

## Czujniki do ciągłego pomiaru temperatury ciekłych metali i ich stopów

## Temperature Sensors for Liquid Metals and Liquid Metal Alloys



**LIMATHERM SENSOR Sp. z o.o.**

34-600 Limanowa, ul. Skrudlak 1, tel. (18) 330 10 00, fax: (18) 330 10 04

NIP: 737 19 66 189, REGON: 492926443

www.limathermsensor.pl, e-mail: info@limathermsensor.pl





## Czujniki do ciągłego pomiaru temperatury ciekłych metali i ich stopów.

Niniejsza instrukcja obsługi dotyczy czujników temperatury z osłonami ceramicznymi na bazie węgla i azotku krzemu, przeznaczonych głównie do pracy w ciekłych metalach i ich stopach.

Czujniki serii: TT...C-37, .TT...C-39 i TT...C-33 z kostką zaciskową i/lub przez zastosowanie wysokiej pokrywy głowicy, przetwornikiem sygnału termopary na standardowy sygnał prądowy 4...20 mA lub napięciowy 0...10 V.

Czujniki wykonywane są na zgodność z charakterystyką wg normy PN-EN 60584

### 1. Budowa i zasada działania.

Podstawowym elementem czujników jest termoelektryczny wkład pomiarowy przyłączony do zacisków zamontowanych na ceramicznym krążku i osłoniętych głowicą wykonaną ze stopu aluminium.

Element pomiarowy wkładu (termoelement) reaguje na zmianę temperatury ośrodka, zmianą wielkości generowanej siły elektromotorycznej /SEM/. Zmiany te są zgodne z charakterystykami termometrycznymi termoelementów, określonymi w normie PN-EN 60584-1.

Wkład pomiarowy zamknięty jest w osłonie metalowo-ceram., która składa się z ceramicznej osłony z węgla lub azotku krzemu i metalowej części chwytowej, służącej do zamocowania osłony ceramicznej i montażu całego czujnika w procesie.

Termoelementy z metali szlachetnych (S, R, B) umieszczone są w dodatkowej osłonie korundowej osłoniętej procesową osłoną met. - ceramiczną.

Osłona met. - cer. poprzez ok. 100 mm odcinek rury mocowana jest bezpośrednio w głowicy (dla czujników prostych) lub w kolanku, pozwalającym za pośrednictwem ok. 400 mm odcinka rury wyprowadzić głowicę poza strefę oddziaływania temperatury ciekłego metalu (czujniki kątowe).

W razie potrzeby, po zamontowaniu głowicy z wysoką pokrywą, możemy w pokrywie umieścić przetwornik 4...20 mA lub 0...10 V.

### Dane techniczne:

Typ termopary.....	1 lub 2x Fe-CuNi /J/, NiCr-Ni /K/, NiCrSi-NiSi /N/, PtRh10- Pt /S/, PtRh13-Pt /R/, PtRh30-PtRh6 /B/ wg PN-EN 60584
Max. zakres pomiarowy.....	0.... 700 °C dla J, 0.... 1200 °C dla K, N 0.... 1600 °C dla R, S, B
Rodzaj spoiny pomiarowej.....	odizolowana
Dopuszczalna temperatura pracy głowicy....	100 °C
Stopień ochrony obudowy.....	IP55
Wymiar dławika .....	M20x1,5

## 2. Odporność na działanie środowiska.

Osłona ceramiczna jest odporna na działanie korozyjne ciekłych metali: Zn, Sn, Pb, Al, Cu oraz odlewniczych stopów tych metali.

Typ osłony	Składnik podstawowy	Gęstość	Porowatość	Max temperatura pracy	Szok termiczny	Dostępne wymiary OD/ID x L <sub>max</sub>
REFRAX 20E	73% SiC	~2,2 g/cm <sup>3</sup>	28%	1450	–	25/12x1100
CRYSTON 178	75% SiC	~2,8 g/cm <sup>3</sup>	8%	1550	–	25/12x700
SILIT SK	85% SiC	~3,0 g/cm <sup>3</sup>	0 %	1350	–	25/18(15)x1500
HEXOLOY	SiC	~3,1 g/cm <sup>3</sup>	1 %	1650	600°	19(25)/13x1300
SINITEC	90% Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	~3,2 g/cm <sup>3</sup>	0 %	1400		(16/8x900, 22/12x900)
IMO	IMO	~2,5 g/cm <sup>3</sup>	~2,5 g/cm <sup>3</sup>	~2,5 g/cm <sup>3</sup>		55/24x450, 50x47x700

## 3. Czujniki termoelektryczne - oznaczenie zacisków przyłączeniowych.

- kostka zaciskowa

Ponieważ czujniki termoelektryczne muszą być podłączane z zachowaniem odpowiedniej biegunowości dlatego też w celu poprawnego połączenia na kostce zaciskowej zaznaczony jest znak „+” - biegun dodatni termopary.

W przypadku łączenia czujnika termoelektrycznego z urządzeniami zewnętrznymi należy odpowiedni biegun kostki zaciskowej połączyć z odpowiednim biegunem przewodu (w odpowiednim kolorze). Zasady połączeń i kolorystyki podaje poniższa tabela.

Typ termoelekt.	Typ przewodu		Skład metalu		Kolor żyły „+”		Tolerancje		W zakr. temp.
	Kompens.	Przedłuż	Żyła +	Żyła -	IEC 584 „-”biały	ANSI „-”czerw.	Klasa 1	Klasa 2	
J	-	JX	Fe	CuNi	czarny	biały	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	-	KX	NiCr	NiAl	zielony	żółty	±1.5	±2.5	-25÷200°C
N	-	NX	Nicrosil	Nisil	różowy	pomarańczowy	±1.5	±2.5	0÷150°C
R, S	RC SC	-	-	-	pomarańczowy	biały	-	±2.5	0÷100°C
B	BC	-	Cu	Cu	szary	purpurowy	-	kl.3 ±3.5	0÷100°C

### Przekroje przewodów kompensacyjnych i przedłużających

0,22 mm<sup>2</sup>, 0,5 mm<sup>2</sup>, 0,75 mm<sup>2</sup>, 1,0 mm<sup>2</sup>, 1,5 mm<sup>2</sup> - zalecane przekroje przewodów kompensacyjnych i rozszerz. do łączenia czujników z urządzeniami zewnętrznymi to 1,0 mm<sup>2</sup> lub 1,5 mm<sup>2</sup> wg PN-89/M-53859.

### Ogólne zasady oznakowania /kolorystyki/przewodów kompensacyjnych:

- wg PN-EN 60584 - kolor opony, izolacji zewnętrznej i żyły dodatniej przyporządkowanej termoelektrodzie dodatniej czujnika jest taki sam, kolor żyły ujemnej – biały
- wg PN-89/M-53859 - kolor opony, izolacji zewnętrznej - różny, kolor izolacji żyły przyporządkowanej termoelektrodzie dodatniej czerwony, natomiast izolacji żyły przyporządkowanej termoelektrodzie ujemnej barwa dowolna z wyjątkiem czerwonej, purpurowej i różowej.

#### **4. Zalecane średnice zewnętrzne przewodów dla wpustów kablowych w głowicach czujników temperatury prod. Limatherm Sensor.**

- dla uszczelki bez nacięć: średnica przewodu / $\varnothing$ 5,5-7,5 mm/
- dla uszczelki z nacięciami: średnica przewodu / $\varnothing$ 4-12,5 mm/

#### **5. Pakowanie, przechowywanie i transport.**

Czujniki powinny być pakowane w opakowania zbiorcze i/lub jednostkowe w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniem w czasie transportu. Opakowanie zewnętrzne winno zawierać informacje o możliwości uszkodzenia kruchej zawartości. Czujniki powinny być przechowywane w opakowaniach, w pomieszczeniach krytych, pozbawionych par i substancji agresywnych, w których temperatura powietrza zawiera się w zakresie od +5°C do 50°C, a wilgotność względna nie przekracza 80%. Transport powinien odbywać się w opakowaniach z zabezpieczeniem przed przemieszczaniem się czujników podczas transportu. Środki transportu mogą być lądowe, morskie lub lotnicze pod warunkiem że zapewniają eliminację bezpośredniego oddziaływania czynników atmosferycznych - niedopuszczalny jest kontakt osłony czujnika z wodą. Warunki transportu wg PN-81/M-42009.

#### **6. Warunki gwarancji.**

- producent gwarantuje poprawną pracę czujników przez 12 m-cy od dnia oddania ich do użytku z tym, że okres ten nie może być dłuższy niż 24 miesiące od daty sprzedaży
- wszelkie dokonywane we własnym zakresie przeróbki i naprawy powodują utratę uprawnień gwarancyjnych
- gwarancja nie obejmuje uszkodzeń wynikłych z nieprawidłowego transportu i użytkowania niezgodnego z wymaganiami niniejszej DTR-ki.
- podane wyżej okresy gwarancji nie dotyczą osłon

#### **7. Zalecane sposoby montażu czujników.**

Czujnik powinien być zamontowany nad tygłem pieca przy pomocy urządzenia umożliwiającego łatwe i szybkie zanurzenie i wyjęcie czujnika z ciekłego metalu oraz ewentualnie regulację głębokości zanurzenia osłony ceramicznej w metalu. Czujniki można uchwycić za rurę stalową przedłużającą osłonę lub rurę dystansową.

Przy montażu i eksploatacji czujników należy stosować się do następujących ogólnych zasad:

- czujniki z osłoną cechującą się pewną porowatością, przed zamontowaniem na piecu, należy suszyć w temperaturze ok. 200°C przez przynajmniej 3 godziny.
- po każdym wyjęciu czujnika z metalu należy oczyścić osłonę ceramiczną z pozostałego na niej metalu przy pomocy drewnianej listewki
- nie narażać osłony na szok temperaturowy (różnica temp. nie większa niż 200K), jeżeli nie przewidziano większej odporności

- przed wyłączeniem pieca należy wyjąć czujnik z tygla i oczyścić – niedopuszczalne jest zamrożenie czujnika w stygnącym metalu
- wymiany osłony metalowo-ceramicznej należy dokonać w przypadku pojawienia się w ceramice ubytków lub pęknięć odsłaniających termoelement i narażających go na bezpośredni styk z ciekłym metalem
- w czasie eksploatacji należy:
  - sprawdzać oporność izolacji linii łączeniowej (min  $3M\Omega$ )
  - sprawdzać dokręcenie zacisków kostki i przetwornika
  - raz w roku lub częściej, jeśli czujnik pracuje w górnej części zakresu pomiarowego, sprawdzić zgodność charakterystyki z PN-EN 60584



## Temperature Sensors for Liquid Metals and Liquid Metal Alloys



**LIMATHERM SENSOR Sp. z o.o.**

34-600 Limanowa, Skrudlak 1, tel. (+48 18) 330 10 06, fax: (+48 18) 330 10 04

NIP: 737 19 66 189, REGON: 492926443

[www.limathermsensor.com](http://www.limathermsensor.com), e-mail: [export@limathermsensor.pl](mailto:export@limathermsensor.pl)





## Temperature Sensors for Liquid Metals and Liquid Metal Alloys

The following Operation Manual provides information of temperature sensors with ceramic sheaths made of tungsten and silicon nitride, suitable for operating in liquid metals and liquid metal alloys.

Temperature sensor series TT...C-37, PTT.C-39 and TT...C-33 are with a terminal block and/or with temperature transmitter converting TC/RTD signal to 4÷20 mA or 0÷10V signal (if a high cover head is used).

Temperature sensors are manufactured in compliance with PN-EN 60584 norm.

### 1. Construction and principle of operation.

The basic element of temperature sensors is the thermocouple measuring insert connected to terminals placed on a ceramic disc and protected with connection head made of aluminium.

The sensing element placed in the measuring insert reacts to temperature change of the process through the change of electromotive force /emf/. These changes are compatible with thermocouple properties specified in PN-EN 60584-1.

The measuring insert is placed in metal-ceramic sheath which consists of:

- ceramic sheath made of carbide or silicon nitride, placed in a special stainless steel mounting fitting,
- 100 mm pipe is used for connecting the sheath and mounting fitting directly to the connection head (straight sensors). In case of angular sensors, the sheath and mounting fitting are connected to an elbow, this construction enables placing the connection head out of the influence of the temperature of liquid metal, due to 400 mm pipe.

If necessary, when a high cover head is used, a temperature transmitter 4÷20 mA or 0÷10V can be used.

### Specifications:

TC type .....	1 or 2x Fe-CuNi /J/, NiCr-Ni /K/ acc. to PN-EN 60584
Maximum temperature range.....	0÷700°C for J 0÷1200°C for K
Measuring junction type.....	insulated
Acceptable temp. of connection head operating.....	100°C
Degree of protection .....	IP55
Cable gland dimension .....	M20x1,5

### 2. Resistance to environmental influence.

Ceramic sheath is resistant to corrosive action of liquid metals such as Zn, Sn, Pb, Al, Cu and their alloys.

Sheath type	Basic component	Density	Porosity	Max. operating temperature	Thermal shock	Available dimensions OD/ID x L <sub>max</sub>
SYALON 101	90% Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	~3,2 g/cm <sup>3</sup>	0 %	1200	534°	(16/9, 22/12, 28/16) x 2000
EKATHERM	92% Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	~3,2 g/cm <sup>3</sup>	0 %	1100	602°	22/12x900, 28/16x1200
REFRAX 20E	73% SiC	~2,2 g/cm <sup>3</sup>	28%	1450	–	25/12x1100
CRYSTON 178	75% SiC	~2,8 g/cm <sup>3</sup>	8%	1550	–	25/12x700
SILIT SK	85% SiC	~3,0 g/cm <sup>3</sup>	0 %	1350	–	25/18(15)x1500
HEXOLOY	SiC	~3,1 g/cm <sup>3</sup>	1 %	1650	600°	19(25)/13x1300

### 3. Marking the connection terminals.

#### Terminal block

Since the thermocouple sensors must be connected with the adequate polarity, a sign "+" (positive pole) is put on the terminal block for the purpose of correct connection. In case of connecting TC sensor with the outer devices, the correct pole of a terminal block must be connected with the correct pole of cable (correct colour). Rules of connection and insulation colours are given below:

Type of thermoelectric sensor	Type of wire		Metal Composition		Colour Code „+”		Tolerances		Temperature range.
	Compensation	Thermoelectric	Wire +	Wire -	IEC 584 „-”white	ANSI „-”red.	Class 1	Class 2	
J	-	JX	Fe	CuNi	czarny	niebieski	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	-	KX	NiCr	NiAl	zielony	żółty	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	KCA	-	Fe	CuNi	zielony	-	-	±2.5	0÷150°C
K	KCB	-	Cu	CuNi	zielony	-	-	±2.5	0÷100°C

- cross-sections of compensation and extension cables:

0,22 mm<sup>2</sup>; 0,5 mm<sup>2</sup>; 0,75 mm<sup>2</sup>; 1,0 mm<sup>2</sup>; 1,5 mm<sup>2</sup>

Recommended cross-sections of compensation and extension cables for connecting temperature sensors with outer devices are 1,0mm<sup>2</sup> or 1,5 mm<sup>2</sup> acc. to PN-89/M-53859.

#### General rules for marking (colour coding) of thermocouple sensor cable:

- acc. to PN-EN 60584 colour of the outer insulation and positive conductor that is assigned to positive thermocouple element is the same; negative conductor insulation - **white**
- acc. to PN-89/M-53859 cable outer insulation - different colours; positive conductor insulation assigned to positive thermocouple element - **red**; negative conductor insulation assigned to negative thermocouple - any colour except red, pink and purple

#### 4. Recommended cable outer diameters for cable glands in connection heads of temperature sensors manufactured by Limatherm Sensor Sp. z o.o.

##### For seal without notches

- cable diameter /ø5,5-7,5 mm/

##### For seal with notches

- cable diameter /ø4-12,5 mm/

## **5. Packing and storing instructions, transportation.**

The sensors to be transported must always be properly packed in order to avoid any damage during the transportation. It is recommended to place the sensors to be transported either in one general, shared package or in individual unit packages. The sensors should be stored in their packages in indoor storage spaces: the indoor air must contain **no traces of vapours and/or aggressive substances**, the indoor air temperatures must range from +5 °C to 50°C, and the relative humidity **must not exceed 85%**. Whilst being transported, the sensors must be protected against shifting inside the packagings. The sensors manufactured by 'Limatherm Sensor' can be transported using maritime, rail, road, or air modes of transport, in all cases provided that the direct impact of atmospheric factors on the sensors during the transportation is totally eliminated. The detailed transportation conditions are specified in the Polish Standard PN-81/M-42009.

## **6. Warranty.**

- The Manufacturer provides the original purchaser of the sensor (sensors) with a twelve (12) month warranty and necessary service; for this period, the Manufacturer guarantees the uninterrupted and error free functioning of sensors;
- The twelve (12) month warranty begins on the day of purchase;
- Also, the Manufacturer provides the original purchaser of the sensors with a post-warranty service;
- The warranty voids in the case of any changes in and repairs of the instrument performed by the user;
- This warranty does not cover damages resulting from improper transportation, nor defects and errors caused by bad handling or misuse which does not comply with the provisions as set forth in this Operation Manual.

## **7. Recommended examples of assembling the sensors.**

The sensor should be installed over the furnace crucible with an instrument that enables quick and easy immersion or taking the sensor out from liquid metal as well as regulation of the ceramic sheath immersion in metal. Sensors can be held by the steel pipe extending the sheath or extension pipe.

While sensor mounting and operating one should abide by the following rules:

- Temperature sensor with sheath has some porosity, therefore it must be dried in temperature about 200°C for at least 3 hours before its installation on a furnace.
- After each application the sensor must be cleaned of metal remnants using wooden lath.
- The sheath shall not be exposed to thermal shock (temperature difference up to 200K) if a higher resistance is assumed.
- The sensor must be taken out of the crucible before the furnace is turned off and cleaned. Freezing the sensor in cooling metal is unacceptable.
- Replacement of metal-ceramic sheath is necessary in case of defects or cracks exposing the thermocouple and causing the risk of direct contact with liquid metal.

During the sensor operating one shall:

- Check the insulation resistance of connecting wires (minimum 3 MΩ).
- Check whether the terminals of a terminal block or transmitter are tight.
- If the sensor works in the upper level of temperature range, the compatibility of sensor properties with the norm shall be checked at least once a year.

