Raport eksploatacyjny

Elektrownia Nr 4



Pomiar tlenu rozpuszczonego w elektrowniach

Wprowadzenie

W elektrowniach z obiegiem pary tlen rozpuszczony jest głównym czynnikiem przyczyniającym się do korozji rur a także ma znaczenie przy doborze wielu parametrów konstrukcyjnych i chemicznych. Reżim składu chemicznego wody zależy między innymi od klasyfikacji elektrowni (podstawowa lub szczytowa), użycia bębna lub kotła przepływowego, matalurgii instalacji systemu wody zasilającej, korekcji składu chemicznego wody przy użyciu fosforanów czy azotu amonowego oraz wartości ciśnienia roboczego. Ten raport eksploatacyjny przedstawia główne lokalizacje pomiaru tlenu rozpuszczonego na przykładzie różnych reżimów składu chemicznego wody stosowanych w obiegach wody.

Skład chemiczny wody i tlen rozpuszczony

Zgodnie z zaleceniami organizacji VGB (European Technical Association for Power and Heat Generation) oraz EPRI (Electric Power Research Institute, USA) ocena stężeń tlenu musi być wykonana w połączeniu z oceną pH i klasy czystości wody w obiegu. W wodzie wysokiej klasy czystości obserwuje się duże stężenie tlenu i niską wartość pH, co zapewnia lepszą ochronę rur stalowych. Taki skład chemiczny wody przyspiesza utlenianie warstwy ochronnej składającej się z magnetytu i hematytu. Hematyt, którego struktura krystaliczna jest drobna uszczelnia porowatą strukturę magnetytu.

Woda o wysokiej klasie czystości nie jest używana w tego typu instalacjach, dlatego ochrona rur musi być zapewniona w warunkach zwiększonego pH przy niskich stężeniach tlenu. Bardzo niskie stężenie tlenu można osiągnąć jedynie przez dodanie silnych środków redukujących (związków redukujących), których stosowanie należy starannie zaplanować.

Zgodnie ze składem chemicznym wody stosowanej w elektrowniach zawartość tlenu powinna być utrzymywana na niskim poziomie stężenia (AVT) lub na określonym poziomie (OT).

W elektrowniach pracujących w reżimie kombi (OT) zwykle kocioł jest zasilany wodą, w której stężenie tlenu utrzymuje się w granicach 50-200 ppb, dlatego przyrządy pomiarowe należy dobierać według dłuższego okresu eksploatacji. W tej sytuacji nowa technologia czujnika LDO (Luminescent Dissolved Oxygen) wydaje się spełniać ten warunek dzięki zagwarantowaniu ciągłej pracy czujnika przez 1 rok bez potrzeby serwisowania.

Innym reżimem stosowanym w elektrowniach jest korekcja amoniakiem AVT (all volatile treatment) w obiegu pary wodnej pod wysokim ciśnieniem. W tym przypadku stężenie rozpuszczonego tlenu zazwyczaj utrzymuje się poniżej 5 ppb w obiegu wody zasilającej kocioł a w kondensacie poniżej 20 ppb.

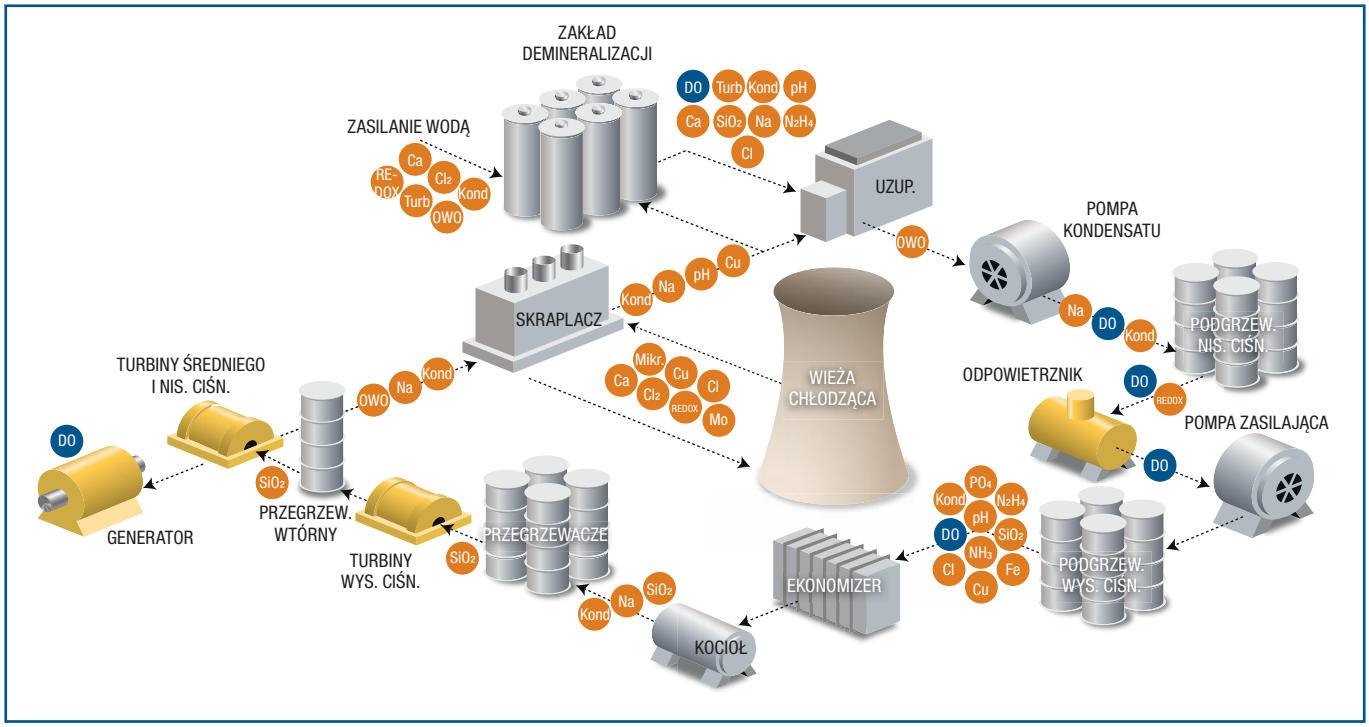
Przyrządy pomiarowe sprawdzające zawartość tlenu wymagają wysokiej czułości. Czujniki LDO można stosować w większości przypadków, ale dla stężeń tlenu poniżej 1 ppb zalecane są czujniki elektrochemiczne.

Różne reżimy składu chemicznego wody i ich akronimy:

- **AVT:** Reżim uzdatniania, w którym do wody zasilającej dodawane są tylko lotne środki alkalizujące.
- **AVT(R):** Reżim ze środkiem redukującym (dodano środek redukujący) zalecany do instalacji ze stopów miedzi.
- **AVT(O):** Reżim z korekcją amoniakiem (obecność tlenu resztkowego). Ma zastosowanie tylko do instalacji wykonanych w procesie hutnictwa metali żelaznych.
- **OT:** Reżim uzdatniania, w którym do wody zasilającej dodawane są lotne środki alkalizujące i tlen. Ma zastosowanie tylko do instalacji wykonanych w procesie hutnictwa metali żelaznych i wody zasilającej o wysokiej klasie czystości.

HACH LANGE

UNITED FOR WATER QUALITY



Miejsca pomiaru tlenu rozpuszczonego

Ciągła analiza tlenu rozpuszczonego odbywa się na ogół w wodzie zasilającej kocioł, na wyjściu odpowietrzacza i odpływu kondensatu.



Czujniki tlenu zamontowane na panelu w obiegu wodno-parowym

Pomiar rozpuszczonego tlenu w czynniku chłodzącym stojan generatora

Skład chemiczny czynnika chłodzącego stojan jest różny od wody w głównym obiegu ze względu na to, że główną przyczyną problemów w obiegu chłodzenia stojana nie jest sama korozja, ale odkładanie się osadu w krytycznych obszarach.

Reżimy uzdatniania wody rozwiązują problem stężenia tlenu rozpuszczonego i wartości pH wody w różny sposób, wpływając na wytwarzanie i uwalnianie tlenku miedzi.

Niskie stęż. tlenu (<10 ppb) i obojętne pH	Wysokie stęż. tlenu (>2000 ppb) i obojętne pH
Niskie stęż. tlenu (<10 ppb) i zasadowe pH (8-9)	Wysokie stęż. tlenu (>2000 ppb) i zasadowe pH (8-9)

Tylko trzy z czterech możliwych opcji uzdatniania wody chłodzącej są rentowne. (M&M Engineering)

Cztery opcje uzdatniania wody chłodzącej:

- **Opcja niskiego stężenia tlenu, obojętnego pH.**
  Takie uzdatnianie wody chłodzącej występuje w około 50 % obiegach chłodzenia stojana. Cienka warstwa pasywnego tlenku miedzi chroni rury miedziane.
- **Opcja niskiego stężenia tlenu, wysokiej wartości pH.**
  Zwiększenie pH obiegu wody stojana do wartości 8-9 znacznie zmniejsza korozję podczas reakcji przemiany tlenu.
- **Opcja wysokiego stężenia tlenu, obojętnego pH.**
  Celem jest ciągłe utrzymanie wysokiego poziomu tlenu rozpuszczonego w wodzie chłodzącej. Przyjmuje się, że 40 % obiegów wody chłodzącej stojany korzysta z tych parametrów. W tym reżymie związek CuO powstały w wyniku reakcji miedzi ściśle przylega do powierzchni i tworzy pasywną warstwę na metalu. Warstwa ta jest zazwyczaj grubsza niż związek Cu_2O utworzony w warunkach niskiej zawartości tlenu.
- **Opcja wysokiego stężenia tlenu, wysokiego pH.**
  Nie jest zalecana, ponieważ zwiększa prawdopodobieństwo korozji zacisków.

Typowa instalacja



Panel pobierania próbek ORBISPHERE

Zdjęcie powyżej pokazuje standardowy panel ORBISPHERE. Próbka przepływa do środkowej części komory przepływowej przez zawór trójdrożny. Zawór ten umożliwia przerwanie przepływu próbki i również oczyszczanie przewodu wejściowego. Wszystkie przewody połączone są za pomocą złączek Swagelok®, aby uniknąć jakiegokolwiek ryzyka zapowietrzenia. Przepływomierz z zaworem regulacyjnym jest umieszczony za komorą przepływową. Jest kilka powodów takiej konfiguracji:

- Jeśli w próbce wody występuje wysokie stężenie niektórych innych rozpuszczonych gazów, na przykład wodoru (H_2) w wodzie chłodzącej reaktor PWR (Pressurised Water Reactor) przed dokonaniem pomiaru utrzymywane jest ciśnienie w próbce, które zapobiega jej odgazowaniu.
- Innym powodem jest zmniejszenie ryzyka skażenia powietrza, które może nastąpić z powodu długiej eksploatacji przepływomierza, w szczególności wskutek zużytej uszczelki zaworu regulacyjnego.

Czujnik należy zamontować w pozycji pionowej nad zaworem wlotowym i komorą przepływową, jak pokazano na ilustracji. W tym położeniu wszystkie pęcherzyki gazu dostające się do komory szybko przedostają się przez czujnik na zewnątrz przez otwór wylotowy.

Szczególną uwagę należy zwrócić na konstrukcję układu pobierania próbek, co pomoże uniknąć występowania typowych problemów związanych z tym układem. Typowym problemem związanym z pobieraniem próbek jest brak zgodności pomiędzy analizatorem umieszczonym w instalacji i urządzeniem przenośnym.

Ten problem najczęściej powstaje przez nieszczelności układu próbki, w którym „dozuje się" stałą ilość tlenu. Typowym objawem jest spadek stężenie tlenu, który obserwuje się przy zwiększeniu przepływu próbki.

Kalibracja i weryfikacja przyrządów do pomiaru tlenu w instalacji

Nowoczesne urządzenia przenośne takie jak analizator tlenu ORBISPHERE 3100 mogą być używane jako narzędzie do kalibracji i weryfikacji urządzeń w instalacji. Urządzenie przenośne jest w pierwszej kolejności kalibrowane zgodne ze wzorcem normy w laboratorium a następnie jest wykorzystywane jako przenośny wzorzec dla całej instalacji zakładu. Ponieważ analizatory obsługują bezpośrednio funkcje kalibracji, trwa ona zaledwie kilka sekund przy użyciu urządzenia przenośnego podłączonego do tego samego miejsca pobierania próbek. W tym scenariuszu w pełni zapewniona jest łatwość identyfikacji i powiązania z zewnętrznymi oficjalnymi normami.

Technologia pomiaru tlenu rozpuszczonego LDO charakteryzuje się stabilnością w długim okresie eksploatacji, nawet jeśli przyrząd pomiarowy jest w trybie gotowości. Kilka tygodni lub miesięcy w trybie gotowości nie ma wpływu na właściwości pomiarowe tego wzorcowego przyrządu mierniczego.

ORBISPHERE 3655 z czujnikiem elektrochemicznym jest wzorcem do pomiaru stężenia >5 ppb przy stężeniu O_2 resztkowego 0,1 ppb.



Przenośne analizatory tlenu ORBISPHERE 3100 i 3655

Rozwiązanie firmy HACH LANGE: czujnik ORBISPHERE K1100

Jedna kalibracja na rok

Tradycyjne czujniki elektrochemiczne po kilku miesiącach eksploatacji wyświetlają znaczący dryf pomiaru wymagający częstej ponownej kalibracji, która zajmuje czas operatora. Ze względu na technologię luminescencyjną czujnik ORBISPHERE K1100 wykazuje minimalny dryf, dlatego przyjmuje się, że jest on najbardziej stabilnym czujnikiem w branży przy minimalnej częstotliwości kalibracji.

Brak membran = 2 minuty przeznaczone na konserwację

Nie ma potrzeby wymiany membrany, uzupełniania poziomu roztworu elektrolitu a także nie używa się także niebezpiecznych substancji chemicznych – czujnik K1100 praktycznie nie wymaga konserwacji, zajmuje jedynie dwie minuty w roku.

Niski koszt modernizacji

Czujnik K1100 jest zgodny z komorą przepływową ORBISPHERE 28 mm stosowaną do tej pory z czujnikami elektrochemicznymi, nie ma potrzeby wprowadzania zmian konstrukcyjnych wymagających spawania, dodawania i testowania nowych złączek -bezkosztowa modernizacja.

Nowy poziom pewności

W czujnikach LDO nie występuje czas rozruchu jest to ogromną zaletą w przypadku elektrowni szczytowych, gdzie wymagana jest szybka reakcja całej instalacji. Częstotliwość wykonywania pomiarów można skonfigurować tak, aby osiągnąć wyjątkowo długi okres między kalibracjami.



Czujnik tlenu online ORBISPHERE K1100 i przetwornik ORBISPHERE 410

Spis literatury

[1] Dooley, R. B. Power Plant Chemistry 2002, 4(6), 320.
[2] David G. Daniels, Forgotten water: Stator cooling water chemistry, M&M Engineering, Power, Dec 15, 2007.
[3] Dunand, F. et al.; LDO sensor to monitor power plant water and team cycles – PPChem 2006, 8(10).
[4] Optische Sauerstoffmessung in Kraftwerken, VGB Powertech, p119-124, 9, 2012



Elastyczne umowy o dotyczące usług zapewniają bezawaryjne działanie instalacji

Niezależnie czy elektrownia działa 24 godziny na dobę, = 7 dni w tygodniu czy w trybie zapotrzebowania szczytowego na energię, monitorowanie jakości wody w obiegu pary i ścieków w zakładzie jest procesem odgrywającym pierwszoplanową rolę.

Dział Serwisu HACH LANGE pomaga w wyborze odpowiedniej konserwacji i zapewnia pomoc techniczną, które są gwarancją bezbłędnego działania i wiarygodnych wyników.

HACH LANGE oferuje umowy serwisowe z możliwością przedłużenia gwarancji na okres do 5 lat!

DOC043.60.30208.Apr14

HACH LANGE
UNITED FOR WATER QUALITY