

Żerdziny 19.08.2014r.

## **Sprawozdanie z pracy instalacji czyszczenia kotła odzysknicowego opartej o generatory fal uderzeniowych**

W firmie Petrochemia-Blachownia S.A. w 2010r. została uruchomiona Instalacja Odzysku Kwasu Siarkowego (IOKS) oraz jej węzły pomocnicze. Instalację wybudowano na bazie technologii duńskiej firmy Haldor Topsøe. Zadaniem instalacji jest produkcja kwasu siarkowego powyżej 97,5% z mieszaniny porafinacyjnej oraz przedgonu benzolowego. Mieszanina porafinacyjna jest półproduktem powstającym w czasie rafinacji kwasowej frakcji BT (frakcja benzen, toluen). Składa się głównie z nieprzereagowanego kwasu siarkowego oraz związków organicznych (np. kwasów sulfonowych związków organicznych, soli zasad organicznych, produktów polimeryzacji i alkilacji węglowodorów). Przedgon benzolowy jest półproduktem otrzymywanym w postaci opar. Zawiera głównie parafiny, nafteny wrzące poniżej 80°C, dwusiarczek węgla, niewielkie ilości benzenu oraz inne niskowrzące zanieczyszczenia benzolu surowego. Nominalna zdolność produkcyjna instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego wynosi 1 358 kg/h, 97,5% kwasu siarkowego.



Fot. 1 Instalacja Odzysku Kwasu Siarkowego.

Głównym problemem, który pojawił się w czasie pierwszych miesięcy pracy IOKS było zabrudzenie się płomieniówek I i II biegu kotła odzysknicowego ciepła. Rurki kotła od strony gazu procesowego (spalin) ulegały systematycznie zabrudzeniu trwałymi spiekami pochodzącymi z osadzania się siarczanu sodu, tlenków żelaza - (II) i (III) oraz innych soli. Zarastanie osadami drugiego biegu kotła następowało, kiedy zawartość metali alkalicznych w mieszaninie porafinacyjnej była powyżej 800 ppm. Szybkość zarastania II-go biegu dla powyższych warunków była wykładnicza i wynosiła od 1 do 4 dni. Ponadto stosowany dodatek siarczanu glinu do mieszaniny porafinacyjnej, który spowalniał zarastanie osadami I-go biegu kotła powodował przyspieszenie zarastania się II-go biegu kotła, co uniemożliwia wydłużenie czasu pracy całej instalacji.



Fot. 2 Płomieniówek z osadami ograniczającymi przepływ spalin do pierwszego biegu kotła.

#### **Pierwszy i drugi bieg kotła odzysknicowego.**

W skład Instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego wchodzi kocioł odzysknicowy, który składa się z dwóch wymienników płomieniówkowych zabudowanych szeregowo. Wymienniki płomieniówkowe połączone są za pomocą kanału o długości 2 000 mm. Spaliny o temperaturze przekraczającej 1 200 °C w pierwszym biegu (wymyenniku płomieniówkowym) schładzają się do temperatury ok. 650 °C. Na wylocie z kotła odzysknicowego spaliny osiągają temperaturę ok. 300 °C, skąd kierowane są do dalszego procesu.

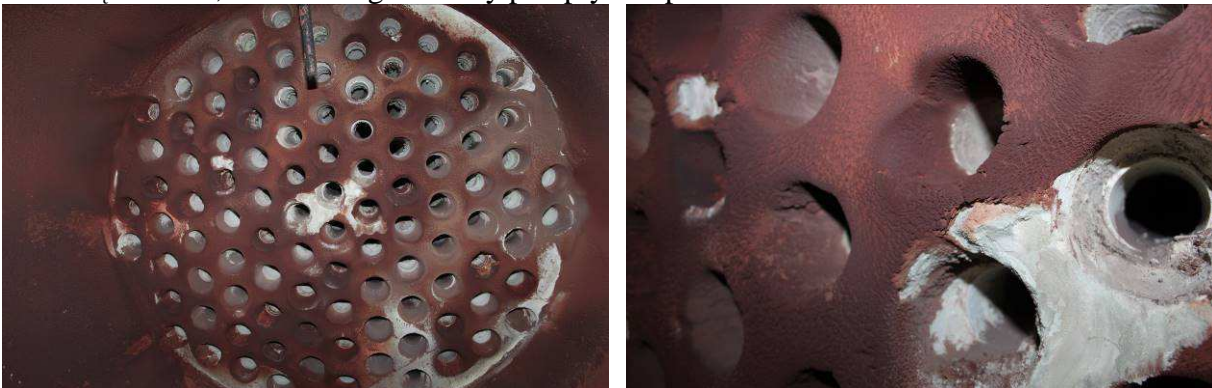
#### **Przegląd kotła odzysknicowego przed zabudową generatorów fal uderzeniowych.**

W maju 2014r. przed zabudową systemu czyszczenia opartego o technologię fali uderzeniowej przeprowadzono rewizję kotła pod kątem zabrudzenia płomieniówek pierwszego i drugiego biegu. Odstawienie kotła do czyszczenia ręcznego było podyktowane całkowitym zablokowaniem przepływu spalin w strefie wysokich temperatur w jego pierwszym biegu. Obszar wlotu spalin do kotła odzysknicowego został pokazany na zdjęciu drugim i trzecim.



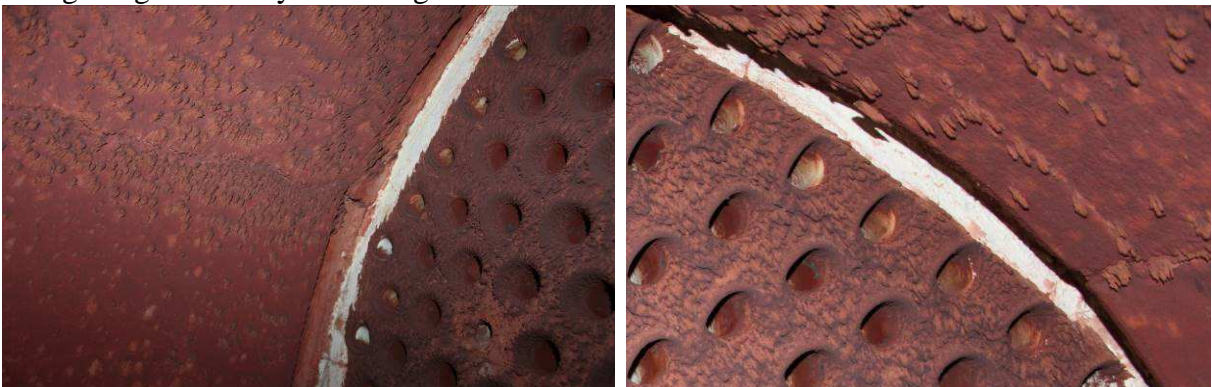
Fot. 3 Zabrudzone płomieniówki w pierwszym biegu kotła odzysknicowego.

W zakresie drugiego biegu oraz komory pośredniej zaobserwowano osady sypkie zalegające na wszystkich powierzchniach. Wylotowe dno sitowe pierwszego biegu pokryte było grubą warstwą osadów, które nie ograniczały przepływu spalin.



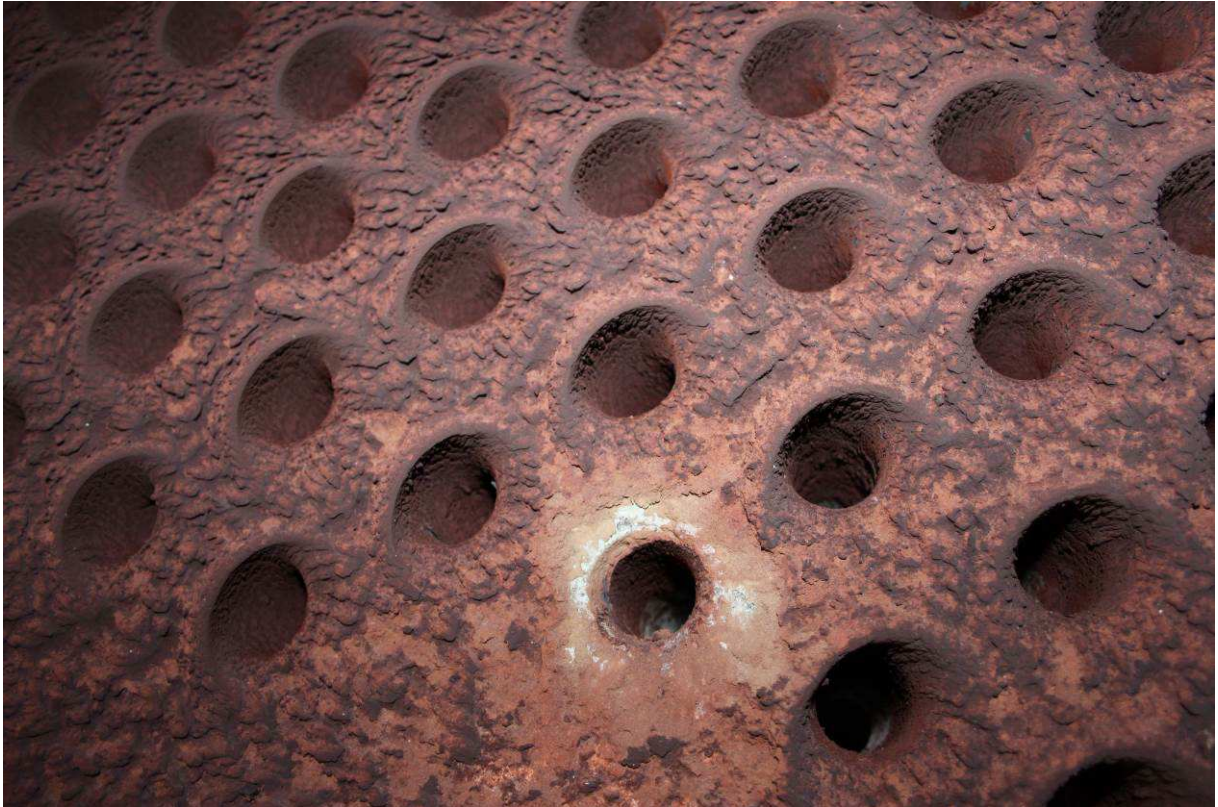
Fot. 4 Gruba warstwa osadów sypkich zalegająca na dnie sitowym na wylocie spalin z pierwszego ciągu.

Również zaobserwowano osady sypkie na ścianach komory pośredniej łączącej pierwszy i drugi bieg kotła odzysknicowego.



Fot. 5 Pokryte osadami ścianki komory pośredniej łączącej pierwszy i drugi bieg kotła odzysknicowego.

W zakresie drugiego biegu kotła odzysknicowego zaobserwowano grubą warstwę osadów na dnie sitowym oraz ich tendencją do ograniczenia przepływu spalin. Osady były sypkie i łatwo udawało się je usunąć. Zjawisko zarastania płomieniówek intensyfikowała warstwa betonu chroniąca metalowe dno sitowe od korozji wysokotemperaturowej.



Fot. 6 Wlotowe dno sitowe drugiego biegu pokryte osadami.

#### **Instalacja czyszczenia oparta o generatory fal uderzeniowych GFU-24/8.**

W kwietniu 2014r. Petrochemia-Blachownia S.A. zwróciła się do firmy EKOZUB S.A. z zapytaniem o możliwość utrzymania w drożności drugiego biegu (wymiennika płomieniówkowego) kotła odzysknicowego z wykorzystaniem technologii fali uderzeniowej. Po przeprowadzeniu wizji lokalnej i ocenie rodzaju osadów zdecydowano o zabudowie instalacji próbnej, która miałaby wykazać skuteczność działania generatorów fal uderzeniowych. Do czyszczenia drugiego biegu wykorzystano dwa generatory GFU-24/8 zabudowane na wylocie spalin z kotła odzysknicowego. Fala uderzeniowa czyści płomieniówki w przeciwnym kierunku. Do zasilania generatorów wykorzystano sprężone powietrze o ciśnieniu ok. 7,5 bar z istniejącej sprężarki. Dwa generatory fal uderzeniowych umiejscowiono w sąsiadującym budynku. Z uwagi na nadciśnienie panujące w kotle po stronie spalin oraz duże stężenie trójtlenku siarki do zabezpieczenia rurociągów oraz generatorów wykorzystano powietrze osłonowe. Falę uderzeniową wyzwalano automatycznie, z częstotliwością co 12 minut.



Fot. 7 Dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 zabudowane w pomieszczeniu elektrofiltru.

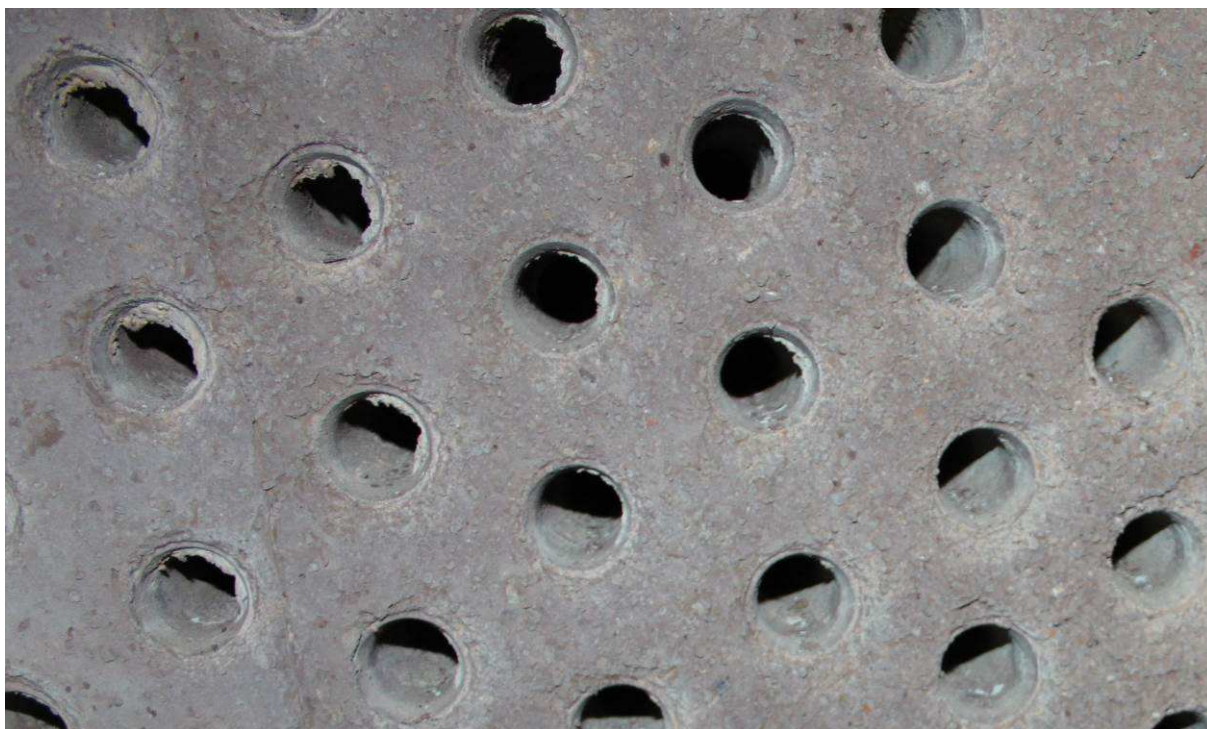
Uruchomienie instalacji czyszczenia opartej o dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 nastąpiło 23 czerwca 2014. Przed uruchomieniem wymienniki płomieniówkowe zostały ręcznie wyczyszczone.



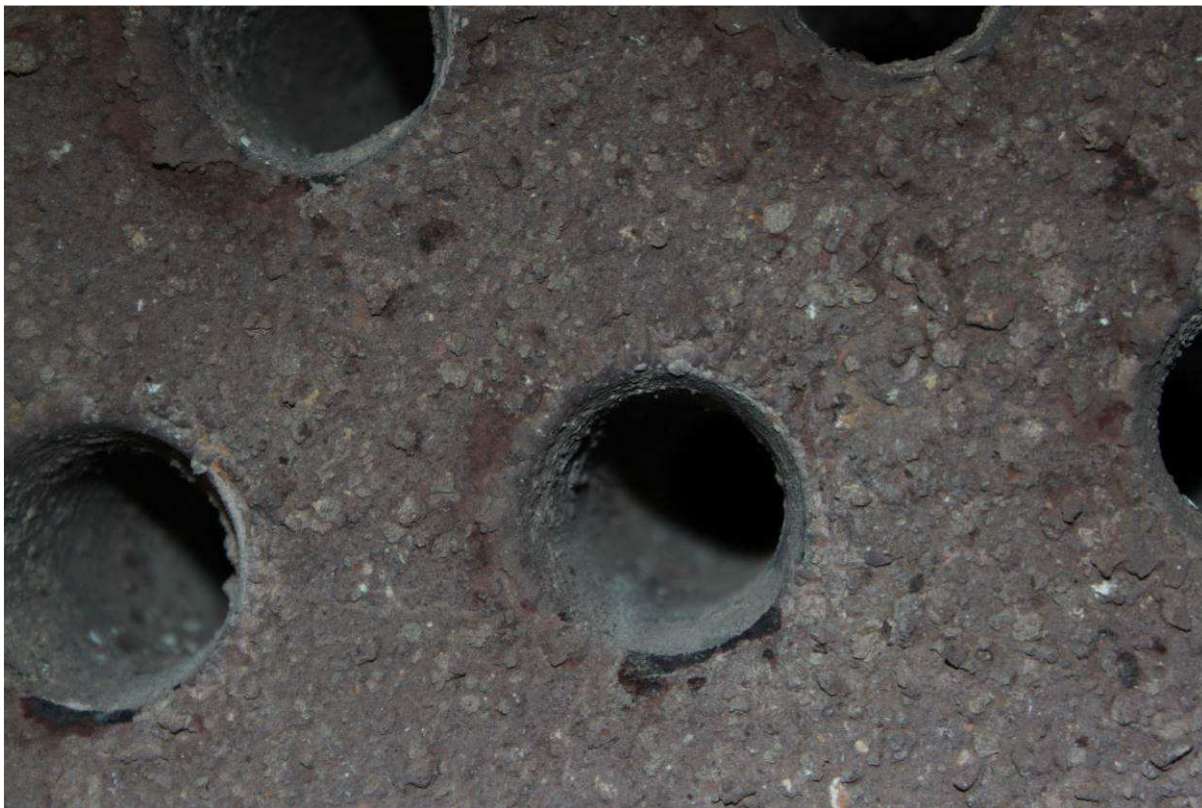
Fot. 8 Wlot fali uderzeniowej na czyszczone płomieniówki.

**Pierwszy przegląd drugiego biegu kotła odzysknicowe po zabudowie generatorów fal uderzeniowych GFU-24/8.**

Po przepracowaniu w sposób ciągły 21 dni Instalację Odzysku Kwasu Siarkowego w dniu 14 lipca 2014r. odstawiono do rewizji wewnętrznej. Stopień zabrudzenia pierwszego i drugiego biegu nie limitował dalszej eksploatacji instalacji. Wyzwolona za pomocą generatorów fala uderzeniowa systematycznie zaczęła usuwać osady z całej instalacji, a w szczególności z drugiego biegu kotła odzysknicowego. W czasie rewizji w dniu 14 lipca 2014r. zaobserwowano zmniejszoną ilość osadów na wylotowym dnie sitowym pierwszego biegu oraz na ścianach komory pośredniej. Płomieniówki w drugim biegu kotła odzysknicowego były pozbawione osadów ograniczających przepływ spalin. Również pomiary ciśnienia przed i za drugim biegiem wymiennika płomieniówkowego wskazywały brak oporów przepływu spalin. W czasie rewizji nie stwierdzono żadnego uszkodzenia obmurza na dnach sitowych i ściankach komory pośredniej. W czasie pracy Instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego nie zaobserwowano żadnego wpływu fali uderzeniowej na parametry eksploatacyjne. Zgodnie z przewidywaniami zaobserwowano wpływ i czyszczenie fali uderzeniowej nie tylko drugiego biegu, ale również komory pośredniej i wylotowego dna sitowego pierwszego biegu.



Fot. 9 Wlotowe dno sitowe do drugiego biegu czyszczone w przeciwprądzie falą uderzeniową.



Fot. 10 Rury płomieniówek całkowicie pozbawione osadów sypkich.

**Dodatkowy efekt czyszczenia falą uderzeniową ścianek komory pośredniej i wylotowego dna sitowego pierwszego biegu.**

W czasie trzytygodniowej pracy instalacji czyszczenia opartej o generatory fal uderzeniowych zaobserwowano dodatkowy efekt zmniejszonej ilości osadów na ściankach komory pośredniej oraz wylotowego dna sitowego pierwszego biegu. Jedynie na dnie komory pośredniej zalegała nieduża ilość twardych osadów, które najprawdopodobniej związane były z doczyszczaniem pierwszego biegu z twardych osadów tworzących się na wlocie do płomieniówek.



Fot. 11. Dodatkowy efekt czyszczenia za pomocą fali uderzeniowej. Wylotowe dno sitowe pierwszego biegu pozbawione osadów ograniczających przepływ spalin.

**Drugi przegląd kotła odzysknicowe po kolejnych 12 dniach pracy Instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego z wykorzystaniem technologii fali uderzeniowej.**

W dniu 4 sierpnia 2014r. został przeprowadzony drugi przegląd kotła odzysknicowego. Odstawienie Instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego było związane z planowanym postojem remontowym całego zakładu. Po 12 dniach pracy instalacji nie zaobserwowano znacznego wzrostu oporu przepływu spalin w drugim biegu kotła odzysknicowego.

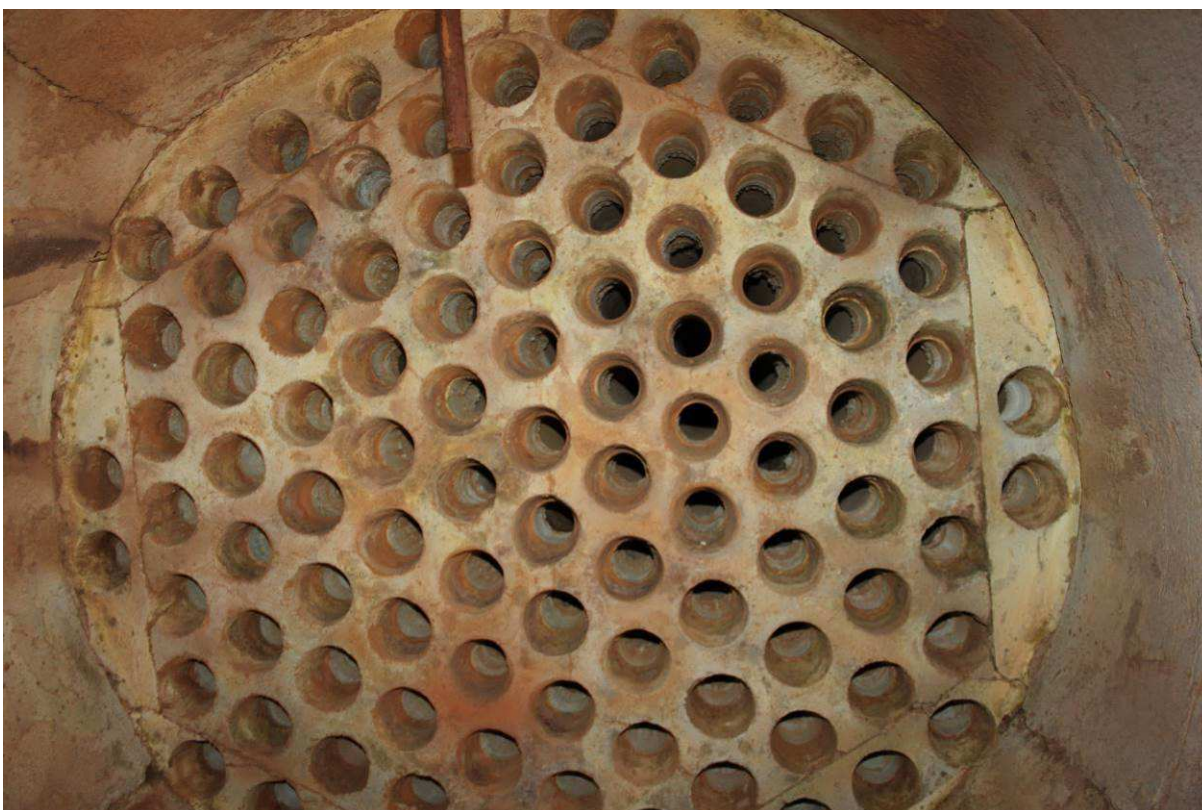
Po wejściu do kotła stwierdzono, że w wyniku działania fali uderzeniowej nastąpiło całkowite doczyszczanie drugiego biegu, komory pośredniej oraz wylotowego dna sitowego pierwszego biegu. Nie zaobserwowano żadnego negatywnego działania fali uderzeniowej na obmurze dna sitowego oraz ścianek komory pośredniej. Również nie zaobserwowano uszkodzenia kształtek stalowych na wlocie do płomieniówek pomiędzy pierwszym a drugim biegiem. Podobnie jak we wcześniejszym przeglądzie stwierdzono zaleganie nieznacznej ilości twardych osadów z pierwszego biegu na dnie komory pośredniej. W naszej opinii wyzwolona fala uderzeniowa bardzo efektywnie czyści w przeciwnym kierunku pięciometrowe rury wymiennika płomieniówkowego. W czasie rewizji drugiego biegu kotła odzysknicowego po kolejnych 12 dniach nie zaobserwowano żadnych osadów sypkich. Na tym etapie stwierdzamy stuprocentową skuteczność generatorów fal uderzeniowych GFU-24/8 do czyszczenia drugiego biegu kotła odzysknicowego.



Fot. 12 Górna część dna sitowego drugiego biegu pozbawiona jakichkolwiek osadów sypkich.



Fot. 13 Niewielka ilość twardych osadów na dnie komory pośredniej, które systematycznie usuwane są z pierwszego biegu.



Fot. 14 Całkowicie doczyszczone wylotowe dno sitowe z betonu pierwszego biegu kotła odzysknicowego. Jest to dodatkowy efekt działania fali uderzeniowej.

#### **Komora wylotowa drugiego biegu kotła odzysknicowego.**

Króćce wylotowe fali uderzeniowej zostały zabudowane na ścianie tylnej komory wylotowej spalin z kotła odzysknicowego. Temperatura gazu procesowego na wylocie z kotła odzysknicowego wynosi 300 °C. Aby maksymalnie wykorzystać efekt czyszczenia falą uderzeniową z generatora podzielono ją na dwa strumieni. W sumie drugi bieg czyszczony jest jednocześnie czterema strumieniami fali uderzeniowej.

W czasie rewizji nie zaobserwowano żadnego negatywnego wpływu fali uderzeniowej na ścianki komory wylotowej. W tym obszarze nie zaobserwowano żadnych osadów. Komora wylotowa oraz rury płomieniówek są trzymywane w dużej czystości.



Fot. 15 Komora wylotowa spalin z kotła odzysknicowego z widocznymi dwoma wlotami fali uderzeniowej.

**Wnioski z czyszczenia drugiego biegu za pomocą technologii fali uderzeniowej.**

1. Instalacja Odzysku Kwasu Siarkowego po zabudowaniu generatorów fal uderzeniowych przepracowała 33 dni bez konieczności jej odstawienia ze względu na zabrudzanie się drugiego biegu kotła odzysknicowego.
2. Pomiary ciśnienia wskazywały na niskie opory przepływu spalin i duży stopień czystości rur drugiego biegu.
3. Po 33 dniach pracy generatorów nie zaobserwowano żadnego negatywnego wpływu fali uderzeniowej na obmurze w komorze pośredniej. Nie uległy uszkodzeniu betonowe dna sitowe oraz kształtki stalowe.
4. Instalacja czyszczenia oparta o dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 pracowała w tym okresie bezawaryjnie, bez konieczności jej serwisowania.
5. Nadciśnienie w układzie spalinowym nie miało wpływu na poprawną pracę generatorów fal uderzeniowych.

**Podsumowanie.**

System czyszczenia oparty o dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 w czasie 33 dniowej eksploatacji wykazał bardzo dużą skuteczność usuwania osadów sypkich w drugim biegu kotła odzysknicowego. Zabudowa generatorów fal uderzeniowych na wylocie spalin z kotła odzysknicowego i czyszczenie w przeciwprądzie nie zmniejszyło jej skuteczności. Dodatkowo zaobserwowano zjawisko czyszczenia komory pośredniej z osadów sypkich. Instalacja czyszczenia pracowała w tym okresie bezawaryjnie, nie wpływając na parametry eksploatacyjne Instalacji Odzysku Kwasu Siarkowego. Działanie instalacji czyszczenia opartej o generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 po 33 dniach można ocenić bardzo pozytywnie.

*Z poważaniem*

PREZES ZARZADU  
  
mgr inż. Andrzej Zuber