

# NAJNOWSZE DOŚWIADCZENIA ZE STOSOWANIA INSTALACJI KONDYCJONOWANIA SPALIN JAKO METODY POPRAWY SKUTECZNOŚCI ISTNIEJĄCYCH ELEKTROFILTRÓW

Krzysztof FILIPOWSKI  
Pentol-Enviro Polska Sp. z o. o.  
[Krzysztof.filipowski@pentol.com.pl](mailto:Krzysztof.filipowski@pentol.com.pl)

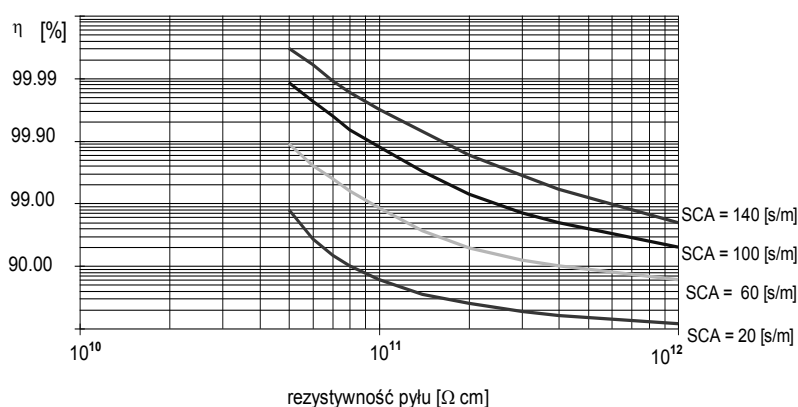
## STRESZCZENIE

W ciągu ostatnich 25 lat zabudowano w Europie około 100 instalacji kondycjonowania spalin. W przeszłości służyły one często przedłużeniu życia wyeksploatowanych elektrofiltrów, obecnie są one alternatywą rozbudowy lub wymiany na większe, elektrofiltrów będących w dobrym stanie. W pracy opisano zasady działania i budowę Instalacji Kondycjonowania Spalin. Referat opisuje typowe zastosowanie instalacji w krajach UE, w tym na kotłach z mokrym odsiarczaniem spalin. Przedstawiono również wybrane aspekty specyficzne dla warunków polskich.

### 1. Wprowadzenie

Elektrofiltry są najczęściej stosowanymi urządzeniami służącymi do redukcji emisji pyłu ze spalin kotłów węglowych. Wiele z nich pracuje ze skutecznością niższą od projektowej. Standardy emisji pyłu obowiązujące w Polsce są stopniowo zaostrzane zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej. Wielu użytkowników elektrofiltrów jest przez to zmuszonych do poprawy ich skuteczności. Na rys. 1 pokazano zależność skuteczności elektrofiltrów od dwóch podstawowych czynników:

- wielkości elektrofiltru, określonej przez iloraz powierzchni elektrod osadczych i przepływu spalin, czyli jednostkową powierzchnią osadczą (SCA);
- rezystywności popiołu lotnego – optymalna skuteczność elektrofiltru osiągnięta jest dla zakresu rezystywności rzędu  $10^{10}$  do  $10^{11}$   $\Omega$ .cm.



Rys. 1. Zależność skuteczności elektrofiltru od jego wielkości i rezystywności pyłu

W przypadku gdy istniejący elektrofiltr nie spełnia bieżących bądź przyszłych standardów emisyjnych, jego Użytkownik ma do wyboru jedną w poniższych opcji:

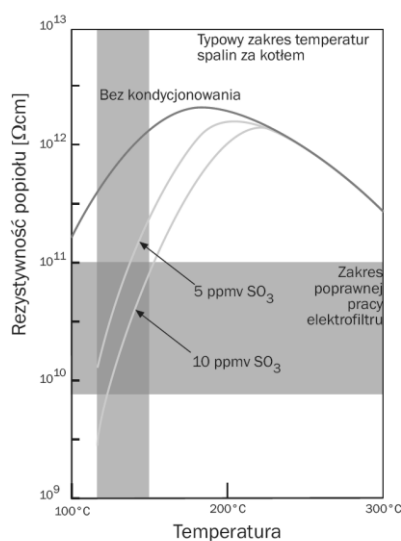
- zwiększenie rozmiaru istniejącego elektrofiltru (w praktyce oznacza to kosztowną modernizację lub wymianę elektrofiltru na większy);

- jeżeli przyczyną problemu jest wysoka rezystywność popiołu, wówczas wchodzi w rachubę jej obniżenie przez zastosowanie instalacji kondycjonowania spalin.

## 2. Zasada działania instalacji kondycjonowania spalin

Pod pojęciem kondycjonowania spalin rozumiemy dawkowanie do strumienia spalin przed elektrofiltrem substancji obniżającej rezystywność pyłu. Najskuteczniejszą i najczęściej stosowaną substancją jest tritlenek siarki ( $\text{SO}_3$ ). W procesie spalania niewielka ilość  $\text{SO}_2$  ulega naturalnemu utlenieniu do  $\text{SO}_3$ . Spalanie zasiarczonego węgla (o zawartości S rzędu 2%) pozwala zazwyczaj na uzyskanie właściwej rezystywności pyłu. W takich warunkach kondycjonowanie spalin może być uzasadnione jedynie przy bardzo wysokiej zawartości popiołu w węglu. W praktyce jednak większość kotłów spala obecnie węgiel niskosiarkowy (w warunkach polskich oznacza to 0,6-1% S). Rezystywność popiołu jest wówczas prawie zawsze zbyt wysoka i dawkowanie śladowych ilości  $\text{SO}_3$  może być więc optymalnym rozwiązaniem problemu nadmiernej emisji pyłu.

Tritlenek siarki jest wdmuchiwany do strumienia spalin pomiędzy podgrzewaczem powietrza a elektrofiltrem, wiąże się z parą wodną zawartą w spalinach i kondensuje na powierzchni cząsteczek popiołu, tworząc ciekłą przewodzącą warstewkę, obniżającą rezystywność popiołu do poziomu zapewniającego optymalną skuteczność EF. Na rys. 2 przedstawiono jak funkcja rezystywności od temperatury zmienia się w zależności od dawki  $\text{SO}_3$ .



Rys. 2. Zależność rezystywności pyłu od dawki  $\text{SO}_3$  i temperatury

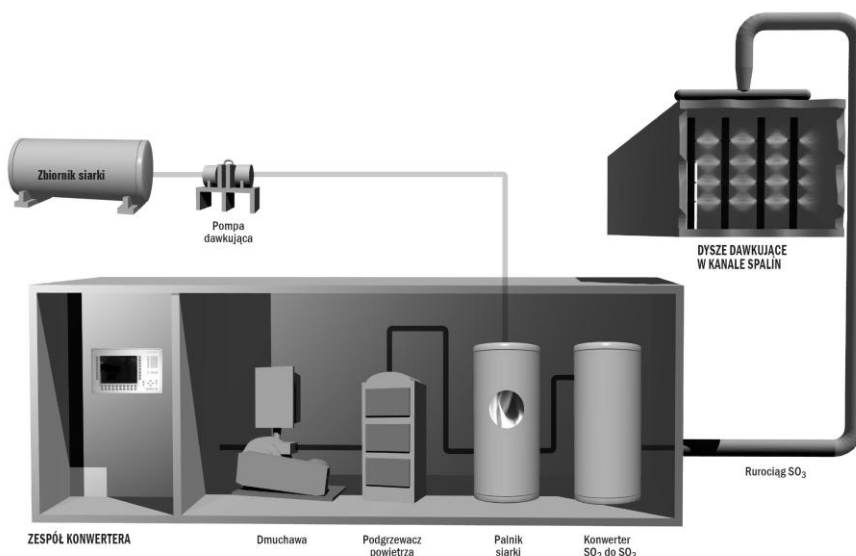
Pentol wdrożył dwa alternatywne systemy wytwarzania  $\text{SO}_3$ :

- z surowcem w postaci ciekłego  $\text{SO}_2$ ;
- z surowcem w postaci płynnej siarki.

Praktycznie wszystkie produkowane obecnie instalacje kondycjonowania wykorzystują płynną siarkę, jednakże wiele 10-20 letnich instalacji na  $\text{SO}_2$  jest wciąż sprawnych i używanych. Łącznie ilość instalacji dostarczonych przez Pentol do krajów UE przekracza 100. Uproszczony schemat technologiczny instalacji z płynną siarką przedstawiono na rys. 3.

Siarka jest dostarczana za pomocą cystern kolejowych lub samochodowych i magazynowana w stanie płynnym w temperaturze  $140^\circ\text{C}$  w zbiorniku bezciśnieniowym, a następnie dostarczana do zespołu piec/konwerter za pomocą pompy dawkującej o wydajności

regulowanej obciążeniem kotła. Powietrze do spalania jest podgrzewane do temperatury umożliwiającej zapłon siarki.



Rys. 3. Uproszczony schemat technologiczny instalacji

SO<sub>2</sub> uzyskane ze spalania siarki jest następnie katalitycznie utleniane do SO<sub>3</sub> ze sprawnością około 97%. Z uwagi na egzotermiczność tej reakcji temperatura uzyskanej mieszanki SO<sub>3</sub> z nadmiarem powietrza przekracza 500°C. Gorący gaz jest równomiernie rozprowadzany w objętości spalin za pomocą dysz dawkujących. Na rys. 4 pokazano kontener z instalacją, rurociągami SO<sub>3</sub> i dyszami dawkującymi.



Rys. 4. Widok kontenera z instalacją rurociągów i dysz dawkujących SO<sub>3</sub>

### 3. Zakres zastosowań kondycjonowania spalin

W początkowym okresie stosowano kondycjonowanie spalin przede wszystkim celem obniżenia emisji pyłu do atmosfery – takie rozwiązanie było alternatywą rozbudowy zbyt małego elektrofiltru. W niektórych przypadkach spalanie węgla niskosiarkowego połączone z zastosowaniem kondycjonowania spalin pozwalało na rezygnację z instalacji odsiarczania spalin. Łatwość zabudowy instalacji pozwalała na jej przemieszczanie pomiędzy kotłami.

Praktyka ostatnich lat pokazała nowy kierunek zastosowania kondycjonowania spalin, a mianowicie w połączeniu z instalacjami mokrego odsiarczania spalin (IOS). Producenci IOS

określają zazwyczaj maksymalne zapylenie na wlocie do absorbera, umożliwiające zagwarantowanie białości gipsu oraz dyspozycyjności instalacji.

Dobrym przykładem połączenia kondycjonowania i mokrego odsiarczania spalin może być Elektrownia Herne w Niemczech, należąca do koncernu Steag AG. Na bloku 3 zainstalowany jest kocioł Bensona z mokrym odprowadzeniem żużla, o mocy cieplnej 805 MW<sub>th</sub> (300 MW<sub>e</sub>). Projektowym paliwem był węgiel o wysokim zapopieleniu. W roku 1986 zaczęto spalać węgiel o bardzo niskiej zawartości części lotnych, zapobiegając w ten sposób zamknięciu lokalnej kopalni. W tym samym okresie zainstalowano szereg urządzeń dla redukcji emisji zanieczyszczeń: dodatkowy elektrofiltr, mokre odsiarczanie oraz katalityczne odazotowanie. Zastosowanie mokrego odprowadzenia żużla zmniejsza wprawdzie unos popiołu lotnego z kotła, jednakże skuteczność elektrofiltru jest ograniczona, z uwagi na drobnoziarnisty charakter popiołu.

Stopniowe przechodzenie na węgiel importowany, zakończone w roku 2002 po zamknięciu lokalnych kopalni, spowodowało konieczność redukcji obciążenia kotła, dla zabezpieczenia instalacji odsiarczania. Mimo to niezbędne było okresowe wyłączanie kotła z ruchu do czyszczenia IOS. Ponadto czystość gipsu była na granicy dopuszczalności do sprzedaży jako materiału budowlanego.

Pomiary rezystywności pyłu wykazały wartość do 10<sup>13</sup> Ω.cm. W związku z tym Inwestor zdecydował o przeprowadzeniu w roku 2004 próby kondycjonowania spalin za pomocą SO<sub>3</sub>. Od tego czasu instalacja pracuje w sposób ciągły. Osiągnięto następujące wyniki:

- emisja pyłu za EF spadła z 200-500 do 30 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup>;
- emisja pyłu za IOS spadła z ponad 20 do poziomu poniżej 5 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup>;
- elektrody elektrofiltru pozostają czyste, brak jest jakichkolwiek śladów korozji;
- białość gipsu wzrosła z 70 do 90%;
- dodatkowe czyszczenie IOS (wykonywane wcześniej co kilka tygodni) nie było ani razu potrzebne;
- brak negatywnych efektów związanych z recyrkulacją popiołu do paleniska.

#### 4. Wnioski

Od roku 2004 wiele innych instalacji kondycjonowania spalin zostało zainstalowanych na kotłach wyposażonych w mokre IOS. Również w Polsce niektórzy użytkownicy elektrowni z mokrym odsiarczaniem wykazują zainteresowanie kondycjonowaniem spalin. Kolejnym obszarem zainteresowania są średnie i mniejsze kotły nie wyposażone w IOS.

Doświadczenie producenta instalacji kondycjonowania spalin potwierdza możliwość zastosowania tej metody redukcji emisji pyłu w każdym przypadku gdy przyczyną nadmiernej emisji pyłu jest wysoka rezystywność pyłu – z wyjątkiem nielicznych obiektów, gdy bardzo wysoka temperatura (rzędu 200°C lub wyższa) wymaga tak wysokiej dawki SO<sub>3</sub>, że metodę staje się nieopłacalna.

Nie widać również przeciwwskazań do zastosowania kondycjonowania na kotłach fluidalnych spalających różne rodzaje paliwa, w tym węgiel brunatny, chociaż w tym ostatnim przypadku należy liczyć się z wyższą dawką niż dla węgla kamiennego. Dla oceny celowości zastosowania kondycjonowania nie jest nawet potrzebne dokonanie pomiaru rezystywności – zazwyczaj wystarcza zapoznanie się z analizami popiołu oraz parametrami pracy elektrofiltru, w szczególności charakterystykami prądowo-napięciowymi. Próby kondycjonowania, powszechnie praktykowane 15-20 lat temu, zazwyczaj nie są już potrzebne.