

# Monitorowanie czystości CO<sub>2</sub> w browarze

## Wprowadzenie

W browarze dwutlenek węgla jest odzyskiwany podczas fermentacji z uwzględnieniem dwóch głównych kryteriów: należy unikać obecności powietrza, które ma kluczowy wpływ na ostateczny smak i czas przydatności produktu a ponadto oczekiwana jest maksymalna wydajność odzyskiwania CO<sub>2</sub>. W raporcie zaprezentowano rozwiązania firmy HACH gwarantujące niezawodny pomiar tlenu w odzyskiwanym CO<sub>2</sub>.

## Technologie pomiarowe

### Technologia elektrochemiczna

Ta technologia sprawdza się od lat i zapewnia niezrównaną czułość i precyzję monitorowania tlenu. Ponieważ mierzony CO<sub>2</sub> jest suchy, we wczesnych generacjach czujników EC pojawiał się spadek elektrolitu, który oznaczał konieczność jego regularnego uzupełniania. W dzisiejszej technologii na głowicy czujnika znajduje się uszczelka, która zapobiega wyciekaniu elektrolitu i problemom związanym z pomiarami. Gwintowana nakładka ochronna utrzymuje położenie membrany i zapobiega dryftowi kalibracji.

### Technologia luminescencyjna

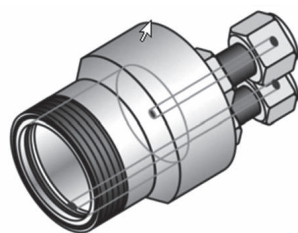
W tej technologii luminofor zmienia właściwości optyczne (luminescencja) po zetknięciu z tlenem. Podobnie jak we wszystkich urządzeniach optycznych i w przeciwieństwie do historycznej technologii EC ogromną zaletą jest znacznie niższa zależność od kalibracji i obsługi serwisowej. Limit detekcji (LOD) wynosi 17 ppmV natomiast ok. 2 ppmV w przypadku czujnika EC. Poziomy dokładności są takie same.

### Pobór próbek i konfiguracja

Istnieją dwa główne rozwiązania z zakresu poboru próby: off line oraz in line. Każdy wariant zostanie najpierw opisany a następnie oceniony za pomocą czujników EC i LDO.

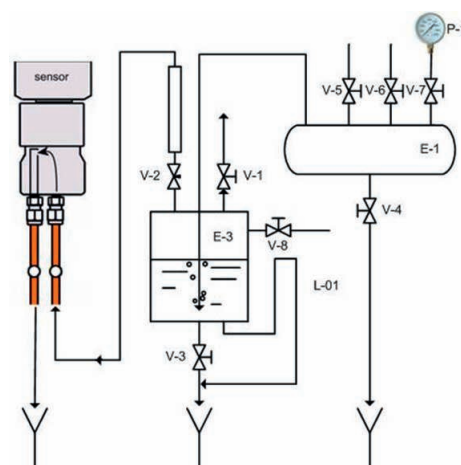
### Off line za pomocą czujnika EC

Ten wariant wymaga komory przepływowej ORBISPHERE model 32001 (1) z zamontowanym czujnikiem tlenu.



Rys. 1 – Orbisphere kuweta przepływowa 32001

Rura 6 mm lub ¼ cala pobiera próbkę z głównej linii CO<sub>2</sub>. Historycznie była to pierwsza konfiguracja opisana poniżej (2).



Rys. 2 – układ próbkowania CO<sub>2</sub>

**Zasada:** CO<sub>2</sub> doprowadzany z wielu kadzi fermentacyjnych najpierw trafia do kolektora E-1. Zawory od V-5 do V-7 umożliwiają wybór linii zasilającej albo podłączenie źródła wody lub analizatora tlenu na potrzeby weryfikacji lub kalibracji. Manometr P-1 wskazuje ciśnienie gazu. Zawór V-4 oczyszcza kolektor z piany i innych pozostałości. Zebrany CO<sub>2</sub> trafia do zbiornika E-3, gdzie jest nasycany wodą w celu zmniejszenia efektu wysuszenia czujnika elektrochemicznego podczas pomiaru w suchych gazach. Po otwarciu zaworu V-1 zbiornik opróżnia się. Woda wpływa przez zawór V-8 a rura L-01 pełni funkcję przelewu sphywowej, który utrzymuje określony poziom wody podczas napełniania zbiornika.

Zawór V-3 służy do opróżniania zbiornika. Zawór V-2 reguluje przepływ wskazywany przez przepływomierz (typu obrotowego). Należy pamiętać, że przepływomierz nigdy nie powinien być instalowany na wylocie z komory przepływowej. Wynika to z faktu, że stężenie O<sub>2</sub> jest wykazywane prawidłowo, gdy czujnik działa w ciśnieniu otoczenia za zaworem trzpieniowym. Typowy przepływ próbki na poziomie 1–5 mL/min jest bardzo mały i nie stwarza problemów dotyczących zdrowia lub bezpieczeństwa.



Rys. 3 – próbkowanie CO<sub>2</sub> za pomocą kuwety przepływowej 32001 i czujnika EC

### Off line za pomocą czujnika LDO

Pomiar suchego gazu nie stanowi problemu dla czujników LDO. Z tego powodu poprzednia konfiguracja może zostać uproszczona poprzez usunięcie zbiornika z nawilżaczem.

### In line

Próbkowanie bezpośrednio na rurociągu jest łatwiejsze dzięki zastosowaniu samuszczelniającego zaworu ORBISPHERE ProAcc w połączeniu z obudową Varivent™ (rys. 4).



Rys. 4 – układ zaworu samuszczelniającego ProAcc

Wprowadzenie czujnika LDO lub EC powoduje otwarcie komory, do której trafia część głównego strumienia. Przeciwna sytuacja zachodzi w przypadku wyjęcia czujnika a główną korzyścią jest uniknięcie przerwania procesu, ponieważ w rurociągu przez cały czas płynie gaz.

Nie mniej jednak w konsekwencji czujnik mierzy całkowite ciśnienie tlenu i dlatego wymaga zrekompensowania przez całkowite ciśnienie linii.

## Porównanie wariantów

Obecnie dostępne są trzy opcje pomiarów tlenu podczas odzyskiwania CO<sub>2</sub>, które łączą technologie próbkowania i wykrywania. Każda z nich ma swoje korzyści. Podczas gdy warianty off line zapewniają elastyczność obsługi i umożliwiają podłączanie różnych źródeł CO<sub>2</sub> wariant in line jest mniej złożony. LDO wymaga mniej prac konserwacyjnych, ale wartość LOD jest na poziomie 17 ppmV wobec 2 ppmV w przypadku czujnika EC. Dlatego technologia EC jest bardziej odpowiednia do monitorowania CO<sub>2</sub> o wysokiej czystości lub dla potrzeb weryfikacji z analizatorem zewnętrznym w charakterze układu odniesienia.

Kryteria	Off line		In line	
	EC	LDO	EC	LDO
Najniższy poziom wykrywalności [ppmV]	2	20	2	b./d.
Dokładność [ppmV]	±2	±17	±2	
Bez dodatkowego czujnika ciśnienia	+++	+++	---	
Długość trwałości stabilności	+	++	-	
Ekstrakcja czujnika bez zakłóceń procesu	+++	+++	+++	
Weryfikacja przy użyciu zewnętrznego odniesienia	+++	+++	-	
Czas odpowiedzi po serwisie	-+	+++	-+	
Częstotliwość konserwacji	+	++	-	
Złożoność	+	++	+++	
Koszt	+	+	+	

Author: Georges Schmidt  
Product Application Manager, HACH LANGE