



Raport Brażnowy

www.bosch-industrial.pl

Efektywność energetyczna BOSCH:

Nowoczesne przygotowanie i analityka wody

Inż. Bernhard Morawietz, Członek Zarządu LOOS Centrum

Dipl.-Ing. Jochen Loos

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH

Wszędzie tam, gdzie do procesów używa się wody o podwyższonej temperaturze, składniki zawarte w wodzie mogą okazać się źródłem kłopotów. Najczęstszą przyczyną uszkodzeń kotłów zaistniałych w toku ich eksploatacji są nieodpowiednie przygotowanie, kondycjonowanie i analityka wody.

Woda zasilająca i kondensat zawierają składniki o właściwościach korozyjnych, które mogą działać szkodliwie na zbiornik wody zasilającej, kocioł, a nawet cały system kondensatu. Przeważnie mamy do czynienia z korozją tlenową lub kwasową. Oprócz składników o właściwościach korozyjnych w wodzie jest obecna twardość, która jest odpowiedzialna za powstawanie kamienia kotłowego odkładającego się na powierzchniach grzejnych kotła (rys. 1). Jeśli obecność kamienia kotłowego nie zostanie szybko zauważona, kamień staje się barierą dla przenoszenia ciepła, czego skutkiem jest pogorszenie sprawności kotła. Jeżeli warstwa kamienia dalej narasta, może dojść do przegrzania powierzchni grzejnych i w konsekwencji poważnego uszkodzenia, a nawet zupełnego zniszczenia kotła. Innym częstym skutkiem braku

odpowiedniego przygotowania wody jest spienianie powierzchni lustra wody i porywanie cząstek wody kotłowej do instalacji pary, w następstwie czego pojawiają się problemy w dalszych procesach. Poza pogorszeniem jakości pary silnie wpłynie to na skrócenie żywotności występujących w instalacji komponentów, armatur, przewodów i podłączonych do niej odbiorników. Z tego powodu w europejskim prawodawstwie uchwalono obszerny zbiór reguł nakazujących utrzymanie ściśle wyznaczonych parametrów wody. W normie PN-EN 12953-10 określono konkretne wymagania w odniesieniu do wyglądu, przewodności, odczynu pH, twardości całkowitej, pojemności kwasowej wody oraz zawartości w niej żelaza, miedzi, kwasu krzemowego, oleju/tłuszczu, fosforanów i tlenu. Woda ma być także wolna od substancji organicznych.

W zależności od wydajności i wielkości kotła stosuje się rozmaite techniki uzdatnienia wody. Świeża woda jest z reguły pobierana z publicznej sieci wodociągowej i odpowiada jakości wody pitnej. W celu wykorzystania jej w instalacji kotłowej musi być odpowiednio przygotowana, czemu służą metody opisane poniżej.

Zmiękczenie lub odsalanie

Do najczęściej stosowanych metod należą zmiękczenie wody przy użyciu wymienników jonowych i odsalanie w odwróconej osmozie. W przypadku mniejszych instalacji lub dużych ilości zawracanego kondensatu często stosuje się zmiękczenie wody. W procesie wymiany jonowej odpowiedzialne za twardość jony wapnia i magnezu są wymieniane na nieszkodliwe jony sodu. Zawartość soli w wodzie pozostaje podczas tego procesu prawie niezmienna. Wymiana jonowa jest prostym i skutecznym sposobem zmiękczenia wody, a jedyny jej koszt to zużycie soli regeneracyjnej (NaCl) (rys. 2).

Odwrócona osmoza jest metodą kosztowniejszą i stąd stosowaną głównie w instalacjach z dużym udziałem wody uzupełniającej lub gdy z innych przyczyn (np. jakość pary) jest potrzebna woda kotłowa o niższej przewodności. Odwrócona osmoza polega na wymuszonej dyfuzji przez półprzepuszczalną membranę rozdzielającą dwa roztwory wodne o różnym stężeniu. Woda, która ma być oczyszczona, wywiera na membranę nacisk o większej wartości i skierowany przeciwnie niż ciśnienie osmotyczne, wskutek czego zostają całkowicie odrzucone z wody rozpuszczone sole i substancje organiczne. W zależności od wydajności urządzenia do osmozy może być wymagane dodatkowe zmiękczenie wody przed lub po osmozie. Zmiękczenie przed osmozą odbywa się w taki sam sposób jak zmiękczenie

opisane powyżej i jest stosowane w mniejszych systemach. Gdy osmoza ma służyć odsalaniu dużych ilości wody zwykle przed wprowadzeniem wody do osmozy dozjuje się określoną ilość preparatów chemicznych celem uniknięcia zablokowania modułów osmozy przez odkładający się kamień. Za urządzeniem do osmozy jest podłączony dodatkowy zmiękczacze mający wyeliminować resztki ziem alkalicznych (jonów Ca i Mg) pozostałych w wodzie.

Odsalanie częściowe, proces pomiędzy zmiękczeniem a osmozą, znane również jako dekarbonizacja, coraz częściej schodzi na dalszy plan wobec dwóch pierwszych wymienionych metod. Proces działa podobnie jak zmiękczenie techniką wymiany jonowej. Równowaga wapniowo-węglanowa zostaje zachwiana przez dodanie jonów wodorowych (H⁺). Dwutlenek węgla, związany w związkach węglanowych (HCO₃), zostaje uwolniony. Rozpuszczone jony wapniowe i magnezowe (twardość niewęglanowa) są zastępowane sodem w kolejnym procesie wymiany jonowej. Wymieniacze jonowe są regenerowane kwasem solnym lub chlorkiem sodu (NaCl).

Odgazowanie termiczne (redukcja O₂ i CO₂)

Po zmięczeniu lub odsoleniu kolejnym etapem przygotowania wody jest odgazowanie termiczne. Termiczne odgazowanie jest najlepszą metodą na trwałe utrzymanie stężeń tlenu i dwutlenku węgla w wodzie zasilającej poniżej szkodliwego poziomu. Metoda termicznego odgazowania wykorzystuje chemiczno-fizyczne zjawisko zmniejszania się rozpuszczalności gazów w wodzie wraz ze wzrostem temperatury, która spada niemal do zera w stanie wrzenia.

Ze względu na niższe koszty inwestycyjne bezciśnieniowe odgazowanie częściowe stosuje się w mniejszych



Rysunek 1: Wskutek braku odpowiedniego przygotowania wody odłożył się kamień, który w skrajnych okolicznościach może doprowadzić do wybuchu kotła.



Rysunek 2: Moduł przygotowania wody WTM do zmiękczenia wody kotłowej.

instalacjach. W związku z niższą temperaturą roboczą pomiędzy 85 a 90 °C przy odgazowaniu częściowym nie trzeba stosować odgazowywacza i zbiornika wody zasilającej. Gazy obecne w wodzie w postaci rozpuszczonej są uwalniane przez ogrzewanie i opuszczają układ wraz z oparami. Ze względu na nastawione temperatury robocze proces uwalniania gazów nie jest kompletny. Nadal są obecne gazy w niewielkich stężeniach, zwłaszcza tlen i dwutlenek węgla (wykresy 1 i 2). Dodatkowa chemiczna korekcja wody jest absolutnie konieczna.

Biorąc pod uwagę oczekiwany okres użytkowania instalacji kotłowej system odgazowania całkowitego byłby zasadniczo najlepszym wyborem. Systemy częściowego odgazowania pracujące w niższym, bezciśnieniowym zakresie są lepsze dla kotłów pracujących z przerwami, szczególnie w małym zakresie wydajności do 2000 kg/h. W takim wypadku zaleca się wykonanie zbiornika wody zasilającej ze stali nierdzewnej.

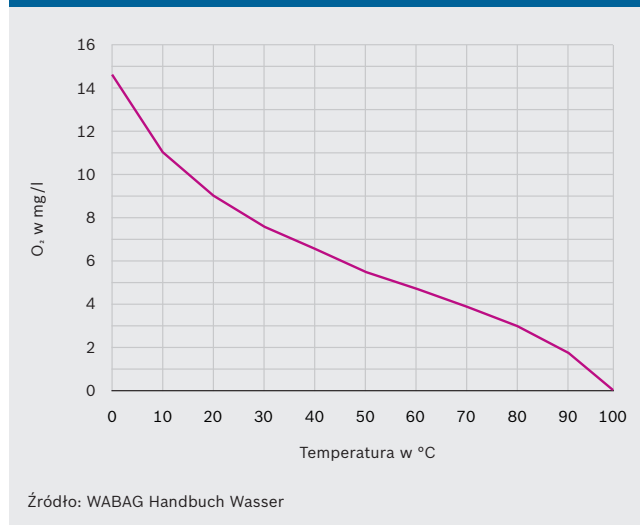
W większych instalacjach oraz instalacjach z bardzo małymi ilościami zwracanego kondensatu zwykle używa się urządzeń do pełnego odgazowania. Pracują one w zakresie temperatur pomiędzy 100 a 110 °C. Kolumna odgazowująca lub odgazowywacz rozpylający umieszczony na zbiorniku wody zasilającej zwiększa powierzchnię wody uzupełniającej lub zwracanego kondensatu. Za pomocą bezpośredniego wtrysku pary woda zasilająca w zbiorniku wody zasilającej

nagrzewa się do temperatury wrzenia. Produktem procesów całkowitego odgazowania termicznego są opary, z którymi są odprowadzane z wody zasilającej szkodliwe dla pracy kotła gazy: tlen (O₂) i dwutlenek węgla (CO₂). W wielu kotłowniach wyrzut oparów widać w postaci kłębow pary unoszących się ponad dachem. Przewód oparów musi być ułożony w taki sposób, aby również w niesprzyjających warunkach mogły być odprowadzone wszystkie uwolnione gazy. Piśmiennictwo podaje wymagany strumień oparów do 0,5 % wydajności produkcyjnej kotła. Pozostałe ilości tlenu i dwutlenku węgla są po funkcjonującym odgazowaniu całkowitym nieistotne. Dodanie niewielkiej ilości chemii należy polecić tylko z powodów pomiarów lub bezpieczeństwa.

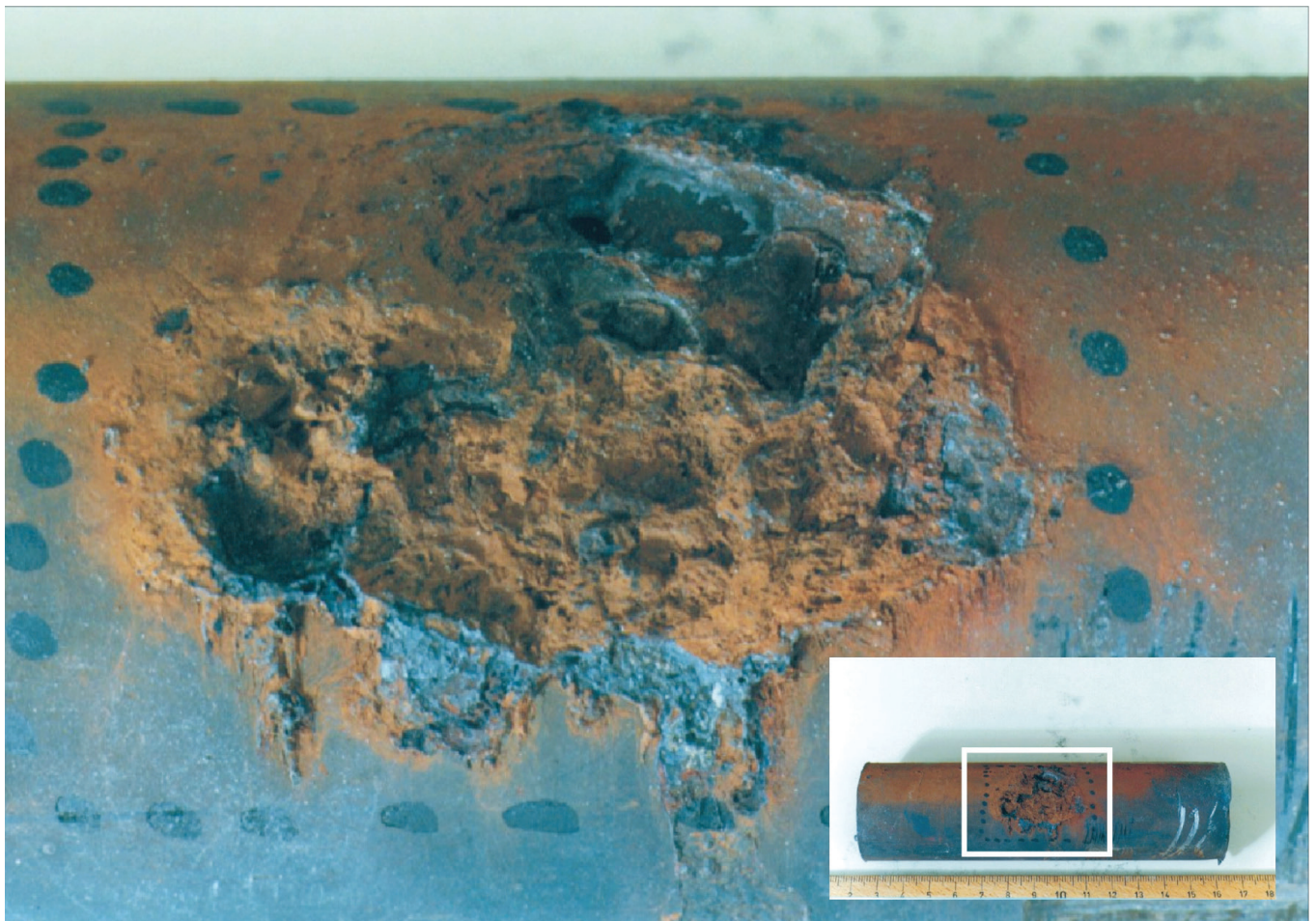
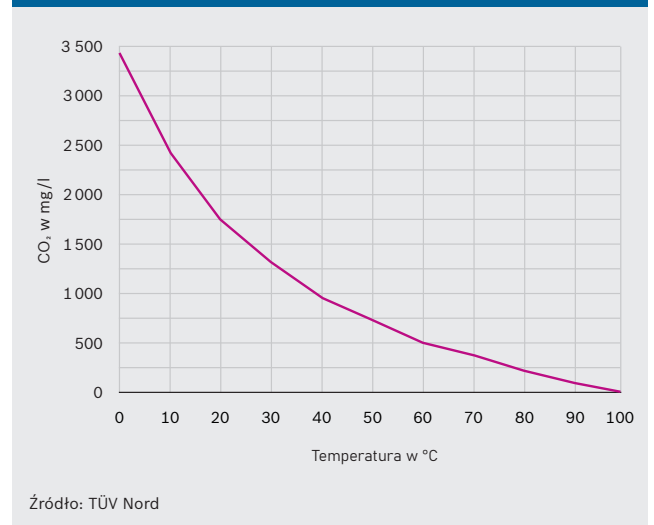
Dozowanie chemii korekcyjnej (wiązanie O₂ lub CO₂)

Skład wody zasilającej zależy od różnych fizycznych i chemicznych metod przygotowania wody, dozowania środków chemicznych wiążących twardość resztkową i tlen resztkowy oraz koniecznej alkalizacji (podniesienia odczynu pH w zbiorniku wody zasilającej). Preparaty chemiczne bardzo często są dozowane w nadmiarze. Przyczyny tego stanu rzeczy leżą zasadniczo w niemożności ciągłego monitoringu jakości wody i dozowania w ilościach określonych empirycznie. Brakuje niedrogiej analityki pomiarowej zawartości tlenu resztkowego do bezpośredniego pomiaru. W związku z tym określa się nie

Wykres 1: Rozpuszczalność tlenu w zależności od temperatury przy ciśnieniu atmosferycznym 1 bar



Wykres 2: Rozpuszczalność dwutlenku węgla w zależności od temperatury przy ciśnieniu atmosferycznym 1 bar



Rysunek 3: Wzory korozji tlenowej w zaznaczonym fragmencie płomieniówki

zawartość tlenu resztkowego, ale nadmiar preparatów chemicznych w wodzie kotłowej w celu możliwości przynajmniej cyklicznego wyeliminowania z wody tlenu. Oprócz nadmiernego zużycia środków chemicznych również niekorzystne są straty energii. Przedawkowanie chemikaliów prowadzi do wielokrotnego wzrostu przewodności (zawartość soli) i wytrącania się mułu, co powoduje straty energii potrzebnej na dodatkowe odsalanie i/lub odmulanie. Poza tym mogą pojawić się problemy w postaci spieniania powierzchni lustra wody kotłowej. Konsekwencją tego są zaburzenia w postaci braku wody czy wyłączenia z powodu zbyt wysokiego poziomu wody. Wskutek porywania cząstek wody kotłowej do instalacji pary pogarsza się jakość pary, mogą wówczas występować uderzenia hydrauliczne i uszkodzenia podłączonych do instalacji odbiorników (rys. 3).

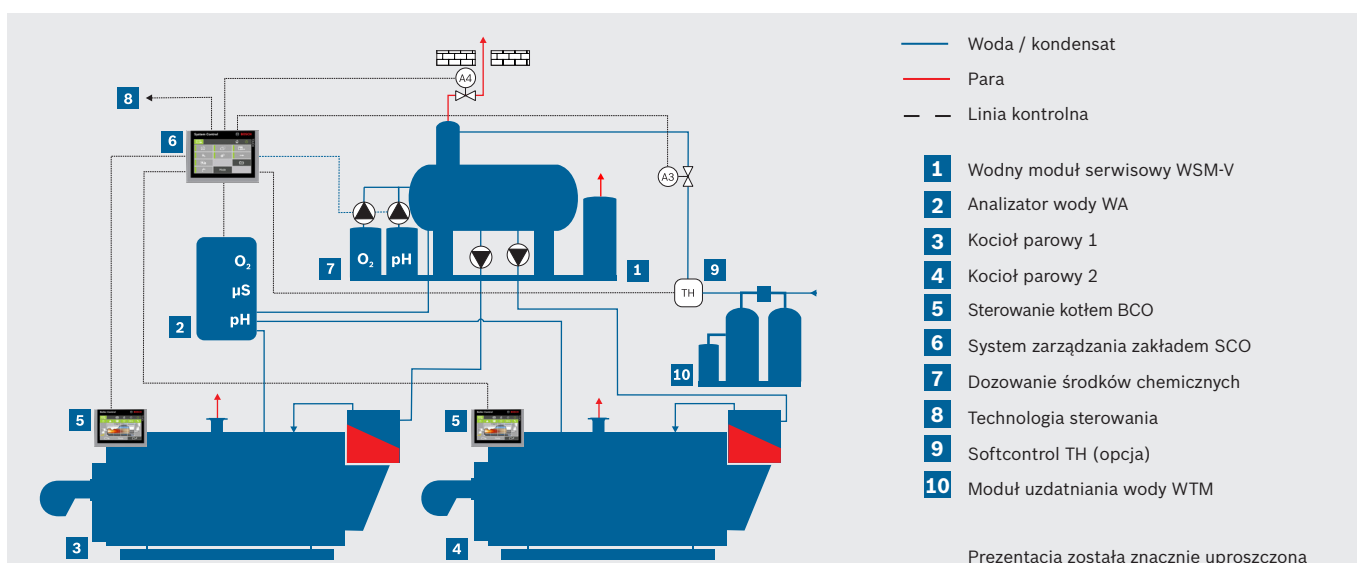
Analityka pomiarowa

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości wody kotłowej parametry wody zasilającej muszą być sprawdzane w sposób ciągły i/lub okresowo. Woda zasilająca i woda kotłowa w kotłach parowych oraz woda obiegowa w kotłach wodnych wysokotemperaturowych musi być analizowana pod kątem istotnych parametrów (odczyn pH, przewodność bezpośrednia, pojemność kwasowa, twardość i zawartość tlenu). Częstotliwość takich analiz zależy od wymagań producenta, użytkownika, przepisów i odpowiednich organów. Zazwyczaj, z wyjątkiem przewodności, analizy odbywają się ręcznie, co oczywiście wymaga odpowiednich nakładów pracy i czasu. Codziennie lub gdy kocioł jest przystosowany do pracy bez stałego nadzoru co 3 dni należy dokonywać rozmaitych analiz wody, które mają być dodatkowo notowane w książce ruchu kotła. Operator kotła może w tym celu posłużyć się analizatorem wody WA

skonstruowanym przez firmę Bosch. Cyfrowy analizator wody WA dokonuje automatycznie ciągłych pomiarów określonych parametrów wody. Zmierzone wartości są zapisywane w pamięci urządzenia i przekazywane do systemu sterowania instalacją (rys. 4). Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów preparaty chemiczne są dozowane dokładnie według aktualnej potrzeby, wobec czego zmniejsza się również ilość zużywanej chemii korekcyjnej.

Miejsca poboru próbek należy przewidzieć w reprezentatywnych punktach kotła, odgazowywacza wody zasilającej, zbiornika kondensatu czy dalszych systemów. Typowymi miejscami poboru próbek są zbiornik wody zasilającej, króciec odsalania przy kotle, woda uzupełniająca po przejściu przez system przygotowania wody. Miejsca poboru próbek należy wyposażyć w odpowiednie filtry i chłodnice umożliwiające prawidłowy i bezpieczny pobór próbek wody.

Przewodność jest mierzona w sposób ciągły przez elektrodę do pomiaru przewodności zainstalowaną na powierzchni wody kotłowej. Twardość całkowita, jak również pojemność kwasowa (wartość p) są zazwyczaj mierzone metodą miareczkowania roztworami mianowanymi lub fotometrycznie z użyciem stosownych mierników. Miareczkowanie polega na dodawaniu w postaci kropli roztworu o określonym stężeniu (mianie) do analizowanej próbki wody do momentu, gdy woda zmieni barwę. Na podstawie ilości dodanego roztworu mianowanego można określić pojemność kwasową lub twardość całkowitą. Metody fotometryczne działają podobnie, z tą różnicą, że po dodaniu określonej ilości roztworu mianowanego ocenia się różnicę barwy próbki. Jedynym parametrem wody, który jak dotąd można ustalić



Rysunek 4: Integracja modułów analizatora wody WA na tle całego systemu kotłowego

tylko przy pomocy bardzo drogich technik analitycznych, jest zawartość tlenu.

Cechami wspólnymi wszystkich konwencjonalnych metod analitycznych są czasochłonność i wysoki stopień obciążenia błędami.

Analizator wody WA

Nowo zaprojektowany analizator wody WA pozwala wyeliminować te problemy przez ciągłą analizę, pomiar i monitoring parametrów wody zasilającej kocioł:

- wartości pH wody zasilającej,
- zawartości O₂ w wodzie zasilającej,
- wartości pH wody kotłowej,
- Softcontrol (funkcja opcjonalna).

W tym celu opracowano specjalne nowe metody pomiarowe. Zaprzestaje się eliminować tlen z wody stosując nadmiar środka wiążącego tlen, a w to miejsce mierzy się faktyczną zawartość O₂ na jej rzeczywistym poziomie. Jako elektroda pomiarowa służy mikropilara szklana wypełniona cieczą reakcyjną, która wskutek przenikania do niej tlenu generuje przepływ prądu elektrycznego.

Ten przepływ prądu jest mierzony i na podstawie wyniku pomiaru jest określana dokładna zawartość tlenu w istotnym dla systemu kotłowego zakresie pomiarowym 0,001 - 0,0 mg/l.

Wartość pH w wodzie zasilającej i kotłowej jest mierzona przy pomocy elektrody referencyjnej pH, która rejestruje obecność dodatnich jonów wodorowych w wodzie. Również tutaj jest indukowane niewielkie napięcie, w oparciu o które można sformułować wiarygodne wnioski co do wartości pH w zakresie pomiarowym pomiędzy 7 i 14.

Wszystkie elektrody są wyposażone w funkcję autokontroli. Bezawaryjne działanie elektrod zapewniają wykonywane w określonych cyklach automatyczne pomiary referencyjne, w stosunku do wody surowej lub w stosunku do siebie.

Elektrody pomiarowe ulegają naturalnemu zużyciu. Koszty elektrod zamiennych odpowiadają w przybliżeniu kosztom roztworów wskaźnikowych i pasków testowych do ręcznych analiz wody.

Wszystkie dane są transportowane magistralą komunikacyjną do nadrzędnego systemu sterowania instalacją SCO. System SCO zawiera wszystkie ważne parametry wody łącznie z informacjami o przewodności wody w kotle oraz przewodności bądź zmętnieniach przepływającego kondensatu.

Analizator wody WA oferuje szereg zalet w porównaniu z

Rysunek 5: Nowo zaprojektowany analizator wody WA do automatycznego pomiaru i monitoringu jakości wody zasilającej i kotłowej.

konwencjonalnym ręcznym monitoringiem:

Mniej uszkodzeń kotła i instalacji dzięki zwiększonej niezawodności działania.

W celu uzyskania prawidłowych wyników ręczne pomiary muszą być wykonywane przez właściwie przeszkolony personel. Często są popełniane błędy przy pobieraniu próbek różnych strumieni wody lub w postępowaniu z roztworami reakcyjnymi, które powodują drastyczne zafałszowanie wyników.

Analiza próbek przez analizator wody WA odbywa się całkowicie automatycznie bez jakiegokolwiek ingerencji, czego efektem są poprawność i dokładność pomiarów.

W razie przekroczenia wyznaczonych wartości granicznych



parametrów wody kocioł zabezpiecza się samoczynnie. W zależności od rodzaju przekroczenia wartości granicznych następują określone reakcje ze strony sterowania. Jeżeli na przykład grozi wtrącenie twardości natychmiast zostaje zamknięty zawór wody uzupełniającej.

Zarządzanie komunikatami o zakłóceniach

Wszystkie parametry istniejące w momencie przekroczenia wartości granicznej są przekazywane do pamięci komunikatów o zakłóceniach systemu sterowania SCO (rys. 6). Przyczyny usterek można

łatwiej przeanalizować.

Protokołowanie

Dane mogą być stale zapisywane w archiwum. Mogą być również wyświetlane w określonych odstępach czasu w postaci wykresów krzywych (rys. 8) na ekranie dotykowym i przesyłane magistralą do głównego systemu automatyki budynkowej. Żmudne ręczne pomiary i ręczne zapisywanie wartości wody w książce ruchu kotła nie są już konieczne.

Sterowanie i regulacja

Wyniki pomiarów parametrów wody są bazą dla sterowania pompami środków chemicznych. Można zrezygnować z dozowania nadmiarowego, ponieważ parametry wody są oznaczane metodami bezpośrednimi. Rezultatem są ogromna oszczędność zużywanej chemii korekcyjnej oraz redukcja strat energii w związku z koniecznością częstszego odsalania i odmulania.

Strumień oparów projektuje się przy tradycyjnym sposobie pracy na około 0,5 % znamionowej wydajności kotła. Występują ciągłe straty energii cieplnej uciekającej z uchodzącymi oparami. Pomiar zawartości tlenu przy pomocy analizatora WA umożliwi ukierunkowane sterowanie zaworem oparów. Zawór może być zamykany w granicach dozwolonych wartości granicznych. Tylko wtedy, gdy wymagane wartości graniczne zostaną przekroczone, czyli gdy rzeczywiście potrzebne jest odgazowanie wody zasilającej, zawór oparów otwiera się i opary zawierające tlen i dwutlenek węgla mogą opuścić system. W efekcie uzyskujemy ogromną oszczędność paliwa.

Potencjał oszczędności

Analizator wody WA kryje w sobie ogromny potencjał redukcji kosztów. W zależności od wielkości i wyposażenia systemu z oszczędności w zakresie zużycia paliwa i wody wynikają bardzo krótkie okresy amortyzacji. A do tego trzeba jeszcze dodać zwiększoną niezawodność pracy kotła dzięki ciągłemu sprawdzaniu parametrów wody z dostarczaniem analitycznie prawidłowych wyników pomiarów oraz rzadsze awarie systemu wywoływane przez używanie wody o niedostatecznej jakości.

Pomiar twardości resztkowej

Twardość jest mierzona przez elektrodę pomiarową (rys. 7) zbudowanej na bazie jonoselektywnej membrany wykonanej z polimeru. Membrana jest przepuszczalna tylko dla odpowiedzialnych za powstawanie twardości jonów Ca i Mg. W wyniku gromadzenia się jonów na membranie następuje indukowanie napięcia, które dostarcza informacji o stopniu twardości wody. W zakresie pomiarowym 0,0018 – 0,18 mmol/l (0,01 – 1 OdH) są bezbłędnie wychwytywane wszelkie odchyłki.

Podsumowanie

Opisane w pierwszej części raportu metody przygotowania wody: zmiękczenie, odsalanie, odgazowanie lub dozowanie chemii korekcyjnej bardzo wyraźnie pokazują, jakich wysiłków wymaga i jakie trudności sprawia zapewnienie prawidłowej jakości wody dla systemu kotłowego przy stosowaniu tradycyjnych ręcznych środków.

Korzystanie z analizatora wody WA przynosi w tym zakresie same korzyści:

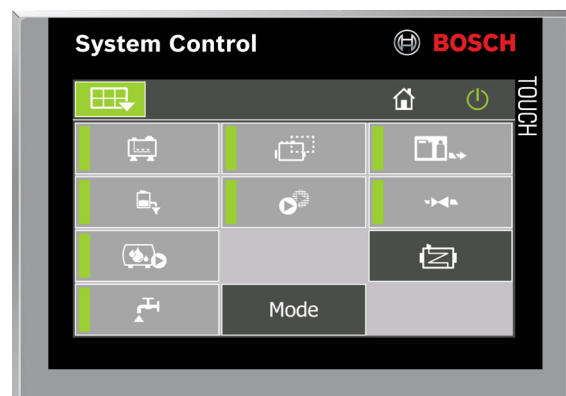
Chemiczne środki korekcyjne są dozowane według aktualnego zapotrzebowania w zależności od faktycznej wartości pH i zawartości O₂ w wodzie zasilającej – koniec z kosztownym dozowaniem w nadmiarze pociągającym za sobą większe straty związane z częstym odsalaniem i odmulaniem

Automatyczny monitoring twardości resztkowej w podłączonych wcześniej zmiękczacach na bazie wymiany jonowej

Sterowanie zaworem oparów w zależności od zawartości tlenu w wodzie znajdującej się w zbiorniku wody zasilającej pozwalające uniknąć niepotrzebnych strat energii

Zwiększona niezawodność pracy kotła dzięki ciągłemu sprawdzaniu parametrów wody z dostarczaniem analitycznie prawidłowych wyników pomiarów

Oszczędność czasu dzięki pełnej automatyce pomiarów



Rysunek 6: Nadrzędny system sterowania instalacją SCO gromadzi i przechowuje istotne parametry wody i realizuje zadania ochrony, regulacji i sterowania.

Mniej awarii systemu spowodowanych niedostateczną jakością wody

Wszystkie dane z ciągłej i automatycznej analizy pomiarów mogą być wyświetlane w postaci wykresów krzywych na ekranie systemu sterowania SCO lub przekazywane magistralą do rejestratora graficznego lub drukarki – można zrezygnować z ręcznego prowadzenia książki ruchu kotła.

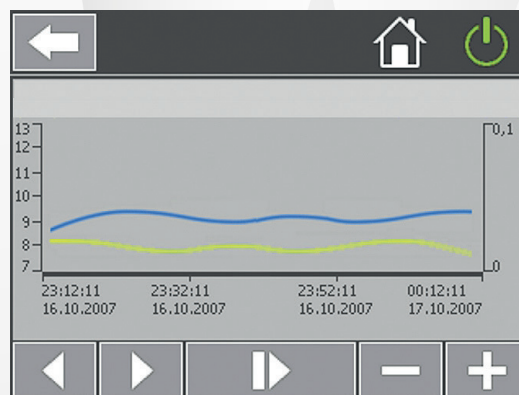
Wymagane parametry wody zasilającej i kotłowej

Mianem „woda surowa” określa się wodę dostarczaną do instalacji uzdatniania wody. Instalacja ta jest podłączana do regionalnej sieci wodociągowej lub studni na terenie zakładu. Mianem „woda uzupełniająca” określa się wodę po wyjściu z instalacji uzdatniania wody. Niezależnie do jakości wody zasilającej systemy kotłowe mogą być eksploatowane z użyciem wody o wysokim bądź niskim stopniu zasolenia. W przypadku eksploatacji z użyciem wody całkowicie pozbawionej soli woda podlega bardziej rygorystycznym wymaganiom jakościowym.



Źródło: OFS Online Fluid
Sensoric GmbH

Rysunek 7: Moduł pomiarowy Softcontrol do pomiaru twardości samoczynnie regularnie określa twardość wody uzupełniającej i dostarcza dane do SCO.



Rysunek 8: Parametry wody zapisane w SCO można wyświetlić w postaci wykresów krzywych.

Rodzaj konstrukcji kotła		Kotły płomienicowo-płomieniówkowe				
Stopień zasolenia wody używanej w eksploatacji		Zasolona		Słabo zasolona	Niezasolona	Wszystkie obszary
Obszar zastosowania		<20 bar	>20 bar i wszystkie kotły dwupłomieni-cowe	Wszystkie kotły	Wszystkie kotły	Wszystkie kotły z analizatorem wody WA
Kolumna		1	2	3	4	5
Wymagania ogólne	[-]	Bezbarwna, klarowna, wolna od nierozpuszczonych substancji i czynników pianotwórczych				
Odczyn pH w temp 25°C ¹⁾	[-]	10,5-12,0	10,5-11,8	10,0-11,5	9,5-10,5	jak kolumny 1 – 4
K _{S 8,2} (wartość p) ⁷⁾	[mmol/l]	1-12	1-8	0,1-3	0,05-0,3	jak kolumny 1 – 4
Berylownce ^{2) 8)}	[mmol/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(Twardość całkowita) ^{2) 8)}	[°d]	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fosforany (PO ₄ ⁻³) ^{3) 8)}	[mg/l]	10–30	10–30	10–30	< 6	> 5
Środki wiążące tlen Siarczyny sodu (Na ₂ SO ₃) ^{4) 8)}	[mg/l]	10–30	10–20	10–20	–	> 2 ⁴⁾
Bezpośrednia przewodność elektryczna w temp. 25°C ^{5) 7)}	[µS/cm]	< 6000	< 4000	< 2000	< 150	jak kolumny 1–4
Zużycie KMnO ₄	[mg/l]	< 150	< 100	< 50	< 30	jak kolumny 1–4
Kwas krzemowy (SiO ₂) ⁷⁾	[mg/l]	< 150	< 80	< 40	< 4	jak kolumny 1–4

Tabela 1: Wymagania dotyczące wody kotłowej

		Kotły płomienicowo-płomieniówkowe < 20bar i szybkie wytwornice pary 6) wszystkich zakresów ciśnienia	Kotły płomienicowo-płomieniówkowe > 20bar
Wymagania ogólne ⁸⁾	[-]	Bezbarwna, klarowna, wolna od nierozpuszczonych substancji i środków pianotwórczych	
Odczyn pH w temp. 25 °C ¹⁾	[-]	... > 9,2	
Bezpośrednia przewodność elektryczna w temp. 25 °C ⁵⁾	[μS/cm]	< 5% wartości granicznej wody kotłowej	
dla szybkich wytwornic pary		< 500 jak najmniej zasolona	---
K _{S,8,2} (wartość p) w wodzie zasolonej/słabo zasolonej	[mmol/l]	<0,7	<0,5
K _{S,8,2} (wartość p) w wodzie niezasolonej	[mmol/l]	<0,7	<0,5
Berylownce ^{2) 8)}	[mmol/l]	< 0,1	
(twardość całkowita) ^{2) 8)}	[0 d]	< 0,05	
Tlen (O ₂) ⁴⁾	[mg/l]	< 0,05	< 0,02
Środki wiążące tlen ^{4) 8)}	[mg/l]	Patrz punkty 4 i 8 przypisów	
dla szybkich wytwornic pary ^{6) 8)} (Na ₂ SO ₃)		5–10	–
Żelazo, całkowite (Fe)	[mg/l]	< 0,3	< 0,1
Miedź, całkowita (Cu)	[mg/l]	< 0,05	< 0,03
Olej, tłuszcz	[mg/l]	< 1	
Zużycie KMnO ₄	[mg/l]	< 10	
Kwas krzemowy (SiO ₂)	[mg/l]	< 5% wartości granicznej wody kotłowej	
dla szybkich wytwornic pary		---	---

Tabela 2: Wymagania dot. wody zasilającej

Przypisy dot. tabeli 1 i 2

1) Wyregulowanie alkaliczności (odczyn pH lub Ks8,2):

W przypadku eksploatacji z wodą zasoloną za pomocą alkaliów w postaci stałej (trójfosforan sodowy wzgl. trójfosforan potasowy, wodorotlenek sodu) gdy alkaliczność nie ureguje się sama. W razie potrzeby dodać środki lotne.

W przypadku eksploatacji z wodą słabo zasoloną najlepiej przy użyciu trójfosforanu sodowego wzgl. trójfosforanu potasowego, ew. z dodatkiem środków lotnych (amoniak). Jeżeli ze względu na wymaganą czystość pary (przemysł spożywczy, sterylizacja, nawilżanie powietrza itd.) zastosowanie lotnych chemikaliów nie jest możliwe można dodatkowo do fosforanu można dozować niewielką ilość ługu sodowego lub wodorotlenku sodu.

W przypadku eksploatacji z wodą niezasoloną tylko przy użyciu trójfosforanu sodowego bądź trójfosforanu potasowego lub środków lotnych (np. amoniaku).

Wskazówka: W przypadku dozowania amoniaku trzeba zrezygnować z użycia materiałów zawierających metale kolorowe w obszarach zetknięcia z mediami!

2) Zarówno woda zasilająca jak i woda kotłowa powinny być praktycznie pozbawione twardości. Ponieważ granica wykrywania w przypadku popularnych testów twardości wynosi ok. 0,01 mmol/l wzgl. 0,05°d, ustalono z pominięciem zagęszczenia dla obu rodzajów wody takie same wartości graniczne. Zaleca się użycie dozowanego środka do wiązania bądź stabilizacji twardości szczątkowej, np. produktu na bazie fosforanów. Jeżeli do stabilizacji twardości stosowane są środki dozowane, które podczas badania za pomocą powszechnie stosowanych testów twardości nie dają potwierdzenia twardości, należy zamiast pomiaru twardości wykazać za pomocą zestawów testowych nadmiar tego środka dozowanego zgodnie z wytycznymi producenta.

3) Zachowanie wartości granicznych przy dozowaniu fosforanów. W przypadku eksploatacji z wodą słabo zasoloną i wodą niezasoloną dodatek trójfosforanu sodowego wzgl. trójfosforanu potasowego jest bezwzględnie konieczny – patrz przypis 1). W przypadku pracy z użyciem wody zasolonej do wiązania berylowców można używać również środków niezawierających fosforanów. W tym przypadku nie obowiązuje orientacyjna wzgl. graniczna wartość dla PO4 bądź fosforanu. Dostawca zobowiązany jest sporządzić instrukcję dozowania dla danego środka dozowanego i udostępnić odpowiednie metody analityczne. Użycie środka dozowanego należy uzgodnić z producentem. Jednak za przydatność i działanie dozowanego środka ostatecznie odpowiedzialny jest dostawca.

4) Tlen zawarty w wodzie zasilającej powinien zostać w pierwszym rzędzie zredukowany metodami fizycznymi, np. przez termiczne odgazowanie ciśnieniowe, do podanych wartości granicznych. Ponieważ w praktycznej eksploatacji, m.in. z powodu częstych postojów, procesów rozruchu i wyłączenia itd. oraz przy zastosowaniu instalacji częściowego odgazowania samo odgazowanie nie zapewnia zachowania wartości granicznych, należy odpowiednio dozować środek wiążący tlen. Sprawdzonego środkiem jest np. nie lotny siarczyn sodu – w jego stosowaniu nie ma żadnych ograniczeń higieniczno-toksykologicznych. Dozowanie do wody zasilającej powinno odbywać się w taki sposób, aby były zachowane wartości graniczne wody kotłowej.

Decyzja o konieczności stosowania i wyborze najlepszego środka musi być zawsze podejmowana w każdym wypadku indywidualnie.

Wskazówka: Aminy błonotwórcze nie są środkami wiążącymi

tlen!

5) Oprócz przewodności elektrycznej ważnymi parametrami, których maksymalne wartości w kotle nie mogą być przekraczane, są zawartość kwasu krzemowego (SiO₂) i odczyn pH (wielkość pomocnicza Ks8,2). Jeżeli któraś z tych wartości wskutek zagęszczenia wody w kotle zostanie osiągnięta wcześniej niż maksymalna przewodność, to o rozpoczęciu odsalania decyduje ta właśnie wartość.

Ponieważ odsalanie jest regulowane przez pomiar przewodności, odpowiednia przewodność, przy której jedna z wymienionych wielkości osiąga swą maksymalną wartość, zastępuje przewodność graniczną podaną w tabeli 2.

Wartości podane w tabeli 2 to maks. dopuszczalna przewodność. W instalacjach, w których przewodność jest elementem łańcucha zabezpieczeń, najpóźniej w momencie osiągnięcia tych wartości następuje wyłączenie i zablokowanie paleniska, co oznacza, że regulowaną przewodność należy ustawić z wystarczającym odstępem od wartości granicznej (min. 30%).

Jeżeli potrzebna jest wyjątkowo czysta para, może być konieczne w tym specjalnym przypadku obniżenie maksymalnej

wartości przewodności wody kotłowej.

Wartości graniczne przewodności elektrycznej, pH (wielkość pomocnicza Ks8,2) oraz zawartość kwasu krzemowego w wodzie zasilającej wynikają ze współczynnika odsalania (przyjęto 5 %) oraz wartości granicznej dla wody kotłowej. Wyższa przewodność wody zasilającej, wartość Ks8,2 czy zawartość kwasu krzemowego są dopuszczalne, przy czym wymagane jest zachowanie parametrów wody kotłowej (tabela 1). Jednak wówczas będą występować współczynniki odsalania większe niż 5% i obligatoryjnie wymagane jest sprawdzenie elementów kotła (np. zaworu odsalania, pompy zasilającej, palnika, odgazowувacza itd.).

6) W przypadku szybkich wytwornic pary trzeba analizować tylko wodę zasilającą. Środek wiążący tlen należy wykazać w odseparowanej wilgotności resztkowej (pobranej z separatora wody zainstalowanego bezpośrednio za wytwornicą wzgl. pierwszego odwadniacza w przewodzie pary za kotłem).

7) Dla kotłów płomieniowo-płomieniówkowych wyposażonych w przegrzewacze należy zmniejszyć o połowę wartości graniczne wody kotłowej przy eksploatacji z wodą zasoloną (bepośrednia przewodność elektryczna wody zasilającej w temp. 25 °C > 30 μS/cm) dla Ks8,2 (wartość p), bezpośredniej przewodności elektrycznej w temperaturze 25 °C, zużycia KMnO₄ i kwasu krzemowego (SiO₂).

8) Środki dozowane na bazie związków taniny-ligniny są stosowane m.in. jako środki wiążące kwasy oraz do stabilizacji twardości resztkowej i alkalizacji. Wywołują one brązowe zabarwienie wody kotłowej i wiążą ewentualnie występującą twardość resztkową w wodzie kotłowej, którą można ocenić jako taką przy użyciu konwencjonalnych środków do pomiaru twardości resztkowej.

Dlatego też przy zastosowaniu takich środków przez dostawców należy upewnić się na podstawie instrukcji zastosowania tych substancji, czy jest zachowany cel ochronny instrukcji B002 – Wytyczne dot. właściwości wody do kotłów parowych. Odbiegające wartości zadane (np. pod względem wyglądu, dopuszczalnej twardości całkowitej, nadmiaru środków wiążących smary itd.) należy objaśnić oraz objąć wartościami zastępczymi lub wytycznymi postępowania w instrukcji zastosowania chemicznych preparatów korekcyjnych, tak aby niezwłocznie wykryć wszelkie występujące odchyłki.



Bosch Industriekessel GmbH

Nuernberger Straße 73
91710 Gunzenhausen/Niemcy

www.bosch-industrial.com

LOOS
KOTŁY PRZEMYSŁOWE

LOOS Centrum Sp. z o.o.

ul. Marii Kazimiery 35

01-641 Warszawa

 +48 22 561 90 90

 loos@loos.pl

www.loos.pl

www.bosch-industrial.pl

Dołącz do nas na

LinkedIn

<https://www.linkedin.com/company/loos-kotly-przemyslowe-bosch/>

<https://www.linkedin.com/in/bernhard-morawietz-kotly-przemyslowe-bosch/>

YouTube

https://www.youtube.com/channel/UCy-28sagt844xzdAAMMN_ew



KONTAKT

Centrum Obsługi Klienta

Białystok + 48 604 290 608

Bydgoszcz + 48 604 290 606

Gdańsk + 48 604 290 611

Gorzów Wlkp. + 48 604 290 606

Katowice + 48 604 290 602

Kraków + 48 604 290 610

Kielce + 48 604 290 602

Lublin + 48 604 290 610

Łódź + 48 604 290 602

Olsztyn + 48 604 290 611

Opole + 48 604 290 607

Poznań + 48 604 290 606

Rzeszów + 48 604 290 610

Szczecin + 48 604 290 611

Warszawa + 48 604 290 608

Wrocław + 48 604 290 607

Modernizacja + 48 734 128 755

Serwis + 48 602 190 003

Części + 48 735 202 861

