

Wiarygodna kontrola zawartości krzemionki poprawia wydajność elektrowni

Wprowadzenie

Elektrownia z gazowymi turbinami o złożonej strukturze CCGT w West Burton znajduje się niedaleko Nottingham w Wielkiej Brytanii. Znajdują się w niej trzy turbiny gazowe pracujące w otwartym cyklu, które mogą wygenerować wystarczającą ilość energii dla około 1,5 miliona gospodarstw domowych w Wielkiej Brytanii. Tak jak inne elektrownie pozyskujące energię ze spalania, także elektrownia typu CCGT musi monitorować poziom krzemionki w zakładowych procesach wykorzystujących wodę i parę. Sean Todd, lider zespołu ds. kontroli i narzędzi w Elektrowni, mówi: „skład chemiczny zawartości kotła to jedno z większych wyzwań, z którymi muszą się zmierzyć osoby zarządzające elektrownią, i choć systemy monitorujące oryginalnie zainstalowane w tym zakładzie spełniały wymogi specyfikacji, to nie gwarantowały dokładności i niezawodności, jakiej potrzebujemy.

Na początku lutego 2014 r. zastąpiliśmy dotychczasowe urządzenia pomiarowe analizatorami krzemionki Hach 5500sc i jesteśmy w pełni usatysfakcjonowani rezultatami; przez ostatnie dziesięć miesięcy nowe narzędzia pomiarowe okazały się niezwykle dokładne i niezawodne, a dodatkowo prawie nie wymagają konserwacji”.

Przed instalacją analizatorów krzemionki Hach 5500sc z powodu zawodności oryginalnych urządzeń pomiarowych próbki musiały być ręcznie pobierane z wielu punktów dwukrotnie w ciągu dnia. Niektóre z tych próbek badano w zakładowym laboratorium, jednak pozostałe trzeba było odsyłać do bliźniaczego laboratorium oddalonego o około 80 km. Generowało to niepotrzebne koszty i opóźnienia. Co więcej, oryginalny osprzęt pomiarowy często wymagał ponownej kalibracji, co znacznie zwiększało ilość koniecznych czynności eksploatacyjnych i powodowało nadmierne zużycie odczynników.

Znaczenie krzemionki

Udział procentowy krzemu (Si) w budowie skorupy ziemskiej jest tak duży, że jedynie tlen wyprzedza go pod względem naturalnego występowania. Krzem występuje w niewielkim stężeniu we wszystkich naturalnych zbiornikach wodnych, zazwyczaj jako rozpuszczona krzemionka lub jako małe zawieszone cząstki krzemionki (krzemionka koloidalna). Dwutlenek krzemu, zwany też krzemionką, jest związkiem chemicznym o wzorze SiO_2 . Krzemionka jest wysoce rozpuszczalna w parze wodnej, dlatego przy odpowiednich ilościach może odkładać się na powierzchni topatek turbin i rur kotła jako szklista substancja.



Elektrownia z gazowymi turbinami o złożonej strukturze CCGT w West Burton

Odkładanie się krzemionki na powierzchni łopatek turbin może prowadzić do korozji i innych problemów, a także nierównomiernie obciążać łopatki, powodując wibracje, a nawet uszkodzenia ze względu na niską tolerancję łopatek turbiny i zewnętrznej obudowy. Turbiny to wydatek rzędu dziesiątek milionów, dlatego skuteczne przeglądy i konserwacja są tak istotne. Należy również zapobiegać odkładaniu się krzemionki w rurach kotła, ponieważ obniża ona sprawność cieplną, a co za tym idzie, naraża na straty wydajności całą elektrownię.

Systemy monitorujące

Dostarczenie danych o stężeniu krzemionki to jedno z kryteriów niezbędnych do wykazania zgodności z wymaganiami dotyczącymi wody w kotłach i nasyconej parze. Dane te są również niezbędne dla celów eksploatacyjnych, przy kontroli pH w kotłach, na przykład za pomocą odmierzania amoniaku. Ponadto są one wymagane do celów ubezpieczeniowych.

Aby uniknąć odkładania się krzemionki i uzyskać niemal całkowicie demineralizowaną wodę, należy ją poddać zaawansowanemu oczyszczaniu. Omawiana elektrownia typu CCGT czerpie swoje zasoby wody z rzeki Trent i podaje je różnym procesom oczyszczania, niezbędnych do uzyskania wystarczająco czystej wody, aby była zdalna do użytkowania. Procesy te obejmują sedymentację, filtrację, flokulację i wymianę jonową. Analizatory krzemionki pobierają próbki oczyszczonej wody z elektrowni, co pozwala upewnić się, że stężenia nie przekraczają dopuszczalnych limitów. W strategicznych punktach elektrowni pobierane są także próbki online w celu dopilnowania, aby w trakcie procesu poziom krzemionki mieścił się w akceptowalnej normie.

Monitorowanie online jest przeprowadzane w dwóch miejscach: w zakładzie oczyszczania wody, gdzie kontrolowana jest sprawność stacji wymiany jonowej oraz w budynku z analizatorami kotłów, w którym znajdują się dwa analizatory krzemionki Hach 5500sc, analizator sodu Hach 9240, dwie sondy optyczne do pomiaru rozpuszczonego tlenu Hach Orbisphere K1100 LDO, pięć sond pH i dwadzieścia jeden sond do pomiaru przewodności. Stałe pobierane próbki wody z pary oraz pary z wydmuchu są dostarczane do budynku z analizatorami przez sieć przewodów pomiarowych z całej elektrowni.

Nowe sondy Hach Orbisphere K1100 LDO (luminescencyjne do pomiarów rozpuszczonego tlenu) pomogły także zminimalizować wymagania konserwacyjne systemu monitorującego.



Budynek z analizatorami kotłów

Sondy wykorzystujące technologię pomiaru optycznego wymagają kalibracji co 6–12 miesięcy, a nasadkę optyczną należy wymieniać co kilka lat. Stanowi to znaczną różnicę w porównaniu ze starszymi, elektrochemicznymi czujnikami tlenu rozpuszczonego z powłoką membranową, które pochłaniały tlen w trakcie procesu i miały tendencję do dryftu, co oznacza, że często wymagały ponownej kalibracji. Przenośna wersja sondy Orbisphere 3100 LDO również została wdrożona przez zakładowego chemika zajmującego się kotłami, co pozwala na przeprowadzanie szybkich pomiarów w dowolnym miejscu w elektrowni.

Analizatory krzemionki Hach 5500sc dokonują pomiaru każdego strumienia próbki co 15 minut i niemal na żywo przekazują Seanowi Toddowi oraz jego zespołowi dane o uzyskiwanych wynikach, co pozwala im na podjęcie odpowiednich działań, zanim stężenie osiągnie poziom alarmowy.

Analizator 5500sc mierzy poziom krzemionki za pośrednictwem reakcji zawartości próbki z jonami molibdenianowymi w środowisku kwaśnym, wskutek której powstają kompleksy kwasu krzemomolibdenowego. Dodanie kwasu cytrynowego rozbija kompleksy fosforanowe, a następnie dodawany jest odczynnik aminokwasowy, który redukuje kwas krzemomolibdenowy, powodując zmianę jego koloru z żółtego na intensywnie niebieski, proporcjonalnie do stężenia krzemionki, co jest mierzone optycznie przy długości fali 815 nm. Analizator wymaga zazwyczaj tylko dwóch litrów odczynnika do bezobsługowej pracy przez 90 dni.

Ważną innowacją w analizatorach 5500sc, która znacząco podniosła dokładność i niezawodność, obniżając przy tym koszty, jest zastosowanie jedynego w branży układu dostarczania odczynników pod ciśnieniem, który eliminuje potrzebę częstego przeprowadzania konserwacji związanych z pompami. – Szafa wewnątrz analizatora jest pod ciśnieniem, które zostaje wyrównane po otwarciu drzwi – mówi technik ds. kontroli i narzędzi, Nick Craddock. – Dzięki temu wymiana butli odbywa się w prosty i czysty sposób.

Analizator kalibruje się automatycznie raz w tygodniu, wykorzystując do tego wewnętrzny standard krzemionki 500 ppb. Nick Craddock stwierdza: „odczyty wahają się zazwyczaj między 501 a 502 ppb, tak więc te nowe urządzenia pomiarowe są niewiarygodnie dokładne i tańsze w utrzymaniu, ponieważ odczynniki wymienia się co 90 dni, podczas gdy wcześniej musieliśmy je wymieniać po około 30 dniach. Oprócz pomiarów stężenia krzemionki analizatory dostarczają też bieżących danych na temat swojego „stanu zdrowia”, co pozwala na przeprowadzanie konserwacji zapobiegawczej i pomaga uniknąć przestojów w pracy”.

Stanem narzędzi można zarządzać dzięki pakietowi oprogramowania Prognosys. Analizator krzemionki Hach 5500sc obsługuje i konfiguruje oprogramowanie, wyświetlając poziome paski wskazujące wartości pomiarów oraz czas pozostały do kolejnej czynności eksploatacyjnej. Stan każdego czujnika jest oznaczony kolorem zielonym, żółtym lub czerwonym. Komunikaty serwisowe dostarczają informacji o czynnościach eksploatacyjnych, które należy wykonać (np. wyczyścić czujnik lub wymienić odczynniki). Wszystkie komunikaty serwisowe są wyświetlane wraz z zegarem odmierzającym pozostały czas i wystarczająco dużym wyprzedzeniem, aby skontaktować się z technikiem serwisowym lub zamówić części zamienne.

Po zainstalowaniu nowych instrumentów pomiarowych firmie Hach LANGE przyznano umowę serwisową, która obejmuje sprawdzenie i odnowę układu monitorującego co dwa lata.

Wnioski

Podsumowując, Sean Todd stwierdza: „jako elektrownia typu CCGT musimy kłaść szczególny nacisk na dokładność ze względu na wąskie zakresy tolerancji obowiązujące w tym zakładzie, tak więc nasz system monitorujący musi działać bez zarzutu, a ponieważ zespół ds. kontroli i narzędzi pomiarowych jest niewielki, stale szukamy nowych sposobów na zmniejszenie ilości koniecznych czynności eksploatacyjnych i poprawienie wydajności.

Skład chemiczny zawartości kotła jest dla nas bardzo istotny, dlatego też stworzenie dokładnego i niezawodnego sprzętu do monitorowania zawartości krzemionki przyniosło nam niesamowite korzyści. Operatorzy innych elektrowni są oczywiście bardzo zainteresowani naszym sukcesem, a my z radością dzielimy się z nimi naszym doświadczeniem”.



Analizatory krzemionki Hach 5500sc