo kontrolowane w czasie ich użytkowania. Przyrządy elektroniczne kontroluje się przyrządami używanymi w elektroakustyce i elektrotechnice (generatory częstotliwości, woltomierze, amperomierze itp.) Do kontroli czujników drgań trzeba stosować wzorcowe generatory drgań mechanicznych, z optycznym albo elektromechanicznym pomiarem wartości parametru wzorcowego.

Producentami urządzeń do wzorcowania czujników są: firma Brüel and Kjaer (Dania), produkująca zestawy 4290, 4291, 4292, 4801 i 4815 z czujnikami piezoelektrycznymi do kontroli i nastawienia wartości przyspieszenia wzbudzanych drgań oraz firma Environmental (Anglia), produkująca zestawy 3 KGC i 6 KGC z mikroskopem do pomiaru przemieszczenia drgań i czujnikiem piezoelektrycznym do pomiaru przyspieszenia drgań.

Sposób zamawiania

Przyrządy firm Brüel and Kjaer Dania oraz Environmental (Anglia) należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

U w a g a : Ze względu na ograniczoną objętość informatora nie podano danych technicznych dotyczących niektórych wymienionych w treści typów aparatury produkcji firm: VEB RFT Messelektronik, "Otto Schoen" Dresden (NRD); DISA (Szwajcaria); Brüel and Kjaer, Naerum (Dania); Hottinger Badwin Messtechnik GmbH, Darmstadt (RFN), ponieważ katalogi tych firm są łatwo dostępne (m. in. w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Warszawa).

5. CZUJNIKI I PRZETWORNIKI PRĘDKOŚCI

Czujniki i przetworniki stosowane do pomiaru prędkości można podzielić na następujące grupy:

- czujniki i przetworniki przemieszczeń (położeń) omówione w punkcie 2, stosowane do cyfrowego pomiaru prędkości przez połączenie z prędkościomierzami (obrotomierzami) cyfrowymi (punkt 6.1.2.), lub częstościomierzami należącymi do podsystemu METRONIK,

czujniki i przetworniki prędkości drgań, stosowane w wibrometrii (punkt 4), do pomiaru prędkości drgań mechanicznych,

analogowe i cyfrowe czujniki i przetworniki prędkości liniowych i kątowych, stosowane z miernikami uniwersalnymi, specjalistycznymi oraz prędkościomierzami omówionymi w punkcie 6.

1. Czujniki i przetworniki prędkości liniowych

W grupie tej brak jest dotychczas wyrobów zaprojektowanych specjalnie do pomiaru prędkości. Odpowiednie układy pomiarowe należy budować wykorzystując czujniki impulsowe przemieszczeń (położeń) wg punktu 2 oraz przyrządy należące do podsystemów METRODIG lub METRONIK, ewentualnie czujniki i aparaturę wibrometryczną.

2. Czujniki i przetworniki prędkości kątowych

Podobnie jak w przypadku prędkości liniowych, można budować układy pomiaru prędkości kątowych przy wykorzystaniu czujników i przetworników impulsowych przemieszczeń (położeń), na przykład fotoelektrycznych przetworników obrotowo-impulsowych lub czujników magnetycznych, współpracujących z kołem zębatym. Poza tym do tej grupy wyrobów podsystemu METROKIN wchodzi prądnice tachometryczne i impulsowe nadajniki prędkościomierzy.

Prądniczka tachometryczna TP3

Prądniczka ta przetwarza prędkość kątową wałka na napięcie przemiennie o amplitudzie proporcjonalnej do prędkości. Może współpracować z miernikami napięcia zmiennego lub po dołączeniu prostownika - z miernikami napięcia stałego.

Dane techniczne

| | |
|------------------|-------------------|
| Zakres prędkości | do 10 000 obr/min |
| Nieliniowość | 2,5% |
| Masa | ok. 400 g |

Sposób zamawiania

Prądniczki tachometryczne TP3 należy zamawiać u producenta, czyli w MERA-ZAP-MONT, ul. Krotoszyńska 35, 63-400 Ostrów Wlkp.

Prądnice tachometryczne typu GM i TE

Prądnice te są nadajnikami pracującymi w zestawie obrotomierzy serii OE (produkcji MERA-POLTIK Łódź).

Dane techniczne

| Parametr \ Typ | Jednos- tka | GM-631-1 | TE-45 | GM-631-2 |
|--|----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Zakres obrotów | obr/min | 500...3000 | 50...3000 | 300...900 |
| Napięcie międzyfazowe przy maksymalnej prędkości | V | 18...22 | 24...29 | 18...22 |
| Temperatura pracy | °C | -70...+60 | -60...+70 | -60...+70 |
| Dopuszczalne przeciążenie wibracyjne w zakresie 20.. 80 Hz | m/s^2 | 100 w czasie 100 h | 40 w czasie 200 h | 100 w czasie 100 h |
| Masa | kg | 1,65 | 1,2 | 1,65 |

Sposób zamawiania

Prądnice typu GM oraz TE należy zamawiać w Przedsiębiorstwie Doświadczalnym Specjalnych Maszyn Elektrycznych Małej Mocy MIKROMA, ul. Batorego 4, 62-300 Września.

Prądnice tachometryczne (prądu stałego z obniżoną pulsacją) przeznaczone do pracy w układach regulacji tyrystorowej napędów oraz w automatyce przemysłowej

Prądnica tachometryczna typ PZTS-156-106 i PZTSK-156-106 jest wykonywana w dwóch odmianach obudowy: kołnierzowa i na łapach. Obudowa jest wykonana ze stopu aluminiowego, wirnik został osadzony na łożyskach tocznych i jest wyważony dynamicznie. Podwójny układ szczotek zapewnia bezawaryjną pracę prądnicy. Przewody są dławikowo wyprowadzone ze skrzynki. Wykonanie normalne A - z jednym końcem wałka. Na żądanie mogą być dostarczane prądnice w wykonaniu B - z dwoma końcami wałka.

Prądnice tachometryczne mogą być także produkowane w wykonaniu morskim.

Dane techniczne

| | |
|---|--------------|
| Zakres napięć V/1000 obr/min | 10 ... 200 V |
| Maksymalny prąd | 0,5 A |
| Maksymalna prędkość obrotowa | 4000 obr/min |
| Pulsacja napięcia dla N_{zn} i $T = 0,2$ ms | 0,5% |
| Nieliniowość napięcia dla obciążenia znamionowego | $\pm 0,2\%$ |
| Maksymalne dopuszczalne napięcie | 400 V |
| Zakres temperatury | 0 ... +60°C |

| | |
|--------------------|----------------|
| Wzbudzenie | magnesy trwałe |
| Chłodzenie | własne |
| Kierunek wirowania | lewy - prawy |
| Stopień ochrony | IP-44 |
| Praca | SI |
| Masa | 27 kg |

Prądnica tachometryczna typ PZTKO-112-80 i PZTO-112-80 jest wykonywana w dwóch odmianach: kołnierzkowa i na łapach. Obudowa ze stopu aluminiowego, wirnik osadzony na łożyskach tocznych, wyważony dynamicznie.

Dane techniczne

| | |
|--|----------------|
| Zakres napięć V/1000 obr/min | 10 ... 80 V |
| Maksymalny prąd | 0,08 A |
| Maksymalna prędkość obrotowa | 5000 obr/min |
| Pulsacja napięcia dla N_{zn} i $T = 0,2$ ms | 0,5% |
| Nieliniowość napięcia dla obciążenia znamionowego | $\pm 0,2\%$ |
| Maksymalne dopuszczalne napięcie | 300 V |
| Zakres temperatury | 0 ... +60°C |
| Wzbudzenie | magnesy trwałe |
| Chłodzenie | własne |
| Kierunek wirowania | lewy - prawy |
| Stopień ochrony | IP-44 |
| Praca | SI |
| Masa | 5 kg |

Prądnice tachometryczne typ PZTS-56-32, PZTS-56-16, PATS-56-32, PATS-56-16. Prądnice tachometryczne wielkości 56-32 są budowane w dwóch odmianach: w obudowie zamkniętej typ PZTS 56-32 i do wbudowania typ PATS 56-32.

Wirnik osadzony na łożyskach tocznych jest wyważony dynamicznie.

Dane techniczne

| | |
|------------------------------|---|
| Zakres napięć V/1000 obr/min | 8 ... 60 V (wielkość 56-32), 8 ... 25 V (wielkość 56-16) |
| Maksymalny prąd | 0,015 A |

| | |
|---|---|
| Maksymalna prędkość obrotowa | 8000 obr/min |
| Pulsacja napięcia dla N_{zn} i $T=0,2$ ms | 1,5% |
| Nieliniowość napięcia dla obciążenia znamionowego | $\pm 0,5\%$ |
| Maksymalne dopuszczalne napięcie | 200 V |
| Zakres temperatur | 0 ... 60°C |
| Wzbudzenie | magnesy trwałe |
| Chłodzenie | własne |
| Kierunek wirowania | lewy-prawy |
| Stopień ochrony | IP-44 |
| Praca | SI |
| Masa | 0,7 kg (wielkość 56-32), 0,6 kg (wielkość 56-16) |

Sposób zamawiania

Prądnice tachometryczne typów PZTS, PZTSK, PZTO, i PZTKO należy zamawiać bezpośrednio u producenta, czyli w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Elektrotechniki, ul. Pożaryskiego 28, 04-703 Warszawa.

6. MIERNIKI PRĘDKOŚCI LINIOWEJ I KĄTOWEJ

Do tej grupy wyrobów zaliczono przyrządy tachometryczne, mierzące pośrednio lub bezpośrednio prędkość obiektu i wskazujące wynik pomiaru w jednostkach prędkości kątowej (na przykład obr/min) lub liniowej (na przykład km/h)

Według zasady działania, mierniki te można podzielić następująco:

odśrodkowe, wykorzystujące zależność siły odśrodkowej od prędkości kątowej,

czasomierzowe (chronometryczne), działające na zasadzie cyklicznego sprzęgania i zwalniania (w stałych przedziałach czasu) napędu ciągłego, którego prędkość jest mierzona, z układem wskazującym, posiadającym sprężynę zwrotną; jeśli częstotliwość sprzęgania jest dostatecznie duża uzyskuje się quasistabilne wskazania miernika,

magnetyczne, określane też jako wiroprowadowe lub magnetoindukcyjne, działające na zasadzie indukowania w elemencie metalowym, połączonym ze

wskazówką i sprężyną zwrotną, prądów wirowych, pod wpływem obracającego się magnesu stałego, przy czym prądy te powodują wychylenie się wskazówki proporcjonalne do prędkości kątowej magnesu,

elektryczne, działające na zasadzie pomiaru konwencjonalnym miernikiem analogowym sygnału napięciowego lub prądowego, generowanego przez przetwornik prędkości (na przykład prądnicę tachometryczną),

elektroniczne analogowe, działające na zasadzie przetwarzania elektrycznego sygnału impulsowego o częstotliwości proporcjonalnej do mierzonej prędkości kątowej, na wskazanie miernika analogowego (najczęściej magnetoindukcyjnego),

elektroniczne cyfrowe, działające na zasadzie zliczania w stałym przedziale czasu liczby impulsów generowanych przez przetwornik (nadajnik),

stroboskopowe, działające na zasadzie obserwacji okresowego ruchu obiektu w czasie błysków lampy stroboskopowej o częstotliwości zsynchronizowanej z częstotliwością tego ruchu,

radarowe, wykorzystujące efekt Dopplera, to znaczy pozorne zmiany częstotliwości sygnału impulsowego, emitowanego przez obiekt lub odbitego od niego (w zależności od prędkości liniowej tego obiektu w stosunku do anteny miernika),

inne, na przykład izotopowe, ultradźwiękowe itd.

Według przeznaczenia, mierniki tachometryczne można podzielić na:

obrotomierze - mierniki prędkości kątowej
prędkościomierze (szybkościomierze) - mierniki prędkości liniowej,

traktometry - obrotomierze sprzężone z licznikiem godzin pracy,

tachografy - obrotomierze i prędkościomierze rejestrujące,

stroboskopy - przyrządy umożliwiające pomiar prędkości kątowej lub przeznaczone do analizy ruchu okresowego.

6.1. Obrotomierze

6.1.1. Obrotomierze analogowe

Obrotomierze samochodowe

Elektroniczny obrotomierz samochodowy MS1 jest przeznaczony do pomiaru obrotów silników (z zapłonem iskrowym) czterosurowych, czterocylin-drowych, w zakresie do 7500 obr/min (na przykład w samochodzie Polski Fiat 125p). Ze względu na rozwiązanie konstrukcyjne obudowy, obrotomierz MS1 jest przystosowany do wmontowania wpuszczenia w deskę rozdzielczą samo-chodu.

Dane techniczne

| | |
|--|----------------------------------|
| Zakres pomiarowy | 500 ... 7500 obr/min |
| Dokładność pomiaru | klasa A według normy FIAT 996109 |
| Zasilanie | 12 V |
| Masa | 180 g |
| Gabaryty | 67 x 67 x 95 mm |
| Wymiary otworu montażowego w desce rozdzielczej | 63 x 63 mm |

Uniwersalny elektroniczny obrotomierz samochodowy MS2 jest przeznaczony do pomiaru obrotów silników (z zapłonem iskrowym) w zakresie do 8000 obr/min. Obrotomierz MS2 może być zastosowany we wszystkich mo-delach Polskiego Fiata oraz w innych samochodach osobowych. Przewiduje się również wykonanie specjalnej wersji o odwróconej polaryzacji zasilania.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Zakres pomiarowy | 0 ... 8000 obr/min |
| Dokładność pomiaru | klasa A według normy FIAT 996109 |
| Zasilanie | 12 V |
| Masa | ok. 300 g |
| Średnica podzielnika | 75 mm |
| Średnica otworu montażowego | 10,5 mm |

Sposób zamawiania

Obrotomierze samochodowe MS1 i MS2 należy zamawiać w centralach i skle-pach POLMOZBYT.

Obrotomierze analogowe uniwersalne

Tachometr typ TACHO-2 jest przeznaczony do pomiaru prędkości kątowych, części maszyn i urządzeń, metodą bezdotykową, przy użyciu czujników fotoelektrycznego i elektromagnetycznego dostarczanych razem z obrotomierzem.

Dane techniczne

| | |
|--|-------------------------|
| Zakres pomiarowy | 100 ... 30 000 obr/min |
| Dokładność pomiaru | $\pm 2\%$ |
| Zasilanie | 9 V (bateria typu 6F22) |
| Zakres temperatur pracy | 0 ... 40°C |
| Czas pracy ciągłej | 2 h |
| Odległość czoła czujnika fotoelektrycznego od części wirującej | 5 ... 15 mm |
| Odległość czoła czujnika magnetycznego od części wirującej | 0,5 ... 1,5 mm |
| Minimalna średnica części wirującej | $\phi 10$ mm |

Sposób zamawiania

Zamówienia na tachometr TACHO-2 realizuje Dział Zbytu producenta, czyli MERA-ZUAP, ul. Sobieskiego 64, 41-200 Sosnowiec.

Obrotomierze magnetyczne typu 750 i 751 mogą być stosowane w maszynach włókienniczych, silnikach okrętowych, obrabiarkach i innych urządzeniach.

Dane techniczne

Średnica zewnętrzna podzielnicy

| | |
|---------|-------------------------------|
| typ 750 | 100, 130, 160, 200 mm |
| typ 751 | 60, 80, 100, 130, 160, 200 mm |

Prędkości obrotowe wałka napędowego przy maksymalnej wartości wskazywanej

| | |
|---|----------------------|
| dla obrotomierzy wskazujących obroty w jednym kierunku | 300 ... 6000 obr/min |
| dla obrotomierzy wskazujących obroty w dwóch kierunkach | 260 ... 3000 obr/min |

Położenie obrotomierza (stosunek prędkości obrotowej wałka napędowego do wartości wskazywanej na podziałce)

według zamówienia, przy zachowaniu parametrów podanych wyżej

Błąd wskazań

przy temperaturze otoczenia
0 ... 50°C

+ 1% górnej wartości wskazań

przy temperaturze otoczenia
-20 ... 0°C

+ 2% górnej wartości

Moment napędowy przy
temperaturze + 20°C

nie większy niż
 $9,8 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$ (0,1 kG·cm)

Warunki pracy

temperatura otoczenia

0 ... 50°C (-20°C ... 0°C
na specjalne zamówienie)

wilgotność względna

maksimum 80%

odporność na drgania

o częstotliwości do 80 Hz
i przyspieszeniu do 15 m/s^2

odporność na pojedyncze
wstrząsy

40 m/m^2

Usytuowanie wałka napędowego
w typie 750

od góry, do dołu, z lewej lub
prawej strony

Obudowa

alumiowa, pyłoszczelna

Masa

0,6 ... 1,8 kg (w zależności
od ϕ tarczy)

Obrotomierze typu 750 mogą współpracować z licznikami obrotów typu 752 stanowiąc zmontowany ze sobą zestaw.

Licznik obrotów typ 752 jest przeznaczony do zliczania i wskazywania liczby obrotów wykonanych przez wirujące części urządzeń. Może być stosowany w maszynach włókienniczych, silnikach okrętowych, obrabiarkach oraz innych urządzeniach.

Dane techniczne*

Pojemność licznika (niekasowalny)

10^8 obr

Moment napędowy przy
temperaturze +20°C

nie większy niż
 $19,6 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$ (0,2 kG·cm)

Warunki pracy, obudowa, usytuowanie wałka napędowego, mocowanie i przełożenie - jak w obrotomierzach typu 750.

Sposób zamawiania

Obrotomierze typu 750 i 751 oraz liczniki typu 752 należy zamawiać w Dziale Zbytu Zakładów Mechanizmów Precyzyjnych, MERA-POLTIK, ul. Wigury 21, 90-950 Łódź.

Obrotomierze elektryczne serii OE mogą być stosowane do pomiaru chwilowej prędkości obrotowej wirujących części maszyn i urządzeń, na odległość do 25 m.

Obrotomierz typu OE składa się z:

nadajnika - prądnica tachometryczna prądu zmiennego (wirnik z magnesu trwałego),

przewodu łączącego trzyżyłowego, zakończonego końcówkami,

wskaźnika - silnik elektryczny oraz układ magnetoindukcyjny.

Obudowa nadajnika posiada kołnierz służący do zamocowania na maszynie lub innym urządzeniu. Napęd nadajnika odbywa się za pomocą wałka giętkiego. Stosuje się trzy długości wałków giętkich: 120, 300 i 470 mm.

Zespoły wskaźnika są umieszczone w cylindrycznej obudowie, która posiada kołnierz służący do mocowania wskaźnika w tablicy rozdzielczej. Obudowa wskaźnika jest z jednej strony zamknięta szybą osłaniającą podzielną i wskaźniczą. Od strony szyby wskaźnik jest pyłoszczelny i kropłoszczelny.

W tablicy poniżej podano zestawienie współpracujących ze sobą nadajników i wskaźników stanowiących komplety różnych odmian obrotomierzy typu OE.

| Typ | | |
|--------------|-----------|-----------|
| obrotomierza | nadajnika | wskaźnika |
| OE-1630 | GM-631-1 | OE-632M |
| OE-930 | TE-45 | OE-932 |
| OE-530 | GM-631-1 | OE-532 |
| OE-3630 | GM-631-2 | OE-1532 |

Dane techniczne

| Oznaczenie typu | OE-1630 | OE-930 | OE-530 | OE-3630 |
|--|---|--|---|---|
| Wymaganie | | | | |
| Zakres pomiarowy (obr/min) | 500... 3000 | 500 ... 3000 | 100... 600 | 300... 900 |
| Napięcie międzyfazowe przy największych wskazaniach (V) | 18... 22 | 24... 29 | 25... 29 | 18... 22 |
| Liczba w komplecie nadajników wskaźników | 1 1 | 1 1 | 1 1 | 1 2 |
| Przełożenie (stosunek prędkości obrotowej wałka napędowego nadajnika do wartości wskazywanej przez wskaźnik) | 1 : 2 | 1 : 2 | 4 : 1 | 2 : 1 |
| Temperatura pracy nadajnika wskaźnika | -70 ... +60°C -50 ... +50°C | -60 ... +70°C -60 ... +50°C | -60 ... +70°C -50 ... +50°C | -60 ... +70°C -50 ... +50°C |
| Dopuszczalne przeciążenia wibracyjne (m/s ² przy 20... 80 Hz) nadajnika wskaźnika | 100 w czasie 100 h 15 w czasie 250 h | 40 w czasie 200 h 15 w czasie 200 h | 100 w czasie 100 h 15 w czasie 250 h | 100 w czasie 100 h 15 w czasie 250 h |
| Masa nadajnika wskaźnika | 1,65 kg 0,75 kg | 1,20 kg 0,55 kg | 1,65 kg 0,75 kg | 1,65 kg 0,75 kg |

Sposób zamawiania

Kompletne obrotomierze serii OE, należy zamawiać w Dziale Zbytu Zakładów Mechanizmów Precyzyjnych MERA-POLTIK, ul. Wigury 21, 90-950 Łódź.

Obrotomierze elektryczne typu TZT2 i TZT3 służą do pomiaru prędkości obrotowych i kierunku obrotów. Obrotomierz TZT2 i TZT3 składa się z:

- nadajnika - prądnic tachometryczna prądu zmiennego typu TP3, umożliwiająca wskazania kierunku obrotów (wirnik 6 biegunowy),
- przewodu łączącego,
- wskaźnika - prostownik oraz ustrój magnetoelektryczny.

Zasadniczo, wskaźniki są skalowane w obr/min lecz na życzenie klientów mogą być skalowane w m/s, km/h lub w innych jednostkach.

Dane techniczne

| | TZT2 | TZT3 |
|-------------------|---------------------|--------------------|
| Zakres pomiarów | 0 ... 10000 obr/min | 0 ... 6000 obr/min |
| Klasa dokładności | 2,5 | 2,5 |

Sposób zamawiania

Kompletne obrotomierze oraz wskaźniki typu TZT2 i TZT3 należy zamawiać w Dziale Zbytu producenta, czyli Lubuskich Zakładów Aparatów Elektrycznych MERA-LUMEL, ul. Sulechowska 1, 65-950 Zielona Góra. Zamówienia na nadajniki należy kierować do Działu Zbytu ZAP, ul. Krotoszyńska 35, 63-400 Ostrów Wlkp.

6.1.2. Obrotomierze cyfrowe

Multitachometr typu DMT2

Multitachometr typu DMT2 jest ręcznym obrotomierzem elektronicznym z cyfrowym układem wskazań.

Jest on przeznaczony do pomiaru prędkości kątowych części maszyn i urządzeń metodą dotykową i bezdotykową oraz do pomiaru prędkości liniowej, metodą dotykową.

Do pomiaru prędkości kątowych metodą dotykową służy wystający z obudowy obrotomierza wałek wewnętrznego przetwornika fotoelektrycznego. Do wyko-

nania pomiaru, na wałek są nakładane końcówki gumowe, umożliwiające sprzęgnięcie wałka z częścią, której prędkość kątowna ma być zmierzona.

Do pomiaru prędkości liniowych metodą dotykową służy specjalna końcówka gumowa o obwodzie równym 10 cm.

Do pomiaru prędkości kątowych metodą bezdotykową służą czujniki: fotoelektryczny i magnetyczny.

Multitachometr DMT2 może być zasilany z wewnętrznego źródła energii, przez zestaw suchych ogniw lub z sieci elektrycznej, za pośrednictwem zasilacza.

Włączenie zasilacza do przyrządu wyłącza zasilanie wewnętrzne. Multitachometr DMT2 jest produkowany przez Zakład Doświadczalny MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

Dane techniczne

Zakres pomiarowy

| | |
|--------------------|------------------------|
| metodą dotykową | 2 ... 9999 obr/min |
| metodą bezdotykową | 100 ... 999900 obr/min |

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Dokładność pomiaru | $\pm 0,2\% \pm 1$ cyfra |
|--------------------|-------------------------|

| | |
|--|-------------------------|
| Przełożenie przy pomiarze metodą bezdotykową | 100 impulsów na 1 obrót |
|--|-------------------------|

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Moment oporowy ruchu wałka | $2 \cdot 10^{-4}$ N·m (2 G·cm) |
|----------------------------|--------------------------------|

Zasilanie

| | |
|------------|---|
| wewnętrzne | 4,8 V \pm 0,5 V (4 ogniwa 1,5 V typu R14) |
|------------|---|

| | |
|-------------------------|---------------------|
| z sieci, przez zasilacz | 220/110 V; 50/60 Hz |
|-------------------------|---------------------|

| | |
|--------------------------|-------------|
| Zakres temperatury pracy | 0 ... +55°C |
|--------------------------|-------------|

| | |
|---|------------|
| Odległość czujników od części wirującej | 2 ... 5 mm |
|---|------------|

| | |
|-----------------------|------------------|
| Gabaryty obrotomierza | 84 x 146 x 40 mm |
|-----------------------|------------------|

| | |
|------|--------|
| Masa | 0,5 kg |
|------|--------|

Komplet wyposażenia:

1 czujnik fotoelektryczny FT-1

1 czujnik magnetyczny EMT-1

4 końcówki (sprzęgła) mechaniczne 201, 202, 203 i 204

1 zasilacz ZT-1

1 kabel połączeniowy (zasilacz - tachometr)

Uwaga: Jest również produkowana odmiana obrotomierza oznaczona DMT21, posiadająca kwarcową podstawę czasu, dzięki której dokładność wynosi $0,05\% + 1$ cyfra.

Sposób zamawiania

Zamówienia na multitachometr DMT2 (komplet) i DMT 21 oraz na czujniki FT-1 EMT-1 należy kierować do Zakładu Doświadczalnego Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa,

5.2. Prędkościomierze (szybkościomierze)

Prędkościomierze można podzielić na następujące grupy:

prędkościomierze stosowane w pojazdach drogowych (rowerach, motorowerach, motocyklach, samochodach osobowych i ciężarowych, autobusach),

prędkościomierze stosowane w pojazdach szynowych, prędkościomierze wykorzystujące zjawisko Dopplera, (stacjonarne) umożliwiające pomiar z zewnątrz, prędkości przemieszczającego się obiektu pojazdu,

systemy do pomiaru prędkości bezwzględnej i względnej (np. system pomiaru prędkości taśmy papieru na poszczególnych walcach w papierni).

5.2.1. Prędkościomierze stosowane w pojazdach drogowych

Prędkościomierze rowerowe nie są dotychczas produkowane w kraju. W krajach RWPG prędkościomierze rowerowe (magnetyczne, w obudowie walcowej o średnicy około 40 mm, napędzane wałkiem giętkim od przekładni ślimakowej, zakładanej na przednie koło roweru) produkuje VEB MGB (Beierfeld NRD).

Sposób zamawiania

Prędkościomierze rowerowe produkcji NRD należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

Prędkościomierze motorowerowe

Dane techniczne prędkościomierza motorowerowego, typu 660/10 i jego odmiany (milowej) 661/11

| | typ 660/10 | typ 661/11 |
|--|-------------------------------|------------------------------------|
| Zakres pomiaru o prędkości | 10 ... 60 km/h | 10 ... 40 mil/h |
| Wartość działki elementarnej | 2 km/h | 2 mile/h |
| Kierunek wzrostu wartości wskazań | prawy | prawy |
| Zakres zliczania przebytej drogi | 10^5 km | 10^5 mil (liczydło niekasowalne) |
| Dokładność odczytu wskazań przebytej drogi | 0,1 km | 0,1 mili |
| Przełożenie napędu | 1000:1 | 1600:1 |
| Trwałość prędkościomierza | $25 \cdot 10^3$ km | $16 \cdot 10^3$ mil |
| Temperatura otoczenia | -10 ... +60°C | |
| Odporność na drgania | 45 Hz przy amplitudzie 0,5 mm | |
| Odporność na udary | do 10 g | |
| Masa | 0,16 kg | |
| Gabaryty | φ48 x 60 mm | |

Magnetyczne prędkościomierze motorowerowe typu 660/10 są stosowane w motorowerach produkcji ROMET (Bydgoszcz).

Sposób zamawiania

Prędkościomierze motorowerowe należy zamawiać w placówkach PP POLMOZBYT.

Prędkościomierze motocyklowe

Dane techniczne prędkościomierzy motocyklowych magnetycznych, typu 671/400

| | |
|--|-----------------------------------|
| Zakres pomiarowy i wskazań prędkości | 10 ... 140 km/h |
| Wartość działki elementarnej | 10 km/h |
| Kierunek wzrostu wartości wskazań | prawy |
| Zakres zliczania przebytej drogi | 10^5 km (liczydło niekasowalne) |
| Dokładność odczytu wskazań przebytej drogi | 0,1 km |

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Przełożenie napędu | 1000:1 |
| Trwałość prędkościomierza | $5 \cdot 10^4$ km |
| Temperatura otoczenia | 40 ... +60°C |
| Odporność na drgania | 50 Hz przy amplitudzie 0,8 mm |
| Odporność na pojedyncze wstrząsy | do 10 g |
| Gabaryty | $\phi 70 \times 92$ mm |

Prędkościomierze motocyklowe 671/400 spełniają wymagania normy PN-72/M-92020.

Sposób zamawiania

Prędkościomierze motocyklowe należy zamawiać w placówkach PP POLMO-ZBYT.

Prędkościomierze samochodowe

W kraju produkowane są prędkościomierze magnetyczne typu: 670/0 i 671/0, 680/10 w kilkunastu odmianach oraz SF-67 i SF-67R.

Prędkościomierze typu 671/18 są przeznaczone do samochodów marki Syrena, a z małymi zmianami mocowania stosuje się je także w samochodach Warszawa, Nysa, Żuk oraz w autobusach San (starego typu).

Prędkościomierze typu 670/24 są przeznaczone do samochodów ciężarowych marki Star.

Dane techniczne prędkościomierzy samochodowych typu 670/0 i 671/0

| | typ 671 | typ 670 |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Zakres pomiaru prędkości | 10 ... 140 km/h | 10 ... 100 km/h |
| Wartość działki elementarnej | 5 km/h | |
| Kierunek wzrostu wartości wskazań | prawy | |
| Zakres zliczania przebytej drogi | 10^5 km | 10^5 km (liczydło kasowalne) |
| Dokładność odczytu wskazań | 0,1 km | |
| Przełożenie napędu | 1000:1 | 625:1 |
| Trwałość obrotomierza | $1 \cdot 10^5$ km | |

c.d. danych technicznych

| | | |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Temperatura otoczenia | -40 ... +60°C | |
| Odporność na drgania | 50 Hz; przy amplitudzie 0,5 mm | 50 Hz; przy amplitudzie 0,8 mm |
| Odporność na wstrząsy | do 8 g | do 10 g |
| Masa | 0,65 kg | 0,37 kg |

Prędkościomierze te spełniają wymagania normy PN-72/M-59020.

Prędkościomierze typu 680/10 (zestaw) do samochodu Fiat 126p. We wspólnej obudowie, oprócz prędkościomierza i drogomierza niekasowalnego umieszczono miernik zapasu paliwa oraz sygnalizatory: rezerwy paliwa (lampkę), świateł postojowych, świateł szosowych długich, kierunkowskazów, ciśnienia oleju i ładowania akumulatora.

Dane techniczne

| | |
|--|------------------------------|
| Zakres pomiaru prędkości | 10 ... 130 km/h |
| Wartość działki elementarnej | 5 km/h |
| Kierunek wzrostu wartości wskazań | prawy |
| Zakres zliczania przebytej drogi | 10 ⁵ km |
| Dokładność odczytu wskazań przebytej drogi | ± 1 km |
| Przełożenie napędu | 1000:1 |
| Napięcie zasilania | 14 V ± 2 V (instalacja 12 V) |
| Gabaryty | 192 x 133,4 x 178 mm |
| Masa | 0,65 kg |

Prędkościomierz 680/10 spełnia wymagania normy włoskiej FIAT 9.96106

Prędkościomierz typu SF-67R (zestaw) do samochodu Fiat 125p MR 75 jest zestawem wielu przyrządów. Oprócz magnetycznego miernika prędkości, prędkościomierz zawiera również: drogomierz niekasowalny, miernik zapasu paliwa, miernik temperatury wody chłodzącej oraz sygnalizator rezerwy paliwa (lampka), ciśnienia oleju, świateł postojowych, świateł drogowych, kierunkowskazów, hamulca ręcznego, ładowania akumulatora i mieszanki rozruchowej.

Dane techniczne

| | |
|---|---------------------------------------|
| Zakres pomiaru prędkości | 10 ... 180 km/h lub 10 ... 110 m.p.hr |
| Wartość działki elementarnej | 10 km/h lub 10 m.p.hr. |
| Zakres zliczania przebytej drogi przez drogomierz niekasowalny | 10^5 km |
| Zakres zliczania przebytej drogi przez drogomierz kasowalny | 10^3 km |
| Dokładność odczytu wskazań przebytej drogi na drogomierzu niekasowalnym | 1 km |
| Dokładność odczytu wskazań przebytej drogi na drogomierzu kasowalnym | 0,1 km |
| Przełożenie napędu | 1000:1 |
| Napięcie zasilania | 14 V \pm 2 V (instalacja 12 V) |
| Temperatura otoczenia | -18' ... + 40°C |
| Masa | około 1,4 kg |

Sposób zamawiania

Prędkościomierze samochodowe należy zamawiać w placówkach

PP POLMOZBYT.

6.2.2. Prędkościomierze stosowane w pojazdach szynowych

W Polsce prędkościomierze do pojazdów szynowych nie są produkowane. W innych krajach produkcją prędkościomierzy do pojazdów szynowych zajmuje się szereg firm, na przykład DEUTA-WERKE (RFN), Hasler (Szwajcaria), JAEGER (Francja). Stosowane są zarówno prędkościomierze z drogomierzem jak i bez.

W pojazdach szynowych prędkościomierze są napędzane elektrycznie, za pomocą układu prądnica - silnik.

DEUTA-WERKE produkuje wiele typów prędkościomierzy elektrycznych. Najbardziej rozpowszechniony jest prędkościomierz typu ENG 13/1 (kilka odmian), oraz typu EZG 13/1.

W Polsce dotychczas są produkowane jedynie prędkościomierze radarowe, wyłączenie dla potrzeb Milicji Obywatelskiej.

6.2.4. Systemy pomiaru prędkości bezwzględnej i względnej

Systemy analogowe i cyfrowe mogą być budowane z przyrządów (czujników i aparatury) należących do systemu POLMATIK. Na przykład do pomiaru prędkości taśmy może być wykorzystany Multitachometr DMT2 lub DMT21 (po założeniu okrągłej końcówki sprzęgającej). Systemy do pomiaru prędkości bezwzględnych i względnych nie są dotychczas w kraju produkowane. Taki system przeznaczony do papierni, produkuje firma Jaquet (Szwajcaria).

6.3. Traktometry

Traktometry służą do pomiaru prędkości kątowej silnika (w obr/min) oraz do zliczania godzin pracy silnika. Zliczane są nie rzeczywiste roboczo-godziny, a nominalne, odpowiadające określonej wartości obrotów nominalnych (to znaczy że nominalna godzina pracy pokrywa się z rzeczywistą tylko wtedy gdy silnik pracuje z nominalną prędkością kątową; przy innej prędkości jest proporcjonalnie dłuższa lub krótsza). Nominalna prędkość kątowa silnika może być różna dla różnych silników, więc określony typ traktometru jest na ogół dostosowany do konkretnego silnika (ma charakterystyczną wielkość przełożenia pomiędzy wałkiem napędowym a liczydłem tak zwanych motogodzin).

Niektóre typy traktometrów oprócz podziałki prędkości kątowej silnika mają dodatkowe podziałki prędkości pojazdu na poszczególnych obiegach.

W kraju, traktometry produkowane są wyłącznie przez Zakłady Mechanizmów Precyzyjnych MERA-POLTIK, ul. Wigury 21, 90-950 Łódź.

Traktometr typu 674/22

Traktometr ten posiada magnetyczny układ pomiaru prędkości kątowej silnika oraz nieskalne liczydło bębnowe wskazujące motogodziny, sprzężone za pomocą przekładni ślimakowej z wałkiem magnesu.

Jest on przystosowany do ciągników rolniczych, produkowanych przez Zakłady Mechaniczne Ursus.

Dane techniczne

| | |
|---|----------------------|
| Zakres pomiarowy i wskazań prędkości obrotowej | 400 ... 2800 obr/min |
| Wartość działki elementarnej | 100 obr/min |
| Kierunek wzrostu wartości wskazań | prawy |
| Zakres pomiaru motogodzin | 10^5 |
| Dokładność odczytu wskazań pracowanych motogodzin | 0,1 h |
| Przełożenie napędu liczydła motogodzin | 62500:1 |
| Zakres temperatury otoczenia | 40 ... +60°C |
| Gabaryty | φ96(85) x 96 mm |
| Masa | 0,37 kg |

Sposób zamawiania

Traktometry 674/22 należy zamawiać w PP Agroma, Szczypiorno k/Kalisza.

6.4. Tachografy

Tachografy czyli rejestratory prędkości liniowej lub kątowej można podzielić na dwie grupy:

- tachografy laboratoryjne (stacjonarne),
- tachografy stosowane w pojazdach.

6.4.1. Tachografy laboratoryjne

Tachografy tego typu nie są dotychczas produkowane w kraju. Układy pomiaru mierzące i rejestrujące analogowo lub cyfrowo, prędkość liniową lub kątową mogą być budowane (zestawiane) z odpowiednich przetworników analogowych, (na przykład prądnic tachometrycznych) lub cyfrowych, przetworników analogowo-cyfrowych lub cyfrowo-analogowych, wzmacniaczy i rejestratorów lub drukarek. Zaleca się korzystanie z przyrządów podanych w informatorach podsystemów METROKIN, METRONIK, METRODIG i INTEL DIGIT systemu POLMATIK.

Uniwersalne tachografy ręczne typ 1620, 1621, 1622 i 1623 (produkcji firmy Jaquet, Szwajcaria)

W tachografach tych firma wykorzystwała swój znany analogowy obrotomierz odśrodkowy, przeznaczony do pomiarów dotykowych (przez bezpośrednie sprzę-

gnięcie z obiektem , którego prędkość kątowna jest mierzona), do którego został dobudowany zespół rejestrujący, z zegarowym napędem taśmy papierowej.

Główne dane techniczne

| | |
|---------------------------------------|--|
| Zakres rejestracji prędkości kątowych | 50 ... 45000 obr/min (w zależności od typu) |
| Szerokość taśmy rejestracyjnej | 70 mm |
| Prędkość ruchu taśmy | 5 lub 10 mm/s |
| Czas rejestracji | odpowiednio 15 lub 7 min |
| Dokładność | klasa 1 w każdym podzakresie |

Specjalna tarczowa końcówka sprzęgłowa o obwodzie 0,1 m umożliwia rejestrację prędkości liniowej.

Sposób zamawiania

Tachografy firmy Jaquet można zamawiać poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

6.4.2. Tachografy stosowane w pojazdach

W zależności od rodzaju pojazdu, tachografy te można podzielić na: samochodowe i kolejowe.

W zależności od czasu rejestracji, tachografy dzielimy na: jedno- lub wielodobowe i wypadkowe.

Tachografy mierzą, wskazują i rejestrują szereg parametrów ruchu pojazdów, w tym przede wszystkim prędkość. Tachografy jedno- lub wielodobowe rejestrują w funkcji czasu i w związku z tym mają wbudowany mechanizm zegarowy mechaniczny lub elektryczny. Rejestracja może być dokonywana na krążkach papierowych, taśmie papierowej lub innym nośniku zapisu (na przykład taśma magnetyczna). Tachografy jedno- lub wielodobowe mogą wskazywać lub sygnalizować: prędkość chwilową pojazdu, przebytą drogę, aktualny czas, przekroczenie dopuszczalnej prędkości pojazdu oraz prędkość obrotową (kątową) wału silnika.

Mogą też rejestrować parametry podstawowe takie jak: prędkość chwilowa pojazdu, przebyta droga, czas pracy silnika, czas zmiany kierowcy i czas otwarcia tachografu oraz parametry dodatkowe, takie jak: prędkość obrotowa (kątowna) wału silnika, przekroczenie dopuszczalnej prędkości obrotowej wału silni-

ka, użycie sygnału alarmowego, hamowanie, obciążenie pojazdu (samochodu), rodzaj pracy kierowcy i przegrzanie silnika.

Liczba rejestrowanych i wskazywanych parametrów jest różna w różnych typach tachografów.

Tachografy wypadkowe rejestrują prędkość pojazdu najczęściej w funkcji przebytej drogi (w związku z czym mogą nie mieć mechanizmu zegarowego do napędu nośnika rejestracji), przy czym rejestracja obejmuje ostatni odcinek przebytej drogi, z automatycznym kasowaniem poprzedniego zapisu.

Tachografy samochodowe

Tachografy samochodowe jednodobowe typu 010/10 i 012/10 oraz wielodobowe typu 023/10, stosowane głównie w samochodach ciężarowych i autobusach, są to tachografy magnetyczne, rejestrujące na krążkach.

Dane techniczne

| | typ 010/10 i 012/10 | typ 023/10 |
|--|----------------------------|--------------------|
| Zakres pomiarowy prędkości | 0... 100 km/h | |
| Wartość działki elementarnej | 5 km/h | |
| Zakres wskazań przebytej drogi | 10 ⁵ km | 10 ⁶ km |
| Dokładność wskazań przebytej drogi | 0,1 km | |
| Liczba obrotów wałka napędowego odpowiadająca wskazaniu przebytej drogi równej 1 km | 1000 obr/min i 625 obr/min | |
| Dopuszczalny przyrost dobowy poprawki mechanizmu podstawy czasu przy temperaturze 20°C ± 5°C | ±90 s/24 h | |
| Minimalny czas pracy mechanizmu podstawy czasu po pełnym napięciu sprężyny napędowej | 192 h | |
| Maksymalny czas rejestracji na tarczy rejestracyjnej | 24 h (1 tarcza) | 168 h (7 tarcza) |
| Napięcie zasilania | 12 V lub 24 V | |
| Temperatura otoczenia | -10...+50°C | -20...+50°C |
| Pozycja pracy (kąt jaki tworzy podzielnia z płaszczyzną poziomą) | 45°... 90° | |
| Gabaryty obudowy | φ 140 x 140 mm | |
| Masa | 2 kg | |

c. d. danych technicznych

| | typ 010/10 i 012/10 | typ 023/10 |
|--|---------------------|------------|
| Wskazywane parametry | | |
| prędkość chwilowa pojazdu | tak | tak |
| droga przebyta przez pojazd | tak | tak |
| aktualny czas | tak | tak |
| przekroczenie dopuszczalnej prędkości pojazdu | tak | tak |
| Parametry rejestrowane w funkcji czasu | | |
| prędkość chwilowa pojazdu | tak | tak |
| droga przebyta przez pojazd | tak | tak |
| czas pracy silnika | nie | tak |
| czas zmiany kierowcy | tak | tak |
| przekroczenie dopuszczalnej prędkości obrotowej wału silnika | nie | tak |

Sposób zamawiania

Tachografy typu 010/10, 012/10 i 023/10 należy zamawiać w PP POLMOZBYT w Jelczu k/Oławy.

Samochodowe tachografy wypadkowe

Firma Hasler (Szwajcaria) produkuje tachograf wypadkowy w kilku wersjach (wszystkie oparte na mechanizmie czasomierzowym) w tym również z napędem zdalnym. Rejestracja jest dokonywana na szybie pokrytej niewysychającą białą farbą. Kasowanie wskazań odbywa się przy pomocy rolki gąbczastej, nasyczonej farbą.

Dane techniczne tachografu typu TEL R1038

| | |
|--------------------------|-----------|
| Zakres pomiaru prędkości | 120 km/h |
| Zakres pomiaru drogi | 999999 km |
| Wymiar montażowy | φ 90 mm. |

Sposób zamawiania

- Tachografy wypadkowe firm Hasler należy zamawiać poprzez PHZ POLMO, ul. Stalingradzka 50, 03-215 Warszawa.

Tachografy kolejowe typ RT9

Jest to tachograf typu czasomierzowego, rejestrujący na taśmie papierowej, produkowany przez firmę Hasler Szwajcaria .

Dane techniczne

| | |
|--|------------------|
| Zakres pomiaru i rejestracji prędkości | 120 km/h |
| Szerokość taśmy | 102 mm |
| Gabaryty | 160x 360x 150 mm |

Kolejowe tachografy wypadkowe nie są dotychczas produkowane w kraju ani za granicą.

Sposób zamawiania

Tachografy kolejowe typu RT9 należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

6.5. Stroboskopy

Stroboskop jest to przyrząd umożliwiający analizowanie zjawisk ruchu okresowego, w tym także obrotowego. Umożliwia on uzyskanie obrazów pozornie zatrzymanego lub pozornie powoli poruszającego się obiektu, który w rzeczywistości znajduje się w szybkim ruchu (tzw. zjawisko stroboskopowe). Produkowane jeszcze w latach sześćdziesiątych stroboskopy mechaniczne migawkowe (działające na zasadzie mechanicznej modulacji światła ciągłego) zostały obecnie całkowicie wyparte przez stroboskopy błyskowe.

Stroboskopy umożliwiają obserwację i pomiar niektórych parametrów ruchu: okresowego, w tym ruchu obrotowego, wycinkowego liniowego i kąтового oraz ruchu oscylacyjnego liniowego i kąтового (z ruchem wycinkowym mamy do czynienia gdy poruszający się przedmiot składa się z szeregu identycznych elementów), oraz ruchu nieokresowego.

Przy badaniach stroboskopowych ruchu okresowego mogą być mierzone lub określone następujące wielkości:

- częstotliwości ruchu (drgań, prędkości obrotowej),
- poślizg (różnica prędkości kątowych),
- faza ruchu i różnica faz dwóch ruchów,
- największe odchylenia (amplituda),
- przebieg położenia w funkcji czasu oraz wyznaczenie toru ruchu,
- odkształcenia dynamiczne,
- charakterystyka rezonansowa (amplituda drgań w funkcji częstotliwości).

Ze względu na specjalizację, poszczególne typy stroboskopów różnią się mocą błysku, liczbą regulowanych parametrów oraz zakresem ich regulacji.

Stosowane są stroboskopy:

- z synchronizacją wewnętrzną (według wewnętrznego generatora),
- z synchronizacją zewnętrzną (zsynchronizowanie błysków z częstotliwością drgań lub obrotów przedmiotu),
- z przesuwnikiem fazy,
- z przesuwnikiem częstotliwości,
- z dodatkowymi czujnikami synchronizującymi (dotykowymi lub bezdotykowymi).

Aktualnie do pomiarów obrotów zaleca się stosowanie stroboskopów firm AEG (RFN) oraz Dawe Instruments Ltd, London (W. Brytania).

Do stroboskopowej analizy ruchu zaleca się stosowanie stroboskopowego analizatora ruchu, typ 4911, produkcji firmy Brüel and Kjaer, Naerum (Dania).

Dane techniczne stroboskopowego analizatora ruchu, typ 4911

| | |
|------------------------------------|--|
| Zakres częstotliwości | 5 Hz ... 10 kHz (300 ... 60000 obr/min) |
| Zakres przesuwania fazy | 0 ... 360° |
| Zakres przesunięcia częstotliwości | 1 ... 3 Hz |

Przyrząd posiada wejście dla synchronizacji zewnętrznej oraz 2 wyjścia. Lampa nie jest wbudowana w przyrząd a stanowi oddzielny zespół połączony przewodem, co ułatwia jej stosowanie.

Sposób zamawiania *

Stroboskopy produkcji zagranicznej należy zamawiać w PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

7. PRZYRZĄDY DO POMIARU PRZYSPIESZEŃ

7.1. Czujniki i przetworniki przyspieszeń

Do pomiaru przyspieszeń są stosowane czujniki i przetworniki omówione wcześniej (punkt 4, Czujniki i aparatura do pomiaru drgań mechanicznych). Przy wstępnym doborze czujników należy posługiwać się tabelą przedstawioną na str. 26.

7.2. Mierniki przyspieszeń

W większości przypadków do pomiaru przyspieszeń może być zastosowana aparatura pomiarowa przedstawiona w punkcie 4 niniejszego informatora. Przy doborze aparatury należy posługiwać się tabelą przedstawioną na str. 26. Inne mierniki przyspieszeń lub opóźnień nie są dotychczas w Polsce produkowane, a potrzeby w tym zakresie są niewielkie i mają charakter specjalistyczny, w związku z czym nie podaje się tu informacji o przyrządach produkcji zagranicznej.

8. URZĄDZENIA DO DIAGNOSTYKI POJAZDÓW I MASZYN

W miarę rosnącej złożoności maszyn i urządzeń, połączonej na ogół z żądaniem wyższej niezawodności, zwiększa się rola diagnostyki, czyli analizy stanu maszyny na podstawie sprawdzeń określonych jej parametrów w celu wykrycia niesprawnych układów, zespołów lub elementów oraz prognozowania okresu niezawodnej pracy i żywotności maszyny.

Podsystem METROKIN obejmuje urządzenia i systemy diagnostyczne, które służą do diagnostyki maszyn i pojazdów mechanicznych poprzez pomiar przede wszystkim parametrów ruchu (przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia).

Niżej przedstawiono przyrządy produkcji krajowej.

Tachometr samochodowy typu TS-1 jest przeznaczony dla warsztatów samochodowych wykonujących prace w zakresie elektrycznej diagnostyki gaźnikowych silników samochodowych.

Umożliwia pomiar lub ocenę następujących parametrów:

- pomiar prędkości kątowej (obrotowej) wału korbowego silnika,

- ocenę prawidłowości pracy przerywacza, cewki zapłonowej, świec zapłonowych (przy różnych zakresach prędkości kątowej wału silnika i przy różnych obciążeniach roboczych),
- ocenę skuteczności pracy poszczególnych cylindrów silnika.

Pomiar prędkości kątowej wału korbowego silnika odbywa się przez zliczanie liczby impulsów na świecy zapłonowej, za pośrednictwem sondy pomiarowej.

Dane techniczne

| | |
|--|---|
| Pomiar prędkości kątowej wału silnika | 200 ... 10000 obr/min w trzech podzakresach: 200 ... 1000 obr/min 200 ... 3000 obr/min 200 ... 10000 obr/min |
| Dokładność pomiaru prędkości przy temperaturze 10 ... 30°C | ± 3% |
| Zasilanie | 6 V (5 ogniw typu R20) |
| Minimalne dopuszczalne napięcie zasilania | 4 V |
| Czas pracy bez konieczności wymiany ogniw | około 400 h |
| Temperatura pracy | -10 ... 40°C |
| Gabaryty | 265 x 175 x 140 mm |
| Masa | 3,4 kg |

Samochodowy przyrząd diagnostyczny typu SD-70 jest przeznaczony dla warsztatów samochodowych wykonujących prace w zakresie kontroli i naprawy instalacji elektrycznej i urządzeń elektrycznych samochodu oraz przy regulacji, naprawach i kontroli prawidłowości pracy gaźnikowych silników samochodowych.

Umożliwia pomiar lub ocenę następujących parametrów:

- pomiar prędkości kątowej (obrotowej) wału korbowego silnika,
- pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,
- ocenę prawidłowości pracy przerywacza cewki zapłonowej i świec zapłonowych, przy różnych zakresach prędkości kątowej wału silnika i przy różnych obciążeniach roboczych,
- pomiar oporności elektrycznej oporników przeciwzakłóceniovych i instalacji elektrycznej samochodu,
- pomiar napięcia wytwarzanego przez prądnicę oraz napięcia akumulatora oraz jego poszczególnych ogniw,

- pomiar prądu ładowania, wytwarzanego przez prądnicę przy różnych zakresach prędkości kątowej wału silnika i przy różnych obciążeniach roboczych,
- ocenę skuteczności pracy poszczególnych cylindrów silnika.

Pomiar prędkości kątowej wału silnika odbywa się przez zliczenie liczby impulsów na świecy zapłonowej, za pośrednictwem sondy pomiarowej.

Dane techniczne

| | |
|--|---|
| Pomiar prędkości kątowej wału silnika | 200 ... 10000 obr/min, w trzech podzakresach: 200 ... 1000 obr/min 200 ... 3000 obr/min 200 ... 10000 obr/min |
| Dokładność pomiaru prędkości przy temperaturze 10 ... 30°C | ± 3% |
| Pomiar kąta (czasu) zwarcia styków przerywacza w zakresie | 0 ... 100% ± 5% |
| Pomiar oporności | 0,5 ... 100 kΩ ± 5% |
| Pomiar napięcia | 0 ... 30 V ± 3%, w podzakresach: 0 ... 3 V 0 ... 10 V 0 ... 30 V |
| Pomiar natężenia prądu | 0 ... 30 A ± 10% |
| Zasilanie | 6 V (4 ogniwa R20) |
| Minimalne dopuszczalne napięcie zasilania | 4 V |
| Czas pracy bez konieczności wymiany ogniw | około 400 h |
| Temperatura pracy | -10 ... 40°C |
| Gabaryty | 265 x 175 x 140 mm |
| Masa | 3,4 kg |

Samochodowy przyrząd diagnostyczny typu SD-75 jest przeznaczony dla warsztatów samochodowych wykonujących wszelkie prace związane z instalacją elektryczną samochodu oraz prace w zakresie elektrycznej diagnostyki i napraw układu zapłonowego gaźnikowych silników samochodowych.

Umożliwia pomiar lub ocenę następujących parametrów:

- pomiar prędkości kątowej (obrotowej) wału korbowego silnika,

- pomiar podstawowego kąta wyprzedzenia zapłonu,
- pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu, wywołanego przez mechanizm odśrodkowy i podciśnieniowy,
- pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,
- pomiar natężenia prądu ładowania akumulatora,
- pomiar oporności elektrycznej oporników przeciwzakłóceńowych oraz innych podzespołów instalacji elektrycznej,
- ocenę skuteczności pracy poszczególnych cylindrów silnika oraz prawidłowości pracy przerywacza, cewki zapłonowej i świec zapłonowych.

Pomiar prędkości kątowej wału silnika odbywa się przez zliczenie liczby impulsów na świecy zapłonowej, za pośrednictwem sondy pomiarowej.

Dane techniczne

| | |
|---|--|
| Pomiar prędkości obrotowej wału silnika | 200 ... 10000 obr/min, w trzech podzakresach: 200... 1000 obr/min 200... 3000 obr/min 200... 10000 obr/min |
| Dokładność pomiaru prędkości | ± 5% |
| Pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu metodą stroboskopową | 0...100°, w dwóch podzakresach: 0 ... 30° 0 ... 100° |
| Dokładność pomiaru kąta wyprzedzenia zapłonu | ± 3% |
| Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza | 0 ... 100% ± 5% |
| Pomiar napięcia | 0 ... 30 V ± 3%, w podzakresach: 0 ... 3 V 0 ... 10 V 0 ... 30 V |
| Pomiar natężenia prądu | 0 ... 30 A ± 10% |
| Pomiar oporności | 0,5 ... 100 kΩ ± 5% |
| Zasilanie przy pomiarze kąta wyprzedzenia zapłonu z akumulatora samochodowego | 12 V |
| Maksymalny prąd zasilania zewnętrznego | 2,5 A |
| Zasilanie przy pozostałych pomiarach | 6 V (4 ogniwa R20) |
| Czas pracy bez konieczności wymiany ogniwa | około 400 h |
| Temperatura pracy | -10 ... 40°C |

Gabaryty

235 x 295 x 165 mm

Masa

6 kg

Sposób zamawiania

Zamówienia na przyrządy typu TS-1, SD-70 i SD-75 należy kierować do Działu Obrotu Urządzeniami, Przedsiębiorstwa Obrotu Częściami Zamiennymi do Samochodów Ciężarowych z Importu, POLMOZBYT, ul. Burakowska 5/7, 01-066 Warszawa.

Ręczny diagnostyczny silników samochodowych typu SUS-9000 jest przeznaczony zasadniczo dla warsztatów samochodowych zajmujących się elektryczną diagnostyką gaźników silników elektrycznych. W odróżnieniu od innych tego typu przyrządów, posiada małe wymiary i małą masę oraz jest przystosowany do trzymania w ręku. Umożliwia pomiar lub ocenę następujących parametrów:

- pomiar prędkości kątowej (obrotowej) wału korbowego silnika,
- pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu,
- pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,
- pomiar napięcia ładowania akumulatorów,
- ocenę jakości styków przerywacza.

Wszystkie pomiary wykonuje się przez podłączenie diagnostycznego do akumulatora samochodowego, cewki zapłonowej i świecy pierwszego cylindra. Pomiar prędkości kątowej wału silnika odbywa się przez zliczanie liczby impulsów na świecy zapłonowej.

Dane techniczne

Pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu metodą stroboskopową ^{x)}

0 ... 90°

Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza dla silników ^{x)}

sześciocylindrowych

0° ... 60°

czterocylindrowych

0° ... 90°

dwucylindrowych

0° ... 180°

^{x)} Pomiar tych parametrów jest realizowany w funkcji prędkości kątowej wału silnika.

| | |
|--|---|
| Pomiar napięcia ładowania akumulatorów | 10 ... 16 V |
| Pomiar prędkości kątowej wału silnika | do 9000 obr/min w dwóch podzakresach: do 900 obr/min do 9000 obr/min |
| Zasilanie | 12 V (z akumulatora badanego samochodu) |
| Pobór prądu | około 1A |
| Masa | 1 kg |

Sposób zamawiania

Zamówienia na diagnostykę SUS -9000 należy kierować do Działu Obrotu Urządzeniami, Przedsiębiorstwa Obrotu Częściami Zamiennymi do Samochodów Ciężarowych z Importu POLMOZBYT, ul. Burakowska 5/7, 01-066 Warszawa.

Miernik kąta zwarcia typu MKZ-200 jest przeznaczony głównie do warsztatów samochodowych, zajmujących się diagnostyką gaźnikowych silników samochodowych. Umożliwia pomiar i regulację kąta zwarcia styków przerywacza silników 2 i 4 suwowych z układem zapłonowym o napięciu 6 V; 12 V i 24 V.

Sposób zamawiania

Zamówienia na miernik MKZ-200 przyjmuje Dział Obrotu Urządzeniami Przedsiębiorstwa Obrotu Częściami Zamiennymi do Samochodów Ciężarowych z Importu POLMOZBYT, ul. Burakowska 5/7, 01-066 Warszawa.

Wszystkie urządzenia diagnostyczne można również nabywać bezpośrednio w Salonie Wystawowo-Handlowym POLMOZBYT, ul. Strykowska 1/5, 91-725 Łódź.

9. URZĄDZENIA LASEROWE

Urządzenia laserowe należące do podsystemu METROKIN dzielą się na:

- laserowe mierniki przemieszczeń
- laserowe urządzenia sterujące pracą maszyn inżynierskich.

W obydwu grupach, zasada działania urządzeń jest oparta na pomiarze prze-

mieszczenia liniowego lub kąтового względem promienia laserowego lub płaszczyzny określonej przez obrót tego promienia.

Urządzenia laserowe typoszeregu UL, opracowane w MERA-PIAP są budowane w oparciu o zunifikowane układy optyczne, mechaniczne oraz elektroniczne małej i dużej mocy.

W zależności od spełnianej funkcji urządzenia są zestawiane z typoszeregów bloków funkcjonalnych, obejmujących:

- Detektory promienia laserowego UL-DN
- Mechanizmy prowadzące UL-M
- Bloki sterowania UL-B
- Pulpity sterujące UL-S

Urządzenia te są przystosowane do współpracy z nadajnikiem laserowym o następujących parametrach:

Laser: He-Ne, ciągły, jednomodowy, o długości fali światła $\lambda = 632,8$ nm

Moc na wyjściu: $P \geq 2$ mW

Srednica wiązki światła na wyjściu nadajnika laserowego: $d = 10 \dots 15$ mm

Współczynnik bezpieczeństwa: $k \leq 1$ mW/cm² gdzie $k = \frac{4P}{\pi d^2}$

Rozbieżność wiązki laserowej: ± 1 cm/100 m

Dokładność poziomowania: ± 1 cm/100 m

Prędkość katowa obrotu promienia: ≤ 10 obr/s

Zasilanie: z przenośnego źródła napięcia

Detektor promienia laserowego UL-DN2 jest przeznaczony do odbioru impulsowego światła laserowego, w płaszczyźnie utworzonej przez wirujący wokół osi pionowej promień laserowy i przetwarzania go na sygnał elektryczny. Detektor jest przystosowany do współpracy z blokami sterowania UL-B1, UL-B2 i UL-B4 oraz z mechanizmami prowadzącymi UL-M1, UL-M2 i UL-M3. Detektor zawiera fotoelementy, które poprzez filtry odbierają promień laserowy i przetwarzają go na sygnały elektryczne o wartościach proporcjonalnych do natężenia promieniowania światła. Dodatkowe fotoelementy oraz zespół: silnik wykonawczy - przekładnia mechaniczna, wraz z układem regulacji znajdującym się w bloku sterowania, umożliwiają automatyczne nakierowywanie detektora na źródło światła.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------|---|
| Wielkość wejściowa | impulsowy promień świetlny o długości fali $\lambda = 632,8$ nm i czasie trwania ok. $10 \mu\text{s}$ |
| Wielkość wyjściowa | sygnał impulsowy o amplitudzie 5 V i czasie trwania ok. $10 \mu\text{s}$ |
| Rezystancja wyjściowa | 3 k Ω |
| Liczba wyjść | 6 |
| Zasilanie | 24 V \pm 5 V, 1 A (z bloku sterowania UL-B2, UL-B3 lub UL-B4) |
| Pobór mocy | 2,5 W |
| Gabaryty | 250 x 110 x 110 mm |
| Masa | 1,5 kg |

Detektor promienia laserowego UL-DN2a jest przeznaczony do odbioru światła laserowego w płaszczyźnie utworzonej przez promień laserowy obracający się wokół pionowej osi.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------|---|
| Wielkość wejściowa | impulsowy promień świetlny o długości fali $\lambda = 632,8$ nm i czasie trwania ok. $10 \mu\text{s}$ |
| Wielkość wyjściowa | sygnał impulsowy o amplitudzie 15 V i czasie trwania ok. $10 \mu\text{s}$ |
| Rezystancja wyjściowa | 3 k Ω |
| Liczba wyjść | 2 |
| Zasilanie | 24 V (z bloku sterowania UL-B1) |
| Pobór mocy | ≤ 600 mW |
| Gabaryty | 250 x 110 x 110 mm |
| Masa | 1,5 kg |

Mechanizm prowadzący UL-M1 jest przeznaczony do pionowego przesuwania detektora promienia laserowego, typu UL-DN2a. Współpracuje on z blokiem sterowania, typu UL-B1. Jako silnik wykonawczy zastosowano tu silnik prądu stałego sterowany od strony twornika przy stałym strumieniu wzbudzenia.

Przesuw detektora odbywa się przy pomocy listwy prowadzącej, napędzanej przez zespół wykonawczy: silnik - przekładnia mechaniczna. Z wirnikiem sil-

nika jest mechanicznie sprzężony potencjometr zasilany napięciem stałym, którego sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do położenia detektora promienia laserowego.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | położenie detektora w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez wirujący promień laserowy: -500... +500 mm |
| Napięcie zasilania potencjometru | -10... + 10 V \pm 0,1 % |
| Wielkość wyjściowa | napięcie z suwaka potencjometru -10... + 10 V |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | \geq 10 k Ω |
| Prędkość przesuwu detektora | \geq 250 mm/s |
| Napięcie sterujące silnik | 24 V \pm 10 % |
| Pobór mocy | \leq 60 W |
| Długość | 1200 mm |
| Masa | 10 kg |

Mechanizm prowadzący UL-M2 jest przeznaczony do poziomego przesuwania detektora promienia laserowego typu UL-DN2a. Przetwarza przemieszczenie detektora na sygnał elektryczny, Współpracuje z blokiem sterowania typu UL-B1. Budowa i zasada działania UL-M2 są podobne do budowy i działania UL-M1.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | położenie detektora w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez wirujący promień laserowy: -500... +500 mm |
| Napięcie zasilania potencjometru | -10... +10 V \pm 0,1 % |
| Wielkość wyjściowa | napięcie z suwaka potencjometru -10... +10 V |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | \geq 10 k Ω |
| Prędkość przesuwu detektora | \geq 250 mm/s |
| Napięcie sterujące silnik | 24 V \pm 10 % |
| Pobór mocy | \leq 60 W |
| Długość | 1200 mm |
| Masa | ok. 10 kg |

Mechanizm prowadzący UL-M3 jest przeznaczony do pionowego przesuwania detektora promieniowania laserowego, typu UL-DN2. Współpracuje z blokami sterowania UL-B2, UL-B3 lub UL-B4. Budowa i zasada działania są podobne do budowy i działania UL-M1.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | napięcie zasilające silnik $24\text{ V} \pm 10\%$ |
| Wielkość wyjściowa | zmiana położenia detektora w zakresie 0... 1000 mm |
| Prędkość przesuwu detektora | $>10\text{ mm/s}$ |
| Pobór mocy | $\leq 100\text{ W}$ |
| Wysokość | w stanie złożonym 1100 mm, w stanie rozłożonym 2100 mm |
| Masa | ok. 30 kg |

Blok sterowania UL-B1 jest przeznaczony do sterowania pracą silnika wykonawczego, wchodzącego w skład mechanizmu prowadzącego typu UL-M1 lub UL-M2. Blok ten może współpracować z detektorem promieniowania laserowego typu UL-DN2a, pulpitem sterowniczym UL-S1 oraz mechanizmem prowadzącym UL-M1 lub UL-M2.

Blok UL-B1 składa się z następujących podzespołów:

- regulatora
- wzmacniacza mocy
- układu przełączającego

Regulator i wzmacniacz mocy wytwarzają napięcie sterujące silnikiem w mechanizmie prowadzącym, na podstawie sygnału wytworzonego przez detektor.

W przypadku gdy detektor znajduje się powyżej lub poniżej promienia laserowego, układ przełączający naprowadza go na ten promień.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------|--|
| Wielkość wejściowa | sygnał impulsowy o amplitudzie 5 V i o czasie trwania ok. $10\ \mu\text{s}$ wytwarzany przez dekodery UL-DN2 |
| Rezystancja wejściowa | $>10\ \text{k}\Omega$ |
| Wielkość wyjściowa | napięcie impulsowe o amplitudzie +24 V i czasie trwania ok. 100 ms |

| | |
|------------------------|--------------------|
| Rezystancja obciążenia | $> 10 \Omega$ |
| Pobór mocy | $< 60 \text{ W}$ |
| Gabaryty. | 100 x 200 x 300 mm |
| Masa, | 1,5 kg |

Blok sterowania UL-B2 jest przeznaczony do przetwarzania sygnałów elektrycznych wytwarzanych przez detektor promienia laserowego UL-DN2 na sygnały elektryczne sterujące elektrohydraulicznymi zespołami wykonawczymi.

Blok UL-B2 jest dostosowany do współpracy z mechanizmem prowadzącym UL-M3 i pulpitem sterowniczym UL-S2.

Składa się z następujących podzespołów:

- różnicowego wzmacniacza błędu,
- wzmacniacza mocy,
- zespołu naprowadzania kąтового.

Zespół naprowadzania kąтового zapewnia automatyczne utrzymywanie detektora o kierunku źródła światła, na podstawie sygnału błędu wytworzonego przez detektor promieniowania.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | sygnał impulsowy o amplitudzie +5 V i o czasie trwania ok. 10 us, wytwarzany przez detektor UL-DN2 |
| Rezystancja wejściowa | $\geq 3 \text{ k}\Omega$ |
| Liczba wejść | 6 |
| Wielkość wyjściowa | napięcie impulsowe o amplitudzie +24 V i czasie trwania ok. 100 ms |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | $> 10 \Omega$ |
| Liczba wyjść | 3 |
| Zasilanie | 12 V |
| Pobór mocy | $\leq 60 \text{ W}$ |
| Gabaryty | 390 x 250 x 160 mm |
| Masa | ok. 5 kg |

Blok sterowania UL-B4 jest przeznaczony do przetwarzania sygnałów elektrycznych, wytwarzanych przez dwa współpracujące ze sobą detektory promienia laserowego, typu UL-DN2, na sygnały elektryczne sterujące elektrohydrau-

licznymi elementami wykonawczymi. Zapewnia automatyczne nakierowywanie detektorów na źródło światła laserowego. Blok UL-B4 jest dostosowany do współpracy z mechanizmami prowadzącymi UL-M3 i pulpitem sterowniczym UL-S1.

Składa się z następujących podzespołów:

- różnicowego wzmacniacza błędu,
- dekodera,
- wzmacniacza mocy,
- zespołu naprowadzania kąтового.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | sygnał impulsowy wytwarzany przez de- koder UL-DN2, o amplitudzie 5 V i o czasie trwania ok. 10 us |
| Rezystancja wejściowa | > 3 kΩ |
| Liczba wejść | 12 |
| Wielkość wyjściowa | napięcie impulsowe o amplitudzie +24 V i czasie trwania 100 ms |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | ≥ 10 Ω |
| Liczba wyjść | 6 |
| Zasilanie | 24 V |
| Pobór mocy | ≤ 120 W |
| Gabaryty | 390 x 250 x 160 mm |
| Masa | ok. 5 kg |

Pulpit sterowniczy UL-S1 służy operatorowi do wysyłania sygnałów - dyspozycji do bloku starowania UL-B1. Pełni również rolę wskaźnika stanu pracy z laserowymi miernikami przemieszczeń urządzenia UL-1 lub UL-2. Na pulpicie znajdują się następujące elementy sterowania i sygnalizacji:

przyciski do:

- włączania urządzenia UL-1 lub UL-2 do pracy,
- włączania automatycznego naprowadzania detektora na płaszczyznę światła,
- wyłączania automatycznego naprowadzania detektora na płaszczyznę światła,

lampki wskaźnikowe:

- włączenia urządzenia,

włączenia automatycznego naprowadzania,
detektor nie oświetlony przez płaszczyznę światła laserowego.

Po wciśnięciu każdego z przycisków na wyjściu pulpitu UL-S1 pojawia się sygnał napięciowy, który może być przesłany do bloku sterowania przy pomocy kabla niskonapięciowego.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|---|
| Wielkość wejściowa | napięcie zasilające 24 V |
| Wielkość wyjściowa | sygnały napięciowe sterujące blokiem sterowania, o wartości 0... 24 V |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | $\geq 1 \text{ k}\Omega$ |
| Gabaryty | 70 x 250 x 250 mm |
| Masa | ok. 0,3 kg |

Pulpit sterowniczy UL-S2 służy operatorowi do wysyłania sygnałów - dyspozycji do bloku sterowania UL-B2. Jest przeznaczony do zamontowania na maszynie drenarskiej JAR-160.

Na pulpicie sterowniczym UL-S2 znajdują się przyciski, lampki kontrolne oraz stacyjka samochodowa. Urządzenia te służą do sterowania maszyny JAR-160 oraz jej organów wykonawczych, jednocześnie do sterowania pracą laserowego urządzenia sterującego¹.

Po załączeniu każdego z przycisków, na wyjściu pulpitu UL-S2 pojawia się sygnał napięciowy, który ma być posłany do bloku sterowania lub do organów wykonawczych maszyny drenarskiej, przy pomocy kabla niskonapięciowego. Kabel przesyłowy jest zakończony złączami hermetycznymi typu SzR.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | napięcie zasilające +24 V |
| Wielkość wyjściowa | sygnały napięciowe o wartości 24 V, sterujące blokiem sterowania oraz zespołami wykonawczymi |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | $\geq 10 \Omega$ |
| Gabaryty | 100 x 150 x 100 mm |
| Masa | 0,5 kg |

Pulpit sterowniczy UL-S3 służy operatorowi do wysyłania sygnałów - dyspozycji do bloku sterowania UL-B2 i pełni również rolę wskaźnika stanu pracy urządzenia UL-5.

Na pulpicie sterowniczym UL-S3 znajdują się następujące elementy sterowania i sygnalizacji:

wyłączniki do:

zasilania urządzenia UL-5,

sterowania urządzeniem prowadzącym UL-M3,

sterowania obrotem detektora promieniowania UL-DN2,

przestawiania urządzenia UL-5 z pracy ręcznej na automatyczną,
lampki wskaźnikowe:

włączenia urządzenia,

położenia detektora względem płaszczyzny laserowej.

Po załączeniu każdego z wyłączników, na wyjściu pulpitu UL-S3 pojawiają się sygnały napięciowe, które mogą być przesłane do bloku sterowania przy pomocy kabla wielożyłowego zakończonego złączem typu SzR.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | napięcie zasilające 24 V |
| Wielkość wyjściowa | sygnały napięciowe o wartości 24 V, sterujące blokiem sterowania |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | $>1 \text{ k}\Omega$ |
| Gabaryty | 100 x 100 x 150 mm |
| Masa | 1 kg |

Pulpit sterowniczy UL-S4 służy operatorowi do wysyłania sygnałów - dyspozycji do bloku sterowania UL-B4 i pełni również rolę wskaźnika stanu pracy urządzenia UL-4.

Na pulpicie sterowniczym znajdują się następujące wyłączniki:

wyłącznik zasilania urządzenia UL-4,

wyłączniki do sterowania dwoma urządzeniami prowadzącymi UL-M3,

wyłączniki do sterowania obrotem dwóch detektorów promieniowania UL-DN2,

wyłącznik do przestawiania urządzenia UL-4 z pracy ręcznej na automatyczną,

oraz lampki wskaźnikowe:

włączanie urządzenia,

położenia detektorów względem płaszczyzny laserowej.

Po załączeniu każdego z wyłączników, na wyjściach pulpitu UL-S4 pojawiają się sygnały napięciowe, które mogą być przesłane do bloku sterowania, przy pomocy kabla wielożyłowego zakończonego złączem typu SzR.

Dane techniczne

| | |
|-------------------------------------|--|
| Wielkość wejściowa | napięcie zasilające 24 V |
| Wielkość wyjściowa | sygnały napięciowe o wartości 24 V, sterujące blokiem sterowania UL-B4 |
| Dopuszczalna rezystancja obciążenia | $> 1 \text{ k}\Omega$ |
| Gabaryty | 100 x 100 x 200 mm |
| Masa | 1,5 kg |

9.1. Laserowe mierniki przemieszczeń

Urządzenia laserowe typu UL-1 do automatycznego pomiaru przesunięcia liniowego w kierunku pionowym

Urządzenie służy do pomiaru odległości w pionie pomiędzy poziomą płaszczyzną światła, wytworzoną przez obracającą się wokół pionowej osi wiązkę światła laserowego, a przedmiotem na którym jest umieszczone urządzenie.

Urządzenie laserowe UL-1 może być stosowane do pomiaru chwilowych położań przedmiotów oraz do pomiaru (rejestracji) nierówności terenowych.

W skład urządzenia laserowego UL-1 wchodzi następujące bloki funkcjonalne:

detektor promienia laserowego UL-DN2a,

mechanizm prowadzący UL-M1,

blok sterowania UL-B1,

pulpit sterowniczy UL-S1.

Parametry techniczne jak dla poszczególnych bloków funkcjonalnych.

Sposób zamawiania

Urządzenia laserowe UL-1 należy zamawiać w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

Urządzenia laserowe typu UL-2 do automatycznego pomiaru przesunięcia linowego w kierunku poziomym

Urządzenie służy do pomiaru odległości w poziomie, w stosunku do pionowej płaszczyzny światła, wytworzonej przez obracającą się wokół poziomej osi wiązkę światła laserowego.

Urządzenie UL-2 może być stosowane jako czujnik położenia przedmiotów względem wytyczonej linii jak również do automatycznego utrzymywania kierunku jazdy w maszynach inżynieryjnych.

W skład urządzenia laserowego UL-2 wchodzi następujące bloki funkcjonalne:

detektor promienia laserowego UL-DN2a,

mechanizm prowadzący UL-M2,

blok sterowania UL-B1,

pulpit sterowniczy UL-S1.

Parametry techniczne jak dla poszczególnych bloków.

Sposób zamawiania

Urządzenia laserowe UL-2 należy zamawiać w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

Detektor akustyczny promieniowania laserowego, typu UL-6

Detektor jest przeznaczony do odbioru impulsowego światła laserowego wytwarzanego przez obracającą się wokół osi pionowej wiązkę światła. Służy do określenia usytuowania płaszczyzny laserowej w przestrzeni. Oświetlenie środka detektora powoduje włączenie sygnalizacji dźwiękowej.

Detektor UL-6 składa się z następujących podzespołów:

czterech fotoelementów wyposażonych w filtry interferencyjne,

układu logicznego,

generatora akustycznego,

wzmacniacza.

Dane techniczne

Wielkość wejściowa

impulsowy promień świetlny o długości fali $\lambda = 632,8$ nm i czasie trwania impulsu około 10 μ s

| | |
|---|---|
| Wielkość wyjściowa | sygnał akustyczny o mocy ok. 0,2 W i częstotliwości ok. 400 Hz |
| Zasilanie bateryjne | 2... 9 V |
| Pobór mocy | 0,45 W * |
| Maksymalna odległość między detektorem i źródłem światła laserowego | 150 m |
| Dopuszczalna temperatura otoczenia | -10... +55°C |
| Gabaryty | długość 150 mm, ϕ 80 |
| Masa | ok. 0,5 kg |

Sposób zamawiania

Detektor akustyczny UL-6 należy zamawiać w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

9.2. Laserowe urządzenia sterujące pracą maszyn inżynieryjnych

Urządzenia laserowe typu UL-3 i UL-5 do automatycznego pomiaru wzdłuż osi pionowej odchyłki położenia organu roboczego maszyny od płaszczyzny światła laserowego

Urządzenia UL-3 i UL-5 służą do automatycznego utrzymywania narzędzi roboczych maszyn inżynieryjnych na zadanej głębokości względem płaszczyzny światła laserowego. Mogą być stosowane do maszyn, których zespoły wykonawcze są sterowane poprzez rozdzielacze hydrauliczne.

Urządzenie UL-3 różni się od UL-5 jedynie typem pulpitu sterowniczego.

W skład urządzenia UL-3 (UL-5) wchodzi następujące bloki funkcjonalne:

detektor promienia laserowego UL-DN2

mechanizm prowadzący UL-M3,

blok sterowania UL-B2,

pulpit sterowniczy:

UL-S2 (dla UL-3)

UL-S3 (dla UL-5).

Dane techniczne jak dla poszczególnych bloków funkcjonalnych.

Sposób zamawiania

Urządzenia laserowe UL-3 i UL-5 należy zamawiać w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

Urządzenia laserowe typu UL-4 do automatycznego pomiaru odchyłki i skrzywienia względem poziomej płaszczyzny światła laserowego

Urządzenie to służy do automatycznego utrzymania lemieszy ciągników gąsienicowych na stałej zadanej głębokości względem płaszczyzny światła laserowego, przy zachowaniu stałego zadanego kąta nachylenia lemiesza w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku jazdy.

Urządzenie UL-4 może być stosowane do maszyn inżynierskich, których zespoły wykonawcze są sterowane poprzez rozdzielacze hydrauliczne.

W skład urządzenia UL-4 wchodzi następujące bloki funkcjonalne:

dwa detektory promienia laserowego UL-DN2,

dwa mechanizmy prowadzące UL-M3,

blok sterowania UL-B4,

pulpit sterowniczy UL-S4.

Dane techniczne jak dla poszczególnych bloków funkcjonalnych.

Sposób zamawiania

Urządzenia laserowe UL-4 należy zamawiać w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

10. URZĄDZENIA DO AUTOMATYCZNEJ REJESTRACJI PRACY MASZYN

Urządzenia do automatycznej rejestracji pracy maszyn, nazywane też procesografami lub produktografami, można podzielić na:

- przyrządy rejestrujące (rejestratory), stosowane w poszczególnych maszynach, urządzeniach lub pojazdach,
- systemy centralnej rejestracji pracy wielu maszyn, a w tym również systemy komputerowe.

10.1. Rejestraty pracy maszyn

Do tej grupy zalicza się:

- liczniki czasu pracy maszyn,
- liczniki wykorzystania mocy maszyn,
- liczniki wyrobów (detali) jedno-, wielozmianowe,
- rejestraty zużywanej mocy (watomierze piszące),
- rejestraty wieloparametrowe pracy obrabiarek,
- rejestraty pracy maszyn drogowych i budowlanych oraz urządzeń transportu wewnętrznego.

Liczniki czasu pracy należą do podsystemu METROCHRON.

Liczniki wykorzystania mocy maszyn należą do podsystemu METRONEL.

Liczniki wyrobów (detali) jedno- i wielozmianowe zostały omówione (jako impulsowe liczniki położeń) w punkcie 4 niniejszego informatora.

Rejestraty zużywania mocy (watomierze piszące) należą do podsystemu METRONEL.

Rejestraty wieloparametrowe pracy obrabiarek

Dane techniczne pięcioparametrowego rejestrata, typu CRI-5

| | |
|--|-----------|
| Napięcie zasilania napędu taśmy papierowej | 220 V |
| Napięcie zasilania elektromagnesów, pisaków i liczników impulsów | 24 V |
| Pobór mocy | 20 W |
| Maksymalna częstotliwość impulsów | 3 Hz |
| Normalna prędkość przesuwu taśmy | 10 mm/min |

Aparat rejestruje na taśmie papierowej do 5 parametrów. Pisaki są uruchamiane impulsami prądu, przesyłanymi przez czujniki zainstalowane w odpowiednich częściach mechanizmów napędu lub zasilania energią.

Jest wyposażony w liczniki impulsów, które zliczając odpowiednie ruchy lub zachodzące cyklicznie stany procesu technologicznego, mogą jednocześnie rejestrować ilość produktu.

Sposób zamawiania

Rejestratory typu CRI-5 należy zamawiać w ZWAP MERA-PNEFAL, ul. Łukaszyńskiego 12, 58-100 Świdnica.

Rejestratory pracy maszyn drogowych i budowlanych oraz urządzeń transportu wewnętrznego nie są produkowane w kraju. Urządzenia tego typu produkuje firma VDO (Viltingen RFN).

Bliższe informacje można uzyskać bezpośrednio od firmy lub poprzez PHZ METRONEX, Al. Jerozolimskie 44, 00-024 Warszawa.

10.2. Systemy rejestracji pracy maszyn

System firmy Hasler (Bern, Szwajcaria) jest wyposażony w 240 liczników i rejestrator taśmowy z 40 pisakami. Rejestruje ruch maszyn lub poszczególnych zespołów oraz zlicza czas pracy i przestoju. Może też sumować liczby włączeń lub innych wybranych ruchów mechanizmów. Taśma jest przesuwana mechanizmem zegarowym. Podczas postoju maszyny, liczniki czasu postoju są zasilane przez specjalny impulsator. Każda maszyna jest wyposażona w tarczę telefoniczną do nadawania odpowiednich sygnałów impulsowych, zawierających informację o rodzaju i przyczynie przestoju.

System firmy Ericsson (Szwecja), tak zwany centralograf pracuje na podobnej zasadzie jak system Haslera. Umożliwia również zdalną, centralną rejestrację pracy wielu maszyn. Przy rejestracji przestoju maszyny wykazywane są również jego przyczyny, na przykład: zmiana zlecenia, zmiana narzędzia, naprawa mechaniczna, naprawa elektryczna, wady materiału, oczekiwanie na transport, smarowanie, czyszczenie, inne przyczyny oraz czas trwania remontu.

System firmy Siemens (RFN), tak zwany produktograf, oprócz rejestracji i sygnalizacji w dyspozytorni, sygnalizuje również, przy pomocy kolorowych świateł umieszczonych nad obrabiarką, przyczyny przestoju obrabiarki.

System firmy Villati (Węgry), tak zwany procesograf, składa się z następujących urządzeń: kolumn z zestawem przycisków (mocowanych przy obrabiarkach), tablic świetlnych, systemu telefonicznego, urządzenia do zapisu dźwiękowego rozmów telefonicznych, liczników produkcji, urządzeń rejestru-

jących, urządzenia odczytującego (dekodującego), aparatury telewizji przemysłowej oraz z pulpitu sterowniczego.

Zestaw przycisków, umieszczony na kolumnie przy obrabiarce umożliwia rejestrację następujących ośmiu stanów obrabiarki:

- obrabiarka pracuje;
- zmiana asortymentu;
- obrabiarka nie pracuje z powodu awarii mechanicznej;
obrabiaarka nie pracuje z powodu awarii elektrycznej;
- przerwa spowodowana brakiem materiału;
- przerwa spowodowana koniecznością wymiany stępionych narzędzi lub sprawdzania i regulacji dokładności obróbki;
- wezwanie majstra;
- brak obsługi.

Tablice świetlne w dyspozytorni informują o przebiegu pracy na stanowiskach i sygnalizują przerwy w pracy oraz ich przyczyny. Szereg tablic świetlnych z odpowiednio dobranym zakresem informacji przewidziano również dla dyrektora technicznego lub kierownika zakładu oraz dla majstra i odpowiednich służb (takich jak warsztat elektryczny i mechaniczny, magazyn materiałów, wypożyczalnia narzędzi itd.).

System telefoniczny służy do przekazywania szczegółowych informacji między dyspozytorem a odpowiednimi służbami zarządu i ruchu oraz stanowiskami pracy, a także bezpośrednio pomiędzy stanowiskami pracy i tymi służbami.

Urządzenia magnetofonowe do zapisu rozmów telefonicznych umożliwiają rejestrowanie wydawanych poleceń i przekazywanych informacji.

Liczniki produkcji służą do ewidencji liczby wykonanych detali, metrów bieżących, taktów, cięć itp. Każde stanowisko jest reprezentowane przez dwa liczniki, oddzielne dla każdej zmiany.

Urządzenia rejestrujące notują automatycznie czasowy przebieg produkcji z dokładnością do 1 minuty (8 stanów). Długość zapisu dla jednej zmiany wynosi 960 mm.

Urządzenie odczytujące (dekoder) służy w połączeniu z dalekopisem do zmiany zakodowanych znaków z pasa diagramowego na wydruk tabelaryczny w dalekopisie, obejmujący: czas roboczy, straty czasu pracy według różnych przyczyn, straty czasu ogółem oraz identyfikator (data i numer zmiany).

System telewizji przemysłowej śledzi pracę szczególnie tych stanowisk roboczych, w których instalacja innego sposobu rejestracji nie jest możliwa lub gdzie praca nie jest zmechanizowana. Włączenia kamery i wyboru obrazu może dokonywać tylko dyspozytor.

Pulpit sterowniczy jest miejscem pracy dyspozytora produkcji, w którym zbiera się cały system kontrolno-sterujący. Pulpit jest wyposażony w sygnalizację dźwiękowo-światlną, informującą o przebiegu procesu pracy na poszczególnych stanowiskach roboczych.

11. URZĄDZENIA KONTROLNE I REGULACYJNE STOSOWANE W PRODUKCJI PRZYRZĄDÓW DO POMIARU PARAMETRÓW RUCHU

Podsystem METROKIN obejmuje te urządzenia kontrolne i regulacyjne, których podstawowy system pomiarowy jest oparty na elementach wchodzących w zakres podsystemu METROKIN.

11.1. Stanowiska kontrolne

Stanowisko do kontroli prędkościomierzy ST-6 składa się z bezstopniowo regulowanego napędu, tachometru wzorcowego klasy 0,5, skrzynki napędowej, selsynowego układu przeniesienia napędu oraz układu stroboskopowego, sterowanego przez generator kwarcowy, służącego do okresowej kontroli błędów wskazań tachometru wzorcowego. Stanowisko może być wykorzystane do kontroli obrotomierzy, prędkościomierzy i traktometrów napędzanych bezpośrednio wałkiem giętkim.

Dane techniczne

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Liczba gniazd mocujących | 2 ... 6 |
| Położenie prędkościomierzy | regulowana w zakresie 0 ... 80° |
| Czas kontroli 1 prędkościomierza | około 1 min |
| Zakres prędkości | 10 ... 180 km/h |

| | |
|------------|--|
| - Wibrator | 50 Hz, amplituda regulowana w zakresie 0 ... 0,2 mm |
| Zasilanie | 220 V; 50 Hz |
| Gabaryty | 850 x 440 x 1300 mm |
| Masa | 50 kg |

Sposób zamawiania

Stanowiska typu ST-6 należy zamawiać w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa.

Urządzenie do atestowania prędkościomierzy samochodowych typ UASS-1 jest przeznaczone do kontroli magnetoindukcyjnych prędkościomierzy i tachografów samochodowych, bez potrzeby ich wymontowania z samochodu przy badaniach atestacyjnych. Umożliwia kontrolę dokładności wskazań prędkości chwilowej, sprawdzenie stałej "K" prędkościomierza i stałej "W" skrzyni biegów samochodu.

Dane techniczne

| | |
|---|--------------------|
| Dokładność przyrządu (tachometru) wzorcowego | $\pm 1\%$ |
| Zakres prędkości wzorcowych: | |
| liniowych | 0 ... 180 km/h |
| kątowych | 0 ... 3000 obr/min |
| Długość linki napędowej | 3000 mm |
| Długość przewodu manipulatora | 3000 mm |
| Zasilanie | 220 V; 50 Hz |

Wyposażenie: komplet końcówek do sprzęgania z różnymi typami prędkościomierzy i tachografów.

Przenośny miernik prędkościomierzy typ PMP-12 jest przeznaczony do kontroli magnetoindukcyjnych prędkościomierzy i tachografów samochodowych, bez potrzeby ich wymontowywania z samochodu, szczególnie poza terenem baz, stacji obsługi itp. Umożliwia kontrolę dokładności wskazań prędkości chwilowej, sprawdzenie stałej "K" prędkościomierza i stałej "W" skrzyni biegów samochodu.

Dane techniczne

| | |
|--|--|
| Dokładność przyrządu (tachometru) wzorcowego | $\pm 1\%$ |
| Zakres prędkości wzorcowych: liniowych dla stałej $K = 1000$ i $K = 624$ | 0 ... 160 km/h |
| kątowych | 0 ... 3200 obr/min |
| Zasilanie | 14 V \pm 2 V (z akumulatora sprawdzanego samochodu) |

Wyposażenie: komplet końcówek do sprzęgania z różnymi typami prędkościomierzy i tachografów.

Sposób zamawiania

Zamówienia na urządzenia typu UASS-1 i PMP-12 należy składać w Dziale Zbytu producenta: Fabryki Obsługowych Urządzeń Samochodowych POLMOZBYT, ul. Gwiaździsta 71, 01-814 Warszawa.

11.2. Stanowiska regulacyjne

Półautomatyczne stanowisko do regulacji prędkościomierzy magnetycznych typ SRS-1. Stanowisko służy do regulacji poprzez kontrolowane rozmagnesowanie impulsowe (przy napędzanym prędkościomierzu) prędkościomierzy, obrotomierzy i traktometrów magnetycznych, posiadających magnes dwubiegunowy (wersja stanowiska oznaczona SRS-1B jest przystosowana do magnesów 4 biegunowych). Stanowisko posiada napęd wzorcowy, przełączany skokowo oraz układ rozmagnesowania impulsowego.

Dane techniczne

| | |
|-----------------------------------|--|
| Liczba gniazd mocujących | 1 |
| Położenie prędkościomierza | regulowane w zakresie 0... 90° |
| Czas regulacji 1 prędkościomierza | około 1 min |
| Dokładność napędu wzorcowego | około 0,5% |
| Zakres prędkości | 0 ... 160 km/h (przełączany co 20 km/h) |
| Wibrator | 50 Hz, amplituda 0 ... 0,2 mm |

Zasilanie

220 V; 59 Hz

Gabaryty

1050x520x900 mm

Masa

około 100 kg

Sposób zamawiania

Stanowiska regulacyjne SRS należy zamawiać bezpośrednio u producenta:

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Al. Jerozolimskie
202, 02-222 Warszawa



R.P. 1311/3/p