

W Instytutach wymienionych w rozdziale  
**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW -**  
**MERA-PIAP**

**Al. Jerozolimskie 202**

**02-222 Warszawa**

**Telefon 23-70-81**

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

074

A

Główny wykonawca mgr inż. Janusz Jórczak

Wykonawcy mgr inż. J. Stępniewska, B. Kwapisz  
 Z. Nöbman, W. Gwiazda

Konsultant

Nr zlecenia

U-23.03.01

Bimetalowe ograniczniki temperatury.  
 Nowe rozwiązania konstrukcyjne i  
 technologiczne.

Etap 4. Badania przydatności, opracowanie  
 technologii i wykonanie czujników z  
 taśmy produkcji IRD.

Zleceniodawca Problem węzkowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 15.09.1982

zakończono dnia 15.12.82r.

Kierownik Pracowni

Kierownik Ośrodka

mgr inż. J. Jórczak

p.o. Z-cy Dyr. d/s Automatyki

dr inż. T. Gałązka

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 53

Egz. 1 MERA-PIAP BOINTE

rysunków 15

Egz. 2 Instytut Maszyn Matematycznych

fotografii -

Egz. 3 PTP UNITECH

tabel 28

Egz. 4 PAP Falenica

tablic -

Egz. 5 ZWUPT-PRUMEL

załączników 1

Egz. 6 MERA-PIAP-OAM

Nr rejestr. 5054  
 4313

Egz. 7 ZEM CELMA

**Analiza deskryptorowa**

~~Czujniki temperatury + materiały + badania~~

**Analiza dokumentacyjna**

Praca zawiera wyniki badań czujników wykonanych w taśm bimetal. prod.  
NRD i wnioski dotyczące technologii wytwarzania

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

Bez sprawozdania

556.58 Termoregulacja

SPIS TRESCI	Strona
1.Wstęp.....	2
2.Badania wstępne taśm.....	2
3.Technologia wytwarzania czujników.....	3
4.Wykonanie serii czujników metodą tłoczenia ręcznego i badanie próbek.....	4
5.Wykonanie czujników na automacie - sprawdzenie powtarzalności parametrów.....	14
6.Badania charakterystyk czujników.....	20
7.Analiza parametrów czujników.....	35
8.Badania trwałości czujników.....	50
9.Wnioski.....	52

## 1. Wstęp

Celem niniejszej pracy było określenie przydatności taśmy bimetalowej produkcji NRD do wytwarzania czujników bimetalowych.

Badania prowadzone były pod kątem opracowania technologii wytwarzania, możliwości uzyskiwania odpowiednich temperatur, powtarzalności parametrów i trwałości czujników. Do badań wykorzystano dwa rodzaje taśmy produkcji NRD - oznakowaną TB-135 o grubości 0,2mm oraz taśmę nieoznakowaną wg przywieszek NRD - TB-135 o grubości 0,2mm.

Taśmy te przysłane zostały przez Zjednoczenie Handlu Zagranicznego NRD NARVA-HEIMELECTRIC-DDR w związku z propozycją NRD do strony polskiej o uruchomienie na ich użytek produkcji ograniczników temperatury i ograniczników nadmiarowo prądowych z tej taśmy.

W przypadku uzyskania pozytywnych wyników badań będzie istniała możliwość eliminacji importu taśm bimetalowych z firmy Kanthal-Szwecja z drugiego obszaru płatniczego.

## 2. Badania wstępne taśm

Ze względu na brak informacji dotyczących parametrów obu taśm oraz brak określenia strony czynnej w taśmie nieoznakowanej przeprowadzono badania wstępne obu taśm. Dla określenia strony czynnej i biernej w taśmie nieoznakowanej, podgrzano ją i po identyfikacji stronę czynną pomalowano. Dalej w opracowaniu dla rozróżnienia używano określenia - taśma drukowana oraz taśma malowana.

W celu wstępnego określenia parametrów obu taśm przeprowadzono badania twardości dla 10 próbek z każdej taśmy. Wyniki parametrów przedstawiono w załączniku Nr.1 - karta pomiarów 105/82. (str. 53)

W tabeli 1 podano zestawienie wyników

Tabela 1

Rodzaj taśmy	Taśma drukowana		Taśma malowana	
Twardość strony czynnej	242,6	+15,4	238,4	+11,6
w skali Vickersa		-29,6		-13,4
Twardość strony biernej	298,8	+17,2	307,6	+12,4
w skali Vickersa		-23,8		-13,6

Z przedstawionych wyników widać, że większą twardość w obu taśmach posiada strona bierna toteż z tej strony należy wykrawać czujniki. Z istniejących różnic twardości można wnioskować o różnej podatności na tłoczenie obu stron taśm. Zdecydowanie mniejszy rozrzut wyników uzyskano dla taśmy malowanej, z czego można wnioskować, że z tej taśmy powinniśmy uzyskiwać czujniki o bardziej powtarzalnych parametrach.

### 3. Technologia wytwarzania czujników

Biorąc pod uwagę dotychczasowe prace nad wytwarzaniem czujników z taśm bimetalowych uwzględniono fakt, że opracowana została w Instytucie technologia wytwarzania czujników z taśm bimetalowych firmy Kanthal-Szwecja. Wg tej technologii opanowana została zarówno produkcja ręczna czujników jak i automatyczna. Fakt, że najwięksi producenci czujników bimetalowych tj. Zakłady Zmechanizowane Sprzętu Domowego PREDOM-TERMET Swiebodzice, Zakłady Automatyki Przemysłowej PNEFAL-FALENICA oraz Zakłady Wytwórczo Usługowe Przemysłu Terenowego PRUMEL Pruszków wykonują czujniki bimetalowe na automatach zgodnie z opracowaną u nas technologią, zdecydował o próbie przyjęcia tej technologii dla wytwarzania czujników z taśm bimetalowych prod. NRD. Opis technologii- opracowanie Instytutu Nr.1620 z grudnia 1975. Podstawowe operacje przy wytwarzaniu czujników to :

- wykrawanie krążków
- przetłaczanie
- stabilizacja mechaniczna

- obróbka cieplna

- sprawdzenie

#### 4. Wykonanie serii czujników metoda tłoczenia ręcznego i. badanie próbek

Uwzględniając zapotrzebowania krajowe na ograniczniki temperatury głównie dla silników elektrycznych małej mocy zdecydowano wykonać próbki czujników bimetalowych w następujących trzech zakresach temperatur :

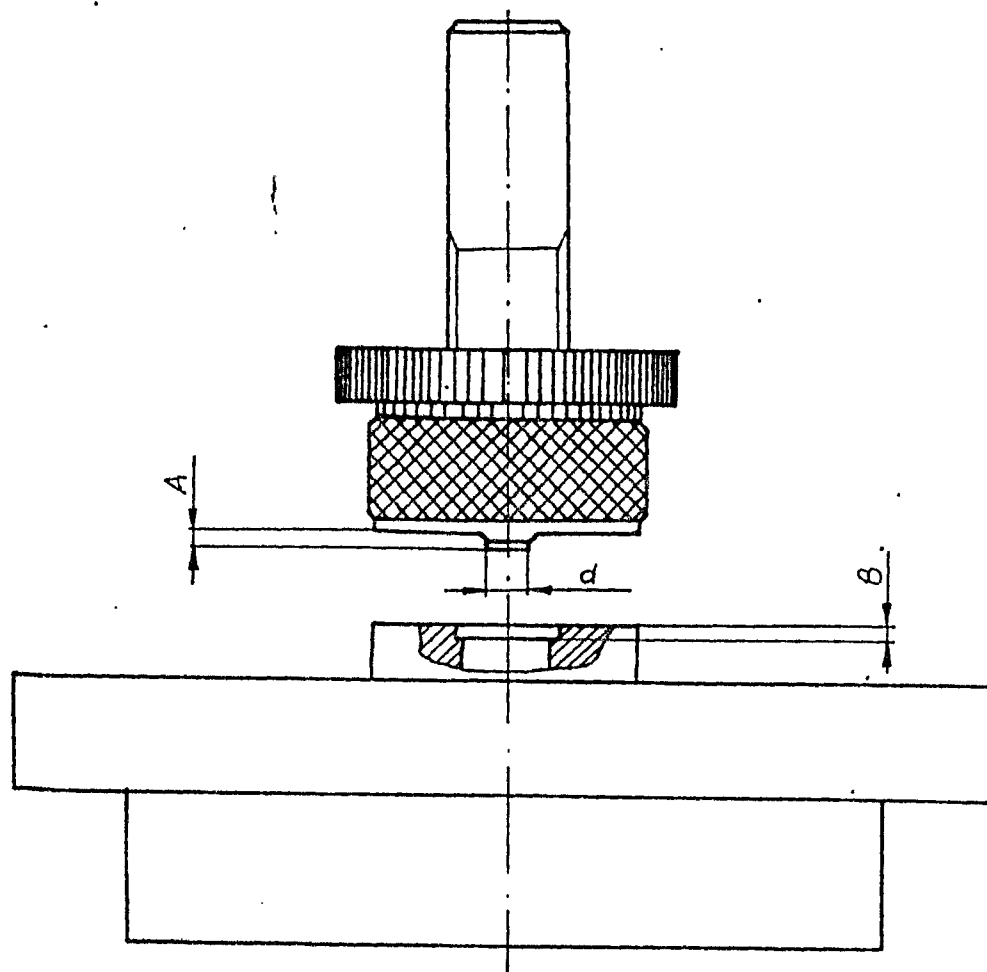
- temperatury wyłączenia  $T_w$  90-100°C; 115-125°C; 135-145°C.
- temperatury załączania  $T_z$  niższe odpowiednio o 15-20°C od temperatur wyłączenia.

Wykonano po 10 próbek czujników o średnicy  $\varnothing$  12 mm i  $\varnothing$  14 mm w każdym zakresie temperatur dla obu taśm. / razem ok.120 czujników

Po wykrojeniu krążków  $\varnothing$  12 i  $\varnothing$  14 przystąpiono do wytłaczania czujników na przyrządzie przedstawionym na rys.1. zainstalowanym na pracę ręcznej. W celu dobrania parametrów czujnika wykonano szereg przetłoczeń pojedynczych i w wyniku przeprowadzonych prób ustalono głębokość tłoczenia czujników dla poszczególnych zakresów temperatur. Dobór głębokości tłoczenia przeprowadzono dla taśmy z nadrukiem a następnie przy tej samej nastawie wykonywano czujniki z obu taśm. Dla czujników  $\varnothing$  12 mm tłoczenie wykonano stemplem  $\varnothing$  4 mm. W tabeli 2 podano parametry tłoczenia dla czujników  $\varnothing$  12 mm.

Tabela 2

Zakres temperatur wyłączenia $T_w$ / °C /	Strona bzynna			Strona bierna		
	90÷100	115÷125	135÷145	90÷100	115÷125	135÷145
Średnica stempla d / mm /	4	4	4	4	4	4
Głębokość gniazda B / mm /	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Wysokość stempla A / mm /	1,21	1,24	1,27	1,09	1,06	0
Głębokość tłoczenia	0,57	0,6	0,63	0,45	0,42	0



Rys. 1

Przyrząd do kształtowania ozujników bimetalowych

A - wysokość stampa

B - głębokość gniazda

d - średnica stampa

Dla czujników  $\varnothing 14$  tłoczenie wykonano stemplem  $\varnothing 5$ . Okazało się że już przy temperaturach wyłączania  $115\div 125^{\circ}\text{C}$  nie należy tłoczyć strony biernej aby uzyskać temperatury załączania w granicach ok.  $100^{\circ}\text{C}$ , zaś przy temperaturach  $T_w$  w granicach  $135\div 145^{\circ}\text{C}$  tłoczyc stemplem  $\varnothing 5$  tylko stronę czynną uzyskano temperatury  $T_z$  niższe o ok.  $50^{\circ}\text{C}$ . Aby uzyskać mniejszą różnicę między  $T_w$  i  $T_z$  należy tłoczyć czujniki stemplem o większej średnicy. Takiego stempla do tłoczenia ręcznego nie posiadano toteż wytłoczono czujniki na odpowiedni zakres temperatur  $T_w$ , bez tłoczenia strony biernej. Tłoczenie stemplem o większej średnicy przeprowadzono na automacie o czym będzie mowa w punkcie 5.

Oczywiście należy liczyć się z niewielką korektą głębokości tłoczenia przy wykonywaniu czujników na automacie w stosunku do głębokości jakie zapewniły dobre parametry czujników przy tłoczeniu ręcznym.

W tabeli 3 przedstawiono parametry tłoczenia dla czujników  $\varnothing 14\text{mm}$

Tabela 3

	Strona czynna			Strona bierna		
Zakres temperatur wyłączania $T_w/^{\circ}\text{C}/$	90÷100	115÷125	135÷145	90÷100	115÷125	135÷145
Średnica stempla $d / \text{mm} /$	5	5	5	5	5	5
Głębokość gniazda $B / \text{mm} /$	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Wysokość stempla $A / \text{mm} /$	2,13	2,18	2,21	1,92	0	0
Głębokość tłoczenia $H / \text{mm} /$	0,78	0,83	0,86	0,57	0	0

~~Pod~~ wykonaniu dla każdej z przedstawionych nastaw po 10 szt. czujników z obu taśm, ponumerowano wszystkie próbki.

Następnie dla wszystkich czujników przeprowadzono stabilizację mechaniczną polegającą na 10-krotnym przegięciu mechanicznym każdego z czujników. Pomiar temperatury działania czujników przepro-



-wadzono w kąpeli olejowej w ultratermostatach.

Dokonano trzykrotnego pomiaru temperatury wyłączania i załączania czujników w stanie swobodnym. Następnie przeprowadzono stabilizację cieplną czujników mającą na celu utrwalenie powtarzalności działania przez usunięcie zbędnych naprężeń powstałych podczas obróbki mechanicznej. Obróbka cieplna polegała na przetrzymaniu czujników w temperaturze  $+220^{\circ}\text{C}$  przez 2 godziny i studzeniu razem z piecem. Czujniki w czasie obróbki cieplnej były w stanie swobodnym. Po obróbce cieplnej ponownie wykonano 3-krotne pomiary temperatur wyłączania i załączania w kąpeli olejowej w ultratermostatach dla każdego z czujników. Zestawienie wyników pomiarów przedstawiono w tabelach 4 + 9.

Tabela Nr 4

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 12$  o temp.  $T_w = 90 \div 100^\circ C$

Rodzaj taśmy itłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB135-NRD - drukowana; ręczne	1	97	97,5	98	78,5	79	81	95	95	95,2	79,5	79	80,2
	2	92	92	92	71	71,5	73	91	91	91	73	72,7	73,2
	3	96	94	95,5	73	75	75	93	93	93,2	76,2	76,3	76,5
	4	96	94,5	95	73	75	76	95	94	94,2	77	77	77,6
	5	95	94	93	73	75	76,5	92,5	92,5	92,2	76,2	76,2	76,2
	6	99	98,5	99	77	78	80	95,2	95,3	95,3	78,7	78	78,8
	7	93	93,5	93,5	75	74	77	91,5	92	91,7	76,5	76,8	77,2
	8	95	93,5	93	72	72	74,5	90	91	90,7	74,2	73,8	74
	9	98	98	98,5	76	78	75	95	94,8	94,8	78,5	78	78,2
	10	94	93	93	72	72,5	74	91	91	91	74	73,8	74,1
	11	92,5	93,5	93	73	74	76,5	92	92	92,2	76,2	76,2	76,3
TB135-NRD - malowana; ręczne	1	94	91	93	80	81	84	93,5	93,5	93,5	85	85	85,4
	2	94,5	93	94,5	80	81	84	94,5	94,5	94,5	85,5	85,3	86,4
	3	91	90	90	79	78	80	91,5	91	91,5	82,5	82	83
	4	95	94,5	95	80	81	84	95	95	94,8	85	85,8	86,4
	5	93	93	93,5	80	81	84	94,8	94,8	94,8	85	85,3	86
	6	95	93	95	82,5	82	84	95,5	95,2	95,2	85,5	86,4	86,2
	7	91	91	92	80	81	82,5	92,5	92,5	92,8	84,8	84,4	85,2
	8	94,5	93	93,5	80	81	83	94	94	94,2	85	85,2	85,5
	9	95	95	95,5	81	82	84	95,5	95,2	95,3	86,5	86	86,8
	10	95	92	95	81	81	84	95,5	95	95,2	85,5	85,5	86

Tabela Nr 5

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 12$  o temp.  $T_w = 115 \div 125^\circ C$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB 135 - NRD - drukowana ; ręczne	1	116	112	112,5	94,5	94	94,5	111,5	111,5	111,5	95	95,2	95,3
	2	123,5	118,2	118	99,5	99	100,5	117	117	117,6	100,2	100,2	100,6
	3	117	112,2	113,7	94	93	94	112,5	112,8	113,2	94,5	95	95
	4	120	115	114,6	98,2	98	99	115	114,8	114,8	99,5	99	99
	5	121	116	116,5	100	99,5	100,5	115,5	115,5	115,7	100,5	100,7	100,8
	6	121,2	116,2	116,2	98,5	98,5	98,2	115,2	115,2	115,4	99,5	99	99
	7	121,4	116	116,2	100	99,5	100	116,5	115,5	116,2	101	101	100,7
	8	125,5	120	120,4	102,5	103,3	104	119	119,5	119,7	103,5	103,4	103
	9	118,2	115	115,2	101	100,3	100,5	115,4	115,3	115,7	101,8	101,7	102,2
	10	120	115	114,7	98	97,5	98,5	114,5	114,5	114,4	98,8	98,3	98,8
TB 135 - NRD - malowana ; ręczne	1	118,2	115	115	104,5	106	106	116	116	116	107,2	107,3	107
	2	119,8	115,8	114	105,5	106,5	106,5	118	118,2	118,2	109,2	108,5	109
	3	118,8	115	115	104	104,8	104,8	114,5	116	116,2	106,8	106,8	106,3
	4	117	115,2	114	103,2	104	104,2	115	115	115,2	106	106,3	106
	5	118,5	115	115	103,5	104,2	104,7	116	116	116,2	106,5	106,3	106,5
	6	117	113	113,5	103,5	104,2	104,5	114,5	114,8	115	106,5	106,5	106,3
	7	117,5	115,2	114	103	103,8	104	108,5	108	108,7	100,2	100,4	100,3
	8	120	116,3	116,5	105	106	106	117,5	117,4	117,5	107,5	107,5	108
	9	118	115	114,3	104	105	105	115,5	115,7	115,6	106,8	106,7	106
	10	118	115	114,2	104,5	105,8	105,5	115,3	115,3	115,7	107,5	107,3	108

M

Tabela Nr 6

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 12$  o temp.  $T_w = 135 \div 145^\circ C$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB 135-NRD - drukowana; ręczne	1	140	139	138	124	123	123	135,6	135,5	135,6	122,3	122	122,5
	2	144,8	143	142,8	126,5	126	127	139,7	139,8	140,2	125,5	125,4	126
	3	137	135	135	121	126	119,5	133	133	133,4	120	119,7	120,3
	4	140,5	138,8	138,2	124	123	122,5	135,7	136,2	136,3	122	122,2	122,3
	5	140,2	138,5	138	121,5	123	120,8	135,5	135,8	135,9	120,5	120,4	120,8
	6	142	141	140,5	126,5	126	125,5	138	138	138,4	124,8	124,7	125
	7	144,5	142,8	142,3	127	127	126	140	140,2	140,2	125	125	125,3
	8	140,5	138,8	138,2	120	121	121,2	135,2	135,8	135,9	119,5	119,8	119,8
	9	137	135	135	120	120	119	133,5	133	133,8	119	118,8	119,3
	10	143	141	140,5	128,5	127,5	128	138	138,2	138,5	127	127,2	127,5
	11	134	131,5	131,8	111,5	111,5	111,5	131,5	130,5	131,2	112	112,1	112,2
TB 135 - NRD - malowana; ręczne	1	144,5	143	140,5	131	131	130,5	141,7	141,8	142,3	130,5	131	131,3
	2	143,5	142,5	142	130,5	129	127	140,7	141	141,7	130,5	131	131,3
	3	144	142	142	128,5	127,5	128,5	140,3	140,8	141	128,5	129	129,7
	4	141,5	139,5	139,5	127	130,5	128	138,2	138,8	139,2	128,5	128,5	129
	5	140	138,8	138,8	127,5	128	128,5	137,7	137,8	138,2	128,5	128,8	129,2
	6	139	138,8	138	127	125	128	137,3	137,3	137,6	127,5	128,2	128,6
	7	142	141	140,5	128	124,5	128	140	139,8	140	127,5	129	129,5
	8	134,5	134,5	134,5	125,5	124,5	126	133,6	134	134	126,8	127	127
	9	139,5	137,8	137,5	125	125	125,5	136,7	137	137,2	126	126,2	126,5

Tabela Nr 7

Wyniki Pomiarów czujników  $\phi 14$  o temp.  $T_w = 90 \pm 100^\circ C$

Rodzaj taśmy i tloczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB 135 - NRD - drukowana ; ręczne	1	88,5	87	86,1	70,8	69,5	70	90	90,5	89,8	72,8	72,8	72,4
	2	89	87	87,3	69,5	68,5	68,8	90	89,7	90	71	71,3	70,8
	3	90,5	89,8	89,8	74	73	73,5	92,7	92,7	92,7	76,6	76,4	76,3
	4	90,5	90,2	90	71,5	70	70,8	92,8	92,8	93	73,5	73,5	73,3
	5	92	91,5	91,5	79	77,5	78,2	93,8	94,5	95	80,6	80,8	81
	6	92,5	92,2	92	73,5	72,5	73	94,7	95	95,3	75,5	75,5	76
	7	94	93,5	93,8	78	77	78	96,3	97,3	97	81,2	81	81,2
	8	94,5	94	93,8	72,5	71	71,8	96,7	97	97	73,8	73,7	73,5
	9	95	93,5	92,5	74,5	73,5	74	94	94,5	95	76,4	76,2	76,5
TB 135 - NRD - malowana ; ręczne	1	87,5	89	89	79,5	78,8	79,2	93,8	95	94,6	84,3	83,8	84,2
	2	87,5	89	89	80	80	79,5	94	95,8	95,8	84,8	85,5	85,2
	3	90	90	90	80	79,5	79,5	95	95,8	96	84,2	84,2	84,5
	4	90,5	90,2	90,5	78,2	78	78,2	94,8	95,2	96	83	83,4	84
	5	91	90,5	90,5	77,8	77,5	76,8	95,2	96,5	96,2	82,2	82	82,4
	6	92	91,5	91,7	81,2	81	81,5	96,5	97	96,8	85,5	85,5	85,3
	7	92,5	92,2	92,5	80,3	80,5	80	97	97,5	97,7	84,6	85	85
	8	92,5	92,5	92,3	81	81	80,5	97,5	98	98,2	85,5	85,8	85,2
	9	93	92,5	92,3	78,8	78,5	78,5	97,2	98	98	83,4	83,4	83,6
	10	93	93,8	94	82	82	81,5	98	99	99	86,5	85,8	86,5
	11	93	93	93,2	81,5	81	81	97,5	98	98,2	85,5	85,5	85,7

13

Tabela Nr 8

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 14$  o temp.  $T_w = 115 \div 125^\circ C$

Rodzaj taśmy i tloczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB135-NRD - drukowana ; ręczne	1	120,5	119,7	117,5	92,8	93,2	92,8	118,8	119	119	93,8	93,5	94
	2	127	126,6	126	89	87	88,8	126	126,2	126,6	89	88,7	89,4
	3	124	122,5	121,2	93,8	93	93,5	121,4	121,7	121,8	93,7	93,5	94,7
	4	123	121,2	121	93,8	93,3	94	121,4	121,8	121,6	95	94,7	94,9
	5	122	120,5	119,5	93	93,5	93,2	120,3	120,6	120,8	95	94,7	94,7
	6	120,1	119,5	117,5	90,5	90	90,5	118,5	118,7	119	91,7	92,2	92
	7	123	121,5	120,2	94,5	93,8	94,2	121	121,3	121,6	95	94,7	94,7
	8	119,5	118,8	116,5	94,5	94,4	94,6	117,7	118,2	118,5	98,5	96,3	96,6
	9	126	125,4	124,2	93	92,5	93	124,2	124,2	124,2	93	93,2	93
	10	125	123,2	122	89,5	89,6	90	122	122,4	122,7	90,5	90,5	90,8
	11	123,5	121,2	119,8	93,8	93,3	93,5	121	120,8	121,2	95	94,7	94
TB135-NRD-malowana ; ręczne	1	121	119,5	118,5	97	96,2	96,5	121,3	122,2	122,2	99	99,5	100
	2	124,5	123,5	122,5	96	95,5	96,4	124,8	125,7	125,7	98,5	99,5	99,7
	3	125	123,5	122,7	97	97	97,8	124,8	125,3	125,7	100	100,3	101
	4	121,5	119	118,2	95	95,5	96,2	121,3	122	122	99	99,5	99,8
	5	123,5	122	121,2	95	95,5	96,4	123,2	124	123,5	98,5	99,5	99,3
	6	122,5	121,2	120,2	97	97	97,8	122,9	123,5	123,5	100	100,5	100,5
	7	121,5	119,7	119	96	96,2	96,8	121,7	122,4	122,4	99,8	100,3	100,7
	8	119	117,2	117,5	96	96	97,2	119,8	120	120,2	100	100,5	100,7
	9	121,5	119,5	119,2	95	96	96,8	122	122,8	122,7	99,8	99,8	100,7
	10	120	119	118,5	95	95,2	95,6	121	121,4	121,5	99	99,5	99,7

AH

Tabela Nr 9

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 14$  o temp.  $T_w = 135 \div 145^\circ C$ 

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$			$T_w [^\circ C]$			$T_z [^\circ C]$		
TB-135 - NRD - drukowana ; ręczne	1	146,5	145,7	145,8	85,5	84	86,5	144,1	144,3	145	83,8	85,2	84,8
	2	141,8	140	140	81,8	82,5	83	138,7	138,9	139	81	82	81,2
	3	140,3	140	139,8	85,6	86,5	87	139,2	139	139,2	85,6	85,5	86
	4	135	135	134,8	82,4	81,8	82,2	134,5	135	135,5	82	82,3	83
	5	135,5	135,5	135,2	74,8	76,2	76,7	134,5	134,8	135	76,8	76,6	77,7
	6	144	143,7	143,8	84	85	86,2	143,2	143,2	143,7	85	86,6	85,7
	7	136,5	136,2	136,2	85,8	86,5	87	135,5	135,7	136	86	86,4	86,3
	8	146	146	146	89,5	91	91,6	144,3	144,3	144,2	88,5	89,7	89,6
	9	145,8	145,3	145,4	94,2	93	95,2	143,9	144,3	144	93	93	93
	10	147	146	146	89,5	90,3	92,6	144,1	144,8	145	90	89,3	90
	11	148,2	147,8	148	86,2	88	88	146	146,2	146	84,8	85,2	85,3
TB 135 - NRD - malowana ; ręczne	1	139	139	139,7	89,5	90,3	91,7	140	140,3	140,5	92	92,7	93
	2	140	140,5	140,8	88	89,3	91,7	141,5	141,6	140,2	91,3	91,8	91,2
	3	147,5	147,3	147,2	107,5	99	99,5	146,5	147	146,8	99	99,3	99,3
	4	142,7	143	143,2	92,5	94	95,5	143,4	144	144	95,2	95,7	95,9
	5	146,5	146,5	146,8	92,5	93	94,8	146,5	147	146,6	94,3	94	94
	6	147,7	147,7	148	105,4	97	97,4	147,2	147,6	147,3	99	97,5	97,7
	7	146,5	145,8	146,3	92,5	93,5	95,5	145,5	146	146	95,2	94,7	95,4
	8	147	147	147,2	104,8	95	97,2	146,5	147	147,2	95,5	95,4	96
	9	140	140,7	140,7	90,5	92,2	93,2	141,3	141,8	141,7	94,3	93,2	94,3
	10	140,7	140,2	140,7	92,5	93	94,3	141,3	141,6	142	95,5	95,4	95,9

## 5. Wykonanie serii czujników na automacie - sprawdzenie powtarzalności parametrów

Wyniki uzyskane przy wykonywaniu czujników metodą ręczną, dają po wien pogląd na temat możliwości osiągnięcia różnych temperatur oraz powtarzalności uzyskiwanych temperatur. Jednakże ze względu na małą ilość próbek oraz pewną niepowtarzalność siły nacisku i sposobu jej narastania, zwykowna byłaby omena powtarzalności uzyskiwanych parametrów przy tych samych głębokościach tłoczenia podczas tłoczenia ręcznego. Zdecydowano więc wykonać pewną partię czujników na automacie. Posiadano jedynie możliwość wykonania na automacie czujników  $\varnothing 14$  przy średnicy stempla tłoczącego  $\varnothing 6,5$  mm, toteż nastawy głębokości tłoczenia dla uzyskania podobnych temperatur będą inne niż przy tłoczeniu ręcznym stemplem  $\varnothing 5$  mm.

Drugą niedogodnością był fakt, że automat z którego korzystano przeznaczony był do produkcji czujników niesamoczynnych, a więc aby uzyskać czujniki samoczynne nie tłoczono wcale strony biernej.

Wykonano partię czujników przy dwóch nastawach głębokości tłoczenia. Dla zakresu najwyższych temperatur, przy nastawie głębokości tłoczenia strony czynnej 0,61 mm wykonano po ok. 20 sztuk czujników z trzech rodzajów taśmy - drukowanej TB135 prod. NRD, malowanej TB135 prod. NRD oraz taśmy TB155 firmy Kanthal - Szwecja.

Zestawienie uzyskanych temperatur przed i po obróbce cieplnej podane w tabelach 10, 11 i 12.

Następną partię zdecydowano wytłoczyć przy mniejszej głębokości tłoczenia strony czynnej tj. 0,53 mm, aby uzyskać zakres temperatur średnich. Wykonano po 30 sztuk czujników z obu taśm produkcji NRD, z taśmy szwedzkiej nie tłoczono, gdyż przy takiej nastawie głębokości tłoczenia dla taśmy Kanthal - TB155 uzyskalibyśmy bardzo niskie temperatury wyłączenia i zakończenia oraz bardzo małą różnicę między tymi temperaturami. Zestawienie uzyskanych temperatur przed i po obróbce cieplnej przedstawiono w tabelach 13 i 14.



Tabela Nr 10

Wyniki pomiarów, czujników  $\phi 14$ 

Rodzaj taśmy i tloczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w$ [°C]			$T_z$ [°C]			$T_w$ [°C]			$T_z$ [°C]		
TB 135 - NRD - drukowana ; automat - nastawa I	1	132	128,2	128	110	112,5	112,8	125,7	126,2	125,7	112,5	112,3	112,4
	2	136	133,5	132,5	114	114,5	116,7	130,5	130,2	130,2	115,6	116	115,2
	3	136	133,5	132,5	114	114	116,5	130,5	130,5	129,9	115,8	116	115,2
	4	130	126,5	126	106,5	107	107,3	124	124,2	123,2	107	107,5	106,8
	5	136	132,5	132,5	111,2	112,7	112,2	129,8	129,6	129,7	111	112	111,5
	6	138,5	134,5	134,3	114	114,5	115,2	131,4	131,2	130,8	113,8	115,7	114
	7	135,5	132,8	132	110,2	110	111	129	128,8	129,7	109,7	109,3	109,8
	8	133	129,5	129	110,8	112,2	110,4	126	126,5	126	109,5	109,3	109,5
	9	141	138,2	137,8	113,5	114,2	114,6	133,7	133,7	133,5	113,2	113	113,7
	10	143,8	142	141,8	113,5	115,5	115,3	137,4	137	137,5	113,8	114,5	114,8
	11	136	132,5	132,2	114	113,7	114,4	129,5	128,8	129,3	113	112,6	113
	12	143,5	141	140,4	113,8	114	114,8	136,2	136	135,8	113	113	113,5
	13	143	140	140	113,8	115	115,2	135,8	135,4	135,5	113,4	116,3	114
	14	140,5	138,5	137,8	112,5	113,2	113,8	134	134,2	134	112,3	112	112,2
	15	146,6	144,2	144	114,5	115,5	116,3	139,3	138,7	138,5	114,4	116,5	115
	16	141,5	139	138,3	116,5	116	118	134	134	134,7	116,3	116,5	114,2
	17	138	136,5	136,2	113	114	114,2	132,5	132,7	132,5	112,6	114,7	112,6
	18	131	128,5	127,5	109,8	110,3	110,6	125	125	125	110	112	110
	19	129	126	125,8	109,5	109,5	110,2	124	123,2	122,5	109,3	109,3	109,5
	20	142	140,2	139,8	114	115	116	135,5	135,3	135,5	114,6	115,2	115
	21	133	130,2	130,5	110,2	111	111,5	127,3	127,6	127,2	110,2	112,5	110,4
	22	145,8	144,2	143,7	115,5	115,5	117	139,2	138,8	138,6	115	116	115
	23	129	126,5	125,8	108,8	108,6	109,2	125,5	123,5	123	108,7	108,8	109
	24	132,8	130,2	129,5	112	112,7	113	127	127	126,7	111,8	112,3	112
	25	134,7	131,5	131,5	112,5	113,7	114,3	128	128	128,3	113	115,7	114
	26												
	27												
	28												
	29												
	30												

17

Tabela Nr 11

Wyniki pomiarów, czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy itłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]		
TB13 - NRD - mclowana ; automat - nastawa 1	1	142,8	142	142	127	128	128,5	140	139,3	139,8	128,5	127	127,3
	2	145,3	144,5	144	124,6	124,8	125,2	142	142	142,3	124,8	124,7	124,5
	3	148	147,4	147	127,8	128,5	129	144,4	144,2	144	128,2	127,7	127,8
	4	149	148,2	148,2	128,9	129,3	129,3	145,2	144,6	145	128,7	127,2	128,5
	5	146,5	146,2	145,5	129	130	130,3	143	142,3	143	129,7	125,5	130
	6	144	143	142,4	128,2	128,8	129,1	140,2	139,8	140,2	128,8	127,5	128,5
	7	147,8	147	146,8	123,7	123,7	124,8	144,4	144	144,4	124,2	124	125,3
	8	146	145,8	145,5	128,5	129,8	130,3	142,5	142,4	142,3	129,6	128	129,3
	9	143,5	143	142,4	125,3	126	126,4	140,2	140	140,2	125,8	125,2	126,5
	10	149,2	148	148	130	131	131,8	145	144,6	144,5	130,5	129	129,5
	11	134,4	132	132,2	122,4	122,5	122,8	132	131,3	132	123,4	124,4	123,4
	12	147	146,4	146,5	126,3	127	127,5	143,8	143,2	143,3	127	126	128,2
	13	148,8	148,2	148,2	126	127	127,5	145,5	144,8	145,3	126,7	126	127,8
	14	133,7	132,5	131,2	122,8	123	122	131	132	130,7	122,7	122,3	122,1
	15	144,7	144,2	144	128,1	129	129,8	141,5	141,5	141,3	128,8	129	128,7
	16	143,8	143	143,4	130,1	131	131,2	140,8	140,5	141	131	128,5	131
	17	144,6	145	143,7	124	121,5	125,2	141,6	141,5	141,7	125,3	124,9	125,3
	18	149,5	149,5	149,5	128,6	129,5	129	146,2	145,8	146,2	127,5	126,9	127,3
	19	141,5	140,7	140,5	128	128,5	129	138,4	138	138,2	128,2	128	127,8
	20	145,5	145	145	130,2	131	131,2	142	142	142	130,3	130,2	129,9
	21	133	131,5	131,5	122,8	122	122,6	131,2	131,2	131,5	123,8	123,5	123,4

Tabela Nr 12

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tloczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]		
TB 155 - Kanthal - szwecja ; automat - nastawa I	1	106	101,7	99,8	93,5	93,6	93,8	99,5	99	99,5	93,6	94	94
	2	120	114	112,4	100,5	100,2	100,8	109,4	109,8	109,8	100	100,2	100,2
	3	123	116,8	114,6	100,5	100,7	101,5	111,8	112,2	112,2	100,2	100,5	100,8
	4	120	112,7	110,6	100	100	100,7	109	107,7	109	100	100,2	100,5
	5	124	118,5	117,2	102	102,4	103,6	114	113,6	114	101,7	102,7	103
	6	124,7	118	116,5	103,2	103,2	104	113,4	113,7	114	103,1	103,8	103,8
	7	125,8	120	118,4	101,6	101,2	102	115,2	116	116	100,7	101,2	102,5
	8	108,5	102	102,4	96	96,3	96,8	101	100,8	101	96,3	96,7	96,3
	9	119,5	112,2	110,7	100,5	100,5	101	108	107,8	108,1	99,8	100,7	100,2
	10	106	101,5	98	92,5	92,7	93	97,5	97,5	98	92,8	92,7	92,9
	11	118,5	111,5	109	99	99,4	99,8	107	106,5	107	98,5	99,4	99,4
	12	124,5	118	116,5	102	103	103,8	113,4	113,7	114	102	102,7	103
	13	123	116,5	114,8	102,6	103	103,4	112,5	113,2	112	101,7	103,2	102,8
	14	126,5	119,3	118,4	100,8	101,6	102	115	115,3	116	101	101,4	101,4
	15	123,5	117,2	115,5	102	102,4	103,3	113,3	113,5	113,8	102	102,4	102,3
	16	123	117,5	115,5	102	102	103,2	112,7	113	113,8	102,3	102,4	102,3
	17	111	104,5	103,8	97	97,5	97,5	102,6	102,7	102,8	97,2	97,5	97,5
	18	123,5	116,3	115,4	102,4	101,7	103,8	112,2	112,2	112,8	103	103	102,9
	19	120	112,7	112	100,8	100,3	101,2	108,7	107,6	108,8	100,2	100,2	100,2

Tabela Nr 13

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 14$ 

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_W$ [°C]			$T_z$ [°C]			$T_W$ [°C]			$T_z$ [°C]		
TB 135 - NRD - drukowana; automat - nastawa II	1	121	119		111,8	113		117,5	117,8	117,4	112,3	112,7	113,5
	2	133,5	131,3		111,5	112,6		128	128,7	128,7	110,6	111,4	111,2
	3	132,5	129		107,8	109,2		126,2	126,8	127	107,2	107,3	107,4
	4	125	121,2		110,5	110,6		120,5	119,7	121	110,5	110,2	110,5
	5	127,5	124,3		106,5	107,5		123,2	123,8	123,7	106,8	106,6	106,7
	6	129	126,5		106,4	107,4		124	125	124,8	106,4	106,4	106,6
	7	126,5	123,7		101,8	103,5		122,2	122,6	122,4	102,7	101,6	102
	8	121,5	119,1		110	109,6		118	117,7	117,8	110,2	110,4	110,3
	9	121,8	118,7		107,1	109		117,3	117,4	117,3	107,5	107,8	107,8
	10	124	121,4		111,5	112,4		120	121,1	120,6	112,1	112	111,9
	11	123,5	121,4		110,5	110,7		119	120,6	119,8	110,8	110,8	110,6
	12	122,5	119,5		100,5	100,2		118,5	119	118,3	102,6	101,8	101,8
	13	129	126,3		106	107,2		124,5	124,8	125,5	106	105,5	106,5
	14	125,2	121,8		103	103,7		120	120,4	120,4	103,6	104,6	103,6
	15	124,5	121,2		103,5	104,4		120,8	120,2	120,1	104	103,5	106
	16	127	124		106,5	107,4		122,8	123,1	123,2	107	106,8	107
	17	129,5	126,5		109,7	110		124,6	125,4	125,8	110,8	109,9	109,7
	18	134,5	132		110	111		129,4	130,2	130,1	110,4	110,5	110,4
	19	123	120,8		109	109,6		120,8	120,8	120,8	109,4	110,7	109,8
	20	120	118		106,8	107,5		116,8	116,9	116,2	107,2	107,6	107,4
	21	123,5	121		110	111,5		120	119,5	120	110,4	110,5	110,3
	22	124,5	120,6		109,4	109,6		119,5	120,2	120,4	109,2	110	109,8
	23	124,5	121		107,2	107,7		119,2	119,5	120,1	107,4	107,5	107,3
	24	128	125,6		114,5	115,5		123,5	123,7	123,9	114,8	114,6	114,4
	25	125,5	121,1		112,7	113,4		120	121,7	121	113	113,7	113,8
	26	129	125,8		115,5	117,4		123,2	124	123,8	116,6	116,8	116,4
	27	131	130,6		117	119		127	127,1	127,3	118,9	119	119
	28	128,5	130,3		107,5	108,6		126,8	127,5	128,2	107	107	107,3
	29	127,5	129,6		107	107,8		125,8	126,4	126,6	105,9	105,7	106,6
	30	127,5	129,5		111,5	112,2		126,2	126,9	126,7	111,3	110,5	110,20

Tabela Nr 14

Wyniki pomiarów czujników  $\phi 14$ 

Rodzaj tośmy i tłoczenia	Nr elementu	Pomiary przed obróbką cieplną						Pomiary po obróbce cieplnej					
		$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_w$ [ $^{\circ}C$ ]			$T_z$ [ $^{\circ}C$ ]		
TB 135 - NRD - malowana ; automat - nastawa II	1	132,4	129,5		118,8	119,5		130,7	131,1	131	122,4	122,2	122,3
	2	132,8	130,4		121,8	122,6		131,8	132	131,6	124,4	124,8	124,4
	3	134,5	131,8		122,6	124		132,8	133	133	125,3	125,4	125,2
	4	135	132,8		125	125,7		133,3	133,6	133,2	127,4	127,2	126,8
	5	129,6	126,7		114,2	114,5		128	128	128	118,5	117,7	117,8
	6	134,3	132,3		124	124,5		132,7	133	133	125,8	125,6	125,6
	7	128,3	126,2		118,8	119,7		128,6	128,6	128,6	122,6	122,8	122,8
	8	127,3	124,6		111,5	112,2		126	126,1	126,2	115	115,3	115,3
	9	131,2	128,7		118,5	119,8		129,5	129,3	129,5	122	122,4	122,4
	10	130	127,7		117,4	117,8		129,4	129,4	129,3	119,3	120,1	120,2
	11	140	139		126	128		138,8	137,7	138,7	129	129	129,2
	12	136,8	134,5		125	126,5		135	135	135,3	127,8	127,4	127,4
	13	130,5	129,5		121	122,4		130,3	130	130	123,6	124	123,8
	14	135	133,2		114	115,4		133,2	133,4	133,6	117,5	116,9	117
	15	129,3	126,6		114,7	115,3		127,6	127,7	127,5	119	118,4	118,4
	16	129	127,6		117,7	118		128,3	128,9	128,9	120,7	120,6	121,2
	17	133,8	131		121,8	123,2		132,3	132,4	132,3	124	123,6	124,3
	18	137	135		123	124		135,2	135,4	135,4	125,3	125,2	125,3
	19	131	129,3		121,8	122,6		130,5	130,5	130,2	124,7	124	124
	20	129,3	126,7		114,5	114,8		128	128,1	128,2	118,5	117,8	118,2
	21	133,2	131		122	123,3		131,5	132,2	132,2	124,5	124,5	125,2
	22	131	128,9		122,2	122,8		130,8	130,9	131	125,5	124,5	125
	23	135,7	133,5		123,8	126,2		133,8	134,2	134,2	127,6	127,6	127,4
	24	132,8	130,6		124	125,4		132	132,8	133	126,8	126,8	126,2
	25	126,5	124		113,5	114,3		125,5	125,5	125,5	117,8	117,4	117,2
	26	129,3	125,7		114,2	114		127,4	127,5	127,6	118,2	117,5	117,2
	27	129,5	126,6		111	111,4		128,8	128,5	128,8	113,5	113,5	114,1
	28	130,8	128,3		117,8	118,6		130	130,1	130,1	120	120	120,8
	29	132,5	130		108,3	108,5		131	130,8	130,9	111,3	111,2	111,4
	30	143	139,8		130	138,8		137,8	137,6	137,9	132,5	132,8	132,8

## 6. Badanie charakterystyk czujników

Charakterystyka przełączania czujnika oraz jego wstępna wysokość są istotne z punktu widzenia konstrukcji ograniczników, <sup>W</sup>których wykorzystane są powyższe czujniki.

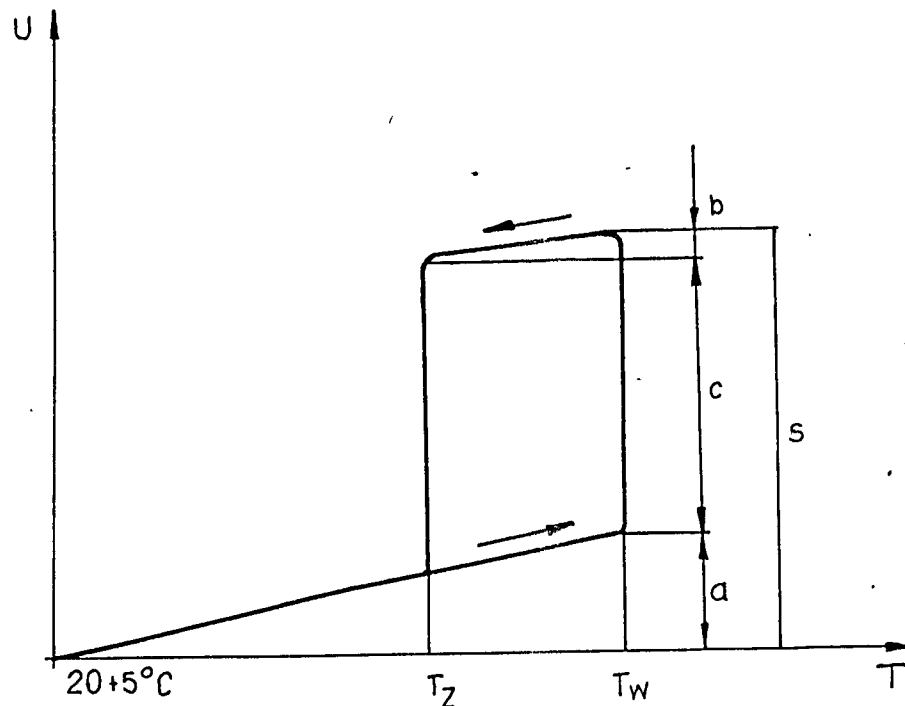
Charakterystyka typowego czujnika termobimetalowego przedstawiona jest na rysunku 2.

Z posiadanych próbek czujników o średnicy 12 mm i średnicy 14 mm wybrano z każdego zakresu temperatur po 3 sztuki czujników dla obu taśm. Dla wybranych próbek zdjęto charakterystyki przełączania, które przedstawiono na rysunkach 3 + 14.

Z danego zakresu temperatur wybierano próbki różniące się temperaturą wyłączenia i załączenia aby zorientować się jaki jest wpływ rozrzutu temperatur na rozrzut wysokości ugięcia i skoku użytecznego czujnika.

Zestawienie parametrów charakterystycznych dla czujników przedstawiono w tabeli 15.

CHARAKTERYSTYKA TYPOWEGO CZUJNIKA TERMOBIMETALOWEGO



U - ugięcie

T - temperatura

Tw- moment przeskoku czujnika w temperaturze wyższej

Tz- moment przeskoku czujnika w temperaturze niższej

a - ugięcie wstępne przy wzroście temperatury

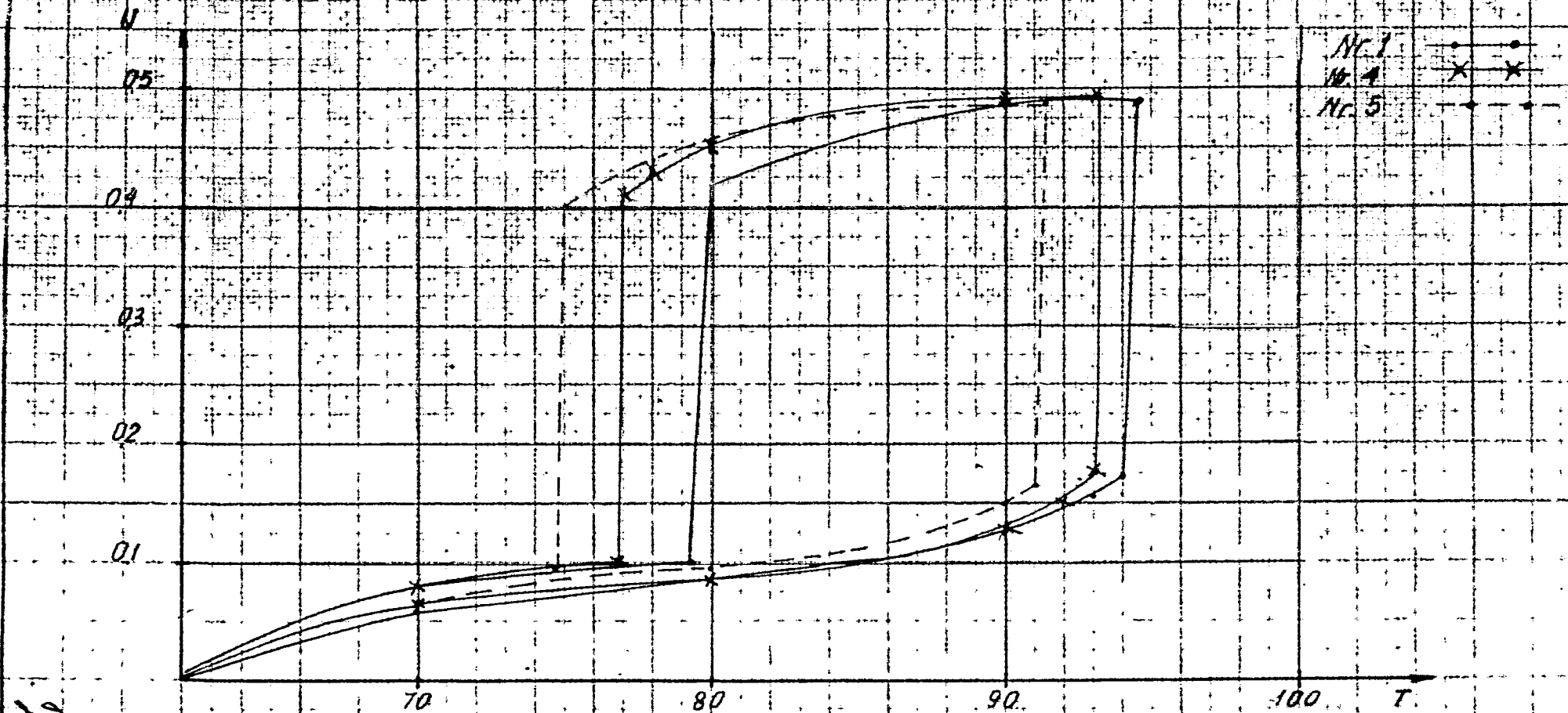
b - ugięcie wstępne przy obniżaniu temperatury

c - skok użyteczny czujnika

s - ugięcie całkowite

Rys, 2.

Charakterystyka  
 Czujnika  $\phi 12$  forma TB-135 drukowana

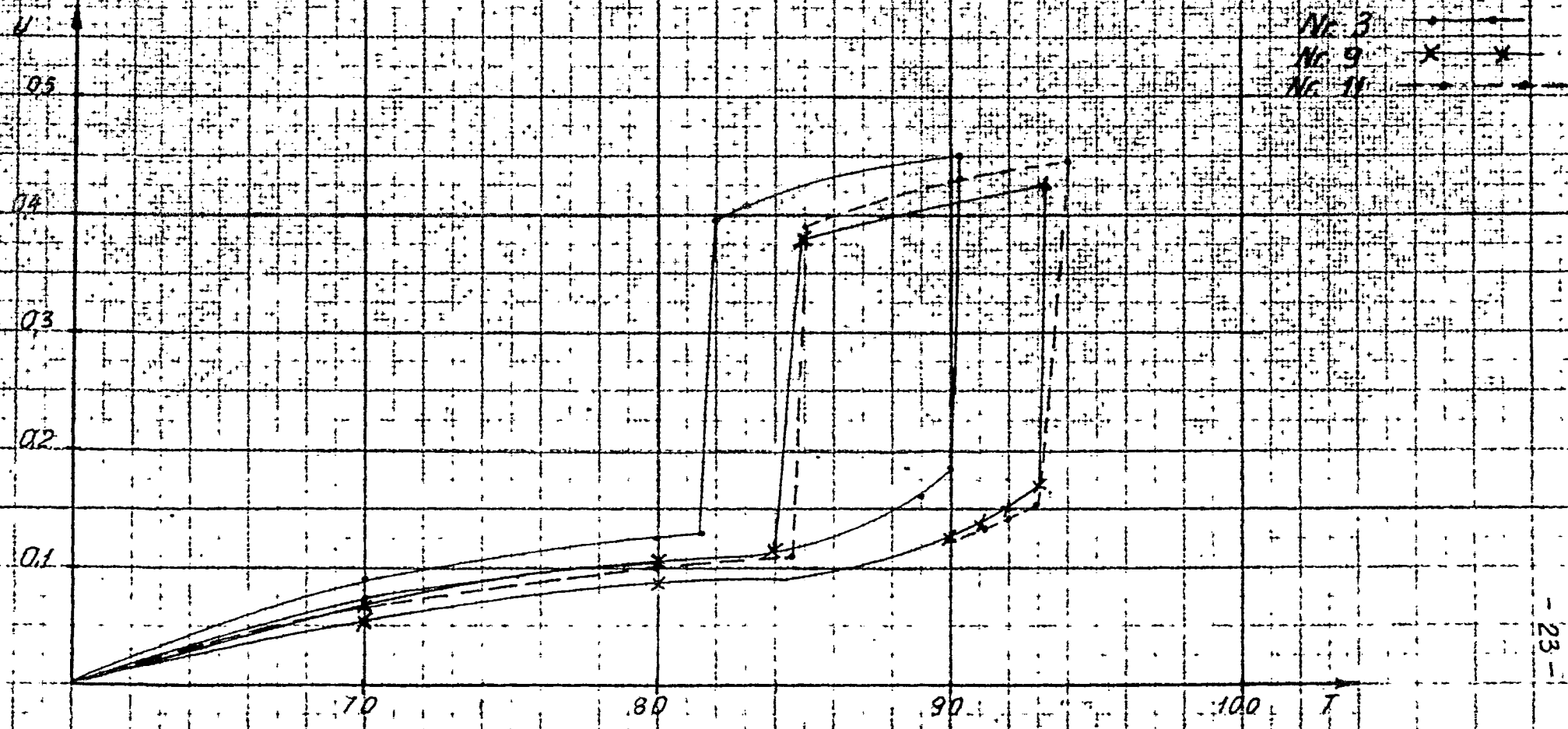


470

Rys. 3.



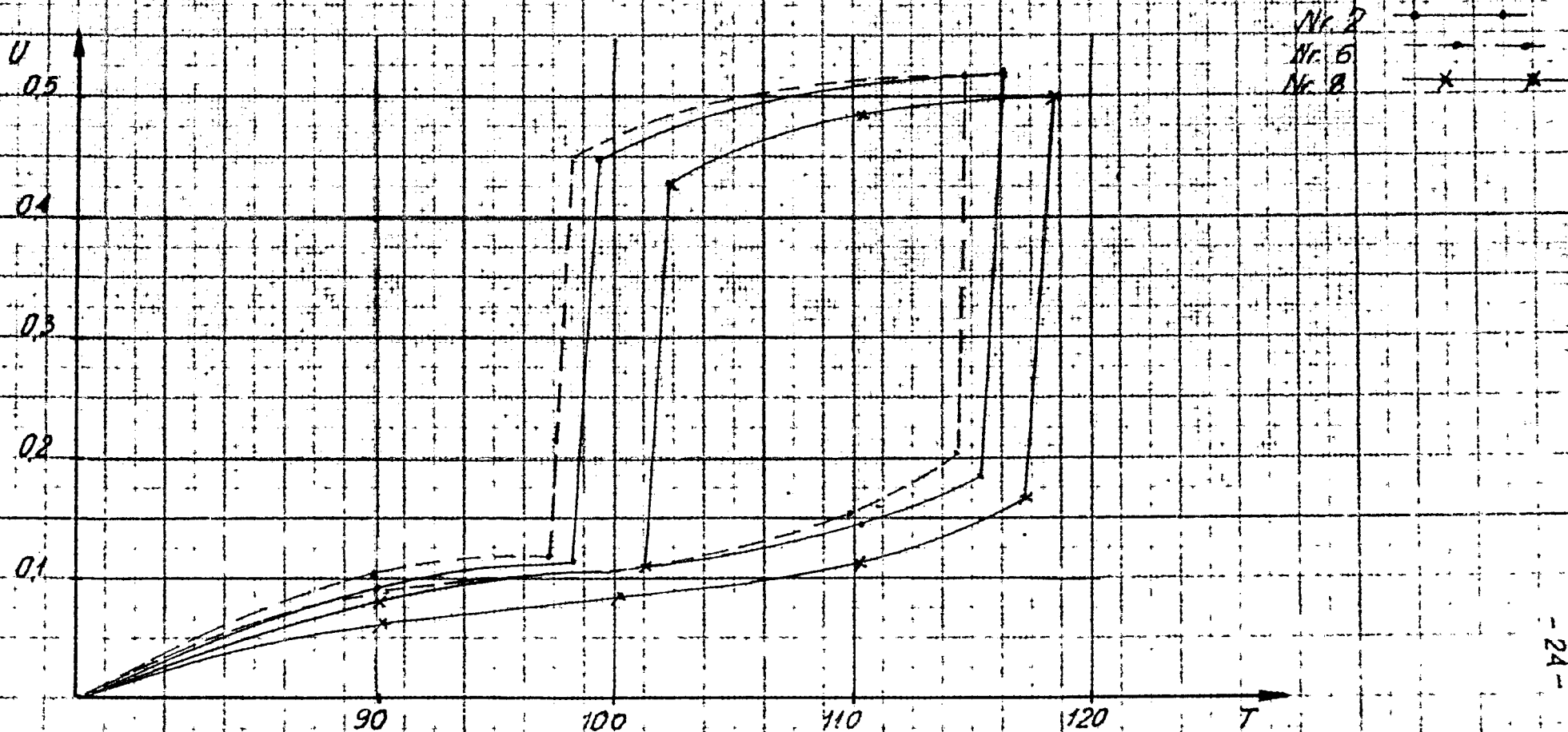
Charakterystyka  
 Czujnika  $\phi$  12 fasma TB 135 malinowa



96

Rys A

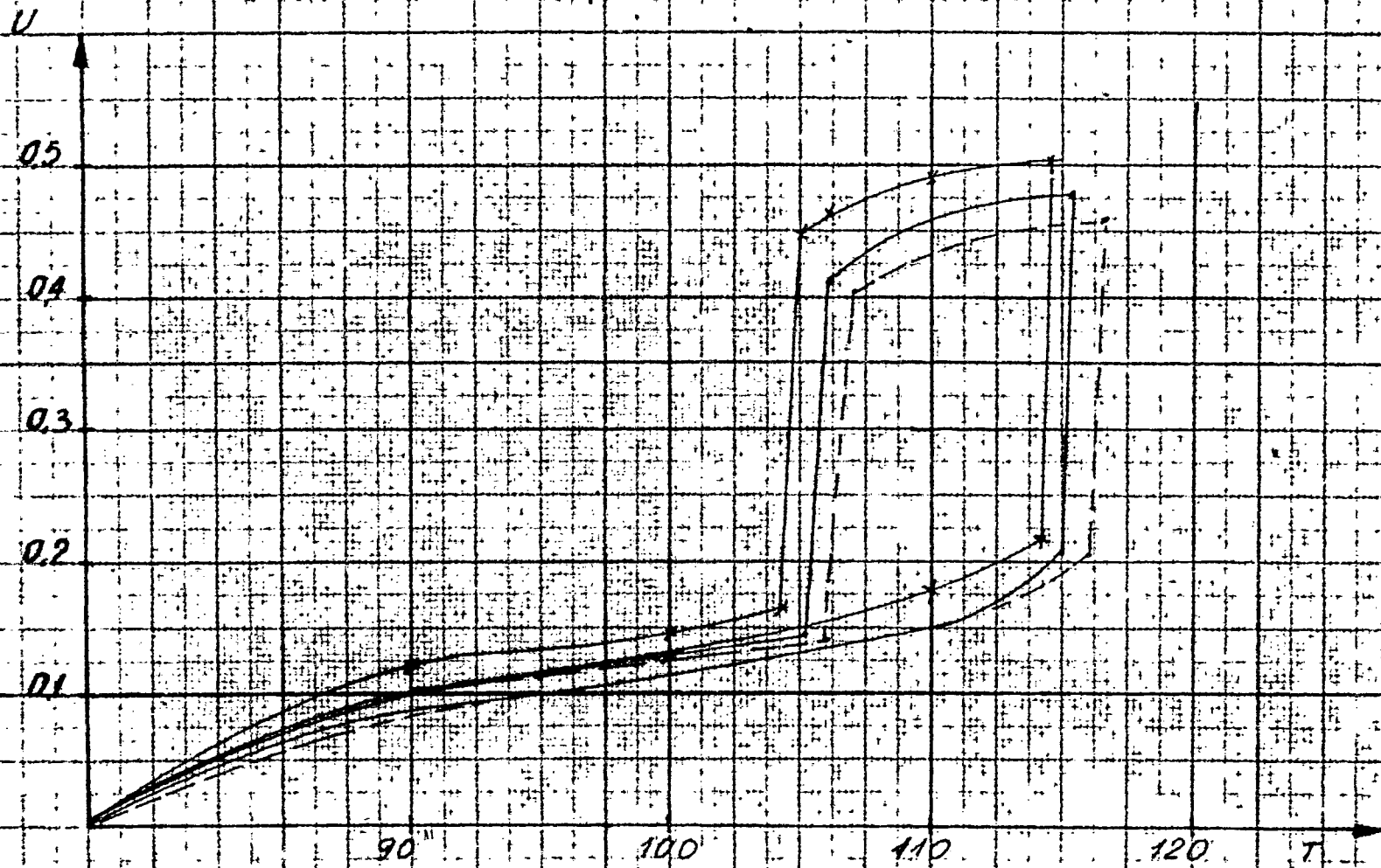
Charakterystyka  
 Czujnika  $\phi 12$  termopila TB-135 drukowana



Rys. 5

976

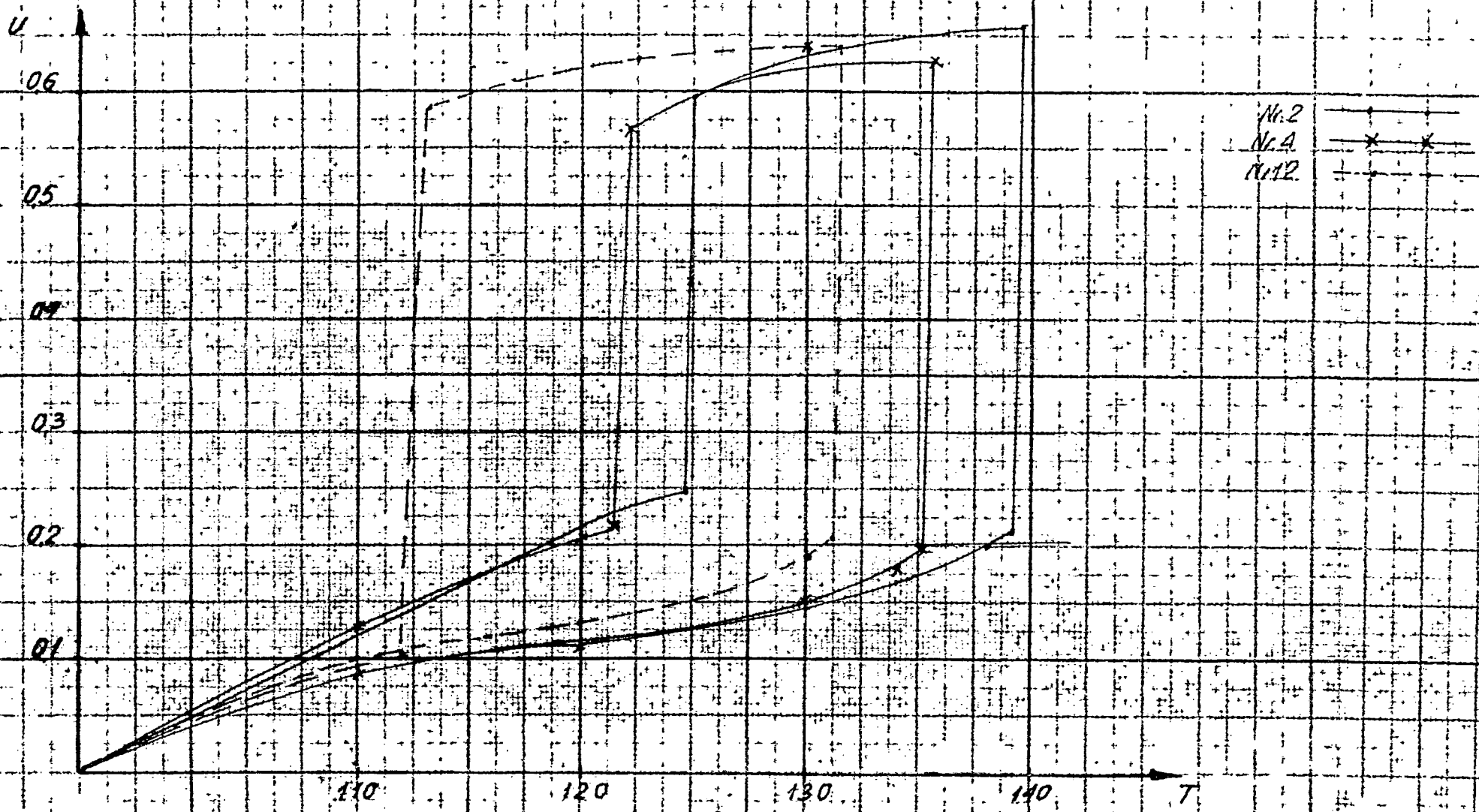
Charakterystyka  
Czujnika  $\phi$  12 tasma TB-135 malowana



22

Rys. 6

Charakterystyka  
Czujnika  $\phi 12$  taśma T.B-135 drukowana



Rys 7

28

Charakterystyka

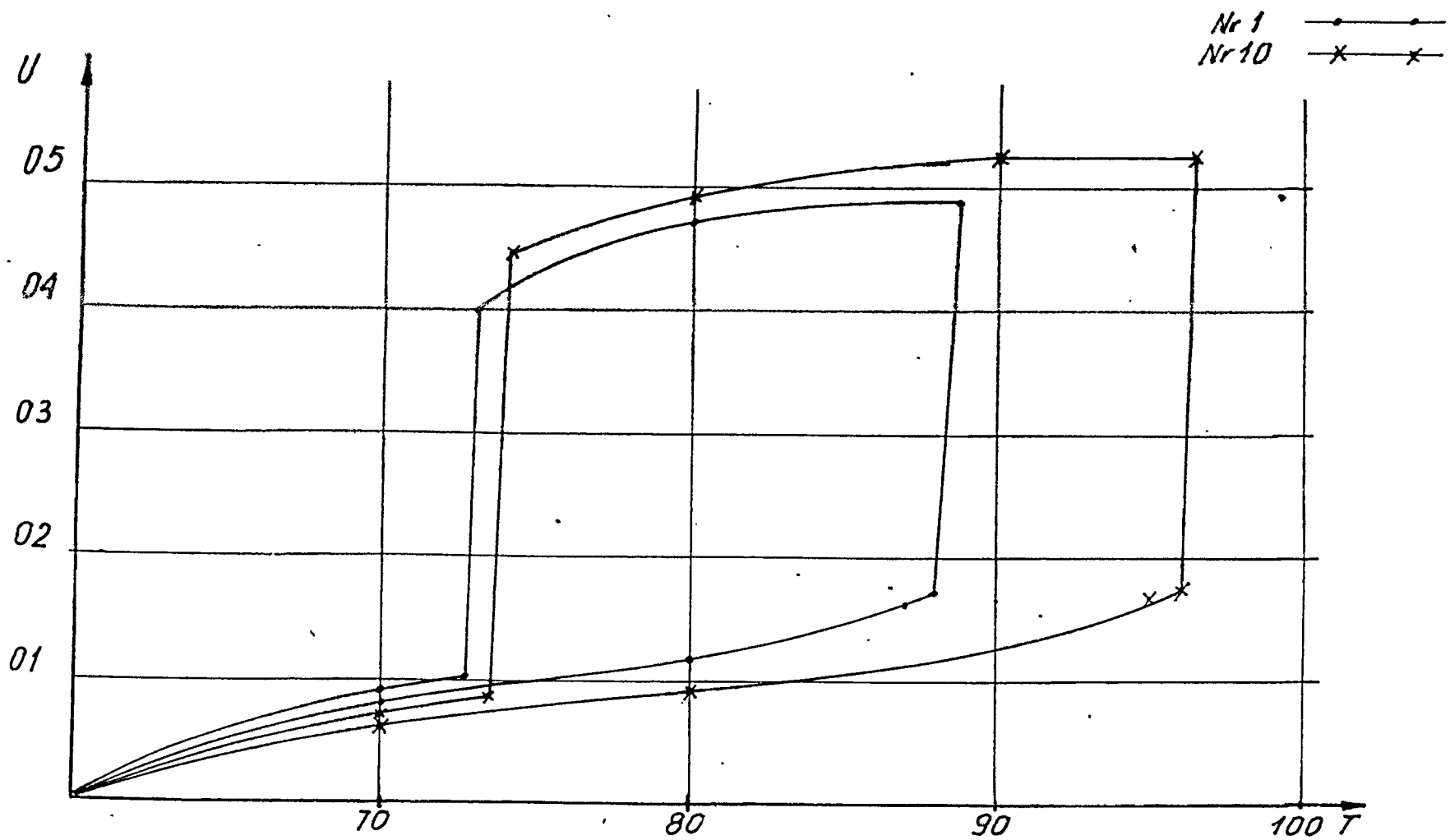
Opływarka 4 12 tasma IB-135 malowana



60

RUS. 8

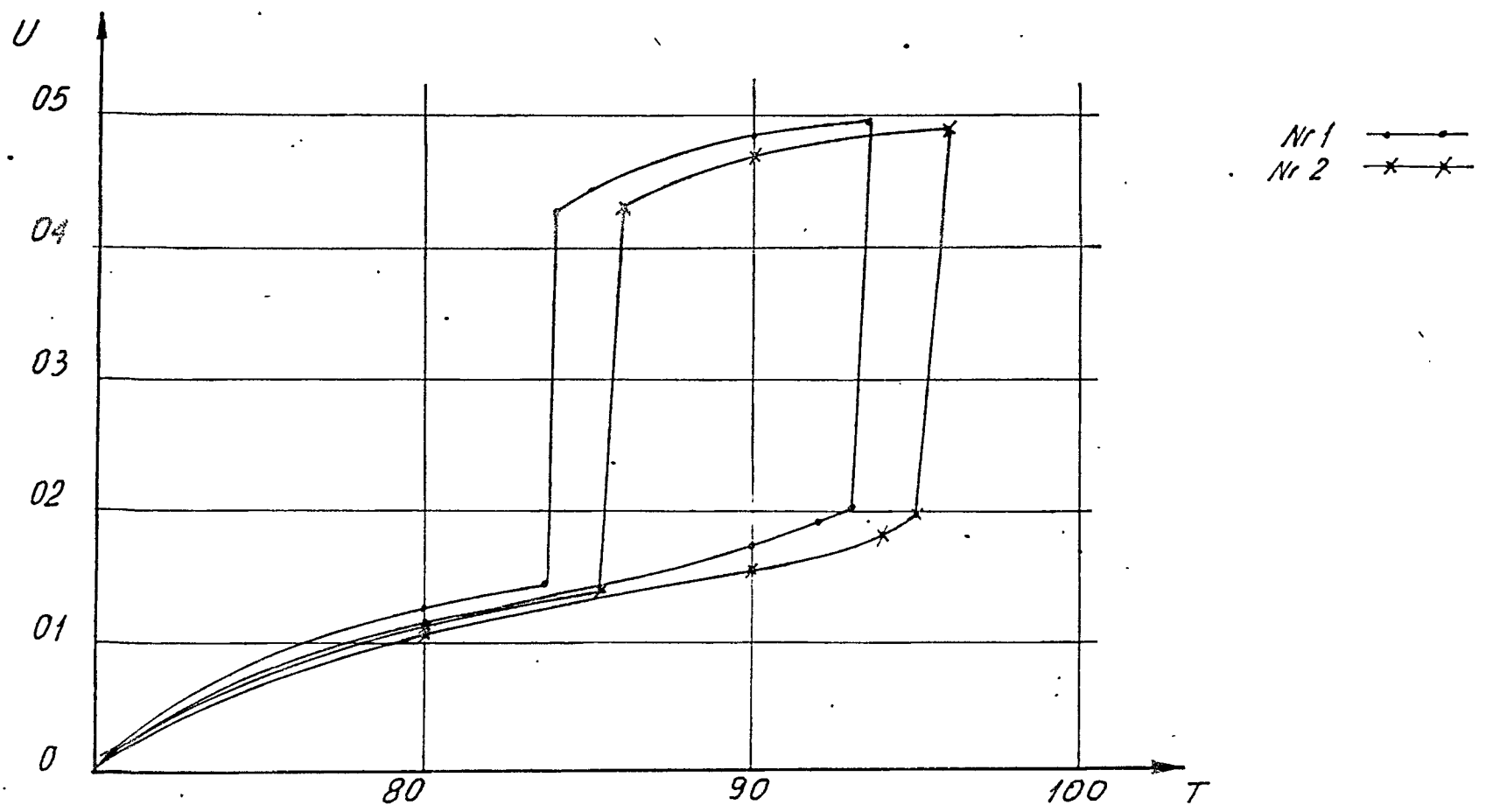
Charakterystyka  
Czujnika  $\phi 14$  taśma TB-135 drukowana



Rys. 9

80

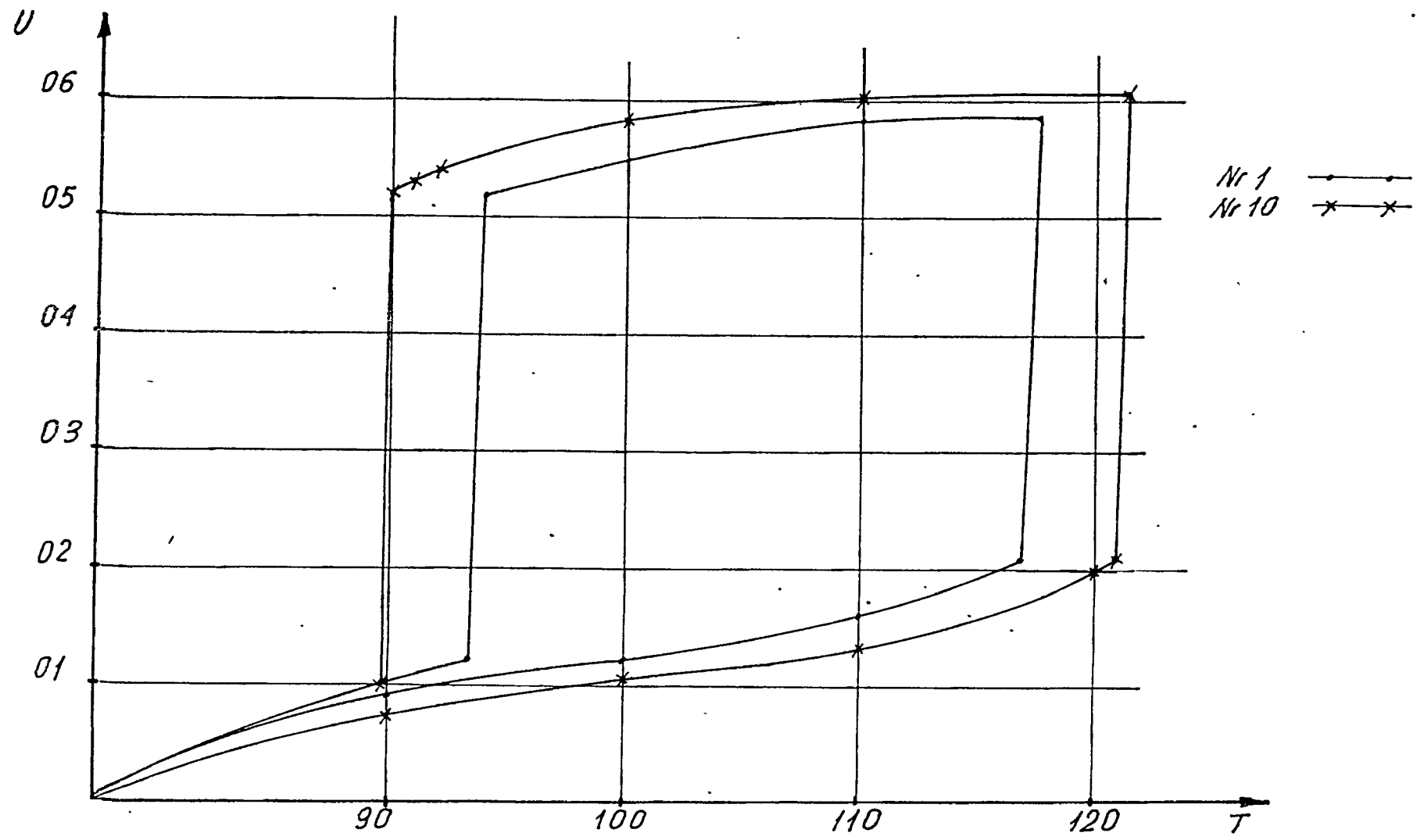
*Charakterystyka  
Czujnika  $\phi 14$  taśma TB-135 malowana*



*Rys. 10*

31

Charakterystyka  
Czujnika  $\phi 14$  taśma TB-135 drukowano



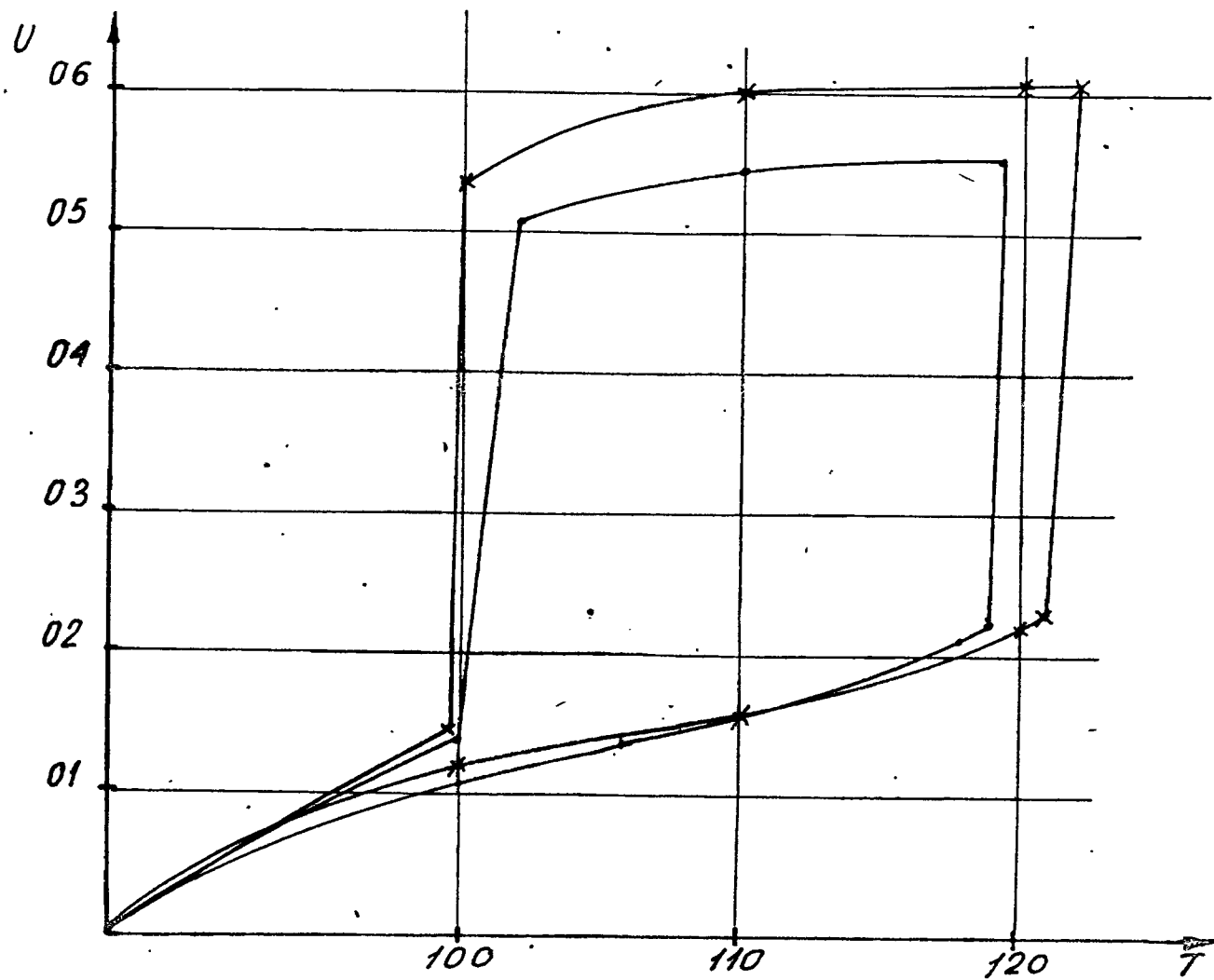
Rys. 11.

37

Nr	Słown	Stron
		30



Charakterystyka  
Czujnika  $\phi 14$  taśma TB-135-malowana



Nr 8 —●—●—  
Nr 9 —x—x—

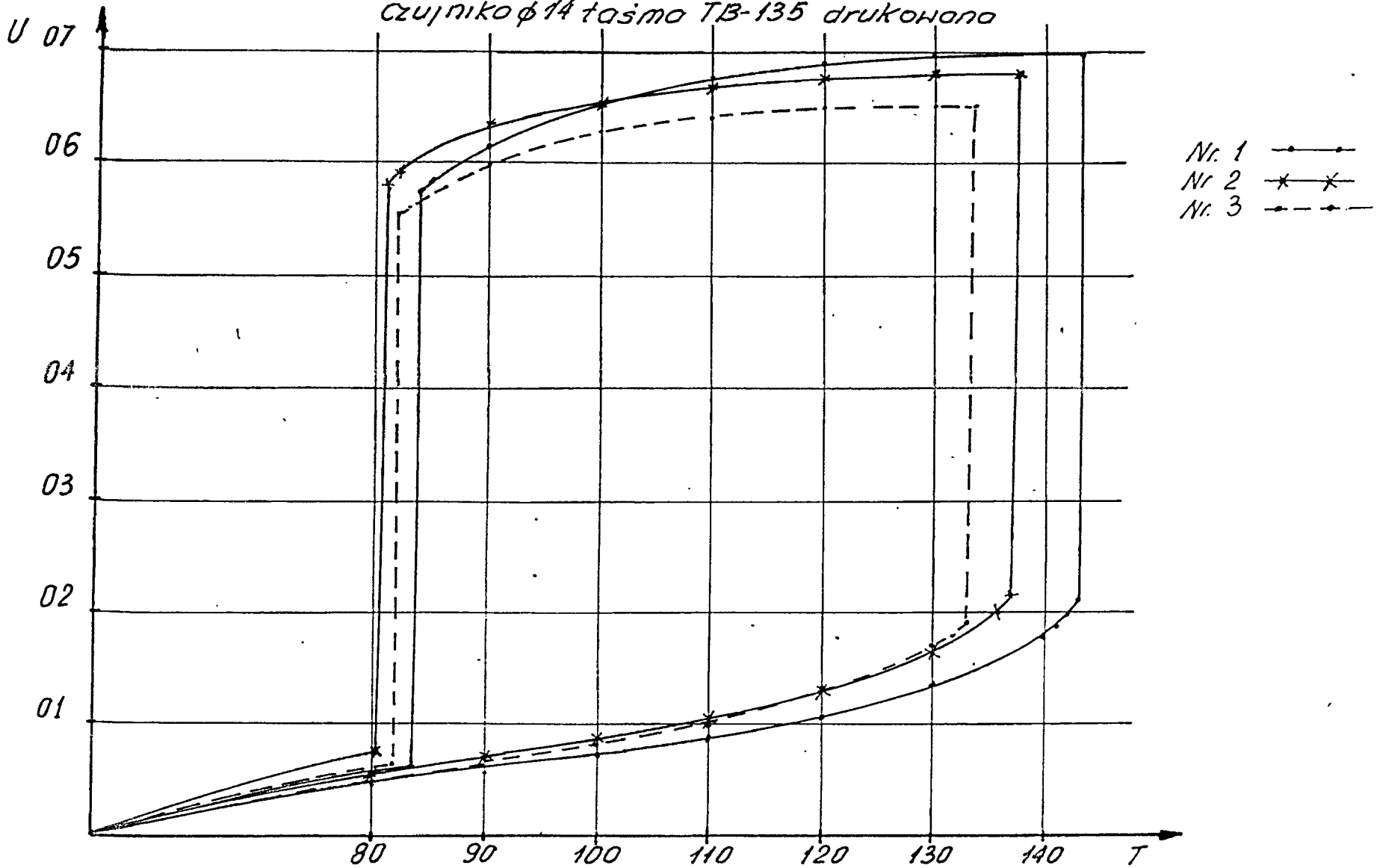
PIAP  
WARSZAWA

Strona 31  
Stron  
Nr

33

Rys 12

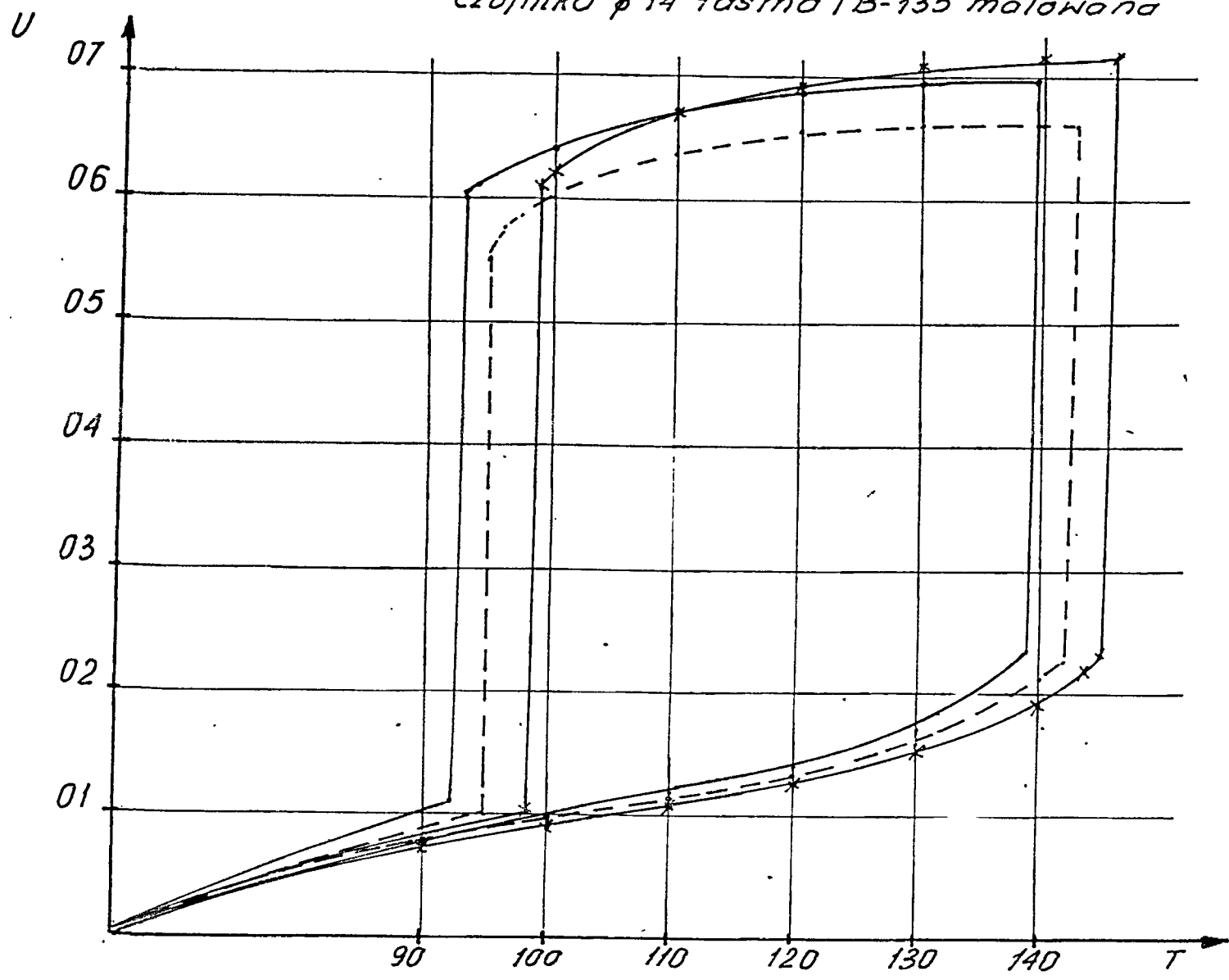
Charakterystyka  
Czujniko  $\phi 14$  taśma TB-135 drukowana



Rys 13

34

Charakterystyka  
Czujniko  $\phi$  14 taśma TB-135 malowana



Nr 1 —●—  
Nr 2 —×—  
Nr 4 —•—

35

Rys 14.

Tabela

śred. czujnika $\phi$	rodzaj taśmy	Temperatura wyłączenia	Temperatura załączenia	Wysokość $h$	Ugięcie wstępne przy wzroście temperatury	Ugięcie całkowite	Ugięcie wstępne przy obniżeniu temperatury	Skok użyteczny
		[°C]	[°C]	[mm]	$a$ [mm]	$S$ [mm]	$b$ [mm]	$C$ [mm]
$\phi 12$	drukowana	92,9 $^{+2,4}_{-2,3}$	76,4 $^{+3,2}_{-3,4}$	0,5 $^{+0,02}_{-0,03}$	0,16 $^{+0,02}$	0,48 $^{+0,02}$	0,07 $^{+0,02}$	0,23 $^{+0,04}$
		115,4 $^{+4,0}_{-4,5}$	99,4 $^{+3,9}_{-4,2}$	0,54 $^{+0,01}$	0,16 $^{+0,05}$	0,5 $^{+0,02}$	0,07	0,25 $^{+0,04}$
		136 $^{+4,1}_{-5}$	121,7 $^{+4,1}_{-5}$	0,53 $^{+0,01}$	0,2 $^{+0,01}$	0,63 $^{+0,02}$	0,05 $^{+0,06}$	0,37 $^{+0,02}$
	malowana	94,2 $^{+1,1}_{-2,9}$	85,3 $^{+1,1}_{-2,8}$	0,53 $^{+0,02}$	0,15 $^{+0,04}$	0,42 $^{+0,03}$	0,04 $^{+0,02}$	0,25 $^{+0,05}$
		115,3 $^{+2,8}_{-6,9}$	106,4 $^{+2,6}_{-6,1}$	0,56	0,2 $^{+0,02}$	0,46 $^{+0,05}$	0,05 $^{+0,02}$	0,2 $^{+0,03}$
		138,7 $^{+3,2}_{-4,9}$	128,6 $^{+2,3}_{-2,4}$	0,56 $^{+0,01}_{-0,02}$	0,21 $^{+0,01}$	0,61 $^{+0,04}$	0,03 $^{+0,03}$	0,36 $^{+0,03}$
$\phi 14$	drukowana	93,7 $^{+3,2}_{-3,8}$	75,7 $^{+5,4}_{-4,7}$	0,46 $^{+0,02}$	0,17 $^{+0,01}$	0,49 $^{+0,04}$	0,08 $^{+0,01}$	0,23 $^{+0,04}$
		121,3 $^{+5}_{-3,2}$	93,5 $^{+3,6}_{-2,9}$	0,51 $^{+0,02}$	0,21	0,59 $^{+0,02}$	0,05 $^{+0,04}$	0,3 $^{+0,01}$
		141 $^{+5,1}_{-6,2}$	85,5 $^{+7,5}_{-8,5}$	0,54 $^{+0,01}$	0,19 $^{+0,03}$	0,65 $^{+0,05}$	0,09 $^{+0,03}$	0,36 $^{+0,01}$
	malowana	96,6 $^{+2,1}_{-2,2}$	84,5 $^{+1,8}_{-2,2}$	0,49 $\pm 0,03$	0,19 $^{+0,01}$	0,49 $^{+0,01}$	0,06 $^{+0,01}$	0,22 $^{+0,02}$
		122,7 $^{+2,7}_{-2,7}$	99,8 $^{+0,6}_{-0,7}$	0,55 $\pm 0,02$	0,22 $^{+0,01}$	0,55 $^{+0,06}$	0,04 $^{+0,03}$	0,28 $^{+0,03}$
		144,2 $^{+3,2}_{-4,1}$	95,1 $^{+4,1}_{-3,7}$	0,56 $^{+0,01}$	0,22 $^{+0,02}$	0,66 $^{+0,06}$	0,09 $^{+0,02}$	0,32 $^{+0,06}$

### 7. Analiza parametrów czujników

W celu umożliwienia oceny parametrów wykonanych czujników dla każdego z czujników wyliczono :

- średnią temperaturę wyłączenia  $T_w$  po obróbce cieplnej
  - średnią temperaturę załączania  $T_z$  po obróbce cieplnej
  - różnicę  $T_w - T_z$
  - rozrzut temperatur  $T_w$  przy trzech pomiarach po obróbce cieplnej
  - rozrzut temperatur  $T_z$  przy trzech pomiarach po obróbce cieplnej
  - wpływ obróbki cieplnej na temperaturę  $T_w^*$
  - wpływ obróbki cieplnej na temperaturę  $T_z^*$ .
- \* - różnica między temperaturą średnią i pierwszym pomiarem po wytkoczeniu i stabilizacji mechanicznej.

Ponadto obliczono średnie temperatury  $T_w$  i  $T_z$  serii elementów oraz maksymalne rozrzuty tych temperatur w serii.

Powyższe wyliczenia dla czujników wykonanych metodą tkoczenia ręcznego przedstawiono w tabelach 16 + 21 , zaś dla czujników wykonanych metodą tkoczenia automatycznego przedstawiono w tabelach 22 + 26.

Powyższe wyniki pozwalają na ocenę powtarzalności temperatur poszczególnych elementów oraz na ocenę wartości rozrzutu temperatur przy wykonywaniu serii elementów.

Ogólnie można powiedzieć, że wszystkie elementy posiadają temperatury przełączania w granicach  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ . Można zaobserwować że nieco mniejsze rozrzuty temperatur uzyskaliśmy dla niższych

Tabela Nr 16

Parametry czujników  $\phi 12$

Rodzaj taśmy i tloczenia	Nr. elementu	Średnia temperatura wyłgcz. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura załgcz. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 135 NRD - drukowana; ręczne - nastawa I	1	95,1	79,6	15,5	$\pm 0,1$	$\pm 0,6$	-2,4	+1,1	$T_w = 92,9$ <sup>+2,4</sup> <sub>-2,3</sub> $T_z = 76,4$ <sup>+3,2</sup> <sub>-3,4</sub> $T_w - T_z = 16,5$
	2	91	73	-18	0	$+0,2$ $-0,5$	-1	+2	
	3	93,1	76,4	16,7	$\pm 0,1$	$+0,1$ $-0,2$	-2,9	+3,4	
	4	94,4	77,2	17,2	$+0,6$ $-0,2$	$+0,4$ $-0,2$	-1,6	+4,2	
	5	92,4	76,2	16,2	$+0,1$ $-0,2$	0	-2,6	+3,2	
	6	95,3	78,5	16,8	0 $-0,1$	$+0,3$ $-0,5$	-3,7	+1,5	
	7	91,7	76,8	14,9	$+0,3$ $-0,2$	$+0,4$ $-0,3$	-1,8	+1,8	
	8	90,6	74	16,6	$+0,4$ $-0,6$	$\pm 0,2$	-4,4	+2	
	9	94,9	78,2	16,7	$\pm 0,1$	$+0,3$ $-0,2$	-3,1	+2,2	
	10	91	74	17	0	$+0,1$ $-0,2$	-3	+2	
	11	92,1	76,2	15,8	$\pm 0,1$	$+0,1$ 0	-0,9	+3,2	
TB 135 NRD - mechaniczna; ręczne - nastawa I	1	93,5	85,1	8,4	0	$+0,3$ $-0,1$	-0,5	+4,1	$T_w = 94,2$ <sup>+1,1</sup> <sub>-2,9</sub> $T_z = 85,3$ <sup>+1,1</sup> <sub>-2,8</sub> $T_w - T_z = 8,9$
	2	94,5	85,7	8,8	0	$+0,7$ $-0,4$	0	+4,7	
	3	91,3	82,5	8,8	$+0,2$ $-0,3$	$\pm 0,5$	+0,3	+3,5	
	4	94,9	85,7	9,2	$+0,9$ 0	$\pm 0,7$	-0,1	+4,7	
	5	94,8	85,4	9,4	0	$+0,6$ $-0,4$	-1,8	+4,4	
	6	95,3	86	9,3	$+0,2$ $-0,1$	$+0,4$ $-0,5$	+0,3	+3,5	
	7	92,6	84,8	7,8	$+0,2$ $-0,1$	$\pm 0,4$	-1,6	+2,8	
	8	94,1	85,2	8,9	$\pm 0,1$	$+0,3$ $-0,2$	-0,4	+4,2	
	9	95,3	86,4	8,9	$+0,2$ $-0,1$	$\pm 0,4$	+0,3	+4,4	
	10	95,2	85,7	9,5	$+0,3$ $-0,2$	$+0,3$ $-0,2$	+0,2	+3,7	

Tabela Nr 17

Parametry czujników  $\phi 12$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr. elementu	Średnia temperatura wyłącz. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura załącz. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 135 NRD - drukowana; ręczne - nastawa II	1	111,5	95,2	16,3	0	+0,1 -0,2	-4,5	+0,7	$T_w = 115,4$ <sup>+4,1</sup> $T_z = 99,4$ <sup>+3,9</sup> $T_w - T_z = 16$ <sup>-4,2</sup>
	2	117,2	100,3	-16,9	+0,4 -0,2	+0,3 -0,1	-6,3	+0,8	
	3	112,8	94,9	17,9	+0,4 -0,3	+0,1 -0,4	-4,2	+0,9	
	4	114,9	99,2	15,7	$\pm 0,1$	+0,3 -0,2	-5,1	+1	
	5	115,6	100,7	14,9	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	-5,4	+0,7	
	6	115,3	99,2	16,1	$\pm 0,1$	+0,3 -0,2	-5,8	+0,7	
	7	116,1	100,9	15,2	+0,4 -0,6	+0,1 -0,2	-5,3	+0,9	
	8	119,4	103,3	16,1	+0,3 -0,4	+0,2 -0,3	-6,1	+0,8	
	9	115,5	101,9	13,6	$\pm 0,2$	+0,3 -0,2	-2,7	+0,9	
	10	114,5	98,6	15,9	0	+0,2 -0,3	-5,5	+0,6	
TB 135 NRD - malowana; ręczne - nastawa II	1	116	107,2	8,8	0	+0,1 -0,2	-2,2	+2,7	$T_w = 115,3$ <sup>+2,8</sup> $T_z = 106,4$ <sup>+2,6</sup> $T_w - T_z = 8,9$ <sup>-6,1</sup>
	2	118,1	109	9,1	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	-1,7	+3,5	
	3	115,6	106,5	9,1	+0,6 -1,1	+0,3 -0,2	-3,2	+2,5	
	4	115,1	106,1	9	$\pm 0,1$	+0,2 -0,1	-1,9	+2,9	
	5	116,1	106,4	9,7	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	-2,4	+2,9	
	6	114,8	106,4	8,4	$\pm 0,2$ -0,3	$\pm 0,1$	-2,2	+2,9	
	7	108,4	100,3	8,1	+0,3 -0,4	$\pm 0,1$	-9,1	+2,7	
	8	117,5	107,7	9,8	0 -0,1	+0,3 -0,2	-2,5	+2,7	
	9	115,6	106,5	9,1	$\pm 0,1$	+0,3 -0,5	-2,4	+2,5	
	10	115,4	107,6	7,8	+0,3 -0,1	+0,4 -0,3	-2,6	+3,1	

Tabela 18

Parametry czujników  $\phi 12$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Średnia tempera- tura wyłącz. $T_W$ [°C]	Średnia tempera- tura załącz. $T_Z$ [°C]	$T_W - T_Z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbkę cieplnej		Wpływ obrób- ki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	
TB 135 -NRD - drukowana ; ręczne - nastawa III	1	135,6	122,3	13,3	0 -0,1	+0,2 -0,3	-4,4	-1,7	$T_W = 136 \begin{matrix} +4,1 \\ -5 \end{matrix}$ $T_Z = 121,7 \begin{matrix} +5,5 \\ -9,6 \end{matrix}$ $T_W - T_Z = 14,3$
	2	139,9	125,8	-14,1	+0,3 -0,2	+0,2 -0,3	-4,9	-0,7	
	3	133,1	120	13,1	+0,3 -0,1	$\pm 0,3$	-3,9	-1	
	4	136,1	122,2	13,9	+0,2 -0,4	+0,1 -0,2	-4,4	-1,8	
	5	135,7	120,6	15,1	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	-4,5	-0,9	
	6	138,1	124,8	13,3	+0,3 -0,1	+0,2 -0,1	-3,9	-1,7	
	7	140,1	125,1	15	$\pm 0,1$	+0,2 -0,1	-4,4	-1,9	
	8	135,5	119,7	15,8	+0,4 -0,3	+0,1 -0,2	-5	-0,3	
	9	133,4	119	14,4	$\pm 0,4$	+0,3 -0,2	-3,6	-1	
	10	138,2	127,2	11	+0,3 -0,2	+0,3 -0,2	-4,8	-1,3	
	11	131	112,1	18,9	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$	-3	+0,6	
TB 135 -NRD -malowana ; ręczne - nastawa III	1	141,9	130,9	11	+0,4 -0,2	$\pm 0,4$	-3,6	-0,1	$T_W = 138,7 \begin{matrix} +3,2 \\ -4,9 \end{matrix}$ $T_Z = 128,6 \begin{matrix} +2,3 \\ -2,4 \end{matrix}$ $T_W - T_Z = 10,1$
	2	141,1	130,9	10,2	$\pm 0,6$	$\pm 0,4$	-2,4	+0,4	
	3	140,7	129	11,7	+0,3 -0,4	+0,7 -0,5	-3,3	+0,5	
	4	138,7	128,7	10	$\pm 0,5$	+0,3 -0,2	-2,8	+1,7	
	5	137,9	128,8	8,6	+0,3 -0,2	+0,4 -0,3	-2,1	+1,3	
	6	137,4	128,1	9,3	+0,2 -0,1	+0,5 -0,6	-1,6	+1,1	
	7	139,9	128,7	11,2	$\pm 0,1$	+0,8 -1,2	-2,1	+0,7	
	8	133,8	126,9	6,9	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	-1,7	+1,4	
	9	136,9	126,2	10,7	+0,3 -0,2	+0,3 -0,2	-2,6	+1,2	



Tabela Nr 19

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłozenia	Nr elementu	Średnia temperatura wyłącz. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura załącz. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 135-NRD - drukowana ; ręczne - nastawa J	1	90,1	72,7	17,4	+0,4 -0,3	+0,1 -0,3	+1,5	+1,9	$T_w = 93,7$ <sup>+3,2</sup> $T_z = 75,7$ <sup>+5,4</sup> $T_w - T_z = 18$ <sup>-3,8</sup> <sup>-4,7</sup>
	2	89,9	71	18,9	+0,1 -0,2	+0,3 -0,2	+0,9	+1,5	
	3	92,7	76,4	16,3	0	+0,2 -0,1	+2,2	+2,4	
	4	92,9	73,4	19,5	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	+2,4	+1,9	
	5	94,4	80,8	13,6	$\pm 0,6$	$\pm 0,2$	+2,4	+1,8	
	6	95	75,6	19,4	$\pm 0,3$	+0,4 -0,3	+2,5	+2,1	
	7	96,9	81,1	15,8	+0,4 -0,6	$\pm 0,1$	+2,9	+3,1	
	8	96,9	73,7	23,2	+0,1 -0,2	+0,1 -0,2	+2,4	+1,2	
	9	94,5	76,4	18,1	$\pm 0,5$	+0,1 -0,2	-0,5	+1,9	
TB 135-NRD - malowana ; ręczne - nastawa J	1	94,4	84,1	10,3	$\pm 0,6$	+0,2 -0,3	+6,9	+4,6	$T_w = 96,6$ <sup>+2,1</sup> $T_z = 84,5$ <sup>+1,8</sup> $T_w - T_z = 12,1$ <sup>-2,2</sup> <sup>-2,2</sup>
	2	95,2	85,1	10,1	+0,6 -1,1	+0,4 -0,3	+7,7	+5,1	
	3	95,6	84,3	11,3	+0,4 -0,6	+0,2 -0,1	+5,6	+4,3	
	4	95,3	83,5	11,8	+0,7 -0,5	$\pm 0,5$	+4,8	+5,3	
	5	96	82,3	13,7	+0,5 -0,8	$\pm 0,1$	+5	+4,5	
	6	96,8	85,4	11,4	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	+4,8	+4,2	
	7	97,4	84,9	12,5	+0,3 -0,4	+0,1 -0,3	+4,9	+4,6	
	8	97,9	85,5	12,4	+0,3 -0,4	$\pm 0,3$	+5,4	+4,5	
	9	97,7	83,5	14,2	+0,3 -0,5	$\pm 0,1$	+4,7	+4,7	
	10	98,7	86,3	12,4	+0,3 -0,7	+0,2 -0,5	+5,7	+4,3	
	11	97,9	85,6	12,3	+0,3 -0,4	$\pm 0,1$	+4,9	+4,1	

HA

Tabela Nr 20

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Średnia temperatura wyłaz. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura załaz. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 135 - NRD - drukowana ; ręczne - nastawa II	1	118,9	93,8	25,1	$\pm 0,1$	+0,2 -0,3	-1,6	+1	$T_w = 121,3^{+5}_{-3,2}$ $T_z = 93,5^{+3,6}_{-2,9}$ $T_w - T_z = 27,8$
	2	126,3	89	37,3	$\pm 0,3$	+0,4 -0,3	-0,7	0	
	3	121,6	94	27,6	$\pm 0,2$	+0,7 -0,5	-2,4	+0,2	
	4	121,6	94,9	26,7	$\pm 0,2$	+0,1 -0,2	-1,4	+1,1	
	5	120,6	94,8	25,8	+0,2 -0,3	+0,2 -0,1	-1,4	+1,8	
	6	118,7	92	26,7	+0,3 -0,2	+0,2 -0,3	-1,4	+1,5	
	7	121,3	94,8	26,5	$\pm 0,3$	+0,2 -0,1	-1,7	+0,3	
	8	118,1	97,1	21	$\pm 0,4$	+1,4 -0,8	-1,4	+2,6	
	9	124,2	93,1	31,1	0	$\pm 0,1$	-1,8	+0,1	
	10	122,4	90,6	31,8	+0,3 -0,4	+0,2 -0,1	-2,6	+1,1	
	11	121	94,6	26,4	$\pm 0,2$	+0,4 -0,6	-2,5	+0,8	
TB 135 - NRD - mechanicznie - nastawa I	1	121,9	99,5	22,4	+0,3 -0,6	$\pm 0,5$	+0,9	+2,5	$T_w = 122,7 \pm 2,7$ $T_z = 99,8^{+0,6}_{-0,7}$ $T_w - T_z = 22,9$
	2	125,4	99,2	26,2	+0,3 -0,6	+0,5 -0,7	+0,9	+3,2	
	3	125,2	100,4	24,8	+0,5 -0,4	+0,6 -0,4	+0,2	+3,4	
	4	121,5	99,4	22,1	+0,5 -0,2	$\pm 0,4$	0	+4,4	
	5	123,6	99,1	24,5	+0,4 -0,3	+0,4 -0,6	+0,1	+4,1	
	6	123,3	100,3	23	+0,2 -0,4	+0,2 -0,3	+0,8	+3,3	
	7	122,2	100,3	21,9	+0,2 -0,7	+0,4 -0,5	+0,7	+4,3	
	8	120	100,4	19,6	$\pm 0,2$	+0,3 -0,4	+1	+4,4	
	9	122,5	100,1	22,4	+0,3 -0,5	+0,6 -0,3	+1	+5,1	
	10	121,3	99,4	21,9	+0,2 -0,3	+0,3 -0,4	+1,3	+4,4	

Tabela Nr 21

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr elementu	Średnia temperatura wył. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura zał. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 135 -NRD - drukowana ; ręczne - nastawa III	1	144,5	84,6	59,9	+0,5 -0,4	+0,6 -0,8	-2	-0,9	$T_w = 141 \begin{matrix} +5,1 \\ -6,2 \end{matrix}$ $T_z = 85,5 \begin{matrix} +7,5 \\ -8,5 \end{matrix}$ $T_w - T_z = 55,5$
	2	138,9	81,4	57,5	+0,1 -0,2	+0,6 -0,4	-2,9	-0,4	
	3	139,1	85,7	53,4	$\pm 0,1$	+0,3 -0,2	-1,2	+0,1	
	4	135	82,4	52,6	$\pm 0,5$	+0,6 -0,4	0	0	
	5	134,8	77	57,8	+0,2 -0,3	+0,7 -0,4	-0,7	+2,2	
	6	143,4	85,8	57,6	+0,3 -0,2	$\pm 0,8$	-0,6	+1,8	
	7	135,7	86,2	49,5	+0,3 -0,2	$\pm 0,2$	-0,8	+0,4	
	8	144,3	89,3	54	0	+0,4 -0,8	-1,7	-0,2	
	9	144,1	93	51,1	$\pm 0,2$	0	-1,7	-1,2	
	10	144,6	89,8	54,8	+0,4 -0,5	+0,2 -0,5	-2,4	+0,3	
	11	146,1	85,1	61	$\pm 0,1$	+0,2 -0,3	-2,1	-1,1	
TB 135 -NRD - miedź sm.; ręczne - nastawa III	1	140,1	92,6	47,5	+0,4 -0,1	+0,4 -0,6	+1,1	+3,1	$T_w = 144,2 \begin{matrix} +3,2 \\ -4,1 \end{matrix}$ $T_z = 95,1 \begin{matrix} +4,1 \\ -3,7 \end{matrix}$ $T_w - T_z = 49,1$
	2	141,1	91,4	49,7	+0,5 -0,9	+0,4 -0,2	+1,1	+3,4	
	3	146,8	99,2	47,6	+0,2 -0,3	+0,1 -0,2	-0,7	-8,3	
	4	143,8	95,6	48,2	+0,2 -0,4	+0,3 -0,4	+1,1	-3,1	
	5	146,7	94,1	52,6	+0,3 -0,2	+0,2 -0,1	-0,2	+1,6	
	6	147,4	98	49,4	$\pm 0,2$	+1 -0,5	-0,3	-7,4	
	7	145,8	95,1	50,7	+0,2 -0,3	+0,3 -0,4	-0,7	+2,6	
	8	146,0	95,6	51,3	+0,3 -0,4	+0,4 -0,2	-0,1	-9,2	
	9	141,6	93,9	47,7	+0,2 -0,3	+0,4 -0,7	+1,6	+3,4	
	10	141,6	95,6	46	+0,4 -0,3	+0,3 -0,2	+0,9	+3,1	

Tabela Nr 22

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr. elementu	Średnia temp. wytężania $T_W$ [°C]	Średnia temp. zataężania $T_Z$ [°C]	$T_W - T_Z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów [°C]
					$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	
TB 135 - NRD - drukowana ; automat - nastawa I	1	125,9	112,2	14,7	+0,2 -0,7	+0,3 -0,1	-6,1	+2,2	$T_W = 130,7 \begin{matrix} +8,2 \\ -7,5 \end{matrix}$ $T_Z = 112,7 \begin{matrix} +3 \\ -5,6 \end{matrix}$ $T_W - T_Z = 18,1$
	2	130,3	115,6	14,7	+0,2 -0,1	+0,4 -0,2	-5,7	+1,6	
	3	130,3	115,7	14,6	+0,2 -0,4	+0,3 -0,5	-5,7	+1,7	
	4	123,8	107,1	16,7	+0,4 -0,6	+0,4 -0,3	-6,2	+0,6	
	5	129,7	111,5	18,2	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	-6,3	+0,3	
	6	131,1	114,5	16,6	$\pm 0,3$	+1,2 -0,7	-7,4	+0,5	
	7	129,2	109,6	19,6	+0,5 -0,4	+0,2 -0,3	-6,3	+0,6	
	8	126,2	109,4	16,8	+0,3 -0,2	$\pm 0,1$	-6,8	+1,4	
	9	133,6	113,3	20,3	$\pm 0,1$	+0,4 -0,3	-7,4	-0,2	
	10	137,3	114,4	22,9	+0,2 -0,3	+0,4 -0,6	-6,5	+0,9	
	11	129,2	112,9	16,3	+0,3 -0,4	+0,1 -0,3	-6,8	+1,1	
	12	136	113,2	22,8	$\pm 0,2$	+0,3 -0,2	-7,5	-0,6	
	13	135,6	114,6	21	$\pm 0,2$	+1,7 -1,2	-7,4	+0,8	
	14	134,1	112,2	21,9	$\pm 0,1$	+0,1 -0,2	-6,4	-0,3	
	15	138,8	115,3	23,5	+0,5 -0,2	+1,2 -0,9	-7,8	+0,8	
	16	134,2	115,7	18,5	+0,5 -0,2	+0,6 -0,5	-7,3	-0,8	
	17	132,6	113,3	19,3	$\pm 0,1$	+1,4 -0,7	-5,4	+0,3	
	18	125	110,7	14,3	0	+1,3 -0,7	-6	+0,9	
	19	123,2	109,4	13,8	+0,8 -0,7	$\pm 0,1$	-5,8	-0,1	
	20	135,4	114,9	20,5	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	-6,6	+0,9	
	21	127,4	111	16,4	$\pm 0,2$	+1,5 -0,8	-5,6	+0,8	
	22	138,9	115,3	23,6	$\pm 0,3$	+0,7 -0,3	-6,9	-0,3	
	23	124	108,8	15,2	+1,5 -1	$\pm 0,1$	-5	0	
	24	126,9	112	14,9	+0,1 -0,3	+0,3 -0,2	-5,9	0	
	25	128,1	114,2	13,9	+0,2 -0,1	+1,5 -1,2	-6,6	+1,7	
	26								
	27								
	28								
	29								
	30								

44

Tabela Nr 23

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr. elementu	Średnia temp. wyłączenia $T_W$ [°C]	Średnia temp. załączenia $T_Z$ [°C]	$T_W - T_Z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów [°C]	
					$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]		
TB 135 NRD - malowana ; automat - nastawa I	1	139,7	127,6	12,1	+0,3 -0,4	+0,9 -0,6	-2,9	+0,6	$T_W = 140,7$ <sup>+5,4</sup> <sub>-9,5</sub> $T_Z = 126,3$ <sup>+3,8</sup> <sub>-3,9</sub> $T_W - T_Z = 14,4$	
	2	142,1	124,7	17,4	+0,2 -0,1	+0,1 -0,2	-3,2	+0,1		
	3	144,2	127,9	16,3	$\pm 0,2$	+0,3 -0,2	-3,8	+0,1		
	4	144,9	128,1	16,8	+0,3 -0,3	+0,5 -0,9	-4,1	-0,8		
	5	142,8	128,4	14,4	+0,2 -0,5	+1,6 -2,9	-3,7	-0,6		
	6	140,1	128,3	11,8	+0,1 -0,3	+0,5 -0,8	-3,9	+0,1		
	7	144,3	124,5	19,8	+0,1 -0,3	+0,8 -0,5	-3,5	+0,8		
	8	142,4	129	13,4	$\pm 0,1$	+0,6 -1	-3,6	+0,5		
	9	140,1	125,8	14,3	$\pm 0,1$	+0,7 -0,6	-3,4	+0,5		
	10	144,7	129,7	15	+0,3 -0,2	+0,8 -0,7	-5,5	-0,3		
	11	131,8	123,7	8,1	+0,2 -0,5	+0,7 -0,3	-2,6	+1,3		
	12	143,4	127,1	16,3	+0,4 -0,2	$\pm 1,1$	-3,6	+0,8		
	13	145,2	126,8	18,4	+0,3 -0,4	+1 -0,8	-3,6	+0,8		
	14	131,2	122,4	8,8	+0,8 -0,5	$\pm 0,3$	-2,5	-0,4		
	15	141,4	128,8	12,6	$\pm 0,1$	+0,2 -0,1	-3,3	+0,7		
	16	140,8	129,8	11	+0,2 -0,3	+1,2 -1,3	-3	-0,3		
	17	141,6	125,2	16,4	$\pm 0,1$	+0,1 -0,3	-3	+1,2		
	18	146,1	127,2	18,9	+0,1 -0,3	$\pm 0,3$	-3,4	-1,4		
	19	138,2	128	10,2	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	-3,3	0		
	20	142	130,1	11,9	0	$\pm 0,2$	-3,5	-0,1		
	21	131,3	123,6	7,7	+0,2 -0,1	$\pm 0,2$	-1,7	+0,8		
	22									
	23									
	24									
	25									
	26									
	27									
	28									
	29									
	30									

Tabela Nr 24

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłozenia	Nr elementu	Średnia temperatura wyłącz. $T_w$ [°C]	Średnia temperatura załącz. $T_z$ [°C]	$T_w - T_z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów [°C]
					$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	$T_w$ [°C]	$T_z$ [°C]	
TB 155 - Kanthal - Szwecja ; automat - nastawa I	1	99,3	93,9	5,4	+0,2 -0,3	+0,1 -0,3	-6,5	+0,4	$T_w = 109,4$ <sup>+6,3</sup> <sub>-2,4</sub> $T_z = 100,1$ <sup>+3,5</sup> <sub>-7,3</sub> $T_w - T_z = 9,3$
	2	109,7	100,1	-9,6	+0,1 -0,3	$\pm 0,1$	-10,3	+0,4	
	3	112,1	100,5	11,6	+0,1 -0,3	$\pm 0,3$	-10,9	0	
	4	108,6	100,2	8,4	+0,4 -0,9	+0,3 -0,2	-11,4	+0,2	
	5	113,9	102,5	11,4	+0,1 -0,3	+0,5 -0,8	-10,1	+0,4	
	6	113,7	103,6	10,1	$\pm 0,3$	+0,2 -0,5	-11	+0,4	
	7	115,7	101,5	14,2	+0,3 -0,5	+1 -0,8	-10,1	-0,1	
	8	100,9	96,4	4,5	$\pm 0,1$	+0,3 -0,1	-7,6	+0,4	
	9	108	100,2	7,8	+0,1 -0,2	+0,5 -0,4	-11,5	-0,3	
	10	97,7	92,8	4,9	+0,3 -0,2	$\pm 0,1$	-8,3	+0,3	
	11	106,8	99,1	7,7	+0,2 -0,3	+0,3 -0,6	-11,7	+0,1	
	12	113,7	102,6	11,1	$\pm 0,3$	+0,3 -0,6	-10,8	+0,6	
	13	112,6	102,6	10	$\pm 0,6$	+0,6 -0,9	-10,4	0	
	14	113,5	102,2	11,3	+0,3 -0,2	$\pm 0,2$	-10	+0,2	
	15	113,2	102,3	10,9	+0,6 -0,5	+0,1 0	-9,8	+0,3	
	16	115,4	101,3	14,1	+0,6 -0,4	+0,1 -0,3	-11,1	+0,5	
	17	102,7	97,4	5,3	$\pm 0,1$	+0,1 -0,2	-8,3	+0,4	
	18	112,4	103	9,4	+0,4 -0,2	0	-11	+0,6	
	19	108,4	100,2	8,2	+0,4 -0,2	0	-11,6	-0,6	

46

Tabela Nr 25

Parametry czujników  $\phi 14$ 

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr. elementu	Średnia temp. wyłączania $T_W$ [°C]	Średnia temp. złączenia $T_Z$ [°C]	$T_W - T_Z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki ciepl- nej na		Średnie temperatury serii element [°C]
					$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	
TU-135 - VD - drukowana ; automat - nastawa II	1	117,6	112,8	4,3	+0,2 -0,1	+0,7 -0,5	-3,4	+1	$T_W = 122,3^{+7,6} - 5,7$ $T_Z = 109,1^{+9,9} - 7$
	2	128,5	111,1	17,4	+0,2 -0,5	+0,3 -0,5	-5	-0,4	
	3	126,7	107,3	19,4	+0,3 -0,5	$\pm 0,1$	-5,8	-0,5	
	4	120,4	110,4	10	+0,6 -0,7	+0,1 -0,2	-4,6	-0,1	
	5	123,6	106,7	16,9	+0,2 -0,4	$\pm 0,1$	-3,9	+0,2	
	6	124,6	106,5	18,1	+0,4 -0,6	$\pm 0,1$	-4,4	+0,1	
	7	122,4	102,1	20,3	$\pm 0,2$	+0,6 -0,5	-4,1	+0,3	
	8	117,8	110,3	7,5	+0,2 -0,1	$\pm 0,1$	-3,7	+0,3	
	9	117,3	107,7	9,6	+0,1 0	+0,1 -0,2	-4,1	+0,6	
	10	120,6	112	8,6	+0,5 -0,6	$\pm 0,1$	-3,6	+0,5	
	11	119,8	110,7	9,1	$\pm 0,8$	$\pm 0,1$	-3,7	+0,2	
	12	118,6	102,1	16,5	+0,4 -0,3	+0,5 -0,3	-3,9	+1,6	
	13	125	106	19	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	-4	0	
	14	120,3	104	16,3	+0,1 -0,3	+0,6 -0,4	-4,9	+1	
	15	120,4	104,5	15,9	+0,4 -0,3	+1,5 -1	-4,1	+1	
	16	123	106,9	16,1	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	-4	+0,4	
	17	125,3	110,1	15,2	+0,5 -0,7	+0,7 -0,4	-4,2	+0,4	
	18	129,9	110,4	19,5	+0,3 -0,5	+0,1 0	-4,6	+0,4	
	19	120,8	110	10,8	0	+0,7 -0,6	-2,2	+1	
	20	116,6	107,4	9,2	+0,3 -0,4	$\pm 0,2$	-3,4	+0,6	
	21	119,8	110,4	9,4	+0,2 -0,3	$\pm 0,1$	-3,7	+0,4	
	22	120	109,7	10,3	+0,4 -0,5	+0,3 -0,5	-4,5	+0,3	
	23	119,6	107,4	12,2	+0,5 -0,4	$\pm 0,1$	-4,9	+0,2	
	24	123,7	114,6	9,1	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	-4,3	+0,1	
	25	120,9	113,5	7,4	+0,8 -0,9	+0,3 -0,5	-1,6	+0,8	
	26	123,7	116,6	7,1	+0,3 -0,5	$\pm 0,2$	-5,3	+1,1	
	27	127,1	119	8,1	+0,2 -0,1	0 -0,1	-3,9	+2	
	28	127,5	107,1	20,4	$\pm 0,7$	+0,2 -0,1	-1	-0,4	
	29	126,2	106,1	20,1	$\pm 0,4$	+0,5 -0,2	-1,3	-0,9	
	30	124,6	110,8	13,8	+0,3 -0,4	$\pm 0,3$	-0,9	+0,7	

$$T_W - T_Z = 13,2$$

117

Tabela Nr 26

Parametry czujników  $\phi 14$

Rodzaj taśmy i tłoczenia	Nr. elementu	Średnia temp. wyłączenia $T_W$ [°C]	Średnia temp. złączenia $T_Z$ [°C]	$T_W - T_Z$ [°C]	Rozrzut temp. po obróbce cieplnej		Wpływ obróbki cieplnej na		Średnie temperatury serii elementów [°C]
					$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	$T_W$ [°C]	$T_Z$ [°C]	
TB 135 NRD - malowana i automat - nastawa II	1	130,9	122,3	8,6	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	-1,5	+3,5	$T_W - T_Z = 8,8$
	2	131,8	124,5	7,3	$\pm 0,2$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,1 \end{matrix}$	-1	+2,7	
	3	132,9	125,3	7,6	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	-1,6	+2,7	
	4	133,4	127,1	6,3	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\pm 0,3$	-1,6	+2,1	
	5	128	118	10	0	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix}$	-1,6	+4,2	
	6	132,9	125,7	7,2	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$	$\pm 0,1$	-1,4	+1,7	
	7	128,6	122,7	5,9	0	$\pm 0,1$	+0,3	+3,9	
	8	126,1	115,2	10,9	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} +0,1 \\ +0,2 \end{matrix}$	-1,2	+3,7	
	9	129,4	122,3	7,1	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,3 \end{matrix}$	-1,8	+3,8	
	10	129,4	119,9	9,5	$\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,6 \end{matrix}$	-0,6	+2,5	
	11	138,4	129,1	9,3	$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix}$	$\pm 0,1$	-1,6	+3,1	
	12	135,1	127,5	7,6	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,1 \end{matrix}$	-1,7	+2,5	
	13	130,1	123,8	6,3	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\pm 0,2$	-6,7	-1,2	
	14	133,4	117,1	16,3	$\pm 0,2$	$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,2 \end{matrix}$	-1,6	+3,1	
	15	127,6	118,6	9	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,2 \end{matrix}$	-1,7	+3,9	
	16	128,7	120,5	8,2	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,2 \end{matrix}$	-0,3	+2,8	
	17	132,3	124	8,3	$\begin{matrix} +0,1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,4 \end{matrix}$	-1,5	+2,2	
	18	135,3	125,3	10	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	-1,7	+2,3	
	19	130,4	124,2	6,2	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,2 \end{matrix}$	-0,6	+2,4	
	20	128,1	118,2	9,9	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} +0,3 \\ -0,4 \end{matrix}$	-1,2	+3,7	
	21	132	124,7	7,3	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,2 \end{matrix}$	-1,2	+2,7	
	22	130,9	125	5,9	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	-0,1	+2,8	
	23	134	127,5	6,5	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	-1,7	+3,7	
	24	132,6	126,6	6	$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,6 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,4 \end{matrix}$	-0,2	+2,6	
	25	125,5	117,5	8	0	$\pm 0,3$	-1	+4	
	26	127,5	117,6	9,9	$\pm 0,1$	$\begin{matrix} +0,6 \\ -0,4 \end{matrix}$	-1,8	+3,4	
	27	128,7	113,7	15	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,2 \end{matrix}$	-0,8	+2,7	
	28	130,1	120,3	9,8	$\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix}$	-0,7	+2,5	
	29	130,9	111,3	19,6	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	-1,6	+3	
	30	139,8	132,6	7,2	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$	-5,2	+2,6	

$T_W = 131,1 \begin{matrix} +7,3 \\ -5,9 \end{matrix}$   
 $T_Z = 122,3 \begin{matrix} +10,3 \\ -11 \end{matrix}$



temperatur pracy czujników. Wraz ze wzrostem temperatur  $T_w$  i  $T_z$  a więc ze wzrostem głębokości tłoczenia rozrzut ten nieco się zwiększa. Ponadto można również stwierdzić, że nieco mniejszy rozrzut temperatur uzyskaliśmy dla taśmy malowanej w porównaniu z drukowaną.

W celu bardziej przejrzystej statystyki uzyskanych wyników zestawiono tabele zbiorcze 27-28 gdzie przedstawiono procentowy udział elementów w serii posiadających różnicę między średnią temperaturą elementu i średnią temperaturą serii w granicach  $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$  i  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

<sup>wyliczono</sup> Ponadto procentowy udział elementów w serii które posiadają rozrzut temperatur  $T_w$  i  $T_z$  przy trzech pomiarach po obróbce cieplnej w granicach  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  i  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Przedstawione wyniki pozwolą na zrobienie pewnych założeń przy rozpoczynaniu produkcji czujników z taśm produkcji NRD.

Interesujące jest porównanie wyników uzyskanych dla serii czujników wykonanych na automacie przy tych samych warunkach z taśm TB135 produkcji NRD oraz z taśmy TB155 firmy Kanthal-Szwecja. Okazuje się, że uzyskane wyniki są porównywalne w zakresie rozrzutów temperatur natomiast różnią się wartościami bezwzględnymi temperatur przełączania.

Tabela 27. zestawienie wyników badań uzyskanych dla czujników  $\phi 12\text{mm}$ .

Rodzaj tloczenia.	Rodzaj taśmy	Ilość elementów w partii	Średnie temperatury pracy partii elementów [°C]	Ilość elementów w partii o rozrzucie temperatur $T_w$ i $T_z$ w granicach				Ilość elementów w partii z zadaną powtarzalnością temperatur			
				$T_w$		$T_z$		$T_w$		$T_z$	
				$\pm 2,5^\circ\text{C}$	$\pm 5^\circ\text{C}$	$\pm 2,5^\circ\text{C}$	$\pm 5^\circ\text{C}$	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	$\pm 1^\circ\text{C}$	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	$\pm 1^\circ\text{C}$
ręczne nastawa I	TB 135 NRD drukowana	11 szt.	$T_w = 92,9^{+2,4}_{-2,3}$ $T_z = 76,4^{+3,2}_{-3,4}$ $T_w - T_z = 16,5$	11 szt. 100%	11 szt. 100%	9 szt. 82%	11 szt. 100%	9 szt. 82%	11 szt. 100%	10 szt. 91%	11 szt. 100%
	TB 135 NRD malowana	10 szt.	$T_w = 94,2^{+4,1}_{-2,9}$ $T_z = 85,3^{+4,1}_{-2,8}$ $T_w - T_z = 8,9$	9 szt. 90%	10 szt. 100%	9 szt. 90%	10 szt. 100%	9 szt. 90%	10 szt. 100%	7 szt. 70%	10 szt. 100%
ręczne nastawa II	TB 135 NRD drukowana	10 szt.	$T_w = 115,4^{+4,1}_{-3,8}$ $T_z = 99,4^{+3,9}_{-4,2}$ $T_w - T_z = 16$	8 szt. 80%	10 szt. 100%	8 szt. 80%	10 szt. 100%	9 szt. 90%	10 szt. 100%	10 szt. 100%	10 szt. 100%
	TB 135 NRD malowana	10 szt.	$T_w = 115,3^{+2,8}_{-6,9}$ $T_z = 106,4^{+2,6}_{-6,1}$ $T_w - T_z = 8,9$	8 szt. 80%	9 szt. 90%	8 szt. 80%	9 szt. 90%	9 szt. 90%	10 szt. 100%	10 szt. 100%	10 szt. 100%
ręczne nastawa III	TB 135 NRD drukowana	11 szt.	$T_w = 136^{+4,1}_{-5}$ $T_z = 121,7^{+5,5}_{-9,6}$ $T_w - T_z = 14,3$	6 szt. 55%	11 szt. 100%	5 szt. 45%	9 szt. 82%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	11 szt. 100%
	TB 135 NRD malowana	9 szt.	$T_w = 138,7^{+3,2}_{-4,9}$ $T_z = 128,6^{+2,3}_{-2,4}$ $T_w - T_z = 10,1$	7 szt. 78%	9 szt. 100%	9 szt. 100%	9 szt. 100%	8 szt. 89%	9 szt. 100%	6 szt. 67%	8 szt. 89%

Tabela 28. Zestawienie wyników badań uzyskanych dla czujników  $\phi 14\text{mm}$

Rodzaj tloczenia	Rodzaj taśmy	Ilość elementów w partii	Średnie temperatury pracy partii elementów [°C]	Ilość elementów w partii o rozrzucie temperatur		Ilość elementów w partii z zadana powtarzalnością temperatur		T <sub>w</sub>		T <sub>z</sub>	
				T <sub>w</sub>		T <sub>z</sub>		T <sub>w</sub>		T <sub>z</sub>	
				±2,5°C	±5°C	±2,5°C	±5°C	±0,5°C	±1°C	±0,5°C	±1°C
ręczne nastawa I	TB 135 NRD drukowana	9 szt.	T <sub>w</sub> = 93,7 <sup>+3,2</sup> <sub>-3,8</sub> T <sub>z</sub> = 75,7 <sup>+5,4</sup> <sub>-4,7</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 18	5 szt. 56%	9 szt. 100%	5 szt. 56%	8 szt. 89%	7 szt. 78%	9 szt. 100%	9 szt. 100%	9 szt. 100%
	TB 135 NRD malowana	11 szt.	T <sub>w</sub> = 96,6 <sup>+2,1</sup> <sub>-2,2</sub> T <sub>z</sub> = 84,5 <sup>+1,8</sup> <sub>-2,2</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 12,1	11 szt. 100%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	5 szt. 45,5%	10 szt. 91% (1 szt. - 11%)	11 szt. 100%	11 szt. 100%
ręczne nastawa II	TB 135 NRD drukowana	11 szt.	T <sub>w</sub> = 121,3 <sup>+5</sup> <sub>-3,2</sub> T <sub>z</sub> = 93,5 <sup>+3,6</sup> <sub>-2,9</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 27,8	8 szt. 72,7%	11 szt. 100%	9 szt. 81,8%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	8 szt. 72,7%	10 szt. 91% (1 szt. - 11%)
	TB 135 NRD malowana	10 szt.	T <sub>w</sub> = 122,7 <sup>+2,7</sup> <sub>-2,7</sub> T <sub>z</sub> = 99,8 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,7</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 22,9	8 szt. 80%	10 szt. 100%	10 szt. 100%	10 szt. 100%	7 szt. 70%	10 szt. 100%	6 szt. 60%	10 szt. 100%
ręczne nastawa III	TB 135 NRD drukowana	11 szt.	T <sub>w</sub> = 141 <sup>+5,1</sup> <sub>-6,2</sub> T <sub>z</sub> = 85,5 <sup>+7,5</sup> <sub>-8,5</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 55,5	3 szt. 27,3%	7 szt. 63,6%	5 szt. 45,5%	9 szt. 81,8%	11 szt. 100%	11 szt. 100%	5 szt. 45,5%	11 szt. 100%
	TB 135 NRD malowana	10 szt.	T <sub>w</sub> = 144,2 <sup>+3,2</sup> <sub>-4,1</sub> T <sub>z</sub> = 95,1 <sup>+4,1</sup> <sub>-3,7</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 49,1	3 szt. 30%	10 szt. 100%	7 szt. 70%	10 szt. 100%	9 szt. 90%	10 szt. 100%	7 szt. 70%	10 szt. 100%
automat nastawa I	TB 135 NRD drukowana	25 szt.	T <sub>w</sub> = 130,7 <sup>+8,2</sup> <sub>-7,5</sub> T <sub>z</sub> = 112,7 <sup>+3</sup> <sub>-5,6</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 18,1	9 szt. 36%	18 szt. 72%	18 szt. 72%	24 szt. 96%	21 szt. 84%	24 szt. 96% (100% - ±15%)	15 szt. 60%	20 szt. 80% (100% - ±15%)
	TB 135 NRD malowana	21 szt.	T <sub>w</sub> = 140,7 <sup>+5,4</sup> <sub>-9,5</sub> T <sub>z</sub> = 126,3 <sup>+3,8</sup> <sub>-3,9</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 14,4	11 szt. 52,4%	17 szt. 81%	14 szt. 66,7%	21 szt. 100%	20 szt. 95,2%	21 szt. 100%	9 szt. 42,9%	18 szt. 85,7% (1 szt. - 29%)
	TB 155 Kanthal szwecja	19 szt.	T <sub>w</sub> = 109,4 <sup>+6,3</sup> <sub>-2,1</sub> T <sub>z</sub> = 100,1 <sup>+3,5</sup> <sub>-7,3</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 9,3	4 szt. 21,1%	14 szt. 73,7%	14 szt. 73,7%	17 szt. 89,5%	15 szt. 78,9%	19 szt. 100%	14 szt. 73,7%	19 szt. 100%
automat nastawa II	TB 135 NRD drukowana	30 szt.	T <sub>w</sub> = 122,3 <sup>+7,6</sup> <sub>-5,7</sub> T <sub>z</sub> = 109,1 <sup>+9,9</sup> <sub>-7</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 13,2	15 szt. 50%	26 szt. 86,7%	17 szt. 56,7%	24 szt. 80%	24 szt. 80%	30 szt. 100%	25 szt. 83,3%	29 szt. 96,7% (1 szt. - 15%)
	TB 135 NRD malowana	30 szt.	T <sub>w</sub> = 131,1 <sup>+7,3</sup> <sub>-5,9</sub> T <sub>z</sub> = 122,3 <sup>+10,3</sup> <sub>-11</sub> T <sub>w</sub> -T <sub>z</sub> = 8,8	18 szt. 60%	26 szt. 86,7%	14 szt. 46,7%	25 szt. 83,3%	29 szt. 96,7%	30 szt. 100%	30 szt. 100%	30 szt. 100%

### 8. Trwałość czujników

Badania długotrwałe czujników prowadzone były pod kątem wytrzymałości mechanicznej oraz wpływu ilości przełączeń na temperatury pracy czujników.

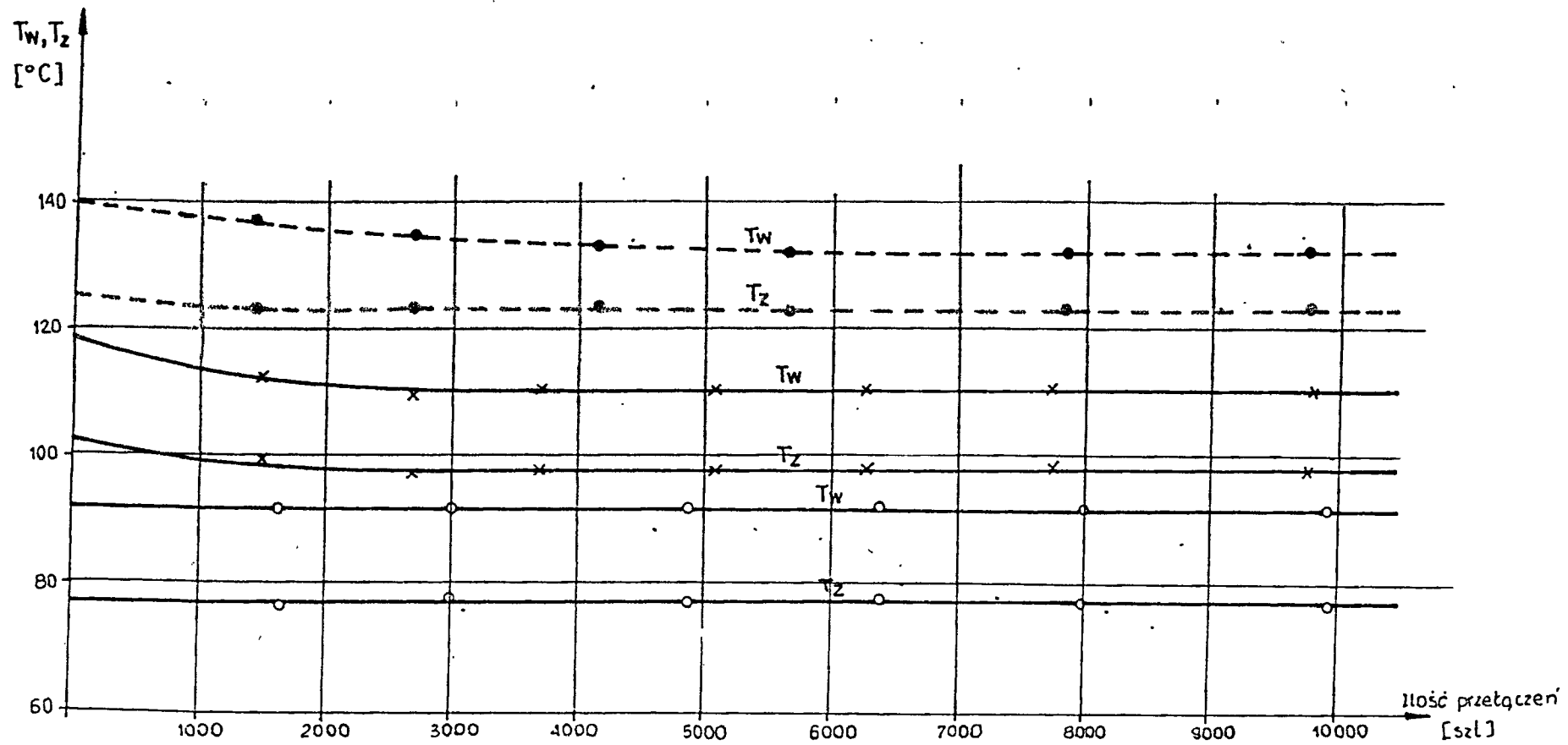
W celu przeprowadzenia badań czujnik  $\varnothing 12$  zamontowano<sup>w</sup> obudowę ogranicznika temperatury CZOT który włączono układ elektryczny wraz z promiennikiem ciepła, wentylatorem i autotransformatorem. Po doprowadzeniu napięcia do układu promiennik ciepła podgrzewał regulator aż do temperatury  $T_w$  - wyłączenia czujnika. Rozłączenie obwodu w ograniczniku powodowało wyłączenie promiennika ciepła i załączenie wentylatora. Wentylator chłodził ogranicznik aż do temperatury załączenia czujnika  $T_z$ . Po załączeniu ogranicznika następowało włączenie promiennika ciepła i wyłączenie wentylatora, i dalej cykl powtarzał się. Końcówki ogranicznika podłączone były do licznika elektrycznego, który zliczał ilość przełączeń.

Co 1000 do 1500 cykli wyłączano z obwodu ogranicznik, rozmontowywano go i sprawdzano sam czujnik w termostacie olejowym odnotowując temperatury  $T_w$  i  $T_z$ , oraz dokonywano oględzin gąbką okiem.

Można stwierdzić że w żadnym z badanych elementów nie zaobserwowano pęknięć materiału, nawet czujniki które zostały przegrzane do temperatury ok.  $500^{\circ}\text{C}$  pracowały dalej i nie zaobserwowano w nich zniszczeń mechanicznych. Jednakże w czujnikach przegrzanych stwierdzono dość znaczny wzrost temperatur  $T_w$  i nieco mniejszy  $T_z$ .

Przy normalnej długotrwałej pracy czujników zaobserwowano że wraz ze wzrostem ilości przełączeń obniża się stopniowo temperatura wyłączenia  $T_w$  w granicach  $5 \div 10^{\circ}\text{C}$  jak również nieco mniej temperatura  $T_z$ . Główne obniżenie temperatury następuje podczas pierwszych 1000 cykli. Charakterystyki zmian temperatur przełączania w zależności od ilości cykli przedstawiono na wykresie rys.15.

Powyższe dane należy uwzględnić przy ustalaniu parametrów pracy ograniczników temperatury.



Rys.15. Wpływ ilości przetęczeń na temperatury przetęczeń czujników wykonanych z taśmy TB-135-NRD-drukowana

54

## 9. Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika że do wytwarzania czujników bimetalowych z taśmy produkcji NRD można zastosować znaną i obecnie rozpowszechnioną technologię produkcji stosowaną przy wytwarzaniu czujników z taśmy firmy Kanthal - Szwecja. Badania wykazują że jesteśmy w stanie uzyskać interesujące nas zakresy temperatur. Zestawione w p.4 i 5 pracy parametry tłoczenia tzn. średnica stempla i głębokość tłoczenia mogą być przydatne dla dobierania parametrów tłoczenia przy wykonywaniu czujników o określonych temperaturach. Przy doborze parametrów tłoczenia i podczas wykonywania wstępnych prób należy uwzględniać wpływ obróbki cieplnej na zmiany temperatury pracy czujników. Wpływ ten wykazany jest w tabelach 16 + 27. Orientacyjny rozrzut temperatur uzyskanych dla partii czujników jak również dla pojedynczych czujników przedstawiony w tabelach 27 i 28 pozwala wstępnie oszacować procent elementów brakowych przy określonej wymaganej klasie dokładności czujników. Przedstawione rezultaty badań pozwalają na stwierdzenie, że możemy stopniowo uruchamiać produkcję czujników bimetalowych i ograniczników temperatury przy zastosowaniu taśm produkcji NRD, uwzględniając wszystkie uwagi zawarte w sprawozdaniu / pod warunkiem, że będą to taśmy tej jakości którymi dysponowano przy prowadzeniu badań. W tym celu producenci powinni śledzić zachowanie się czujników produkowanych z każdej dostawy taśm prod. NRD tak aby wypracować stopniowo uzgodnione warunki dostaw na te taśmy. Należy zaznaczyć że dalsze badania taśm na czujnikach niesamoczynnych i samoczynnych innego rodzaju będą kontynuowane dalej w Instytucie w ramach zlecenia 23.03.02 - etap 5 dla potrzeb ograniczników nadmiarowo-prądowych.

Zakład Doświadczalny „MERA-PIAP”			KARTA POMIARÓW NR 105/82 Prüfbericht Nr						Zlec. Nr 20-20 Auftrags Nr			
Nazwa Benennung								Część Nr Teil Nr				
.Taśma bimetalowa W rubrykach podano twardość w skali Vickersa												
Materiał Werkstoff			Przyrząd Nr Werkzeug Nr			Krotność przyrządu Anz. d. Einz. - Teil						
Lp. Lu.	Wymiar rys. Sollmass	Tolerancja Toleranz	Nr. próbki								Uwagi Bemerkung	
			1	2	3	4	5	6	7	8		9
	strona A, malowana		250	249	229	237	239	239	241	225	230	241
	strona B, malowana		301	320	313	307	304	318	317	299	301	296
	strona A, z nadruk.		226	213	229	249	249	241	255	258 <del>258</del>	256	250
	strona B, z nadruk.		275	284	290	303	309	303	301	316	304	303
Oznaczenie - strona A oznacza stronę z wrytym numerem płytki, strona B - oznacza stronę płytki bez wrytego numeru.												
Rozrzut twardości na jednej stronie płytki do ok 14HV.												
Pomiary przeprowadzono przy użyciu twardościomierza optycznego:												
Hauser typ 249A i obciążeniu pomiarowym 1000g.												
Pomiary dokonano w dwóch punktach na każdej stronie płytki.												
Opinia technologa lub konstruktora Begleituntersuchung des Technologen oder Konstrukteurs												
Wymiary nietolerowane wg Freimasstoleranz			Kontroler Revisor			Data 22.09.82 Datum			Kierownik K. J. Leiter der Q. K.			