

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury

074

A

Główny wykonawca inż. Wiesław Juzwa

Wykonawcy mgr inż. Wojciech Kaca, Halina Sobstel,
Jerzy Piekarski, Edward Chmielewski

Konsultant

Nr zlecenia

U-22.02.03

Zunifikowane termometry manometryczne
/gazowe/

Etap 4.4. Opracowanie, wykonanie i badania prototypów termometrów gazowych z kapilarą odległościową z bezprzewodową kompensacją wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów.

Zleceniodawca problem wzięty 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 4.01.1982r

zakończono dnia 15.12.1982

DYREKTOR

Kierownik Zakładu

Stanisław Dwojak

inż. W. Juzwa

prof. dr inż. St. Dwojak

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 8

Egz. 1 MERA-PIAP-BOINTE

rysunków

Egz. 2 MERA-KFM.

fotografii

Egz. 3 MERA-PIAP-DPP

tabel

Egz. 4 MERA-PIAP-DPP

tablic 6

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. - 4944

1

Analiza deskryptorowa

TERMOMETRY MANOMETRYCZNE: BADANIA ⁺PROTOTYPÓW

Analiza dokumentacyjna

W sprawozdaniu zamieszczono wyniki i wnioski z badań prototypów termometrów manometrycznych z kapilarą odległościową i z bimetaliczną kompensacją wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów.

Tytuły poprzednich sprawozdań

- Etap 1. Opracowanie, budowa i badanie modeli /Nr rej. 2498/
 - Etap 2. Założenia /Nr rej. 2621/
 - Etap 3.1. Dobór ciśnień początkowych napełniania gazem prototypów układów manometrycznych /Nr rej. 2809/
 - Etap 4.1. Opracowanie, budowa i badania prototypów termometrów gazowych bez kapilary odległościowej opartych na termometrach manometrycznych rtęciowych /Nr rej. 2910/
 - Etap 4.2. Opracowanie, budowa i badanie prototypów termometrów gazowych z kapilarą odległościową /Nr rej. 4535/
 - Etap 4.3. Wprowadzenie zmian do prototypów z kapilarą odległościową i powtórne badania prototypów
 - Etap 5.2.a. Opracowanie programu badań pełnych partii próbnej termometrów bez kapilary odległościowej obejmującego parametry techniczne i metodykę badań /Nr rej. 4566/
 - Etap 5.4.a. Opracowanie analizy ekonomicznej opłacalności produkcji termometrów bez kapilary odległościowej /Nr rej. 4560/
 - Etap 6.3.a. Badania pełne wybranych z partii próbnej termometrów oraz protokołów z badań zawierający wyniki, wnioski i zalecenia z badań oraz ocenę poziomu jakości partii próbnej termometrów bez kapilary odległościowej /Nr rej. 4690/
 - Etap 4.5. Analiza możliwości wykonania w kraju lub zakupu w krajach socjalistycznych przyrzędu do wykrywania mikronieszczelności układów manometrycznych termometrów gazowych /Nr rej. 4906/_{mych}
- Program badań eksploatacyjnych partii informacyjnej termometrów manometrycznych gazowych bez kapilary odległościowej /Nr rej. 4602/

1. Wstęp

1.1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest realizacja etapu 4.4. „Opracowanie, wykonanie i badania prototypów termometrów gazowych z kapilarą odległościową z bezprzewodową kompensacją wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów” tematu-U-22.02.03 „Zunifikowane termometry manometryczne /gazowe/”.

1.2. Podstawa wykonania pracy

Pracę przeprowadzono na podstawie harmonogramu prac tematu U-22.02.03 „Zunifikowane termometry manometryczne /gazowe/”.

1.3. Cel pracy

W obecnie produkowanych w MERA-KFM termometrach manometrycznych o średnicy obudowy miernika 160 mm stosowana jest rtęć jako płyn termometryczny. Rtęć charakteryzuje się wysoką toksycznością, co stworzyło bardzo trudną sytuację w MERA-KFM w zakresie BHP na wydziałach produkujących te termometry. Zaistniała więc konieczność wyeliminowania rtęci jako płynu termometrycznego. Postanowiono zgodnie z założeniami zastąpić rtęć gazem.

W etapach 4.2 i 4.3 stwierdzono możliwość wprowadzenia gazu w miejsce rtęci do obecnie produkowanych w MERA-KFM termometrów manometrycznych rtęciowych z kapilarą odległościową o długości 2,5 m i zakresach wskazań $-20 + 80^{\circ}\text{C}$; $0 + 100^{\circ}\text{C}$; $0 + 150^{\circ}\text{C}$; $0 + 250^{\circ}\text{C}$; $0 + 400^{\circ}\text{C}$ przy zastosowaniu kompensatora bimetalicznego o kształcie pojedynczej litery U /celem eliminacji wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów/. Ponadto stwierdzono, że w termometrach manometrycznych rtęciowych produkowanych przez MERA-KFM o długości kapilary 10 m i 25 m nie można wprowadzić gazu w miejsce rtęci bez zmiany układu kompensującego wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania. Wykazano, że kompensacja przewodowa zastosowana w termometrach manometrycznych odległościowych rtęciowych MERA-KFM uniemożliwia zachowanie zmiany wskazań w granicach błędów dopuszczalnych. Badania wykazały również dużą nieliniowość

układu manometrycznego składającego się z czujnika, kapilary i elementu sprężystego /rurki Boyssa/. Skompensowanie tej nieliniowości obecnym mechanizmem przekładniowym jest bardzo utrudnione ze względu na ograniczony zakres regulacji tego mechanizmu.

Celem pracy w etapie 4.4 jest opracowanie nowego układu kompensującego wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową /układu bezprzewodowego/ oraz stwierdzenie poprawnego działania termometrów manometrycznych gazowych z tym układem i z kapilarą odległościową o długości 10 m i 25 m.

Ponadto celem pracy jest stwierdzenie czy w termometrach manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długości powyżej 2,5 m można stosować kompensację bimetaliczną zastosowaną w termometrach z kapilarą o długości 2,5 m.

1.4. Urządzenie i dokumenty podstawowe wykorzystane przy realizacji pracy

- a/ Urządzenie UM-644 do napełniania gazem układów manometrycznych
- b/ Termostaty produkcji NRD oraz polskiej w tym również opracowane i wykonane w MERA-PIAP
- c/ Komory termostatyczne opracowane i wykonane w MERA-PIAP
- d/ Naczynia Dewara
- e/ PN-75/M-42356 Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK. Termometry manometryczne wskazujące zwykle
- f/ PN-73/E-04550.06 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba F_c - wibracje sinusoidalne.

2. Zmiany wprowadzone do prototypów

Opracowano nowy układ kompensujący wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą o długości ponad 2,5 m i wprowadzono zmiany konstrukcyjne w mechanizmie przekładniowym celem poprawy liniowości przełożenia oraz ułatwienia regulacji termometrów.

Nowy układ kompensujący jest typu bimetalicznego. Kompensatorem jest termobimetal o kształcie podwójnej litery U pokazany schematycznie na rysunku na str. 4.

Kompensator wykonany jest z tej samej taśmy termobimetalicznej, z której powinny być wykonane kompensatory do termometrów manometrycznych gazowych bez kapilary odległościowej. Jest to termobimetal TB 1423 wg GOST-10533-63 o grubości 0,8 mm.

W celu poprawy liniowości przełożenia oraz ułatwienia regulacji termometrów przeniesiono węzeł obrotowy z płytki nr cz. 53.348 zamocowanej na sprężynie rurkowej nr cz. 8.35 na łącznik łączący wycinek zębaty z kompensatorem bimetalicznym. Schemat kinematyczny mechanizmu przekładniowego termometru z kompensatorem bimetalicznym o kształcie podwójnej litery U przedstawiono na str. 4.

Ponadto w termometrach z kapilarą odległościową zastosowano mechanizm przekładniowy z termometrów manometrycznych bez kapilary odległościowej.

Wyżej wymienione zmiany wprowadzono do prototypów wymienionych w Lp. 1 + 13, 17 i 18 tabl. 1.

Prototypy poddano następnie badaniom.

6. Badania prototypów

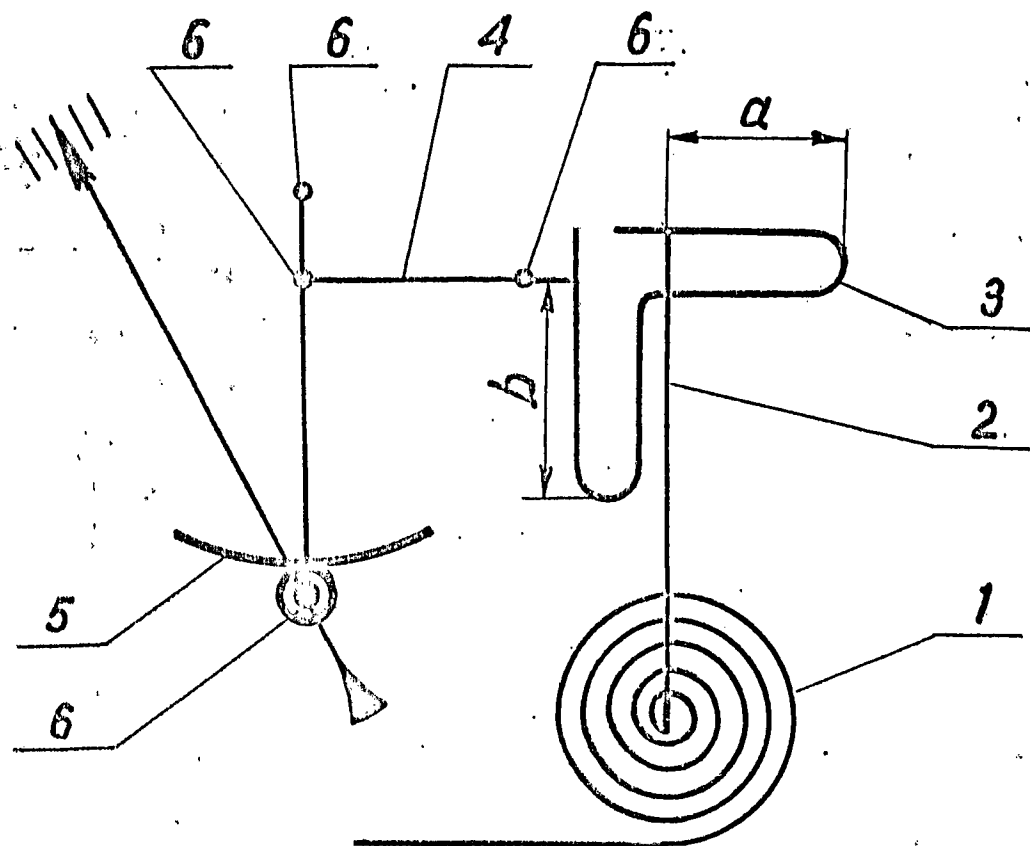
3.1. Prototypy poddane badaniom przedstawiono w tabl. 1.

3.2. Rodzaje badań

Badania prototypów przeprowadzono w oparciu o postanowienia PN-75/M-42356.

Program badań obejmował tylko te badania, które są niezbędne dla oceny możliwości wprowadzenia gazu do obecnie produkowanych przez MERA-KFM termometrów manometrycznych rtęciowych z kapilarą odległościową przy zastosowaniu nowego układu kompensującego wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania /układu bezprzewodowego/.

W związku z powyższym program badań obejmował:



- Schemat kinematyczny mechanizmu przekładniowego termometru z kompensatorem bimetalicznym o kształcie podwójnej litery U
- 1 - sprężyna rurkowa nr cz. 8.35
 - 2 - płytka nr cz. 53.348
 - 3 - kompensator wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazaniami /*temperatura* /
 - 4 - łącznik
 - 5 - wycinek zębisty nr cz. 12.21
 - 6 - węzły obrotowe
 - a i b - ramiona czynne kompensatora

- a/ sprawdzenie błędu podstawowego wskazań,
- b/ sprawdzenie błędu tarcia,
- c/ sprawdzenie histerezy pomiarowej,
- d/ sprawdzenie zmienności wskazań,
- e/ sprawdzenie zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania/,
- f/ sprawdzenie stałej czasowej,
- g/ sprawdzenie odporności na wibracje sinusoidalne,
- h/ sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne.

Program badań dla prototypów z kapilarą o długości 4 m obejmował tylko sprawdzenie zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania/ ponieważ celem badania było stwierdzenie możliwości stosowania kompensacji bimetalicznej zastosowanej w termometrach z kapilarą o długości 2,5 m /kompensator bimetaliczny o kształcie pojedynczej litery U/, w termometrach o długości kapilary powyżej 2,5 m.

3.3. Wyniki badań

Wyniki badań przedstawiono w tablicach.

Tablica 2 zawiera wyniki sprawdzenia błędu podstawowego wskazań, błędu tarcia, histerezy pomiarowej, zmienności wskazań oraz stałej czasowej.

Tablica 3 zawiera wyniki sprawdzenia zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania termometrów/ z nowym układem kompensacyjnym /kompensator bimetaliczny o kształcie podwójnej litery U/.

Tablica 4 zawiera wyniki sprawdzenia zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania termometrów z kapilarą odległościową o długości 4 m /kompensator bimetaliczny o kształcie pojedynczej litery U/.

Tablica 5 zawiera wyniki sprawdzenia odporności na wibracje sinusoidalne.

Tablica 6 zawiera wyniki sprawdzenia klasy dokładności i błędu podstawowego wskazań, błędu tarcia i histerezy pomiarowej po próbie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne /termometry poddane działaniu wibracji sinusoidalnych były bez opakowania transportowego/.

3.4. Analiza wyników badań

3.4.1. Analiza wyników badań termometrów z kompensatorem bimetalicznym o kształcie podwójnej litery U

Wyniki badań wskazują na poprawne działanie termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długości 10 m i 25 m i nowym układem kompensującym wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów.

Kompensator bimetaliczny o kształcie podwójnej litery U zamocowany na płytce nr cz. 53.348 dobrze kompensuje wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów.

Wyniki zawarte w tabl. 3 i na wykresach wskazują że w/w kompensator zlikwidował charakter „otwartych nożyc” krzywych błędów, co miało miejsce przy kompensacji przewodowej. Klasa dokładności wynikająca ze zmian wskazań Δ spowodowanych wpływem zmiany temperatury otoczenia jest znacznie lepsza od zakładanej klasy 2,5; dla pięciu termometrów jest lepsza od 0,6, dla trzech termometrów wynosi 1, dla czterech termometrów wynosi 1,6 a tylko dla dwóch wynosi 2,5. Wyniki sprawdzenia błędów podstawowych wskazań, błędów tarcia, histerezy pomiarowej i zmienności wskazań wskazują, że większość termometrów posiada właściwości metrologiczne w klasie dokładności 1,6 a więc w klasie lepszej niż zakładana 2,5.

Na 15 badanych termometrów 9 termometrów jest w klasie 1,6 a 6 termometrów w klasie 2,5.

Stała czasowa jest znacznie mniejsza od dopuszczalnej wartości /15s wymaganej przez PN-83/M-42356 „Termometry manometryczne wskazówkowe zwykłe” i normę RWPG ST SEW 3580-82 „Termometry manometryczne. Ogólne wymagania” i zawiera się w granicach od 7 do 9 s.

Wyniki sprawdzenia odporności i wytrzymałości na wibracje sinusoidalne są również pozytywne. Termometry z nowym układem kompensacyjnym spełniają wymagania klasy dokładności 1 w zakresie odporności na wibracje sinusoidalne.

3.4.2. Analiza wyników badań termometrów o długości kapilary 4 m i z kompensatorem bimetalicznym o kształcie pojedynczej litery U

Wyniki badań zawarte w tabl. 4 wskazują na znaczne przekroczenie wartości dopuszczalnych zmiany wskazań Δ dla klasy

dla jednego termometru wynosi 0,6

dokładności 2,5, wynikłych ze zmiany temperatury otoczenia, co wskazuje, że kompensator bimetaliczny o kształcie pojedynczej litery U nie może być stosowany w termometrach manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długości 4 m a więc również i dla większych długości kapilary.

4. Wnioski

4.1. Układ kompensacyjny z kompensatorem bimetalicznym o kształcie podwójnej litery U spełnia wymagania dotyczące zmian wskazań termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długościach do 25 m i eliminuje wpływ zmian temperatury otoczenia na wskazania w klasie lepszej od założonej 2,5. Kompensator ten może być stosowany w termometrach manometrycznych gazowych klasy 1; 1,6 i 2,5 a nawet 0,6.

4.2. Układ kompensacyjny z kompensatorem o kształcie pojedynczej litery U nie spełnia wymagań dotyczących zmian wskazań termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długości 4 m, a więc również i o długościach większych.

4.3. Realizacja etapu 4.4. wykazała możliwość wprowadzenia gazu w miejsce rtęci do obecnie produkowanych przez MERA-KFM termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową o długościach do 25 m przy zastosowaniu opracowanego w ramach etapu 4.4-układu kompensacji wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania termometrów z kompensatorem bimetalicznym o kształcie podwójnej litery U.

Wyniki zawarte w tabl. 3 wskazują, że układ ten spełniać będzie wymagania również przy większych długościach kapilary.

4.4. Zastosowanie wymienionego w 4.3 układu kompensacyjnego znacznie obniży koszt produkcji termometrów manometrycznych z kapilarą odległościową ponieważ eliminuje kompensację typu przewodowego. Kompensator typu przewodowego składa się z dodatkowej kapilary o długości tej samej co kapilara pomiarowa oraz dodatkowej sprężyny rurkowej /Boyss'a/.

Kapilara i półfabrykat na sprężynę rurkową sprowadzane są z krajów kapitalistycznych /za dewizy/.

Zastosowanie wymienionego w 4.3 układu kompensacyjnego eliminuje ponadto odrębny mechanizm przekładniowy zębaty stosowany dotychczas w termometrach z kapilarą odległościową. W termometrach manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową i z układem kompensacyjnym wymienionym w 4.3 zastosowano przekładniowy mechanizm zębaty z termometrów manometrycznych bez kapilary odległościowej.

4.5. Zastosowanie wymienionego w 4.3 układu kompensacyjnego i przeniesienie węzła obrotowego z płytki nr cz. 53.348, zamocowanej na sprężynie rurkowej nr cz. 8.35 na łącznik łączący wycinek zębaty z kompensatorem bimetalicznym znacznie ułatwiło regulację termometrów /prototypy termometrów regulowało się szybciej i łatwiej niż przy zastosowaniu dotychczasowego układu kinematycznego termometrów/.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wyniki badań i wnioski podane w 4 wnioskuje się o podjęcie kolejnego etapu pracy, celem którego jest opracowanie dokumentacji oraz wykonanie i badanie partii informacyjnej termometrów manometrycznych gazowych z kapilarą odległościową. Partia informacyjna poddana byłaby badaniom laboratoryjnym w MERA-PIAP oraz przekazana byłaby do badań eksploatacyjnych w przemyśle.

Opracowanie, badania laboratoryjne i organizacja badań eksploatacyjnych partii próbnej termometrów manometrycznych gazowych zrealizowane będą przez MERA-PIAP.

Partia informacyjna powinna być wykonana przez MERA-KFM, z tym że napełnianie termometrów gazem dokonane byłoby przez MERA-PIAP, jeżeli MERA-KFM nie ma obecnie ku temu odpowiednich warunków.

Tablica 1. Prototypy poddane badaniom

Lp	Nr prototypu	Zakres wskazań °C	Długość kapilary odległościowej m	Rodzaj kompensacji wpływu zmian temperatury otoczenia na wskazania	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1	80143		10	bimetaliczna - bimetal o kształcie podwójnej litery U	
2	80154	0 + 100	10		
3	80150		25		
4	80153		25		
5	80217		10		
6	80219		10		
7	80224	0 + 150	10		
8	80199		25		
9	80201		25		
10	80227		25		
11	80196		10		
12	80182	0 + 250	10		
13	80185		10		
14	1		4	bimetaliczna - bimetal o kształcie pojedynczej litery U	
15	2	0 + 100	4		
16	3		4		
17	80251	0 + 400	10	bimetaliczna - bimetal o kształcie podwójnej litery U	
18	80229		25		

Tablica 2. Wyniki sprawdzenia klasy dokładności i błędu podstawowego wskazań, błędu tarcia, histerezy pomiarowej, zmienności wskazań i stałej czasowej

Numer termometru	Zakres wskazań	Długość kapilary	Temperatura poprawna	Błędy			Histereza pomiarowa I_h	Zmienność wskazań W		Stała czasowa $T_{0,63}$		Klasa dokładności wynikająca z badań K			
				podstawowy E	tarcia I_t			↗	↘	↗	↘				
					↗	↘									
	°C	m	°C	% zakresu wskazań						s					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
80143	0 + 100	10	0	0,5	0,0	0,5		-0,3							
			25	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,3						
			50	0,3	0,4	0,0	0,7	0,2	0,0	7	7,5	1,6			
			75	0,2	0,3	0,5	1,3	0,0	-0,3						
100		-1,0	0,5			0,0									
80154		0 + 100	10	0	1,2	0,4	0,2		0,3						
				25	0,0	0,6	0,0	0,5	0,0	0,1					
				50	0,0	0,6	0,2	1,2	0,0	-0,2	7,0	8,0	1,6		
				75	0,0	0,6	0,5	1,5	0,0	0,0					
100			-0,5	0,5			0,0								
80150			0 + 100	25	0	1,0	0,2	0,2		1,0		0,2			
					25	0,0	0,2	0,2	1,0	0,0	0,2				
	50				0,2	0,3	0,5	0,8	-0,2	0,5	7,5	8,0	1,6		
	75				0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	-1,0					
100	-0,8			0,4			0,8								
80153	0 + 100			25	0	-0,5	0,5	0,5		0,5		0,5			
					25	0,5	0,5	0,3	1,0	0,2	0,5				
		50			0,8	0,0	0,6	0,8	0,2	0,2	7,5	8,5	1,6		
		75			-0,2	0,2	0,2	0,6	0,7	-0,6					
100		-0,8		0,3			0,8								
80217		0 + 150		10	0	0,5	0,5	0,5		0,0		0,0			
					37,5	-1,5	0,5	0,8	1,5	0,0	0,0				
			75		-0,6	0,6	0,4	1,6	0,1	0,0	7,5	8,0	1,6		
			112,5		-0,5	0,5	0,4	1,2	0,0	0,0					
150			-0,6	0,6			0,2								
80219			0 + 150	10	0	-1,0	0,5	0,5		0,0		0,0			
					37,5	-0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5				
	75				1,5	0,0	0,2	0,5	-0,2	0,0	7,5	8,5	1,6		
	112,5				0,0	0,0	-0,8	1,0	-0,5	-0,5					
150	-1,0			0,0			0,0								
80224	0 + 150			10	0	-0,5	0,5	0,5		0,5		0,5			
					37,5	-1,0	0,5	0,2	1,2	0,5	0,3				
		75			0,5	0,3	0,0	0,5	0,2	0,0	7,0	8,0	2,5		
		112,5			0,3	0,3	0,0	0,7	0,7	1,0					
150		0,3		0,2			0,5								
80199		0 + 150		25	0	1,0	0,5	-0,5		0,0		0,0			
					37,5	0,5	0,5	-0,3	0,5	0,2	0,0				
			75		1,5	0,1	0,0	0,5	-0,3	0,0	7,0	8,0	1,6		
			112,5		-1,0	0,5	-0,5	0,5	0,0	0,0					
150			-1,5	0,0			0,2								
80201			0 + 150	25	0	1,0	0,5	0,5		-0,2		0,0			
					37,5	0,0	0,5	0,0	0,8	0,2	0,2				
	75				1,3	0,1	0,2	0,5	0,1	0,0	7,5	8,5	2,5		
	112,5				0,5	0,1	0,2	0,5	-0,5	0,5					
150	-2,0			0,0			0,0								
80227	0 + 150			25	0	0,5	0,5	0,0		-0,5		0,0			
					37,5	0,0	0,5	0,0	0,8	0,0	0,2				
		75			1,3	0,1	0,0	0,2	-0,3	0,3	7,0	8,0	2,5		
		112,5			-0,5	0,5	0,5	1,5	0,7	0,0					
150		-2,0		0,2			0,0								

12

c.d. tablicy 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
80196	0 + 250	10	0	1,8		0,3			0,3				
62,5			0,0	0,7	0,5	1,5	0,2	0,3					
125			0,5	0,5	0,5	1,5	1,0	-0,2	8	9	2,5		
			187,5	-0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,4				
			250	-1,3	0,0			0,3					
80182	0 + 250	10	0	1,8		0,3			-0,3				
62,5			0,5	0,1	0,2	0,7	0,0	-0,2					
125			-0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,0	7	8	1,6		
			187,5	-1,0	0,4	0,2	0,8	0,5	0,0				
			250	-1,5	0,5			0,0					
80185	0 + 250	10	0	1,0		0,0			0,0				
62,5			0,0	0,5	0,4	0,2	-0,2	-0,1					
125			0,0	0,6	0,1	1,6	0,0	-0,1	7,5	8	1,6		
			187,5	0,4	0,1	0,2	0,8	-0,4	-0,2				
			250	0,0	0,5			0,5					
80251	0 + 400	10	0	-1,5		0,5						2,5	
				200	0,0	0,0		0,7					
			400	-2,5	0,0								
80229	0 + 400	25	0	-0,5		0,5							
					200	0,2	0,2	0,5	1,5				1,6
					400	-1,5	0,5						

Tablica 3. Wyniki sprawdzenia zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania termometrów/

Zakres wskazań $^{\circ}\text{C}$	Długość kapilary m	Wymiary ramion ^{1/} czynnych kompensatora mm		Nr prototypu	Temperatura ^{2/} otoczenia a/ 0°C b/ 40°C	Zmiana wskazań Δ w % zakresu wskazań dla temperatury mierzonej równej 0, 50 i 100% zakresu wskazań			Klasa dokładności wynikająca z badań
		a	b			0%	50%	100%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 + 100	10	26	31	80143	a	-1,0	-1,0	-1,0	<0,6
					b	1,0	-0,5	0,0	
				80154	a	2,0	1,5	1,7	2,5
					b	0,0	-2,2	-2,0	
	25	26	31,5	80150	a	2,0	1,0	1,0	2,5
					b	-1,0	-1,0	0,0	
				80153	a	-0,5	0,5	-1,0	<0,6
					b	0,5	-1,0	-1,0	
0 + 150	10	25	30	80217	a	1,0	1,3	-0,5	0,6
					b	0,0	0,3	1,0	
				80219	a	1,7	0,7	-1,0	1,6
					b	-0,8	-1,0	-0,5	
				80224	a	-1,5	1,0	1,0	1
					b	1,0	0,5	0,0	
	25	25	32	80199	a	0,0	0,5	-0,5	<0,6
					b	-0,5	-1,0	0,0	
				80201	a	0,0	0,0	-1,2	<0,6
					b	-0,5	-0,5	0,5	
				80227	a	0,0	0,1	-1,2	1,6
					b	0,5	-0,2	1,8	
0 + 250	10	23,5	29	80182	a	-1,2	0,2	0,7	1,6
					b	1,9	-0,1	0,2	
				80185	a	-0,2	0,9	0,5	1
					b	1,5	-0,9	-1,0	
				80190	a	-0,4	1,0	1,0	<0,6
					b	0,2	-0,5	-0,9	
0 + 400	10	22	25,5	80251	a	-1,5	0,5	-0,5	1
					b	1,0	0,8	0,5	
	25	22	31,5	80229	a	1,8	1,4	0,0	1,6
					b	3/	-3/	3/	

1/ Wymiary a, b ramion czynnych kompensatora bimetalicznego wg rys. na str. 4.

2/ W temperaturze otoczenia 0°C lub 40°C znajdowały się równocześnie miernik i kapilara odległościowa

3/ Brak wyników spowodowany niedrożnością układu manometrycznego /w czasie sprawdzania w temperaturze 0°C wskazówka zatrzymała się na kresce podziałki odpowiadającej 300°C i zarówno ochładzanie jak i podgrzewanie czujnika nie powodowało zmiany wskazań/

4/

Tablica 4. Wyniki sprawdzeń zmiany wskazań Δ /wpływu zmiany temperatury otoczenia na wskazania/termometrów, z kapilarą odległościową 4 m z kompensatorem bimetalicznym o kształcie pojedynczej litery U .

Zakres wskazań °C	Długość kapilary, m	Nr prototypu	Temperatura otoczenia a/ 0°C b/ 40°C	Zmiana wskazań Δ w % zakresu wskazań dla temperatury mierzonej 0, 50, 100% zakresu wskazań			Klasa dokład. wynikająca z badań
				0%	50%	100%	
1	2	3	4	5	6	7	8
0 + 100	4	1	a	0,0	-1,7	-4,7	> 2,5
			b	-0,7	1,8	4,3	
		2	a	-1,2	-2,7	-5,0	> 2,5
			b	0,0	2,3	4,0	
		3	a	-1,0	-2,7	-5,3	> 2,5
			b	0,5	2,3	4,8	

Tablica 5. Wyniki sprawdzenia odporności na wibracje sinusoidalne prototypów o zakresie wskazań 0 + 100°C

Nr prototypu	Długość kapi-lary	Tempe-ratura czuj-nika	Błąd wskazań		Ampli-tuda drgań wska-zówki	Zmiana wskazań /różnica wartości z kolumn 5 i 4/	Klasa wynika-jąca z badań
			przed próbą	podczas próby			
	m	°C	%				
1	2	3	4	5	6	7	8
80150	25	25	-1,0	-0,5	0,5	0,5	1
		50	0,5	0,0	0,5	-0,5	
		75	0,0	0,0	0,7	0,0	
80153	25	25	0,0	0,0	0,5	0,0	1
		50	0,5	0,0	0,5	-0,5	
		75	0,7	1,0	1,0	0,3	
80154	10	25	-1,0	-1,0	0,7	0,0	1
		50	-1,0	-1,0	0,5	0,0	
		75	0,0	0,0	0,5	0,0	

Parametry wibracji: częstotliwość od 10 do 55 Hz; amplituda przemieszczenia 0,15 mm /lokalizacja N₁ wg PN-80/M-42020/.
Próbie przeprowadzono wg PN-73/E-04550.06 - próba F_c.

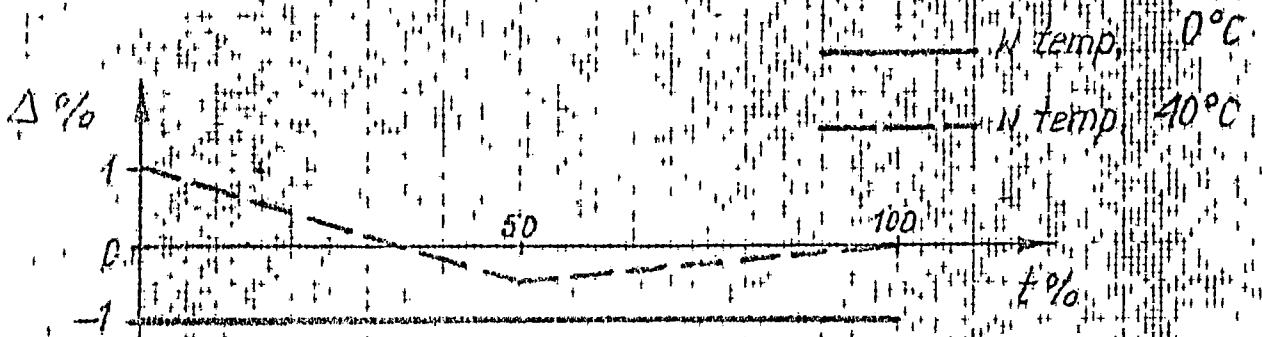
Tablica 6. Wyniki sprawdzenia klasy dokładności i błędu podstawowego wskazań, błędu tarcia i histerazy pomiarowej po próbie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne /próba F_{CB4} wg PN-73/E-04550.06; termometry bez opakowania transportowego poddano działaniu wibracji o parametrach: częstotliwość od 10 do 55 Hz; amplituda przemieszczenia 0,35 mm- lokalizacja N₂ wg PN-80/M-42020; ogólny czas działania wibracji 6 h/.

Nr prototypu	Zakres wskazań °C	Długość kapi-lary m	Tempe-ratura pop-rawna °C	Błędy			Histe-reza pomia-rowsa I _h	Klasa dokład-ności wynika-jąca z badań
				podsta-wowy E	tarcia I _t			
					% zakresu wskazań			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
80154		10	0	-0,8		0,4		2,5
			25	0,0	0,5	0,5	0,5	
			50	0,0	0,5	0,5	1,0	
			75	-2,0	0,5	0,7	2,0	
			100	-1,0	0,0			
80150	0 + 100	25	0	0,5		0,3		1,6
			25	0,0	0,5	0,5	1,2	
			50	0,0	0,7	0,7	1,5	
			75	0,0	0,6	0,7	1,5	
			100	0,0	0,0			
80153			0	0,0		0,5		1,6
			25	0,7	0,5	0,3	0,8	
			50	1,0	0,0	0,5	1,0	
			75	0,5	0,5	0,0	1,5	
			100	0,0	0,0			

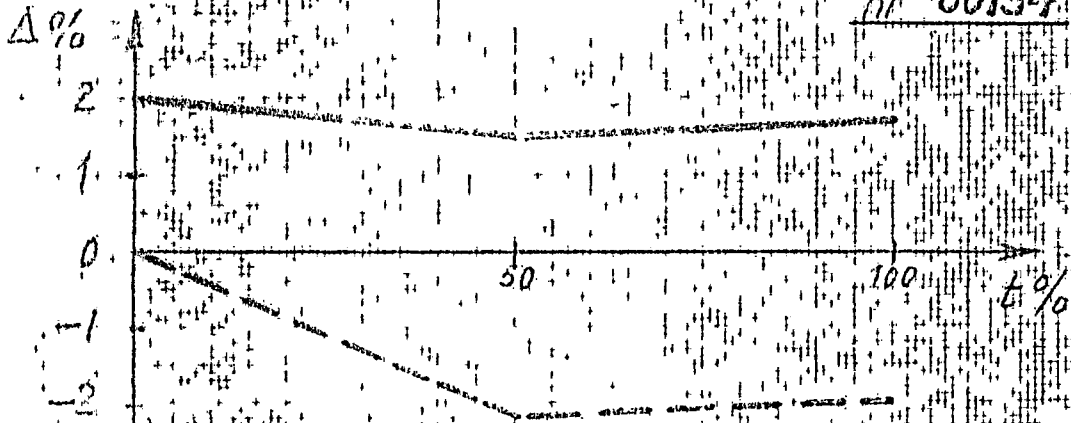
Zakres 0-100°C

Prototyp nr 80143

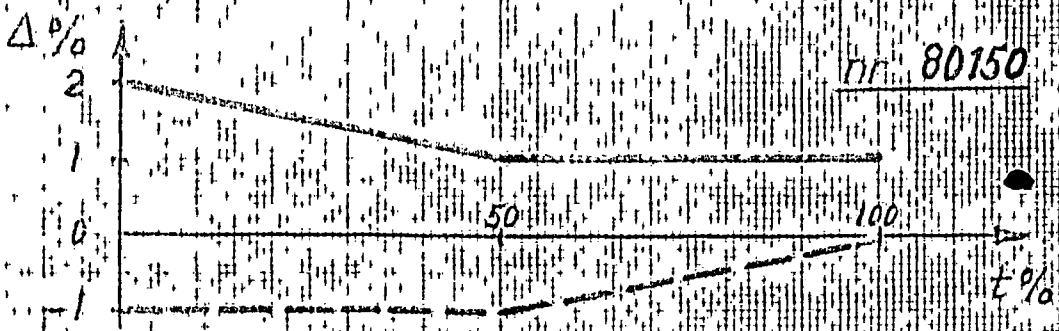
z kapilarą o długości 10m



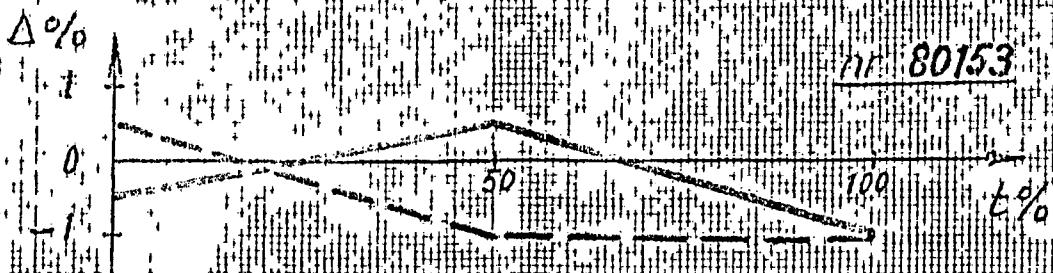
nr 80151



z kapilarą o długości 25m



nr 80153

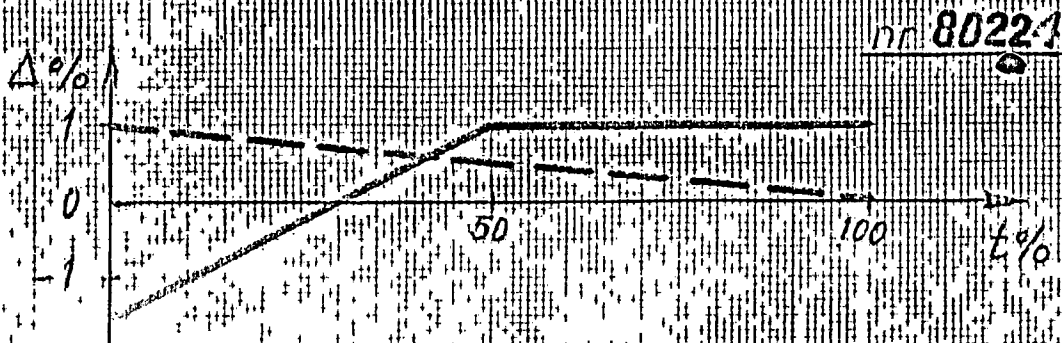
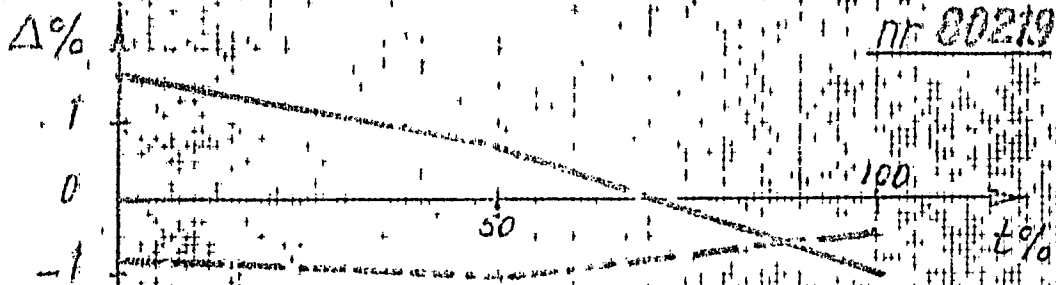
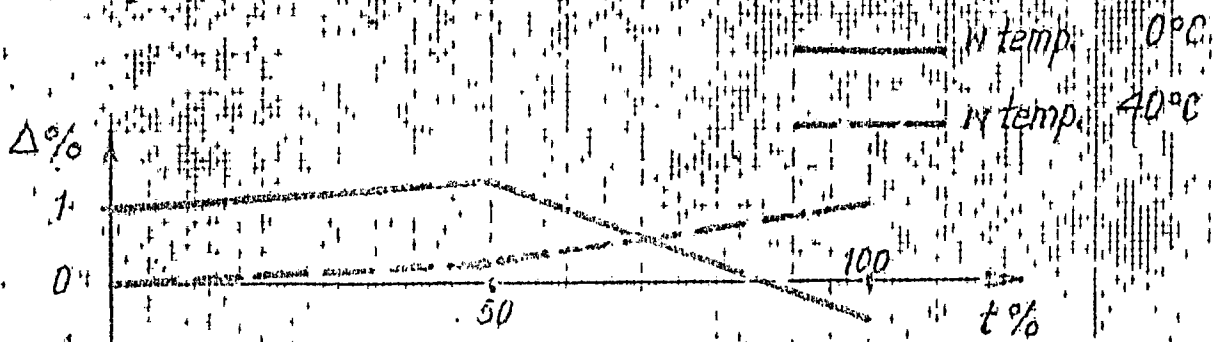


Zakres $-0 \pm 150^{\circ}\text{C}$

Prototyp

nr 80217

z kapilara o dlugosci 10m.

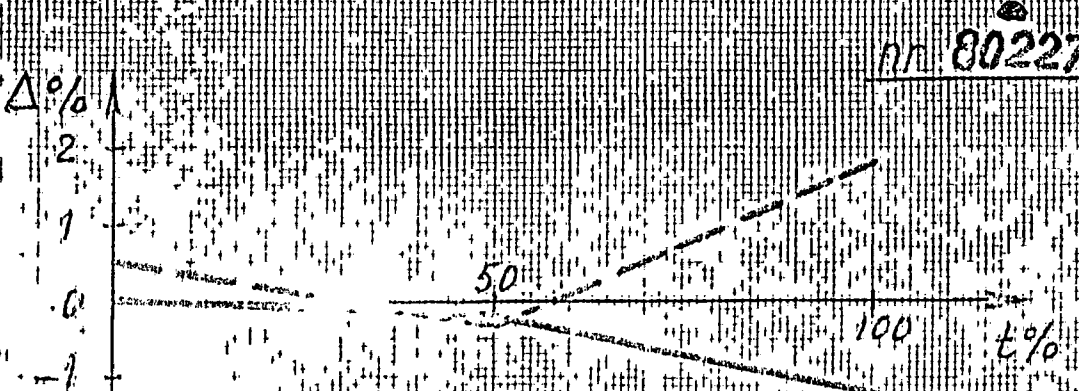
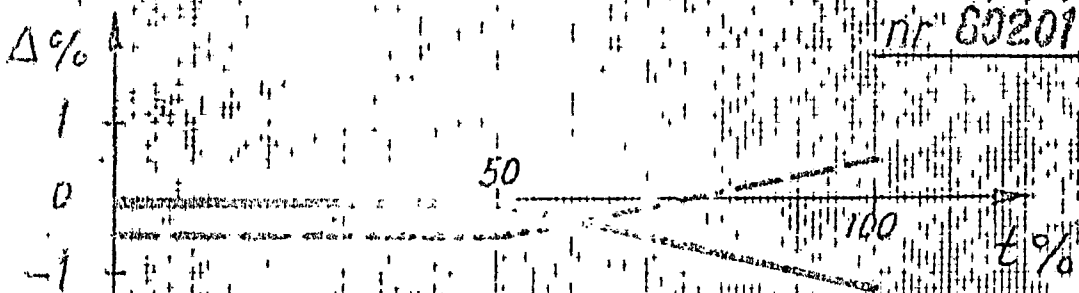
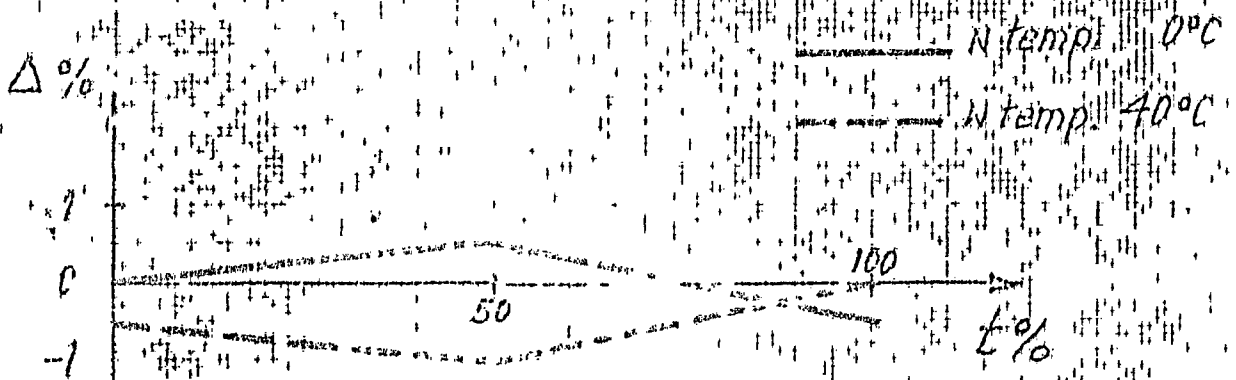


Zakres: 0-150 °C

Prototyp

nr 80199

z kapilarą o długości 25 m



Zakres 0 ÷ 250 °C

Prototyp nr 80182

z kapilarą o długości 10m

