

T1 - PRAVI TERMEOELEMENTI SA KERAMIČKIM CEVIMA

Pravi termoelementi sa keramičkim cevima specijalno su konstruisani za primenu na ekstremno visokom temperaturama do 1800°C.

Zaštitna cev termoelementa je direktno uronjena u medij u kome se meri temperatura.

Električna veza ostvaruje se preko keramičke pločice ili transmitera u priključnoj glavi

Osnovni delovi termoelementa su:

- priključna glava,
- vratna cev,
- spoljašnja keramička cev,
- unutrašnja keramička cev,
- termopar (Tip S, E, B, K),
- procesna konekcija.



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

Spoljašnja keramička cev termoelementa je od materijala izabranog tako da odgovaraju uslovima procesa i direktno je uronjena u medij u kome se meri temperatura.

Termopar može da bude raznih tipova, a definiše se preko konfiguratora

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 u konfiguratoru na našem sajtu.

Popunjavanjem ovog konfiguratora generiše se kod za naručivanje, koji definiše proizvod.

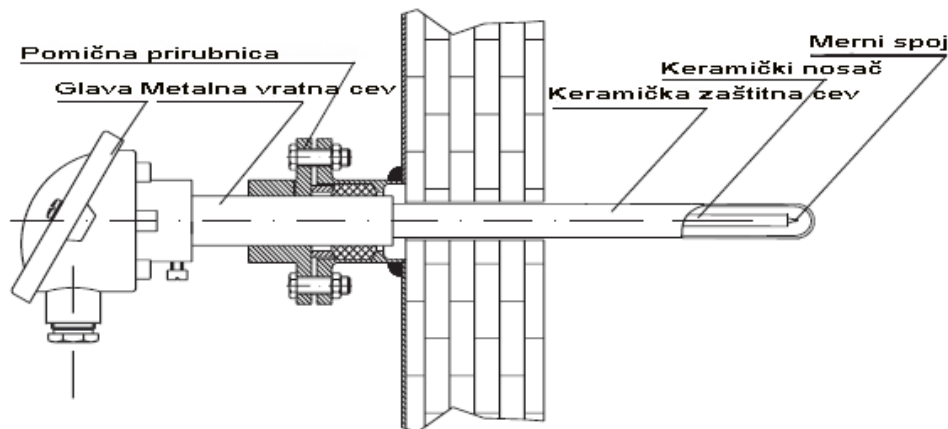
Primena

visoke peći,
peći za žarenje i termičku obradu,
kotlovima za proizvodnju toplotne energije, elektroenergetici,
reaktorima,
industriji stakla, porcelana, keramike, cementa, kreča.

Oblast primene

Termoelementi **T1** - primenjuju se za veoma različita merenja temperature i za velike merne opsege. Termoelementi sa jednom ili dve keramičke cevi i sa termoparom tip S, R, B koriste se za merenje visokih temperatura pri proizvodnji keramike, opeke, porcelana, stakla, itd., gde su temperature iznad 1200°C.

Glavna prednost ovih termoelemenata je njihov vek trajanja koji ih čini pogodnim za primenu u najrazličitijim radnim uslovima gde su prisutne visoke temperature. Montaža termoelemenata prikazana je na slici 1.



Slika 1. Prikaz montaže termoelemenata **T1**-

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 S, R i B, date su u tabeli 5.

Sastavni delovi

Termoelementi **T1**- proizvode se u skladu sa odredbama međunarodnog standarda IEC 584-1.

Sastoje se od mernog uložka (termopar u keramičkom nosaču), zaštitne (zaštitnih) cevi, vratne cevi, priključne glave u kojoj može biti ugrađen transmiter ili keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje.

Merni uložak

Kod termoelemenata iz ove grupe termopar tip S, R, B je smešten u odgovarajući keramički nosač, otporan na visoke temperature. Keramički nosači su specificirani da budu postojani na radnim temperaturama i da podužno izoluju termoelektrode termopara.

Termoparovi tipa K, N, E,..., su smešteni unutar metalnog plašta, od koga su izolovani visokokomprimovanim magnezijum oksidom, tzv. - mantel konstrukcija.

Zaštitne cevi

Kod termoelemenata **T1** - koriste se keramičke zaštitne cevi, koje se, uglavnom, primenjuju za visoke temperature (iznad 1200°C) i/ili u procesima gde prisustvo gasova može izazvati kontaminaciju termopara.

Kod termoelemenata oznake T1-x36x i T1-x37x kao zaštitna cev koristi se jedna keramička cev od materijala C610, odnosno C 799 (C710), zatvorena na jednom kraju koji se nalazi u medijumu u kome se meri temperatura. Izbor materijala, tj. tipa keramike, od koje je napravljena cev, zavisi od mernog opsega temperature koja se meri.

Kod termoelemenata oznake T1-x35x koriste se dve keramičke cevi različitih prečnika i materijala, koje su otporne na visoke temperature i termičke šokove, zavisno od uslova radne sredine u kojoj se meri temperatura.

Po zahtevu kupca, može se isporučiti i termoelement sa spoljašnjom metalnom zaštitnom cevju za temperature do 1300°C, ali onda odgovara konstrukciji T2- (Videti katalog – Termoelementi sa metalnim cevima T2-)

Smernice za izbor materijala i prečnika zaštitnih cevi, i smernice za primenu termoelemenata **T1**-, navedene su u Tabeli 1 i 2.

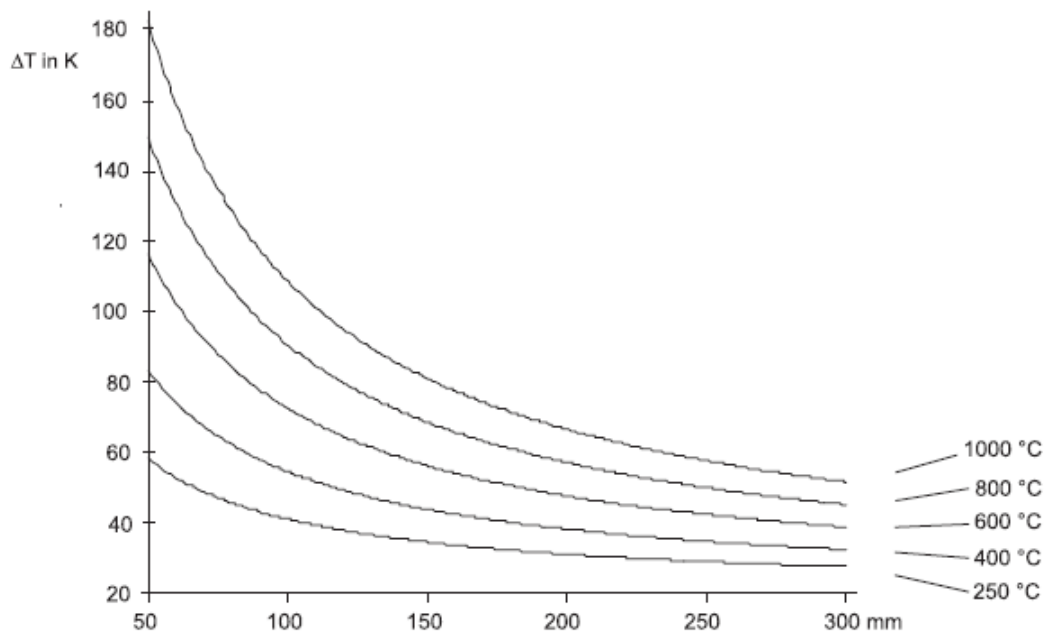
Vratna cev i procesna konekcija

Keramičke cevi su pričvršćene na metalnu vratnu cev, koja se nalazi na hladnom kraju termoelementa, odmah ispod priključne glave.

Vratna cev i prirubnica i/ili pomični priključak, omogućavaju da se termoelement ugradi u proces.

Pomeranjem prirubnice ili pomičnog priključka duž vratne cevi podešava se ugradna dužina termoelementa (L). Pomična prirubnica se radi u dimenzijama prema DIN 43734, slika 5, a pomični priključak se radi prema zahtevu korisnika..

Da bi se odredila odgovarajuća ugradna dužina keramičke cevi i korektno rastojanje između priključne glave i zagrejane površine, dimenzije metalne vratne cevi, materijal i dužina (Lv) mogu se selektovati u obrascu Informacija za naručivanje.



Specijalne dužine vratnih cevi i prečnici kao i materijal, korisnik može zahtevati na osnovu tehnoloških parametara (specifikacije) procesa u kome se meri temperatura.

Priključna glava

Kod termoelemenata **T1-**, koriste se priključne glave, oblik A, prema DIN 43729. Druge priključne glave mogu se poručiti prema obrascu Informacije za naručivanje.

Priključne glave prikazane su na slici 2.

Dužina

Svi termoelementi iz **T1-**, mogu se poručiti u dužinama navedenim u informacijama za narudžbinu.

Dužine 500, 710, 1000 i 1400 smatraju se standardnim. Termoelementi drugih dužina mogu se poručiti ako to zahtevaju specifikacija i tehničke karakteristike procesa u kome se meri temperatura.

Materijali

Tabela 1: Standardni materijali i kombinacije zaštitnih cevi

Metalna vratna cev (*)	Prečnik	Spoljaš. zaštitna cev	Prečnik	Unutraš. zaštitna cev	Prečnik	Keramički nosač	Prečnik	Max. temp.
	mm		mm		mm		mm	°C
W.Nr. 1.4301	22	C610	15	/	/	C610	8,5/10	1500
W.Nr. 1.4301	22	C799	15	/	/	C799	8,5/10	1800
W.Nr. 1.4301	32	C530	26	C610	15	C610	8,5	1500
W.Nr. 1.4301	32	C799	26	C799	15	C799	8,5	1800

(*) Metalna vratna cev ima samo funkciju noseće cevi

Tabela 2: Smernice za primenu zaštitnih cevi

Materijal	Max.temperat. u vazduhu bez pritiska (°C)	Prednosti	Nedostaci	Oblast primene
Keramika C530 (Al ₂ O ₃ >70%)	1500	Vrlo velika otpornost na promene temperature	Fino porozna, nije otporna na gasove, osetljiva na udare	Industrijske peći, (obavezna je isporuka sa ubutrašnjom, gasno otpornom zaštitnom cevi)
Keramika C610 (Al ₂ O ₃ >60%)	1600	Gasno otporna, velika otpornost na visoke temperature, srednje otporna na temperaturne promene	Niska čistoća Al ₂ O ₃ nije otporna na alkalne pare, osetljiva na udare	Gasne peći, difuzione peći, industrijske peći, (može se koristiti kao unutrašnja cev u kombinaciji sa C530)
Keramika C799 (Al ₂ O ₃ >99,7%)	1800	Veoma otporna na gasove, velika otpornost na visoke temperature, otporna na kiseline i alkale, pregrejanu paru, veoma otporna na savijanje	Niska otpornost na temperaturne promene, osetljiva na udare	Industrijske peći, peći sa zaštitinom atmosferom, peći za topljenje stakla, krečnjaka, industrija cementa, sistemi za odsumporava
W.Nr. 1.4762	1150	Vatrootporni, nerđajući čelik, ferolegura, otporan na sumpornu atmosferu (veoma dobro na oksidacionu i dobro na redukcionu).	Nije otporan u atmosferama koje sadrže azot	Peći za predgrevanje i kaljenje; Sredine u kojima se javljaju gasovi sa sadržajem sumpora; Kanale sa izduvnim gasovima rastopljen cink do 480°C
W.Nr. 1.4749	1150	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.	Nije otporan u atmosferama koje sadrže azot	Peći za predgrevanje i kaljenje; Sredine u kojima se javljaju gasovi sa sadržajem sumpora; Kanali sa izduvnim gasovima rastopljen cink do 480°C
W.Nr. 1.4841	1200	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.	Industrijske peći, Komore za sagorevanje, Peći sa cirkulacijom vazduha, Petrohemiska postrojenja: Cijanogene sone kupke; Rastopljeni aluminijum do 700°C; Rastopljeno olovo do 700°C Legure bakra i cinka do 900°C
W.Nr. 2.4816; Inconel 600	1250	Efikasna otpornost na visoke temperature, koroziju koju izazivaju joni hlorida, oksidacionu otpornost na povišenim temperaturama. Ima dobre performanse u atmosferama koje sadrže azot.	Nije preporučljiv za sredine gde ima sumpora.	Industrijske peći
Kanthal AF	1300	FeCr legura. Izuzetno otporan na oksidaciju u suvom vazduhu, do 1300°C, a u vlažnom vazduhu do 1200°C.	Mala otpornost na gasove koji sadrže azot	Industrijske peći: Peći za spaljivanje otpada; Industrija stakla, keramike i cementa

Težina

Navedene težine su određene teoretski.

Termoelement sa zaštitnom cevi od keramike C 610, prečnika 15 mm, dužine 1000 mm, vratna cev dužine 150 mm, priključna glava A**2 kg**

Termoelement sa spoljašnjom zaštitnom cevi od keramike C530 prečnika 26 mm, unutrašnjim zaštitnom cevi od keramike C610, prečnika 15 mm, dužine 1000 mm, vratna cev dužine 100 mm, priključna glava A.....**3 kg**

Elektronika

Željeni tip izlaznog signala, strujni signal, može biti ostvaren ugradnjom 2-žičnog transmitera u priključnu glavu. Transmiteri u 2-žičnoj tehnologiji i sa izlaznim signalom od 4-20 mA veoma lako se programiraju uz pomoć personalnog računara, jedinice za programiranje i odgovarajućeg softvera.

Transmiteri 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

Radni uslovi za priključnu glavu

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

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

Temperatura procesa

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

Maksimalni procesni pritisak

Pravi termoelementi se koriste za procese u kojima je pritisak do 1 bar.

Tačnost (sigurnost)

Maksimalne greške

Standardom IEC 584 definisane su standardne vrednosti i tolerancije (dozvoljene greške) termoparova.

Standardne klase tačnosti za termoparove tip S i R su klasa 2, a za termopar tip B je klasa 3.

Tabela 3: Dozvoljene greške merenja prikazane su u sledećoj tabeli.

Tip	Standardna tolerancija (IEC 584)		Redukovana tolerancija (IEC 584)	
	Kl.	Dozvoljena greška merenja	Kl.	Dozvoljena greška merenja
S PtRh10%-Pt	2	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (0...600) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0025 t $ (600...1600) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (0...1100) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (1+0,003(t-1100))$ (1100...1600) $^{\circ}\text{C}$
R PtRh13%-Pt	2	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (0...600) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0025 t $ (600...1600) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (0...1100) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (1+0,003(t-1100))$ (1100...1600) $^{\circ}\text{C}$
B PtRh30%- PtRh6%	3	$\pm 4^{\circ}\text{C}$ (600...800) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,005 t $ (800...1700) $^{\circ}\text{C}$	2	$\pm 0,0025 t $ (600...1700) $^{\circ}\text{C}$

Greška transpondera 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.

Samozagrevanje

Ne javlja se.

Ugradnja

Termoelementi **Grupe T1-**, konstruisani su za ugradnju u visoko temperaturne industrijske peći. Termoelektrode prečnika 0,5 mm su pogodnije za primenu na visokim temperaturama i obezbeđuju bolju i dužu termičku stabilnost.

U mnogim slučajevima je važno da se obavi provera metrološke ispravnosti termopara preko instalacije i bez izvlačenja termoelementa iz peći pri visokim temperaturama, da se izbegnu termički šokovi i oštećenje keramičkih cevi.

Ako postoji mogućnost da u radnim uslovima temperatura prekorači propisanu maksimalnu graničnu

vrednost za materijal zaštitne cevi, preporučuje se vertikalna ugradnja, u cilju da se izbegne savijanje zaštitne cevi, usled sopstvene težine, što bi dovelo do oštećenja – lomljenja keramičkog nosača i kidanja termopara.

Komponente

Priključna glava

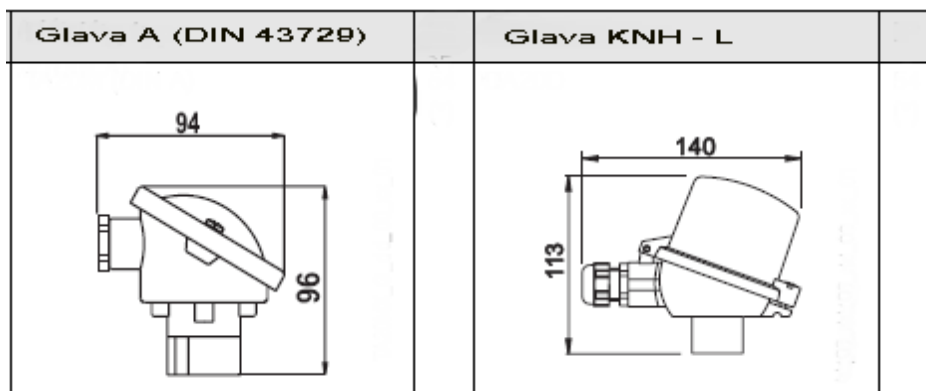
Saglasno odredbama standarda DIN 43729, kućište priključne glave, oblik A, sadrži keramičku pločicu sa električnim terminalima ili transmiter. Može biti različitog tipa i materijala (npr. obojeni aluminijum, sirovo gvožđe ili nerđajući čelik).

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

U priključne glave oblika A montiraju se metalne vratne cevi, prečnika 22, 26 i 32 mm.

U priključnu glavu oblika KNH – L montiraju se metalne vratne cevi, prečnika 22 mm.

Priključne glave prikazane su na slici 2.



Slika 2. Priključne glave

Transmiteri

Primenljivi su sledeći transmiteri:

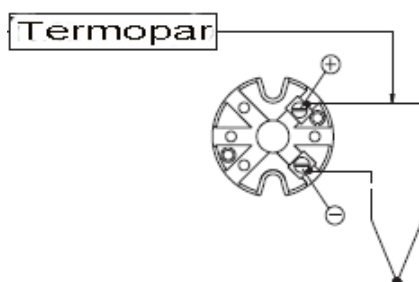
- PC programabilni transmiteri 4...20 mA (galvanski izolovani)
- Transmiteri sa HART protokolom (galvanski izolovani), izlaz sadrži 4...20 mA i HART superponirane signale
- Transmiteri (galvanski izolovani) PROFIBUS PA sa izlaznim signalom, komunikaciona adresa može biti setovana preko odgovarajućeg softvera ili pomoću mehaničkih prekidača.

Kupac može zahtevati željenu konfiguraciju tokom procesa naručivanja

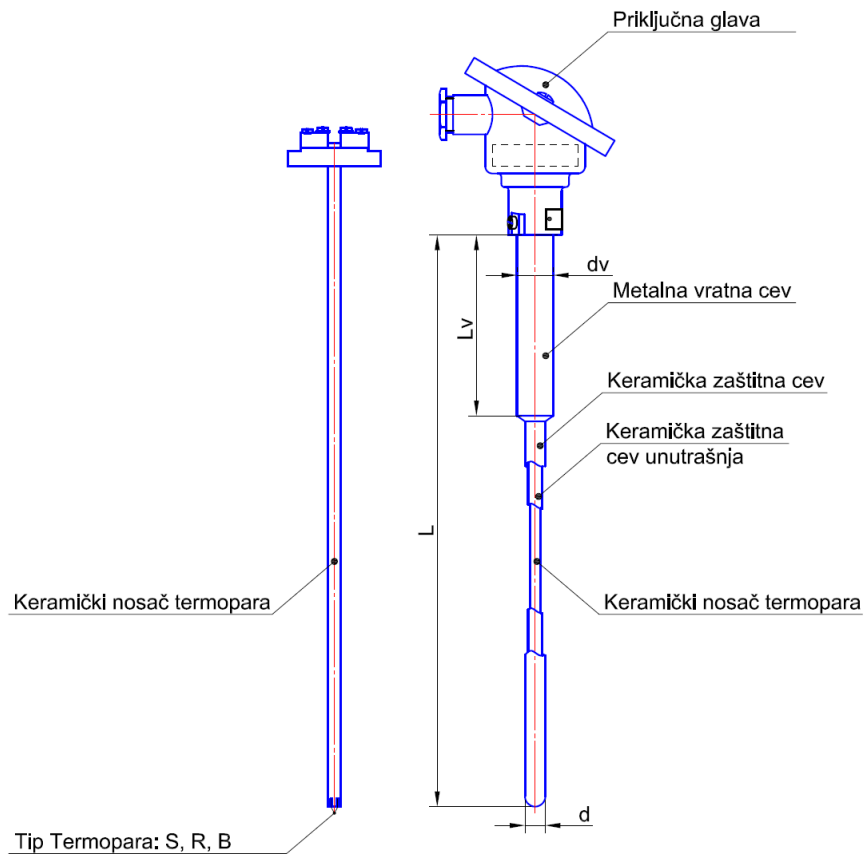
Ako se transmiteri ugrađuju na DIN šinu, u priključnu glavu se ugrađuju keramičke pločice.

Merni uložak - Povezivanje

Kod termoelementa **Grupe T1-**, merni uložak čine: jedan ili dva termopara ugrađenih u odgovarajući keramički izolator (nosač) otporan na visoke temperature, koji je zatim umetnut u keramičku zaštitnu cev. Pri zameni mernog uložka, ugradna dužina termopara zavisi od dužine zaštitne cevi.



Slika 3. Standardno povezivanje



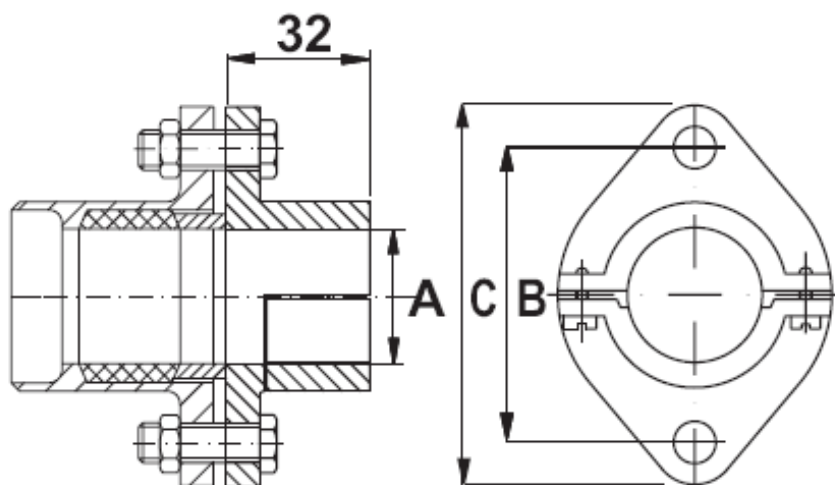
Slika 4. Delovi termoelementa

Pomoćni pribor

Prirubnica DIN 43734

Za A= 15 mm
B=55 mm; C=75 mm

Za A=22 mm i 32 mm
B=70 mm; C= 90 mm



Slika 5. Pomična prirubnica DIN 43734

Uverenja i rešenja

- Uverenje o etaloniranju merila
- Uverenja o etaloniranju merne opreme
- Sertifikat o akreditaciji laboratorije za etaloniranje - akreditacioni br.: 02-058

Ostali detalji

Održavanje

Termoelementni iz **Grupe T1** ne zahtevaju neko posebno održavanje. Preporučuju se periodični pregledi, jer mehanička opterećenja i termički šokovi mogu izazvati oštećenja keramičkih cevi. Takođe, preporučuju se periodična etaloniranja merila koja su u upotrebi, od strane akreditovane laboratorije.

Servisiranje

TERMOTEHNA može da vrši servisiranje merila koja su bila u upotrebi i da ih dovede u metrološki ispravno stanje.

Tabela 4: Kataloške šifre za standardne termoelemente

Temperatura	Materijal zaštitne cevi	Nazivna dužina L [mm]	Kataloški broj	
			1 termopar	2 termopar
do 1500°C	Keramika Ø15x2 (KER 610)	500	T1-1361	T1-2361
		710	T1-1362	T1-2362
		1000	T1-1363	T1-2363
		1400	T1-1364	T1-2364
		1600	T1-1364.1	T1-2364.1
		2000	T1-1365	T1-2365
do 1600°C	Oksidna keramika Ø15x2,5 (KER 710)	500	T1-1371	T1-2371
		710	T1-1372	T1-2372
		1000	T1-1373	T1-2373
		1400	T1-1374	T1-2374
		1600	T1-1374.1	T1-2374.1
		2000	T1-1375	T1-2375
do 1600°C	Porozna keramika Ø26x4 KER 530 Sa unutrašnjom cevi Ø15x2 (KER 610)	500	T1-1351	T1-2351
		710	T1-1352	T1-2352
		1000	T1-1353	T1-2353
		1400	T1-1354	T1-2354
		1600	T1-1354.1	T1-2354.1
		2000	T1-1355	T1-2355

Tabela 5: Vrednosti termonapona u [mV] u zavisnosti od temperature

Termopar Pt(10%Rh)-Pt, Tip S, prema IEC 584-1										
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,055	0,113	0,173	0,235	0,299	0,365	0,432	0,502	0,573
100	0,645	0,719	0,795	0,872	0,950	1,029	1,109	1,190	1,273	1,356
200	1,440	1,525	1,611	1,698	1,785	1,873	1,962	2,051	2,141	2,232
300	2,323	2,414	2,506	2,599	2,692	2,786	2,880	2,974	3,069	3,164
400	3,260	3,356	3,452	3,549	3,645	3,743	3,840	3,938	4,036	4,135
500	4,234	4,333	4,432	4,532	4,632	4,732	4,832	4,933	5,034	5,136
600	5,237	5,339	5,442	5,544	5,648	5,751	5,855	5,960	6,064	6,169
700	6,274	6,380	6,486	6,592	6,699	6,805	6,913	7,020	7,128	7,236
800	7,345	7,454	7,563	7,672	7,782	7,892	8,003	8,114	8,225	8,336
900	8,448	8,560	8,673	8,786	8,899	9,012	9,126	9,240	9,355	9,470
1000	9,585	9,700	9,816	9,932	10,048	10,165	10,282	10,400	10,517	10,635
1100	10,754	10,872	10,991	11,110	11,229	11,348	11,467	11,587	11,707	11,827
1200	11,947	12,067	12,188	12,308	12,429	12,550	12,671	12,792	12,913	13,034
1300	13,155	13,276	13,397	13,519	13,640	13,761	13,883	14,004	14,125	14,247
1400	14,368	14,489	14,610	14,731	14,852	14,973	15,094	15,215	15,336	15,456
1500	15,576	15,697	15,817	15,937	16,057	16,176	16,296	16,415	16,534	16,653
1600	16,771	16,890	17,008	17,125	17,243	17,360	17,477	17,594	17,711	17,826
1700	17,942	18,056	18,170	18,282	18,394	18,504	18,612			

Termopar Pt(13%Rh)-Pt, Tip R, prema IEC 584-1

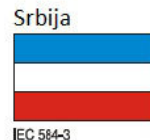
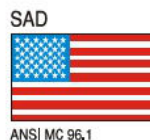
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,054	0,111	0,171	0,232	0,296	0,363	0,431	0,501	0,573
100	0,647	0,723	0,800	0,879	0,959	1,041	1,124	1,208	1,294	1,380
200	1,468	1,557	1,647	1,738	1,830	1,923	2,017	2,111	2,207	2,303
300	2,400	2,498	2,596	2,695	2,795	2,896	2,997	3,099	3,201	3,304
400	3,407	3,551	3,616	3,721	3,826	3,933	4,039	4,146	4,254	4,362
500	4,471	4,580	4,689	4,799	4,910	5,021	5,132	5,244	5,356	5,469
600	5,582	5,696	5,810	5,925	6,040	6,155	6,272	6,388	6,505	6,623
700	6,741	6,860	6,979	7,098	7,218	7,339	7,460	7,582	7,703	7,826
800	7,949	8,072	8,196	8,320	8,445	8,570	8,696	8,822	8,949	9,076
900	9,203	9,331	9,460	9,589	9,718	9,848	9,978	10,109	10,240	10,371
1000	10,503	10,636	10,768	10,902	11,035	11,170	11,304	11,439	11,574	11,710
1100	11,846	11,983	12,119	12,257	12,394	12,532	12,669	12,808	12,946	13,085
1200	13,224	13,363	13,502	13,642	13,782	13,922	14,062	14,202	14,343	14,483
1300	14,624	14,785	14,906	15,047	15,188	15,329	15,470	15,611	15,752	15,893
1400	16,036	16,176	16,317	16,458	16,599	16,741	16,882	17,022	17,163	17,304
1500	17,445	17,585	17,726	17,866	18,006	18,146	18,286	18,425	18,564	18,703
1600	18,842	18,981	19,119	19,257	19,395	19,533	19,670	19,807	19,944	20,080
1700	20,215	20,350	20,483	20,616	20,748	20,878	21,006			

Termopar Pt(30%Rh)-Pt(6%Rh), Tip B, prema IEC 584-1

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	- 0,002	- 0,003	- 0,002	0	0,002	0,006	0,011	0,017	0,025
100	0,033	0,043	0,053	0,065	0,078	0,092	0,107	0,123	0,140	0,159
200	0,178	0,199	0,220	0,243	0,266	0,291	0,317	0,344	0,372	0,401
300	0,431	0,462	0,494	0,527	0,561	0,596	0,632	0,669	0,707	0,740
400	0,786	0,827	0,870	0,913	0,957	1,002	1,048	1,095	1,143	1,192
500	1,241	1,292	1,344	1,397	1,450	1,505	1,560	1,617	1,674	1,732
600	1,791	1,851	1,912	1,974	2,036	2,100	2,164	2,230	2,296	2,363
700	2,430	2,499	2,569	2,639	2,710	2,782	2,855	2,928	3,003	3,078
800	3,154	3,231	3,308	3,387	3,466	3,546	3,626	3,708	3,790	3,873
900	3,957	4,041	4,126	4,212	4,298	4,386	4,474	4,562	4,652	4,742
1000	4,833	4,924	5,016	5,109	5,202	5,297	5,391	5,487	5,583	5,680
1100	5,777	5,875	5,973	6,073	6,172	6,273	6,374	6,475	6,577	6,680
1200	6,783	6,887	6,991	7,096	7,202	7,308	7,414	7,521	7,628	7,736
1300	7,845	7,953	8,063	8,172	8,283	8,393	8,504	8,616	8,727	8,839
1400	8,952	9,065	9,178	9,291	9,405	9,519	9,634	9,748	9,863	9,979
1500	10,094	10,210	10,325	10,441	10,558	10,674	10,790	10,907	11,024	11,141
1600	11,257	11,374	11,491	11,608	11,725	11,842	11,959	12,076	12,193	12,310
1700	12,426	12,543	12,659	12,776	12,892	13,008	13,124	13,239	13,354	13,470
1800	13,585	13,699	13,814							

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

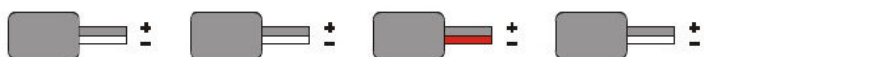
Tip termopara
thermocouple type



R ⊕ Platina - 13% Rodium
⊖ Platina



S ⊕ Platina - 10% Rodium
⊖ Platina



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

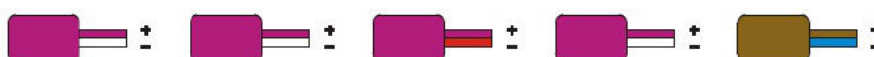
J ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl



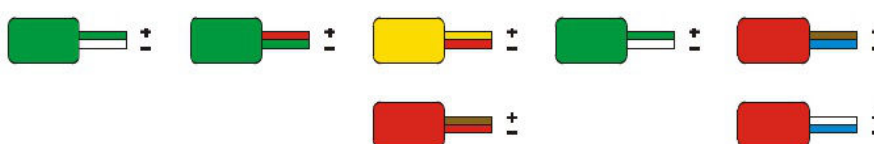
T ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



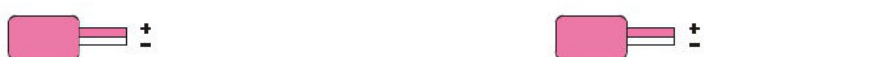
E ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Bakar - Nikl



K ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Nikl



N ⊕ Nikl - Hrom - Silicijum
⊖ Nikl - Silicijum



U ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



L ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl

