

**Instrukcja obsługi**

**CZUJNIKI TLENOWE**  
**TERENOWO – LABORATORYJNE**

**CTN – 9804 R**

## SPIS TREŚCI

1. Przeznaczenie
2. Wyposażenie
3. Dane techniczne
4. Zasada działania
5. Uruchomienie czujnika
6. Dodatkowe uwagi dotyczące eksploatacji czujnika
7. Konserwacje i naprawy

### Załączniki:

- Rozpuszczalność tlenu w wodzie niezasolonej.
- Zależność rozpuszczalności tlenu w wodzie od ciśnienia atmosferycznego.
- Zależność rozpuszczalności tlenu w wodzie od stężenia chlorków.
- Rysunek - schemat czujnika tlenowego CTN - 980. R

UWAGA: Gwarancja na czujnik nie obejmuje uszkodzeń wynikłych z jego demontażu przeprowadzonego niezgodnie z instrukcją obsługi i mogącego powodować uszkodzenia części mechanicznych lub układu elektrycznego !

## **I. PRZEZNACZENIE**

Czujniki tlenowe serii CTN - 9804 R przeznaczone są do okresowych pomiarów zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie i roztworach wodnych w warunkach terenowych, laboratoryjnych lub przemysłowych, zależnie od wykonania. Współpracujący z czujnikiem tlenomierz lub przetwornik powinien posiadać parametry dostosowane do sygnałów elektrycznych czujników. Zalecany jest zestaw pomiarowy z tlenomierzem (lub miernikiem wielofunkcyjnym) firmy ELMETRON. Czujniki znajdują podstawowe zastosowanie przy badaniu i kontroli zanieczyszczonych wód oraz ścieków w przemysłowych i komunalnych oczyszczalniach ścieków, stacjach kontroli zanieczyszczeń wód itp.

## **2. WYPOSAŻENIE**

Czujniki tlenowe dostarczane są z następującym wyposażeniem:

- butelka z elektrolitem (100 ml)
- pojemnik z siarczynem sodowym
- wymienne końcówki membranowe ( 3 szt.)
- papier ścierny > 1000
- instrukcja obsługi

## **3. DANE TECHNICZNE**

Sygnał czujnika dla roztworów ( w 20 °C ):

- o 100% nasyceniu O<sub>2</sub>..... 21 ±5 mV
- o 0 % nasyceniu O<sub>2</sub>..... < 0,2 mV

Dryft sygnału ..... < 2% / 7 dni

Czas odpowiedzi T<sub>90</sub> ( 90 % zmiany sygnału  
w stałej temperaturze )..... < 30 s

Dopuszczalna temperatura otoczenia ..... 0 - 50 °C

Minimalna wartość mierzona ..... 0,1 mg O<sub>2</sub>/l

Minimalna prędkość przepływu wody ..... 10 cm / s

Kompensacja temperaturowa dla sygnału w % nasycenia tlenem dla czujników CTN-9801 R, 9804 R, 9807 R z dokładnością:

- dla  $t \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  od temp. skalowania ..... < 3 %
- dla  $t \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  od temp. skalowania ..... < 5 %

Element do zewnętrznej kompensacji temperaturowej:

- dla czujników CTN-9804 R ..... termorezystor Pt-100

Czas pracy bez konieczności

wymiany elektrolitu ..... ok. 2000 godz.

Membrana półprzepuszczalna ..... teflon

Kable i wtyki czujników:

- długość kabla..... 1,5 - 30 m
- wtyk dla ogniwa pomiarowego tlenu ..... BNC-50
- wtyk do zewn. kompensacji temperatury ..... Cinch

Elementy współpracy ..... tlenomierz przenośny np.: CO-401 firmy ELMETRON

## WYKONANIA CZUJNIKÓW

**CTN-9801 R** - wewnętrzna kompensacja temperatury dla sygnału w % nasycenia tlenem, oddzielny termistor do zewnętrznej kompensacji temperatury przy pomiarach w mg /l

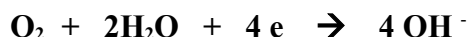
**CTN-9804 R** - wewnętrzna kompensacja temperatury dla sygnału w % nasycenia tlenem, termorezystor do zewnętrznej kompensacji temperatury przy pomiarach w mg /l

**CTN-9807 R** - termorezystor do zewnętrznej kompensacji temperatury

## **4. ZASADA DZIAŁANIA**

Czujnik pracuje na zasadzie ogniwa galwanicznego składającego się ze srebrnej katody i cynkowej anody. Zespół elektrod umieszczony jest w zbiorniku z elektrolitem oddzielonym od badanego roztworu membraną z folii teflonowej przepuszczalnej dla gazów.

Po zanurzeniu czujnika w zawierającym tlen roztworze wodnym, rozpuszczony tlen dyfunduje przez membranę do przykatodowej warstwy elektrolitu i ulega redukcji na katodzie wg równania:



Równocześnie na anodzie przebiega reakcja utleniania cynku wg równania:



Wielkość dyfuzji tlenu przez membranę jest zależna od temperatury. Sygnał elektryczny otrzymywany z ogniwa jest w stałej temperaturze wprost proporcjonalny do ciśnienia cząstkowego tlenu rozpuszczonego w badanym roztworze.

Uniezależnienie sygnału elektrycznego od wpływu temperatury na wielkość dyfuzji tlenu przez membranę uzyskuje się przez zastosowanie termistorowego układu kompensacji temperatury. Na wyjściu czujnika otrzymuje się sygnał napięciowy zależny liniowo od ciśnienia cząstkowego (ilości) rozpuszczonego tlenu. W czujniku, zależnie od wykonania, wbudowany jest dodatkowo oddzielny termorezystor lub termistor dla automatycznej kompensacji temperaturowej przy pomiarach tlenu w jednostkach mg/l, realizowanej w układzie współpracującego tlenomierza (przetwornika pomiarowego).

## **5. URUCHOMIENIE CZUJNIKA**

### **5.1. PRZYGOTOWANIE CZUJNIKA DO POMIARU**

Producent dostarcza czujniki z założoną membraną i wypełnione elektrolitem, przygotowane do natychmiastowego pomiaru. Przy rozpoczęciu eksploatacji czujnika po dłuższym okresie przechowywania lub po wymianie końcówki membranowej na zapasową należy go napełnić świeżym elektrolitem wykonując następujące czynności:

- Odkręcić zbiornik elektrolitu ( 4 ) od korpusu ( 1 ) i wylać stary roztwór. Wnętrze zbiornika opłukać wodą destylowaną i osuszyć zachowując ostrożność, aby nie uszkodzić membrany. Do napełnienia czujnika elektrolitem nie jest wymagane odkręcenie końcówki membranowej
- Odkryty zespół ogniwa ( 2, 3 ) odłuszczyć (zalecane) np. w alkoholu i po opłukaniu wodą destylowaną osuszyć. W przypadku stwierdzenia występowania osadów na powierzchni elektrod należy je usunąć drobnociastym papierem ściernym (1000 lub drobniejszy).

- Trzymając zbiornik elektrolitu lekko skośnie, napełnić go elektrolitem do około 2/3 wysokości. Elektrolit należy wlewać powoli po ściankach zbiornika. Zbiornik z elektrolitem nakręcić na korpus czujnika. Dokręcać należy powoli i ostrożnie, do wyraźnego oporu, pozwalając na swobodne wypłynięcie ewentualnego nadmiaru elektrolitu kanałami odpowietrzającymi w korpusie.
- Czujnik opłukać wodą destylowaną, dla usunięcia resztek elektrolitu z jego powierzchni.

Napełniony elektrolitem czujnik poddać formowaniu w wodzie o temperaturze pokojowej przez okres co najmniej 5 godzin. Po tym czasie czujnik jest gotowy do pomiarów. Unikać dotykania membraną twardego podłoża gdyż może to spowodować jej uszkodzenie.

### **UWAGA !**

SZCZELINA MIĘDZY ZBIORNIKIEM ELEKTROLITU (4) I KORPUSEM (1) – JEST SZCZELINĄ TECHNOLOGICZNĄ ZGODNĄ Z WYMOGAMI TECHNICZNYMI CZUJNIKA. W ŻADNYM WYPADKU NIE NALEŻY „NA SIŁĘ” KASOWAĆ TEJ SZCZELINY I NIE DOKŁADAĆ DODATKOWYCH USZCZELNIEŃ !

## **5.2. SKALOWANIE I ROZPOCZĘCIE POMIARÓW**

5.2. 1. Jeśli zachodzi konieczność wykonania dokładnych pomiarów należy sporządzić roztwór nasycony tlenem (100 % O<sub>2</sub>) zgodnie z procedurą podaną w punkcie 7.3.2. Wskazane jest również sprawdzenie zawartości tlenu metodą Winklera. Przy szybkich nie wymagających dużej precyzji pomiarach zamiast stosowania roztworu nasyconego tlenem można kalibrację na wartość 100 % nasycenia tlenem lub odpowiadającą jej wartość stężenia tlenu, przeprowadzić w powietrzu. Przed tym należy czujnik przez chwilę przetrzymać w wodzie aby membrana była wilgotna podczas kalibracji.

5.2.3. Czujnik podłączyć do odpowiedniego tlenomierza lub przetwornika pomiarowego i przeprowadzić kalibrację dla roztworu nasyconego tlenem lub powietrzem zgodnie ze stosowaną instrukcją obsługi przyrządu.

5.2.3 Czujnik CTN-9804 R nie wymaga kalibracji w roztworze beztlenowym (0 % O<sub>2</sub>). Użytkownik może jednak wykonać taki pomiar, jeśli zaleca to instrukcja tlenomierza lub przy sprawdzeniu szybkości reakcji czujnika (po włożeniu czujnika do roztworu beztlenowego jego sygnał powinien spaść o 90 % po około 30 sekundach). Roztwór beztlenowy należy sporządzić zgodnie z recepturą podaną w pkt. 7.3.1.

Po kalibracji czujnik zanurzyć w badanej wodzie i przystąpić do wykonywania pomiarów. Wartość stężenia tlenu rozpuszczonego odczytać można po ustabilizowaniu się temperatury pomiaru. W praktyce jest to około 1 min. od momentu zanurzenia czujnika w wodzie. Czas ten jednak może być dłuższy, jeśli różnica temperatur między badaną wodą a ośrodkiem, w którym przebywał czujnik przed zanurzeniem wynosi więcej niż 5 °C. Rozpuszczalność tlenu w wodzie jest zależna od zasolenia i od ciśnienia atmosferycznego w miejscu pomiaru.

## **6. DODATKOWE UWAGI DOTYCZĄCE EKSPLOATACJI CZUJNIKA**

- kalibrację w powietrzu lub w roztworze 100 % O<sub>2</sub> zaleca się przeprowadzać co 2 tygodnie,
- przy kalibracji w powietrzu na wartość 100 % nasycenia tlenem należy przestrzegać, aby czujnik miał tę samą temperaturę co powietrze, obecność w badanej cieczy wolnych tlenków siarki, chloru, bromu zniekształca wyniki pomiarów,
- podczas pomiarów w warunkach laboratoryjnych wskazane jest zachowanie analogicznego ruchu cieczy pod membraną czujnika przy kalibracji jak i podczas pomiarów, przy czym może to być mieszanie próbki mieszałem laboratoryjnym lub przepływ cieczy z prędkością około 10 cm/s,
- minimalna głębokość zanurzenia czujnika - 70 mm od powierzchni membrany,
- do szybkich pomiarów temperatury jako oddzielnego parametru zaleca się stosowanie zewnętrznego czujnika termometrycznego (termorezystor zamontowany w czujniku tlenowym służy do zewnętrznej kompensacji temperatury przy pomiarach w mg O<sub>2</sub>/l),
- przy pomiarach w wodach silnie zanieczyszczonych należy okresowo wypłukiwać wodą osadzającą się na membranie zanieczyszczenia (ewentualnie usunąć bibułą),
- **Podczas przerw w pomiarach czujnik należy przechowywać w naczyniu zawierającym wodę destylowaną lub roztwór beztlenowy,**
- **Przy przerwach w pracy powyżej 2 miesięcy należy usunąć elektrolit z czujnika a zbiornik i elektrody przemyć i wysuszyć. Czujnik przechowywać „na sucho”.**

## **7. KONSERWACJE I NAPRAWY**

### **7.1. KONSERWACJA**

Przy stwierdzeniu zbyt dużego lub zbyt małego nie dającego się skompensować sygnału czujnika, braku możliwości kalibracji układu, zbyt długiego czasu ustalania się wskazań lub niestabilności wskazań, należy dokonać oczyszczenia elektrod i wymiany elektrolitu wg punktu 5.1. Jeżeli zachodzi podejrzenie nieszczelności membrany należy dokonać wymiany końcówki membranowej. Czujnik CTN-9804 R wyposażony jest w 3 sztuki takich wymiennych końcówek. Zapas ten jest wystarczający aby zapewnić długą eksploatację czujnika. W przypadku jednak jego wyczerpania, wskutek np. mechanicznego uszkodzenia membran, dodatkowe końcówki można nabyć u producenta. Dla ułatwienia rozkręcania czujnika gwinty smarować smarem silikonowym.

## **7.2. WYMIANA MEMBRANY**

Przy wymianie końcówki membranowej wykonać następujące czynności:

- Odkręcić zbiornik elektrolitu ( 4 ) od korpusu ( 1 ) i usunąć znajdujący się w nim elektrolit.
- Od zbiornika elektrolitu ( 4 ) odkręcić końcówkę membranową ( 6 ). W przypadku zanieczyszczenia zbiornik należy umyć w wodzie destylowanej.
- Do czystego zbiornika elektrolitu dokręcić zapasową końcówkę membranową ( 6 ). Dokręcać należy powoli aż do wycucia wyraźnego oporu.
- Tak przygotowany zbiornik napełnić świeżym elektrolitem i nakręcić na korpus czujnika wg pkt. 5.1

## **7.3. PRZYGOTOWYWANIE ROZTWORÓW**

### **7.3.1. SPORZĄDZANIE ROZTWORU BEZTLENOWEGO – 0 % O<sub>2</sub>**

Odważyć 5 g siarczynu sodowego Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, i rozpuścić w 100 ml wody destylowanej. Roztwór należy sporządzić bezpośrednio przed użyciem. Nie nadaje się do dłuższego przechowywania.

### **7.3.2. SPORZĄDZANIE WODY NASYCONEJ TLNEM - 100% O<sub>2</sub>**

Przy dokładnych pomiarach zalecane jest przygotowanie wody o 100 % nasyceniu tlenem przez nasycanie wody sprężonym powietrzem.

Nasycanie sprężonym powietrzem należy przeprowadzić w zlewce napełnionej wodą destylowaną. Do zlewki wprowadzić rurką powietrze np. przez napowietrzacz akwariowy i prowadzić natlenianie przez około 30 min. W trakcie napowietrzania należy zapewnić ciągłe mieszanie natlenianej wody (np. mieszadłem magnetycznym).

Jeżeli na powierzchni czołowej czujnika gromadzą się pęcherzyki powietrza należy je usunąć (lekkim stuknięciem o ściankę pojemnika lub umieszczając czujnik w rękawie z odpowiednio przepuszczalnego materiału np. cienka elastyczna rajstopa).



**ROZPUSZCZALNOŚĆ TLENU W WODZIE NIEZASOLONEJ**  
**WODA NASYCONA POWIETRZEM**  
**PRZY CIŚNIENIU ATMOSFERYCZNYM NORMALNYM ( 101,3 kPa)**

Temperatura °C	Rozpuszczalność mg/ l	Temperatura °C	Rozpuszczalność mg /l
<b>0</b>	<b>14,62</b>	<b>20</b>	<b>9,09</b>
1	14,22	21	8,91
2	13,83	22	8,74
3	13,46	23	8,58
4	13,11	24	8,42
<b>5</b>	<b>12,77</b>	<b>25</b>	<b>8,26</b>
6	12,45	26	8,11
7	12,14	27	7,97
8	11,84	28	7,83
9	11,56	29	7,69
<b>10</b>	<b>11,29</b>	<b>30</b>	<b>7,56</b>
11	11,03		
12	10,78	<b>35</b>	<b>6,95</b>
13	10,54		
14	10,31	<b>40</b>	<b>6,41</b>
<b>15</b>	<b>10,08</b>		
16	9,87		
17	9,66		
18	9,47		
19	9,28		

Rozpuszczalność tlenu w wodzie jest zależna od zasolenia wody i od ciśnienia atmosferycznego w miejscu pomiaru.

Tablice rozpuszczalności tlenu w wodzie podano wg Polskiej Normy PN-EN 25814 : 1999

## ZALEŻNOŚĆ ROZPUSZCZALNOŚCI TLENU W WODZIE OD CIŚNIENIA ATMOSFERYCZNEGO

Dla ciśnienia atmosferycznego znacznie odbiegającego od wartości normalnej 101,3 kPa ( 760 mm Hg) przy kalibracji czujnika dla pomiaru w jednostkach mg/l należy skorygować wartość rozpuszczalności tlenu obliczając poprawkę wg wzoru :

$$c_p = c_n * p / 101,3 = c_n * k_p$$

gdzie:

$c_p$  - stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie przy ciśnieniu P ( kPa )

$c_n$  - stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie przy ciśnieniu normalnym - 101,3 kPa – wg str. 9

### POPRAWKI DLA NASYCENIA WODY TLENEM ZALEŻNIE OD CIŚNIENIA:

ciśnienie		wysokość nad poziomem	mnożnik
kPa	mm Hg	m	$k_p$
101,3	760	0	1,00
97,6	733	300	0,96
94,0	707	600	0,93
90,5	681	900	0,90
87,2	656	1200	0,86
84,0	632	1500	0,83

### ZALEŻNOŚĆ ROZPUSZCZALNOŚCI TLENU W WODZIE OD STĘŻENIA CAŁKOWITEJ ILOŚCI SOLI ROZPUSZCZONYCH W WODZIE

przy ciśnieniu atmosferycznym 101,3 kPa

g (soli) / kg		0	4	8	12	16	20
<b>mg O<sub>2</sub>/l</b>	0 °C	14,62	14,27	13,92	13,57	13,22	12,87
	10 °C	11,29	11,04	10,78	10,53	10,28	10,03
	20 °C	9,09	8,90	8,71	8,52	8,33	8,14
	30 °C	7,56	7,41	7,26	7,11	6,97	6,82

Zależność rozpuszczalności tlenu od zasolenia wody jest liniowa aż do stężenia soli 35 g/kg

**Rys. 1 Czujnik typ CTN - 980. R**

