

Złoże fluidalne Pyrofluid™ – kompleksowe rozwiązanie problemu przeróbki osadów

Utylizacja osadów ściekowych

Anna Biedrzycka

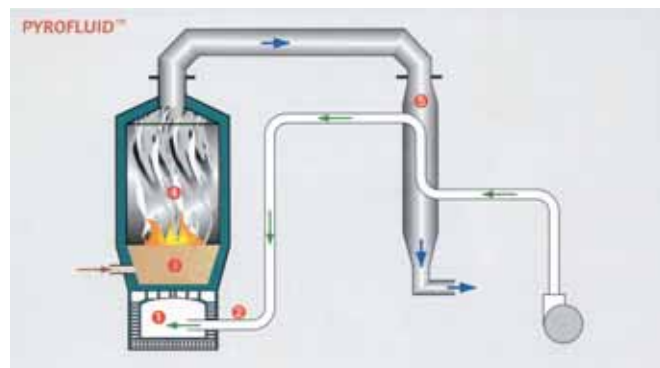
Miarą nowoczesności zakładów oczyszczania ścieków jest sposób postępowania z pozostałością poprocesową, czyli osadem ściekowym. Do najbardziej zaawansowanych technicznie metod utylizacji osadów należy ich termiczne przetwarzanie z odzyskiem energii. Kolejne miasta w Polsce decydują się na budowę instalacji do termicznej utylizacji osadów, wkrótce budowa takiej stacji rozpocznie się w oczyszczalni ścieków Płaszów w Krakowie.

Osady kumulują w sobie organizmy i substancje zawarte w ściekach. Dotyczy to zwłaszcza pasożytów i pierwiastków chemicznych. Przez lata powszechnie stosowaną metodą w zakresie gospodarki osadowej było ich składowanie. Obecnie ta metoda nie może być już stosowana, ponieważ Unia Europejska stopniowo lecz konsekwentnie zaostrza wymogi w dziedzinie ochrony środowiska. Znajduje to wyraz w dyrektywach, które są implementowane do prawa krajów członkowskich. Polskie oczyszczalnie ścieków stoją więc przed problemem utylizacji lub rekultywacji mas osadów nagromadzonych na przestrzeni lat oraz wdrożenia procesów przetwarzania osadów powstających na bieżąco.

Metodą powszechnie stosowaną od wielu lat jest fermentacja osadów ściekowych i późniejsze ich odwadnianie na prasach filtracyjnych. Wprawdzie w ten sposób uzyskuje się redukcję masy osadów, ale nie powoduje się ich przekształcenia lub likwidacji. Metoda, po którą najchętniej sięgają dziś inwestorzy i spółki wodociągowe, jest termiczna utylizacja osadów z odzyskiem energii. Jest ona uznawana za najskuteczniejszą i najkorzystniejszą z punktu widzenia ochrony środowiska i oszczędności energii.

Budowa STUO w Krakowie

22 grudnia 2006 r. Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Krakowie (MPWiK SA) ogłosiło przetarg na zaprojektowanie i wykonanie kompletnej Stacji Termicznej Utylizacji Osadów (STUO), pochodzących z Oczyszczalni Ścieków Płaszów II oraz Oczyszczalni Ścieków Kujawy w Krakowie, a także mniejszych obiektów. Instalacja termicznej utylizacji osadów w złożu fluidalnym będzie się składać z linii technologicznej, obejmującej m.in.: system magazynowania i transportu, węzeł podsuszania osadów, węzeł termicznej utylizacji, system odzysku ciepła, system oczyszczania gazów odlotowych, system monitoringu procesu i gazów odlotowych, system sterowania, węzeł zestalania odpadów. Zestalone odpady z oczyszczania gazów odlotowych nie będą mieć negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Stacja będzie spełniać przepisy ochrony



Schemat działania instalacji składającej się z reaktora Pyrofluid™, archiwum Veolia Water Systems Sp. z o.o.

środowiska, szczególnie Prawa ochrony środowiska oraz Ustawy o odpadach, Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów emisyjnych z instalacji oraz Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów. Zastosowana metoda utylizacji będzie spełniała wymogi najlepszych dostępnych technik (ang. *Best Available Techniques*, BAT).

Docelowa wydajność STUO osiągnie 64 Mg suchej masy na dobę osadów. Instalacja będzie pracować w ruchu ciągłym – 24 godziny na dobę (minimum 7500 godzin w roku). Inwestycja jest finansowana z Funduszu Spójności, którego beneficjentem jest Gmina Miejska Kraków, kredytu z EBOR, zaciągniętego przez MPWiK SA oraz środków własnych tego przedsiębiorstwa.

19 lipca 2007 r. przetarg rozstrzygnięto, uznając za najkorzystniejszą ofertę konsorcjum Veolia Water Systems Sp. z o.o. z Krakowa (lider) i OTV SA z Francji. Veolia Water Systems odpowiadając na wymagania zamawiającego zaproponowała w swojej ofercie wykonanie instalacji składającej się z reaktora Pyrofluid™ typu R56. MPWiK SA w Krakowie 6 września 2007 r. podpisało kontrakt z wykonawcą.

Veolia Water Systems Sp z o.o. i OTV SA Francja wchodzi z skład francuskiej grupy Veolia Environnement (VE), jednej z największych na świecie firm świadczących usługi na rzecz ochrony środowiska. Działalność VE obejmuje takie branże, jak: woda, odpady, gospodarka energetyczna oraz transport. VE istnieje od 150 lat i działa w 65 krajach, w Polsce od lat 90. XX w. Zatrudnia ponad 250 tys. osób, jej roczne obroty przekraczają 25 mld euro. Jest notowana na giełdach w Paryżu i Nowym Jorku.

Krakowska firma Veolia Water Systems Sp. z o.o. należy do Veolia Water Solutions & Technologies (VWS), będącej działem technologicznym Veolia Water, skupiającej firmy inżynieryjne specjalizujące się w procesach oczyszczania ścieków, uzdatniania wód i przeróbki osadów ściekowych. Veolia Water Systems Sp. z o.o. jest biurem partnerskim OTV SA. Kontrakt jest realizowany w oparciu o żółty FIDIC, czyli na zasadzie „projektuj i buduj”. Wartość kontraktu netto wynosi 21 863 612,00 euro.

Termiczne przekształcanie osadów ściekowych w technologii Pyrofluid™

Proces termicznej utylizacji osadów ściekowych w złożu fluidalnym przedstawiono poniżej na bazie prezentacji Małgorzaty Chodur, dyrektor sprzedaży Veolia Water Systems Sp. z o.o.

Zastosowanie procesu fluidalnego wymaga spełnienia pewnych warunków brzegowych. Do procesu utylizacji na złożu fluidalnym powinien być podawany osad odwodniony w takim stopniu, aby zapewnić autotermiczne prowadzenie procesu. Zawartość suchej masy jest oczywiście różna dla różnych osadów i zależy m.in. od zawartości materii organicznej. Dla biologicznego osadu nadmiernego z komunalnej oczyszczalni ścieków proces autotermiczny można już uzyskać podając osad o zawartości ok. 30% suchej masy. Optymalnym rozwiązaniem, także z punktu widzenia zaleceń BAT, jest podsuszanie (suszenie częściowe) osadu za pomocą ciepła odzyskanego z procesu przed podaniem go do reaktora.

Proces termicznej utylizacji osadu Pyrofluid™ oparty jest na utrzymywaniu materiału inertnego, np. piasku, w stanie zawieszenia w reaktorze termicznym. Zawieszono złoże działa jak wrząca ciecz rozpostarta na poziomej płaszczyźnie. Takie warunki zapewniają dobry obieg powietrza w procesie, wymieszanie złoże i optymalny kontakt pomiędzy utylizowanym medium i powie-

trzem. Warunki te są idealne do termicznego przekształcania osadów ściekowych.

Reaktor Pyrofluid™ składa się z następujących głównych elementów: komory powietrznej z dnem dyszowym do sprężania powietrza i rozprowadzania go równomiernie w złożu; złoża piaskowego fluidyzującego, w którym zachodzi proces termicznej utylizacji; kopuły ewakuacyjnej z przewodem odprowadzającym gazy odlotowe. Z reaktorem współpracuje dmuchawa fluidyzacyjna, wdmuchująca rozgrzane powietrze do komory powietrznej. Paliwo podawane jest w czasie rozruchu oraz w przypadku spadku temperatury procesu.

Gazy odlotowe zawierające popioły z procesu utylizacji zbierane są w górnej części reaktora i kierowane do wymienników ciepła. Wymienniki służą do wstępnego podgrzewania powietrza kierowanego do reaktora, schładzania gazów odlotowych przed ich oczyszczeniem oraz odbioru ciepła nadmiarowego w celu dalszego wykorzystania, zazwyczaj do poduszania osadu podawanego do reaktora.

Schłodzone w wymienniku ciepła gazy odlotowe poddawane są procesowi oczyszczania metodą mokrą lub suchą. Metoda mokra nie jest zalecana ze względu na straty energii (konieczność ponownego podgrzewania gazów odlotowych przed skierowaniem do komina) oraz za względu na charakter wytwarzanych odpadów. Metoda suchego oczyszczania gazów odlotowych polega na przeprowadzeniu gazów kolejno przez rozdzielacz elektrostatyczny lub cyklon do wydzielenia popiołu i metali ciężkich w formie pyłów oraz filtr workowy do usuwania kwaśnych gazów i pozostałości metali.

Oczyszczone gazy odlotowe poprzez wentylator odciągowy kierowane są do emitora. Efektywność usuwania pyłu w rozdzielaczu elektrostatycznym wynosi 99%. Stężenie pyłu na wylocie z rozdzielacza jest niższe niż 10 mg/Nm^3 , wymagane dyrektywą 2000/76/UE. Metale ciężkie zostają oddzielone od gazów odlotowych. W celu usunięcia rtęci i pozostałości organicznych stosuje się filtr z węglem aktywnym. Emisja NO_x jest bardzo niska ze względu na odpowiednio dobrane warunki procesu: turbulencje w komorze reakcji, temperaturę gazów odlotowych, utrzymywaną w granicach $850\text{--}900 \text{ }^\circ\text{C}$ i niską zawartość tlenu. Warunki te zapobiegają formowaniu się tlenków azotu, tak że zazwyczaj dodatkowe usuwanie go z gazów odlotowych nie jest potrzebne. Zawartość NO_x w gazach odlotowych nie przekracza 200 mg/Nm^3 , określonych w dyrektywie 2000/76/UE w odniesieniu do warunków emisji. Emisja dioksyn i furanów również nie przekracza wartości granicznych określonych dyrektywą i utrzymuje się na poziomie $0,1 \text{ ng/Nm}^3$ w przeliczeniu na suchy gaz przy 11% zawartości tlenu.

Pyrofluid™ w Europie i Polsce

WVS była jednym z pionierów zastosowania termicznych technologii przeróbki osadów, pierwszą instalację termicznej utylizacji opartą na złożu fluidalnym zbudowała w 1965 r. i nadal doskonalą tę technologię. Wybór konkretnego procesu lub całej gamy procesów zależy m.in. od realnych możliwości utylizacji odpadu. W zależności od warunków lokalnych instalacje mogą zostać wyposażone w systemy odzysku energii, dzięki którym można uzyskać neutralny lub nawet dodatni bilans energetyczny procesu.

Jak poinformowała Małgorzata Chodur, aktualnie pracuje ok. 50 instalacji w technologii Pyrofluid™. Większość z nich zlokalizowana jest we Francji; trzy instalacje pracują w Turcji, jedna w Hiszpanii. Blisko naszej strefy geograficznej znajduje się instalacja w Sankt Petersburgu w Rosji. Pracują tam cztery reaktory typu R67. Instalacja uruchomiona w 1997 r. posiada przepustowość $10,5 \text{ t}$ suchej masy osadu niefermentowanego na godzinę. Ciepło z procesu termicznej utylizacji służy do produkcji pary o ciśnieniu 6 bar ów, zasilającej lokalną sieć ciepłowniczą.

WVS buduje obecnie kolejną instalację termicznej obróbki osadów w oczyszczalni ścieków Sankt Petersburg Północ. Instalacja o przepustowości $6,8 \text{ t}$ suchej masy na godzinę, będzie się składać z trzech jednostek R72, z których jedna przewidziana jest jako rezerwowa. Ciepło z gazów odlotowych zostanie wyko-



Szereg reaktorów Pyrofluid™ widocznych z galerii wewnątrz budynku technologicznego, oczyszczalnia ścieków Colombes w Paryżu, fot. archiwum Veolia Water Systems Sp. z o.o.



Reaktory Pyrofluid™ pracujące w oczyszczalni ścieków Colombes w Paryżu może oglądać każdy przechodzień, gdyż są widoczne z zewnątrz przez przeszkloną szybę, fot. archiwum Veolia Water Systems Sp. z o.o.

rzystane do wytwarzania energii elektrycznej. Planowane jest uzyskanie ok. $1,5 \text{ MW}$ energii.

W 2002 r. uruchomiono instalację termicznej utylizacji osadów w oczyszczalni ścieków Amphitria, obsługującej aglomerację miejską i port w Tulonie w południowej Francji. Oczyszczalnia Amphitria zlokalizowana jest wewnątrz półki skalnej o powierzchni ponad 20 ha , mającej formę naturalnego amfiteatru wyłobionego w skałach i otwartego do morza. Pomimo że oczyszczalnia i instalacja osadowa są położone bezpośrednio nad Morzem Śródziemnym, nie psują egzotycznego krajobrazu, ani nie zanieczyszczają wód i powietrza.

Rezultatem projektu EUREKA zrealizowanego w latach 1999–2000 przez Krüger A/S oraz WVS/OTV było dostosowanie technologii fluidalnej utylizacji Pyrofluid™ do potrzeb małej oczyszczalni ścieków w taki sposób, aby zniszczeniu uległy nie tylko osady ściekowe, ale wszystkie rodzaje odpadów powstające w oczyszczalni ścieków, z tłuszczem, piaskiem i skratkami włącznie. Według projektu EUREKA wybudowano i oddano do eksploatacji w 2000 r. instalację fluidalną w oczyszczalni ścieków w Lundtofte (aglomeracja miejska Kopenhaga), utylizującej wszystkie odpady oraz dodatkowo spełniającej zaostrożone wymagania emisji ze względu na położenie w strefie rekreacyjnej.



Widok oczyszczalni ścieków z instalacją termicznej utylizacji osadów w Cap Sicie nad Morzem Śródziemnym, obsługującej aglomerację Tulon, fot. archiwum Veolia Water Systems Sp. z o.o.

Również w Polsce lista obiektów wykorzystujących procesy termicznej utylizacji odwodnionego osadu ściekowego w reaktorach fluidalnych wydłuża się. Na zamówienie Urzędu Miasta Łodzi Veolia Water Systems od lutego 2007 r. realizuje kontrakt nr 04 *Gospodarka osadowa na GOŚ ŁAM* [Grupowa Oczyszczalnia Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej], będący częścią projektu *Oczyszczanie ścieków w Łodzi (Faza I)*, współfinansowanego z Funduszu Spójności (projekt nr 2000/PL/16/P/PE/13). Przedmiotem prac jest wykonanie (zaprojektowanie, wybudowanie, kompletne wyposażenie i uruchomienie) instalacji termicznego przekształcania osadów ściekowych i skratek, składającej się z dwóch niezależnych, równoległych



Reaktor termicznego przekształcania osadów ściekowych Pyrofluid™ zainstalowany w oczyszczalni ścieków w Saragossie, fot. archiwum Veolia Water Systems Sp. z o.o.

linii technologicznych, pracujących 24 godziny na dobę, przez co najmniej 7500 godzin w roku. Instalacja będzie się składać z dwóch reaktorów Pyrofluid™ typu R43 i będzie wykorzystywać ciepło wytworzone podczas procesu utylizacji osadu i skratek. Planowana wydajność przerobowa instalacji to 82 tys. Mg/rok osadów odwodnionych. Zakończenie inwestycji nastąpi w lipcu 2009 r. Wartość kontraktu netto wynosi 26 695 764,00 euro.

System utylizacji na złożu fluidalnym w technologii Pyrofluid™ znajduje również zastosowanie w oczyszczalniach przemysłowych, czego przykładem jest inwestycja spółki ORLEN Eko w Płocku. Pyrofluid™ został tam zastosowany do termicznej utylizacji osadów ściekowych pochodzących z Centralnej Oczyszczalni Ścieków Zakładu Produkcyjnego PKN ORLEN SA w Płocku. Inwestorem jest ORLEN Eko Sp. z o.o., a dostawcą instalacji w formule „pod klucz” konsorcjum Veolia Water Systems Sp. z o.o., Krüger A/S Gladsaxevej (Dania) oraz OTV SA (Francja). Osady ściekowe podawane do procesu pochodzą z trzech strumieni o odrębnej charakterystyce: osady denne z mechanicznego oczyszczania ścieków, zaolejone kożuchy z urządzeń oczyszczających ścieki oraz osad biologiczny nadmierny. Jako czwarty strumień odpadów podawanych do procesu przewidziane są wysuszone komunalne osady ściekowe, dowiezione z zewnątrz. Przepustowość instalacji wyniesie 50 tys. t odpadów rocznie.

Instalacja składać się będzie z dwóch linii technologicznych, pracujących autonomicznie. W wyniku utylizacji osadów w procesie autotermicznym wytwarzana będzie para o ciśnieniu 10 barów, część wyprodukowanej pary zostanie zużyta do potrzeb własnych instalacji, a część oddana do sieci zakładowej PKN ORLEN SA. Odpady technologiczne pochodzące z procesów utylizacji oraz oczyszczania gazów odlotowych będą składowane na składowisku odpadów niebezpiecznych na terenie rafinerii. Termin uruchomienia tej instalacji ustalono na koniec czerwca br.

Stacje w Krakowie i Łodzi

Ciekawą kwestią wydaje się porównanie stacji termicznej utylizacji osadów ściekowych Pyrofluid™ w Krakowie i Łodzi. Jak wyjaśnił Adam Kostkiewicz, dyrektor techniczny Veolia Water Systems Sp. z o.o., podstawową różnicą pomiędzy stacją w GOŚ ŁAM i w oczyszczalni Płaszów II jest liczba linii technologicznych: w Płaszowie powstanie jedna linia technologiczna z zastosowaniem reaktora Pyrofluid™ R56, zaś w Łodzi dwie linie technologiczne wyposażone w reaktor Pyrofluid™ R43 każda. W obu zastosowano suchy system oczyszczania gazów odlotowych poprzez ich odpylanie oraz usuwanie zanieczyszczeń gazowych i metali ciężkich.

Tak wieloetapowy sposób oczyszczania gazów odlotowych wynika z faktu, że w pierwszym etapie wychwytywane są popioły niezawierające substancji szkodliwych, taki odpad może zostać wykorzystany do produkcji materiałów używanych np. jako podbudowa dróg lub w budownictwie przemysłowym. Popioły zdatne do ponownego wykorzystania stanowią zdecydowaną większość pozostałości procesowej, natomiast niewielkie ilości powstającego w procesie oczyszczania chemicznego odpadu nie nadającego się do dalszych zastosowań będą kierowane na specjalnie zbudowane składowisko odpadów, co zaplanowano w Łodzi, lub do stacji zastalania odpadów, przewidzianej w projekcie płaszowskim.

W obu instalacjach ciepło wytworzone w wyniku termicznego procesu przetwarzania osadów będzie odzyskiwane i wykorzystywane ponownie w procesie termicznej utylizacji i fermentacji osadów przed odwadnianiem. W rezultacie gaz produkowany w komorach fermentacyjnych będzie można skierować do stacji generatorów produkujących energię elektryczną. Również ciepło potrzebne do ogrzania wszystkich obiektów oczyszczalni w okresie zimowym będzie pochodziło ze STUO.

Instalacja w Łodzi jest w trakcie budowy, natomiast instalacja dla oczyszczalni ścieków Płaszów jest w stadium przedbudowlanym.

Maszyny JCB na każdej budowie



Zaufaj sprawdzonej marce



Export Europe Award



Laury Buildera 2007



Investor Budowlany:
Dystrybutor Maszyn Budowlanych
Roku 2007



Nagroda JCB - wybitny wkład
w osiągnięcie
rekordowej sprzedaży



Złoty Builder



Solidny Pracodawca
Roku 2007



Outstanding Sale
Performance Award