



# MONITOROWANIE EMISJI RTĘCI

## BIAŁA KSIĘGA

### WPROWADZENIE

Rtęć jest uznawana za substancję chemiczną o globalnym znaczeniu (UNEP, 2006), ze względu na duży zasięg jej migracji w atmosferze, fakt pozostawania w środowisku, toksyczność, zdolność do bioakumulacji w ekosystemach, oraz szkodliwy wpływ na zdrowie ludzkie.

Niektóre typy bakterii i grzybów potrafią przeprowadzać rtęć do jej najbardziej toksycznej formy, metylortęci, akumulowanej w rybach, zwłaszcza gatunków drapieżnych takich jak rekin, miecznik i tuńczyk.

Rtęć pochodzi z szeregu źródeł naturalnych, takich jak wulkany, kominy hydrotermalne, obszary geologiczne bogate w rtęć oraz pożary lasów, a także jeziora słodkowodne, rzeki oraz oceany. Niemniej jednak, ilość rtęci obecnej w środowisku znacząco wzrasta w wyniku różnych procesów związanych z działalnością człowieka, w tym poprzez różnorodne procesy spalania i procesy przemysłowe, wśród których można wymienić wytwarzanie energii w elektrowniach węglowych, górnictwo i wytopianie rud metali, produkcja cementu oraz spalanie odpadów. Rtęć może występować również w takich produktach jak baterie, termostaty, barometry czy plomby dentystyczne.

### GLOBALNE DZIAŁANIA ZMIERZAJĄCE DO REDUKCJI EMISJI RTĘCI

W roku 2011 amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (US EPA) opublikowała normy regulujące poziom rtęci oraz innych zanieczyszczeń w powietrzu (MATS, ang. Mercury and Air Toxics Standards), których celem było osiągnięcie redukcji emisji w oparciu o systemy oczyszczania już eksploatowane w wielu zakładach energetycznych opalanych węglem.

W 2013 roku niemal 140 krajów podpisało globalne porozumienie dotyczące rtęci pod egidą Narodów Zjednoczonych, przyłączając się do Konwencji Minamata. Celem Konwencji jest ochrona zdrowia ludzkiego oraz środowiska przed antropogenicznymi emisjami oraz uwalnianiem rtęci i jej związków. Zawarte porozumienie obejmuje postanowienia regulujące środki kontroli i obniżania zawartości rtęci w szeregu produktów, procesów oraz gałęzi przemysłu w których rtęć jest wykorzystywana, uwalniana lub emitowana.

W Europie, państwa członkowskie unii Europejskiej (UE) zaaprobowaly w kwietniu 2017 roku nowe limity zanieczyszczeń dla dużych zakładów spalania, co oznacza dla tych zakładów konieczność zainwestowania w nowe technologie ograniczające emisję zanieczyszczeń. Zwiększa to wymagania dyrektywy dotyczącej emisji przemysłowych (dyrektywa IED, z ang. Industrial Emissions Directive 2010/75/UE), zarówno w zakresie obniżania emisji, jak również monitorowania. Obydwa te zagadnienia są przedmiotem wydanego dokumentu „Best Available Techniques Conclusions for Large Combustion Plants” [Najlepsze dostępne techniki, Wnioski dla dużych obiektów energetycznego spalania] (odn. ang. BREF LCP), podającego nowe limity emisji dla dwutlenku siarki, tlenków azotu, rtęci oraz pyłu oraz ustanawiającego początkowy termin ich obowiązywania jako rok 2021.

Obniżenie emisji metali ciężkich zasadniczo udaje się osiągnąć poprzez korzystanie z technologii wysokosprawnego odpylania, takich jak filtry elektrostatyczne lub filtry tkaninowe. Rtęć jest jednak obecna również w fazie par, i przy wysokich ciśnieniach par występujących w typowych temperaturach eksploatacyjnych w urządzeniach oczyszczających poziom jej zatrzymywania przez urządzenia odpylające jest mocno zmienny.

Skontaktuj się ze specjalistą

## NAJLEPSZE DOSTĘPNE TECHNIKI I AKTUALNE LIMITY EMISJI

W lipcu 2017 roku decyzją wykonawczą Komisji Europejskiej (UE) 2017/1442 ustanowiono wnioski wymieniające najlepsze dostępne techniki (ang. Best Available Techniques, skr. BAT) w odniesieniu do dyrektywy 2010/75/UE dotyczącej dużych obiektów energetycznego spalania (o łącznej nominalnej mocy cieplnej 50 MW lub większej). Wydany dokument zawierał nowe wymagania z zakresu redukcji poziomu zawartości oraz monitorowania rtęci.

Dla siłowni spalających węgiel kamienny i brunatny określono skojarzone z najlepszymi dostępnymi technikami (ang. BAT-Associated Emission Levels, skr. BAT-AEL) limity emisji rtęci do powietrza. Dla przykładu, dla nowej elektrowni o mocy cieplnej ponad 300 MW spalającej węgiel kamienny podano dla rtęci limit poniżej 1 - 2  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  (jako średnia roczna), natomiast dla istniejącej elektrowni o mocy cieplnej poniżej 300 MW i bazującej na węglu brunatnym odnośny limit dla rtęci wynosi poniżej 1 - 10  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Przed upływem czterech lat konieczne będzie zaktualizowanie pozwoleń, które będą teraz musiały uwzględniać podane wartości.

Limity emisji skojarzone z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) są podawane jako zakres i bazują na danych pochodzących z instalacji eksploatowanych na całym świecie. Koncepcja najlepszych dostępnych technik obejmuje nie tylko wpływ danej techniki na środowisko, lecz uwzględnia również fakt, iż jest ona aktualnie stosowana oraz uzasadniona ekonomicznie.

Wartości limitów emisji dla zanieczyszczeń wyszczególnionych w Aneksie II do dyrektywy 2010/75/UE mają być określone przez kompetentne urzędy krajowe w pozwoleniach. Dotyczy to również innych substancji zanieczyszczających które mogą z dużym prawdopodobieństwem być emitowane z przedmiotowych instalacji w znaczących ilościach. Jako wartości odniesienia przy ustalaniu wartości limitów emisji mają służyć zakresy limitów skojarzone z najlepszymi dostępnymi technikami BAT-AEL, jako uwzględniające typ paliwa, technikę spalania oraz inne istotne warunki.

Znaczący udział w globalnych emisjach rtęci do powietrza (powyżej 10 %) ma przemysł cementowy, co wynika z faktu, iż rtęć jest obecna w śladowych ilościach zarówno w wykorzystywanych surowcach (np. kamień wapienny), jak i w stosowanych paliwach. Zawartość rtęci w wykorzystywanych surowcach jest różna i specyficzna dla danego złoża, a nawet zmienna wewnątrz tego samego złoża. Również w paliwach zawartość rtęci zmienia się w podobny sposób, zależnie od typu i źródła paliwa. W opracowanych wytycznych wynikających z najlepszych dostępnych technik dla przemysłu cementowego skojarzony poziom emisji dla rtęci wynosi 0,05  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  (50  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ), jako średnia 30-minutowa.



## CZĘSTOTLIWOŚĆ MONITOROWANIA EMISJI RTĘCI

Minimalna częstotliwość monitorowania emisji będzie zdeterminowana przez typ i wielkość instalacji. Dla przykładu, od zakładów bazujących na stałej biomase wymagane będzie wykonywanie pomiarów co najmniej raz na rok; w spalarniach odpadów współspalających biomasę pomiar będzie wymagany przynajmniej co trzy miesiące; z kolei duże obiekty energetycznego spalania ( $\geq 300$  MW) bazujące na węglu kamiennym i brunatnym z współspalaniem odpadów będzie obowiązywać wymóg ciągłego monitorowania.

Ocenia się, że większość instalacji spalających węgiel kamienny emituje od kilku do kilkunastu  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  rtęci. Można wnioskować, że wymienione nowe regulacje będą wywierać znaczący wpływ na sektor energetyczny i konieczne będzie dokładne monitorowanie stosowanych technologii redukcji emisji, dla zidentyfikowania ich skuteczności oraz zasadności ekonomicznej.

## PERSPEKTYWY PRAWNYCH UWARUNKOWAŃ POMIARÓW RTĘCI

W grudniu 2017 roku zacznie obowiązywać nowa dyrektywa Unii Europejskiej (dyrektywa UE 2015/ 2193) regulująca ograniczanie emisji ze średnich obiektów energetycznego spalania (ang. Medium Combustion Plants, skr. MCP), ustanawiająca wymagania podobne do podanych w dyrektywie (IED) ws. emisji przemysłowych z dużych obiektów energetycznego spalania. Choć przy sporządzaniu niniejszego dokumentu rtęć nie figurowała na liście limitów emisji dla zakładów średniej wielkości, to jednak istnieje przekonanie, że będzie ujęta w jednej z przyszłych aktualizacji. Wymagania dyrektywy MCP są podane w aneksie IV, precyzującym termin pierwszych pomiarów przed upływem trzech miesięcy po zarejestrowaniu i wydaniu pozwolenia. Jako minimum, emisje muszą być monitorowane co trzy lata dla instalacji o mocy cieplnej od 1 MW do 20 MW, oraz rokrocznie dla instalacji pomiędzy 20 MW a 50 MW. Co istotne, w przypadku zakładów korzystających z urządzeń wtórnej redukcji emisji dla zapewnienia nieprzekraczania wartości limitów monitorowanie powinno być prowadzone w trybie ciągłym.

Grupa robocza 8 (TC 264) Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego opracowuje specyfikacje techniczne pomiaru emisji rtęci całkowitej, w tym projekt normy prEN 14884, dotyczącej wyznaczania rtęci całkowitej przy użyciu zautomatyzowanych systemów pomiarowych.

## MONITOROWANIE EMISJI RTĘCI

Stosowane są trzy zasadnicze metody pomiaru emisji rtęci to: mokra chemia, technika z pułapką sorpcyjną oraz systemy ciągłego monitorowania emisji. Niemniej jednak, niniejszy dokument będzie opisywał metody ciągłego monitorowania, ponieważ, pomimo generalnie niższych kosztów, metody pomiarów nieciągłych nie zapewniają one wystarczającej informacji wymaganej przy kontroli procesowej. Oprócz tego, krótki czas trwania pomiaru emisji stwarza ryzyko niedostatecznej ilości informacji odnośnie zmienności emisji rtęci w czasie oraz dla odmiennych wkładów paliwowych.

Szczególne zalety ciągłego monitorowania ujawnia się tam, gdzie systemy ograniczania emisji umożliwiają regulację w zależności od poziomu rtęci w emisjach z instalacji. Przykładowo, w przypadku oczyszczania spalin dla osiągnięcia optymalnego poziomu obniżenia emisji rtęci możliwe jest wykorzystywanie danych z ciągłego monitorowania dla optymalizowania szybkości podawania sorbentu.

Wśród metod analitycznych wyznaczania stężeń rtęci są: absorpcyjna spektroskopia atomowa zimnych par (CVAA), fluorescencja atomowa zimnych par (CVAF), oraz spektrometria mas sprzężona z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (ISP-MS).

Zasadniczo, system ciągłego monitorowania rtęci powinien odpowiadać następującym kluczowym wymaganiom:

- pomiar musi obejmować wszystkie formy rtęci
- pomiar przy niskich stężeniach z wysoką czułością, we wszystkich warunkach procesowych
- pomiar okresowych wzrostów stężenia



- niska wrażliwość na zakłócający wpływ gazów takich jak dwutlenek siarki
- brak straty rtęci oraz innych zakłóceń przy pobieraniu próbek w okresach wysokiego obciążenia pyłowego
- stabilna kalibracja, oraz uproszczona procedura sprawdzenia kalibracyjnego

Wymienione wymagania są spełnione w przypadku nowo opracowanych systemów ciągłego monitorowania emisji bazujących na technice fluorescencji atomowej zimnych par (CVAF). Pozostała część niniejszego dokumentu opisuje zasadnicze właściwości analizatora monitorującego emisje rtęci (znanego pod nazwą CMM) przy użyciu tej technologii, opracowanego przez firmę Gasmet Technologies z siedzibą w Finlandii.

## CIĄGŁE MONITOROWANIE RTĘCI

Analizator CMM (ang. Continuous Mercury Monitor) firmy Gasmet jest wbudowany do klimatyzowanej szafy razem z pompą próżniową, automatycznym kalibratorem oraz generatorem gazowego azotu. Badany gaz jest pobierany z kanału spalin przy pomocy sondy rozcieńczającej, i doprowadzany grzaną linią poboru próbki zaprojektowaną specjalnie na potrzeby pobierania próbek rtęci z wymagających warunków procesowych.

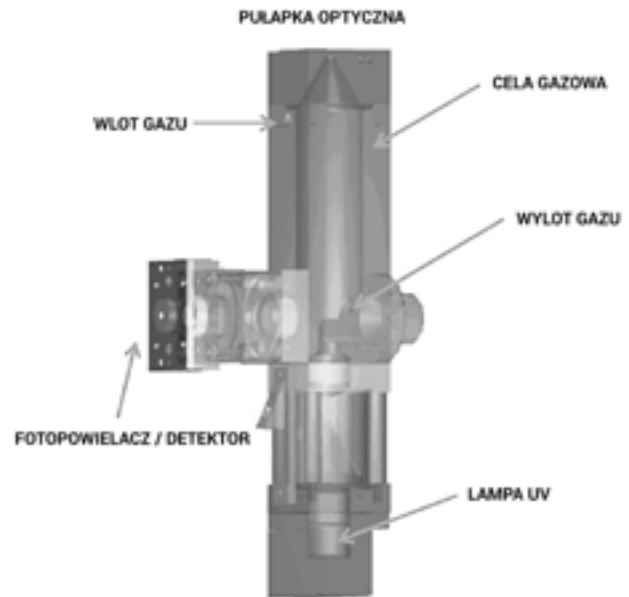
Limit detekcji analizatora CMM wynosi  $0,025 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , a najniższy dostępny zakres pomiarowy dla stężenia rtęci całkowitej,  $0 - 5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , można uzyskać z ilorazem rozcieńczenia 1:50 na ekstrakcyjnej sondzie próbki.

Spektrometr działający na zasadzie fluorescencji zimnych par (CVAF) zapewnia znakomitą czułość. Niepewność pomiaru w tradycyjnych analizatorach jest wyższa wskutek obecności wilgoci i tlenu, obniżających poziom sygnału fluorescencyjnego pochodzącego od rtęci obecnej w próbce. Firma Gasmet wyeliminowała ten „efekt wygaszania” w analizatorze CMM stosując rozcieńczeniowy układ pobierania, w którym rolę gazu rozcieńczającego pełni syntetyczny azot wytwarzany w generatorze wewnątrz szafki analizatora. 50-krotne obniżenie stężenia gazów przeszkadzających pozwala wyeliminować efekt wygaszania, a bardzo niski limit detekcji analizatora gwarantuje zachowanie poziomu czułości pomiaru rtęci. Co ważne, fakt prowadzenia pomiaru w gazie składającym się w 98 % z azotu gwarantuje stałość wyników niezależnie od składu paliwa oraz technik redukcji emisji stosowanych w zakładzie.

Spektrometr atomowy bazujący na zasadzie fluorescencji zimnych par (CVAF) mierzy rtęć atomową ( $\text{Hg}^0$ ), dlatego aby zmierzyć rtęć całkowitą, w tym formy utlenione, stosowany jest katalityczny konwerter termiczny, przeprowadzający wszystkie formy rtęci, takie jak chlorek rtęci, do postaci atomowej. Konwerter jest bezpośrednio połączony z celą fluorescencyjną, dla uniknięcia reakcji powrotnych, w których może zachodzić wsteczna konwersja rtęci atomowej do form utlenionych.

Dla określenia charakterystyki przydatności oraz długoterminowej stabilności eksploatacyjnej sondy gazu i układu rozcieńczania w różnych procesach system został poddany badaniom w warunkach rzeczywistych w szeregu zastosowań w przemyśle, takich jak elektrownia węglowa, spalarnia odpadów niebezpiecznych, instalacja wytwarzania kwasu siarkowego oraz cementownia.

Uwzględnienie reaktywnej natury rtęci wymagało szczególnych środków ostrożności, dla zagwarantowania, że rtęć nie będzie absorbowana przez pyły akumulowane w filtrach sondy gazowej. Rtęć łatwo reaguje z pyłem wapiennym, co skutkuje stratami rtęci oraz wydłużeniem czasu odpowiedzi analizatora. W związku z tym, urządzenie Gasmet CMM wyposażono w mniejszy element filtracyjny, co pozwoliło zminimalizować odkładanie pyłów na filtry, a także w dwustopniowy mechanizm przedmuchu wstecznego, w którym pyły są najpierw usuwane z elementu filtracyjnego, a następnie w drugim stopniu wyprowadzane z sondy z powrotem do procesu.



## CVAF / CZĘSTE PYTANIA

Poniższa lista zawiera najczęściej zadawane pytania dotyczące fluorescencyjnej spektroskopii atomowej zimnych par (ang. Cold Vapor Atomic Fluorescence, skr. CVAF) oraz pomiarów emisji rtęci, wraz z odpowiedziami.

### 1. CO OZNACZA „CVAF”? NA CZYM POLEGA ZASADA DZIAŁANIA?

„CVAF” to Cold Vapor Atomic Fluorescence (fluorescencja atomowa zimnych par). Skrót ten oznacza ekstremalnie czułą i selektywną metodę pomiaru śladowych stężeń rtęci. Analizator rtęci wykorzystujący tę zasadę pomiaru posiada następujące zasadnicze komponenty:

- lampa rtęciowa emitująca światło ultrafioletowe o długości fali specyficznej dla rtęci (253,7 nm)
- przepływowa cela pomiarowa, w której wiązka pomiarowa emitowana przez lampę UV przebiega przez strumień gazu
- powielacz fotoelektronowy UV, pełniący rolę detektora umożliwiającego wykrywanie pojedynczych fotonów, zamontowany pod kątem 90° w stosunku do lampy UV
- pułapkę optyczną, płytki polaryzacyjne, oraz inne elementy służące do eliminowania światła poza pomiarowego

Detektor UV nie „widzi” światła emitowanego przez lampę, a to ze względu na kąt geometrii pomiaru (90°) oraz pułapki optyczne eliminujące światło poza pomiarowe. Jedynym sygnałem odbieranym przez detektor jest światło fluorescencji pochodzące od atomów rtęci obecnych w badanym gazie.

### 2. CZYM JEST FLUORESCENCJA UV?

Fluorescencja to zjawisko obserwowane dla wielu substancji absorbujących ultrafiolet lub światło widzialne. W przypadku atomu rtęci (Hg) sekwencję interakcji ze światłem można streścić w następujący sposób:

$\text{Hg (stan podstawowy)} + h\nu \rightarrow \text{Hg (stan wzbudzony)}$  (krok 1)

$\text{Hg (stan wzbudzony)} \rightarrow \text{Hg (stan podstawowy)} + h\nu$  (krok 2)

Fotony fluorescencyjne ( $h\nu$ ) powstające w kroku 2 mają taką samą długość fali jak fotony pochodzące od lampy UV w kroku 1. Niemniej jednak, możliwe jest rozróżnienie pomiędzy nimi, ponieważ fotony (2) są emitowane przez atomy rtęci we wszystkich kierunkach, natomiast światło lampy UV w kroku 1 biegnie w równoległej wiązce skierowanej w stronę pułapki optycznej przy końcu celi pomiarowej. Dzięki zastosowaniu pułapek optycznych i 90-stopniowej geometrii pomiaru fotony powstające

w kroku 2 można wykrywać bez przeszkadzającego wpływu fotonów pochodzących z kroku 1.

### 3. CVAF CZY CVAA?

W porównaniu z techniką pomiarową bazującą na absorpcji atomowej (CVAA), fluorescencja atomowa wykorzystana w analizatorze Gasmet CMM oferuje wyższą czułość oraz redukcję wpływów przeszkadzających, co jest wynikiem wysokiej specyficzności zjawiska fluorescencji. Stanowi to szczególną zaletę w zastosowaniach z niskimi stężeniami rtęci przy jednocześnie wysokich stężeniach innych gazów absorbujących ultrafiolet, takich jak  $\text{SO}_2$ . Oznacza to, że CVAF jest najlepszą techniką pomiaru np. dla elektrowni spalających węgiel kamienny i brunatny oraz dla pieców w cementowniach.

W porównaniu z innymi analizatorami bazującymi na fluorescencji atomowej, Gasmet CMM jest rozwiązaniem bardziej kompaktowym i bardziej ekonomicznym, oferującym wiele zalet związanych z dokładnością i niezawodnością:

- brak reakcji powrotnych do innych form rtęci za konwerterem
- sonda próbkowa oferuje unikalny, dwustopniowy mechanizm przedmuchu wstecznego, gwarantujący usuwanie pyłów z powierzchni filtra
- eliminacja strat rtęci w sondzie i redukcja efektów pamięci dzięki zapewnieniu czystości filtrów
- niewielkie wymagania odnośnie konserwacji

### 4. CZY WYSTĘPUJĄ ZAKŁÓCENIA POMIARU POCODZĄCE OD $\text{SO}_2$ ?

Inne gazy absorbujące ultrafiolet, takie jak  $\text{SO}_2$ , nie zakłócają wykonywanego pomiaru, gdyż użyte źródło światła jest selektywne względem rtęci, tak iż wykrywane światło fluorescencyjne pochodzi wyłącznie od zawartej w próbce rtęci. Analizator CMM pracujący przy pomiarze rtęci w procesie produkcji kwasu siarkowego, z zawartością 5–10 % obj.  $\text{SO}_2$ , nie wykazał zakłóceń pomiaru nawet w tak ekstremalnej matrycy gazowej.

### 5. CZYM JEST WYGASZANIE I JAK JEST MINIMALIZOWANE?

Wygaszanie jest zjawiskiem polegającym na występowaniu zderzeń pomiędzy atomami rtęci i cząsteczkami takimi jak  $\text{O}_2$  w niewielkim oknie czasowym pomiędzy absorpcją światła ultrafioletowego a emisją światła fluorescencyjnego przez atomy rtęci.

Zderzenie wewnątrz tego przedziału czasowego może usunąć energię zmagazynowaną przez atom rtęci i przekazać ją cząsteczce wygaszającej ( $O_2$ ). Wygaszanie obniża ilość światła padającego na detektor ultrafioletu i w związku z tym będzie powodować zaniżony odczyt przyrządu, o ile nie zostanie wyeliminowane.

Do składników spalin posiadających właściwości wygaszające należą  $O_2$ ,  $CO_2$  oraz  $H_2O$ . Azot nie jest czynnikiem wygaszającym, natomiast pozostałe gazy znajdujące w matrycach spalin mają typowo stężenia poniżej 1 %, i można je zignorować. Rozcieńczanie próbki gazowej w stosunku 1:50 znacząco obniża stężenia gazów wygaszających, a znakomita selektywność metody CVAF oznacza możliwość korzystania z dość wysokich rozcieńczeń. W przypadku rozcieńczania powietrzem zawartość  $O_2$  w powietrzu powodowałaby znaczące wygaszanie sygnału fluorescencyjnego, w związku z tym w systemie CMM funkcję gazu rozcieńczającego pełni azot. Azot do rozcieńczania jest wytwarzany w generatorze azotu zainstalowanym wewnątrz systemu CMM bazującym na sprężonym powietrzu. Rozcieńczanie azotem zamiast powietrza dziesięciokrotnie zwiększa czułość systemu.

## 6. JAKI JEST LIMIT DETEKCJI SYSTEMU GASMET CMM?

Granica wykrywalności wynosi 0,5 nanogramów na metr sześcienny, przy rozcieńczaniu próbki gazowej syntetycznym azotem. Uwzględniając iloraz rozcieńczenia, granica wykrywalności w nierozcieńczonych gazach spalinowych wynosi 25 ng/m<sup>3</sup> (0,025 µg/m<sup>3</sup>).

## 7. W JAKI SPOSÓB OBJĄC POMIAREM WSZYSTKIE FORMY RTĘCI?

Przyrządy bazujące na technice CVAF wykrywają wyłącznie pary rtęci atomowej ( $Hg^0$ ), natomiast gazy spalinowe zawierają również związki rtęci utlenionej, takie jak  $HgCl_2$ . W systemie CMM, bezpośrednio przed wlotem do fluorescencyjnej celi pomiarowej próbka gazu przepływa przez konwerter termiczny. Związki rtęci ulegają rozkładowi do rtęci atomowej, dzięki czemu możliwy jest pomiar łącznej gazowej emisji rtęci. Dzięki umiejscowieniu celi bezpośrednio za konwerterem unika się reakcji powrotnych na odcinku pomiędzy konwerterem a pomiarem.

## 8. JAKIE SĄ TYPOWE ZASTOSOWANIA SYSTEMU GASMET CMM?

Zgodnie z wyjaśnieniem zaprezentowanymi w pierwszej części ciągle monitorowanie rtęci jest albo korzystne dla prowadzenia procesu oczyszczania spalin, albo stanowi prawny wymóg. Dzięki wysokiej czułości (niskie zakresy pomiarowe) oraz minimalnej wrażliwości na wpływy zakłócające, system Gasmeter CMM stanowi optymalne rozwiązanie we wszystkich tych zastosowaniach przy monitorowaniu emisji. Oprócz tego, może być również wykorzystywany w kontroli procesowej przy produkcji kwasu siarkowego. Surowa siarka uczestnicząca w tym procesie często zawiera zanieczyszczenia rtęciowe pochodzące ze źródeł mineralnych, w związku z czym system CMM jest przydatny przy monitorowaniu śladowych poziomów rtęci w strumieniach procesowych zawierających od 5 do 10 % obj.  $SO_2$ , dla zagwarantowania akceptowalnie niskiego stężenia rtęci w produkcie końcowym.

## 9. W JAKI SPOSÓB JEST WYKONYWANA KALIBRACJA?

Analizator CMM jest kalibrowany w odniesieniu do zera oraz zakresu przy użyciu syntetycznego azotowego gazu zerowego wytwarzanego wewnątrz systemu CMM oraz gazu zakresowego  $Hg^0$  generowanego w kalibratorze rtęciowym, stanowiącym integralną część systemu. Kalibracja jest wykonywana automatycznie, z częstotliwością ustawioną przez użytkownika. Fabrycznym ustawieniem częstotliwości kalibracji jest jedna doba. System może także wykonywać automatyczne sprawdzenie dryfu zera i zakresu, oraz opcjonalnie testy sprawności konwertera i integralności systemu, przy użyciu gazu testowego  $HgCl_2$  wytwarzanego w kalibratorze.

## 10. JAKA JEST WRAŻLIWOŚĆ SYSTEMU CMM NA GAZY INTEREFERUJĄCE?

System CMM toleruje wysokie stężenia gazów takich jak  $SO_2$ , których zakłócający wpływ został praktycznie wyeliminowany, dzięki zastosowanej zasadzie pomiaru, fluorescencji atomowej i rozcieńczania próbki (zob. pytanie nr 1).

## 11. JAKIE CECHY SPECJALNE OFERUJE OPROGRAMOWANIE SYSTEMU CMM?

Interfejs użytkownika analizatora rtęci stanowi prosty w użytkowaniu panel dotykowy z oprogramowaniem umożliwiającym kontrolowanie analizatora, kalibratora i mechanizmu wstecznego przedmuchu sondy gazowej. Interfejs generuje wizualizacje wartości pomiarowych na ekranach trendów (60 minut / 24 godziny) i na ekranie bieżących wartości pomiarowych stężenia. Komunikaty statusu i ostrzeżeń są sortowane przez oprogramowanie, i prezentowane w czterech kategoriach (alarmy systemowe, żądania obsługi serwisowej, konserwacja, ważność wyników). Użytkownik ma również możliwość definiowania ustawień kalibracji oraz procedur wstecznego przedmuchu systemu.

## 12. JAK JEST ELIMINOWANE RYZYKO ZANIECZYSZCZENIA PRÓBKĄ GAZU?

Metaliczne części sondy systemu CMM oraz filtry posiadają specjalne powłoki dzięki którym unika się reakcji rtęci z metalami, a węże elastyczne są wykonane z polimeru perfluorowego o znakomitej odporności chemicznej.

Oprócz wyjaśnionego powyżej doboru materiałów zastosowano następujące środki eliminujące straty rtęci oraz efekty pamięciowe:

- ogrzewanie trasy gazu pomiarowego na całej długości, wraz z rurką sondy
- zmniejszona powieszchnia elementu filtracyjnego i częsty, dwustopniowy przedmuch wsteczny, dla uniknięcia akumulowania znacznych ilości pyłów na elemencie filtracyjnym
- trasa próbki prowadzi wyłącznie próbkę rozcieńczoną
- cela pomiarowa jest utrzymywana pod niskim ciśnieniem (poniżej 100 mbar)

## 13. DLACZEGO GAZ POMIAROWY JEST ROZCIEŃCZANY I W JAKI SPOSÓB?

Pobierana próbka gazowa jest rozcieńczana azotem, dla wyeliminowania zjawiska wygaszania (zob. pytanie 5) oraz dla zmniejszenia natężenia reakcji rtęci obecnej w próbce z powierzchnią linii gazowych. Rozcieńczenie uzyskuje się dzięki wykorzystaniu pompy inżektorowej wyposażonej w kryzę ograniczającą przepływ nierozcieńczonej próbki gazowej do pompy. Strumień gazu rozcieńczającego (azot) doprowadzanego do inżektora zasysa próbkę gazową poprzez sondę do analizatora.

**WIĘCEJ INFORMACJI POD ADRESEM:****GASMET TECHNOLOGIES OY**

Pultitie 8 A, 00880 Helsinki,

Finlandia

contact@gasmet.fi

www.gasmet.com

Tel.: +358 9 7590 0400

**AUTORYZOWANY PRZEDSTAWICIEL W POLSCE:****OMC ENVAG SP. Z O.O.**

ul. Iwonicka 21, 02-924 Warszawa

Tel. 22 858 78 78

Fax 22 858 78 97

E-mail: envag@envag.com.pl

www.envag.com.pl

Firma Gasmet Technologies jest wiodącym dostawcą urządzeń wykorzystujących zaawansowaną technikę pomiarową podczerwieni z transformatą Fouriera (FTIR) na potrzeby ciągłych pomiarów procesowych. Firma Gasmet niezawodnie gwarantuje najlepszy możliwy poziom obsługi technicznej poprzez globalną sieć znakomicie wyszkolonych przedstawicieli, działającą w ponad 70 krajach na wszystkich kontynentach. Misją firmy jest dostarczanie klientom na całym świecie innowacyjnych i niezawodnych rozwiązań z zakresu analizy gazów, odpowiadających na rzeczywiste potrzeby użytkowników. Wszystkie produkty Gasmet są ściśle dostosowane do potrzeb konkretnego klienta, oraz do specyfiki zastosowania.

*Skontaktuj się ze specjalistą* [www.envag.com.pl](http://www.envag.com.pl) [pow@envag.com.pl](mailto:pow@envag.com.pl) **22 858 78 78**