

Kamień kotłowy szkodliwy nie tylko w czajniku i żelazku, czyli układ pomiaru krzemionki w elektrociepłowni

Każdy spotkał się kiedyś z osadem występującym na dnie czajnika lub wysypującym się z żelazka. Jest to nic innego jak kamień kotłowy osadzający się w wyniku termicznego rozkładu wodorowęglanów wapnia, magnezu, a także tlenków żelaza, siarczanów wapnia oraz krzemionki. Efektem jego powstania w urządzeniach domowych jest znaczne zmniejszenie efektywności podgrzewania wody, a jego gromadzenie może spowodować spalenie układu grzejącego. Zjawisko, którego świadkiem jesteśmy na co dzień w naszych domach ma także negatywny wpływ na pracę urządzeń oraz instalacji w przemyśle. Różnica polega na tym, że skutki osadzania się kamienia kotłowego np. w instalacjach w elektrowniach lub elektrociepłowniach są znacznie poważniejsze, a naprawy lub wymiany zaworów, filtrów, wymienników mogą wiązać się z kosztami nawet kilkusettyśnymi.

PROBLEM KAMIENIA KOTŁOWEGO W ELEKTROCIEPŁOWNI

W jednej z polskich elektrociepłowni kondensat jest uzdatniany metodą chemicznego oczyszczania w wymiennikach kationitowych oraz anionitowych, współprądowo z regeneracją przeciwną. Do uzdatnionej już wody dodawana jest dodatkowo hydrazyna.

Woda sieciowa z instalacji miejskiej podgrzewana jest w wymiennikach gdzie krąży podgrzewany w kotle kondensat. W wyniku powstania nieszczelności w wymiennikach, woda sieciowa (nieuzdatniona) przedostaje się do obiegu wodno-parowego bloku, powodując mieszanie się wody uzdatnionej z nieuzdatnioną. Z uwagi na to, że woda o dużej zawartości krzemionki przedostaje się do kondensatu, skutkuje to osadzaniem się kamienia krzemowego w kotle oraz instalacjach towarzyszących. Zgodnie z oczekiwaniami Inwestora należało wykonać system monitorowania online stanu kondensatu w instalacji blokowych wymienników wody sieciowej.

ROZWIĄZANIE – ANALIZATOR ZAWARTOŚCI KRZEMIONKI

W elektrociepłowni istnieje 5 bloków, a układ pomiaru krzemionki pilotażowo został zainstalowany na bloku 3 oraz 4. Montaż analizatora zawartości krzemionki w kondensacie pozwala na szybkie wykrycie w nim wzrostu zawartości SiO_2 , a tym samym przecieku wody sieciowej do kondensatu. Szybkie wykrycie takiej sytuacji jest co prawda dopiero początkiem naprawy, przede wszystkim dlatego, że przeciek należy jeszcze zlokalizować. Jednak pojawienie się krzemionki w wodzie sieciowej jest wskaźnikiem nieszczelności w układzie wymiennika.

W naszej ofercie posiadamy analizator zawartości krzemionki Aquacon niemieckiej firmy lotronic. Analizator ten potrafi dokonywać analizy tylko z jednego punktu poboru próbki. Specjalnie na potrzeby aplikacji, zaprojektowaliśmy układ sterowania pozwalający dostosować jednokanałowy analizator Aquacon do pracy z kilkoma punktami poboru próbek.

Sama analiza odbywa się metodą miareczkowania, czyli dodawania do badanego roztworu innego o znanym stężeniu. Następnie, w wyniku reakcji chemicznej, zachodzi zmiana koloru powstającego roztworu, który analizowany jest poprzez fotometr procesowy. Zawartość krzemionki w analizowanym roztworze zależy od koloru roztworu końcowego. Po dokonanej analizie próbka trafia do ścieków, a wy-

nik prezentowany jest na wyświetlaczu analizatora.

Próbka dostarczona do analizatora musi spełniać określone warunki fizykochemiczne. Temperatura próbki dostarczonej do analizy musi mieścić się w granicach $+18 \div +28^\circ\text{C}$ przy maksymalnym ciśnieniu 10 bar.

Pierwotna koncepcja układu sterowania zakładała zastosowanie zloca z elektrozaworami sterowanymi zewnątrz w celu doprowadzania próbki z różnych punktów poboru. Niestety pierwszym i podstawowym problemem okazała się zbyt wysoka, a ponadto zmienna temperatura próbki kondensatu oraz zbyt wysokie i także zmienne ciśnienie w instalacji.

Z uwagi na fakt, iż maksymalna temperatura kondensatu może sięgać nawet 120°C , konieczne było schłodzenie próbki do wartości określonych jako dopuszczalne do wykonania analizy za pomocą analizatora Aquacon. Trasy poboru próbki o różnych długościach, zmienna temperatura oraz ciśnienie w instalacji uniemożliwiały zastosowanie prostej wężownicy chłodzącej, dlatego też zaprojektowano specjalną chłodnicę, której zadaniem było nie tylko obniżenie temperatury próbki, ale także jej ciśnienia. Na wejściu do chłodnicy zastosowano elektrozawory ASCO w całości wykonane ze stali 304, z uszczelnieniem mogące pracować do 30 bar i z medium o temperaturze 120°C . Na wyjściu z chłodnicy zastosowano również zawory ASCO jednak z uwagi na brak podciśnienia w układzie spustowym oraz niewielkie podciśnienie generowane przez pompkę analizatora Aquacon zastosowano zawory o wolnym przelocie 7 mm.

Chłodnica oraz jej wężownica z wodą chłodzącą została w całości wykonana ze stali nierdzewnej z uwagi na stały kontakt z wodą zdemineralizowaną. Poziom próbki w chłodnicy mierzone jest za pomocą termicznego sygnalizatora EGE, a jej temperatura za pomocą czujnika rezystancyjnego.

Niestety, temperatura wody chłodzącej nie zawsze wynosiła zakładane 10°C , a podobno zdarzały się przypadki,



▲ Analizator lotronic



▼ Chłodnica



Analizator zabudowany w szafie

że w skrajnych przypadkach osiągała nawet 40°C. Schłodzenie próbki poniżej 30°C byłoby wówczas niemożliwe, dlatego też zastosowano dodatkową kontrolę temperatury wody chłodzącej oraz elektrozawór, który w takim przypadku odcina jej dopływ do chłodnicy. Takie zabezpieczenie umożliwia samooczyszczanie się próbki w chłodnicy, jednak jeżeli jej temperatura nie obniży się do wymaganej wartości w określonym czasie, sterownik PLC nadzorujący pracę całego układu poinformuje Użytkownika o błędzie.

Niestety podczas uruchamiania instalacji w układzie doprowadzającym próbkę do chłodnicy pojawiły się zanieczyszczenia stałe, które spowodowały uszkodzenia zaworów wejściowych do chłodnicy. Na skutek zanieczyszczeń uszczelnienia zaworów uległy odkształceniu i zawory przestały pracować poprawnie. Zawory zostały niezwłocznie wymienione na nowe, a w celu dodatkowego zabezpieczenia przed ponownym problemem zostały zainstalowane filtry siatkowe zapobiegające przedostawaniu się zanieczyszczeń do chłodnicy.

STEROWANIE UKŁADEM

Za pracę całego układu odpowiada programowalny sterownik PLC Micrologix 1100 rozbudowany o dodatkowe karty wejść oraz wyjść analogowych i cyfrowych. Nowym interfejsem dla Użytkownika stał się kolorowy dotykowy panel operatorski prezentujący wyniki ostatnich pomiarów, a także datę i godzinę, w której ostatni pomiar został wykonany. Ponadto, panel operatorski informuje Użytkownika o podstawowych błędach pracy układu, a w trakcie wykonywania analizy informuje o etapie, w którym w danej chwili się znajduje.



dwie analizy z każdego z bloków. W trakcie trwania analizy określonej w cyklu dobowym, nie jest możliwy pobór próbki do laboratorium. Użytkownik za pomocą panelu operatorskiego ma także możliwość wymuszenia analizy z dowolnego z bloków, jeżeli analizator znajduje się w trybie „stand by”.

Sterownik PLC odpowiada także za przesyłanie informacji o wartości pomiarów dla każdego z bloków do zakładowego systemu DCS ABB SYMPHONY AX800, z którego trafia do zakładowego systemu dystrybucji danych PGIM. Zawartość krzemionki

przetawiona jest na ekranach synoptycznych oddzielnie dla każdego bloku. Sygnał 4-20 mA przeskalowano w zakresie pomiaru 0-200 ppb, natomiast poniżej wartości 4 mA operator jest informowany o awarii. Zgodnie z wytycznymi użytkownika ustawiono wartość alarmu na poziomie 20 ppb. Operator informowany jest sygnałem dźwiękowym każdorazowo, jeżeli zmierzona wartość zawartości krzemionki na danym bloku przekroczy zdefiniowaną wartość progową.

Zrzut ekranu wizualizacji EDF Gdańsk.



ANALIZATOR + STEROWNIK = SPRAWNA DIAGNOZA

Zainstalowany układ jest bardzo dobrym przykładem jak można wykorzystać proste urządzenie pomiarowe do stworzenia stosunkowo rozbudowanego układu, dzięki zastosowaniu zewnętrznej sterowania opartego o sterownik PLC. Pełna sekwencja sterowania pracą układu kondycjonowania próbki, a także analizatora zaszyta jest w algorytmie sterownika, a panel operatorski stanowi interfejs do komunikacji z Użytkownikiem. Sterownik stanowi także interfejs komunikacyjny do zakładowego systemu wizualizacji oraz rejestracji przekazując wartości danych pomiarowych operatorowi.

Co najważniejsze – cały układ spełnia swoje funkcje i realizowany dzięki niemu pomiar krzemionki pozwala na szybkie wykrycie powstania nieszczelności w wymienniku. Szybka diagnoza oraz usunięcie drobnej awarii może zapobiec konieczności kosztownych napraw.

Zdjęcie ekranu



Zastosowanie swobodnie programowalnego sterownika oraz chłodnicy pozwoliło także na stworzenie dodatkowej funkcjonalności układu. Aby umożliwić kontrolne sprawdzenie poprawności działania analizatora, układ umożliwia pobór próbki z instalacji, jej schłodzenie, a następnie dokonanie analizy w zakładowym laboratorium. Użytkownik za pomocą panelu operatorskiego wybiera blok, z którego chce pobrać próbkę i po jej schłodzeniu na panelu pojawia się komunikat o możliwości poboru próbki do weryfikacji. Jeżeli laborant w określonym czasie nie pobierze próbki jest ona wylewana do ścieków aby nie zakłócić dobowej pracy analizatora.

Sterownik Micrologix 1100 wykorzystuje zegar czasu rzeczywistego i w taki sposób steruje układem, aby podczas każdej ze zmian wykonać co najmniej



Adam Goj

Ukończył Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki na Politechnice Śląskiej w Gliwicach. W Introlu pracuje od 5 lat, obecnie na stanowisku zastępcy kierownika działu systemów automatyki. Na co dzień zajmuje się przede wszystkim stacjonarnymi systemami detekcji i monitoringu.

tel. 32 789 00 64