

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury

Pracownia Manometrii Elektrycznej

Główny wykonawca mgr inż. Ireneusz Łuczak

Wykonawcy mgr inż. A. Karbowniczek, mgr inż. H. Kiedrzynek,
mgr inż. L. Guzy, konstr. J. Piekarski,
H. Michniewicz /OBN/, Z. Jarczewski /OBN/

Konsultant

Nr zlecenia

U-22.02.01

Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji
przemysłowej

Etap 9. Badania prototypów czujników
o zakresach ciśnień od 0+1 MPa do
0 + 60 MPa z sygnałem wyjściowym
dostosowanym do miliwoltomierzy
cyfrowych produkcji krajowej.

Zlecniodawca

Pracę rozpoczęto dnia 1.10.82r

zakończono dnia 29.12.82r

Kierownik Pracowni

Kierownik Zakładu

mgr inż. L. Guzy

DYREKTOR

inż. W. Juzwa

prof.dr inż. St. Dwojak

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 MERA-PIAP-BOINTE

rysunków

Egz. 2 MERA-PIAP-DPP

fotografii

Egz. 3 MERA-PIAP-DPP

tabel

Egz. 4 MERA-PIAP-DPP

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4968

Analiza deskryptorowa

CZUJNIKI POMIAROWE CIŚNIENIA Z WYJŚCIEM ELEKTRYCZNYM: PROTOTYPY + BADANIA

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki, analizę oraz wnioski z badań prototypów czujników o zakresach ciśnień od 0 + 1 MPa do 0 + 60 MPa z sygnałem wyjściowym dostosowanym do miliwoltomierzy cyfrowych produkcji krajowej.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej i laboratoryjnej. Etap 1. Założenia /nr rejestr. 1919/
2. Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej i laboratoryjnej. Etap 3. Badania modeli ciśnieniomierzy cyfrowych w wersji przemysłowej /nr rejestr. 2388/
3. Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej i laboratoryjnej. Etap 6. Badania prototypów ciśnieniomierzy cyfrowych w wersji przemysłowej z częścią odczytową opartą na miliwoltomierzu V-628 /nr rejestr. 2934/

531.787 Pomiar ciśnienia

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78-5000

2

SPIS TREŚCI

	str.
1. Wstęp	1
1.2. Podstawa podjęcia pracy	1
1.3. Cel pracy	1
1.4. Dokumenty związane	1
1.5. Dokumentacja konstrukcyjna prototypów . .	1
1.6. Wykonawca prototypów	3
2. Budowa prototypów	4
3. Badania prototypów	5
3.1. Wykonawca badań prototypów	5
3.2. Podstawowe przyrządy i urządzenia używane podczas badań	5
3.3. Rodzaje badań	6
3.4. Opis badań	7
3.5. Wyniki badań prototypów czujników ciśnienia	7
4. Analiza i ocena wyników badań	7
5. Wnioski	8
6. Wniosek końcowy	10

Załącznik Nr 1 - tablice z wynikami badań

Załącznik Nr 2 - Norma Zakładowa ZN-82/M-...

„Czujnik tensometryczny ciśnienia”
projekt.

1. Wstęp

1.1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest realizacja etapu 9 „Badania prototypów czujników o zakresach ciśnień od 0 + 1 MPa do 0 + 60 MPa, z sygnałem wyjściowym dostosowanym do miliwoltomierzy cyfrowych produkcji krajowej” tematu U-22.02.01 „Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej”, zwanych w dalszej treści opracowania czujnikami.

1.2. Podstawa podjęcia pracy

Pracę przeprowadzono na podstawie harmonogramu prac tematu U-22.02.01 „Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej”.

1.3. Cel pracy

Celem pracy jest ocena konstrukcji oraz właściwości metrologicznych i użytkowych czujników.

1.4. Dokumenty związane

1.4.1. Projekt Normy Zakładowej ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia” opracowany w MERA-PIAP.

1.4.2. Dokumentacja konstrukcyjna prototypów czujników o zakresach ciśnień od 0 + 1 MPa do 60 MPa, wykonana w MERA-PIAP.

1.4.3. Sprawozdanie nr rejestr. 2934 z pracy wykonanej w MERA-PIAP pt. „Ciśnieniomierze cyfrowe w wersji przemysłowej i laboratoryjnej. Etap 6. Badania prototypów ciśnieniomierzy cyfrowych w wersji przemysłowej z częścią odczytową opartą na miliwoltomierzu V-628”.

1.5. Dokumentacja konstrukcyjna prototypów

Dokumentacja konstrukcyjna prototypów czujników została opracowana w Zakładzie Pomiaru Ciśnienia i Temperatury MERA-PIAP przy współpracy z Ośrodkiem Automatyki Elektrycznej MERA-PIAP w ramach etapu 7 „Opracowanie dokumentacji do prototypów z częścią odczytową opartą na nowym miliwoltomierzu cyfrowym”.

Przy opracowywaniu dokumentacji konstrukcyjnej prototypów czujników wzięto pod uwagę wyniki badań i wnioski zawarte w sprawozdaniu wymienionym w 1.4.3, dotyczącym badań prototypów ciśnieniomierzy cyfrowych w wersji przemysłowej, z częścią odczytową opartą na miliwoltomierzu cyfrowym V-628 produkcji MERATRONIK /jedeny w owym czasie producent krajowy miliwoltomierzy cyfrowych/.

W/w badania wykazały, że miliwoltomierze cyfrowe V-628 nie nadają się do wykorzystania docelowego w cyfrowych ciśnieniomierzach przemysłowych ze względu na:

- niską jakość miliwoltomierzy V-628 /na 18 szt. badanych prototypów ciśnieniomierzy w 14 szt. wystąpiły uszkodzenia miliwoltomierzy/,
- ograniczone zastosowanie miliwoltomierzy V-628 w warunkach przemysłowych, gdyż ich właściwości użytkowe odpowiadają I grupie przyrządów wg PN-71/T-06500 „Elektroniczne przyrządy pomiarowe”.

Ciśnieniomierze cyfrowe z częścią odczytową opartą na miliwoltomierzu cyfrowym V-628 stanowiły jedną zwartą całość, tzn. czujnik ciśnienia i część odczytowa znajdowały się w jednej obudowie.

Wobec braku w owym czasie możliwości wyboru innego miliwoltomierza cyfrowego produkcji krajowej prowadzono pertraktacje z producentem odnośnie przystosowania miliwoltomierzy V-628 do ciśnieniomierzy cyfrowych. Pertraktacje te nie dały pozytywnego rezultatu.

W związku z powyższym postanowiono zmienić poprzednią koncepcję rozwiązania konstrukcyjnego ciśnieniomierzy cyfrowych.

Postanowiono opracować czujnik ciśnienia jako samoistny, znajdujący się w oddzielnej obudowie, zespół ciśnieniomierza cyfrowego, który będzie posiadał sygnał wyjściowy umożliwiający współpracę z każdym miliwoltomierzem cyfrowym o odpowiednim zakresie pomiarowym produkcji krajowej. Takie rozwiązanie rozszerzy zakres ~~zastosowania~~ ^{zastosowań} ciśnieniomierzy cyfrowych, gdyż czujnik będzie mógł pracować w cięższych warunkach niż miernik cyfrowy.

Tak więc ciśnieniomierz cyfrowy składa się z dwóch oddzielnych zespołów a mianowicie z czujnika ciśnienia i miernika cyfrowego produkcji krajowej o odpowiednim zakresie pomiarowym.

Założono, że sygnał wyjściowy czujnika będzie sygnałem analogowym prądu stałego o wartości $0 + 20$ mA niezależnie od zakresu pomiarowego czujnika przy napięciu zasilania 12 lub 15 V prądu stałego.

Ponieważ naturalny sygnał wyjściowy z mostka tensometrycznego czujnika wynosi ok. 100 mV przy napięciu zasilania 12 V niezależnie od zakresu pomiarowego czujnika, niezbędnym było opracowanie układu elektronicznego przetwarzającego naturalny sygnał na wartość prądu stałego wynoszącą $0 + 20$ mA.

Opracowano również wersję czujnika manowakuometrycznego z sygnałem wyjściowym o sumarycznej wartości 20 mA, rozłożonym proporcjonalnie do wartości granic dolnej i górnej zakresu pomiarowego czujnika, ze zmianą znaku /ujemny dla podciśnień, dodatni dla nadciśnień/.

W celu uzyskania wskazania cyfrowego w jednostkach mierzonego ciśnienia włączony jest V_{obw} pomiarowy, odpowiednio dobrany do zakresu pomiarowego czujnika i zakresu pomiarowego miernika, rezystor, na którym mierzony jest spadek napięcia.

Prowadzono także rozeznanie dotyczące perspektyw produkcji w kraju mierników cyfrowych.

Uzyskano z OBR Technik Komputerowych i Pomiarów MERATRONIK informacje wskazujące na możliwość uruchomienia w 1982r produkcji miliwoltomierzy cyfrowych V-629, nowocześniejszych od V-628, między innymi z wyświetlaczami diodowymi, z odczytem cyfrowym 9999, o różnych zakresach pomiarowych. OBRTKiP obiecał uwzględnić postulaty MERA-PIAP, dotyczące między innymi możliwości poboru z zasilacza miernika cyfrowego odpowiedniego napięcia do zasilania czujnika. Produkcja jednak nie została uruchomiona.

Zakłady MERA-LUMEL rozpoczęły w 1982r produkcję typoszeregu miliwoltomierzy cyfrowych, które zostały zastosowane w opracowanej dokumentacji konstrukcyjnej prototypów.

1.6. Wykonawca prototypów

Detale prototypów zostały wykonane w Zakładzie Doświadczalnym MERA-PIAP, a montaż i regulację przeprowadzono

w Zakładzie Pomiaru Ciśnienia i Temperatury oraz w Ośrodku Automatyki Elektrycznej MERA-PIAP w ramach etapu 8 „Wykonanie prototypów czujników o zakresach ciśnień od 0 + 1 MPa do 0 + 60 MPa z sygnałem wyjściowym dostosowanym do miliwoltomierzy cyfrowych produkcji krajowej”.

2. Budowa prototypów

Czujnik ciśnienia składa się z dwóch zasadniczych części; z części mechanicznej obejmującej element pomiarowy, elementy podłączeniowe z króćcem i elementy obudowy oraz z części elektronicznej obejmującej prosty stabilizator napięcia, układ kompensacji temperaturowej i układ wzmacniania sygnału naturalnego czujnika.

Element pomiarowy stanowi toczona z elinwaru membrana z naklejonymi tensometrami półprzewodnikowymi typu AP120-6-12 produkcji CSRS.

Membrany w zależności od zakresu pomiarowego czujnika różnią się między sobą grubością ścianki, na której naklejone są tensometry i średnicami wewnętrznymi. Grubości ścianek i średnice dobrano tak, aby naprężenia występujące w tensometrach były możliwie jednakowe niezależnie od zakresu pomiarowego czujnika.

Prototypy czujników o zakresach 0 + 1 MPa, 0 + 25 MPa i 0 + 60 MPa wykonane zostały w oparciu o dokumentację konstrukcyjną omówioną w 1.5 z tym, że dokonano szeregu odstępstw materiałowych z uwagi na niemożność uzyskania odpowiednich elementów i zespołów elektronicznych. Utrudniło to montaż, regulację oraz kompensację termiczną czujników.

3. Badania prototypów

3.1. Wykonawca badań prototypów

Badania zostały przeprowadzone w Zakładzie Pomiaru Ciśnienia i Temperatury oraz w Centralnej Stacji Prób Ośrodka Badań Niezawodności i Jakości MERA-PIAP wg programu badań zawartego w projekcie normy zakładowej ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia”, która stanowi załącznik do niniejszego sprawozdania.

Badaniom pełnym poddano 7 prototypów o następujących zakresach pomiarowych i numerach:

0 + 1 MPa	- nr nr 7; 8;
0 + 25 MPa	- nr nr 1; 2,
0 + 60 MPa	- nr nr 3; 4; 5.

3.2. Podstawowe przyrządy i urządzenia używane podczas badań:

- kwarcowy ciśnieniomierz cyfrowy f-my MENSOR o zakresie pomiarowym 0 + 150 psi i klasie dokł. 0,03,
- manometry obciążnikowo-tłokowe o odpowiednich zakresach pomiarowych typ MT, klasy 0,05,
- prasa powietrzno-hydrauliczna typ PPH-25,
- komora termostatyczna typ ILKA,
- komora technoklimatyczna typ VEKZ05/160,
- próbnik przebicia typ P432A,
- inductorowy wskaźnik odporności izolacji typ IMI-1,
- zasilacz stabilizowany typ 204,
- przyrząd uniwersalny typ V-640,
- woltomierze cyfrowe typ V-534 i V-529,
- opornik dekadowy typ DR5b-16,
- oporniki wzorcowe RN-1 10 Ω i RN-1 100 Ω , klasy dokładności 0,01,
- cewka do wytwarzania zewnętrznych pól magnetycznych,
- wstrząsarka wibracyjna SG401 typ 03001,
- wstrząsarka udarowa,
- cyklarka do wytwarzania zmiennego ciśnienia /produkcja własna/,
- termometry szklane.

3.3. Rodzaje badań

Prototypy czujników ciśnienia poddano niżej wymienionym badaniom:

- 1/ oględziny,
- 2/ sprawdzenie głównych wymiarów,
- 3/ sprawdzenie materiałów,
- 4/ sprawdzenie zacisków i złącz elektrycznych,
- 5/ sprawdzenie rezystancji izolacji,
- 6/ sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- 7/ sprawdzenie szczelności,
- 8/ sprawdzenie działania nastawnika zera,
- 9/ sprawdzenie charakterystyki statycznej i błędów podstawowych,
- 10/ sprawdzenie strefy histerezy,
- 11/ sprawdzenie rzędnej niejednoznaczności /wariacji/
- 12/ sprawdzenie strefy nieczułości,
- 13/ sprawdzenie poboru mocy,
- 14/ sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą rezystancji obciążenia,
- 15/ sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą pozycji pracy,
- 16/ sprawdzenie odporności i wytrzymałości na suche gorąco,
- 17/ sprawdzenie odporności i wytrzymałości na zimno,
- 18/ sprawdzenie odporności na oddziaływanie zewnętrznych pól magnetycznych stałych i zmiennych o częstotliwości sieciowej,
- 19/ sprawdzenie odporności na wibracje sinusoidalne,
- 20/ sprawdzenie stałości parametrów,
- 21/ sprawdzenie odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe,
- 22/ sprawdzenie wytrzymałości na przeciążenie ciśnieniem statycznym,
- 23/ sprawdzenie wytrzymałości na cykliczne zmiany ciśnienia,
- 24/ sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne,
- 25/ sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne,
- 26/ sprawdzenie stopnia ochrony obudowy.

3.4. Opis badań

Badania przeprowadzono wg opisów poszczególnych sprawdzeń podanych w projekcie ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia”.

3.5. Wyniki badań prototypów czujników ciśnienia

Szczegółowe wyniki sprawdzeń zawarte w kartach pomiarów znajdują się w Zakładzie Pomiaru Ciśnienia i Temperatury MERA-PIAP. Błędy wyliczone z tych wyników zestawiono w tablicach 1 + 35 stanowiących załącznik nr 1 do niniejszego sprawozdania. Tablice są tak ułożone, że pozwalają prześledzić uzyskane błędy w poszczególnych sprawdzaniach w całym cyklu badań.

4. Analiza i ocena wyników badań

- 4.1. Wyniki badań wymienionych w 3.3 od 1 do 8 włącznie oraz 13 są w pełni pozytywne dla wszystkich badanych czujników i spełniają wymagania projektu ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia”.
- Przy sprawdzaniu materiałów wzięto pod uwagę informację podaną w p. 2 dotyczącą odstępstw materiałowych od podanych w dokumentacji konstrukcyjnej.
- 4.2. Wyniki badań wymienionych w 3.3 od 9 do 12, od 14 do 20 oraz od 22 do 26 włącznie są pozytywne i spełniają wymagania projektu ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia” dla klasy 0,4 w przypadku czujników nr nr 1, 3, 4 i 5 oraz klasy 0,6 w przypadku czujników nr nr 2, 7 i 8.
- 4.3. Wyniki badania wymienionego w 3.3.21/dotyczącego sprawdzenia odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe są pozytywne i spełniają wymagania projektu ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia” dla klasy dokładności 0,4 w przypadku czujników nr nr 3 i 4 oraz klasy 0,6 w przypadku czujników nr nr 5 i 7.

W czujniku nr 5 nastąpiło pogorszenie klasy dokładności z 0,4 do 0,6 zarówno w próbie odporności jak i po próbie wytrzymałości.

W czujnikach nr nr 1 i 2 nastąpiło również pogorszenie klasy dokładności z 0,4 i 0,6 do 1,0 zarówno w próbie odporności jak i po próbie wytrzymałości przy czym strefa histerezy nie przekroczyła w żadnym przypadku wartości 0,3%.

Wynik tego sprawdzenia dla czujników nr nr 1 i 2 uznaje się za negatywny nie spełniający wymagań ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia”.

Po przeprowadzeniu sprawdzenia odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe dokonano w czujnikach nr nr 1 i 2 korekcji zera i ponownie sprawdzono błędy podstawowe oraz strefę histerezy. Uzyskano wyniki odpowiednio $\delta^r = 0,24\%$ i $0,22\%$ oraz $\delta_H = 0,05\%$ i $0,01\%$.

5. W n i o s k i

- 5.1. Badania prototypów czujników ciśnienia wykazały, że właściwości metrologiczne i użytkowe są zgodne z wymaganiami projektu normy ZN-82/-... „Czujnik tensometryczny ciśnienia” dla klasy 0,4 w dwóch czujnikach nr nr 3 i 4 oraz dla klasy 0,6 również w dwóch czujnikach nr nr 5 i 7. W dwóch czujnikach nr nr 1 i 2 nie zostały spełnione wymagania w/w projektu ZN w jednym sprawdzeniu, tj. w sprawdzeniu odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe. W czujnikach tych nastąpiło trwałe równoległe przesunięcie charakterystyki statycznej przez co błędy dodatkowe od działania temperatury i wilgotności wyliczone z różnicy wartości sygnałów w sprawdzeniu wstępnym w warunkach odniesienia i w temperaturze 40°C mają wartości odpowiadające klasie 1. Te same błędy liczone z różnicy wartości sygnałów w temp. 40°C i w temp. odniesienia po reklimatyzacji

mają wartości nie przekraczające klasy 0,6. Jednakże błędy podstawowe po reklimatyzacji również odpowiadają klasie 1.

Po przeprowadzeniu korekcji zera i ponownym sprawdzeniu błędów podstawowych uzyskano wyniki nie przekraczające wartości dla klasy 0,25.

- 5.2. Z uwagi na pogorszenie klasy dokładności w sprawdzeniu odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe w trzech czujnikach, a mianowicie w czujniku nr 5 z klasy 0,4 do 0,6 oraz w czujnikach nr nr 1 i 2 z klasy 0,4 i 0,6 do klasy 1 należy obniżyć górną granicę wilgotności względnej otaczającego powietrza z przyjętej w w/w projekcie ZN-82/-... 95% do 75%.

Tym nie mniej uważa się za celowe sprawdzenie jeszcze raz odporności i wytrzymałości czujników na wilgotne gorąco stałe przy badaniach czujników opracowywanych w ramach etapu 11-go /czujniki o niskich zakresach ciśnień/.

- 5.3. W trakcie badań, szczególnie przy sprawdzeniu ^{działania} „nastawnika zera” stwierdzono niską jakość precyzyjnych wieloobrotowych potencjometrów z importu KS zastosowanych w prototypach. Objawiało się to między innymi dużymi trudnościami ustawienia na tą samą wartość sygnału początkowego; przy obracaniu osią potencjometru nie było płynnych zmian lecz skoki. Nie wyklucza się, że było to powodem przesunięcia charakterystyki w sprawdzeniu odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe. Wynika stąd wnioszek o konieczności stosowania jakościowo lepszych potencjometrów wieloobrotowych.

- 5.4. Stwierdzono potrzebę usztywnienia płytki z zaciskami, tak aby podczas działania wibracji nie uderzała o obudowę. Jest to niewielka zmiana konstrukcyjna polegająca na wprowadzeniu pierścienia z tworzywa sztucznego lub klocków również z tworzywa lub gumy.

6. Wniosek końcowy

Należy przystąpić do realizacji dalszych etapów prac zgodnie z harmonogramem ujętym w planie prac na 1983r. z uwzględnieniem wniosków z badań podanych w p. 5.

Z A Ł A C Z N I K · N r 1

Tablice z wynikami badań

OBJAŚNIENIA DO TABLIC

W kolumnach oznaczonych liczbami rzymskimi podane są błędy podstawowe σ oraz strefa histerezy σ_H uzyskane w poszczególnych sprawdzeniach przed i po próbie. W kolumnach oznaczonych σ_p , σ_t , σ_R , σ_m , σ_w podane są uzyskane odpowiednie błędy dodatkowe.

- I - sprawdzenie charakterystyki statycznej i błędów podstawowych oraz strefy histerezy,
- II - sprawdzenie wstępne przy sprawdzaniu błędu dodatkowego wywołanego zmianą pozycji pracy,
- III - sprawdzenie wstępne
- IV - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu odporności i wytrzymałości na suche gorąco,
- V - sprawdzenie wstępne
- VI - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu odporności i wytrzymałości na zimno,
- VII - sprawdzenie wstępne
- VIII - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu stałości parametrów,
- IX - sprawdzenie wstępne
- X - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe,
- XI - sprawdzenie wstępne
- XII - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu wytrzymałości na przeciążenie ciśnieniem statycznym,
- XIII - sprawdzenie wstępne
- XIV - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu wytrzymałości na cykliczne zmiany ciśnienia,
- XV - sprawdzenie końcowe - przy sprawdzaniu wytrzymałości na wibracje sinusoidalne,

- XVI - sprawdzenie końcowe - przy sprawdzaniu wytrzymałości na udary mechaniczne,
- XVII - sprawdzenie wstępne }
 XVIII - sprawdzenie końcowe } - przy sprawdzaniu stopnia ochrony obudowy,
- $\delta_{p1,2,3,4}$ - błąd dodatkowy wywołany zmianą pozycji pracy, odpowiednio od nominalnej pozycji w przód, tył, w lewo i w prawo,
- $\delta_{t1,2,3,4,5}$ - błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia, odpowiednio między temperaturą odniesienia a temperaturami otoczenia 30, 40, 55, 5 i -10°C ,
- $\delta_{t6,7,8,9}$ - błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia przy sprawdzaniu odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe, odpowiednio po pierwszej, drugiej, trzeciej i czwartej dobie narażenia,
- $\delta_{R1,2}$ - błąd dodatkowy wywołany zmianą rezystancji obciążenia, odpowiednio między rezystancją obciążenia $10\ \Omega$ i $125\ \Omega$ oraz między $10\ \Omega$ i $250\ \Omega$,
- δ_{ms} i mz - błąd dodatkowy wywołany oddziaływaniem zewnętrznych pól magnetycznych, odpowiednio między polem magnetycznym ziemskim a polem stałym i zmiennym,
- $\delta_{w1,2,3,4,5,6}$ - błąd dodatkowy wywołany wibracjami sinusoidalnymi odpowiednio bez wibracji i podczas działania wibracji o stałej amplitudzie przemieszczenia 0,35 mm i częstotliwościach 10, 20, 30, 40, 50 i 55 Hz,
- ↗ - błędy przy ciśnieniu wzrastającym,
 ↘ - błędy przy ciśnieniu malejącym,
 + - oznacza wynik pozytywny sprawdzenia,
 - - oznacza wynik negatywny sprawdzenia.

Z A Ł Ą C Z N I K N r 2

Norma Zakładowa ZN-82/M-... „Czujnik
tensometryczny ciśnienia” projekt

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa	NORMA ZAKŁADOWA	ZN-82/...
	Czujnik tensometryczny ciśnienia	PROJEKT

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania tensometrycznych czujników ciśnienia przeznaczonych do pomiaru nad- i/lub podciśnień cieczy, par i gazów.

1.2. Określenia - wg PN-72/E-01050, PN-78/M-42000, PN-80/M-42006, PN-80/M-42020, PN-71/N-02050, *PN-77/M-42312*.

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Podział

2.1.1. Rodzaje. W zależności od przyjętego ciśnienia odniesienia rozróżnia się czujniki:

- nadciśnienia /manometryczne/ - CM,
- podciśnienia /wakuometryczne/ - CW,
- nad- i podciśnienia /manowakuometryczne/ - CMW.

2.1.2. Typy. W zależności od konstrukcji elementu pomiarowego rozróżnia się czujniki:

- mieżzkowe z belką dynamometryczną - Sd,
- membranowe z belką dynamometryczną - Pd,
- membranowe bez belki dynamometrycznej - P.

2.1.3. Odmiany. W zależności od sposobu przystosowania czujnika do podłączania do instalacji rozróżnia się czujniki:

- podłączane za pomocą króćca gwintowanego o wym. M20x1,5 -
- bez oznaczenia,
- podłączane za pomocą kołnierza - K.

2.1.4. Wersje. W zależności od sygnału wyjściowego rozróżnia się czujniki:

- z sygnałem wyjściowym 0 - 20 mA - bez oznaczenia; dotyczy wszystkich rodzajów czujników,

- z sygnałem wyjściowym o sumarycznej wartości 20 mA, rozłożonym proporcjonalnie do wartości granic dolnej i górnej zakresu pomiarowego, ze zmianą znaku /ujemny dla podciśnień, dodatni dla nadciśnień/ - R; dotyczy tylko czujników nad- i podciśnienia /CMW/.

2.2. Przykłady oznaczeń

a/ przykład oznaczenia czujnika rodzaju CMW, typu Sd, odmiany z króćcem o wym. M20x1,5 /bez oznaczenia/, o klasie dokładności 0,4 /0,4/, o zakresie pomiarowym -60 + 100 kPa /-60 + 100 kPa/, w wersji z sygnałem wyjściowym 0 + 20 mA /bez oznaczenia/

CZUJNIK CMWSd 0,4/-60 + 100 kPa/ ZN-82/.....

b/ przykład oznaczenia czujnika rodzaju CMW, typu P, odmiany K, o klasie dokładności 0,6 /0,6/, o zakresie pomiarowym -0,1 + 0,9 MPa /-0,1 + 0,9 MPa/, wersji R

CZUJNIK CMWP 0,6/-0,1 + 0,9 MPa/R ZN-82/.....

Dopuszcza się oznaczenie własne producenta.

3. WYMAGANIA

3.1. Wymagania metrologiczne

3.1.1. Klasy dokładności czujników - czujniki powinny być wykonane w klasach dokładności 0,4; 0,6.

3.1.2. Błędy podstawowe czujnika - w zależności od klasy dokładności nie powinny przekraczać odpowiednio $\pm 0,4\%$; $\pm 0,6\%$ wartości górnej granicy sygnału wyjściowego lub sumy bezwzględnych wartości dolnej i górnej granicy sygnału wyjściowego dla czujników manowakuometrycznych wersji R.

3.1.3. Rzędna niejednoznaczności /wariacja/ - nie powinna przekraczać 0,8 bezwzględnej wartości granicy dopuszczalnego błędu podstawowego.

3.1.4. Strefa histerezy nie powinna być większa niż bezwzględna wartość granicy dopuszczalnego błędu podstawowego.

3.1.5. Strefa nieczułości - nie powinna przekraczać 0,25 bezwzględnej wartości błędu podstawowego.

3.1.6. Zakresy pomiarowe czujników - wg tablicy 1.

Tablica 1

Jednostki ciśnienia	Zakresy pomiarowe czujników		
	Manometrycznych	Wakuometrycznych	Manowakuometrycznych
kPa	0 + 25	-25 + 0	-25 + 25
	0 + 40	-40 + 0	-40 + 40
	0 + 60	-60 + 0	-60 + 60
	0 + 100	-100 + 0	-100 + 100
	0 + 160		-100 + 160
	0 + 250		-100 + 250
	0 + 400		-100 + 400
	0 + 600		-100 + 600
MPa	0 + 1		-0,1 + 0,9
	0 + 1,6		-0,1 + 1,5
	0 + 2,5		-0,1 + 2,4
	0 + 4		
	0 + 6		
	0 + 10		
	0 + 16		
	0 + 25		
	0 + 40		
	0 + 60		

3.1.7. Sygnał wyjściowy - sygnał prądu stałego o wartości 0 + 20 mA lub o sumarycznej wartości 20 mA rozłożony proporcjonalnie do wartości granic dolnej i górnej zakresu pomiarowego, ze zmianą znaku dla czujników manowakuometrycznych w wersji R.

3.1.8. Rezystancja obciążenia nie powinna przekraczać wartości 250 Ω .

3.1.9. Błędy dodatkowe. Wartość błędu dodatkowego spowodowanego zmianą wartości wielkości wpływowej w zakresie wg tablicy 2 nie powinna przekraczać 0,8 bezwzględnej wartości dopuszczalnej błędu podstawowego.

Tablica 2

Lp.	Wielkość wpływowa	Zakres zmian wartości wielkości wpływowych poza granice przyjęte w warunkach odniesienia
1	Temperatura otoczenia	Na każde 10°C zmiany temperatury otoczenia i ośrodka mierzonego
2	Natężenie zewnętrznego pola magnetycznego	W całym zakresie zmian wielkości wpływowych w warunkach normalnego użytkowania
3	Rezystancja obciążenia	
4	Wibracje sinusoidalne	
5	Pozycja pracy	

3.1.10. Charakterystyka statyczna - liniowa w całym zakresie pomiarowym czujnika.

3.2. Wymagania konstrukcyjne

3.2.1. Wymiary główne - wg dokumentacji konstrukcyjnej.

3.2.2. Pozycja pracy - pionowa - NP 90 wg PN-80/M-42020.

3.2.3. Zaciski i złącza elektryczne - wg PN-80/M-42020.

3.2.4. Rezystancja izolacji w warunkach odniesienia wg 5.3.1 - wg PN-80/M-42020.

3.2.5. Wytrzymałość elektryczna izolacji - wg PN-76/T-06500.05.

3.2.6. Napięcie zasilania: 12 V prądu stałego stabilizowanego z dokładnością $\pm 2\%$ o zawartości składowej zmiennej nie większej niż 1% lub ± 12 V prądu stałego stabilizowanego z dokładnością $\pm 2\%$ o zawartości składowej zmiennej nie większej niż 1% dla czujników manowakuometrycznych wersji R.

3.2.7. Szczelność. Zespół czujnika, do którego doprowadzone jest mierzone ciśnienie, powinien wytrzymać próbne nadciśnienie wg tabl. 3 zachowując całkowitą szczelność.

Tablica 3

Rodzaj czujnika	Zakresy pomiarowe wg tabl. 1	Wartości próbnych nadciśnień				
Manometryczny	do 0 + 16	MPa	150%	bezwzględnej wartości górnej	granicy zakresu pomiarowego	
	0 + 25 i 0 + 40		140%			
	0 + 60		125%			
Manowakuometryczny	wszystkie		150%			
Wakuometryczny	wszystkie		150%	bezwzględnej wartości dolnej		

3.2.8. Nastawnik zera - czujnik powinien być wyposażony w element umożliwiający regulację zera w ~~zakresie~~ zakresie nie mniejszym niż 5% lub $\pm 3\%$ sygnału wyjściowego dla czujników wersji R.

3.2.9. Pobór mocy - nie powinien przekraczać 0,4 W + 10%.

3.2.10. Obudowa czujnika

3.2.10.1. Wykonanie obudowy. Obudowa powinna być dostatecznie sztywna w celu zabezpieczenia wnętrza przed uszkodzeniem mechanicznym i powinna uniemożliwiać bezpośredni dostęp do części będących pod napięciem.

3.2.10.2. Stopień ochrony obudowy - IP43 wg PN-79/E-08106.

3.2.11. Stażość parametrów. Czujnik w czasie i po próbie 100 h pracy ciągłej w warunkach odniesienia wg 5.3.1 powinien spełniać wymagania wg 3.1.2, 3.1.4, 3.2.4.

3.2.12. Króciec powinien być wykonany wg PN-69/M-53525. Na króćcu powinno być oznaczenie wymiaru gwintu. Dopuszcza się stosowanie innych króćców wg dokumentacji konstrukcyjnej.

3.2.13. Materiały - wg dokumentacji konstrukcyjnej.

3.2.14. Wykończenie - wg PN-80/M-42020.

3.2.15. Znakowanie. Na tabliczce znamionowej czujnika powinny znajdować się co najmniej następujące dane:

- nazwa lub znak towarowy producenta,
- nazwa „CZUJNIK CIŚNIENIA”,
- typ,
- nr fabryczny,
- zakres pomiarowy,
- klasa dokładności,
- sygnał ~~napięciowy~~ wyjściowy,
- znak pozycji pracy,
- stopień ochrony obudowy,
- napięcie zasilania,
- rezystancja obciążenia.

3.3. Wymagania środowiskowo-użytkowe

3.3.1. Czynnik przekazujący ciśnienie. Czynnikiem przekazującym ciśnienie powinna być ciecz lub gaz z wyjątkiem cieczy bardzo lepkich i krystalizujących w granicach temperatur $-10 + 55^{\circ}\text{C}$.

Czynnik przekazujący ciśnienie powinien być bez zanieczyszczeń i nie wykazywać właściwości agresywnych w stosunku do użytych materiałów.

3.3.2. Temperatura i wilgotność względna otoczenia - jak dla lokalizacji B_x , przy czym zakres temperatur powinien wynosić $-10 + 55^{\circ}\text{C}$ a wilgotność względna $5 + 95\%$, wg PN-80/M-42020.

3.3.3. Odporność na suche gorąco. Czujnik powinien być odporny na działanie temperatury 55°C .

Błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia od temperatury odniesienia powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.9.

3.3.4. Odporność na zimno. Czujnik powinien być odporny na działanie temperatury -10°C .

Błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia od temperatury odniesienia powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.9.

3.3.5. Wytrzymałość na suche gorąco. Czujnik powinien być wytrzymały na temperaturę 55°C a po próbie wg p. 5.4.10 spełniać wymagania wg p. 3.1.2 i 3.1.4 oraz nie powinien wykazywać uszkodzeń.

3.3.6. Wytrzymałość na zimno. Czujnik powinien być wytrzymały na temperaturę -25°C a po próbie wg p. 5.4.11 spełniać wymagania wg p. 3.1.2 i 3.1.4 oraz nie powinien wykazywać uszkodzeń.

Odporność i

3.3.7. Wytrzymałość na wilgotne gorąco stałe. Czujnik powinien być ^{odporny i} wytrzymały na temperaturę $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotność względną otaczającego powietrza $93_{-3}^{+2}\%$ a po próbie wg p. 5.4.15 spełniać wymagania wg p. 3.1.2; 3.1.4; 3.2.4 i 3.2.5, oraz nie powinien wykazywać uszkodzeń i śladów korozji.

3.3.8. Odporność na wibracje sinusoidalne. Czujnik powinien być odporny na wibracje sinusoidalne charakteryzujące się parametrami jak dla lokalizacji L_x o parametrach wibracji:

- częstotliwość od $5 + 35$ Hz i amplitudzie przemieszczenia $0,075$ mm,

- częstotliwość od $5 + 55$ Hz i amplitudzie przemieszczenia $0,15$ mm

oraz N_2 wg PN-80/M-42020.

Błąd dodatkowy wywołany działaniem wibracji w całym zakresie powinien spełniać wymaganie wg p. 3.1.9.

Czujnik nie powinien wykazywać uszkodzeń mechanicznych i obluźnienia części.

3.3.9. Wytrzymałość na wibracje sinusoidalne. Czujnik w opakowaniu transportowym powinien być wytrzymały na wibracje sinusoidalne charakteryzujące się parametrami podanymi dla lokalizacji N₂ wg PN-80/M-42020.

Po próbie wg p. 5.4.18 czujnik powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.2 i 3.1.4 oraz nie wykazywać uszkodzeń i obłuzowania części.

3.3.10. Wytrzymałość na udary mechaniczne. Czujniki w opakowaniu transportowym powinny być wytrzymałe na udary mechaniczne wg PN-80/M-42020.

Po próbie wg p. 5.4.19 czujnik powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.2 i 3.1.4 oraz nie wykazywać uszkodzeń i obłuzowania części.

3.3.11. Wytrzymałość na przeciążenie ciśnieniem statycznym. Czujnik powinien być wytrzymały na przeciążenie ciśnieniem statycznym określonym w tabl. 4.

Po próbie wg p. 5.4.16 czujnik powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.2 i 3.1.4.

Tablica 4

Rodzaj czujnika	Zakresy pomiarowe wg tabl. 1	Wartości próbnych ciśnień			
Manometryczny	do 0 + 10	MPa	125%	wartości górnej	granicy zakresu pomiarowego
	od 0 + 16 do 0 + 60		115%		
Manowakuometryczny	wszystkie	125%	wartości dolnej		
Wakuometryczny	-100 + 0	90%			
	pozostałe	125%			

3.3.12. Wytrzymałość na cykliczne zmiany ciśnienia. Czujnik powinien być wytrzymały na działanie co najmniej 20 000 cykli zmian nadciśnienia w zakresie od 55 ± 5% do 80 ± 10% bezwzględnej

wartości górnej granicy zakresu pomiarowego dla czujników manometrycznych i manowakuometrycznych oraz bezwzględnej wartości dolnej granicy zakresu pomiarowego dla czujników wakuometrycznych.

3.3.13. Odporność urządzeń na oddziaływanie zewnętrznych pól magnetycznych stałych i zmiennych o częstotliwości sieciowej
- wg PN-80/M-42020.

Błąd dodatkowy wywołany działaniem zewnętrznych pól magnetycznych w całym zakresie powinien spełniać wymagania wg p. 3.1.9.

3.3.14. Odchylenie od nominalnej pozycji pracy nie powinno przekraczać $\pm 5^\circ$.

3.4. Gwarancja. Wytwórca powinien gwarantować co najmniej 12-miesięczną bezawaryjną pracę czujnika w normalnych warunkach użytkowania, licząc od daty ^{zakup} ~~zakup~~, lecz nie dłużej niż 24 miesiące licząc od daty produkcji.

3.5. Dokumentacja techniczna - wg PN-80/M-42020, przy czym dopuszcza się dołączanie 1 egz. dokumentacji techniczno-ruchowej do ilości czujników mniejszej lub równej 10 szt.

4. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

Pakowanie, przechowywanie i transport - wg PN-81/M-42009 z tym, że na opakowaniu jednostkowym należy umieścić następujące dane:

- nazwę lub znak i adres wytwórni,
- oznaczenie wg p. 2.

5. BADANIA

5.1. Program badań. Badania pełne i niepełne wg PN-80/M-42020 z tym, że zakres badań pełnych i niepełnych wg tabl. 5 niniejszej normy.

Tablica 5

Lp	Rodzaje badań	Badania		Wymagania wg	Opis badań wg
		pełne	niepełne		
1	2	3	4	5	6
1	Oględziny	+	+	3.2.10.1 3.2.12 3.2.14 3.2.15 3.4 3.5 4	PN-80/M-42020
2	Sprawdzenie głównych wymiarów	+	+	3.2.1 3.2.12	PN-80/M-42020
3	Sprawdzenie materiałów	+	-	3.2.13	PN-80/M-42020
4	Sprawdzenie zacisków i złącz elektrycznych	+	+	3.2.3	5.4.1
5	Sprawdzenie rezystancji izolacji	+	+	3.2.4	5.4.2
6	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji	+	+	3.2.5	PN-76/ T-06500.05
7	Sprawdzenie szczelności	+	+	3.2.7	5.4.3
8	Sprawdzenie działania nastawnika zera	+	+	3.2.8	5.4.4
9	Sprawdzenie charakterystyki statycznej i błędów podstawowych	+	+	3.1.2 3.1.6 3.1.7 3.1.10	5.4.5
10	Sprawdzenie strefy histerezy	+	+	3.1.4	5.4.6

c.d. tabl. 5

1	2	3	4	5	6
11	Sprawdzenie rzędnej niejednoznaczności /wariacji/	+	-	3.1.3	PN-77/M-42057
12	Sprawdzenie strefy nieczułości	+	-	3.1.5	PN-77/M-42057
13	Sprawdzenie poboru mocy	+	-	3.2.9	5.4.7
14	Sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą rezystancji obciążenia	+	-	3.1.8 3.1.9	5.4.8
15	Sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą pozycji pracy	+	-	3.1.9 3.2.2 3.3.14	5.4.9
16	Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na suche gorąco	+	-	3.1.9 3.3.2 3.3.3 3.3.5	5.4.10
17	Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na zimno	+	-	3.1.9 3.3.2 3.3.4 3.3.6	5.4.11
18	Sprawdzenie odporności na oddziaływanie zewnetrznych pól magnetycznych stałych i zmiennych o częstotliwości sieciowej	+	-	3.1.9 3.3.13	5.4.12
19	Sprawdzenie odporności na wibracje sinusoidalne	+	-	3.1.9 3.3.8	5.4.13
20	Sprawdzenie stałości parametrów	+	-	3.2.11	5.4.14
21	Sprawdzenie odporności wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe	+	-	3.1.9 3.3.7	5.4.15
22	Sprawdzenie wytrzymałości na przeciążenie ciśnieniem statycznym	+	-	3.3.11	5.4.16

c.d. tabl. 5

1	2	3	4	5	6
23	Sprawdzenie wytrzymałości na cykliczne zmiany ciśnienia	+	-	3.3.12	5.4.17
24	Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne	+	-	3.3.9	5.4.18
25	Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne	+	-	3.3.10	5.4.19
26	Sprawdzenie stopnia ochrony obudowy	+	-	3.2.10.2	5.4.20

Znakiem „+” oznaczono badania, które należy przeprowadzać
Znakiem „-” oznaczono badania, których nie należy przeprowadzać

5.2. Kontrola jakości

5.2.1. Sposób pobierania próbek do badań pełnych. Badaniom pełnym należy poddać wszystkie prototypy.

Każde z badań powinno być wykonane na czujnikach o tym samym zakresie pomiarowym, tej samej klasie dokładności i tej samej lokalizacji ze względu na odporność na wibracje sinusoidalne. Badania niszczące lub wymagające demontażu nie powinny być wykonywane na tych samych czujnikach, aby uniknąć wzajemnego nakładania się skutków tych badań.

5.2.2. Sposób pobierania próbek do badań niepełnych. Badaniom niepełnym należy poddać wszystkie czujniki.

5.3. Warunki badań

5.3.1. Warunki odniesienia

- temperatura otaczającego powietrza i czynnika przekazującego ciśnienie: $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ lub $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$,

- wilgotność względna: od 45 do 75%,
- ciśnienie odniesienia: ciśnienie otoczenia na zewnątrz obudowy czujnika na poziomie odniesienia w miejscu i chwili pomiaru,
- czynnik przekazujący ciśnienie: powietrze lub gaz obojętny dla czujników, których granica zakresu pomiarowego nie przekracza 250 kPa, nieagresywna ciecz o gęstości $0,8 + 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ dla pozostałych czujników,
- czystość czynnika przekazującego ciśnienia: brak zanieczyszczeń i właściwości agresywnych,
- nasłonecznienie nie powinno występować,
- ciśnienie powinno być zwiększane lub zmniejszane w sposób płynny, z szybkością nie przekraczającą 5% granicy zakresu pomiarowego w ciągu 1 s,
- nominalna pozycja pracy: pionowa; NP-90 wg PN-80/M-42020 z dopuszczalnym odchyleniem $\pm 1^\circ$,
- napięcie zasilania - wg p. 3.2.6,
- wibracje i udary mechaniczne nie powinny występować,
- pola magnetyczne: dopuszczalne tylko ziemskie,
- zakłócenia radioelektryczne nie powinny występować,
- zmiana temperatury podczas sprawdzania błędów podstawowych i strefy histerezy nie powinna przekraczać 1°C , nie przekraczając zakresów wyżej podanych temperatur,
- korekty zera można dokonywać tylko przed badaniami, których wyniki nie są ze sobą bezpośrednio porównywane,
- czas nagrzewania po włączeniu zasilania: 0,5 h,

5.3.2. Inne warunki badań - wg opisów podanych w poszczególnych sprawdzaniach, przy czym błędy dodatkowe należy sprawdzać tylko dla jednej wielkości wpływowej, przy zachowaniu pozostałych wielkości wpływowych równych wartościom wymienionym w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

5.3.3. Przyrządy kontrolne - powinny mieć błędy bezwzględne co najmniej 3-krotnie mniejsze od dopuszczalnego błędu bezwzględnego badanego czujnika.

5.4. Opis badań

5.4.1. Sprawdzenie zacisków i złącz elektrycznych

Należy sprawdzić, czy zaciski do mocowania przewodów są oznakowane zgodnie z dokumentacją oraz czy podczas mocowania przewodów zaciski nie ulegają przemieszczeniu.

Wynik~~z~~ sprawdzenia należy uznać za dodatni~~x~~, jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.2.3.

5.4.2. Sprawdzenie rezystancji izolacji należy wykonać napięciem stałym równym co najmniej 500 V, lecz nie większym od napięcia próbierczego izolacji, przy odłączonym zasilaniu. Pomiar należy wykonać między wszystkimi zwartymi zaciskami a obudową i metalowymi częściami czujnika.

Wynik pomiaru należy odczytać po 1 min. od chwili doprowadzenia napięcia pomiarowego.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione jest wymaganie wg p. 3.2.4.

5.4.3. Sprawdzenie szczelności. Sprawdzenie szczelności elementu sprężystego oraz zespołu, do którego doprowadzone jest ciśnienie należy dokonać na każdym zespole w czasie procesu wytwórczego czujnika. Zespół ten powinien w czasie 5 min. wytrzymać próbne ciśnienie wg p. 3.2.7.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli na elemencie sprężystym i króćcu oraz ich połączeniach nie stwierdzi się roszczenia żadnej części zespołu.

5.4.4. Sprawdzenie działania nastawnika zera należy wykonać podczas dokonywania sprawdzeń wg 5.4.5 obracając wkrętakiem oś potencjometru oznaczonego „zero”.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.2.8.

5.4.5. Sprawdzenie charakterystyki statycznej i błędów podstawowych należy wykonać w warunkach odniesienia wg 5.3.1. Sprawdzenie należy przeprowadzić metodą pomiarową porównawczą, ustalając wartość ciśnienia wg wskazań ciśnieniomierza kontrolnego i mierząc wartość sygnału wyjściowego.

Sprawdzenie należy wykonać w co najmniej 6 równomiernie rozmieszczonych punktach zakresu zmian sygnału wyjściowego, przy czym dwa z tych punktów powinny dotyczyć dolnej i górnej granicy zakresu zmian sygnału wyjściowego.

W czujnikach manowakuometrycznych należy również sprawdzić w punkcie odpowiadającym ciśnieniu atmosferycznemu /zero ciśnienia/. Czujniki wakuometryczne i manowakuometryczne o deklarowanej dolnej granicy zakresu pomiarowego równej minus 100 kPa /0,1 MPa/ należy sprawdzać przy wartości minus 90 kPa /0,09 MPa/.

Podczas sprawdzania czujnika po osiągnięciu górnej /dla czujników manometrycznych i manowakuometrycznych/ lub dolnej /dla czujników wakuometrycznych/ granicy zakresu pomiarowego, czujnik należy przeciążyć ciśnieniem wg tabl. 4 i przetrzymać pod tym ciśnieniem przez 5 min a następnie dokonać sprawdzeń w tych samych punktach przy ciśnieniu malejącym lub wzrastającym w zależności od rodzaju czujnika.

W czujnikach manowakuometrycznych, część nadciśnieniową należy sprawdzać przed częścią podciśnieniową.

Błąd podstawowy oblicza się ze wzoru

$$\delta = \frac{I_p - I_t}{I_z} \cdot 100\%$$

gdzie

- I_p - pomierzona wartość sygnału wyjściowego w danym punkcie charakterystyki statycznej,
- I_t - teoretyczna /żądana/ wartość sygnału wyjściowego w danym punkcie charakterystyki statycznej,
- I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg p. 3.1.2, 3.1.6, 3.1.7 i 3.1.10.

5.4.6. Sprawdzenie strefy histerezy. Strefę histerezy wyznacza się z wyników badań błędu podstawowego wg 5.4.5 jako różnicę wartości sygnałów wyjściowych odpowiadających tej samej wartości ciśnienia uzyskanych przy ciśnieniu malejącym i ciśnieniu wzrastającym - dla nadciśnienia oraz przy ciśnieniu wzrastającym i malejącym - dla podciśnienia. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.1.4.

5.4.7. Sprawdzenie poboru mocy należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1, mierząc wartość napięcia i prądu w obwodzie zasilania po doprowadzeniu do czujnika ciśnienia odpowiadającego ok. 100% wartości sygnału wyjściowego /dla czujników w wersji R należy doprowadzić ciśnienie równe górnej granicy zakresu pomiarowego/. Pobór mocy oblicza się jako iloczyn napięcia U i prądu I zasilania. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.2.9.

5.4.8. Sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą rezystancji obciążenia należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1, mierząc wartość sygnału wyjściowego przy wartościach równych 10%; 50% i 100% zakresu pomiarowego czujnika i przy rezystancji obciążenia wynoszącej 10 Ω ; 125 Ω i 250 Ω .

Błędy dodatkowe należy obliczyć z wzorów:

$$\delta_R = \frac{I_{10} - I_{125}}{I_z} \cdot 100\%; \quad \delta_R = \frac{I_{10} - I_{250}}{I_z} \cdot 100\%$$

$\left. \begin{array}{l} I_{10} \\ I_{125} \\ I_{250} \end{array} \right\}$ - odczytane wartości sygnału wyjściowego przy rezystancji obciążenia wynoszącej odpowiednio 10, 125 i 250 Ω ,

I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego, równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli błędy dodatkowe obliczone z obydwu wzorów spełniają wymagania wg 3.1.9.

5.4.9. Sprawdzenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą pozycji pracy należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1, mierząc wartość sygnału wyjściowego przy wartościach równych 10%, 50% i 100% zakresu pomiarowego czujnika w następujących pozycjach:

- pozycja pionowa /króciec do dołu/ z odchyłkami $\pm 1^\circ$
- po przechyleniu kolejno w przód, tył, w lewo i w prawo o kąt 5° .

Błąd dodatkowy należy obliczyć ze wzoru:

$$\sigma_p = \frac{I_i - I_o}{I_z} \cdot 100\%$$

gdzie

- I_i - wartość sygnału wyjściowego w poszczególnych pozycjach po przechyleniu,
- I_o - wartość sygnału wyjściowego w pozycji pionowej,
- I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.1.9.

5.4.10. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na suche gorąco - wg PN-73/E-04550 Arkusz 02, rodzaj próby **Bb**, z tym, że:

- a/ kondycjonowanie wstępne:
 - warunki atmosferyczne wg 5.3.1
 - czas kondycjonowania co najmniej 3 h,
- b/ sprawdzenie wstępne wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1,
- c/ kondycjonowanie w próbie odporności:
 - temperatura powinna wynosić kolejno: 30°C , 40°C i 55°C ,
 - czas kondycjonowania po 3 h w każdej z w/w temperatur,
- d/ sprawdzenia w próbie odporności.

W każdej z w/w temperatur należy dokonać sprawdzeń wg 5.4.5 w warunkach odniesienia z wyjątkiem temperatury odniesienia. Przed sprawdzeniem należy w ostatniej godzinie przetrzymywania w danej temperaturze włączyć zasilanie i obciążyć czujnik ciśnieniem odpowiadającym ok. 90% wartości sygnału wyjściowego,

e/ kondycjonowanie w próbie wytrzymałości.

- Po przeprowadzeniu sprawdzeń w temperaturze 55°C w próbie odporności, czujnik należy wyłączyć i pozostawić w tej temperaturze tak długo aby łączny czas kondycjonowania wynosił 8 h,

f/ regenerowanie :

- warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
- czas regenerowania co najmniej 3 h,

g/ sprawdzenia końcowe wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Z wyników sprawdzeń uzyskanych w próbie odporności należy obliczyć błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia od temperatury odniesienia ze wzoru

$$\delta_t = \frac{I_j - I_w}{I_z} \cdot 100\%$$

I_j - wartości sygnału wyjściowego w poszczególnych temperaturach,

I_w - wartości sygnału wyjściowego uzyskane w sprawdzeniu wstępnym,

I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli w próbie odporności spełnione jest wymaganie wg 3.1.9 a po próbie wytrzymałości wymaganie wg 3.3.5.

5.4.11. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na zimno - wg PN-73/E-04550 Arkusz 01, rodzaj próby Ab z tym, że:

a/ kondycjonowanie wstępne:

- warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
- czas kondycjonowania co najmniej 3 h,

b/ sprawdzenie wstępne wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Jeżeli sprawdzenie odporności na zimno będzie przeprowadzane bezpośrednio po sprawdzeniu wg 5.4.10 w tej samej komorze /bez przenoszenia czujnika/ to wyniki sprawdzeń końcowych

wg 5.4.10.g/ można przyjąć jako sprawdzenie wstępne wymienione w 5.4.11.b/,

c/ kondycjonowanie w próbie odporności:

- temperatura powinna wynosić kolejno: 5°C i -10°C ,
- czas kondycjonowania po 3 h w każdej z w/w temperatur,

d/ sprawdzenia w próbie odporności wg opisu podanego w 5.4.10.d/,

e/ kondycjonowanie w próbie wytrzymałości:

- po przeprowadzeniu sprawdzeń w temperaturze -10°C , temperaturę w komorze obniżyć do wartości -25°C ,
- czas kondycjonowania 8 h,

f/ regenerowanie:

- warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
- czas regenerowania co najmniej 3 h,

g/ sprawdzenia końcowe wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Wyznaczenie błędu dodatkowego wywołanego zmianą temperatury otoczenia od temperatury odniesienia należy dokonać wg opisu podanego w 5.4.10.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli w próbie odporności spełnione jest wymaganie wg 3.1.9 a po próbie wytrzymałości wymagania wg 3.3.6.

5.4.12. Sprawdzenie odporności na oddziaływanie zewnętrznych pól magnetycznych stałych i zmiennych o częstotliwości sieciowej należy przeprowadzić umieszczając czujnik w środku cewki wytwarzającej pole magnetyczne. Średnica cewki powinna być co najmniej 2-krotnie większa od największego wymiaru sprawdzanego czujnika. Doprowadzić do cewki odpowiednią wartość prądu, przy której natężenie pola magnetycznego zarówno zmiennego jak i stałego wynosi 400 A/m z dokładnością 3%. Pomiar wpływu zewnętrznego pola magnetycznego należy wykonać oddzielnie dla pola stałego i oddzielnie dla pola zmiennego; w obu przypadkach dla trzech wartości sygnału wyjściowego 10%, 50% i 100%.

Z uzyskanych wyników należy obliczyć błąd dodatkowy ze wzorów

$$\delta_{mz} = \frac{I_{mz} - I_w}{I_z} \cdot 100\% ; \quad \delta_{ms} = \frac{I_{ms} - I_w}{I_z} \cdot 100\%$$

- I_{mz} - wartości sygnału wyjściowego zmierzone podczas działania pola magnetycznego zmiennego,
- I_{ms} - wartości sygnału wyjściowego zmierzone podczas działania pola magnetycznego stałego,
- I_w - wartości sygnału wyjściowego zmierzone po doprowadzeniu ciśnienia odpowiadającego 10%, 50% i 100% wartości sygnału wyjściowego przy działaniu pola magnetycznego ziemskiego,
- I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego, równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione jest wymaganie wg 3.1.9.

5.4.13. Sprawdzenie odporności na wibracje sinusoidalne - wg PN-73/E-04550 Arkusz 06, rodzaj próby F_{cA} z tym, że:

- a/ kondycjonowanie wstępne:
 - warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
 - czas kondycjonowania co najmniej 3 h,
- b/ sprawdzenia wstępne wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1,
- c/ kondycjonowanie w próbie odporności:
 - częstotliwości i amplitudy przemieszczeń odpowiednie dla lokalizacji wg 3.3.8,
- d/ sprawdzenia w próbie odporności - czujnik w warunkach odniesienia wg 5.3.1 z wyjątkiem wibracji należy obciążyć ciśnieniem odpowiadającym 10% wartości sygnału wyjściowego. Utrzymując stałą wartość ciśnienia należy czujnik poddać wibracjom o stałej odpowiedniej dla lokalizacji amplitudzie, zmieniając częstotliwość co 5 Hz dla przedziału częstotliwości 5 + 35 Hz i co 10 Hz dla ~~przedziału~~ ^{5 + 65 Hz i 10 + 5 Hz} przedziałów od najmniejszej do największej i odwrotnie. Po każdej zmianie częstotliwości co 5 lub co 10 Hz należy zmierzyć wartość sygnału wyjściowego.

Sprawdzenie należy powtórzyć po doprowadzeniu do czujnika ciśnienia ^{odpowiadającego} 50% i 100% wartości sygnału wyjściowego.

Podczas wszystkich badań przy zmianach częstotliwości należy obserwować czy nie wystąpią efekty wibracyjne charakteryzujące się znacznymi zmianami sygnału wyjściowego, przekraczającymi graniczne dopuszczalne wartości błędu dodatkowego. Z uzyskanych wyników należy obliczyć błąd dodatkowy wg wzoru

$$\sigma_w = \frac{I_d - I_w}{I_z} \cdot 100\%$$

gdzie:

- I_d - wartość sygnału wyjściowego zmierzona podczas działania wibracji,
- I_w - wartość sygnału wyjściowego zmierzona bezpośrednio przed działaniem wibracji,
- I_z - maksymalna wartość sygnału wyjściowego równa 20 mA.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.3.8.

5.4.14. Sprawdzenie stałości parametrów należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Sprawdzenia wg 5.4.5 przeprowadzić w następującej kolejności:

- przed próbą,
- po 25 h; w tym czasie czujnik powinien być zasilany napięciem bez obciążenia ciśnieniem,
- po następnych 25 h; w tym czasie czujnik powinien być zasilany napięciem i obciążony ciśnieniem odpowiadającym ok. 50% wartości sygnału wyjściowego,
- po następnych 25 h; w tym czasie czujnik powinien być zasilany napięciem i obciążony ciśnieniem odpowiadającym ok. 90% wartości sygnału wyjściowego,
- po następnych 25 h; w tym czasie czujnik powinien być zasilany napięciem bez obciążenia ciśnieniem.

Korekcję zera dopuszcza się przeprowadzać tylko przed próbą. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.2.11.

5.4.15. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na wilgotne goraco stałe - wg PN-73/E-04550 Arkusz 03, rodzaj próby Ca z tym, że:

a/ kondycjonowanie wstępne:

- warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
- czas kondycjonowania co najmniej 3 h,

b/ sprawdzenie wstępne wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1,

c/ kondycjonowanie w próbie odporności i wytrzymałości:

- temperatura i wilgotność względna otaczającego powietrza wg 3.3.8,
- czas kondycjonowania 4 d,

d/ sprawdzenia w próbie odporności wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1 z wyjątkiem temperatury odniesienia i wilgotności względnej otaczającego powietrza. Sprawdzenia należy przeprowadzić podczas ostatniej godziny każdej doby narażenia,

e/ regenerowanie:

- warunki atmosferyczne wg 5.3.1,
- czas regenerowania co najmniej 3 h,

f/ sprawdzenia końcowe w kolejności: wg 5.4.2, wytrzymałość elektryczna izolacji wg PN-76/T-06500.05 oraz wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Z wyników uzyskanych w próbie odporności należy wyznaczyć błąd dodatkowy wywołany zmianą temperatury otoczenia od temperatury odniesienia wg opisu podanego w 5.4.10.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli w próbie odporności spełnione jest wymaganie wg 3.1.9 a po próbie wytrzymałości wymagania wg 3.3.7.

5.4.16. Sprawdzenie wytrzymałości na przeciążenie należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1 poddając czujnik działaniu stałego ciśnienia o wartościach wg 3.3.11 w czasie 15 min.

Następnie sprowadzić ciśnienie do zera i po upływie 1 h wykonać sprawdzenie wg 5.4.5.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.1.2 i 3.1.4.

5.4.17. Sprawdzenie wytrzymałości na cykliczne zmiany ciśnienia należy przeprowadzić w warunkach odniesienia wg 5.3.1 z wyjątkiem szybkości zmian ciśnienia w próbie. Czujnik należy poddać cyklicznym zmianom ciśnienia wg 3.3.12, a po upływie 1 h po zakończeniu próby wykonać sprawdzenie wg 5.4.5.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.1.2 i 3.1.4.

5.4.18. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne
- wg PN-73/E-04550 Arkusz 06, rodzaj próby Fc_{B4} z tym, że:
- czujnik w opakowaniu transportowym,
- parametry wibracji wg 3.3.9,
- łączny czas poddawania wibracjom 1,5 h.

Po próbie należy dokonać oględzin i przeprowadzić sprawdzenie wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.3.9.

5.4.19. Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne - wg PN-73/E-04550 Arkusz 05, rodzaj próby Eb z tym, że:
- czujnik w opakowaniu transportowym,
- parametry udarów wg PN-80/M-42020.

Po próbie należy dokonać oględzin i przeprowadzić sprawdzenie wg 5.4.5 w warunkach odniesienia.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania wg 3.3.10.

5.4.20. Sprawdzenie stopnia ochrony obudowy - wg PN-79/E-08106.

Po próbie należy dokonać oględzin i przeprowadzić sprawdzenie wg 5.4.5 w warunkach odniesienia wg 5.3.1.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli drut nie wchodzi do wnętrza obudowy oraz jeżeli woda nie dostanie się do wnętrza lub ilość wody, która dostała się do wnętrza

obudowy nie będzie miała wpływu na spełnienie wymagań wg 3.1.2 i 3.1.4.

5.5. Ocena wyników badań

Badany, czujnik należy uznać za dobry, jeżeli przejdzie wszystkie badania pełne wg 5.1 lub odpowiednio niepełne wg 5.1 z wynikiem dodatnim.

K O N I E C

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca projekt normy - Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie.

2. Normy związane

- PN-72/E-01050 Ochrona środowiska wyrobów elektrotechnicznych.
Nazwy i określenia
- PN-73/E-04550.00 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Postanowienia ogólne
- PN-73/E-04550.01 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Próba A - zimno
- PN-73/E-04550.02 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Próba B - suche gorąco
- PN-73/E-04550.03 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Próba Ca - wilgotne gorąco stałe
- PN-73/E-04550.05 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Próba E - udary
- PN-73/E-04550.06 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.
Próba Fc - wibracje sinusoidalne
- PN-79/E-08106 Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie ochrony. Podział. Wymagania i badania
- PN-78/M-42000 Automatyka i przyrządy pomiarowe przemysłowe.
Nazwy i określenia
- PN-80/M-42006 Automatyka przemysłowa. Elektryczne sygnały analogowe ciągłe w układach regulacji i sterowania.
Wymagania podstawowe
- PN-81/M-42009 Automatyka i pomiary przemysłowe. Pakowanie, przechowywanie i transport urządzeń. Ogólne wymagania
- PN-80/M-42020 Automatyka i pomiary przemysłowe. Urządzenia.
.Ogólne wymagania i badania
- PN-77/M-42057 KSAP POLMATIK. Przetworniki pomiarowe analogowe wielkości nieelektrycznych. Ogólne wymagania i badania
- PN-77/M-42312 KSAP POLMATIK. Przyrządy do pomiaru ciśnienia.
Nazwy i określenia
- PN-69/M-53525 Ciśnieniomierze wskazówkowe zwykłe z elementami sprężystymi. Główne wymiary
- PN-71/N-02050 Metrologia. Nazwy i określenia

PN-76/T-06500.05 Elektroniczne przyrządy pomiarowe. Wymagania
i badania bezpieczeństwa obsługi

3. Autorzy projektu normy - mgr inż. Leszek Guzy,
mgr inż. Andrzej Karbowniczek, mgr inż. Halina Kiedrzynek.

CZUJNIK CIŚNIENIA

ZAKRES POMIAROWY 0 ÷ 4 MPa

Tablica 1

Ciśnienie wzrost. w MPa	Błędy podstawowe δ w %																																				
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII		
0	0,00	0,00	0,11	0,20	0,27	0,36	0,40	0,00	0,00	0,29	0,34	0,04	0,01	0,20	0,00	0,15	0,03	0,20	0,00	0,15	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,02	0,20	0,02	0,15	0,02	0,05	0,04	0,18	0,16
0,2	-0,04	-0,02	0,12	0,23	0,30	0,38	0,24	0,09	0,34	0,32	0,15	-0,04	-0,04	-0,10	0,30	0,17	-0,04	-0,19	0,20	0,17	0,15	-0,01	0,16	0,03	0,15	0,05	0,16	0,07	-0,04	-0,10	0,02	-0,05	0,13	0,14	0,13	0,18	
0,4	-0,04	-0,02	0,12	0,16	0,07	0,10	0,24	0,20	0,11	0,33	0,21	-0,12	-0,01	-0,21	0,38	0,28	-0,04	-0,21	0,38	0,28	0,24	-0,12	0,25	0,10	0,23	0,11	0,24	0,10	0,02	-0,07	0,02	-0,04	0,10	0,11	0,22	0,22	
0,6	-0,04	-0,02	0,17	0,24	0,12	0,14	0,11	0,28	0,12	0,11	0,24	-0,16	-0,02	-0,22	0,48	0,40	-0,02	-0,22	0,48	0,40	0,24	-0,16	0,24	0,12	0,23	0,12	0,25	0,11	0,07	-0,02	0,05	-0,02	0,22	0,12	0,21	0,24	
0,8	-0,11	-0,05	0,13	0,21	0,12	0,15	0,33	0,31	0,39	0,35	0,24	-0,16	-0,10	-0,29	0,48	0,42	-0,10	-0,29	0,48	0,42	0,24	-0,16	0,20	0,11	0,24	0,10	0,22	0,12	0,02	-0,04	0,04	-0,03	0,13	0,08	0,23	0,24	
1,0	-0,11	-0,11	0,17	0,20	0,08	0,12	0,33	0,30	0,29	0,22	0,13	-0,17	-0,24	-0,35	0,42	0,41	-0,24	-0,35	0,42	0,41	0,13	-0,11	0,06	-0,04	0,10	0,12	0,03	-0,10	-0,08	-0,10	-0,07	0,04	-0,04	0,14	0,16		

Tablica 2

Ciśnienie wzrost. w MPa	Średnia histeryzy δ_H w %																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
0	-0,07	0,03	-0,07	0,00	0,04	0,08	-0,20	-0,12	-0,20	-0,12	0,00	-0,05	-0,03	-0,03	-0,13	-0,13	-0,05	-0,02
0,2	-0,01	0,04	-0,02	-0,15	0,01	-0,15	-0,15	-0,13	-0,15	-0,13	-0,16	-0,03	-0,10	-0,03	-0,03	-0,07	-0,05	0,00
0,4	0,02	0,04	0,03	-0,15	-0,05	-0,33	-0,20	-0,10	-0,20	-0,10	0,33	-0,15	-0,12	-0,14	-0,03	-0,06	-0,07	0,00
0,6	0,02	0,04	0,02	-0,13	-0,04	-0,10	-0,20	-0,03	-0,20	-0,03	0,40	-0,12	-0,11	-0,14	-0,01	-0,07	-0,10	-0,03
0,8	0,00	0,03	0,03	-0,07	-0,07	-0,33	-0,19	-0,06	-0,13	-0,06	-0,37	-0,07	-0,11	-0,10	-0,06	-0,07	-0,05	-0,02
1,0	0,00	0,02	0,04	-0,03	-0,02	-0,14	-0,04	0,04	-0,14	-0,04	-0,24	-0,07	-0,05	-0,00	0,02	0,03	-0,05	0,02

Ciśnienie wzrost. w MPa	Współczynnik niepewności wzrost. ciśnienia	
	δ	δ_H
0	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,6\%$
0,2	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,6\%$
0,4	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
0,6	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
0,8	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
1,0	$\pm 0,32\%$	$\pm 0,48\%$

Tablica 3

Wzrost ciśnienia (zakres pomiarowy)	$\pm 0,04\%$
Stożek niezgodności	+
Wzrost mocy	0,37W
Wzrost izolacji	+
Wydajność elektr. izolacji	+

Tablica 4

Ciśnienie wzrost. w MPa	Błędy dodatkowe wywołane																	
	Zakres pomiarowy w %/5°						Zmiana temperatury otoczenia w %/10°C											
MPa	δ_{11}	δ_{12}	δ_{13}	δ_{14}	δ_{15}	δ_{21}	δ_{22}	δ_{23}	δ_{24}	δ_{25}	δ_{26}	δ_{27}	δ_{28}	δ_{29}	δ_{31}	δ_{32}	δ_{33}	δ_{34}
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
0,2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,4	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tablica 5

Ciśnienie wzrost. w MPa	Błędy dodatkowe w % w pomiarze									
	zakres pomiarowy		zakres pomiarowy		zakres pomiarowy		zakres pomiarowy		zakres pomiarowy	
MPa	δ_{11}	δ_{12}	δ_{13}	δ_{14}	δ_{15}	δ_{16}	δ_{17}	δ_{18}	δ_{19}	δ_{20}
0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1,0	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

4/4

tablica 6

Błędy podstawowe δ w %

Ciśnienie wzorc. w MPa	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII	
	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
0	0,04	0,06	0,12	0,18	0,23	0,22	0,19	0,33	0,12	0,14	0,33	0,32	0,26	0,19	0,29	0,21	0,26	0,19			0,33	0,32	0,48	0,39	0,38	0,33	0,43	0,38	0,12	0,14	0,14	0,15	0,14	0,04	0,16	0,24
0,2	-0,02	0,00	0,03	0,03	0,13	0,11	0,42	0,46	0,05	0,03	0,34	0,33	0,01	-0,01	0,04	-0,01	0,01	-0,01			0,34	0,38	0,52	0,47	0,49	0,43	0,50	0,48	-0,10	-0,08	-0,07	-0,04	0,24	0,21	0,09	0,18
0,4	-0,02	-0,02	0,04	-0,01	0,14	0,14	0,47	0,44	0,16	0,10	0,33	0,33	-0,01	-0,03	0,02	-0,03	-0,01	-0,03			0,33	0,33	0,55	0,43	0,52	0,48	0,51	0,49	-0,10	-0,14	-0,10	-0,12	0,27	0,20	0,08	0,15
0,6	0,01	0,02	-0,01	-0,02	0,16	0,18	0,54	0,48	0,14	0,12	0,33	0,30	0,02	-0,06	-0,04	-0,08	0,02	-0,06			0,33	0,30	0,52	0,42	0,50	0,44	0,43	0,44	-0,12	-0,18	-0,12	-0,15	0,36	0,24	0,14	0,02
0,8	-0,02	0,02	-0,08	-0,06	0,12	0,16	0,56	0,49	0,14	0,12	0,26	0,24	-0,02	-0,13	-0,11	-0,12	-0,02	-0,13			0,26	0,24	0,47	0,36	0,47	0,40	0,48	0,44	-0,19	-0,23	-0,17	-0,21	0,36	0,24	0,11	-0,02
1,0	-0,07	-0,03	-0,12	-0,12	0,06	0,12	0,52	0,48	0,09	0,08	0,15	0,14	-0,12	-0,20	-0,13	-0,18	-0,12	-0,20			0,15	0,14	0,37	0,26	0,37	0,30	0,35	0,23	-0,10	-0,16	-0,12	-0,16	0,34	0,25	0,08	0,06

Tablica 7

Strefa histerezy δ_H w %

Ciśnienie wzorc. w MPa	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
	0	0,02	0,06	-0,01	0,04	0,02	-0,01	-0,07	-0,08	-0,07		-0,01	-0,09	-0,05	-0,08	0,02	0,01	-0,10
0,2	0,02	-0,06	-0,02	0,04	-0,02	0,04	-0,02	-0,05	-0,02		0,04	-0,05	-0,06	-0,02	0,02	0,03	-0,03	0,09
0,4	0,00	-0,05	0,00	-0,03	-0,06	0,00	-0,02	-0,04	-0,02		0,00	-0,08	-0,04	-0,02	-0,04	-0,02	-0,07	0,07
0,6	0,01	-0,01	0,02	0,06	-0,02	-0,03	-0,08	-0,04	-0,08		-0,03	-0,10	-0,05	-0,02	-0,06	-0,03	-0,12	-0,12
0,8	0,04	0,02	0,04	-0,07	-0,02	-0,02	-0,11	-0,04	-0,11		-0,02	-0,11	-0,07	-0,04	-0,04	-0,04	-0,12	-0,13
1,0	0,04	0,00	0,06	-0,06	-0,01	-0,01	-0,08	-0,05	-0,08		-0,01	-0,11	-0,07	-0,06	-0,06	-0,04	-0,09	-0,02

Oznaczenie błędów	Dopuszczalne wartości błędów dla klasy	
	0,4	0,6
δ	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,6\%$
δ_H	0,4%	0,6%
δ_p	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
δ_t	$\pm 0,32\%/10^\circ C$	$\pm 0,48\%/10^\circ C$
δ_p δ_m δ_w	$\pm 0,32\%$	$\pm 0,48\%$

Tablica 8

Rzędna niejednoznaczności (wariacja)	0,00%
Strefa nieczułości	+
Pobór mocy	0,35 W
Rezystancja izolacji	+
Wytrzymałość elektr. izolacji	+

Tablica 9

Błędy dodatkowe wywołane

Ciśnienie wzorc. w MPa	zmianą pozycji pracy w %/5°								zmianą temperatury otoczenia w %/10°C											
	δ_{p1}		δ_{p2}		δ_{p3}		δ_{p4}		δ_{t1}			δ_{t2}			δ_{t3}			δ_{t4}		
	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
0	0,00	-0,06	-0,02	-0,09	0,00	-0,01	-0,01	-0,05	0,07	0,10	0,01	0,01	-0,06	-0,04	0,01	0,06	0,04	0,04		
0,2	-0,15	-0,04	-0,08	-0,04	-0,13	-0,02	-0,14	-0,04	0,06	0,09	0,05	0,04	-0,01	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,03		
0,4	-0,09	-0,05	-0,04	-0,04	-0,07	0,01	-0,08	-0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	-0,01	0,00	0,10	0,03	0,11	0,03		
0,6	-0,01	-0,04	-0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,01	0,01	0,08	0,07	0,12	0,12		
0,8	0,02	-0,07	0,00	0,00	0,02	-0,08	0,01	-0,08	0,01	0,04	0,06	0,07	0,02	0,01	0,10	0,03	0,16	0,16		
1,0	-0,04	-0,10	-0,05	0,02	-0,03	-0,08	0,01	-0,08	-0,01	0,05	0,07	0,08	0,03	0,02	0,11	0,07	0,18	0,19		

Tablica 10

Błędy dodatkowe w % wywołane

Ciśnienie wzorc. w MPa	zmianą rezystancji obciążenia		zewnętrznym polem magnetycznym		wibracjami sinusoidalnymi					
	δ_{R1}		δ_{ms}		δ_{w1}	δ_{w2}	δ_{w3}	δ_{w4}	δ_{w5}	
	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
0,1	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,02
0,5	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,06
1,0	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01

Tablica 11

Błędy podstawowe δ w %

Table with 18 columns (I to XVIII) and 6 rows (0 to 25 MPa) showing basic errors in percentage.

Tablica 12

Table titled 'Strefa histerezy δ_H w %' with 18 columns (I to XVIII) and 6 rows (0 to 25 MPa) showing hysteresis error in percentage.

Table with 2 columns and 5 rows showing permissible values of errors for different classes.

Tablica 13

Table with 2 columns and 4 rows showing the order of non-uniqueness (variance) for different parameters.

Tablica 14

Table titled 'Błędy dodatkowe wywołane' with two main sections: 'zmiana pozycji pracy' and 'zmiana temperatury otoczenia'. It includes columns δ_{p1} through δ_{p4} and δ_{t1} through δ_{t9} .

Tablica 15

Table titled 'Błędy dodatkowe w % wywołane' with columns for 'zmiana rezystancji obciążenia', 'zewnętrzny pole magnetyczny', and 'wibracjami sinusoidalnymi'.

Tablica 16

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy podstawowe δ w %																																			
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII	
	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow
0	0,15	0,20	0,17	0,23	0,13	0,21	0,19	0,26	0,21	0,28	0,35	0,41	0,18	0,27	0,21	0,32	0,18	0,27	0,75	0,80	0,35	0,41	0,35	0,45	0,34	0,44	0,32	0,39	0,14	0,21	0,15	0,21	0,21	0,26	0,23	0,32
5	-0,01	0,11	0,01	0,14	-0,06	0,06	0,01	0,14	-0,01	0,12	0,16	0,29	-0,04	0,10	-0,02	0,11	-0,04	0,10	0,58	0,68	0,16	0,29	0,16	0,30	0,15	0,28	0,12	0,26	-0,03	0,04	-0,08	0,04	0,03	0,12	0,04	0,23
10	-0,10	0,08	-0,09	0,06	-0,18	-0,03	-0,11	0,08	-0,14	0,01	0,04	0,21	-0,24	-0,06	-0,26	-0,08	-0,24	-0,06	0,46	0,60	0,04	0,21	0,02	0,21	0,01	0,20	-0,01	0,19	-0,22	-0,09	-0,21	-0,08	-0,08	0,04	-0,06	0,16
15	-0,09	0,10	-0,09	0,06	-0,21	-0,05	-0,12	0,07	-0,19	-0,06	0,01	0,17	-0,32	-0,14	-0,31	-0,15	-0,32	-0,14	0,43	0,56	0,01	0,17	0,01	0,16	0,01	0,16	-0,01	0,15	-0,33	-0,18	-0,32	-0,19	-0,14	0,01	-0,08	0,14
20	0,02	0,15	-0,01	0,10	-0,13	-0,04	-0,04	0,10	-0,14	-0,06	0,09	0,20	-0,30	-0,17	-0,32	-0,20	-0,30	-0,17	0,49	0,58	0,09	0,20	0,08	0,18	0,07	0,18	0,06	0,16	-0,35	-0,21	-0,34	-0,20	-0,08	0,02	-0,02	0,16
25	0,21	0,28	0,13	0,23	0,02	0,12	0,11	0,22	-0,10	0,01	0,18	0,28	-0,25	-0,15	-0,27	-0,14	-0,25	-0,15	0,61	0,67	0,18	0,28	0,21	0,26	0,20	0,26	0,19	0,24	-0,22	-0,23	-0,21	-0,20	0,04	0,09	0,08	0,24

Tablica 17

Ciśnienie wzorc. w MPa	Strefa histerezy δ_H w %																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
0	0,04	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,09	0,11	0,09	0,06	0,06	0	0,10	0,07	0,07	0,06	0,05	0,09
5	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14	0,11	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,15	0,19
10	0,16	0,11	0,15	0,19	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,14	0,17	0,19	0,19	0,20	0,13	0,13	0,12	0,22
15	0,19	0,15	0,16	0,19	0,13	0,16	0,18	0,16	0,18	0,14	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,13	0,15	0,22
20	0,13	0,11	0,09	0,14	0,08	0,11	0,13	0,12	0,13	0,09	0,11	0,10	0,11	0,10	0,14	0,14	0,10	0,18
25	0,07	0,10	0,10	0,11	0,09	0,10	0,10	0,13	0,10	0,06	0,10	0,25	0,06	0,05	-0,01	0,01	0,05	0,16

Tablica 18

Oznaczenie błęd:	Dopuszczalne wartości błędów dla klasy	
	0,4	0,6
δ	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,6\%$
δ_H	0,4%	0,6%
δ_p	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
δ_t	$\pm 0,32\%/10^\circ$	$\pm 0,48\%/10^\circ$
δ_R	$\pm 0,32\%$	$\pm 0,48\%$
δ_m		
δ_{IV}		

Rzędna niejednoznaczności (wariacja)	0,005
Strefa nieczułości	+
Pobór mocy	0,37 W
Rezystancja izolacji	+
Wytrzymałość elektr. izolacji	+

Tablica 19

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe wywołane																									
	zmiana pozycji pracy w %/5°								zmiana temperatury otoczenia w %/10°C																	
	δ_{p1}		δ_{p2}		δ_{p3}		δ_{p4}		δ_{t1}		δ_{t2}		δ_{t3}		δ_{t4}		δ_{t5}		δ_{t6}		δ_{t7}		δ_{t8}		δ_{t9}	
	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow	\nearrow	\nwarrow
0	0,06	0,03	0,05	0,02	0,08	0,07	0,06	0,05	0,14	0,17	0,15	0,20	0,14	0,17	0,04	0,12	0,04	0,05	0,20	0,21	0,25	0,27	0,34	0,35	0,32	0,33
5	0,06	0,02	0,07	0,01	-0,02	-0,08	-0,02	-0,08	0,20	0,24	0,20	0,25	0,18	0,22	0,06	0,10	0,04	0,06	0,26	0,26	0,30	0,32	0,39	0,40	0,38	0,38
10	0,06	0,04	0,05	0,03	0,05	-0,01	0,04	-0,01	0,24	0,31	0,24	0,31	0,22	0,27	0,06	0,09	0,05	0,05	0,32	0,32	0,36	0,37	0,45	0,45	0,48	0,48
15	0,06	0,04	0,05	0,02	0,13	0,02	0,11	0,01	0,27	0,34	0,27	0,34	0,26	0,30	0,06	0,08	0,04	0,04	0,47	0,47	0,42	0,42	0,49	0,49	0,48	0,48
20	0,07	0,04	0,06	0,03	0,04	-0,02	0,02	0,03	0,32	0,39	0,32	0,38	0,30	0,34	0,07	0,08	0,04	0,03	0,44	0,44	0,45	0,46	0,53	0,52	0,52	0,52
25	0,07	0,04	0,05	0,02	-0,11	-0,17	0,11	-0,18	0,31	0,31	0,32	0,38	0,34	0,35	0,06	0,07	0,03	0,02	0,44	0,44	0,50	0,51	0,58	0,56	0,57	0,56

Tablica 20

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe w % wywołane											
	zmiana rezystancji obciążenia		zewnętrznym polem magnetycznym		wibracjami sinusoidalnymi							
	δ_{R1}	δ_{R2}	δ_{ms}	δ_{mz}	δ_{v1}	δ_{v2}	δ_{v3}	δ_{v4}	δ_{v5}	δ_{v6}		
2,5	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,01		
12,5	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,04	-0,05		
25	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03		

Tablica 21

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy podstawowe δ w %																																			
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII	
	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow	\searrow
0	0,18	0,20	0,08	0,10	0,16	0,18	0,38	0,40	0,08	0,13	0,35	0,40	0,18	0,26	0,07	0,12	0,18	0,26	0,09	0,15	0,35	0,40	0,35	0,40	0,36	0,40	0,36	0,39	0,21	0,26	0,20	0,25	0,24	0,26	0,22	0,25
10	0,03	0,03	-0,13	-0,04	-0,04	0,01	0,19	0,22	-0,10	0,00	0,22	0,20	0,02	0,05	-0,08	-0,08	0,02	0,05	-0,05	-0,05	0,22	0,20	0,22	0,22	0,21	0,20	0,23	0,22	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,04	0,05	0,05
20	-0,12	-0,09	-0,24	-0,11	-0,18	-0,08	0,06	0,11	-0,21	-0,02	0,08	0,08	-0,12	-0,07	-0,23	-0,20	-0,12	-0,07	-0,20	-0,18	0,08	0,08	0,11	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10	-0,15	-0,15	-0,14	-0,13	0,11	-0,11	-0,10	-0,08
30	-0,20	-0,08	-0,31	-0,15	-0,26	-0,05	-0,02	0,04	-0,26	-0,02	0,02	0,01	-0,18	-0,14	-0,30	-0,25	-0,18	-0,15	-0,28	-0,23	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	-0,23	-0,22	-0,22	-0,21	-0,20	-0,18	-0,18	-0,18
40	-0,17	-0,02	-0,31	-0,14	-0,24	0,02	-0,11	0,04	-0,26	-0,01	-0,03	0,01	-0,23	-0,14	-0,32	-0,24	-0,23	-0,14	-0,28	-0,22	-0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	-0,28	-0,26	-0,27	-0,25	-0,22	-0,21	-0,24	-0,20
50	-0,05	-0,04	-0,20	-0,14	-0,04	0,08	-0,05	0,07	-0,15	0,04	-0,02	0,04	-0,21	-0,11	-0,30	-0,20	-0,21	-0,11	-0,27	-0,18	-0,02	0,04	0,01	0,05	0,02	0,06	0,01	0,05	-0,28	-0,28	-0,28	-0,27	-0,23	-0,20	-0,22	-0,24
60	0,10	0,12	-0,11	-0,08	0,07	0,20	0,02	0,16	-0,04	0,13	0,04	0,14	-0,14	-0,02	-0,22	-0,10	-0,14	-0,02	-0,20	-0,08	0,04	0,14	0,12	0,11	0,13	0,12	0,09	0,11	-0,24	-0,22	-0,25	-0,23	-0,17	-0,15	-0,16	-0,14

Tablica 22

Ciśnienie wzorc. w MPa	Strefa histerezy d_H w %																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
-0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,08	0,05	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03
10	0,00	0,09	0,05	0,03	0,10	-0,02	0,03	0	0,03	0	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,00	0,00
20	0,03	0,13	0,10	0,05	0,19	0,00	0,05	0,03	0,05	0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
30	0,12	0,16	0,21	0,06	0,24	-0,01	0,06	0,05	0,07	0,05	-0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00
40	0,15	0,17	0,26	0,15	0,25	0,04	0,09	0,08	0,09	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04
50	0,09	0,06	0,12	0,12	0,19	0,06	0,10	0,10	0,10	0,09	0,06	0,04	0,04	0,04	0,00	0,01	0,03	0,02
60	0,02	0,03	0,13	0,14	0,17	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	-0,01	-0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Oznaczenie błędu	Dopuszczalne wartości błędów dla klasy	
	0,4	0,5
δ	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,5\%$
d_H	0,4%	0,5%
d_p	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
d_t	$\pm 0,32\%/10^\circ\text{C}$	$\pm 0,48\%/10^\circ\text{C}$
d_R	$\pm 0,32\%$	$\pm 0,48\%$
d_m		
d_w		

Tablica 23

Rzędna niejednoznaczności (wariancja)	-0,02%
Strefa nieczułości	+
Pobór mocy	0,38W
Rezystancja izolacji	+
Wytrzymałość elektr. izolacji	+

Tablica 24

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe wywołane																									
	zmianą pozycji pracy w %/5°				zmianą temperatury otoczenia w %/10°C																					
	d_{p1}	d_{p2}	d_{p3}	d_{p4}	d_{t1}	d_{t2}	d_{t3}	d_{t4}	d_{t5}	d_{t6}	d_{t7}	d_{t8}	d_{t9}	d_{t10}	d_{t11}	d_{t12}	d_{t13}	d_{t14}								
0	0,08	0,12	-0,01	0,02	0,00	-0,01	0,00	0,03	0,02	0,04	0,01	-0,03	-0,05	-0,05	-0,32	-0,32	-0,27	-0,29	-0,07	-0,11	-0,07	-0,11	-0,08	-0,11	-0,08	-0,11
10	0,23	0,09	0,04	0,01	0,01	-0,02	0,03	0,01	0,01	0,04	0,01	-0,03	-0,08	-0,10	-0,31	-0,30	-0,24	-0,23	-0,12	-0,16	-0,14	-0,16	-0,13	-0,15	-0,15	-0,18
20	0,30	0,08	0,02	0,03	0,01	-0,02	0,01	-0,01	0,00	0,01	-0,01	-0,01	-0,08	-0,10	-0,30	-0,21	-0,25	-0,20	-0,12	-0,15	-0,14	-0,15	-0,13	-0,16	-0,16	-0,18
30	0,32	0,10	0,04	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,03	0,04	0,15	-0,05	-0,07	-0,12	-0,31	-0,19	-0,26	-0,19	-0,13	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,18	-0,16	-0,18
40	0,32	0,12	0,10	0,04	0,06	-0,01	0,08	0,01	0,06	-0,14	0,02	-0,09	-0,08	-0,14	-0,30	-0,19	-0,27	-0,20	-0,13	-0,16	-0,15	-0,17	-0,15	-0,18	-0,16	-0,19
50	0,29	0,20	0,03	0,06	0,02	0,00	0,06	0,00	-0,08	-0,19	0,07	-0,11	-0,13	-0,15	-0,25	-0,20	-0,28	-0,22	-0,14	-0,17	-0,16	-0,17	-0,16	-0,18	-0,17	-0,19
60	0,27	0,21	0,04	0,11	0,02	0,00	0,02	-0,01	-0,14	-0,27	0,10	-0,14	-0,13	-0,18	-0,25	-0,23	-0,29	-0,25	-0,16	-0,17	-0,18	-0,17	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19

Tablica 25

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe w % wywołane								
	zmianą rezystancji obciążenia		zewnątrznym polem magnetycznym		wibracjami sinusoidalnymi				
	d_{r1}	d_{r2}	d_{ms}	d_{mz}	d_{v1}	d_{v2}	d_{v3}	d_{v4}	d_{v5}
6	-0,01	-0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02

Tablica 31

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy podstawowe δ w %																																			
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII	
0	0,13	0,13	0,17	0,21	0,14	0,15	0,28	0,35	0,19	0,25	0,35	0,40	0,14	0,24	0,18	0,30	0,14	0,24	0,18	0,30	0,35	0,40	0,32	0,37	0,33	0,36	0,32	0,37	0,10	0,16	0,08	0,15	0,26	0,28	0,32	0,34
10	-0,02	-0,03	0,02	0,01	-0,03	-0,02	0,12	0,16	0,02	0,05	0,20	0,18	0,04	0,04	0,07	0,02	0,04	0,04	0,07	0,02	0,20	0,18	0,19	0,15	0,20	0,14	0,19	0,15	-0,03	0,02	-0,05	0,01	0,12	0,11	0,20	0,20
20	-0,12	-0,11	-0,08	-0,06	-0,12	-0,10	0,01	0,06	-0,08	-0,06	0,10	0,09	-0,05	-0,04	-0,01	-0,04	-0,05	-0,04	-0,01	-0,04	0,10	0,09	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	-0,13	-0,07	-0,14	-0,05	0,02	0,05	0,12	0,12
30	-0,13	-0,12	-0,10	-0,08	-0,15	-0,12	-0,02	0,02	-0,11	-0,08	0,07	0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	0,07	0,06	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	-0,15	-0,08	0,16	-0,06	0,01	0,03	0,10	0,12
40	-0,10	-0,05	-0,06	-0,02	-0,12	-0,09	0,00	0,06	-0,09	-0,09	0,08	0,08	-0,04	-0,04	-0,04	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04	-0,05	0,08	0,08	0,06	0,09	0,07	0,08	0,06	0,10	-0,12	-0,05	-0,11	-0,06	0,04	0,11	0,17	0,16
50	-0,01	-0,04	0,01	0,08	-0,02	0,00	0,08	0,16	-0,01	-0,01	0,16	0,16	0,04	0,06	0,04	0,10	0,04	0,06	0,04	0,10	0,16	0,16	0,15	0,18	0,16	0,17	0,15	0,19	-0,04	0,04	-0,02	0,02	0,12	0,22	0,26	0,26
60	0,12	0,20	0,13	0,25	0,11	0,12	0,21	0,28	0,11	0,16	0,28	0,28	0,17	0,20	0,20	0,25	0,17	0,20	0,20	0,25	0,28	0,28	0,27	0,38	0,27	0,37	0,27	0,38	0,08	0,16	0,07	0,16	0,27	0,39	0,40	0,39

Tablica 32

Ciśnienie wzorc. w MPa	Strefa histerezy δ_H w %																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
0	0,01	0,04	0,01	0,07	0,06	0,05	0,10	0,12	0,10	0,12	0,05	0,05	0,03	0,05	0,06	0,07	0,02	0,02
10	-0,02	-0,01	0,01	0,04	0,03	-0,02	0,00	-0,05	0,00	-0,05	-0,02	-0,04	-0,06	0,06	0,05	0,06	0,01	0,00
20	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	-0,01	0,01	-0,03	0,01	-0,03	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,06	0,09	0,03	0,00
30	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,00	0,03	0,07	0,10	0,02	0,02
40	0,05	0,04	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,03	0,01	0,04	0,07	0,05	0,07	-0,01
50	-0,03	0,07	0,02	0,08	0,00	0,00	0,02	0,06	0,02	0,06	0,00	0,03	0,01	0,04	0,08	0,04	0,10	0,00
60	-0,01	0,12	0,01	0,07	0,05	0,00	0,03	0,05	0,03	0,05	0,00	0,11	0,10	0,11	0,08	0,09	0,12	-0,01

Tablica 33

Oznaczenie błędu	Dopuszczalne wartości błędów dla klasy	
	0,4	0,6
δ	$\pm 0,4\%$	$\pm 0,6\%$
δ_H	0,4%	0,6%
δ_p	$\pm 0,32\%/5^\circ$	$\pm 0,48\%/5^\circ$
δ_t	$\pm 0,32\%/10^\circ\text{C}$	$\pm 0,48\%/10^\circ\text{C}$
δ_R		
δ_m	$\pm 0,32\%$	$\pm 0,48\%$
δ_w		

Rzędna niejednoznaczności (wariacja)	-0,01 %
Strefa nieczułości	+
Pobór mocy	0,38 W
Rezystancja izolacji	+
Wytrzymałość elektr. izolacji	+

Tablica 34

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe wywołane																									
	zmianą pozycji pracy w %/5°								zmianą temperatury otoczenia w %/10°C																	
	δ_{p1}	δ_{p2}	δ_{p3}	δ_{p4}	δ_{t1}	δ_{t2}	δ_{t3}	δ_{t4}	δ_{t5}	δ_{t6}	δ_{t7}	δ_{t8}	δ_{t9}													
0	-0,02	-0,02	0,01	0,02	-0,01	-0,03	0,00	-0,01	0,07	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03	0,31	0,36	0,37	0,40	0,40	0,44	0,46	0,48
10	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,06	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	0,27	0,29	0,32	0,33	0,35	0,34	0,43	0,43
20	0,02	0,01	0,02	-0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,07	-0,04	-0,05	-0,04	-0,05	0,18	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,30	0,29
30	0,02	0,01	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,06	0,10	0,12	0,06	0,06	0,05	0,04	0,14	0,13
40	0,02	0,00	0,04	-0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09	-0,06	-0,08	-0,06	-0,08	0,02	-0,05	-0,04	-0,07	-0,12	-0,14	-0,04	-0,05
	0,03	0,00	0,04	-0,04	0,02	0,01	0,04	0,00	0,06	0,09	0,08	0,07	0,10	0,09	-0,09	-0,10	-0,09	-0,12	-0,13	-0,09	-0,20	-0,17	-0,28	-0,24	-0,21	-0,18
	0,04	0,01	0,05	-0,03	0,04	0,01	0,06	0,02	0,05	0,13	0,07	0,06	0,09	0,10	-0,12	-0,13	-0,13	-0,16	-0,33	-0,31	-0,32	-0,35	-0,44	-0,44	-0,53	-0,54

Tablica 35

Ciśnienie wzorc. w MPa	Błędy dodatkowe w % wywołane									
	zmianą rezystancji obciążenia		zewnętrznym polem magnetycznym		wibracjami sinusoidalnymi					
	δ_{R1}	δ_{R2}	δ_{ms}	δ_{mz}	δ_{w1}	δ_{w2}	δ_{w3}	δ_{w4}	δ_{w5}	δ_{w6}
6	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01
60	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02