Pomiar tlenu

z

OxyGuard'em

Podstawowe wiadomości:

Tlen, O_2 , jest najistotniejszym czynnikiem dla prawie wszystkich form życia na ziemi. Energia której my, tak samo jak inne formy życia na ziemi potrzebujemy aby żyć i rosnąć pochodzi z chemicznych reakcji pomiędzy pierwiastkami tlenu, węgla i wodoru. Powstaje w ten sposób dwutlenek węgla i woda, które rośliny przy udziale światła słonecznego zamieniają na pożywienie z którego korzystamy my i inne stworzenia. Jedynie niedawno odkryte zwierzęta zamieszkujące głębie oceaniczne nie korzystają z tego mechanizmu.

Powietrze zawiera **20.9%** tlenu. Pomimo ogromnych ilości spalanych przez nas paliw kopalnych wielkość ta pozostaje stała. Stworzenia oddychające powietrzem nie mają problemów z uzyskaniem potrzebnej im do życia ilości tlenu – w pięciu litrach powietrza znajduje się prawie **1.5** grama tlenu, poza tym powietrze z łatwością miesza się i przemieszcza. Dla organizmów wodnych sytuacja przedstawia się trochę inaczej – potrzeba **100** litrów wody aby uzyskać 1 gram tlenu, a nawet więcej w sytuacji gdy woda jest ciepła – wrząca woda nie zawiera w ogóle rozpuszczonego tlenu. W oceanach i jeziorach potrzeba dłuższego czasu aby woda zużyta „odświeżyła się", masy odtlenionej wody mogą przemieszczać się przez dłuższy czas szkodząc roślinom wodnym,skorupiakom i innym powolnie przemieszczającym się zwierzętom wodnym. Środowiskowy nadzór rozpuszczonego tlenu i innych parametrów wody pomaga w określeniu obszarów zagrożenia dla życia w wodzie. Współczesny człowiek wykorzystuje organizmy wodne – hoduje ryby, używa bakterii do oczyszczania wody. Procesy te wymagają nadzoru i sterowania poziomem tlenu dla zapewnienia optymalnej wydajności.

W niektórych sytuacjach tlen jest niepożądany. W obwodach wodno-parowych elektrowni wodnych powoduje korozję, przy ważeniu piwa wpływa na smak, może być przyczyną eksplozji w instalacjach gazów palnych, przy pakowaniu jedzenia przyczynia się do szybszego psucia się produktów. Są to przypadki gdzie odnotowywać trzeba bardzo niskie poziomy tlenu.

Kolejnym ważnym zastosowaniem pomiarów tlenu jest ochrona środowiska. Poziom tlenu jest dobrym wskaźnikiem poziomu zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Niektóre definicje:

Sonda tlenowa	Urządzenie mierzące poziom tlenu.
Tlenomierz	Urządzenie zawierające sondę tlenową oraz wyświetlacz pokazujący poziom tlenu.
Przetwornik tlenu	Tlenomierz zawierający wyjście umożliwiające obserwację poziomu tlenu.
Regulator tlenu	Tlenomierz z wyjściem używanym do regulacji wartości tlenu i ustalaniu poziomu na zadanym poziomie w zamkniętym obiegu.
Sygnalizator	Tlenomierz z wbudowanym alarmem dla zbyt wysokiego lub zbyt niskiego poziomu tlenu.
%nasycenia	Dla rozpuszczonego tlenu jest to stosunek rzeczystego poziomu tlenu do poziomu tlenu 100% nasyconej tlenem zimnej wody.
%objętości	Zawartość objętościowa tlenu w objętości mierzonego gazu.
mg/l	Zawartość rozpuszczonego tlenu w miligramach tlenu na litr cieczy.
ppm	Zawartość tlenu w częściach na milion wg wagi.
ppb	Zawartość tlenu w częściach na miliard.

Sondy tlenowe:

„Dawno, dawno temu" zawartość tlenu mogła być mierzona wyłącznie sposobami chemicznymi. Dzisiaj najprostszą i najdokładniejszą metodą pomiaru tlenu jest zastosowanie tlenomierza. Większość tlenomierzy, szczególnie tlenomierze mierzące poziom rozpuszczonego w wodzie tlenu, posiada membranę pokrytą czujnikami polarograficznymi które wytwarzają prąd o natężeniu zależnym od poziomu tlenu.

Do czasu wprowadzenia sondy **Oxyguard** dominującym typem sond tlenowych były sensory **Clarka**. Aby mierzyć tlen przy pomocy komory **Clarka** należy przyłożyć do niej napięcie stałe i mierzyć wartość prądu, który zmienia się wraz ze zmianą stężenia tlenu. Komory **Clarka** zużywają się – elektrolit jest pochłaniany, wydłuża się czas odpowiedzi wraz w wiekiem urządzenia. Przyłożone napięcie osiąga po pewnym czasie zero i wymagana jest kalibracja zakresu, wymaga także pewnego czasu na rozgrzanie po przyłożeniu napięcia zewnętrznego.

Dziś to sonda **OxyGuard** (oraz jej kopie) jest najbardziej rozpowszechnioną sondą tlenową, wynika to z pewnych poważnych zalet w porównaniu do sondy **Clarka**. Jeśli zauważysz sondę tlenową o kształcie owalnym lub cylindrycznym wykonaną z czarnego tworzywa, o średnicy około **6cm**, to jest wysoce prawdopodobne, że jest to sonda **OxyGuard** lub jej kopia.

Warto także odnotować szeroko rozpowszechniony pogląd jakoby wszystkie sondy miały się zużywać i zmieniać swoją czułość z czasem tak jak komory **Clarka**. Jest on nieprawdziwy w odniesieniu do sondy **OxyGuard**, która nie zużywa się.

Sonda OxyGuard zbudowana jest w oparciu o komorę Mackeretha.

Główne zalety tego typu komór to:

- Nie potrzebuje zewnętrznego napięcia – generuje energię samoistnie.
- Czujnik tlenu **OxyGuard** jest zawsze gotowy do użycia – nie wymaga rozgrzewania.
- Posiada zero rzeczywiste – nie wymaga kalibracji zakresu.
- Szybko reaguje na zmiany stężenia tlenu.
- Komora **OxyGuard** nie zniekształca ani nie traci czułości wraz z wiekiem – utrzymuje stałą wydajność, więc nie ma potrzeby przeprowadzania okresowej konserwacji.
- Zwykle dla dokładniejszych pomiarów wymagane jest utrzymywanie membrany w czystości, ponieważ zanieczyszczenia takie jak tłuszcz, drobnoustroje itd blokują dopływ tlenu do sondy. Sonda **OxyGuard** jest o wiele mniej wrażliwa na tego typu zakłócenia.

- Kompensacja zmian temperatury. W sondach tlenowych wyniki pomiarów zmieniają się wraz z temperaturą, sonda **OxyGuard** posiada wbudowaną kompensację temperatury, dzięki czemu użytkownik może być pewien, że pomiar jest zawsze poprawny.

Wykorzystanie przetworników i mierników tlenu rozpuszczonego w wodzie wydatnie wzrosło w ciągu ostatnich 15 lat czyli od czasu zaprezentowania sond i mierników OxyGuard. Spółka OxyGuard International A/S została założona specjalnie po to, żeby wyjść naprzeciw rosnącemu zapotrzebowaniu na kontrolę zawartości tlenu. Przekazywana z rąk do rąk wiedza na temat technologii pomiarów i sterowania zawartością tlenu zaowocowała licznymi innowacjami i nowymi typami mierników, przetworników oraz sterowników tlenu.

Farmy rybne – Akwakultura

Uprawy rybne stosowane są na całym świecie od tysięcy lat. Dziś dalej można spotkać się ze starożytnym podejściem chowu ryb w naturalnych lub sztucznych zbiornikach wodnych bez użycia żadnych technologii, które mocno kontrastuje z nowoczesnymi metodami intensywnymi w obszarach, gdzie chów ryb staje się przemysłem. **OxyGuard** wspomógł te zmiany dostarczając sprzęt umożliwiający monitorowanie jakości wody.

Technologia używana dziś do chowu ryb to zakres od sporadycznych pomiarów rozpuszczonego tlenu dokonywanych przy pomocy ręcznych mierników na naturalnych zbiornikach do automatycznych pomiarów i sterowania zawartością rozpuszczonego tlenu, temperaturą, **pH** i innymi parametrami wody w zamkniętym obiegu.

Dodatkowym typem przedsięwzięć są klatki wodne (zbiorniki morskie). Wcześniej niewiele robiono w kierunku nadzoru jakości wody w tego typu hodowlach, jednak dziś wąskie marginesy zysku razem z dużymi wartościami ryb w tych systemach oznacza konieczność monitorowania tlenu, a nawet natleniania.

Prosta hodowla – np. hodowla pstrąga

W tego typu aplikacjach woda nie podlega recyrkulacji, płynie przez stawy w których hoduje się ryby. Poprzez dodawanie tlenu do wpływającej wody liczba ryb hodowanych w tej samej ilości wody może zostać nawet potrojona. Wymagane ze względów ochrony środowiska może być także nadzorowanie ilości tlenu w wodzie wypływającej z hodowli. Dalsza kontrola osiągnięta być może poprzez umieszczenie dyfuzora w każdym stawie z osobna. Na podobnej zasadzie można nadzorować także tlen i **pH**.

Farmy z zamkniętym obiegiem wody

Woda jest używana wielokrotnie. Porównywalnie mała ilość świeżej wody jest stale dodawana. Woda wracająca ze zbiorników jest filtrowana biologicznie lub mechanicznie, oczyszczana przy użyciu ozonu lub promieni UV, regulowana pod względem pH i natleniana zanim trafi z powrotem do zbiorników. Inne parametry takie jak zawartości dwutlenku czy amoniaku także są sprawdzane i w razie potrzeby zmieniane.

Odświeżanie w ten sposób wody traktowane jest jako główne źródło tlenu, można go jeszcze dodać poprzez zainstalowanie indywidualnych dyfuzorów dla każdego zbiornika z osobna. Osiąga się to poprzez mierzenie poziomu rozpuszczonego tlenu w każdym zbiorniku.

Zbiorniki lęgowe

Zwykle używają one systemów recyrkulacyjnych. Poziom wody jak również ilość rozpuszczonego tlenu powinna być mierzona dla każdego zbiornika z osobna tak aby możliwe było odcięcie dopływu wody dla każdego zbiornika. Ustawiane są poziomy alarmowe dla stężenia rozpuszczonego tlenu. Dodawanie tlenu do każdego ze zbiorników jest regulowane w układzie regulacji ze stężeniem rozpuszczonego tlenu jako zmienną stanu tak, aby zmiany powodowane przez karmienie i biomasę były kompensowane. Zwykle tylko **10-20%** tlenu dostarczane jest w ten sposób – podstawowe potrzeby zaspokojone są przez natlenianie dopływającej do systemu wody.

Tego rodzaju układy, szczególnie sterowane przy pomocy systemu o takiej elastyczności i dokładności jak system **Commander**, zapewnia optymalny wzrost w nowoczesnej farmie rybnej.

Klatki wodne

Pomiar rozpuszczonego tlenu jest tutaj bardzo ważny ponieważ pobieranie pokarmu oraz poziom rozpuszczonego tlenu w wodzie są ze sobą powiązane. Karmienie ryb po doświadczeniu przez nie niskiego poziomu tlenu może być szkodliwe. Pokarm może być dozowany w oparciu o pomiary tlenu, zaś alarm ustawiony na niski poziom tlenu pozwoli na reakcję: dotlenienie lub przesunięcie klatki w inne miejsce.

Niektóre systemy klatek wodnych dostosowane są do układów natleniania. Poziomy rozpuszczonego tlenu mierzone są na kilku głębokościach i pozycjach. Jeśli na przykład w skutek ciepła lub fal pływowych poziom tlenu rozpuszczonego spadnie, można załączyć natlenianie. Także tutaj czerpać można korzyści z zastosowania systemu Commander.

Zbiorniki transportowe

Pomiar rozpuszczonego tlenu powinien być także dokonywany podczas transportu narybku do hodowli jak również dorosłych ryb do przetwórni. System **OxyGuard Convoy** został zaprojektowany specjalnie do tego celu. Rejestracja danych dostarcza dowodów na to, że ryby nie ucierpiały podczas transportu gwarantując wysoką jakość dla dalszego przetwarzania.

Farmy krewetek

Hodowla krewetek odbywa się w dużych, płytkich stawach. Koła łopatkowe są często wykorzystywane do zapewnienia natlenienia i cyrkulacji wody. Jeżeli, co często się zdarza, poziom rozpuszczonego tlenu jest wyższy niż **100%** nasycenia w wyniku fotosyntezy, użycie kół łopatkowych spowoduje rzeczywiste obniżenie poziomu tlenu w wodzie, ponieważ napowietrzanie powoduje dążenie poziomu nasycenia tlenu do wartości **100%** nasycenia niezależnie od wartości początkowej.

Model 810 zaprojektowany został specjalnie do tego celu. Ta mała jednostka posiada wyjścia analogowe i przełącznikowe. Może zostać wykorzystana do załączania urządzeń napowietrzających wtedy, gdy poziom rozpuszczonego tlenu spada poniżej określonej wartości mierzonej w % nasycenia.

Zwykle wymagane jest zapewnienie cyrkulacji wody w stawie. Zapewnia się to poprzez zastosowanie dodatkowych urządzeń mieszających sterowanych za pomocą temperatury.

Pomiar czystego tlenu

Dwie najważniejsze z wielu zalet używania czystego tlenu to:

- Możliwość przesycenia wody tlenem.
- Oszczędzasz energię zużywaną na pompowanie, ponieważ pompowanie powietrza to pompowanie tylko **20.9%** tlenu.

Czysty tlen uzyskiwany jest ze zbiorników ciekłego tlenu, lub generatora tlenu. Mierniki czystości tlenu, regulatory lub alarmy są używane zależnie od potrzeb.

Oczyszczanie Ścieków

Pomiar i regulacja rozpuszczonego tlenu w zbiornikach osadu

Spotyka się tutaj jednokanałowe tlenomierze, dwuprzewodowe sondy tlenowe oraz regulatory tlenu. Poziom rozpuszczonego tlenu utrzymywany jest na pułapie około **2mg/l**. Możliwe jest wykorzystanie czystego tlenu, a więc także mierników, sygnalizatorów i regulatorów czystości tlenu.

Nadzór ścieków i regulacja poziomu tlenu

Ścieki są często monitorowane przy użyciu jednokanałowych tlenomierzy lub dwuprzewodowych sond tlenowych. Poziom natlenienia lub napowietrzenia jest odpowiednio sterowany. Czysty tlen może być wstrzykiwany jako dodatkowe stężenie, np przesycenie tlenem w celu zlikwidowania zanieczyszczeń organicznych które pochłaniają tlen podczas rozkładu.

Pomiar i regulacja **pH**, pomiar przepływu, wykrywanie warstwy ścieków, pomiar stężenia azotanu i fosforanu są także stosowane w celu wydajnego i efektywnego oczyszczania ścieków.

Nadzór bezpieczeństwa

Wykrywanie tlenu w gazach łatwopalnych jak i pomiar tlenu w powietrzu otoczenia są przykładami tego typu zastosowań. Do stref zagrożonych np. eksplozją przeznaczone są specjalne wersje sond **OxyGuard**.

Przemysł spożywczy i piwowarski

OxyGuard wytwarza także sprzęt przeznaczony do sprawdzania stężenia tlenu w gazie do pakowania pożywienia jak również do mierzenia rozpuszczonego tlenu w napojach gazowanych i piwie. Wymaga to użycia sond, które mogą być czyszczone w wysokiej temperaturze.

Nadzór środowiska

Rejestratory danych mogą zostać wykorzystane do zapisu zmian poziomu rozpuszczonego tlenu w jeziorach, rzekach itd. Sondy głębinowe stosowane są w morzach, oceanach i głębokich jeziorach. Sondy profilowe podnoszone i opuszczane lub holowane po wodzie na różnych głębokościach tworzą mapy stężenia rozpuszczonego tlenu w jeziorach lub na łowiskach.

Tlenomierze przenośne

Posiadają różne rozmiary i kształty. Tlenomierz przenośny lub kieszonkowy mierzący poziom rozpuszczonego tlenu powinien spełniać pewne kryteria. Powinien być wodoodporny, pokazywać poziom rozpuszczonego tlenu zarówno w %nasycenia jak i **mg/l** (**ppm**), posiadać automatyczną kompensację temperatury i być zawsze gotowy do użycia. Tlenomierz taki nie powinien wymagać częstej konserwacji. Zaawansowane modele powinny zawierać automatyczną kompensację zasolenia i ciśnienia, automatyczną kalibrację oraz funkcję zapisu danych pomiarowych. Wszystkie mierniki serii „**Handy**" produkowane przez **OxyGuard** są doskonałym przykładem takich urządzeń.

Tlen – co mierzymy?

Sondy tlenowe w rzeczy samej mierzą ciśnienie cząsteczkowe tlenu obecnego w membranie. Przemiany chemiczne wewnątrz sondy pochłaniają cały przenikający do niej tlen. Powstaje w ten sposób różnica ciśnień na membranie zależna od ciśnienia cząsteczkowego tlenu na zewnątrz membrany (wewnątrz sondy nie ma tlenu). Ilość cząsteczek tlenu dyfudujących przez membranę zależna jest od tej różnicy.

Każda cząsteczka tlenu która przenika do wewnątrz sondy uczestniczy w reakcji chemicznej, która transferuje elektron z anody do katody, wytwarzając tym samym prąd elektryczny proporcjonalny do ciśnienia cząsteczkowego na zewnątrz sondy. Prąd ten zarówno bezpośrednio, jak i zamieniony na napięcie, jest wyjściem przetwornika. Aby ustalić wartości napięcia odpowiadające danym stężeniom tlenu należy sondę skalibrować (ustawić sondę przy pomiarze medium o z góry znanym stężeniu tlenu – np. w powietrzu).

Jeśli mierzony jest gaz, tlen jest mierzony w %objętości, a kalibrację przeprowadza się w powietrzu (**20.9%** tlenu). Przy pomiarze w innym ciśnieniu niż to, przy którym kalibrowana była sonda, należy przyjąć liniowe korekty np. sygnał wyjściowy dla ciśnienia **2** bar będzie dwa razy większy niż dla ciśnienia **1** bar.

Jeśli wykonywany jest pomiar rozpuszczonego tlenu w %nasycenia, to **100%**nasycenia z definicji odpowiada ciśnieniu cząstkowemu tlenu w powietrzu. Zmiany ciśnienia atmosferycznego wpływają na tą wartość, więc kalibracja właściwego ciśnienia jest niezbędna do uzyskania wysokiej dokładności.

Jeśli wykonywane są pomiary rozpuszczonego tlenu w **mg/l** (**ppm**), wziąć pod uwagę należy także zmiany temperatury. Ilość tlenu która może rozpuścić się w wodzie zależy od temperatury nieliniowo, kalibrację należy więc wykonywać przy pomocy tabeli. W niektórych urządzeniach tabele zawarte są we wbudowanym mikrokomputerze. Dla przykładu przy temperaturze **20°C** i ciśnieniu **760mmHg** woda nasycona tlenem zawiera

9.1 mg/l tlenu. Jeśli więc sonda jest kalibrowana w tych warunkach, należy to zrobić tak, aby odczyt z tlenomierza wynosił właśnie **9.1 mg/l**. Tabele kalibracyjne znaleźć można na końcu tego dokumentu.

Sondy **OxyGuard** są w pełni wewnętrznie kompensowane temperaturowo. Dla przykładu, jeśli posiadasz sondę **mg/l** i skalibrujesz ją prawidłowo, będzie ona wykonywać prawidłowe pomiary dla wszystkich temperatur z zakresu **0 – 40°C**.

Typy sond

- **Dla akwakultury i podobnych zastosowań z wymaganiami pomiaru rozpuszczonego tlenu, ścieków lub pomiarów tlenu w powietrzu/gazach stosowana jest sonda Typ 3.**

  Zakresy:

  Rozpuszczony tlen do **30ppm** lub **300%**nasycenia (pomiar ciągły).

  Tlen w gazie do **50%** objętości (pomiar ciągły).
- **Do pomiarów czystego tlenu wykorzystywane są sondy Typ 2.**
- **Do ścieków stosowana jest sonda Model 840.**
- **Dla pomiarów głębinowych i morskich – sonda OxyGuard Ocean.**
- **Dla pomiarów profilu – sonda Profil**, która może być podnoszona, opuszczana jak i holowana po wodzie.

Skontaktuj się z nami jeśli chcesz wykonywać pomiary wody przesyconej tlenem.

Skontaktuj się z nami jeśli potrzebujesz wykonywać pomiary przy znaczących stężeniach CO_2 lub H_2S.

Kalibracja

Kalibracja przeprowadzana jest poprzez umieszczenie sondy w powietrzu lub nasyconej wodzie, odczekanie aż do ustabilizowania się temperatury, następnie ustawienie transmitera tak, aby wyświetlacz pokazywał wartość rzeczywistą.

Sonda musi mieć tą samą temperaturę co woda lub powietrze w którym jest kalibrowana, należy więc poczekać aż osiągnie tą samą temperaturę. Każda krzepka sonda o dużej żywotności, taka jak produkty **OxyGuard**, może potrzebować nawet godziny na ustabilizowanie temperatury po skoku o **10** stopni w powietrzu, ale tylko **10** minut na taką samą zmianę przy pomiarze w wodzie.

Łatwym sposobem kalibracji jest zastosowanie kalibratora **EasyCal**. Wymaga to włożenia sondy w uchwyt **EasyCal**, a potem z powrotem do wody i odczytania wartości kalibracyjnej z wyświetlacza **EasyCal**. Bez potrzeby stosowania tabelek, w kilka minut.

Jeśli nie używasz **EasyCal**, wyjmij sondę z wody, wysusz membranę i zawieś sondę na wolnym powietrzu, unikając słońca. Jeśli zajdzie taka potrzeba, możesz w tym celu owinąć sondę folią aluminiową. Należy zaczekać do ustabilizowania się temperatury, po czym wyregulować sprzęt, aby pokazywał prawidłową zawartość tlenu w otoczeniu.

Wartość kalibracyjna dla układów pomiarowych mierzących %nasycenia

Jeśli wykonywany jest pomiar w jednostkach %nasycenia, wartość kalibracyjna wynosi zawsze **100%**, nie zależy od temperatury ani od zasolenia.

Wartość kalibracyjna dla układów pomiarowych mierzących mg/l

Jeśli mierzysz **mg/l**(**ppm**), temperatura i zasolenie będą wpływać na wartość kalibracyjną. Na dużych wysokościach lub dla większej dokładności konieczna jest także korekcja dla ciśnienia. Przy pomiarze w wodzie słonej do korekcji zasolenia wykorzystać można Refraktometr **OxyGuard**.

Kalibracja dla układów mierzących % objętości

Systemy mierzące tlen w gazie, czysty tlen jak także niskie objętości tlenu w gazie można kalibrować w powietrzu na **20.9%** lub także w specjalnym gazie kalibracyjnym o podanym stężeniu tlenu.

Kalibracja automatyczna.

Model 840, Model 810, Handy Delta oraz system **Commander** wyposażone są w automatyczną kalibrację. Należy jednak zwrócić uwagę na to, czy sonda ma temperaturę zbliżoną do temperatury powietrza, zanim zostanie naciśnięty przycisk kalibracji – w innym przypadku automatyczna kalibracja nie zostanie przeprowadzona, ponieważ system wykryje niestabilność pomiaru tlenu lub temperatury. Handy Delta oraz Commander posiadają dodatkowo automatyczną kompensację ciśnienia.

Jak często należy kalibrować sondę?

Niestety, nie ma na to pytanie jednoznacznej odpowiedzi. Jeśli sonda pracuje w idealnych warunkach (w powietrzu), może utrzymać kalibrację przez wiele miesięcy. Przy pomiarach w wodzie, zależy to od jakości i czystości wody oraz wymaganej dokładności. Bardzo ważne jest, aby kalibracja wykonywana była ze szczególną dbałością. Należy dać sondzie czas na ustabilizowanie temperatury, sprawdzić barometr i ocenić czy wymagana jest kompensacja ciśnienia, sprawdzić zasolenie, jeśli pomiar wykonywany jest w słonej wodzie.

Konserwacja

W sondach OxyGuard elektrolit nie zużywa się ani nie jest pochłaniany. Anoda jest utleniana, jednakże zanim się zużyje upływa wiele lat, nawet przy pomiarze czystego tlenu. Tlenek powstający na anodzie nie wpływa także na jakość działania sondy. Jeśli zachodzi taka potrzeba, anoda może zostać łatwo wymieniona. Jedyny czynnik który wpływa na parametry wszystkich sond z membranami, to zanieczyszczenia membrany.

Sondy OxyGuard NIE wymagają regularnego serwisowania ani konserwacji – wystarczy utrzymywanie membrany we względnej czystości.

Jeśli udaje się poprawnie skalibrować sondę, nie należy jej otwierać – nawet jeśli pracuje od wielu lat. Jeśli membrana zostanie uszkodzona, potrzebna będzie oczywiście jej wymiana. Procedura ta, prosta i może zostać wykonana na miejscu przez każdego, jest jednocześnie pełną renowacją sondy. Niezbędne części dostarczane są razem z sondą.

Osady zbierają się na wszystkich powierzchniach w każdym aktywnym biologicznie systemie. Osad zbierający się na membranie wpływa na czułość sondy.

Sondy **OxyGuard** są zaprojektowane w ten sposób, aby zbierający się osad miał niewielki wpływ na pomiar, jednak dla zachowania wysokiej dokładności należy starać się utrzymywać membranę w tej samej czystości, w której była kalibrowana. Osad usuwać można przy pomocy tkaniny lub papieru. Częstość czyszczenia zależy od oczekiwanej dokładności, stopnia i rodzaju zanieczyszczeń.

Wymiana i renowacja membrany sondy rozpuszczonego tlenu.

Membrana powinna być okresowo oczyszczana. Sonda nie powinna być ruszana dopóki membrana nie zostanie zniszczona, lub nie będzie można jej skalibrować.

Sondy do pomiarów czystego tlenu, oznaczone są typem 2, reszta sond jest typu 3. Typy te określają różnice w zastosowanym elektrolicie i anodach. Upewnij się więc, czy posiadasz odpowiedni elektrolit (lub anodę, jeśli chcesz ją wymieniać).

Należy także upewnić się, czy posiadana membrana jest właściwa. Sonda może posiadać membranę do pomiaru **mg/l** lub **%**nasycenia. Sondy z automatyczną kalibracją posiadają specjalne membrany **%**.

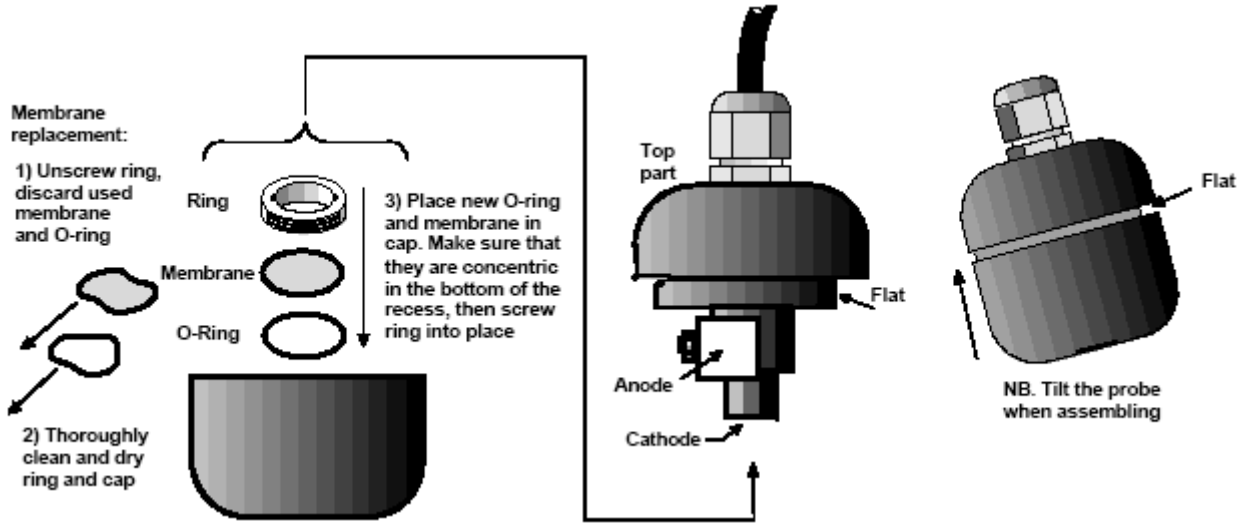
Aby wymienić membranę / przeprowadzić renowację sondy należy:

1. Zdemontować sondę, opłukać ją i odkręcić przykrywkę. Jeżeli nie można jej odkręcić można lekko uderzyć w bok sondy przy pomocy młotka i spróbować jeszcze raz. Wylać elektrolit, opłukać przykrywkę i część górną, usunąć wszelkie czarne lub brązowe osady tlenku.
2. Obejrzeć anodę. Jeśli jest bardzo skorodowana można ją wymienić. Przed montowaniem nowej anody należy sprawdzić czy nakrętka pod anodą dobrze trzyma, oraz umyć ją przy pomocy wody z mydłem, aby usunąć olej.
3. Sprawdzić katodę i usunąć osady używając szarej gąbki dołączonej do zestawu naprawczego. Katoda NIE MOŻE BYĆ POLEROWANA.
4. Opłukać i wysuszyć część górną.
5. Można przeprowadzić teraz prosty test sondy. Po osuszeniu sondy – szczególnie katody – należy włączyć tlenomierz. Sonda powinna pokazywać zero na wyjściu (mniej niż **0.01mV** jeśli mierzy się bezpośrednio na sondzie). Jeśli jest inaczej należy się skontaktować ze sprzedawcą.
6. Napełnij nową (lub odnowioną) przykrywkę po brzegi elektrolitem. Nadmiar elektrolitu pozwoli uniknąć powietrza wewnątrz sondy. Zlokalizuj spłaszczenie na gwincie części górnej. Wsadź część górną w przykrywkę i wykonaj pół obrotu, aby złapać gwint. Przechyl sondę o **15** stopni, tak, aby spłaszczenie było w uniesionej części. Nadmiar elektrolitu i powietrze powinno wylecieć na zewnątrz poprzez ścięcie.
7. Po zakręceniu sondy wstrząśnij ją przy uchu, aby upewnić się, że jest całkowicie wypełniona elektrolitem.

JEŚLI JESTEŚ PEWIEN, ŻE SONDA JEST WYPEŁNIONA, ZAKRĘĆ JĄ MOCNO.

Po renowacji, sonda może być traktowana jak nowa. Powinno się odczekać co najmniej godzinę przed kalibracją, dobrze jest także przekalibrować ją jeszcze raz po jednym lub dwóch dniach.

Nową membranę można łatwo zamontować w przykrywce. Należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby powierzchnia jej była idealna – jeśli się marszczy, należy ją wymienić i założyć nową. Ważne, aby wszystkie części były czyste i suche. Ani membrana, ani O-ring nie mogą być użyte ponownie – rozciągają się aby się dopasować do katody, nie będą więc idealnie przylegać przy kolejnym użyciu.



Tablice kalibracyjne

Świeża woda – mg/l

mm Hg		700	710	720	730	740	750	**760**	770	780	790	800
mbar		933	946	960	973	986	1000	**1013**	1026	1040	1053	1066
Temp												
°C	°F											
0	32.0	13.4	13.6	13.8	14.0	14.2	14.4	**14.6**	14.8	15.0	15.2	15.4
1	33.8	13.1	13.3	13.5	13.6	13.8	14.0	**14.2**	14.4	14.6	14.8	14.9
2	35.6	12.7	12.9	13.1	13.3	13.4	13.6	**13.8**	14.0	14.2	14.4	14.5
3	37.4	12.4	12.6	12.7	12.9	13.1	13.3	**13.4**	13.6	13.8	14.0	14.2
4	39.2	12.1	12.2	12.4	12.6	12.7	12.9	**13.1**	13.3	13.4	13.6	13.8
5	41.0	11.8	11.9	12.1	12.3	12.4	12.6	**12.8**	12.9	13.1	13.3	13.4
6	42.8	11.5	11.6	11.8	11.9	12.1	12.3	**12.4**	12.6	12.8	12.9	13.1
7	44.6	11.2	11.3	11.5	11.6	11.8	12.0	**12.1**	12.3	12.4	12.6	12.8
8	46.4	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	11.7	**11.8**	12.0	12.1	12.3	12.5
9	48.2	10.6	10.8	10.9	11.1	11.2	11.4	**11.5**	11.7	11.9	12.0	12.2
10	50.0	10.4	10.5	10.7	10.8	11.0	11.1	**11.3**	11.4	11.6	11.7	11.9
11	51.8	10.1	10.3	10.4	10.6	10.7	10.9	**11.0**	11.2	11.3	11.5	11.6
12	53.6	9.9	10.1	10.2	10.3	10.5	10.6	**10.8**	10.9	11.0	11.2	11.3
13	55.4	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.4	**10.5**	10.7	10.8	10.9	11.1
14	57.2	9.5	9.6	9.8	9.9	10.0	10.2	**10.3**	10.4	10.6	10.7	10.8
15	59.0	9.3	9.4	9.5	9.7	9.8	9.9	**10.1**	10.2	10.3	10.5	10.6
16	60.8	9.1	9.2	9.3	9.5	9.6	9.7	**9.9**	10.0	10.1	10.2	10.4
17	62.6	8.9	9.0	9.1	9.3	9.4	9.5	**9.7**	9.8	9.9	10.0	10.2
18	64.4	8.7	8.8	9.0	9.1	9.2	9.3	**9.5**	9.6	9.7	9.8	10.0
19	66.2	8.5	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	**9.3**	9.4	9.5	9.6	9.7
20	68.0	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	9.0	**9.1**	9.2	9.3	9.4	9.6
21	69.8	8.2	8.3	8.4	8.5	8.7	8.8	**8.9**	9.0	9.1	9.3	9.4
22	71.6	8.0	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	**8.7**	8.8	9.0	9.1	9.2
23	73.4	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	**8.6**	8.7	8.8	8.9	9.0
24	75.2	7.7	7.8	8.0	8.1	8.2	8.3	**8.4**	8.5	8.6	8.7	8.8
25	77.0	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	**8.2**	8.4	8.5	8.6	8.7
26	78.8	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	**8.1**	8.2	8.3	8.4	8.5
27	80.6	7.3	7.4	7.5	7.7	7.7	7.8	**7.9**	8.1	8.2	8.3	8.4
28	82.4	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	**7.8**	7.9	8.0	8.1	8.2
29	84.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	**7.7**	7.8	7.9	8.0	8.1
30	86.0	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	**7.5**	7.6	7.7	7.8	7.9
31	87.8	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	**7.4**	7.5	7.6	7.7	7.8
32	89.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	**7.3**	7.4	7.5	7.6	7.7
33	91.4	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	**7.2**	7.3	7.4	7.5	7.5
34	93.2	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	**7.0**	7.1	7.2	7.3	7.4
35	95.0	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8	**6.9**	7.0	7.1	7.2	7.3
36	96.8	6.3	6.4	6.5	6.6	6.6	6.7	**6.8**	6.9	7.0	7.1	7.2
37	98.6	6.2	6.3	6.4	6.5	6.5	6.6	**6.7**	6.8	6.9	7.0	7.1
38	100.4	6.1	6.2	6.3	6.4	6.4	6.5	**6.6**	6.7	6.8	6.9	7.0
39	102.2	6.0	6.1	6.2	6.3	6.3	6.4	**6.5**	6.6	6.7	6.8	6.9
40	104.0	5.9	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	**6.4**	6.5	6.6	6.7	6.7

Słona woda

Temp		zasolenie -- części na tysiąc				
		0	10	20	30	40
°C	°F					
0	32.0	14.6	13.6	12.7	11.9	11.1
1	33.8	14.2	13.3	12.4	11.6	10.8
2	35.6	13.8	12.9	12.1	11.3	10.6
3	37.4	13.4	12.6	11.8	11.0	10.3
4	39.2	13.1	12.3	11.5	10.7	10.0
5	41.0	12.8	11.9	11.2	10.5	9.8
6	42.8	12.4	11.6	10.9	10.2	9.6
7	44.6	12.1	11.4	10.7	10.0	9.4
8	46.4	11.8	11.1	10.4	9.8	9.4
9	48.2	11.5	10.8	10.2	9.5	8.9
10	50.0	11.3	10.6	9.9	9.3	8.7
11	51.8	11.0	10.3	9.7	9.1	8.6
12	53.6	10.8	10.1	9.5	8.9	8.4
13	55.4	10.5	9.9	9.3	8.7	8.2
14	57.2	10.3	9.7	9.1	8.6	8.0
15	59.0	10.1	9.5	8.9	8.4	7.9
16	60.8	9.9	9.3	8.7	8.2	7.7
17	62.6	9.7	9.1	8.6	8.1	7.6
18	64.4	9.5	8.9	8.4	7.9	7.4
19	66.2	9.3	8.7	8.2	7.7	7.3
20	68.0	9.1	8.6	8.1	7.6	7.2
21	69.8	8.9	8.4	7.9	7.5	7.0
22	71.6	8.7	8.2	7.8	7.3	6.9
23	73.4	8.6	8.1	7.6	7.2	7.8
24	75.2	8.4	7.9	7.5	7.1	6.7
25	77.0	8.2	7.8	7.4	7.0	6.6
26	78.8	8.1	7.6	7.2	6.8	6.5
27	80.6	7.9	7.5	7.1	6.7	6.4
28	82.4	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2
29	84.2	7.7	7.3	6.9	6.5	6.1
30	86.0	7.5	7.1	6.8	6.4	6.1
31	87.8	7.4	7.0	6.6	6.3	6.0
32	89.6	7.3	6.9	6.5	6.2	5.9
33	91.4	7.2	6.8	6.4	6.1	5.8
34	93.2	7.0	6.7	6.3	6.0	5.7
35	95.0	6.9	6.6	6.2	5.9	5.6
36	96.8	6.8	6.5	6.1	5.8	5.5
37	98.6	6.7	6.4	6.1	5.7	5.5
38	100.4	6.6	6.3	6.0	5.7	5.4
39	102.2	6.5	6.2	5.9	5.6	5.3
40	104.0	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2

Wartości w tabeli odnoszą się do ciśnienia atmosferycznego 760mmHg

Przy innym ciśnieniu należy wprowadzić korektę wg wzoru:

wartość poprawiona =

wartość tablicowa x ciśnienie atm/760