

T4 - TERMOELEMENTI ZA DIMNE KANALE

Pravi termoelementi sa metalnim cevima specijalno su konstruisani za primenu na povišenim temperaturama, npr. u dimnim kanalima za temperature do 700°C

Električna veza ostvaruje se preko priključne pločice ili transmitera, u priključnoj glavi.

Osnovni delovi termoelemnta su:

- priključna glava,
- spoljašnja zaštitna cev,
- merni uložak,
- procesna konekcija.

Priključna glava termoelementa može biti raznih dimenzija i oblika, a definiše se preko konfiguratora.

Spoljašnja zaštitna cev termoelementa je od materijala izabranog tako da odgovara uslovima procesa. Zaštitna cev može biti emajlirana i neemajlirana i direktno je uronjena u medij u kome se meri temperatura.

Merni uložak može da bude u klasičnoj i mantel izvedbi sa različitim tipovima termoparova (J, K, N, T) koji se definišu preko konfiguratora.

Preporučujemo mantel izvedbu, koja ima niz prednosti:

- ne dolazi do kontaminacije i oksidacije toplog kraja termopara, jer se nalazi u visoko komprimovanom magnezijum oskidu bez prisustva kiseonika,
- brži odziv,
- velika otpornost na vibracije,
- veća pouzdanost u radu,
- duži eksploatacioni vek.

Jedina prednost klasičnog mernog uložka je niža cena.

Procesna konekcija ostvaruje se pomoću:

- priрубnice, prema DIN 43734,
- pomičnog priključka (kompresioni fitting)

Priрубnica i pomični priključak (kompresioni fitting) se mogu pomerati po uzdužnoj osi termoelementa, čime se reguliše ugradna dužina.

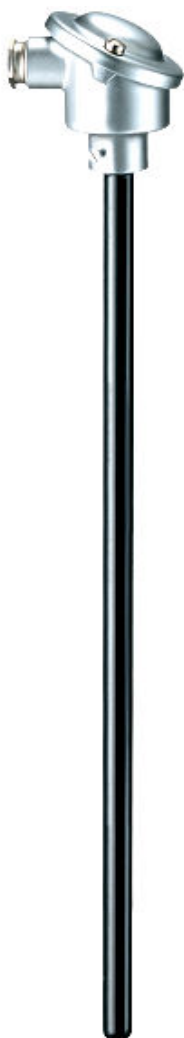
Tehničke karakteristike

Osnovne tehničke karakteristike specificirane su u konfiguratora.

Popunjavanjem konfiguratora generiše se kod za naručivanje, definiše proizvod.

Primena

- dimni kanali,
- peći za termičku obradu sa cirkulacijom vazduha.

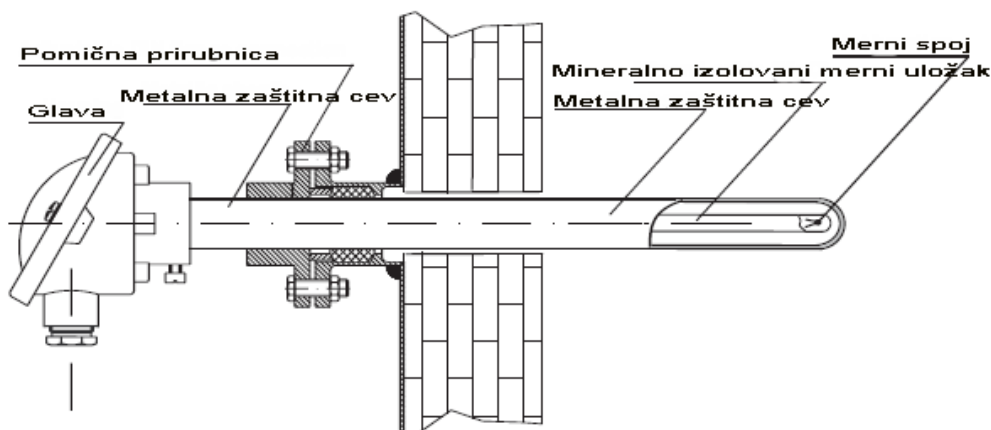


Oblast primene

Termoelementi **Grupe T4** sa spoljašnjim metalnim ili metalnim emajliranim cevima pogodni su za primenu u dimnim kanalima za temperature do 1200°C.

Glavna prednost ovih termoelemenata je njihov vek trajanja koji ih čini pogodnim za primenu u najrazličitijim dimnim kanalima, na povišenim temperaturama, vibracijama, pa čak i u prisustvu abrazije.

Ugradnja termoelemenata prikazana je na slici 1.



Slika 1. Ugradnja termoelementa Grupe T4

Funkcionalnost i konstrukcija

Princip merenja

Termopar se sastoji od dve termoelektrode od materijala različite provodljivosti koje su spojene jedna sa drugom sa dva spoja (topli i hladni), tako da čine jedno električno kolo.

Kada je jedan spoj (topli spoj) na temperaturi T_1 , a drugi (hladni spoj) na temperaturi T_2 , u kolu se generiše elektromotorna sila čija vrednost zavisi od korišćenih materijala i vrednosti temperatura T_1 i T_2 . Ovaj efekat na kome su zasnovana termoelektrična merenja temperature, poznat je kao Zebekov efekat.

U jednom industrijskom termoelementu, jedan spoj termopara (topli spoj) je merni spoj (izložen temperaturi koji se meri) a drugi spoj (hladni spoj) je referentni spoj koji je na poznatoj – referentnoj temperaturi sa kojom se poredi merena temperatura.

Vrednosti termonapona u mV u zavisnosti od temperature, za termoparove Tip J, K, N i T, ..., date su u tabeli 5.

Sastavni delovi

Termoelementi **Grupe T4** proizvode se u skladu sa odredbama međunarodnog standarda IEC 60584.

Ovi proizvodi sastoje se od mernog uložka $\varnothing 6$ (mantel konstrukcija), zaštitne cevi i priključne glave u kojoj može biti ugrađen transmiter ili keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje, u zavisnosti od vrste signala koji treba da se ostvari na izlazu iz glave (strujni ili naponski).

Merni uložak - mantel konstrukcije

Kod ove konstrukcije termopar je smešten unutar metalnog plašta. Termoelektrode termopara su međusobno, podužno, a i od metalnog plašta izolovane visoko komprimovanim magnezijum oksidom.

Zaštitne cevi

Kod termoelemenata **Grupe T4** kao spoljašnje zaštitne cevi koriste se metalne cevi i metalne-emajlirane cevi.

U zavisnosti od temperature i više ili manje od težine radnih uslova u kojima se primenjuju, metalne zaštitne cevi proizvode se od raznih vrsta čelika i specijalnih legura, različitih prečnika i debljina zidova i primenjuju se:

- za temperaturu gasova do 550°C, primenjuje se Č.1214, neemajlirane cevi;
- za temperaturu gasova do 700°C, primenjuje se Č.1214, emajlirane cevi;
- za temperaturu vazduha od 800°C do 1100°C, ili Č.4970 (1.4762), Č.4578 (W.Nr. 1.4841) ili W.Nr. 1.4749.

Primena zaštitnih cevi od navedenih čelika u mnogome zavisi od vrste sastava dimnih gasova (koncentracije sumpora, prvenstveno), prisustvo strujanja, vibracija, abrazije i sl.

Vrhovi zaštitnih cevi koji su u radnom medijumu su zavareni specijalnom tehnologijom i garantuju optimalnu mehaničku otpornost i obezbeđuju efektivno merenje temperature, odnosno brz odziv.

Priključna glava

Kod termoelemenata **Grupe T4** koriste se priključne glave, oblik B, prema DIN 43729, priključna glava KNH-L u koju se mogu ugraditi transmiter i keramička pločica ili dva transmitera i mnoge druge priključne glave različitih oblika i od različitih materijala.

Priključne glave prikazane su na slici 2.

Dužina

Svi termoelementi iz **Grupe T4** mogu se poručiti u dužinama navedenim u informacijama za porudžbinu. Dužine od 500, 710, 1000, 1400, 2000mm se smatraju standardnim.

U zavisnosti od specifikacije i tehničkih karakteristika procesa, mogu se poručiti i termoelementi nestandardnih dužina

Tabela 1: Standardni materijali i dimenzije termoelektroda za termoparove

Tip termopara	Materijal termoelektroda	Prečnici termoelektroda [mm]
J	(+) Fe / (-) CuNi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
K	(+) NiCr / (-) Ni	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
N	(+) NiCrSi / (-) NiSi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
T	(+) Cu / (-) CuNi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00

Tabela 2: Standardni materijali metalnih zaštitnih cevi

Spoljaš. zaštitna cev	Prečnik	Max. temp.
Materijal	mm	°C
Č.1214; W.Nr. 1.0305, St. 35.8	15	550
Č.1214; W.Nr. 1.0305, St. 35.8, emajlirana	15	700
Č.4970; W.Nr. 1.4762	15	1200
Č.4578; W.Nr. 1.4841	17,34	1200
W.Nr. 1.4749	17,34	1100

Č.1214; W.Nr. 1.0305, St. 35.8

Nelegirani čelik, pogodan za emajliranje. Zaštitne cevi od ovog čelika:

- **neemajlirane cevi**; otporne su na vodu u zatvorenim sistemima, neutralne gasove, dimne gasove. Maksimalna temperatura primene: generalno 550° C, može biti i niža u zavisnosti od vrste radnog medija;

- **emajlirane cevi**; otporne su na vodu i paru, tople kiseline i isparenja, tečni gas, sumporna isparenja i gasove, topljeno olovo, kalaj i cink, alkalne sredine, benzin.

Maksimalna temperatura primene: generalno 700° C, može biti i niža u zavisnosti od vrste radnog medija.

Č.4574; W.Nr. 1.4571

Austenični nerđajući čelik, otporan na koroziju u kiselim srudinama, ali ne i na oksidaciju u sumpornoj i fosfornoj kiselini (čak i pri malim koncentracijama i niskim temperaturama. Nije otporan ni na visoke temperature u sredinama koje sadrže hlor. Maksimalna temperatura primene: 800° C.

Č.4970; W.Nr. 1.4762

Vatrootporni, nerđajući čelik, ferolegura, otporan na sumpornu atmosferu (veoma dobro na oksidacionu i dobro na redukcionu). Ne preporučuje se za atmosfere koje sadrže azot.

Maksimalna temperatura primene: 1200°C.

Č.4578; W.Nr. 1.4841

Ima dobru termičku, mehaničku i korozionu otpornost. Otporan je na azotnu atmosferu sa niskom koncentracijom kiseonika. Sličan je, ali istovremeno i bolji od čelika Č.4574. Nije otporan na gasove koji sadrže sumpor. Maksimalna temperatura primene: 1200°C.

W.Nr. 1.4749

Vatrootporni, nerđajući čelik, ferolegura, otporan na redukcionu atmosferu koja sadrži visoke koncentracije sumpora, na oksidaciju u vazduhu i gasove koji se stvaraju pri sagorevanju nafte.

Maksimalna temperatura primene: 1100°C.

Elektronika

Ako kupac želi strujni izlazni signal u priključnu glavu se ugrađuje *2-žični transponder*.

Transponderi u 2-žičnoj tehnologiji i sa izlaznim signalom od 4-20 mA se veoma lako programiraju uz pomoć personalnog računara, jedinice za programiranje i odgovarajućeg softvera.

Transponderi su galvanski izolovani.

Ako je transponder predviđen za ugradnju na DIN šinu, onda se u priključnu glavu ugrađuje keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje.

Performanse

Radni uslovi za priključnu glavu

Ambijentna temperatura za slučaj kada je priključna glava bez transpondera -40 do 130°C.

Ambijentna temperatura za slučaj kada je transponder ugrađen u priključnu glavu -40 do 85°C.

Temperatura procesa

Radni opseg je definisan (određen) na osnovu kombinacija tipa termopara i materijala zaštitnih cevi.

Tačnost (sigurnost)

Standardom IEC 60584 definisane su standardne vrednosti i tolerancije (dozvoljene greške) termoparova. Standardne klase tačnosti za termoparove tip J, K, N, T, ...; su klase 2.

Dozvoljene greške merenja, navedene su u Tabeli 3.

Tabela 3: Dozvoljene greške merenja

Tip	Standardna tolerancija (IEC 60584)		Redukovana tolerancija (IEC 60584)	
	Kl.	Dozvoljena greška merenja	Kl.	Dozvoljena greška merenja
J Fe-CuNi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075$ t (333...750) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004$ t (375...750) $^{\circ}\text{C}$
K NiCr-Ni	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075$ t (333...1200) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004$ t (375...1200) $^{\circ}\text{C}$
N NiCrSi-NiSi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075$ t (333...1200) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004$ t (375...1200) $^{\circ}\text{C}$
T Cu-CuNi	2	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (-40...133) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075$ t (133...350) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (-40...125) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004$ t (125...350) $^{\circ}\text{C}$

Greška transmitera mora biti dodata grešci termopara, uključujući i kompenzaciju referentnog spoja.

Vreme odziva

Vreme odziva za ove tipove termoparova nije cirkularni parametar. Ukoliko želite tu informaciju kontaktirajte Tehničku službu – TERMOTEHNA.

Izolacija

Otpornost izolacije između električnih terminala na keramičkoj pločici i spoljašnje zaštitne cevi je u potpunosti garantovana procedurama proizvodnje. Kod termoelemenata sa mernim uloškom, prema standardu IEC 1515 vrednosti otpora izolacije između terminala i zaštitne cevi je:

- na 25° C, ispitivanje na 500 Vdc $\geq 1\ 000\ \text{M}\Omega$
- na 500° C, ispitivanje na 500 Vdc $\geq 5\ \text{M}\Omega$

Samozagrevanje

Ne javlja se.

Ugradnja

Prikazana na slici 1. Moguća je zamena mernog uloška u toku rada, bez zaustavljanja procesa.

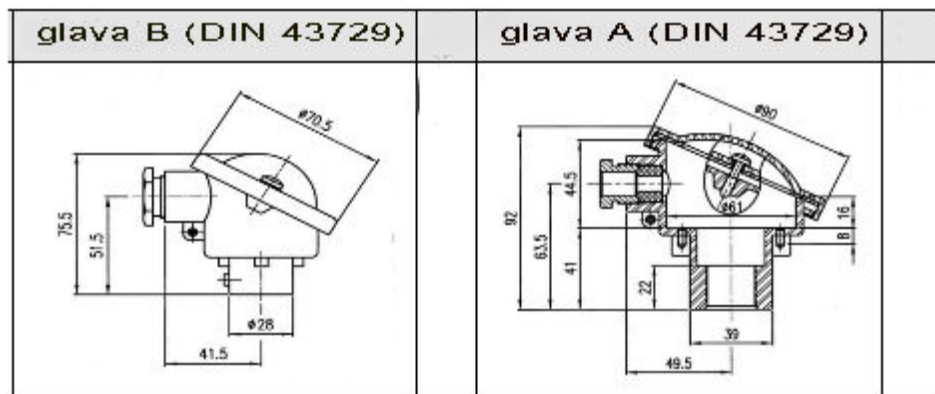
Komponente

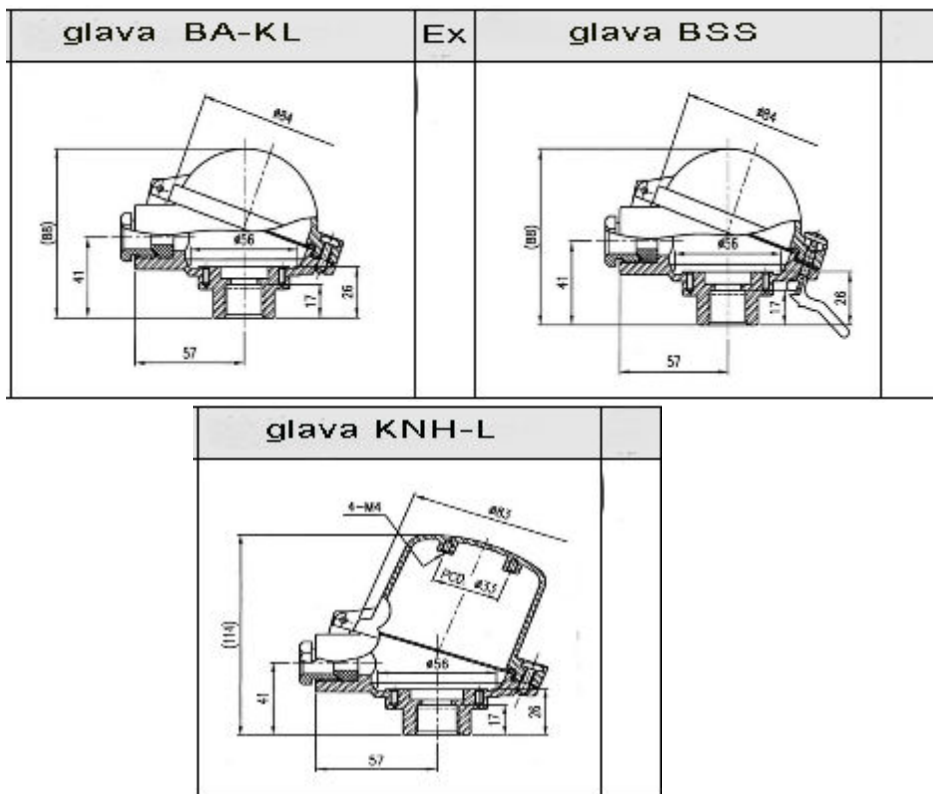
Priključna glava

Saglasno odredbama standarda DIN 43729, kućište priključne glave, oblik B, koje sadrži keramičku pločicu sa električnim terminalima ili transmiter, može biti različitog tipa i materijala (npr. obojeni aluminijum, sirovo gvožđe ili nerđajući čelik).

U kućište priključne glave oblik KNH – L moguće je istovremeno ugraditi i keramičku pločicu i transmiter ili dva transmitera.

Priključne glave prikazane su na slici 2.





Slika 2. Priključne glave

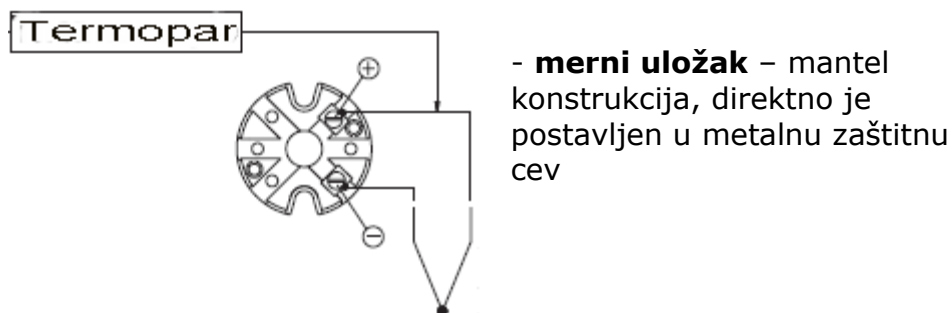
Transmiteri

Sledeći transmiteri su primenljivi:

- PC programabilni transmiteri 4...20 mA (galvanski izolovani);
- Transmitemi sa HART protokolom (galvanski izolovani), izlaz sadrži 4...20 mA i HART superponirane signale;
- Transmitemi (galvanski izolovani) PROFIBUS PA izlaznim signalom, komunikaciona adresa može biti setovana preko odgovarajućeg softvera ili pomoću mehaničkih prekidača. Kupac može zahtevati željenu konfiguraciju tokom procesa poručivanja.

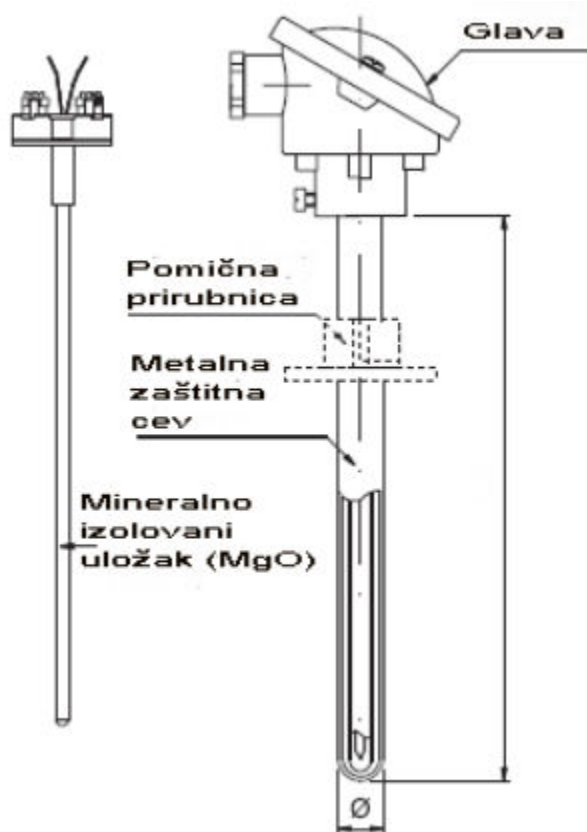
Ako se transmitemi ugrađuju na DIN šinu, u priključnu glavu se ugrađuju keramičke pločice.

Merni uložak



Slika 3: Standardno povezivanje

Delovi termoelementa Grupe T4, prikazani su na slici 4.



Slika 4: Delovi termoelementa Grupe T4

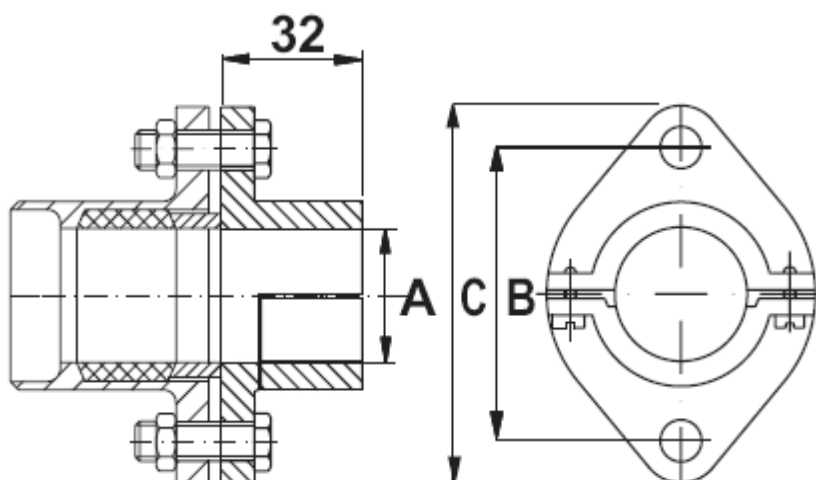
Pri zameni mernog uložka, ugradna dužina uložka (L_u) zavisi od nazivne dužine (L) termoelementa.

Pomoćni pribor

Pomična prirubnica

Za $A=15$ [mm]

$B=55$ [mm]; $C=75$ [mm].



Slika 4. Pomična prirubnica DIN 43734

Uverenja

- Uverenje o etaloniranju merila
- Uverenja o etaloniranju laboratorijske opreme
- Sertifikat o akreditaciji laboratorije za temperature – akreditacioni br.: 02-058

Ostali detalji

Održavanje

Termoelementni iz **Grupe T4** ne zahtevaju neko posebno održavanje.

Preporučuju se periodični pregledi, jer mehanička opterećenja i termički šokovi, agresivne sredine, pojava abrazije mogu izazvati oštećenja cevi.

Takođe, preporučuju se periodična etaloniranja, na godišnjem nivou, zbog provere, metroloških karakteristika termoparova, od strane ovlašćene laboratorije, a u skladu sa Zakonom.

Tabela 4: Kataloške šifre za standardne termoelemente

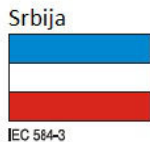
Temperatura	Termopar	Materijal Zaštitne cevi	Nazivna dužina L [mm]	Merni uložak Ø6 Dužina Lu [mm]	Kataloški broj	
					1 termopar	2 termopara
do 550°C	Fe-CuNi Tip J prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	W.Nr.1.0305 St.35.8 Ø15x2	500	525	T4-1101	T4-2101
			710	735	T4-1102	T4-2102
			1000	1025	T4-1103	T4-2103
			1400	1425	T4-1104	T4-2104
do 700°C	Fe-CuNi Tip J prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	W.Nr.1.0305 St.35.8 Ø15x2 emajlirana	500	525	T4-1121	T4-2121
			710	735	T4-1122	T4-2122
			1000	1025	T4-1123	T4-2123
			1400	1425	T4-1124	T4-2124
do 550°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	W.Nr.1.0305 St.35.8 Ø15x2	500	525	T4-1201	T4-2201
			710	735	T4-1202	T4-2202
			1000	1025	T4-1203	T4-2203
			1400	1425	T4-1204	T4-2204
do 700°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	W.Nr.1.0305 St.35.8 Ø15x2 emajlirana	500	525	T4-1221	T4-2221
			710	735	T4-1222	T4-2222
			1000	1025	T4-1223	T4-2223
			1400	1425	T4-1224	T4-2224

Tabela 5: Vrednosti termonapona u mV u zavisnosti od temperature

Termopar Fe-CuNi, Tip J, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u [mV]										
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 200	- 7,890	- 8,096								
- 100	- 4,632	- 5,036	- 5,426	- 5,801	- 6,159	- 6,499	- 6,821	- 7,122	- 7,402	- 7,659
0	0	- 0,501	- 0,995	- 1,481	- 1,960	- 2,431	- 2,892	- 3,344	- 3,785	- 4,215
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,507	1,019	1,536	2,058	2,585	3,115	3,649	4,186	4,725
100	5,268	5,812	6,359	6,907	7,457	8,008	8,560	9,113	9,667	10,222
200	10,777	11,332	11,887	12,442	12,998	13,553	14,108	14,663	15,217	15,771
300	16,325	16,879	17,432	17,984	18,537	19,089	19,640	20,192	20,743	21,295
400	21,846	22,397	22,949	23,501	24,054	24,607	25,161	25,716	26,272	26,829
500	27,388	27,949	28,511	29,075	29,642	30,210	30,762	31,356	31,933	32,513
600	33,096	33,683	34,273	34,867	35,464	36,066	36,671	37,280	37,893	38,510
700	39,130	39,754	40,382	41,013	41,647	42,283	42,922	43,563	44,207	44,852
800	45,498	46,144	46,790	47,434	48,076	48,716	49,354	49,989	50,621	51,249
900	51,875	52,496	53,115	53,729	54,341	54,948	55,553	56,155	56,753	57,349
Termopar NiCr-NiAl, Tip K, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u [mV]										
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 100	- 3,553	- 3,852	- 4,138	- 4,410	- 4,669	- 4,912	- 5,141	- 5,354	- 5,550	- 5,730
0	0	- 0,392	- 0,777	- 1,156	- 1,527	- 1,889	- 2,243	- 2,586	- 2,920	- 3,242
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,397	0,798	1,203	1,611	2,022	2,436	2,850	3,266	3,681
100	4,095	4,508	4,919	5,327	5,733	6,137	6,539	6,939	7,338	7,737
200	8,137	8,537	8,938	9,341	9,745	10,151	10,560	10,969	11,381	11,793
300	12,207	12,623	13,039	13,456	13,874	14,292	14,712	15,132	15,552	15,974
400	16,395	16,818	17,241	17,664	18,088	18,513	18,938	19,363	19,788	20,214
500	20,640	21,066	21,493	21,919	22,346	22,772	23,196	23,624	24,050	24,476
600	24,902	25,327	25,751	26,176	26,599	27,022	27,445	27,867	28,288	28,709
700	29,128	29,547	29,965	30,383	30,799	31,214	31,629	32,042	32,455	32,866
800	33,277	33,686	34,095	34,502	34,909	35,314	35,718	36,121	36,524	36,925
900	37,325	37,724	38,122	38,519	38,915	39,310	39,703	40,096	40,488	40,879
1000	41,269	41,657	42,045	42,432	42,817	43,202	43,585	43,968	44,349	44,729
1100	45,108	45,486	45,863	46,238	46,612	46,985	47,356	47,726	48,095	48,462
1200	48,828	49,192	49,555	49,916	50,276	50,633	50,990	51,344	51,697	52,049
1300	52,398	52,747	53,093	53,439	53,782	54,125	54,466	54,807		
Termopar NiCrSi-NiSi, Tip N, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u [mV]										
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 200	- 3,99	- 4,08	- 4,16	- 4,22	- 4,27					
- 100	- 2,40	- 2,61	- 2,80	- 2,99	- 3,17	- 3,33	- 3,49	- 3,63	- 3,76	- 3,88
0	0	- 0,26	- 0,51	- 0,77	- 1,02	- 1,26	- 1,50	- 1,74	- 1,97	- 2,19
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,26	0,52	0,79	1,06	1,33	1,61	1,90	2,18	2,47
100	2,77	3,07	3,37	3,67	3,98	4,30	4,61	4,93	5,25	5,58
200	5,91	6,24	6,57	6,91	7,25	7,59	7,94	8,28	8,63	8,98
300	9,34	9,69	10,05	10,41	10,77	11,13	11,50	11,86	12,23	12,60
400	12,97	13,34	13,71	14,09	14,46	14,84	15,22	15,60	15,98	16,36
500	16,74	17,12	17,51	17,89	18,28	18,66	19,05	19,44	19,83	20,22
600	20,60	20,99	21,39	21,78	22,17	22,56	22,95	23,34	23,74	24,13
700	24,52	24,91	25,31	25,70	26,09	26,49	26,88	27,27	27,67	28,06
800	28,45	28,84	29,24	29,63	30,02	30,41	30,80	31,19	31,58	31,98
900	32,37	32,75	33,14	33,53	33,92	34,31	34,70	35,08	35,47	35,86
1000	36,24	36,63	37,01	37,40	37,78	38,16	38,55	38,93	39,31	39,69
1100	40,07	40,45	40,83	41,21	41,59	41,96	42,34	42,71	43,09	43,46
1200	43,83	44,20	44,57	44,94	45,31	45,68	46,04	46,41	46,77	47,14
1300	47,50									
Termopar Cu-CuNi, Tip T, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u [mV]										
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 100	- 3,37	- 3,65	- 3,92	- 4,17	- 4,41	- 4,64	- 4,86	- 5,06	- 5,26	- 5,43
0	0	- 0,38	- 0,75	- 1,12	- 1,47	- 1,81	- 2,15	- 2,47	- 2,78	- 3,08
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,39	0,78	1,19	1,61	2,03	2,46	2,90	3,35	3,81
100	4,27	4,74	5,22	5,71	6,20	6,70	7,20	7,71	8,23	8,75
200	9,28	9,82	10,36	10,90	11,45	12,01	12,57	13,13	13,70	14,28
300	14,86	15,44	16,03	16,62	17,21	17,81	18,42	19,027	19,63	20,25
400	20,86									

Internacionalne Boje Raspoznavanja za tehniku merenja temperature
International Colour Codes applied to temperature measuring engineering

Tip termopara
thermocouple type



R ⊕ Platina - 13% Rodium
⊖ Platina



S ⊕ Platina - 10% Rodium
⊖ Platina

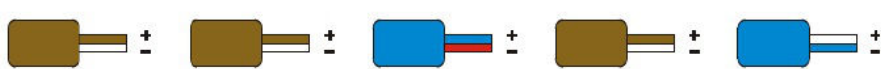
B ⊕ Platina - 30% Rodium
⊖ Platina - 6% Rodium



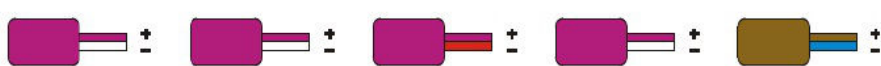
J ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl



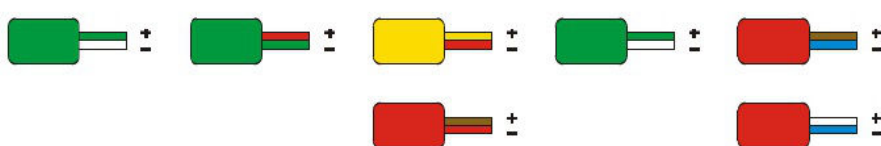
T ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



E ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Bakar - Nikl



K ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Nikl



N ⊕ Nikl - Hrom - Silicijum
⊖ Nikl - Silicijum



U ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



L ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl

