

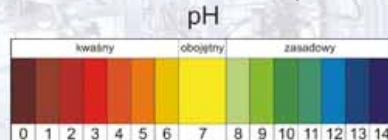


# Dłuższa żywotność procesowych elektrod do pomiaru pH

Wielkość pH jest jednym z podstawowych parametrów monitorowanych i kontrolowanych w sposób ciągły w wielu aplikacjach procesowych. Warunki procesowe wymagają zastosowania coraz to bardziej udoskonalonych czujników gwarantujących długoterminową stabilność pomiarową. W celu maksymalizacji żywotności procesowych elektrod pH firma Hamilton wprowadziła szereg innowacji, umożliwiając dobór najbardziej optymalnego czujnika do danych warunków procesowych.

## SZCZYPTA TEORII, CZYLI CZYM JEST pH

Skala pH określa kwasowość lub zasadowość wodnych roztworów związków chemicznych w skali 0-14.



Wartość pH jest definiowana jako ujemny logarytm dziesiąty aktywności zawartych w roztworze wodnym jonów hydroniowych.

$$pH = -\log_{10} [H_3O^+]$$

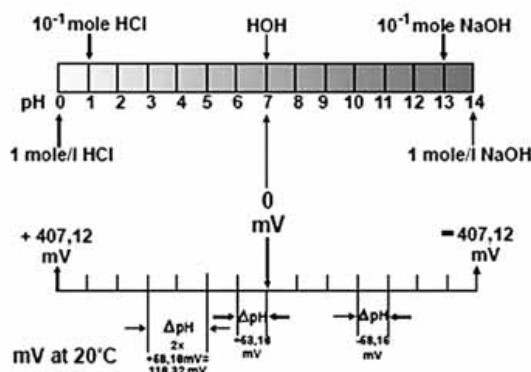
Do określania pH wykorzystuje się różne metody oznaczania. Najpopularniejsze a jednocześnie najmniej dokładne są wskaźniki kwasowości. Inną metodą jest miareczkowanie potencjometryczne, w której zubożoną się mierzona próbkę dokładnie odmierzonymi ilościami kwasu lub zasady aż do uzyskania SEM = 0 ogniwa pH – metrycznego.

W zakresie pomiarów procesowych online stosuje się metodę potencjometryczną nazywaną pH-metrią. **Metoda potencjometryczna** polega na pomiarze siły elektromotorycznej ogniwa złożonego ze wskaźnikowej elektrody szklanej, której potencjał zależy od aktywności oznaczanego jonu i elektrody odniesienia (referencyjnej), której potencjał w trakcie pomiarów jest stały i niezależny od aktywności oznaczanego jonu.

Zależność tę opisuje równanie Nernsta:

$$E = \frac{R \times T}{n \times F} \times \log \frac{C_1}{C_2}$$

- $E$  – różnica potencjałów [mV]
- $R$  – stała gazowa ( $8,31441 J \times K^{-1} \times mol^{-1}$ )
- $T$  – temperatura bezwzględna [K]
- $F$  – stała Faraday'a ( $96486,7 \pm 0,54 C \times mol^{-1}$ )
- $n$  – wartościowość jonu oznaczanego ( $n_H = 1$ )
- $C_1$  – aktywność jonów hydroniowych w roztworze  $C_1$
- $C_2$  – aktywność jonów hydroniowych w roztworze  $C_2$



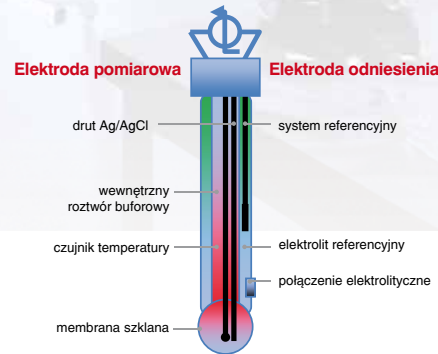
Zgodnie z równaniem Nernsta wartość pH

Do oznaczania pH powszechnie stosowane w analizie potencjometrycznej są elektrody szklane tzw. kombinowane.

## BUDOWA KOMBINOWANEJ ELEKTRODY PROCESOWEJ pH

Elektroda kombinowana składa się ze szklanej elektrody pomiarowej, elektrody odniesienia (porównawczej) i połączenia elektrolitycznego.

Elektroda pomiarowa to wąska szklana rurka zakończona membraną w kształcie bańki. Wewnątrz wypełniona roztworem buforowym o znanym pH, zawierającym chlorki.



Membrana w elektrodzie pomiarowej wykonana jest ze specjalnego gatunku szkła sodowego. W kontakcie z ciekłym roztworem na powierzchni membrany formuje

się uwodniona warstwa żelowa (0,001 mm), selektywna dla jonów wodorowych. Pomiędzy zewnętrzną warstwą żelową, a roztworem pomiarowym wytwarza się potencjał elektryczny.

Ponieważ roztwór wypełniający wnętrze elektrody jest roztworem buforowym, czyli jego wartość pH jest stała, to zmiany potencjału zależą wyłącznie od zmian wartości pH roztworu mierzonego.

Elektrodę referencyjną stanowi drut srebrny pokryty warstwą chlorku srebra zanurzony w roztworze buforowym KCL. Na końcu elektrody umieszczone jest połączenie elektrolityczne stanowiące łącze pomiędzy roztworem mierzonym a roztworem wypełniającym elektrodę.

Połączenie elektrolityczne umożliwia przepływ elektrolitu do roztworu, natomiast uniemożliwia przedostanie się tego roztworu do wnętrza elektrody odniesienia.

## MAKSYMALIZACJA ŻYWOTNOŚCI ELEKTROD pH FIRMY HAMILTON

W celu zapewnienia maksymalnej żywotności procesowych elektrod kombinowanych do pomiaru pH, firma Hamilton wprowadziła w swoich rozwiązaniach kilka innowacji.

**Różnorodność membran** w czujnikach do pomiaru pH firmy Hamilton umożliwia dobór najbardziej optymalnej elektrody do danych warunków procesowych badanego medium. Membrany szklane typu H odznaczają się dobrą odpornością chemiczną, gwarantując długoterminową stabilność pomiarową. Minimalny wpływ alkaliów na szkło typu H pozwala uzyskać dokładne pomiary



mediów o wysokim pH lub temperaturze (do 130°C).

Membrany typu PHI z kolei gwarantują powtarzalność pomiarów w procesach sterylizacji parą, mycia CIP i autoklawowania przy temperaturach do 140°C. Tego typu szkło cechuje minimalny dryft i praktycznie zerowe przesunięcie wartości pomiaru w wyniku przeprowadzonych procesów sterylizacji i mycia.

Szkło typu HF daje natomiast najdłuższą możliwą żywotność czujników pracujących w roztworach zawierających kwas fluorowodorowy.

**Układ referencyjny z barierą jonową** – układ referencyjny w czujnikach do pomiaru pH firmy Hamilton wyposażony jest w barierę jonów utrudniającą przedostawanie się jonów srebra do elektrolitu, co zapobiega zatrutowaniu elektrody. Tego typu wykonanie układu referencyjnego ma szczególne znaczenie przy pomiarach pH mediów zawierających jony siarczkowe, jony amonowe, halogenki; które mogą wchodzić w interakcje z jonami srebra zatykając (zanieczyszczając) diafragmę. System referencyjny z barierą jonową polepsza stabilność potencjału referencyjnego oraz wydłuża żywotność elektrody kombinowanej kilkukrotnie w porównaniu z elektrodami standardowymi, niewyposażonymi w barierę.

**Elektrolity: POLISOLVE i FOODLYTE** – elektrody wypełnione standardowym elektrolitem żelowym lub polimerowym zawierającym KCL, przeważnie nie pracują w pełnym zakresie pH ani w szerokim zakresie temperatur.

Opatentowany elektrolit polimerowy POLISOLVE, którym wypełniony jest układ referencyjny w elektrodach pH firmy Hamilton umożliwia pomiar w pełnym zakresie pH 0 – 14 oraz w przedziale temperatur od -10°C do 140°C. Zastosowanie elektrolitu POLISOLVE zapewnia bezobsługową pracę elektrody, co ma znaczący wpływ na wydłużenie jej żywotności.

Elektrolit FOODLYTE został opracowany specjalnie dla potrzeb przemysłu farmaceutycznego, biotechnologicznego i spożywczego. Elektrolit jest bezwonny, bezsmakowy oraz biokompatybilny. Elektrody wypełnione elektrolitem FOODLYTE są przeznaczone do aplikacji, w których zachodzą procesy sterylizacji, mycia CIP i autoklawowanie (temp. do 140°C).



Kolejnym nowoczesnym rozwiązaniem jest **diafragma typu otwartego**, którą stanowi pojedyncza cienka kapilara o średnicy 2000 razy większej od mikroskopijnych kanalików, jakie zawierają standardowe membrany ceramiczne. W ten sposób wyeliminowano problem zatykania mikroskopijnych kanalików w membranach ceramicznych przy pomiarach roztworów zawierających zabrudzenia lub zawiesinę.

Diafragma typu otwartego uniemożliwia przedostanie się roztworu mierzzonego do wnętrza elektrody

odniesienia, jednocześnie ułatwiając i przyspieszając ruch jonów, co ma wpływ na szybki czas odpowiedzi i zwiększenie dokładności pomiarów. Czujniki pH firmy Hamilton z diafragmą typu otwartego zostały uznane przez Niemiecki Federalny Instytut Fizyczno-Techniczny w Brunshwiku za najdokładniejsze elektrody pomiarowe.



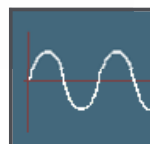
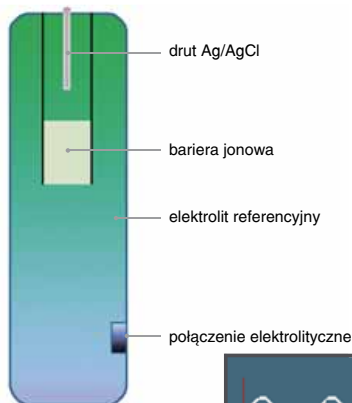
Single Pore

**Diafragma typu otwartego w układzie odniesienia czujników gwarantuje stabilny i odzwierciedlający potencjał, szybki czas odpowiedzi, najwyższą dokładność pomiarów oraz zapobiega zatykaniu umożliwiając łatwe i szybkie czyszczenie.**

Ostatnim rozwiązaniem mającym znaczący wpływ na wydłużenie żywotności jest **zintegrowany**

**przetwornik.** Cyfrowe czujniki do pomiaru pH firmy Hamilton zostały wyposażone w dwa interfejsy: analogowy 2x 4÷20 mA i cyfrowy 2x Modbus umożliwiając bezpośrednie połączenie z systemem. Wszystkie

dane kalibracyjne, procesowe przechowywane są w pamięci zintegrowanego w głowicy czujnika pH przetwornika, co umożliwia kalibrację elektrody w dogodnych (stabilnych) warunkach laboratoryjnych minimalizując błędy. Funkcja samodiagnostyki elektrod pozwala na podjęcie odpowiednich działań prewencyjnych, co ma istotny wpływ na przedłużenie ich żywotności.



4 ... 20 mA



Modbus

## PODSUMOWANIE

Reasumując niniejszy artykuł należy zaznaczyć, że wprowadzone przez firmę Hamilton liczne udoskonalenia w elektrodach do pomiaru pH realnie wpływają na maksymalizację ich żywotności. Dodając do tego szeroką ofertę czujników, pozwalającą na dobór najbardziej optymalnej elektrody do danych warunków procesowych badanego medium, możemy być pewni, że odpowiednio dobrane elektrody będą pracowały znacznie dłużej niż te stosowane do tej pory.



### Ewa Słomska-Czop

Absolwentka Wydziału Paliw i Energii na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W Introlu pracuje na stanowisku menedżera produktu w dziale pomiarów fizykochemicznych.

Tel: 32 789 00 67



Membrana



Diafragma typu otwartego



Bariera jonowa



Komunikacja w elektrodach Hamilton



Elektroda pH Easyferm Plus