

AWARIE PROTOTYPOWEGO UKŁADU SPALANIA PRZEFERMENTOWANYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH

JACEK JASIULEWICZ¹, e-mail: j.jasiulewicz@zwik.pl

ANNA IŻEWSKA²

WŁADYSŁAW SZAFLIK²

¹Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Szczecinie Sp. z o.o., Szczecin

²Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie: W oczyszczalni ścieków Pomorzany w SZCZECINIE zastosowano zagospodarowanie osadów ściekowych poprzez ich fermentację, suszenie oraz spalanie. Spalanie osadów dokonuje się w kotle rusztowym. Układ spalania jest układem prototypowym i w trakcie jego eksploatacji występowały różne problemy techniczne związane z jego uruchomieniem i dalszym funkcjonowaniem. W referacie przedstawiono i omówiono problemy i awarie kotła występujące podczas eksploatacji oraz sposoby w jaki je rozwiązano.

Słowa kluczowe: gospodarka osadami ściekowymi spalanie osadów ściekowych, kotły rusztowe, awarie kotłów, naprawa kotłów

1. Wstęp

W końcu lat 90-tych Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Szczecinie stworzył spójną politykę ściekowo-osadową. Zgodnie z tą polityką zagospodarowanie osadów z oczyszczalni ścieków „Pomorzany” i „Zdroje” musiało zostać rozwiązane kompleksowo. Istniało wiele procedur z powodzeniem funkcjonujących na rynku, ale żadne w całości nie rozwiązywały problemu unieszkodliwiania osadów ściekowych wytwarzanych w ilości 120 Mg na dobę osadów odwodnionych. Rozpatrywano dwa rozwiązania. Pierwsze to wykorzystanie przyrodnicze osadów pościekowych. Zgodnie z Ustawą o odpadach (Dz. U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.) [1] stosowanie komunalnych osadów ściekowych jest możliwe, jeżeli są one ustabilizowane oraz przygotowane odpowiednio do celu i sposobu ich stosowania. Odpowiedzialność za prawidłowe stosowanie komunalnych osadów ściekowych spoczywa na wytwórcy tych osadów. Natomiast Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. z 2015 r. poz. 257) [2] mówi, że komunalne osady ściekowe mogą być stosowane na gruntach, jeżeli są spełnione następujące warunki:

- zawartość metali ciężkich w tych osadach nie przekracza określonych ilości;
- w przypadku stosowania tych osadów w rolnictwie i do rekultywacji gruntów na cele rolne – nie wyizolowano bakterii z rodzaju *Salmonella* w reprezentatywnej próbce osadów o masie 100 g;
- łączna liczba żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp. W 1 kg suchej masy, osadów przeznaczonych do badań stosowanych nie przekracza określonych ilości w zależności od miejsca wykorzystania.

Ze względu na dużą masę produkowanych osadów ściekowych nie rozpatrywano możliwości produkcji z nich kompostów.

W Zakładzie Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Szczecinie wybrano technologię termicznej utylizacji osadów ściekowych. Technologia ta to odwodnienie osadów na czterech prasach taśmowych (typ Klein) do zawartości suchej masy około 20%, suszenie w suszarniach kontaktowych do 90–92% suchej masy, a następnie spalanie w kotle rusztowym.

Rozwiązanie to umożliwia wykorzystanie osadu wysuszonego, oraz łatwiejszy transport samego suszu osadowego z oczyszczalni ścieków „Zdroje”. Dzięki tym rozwiązaniom system staje się samowystarczalny jeśli chodzi o zapotrzebowanie w energię cieplną tj. bilansuje się ciepło wytwarzane podczas spalania osadów w kotłach rusztowych z ciepłem potrzebnym na ich wysuszenie w oczyszczalni.

2. Problemy rozruchowe poszczególnych elementów układu spalania osadów ściekowych

2.1. Wprowadzenie

Ze względu na bardzo szerokie spektrum problemów, w niniejszym referacie przedstawiono tylko trudności związane z rozruchem 2 kotłów parowych XT3,8-12,3(Pn) DANSTOKER /JUSTSEN o mocy 2460 KW i ich początkową eksploatacją [4, 5].

2.2. Rozruch instalacji termicznego unieszkodliwiania osadów ściekowych

Po zamontowaniu kotłów i ich uruchomieniu po pewnym czasie pracy nastąpiło ścinanie śrub mocujących płytki rusztu z ramą. Zamiana na inny rodzaj stali śrub – 8 mm – nie przyniosła poprawy. Zmiana wielkości śrub mocujących na większe – 10 mm – rozwiązała problem pęknięcia mocowań. Awaria pozornie niegroźna, powodowała wyłączenie kotła z eksploatacji na około 10 dni. Wiązało się to z wychłodzeniem, naprawą, a następnie wygrzewaniem kotła do wymaganej temperatury.

Kolejnym problemem, były awarie związane z uszkodzeniem wymurówki kotła w kilku miejscach. Pierwszym takim newralgicznym miejscem był kanał ślimaka wygarniającego żużle z kotła. Wykonany on był z cegły szamotowej, która ulegała odspajaniu i przemieszczaniu się (pękaniu, wypadaniu). Kanał ślimaka tracił swój pierwotny kształt. Widok na wyrobiony kanał ślimaka wygarniający żużel z kotła pokazano na rysunku 1. Dwukrotna naprawa, polegająca na ponownym wymurowaniu kanału śruby wyładowczej nie przyniosła poprawy. Trwalszym rozwiązaniem było wykonanie wylewki betonowej z betonu odpornego na wysokie temperatury wzmocnionej odpowiednimi prętami. Awarię usunięto poprzez zastosowanie klinów szamotowych, które po wymurowaniu zaprawą szamotową nadały idealny kształt półkola kanałowi wyładowczemu.

Żużle transportowane z kotła są wyjątkowo abrazyjne, a wpływ na to ma skład osadu ściekowego, w którym jest część piasku, który nie został usunięty w piaskowniku. Wysoką zdolność ścieralną samego żużla potwierdza zjawisko wycierania się łoża i ścianek przenośników ślimakowych żużli i popiołów. Już po roku pracy zauważono przecieranie się dna przenośnika transportującego żużle. Po trzech latach eksploatacji koryta przenośnika ślimakowego zostały wymienione w części stykającej się z żużlem na nowe ze stali HARDOX 400 grubości 8 mm, a pióra na wale odtworzono ze stali HARDOX 400 grubości 10 mm. Obniżono również, dla niektórych przenośników, kąty nachylenia, aby do minimum zredukować cofanie się drobnej frakcji żużli.

Na etapie rozruchu Wykonawca napotkał także na inne problemy. Pierwszym był brak regulacji dostawy powietrza pierwotnego i wtórnego do kotła Danstoker. Podawanie powietrza bez przyrządów pomiarowych doprowadziło do złego spalania osadów i nie utrzymywania na wysokim poziomie standardów emisyjnych. Dopiero zastosowanie urządzeń do pomiaru

powietrza dostarczanego pod ruszt oraz powietrza wtórnego do komory spalania pozwoliło wyregulować proces spalania.



Rys. 1. Widok na wyrobiony kanał ślimaka wygarniający żużel z kotła

Drugą ważną zmianą, która miała zasadnicze znaczenie dla procesu utrzymania spalin na wymaganym poziomie było zastosowanie instalacji dawkowania mocznika do komory spalania w celu zredukowania poziomu NO_x . Wykonawca na etapie projektowania zakładał, że stężenie tlenków azotu nie będzie przekraczane podczas pracy kotła.

3. Początkowe problemy eksploatacyjne w trakcie spalania osadów w kotle

Po zakończeniu pierwszego etapu związanego z rozruchem przystąpiono do pracy ciągłej. Wiele problemów rozpoznanych na etapie okresu zgłaszania wad było rozciągniętych w latach 2013 i 2014 – począwszy od prozaicznych spraw ułatwiających eksploatację jak i nowych problemów powstałych przy dochodzeniu do wydajności docelowej.

3.1. Problemy z transportem osadu odwodnionego

Od samego początku problemem był transport osadu odwodnionego do kotła. Im lepiej był odwodniony osad, tym większy stawiał opór przy transporcie. Elementy takie jak statory i rotory zamontowanych pomp ślimakowych ulegały bardzo szybkiemu zużyciu co doprowadzało do utraty ciśnienia tłoczenia i zmniejszenia wydajności. Wykonawca próbował ten problem rozwiązać poprzez podawanie polimeru jako substancji poślizgowej zmniejszającej ciśnienie w rurociągu podawania osadu odwodnionego. Polimer ten powodował jednak zaklekanie płomieniówek kotła. Płomieniówki były czyszczone raz na dwa tygodnie, a cała operacja trwała do 3 godzin. Po zastosowaniu polimeru do wywołania poślizgu kotły do czyszczenia płomieniówek były wyłączane co 3 dni, a samo czyszczenie polegające na zerwaniu sadzy za pomocą wyciorów przestało być możliwe. Sadza zamieniła się w pewien rodzaj mazisto – kleistej substancji, w której grzęzły szczotki stalowe – wyciory. Wyłączenie podawania polimeru poprawiło sytuację, ale postanowiono wymienić pompy podające osad odwodniony zarówno po prasach jak i przed suszarkami na nowe o innej wydajności i innym ciśnieniu nominalnym. Po wymianie pomp problem z utrzymaniem stałej wydajności układu zasilającego 2 suszarki taśmowe został wyeliminowany.

3.2. Problemy z betonem odpornym na wysokie temperatury wykorzystanym do budowy sklepienia paleniska kotła

Zupełnie nowym zagadnieniem była wymiana prefabrykatów z betonu odpornego na wysokie temperatury wykorzystanego do budowy sklepienia paleniska kotła Danstoker po 5 latach eksploatacji. Kocioł posiada dwa sklepienia z czego pierwsze zamykające palenisko jest najbardziej narażone na niekorzystne warunki, głównie temperatury. Po określonym czasie 9 kompletów sklepień wykonanych z betonu odpornego na wysokie temperatury o temperaturze pracy około 1700°C w 100% wykonanych z gliniek palonych straciło swoje właściwości mechaniczne i powstały pęknięcia. W czasie okresowego przeglądu odkryto w środkowej części sklepienia duże ubytki.



Rys. 2. Sklepienie paleniska w trakcie montażu

Sama wymiana nie polegała tylko na zamianie członów wykonanych z betonu odpornego na wysokie temperatury na nowe, ale także wiązało się to z wyłożeniem elementami szamotowymi ścian bocznych kotła w obrębie miejsca mocowania nowego sklepienia. Sklepienie paleniska w trakcie montażu pokazano na rysunku 2. Jednocześnie należało zdemontować przewal nad sklepieniem, a po jego wykonaniu odtworzyć kotwienia oraz wymurować nowy z prostek szamotowych.

3.3. Uszkodzenia powłok stalowych w obrębie płaszcza wodnego

Zupełnie inną kategorią awarii były uszkodzenia powłok stalowych w obrębie płaszcza wodnego kotła Danstoker. Do tej kategorii zalicza się wszelkie drobne uszkodzenia np. pęknięcia spoin, ale nie powiązanych bezpośrednio z płaszczem wodnym kotła.

W czerwcu 2012 r. wykonano połączenia spawane dwóch spoin pachwinowych na długości 120 mm pomiędzy ścianą komory nawrotnej lewej, a płaszczem kotła wykonanego z blachy 6 mm, gatunku P295GH. Naprawa została wykonana zgodnie z wymaganiami przepisów UDT i uprawnieniami nadanymi przez Urząd Dozoru Technicznego – Inspektorat Dozoru Technicznego w Szczecinie. Naprawę wykonano według uzgodnionej technologii naprawy. Urządzenie zostało poddane badaniom naprawy: penetracyjnym spoin oraz rewizją kotła po naprawie z wynikiem pozytywnym.

Do tej kategorii zdarzeń zaliczyć można również awarie związane bezpośrednio z uszkodzeniem płaszcza wodnego. Kontrola coroczna przeprowadzona we wrześniu 2016 r. w ramach czynności eksploatacyjnych ujawniła specyficzne uszkodzenie płaszcza wodnego od strony paleniska. W górnej części paleniska z lewej i z prawej strony odkryto wyżłobienie blaszanej ściany na długości około 20 cm i wysokości do 4 cm. Głębokość sięgała 9 mm, czyli blacha płaszcza wodnego z 12 mm została w tych miejscach wyżłobiona do 3 mm. Potwierdziły to badania wykonane przyrządem pomiarowym. Uszkodzenie płaszcza wodnego od strony paleniska i w trakcie naprawy pokazano na rysunku 3 a i b. Przyczyną tej awarii było najprawdopodobniej zastosowanie płytek rusztu z otworami w miejscu, gdzie spalanego osadu było mało, nadmierny strumień nadmuchiwanego powietrza pierwotnego porywał pył, który żłobił nieosłoniętą materiałem szamotowym blachę płaszcza wodnego. Usunięcie samej awarii nie było czasochłonne ani skomplikowane. Jednak opracowanie i uzgodnienie dokumentacji naprawy z UDT oraz inne procedury związane z wyborem odpowiedniej firmy zatrzymały spalanie osadu na 6 tygodni. Usunięcie awarii polegało na: wycięciu łaty od strony paleniska (rys 3b), wycięciu zespórek kotła po zewnętrznej stronie płaszcza, oczyszczeniu powierzchni mechanicznej wraz z ukosowaniem krawędzi blach płaszcza wewnętrznego kotła zgodnie z odtworzeniowym sposobem spawania poszczególnych złączy. Wykonano następnie łatę z blachy 12 mm, gatunek P295GH o rzeczywistych wymiarach po wycięciu uszkodzonej blachy wraz z otworami na zespórki po 6 sztuk na łatę po dwóch stronach. Wykonano krawędzie łaty i otwory $\phi 31$ mm na zespórki z ukosowaniem odtworzeniowym. Zrobiono zespórki $\phi 30$ z pręta gatunek 20, sztuk 12. Przeprowadzono spawanie łaty o wymiarach 320×460 mm.



Rys. 3. Uszkodzenie płaszcza wodnego od strony paleniska (a) i widok po wycięciu uszkodzonej blachy (b)

Naprawa kotła została wykonana zgodnie z zaleceniami wpisanymi przez Inspektora UDT do książki rewizyjnej oraz na podstawie zatwierdzonej technologii naprawy. Naczynie zostało poddane próbie ciśnieniowej wodnej na ciśnieniu 1,97 MPa. Dodatkowo miejsca naprawiane zostały osłonięte specjalną obudową z szamotu, a płytki rusztu z otworami, przylegające w tym miejscu, wymieniono na pełne. Zabezpieczenie uszkodzanych blach płaszcza wodnego i obudowę z szamotu pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Zabezpieczenie uszkodzonych blach płaszcza wodnego obudową z szamotu

4. Podsumowanie

W referacie omówiono najważniejsze problemy techniczne związane z uruchomieniem i dalszym funkcjonowaniem procesu unieszkodliwiania osadów ściekowych. Przedstawiono i omówiono te problemy oraz podano w jaki sposób je rozwiązano. Obecnie kotły pracują poprawnie i spalanie osadów nie stwarza problemów w trakcie eksploatacji.

Literatura

1. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Dziennik Ustaw poz. 21, z późn. zm. Warszawa 2013.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych Dziennik Ustaw. poz. 257, Warszawa 2015.
3. Szaflik W., Iżewska A. Dominowska M. 2014. Chemical Energy Balanse of Digested Sludge in Sewage Treatment Plant Pomorzany in Szczecin. Annual Set The Enviroment Protection Volume 16 Year, Part 1: 16–33, 2014.
4. Dane eksploatacyjne Oczyszczalni Ścieków Pomorzany otrzymane z Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Szczecinie. Szczecin, 2014.
5. Dokumentacja powykonawcza Oczyszczalni Ścieków Pomorzany. Praca zbiorowa.

Autorzy artykułu składają podziękowania Zarządowi Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Szczecinie za udostępnienie danych i wyników analiz laboratoryjnych osadów ściekowych z Oczyszczalni Ścieków Pomorzany.

FAILURES OF A PROTOTYPE DIGESTED SLUDGE COMBUSTION SYSTEM

Abstract: Pomorzany Sewage Treatment Plant in Szczecin introduced management of sewage sludge through its digestion, drying and combustion. Sewage combustion is performed in a grate boiler. The combustion system is a prototype system and during its operations various technical problems appeared which were associated with its start-up and further functioning. The paper presents and discusses the problems and failures that occurred during grate boiler operation and ways in which they were solved.

Keywords: sewage sludge management, sewage combustion, grate boilers, boiler failures, boiler repairs