

Piotr Wardak

Proces inwestycyjny oraz Metody Redukcji NO_x, SO_x na przykładzie wybranych polskich obiektów energetycznych

Koło Naukowe Energetyków
Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Warszawska
Konferencja: Nowoczesna Energetyka Europy Środkowo-Wschodniej 2015

Opiekun naukowy: -

Abstrakt

Artykuł zawiera informacje o sposobach usuwania zanieczyszczeń takich jak tlenki siarki oraz tlenki azotu ze spalin wraz z ich opisem. W artykule znajduje się również opis procesu inwestycyjnego. Na sam koniec autor skupił się na podaniu konkretnych przykładów inwestycji będących w trakcie realizacji w Polskich sektorze energetycznym

1. PROCES INWESTYCYJNY

Wytwarzanie energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych wiąże się z emisją dwutlenku siarki, związków azotu, pyłów oraz dwutlenku węgla do atmosfery.

W celu zapobiegania zanieczyszczeniom i oddziaływaniu na środowisko elektrownie i elektrociepłownie prowadzą działania inwestycyjne.

Realizacja zadania inwestycyjnego, jakim jest budowa instalacji odsiarczania spalin (IOS) a także technologia zmniejszenia i optymalizacji emisji związków azotu jest procesem skomplikowanym, wymagającym współdziałania specjalistów wielu dziedzin, w tym: techniki, technologii, zarządzania, prawa, finansów, ekonomii i handlu. Nadzór na takim zadaniem wymaga od inwestora zaangażowania środków i zasobów własnych zarówno w proces planowania, jak i w samo wdrożenie.

Otoczenie każdego projektu inwestycyjnego to skomplikowany, zróżnicowany zbiór podmiotów (inwestor, właściciel, wykonawca, podwykonawcy, ubezpieczyciele, banki i instytucje finansujące, doradcy, odbiorcy produktu, administracja), o często sprzecznych interesach. Relacja głównych podmiotów procesu inwestycyjnego, czyli Inwestora i Generalnego Wykonawcy, jest tego najlepszym przykładem. Inwestor chce otrzymać możliwie dużo za swoje określone środki, a wykonawca naturalnie dąży do tego, by za te środki dać jak najmniej. Jednak w ramach zawartych Umów, strony muszą tak współpracować, by kontrakt w ogóle wykonać.

Nowym, charakterystycznym zjawiskiem dla realizacji projektów inwestycyjnych jest pojawienie się doradców u prawie każdego z ważniejszych graczy z otoczenia projektu. Po części wynika to z wymagań banków i podmiotów finansujących inwestycje, po części z coraz bardziej wyspecjalizowanej wiedzy niezbędnej dla optymalnego zarządzania procesem inwestycyjnym.

Podmiotem zewnętrznym, który w imieniu i na rzecz inwestora zarządza lub pomaga zarządzać całością procesu inwestycyjnego może być Inżynier Kontraktu (IK). Inżynier Kontraktu to firma wykonująca całość lub część obsługi ekonomiczno-techniczno-nadzorczej przedsięwzięcia inwestycyjnego. Podobne funkcje jak IK wypełniają podmioty nazywane

Inżynierem, Inżynierem Konsultantem, Doradcą, Doradcą Technicznym, Przedstawicielem Zamawiającego itd.

Główne zalety takiego podmiotu to niezależność, rozległa wiedza i doświadczenie. Proces nadzoru nad przedsięwzięciem ze strony inwestora obejmuje określenie jego wymagań w stosunku do wykonawców, wyznaczenie jasnych i osiągalnych celów, utrzymanie równowagi pomiędzy trudnymi do pogodzenia wymaganiami dotyczącymi jakości, zakresu, czasu i kosztów, dostosowanie specyfikacji planów i sposobów podejścia do różnych zainteresowań i oczekiwań interesariuszy.

Zgodnie z PMI (Project Management Institute) zarządzanie projektem obejmuje dziewięć obszarów: zarządzanie integracją projektu, jego zakresem, czasem, kosztem, jakością, zasobami ludzkimi, komunikacją, ryzykiem i zamówieniami. We wszystkich obszarach IK ma swoje konkretne zadania, wynikające z potrzeb inwestora.

Jednym z najbardziej istotnych elementów zarządzania każdym projektem inwestycyjnym i jednocześnie elementem najczęściej pomijanym jest zarządzanie ryzykiem. Zagadnienie skupia się na integracji zarządzania ryzykiem z istniejącymi w organizacji projektu procesami i identyfikowaniu przyszłych zdarzeń, które mogą mieć pozytywny bądź negatywny wpływ na realizację zadania inwestycyjnego.

Ze wszystkimi zasobami niezbędnymi do realizacji projektów inwestycyjnych: finansami, czasem, urządzeniami, materiałami, firmami wykonawczymi, ludźmi do realizacji jest krucho. Dlatego też tym, co jest, należy optymalnie zarządzać.

Inwestycje w energetyce zawodowej i ciepłownictwie, z uwagi na swoją skalę, będą wymagały finansowego wsparcia systemu bankowego lub finansowego. Bankowe standardy finansowania dużych projektów inwestycyjnych stawiają inwestorom coraz większe wymagania. Dzisiaj dla banku jest ważna nie tylko faza projekcji finansowych czy też analiza efektywności inwestycji – banki bardzo mocno ingerują w sam proces organizacji i fazę realizacyjną budowy. Doradca techniczny banku „towarzyszy” inwestorowi przy definiowaniu zakresu rzeczowego zadania, przy ustalaniu budżetu, przy wyborze wykonawcy, także przy odbiorach robót i dostaw oraz weryfikacji faktur. A wszystko po to, aby zostały dotrzymane budżet, termin i jakość zadania, bo to gwarancja efektu ekonomicznego, zapewniającego zwrot zainwestowanego kapitału.

2. METODY REDUKCJI TLENKÓW SIARKI(SOX)- ODSIARCZANIE SPALIN

Z analizy kosztów wynika, że dla bloków > 200 MWe najlepiej jest stosować mokrą metodę wapienną, gdzie jako sorbent stosuje się mączkę kamienia wapiennego, a produktem jest $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, który przerabia się na gips budowlany ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$).

Kotły o mocy < 200 MWe wymagają innego podejścia. Najczęściej stosuje się metodę półsuchą, polegającą na iniekcji zawiesiny $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do specjalnego reaktora, w którym następuje usuwanie SO_2 . Produkt odsiarczania w postaci drobnych cząsteczek: $\text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 usuwany jest w filtrach tkaninowych i praktycznie nie nadaje się do utylizacji, dlatego też musi być bezpiecznie składowany.

Poniżej przedstawiam metody odsiarczania spalin spotykane w obiektach przemysłowych

Metoda Sucha

Metoda ta polega na dozowaniu do komory paleniskowej suchych sorbentów takich jak:

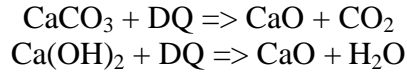
- kamień wapienny o zawartości CaCO_3 powyżej 90%
- wapno hydratyzowane $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- wapno palone CaO
- dolomit $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$

Sorbent do kotła może być dozowany na trzy sposoby:

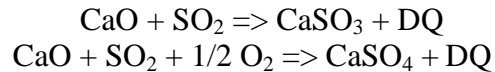
- Bezpośrednio mieszany z węglem (np. w młynie).
- Wdmuchiwany do komory paleniskowej wokół płomienia.
- Wdmuchiwany do komory paleniskowej powyżej płomienia (sposób preferowany).

Metoda suchego odsiarczania (nazywana również metodą bezpośrednią) polega na absorpcji siarki przez CaO uzyskanego ze zmielonego kamienia wapiennego, wapna hydratyzowanego lub dolomitu.

Sorbent po wprowadzeniu do komory paleniskowej ulega rozkładowi tj. dekarbonizacji lub dehydratacji zgodnie z reakcjami:



a następnie wapno reaguje z SO₂ wg reakcji:



Dehydratyzacja występuje w temperaturze powyżej 400°C, a dekarbonizacja powyżej 750°C. Dotychczasowe doświadczenia wykazują, że wprowadzenie mączki kamienia wapiennego do komory paleniskowej winno się odbywać w obszarach temperatur 780 - 1200°C.

Temperatura panująca w rejonie do którego wprowadza się sorbent jest jednym z najważniejszych parametrów warunkujących uzyskanie zamierzonego efektu odsiarczenia. Zbyt wysoka temperatura może spowodować spiekanie cząstek sorbentu oraz intensywne reakcje CaO z minerałami zawartymi w węglu. Ponadto o efektach odsiarczenia tą metodą decydują takie czynniki jak:

- ilość dozowanego sorbentu (stosunek molowy Ca/S)
- jakość przemiału dozowanego sorbentu
- udział metali alkalicznych w sorbencie (czystość sorbentu)
- udział metali alkalicznych w popiele paliwowym
- czas przebywania (kontaktu) sorbentu ze spalinami w komorze paleniskowej
- jednorodność wymieszania sorbentu ze spalinami

Optymalizacja tych wszystkich czynników w trakcie eksploatacji jest trudna, co w efekcie powoduje, że praktycznie osiągnięta skuteczność odsiarczenia w tej metodzie wynosi 20 - 40 % (max 45 %).

Zalety metody FSI(Furnace Limestone Injection):

- niski koszt inwestycyjny
- prosta budowa, a więc krótki termin realizacji inwestycji
- niska cena sorbentu
- małe zapotrzebowanie powierzchni na instalacje pomocnicze
- suchy produkt końcowy

Do wad tej metody zaliczyć należy możliwość zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnych kotła oraz wzrost zapylenia spalin.

Metoda Pólsucha

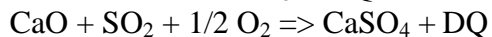
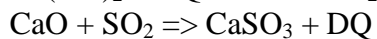
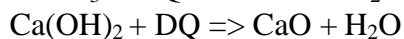
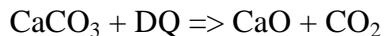
W metodzie tej proces odsiarczania spalin przebiega w dwóch etapach.

W pierwszym - proces wiązania SO₂ przebiega wg mechanizmów podobnych jak w metodzie suchej, tzn. zmielony sorbent dozowany jest do strefy temperatur optymalnych dla prażenia i wiązania z SO₂ w komorze paleniskowej.

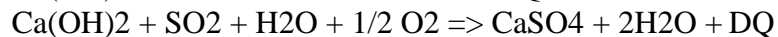
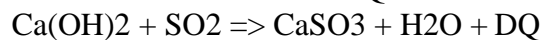
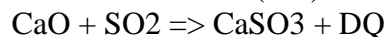
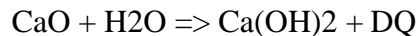
Etap drugi odsiarczania spalin realizowany jest w zraszaczu spalin (skruberze) umieszczonym pomiędzy wylotem spalin z kotła a wlotem do odpylacza.

Etap I - polega na dozowaniu sorbentu do komory paleniskowej.

Zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Etap II - zraszanie spalin za kotłem:



Spaliny w zraszaczu zawierające ziarna pyłu CaO na powierzchniach, z których utworzył się CaSO₄ lub CaSO₃ zraszone są wodą w ilości zapewniającej jej całkowite odparowanie. Temperatura spalin przed elektrofiltrem zostaje obniżona do wartości bezpiecznych dla powstania kondensacji H₂SO₄ (powyżej punktu rosy).

Dzięki zwilżeniu spalin i zawartych w nich pyłach, ziarna CaO pękają tworząc nowe powierzchnie dla umożliwienia wiązania CaO z SO₂. Proces ten w efekcie wpływa na podwyższenie skuteczności odsiarczania spalin. Dodatkowo - w zraszaczu znaczna część pyłów zostaje wytrącona ze spalin osiadając w dolnej części, skąd jest usuwana jako produkt odpadowy procesu. Praktycznie osiągnięta skuteczność odsiarczania spalin wynosi ok. 70%, co w przypadkach elektrowni spalających węgiel o względnie niskiej zawartości siarki palnej daje szansę zbliżenia się do dopuszczalnych wartości emisji SO₂.

Koszty inwestycyjne w tej metodzie wzrastają w stosunku do metody suchej o koszty zabudowy zraszacza spalin i układu odprowadzenia produktu poprocesowego. Metoda ta nie eliminuje większości wad charakterystycznych dla odsiarczania suchego, lecz niektóre z nich łagodzi jak np.:

- w znacznie mniejszym stopniu wpływa na wzrost zapylenia spalin przed elektrofiltrem
- zmniejsza ilość nie wykorzystanego sorbentu
- zwiększa skuteczność odsiarczania spalin

Do ujemnych cech tej metody należą: zwiększenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych oraz większe zapotrzebowanie miejsca pod zabudowę i obsługę zraszacza.

Reasumując - w porównaniu z metodą suchą - koszt zabudowy rekompensowany jest wzrostem skuteczności odsiarczania o około 20 - 30% oraz zmniejszeniem emisji pyłów do atmosfery dzięki zmniejszeniu zapylenia spalin przed elektrofiltrem.

W 1993 roku RAFAKO wygrało przetarg na dostawę instalacji odsiarczania spalin metodą półsuchą dla jednej nitki spalinowej kotła OP-650 w Elektrowni Rybnik (blok nr 8). Instalacja ta w zakresie II-go stopnia tj. węzła zraszacza jest samodzielnym rozwiązaniem RAFAKO. Natomiast węzeł dozowania sorbentu do komory paleniskowej został już wcześniej zrealizowany przez El. Rybnik.

METODA WAFIT

Technologia WAFIT jest nowoczesną, wysokosprawną, półsuchą technologią oczyszczania spalin. Polega ona na kondycjonowaniu spalin oraz ich kontaktowaniu z sorbentem w postaci wodorotlenku wapniowego $\text{Ca}(\text{OH})_2$ utrzymywanym w cyrkulacji.

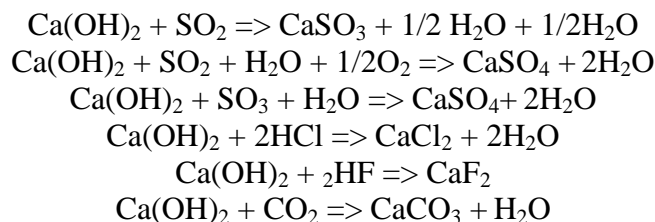
Reaktor pneumatyczny jest zintegrowany z odpylaczem (elektrofiltrem lub filtrem tkaninowym).

Spaliny z kotła odsysane są przez reaktor pneumatyczny i odpylacz za pomocą wentylatora, z którego odprowadzane są do komina. Procesy oczyszczania spalin przebiegają w reaktorze i urządzeniu odpylającym.

W reaktorze można wyróżnić trzy strefy, w których przebiegają procesy oczyszczania spalin:

- strefa kondycjonowania, w której następuje rozpylenie wody i jej całkowite odparowanie, efektem czego jest obniżenie temperatury spalin i ich nawilżenie,
- strefa odsiarczania zasilana sorbentem recyrkulowanym z urządzenia odpylającego,
- strefa odsiarczania zasilana przeciwnie do dozowanym sorbentem świeżym.

W strefie odsiarczania, kwaśne składniki spalin reagują z rozpylonym sorbentem i wodą tworząc sole nieorganiczne. Sumaryczny przebieg reakcji przedstawiają równania:



Powstające w ten sposób stałe produkty reakcji stanowią mieszaninę popiołu, siarczynu, siarczanu, chlorku, fluorku i węglanu wapnia z nieprzereagowanym wapnem oraz innymi zanieczyszczeniami usuniętymi ze spalin.

Produkt poprocesowy odprowadzany jest do zbiornika produktu poreaakcyjnego.

Technologia WAFIT charakteryzuje się bardzo dobrymi wskaźnikami techniczno - ekonomicznymi:

- skuteczność usuwania SO₂ w zależności od temperatury procesu i stosunku Ca/S wynosi 70- 95 %,
- skuteczność usuwania SO₃, HCl, HF wynosi powyżej 90 %.

Na szczególną uwagę zasługuje również niskie zużycie energii oraz sorbentu Ca/S (1,05 - 1,25) jak również znaczne ograniczenie zużycia sprężonego powietrza w stosunku do tradycyjnych półsuchych technologii oczyszczania spalin. Dynamiczna charakterystyka eksploatacyjna pozwala na szybkie uruchomienie i zatrzymanie instalacji. Czas rozruchu do uzyskania zadanych skuteczności oczyszczania spalin wynosi poniżej 30 min. Czas rozruchu w przypadku krótkotrwałego postoju wynosi poniżej 5 min. Instalacja może pracować w szerokim zakresie zmienności strumienia spalin 50- 100 %.

Ważną, zaletą tej instalacji jest jej zwarta konstrukcja. Umożliwia to zabudowę instalacji między kotłem a istniejącym aparatem odpylającym. Instalacja może pracować samodzielnie lub współdziałać z istniejącymi urządzeniami.

W przypadku oczyszczania spalin z kotłów pyłowych z częściowym lub bez wstępnego odpylania uzyskuje się produkt, który po zmieszaniu z wodą tworzy stabilizat. Instalacja może być wykorzystywana do oczyszczania spalin w technice spalania, gdzie paliwo stanowią zasiarczone oleje opałowe lub węgiel, jak również może być użyta przy utylizacji odpadów, zarówno przemysłowych jak i komunalnych.

W przypadku, gdy wymóg skuteczności odsiarczenia spalin nie przekracza 60 - 80 % lub w przypadku oczyszczania spalin ze spalarni odpadów proces może być prowadzony w

temperaturach 90 - 120 °C. Wyłączenie węzła kondycjonowania spalin pozwala uzyskać wspomnianą skuteczność oraz utrzymać temperaturę spalin wylotowych na poziomie temperatury wlotowej. Umożliwia to eksploatację emitora bez wpływu na emisję zanieczyszczeń.

Metoda Mokra

Odsiarczanie spalin metodą mokrą wapienną jest najbardziej powszechną spośród dotychczas znanych wysoko skutecznych metod usuwania SO₂ ze spalin. Skuteczność odsiarczania tą metodą kształtuje się w granicach 90 - 95%

Metoda ta polega na przemywaniu spalin wodną zawiesiną wapna lub kamienia wapiennego w wieży absorpcyjnej, tworząc w efekcie siarczyn wapnia CaSO₃. Dodatkowe natlenienie CaSO₃ powoduje jego konwersję do CaSO₄, który po wytrąceniu z roztworu zostaje poddany obróbce (przemywanie oraz odwodnienie) tworząc w efekcie gips (CaSO₄ x 2H₂O). Mączka kamienia wapiennego lub wapna palonego jest wstępnie przygotowana w formie zawiesiny wodnej w odpowiedniej instalacji. Za pomocą pomp jest następnie przetłaczana do absorbera. Specjalny układ pomp cyrkulacyjnych, rurociągów i systemu dysz zapewnia intensywne przemywanie spalin wewnątrz kolumny absorpcyjnej. Skuteczność procesu zależy w dużym stopniu od intensywności przemywania spalin cieczą (tzw. parametr L/G - ilość cieczy myjącej przypadającej na 1 m³ spalin).

Oczyszczanie spalin wapnem/kamieniem wapiennym- kluczowe zalety

- Prawie stechiometryczne zużycie sorbentu.
- Wieża natryskowa absorbera z wnętrzem niepodatnym na zatykanie.
- różne poziomy natrysku, które mogą w zależności od zawartości SO₂ w spalinach , być aktywowane jeden po drugim, w celu osiągnięcia wysokiego poziomu oczyszczania przy zoptymalizowaniu eksploatacji , nawet w przypadku, gdy stężenie SO₂ jest bardzo wysokie.
- Opatentowany impulsowy system zawieszenia opróżnia płaskie dno w misce absorbera, tym samym zapobiegając zatykaniu i zastyganiu gipsu, nawet w absorberach o dużej średnicy. Mieszadła są niepotrzebne a bezproblemowy rozruch zakładu jest możliwy nawet po długich postojach. Brak ruchomych części instalowanych wewnątrz absorbera.
- Czysty gaz może zostać wypuszczony do atmosfery, bez podgrzewu, na przykład opuszczając instalację poprzez chłodnie kominową lub przez komin zainstalowany na absorberze.
- Wdrożenie nowoczesnych symulacji komputerowej dynamiki płynów do optymalizacji dystrybucji gazów i cieczy w absorberze.

Odsiarczanie Wodą Morską

Doosan Lentjes opracował metodę oczyszczania spalin dla elektrowni zlokalizowanych w regionach nadmorskich . Dzięki tej technologii można osiągnąć taki sam poziom odsiarczania jak osiągnięty za pomocą wapna / kamienia wapiennego. Proces ten jest nie tylko bardziej korzystny finansowo , ale również nie tworzy produktów ubocznych .

Woda morska jest używana wyłącznie jako sorbent zamiast roztworu wapiennego . Wodorowęglany , które znajdują się w rozpuszczonej formie w wodzie morskiej, reagują ze składnikami kwasowymi w spalinach , takimi jak np. dwutlenek siarki . Po absorpcji dwutlenek siarki wiązany jest w roztworze płuczki i przekształcony (utleniony) do siarczanów , które stanowią naturalny element wody morskiej . Woda morska , która jest wykorzystywana jako woda techniczna do oczyszczania gazu jest zwykle pobierana z obiegu chłodzenia elektrowni i po zastosowaniu jej jako sorbent , odprowadzana jest z powrotem do morza, ze nieznacznie wyższym stężeniem siarczanu.

Instalacja odsiarczania spalin wodą morską - decydujące zalety

- Wysoki poziom wychwytywania SO_2 , do 99%
- Prosta konfiguracja systemu z niezawodnych komponentów zapewniająca wysoką dyspozycyjność
- Sprawdzona konstrukcja wieży natryskowej absorbera z optymalną dyspozycyjnością i niską stratą ciśnienia . Dostępna jest również alternatywna, kompaktowa konstrukcja wieży
- Zwarta konstrukcja zmniejszająca niezbędną przestrzeń oraz koszty , absorberem oraz zewnętrzną misą absorbera do neutralizacji
- Wykorzystanie świeżej wody morskiej z odpływu skraplacza w celu wiązania SO_2 w absorberze jako bisiarczyn / siarczyn
- Utlenianie wyżej wymienionych produktów pośrednich przez wodosiarczyn /siarczyn do postaci siarczanu i neutralizacja poprzez gruntowne napowietrzanie w optymalnych warunkach
- Brak konieczności użycia dodatkowych sorbentów
- Brak urządzeń pomocniczych dla wapna, gipsu i oczyszczania ścieków
- Niskie koszty eksploatacji
- Wysoki poziom ochrony środowiska, zweryfikowany przez niezależne instytuty .

Odsiarczanie spalin wodą morską - Zaawansowana konstrukcja

Kluczowymi elementami instalacji odsiarczania spalin wodą morską opracowanej przez Doosan Lentjes są płuczki oraz misa absorbera służąca do neutralizacji. Płuczki zostały zaprojektowane jako otwarta wieża natryskowa i na przestrzeni lat, konsekwentnie zoptymalizowane za pomocą symulacji komputerowej dynamiki płynów. Absorber jest konsekwencją wieloletniego i wszechstronnego doświadczenia w projektowaniu instalacji odsiarczania spalin z absorberem wapiennym. Misa neutralizacyjna wyposażona jest w wysoce wydajne aeratory membranowe, których liczba i rozmieszczenie (wydajność wychwytu absorbera oraz geometria misy / lokalne warunki) są dostosowane do potrzeb. W związku z tym matematyczne modele reakcyjne oraz symulacje CFD odgrywają decydującą rolę.

3. METODY REDUKCJI NOX

Usuwanie tlenków azotu ze spalin kotłów pyłowych wymaga konsekwentnego stosowania pierwotnych i wtórnych metod oczyszczania spalin.

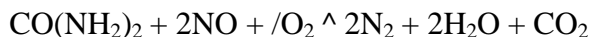
Metody pierwotne odazotowania spalin mogą być realizowane poprzez:

- modyfikację procesu spalania przez modernizację układu paleniskowego na drodze nie stechiometrycznego spalania, recyrkulacji spalin, doprowadzenia wody lub pary, doprowadzenia do komory spalania dodatkowego paliwa węglowodorowego
- modyfikację konstrukcji kotłów (uwzględniając m.in. rodzaj paleniska, obciążenie cieplne komory, rodzaj i rozmieszczenie palników, kąt nachylenia palników, zmiany obciążenia palników itp.),
- stosowanie palników o specjalnej konstrukcji (palniki niskoemisyjne, palniki ze stopniowaniem paliwa, palniki z recyrkulacją gazów itp.),
- wprowadzenie kotłów z cyrkulacyjnym paleniskiem fluidalnym.

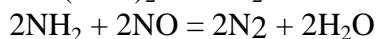
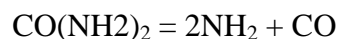
Metody wtórne odazotowania spalin mogą być realizowane poprzez:

Metodę SNCR, czyli selektywnej niekatalitycznej redukcji NO_x, wtryskiwany jest reagent do spalin w górnej części komory paleniskowej, to jest w przedziale temperatur spalin 850-1100°C. Reagent wchodzi w reakcje chemiczne z NO redukując go do N₂ i H₂O. Reagentem jest zwykle wodny roztwór mocznika lub rzadziej wody amoniakalnej.

Na sumaryczne równanie reakcji z mocznikiem:



składają się następujące reakcje pośrednie:



Z równań tych wynika, biorąc pod uwagę masy cząsteczkowe, że z 60 kg mocznika powstaje 28 kg CO, to jest z 1 kg mocznika powstaje 466,7 g CO, co trzeba uwzględnić w bilansie cieplnym kotła.

Zastosowanie tej metody łączy się jednak z doprowadzeniem do komory paleniskowej odpowiedniej ilości wody technologicznej służącej do przyrządzenia roztworu sorbentu o odpowiednio niskim stężeniu. Wiąże się to zatem z odparowaniem tego strumienia wody w komorze paleniskowej i odprowadzeniem powstałej pary wodnej wraz ze spalinami wylotowymi z kotła.

Negatywnym skutkiem metody SNCR jest tzw. poślizg amoniaku, to jest zawartość nieprzereagowanego amoniaku w spalinach. Oczekuje się, że jego stężenie nie powinno przekraczać 3-5 ppm.

Metoda SCR - zastosowanie selektywnej redukcji katalitycznej (SCR), polega na użyciu amoniaku jako gazu redukcyjnego w obecności katalizatora. Tlenki azotu ulegają przemianie w azot i wodę, a więc w obojętne składniki atmosfery. Proces wymaga temperatury gazów od 423 do 673K, w zależności od aktywności zastosowanego katalizatora. Redukcja tlenków azotu amoniakiem przebiega selektywnie zarówno na metalach szlachetnych (Pt, Pd, Rh), jak i tlenkach metali przejściowych (V₂O₅, TiO₂, MoO₃), przy czym te ostatnie są mniej podatne na zatrucia. Oferowane są następujące rozwiązania, które zrealizowano w skali przemysłowej:

- układ dostosowany do spalin o dużym stopniu zapylenia („high-dust”),
- układ dostosowany do spalin o małym stopniu zapylenia („low-dust”),
- układ dostosowany do czystych spalin („clean gas”);

Realizacja metod pierwotnych i wtórnych, skierowanych na odazotowanie spalin, jest związana z pewnymi skutkami ujemnymi:

1. Metody pierwotne są szeroko stosowane ze względu na korzystny stosunek stopnia odazotowania spalin do kosztów. Ich podstawowymi wadami są: konieczność stosowania skomplikowanego systemu kontroli i sterowania procesem spalania oraz możliwość zwiększonej emisji niezupełnego spalania (tlenek węgla, węglowodory, sadza). Dlatego o wykorzystaniu konkretnego sposobu odazotowania spalin z wielu metod pierwotnych powinna decydować wnikliwa analiza możliwości wprowadzenia zmian w układzie paleniskowym, uwzględniająca jakość spalane go paliwa, rodzaj urządzeń paleniskowych i warunki lokalne zakładu.

2. Metody wtórne charakteryzują się wysoką sprawnością odazotowania spalin oraz pewnością działania, ale w kraju nie znalazły szerszego zastosowania przede wszystkim z powodu znacznych nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Zastosowanie jednak konkretnej metody odazotowania spalin powinno być poprzedzone szczegółową analizą techniczno-ekonomiczną, uwzględniającą konkretne warunki zakładu.

3. Popiół lotny spod elektrofiltrów, wykorzystywany jako dodatek do cementów, oraz gips jako produkt z IOS są dla większości polskich elektrowni cennym ubocznym produktem handlowym, dlatego ważne jest, aby w procesie odazotowania spalin (zarówno przy zastosowaniu SNCR, jak i SCR) nie pogorszyć ich właściwości. Chociaż nie jest znana żadna norma mówiąca o wartościach granicznych zawartości NH_3 w popiele i gipsie, to jednak bardzo często można spotkać się z limitami ustalonymi przez ich odbiorców na poziomie:

gips 10 mg/kg,

popiół lotny 50-100 mg/kg.

4. ZREALIZOWANE PROJEKTY MODERNIZACYJNE PGE

W 2011 r, PGE opracowała Program dostosowania aktywów wytwórczych PGE GiEK S,A, do wymogów środowiskowych wynikających z Dyrektywy o emisjach przemysłowych, Obejmuje on 18 zadań inwestycyjnych w zakresie odsiarczania, odpylania i odazotowywania spalin, Obecnie zrealizowano 6 z nich, 12 zostanie sfinalizowanych do 2016 roku, Łączne planowane nakłady inwestycyjne to ok, 2 mld zł. Ponadto w Oddziale Elektrowni Bełchatów realizowany jest Program Kompleksowej Modernizacji Bloków 2-12 o całkowitych nakładach inwestycyjnych ok. 9,5 mld zł.

Główne korzyści z wdrożenia programu:

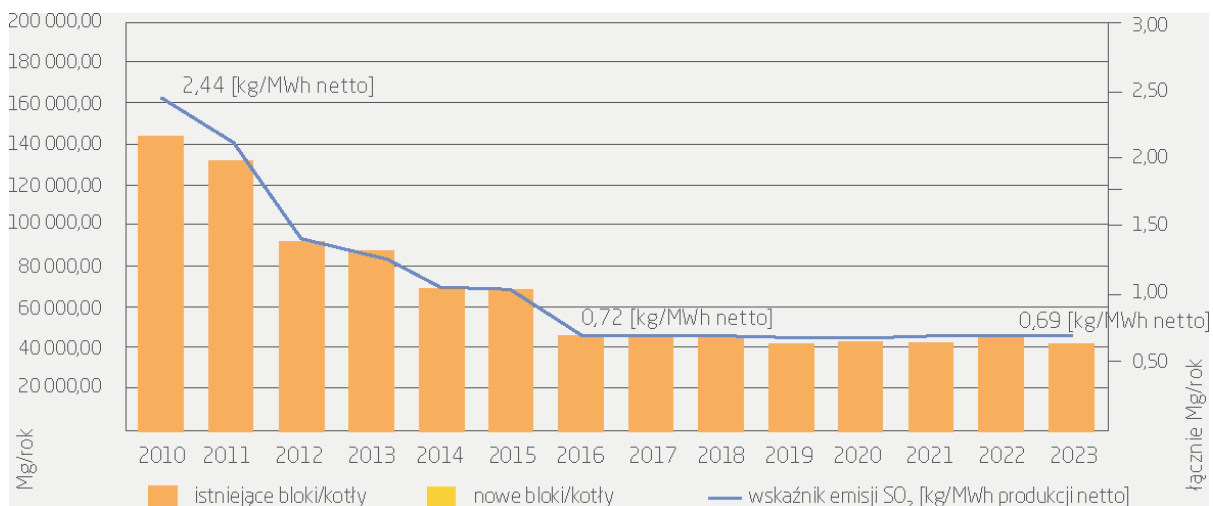
- zwiększenie dyspozycyjności urządzeń i zmniejszenie ich awaryjności; podniesienie sprawności bloku;
- zmniejszenie zużycia paliwa na wytworzenie jednostki energii elektrycznej i ciepłej; ograniczenie emisji dwutlenku i tlenku węgla, związków azotu i pyłu.

W przypadku większości bloków energetycznych spółek GK PGE stosowana jest popularna w polskiej energetyce metoda mokra wapienno-gipsowa odsiarczania spalin. Z kolei w Elektrowni Turów wykorzystywana jest technologia kotłów fluidalnych.

Najważniejsze projekty inwestycyjne mające na celu redukcję emisji SO₂:

- budowa Instalacji Odsiarczania Spalin bloków 1-2 w Elektrowni Bełchatów;
- modernizacja Instalacji Odsiarczania Spalin bloków 3 -12 w Elektrowni Bełchatów;
- budowa Instalacji Odsiarczania Spalin bloków 5 i 6 w Elektrowni Dolna Odra;
- budowa Instalacji Odsiarczania Spalin bloków 4-6 w Elektrowni Turów;
- budowa Instalacji Odsiarczania Spalin kotłów 3 i 4 w Zespole Elektrociepłowni Bydgoszcz.

Prognozowana emisja SO₂ wynikająca z realizacji programu związanego z dyrektywą o emisjach przemysłowych



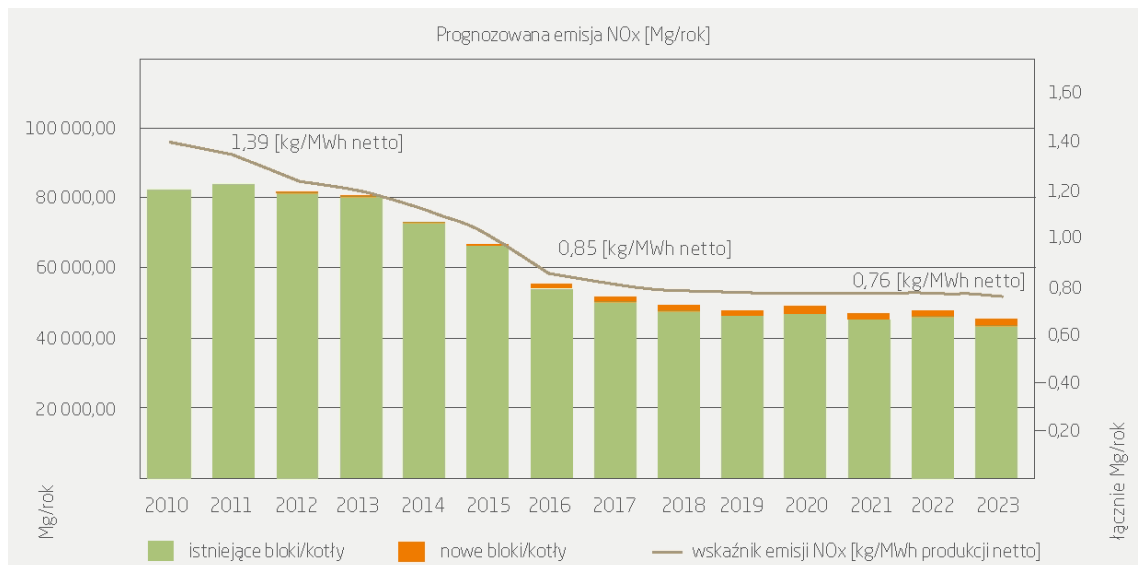
5. OGRANICZENIE EMISJI ZWIĄZKÓW AZOTU

Równie ważne dla ochrony środowiska jest ograniczanie emisji tlenków azotu (NO_x). Jest to grupa związków będących produktem spalania, które niezwykle trudno wyeliminować. Dlatego w celu ograniczenia emisji związków azotu w elektrowniach i elektrociepłowniach GK PGE wprowadza się optymalizację procesu spalania, a w kotłach stosuje się palniki niskoemisyjne oraz technologie niskotemperaturowego wiru. Dopiero gdy metody pierwotne nie są w stanie zapewnić wymaganego poziomu emisji NO_x, kotły zostaną doposażone w wysokosprawne instalacje odazotowania metodami niekatalicznymi (np. amoniakiem).

Najważniejsze projekty inwestycyjne mające na celu redukcję emisji NO_x:

- modernizacja kotłów w ramach modernizacji bloków 2-12 w Elektrowni Bełchatów;
- budowa instalacji odazotowania spalin bloków 1,2 i 4 w Elektrowni Opole;
- budowa instalacji odazotowania spalin bloków 1-6 w Elektrowni Turów;
- budowa instalacji odazotowania spalin bloków 5-8 w Elektrowni Dolna Odra;
- budowa instalacji odazotowania spalin kotłów 3 i 4 w Zespole Elektrociepłowni Bydgoszcz.

Prognozowana emisja NO_x wynikająca z realizacji programu związanego z dyrektywą o emisjach przemysłowych



6. SZCZEGÓŁOWY PRZYKŁAD INWESTYCJI- ELEKTROWNIA TURÓW

W Elektrowni Turów budowana jest instalacja odsiarczania spalin. Koszt tej inwestycji to około 0,5 mld zł. Środki przeznaczone na ten cel przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska we Wrocławiu to ponad 100 mln zł. Kamień węgielny pod tę inwestycję został wmurowany 4 lipca br.

W ramach budowy instalacji odsiarczania spalin w kominie elektrowni montowane są kanały spalin z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym. Zastąpią one przewody ceramiczne.

Długość każdego z montowanych przewodów wynosi 150 m. Zasadniczym elementem nowej instalacji są absorbery o wysokości 32 m i średnicy 12 m, przez które w ciągu godziny będzie przepływało ponad 1 mln m³ spalin. O ile na wylocie do absorbera stężenie dwutlenku siarki będzie wynosić 2 tys. ton na m³, to po przejściu przez instalację spadnie do około 70 ton na m³. W efekcie końcowym w ciągu roku emisja dwutlenku siarki zmniejszy się o 3,5 tys. ton, a pyłu o 256 ton. Prace mają być zakończone do grudnia przyszłego roku.

Budowa instalacji odsiarczania w Turowie jest konieczna, aby uniknąć kar finansowych za niespełnienie norm unijnych w zakresie ograniczenia emisji szkodliwych substancji do atmosfery. W efekcie odsiarczania pozyskiwany będzie nieszkodliwy gips, który można ponownie wykorzystywać np. w budownictwie. Instalacje odsiarczania powstają w trzech blokach elektrowni (4, 5 i 6).

Na wykonawcę tej inwestycji wybrano konsorcjum firm Babcock Noell GmbH – Würzburg i Bilfinger Infrastructure S.A. Kontrakt zostanie zrealizowany w formule „pod klucz”.

7. SZCZEGÓŁOWY PRZYKŁAD INWESTYCJI- PKN ORLEN

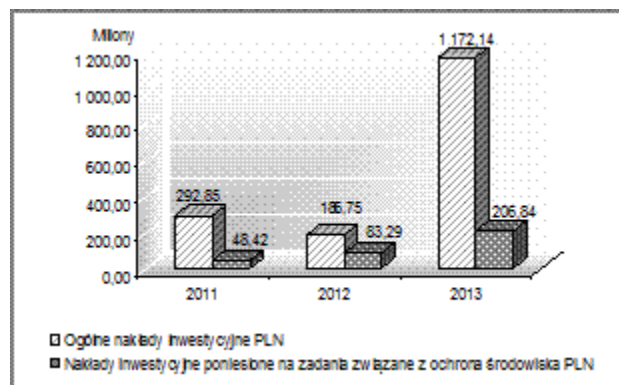
PKN ORLEN działa zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, w poszanowaniu określonych prawem warunków środowiskowych i w myśl założeń społecznej odpowiedzialności biznesu. Wszelkie działania prowadzi profesjonalnie zwracając uwagę na obecne i przyszłe oddziaływania środowiskowe.

Dla PKN ORLEN, jak dla wielu firm europejskich, troska o środowisko naturalne stała się priorytetem. Spółka przyjęła Strategię w obszarze Ochrony Środowiska na lata 2013 – 2017, której myślą przewodnią jest jedna z podstawowych i pierwszych wartości Spółki, mianowicie ODPOWIEDZIALNOŚĆ, rozumiana jako odpowiedzialność za środowisko i wobec interesariuszy.

Działalność przemysłowa wywiera wpływ na środowisko naturalne, w tym także na życie człowieka. Dlatego tak ważne jest, aby była ona możliwie neutralna. Wymaga to konsekwencji w działaniu i ponoszenia kosztów, które pozwolą ten cel osiągnąć.

Nakłady inwestycyjne na zadania związane z ochroną środowiska w **Zakładzie Produkcyjnym PKN ORLEN** w Płocku w 2013 roku wyniosły 206,8 mln zł. Poniesione środki finansowe, w porównaniu do roku 2012, były wyższe o 148,33%. Nakłady na środowiskowe zadania inwestycyjne stanowiły 17,65% całkowitych nakładów poniesionych na realizację zadań inwestycyjnych w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku w 2013 roku.

Nakłady inwestycyjne w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku w latach 2011 - 2013



W roku 2013 zakończono realizację m.in. inwestycji:

- zastąpienie gazu opałowego i wodoru azotem w hermetyzacji zbiorników i systemu zrzutów na instalacjach HK i HOG,
- budowa kotła olejowo-gazowego K8 wyposażonego w elektrofiltry i instalacje katalitycznego odazotowania spalin,
- modernizacja Wiaty Rozładunkowej WR1 (dawniej WRN2) w celu hermetyzacji procesu rozładunku, zabezpieczenia gruntu i wód gruntowych przed zanieczyszczeniem produktami ropopochodnymi, poprawy bezpieczeństwa ppoż. obiektu oraz poprawy bezpieczeństwa obsługi w trakcie eksploatacji – kontynuacja zadania z 2011 roku,
- wymiana agregatu chłodniczego freonowego C5 na instalacji Wytwórni Tlenu i Azotu i zastąpienie czynnika chłodniczego R-22 zawierającego freon nowym czynnikiem R-507,
- zabudowa systemu poduszek azotowych na zbiornikach glikolowych na Wydziale Fenolu i Ekspedycji i zabezpieczenie przed emisją do atmosfery.

Ponadto kontynuowano realizację bardzo ważnej inwestycji ekologicznej tj. budowę instalacji odazotowania i odpylania spalin dla poszczególnych kotłów Elektrociepłowni oraz wspólnej instalacji odsiarczania spalin dla wszystkich kotłów, której efektem będzie redukcja emisji SO₂, NO_x i pyłu oraz przystosowanie źródła ciepła i energii elektrycznej Spółki do wymogów Dyrektywy IED obowiązujących od 01.01.2016 r. Pierwsze rezultaty podjętych działań są już widoczne. Funkcjonujące w roku 2013 z instalacjami redukującymi kotły nr 8 i 7 pozwoliły na zmniejszenie emisji z Elektrociepłowni o ponad 20%. Kolejne redukcje spodziewane są sukcesywnie wraz z postępami prac inwestycyjnych. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na duże natężenie prac modernizacyjno- inwestycyjnych na terenie elektrociepłowni oraz fakt, że są one prowadzone na „żywym organizmie” z jednoczesnym zachowaniem niezawodności dostawy mediów energetycznych do odbiorców.

LITERATURA

- [1] <http://www.doosanpowersystems.pl/ProduktyiUs%C5%82ugi/Instalacjeoczyszczaniaspalin/Oczyszczalniespalin/>
- [2] <http://geoland.pl/dodatek/infrastruktura-srodowisko-energia-9/zarzadzanie-duzymi-projektami-inwestycyjnymi/>
- [3] <http://e-czytelnia.abrys.pl/ecomanager/2009-2-431/technologie-i-innowacje-4338/nowoczesne-technologie-odsiarczania-spalin-10298>
- [4] <http://rafako.com.pl/produkty/573>
- [5] <http://rafako.com.pl/produkty/574>
- [6] <http://www.rafako.com.pl/produkty/575>
- [7] http://www.cire.pl/pliki/2/zamorowski_wplyw_redukcji_nox_na_prace_kotlow.pdf
- [8] http://www.pzits.not.pl/docs/ksiazki/Pol_2008/Kuropka%2095-100.pdf
- [9] <http://www.orlen.pl/PL/OdpowiedzialnyBiznes/Ekologia/Strony/InwestycjeEkologiczne.aspx>
- [10] <http://energetyka.inzynieria.com/cat/1/art/40575/budowa-instalacji-odsiarczania-spalin-w-elektrowni-turow>
- [11] http://www.gkpge.pl/media/pdf/raport_srodowiskowy_pge.pdf 12)
- [12] http://www.energopomiar.com.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=95:do-wiadzenia-in..
- [13] <http://energetyka.inzynieria.com/cat/1/art/40575/budowa-instalacji-odsiarczania-spalin-w-elektrowni-turow>